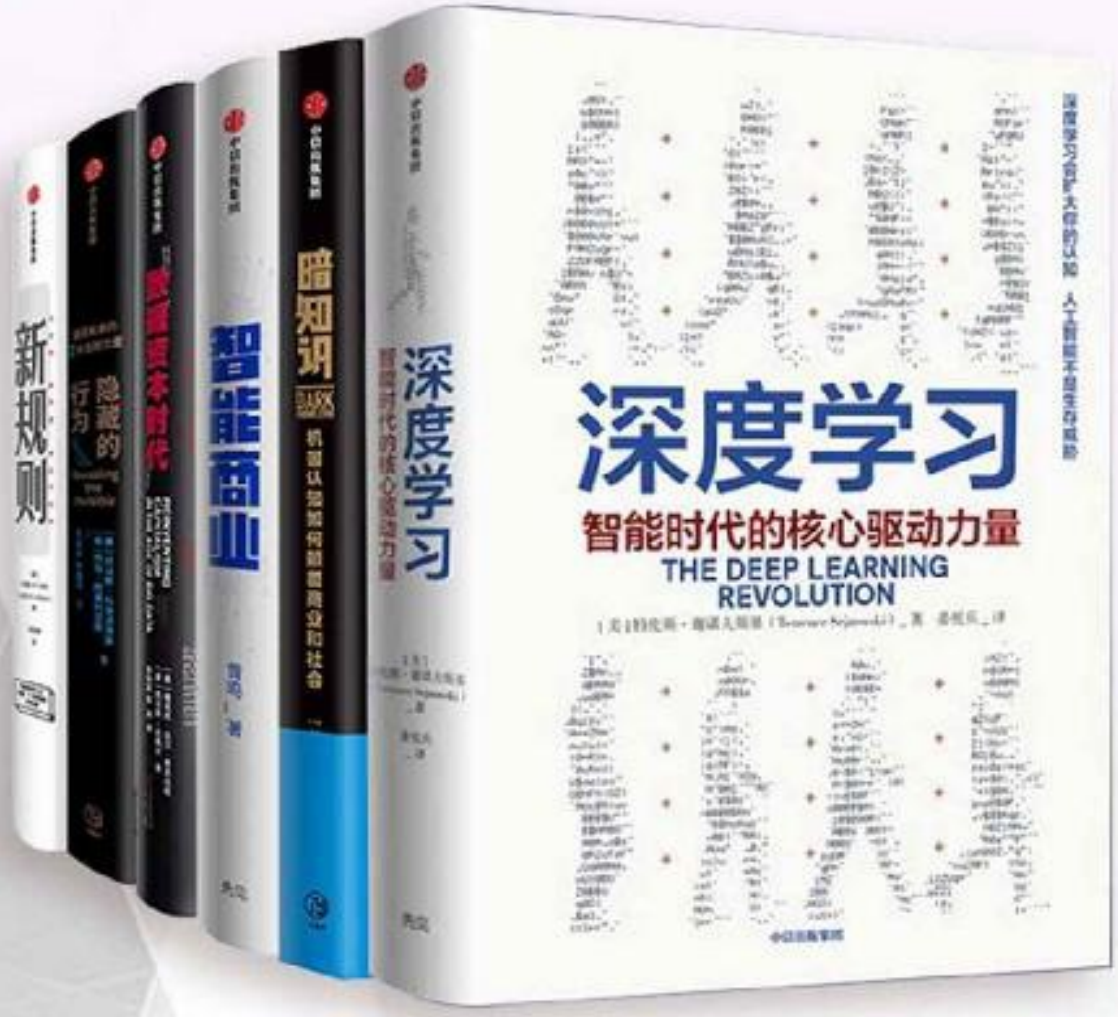
人工智能与商业机遇

（套装全6册）



中信出版集团

人工智能与商业机遇

（套装共6册）

[美]王维嘉 等 著

姜悦兵 等 译

中信出版集团

目录

暗知识：机器认知如何颠覆商业和社会

深度学习

数据资本时代

新规则

隐藏的行为：塑造未来的7种无形力量

智能商业

暗知识

DARK KNOWLEDGE

机器认知如何颠覆商业和社会

[美] 王维嘉 著



斯坦福大学博士，在硅谷创业投资30余年
曾师从人工智能鼻祖之一、美国国家工程院院士伯纳德·威德罗教授

重构知识版图，甄别AI核心技术，掌握机器认知时代的投资、就业法则

金观涛作序 | 伯纳德·威德罗 李开复 罗振宇 徐小平 任志强 | 重磅推荐

中信出版集团

暗知识

——机器认知如何颠覆商业和社会

[美]王维嘉 著

中信出版集团

目录

导读

序言 “暗知识”和现代社会

寄语

第一章 横空出世——暗知识的发现

- 骄傲的人类
- 天才的哽咽
- 机器发现了人类无法理解的知识
- 理性主义和经验主义之争
- 知识的生物学基础——神经元连接
- 可表达的“明知识”
- 只可意会的“默知识”
- 既不可感受也不能表达的“暗知识”

第二章 榨取数据——机器能学会的知识

- 机器学习明知识
- 类推学派——机器学习默知识
- 机器发现暗知识

第三章 神经网络——萃取隐蔽相关性

- 从感知器到多层神经网络
- 神经网络模型：满是旋钮的黑盒子
- 雾里下山：训练机器模型
- AlphaGo的“上帝视角”
- 局部最优：没到山底怎么办
- 深度学习——化繁为简
- 化整为零的卷积神经网络

处理序列信息的循环神经网络
AlphaGo与强化学习
神经网络悖论
神经网络五大研究前沿
深度学习的局限性

第四章 逐鹿硅谷——AI产业争霸战

最新技术巨浪
AI突破三要素
金字塔形的产业结构
产业的皇冠：算法
技术制高点：芯片
生态大战——编程框架的使用和选择
开源社区与AI生态
乱世枭雄
大卫和哥利亚
AI的技术推动力
AI与互联网的三个区别

第五章 飓风袭来——将被颠覆的行业

自动驾驶颠覆出行——10万亿美元的产业
医疗与健康——世界上最有经验的医生
智能金融将导致一大批白领、金领失业
智能时代万物皆媒，人机协作时代已经来临
智慧城市——“上帝视角”的城市管理
重复体力劳动者将被机器人全面替代
打通巴别塔——黑天鹅杀手级应用
全方位冲击

第六章 暗知识神迹——机器能否超越人类

基于深度学习的AI本质
科研加速
唐诗高手
真假凡·高

下一场空战
群体学习和光速分享
人类哪里比机器强
人机融合

第七章 “神人”与“闲人”——AI时代的社会与伦理

谁先失业
孩子该学什么
AI时代的新工种
新分配制度：无条件收入还是无条件培训
贫富悬殊解决之道：民间公益
权力再分配
是否该信任机器的决定
数据如何共享
自尊的来源
机器会产生自我意识吗

结束语 人类该怎么办

致谢

附录1：一个经典的5层神经网络LeNet-5

附录2：循环神经网络RNN和长-短时记忆网络LSTM

附录3：CPU、GPU和TPU

附录4：机器学习的主要编程框架

参考文献

导读

一直以来人类的知识可以分为两类：“明知识”和“默知识”（Tacit Knowldge，又称默会知识）。明知识就是那些可以用文字或公式清晰描述和表达出来的知识。默知识则是个人在感觉上能把握但无法清晰描述和表达的知识，也即我们常说的“只可意会，不可言传”的那类知识。人类发明文字以来，积累的知识主要是明知识，因为只有明知识才可以记录和传播。直到大约70年前，人类才意识到默知识的存在。今天，人工智能，特别是其中的一个重要流派——神经网络，突然发现了海量的、人类既无法感受又无法描述和表达的“暗知识”——隐藏在海量数据中的相关性，或者万事万物间的隐蔽关系。这些暗知识可以让我们突然掌握不可思议的“魔力”，能够做很多过去无法想象的事情。本书就是要清楚阐述机器学习发掘出了什么样的暗知识，为什么机器能够发现这些暗知识，以及这些暗知识对我们每个人会有什么影响。

本书分为三个部分。

第一部分包括第一、二、三章，其中第一章里我们发现AlphaGo（阿尔法围棋）给我们带来的最大震撼是人类完全无法理解机器关于下棋的知识。这个发现迫使我们重新审视人类对于“知识”的所有观念。这一章回顾了2 500年来人类所熟悉的明知识和直至大约70年前才注意到的默知识。近几十年的脑神经科学的研究成果让我们对知识的本质有了更清楚的认识，也回答了为什么人类既无法感受，也无法理解机器发现的那些暗知识。这一章还分析了明知识、默知识和暗知识之间的区别，讨论了为什么暗知识的总量将远远超过人类能掌握的所有知识。

第二章介绍了机器是怎样学习的，能学习哪些知识，同时介绍了机器学习的五大流派以及各流派从数据中挖掘知识的方法。

第三章则重点介绍了目前机器学习中最火的神经网络，包括神经网络的基本工作原理和目前在商业上应用最广的几种形态，以及各自适用的领域。有了这些基础就可以判断AI（人工智能）在各个行业的商业机会和风险。也只有理解了这些原理，才能真正理解暗知识的特点。为易于阅读和照顾不同读者的需求，在这一章中我们尽量用通俗的语言解释这些工作原理，而把精确的技术原理介绍放在附录里。

第二部分（第四、五章）讨论了AI对商业的影响。我们将看到机器发掘出来的暗知识对我们生活的直接影响。对于想把握AI商业趋势的读者来说，这部分的内容至关重要。其中，第四章描述了当前的AI产业生态，第五章详尽探讨了哪些行业将面临AI的颠覆，以及在不同行业的投资机会和陷阱。

第三部分（第六、七章）的内容是AI对未来和社会的影响。第六章重点讨论目前还没有商业化的，但可能更深刻影响我们的一些神奇的AI应用。第七章讨论了机器和人的关系：机器能在多大程度上取代人的工作，会造成哪些社会问题（例如大面积失业）。这两章的主要目的是开脑洞，探讨那些我们今天可能还看不到的更深远的影响。本章也试图回答人类的终极恐惧：机器人最终会控制人类吗？

本书的各个章节前后连贯，但也可以跳着读，对于那些只对商业感兴趣的读者，可以跳过第二、三章直接读第四、五章。

笔者在美国斯坦福大学读博士期间做过人工智能研究，后来在硅谷和中国创办高科技公司，目前在硅谷专注于投资人工智能。每年访问调研上千家硅谷和中国的科技公司，接触顶级大学最前沿的研究，这些都有助于笔者从大量的实践中提炼出自己对行业的原创的分析和洞见，而不是人云亦云。

笔者长期对人类如何获得知识感兴趣，在投资、研究和写作AI的过

程中，发现了暗知识这样一个人类以往未曾发现的领域。这个概念的提出一定会引起争议，笔者欢迎读者的批评并期待在批评和讨论中进一步深化在这方面的认识。

本书的目标读者是企业和政府工作人员及其他知识阶层，包括学生。暗知识对人类的影响刚刚开始。从暗知识这个新视角出发，可以更深刻地理解这次AI巨浪。这波巨浪可能超过互联网，许多行业都会深受影响。本书希望能回答“AI对我的行业和职业会有什么影响”。只有把AI的技术、趋势和应用深入浅出地讲清楚，读者才可能举一反三，理解AI对自己的影响。本书从笔者自己的投资实践出发，希望能为在AI时代进行投资提供一些参考。在AI飓风里泥沙俱下，鱼龙混杂，会有大量的炒作，读完本书可以帮助读者辨别真伪，不会被轻易忽悠。在今后5~10年，不论是风险投资/私募股权投资还是在公开股票市场投资都需要有这样的辨别能力。本书最后在讨论人工智能对整个社会的影响时也提出了一些未经检验的建议。

每当读到市面上科技类的书籍时，常被那些含混不清的描述所困扰。当年在斯坦福大学上课时留下的最深印象就是那些学科的开山鼻祖对自己学科理解之深入。他们能用最简单的方式把最深奥的道理讲明白，让听课的学生一下子就能理解一门学科的核心概念，而且一辈子不会忘记。从那以后，笔者就坚信，如果学生没听懂，一定是老师没讲明白。这本书希望用最通俗易懂的语言介绍暗知识和AI。任何具有高中以上学历的读者如果有没读懂的地方，一定是因为笔者没有写明白。

今天每个人都要面对海量的信息和知识，如何让读者花最少的时间获取最大量的信息和知识成为一个挑战。笔者最欣赏的文章和书籍是那些没有一句多余的话的，这也是笔者写作本书的目标之一。本书希望能够做到读者在机场书店买了这本书后能在下飞机前读完，而且读完之后可以清晰地判断这场技术大浪对自己的影响。

王维嘉

2019年1月13日于硅谷

序言

“暗知识”和现代社会

自2017年AlphaGo大胜柯洁，人工智能即将碾轧人类的话题便进入大众视野，迅即引起普遍的狂热和焦虑。我认为，王维嘉这本《暗知识：机器认知如何颠覆商业和社会》的出版，是对这种情绪的有效清醒剂和解毒药。

说这本书是清醒剂，是因为它极为简明清晰地叙述了人工智能的科学原理及其技术实现，无论是神经网络结构，其自我学习的过程，还是深度学习和卷积机制，《暗知识：机器认知如何颠覆商业和社会》比现在出版的任何一本书都讲得更清楚、易读。以人类认知为背景来解读人工智能，正好可以为当前人工智能领域中泛起的非理性狂热降温。其实，早在20世纪60年代，控制论创始人维纳（Norbert Wiener）的学生阿比布（Michael Arbib）在《大脑、机器和数学》一书中，已经清晰地叙述了神经元网络数学模型和学习机原理，并讲过这些原理有助于我们“从‘机器’中‘赶走鬼魂’”。阿比布讲的“机器”是指大脑的记忆、计算和学习等功能，它们自笛卡儿以来被视为机器的有机体（生物），“鬼魂”则是指生物的本能和学习能力。而王维嘉的《暗知识：机器认知如何颠覆商业和社会》一书，“赶走”的不是以往所说的有机体的神秘性，而是对人工智能研究和可能性的想象中的“鬼魂”，即误以为当神经元网络的连接数量接近于人脑时，它们会涌现出如人类那样的自我意识和主体性等。

人工智能的神经元网络系统能做什么？如上所说，早在它被做出来以前，数学家已经证明，无论神经元网络多么复杂，它等价于有限自动机；而一个能和环境确定性互动（自耦合、反馈和自我学习）的有限自

动机（神经元网络），只不过是某一种类型的图灵机（通用计算机）。

也就是说，人工智能革命之基础——神经元网络的自我学习及其与环境互动所能达到的极限，都超不过图灵机的行为组合。从20世纪下半叶至今，伴随着人工智能的快速、高度发展，关于它能否在未来某一天具有意识的讨论，一直是在电脑和人脑差别的框架中展开的。我认为，只要发展出相应的数学理论，就能了解神经元网络学习已做出的和可能做的一切。但有一点是毫无疑问的，它不可能具有自我意识、主体性和自主性。

为什么说这本书是解毒药？因为维嘉在解释为什么人工智能可以比人更多、更快地掌握知识（能力）时，把人工智能所掌握的信息定义为“暗知识”，从而可以得出清晰的理论表述。我们首先要弄明白什么是知识，知识就是人获得的信息。而人利用信息（知识）离不开获得信息和表达信息两个基本环节，人获得信息是用感官感知（即经验的），表达信息是通过符号（语言）和对符号结构之研究（符号可以是非经验的）。这样，他根据“可否感知”和“可否表达”，把人可利用的知识分为如下四种基本类型：

第一，可感知亦可表达的知识。它包括迄今为止所有的科学和人文知识。

第二，不可感知但可表达的知识。任何经验的东西都是可感知的，不可感知的就是非经验的。有这样的知识吗？当然有。以数学为例，抽象代数的定理是正确的知识，但可以和经验无关。人之所以为人，就在于可以拥有纯符号的知织，它是理性的重要基础。

第三，可感知但不可表达的知识。它包括人的非陈述性记忆和“默会知识”。

第四，不可感知亦不可表达的知识。这就是当前神经元网络通过学习掌握的知识。维嘉将这类大大超出了个别人所能记忆和学习的知识称为“暗知识”。“暗知识”的提出，不仅是一项哲学贡献，也为当前盛

行的科学乌托邦提供了一剂解毒药。

20世纪社会人文研究最重要的成就，就是发现“默会知识”和市场的关系。人类可共享的知识都是可以用符号表达的知识，但它不可能包含每个人都具有的“默会知识”。经济学家利用“默会知识”的存在，证明了基于理性和科学知识的计划经济不可能代替市场机制。一个充分利用人类知识的社会，一定是立足于个人自主、互相交换自己的能力和知识所形成的契约组织。忽视所有个人具有的“默会知识”，把基于理性和可表达的知识设计出的社会制度付诸实践，会出现与原来意图相反的后果。哈耶克称这种对可表达知识的迷信为“理性的自负”。今天随着大数据的应用，这种理性的自负再一次出现在人工智能领域。而“暗知识”的提出，扩大了不能用符号表达知识的范围，进一步证明了哈耶克的正确性。所以，我说这本书是对当前理性自负的有效解毒药。

维嘉在书中提出的另一个有意义的问题是“暗知识”会在何种程度上改变现代社会。正如该书副标题所说，这种新型知识大规模的运用，将会导致大量拥有专门知识和技能的人失业、一批又一批的行业消失，甚至连医生专家都可能被取代。姑且不论这种预测是否准确，有一点是肯定的，即人工智能必定会极大地改变我们赖以生存的社会。那么，它会把人类社会带到哪里去？这正是人工智能革命带来的普遍焦虑之一。人工智能对城市管理和对每个人私隐的掌握，是否会导致个人自由和隐私的丧失？由大数据和人工智能高科技管理的社会，还是契约社会吗？

现代社会和传统社会的本质不同就在于其高度强调个人的主体性和创造性，任何信息的获得、表达和应用都离不开个人的主体性和创造性。我认为，人工智能可以具有掌握“暗知识”的能力，但它不可能具有自我意识，当然亦无所谓主体性，它只能被人所拥有。因此，一个能允许知识和技术无限制进步的社会，仍然是建立在个人契约之上的。也就是说，无论科学技术发展到什么程度，现代社会的性质不会因之而改变。

然而，我认为，人工智能或许会使现代社会的科层组织的形式发生

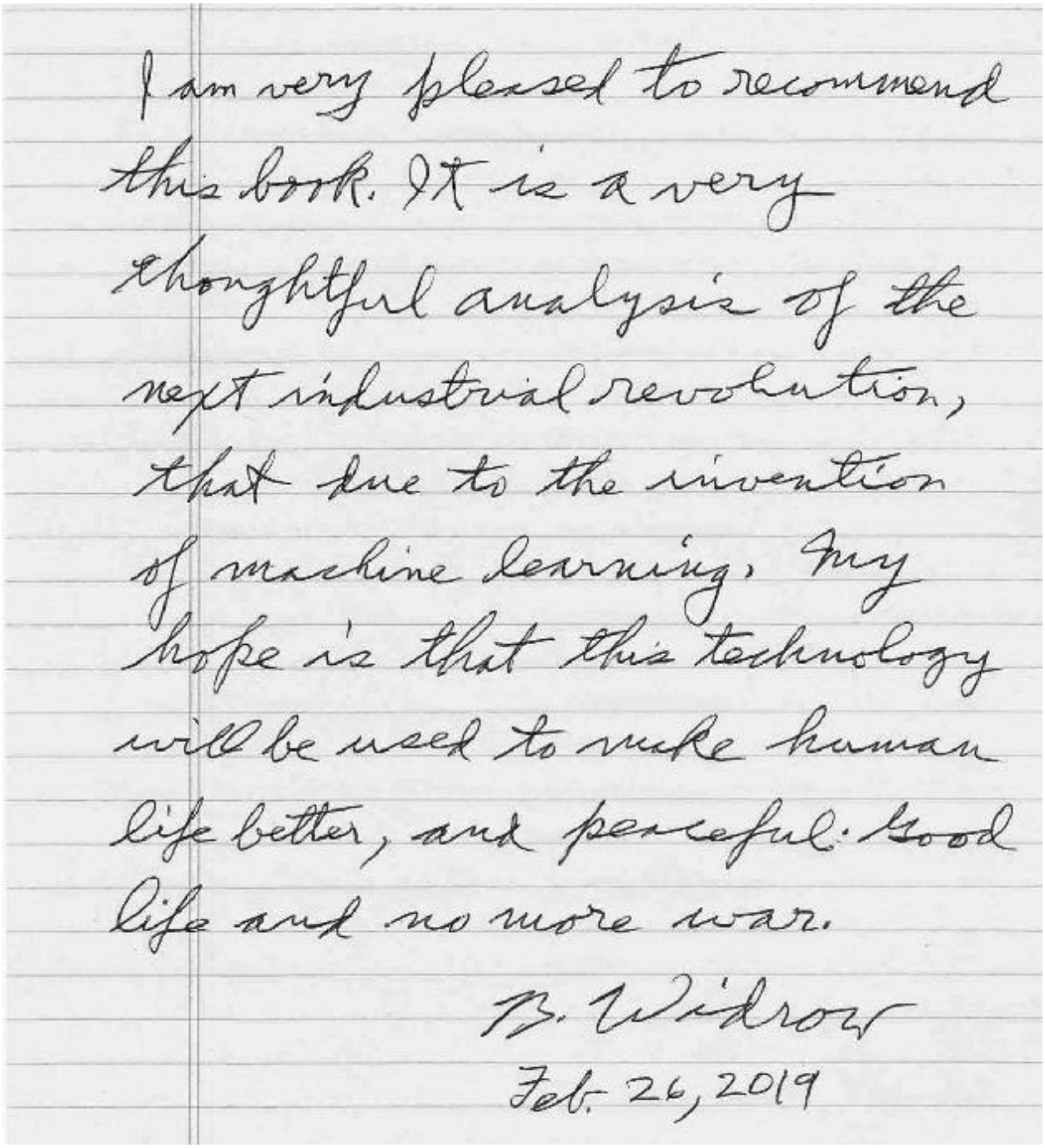
改变。为什么现代社会需要科层组织？众所周知，现代社会除了由法律和契约提供组织框架以外，还必须向所有人提供不同类型的公共事务服务，如治安、交通设施、教育、医疗等。为此就要设立处理不同类型事务的专门机构来管理社会，如军队和政府科层组织。科层组织之间功能的实现和协调，要利用符号表达的共享知识，因此，随着现代社会的复杂化，必定出现技术官僚的膨胀。而人工智能革命和“暗知识”的运用，必定会向社会管理层面深入。如果它运用得不好，会使现代社会生长出超级而无能的官僚机构的毒瘤；如果它运用得好，可以促使人更好地发挥自主性和创造性，甚至可以取代科层管理中不必要的机构。因此，我认为人工智能将会在这一层面给现代社会带来巨大影响。

科层组织的形成和理性化的关系，是韦伯分析现代社会的最重要贡献。在未来，随着人工智能对“暗知识”的掌握和运用向社会管理渗透，甚而替代，将会证明韦伯这一重要论断不再成立。可惜的是，维嘉的《暗知识：机器认知如何颠覆商业和社会》一书忽略了人工智能革命和现代社会官僚化关系的讨论。科层组织的设立是基于理性（共享知识），人工智能擅长的是掌握“暗知识”，如果从事社会公共事务管理的人员可以被掌握“暗知识”的人工智能取代，科层组织还有存在的必要吗？或者，它将以什么样的新形式存在？如果不再需要科层组织，未来无政府的现代社会将如何运行？这正是我们应该关注的，它需要人文和科学两个领域的对话。

金观涛

2019年2月

寄语


I am very pleased to recommend this book. It is a very thoughtful analysis of the next industrial revolution, that due to the invention of machine learning. My hope is that this technology will be used to make human life better, and peaceful. Good life and no more war.

B. Widrow

Feb. 26, 2019

译：我非常高兴推荐这本书。这本书对机器学习的发明带来的下一场工业革命进行了详尽的分

析。我希望这个技术将被用来使人类的生活更美好、更和平，并不再有战争。——伯纳德·威德罗，2019年2月26日于斯坦福

第一章

横空出世——暗知识的发现

导读

正当人类自以为掌握了关于这个世界的海量知识时，一种能够自我学习的机器给了我们当头一棒：机器发现了一类人类既无法感受，也不能理解的知识。这类知识的发现，逼迫我们重新审视过去所有关于知识的观念。我们回顾了2 500年来在这个问题上的争论：知识是通过经验得到的还是通过推理得到的？直到大约70年前人们才注意到那些“只可意会，不可言传”的默知识的重要性。但这些争论在最新的脑科学研究结果面前都显得肤浅和苍白。最近几十年的科学研究确认了认知的基础是大脑神经元之间的连接。有了这个基础，我们就很容易理解为什么有些知识无法表达，也才能明白为什么人类无法理解机器刚刚发现的这些暗知识。在此基础上，我们终于可以清晰地区分这样三类知识：人类能掌握的明知识和默知识以及只有机器才能掌握的暗知识。

骄傲的人类

也许是由于几十万年前人类远古祖先某个基因的突变，人们开始可以把一些有固定意思的发音片段组装成一个能表达更复杂意思的发音序列。这些发音片段今天我们叫作“单词”，这个表达特定内容的发音序列今天我们叫作“句子”。这种“组装”能力使人类用有限的单词可以表达几乎无穷多种意思，语言诞生了。有了语言的复杂表达能力，人类的协作能力开始迅速提高，可以几十人一起围猎大型动物，很快人类就上升到地球生物链的顶端。作为记录语言的符号——文字的发明可以让人类更方便地传播、记录和积累经验。任何一个地方的人类偶然发现的关于生存的知识都会慢慢传播开来。一万年前，农业起源于今天的埃及、叙利亚和伊拉克的肥沃新月带，这些种植经验在几千年中传遍全世界，随之而来的是人类迅速在地球所有适宜农耕的角落定居繁衍。

随着定居的人类数量的增加，人类的组织开始变得更大更复杂，从亲缘家族到部落，到城邦，再到国家。大规模的复杂组织可以开展大规模的复杂工程，如建设城市、庙宇和大规模灌溉系统。这些大规模工程需要更多的天文和数学知识。世界上几乎所有的古老文明都积累了许多天文知识，但只在希腊半岛诞生了现代科学的奠基石——数学。欧几里得（Euclid，公元前330—前275）在公元前300年总结了他前面100年中希腊先哲的数学成果，写出了人类历史上最伟大的书之一《几何原本》（*Elements*　）。这本书在中世纪由波斯裔的伊斯兰学者翻译成阿拉伯文，又从阿拉伯传回文艺复兴前的欧洲，直接影响了从哥白尼（Nicolaus　Copernicus，1473—1543）到牛顿（Issac　Newton，1643—1727）的科学革命。

发轫于16世纪的科学革命的本质是什么？是发现更多的知识吗？是创造出更多的工具吗？都不是。科学革命的本质是找到了一个可靠的验

证知识的方法。

最能体现科学革命本质的就是天文学家开普勒（Johannes Kepler，1571—1630）发现三定律的过程。最初，在作为主流的托勒密（Ptolemy，90—168）地心说越来越无法解释天体观测数据时，哥白尼提出了日心说，用新的模型解释了大部分过去无法解释的数据。与伽利略（Galileo Galilei，1564—1642）同时代的天文学家第谷·布拉赫（Tycho Brahe，1546—1601）没有接受哥白尼的日心说，他提出了“月亮和行星绕着太阳转，太阳带着它们绕地球转”的“日心—地不动”说。遗憾的是，他倾尽毕生心血观察了20年的天文数据，直到去世都始终无法让观测到的数据与自己的模型相吻合。

在第谷去世后，第谷的助手开普勒拿到了他的全部数据，开普勒完全接受了哥白尼的日心说。他为了让数据与日心说完全吻合，把哥白尼的地球公转的圆形轨道修正为椭圆轨道，太阳在椭圆的一个焦点上。这就是开普勒第一定律。他用相同的方法发现了其他两个定律。开普勒三定律不仅完满解释了第谷的所有观测数据，并且能够解释任何新观测到的数据。

这个发现过程有三个步骤：第一，积累足够的观测数据（第谷20年的观测数据）；第二，提出一个先验的世界模型（哥白尼的“日心说”）；第三，调整模型的参数直至能够完美拟合已有的数据及新增数据（把圆周轨道调整为椭圆轨道，再调整椭圆轴距以拟合数据）。验证了这个模型有什么用？最大的用处就是可以解释新的数据或做出预测。在这里开普勒三定律就是新发现的知识。发现知识的可靠方法就是不断修改模型使模型与观测数据完全吻合。

上面这三个步骤奠定了现代科学的基本原则，正式吹响了科学革命的号角，直接导致了后来的牛顿万有引力的发现，一直影响到今天。

过去500年中人类对世界的认识突飞猛进，今天大到宇宙，小到夸克都似乎尽在人类的掌握之中。人类可以上天、入地、下海，似乎无所不能。人类有了“千里眼”“顺风耳”，甚至开始像“上帝”一样设计新的物

种，并企图改变人类进化的进程。人类有理由相信没有什么知识是不能理解的，也没有什么知识是不能被发现的……直到2016年3月15日。

天才的哽咽

2016年3月15日，美国谷歌公司的围棋对弈程序AlphaGo以五局四胜的成绩战胜世界围棋冠军韩国选手李世石。一时间这个消息轰动世界，全世界有28亿人在关注这场比赛，在中国更是引起极大的轰动。人们感觉AlphaGo就像从石头缝里蹦出来的孙悟空一样，完全无法理解一台机器如何能够打败世界围棋冠军。围棋历来被认为是人类最复杂的游戏之一。围棋每一步的可能的走法大约有250种，下完一盘棋平均要走150步，这样可能的走法有250^{150} $=10^{360}$ 种，而宇宙从诞生到现在才10^{17}秒，即使是现在世界上最快的超级计算机，要想把所有走法走一遍，计算时间也要比宇宙年龄都长。即使排除了大部分不可能的走法也是大到无法计算。机器是怎样学会这么复杂的棋艺的？

这场比赛后，世界排名第一的棋手柯洁在网上说：“AlphaGo胜得了李世石，胜不了我。”而2017年5月28日，棋手柯洁以0：3完败AlphaGo，彻底击碎了人类在这种复杂游戏中的尊严。赛后，这位天才少年一度哽咽，在接受采访时柯洁感叹，AlphaGo太完美，看不到任何胜利的希望。他流着眼泪说：“我们人类下了2 000年围棋，连门都没入。”中国棋圣聂卫平更是把AlphaGo尊称为“阿老师”，他说：“AlphaGo的着数让我看得如醉如痴，围棋是何等的深奥和神秘。AlphaGo走的顺序、时机掌握得非常好。它这个水平完全超越了人类，跟它挑战下棋，只能是找死。我们应该让阿老师来教我们下棋。”他还说：“阿老师至少是20段，简直是围棋上帝。”

当人们以为这是对弈类程序的高峰时，AlphaGo的研发团队DeepMind（谷歌收购的人工智能企业，位于伦敦）团队再度碾轧了人类的认知。2017年12月，DeepMind团队发布了AlphaGo Zero（阿尔法围棋零）。AlphaGo Zero使用了一种叫作“强化学习”的机器学习技术，它

只使用了围棋的基本规则，没有使用人类的任何棋谱经验，从零开始通过自我对弈，不断地迭代升级，仅仅自我对弈3天后，AlphaGo Zero就以100：0完胜了此前击败世界冠军李世石的AlphaGo Lee版本。自我对弈40天后，AlphaGo Zero变得更为强大，超过了此前击败当今围棋第一人柯洁的AlphaGo Master（大师版），这台机器和训练程序可以横扫其他棋类。经过4个小时的训练，打败了最强国际象棋AIStockfish，2个小时打败了最强将棋（又称为日本象棋）AIElmo。

AlphaGo Zero证明了即使在最具有挑战性的某些领域，没有人类以往的经验或指导，不提供基本规则以外的任何领域的知识，仅使用强化学习，仅花费很少的训练时间机器就能够远远超越人类的水平。

机器发现了人类无法理解的知识

AlphaGo Zero给我们的震撼在于人类2 000多年来一代代人积累的一项技艺在机器眼里瞬间变得一文不值！为什么会这样？围棋中的可能走法比宇宙中的原子数都多，而人类2　000多年中高水平对弈非常有限，留下记录的只有几万盘。这个数字和所有可能走法比，就像太平洋里的一个水分子。而AlphaGo Zero以强大的计算能力，在很短的时间里探索了大量的人类未曾探索过的走法。人类下棋的路径依赖性很强，人生有限，想成为高手最稳妥的办法是研究前人的残局，而不是自己瞎摸索。但AlphaGoZero在下棋时，不仅一开始的决策是随机的，即使到了大师级后，也故意随机挑选一些决策，跳出当前思路去探索更好的走法，新发现的许多制胜走法都是人类从未探索过的，这就是很多走法让聂卫平大呼“看不懂”的原因。

AlphaGo Zero给我们的震撼在于三个方面：首先，人类能发现的知识和机器能发现的知识相比，就像几个小脚老太太走过的山路和几百万辆越野车开过的山路。越野车的速度就是计算机和AI芯片处理速度，目前继续以指数速度在提高。其次，和机器可能发现的知识相比，人类知识太简单、太幼稚，机器谈笑风生，比人不知道高到哪里去了。最后，机器发现的知识不仅完全超出了人类的经验，也超出了人类的理性，成为人类完全无法理解的知识。

2 500年前最有智慧的希腊哲人苏格拉底（Socrates，公元前469—前399）终其一生得出一个结论：“我唯一知道的是我什么都不知道。”他的学生柏拉图（Plato，公元前427—前347）认为我们感官观察到的世界只是真正世界的影子而已。18世纪伟大的哲学家康德也仰望星空，发出了“我们到底能知道什么”的千古之问。但古代哲人只能模糊地感觉到人类认识的局限。今天，AlphaGo Zero不仅清晰、具体地把他们的疑虑变

成了铁的事实，而且先哲怎么也想不到人类的认识能力是如此有限！

你会质疑说：这不算什么震撼吧，人类早就知道我们已知的很少，未知的很多。但这个下围棋的例子告诉你：已知的是几万盘残局，未知的是10^{360} 种可能走法，两者相差几百个数量级！（不是几百倍，是几百个数量级，一个数量级是10倍。）

你学过概率和统计，继续不服：我们早就知道组合爆炸。没错，但我们知道未知的组合爆炸里有比人类已经获得的知识高深得多的知识吗？AlphaGo Zero是第一次活生生地证明了这点。听说过火山爆发和在现场看到的感觉能一样吗？

当然最震撼的就是第三个方面。我们也许知道我们不知道很多，甚至能用逻辑推断出未知知识里有比已知知识更高深的知识，但我们怎么也想不到这些知识是人类根本无法理解的。这是人类历史上第一次遇到这样的问题，我们给自己造了个“上帝”！这件事对哲学和认识论的冲击空前，人类突然不知所措，影响还在发酵，后果不可估量。

“理解”的意思是要么能用感觉把握事物间的关系，要么能用概念把经验表达出来，或者用逻辑把事物间的关系表达出来。无法理解就等于既无法感受又无法表达。

也就是说，机器发现了人类既无法感受也无法表达的知识。用更通俗的话说就是，机器发现了那些既无法“意会”又无法“言传”的知识。

一个无法理解的知识的表现形式是什么样的？如果无法理解又怎么判断它就是知识？当我们想回答上面的问题时，我们发现必须重新审视什么是“知识”。人类过去几千年是怎样获得知识的，获得了什么样的知识？就像每次科学上的重大发现都要迫使我们重新审视过去习以为常的观念一样，今天机器的震撼让我们必须重新审视过去所有关于“知识”的基本理念。

人类获得知识的行为就是认知。过去我们对世界的认识局限主要来自观察能力。在望远镜发现之前，第谷根本无法观测行星运动，当然更

谈不上记录数据，也不会有后来的开普勒定律和牛顿万有引力定律。在显微镜发明之前，我们不可能发现微生物，一切关于细胞和基因的发现都无从谈起。今天谁能花1　000万美元买一台冷冻电镜，谁就可以看到别人看不到的分子晶体结构，就可以经常在《自然》（*Nature* ）杂志上发表文章。随着新的观察仪器的出现和已有观察仪器的改进，我们对世界的认识还会不断深入。

我们对世界认识的第二个局限来自解释能力。所谓解释能力就是发现事物间的因果关系或者相关性并能够表达出来。即使我们能观察到许多现象，如果我们无法解释这些现象则还是无法从这些观察中获得知识。例如第谷虽然有大量观测数据，但终其一生没有找到一个能解释数据的正确模型。又如我们观察到人有语言能力而黑猩猩没有，但不知道为什么，仅仅是知道这个现象而已。

人类几千年来关于知识的争论正是围绕着“观察”还是“解释”展开的。

理性主义和经验主义之争

自从5　000年前两河流域的苏美尔人发明了人类最早的文字——楔形文字以来，人类一直在记录和积累知识。但直到2　500年前希腊人才开始系统地研究关于知识的学问。在这个问题上，一直有两大流派：理性主义和经验主义。

第一个开启了理性主义的人是苏格拉底。人类此前的大部分“知识”要么从宗教教义中来，要么从传统习俗中来。人们从生下来就不加怀疑地接受了这些东西。而苏格拉底则要一一审视这些东西。苏格拉底说我们都希望有一个“好”的人生，但到底什么是“好”什么是“坏”呢？不去质疑，不去深究你怎么知道呢？所以深究和道德是不可分割的，不去深究我们身边的世界不仅是无知而且是不道德的，所以他的结论是：一个未经深究的人生根本就不值得过。他平时没事就跑到大街上拉住人诘问：“什么是正义？”“什么是善？”“什么是美？”每当人们给他个定义时，他都能举出一个反例。他这种深究思辨影响了无数代人。后来当他的学生柏拉图把“人”定义为“没有毛的双足动物”时，当时的另一位哲学家提奥奇尼斯马上拿来一只拔光了毛的鸡说：“大家请看柏拉图的‘人’！”经过一生的深究，苏格拉底得出结论“我唯一知道的是我什么也不知道”。苏格拉底式思辨震撼了当时的社会，传统势力认为这样会搞乱人心，当政者用“腐蚀青年思想罪”判处他死刑，他最终饮毒酒身亡。他一生全部用来和人辩论，没有留下任何著作。幸亏他的学生柏拉图把老师的辩论编辑成了传世之作《对话录》。正是苏格拉底开启了通过逻辑思辨来验证知识的希腊传统。

如果说是苏格拉底开了理性主义的先河，他的弟子柏拉图就是理性主义集大成的鼻祖。苏格拉底的思辨主要集中在道德哲学领域，探究什么是“公平”和“善”。而柏拉图则对他的先辈毕达哥拉斯（Pythagoras，

约公元前570—前495）开创的数学传统深为折服。柏拉图的学说深受数学严格推理的影响。他甚至在他创办的学宫门口挂了个牌子：“不懂几何者不得入内。”柏拉图学说的核心是“理想原型”。他说，世界上每一条狗都不一样，我们为什么认为它们都是狗？人类心中一定早有一个关于狗的理想原型。我们知道三角形的内角之和等于180度，但我们从未见过一个完美的三角形。他认为人类的感官无法触及这些理想原型，我们能感受到的只是这些理想原型的失真拷贝。真实世界就像洞穴外的一匹马，人类就像一群背对着洞口的洞穴人，只能看到这匹马在洞穴壁上的投影。柏拉图奠定了理性主义的两大基础——知识（理想原型）是天生的；感官是不可靠的，并由此推出理性主义的结论：推理而不是观察，才是获取知识的正确方法。

亚里士多德（Aristotle，公元前384—前322）17岁进入柏拉图的学宫当学生，当时柏拉图已经60岁了。亚里士多德在学宫里待了20年，直到他的老师柏拉图去世。亚里士多德对老师非常尊敬，但他完全不同意老师的“理想原型”是先天的。他认为每一条狗都带有狗的属性，观察了许多狗之后就会归纳出狗的所有属性。这个“理想原型”完全可以通过后天观察获得，而不需要什么先天的假设。柏拉图酷爱数学，而亚里士多德喜欢到自然中去观察植物和动物。两人的喜好和经历是他们产生分歧的重要原因之一。亚里士多德认为：知识是后天获得的，只有通过感官才能获得知识。正是亚里士多德开了经验主义的先河。

经验主义这一派后世的著名代表人物有英国的洛克（John Locke，1632—1704），贝克莱（George Berkeley，1685—1753）和休谟（David Hume，1711—1776），贝克莱认为人生下来是一张白纸，所有的知识都是通过感官从经验中学来的。但理性主义则认为，经验根本不可靠。英国哲学家罗素（Bertrand Russell，1872—1970）有个著名的“火鸡经验论”。火鸡从生下来每天都看到主人哼着小曲来喂食，于是就根据经验归纳出一个结论：以后每天主人都会这样。这个结论每天都被验证，火鸡对自己的归纳总结越来越自信，直到感恩节的前一天晚上被主人宰杀。理性主义者还问：眼见为实吗？你看看图1.1中的横线是水平

的还是倾斜的？

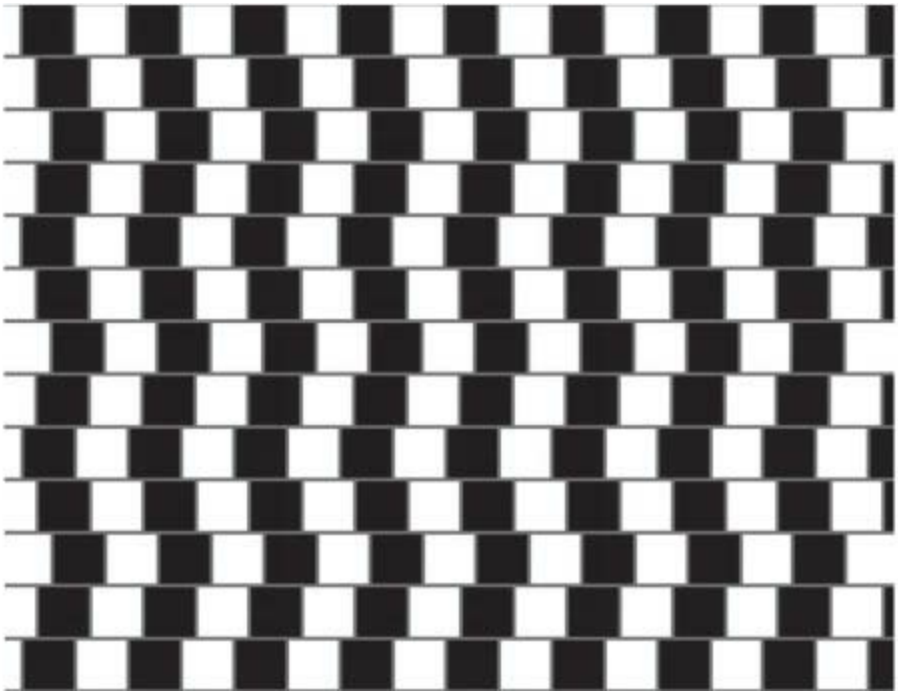


图1.1视错觉图（图中所有横线都是水平的）

理性主义的后世代表人物则有法国的笛卡儿（Rene Descartes，1596—1650）和德国的莱布尼茨（Gottfried Leibniz，1646—1716）。笛卡儿有句名言“我思，故我在”，我的存在这件事不需要经验，不需要别人教我，我天生知道。莱布尼茨是和牛顿一样的天才，他和牛顿同时发明了微积分，也是二进制的发明人，还发明了世界上第一台手摇计算器。他认为世界上每个事物都包含了定义这个事物的所有特性，其中也包含了和其他事物的关系。从理论上我们可以用推理的方法预测全宇宙任何一点，过去和未来任何时间的状态。[1]

理性主义认为，感官根本不靠谱，最可靠的是理性，基于公理严格推导出来的几何定理永远都不会错。理性主义找出更多的例子来说明人类的最基本的概念是天生的。例如自然数，我们怎么学会“1”这个概念的？拿了一个苹果告诉你“这是一个苹果”；又给你拿了个橘子告诉你“这是一个橘子”。但苹果是苹果，橘子是橘子，两者没关系，你怎么

就能抽象出“1”这个概念来呢？又比如我们可以根据直角三角形的特点推导出勾股定理，又进一步发现世界上居然有无法用分数表达的无理数。这种革命性的发现完全不依赖感觉和经验。小孩一出生就知道这个球不是那个球，这条狗不是那条狗，这个“同一性”是理解世界最基本的概念，没人教他。

我们注意到理性主义有一个隐含的假设，就是因果关系。在莱布尼茨的世界里，一件事会导致另外一件事，所以才有可能推导。经验主义当然不服，休谟就问，一件事发生在另外一件事之后，两者未必有因果关系。譬如我把两个闹钟一个设在6:00，一个设在6:01，能说后面的铃声响了是前一个造成的吗？理性主义不仅认为事物间有因果关系，而且认为通过逻辑推理可以得到很多知识。譬如归纳推理：太阳每天早上都会升起。但休谟就质问：你能像证明数学定理一样证明太阳明天会升起吗？不能吧。那能观察吗？明天还没到来显然不能观察，那你凭什么说明天太阳一定升起，我要说明天不一定升起错在哪里了？我们看到休谟挑战的是归纳背后的假设：事物运动规律不变，在这里就是说地球和太阳系的运动不会改变。休谟最后说，物理世界没什么因果，没什么必然，你最多能根据以往的经验告诉我：明天早上太阳还可能升起。

这两派从17世纪吵到18世纪，这时候在德国偏僻的海德堡出现了一个小个子乡村秀才。他说，你们双方似乎都有道理，我来整合一下看看。他就是哲学史上最有影响力的康德（Immanuel Kant，1724—1804）。康德说，没错，我们当然要通过感官去理解世界。但我们对事物的理解包括这个事物的具体形态和它的抽象概念。譬如眼前这本书，一本书的具体形态千变万化，但“书”这个概念就是指很多页有字的纸装订在一起的一个东西。我们说“面前有这本书”的意思到底是什么？那至少要说现在几月几日几点几分，在某市某区某小区几号楼几号房间的哪个桌子上有这本书，也就是理解一个具体的东西离不开时间和空间的概念。但谁教给你时间和空间了？你妈从小教过你吗？你教过你孩子吗？好像都没有，我们好像天生就懂。所以康德说，你看，必须有这些先天就有的概念你才能理解世界。我们好像天然知道“书”是个“东西”，“东

西”是一种不依赖我们的独立存在。谁教给我们“东西”这个概念的？没人，好像又是天生就懂吗？康德整合了经验主义和理性主义，他的一句名言是“没有内容的思维是空洞的，没有概念的感知是盲目的。只有把两者结合我们才能认识世界”。

在2　500年的辩论中，经验主义当然不会否认数学中通过严格推理得出来的结论的可靠性，理性主义也不得不承认认知物理世界离不开感官。那么这场打了2　500年的嘴仗到底在争什么呢？问题出在理性主义者企图把数学世界里证明定理这样的绝对可靠性推广到物理世界，也即他们企图找到一个检验知识的普遍的标准，能够适用于所有领域。数学（例如几何学）是建构在公理之上的一个自洽而完备的系统（至少对自然数和几何是如此）。所谓自洽就是说，在这个系统里只要从公理出发就不会推导出互相矛盾的结论；所谓完备就是说，在这个系统里任何一个命题都是可以证实或证伪的。而亚里士多德时代的自然科学的可靠性判断标准是“观察与模型符合”，即观察到的自然现象和事先假设的模型的预测结果相符合。这种物理真实性的判断标准和数学中的判断标准完全不同。所以经验主义觉得硬要把数学中的可靠性标准搬到自然科学中来不适用，或者说经验主义认为在自然科学领域只能依赖感官。因此这场争论是不对称的：理性主义要从数学攻入自然科学，而经验主义死守自然科学的阵地。两方掰扯不清的另一个原因是谁都不知道感官和认知的本质是什么，或者说知识的本质是什么。双方根据自己的猜测和假设激烈辩论，一直到20世纪50年代人们对大脑的研究才取得突破。

知识的生物学基础——神经元连接

你会发现，所有认知的基础都是记忆，如果没有记忆的能力，观察、理解、推理、想象等其他所有认知行为都不会存在，甚至不会有情绪。一个患阿尔茨海默病的人，面部甚至逐渐失去表情。人类胎儿在30周后就开始了最初的记忆，婴儿从刚生下就能分辨出母亲的声音了。

如果认知的基础是记忆，那么记忆的基础又是什么呢？你仔细想想，记忆其实就是一种关联。你在学“o”这个字母时，是把一个圆圈的图像和一个“欧”的发音关联起来。那这种关联在大脑中是如何形成的呢？

这种关联是通过我们大脑中神经元之间的连接形成的。大脑有大约1　　000亿个神经元，一个神经元可以从许多其他神经元接收电脉冲信号，同时也向其他神经元输出电信号。

如图1.2所示，每个神经元都能输出和接收信号。负责输出的一端叫“轴突”，负责接收的一端叫“树突”。每个神经元都有几千个树突，负责从不同的神经元接收信号。同样，每个神经元的输出信号可以传给和它相连的几千个神经元。那么这个最初的信号是从哪里来的呢？通常都来自感觉细胞，如视觉细胞、听觉细胞等。

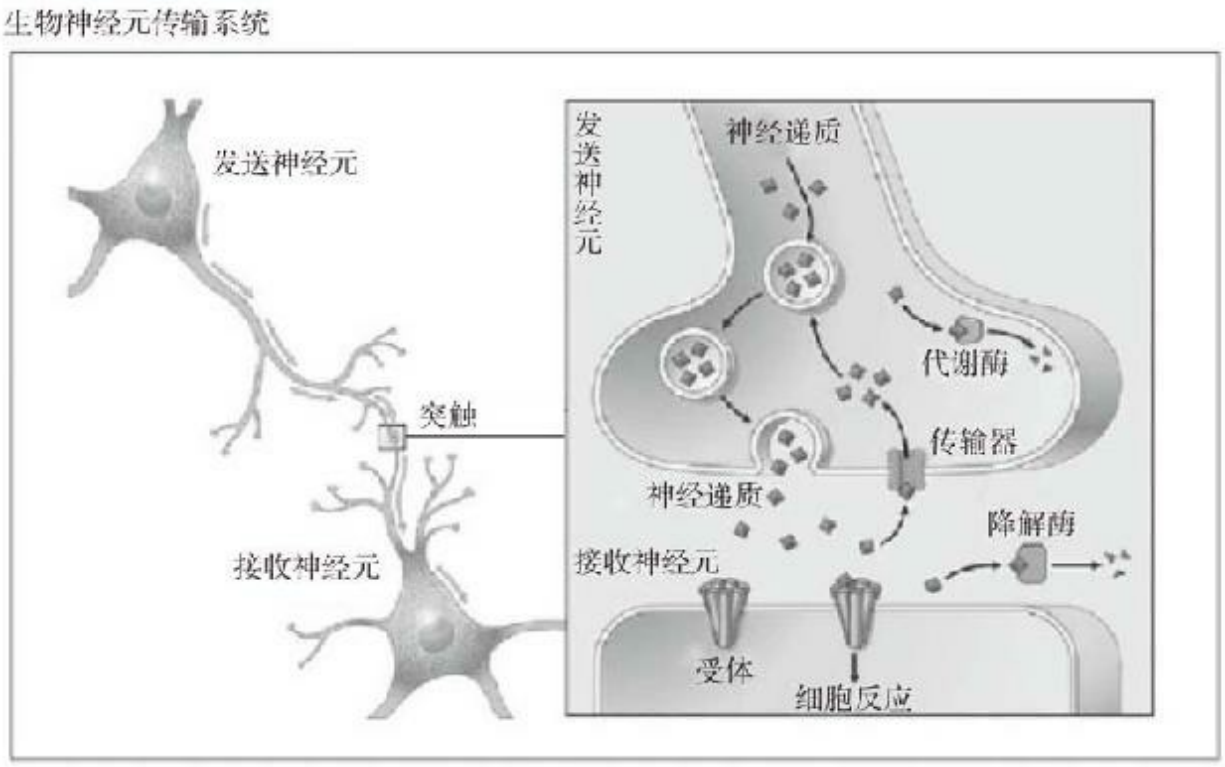


图1.2大脑神经元和突触的结构

图片来源：https://www.researchgate.net/figure/Generic-neurotransmitter-system_fig1_318305870。

那神经元之间是怎么连接的呢？一个神经元的轴突和另外一个神经元的树突之间有20纳米（一根头发丝的1/2　000）的小缝隙，这个缝隙叫“突触”。图1.2的右半部分就是放大了的突触。它保证了两个神经元各自独立，不会粘在一起。记忆的主要奥秘就藏在这里。在这个连接的地方前一个神经元的电信号会转化成化学物质传递到下个神经元，下个神经元接收到化学物质后又会再转成电信号。不同的突触面积大小不同，化学物质的传递速度和量不同，因而造成有些突触是“貌合神离”，相互之间并没有电信号通过；有些则是“常来常往”，经常有信号通过。

你一定听说过俄国生理学家巴甫洛夫（Ivan Pavlov，1849—1936）的条件反射实验。受到条件反射的启发，加拿大心理学家赫布（Donald Hebb，1904—1985）在1949年提出了一个大胆的猜想。他认为当大脑中两个神经元同时受到刺激时，它们之间就会建立起连接，以后其中一个

神经元被激发时会通过连接让另一个神经元也被激发。譬如在巴甫洛夫对狗的实验中，送食物的时候同时摇铃，摇铃刺激了听觉神经元，食物味道刺激了嗅觉神经元并且导致分泌唾液，听觉和视觉神经元同时受到刺激，它们之间就建立了连接，一个神经元的激发会导致另一个神经元的激发。经过多次反复，它们的连接会越来越稳定。以后即使没有送食物，狗只要听到摇铃就像闻到食物一样会分泌唾液。人也是一样，比如说一个小孩被火烫过一次就能把“火”和“疼”联系起来。当小孩看见火时，他大脑中负责接收视觉信号的神经元被激发了，与此同时他的手感觉到烫，于是他大脑中负责接收皮肤感觉细胞的神经元也被激发了。如果看到火和感觉到疼这两件事同时发生，那么这两个神经元细胞就连通了，也就是有信号通过了。下次这个孩子见到火，马上会想到疼，因为当负责看到火的神经元被激发后，马上会把信号传给负责“疼”这种感觉的神经元，就能让小孩想到疼。刺激越强，神经元的连接就越稳固。孩子被火烫过一次手就永远记住了，再也不会去摸火；有些刺激很弱，连接就不稳固，长时间不重复就会断开。例如背英文单词，重复的刺激越多，信号的传递速度就越快。比如一个篮球运动员对飞过来的篮球的反应比普通人快很多，一个空军飞行员对飞机姿势和敌人导弹的反应都比普通人快，这些都是反复训练出来的。所谓赫布猜想，本质上是通过建立神经元之间的连接从而建立起不同事物之间的联系。后来这个猜想被科学家反复证实，就成了现在我们常说的赫布学习定律。

赫布定律揭示了记忆或者说关联的微观机制，启发了好几代计算机科学家，他们开始用电子线路模仿神经元，然后用许多电子神经元搭建越来越大的神经元网络，今天这些神经网络的记忆和关联能力已经远远超过了人类，许多机器的“神迹”大都源于这种超强的记忆和关联能力。在第三章，我们会介绍为什么神经网络的超强记忆和关联能力会转化为不可思议的“超人”能力。

这些在大脑中由神经元的连接形成的关联记忆又可以分为两类：可表达的和不可表达的。

可表达的“明知识”

目前，脑神经科学的最新研究发现，可表达的记忆并不是对应着一组固定神经元的连接，而是大致地对应于散布在大脑皮层各处的一些连接。原因是用来表达的语言和文字只能是体验的概括和近似。这类可以用语言表达或数学公式描述的知识就是人类积累的大量“正式知识”，也可以称为“明知识”。它们记载在书籍、杂志、文章、音频等各种媒体上。

要想把某种关联表达出来，人类唯一的方法是通过语言和符号。语言和符号表达的第一个前提是要有概念。所谓概念就是某个特定的发音或符号稳定地对应于一个事物或行为。大部分的名词和动词都是这样的概念。第二个前提是每个概念都不同于其他概念，猫就是猫，狗就是狗，不能把猫叫成狗，或者把狗叫成猫，两者要能区分开。这叫“同一律”。第三个前提是猫不能同时也不是猫，黑不能同时也是白。这叫“不矛盾律”。有了这些基本前提，根据已知的事物间的关系我们就可以推导出新的知识或者论证一个决定的合理性。推理、假设、联想，这些本质上都是建立在语言之上的思维活动，没有语言就完全无法思维。所有的正常思维都要借助概念，要遵循“同一律”和“不矛盾律”。语言是人类和所有动物的最大区别。黑猩猩可以学会很多概念，譬如“我”“吃”和“香蕉”等，但无论实验人员如何训练黑猩猩，它们都无法组合出“我要吃香蕉”这样的句子。人的语言能力的本质是什么？它的生物学基础是什么？语言和自我意识是什么关系？目前这些都还不清楚。但我们知道，人类语言是不精确的，越基本的概念越不容易定义清楚，像“公平”“理性”等。人类语言中有大量含混和歧义的表述，像“今天骑车子差点滑倒，幸亏我一把把把把住了”。

英国哲学家罗素企图把语言建立在精确的逻辑基础之上，他用了几

百页纸的篇幅来证明1+1=2。德国哲学家维特根斯坦（Ludwig Wittgenstein，1889—1951）认为人类有史以来几乎所有的哲学辩论都源于语言的模糊不清，因而没有任何意义。他认为在世界中只有事实有意义，在语言中只有那些能够判断真伪的论断才能反映事实。他的结论是：我们的语言受限，因而我们的世界受限。

为什么语言的表达能力受限？用信息论的方法可以看得很清楚。我们大脑接收的环境信息量有多大？一棵树、一块石头、一条狗都包含几十MB（兆字节）甚至几十GB（千兆字节）的数据，我们的感觉接收神经元虽然大大简化了这些信息，但它们向大脑传导的信息量仍然非常大，表1.1是各个感觉器官每秒钟能向大脑传递的信息量。

表1.1人体各个感官向大脑传送信息的速率

感官系统	比特 / 秒
眼睛	10 000 000
皮肤	1 000 000
耳朵	100 000
嗅觉	100 000
味觉	1 000

资料来源：https://www.britannica.com/science/information-theory/Physiology。

大脑存储这些信息的方式是神经元之间的连接，大脑在存储时可能进一步简化了这些信息，但它们的信息量仍然远远大于我们语言所能表达的信息量。人类语言的最大限制是我们的舌头每秒钟只能嘟噜那么几下，最多表达几十个比特的意思。（比如读书，我们平均每分钟能读300字，每秒读5个字=40比特。）这样大脑接收和存储的信息与能用语言表达出来的信息量就有6个数量级的差别。也就是说极为丰富的世界只能用极为贫乏的语言表达。许多复杂事物和行为只能用简化了的概念

和逻辑表达。这就是人类语言的基本困境。

只可意会的“默知识”

由于舌头翻卷速度严重受限，以神经元连接形式存在大脑中的人类知识只有极少一部分可以被表达出来。而绝大部分知识无法用语言表达，如骑马、打铁、骑自行车、琴棋书画，察言观色、待人接物、判断机会和危险等。这些知识由于无法记录，所以无法传播和积累，更无法被集中。英籍犹太裔科学家、哲学家波兰尼（Michael Polyani，1891—1976）称这些知识为“默会知识”或者“默知识”。波兰尼举了骑自行车的例子。如果你问每个骑自行车的人是怎么保持不倒的，回答会是“车往哪边倒，就往哪边打车把”。从物理学上可以知道，当朝一个方向打把时会产生一个相反方向的离心力让车子平衡。甚至可以精确计算出车把的转弯半径应该和速度的平方成反比。但哪个骑自行车的人能够知道骑车的速度呢？即使知道谁又能精确地把转弯半径控制在速度平方的反比呢？所有骑自行车的人都是凭身体的平衡感觉左一把右一把地曲折前进。世界上大概没有一个人学骑自行车是看手册学会的，事实上也没有这样的学习手册。大部分技能类的知识都类似。

默知识和明知识主要有以下四点区别：

（1）默知识无法用语言和文字描述，因此不容易传播，无法记录和积累，只能靠师傅带徒弟。像大量的传统工艺和技能，如果在一代人的时间里没人学习就会从历史上彻底消失。

（2）获取默知识只能靠亲身体验，传播只能靠人与人之间紧密的互动（你第一次骑自行车时你爸在后面扶着）。而这种互动的前提是相互信任（你不敢让陌生人教你骑自行车）。获得默知识必须有反馈回路（骑自行车摔了跤就是姿势错了，不摔跤就是姿势对了）。

（3）默知识散布在许多不同人的身上，无法集中，很难整合，要

想使用整合的默知识需要一群人紧密协调互动。由于无法言传，所以协调极为困难（比如杂技叠罗汉）。

（4）默知识非常个人化。每个人对每件事的感觉都是不同的，由于无法表达，因而无法判断每个人感觉的东西是否相同。

基于对默知识的理解，奥地利经济学家哈耶克（Friedrich Hayek，1899—1992）论证了市场是最有效的资源配置形式。因为市场上的每个人都有自己不可表达的、精微的偏好和细腻的需求，而且没人能够精确完整地知道其他人的偏好和需求，也就是说供需双方实际上无法直接沟通。供需双方最简洁有效的沟通方式就是通过商品的价格。在自由买卖的前提下，市场中每个人只要根据价格信号就可以做出决定。价格可以自动达到一个能够反映供需双方偏好和需求的均衡点。一个价格数字，就把供需双方的无数不可表达的信息囊括其中。这种“沟通”何其简洁，这种“协调”何其有效，这种自发形成的秩序何其自洽。哈耶克根据同样的道理论证了国家或政府永远都无法集中这些不可表达的分散信息。

在机器学习大规模使用之前，人类对于默知识没有系统研究。但现在我们发现机器非常擅长学习默知识。这就给我们提出了三个严肃的问题。

（1）默知识在所有知识中占比有多大？

（2）默知识在人类社会和生活中有多大用处？

（3）如何使用默知识？

第一个问题的简单粗暴的回答是默知识的量远远大于可陈述的明知识。原因是事物的状态很多是难以观察的，更多是不可描述的。人类的描述能力非常有限，只限于表达能力极为有限的一维的语言文字。在所有已经产生的信息中，文字只占极少的比例，大量的信息以图片和视频方式呈现。人类现代每年产生的各种文字大约是160TB。世界最大的美国国会图书馆有2 000万册书，几乎涵盖了人类有史以来能够保存下来的各种文字记录，就算每本书有100万字，这些书的总信息量也只有

20TB。而目前用户每分钟上传到YouTube的视频是300小时，每小时视频算1GB，每年上传的量就是157 680TB。如果把每个人手机里的视频都算上，那么视频信息是文字信息的上亿倍。今后这个比例还会不断加大。虽然这些视频或图片都是“信息”，还不是“知识”，但我们也可以想象从视频图片中能提取出的隐藏的相关性的量一定远远大于所有的文字知识。

有了第一个问题的答案，就容易回答第二个问题。很显然，用机器学习从视频和图片中萃取知识是人类认识世界的一个新突破，只要有办法把事物状态用图片或视频记录下来，就有可能从中萃取出知识来。如果视频和图片的信息量是文字的上亿倍，那么我们有理由期待从中萃取出的知识呈爆炸式增长，在社会和生活中起到关键甚至主导作用。人工智能通过观看大量人类历史上的影视作品，可以归纳提取出影视中的经典桥段，创作出新颖的配乐、台词和预告片，供人类借鉴或使用。2016年，IBM（国际商业机器公司）的沃森系统为二十世纪福克斯电影公司的科幻电影《摩根》（*Morgan* ）制作了预告片。IBM的工程师们给沃森看了100部恐怖电影预告片，沃森对这些预告片进行了画面、声音、创作构成的分析，并标记上对应的情感。它甚至还分析了人物的语调和背景音乐，以便判断声音与情感的对应关系。在沃森完成学习后，工作人员又将完整的*Morgan* 电影导入，沃森迅速挑出了其中10个场景组成了一段长达6分钟的预告片。在沃森的帮助下，制作预告片的时间由通常的10天到1个月，缩减到了短短的24个小时。同样道理，机器学习可以从海量的生态、生产和社会环境数据中萃取出大量的未曾发现的知识。

第三个问题最有意思。由于机器萃取出的知识是以神经网络参数集形式存在的，对人类来说仍然不可陈述，也很难在人类间传播。但是这些知识却非常容易在机器间传播。一台学会驾驶的汽车可以瞬间“教会”其他100万台汽车，只要把自己的参数集复制到其他机器即可。机器间的协同行动也变得非常容易，无非是用一组反馈信号不断地调整参加协同的每台机器的参数。

如果用一句话总结默知识和明知识的差别那就是波兰尼说的：We know more than we can tell（知道的远比能说出来的多）。明知识就像冰山浮出水面的一角，默知识就是水下巨大的冰山。这两类知识也包括那些尚未发现的知识，一旦发现，人类要么可以感受，例如第一个登上珠峰的人能感受到缺氧；要么从理性上可以理解，例如看懂一个新的数学定理的推导过程。

既不可感受也不能表达的“暗知识”

既然可以感受的是默知识，可以表达的是明知识，那么机器刚刚发现的，既无法感受也无法表达的知识就是暗知识。我们用是否能感受作为一个坐标轴，用是否能表达（或描述）作为另一个坐标轴，就可以用图1.3把三类知识的定义清晰地表达出来。在这张图里，明知识又被分为两类：第一类是那些既可以感受又可以表达的，例如浮力定律、作用力反作用力定律等。第二类是不可感受可以表达的，如大部分的数学以及完全从数学中推导出来但最后被实验验证了的物理定律，以及相对论和量子力学。

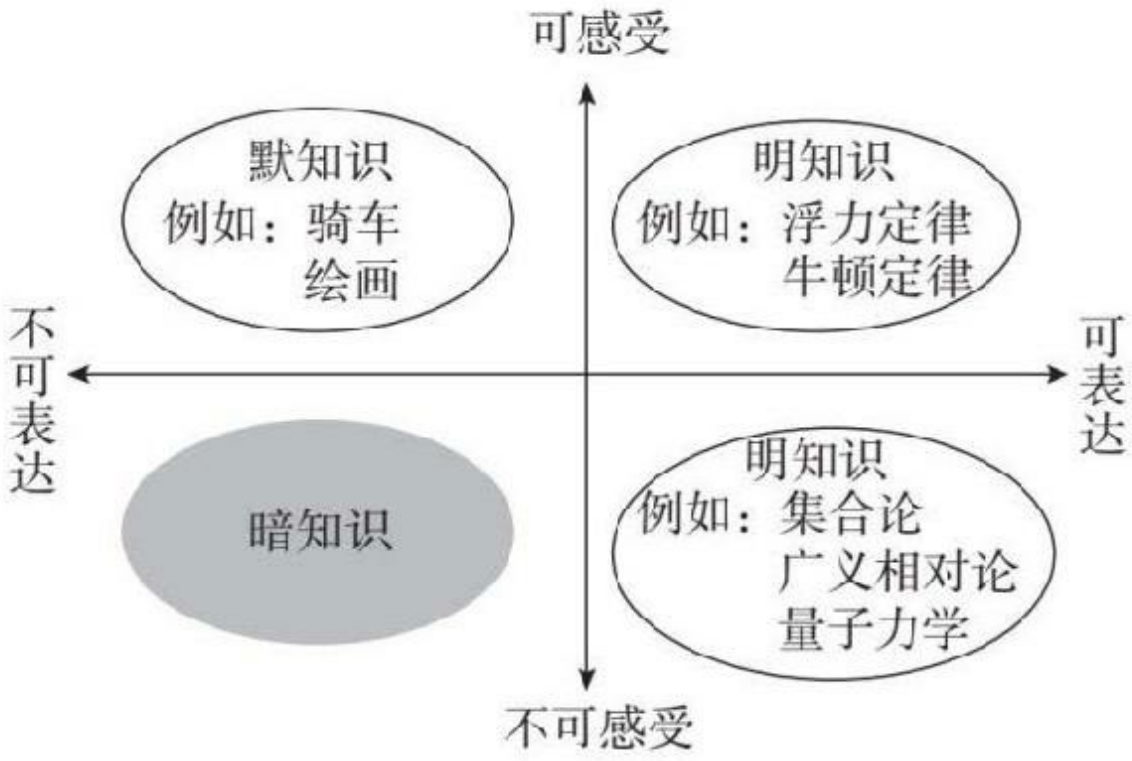


图1.3知识的分类

为了理解暗知识的本质，我们必须先搞清楚“知识”与我们今天常用的“信息”和“数据”有什么不同。稍加研究就能发现关于信息、数据和知识的定义有很多并且非常混乱。笔者在下面给出一组符合信息论和脑神经科学研究结果的简单而自洽的定义。

信息是事物可观察的表征，或者说信息是事物的外在表现，即那些可观察到的表现。在我们没有望远镜时，谈论肉眼以外星空里的信息毫无意义。

数据是已经描述出来的部分信息。任何一个物体的信息量都非常大，要想精确地完全描述一块石头，就要把这块石头里所有基本粒子的状态以及它们之间的关系都描述出来，还要把这块石头与周围环境和物体的关系都描述出来。而关于这块石头的数据通常则少得多，例如它的形状、重量、颜色和种类。

知识则是数据在时空中的关系。知识可以是数据与时间的关系，数据与空间的关系。如果把时间和空间看作数据的一部分属性，那么所有的知识就都是数据之间的关系。这些关系表现为某种模式（或者说模式就是一组关系）。对模式的识别就是认知，识别出来的模式就是知识，用模式去预测就是知识的应用。开普勒的行星运动定律就是那些观测到的数据中呈现的时空关系。牛顿定律的最大贡献可能不在于解释现有行星的运动，而在于发现了海王星。这些数据在时空中的关系只有在极少数的情况下才可以用简洁美妙的数学方程式表达出来。在绝大多数情形下，知识表现为数据间的相关性的集合。这些相关性中只有极少数可以被感觉、被理解，绝大多数都在我们的感觉和理解能力之外。

人类的理解能力由感受能力和表达能力组成。人类的感受能力有限，局限性来自两个方面。一是只能感受部分外界信息，例如人眼无法看到除可见光之外的大部分电磁波频谱，更无法感受大量的物理、化学、生物和环境信息。二是人类的感官经验只局限在三维的物理空间和一维空间。对高维的时空人类只能“降维”想象，用三维空间类比。对于数据间的关系，人类凭感觉只能把握一阶的或线性的关系，因为地球的

自转是线性的，所以“时间”是线性的。例如当我们看到水管的水流进水桶里时，水面的上升和时间的关系是线性的，我们凭感觉可以预测大概多长时间水桶会满。人类感官对于二阶以上的非线性关系就很难把握。例如当水桶的直径增加1倍时，水桶能盛的水会增加4倍，这点就和“直觉”不相符。

人类的表达能力只限于那些清晰而简单的关系，例如少数几个变量之间的关系，或者是在数学上可以解析表达的关系（“解析表达”的意思就是变量之间的关系可以用一组方程式表达出来）。当数据中的变量增大时，或当数据间的关系是高阶非线性时，绝大多数情况下这些关系无法用一组方程式描述。所以当数据无法被感受，它们之间的关系又无法用方程解析表达时，这些数据间的关系就掉入了人类感官和数学理解能力之外的暗知识大海。

我们现在可以回答“一个人类无法理解的暗知识的表现形式是什么样的”，暗知识在今天的主要表现形式类似AlphaGo Zero里面的“神经网络”的全部参数。在第三章详细介绍神经网络之前，我们暂时把这个神经网络看成一个有许多旋钮的黑盒子。这个黑盒子可以接收信息，可以输出结果。黑盒子可以表达为一个一般的数学函数：$Y=f_w(X)$。这里Y是输出结果，$f_w(X)$是黑盒子本身，X是输入信息，w是参数集，就是那些旋钮，也就是暗知识。

我们如何知道这个函数代表了知识，也即这个函数有用？这里的判别方法和现代科学实验的标准一样：实验结果可重复。对AlphaGo Zero来说就是每次都能赢；用严格的科学语言来说就是当每次实验条件相同时，实验结果永远可重复。读完第三章，读者就会从细节上清楚暗知识是如何被验证的。

注意，暗知识不是那些人类尚未发现但一经发现就可以理解的知识。比如牛顿虽然没有发现相对论，但如果爱因斯坦穿越时空回去给他讲，他是完全可以理解的。因为理解相对论用到的数学知识如微积分牛

顿都有了。即使在微积分产生之前，如果爱因斯坦穿越2　000年给亚里士多德讲相对论，亚里士多德也能理解，至少能理解狭义相对论背后的物理直觉。但如果给亚里士多德讲量子力学他就不能理解，因为他的生活经验中既没有薛定谔的猫（用来比喻量子力学中的不确定性，一个封闭的盒子里的猫在盒子没打开时同时既是死的也是活的，一旦打开盒子看，猫就只能有一种状态，要么是死要么是活），他的数学水平也无法理解波动方程。那么我们可以说对亚里士多德来说，量子力学就是暗知识。量子力学因为没有经验基础，甚至和经验矛盾，在刚发现的初期，几乎所有的物理学家都大呼“不懂”，至今能够透彻理解的人也极少。甚至连爱因斯坦都不接受不确定性原理。

人类过去积累的明知识呈现出完美的结构，整个数学就建立在几个公理之上，整个物理就建立在几个定律之上，化学可以看成是物理的应用，生物是化学的应用，认知科学是生物学的应用，心理学、社会学、经济学都是这些基础科学的应用组合。这些知识模块之间有清晰的关系。但是机器挖掘出来的暗知识则像一大袋土豆，每个之间都没有什么关系，更准确地说是我们不知道它们之间有什么关系。

我们可以预见一幅未来世界的知识图谱：所有的知识分为两大类界限分明的知识——人类知识和机器知识。人类的知识如果不可陈述则不可记录和传播。但机器发掘出来的知识即使无法陈述和理解也可以记录并能在机器间传播。这些暗知识的表现方式就是一堆看似随机的数字，如一个神经网络的参数集。这些暗知识的传播方式就是通过网络以光速传给其他同类的机器。

暗知识给我们的震撼才刚刚开始。从2012年开始的短短几年之内，机器已经创造了下面这些“神迹”：对复杂病因的判断，准确性超过医生；可以惟妙惟肖地模仿大师作画、作曲，甚至进行全新的创作，让人类真假难辨；机器飞行员和人类飞行员模拟空战，百战百胜。

我们在第六章会看到更多这样的例子。人类将进入一个知识大航海时代，我们将每天发现新的大陆和无数金银财宝。我们今天面对的许多

问题都像围棋一样有巨大的变量，解决这些问题和围棋一样是在组合爆炸中寻求最优方案，例如全球变暖的预测和预防、癌症的治愈、重要经济社会政策的实施效果、“沙漠风暴”这样的大型军事行动。系统越复杂，变量越多，人类越无法把握，机器学习就越得心应手。无数的机器将不知疲倦地昼夜工作，很快我们就会发现机器新发掘出来的暗知识会迅速积累。和下围棋一样，暗知识的数量和质量都将快速超过我们在某个领域积累了几百年甚至几千年的知识。明知识就像今天的大陆，暗知识就像大海，海平面会迅速升高，明知识很快就会被海水包围成一个个孤岛，最后连珠穆朗玛峰也将被淹没在海水之下。

这场人类认知革命的意义也许会超过印刷术的发明，也许会超过文字的发明，甚至只有人类产生语言可与之相比。请系好安全带，欢迎来到一个你越来越不懂的世界！

---

[1] 我在斯坦福大学的博士生导师是1959年麻省理工学院的博士，从我的导师上溯到第6代是大数学家高斯，到第11代就是莱布尼茨，这么算，我算莱老的第12代“学孙”。

第二章

榨取数据——机器能学会的知识

导读

在深入探讨机器如何学习暗知识之前，我们先要知道机器也能够自己学习明知识和默知识。在这一章我们介绍机器学习的五大流派的底层逻辑和各自不同的先验模型。虽然现在神经网络如日中天，但其他四大流派也不容忽视。

上一章我们说了人类通过感官和逻辑能掌握明知识和默知识，但人类对暗知识既无法感受也无法理解。现在我们要看看机器能掌握哪些知识，并擅长掌握哪些知识。

机器学习明知识

计算机科学家最早的想法是把自己的明知识，包括能够表达出来的常识和经验放到一个巨大的数据库里，再把常用的判断规则写成计算机程序。这就是在20世纪70年代兴起并在20世纪80年代达到高潮的“知识工程”和“专家系统”。比如一个自动驾驶的“专家系统”就会告诉汽车，“如果红灯亮，就停车，如果转弯时遇到直行，就避让”，依靠事先编好的一条条程序完成自动驾驶。结果你可能想到了，人们无法穷尽所有的路况和场景，这种“专家系统”遇到复杂情况时根本不会处理，因为人没教过。“专家系统”遇到的另一个问题是假设了人类所有的知识都是明知识，完全没有意识到默知识的存在。一个典型的例子是20世纪80年代中国的“中医专家系统”。当时计算机专家找到一些知名的老中医，通过访谈记录下他们的“望闻问切”方法和诊断经验，然后编成程序输入到计算机中。在中医眼中每一个病人都是独特的。当他看到一个病人时会根据经验做出一个整体的综合判断。这些经验连老中医自己都说不清道不明，是典型的默知识。所以中医诊断绝不是把舌苔的颜色划分成几种，把脉象分成几十种，然后用查表方式就可以做判断的。“专家系统”既不能给机器输入足够的明知识，更无法把默知识准确地表达出来输入给机器。所以，“专家系统”和“知识工程”在20世纪80年代之后都偃旗息鼓了。

要想把一个领域内的所有经验和规则全部写出来不仅耗费时间，而且需要集合许多人。即使如此，那些谁也没有经历过的情况还是无法覆盖。电脑的信息处理速度比人脑快得多，那么能不能把大量的各种场景下产生的数据提供给机器，让机器自己去学习呢？这就是现在风行一时的“机器学习”。

今天的机器可以自己学习两大类明知识：用逻辑表达的判断规则和

用概率表达的事物间的相关性。

符号学派——机器自己摸索出决策逻辑

前面说过，理性主义认为事物间都有因果关系，基于因果关系，通过逻辑论证推理就能得到新知识。在机器学习中这一派被称为符号学派，因为他们认为从逻辑关系中寻找的新知识都可以归结为对符号的演算和操作，就像几何定理的推理一样。这种知识通常可以用一个逻辑决策树来表示。决策树是一个根据事物属性对事物分类的树形结构。比如冬天医院门诊人满为患，测完体温，主任医生先问“哪里不舒服”，病人说“头疼，咳嗽”，主任医生再听呼吸。感冒、流感、肺炎都可能是这些症状的原因，现在要根据这些症状判断病人到底得了什么病，这种从结果反着找到因果链条的过程就叫“逆向演绎”。这时候主任医生用的就是一个决策树：体温低于38.5℃，咳嗽，头痛，可能是普通感冒，回去多喝白开水！体温高于38.5℃，还剧烈咳嗽呼吸困难，可能是肺炎，咳嗽不厉害就可能是流感。实际情形当然要比这复杂。但原理就是根据观察的症状逐项排除，通过分类找到病因。

这时候门诊新来了实习医生小丽，要在最短时间内学会主任医生的诊断方法。主任医生忙得根本没时间教她，就扔给她一沓过去病人的病历和诊断结果，自己琢磨去！小丽看着几十个病人的各项指标和诊断结果，不知道从哪里下手。这时候刚学了决策树的主治医生小张路过说：我来帮你。咱先随便猜一个主任的判断逻辑，比如先看是否咳嗽，再看是否发烧。把这些病例用这个逻辑推演一遍，如果逻辑的判断结果和主任的诊断结果吻合，咱就算猜中了。如果不吻合，咱就换个逻辑，无非是换些判断准则，比如你可能一开始把体温标准定在了37.5℃，结果把很多普通感冒给判断成流感了。当你用39℃时，又会把流感判断成普通感冒。几次试验你就找到了38.5℃这个最好的值。最后你找到的逻辑对所有病例的判断都和主任医生的诊断完全吻合。

所以决策树学习就是先找到一个决策树，它对已知数据的分类和已知结果最接近。好的分类模型是每一步都能让下一步的“混杂度”最小。在实际的机器学习中，决策树不是猜出来而是算出来的。通过计算和比较每种分类的混杂度的降低程度，找到每一步都最大限度降低混杂度的过程，就是这个决策树机器学习的过程。所以机器学习决策树的原理是：根据已知结果可以反推出事物间的逻辑关系，再用这些逻辑关系预测新的结果。

在这个例子里的“知识”就是医生的诊断方法，作为明知识被清晰表达为决策逻辑树。而这种计算和比较分类混杂度的方法就是让机器自动学习医生诊断知识的方法。

贝叶斯学派——机器从结果推出原因的概率

符号学派认为有因必有果，有果必有因。贝叶斯学派问，因发生果一定发生吗？感冒是发烧的原因之一，但感冒不一定都发烧。贝叶斯学派承认因果，但认为因果之间的联系是不确定的，只是一个概率。

我们的经验中比较熟悉的是当一个原因发生时结果出现的概率，例如你感冒后会发烧的概率，但我们的直觉不太会把握逆概率，即知道结果要求推出原因的概率，也就是要判断发烧是感冒引起的概率。贝叶斯定理就是教我们怎么算这样的概率。举个例子，某人去医院检查身体时发现艾滋病病毒呈阳性，现在告诉你一个艾滋病人检查结果呈阳性的概率是99%，也就是只要你是艾滋病人，检查结果基本都是阳性。还告诉你，人群中艾滋病患者大约是0.3%，但所有人中查出阳性的人有2%。现在问得艾滋病的概率多大？你的直觉反应可能是，要出大事了！现在我们看看贝叶斯定理怎么说。贝叶斯定理如下：

P（得艾滋病|检查呈阳性）=P（得艾滋病）×P（检查呈阳性|得艾滋病）/P（检查呈阳性）=99%×0.3%/2%=14.85%。

也就是说即使他检查呈阳性，他得病的概率也不到15%！这个结果非常违反直觉。原因在哪里呢？在于人群中查呈阳性的概率远大于人群中得艾滋病的概率。这主要是由于检测手段不准确，会“冤枉”很多好人。所以以后不管谁查出了什么病呈阳性，你要问的第一件事是检查呈阳性和得病的比率有多大，这个比率越大就可以越淡定。所以贝叶斯定理告诉我们的基本道理是：一个结果可能由很多原因造成，要知道一个结果是由哪个原因造成的，一定要先知道这个原因在所有原因中的占比。

一个好的医生知道，要判断病人是否感冒，只看是否发烧这一个症状不够，还要看是否有咳嗽、嗓子痛、流鼻涕、头痛等症状。也就是我们要知道P（感冒|发烧、咳嗽、嗓子痛、流鼻涕、头痛……）。贝叶斯定理告诉我们计算上面的概率可以通过计算P（发烧、咳嗽、嗓子痛、头痛……|感冒）获得。为了简化计算，我们这里假设发烧、咳嗽、嗓子痛、头痛这些症状都是独立的，互相不是原因（很显然这个假设不完全对，很可能嗓子疼是咳嗽引起的），这样P（发烧、咳嗽、嗓子痛、头痛……|感冒）=P（发烧|感冒）×P（咳嗽|感冒）×P（嗓子痛|感冒）×P（头痛|感冒）×……

这里每一个概率都比较容易得到。这在机器学习里叫作“朴素贝叶斯分类器”。这个分类器广泛应用于垃圾邮件的过滤。我们知道垃圾邮件往往会有“免费、中奖、伟哥、发财”这类词汇，这类词汇就相当于感冒会出现的症状，垃圾邮件就相当于感冒。过滤垃圾邮件变成了判断在出现这些词汇的情况下这封邮件是垃圾邮件的概率，也就是通过统计P（出现“免费”|垃圾邮件），P（出现“中奖”|垃圾邮件）等的概率，来算出P（垃圾邮件|出现“免费、中奖、伟哥、发财”……）的概率。

同样的原理还被广泛应用在语音识别上。一个单词有各种各样的发音，语音识别就是听到一个发音判断是某个单词的概率。如果我们把“吃饭”这个词的天南地北男女老少的发音都收集起来，统计出“吃饭”这个词和各种发音的频次，我们听到一个发音“洽碗”时，就可以判

断是否在说“吃饭”。为什么说贝叶斯朴素分类器是机器学习呢？因为它是通过采集大量数据统计出每个单词和它们分别对应的发音的频率来判断一个发音是什么单词的。这些数据越多，判断的准确性就越高。

在这个例子里，“知识”是知道当一个结果发生时是哪个原因造成的。这个知识被清晰地表达为一个条件概率。机器通过统计每种原因的占比来算出从结果到原因的概率。

类推学派——机器学习默知识

我们生活中很多经验来自类比。医生一看病人的面部表情和走路姿势就基本能判断出是普通感冒还是流感，因为流感症状比感冒厉害得多。科学上的许多重要发现也是通过类比。当达尔文读到马尔萨斯（Malthus，1766—1834）的《人口论》（*Principle of Population* ）时，被人类社会和自然界的激烈竞争的相似性所触动；玻尔的电子轨道模型直接借鉴了太阳系的模型。机器学习中用类比方法的这一派叫类推学派，他们的逻辑很简单：第一，两个东西的某些属性相同，它俩就是类似的；第二，如果它们的已知属性相同，那么它们的未知属性也会相同。开好车上班的人可能也会用苹果手机，喜欢看《星球大战》（*Star Wars* ）的人可能也会喜欢看《三体》等。类比的逻辑可以明确表达，但具体的类比常常是默知识。例如老警察一眼就能看出谁是小偷，但不一定说得清楚原因。

在类推学派中最基础的算法叫最近邻法。最近邻法的第一次应用是1894年伦敦暴发霍乱，在伦敦的某些城区每8个人就会死1个，当时的理论是这种疾病是由一种“不良气体”造成的。但这个理论对控制疾病没有用。内科医生约翰·斯诺把伦敦每个霍乱病例都标在地图上，他发现所有的病例都靠近一个公共水泵。最后推断病因是这个水泵的水源污染，当他说服大家不要再用这个水泵的水后，疾病就得到了控制。在这里这些数据的相似点就是和这个水泵的距离。最近邻法还有一个应用就是在网上搜照片，你对高铁上霸座的人很愤慨，你把他的照片上传，网站给你显示出几张和他长得最像的照片，并且有文字，你一看，天哪，还是个在读博士生！同样的道理，很多智能手机都可以自动进行照片分类，把你手机里的人像都自动归类。

在类推学派中，第一件事是要定义“相似度”。相似度可以是身高、

收入等连续变量，也可以是买了某一类书的次数的统计变量，也可以是性别这样的离散变量。总之，只有定义了相似度，才能度量一个分类方法是否最优。人可以感受相似度，但无论是人的感官还是大脑都无法量化相似度。人类在做相似度比较时，甚至都不知道自己在比较哪些特征和属性，但机器可以很容易量化这些相似度。所以只要机器抓准了特征和属性，比人的判断还准。

类推算法可以用于跨领域的学习。一个消费品公司的高管到互联网媒体公司不需要从头学起，华尔街雇用很多物理学家来研究交易模型，是因为这些不同领域问题的内在数学结构是类似的。类推算法最重要的是能用类比推导出新知识，就像我们前面提到的达尔文受《人口论》的启发。

虽然机器可以学习明知识和默知识，但它最大的本事是学习暗知识。

机器发现暗知识

暗知识就是那些既无法被人类感受又不能表达出来的知识。也就是说人类本身无法理解和掌握这些知识，但机器却可以。机器有两种方法可以掌握这些知识：模仿人脑和模仿演化。

联结学派

联结学派的基本思路就是模仿人脑神经元的工作原理：人类对所有模式的识别和记忆建立在神经元不同的连接组合方式上。或者说一个模式对应着一种神经元的连接组合。联结学派就是目前最火爆的神经网络和深度学习，它在五大学派中占绝对统治地位。目前人工智能的高科技公司中绝大部分是以神经网络为主。第三章我们专门讨论神经网络。

进化学派

机器学习中一共有五大学派，最后一个学派是进化学派。他们是激进主义经验派，是彻底的不可知论者。进化学派不仅觉得因果关系是先验模型，甚至觉得类比，神经元连接也都是先入为主的模型。他们认为不管选择什么样的先验模型，都是在上帝面前耍人类的小聪明，世界太复杂，没法找到模型。进化学派的基本思路是模仿自然界的演化：随机的基因变异被环境选择，适者生存。他们的做法就是把一种算法表达成像基因一样的字符串，让不同的算法基因交配，让生出来的儿女算法去处理问题，比爸妈好的留下来配种继续生孙子，比爸妈差的就淘汰。

比如我们要通过进化算法找到最优的垃圾邮件过滤算法。我们先假设凡是垃圾邮件都包含1 000个诸如“免费”“中奖”“不转不是中国人”这样的单词或句子。对于每个单词我们可以对邮件施加一些规则，如删除或者怀疑（“怀疑”是进一步看有没有其他垃圾词汇）等。如果规则就这两种，我们可以用一个比特表示：1删除，0怀疑。这样要对付有1 000个垃圾词的算法就可以表示成1 000比特的一个字符串。这个字符串就相当于一个算法的基因。如果我们从一堆随机的1 000比特长的字符串开始，测量每个字符串代表的算法的适应度，也即它们过滤垃圾邮件的有效性。把那些表现最好的字符串留下来互相“交配”，产生第二代字符串，继续测试，如此循环，直到一代和下一代的适应度没有进步为止。注意，这里和生物的进化有个本质区别，就是所有的算法都是“长生不老”的。所以老一代里的优秀算法不仅可以和同代的算法竞争，而且可以和儿子、孙子、子子孙孙互相竞争，最后的胜利者不一定都是同一代的算法。

进化算法的问题是“进化”毫无方向感，完全是瞎蒙。在前面的垃圾邮件过滤器例子里，1 000比特的字符串的所有可能性是2^{1000}，也即10^{300}，即使用目前世界最快的超级计算机，“进化”到地球爆炸都不可能穷尽所有可能，在有限时间内能探索的空间只是所有可能空间的极少一部分。地球可是用了40亿年时间才进化出了现在所有的生物。

图2.1是美国华盛顿大学佩德罗·多明戈斯（Pedro Domingos）教授总结的一张五大流派“八卦图”。

机器学习中的符号学派、贝叶斯学派、类推学派和联结学派的共同点是根据一些已经发生的事件或结果，建立一个预测模型，反复调整参数使该模型可以拟合已有数据，然后用此模型预测新的事件。不同的是它们各自背后的先验世界模型。符号学派相信事物间都有严密的因果关系，可以用逻辑推导出来；贝叶斯学派认为，因发生，果不一定发生，而是以某个概率发生；类推学派认为，这个世界也许根本没有原因，我们只能观测到结果的相似，如果一只鸟走路像鸭子，叫起来像鸭子，那

么它就是只鸭子；联结学派认为，相似只是相关性能被人理解的那层表皮，隐藏的相关性深邃得无法用语言和逻辑表达；最后进化学派认为，什么因果？什么相关？我的世界模型就是没有模型！从零开始，不断试错，问题总能解决！

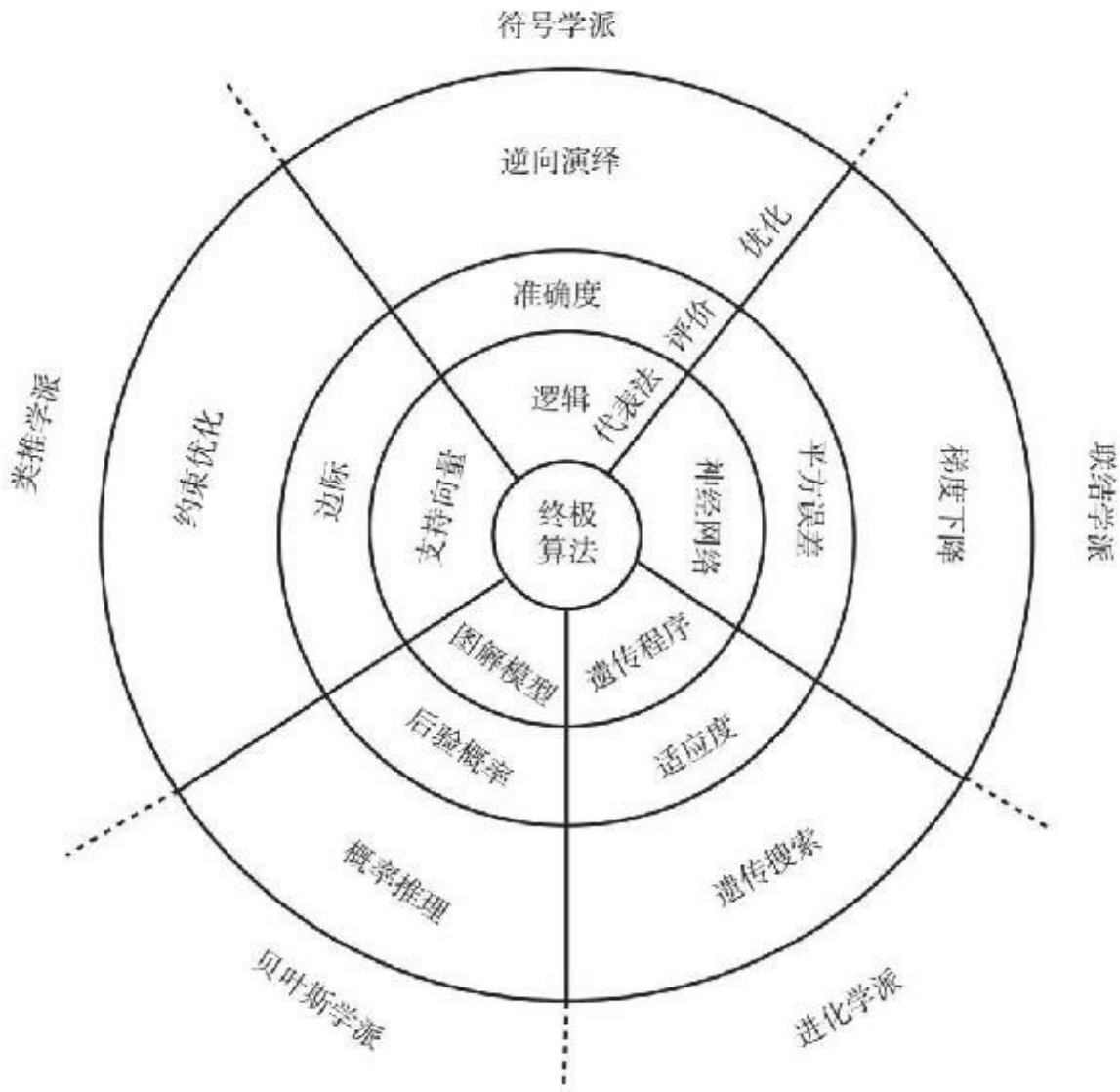


图2.1机器学习的五大流派

图片来源：佩德罗·多明戈斯，《终极算法》，中信出版社，2017年。

现在我们终于可以清理一下满天飞的名词了。我们在媒体上最常听

到的是这四个名词：人工智能、机器学习、神经网络、深度学习。这四个词的关系如图2.2所示，人工智能是最大的一个圆，圆里面分为两部分：一部分叫人工学习，也就是前面我们讲的专家系统；另一部分叫机器学习，就是机器自己学习。机器学习里面包含神经网络，在神经网络里面还要再分，一个是浅度学习，一个是深度学习。在过去芯片集成度低时，我们只能模仿很少的神经元。现在由于集成度在提高，我们可以模仿很多的神经元，当很多神经元被组成多层的网络时，我们就叫它深度学习。所以人工智能、机器学习、神经网络和深度学习的关系，其实就像一个洋葱一样，一层包裹一层，最外面的是人工智能，往里一点是机器学习，再往里是神经网络，最深层就是深度学习。

所以这四个词有下面的包含关系：人工智能>机器学习>神经网络>深度学习。

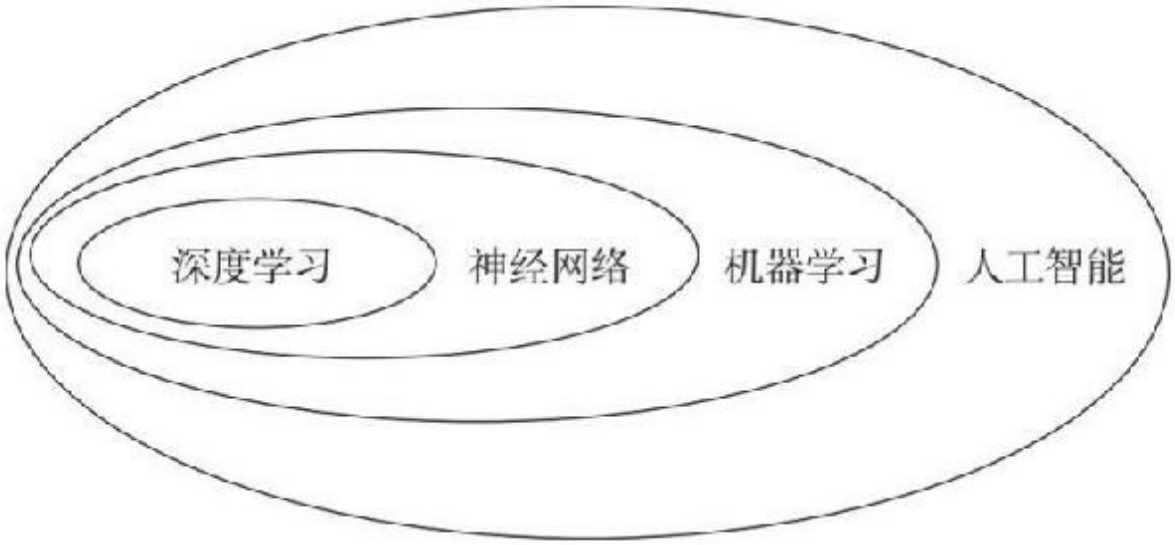


图2.2 AI中四个概念的包含关系

今天我们说到的人工智能，其实就是机器学习里面的神经网络和深度学习。但是在一般的商业讨论中，这四个概念经常是混着用的。

第三章

神经网络——萃取隐蔽相关性

导读

在了解了机器学习各个流派的方法后，本书的主角“神经网络”现在闪亮登场。本章将深入介绍神经网络学习的原理和在商业上应用最多的几种形态，以及它们的适用范围。有了这些基础，我们才可以真正理解AlphaGo Zero是怎样发现神迹般的暗知识的。对于只想了解AI商业前景的读者，也可以先跳过这一章，读完后面描述机器学习神奇应用的章节后再回来弄懂它是如何工作的。

从感知器到多层神经网络

1943年，心理学家沃伦·麦卡洛克（Warren McCulloch）和数理逻辑学家沃尔特·皮茨（Walter Pitts）提出并给出了人工神经网络的概念及人工神经元的数学模型，从而开了人类神经网络研究的先河。世界上第一个人工神经元叫作TLU（Threshold Linear Unit，即阈值逻辑单元或线性阈值单元）。最初的模型非常简单，只有几个输入端和输出端，对权值的设置和对阈值的调整都较为简单。

1957年，一个开创性的人工神经网络在康奈尔航空实验室诞生了，它的名字叫作感知器（Perceptron），由弗兰克·罗森布莱特（Frank Rosenblatt）提出，这也是首次用电子线路来模仿神经元。他的想法很简单，如图3.1所示：将其他电子神经元的几个输入按照相应的权重加在一起，如果它们的和大于一个事先给定的值，输出就打开，让电流通向下一个神经元；如果小于这个事先给定的值，输出就关闭，没有电流流向下一个神经元。

1960年，斯坦福大学教授伯纳德·威德罗（Bernard Widrow）和他的第一个博士生马尔西安·泰德·霍夫（Marcian Ted Hoff）提出了自适应线性神经元（ADaptive LInear NEurons，ADLINE）。他们第一次提出了一种可以自动更新神经元系数的方法（机器自我学习的原始起点）：用输出误差的最小均方去自动迭代更新神经元权重系数，直至输出信号和目标值的误差达到最小。这样就实现了权重系数可以自动连续调节的神经元。自适应线性神经元最重要的贡献是第一个使用输出信号和目标值的误差自动反馈来调整权值，这也为后面神经网络发展历史上里程碑式的反向传播算法奠定了基础。

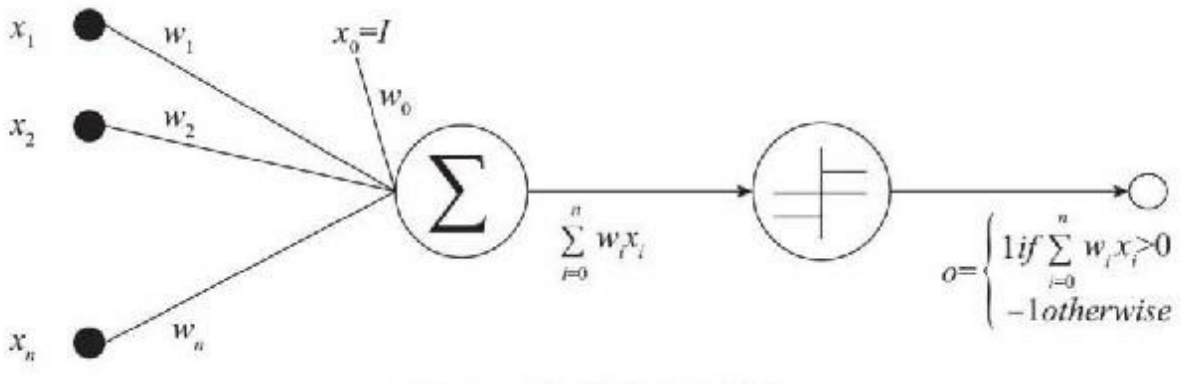


图3.1感知器的电子线路

这个单层的神经网络也被称为自适应信号处理器，被广泛应用在通信和雷达当中。霍夫后来加入英特尔，在1971年设计了世界上第一个微处理器Intel 4004。威德罗教授也是笔者20世纪80年代后期在斯坦福大学的博士生导师。笔者曾经在他的指导下做过神经网络的研究工作。图3.2是笔者2016年和他讨论神经网络未来发展时的合影，笔者手中拿的那个黑盒子就是他1960年做出的ADLINE单层神经网络。这个盒子到今天还在工作，美国国家博物馆曾经想要这个盒子做展品，但威德罗教授回答说“我还要用它来教学”。

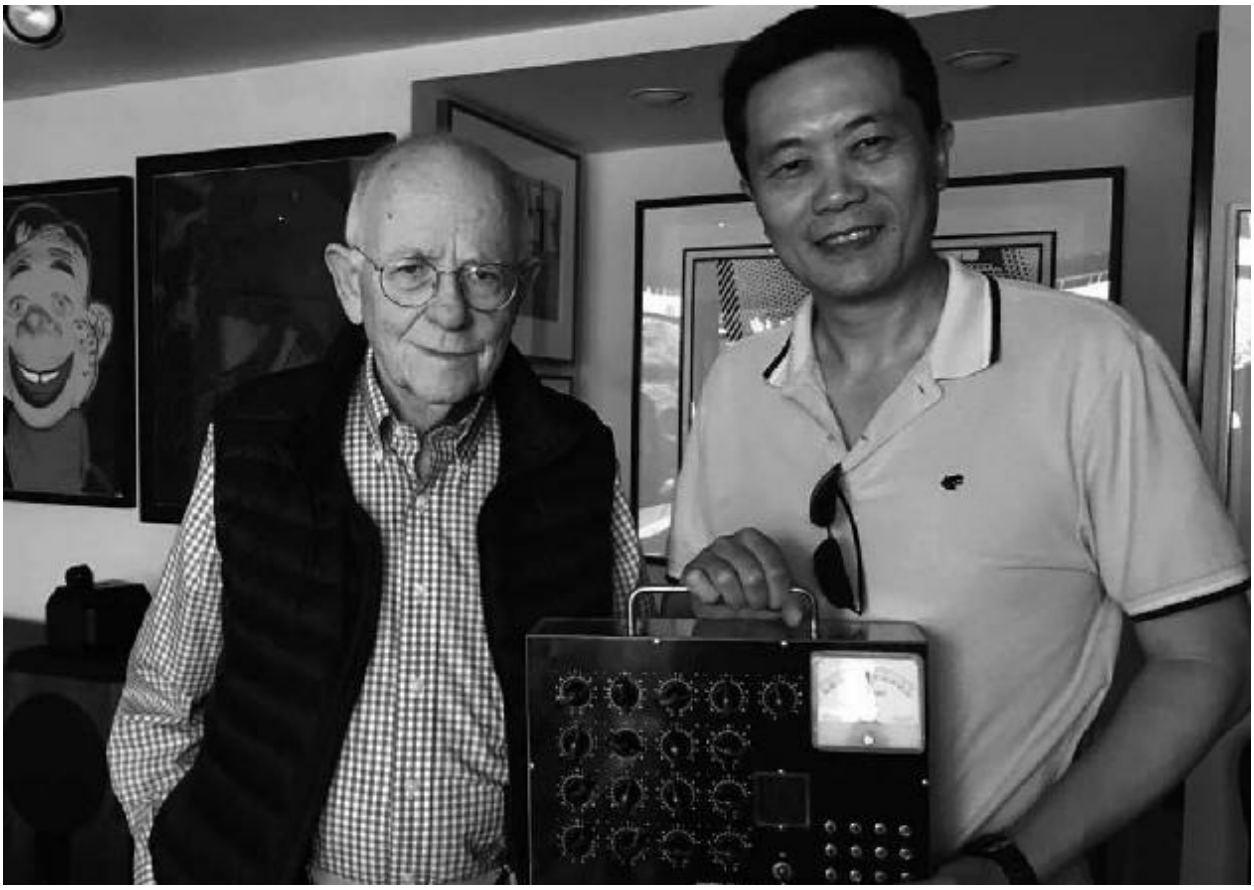


图3.2笔者和自己当年斯坦福大学的博士导师，神经网络鼻祖之一威德罗教授的合影

威德罗教授在1962年还提出过一个三层的神经网络（Multi-Layer Adaptive Linear Neurons，MADALINE），但没有找到一个能够用于任意多层网络的、简洁的更新权重系数的方法。由于单层网络有广泛应用而多层网络的运算速度太慢（当时的电脑运算速度是今天的100亿分之一），所以在MADALINE之后没有人去继续深入探讨多层网络。

由于缺少对人脑工作模式的了解，神经网络的进展一度较为缓慢，而它进入快速发展期的一个触发点则是医学领域的一个发现。1981年，诺贝尔生理学或医学奖颁发给了美国神经生物学家大卫·胡贝尔（David Hubel）、托尔斯滕·威塞尔（Torsten Wiesel）和罗杰·斯佩里（Roger Sperry）。前两位的主要贡献是发现了人类视觉系统的信息处理采用分级方式，即在人类的大脑皮质上有多个视觉功能区域，从低级至高级分

别标定为V^1 ~V5等区域，低级区域的输出作为高级区域的输入。人类的视觉系统从视网膜（Retina）出发，经过低级的V1区提取边缘特征，到V2区的基本形状或目标的局部，再到高层V4的整个目标（例如判定为一张人脸），以及到更高层进行分类判断等。也就是说高层的特征是低层特征的组合，从低层到高层的特征表达越来越抽象和概念化。至此，人们了解到大脑是一个多层深度架构，其认知过程也是连续的。

神经网络学习的本质是大量神经元通过复杂的连接形成记忆。因为分析简单且容易用电子元件实现，一开始人工神经网络就如图3.3那样由一层一层组成。其实人脑的神经元连接非常复杂，没有这么一层一层的清晰和有秩序。但我们目前并没有弄清楚人脑神经元的连接方式，先从简单的假设入手是科学的一般方法。

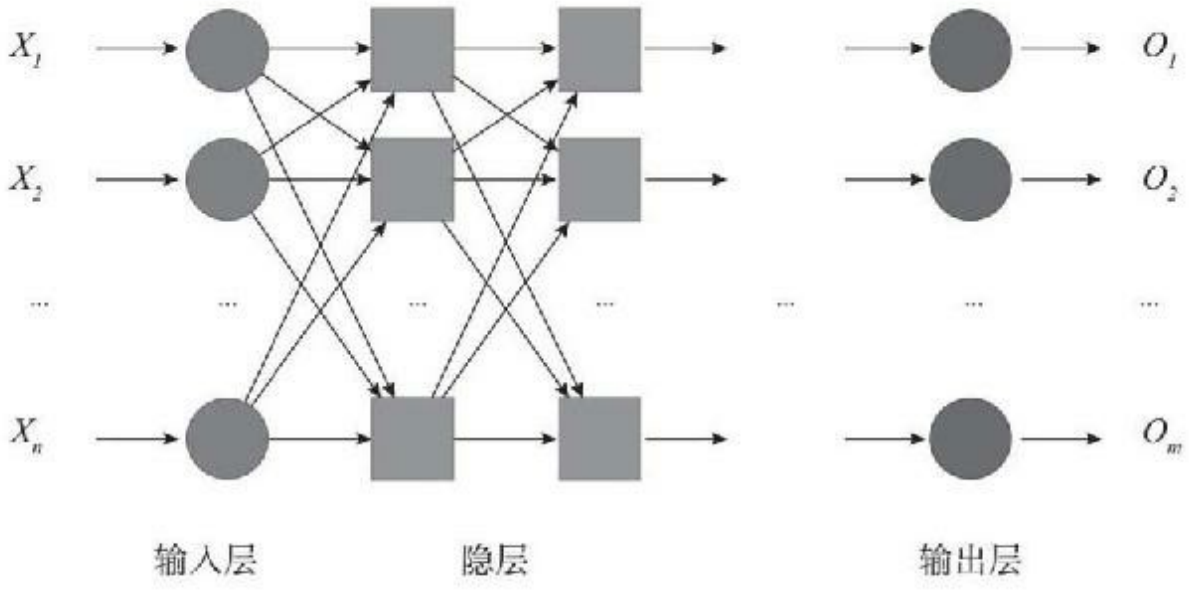


图3.3一个多层神经网络（其中每个方块代表一个神经元）

20世纪80年代，神经网络的另一个重大突破是当时在加利福尼亚州大学圣迭戈校区任教的美国心理学家大卫·鲁梅哈特（David Rumelhart）和在卡内基梅隆大学任教的计算科学家杰弗里·辛顿（Jeffrey Hinton）提出的多层神经网络，以及一个普遍的自动更新权重

系数的方法。前面说过，威德罗教授在1962年提出过一个三层的神经网络，但功亏一篑，没有找到一个简洁的任意多层网络权重系数的更新方法。这个问题在1986年被鲁梅哈特和辛顿解决了。他们借鉴了单层神经网络中威德罗-霍夫（Widrow-Hoff）反馈算法的思路，同样用输出误差的均方值一层一层递进地反馈到各层神经网络去更新系数。这个算法就是今天几乎所有神经网络都在用的“反向传播”算法。“反向传播”听上去很“高大上”，实际上就是在自动控制和系统理论里面多年一直在用的“反馈”，只不过在多层网络中反馈是一层一层递进的。因为一个多层的神经网络要通过成千上万次“用输出误差反馈调整系数”，所以运算量非常大。在20世纪80年代的计算能力限制下，神经网络的规模非常小（例如三层，每层几十个神经元）。这种小规模的神经网络虽然显示了神奇的能力（例如能够识别0~9一共10个手写体数字），但仍然无法找到真正的商用。

从第一个电子神经元感知器的发明（1957年）到神经网络的大规模应用（2012年）整整经历了55年的艰辛探索，许多天才科学家不顾嘲讽和失败，坚信这条路是对的。图3.4是在这个探索旅程中做出重大贡献的科学家。

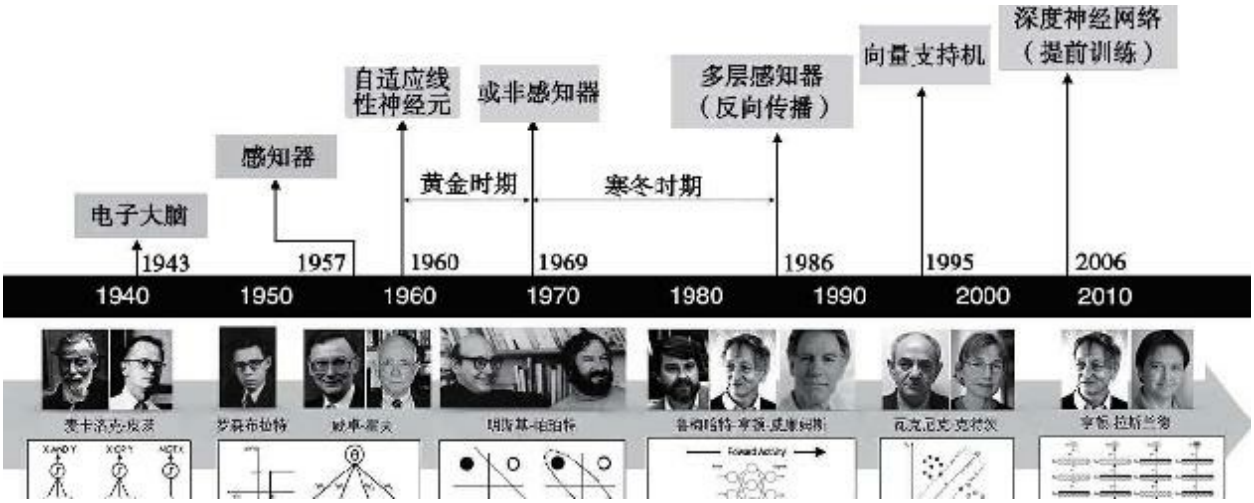


图3.4 1940—2010年基于神经网络的AI发展史上做出突破性贡献的科学家

图片来源：
https://beamandrew.github.io/deeplearning/2017/02/23/deep_learning_101_part1.html。

神经网络模型：满是旋钮的黑盒子

在这一节中，我们用最简单的方法介绍机器学习的机理。像图3.3这样一个多层神经网络的左端是输入端，即要识别的信息从这里输入。例如要识别一幅图像，每个输入Xi就是这张图像的一个像素的灰度值（为了简单起见我们假设图像是黑白的，如果是彩色的，我们可以想象三个这样的网络重叠起来用）。从输入层的每个神经元到下一层的每个神经元都有一个连接，从输入层的第*i* 个神经元到下一层第*j* 个神经元的连接有一个乘法因子Wij。每一层到下一层都类似。在输出端，每根线对应一个识别出来的物体。我们可以把每个输出想象成一个灯泡。当机器发现输入是某个物体时，对应该物体的灯泡就在所有输出灯泡里最亮。

像这样一个多层次的神经网络是如何“学习”的呢？我们可以把这个多层网络看成一个黑盒子。盒子外面有许多可以调节的旋钮，如图3.5所示。

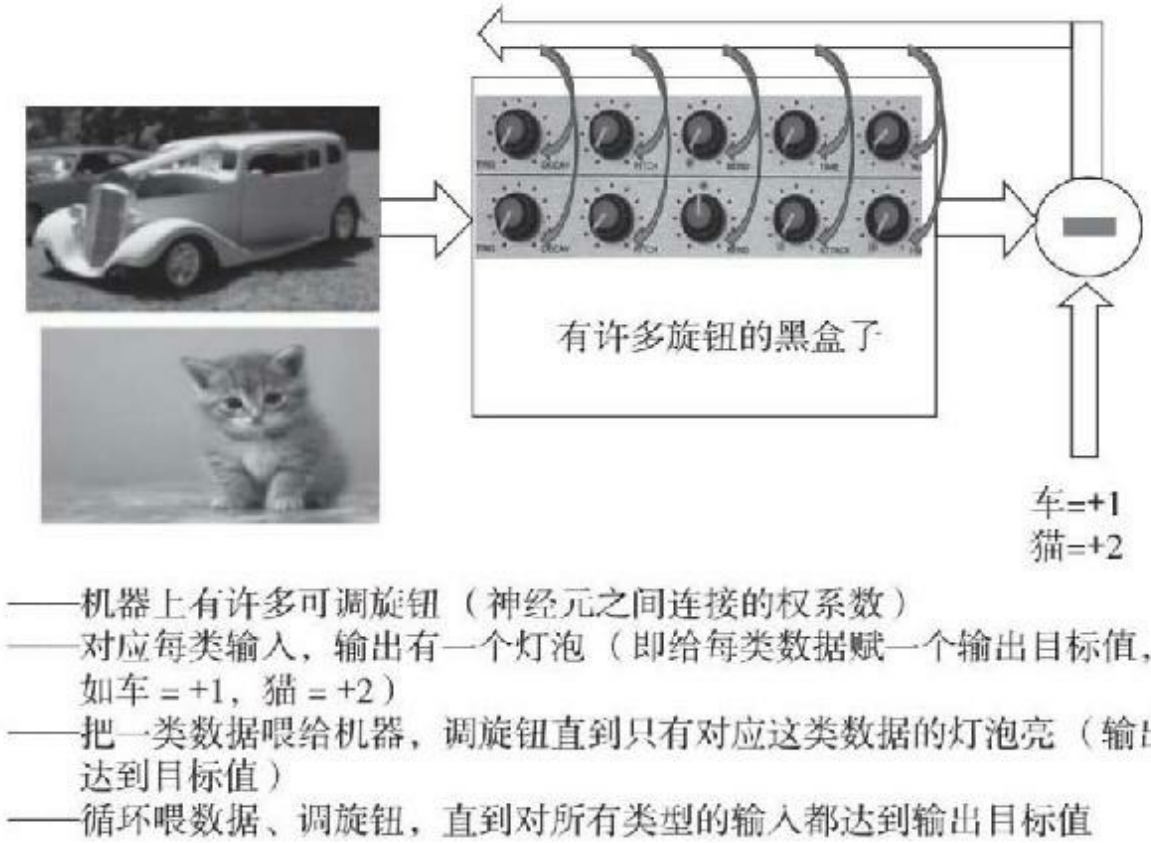


图3.5机器学习：调节黑盒子外的旋钮

我们的第一个任务是训练这个黑盒子能够识别图像中的物体。例如在图3.5中，输入端有两张图，一张汽车图片和一张猫的图片。我们训练的目的是只要输入各种汽车的图片，机器就能告诉我们“这张图是汽车”（对应“汽车”这个物体的输出端的灯泡最亮）。同样，只要我们输入猫的图片，机器就告诉我们“这张图是猫”（对应“猫”的灯泡最亮）。训练的过程是这样的：我们先指定输出的一个灯泡最亮对应于识别出了汽车，第二个灯泡最亮对应猫，等等。我们先找到足够多的汽车图片（例如1万张，训练图片越多，训练出的机器判断越准确），一张一张给机器“看”（实际训练是一组一组地给机器看）。在机器没有训练好时，当我们输入一张汽车图片时，输出的灯泡会乱亮。我们此时耐心地调节那些旋钮直到只有对应“汽车”的灯泡亮为止。然后我们输入下一张汽车图片，也调到只有对应汽车的灯泡亮为止，如此一直到1万张。然

后我们再输入第一张猫的图片，调节旋钮直到对应“猫”的灯泡亮为止，也如此一直到1万张猫的图片都输入完为止。如果我们让机器学习1 000种物体的图片，那我们对每种物体图片都要如此操作，让输出端对应这种物体的灯泡最亮。所以在机器学习中，“训练”是最耗时的。在训练过程中，这些训练用的图片我们事先知道是什么内容，或者叫作“标注”过的图片。当训练结束后，第二步是测试。也就是拿一些不在训练集里面的图片让机器辨认，如果机器都能辨认出来，这部机器就算训练好了，可以交付使用了。一旦训练测试结束，机器的参数集就不改变了，也就是所有的旋钮都固定不动了。只要是输入训练过的种类，机器都应该能识别出来。

如果一部机器要识别1 000种物体的图片，就要至少有1 000个输出端（每个输出端对应一种物体）。假设图片分辨率是100×100=10 000像素（很低的分辨率），如果这部机器只有三层神经网络（深度最浅的“深度”学习网络），输入端和中间层之间，中间层和输出之间的连接就有10 000×10 000+10 000×1 000=1.1亿个。也就是这部机器有1亿多个旋钮。截至2017年，最大的神经网络已经号称有上万亿的参数，即上万亿个旋钮。这么多旋钮显然无法用人工去调节。

雾里下山：训练机器模型

幸运的是数学上200年前就有了“自动”调节旋钮的办法。这个办法叫作“最陡梯度法”，或者通俗地叫作“雾里下山法”。当我们训练一个机器学习模型时，我们事先知道每一张图片是什么物体（汽车、猫等已经标注的图片），我们输入汽车图片时，要求只有对应“汽车”的那个灯泡最亮。在我们调节旋钮之前，灯泡的亮和灭都是混乱的，和我们的要求有很大误差。这些误差是由旋钮的值决定的。如果把这些误差画成一幅图像，就像图3.6一样有很多山峰，误差就是山峰的高度，图像的横轴和纵轴就是旋钮的值。

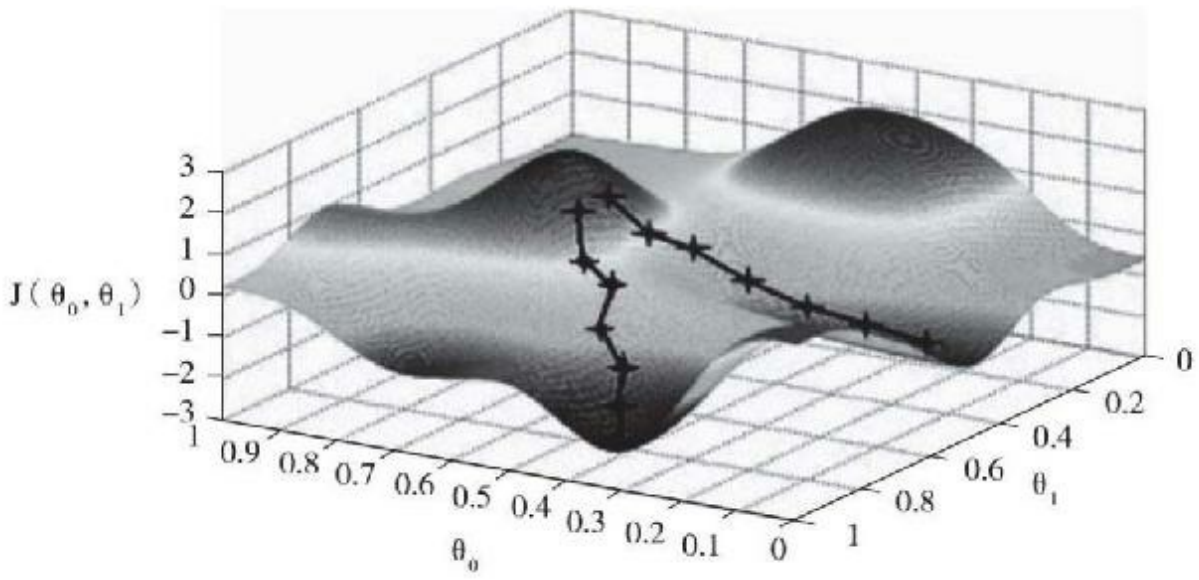


图3.6用“最陡梯度法”寻找误差最小的“山谷”

图片来源：维基百科。

当我们输入第一张图片时，我们可能站在一个随机的位置，例如某一座山峰的山顶或半山腰，我们的任务就是走到最低的一个谷底（误差

最小）。我们此时相当于在大雾中被困在山里只能看见眼前的山坡，一个最笨的办法就是“最陡下降法”：站在原地转一圈，找到一个最陡的下山方向往这个方向走一步。在这个新的位置上，再转一圈找到最陡的下山方向再走一步，如此循环，一直走到山脚为止。

在“最陡下降法”中每次转圈找最陡下山方向相当于用误差函数的偏微分方程求梯度。简单地讲，旋钮的每一步的调节值是可以算出来的。这样我们根据输出的误差一步一步地算出旋钮的调节值，直到满意为止。这种根据误差回头调节旋钮的方法也叫“反向传播算法”，意思是用输出误差一层一层地从输出端向输入端把各层的权重系数算出来。

AlphaGo的“上帝视角”

有了上面的基础，我们现在就可以理解为什么AlphaGo这么厉害。围棋棋盘有19×19=361个交叉点，每个交叉点可以二选一：白子或黑子。这样所有的摆法就是2^{361}，或者10^{108}。人类2 000年来一共保留下来的围棋残局中盘大约3 000万个。人类下过的棋局相当于大海里的一滴水（即使剔除那些明显没有意义的摆法）。一位棋手即使每天下2盘棋，50年内天天下，一生也只能下36 500盘棋。图3.7是一张“雾里下山”的示意图。下棋的终极目标相当于在群山中找到最低的谷底（对应于最理想的走法）。如果所有可能的走法是绵延几千里的群山，人类棋手2 000年来就相当于一直在同一个小山坳里面打转转。第一位棋手偶然的棋路会影响他的徒弟，以后的徒子徒孙都始终在这个小山坳附近徘徊。而机器学习像个“神行太保”，以比人快百万倍的速度迅速扫遍群山，很快就能找到一个远离人类徘徊了2 000年的更低的山谷（可能还不是绝对最低，但比人类徘徊处低）。这也是连棋圣聂卫平都连呼“看不懂”AlphaGo棋路的原因。（见图3.7）

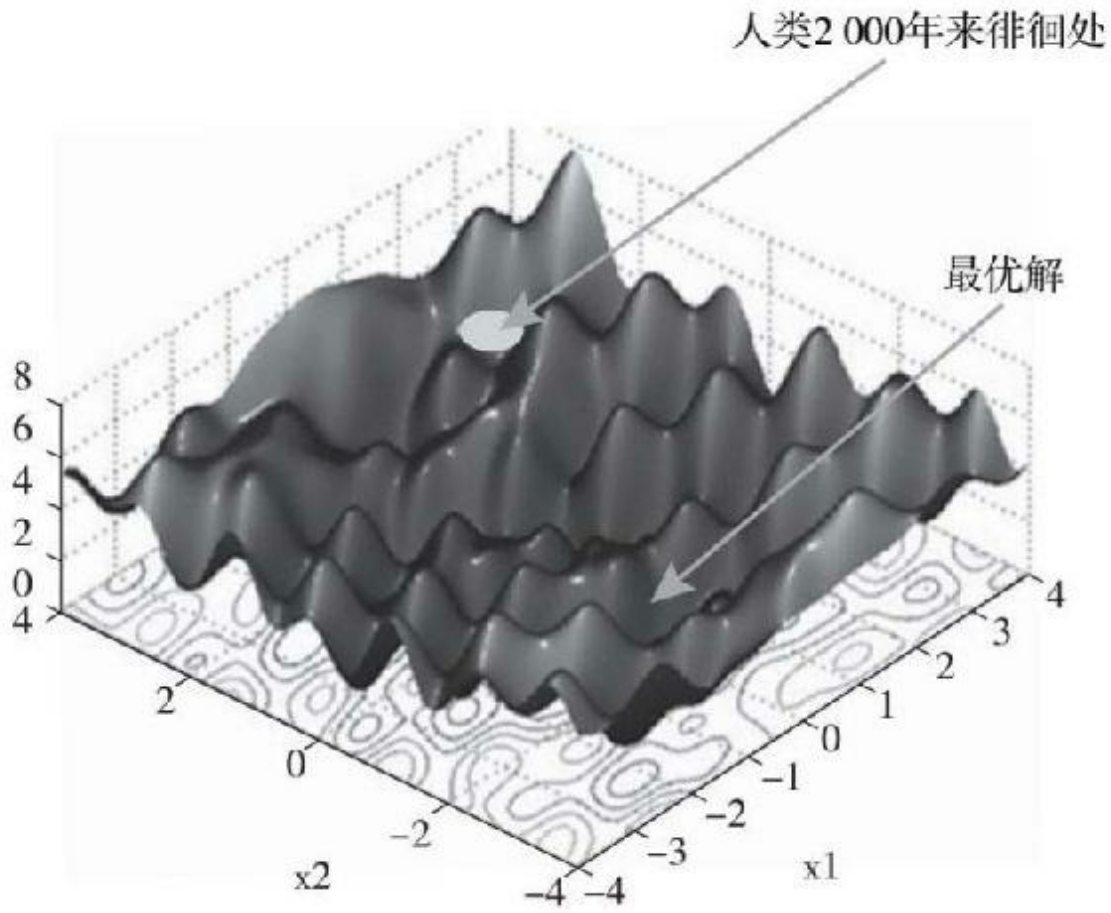


图3.7机器学习可以迅速扫过群山找到最低处

这个原理可以用于解决许多类似的问题。这类问题的特点是变量非常多，可能解是天文数字，例如经济和社会决策、军事行动策划等。

局部最优：没到山底怎么办

“雾里下山法”会遇到一个问题，就是会走进一个不是最低的谷底而且再也走不出来了。用一维函数能清楚地看到这个问题。图3.8是有两个“谷底”：A点和B点的一维函数。当下山走到A点时，只要每次的步伐不是特别大，不论往左还是往右再移动，总是会回到A点。这在数学上叫“局部最小值”，而B点才是“全局最小值”。

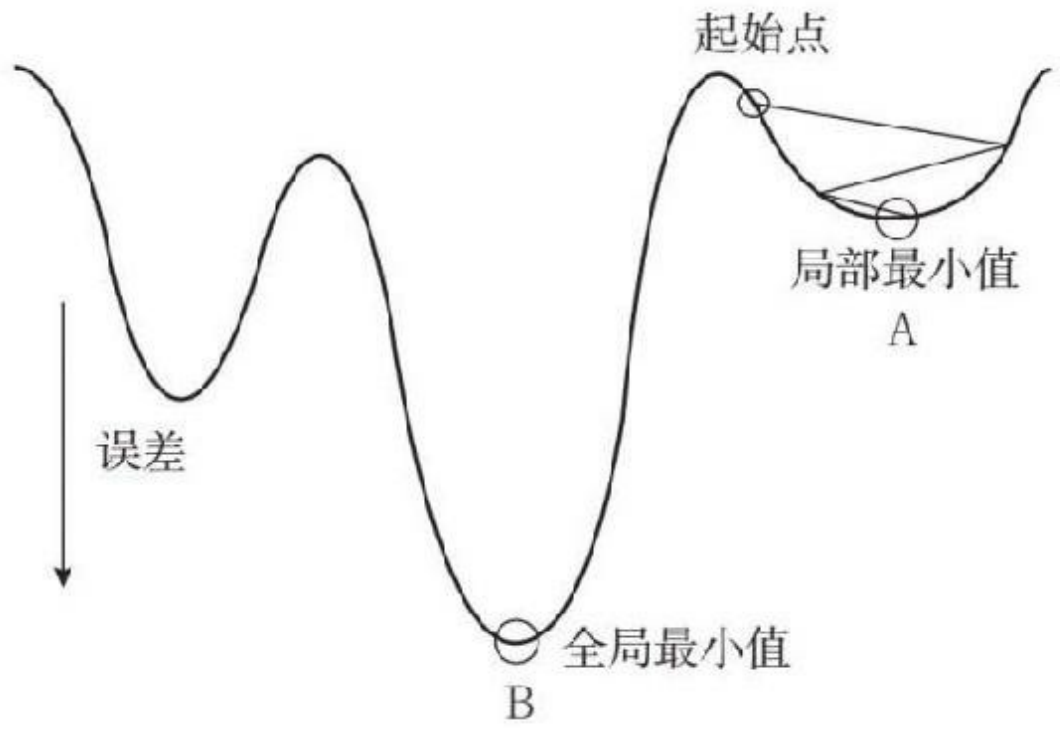


图3.8有两个谷底的一维函数

但是如果我们从一维扩展到二维，就有可能从一个“局部最小值”中逃逸。在图3.9中，假设函数1是一个沿X轴切下去的一维函数，A点就是函数1的一个“局部最小值”。如果一个小珠子只能沿着X轴滚动，就会陷

在A点出不来。但在图中的二维曲面上，小珠子只要沿着Y轴方向挪动一点，就到了C点，而从这个C点出发就能到达整个曲面的“全局最小值”B点。当误差函数的维数增加时，这种从“局部最小值”逃逸的机会就会增大。我们无法画出三维以上的图像，但我们可以想象每个“局部最小值”附近都有许多“虫洞”可以方便逃逸。维数越高，这种虫洞就越密集，就越不容易陷在一个“局部最小值”里。

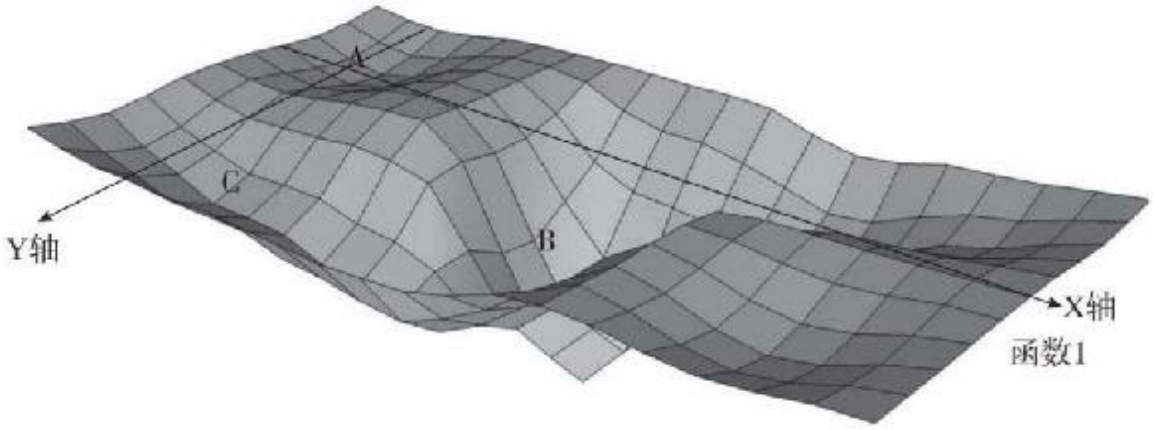


图3.9从一维空间扩展到二维空间，误差函数找到“全局最小值”的概率增大

如果图3.9不够直观，我们可以用一个数字阵列来表达。首先假设地形是一个一维函数，每个数字表示它的海拔高度。在图3.10中，有两个最小的海拔高度0和5，但是无论从哪一边开始下山，每走一步的话，都会被困在高度5这个“局部最小值”里出不来，无法走到“绝对最小值”0。



图3.10地形函数的数字阵列

但是，如果将这个地形叠加为二维函数，仍然用数字表示海拔高度，我们可以看到，无论从哪一边开始下山，每走一步，当在一维函数中走到“局部最小值”5以后，在另外一个维度的函数中，则可以继续走

到更低的海拔，直到到达“全局最小值”0。同样地，维度越多，在某一个维度到达“局部最小值”后，可以选择的其他维度和路径就越多，因此被困在“局部最小值”的概率就越低。（见图3.11）

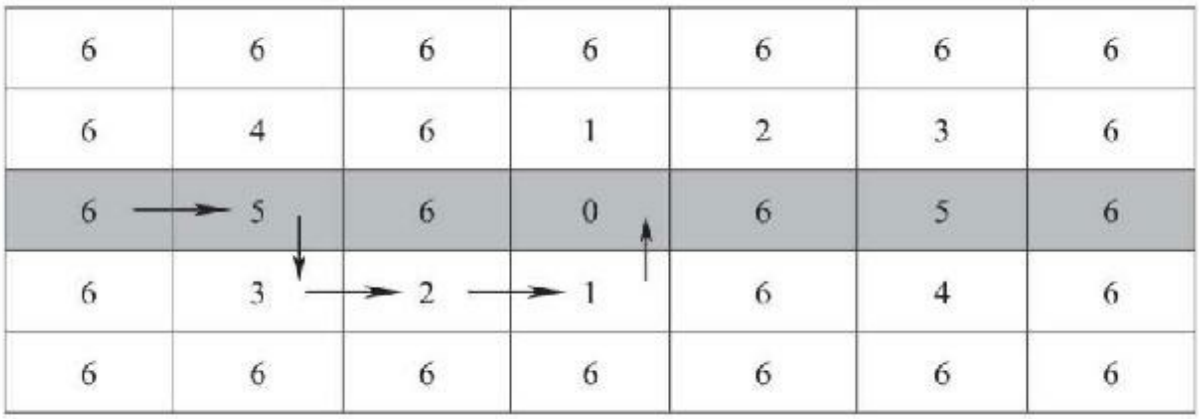


图3.11将地形叠加为二维函数

深度学习——化繁为简

为什么深度学习有许多层神经元？这是因为世界上许多信息和知识是可以通过分层表达的。例如人脸是很复杂的一幅图像，但人脸可以先分解成五官，五官的复杂程度就比人脸低了，五官又可以进一步分解为线条。深度学习就是用一层神经元去识别一个层级的信息。在图3.12中，左图是第一层网络来识别人脸上的线条，中间的图是第二层网络在识别出线条的基础上识别出器官，右图是第三层网络在识别出器官的基础上识别出长相。同样一个时间序列的信息，例如语音也可以分解为递进的层级：句子、单词、音节等。分层的最大好处是大大降低计算量，把原来的N次计算变为m×logN次计算，这里m是层数。

除了将要处理的信息表达为层级以外，另外一种降低计算量的方法是将“一大块”信息分解为许多小块来处理。例如想要在一张像素很大的图片中识别出一个小三角形，我们只需拿着这个小三角形的模板在大图中滑动比较即可。例如一张图的像素是1 000×1 000=1 000 000，如果拿一个1 000×1 000像素的模板去比较，计算量大约是1 000 000×1 000 000。如果这个三角形的大小是10×10，我们用10×10“模板滑动法”，计算量只要10×10×1 000 000，是原来的万分之一。

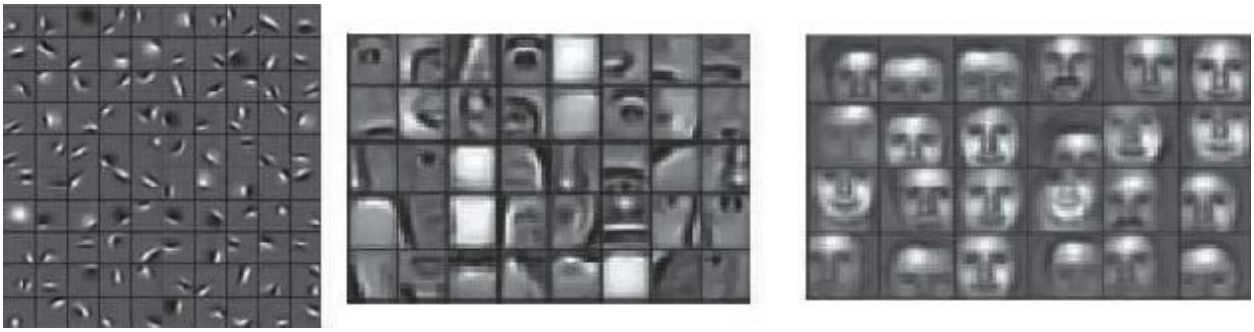


图3.12深度学习神经网络学习得到的不同层次的特征

图片来源：维基百科。

机器要处理的信息有些是空间信息，例如图片，有些是时间信息，例如语音。针对不同的信息，神经网络的结构不同。最常见的有两种，第一种是处理空间信息的卷积神经网络（Convolutional Neural Network，CNN），第二种是处理时间信息的循环神经网络（Recurrent Neural Network，RNN）。下面我们一一介绍。

化整为零的卷积神经网络

“卷积”这个词什么意思待会咱们再讲，但现在可以告诉你的是，目前人工智能和机器学习制造的奇迹，从下围棋到自动驾驶再到人脸识别，背后全是卷积神经网络。能知道卷积神经网络的工作原理，你就和周围大部分读了几本人工智能的书的人不是一个档次了。虽然大部分人不会从事人工智能的专业工作，但卷积神经网络解决问题的思路会让我们拍案叫绝。第一个提出卷积神经网络的是前面说的神经网络教父杰弗里·辛顿教授的博士后学生，一位叫岩拉孔（Yan LeCun）的法国人，现在任Facebook（脸书）人工智能研究所主任，和辛顿同为神经网络四大天王之一。

降低运算量就是降低成本

神经网络每一层的每一个神经元都和后面一层的每一个神经元相连接。如果第一层有1万个神经元，第二层也有1万个，这两层之间的连接就有1亿个。如果像微软那个一举超过人脸识别图像能力的ResNet（深度残差网络）有152层，这些连接就有151亿个。也就是说我们要调整的黑盒子上有151亿个旋钮。为了识别10种动物，要给训练机器看10万张动物图片，一张图片就要算151亿次乘法和加法，10万张至少是1 500万亿次运算。这才是识别10种动物的训练运算量，如果要训练识别1万种动物呢？用今天的最快的CPU（电脑中央处理器）或GPU（图形处理器），也要算几个月甚至几年。对计算量要求更大的是识别，识别一张图片要算150亿次不难，但Facebook上每天上传的何止几亿张照片？降低运算量就意味着降低成本。

降低运算量的第一招就是把问题分类，如果只处理某一类问题，针对这些问题的共同特点，就有可能简化算法。我们知道，人从外界获得的信息90%以上是视觉信息，视觉信息主要是图像，视频也可以分解成快速闪过的图像。那图像有什么特点呢？一幅图像的信息量很大，但不管是风景还是人物，画面上总有大部分区域没有什么变化，像天空。引起你注意的东西往往都是一小块，例如人的眼睛、天空中的鸟、地上的花。这个叫作图像中信息的局域性。图像的第二个特点是可以分解为更简单的元素，例如风景分解为天空、大地、植物、动物，人物分解为五官。卷积神经网络就是利用图像的以上两个特点进行了大幅度的运算简化。

以人脸识别为例，要识别一个人，先要抓住他的特征，比如浓眉大眼高鼻梁。第一步就是把五官找出来。其实警察抓犯罪嫌疑人早就用了这一招。警察局的画师会问目击者犯罪嫌疑人的性别、年龄、身高、种族等，然后问目击者犯罪嫌疑人的五官长什么样，目击者能描述的五官种类非常有限，大眼睛、小眼睛，最多加个单眼皮、双眼皮、高鼻梁、塌鼻梁，根据目击者的描述画师画出一幅人脸，然后目击者再说眼角朝下，没这么大，画师再不断改，直到目击者觉得和记忆基本相符。人脸那么复杂根本无法用语言描绘，但如果变成五官的组合描绘起来就简单多了。假设每个五官都能分10种，就能组合出1万种脸来，再加上年龄、性别、种族就能组合出几十万张脸，这样把从70亿人中找一张脸的任务就分解成了从10种眼睛中找出一种眼睛，再从10种鼻子中找出一种鼻子这样简单得多的任务。

卷积神经网络是怎样工作的

卷积神经网络就是用的警察局这一招。假如我们现在要从分布在北京大街小巷的摄像头的视频中发现100个重要的犯罪嫌疑人，第一步是用这些犯罪嫌疑人的已有照片来训练机器。训练的第一步就是要从这些

照片中提取五官的特征。因为五官在一张照片中只占一小块，那我们就做个找五官的小模板，专业术语叫滤波器，用这个小模板在要处理的图像上从左扫到右，从上扫到下，看看能否发现眼睛，另外一个小模板负责发现鼻子等。什么叫“发现鼻子”？就是负责发现鼻子的小模板是一张像鼻子的图案，这个图案扫到鼻子处时重合度最大。什么叫提取特征？就是一开始这个鼻子图案是个随机图案，像是随手那么一画，扫一遍下来发现没有什么重合度，那就变一变这个图案，最后变得和犯罪嫌疑人的鼻子很像时，重合度就会最大。等负责找出鼻子、眼睛、嘴巴等的模板图案都和犯罪嫌疑人的吻合后就算训练成功了。以后你输入一张照片，机器就可以飞速地告诉你这个是不是犯罪嫌疑人。

在机器学习中，是机器自己寻找特征。一开始机器并不知道要找哪些特征。所以这些小模板并不知道它们要找鼻子或眼睛。这些小模板从开始的一个随机图形到最后一定会演变成五官吗？答案是如果五官是人脸上最重要的特征，这些小模板到最后一定会演变成五官。但神奇的是机器还能发现我们人类都没注意到的人脸上的重要特征。假如我们多加一个小模板变成六个，这六个中会有五个各自对应一个器官，还有一个就会找到一个新的特征，如两眼之间的距离，或者口鼻之间的距离，等等。所以小模板越多，抓到的特征就越多，识别就越准确。

现在你要问，这个小模板发现鼻子和前面讲的神经网络黑盒子的调旋钮是什么关系？其实这个小模板就是一组旋钮，一个有5×5=25个像素的小模板就相当于25个旋钮，每个像素的颜色浓度对应着一个旋钮的某个位置，调旋钮就是让小模板里的图案越来越像犯罪嫌疑人的鼻子。我们之前讲过，这个“调旋钮”不是人工调的，是算出来的。

现在我们可以看看到底省了多少计算量，如果一张图片是1　024×1024≈100万像素，每个像素对应一个接收神经元，每层有100万个神经元，这样一个全连接的神经网络每一层要有100万×100万=1万亿次计算。现在只要五个小模板，每个负责找到五官中的一个。每个小模板把图片上下左右扫一遍的计算量是5×5×100万=2　500万次，5个模板就是

1.25亿次。计算量变成了原来的万分之一！

我现在可以告诉你什么叫“卷积”，上面说的小模板把图片上下左右横扫一遍发现重合度的过程就叫卷积。你看这个唬人的黑科技名词其实就是这么简单的一回事。

上面是对卷积神经网络的基本原理的一个通俗解释。对于想更深入了解的读者可以看附录1中一个典型卷积网络的精确描述。从附录1中可以看出卷积神经网络不仅是一个高阶的非线性网络，也是一个无法用方程式表达的函数。给定一个训练数据集，最后这些数据之间的相关性都会凝结在网络参数里。或者说神经网络是数据相关性的“萃取器”。但萃取了哪些相关性？为什么萃取这些相关性则是人们未必能理解的。比如人脸识别，机器抓取的用于识别的人脸特征可能是人类不熟悉的那些特征，甚至完全没有意识到的特征。对于那些人类感官无法感受的复杂数据集，比如一个核电厂成千上万个子系统产生的数据以及它们之间的相关性，那更是人类完全无法理解的。

卷积神经网络能做哪些事

首先，几乎所有的图像类的处理，如图像分类、人脸识别、X光读片，都适合用卷积神经网络。图像分类最著名的大赛就是斯坦福大学李飞飞教授创办的ImageNet（计算机视觉系统识别项目，是目前世界上图像识别最大的数据库）大赛。这个大赛提供1　000种不同物体的几百万张图片让参赛者训练自己的模型，参赛时给大家一些新的图片让参赛者识别，看谁的识别准确率最高。2012年辛顿的学生亚历克斯·克里捷夫斯基（Alex　Krizhevsky）第一次用一个5层的卷积神经网络就把多年徘徊在74%的准确率一举提高到84%，震惊了业界。到2015年微软的152层ResNet把准确率提高到了96%，超过了人类的准确率95%。从那以后进展就越来越小。有些公司组织大量的人力，采集更多的训练图片，尝试更多的小模板，更精心地微调那些旋钮，最后能达到比现有结果好

0.1%，然后就可以宣称自己是世界第一了。但这个世界第一意义不大，因为没有在网络结构上和算法上有任何创新，当时人家一个研究生Alex一举提高10个百分点，你扑上去几十上百人提高0.1个百分点，不算本事。对不懂卷积神经网络的投资人、股民、政府官员来说，这块“世界第一”的牌子还挺唬人的。但读到这里你以后就不会被忽悠了。

更有用的是通过识别一张图片中所有的物体，甚至发现物体之间的关系来“理解”这张图片。譬如机器看完一张图片后会说出来“蓝天白云下，一位戴草帽的年轻妈妈在草地上教孩子学走路，她们的小狮子狗在旁边卧着”。

X光读片也是卷积神经网络一个很好的应用。假如要在胸片中发现早期肺癌，就需要拿大量已经确诊的早期肺癌片子来训练机器，这样训练好的机器就可以快速地发现肺癌。随着X光仪、CT机等医疗成像设备的普及，有经验的读片医生非常稀缺。特别是在小城市、县城、乡村更缺乏这样的好医生。如果机器读片能够达到甚至超过北京、上海大医院有经验的医生，将是普惠医疗的一个巨大进展。我们在第六章会专门讲AI在医疗健康领域的应用，包括X光读片的现状和挑战。

卷积神经网络虽然应用很广，但它解决不了一些重要的问题，如股票预测和自然语言理解。下面我们就介绍可以解决这类问题的另一个很牛的网络。

处理序列信息的循环神经网络

为什么需要循环神经网络

卷积神经网络可以处理图像分类和识别。图像信息处理的特点是一张图像的所有信息同时给你，而且下一张图像和上一张图像可以完全没有关系，就像是吃一盘饺子，先吃哪个后吃哪个都无所谓。但自然界还有另外一类信息和图像不同，信息的先后顺序很重要，不能前后颠倒，像自然语言、股票曲线、天气预报数据等。和图像信息的另一个不同之处在于这些信息是连续产生的，无法分成一块一块的，像一次喝进去一瓶啤酒，你无法清楚地分成几十“口”，你就是这么咕嘟咕嘟连着灌下去的。我们把图像这样不分先后的信息称为“空间信息”，把连续的、有先后顺序的称为“时间信息”或“序列信息”。卷积神经网络每次能处理的信息都是个固定的量，所以不适合处理连续发生的信息。

于是，一种不同的神经网络——循环神经网络就应运而生了，它的结构比卷积神经网络还复杂。但循环网络背后的直觉和道理不难懂，其实掌握一门学科最重要的是理解背后的直觉，有些研究生、工程师可以背很多方程式，写很多程序，但对背后的直觉并不清晰，这就大大限制了他们的想象力和创造力。我们这本书的目的不是要把大家训练成工程师，而是通过弄懂背后的道理来对这个未来的大潮流有高屋建瓴的理解，从而产生全局性的把握。

在介绍循环神经网络之前，我们先看个例子。譬如我们在下面的句子里猜词填空：“我是广东人，会讲_____话。”在这里如果我们没有看到第一句“我是广东人”就很难填空。这就是一个典型的根据前面出现的信息对后面可能会出现的信息的预测。循环神经网络就特别适合处理这

类问题。这个网络有两个特点，分别对应时间序列信息的两个特点：一是输入端可以接收连续的输入，二是可以记住信息的先后顺序。

循环神经网络背后的直觉

现在我们看看循环神经网络如何做这样的预测。像其他神经网络一样，第一步是训练机器。我们先一句一句地训练，比如训练的第一句就是“我是上海人，会讲上海话”。一开始训练机器时，给机器一个“我”字，机器会乱预测，比如预测出下个字是介词“但”，可“我但”没意义。机器和训练样本一比知道自己错了，就去调黑盒子上的旋钮，一直调到机器会在“我”后面预测出“是”来。训练就是这样给机器读大量的各种各样的句子，当机器读了很多以“我”开始的句子时，就会发现“我”后面一定是动词，特别是关系动词或能愿动词，像“我是”“我要”。但“我”后面可以有很多动词，“我想”“我吃”“我喝”，到底选哪个呢？这就需要更前面的信息了。所以循环神经网络要存储前面的信息。当机器读了很多“我是上海人，会讲上海话”“我是河南人，会讲河南话”这类的句子后，就会慢慢发现规律，这时候你让它填“我是广东人，会讲_____ 话”的空时，它就把我是“什么”人那个“什么”给填进去了。

这时候你会问，这好像不用这么复杂的神经网络吧，只要统计每个词后面出现的词的概率，然后预测哪个概率最高不就得了？过去的确是这么做的，但效果不好，像我们前面举的例子，“我”后面的可能性太多了。那你会接着说：“我们也统计前面更多的字不就得了？”那我问你，统计前面多少个字呢？要不要把词组和短句也作为一个单位来统计？但词组和短句多得数不清，你怎么教会机器认识哪些是词组？你会发现越深究问题就越多，而且问题变得无穷复杂，以至于都不知道该提取哪些特征。而神经网络可以自动找到那些人类找不到的或者根本没意识到的前后信息之间的相关性。就像我们之前讲到卷积神经网络不仅能找到人脸的五官特征，还能找到人平时不注意的其他特征如两眼间距等。

有兴趣的读者可以看附录2里面关于循环神经网络的技术介绍。从附录2里可以看出由于循环神经网络里有反馈回路，整个网络更是一个高度非线性、无法解析表达的网络。循环网络萃取出的数据在时间上的相关性更是人类无法感受和理解的暗知识。因为人脑非常不善于存储很长一段时间的信息。

循环神经网络的神奇应用

循环神经网络的第一个重要应用是机器翻译。机器翻译最早是语言学家手工写一大堆语法，然后根据单词出现的顺序用语法把它们组织起来。这是典型的“专家系统”。我们前面讲过，这样的手工系统无法应付千变万化的自然语言。后来的机器学习翻译就是前面说过的统计方法，统计大量的句子中每个字出现在另外一个字之后的频率，然后挑选最可能出现的那个字。我们前面也说了这种方法的局限性。现在最新、最牛的机器翻译，从谷歌、Facebook、微软到百度统统都是用循环神经网络。翻译和前面的填空例子相比，多了可用的信息。例如英文“I am Chinese，I can speak mandarin”可以翻译成中文“我是中国人，会讲普通话”，机器翻译除了可以根据前面出现的中文词预测后面的中文词之外，还可以根据整个英文句子和整个中文句子之间的对应关系来提高预测的准确性。这就是目前最广泛使用的“编码器-解码器”翻译模型。这里用两个循环神经网络，一个网络先把整个英文句子的结构信息都压缩到一个字符中，然后第二个网络在一个字一个字地预测时可以根据这个包含了整个句子的结构信息做辅助判断。机器翻译正处在技术突破的边缘，一旦突破将给我们的生活带来巨变。

机器学习不仅在科学技术的进步上大显神威，也开始进入人文领域。循环神经网络第二个有意思的应用是写诗。我们会在第六章中详细介绍。同样的道理，还可以写小说。只要让机器大量阅读一位作者的著作，机器就会学会这个作者的文字风格，甚至可以写出海明威风格的

《红楼梦》，或者曹雪芹风格的《老人与海》。

循环神经网络很神奇，但我们下面要介绍的“强化学习”更神奇。

AlphaGo与强化学习

机器学习迄今为止最让人类惊奇的表现就是下围棋。下围棋的问题是当我每走一步时，如何使得最终赢棋的概率最大？如果我不走150步，只走两步，每步双方只随机选5种走法，我走第一步有五种选择，对方对我这五种选择的每一种又有五种选择，我走第二步一共有5×5×5=125种选择。但通常走完两步离终局还很远，那我从走完第二步的这125个位置上各派出一批“侦察兵”，每个“侦察兵”蒙着头一条道走到黑，看到岔路任选一条，尽快走到终局，如果猜对了，给这个出发点加一分，猜错了，减一分。从每个位置上派出的“侦察兵”越多，从这125个出发点到终局的赢率就越准确。这个“有限出发点，随机侦察”的方法有个唬人的专业名字叫“蒙特卡洛树搜索”。蒙特卡洛是摩纳哥的赌场区，所以蒙特卡洛就是“随机”的意思。

但这种下棋策略只能勉强达到一二段的业余水平，与围棋大师相比还差得很远。为什么？

因为“侦察兵”往前走时随机选岔道实际上是随机地替对方选了走法。我们不禁会想到：见到岔路随机选多笨，完全可以根据阳光、藓苔、足迹这些东西做个判断。“侦察兵”很委屈地说：我怎么知道该怎样判断？AlphaGo寻思说：“人类2　000多年下了那么多盘棋，咱能不能先学学？”这时候AlphaGo祭出了大法器，就是我们前面讲过的卷积神经网络。

卷积神经网络最适合处理图像，经过大量图片的训练后，你给它个新的图片，它告诉你是猫、狗、汽车的概率分别有多少。对于下棋，问题转化成：给个中盘，要判断哪种走法赢的概率最大。在人类下过的棋局中，每个中盘都对应着一个走法。现在可以把一个中盘看成一幅图像，把对应的走法看成与这个图像对应的物体。现在找到中盘最好的走

法就相当于判断这幅图像最像哪个物体。那我就拿人类下过的棋局来训练AlphaGo里负责走子的卷积神经网络——决策网络。现在把3 000万个人类走过的中盘输入给决策网络，调整决策网络上的旋钮，一直到这个网络的走法和人的走法类似。现在AlphaGo已经是七八段的水平了，但还打不过大师，为什么？虽然现在“侦察兵”每一步都是按人类的走法，但“侦察兵”的每一步只是替对方随机选一个。如果能让对方的选择也按人类的走法，这条路对弈下去就更逼真了。AlphaGo这时候拔了身上一根毫毛，吹口仙气儿，“变！”又“变”出一个一模一样的AlphaGo。哥俩都是八段，再大战百万回合，又摸索出很多原来人类没有探索过的捷径，又产生了很多数据，继续训练决策网络，没多长时间就打败了李世石，再练一阵子，在网上打出Master的旗号，横扫天下高手，无一失手，直至把柯洁挑下马。

前面介绍的无论是卷积神经网络还是循环神经网络都需要大量的训练数据，这也叫“监督学习”。在“监督学习”中通常有唯一或明确的答案，猫就是猫，狗就是狗。但生活中还有一类问题是没有明确答案的。例如我们学习骑自行车，没有人能说清楚正确姿势是什么，不管你姿势多难看，骑上去不摔倒就是对的。这类问题的特点是答案不唯一但知道结果的对错。这种通过每次结果的反馈逐渐学习正确“行为”的算法就叫“强化学习”。在强化学习算法中有一个“奖惩函数”，不同的行为会得到不同的奖惩。譬如我们在楼里打电话时，如果信号不好，我们就拿着手机，边走边问对方“能听到吗？”。我们得到的信息并不能直接告诉我们哪里信号最好，也无法告诉我们下一步应该往哪个方向走，每一步的信息只能让我们评估当前的状况是更好还是更差。我们需要走动、测试，以决定下一步应该往哪儿走。AlphaGo的随机树搜索就是强化学习，通过派出“侦察兵”来测试某种走法的赢率。赢了加一分，输了减一分，这就是强化学习中的奖惩函数，存储各种走法输赢积分的网络也叫“价值网络”。哥俩对战就是站在人类肩膀上的强化学习。所以AlphaGo是监督学习和强化学习的混合方式。

在AlphaGo的学习过程中，人类的3 000万中盘仅仅把它领入门而

已，进步主要靠哥俩自己厮杀。相当于你去学围棋，一开始跟着你爸学，你爸就是个业余选手，你两个星期就跟你爸学不了什么了，以后都要靠自己琢磨了。AlphaGo也一样，想清楚这点，干脆从零开始，人类2000多年积累的东西也许就是老爸那点业余水平，学不学无所谓。

AlphaGo Zero横空出世了，这个“Zero”就是从零学起的意思。AlphaGo Zero从一开始就是哥俩自娱自乐，和AlphaGo不同的是，在下每一步棋之前，不需要随机地选125个出发点了，而是根据当前的小路“记号”和打分先在这个中盘选一个最可能赢的走法和“双胞胎弟弟”试走一次到终局，试走过程中每一步双方都用同一个决策网络指导如何走子。这个决策网络的功能很简单：给我一个中盘，我告诉你所有走法的赢率，这样一次到终局后就对从这个走法出发的路是否能赢多了点信息。一路上边走边做记号，第一，记住有没有走过这条路；第二，等到了终局后根据输赢再记下这条路的好坏。这个“做记号”就是不断更新价值网络。这样在同一个中盘哥俩试走了几万次到终局，基本摸清哪条路好走，哪条路不好走，也就是对于这个中盘我已经估摸出了所有走法的赢率。此时，我用几万次试走出来的赢率来更新决策网络。更新的方法就是用这个中盘做网络的输入，调试网络权重系数让输出的各走法赢率接近试走测出来的赢率。这一切做完后再根据测出的赢率郑重地正式走一步棋。哥哥下完一步该弟弟走了，弟弟的程序和哥哥完全一样，也是先试走许多次，用测出来的赢率更新决策网络，再根据测出来的赢率走子。以后哥俩就这么不断重复下去。AlphaGo Zero诞生后的第一局的第一个中盘，哥俩完全是乱下，但第一盘走完就多了一点点知识，哥俩用这点可怜的知识走第二盘就比第一盘靠谱了一点点，架不住计算能力强大，AlphaGo Zero每秒钟可以走8万步，平均一盘棋不到400步，所以哥俩一秒钟相当于下200盘棋。每盘长进一点，到第7个小时，也就是相当于下了500万盘棋后就下得像模像样了。一天半后，也就是相当于下了2 600万盘棋后就超过了战胜李世石的AlphaGo Lee。3天后，AlphaGo Zero就和AlphaGo Lee打了个100：0。AlphaGo Lee一共学了3 000万个中盘，大致相当于3 000万/400=8万盘棋，这时AlphaGo Zero已经相当于下了5 100

万盘棋。21天后就打败了横扫天下无敌手的AlphaGoMaster，到40天后哥俩已经妥妥地称霸天下，独孤求败。到这里，AlphaGo团队终于松了口气，放下了原先的一个最大担忧：如果不让人类引进门，从零学起，这哥俩会不会在野地里瞎逛，在林子里迷路，像梦游一样原地绕大圈，永远都走不出来。这证明了在强化学习中只要每一步都知道对错，有惩罚奖励，哥俩很快就会放弃那些明显不通的绝大部分的道路，很快就会找到一条正路。AlphaGo用了1 200个CPU，176个GPU，而AlphaGo Zero只用了4个TPU（张量处理单元）。计算资源的大幅度下降主要来自算法的精简，不需要用人类数据训练了。由此可见，在不同的应用场景下，数据并非都那么重要。在下围棋这件事上，人类的经验反而拖了后腿。AlphaGo Zero给我们最重要的启示是柯洁说的那句话，“人类下了2 000年围棋，连边儿都没摸着”。非常原始的机器在自己摸索了36个小时后，就超过了全人类2 000年来摸索积累的全部围棋知识。

现在请大家思考三个问题：

为什么AlphaGo Zero从零学起反而比人强？

AlphaGo Zero再从头学一遍，功力还和原来一样吗？

AlphaGo Zero是不可战胜的吗？

神经网络悖论

读者到这里会发现一个悖论：神经网络是模仿人脑，怎么能够发现和掌握人脑无法掌握的知识？我们知道目前的半导体芯片中的人工神经网络只是对大脑的一个简单模仿，无论是在神经元数量还是在连接的复杂性上都远不如人脑。到底是什么原因使得人工神经网络能够在发现隐蔽的相关性方面远超人脑，创造出如此多的神迹呢？

第一个原因是人的感官和机器的“感官”相比实在太差。人的感官在几亿年的进化中主要是为了在自然界中觅食和求偶。所以只能感受到部分外部世界信息。比如眼睛只能看到光谱中的可见光这一小段，无法“看见”从无线电波到毫米波再到远红外的电磁波，也无法“看见”从紫外线到X射线再到伽马射线。人的耳朵也听不到20赫兹以下的亚声波和20 000赫兹以上的超声波。不仅如此，人类的视觉和听觉对强度的分辨率非常粗糙，只能分出数量级。人类的触觉、嗅觉、味觉分辨率更是粗糙。而机器的“感官”，就是各类物理、化学、生物类的传感器则比人的感官精密得多。不仅可以“感受”到人类感受不到的信息，对信息的分辨率也远超人类。如果有办法把这些传感器信号不经过人类感官直接输入大脑，人类大脑也能和机器一样发现数据间复杂隐蔽的相关性吗？大脑能处理高分辨率的外界信息吗？我们可以合理地推测出大脑的进化应该和感官相匹配。如果感官只能提供低分辨率信息，大脑处理高分辨率信息的能力就是一种浪费，这种功能要么不可能演化出来，要么即使偶然变异出来也会被进化无情地消灭。

第二个原因是电子神经元比生物神经元的传输信号速度快，准确度高。由于人脑神经元在突触部分的信号是通过化学分子传导的（细胞膜内外带电的离子浓度差造成电压差），每秒钟大约只能传导400次信号。而电子神经元间的传输速度就是芯片上不同晶体管之间的传输速

度，比人脑神经元要快几万倍。人脑神经元突触之间的传输非常不可靠，平均每次传输的成功率只有30%（这种随机性也许是意识“涌现”的重要条件之一），而电子神经元之间的传输可靠性几乎是100%。人脑神经元由于结构复杂，不同神经元之间的电信号会互相干扰，而电子神经元之间的干扰可以忽略不计。所以人脑神经元是一个慢腾腾的老出错的系统，而电子神经元是一个高速的精密系统。

第三个原因是目前还没有办法获得大脑内部每一个神经元的连接强度。即使我们有办法把外界传感器信号直接输入大脑，大脑也可以处理这些信息，这些信息也只能被雪藏在一个人的脑子里，成为无法沟通、无法传播、无法记录的默知识。但电子神经网络中的每一个神经元之间的连接强度，也就是两个神经元连接的权重系数都是可以存储、提取的。所以机器获得的暗知识是可以传播、复制、记录的。

所以对这个悖论的回答是，人工神经网络虽然是模仿大脑，但它具备了人类没有的三个优势：能“感受”人类感受不到的信息，与人脑相比又快又准，每一个神经元的状态都是可测量的。

神经网络五大研究前沿

之前介绍的几种神经网络都是目前商用中的主流算法，但机器学习的潜力还远没有被挖尽，现在每年关于机器学习的论文还在呈指数级增长，在研究型的大学里任何关于机器学习的课程都爆满。可以预期在今后3~5年中还会不断有新的算法突破，下面介绍的都是目前炙手可热的研究方向，每一个方向的突破都会产生巨大的商业价值。

非监督学习

在前述的机器学习算法中，我们总有一个训练数据集合，即“标注数据”，如所有汽车图片都会标注上“汽车”，所有猫的图片都会标注上“猫”等。这样在训练的输出端，我们就知道结果是否正确，因此可以用正确结果和输出结果的差来训练机器（调整各层的权重系数），就像一个妈妈教孩子认识东西，这类算法叫“监督学习”。在机器学习中还有一种算法不依赖于“标注数据”，叫“非监督学习”，像一个孩子在没人教的情况下自己学习。非监督学习最常用的情形是分类，例如一个孩子见过许多猫和狗后，如果大人不告诉孩子这两种动物的名字，孩子也许不知道名字，但慢慢会知道猫和狗是两种不同的动物。在商业上有很多应用，例如在营销上面可以根据人群的不同属性将其划分成不同人群进行精准营销；在社交媒体上面，可以根据人们之间的互动次数，划出每个人的朋友圈子；在医疗诊断上面可以根据不同症状之间的相关性更精确地预测还未发现的疾病；等等。

增量学习和连续学习

目前的机器学习算法都是“离线训练”，先用一大堆数据训练模型，训练完测试好就拿去做识别用，在识别过程中，这个模型是固定的。如果发现了新的情况，有了新的训练数据，就要把新数据和原来的老数据合在一起重新训练这个模型，训练完还要重新测试才能使用。许多互联网巨头每个月都要训练几十万个模型，目前的计算量主要在训练上。增量学习就是当有新数据时，只用新数据训练原来的模型，使机器在原有的识别功能之上增加新的识别功能。连续学习就是能够边识别边学习。这两种学习算法都还在研究的早期阶段。

生成对抗网络

监督学习的最大问题之一就是需要大量人工标注的数据。在很多情况下，要么没有数据，要么标注的工作量太大。生成对抗网络（Generative Adversarial Network，GAN）解决了这个问题。因此GAN成为目前最炙手可热的非监督学习算法之一。

GAN减少深度学习训练所需的数据量的方法是：从少量的已有数据出发去创造出更多的新的标注数据——多数情况下是图像数据。

图3.13是GAN的示意图，图中有两个深度神经网络：G和D，其中G是生成网络，D是鉴别网络。生成网络的任务是根据一组真实、有限的数据（例如一组图片）生成更多类似但不同的数据。然后把这些生成的数据和真实数据混在一起喂给鉴别网络。鉴别网络的任务是使用很少的真实数据训练后，分出哪些是真实数据哪些是生成数据。如果生成网络生成的数据能被鉴别网络认出来不是真实数据，就说明生成网络模仿得不够真实，需要继续调整网络参数，目的是让鉴别网络分不出来。如果鉴别网络分不出来真假，就说明鉴别网络不够好，需要继续调整参数分出真伪。这样“道高一尺，魔高一丈”地持续对抗下去，两个网络就越来越好：生成网络模仿得越来越真，鉴别网络越来越“火眼金睛”。当两个网络打得难解难分时，生成网络生成出来的数据就和真实数据无法分

辨。当缺乏足够多的真实数据时这些生成数据就可以用于神经网络的训练了。

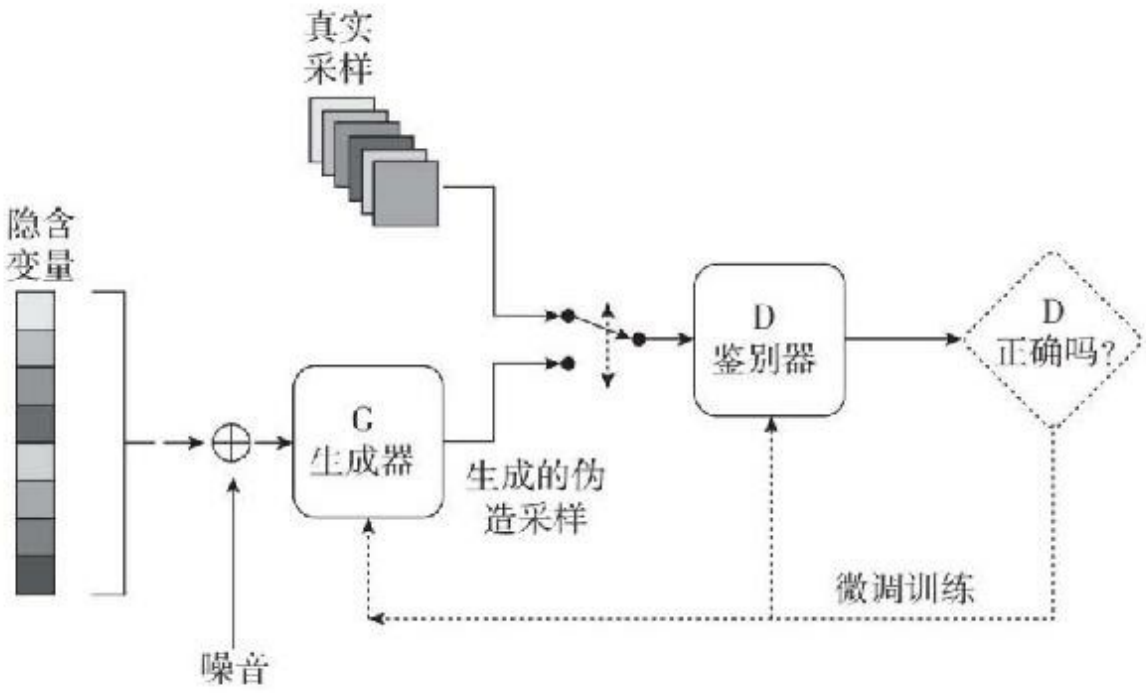


图3.13生成对抗网络

可以把这个过程想象为一个警察和假币伪造者之间的比拼，伪造者想把假币做得像真的，警察希望看到任何钞票时都能鉴别出真伪。两个对抗网络也在彼此学习，也就是说，当一个网络努力去鉴别假币时，另一个网络就能把假币做得越来越真。

另一个例子是生成对抗网络可以模仿名画。经过训练之后的最终结果是，一个网络可以像凡·高、毕加索一样作画，另一个网络能以你闻所未闻的洞察力鉴别画作。这对于医疗等领域来说非常重要，在这些领域中，由于隐私的需要，可用的数据非常有限。GAN可以填补缺失的数据，自行制作完全“臆造”的病患数据，而这些数据在用于训练AI时和真实数据同样有效。深度生成模型有广泛的应用，包括密度估计、图像降噪（从低分辨率或高噪音的图像中生成高品质图像）、图像修复（从部

分残缺的图像中恢复完整图像）、数据压缩、场景理解、表征学习、3D场景搭建、半监督分类或分级控制等。

相比判别模型（例如CNN），生成模型更厉害的原因如下：

（1）能够从数据中识别并表现出隐藏的结构，例如三维物体的旋转、光强、亮度或形状等概念。

（2）能够想象世界“可以是什么样”，而不是仅仅展现世界“已经是什么样”。

（3）通过拟合并生成近似真实的场景，可以预见未来。

迁移学习

迁移学习的一个例子是当一个神经网络学会了中文翻译成日文，再让它学德文翻译成英文时就比从头训练要花的时间少得多。这里面的道理在于语言的结构有很多相似的地方，一旦掌握了这些结构，学习下一个就快了。这和人的技能学习类似。可以想象，只要两种任务的结构有相似之处，就可以用迁移学习的方法。

学习如何学习

学习如何学习也叫“元学习”。目前所有的神经网络都是为了一个单一任务而被设计和训练的。换一个不同的任务，例如从识别图片换成学下棋，原来的机器就完全不工作了。目前的所谓“元学习”并非让机器和人一样掌握举一反三的能力，而是让同一个机器适应更多种类的工作。一个办法是训练时用多个种类的任务来训练。另一个办法是把机器分为两个层次：学习任务的机器和观察学习过程的机器。如果后者能够领悟出不同任务之间的相关性，就可以更快地学习新任务。

神经网络可以有许多不同的结构，例如不同的层数、不同的连接方式，等等。把这些结构看成一个可能的空间，让机器自己在这个空间中寻找对给定问题的最佳结构。

深度学习的局限性

上面介绍了一些目前最热的神经网络，例如卷积神经网络、循环神经网络、强化学习、生成对抗网络等，它们有很多神奇的地方，在实际中也得到了相当广泛的应用。但神经网络也好，深度学习也好，都不是万能的，它们有其自身的局限性。

神经网络的一个局限性是，需要依赖特定领域的先验知识，也就是需要特定场景下的训练，说白了就是神经网络只会教什么学什么，不会举一反三。神经网络的这个局限性，是因为神经网络的学习本质上就是对相关性的记忆，也就是说神经网络将训练数据中相关性最高的因素作为判断标准。打比方说，如果一直用各个品种的白色狗来训练神经网络，让它学会“这是狗”的判断，神经网络会发现这些狗最大的相关性就是白色，从而得出结论：白色=狗。在这种情况下，让这个神经网络看见一只白猫，甚至一只白兔子，它仍然会判断为狗。机器学习的这种呆板行为，用专业术语描述叫“过度拟合”。如果想让神经网络变得更聪明，就必须用各种颜色、各个品种、是否穿衣服等各种场景下的狗来训练神经网络，如此它才有可能发现不同的狗之间更多的相关性，从而识别出更多的狗。人类则不同，一个两三岁智力发育正常的孩子，在看过几只狗之后，就能认出这世上几乎所有的狗了。无须大量标注数据和特殊场景的训练，只需要少量的数据，人脑就可以自己想清楚这个过程。在这方面，目前的神经网络和人脑相比，还有很大的差距。

再如前面提到的汽车和猫的例子，如果一直用正常的汽车来训练这个神经网络，那么当神经网络突然看到图3.14的时候，很有可能无法把它认作汽车，而觉得它更像猫。

这个问题在自动驾驶领域显得尤为突出，由于道路交通状况的复杂性，各种交通指示标志的多样性，想把所有的道路交通场景都训练到显

然是不可能的。2016年特斯拉第一起自动驾驶致死的事故也和这个原因有关。



图3.14机器学习会把这辆汽车当成猫

神经网络的另一个局限性是无法解释结果为什么是这样，因为人类无法理解暗知识，所以更无法解释。对于神经网络这个“满是旋钮的黑盒子”，每个旋钮为什么旋转到那个位置，而不是多一点或者少一点，都是无法解释的。这个不可解释性在许多涉及安全和公共政策的领域都

是很大的问题。例如，医疗涉及人的健康和生命，医生的诊断需要根据极为严谨的医学逻辑，因此医疗对于人工智能的可解释性要求远高于其他行业，极少有医院或医生敢把无法解释的诊断结果用在患者身上。然而由于神经网络自身不具备医学逻辑，其输出的结果也缺乏医学上的解释性，因此目前人工智能在医学上的应用，无论是影像识别还是辅助诊断，都需要专业医生的复核，距离取代医生还有较大的距离。

人工智能之所以有上述两个局限性，主要是因为目前的神经网络只有相关性的学习能力，没有因果推理能力，更无法把一步一步推理的过程表现出来。因此，想要克服这两个局限性，我们需要有因果推理能力的人工智能。要实现这件事情，人工智能需要做的，不仅是识别场景，还需要将识别出来的场景和它具体的功能以及想做的事情结合起来，从而实现合理的逻辑推理。

让我们看看人脑是如何理解一个场景的。当人进入一个新的房间时，会很自然地对这个房间的大小，里面各个物品的大小、位置等有一个大致的认识。之后，人脑会把识别出的场景和物品，与其功能一一匹配，例如，床是用来躺的，而且是一张双人床可以躺两个人，椅子是用来坐的，杯子是用来喝水的，等等。然而值得注意的是，上述的几何重建和功能推理，其精度是和具体任务相结合的。例如，人一开始看到杯子，会匹配它喝水的功能，并看到它放在桌子上，判断距离自己两三米远，这个距离判断是非常不精确的。然而当人真的需要喝水时，喝水成为一个任务，人在走过去拿杯子的过程中，不断地、更加精确地判断自己和杯子的距离，直到非常精确地拿到杯子。这个过程就是一个典型的任务驱动的场景识别和功能推理。

此外，人类对于功能的推理，并非会拘泥于具体的物体，而是能抽象出这个物体和功能有关的物理特性，从而匹配其功能。仍然以喝水为例，如果房间里没有杯子，但是有一个瓢、一个盘子、一根擀面杖，人会很自然地选择瓢作为喝水的工具（如果连瓢都没有则可能选择盘子），因为瓢可以作为容器的物理特点和杯子是一致的。而且，选择了

瓢之后，人拿瓢的动作，喝水的动作，都会和拿杯子不一样，这同样是由杯子和瓢不同的物理特性决定的。由此可见，人对于物体的功能推理，是会根据任务的要求，抽象其物理特性，从而推理它的功能并完成任务，因此人工智能的场景识别和功能匹配，是需要基于场景和物体的物理特性来完成的，而不仅仅是识别和标定具体功能。

这种基于任务驱动的因果推理和当前的神经网络的对比如下。（见表3.1）

表3.1神经网络和任务驱动的对比

	神经网络	任务驱动
物体识别	识别物体是什么 如果没训练过，就无法识别	识别物体的物理特性 即使没训练过，也可以识别
功能匹配	通过标定和训练匹配功能 如果没训练过，就无法匹配	通过物体特性匹配功能 即使没训练过，也能匹配功能
驱动本质	数据标定驱动	任务驱动
数据数量	需要大量数据训练	只需要少量数据
推理能力	无	有推理能力

资料来源：朱松纯，《正本清源》，2016年11月刊登于《视觉求索》。

目前在这个方面探索的代表人物是加州大学洛杉矶校区（UCLA）的图灵奖获得者朱迪亚·珀尔（Judea Pearl）教授以及他的同事朱松纯教授。他们认为可以建立一个基于常识之上的“概率决策图”，也叫“概率语法图”。这个模型把人类的常识和世界模型都包含进来，又采用贝叶斯原理，可以像人类一样不需要许多数据就能学会，在处理许多问题上效率远高于神经网络。在高科技领域，硅谷一家由斯坦福大学教授威德

罗的弟子创办的人工智能公司Vicarious得到了著名风险投资人蒂尔（Peter Thiel）、特斯拉创始人马斯克、脸书创始人扎克伯格（Mark Zuckberg）和亚马逊创始人贝佐斯（Jeff Bezos）的投资。他们也是采用了概率决策图的方法。虽然目前他们是少数派，但也许若干年后会异军突起，就像神经网络坐了50年“冷板凳”今天突然一飞冲天一样。

第四章

逐鹿硅谷——AI产业争霸战

导读

这一章不谈理论和技术，只谈AI的产业生态。对于想抓住AI时代投资机会的人，这章提供了对AI产业和商业的一个基础理解。没有读过前面章节的读者也可以直接读这一章。

最新技术巨浪

人工智能毫无疑问是继移动互联网之后的一次超级大浪，其规模和影响至少是互联网级别的。这次创新大浪启动的标志性事件是2012年的ImageNet比赛。ImageNet目前有1 400万张图片，其中上百万张有文字标注。标注的文字通常是用短语描述该图片的内容（例如“草地上卧着的一条黄狗”）。ImageNet的比赛主要是看谁的程序能够最准确地识别出图片的内容。在2012年以前，识别主要是人工选择物体特征并且写出识别这些特征的程序，准确率的最高水平一直在74%左右徘徊。2012年，亚历克斯·克里捷夫斯基使用多层神经网络AlexNet一举把识别率提高了10个百分点，达到84%。

这个突破性结果立即引起了产业界的强烈兴趣和关注。谷歌大脑的负责人杰夫·迪恩（Jeff Dean）敏锐地发现了这个重大机遇，他用了一年的时间说服了谷歌当时的CEO（首席执行官）兼创始人拉里·佩奇（Larry　Page），开始全公司大举转型AI，随后Facebook、微软、百度等科技巨头纷纷跟进。如图4.1所示，在今后几年，神经网络不断提高识别的准确率，终于在2015年达到96%的准确率，超过了人类所能达到的95%。这些突破证明了机器学习可以开始解决实际问题，也让工业界认识到了巨大的商业潜力。但这个突破来之不易，AI走过了60年的艰辛道路。

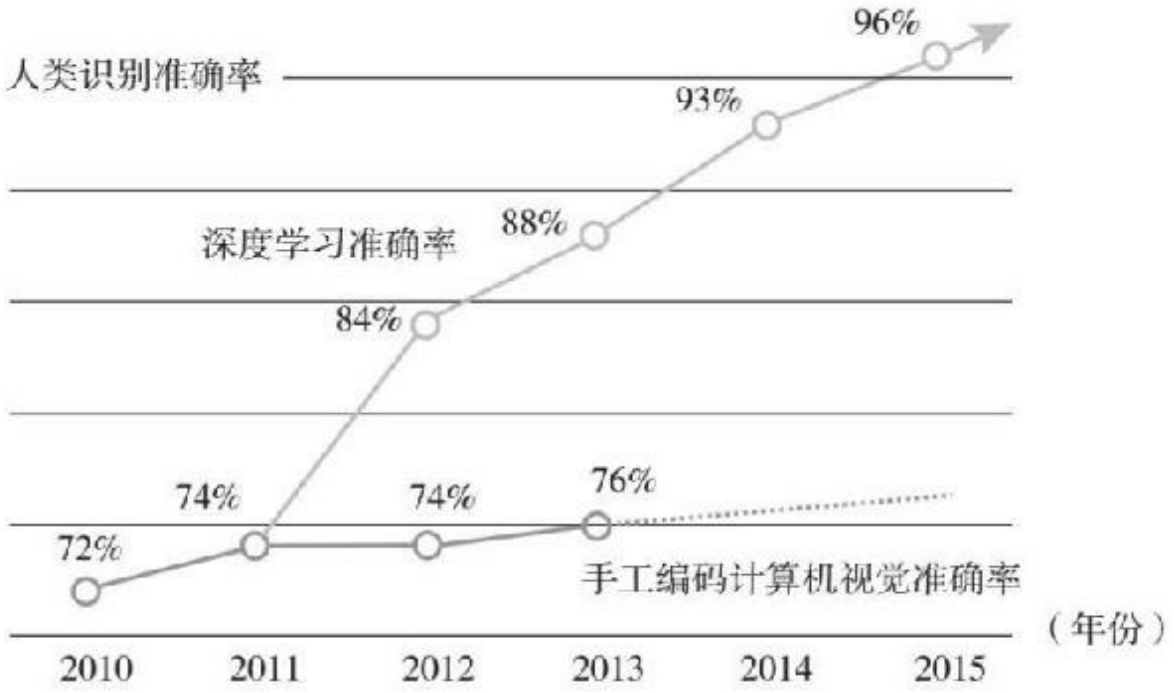


图4.1 2010—2015年ImageNet大赛历年识别准确率

图片来源：http://yann.lecun.com/。

AI突破三要素

AI发展了60年，为什么到今天能够突破？这是由于长期积累的三个条件成熟了。

第一个条件是计算能力。计算能力和半导体的集成度（在单位半导体材料面积上可以集成的晶体管的数量）直接相关。从第一个集成电路晶体管诞生以来，在过去的50年中，半导体的集成度的增加速度基本遵循“摩尔定律”。1965年4月19日，《电子学》杂志（*Electronics*）发表了仙童半导体公司工程师戈登·摩尔（Gordon Moore，后成为英特尔的创始人之一）撰写的文章《让集成电路填满更多的组件》，文中预言半导体芯片上集成的晶体管和电阻数量将每年增加一倍。1975年，摩尔在IEEE（电竞和电子工程师协会）国际电子组件大会上提交了一篇论文，根据当时的实际情况对摩尔定律进行了修正，把“每年增加一倍”改为“每两年增加一倍”，而这个定律经过传播演化，变成今天普遍流行的说法“计算机运算速度每18个月提升一倍，价格每18个月下降一半”。1970年一个芯片上的晶体管数量约为1 000个，今天一个芯片上的晶体管数量达到100亿个，不到50年中提高了1 000万倍。相应地，计算能力也提高了1 000万倍。目前虽然单个芯片的晶体管数量增加速度放缓，但人们开始把成百上千个芯片封装在一起以便提高总的计算速度。

计算能力对人工智能的巨大推动还体现在一个标志性事件上——GPU（图形处理器）被用于训练AI算法。2009年，斯坦福大学计算机系教授吴恩达和他的博士生拉加特·蓝恩纳（Rajat Raina）第一次提出由于神经网络中大量计算可以并行，用一个GPU可以比双核CPU快70倍，原来需要几周完成的计算一天就可以完成。之后纽约大学、多伦多大学及瑞士人工智能实验室纷纷在GPU上加速其深度神经网络。赢得2012年ImageNet竞赛的AlexNet同样用的也是GPU。从此之后，GPU就在神经

网络的训练和识别中树立了公认的王者地位。再到后来AlphaGo发威战胜人类顶级围棋手，背后则是谷歌自行研发的专为深度学习使用的TPU发挥了重要支撑，每个TPU可以提供10倍于GPU的计算能力。在本章中将会详细分析为什么TPU比GPU快。

第二个条件是数据。如果说算法是火箭发动机，那么数据就是燃料。由于互联网的发展和各类传感器（例如在各种环境中的温度、位置、压力等物理化学变量的测量，社会中大量摄像头的存在）成本的大幅下降和广泛安装，根据IDC（互联网数据中心）的监测统计，2011年全球数据总量已经达到1.8ZB（1ZB=1万亿GB），相当于18亿个1TB的移动硬盘，而这个数值还在以每两年翻一番的速度增长，预计到2020年全球将总共拥有35ZB的数据量，增长近20倍。

这比从人类出现到计算机出现前产生的所有数据都多。以目前的传感器技术发展速度，若干年后回头看今天的数据量，不仅量小而且数据采集的密度和广度都远远不够。

第三个条件就是那批甘愿坐“冷板凳”的科学家经过了几十年的积累，终于从2006年开始在算法上有了重大突破。当时在多伦多大学任教的辛顿教授在美国《科学》杂志和相关的期刊上发表了论文，证明了深度神经网络的能力和实用性。从此，基于多层神经网络的深度学习理论成为本轮人工智能发展的重要推动力，相当于过去飞机从达·芬奇设计的扇翅膀的飞行器变成有螺旋桨的发动机，人工智能的概念和应用开始一路攀升，语音识别、机器视觉技术在几年间便超过了人类的水平。

正是算力、数据、算法这三个要素同步成熟，形成合力，终于带来了今天AI的爆发。这三个要素中最重要的是计算能力的发展和算法的互相促进。

金字塔形的产业结构

一个产业的生态主要是指这个产业有哪些环节和这些环节之间的关系，例如哪个环节是生态的瓶颈并掌握最强的砍价能力。更深入的产业生态分析还包括各个环节的未来发展以及对整个生态的影响。AI的产业生态如图4.2所示，是一个金字塔形的结构。



图4.2AI产业生态的金字塔形结构

金字塔的下层对上层有依赖性，但反之不成立。也就是说上层是驱动力，是自变量，下层是驱动结果，是因变量。金字塔的宽度大致对应市场规模和公司的数量。所以越上层对整个行业的影响越大但市场规模越小，越下层市场规模越大但影响越小。

产业的皇冠：算法

我们前面说过，AI近年的突破性发展的三个驱动因素之一是神经网络算法的突破。其实这是三个因素中最重要的因素，因为其他两个因素（计算能力和数据量）属于“搭便车”。目前研究算法主要集中在美国的一流大学和几家超级互联网公司（谷歌、Facebook、亚马逊、微软、IBM、百度等）。大学的算法研究大部分都是学术性和公开的，而大公司的算法研究最核心的只留给自己用。专门研究算法的私人企业屈指可数，一家著名的算法公司就是被谷歌收购的大胜围棋世界冠军的DeepMind。另一家是由硅谷老将，曾经做出世界上第一台掌上电脑PalmPilot的杰夫·霍金斯（Jeff Hawkins）创办的Numenta（公司名来自拉丁文mentis，意为“心灵”）。Numenta是一个由私人资助的研究所，他们过去十几年专注于发展一种叫作层级时序记忆（Hierarchical Temporal Memory，HTM）的算法。这种算法受大脑新皮质中锥体细胞的启发，网络结构远比各种神经网络复杂。这种算法的一个特点是可以连续学习。神经网络都有一个缺陷，在模型训练完毕后，如果有新数据可以用，就必须把新数据和原来的老数据合并在一起重新训练模型。而HTM的连续学习没有这个缺陷，当新数据来了以后，只要继续把新数据喂给模型即可。HTM的第二个优势在于可以将物理世界的基本常识融入模型。Numenta并不寻求直接提供商业解决方案，而是仅仅提供算法的许可，让合作伙伴用自己的算法来解决商业问题。Numenta还提供了开源的平台，让更多的开发者在这个平台上完善HTM算法。从Numenta出来创业的威德罗教授的博士生迪利普·乔治（Dileep George）基于HTM创办了一家做机械手通用软件的公司Vicarious。相对于应用，纯粹做算法的公司少得可怜，原因主要是缺乏商业模式。

技术制高点：芯片

半导体芯片是一切信息技术的基础，有了芯片才有电脑和存储，有了电脑和存储才有互联网，有了互联网才有大数据，有了大数据才有人工智能。在这每一波的发展中，芯片都是最关键的环节，芯片厂商总是处在霸主地位。在大型机时代，能够自己开发芯片的IBM独占鳌头。在个人电脑时代，能够生产出最好的CPU的英特尔成为新的霸主。在移动通信时代，高通（Qualcomm）几乎垄断了手机芯片，直接挑战英特尔的霸主地位。在云计算大数据时代，三星（Samsung）凭借自己在存储芯片方面的优势成为世界半导体第一大厂家。在人工智能时代，谁将是新的霸主？

这个新霸主的桂冠很可能落在硅谷的半导体公司英伟达（Nvidia）头上。英伟达成立于1993年，创始人是出生于中国台湾，小时候随父母来到美国的斯坦福大学毕业生黄仁勋（Jen-sen Huang）。公司最初是做电脑图形显示卡，20多年来一直在研发销售图形显卡和图形处理芯片GPU。除了工业应用之外，图形显卡的最大市场是电脑游戏，今天高端电脑游戏里面几乎清一色用英伟达的显卡。当电脑游戏市场开始成熟后，英伟达也曾经想进入手机市场并收购过相应的公司，但是并不成功。直到2012年上天为准备好了的英伟达掉下一块“大馅饼”，这个馅饼就是我们前面提到过的2012年的ImageNet比赛。在这个比赛中取得突破的AlexNet的发明人亚历克斯就使用了英伟达的GPU，证明了GPU非常适合用于有许多并行计算的神经网络，比CPU快得多。在这之后的几年，其他人都开始采用GPU，比谁能将网络做得更大，层数更多。从此以后，GPU成了神经网络计算的引擎，相当于CPU对电脑的作用一样。

为什么GPU会成为神经网络计算的引擎？训练神经网络就相当于调黑盒子上的旋钮，调旋钮是通过数学的算法调的，这些旋钮动辄几十亿

个，需要大量的计算。传统电脑用的是CPU，用CPU去调旋钮相当于调完第一个再调第二个，一个一个按顺序来，虽然现在CPU很快，但神经网络的旋钮实在太多了，连CPU都招架不住了，这时候GPU就出现了。

GPU和CPU不一样的地方是它一次可以同时调成千上万个旋钮，原来CPU几年才能调完的活GPU几天就干完了（有兴趣的读者可以看附录3中关于GPU的技术描述）。GPU的出现，让神经网络可以更大，因而处理能力更强，从一个纯学术的研究项目变为有巨大商业价值的工具。

深度学习需要用GPU的主要有两类：模型训练和识别。前者不光要处理大量训练数据，还要不断地试验不同的模型和参数，因此运算量巨大，一个训练模型可能要成百上千个GPU来算。识别的计算量少很多，但是用户多（例如谷歌、Facebook的用户都以10亿计），所以总的运算量更大，通常是模型训练的几十倍甚至上百倍。由于几乎所有的深度学习都从英伟达买GPU，所以英伟达芯片一直供不应求，其股票从2015到2017年涨了10倍。

面对如此大的权力和利润，其他公司都心有不甘。首先是英特尔不甘心被摘下霸主桂冠，开始在CPU里集成更多的核心，2017年的Xeon Phi（处理器）里面多达72个核。但CPU毕竟还要做许多其他事情，单论深度学习还是远不如同档次的GPU。先进微器件公司（Advanced Micro Device，AMD）发扬一贯的“宁做老二”的传统，在CPU上紧盯英特尔，在GPU上紧盯英伟达，永远走“功能类似，价格便宜”的路线。

其他几家互联网巨头也不想眼睁睁地看着英伟达控制着深度学习的命脉。谷歌就撸起袖子自己做了一款自用的TPU。TPU的设计思路是这样的：既然GPU通过牺牲通用性换取了在图形处理方面比CPU快15倍的性能，为什么不能进一步专注于只把神经网络需要的矩阵运算做好，进一步提高速度呢？所以TPU设计的第一个诀窍是比GPU更专注于神经网络里面计算量最大的矩阵计算，而不需要像GPU一样去顾及图形处理的许多需求。TPU的第二个诀窍是采用低精度的计算。图形与图像处理需要很高的精度（通常用32比特浮点精度），而用于识别的神经网络的参

数并不需要很高的精度。

所以谷歌的第一款TPU就专门为识别设计，在运算上放弃32比特的浮点运算精度，全部采用8比特的整数精度。由于8比特的乘法器比32比特的简单4×4=16倍，所以在同等芯片面积上可以多放许多运算单元。谷歌的第一款TPU就有65 000个乘加运算单元，而最快的GPU只有5 300个单元。有兴趣的读者可以看附录3中对于CPU、GPU和TPU的详细技术分析和比较。

对于机器学习的芯片市场，不仅各大半导体厂商在攻城略地，美国、中国、欧洲至少有几十家新创公司也在摩拳擦掌。新创公司有机会吗？

神经网络芯片大致可以分成三大类。第一类是数据中心里面使用的用于训练模型和识别的芯片。目前这类芯片几乎被英伟达垄断。这类芯片客户不惜成本，不太计较耗电，只要计算速度快。这些芯片通常都用最新的半导体工艺以便集成最多的晶体管。截至本书成稿时，最先进的开始成熟商用的半导体工艺是7纳米晶圆线，使用最新的工艺成本也最高，一个芯片从研发、设计、流片、测试到量产的过程耗资动辄数十亿美元，新创公司通常没有这么多钱，风险资本也不愿意冒这么大风险。即使能生产出来，销售也是一个极大的问题，要说服大客户们使用一家没有验证过的芯片极为艰难，除非新创公司的芯片能比现有芯片快至少10倍以上。如果要比现有芯片快10倍以上，那么新创公司在设计阶段至少要比市场最快芯片快100~1 000倍，因为现有厂商也不会原地不动，也在不断地设计新一代的芯片。即使一个新芯片能快10倍，编程软件环境包括编译器、程序库等完善也需要若干年的时间。综上原因，一家新创公司想觊觎数据中心市场风险非常大。

第二类是用于汽车自动驾驶或机器人中的芯片，这类芯片的耗电不能太大，例如在电动汽车里，芯片耗电不能使电池巡航距离降低超过1%。对成本有一定的要求，计算速度也要比较快。目前英伟达的GPU是各大汽车厂商的首选，英伟达也将自动驾驶作为最重要的布局领域。

AMD、高通、英特尔都在竞争这块市场。高通曾经想以440亿美元收购荷兰半导体厂商恩智浦（NXP）公司，因为恩智浦的芯片已经广泛用在汽车的各个控制系统里。2017年3月，英特尔以153亿美元收购以色列汽车视觉公司Mobileye，从而在高级辅助驾驶系统（ADAS）市场实现领先。AMD联合了原本是英伟达合作伙伴的特斯拉开发适用于自动驾驶的AI芯片。在巨大的市场潜力的吸引下，一些新创公司也进入这个领域。但整体而言新创公司在这个市场的机会也比较小，原因类似：研发成本太高，客户（汽车公司和它们的一级供应商）大而保守等。

第三类是用于各类终端的芯片，例如用于摄像头、手机、医疗设备、小型机器人等。这类芯片要求耗电非常低（例如手机），成本非常低，在机器学习类的运算中速度只要能比CPU快10倍以上即可。新创公司在这一类芯片中机会最大。在这类终端芯片中，以手机市场最大，但进入一流手机厂商的机会也最小。例如苹果、三星、华为等一流手机厂商几乎都用自己的芯片以便提供差异化用户体验，对它们来说设计一个神经网络加速器的难度并不高。2017年苹果、华为已将AI元素融入自家芯片，发布内置AI芯片的iPhone X（苹果手机）、Mate10（华为手机）等。另外，手机芯片厂商绝不会放弃这个未来市场，高通、三星、联发科等计划在2018年也推出融入人工智能的芯片产品，其他手机厂商也会陆续使用神经网络芯片。即使是二三流的手机厂商也一定要求AI加速芯片被集成到CPU里而不是增加一个新的芯片（这样几乎不增加成本）。新创公司根本不可能开发一个全新的带AI加速器的CPU，最多只能把自己的AI加速器的设计给CPU芯片公司使用，但CPU芯片厂商都有自己设计AI加速器的能力，所以AI芯片的新创公司想进入手机市场几乎没有可能。

摄像头市场规模非常大，尤其是许多国家或城市正在打造智慧城市，AI芯片的需求潜力很难估量，很多AI芯片和算法创业公司都将安防作为最重要的落地场景之一，但该领域的集中度也很高，给安防设备厂商提供视频处理芯片的公司一定会把AI功能集成进去，安防设备龙头厂家也会研发自家的AI芯片。所以新创公司的最大机会在于为那些还不存

在的或者目前规模很小的应用提供芯片，例如各种小机器人、物联网的应用。投资人要赌的是这些目前大厂看不上的市场会在短短几年内爆发。

许多读者会关心，中国的新创公司在AI芯片上有没有机会？对这个问题的回答是：上面的分析对任何一个国家的新创公司都是适用的。

生态大战——编程框架的使用和选择

在AI领域经常听到一个新技术名词叫作“编程框架”。这个编程框架和过去我们熟悉的“编程语言”“操作系统”是什么关系？简单讲，所谓编程框架就是一个程序库。这个库里有许多常用的函数或运算（例如矩阵乘法等）。这样的程序库可以大大节省编程人员的时间。这些编程框架的程序库大多都是“面向对象”的高级编程语言，例如C++（计算机程序设计语言）、Python（一种面向对象的解释型计算机程序设计语言）等。高级编程语言易于编程但效率低，低级编程语言例如汇编语言编程复杂但效率高。用这些高级编程语言写的程序库可以在各种不同的操作系统上运行，例如Linux（一种开源操作系统）、Windows（微软电脑系统）、Mac OS（苹果电脑系统）等。

作为机器学习的一个早期现象，现在有许多种不同的编程框架在竞争。其中比较著名的有TensorFlow、theano、Caffe、MXNet、CNTK、torch等。这些不同的编程框架的本质类似，通常都由以下五部分组成。

张量对象

张量就是一组多维的数据。例如一组24小时每小时平均温度的数据就是一个有24个数据的一维张量，也叫向量。一张480×640像素的黑白图像就是一个二维张量，也叫矩阵。第一个维度有480个数据，第二个维度有640个数据，共有480×640 =307 200个数据，每个数据的值就是这张图中一个像素的灰度。如果是一张彩色图像，每个像素又可以分解为红、绿、蓝三原色，这张图像就变成一个三维的张量，一共有480×640×3=921　600个数据。张量是一种能涵盖各种数据的形式，不论

要处理的数据是天气、股票、人体生理指标、语音、图像还是视频，都可以用不同维度的张量表示。这样数据的统一的表达使数学运算形式的表达也能够统一：都是张量运算。所以在机器学习计算时（不论是训练模型还是识别特征）都要先把数据转化为张量形式，计算结果出来以后，再从张量形式转化为原来的数据形式。在所有的张量里，最常用的就是二维张量，即矩阵。下面为了直观易懂，我们在讨论过程中都用矩阵作为张量的代表。

对张量的运算

基于神经网络的机器学习在本质上是对输入数据的一系列矩阵运算、卷积运算和非线性运算（例如只取正值，负值一律等于零的运算）。作为模型训练，通过反向传播不断地调整加权系数（即矩阵的各个元素）使最后的输出与目标值的差达到最小。作为特征识别，将输入数据经过一系列矩阵和非线性运算后提取出某个训练过的特征，然后再拿这个特征和一类已知特征比较进行分类。这些常用的运算例如矩阵乘法、非线性处理等都可以成为程序库里的一个运算或函数。当我们调用这个函数时，只需要把该填的参数填进去，例如矩阵的大小和内容，而不必再自己写矩阵的具体运算。

运算流程图和程序优化

许多编程框架都提供可视运算流程图，这个工具可以把一个神经网络的全部运算用框图的方法画出来，框图中的每个节点就是程序库中的一个函数或运算（用编程语言说叫作一个对象），这样整个运算非常直观，也容易找到程序漏洞。当运算流程图画出来以后，编程框架就可以自动把流程图变成可执行程序。对于一个复杂的程序，用可视流程图方

法画出来后有全局观，很容易优化（改动流程图比改程序容易）。编译器（把用编程语言写的程序转化成计算机底层指令的内置程序）可以根据流程图优化底层资源（内存、计算等资源）的分配。

自动求导器

在神经网络训练时最复杂的计算就是把输出误差通过反向传播，用最陡梯度法来调整网络各层的加权系数直至输出误差最小。这个计算基本是一个连锁的在网络各层对权重系数集求导数的计算。在大部分的编程框架中，这个连锁求导被打包成一个运算函数（在Python程序库里是一种“类”）。在有些提供高级应用接口的编程框架中，例如TensorFlow，甚至把整个“训练”打包成一个运算（“类”）。在把运算流程图画出来以后（等于定义好了神经网络的大小和结构），只要调用“训练”这个运算开始运算训练数据，就可以得出训练好的网络参数。

针对GPU的线性代数运算优化

传统的许多线性代数的函数是在CPU上运算的。前面介绍GPU时讲过，GPU的特点是大量的并行计算。线性代数中的运算许多都是矩阵运算，而矩阵运算中有大量可并行的计算。由于目前AI的计算平台以GPU为主，所以许多原来常用的线性代数函数和运算包要重新写，让这些运算充分并行。但这部分工作不影响编程框架用户的使用方式，这些优化后的接口和使用方式保持不变。

这些编程框架都是早期的机器学习编程者为了自己方便使用而积累出来的程序库。它们形成的时间不同，目的相异，解决的问题的侧重面也不同。有些框架提供的可调用程序属于底层（每个函数或运算相对基本，相当于盖房子的砖头），需要编程人员透彻理解神经网络，这些底

层程序库的好处是编出来的程序灵活性高、适用性强、运行效率高。有些框架提供的调用程序属于高层（每个函数或运算复杂，相当于盖房子的预制板，如同一面墙）。不太懂神经网络的人也能很容易编程，但程序灵活性和适应性受限制，运行效率低。另外一个主要不同之处是程序库内的函数和运算的具体实现方法不同，有些效率高，有些效率低。关于各主要编程框架在使用单个和多个GPU进行机器学习中最常见的矩阵运算和卷积运算的效率比较，可以参见香港浸会大学褚晓文教授的论文《基准评测TensorFlow、Caffe、CNTK、MXNet、Torch在三类流行深度神经网络上的表现》。想更多地了解这些编程框架的读者可以参阅附录4，其列出了目前业界的主要编程框架。

开源社区与AI生态

我们从程序库的介绍可以看出，几乎任何早期的机器学习的编程者都会自己编写一些常用的函数和运算，建一个自己用的或自己的公司内部用的程序库。发源于大学的这些程序库，例如发源于加州伯克利大学（UC Berkeley）的Caffe，通常从一开始就是“开源”的，也就是这些程序库里面的源代码都是公开的。近年来谷歌、Facebook、微软、亚马逊等公司也将自己的程序库开源。为什么它们会如此“大公无私”？当然这些公司内部推动开源的技术人员中不无理想主义者，希望通过开源来推动机器学习的快速发展。但公司作为一个营利主体，开源的主要商业动机是吸引更多的软件编程人员使用自己的编程框架，滋养一个围绕着自己的编程框架的生态系统。那么“开源”这个游戏是怎么玩的呢？程序源代码开放后随便什么人都可以改，如何控制质量？下面我们就介绍一下“软件开源”这个游戏的历史和规则。

软件开源在美国有悠久的历史，最成功的开源项目就是互联网的开发。从1962年兰德公司提出互联网的概念，到1968年头三个网络节点（斯坦福大学、斯坦福研究所、加利福尼亚州洛杉矶大学）的连接，再到网络协议TCP/IP的开发和成熟，其间没有任何政府部门出面组织，也不受任何一家公司控制，完全靠社区志愿者。美国这个国家就是从社区到小镇，到州，再到联邦这样自下而上建立起来的。当1620年从英国驶往新大陆的“五月花”号轮船被季风从原来的英王特许地纽约吹到北边的荒无人烟的今天叫作波士顿的地方时，船上的102名男性清教徒在一起订下了“五月花号圣约”。这份圣约就是美国第一个社区的“乡民公约”。之后美国的各个移民社区都是这种自治管理模式，没有官，也没有“上级”，所有的社区都由社区居民自己定规则，自己管理。“政府”就是自己订的乡民公约。所以在美国独立战争后许多人认为根本没有必要成立

一个联邦政府。这种强大的自治传统是开源软件的文化基础。所以像互联网这样无中心，没“领导”的“怪物”只能在美国成长起来，在世界任何其他地方都不太可能。这和技术无关，而和文化、历史有关。互联网的技术很简单，只要有一台显示终端、电话线和提供信息的计算机就可以搞互联网了。其实世界上联网最早的国家不是美国，而是法国。法国1968年就开发出了“Minitel”（法国自行建立的国家网络，建成早于互联网），由法国邮电部开发、控制。1982年就在全国铺开，给每个居民家里面安装一个统一的终端，通过电话线连接到邮电部的数据库里，可以查天气、订票等。法国这样的欧洲大陆国家有悠久的皇权传统，从一开始就和美国的思路完全相反，一切由邮电部控制。在互联网的冲击下，法国Minitel和其他国家政府控制管理的互联网门户一样早就荡然无存。回过头看，孰优孰劣一目了然。

软件开源也是一个社区，这个社区也有乡民公约，这个公约的主要内容就是鼓励每个人分享对开源软件的改进。经过多年的演进，目前开源社区的公约大多使用“Apache2.0协议”。这个协议的主要规则如下：任何人都可以使用Apache 2.0协议许可下的软件，并且可以用于商业；任何人都可以任意修改原有的软件，并将修改后的软件申请商标和专利，但修改的软件必须注明使用了Apache 2.0的许可，必须明确标示修改的部分。

开源社区允许在开源软件的基础上开发自己的商用软件，而大多数商用软件是不愿意公开的。那么开源社区如何解决“搭便车”的问题呢？这个问题就像问为什么总有人愿意出头为社群出力，为什么人会有利他的动机。答案在于种群的竞争和演化。设想远古两个邻近的部落，第一个部落里面的所有人都很自私，另一个部落里面有些人愿意为大家冒风险和做事，第二个部落的合作能力和战斗力就会比第一个强，两个部落发生战争时第二个部落就会把第一个部落消灭了。那些“纯自私”的人的基因就无法遗传下来，而获胜存活下来的基因中就会有利他成分。就像我们在日常生活中看到的一样，一个社群中愿意牺牲自己的利益为大家服务的人虽然总是极少数但永远存在。开源社区其实是同一个道理，在

里面免费干活不断改进软件的人也是少数，所以许多开源社区都是一路艰难。但是对于那些逐渐成为重要基础设施的开源软件，例如互联网协议、操作系统Linux等，就会有更多的人来关心和付出。例如许多商业公司使用了这些开源软件，一旦公司做大，这些公司就非常关心这些开源软件的改进、更新和安全。这些公司就会出钱出力。还有一些用户也会捐献，许多常年依赖维基百科学习和检索的读者，因为希望这个工具越来越有用，就会定期捐款支持。笔者已经不能想象离开维基百科这样的工具该怎么工作和生活。但以上这些因素仍然没能彻底解决开源社区“搭便车”的问题。这和我们在一个社群社区的情况完全相同，总有人会“搭便车”。区块链技术的出现也许能彻底解决这个问题，这又是一个很长的话题。笔者也许会在下一本关于区块链对社会的冲击的书中详述。

所以有了开源的编程框架以后，大量的AI应用开发公司就可以使用现成的程序库而不必从头开始。这就大大降低了AI应用的技术门槛。一个不懂机器学习的有经验的软件工程师，可以用一个月时间在网上学一门机器学习的基础课程，再花一周时间就可以掌握像谷歌的TensorFlow这样的编程框架。所以今天融资的新创技术型公司都可以说自己是“AI公司”。如果这些公司的技术都使用开源编程框架，它们的技术差别就很小。因此这些公司比拼的是对某个行业的理解和在该行业的营销能力，以及对该行业数据的占先和占有程度。有AI技术实力的公司通常不完全依赖开源的编程框架，而是自己开发很多自己专用的底层程序库，甚至有自己的编程框架。

乱世枭雄

今天的AI就像20年前的互联网，是兵家必争之地。几乎所有的大公司都在争夺高地。其中最有代表性的就是世界上几大科技和互联网巨头：谷歌、Facebook、亚马逊、微软、IBM、百度、阿里巴巴、腾讯等。这些巨头可以分为三类：第一类是掌握大量用户数据的互联网公司；第二类是微软和IBM这样的技术公司；第三类是华为、小米等这类缺乏数据，但有应用场景，又希望通过AI提升自身产品的公司。第一类公司首先在自己的数据上全面使用AI技术，例如图片搜索、用户行为预测、智能推荐等。第二类公司则希望打造AI云计算让客户使用。第三类公司积极和前两者进行合作，或快速将它们的AI开源能力运用到自身的产品中。

在互联网公司中，技术驱动型的公司例如谷歌和百度都是在AI战略上最激进的公司。谷歌放弃了“移动第一”的战略，提出“AI第一”的新战略。百度也宣称自己是一家AI公司，要全力以赴投入AI（all in AI）。谷歌和百度除了在自己的数据优势上全面使用AI以外，也四面出击，企图进入自己不占有数据优势的垂直行业，例如自动驾驶和医疗健康行业。中美的搜索公司在进入垂直行业上比社交网络和电子商务公司更激进的另外一个原因是搜索公司的用户数据比社交和商务的用户数据“浅”，挖掘的价值没有社交和商务用户高。

这些互联网和科技巨头都在云计算方向上激烈竞争，每家都希望自己的AI云计算占有最大的市场份额，亚马逊、谷歌、百度、IBM、腾讯等都在其云计算平台推出了计算机视觉、语音识别、自然语言处理、翻译等能力。谷歌传统的云计算市场份额远不如亚马逊，但AI为其提供了一个翻身的机会。谷歌开发自己的TPU，除了降低成本以外，更重要的是TPU能够对TensorFlow编程框架下的计算提供更快的计算。相对于亚

马逊的云服务AWS等竞争对手，谷歌不仅可以提供成本更低、拥有更强AI能力的云计算服务，还可以进一步吸引更多的人使用谷歌的编程框架TensorFlow。这样TensorFlow和谷歌的云计算服务的绑定就越紧密，TensorFlow和基于TPU的云计算就形成了正循环。目前TensorFlow的SDK（开发工具包）在全球有1 000万次下载，遍布180个国家和地区。同时谷歌云AI团队正在快速降低AI技术上的门槛。2018年初，谷歌发布全新的“自动机器学习云”（Cloud AutoML），不会用谷歌编程框架或任何编程框架的人也可以创建机器学习模型，用户只需上传数据便能自动创建机器学习模型，包括训练和调试。目前已经有上万家企业使用谷歌的自动机器学习云服务。

华为在通信设备、移动终端领域有领先优势，虽然该公司很早就部署了AI，但是在AI技术上整体还是大幅落后于谷歌、百度这类公司。因此该公司采用了全面开放合作的态度，构建自身的AI能力，以便升级现有的产品与服务能力。华为通过开放平台的搭建，在芯片层一开始采用了寒武纪的NPU（嵌入式神经网络处理器），在语音交互方面采用了科大讯飞和自主研发相结合，并通过开放的架构和战略合作将谷歌的TensorFlow、百度的Paddle Paddle等深度学习能力便捷地提供给开发者与合作伙伴，并和微软联合开发内置于系统层的机器翻译功能，以及和商汤等公司联合开发AI技术，以便为旗下产品打造更多的AI型应用，拉开和竞争对手的距离。

大卫和哥利亚

大公司既有技术又有数据，那新创公司怎么活？简单来讲，新创的AI公司要进入大公司不占有数据优势的那些垂直的行业。这样的行业又可以分为两类：一类是新兴领域，以前完全没有人做，一切从头开始；另一类是原有行业，例如金融、保险、能源等。新创公司进入第一类行业最容易，因为大公司通常不会进入一个全新的、市场还未知的领域，自动驾驶和人脸识别都是这样的新兴领域。目前在美国和中国做自动驾驶的新创公司有上百家，在中国做人脸识别的公司也有数百家。与任何新兴领域一样，这些新创公司的大部分将被淘汰或并购，尤其是自动驾驶，其属于未来汽车厂商之间竞争的核心技术，又牵涉到安全。大车厂不可能把这样的技术交给一家创业公司（二流以下车厂有可能，所以还是有市场的）。它们要么自己建研发队伍，要么收购最好的自动驾驶软件公司，目前几乎所有的一线国际大车厂都已经这么做了。自动驾驶软件公司遇到的第二个问题是它们的软件通常要通过一级供应商（Tier1）的集成后进入车厂。但一流的一级供应商也认为自动驾驶是它们未来的核心竞争力，也是要么自建研发，要么收购，也不会把人命关天的事交给一家新创公司。所以那些没能被收购的自动驾驶软件公司最后要么去攻比较简单的、限定的场景，例如校园、景区、小区等，要么去攻垂直市场，例如卡车、港口、仓库等。而人脸识别由于应用场景不同，客户要求不同（例如发现犯罪分子和刷脸支付要求完全不同），所以可以容纳更多的厂家存活。

现在难以看清楚的是那些既有钱又有数据的传统行业，例如金融、能源、医疗等。在这些领域有三类竞争者：第一类是本行业内部的团队，例如许多证券公司已经开始大规模自建AI交易和理财团队。第二类是各大互联网公司企图挟巨大技术优势进入或者颠覆传统行业，例如谷

歌和腾讯都企图进入医疗领域。第三类是企图进入垂直行业的新创AI公司。两个有意思的行业是证券交易和医疗图像。前者几乎都在建立自己的团队和能力，而后者则基本都和外面合作。对于证券公司来讲，AI算法是未来交易的核心技术，证券公司必须掌握。交易算法必须由技术团队和交易团队紧密配合快速迭代，算法和数据必须严格保密，所以很难外包。而医疗成像识别目前主要是提高X光读片效率，不是生死攸关的技术，X光读片对于一家医院来说只是很小的一部分业务。美国的大连锁医疗集团例如凯撒（Kaiser Permanente）等还有一些内部的技术资源，大部分美国和中国的医院基本没有这样的技术能力。医疗图片即使泄露到同行手里，对医院本身也不会造成致命伤害。所以它们愿意承包给外面做。新创AI企业是否能顺利进入传统行业，要看AI技术在这个行业中的作用和对数据的敏感程度。预计银行和保险行业将和证券业类似，不会愿意分享数据外包AI，大银行和保险公司都将以自己为主。所以AI公司只能去攻那些中小规模的企业，它们自己没有技术能力，又面临被淘汰的危险。还有一种做法就是与新业态合作，例如新兴互联网银行、互联网保险。这些公司有互联网和大数据基因，属于行业新进入者，做法激进，天然拥抱AI技术。但对这类公司来说，AI将是核心技术，它们最终还是要自己做，也许会收购外包团队。

总体来讲，今天AI创业公司进入传统行业的商业模式还都不清晰，如果有选择，那么在为传统行业增加效率和从外部颠覆传统行业两者之间，前者更容易，但后者利益更大。

许多人今天对AI新创公司的一个担忧就是用户数据都在互联网巨头手里。这是一种静态的看法，今天互联网公司的数据主要是人们使用电脑和手机产生的浏览数据，它们并不掌握下列几大类对人类有用的，AI也需要用的数据。

（1）人类本身的数据，例如身体数据和心理数据。

（2）环境数据，其中包括自然环境、社会环境。

（3）各种人类劳动过程数据，例如农业、工业、服务业的过程数

据。

人类劳动过程中的数据是未来最重要的数据，劳动过程无非是对一个给定的环境施加一组行为，让这个给定的环境变得对人类更有利（例如给一块地播种、灌水、施肥，使之长出庄稼，冶炼铁矿石变成钢，给患者打针吃药治愈疾病）。只要这个环境能够被测量（庄稼亩产、矿石和钢铁质量、人体健康程度），这组行为能够被控制（浇水施肥量、高炉温度、药的种类剂量），机器学习就可以被用来优化这个过程。所以一切能够被测量的环境和过程都将产生机器学习需要的数据。几十年以后回头再看，人类上网和玩手机产生的那点数据根本就不叫数据。如果把数据比作金矿，那么互联网巨头今天拥有的无非是地表面沙土里一层浅浅的金沙，真正的金疙瘩都还埋在迄今没发现的地方。这些地方有些是我们前面提到的现有行业，有些是我们今天还没看到的环境和过程。随着各类传感器成本的降低，越来越多的环境被更细密地感知。随着物联网的普及，这些无所不在的传感器将搜集到比今天互联网大许多数量级的数据。

新创公司和大公司竞争的最大的优势还是人才和激励机制。创业者通常都是最优秀、最有激情、敢于冒险的一批人。新创公司在一个全新领域可以随时掉头，快速迭代，迅速摸清市场需求，它们所有的脑筋都会放在如何满足用户需求上。而在大公司很少有人愿意冒风险尝试新东西，有些项目会牵涉许多部门利益，想做一件事要花大量时间去协调，有时还会打得不可开交。凡是在大公司待过的人对此都深有体会。以半自动驾驶功能为例，特斯拉率先推出自动线道保持功能，使驾驶员开车时可以不扶方向盘。这个线道识别技术最初是以色列公司Mobileye提供的，其他使用Mobileye方案的汽车厂家按理说都可以推出这个功能但却没有，因为这个功能风险很大。传统车厂的中高层经理打死都不会签字发布这个功能，后来也确实出现了交通事故的例子。特斯拉发布这样的功能极可能就是老板自己拍的板，因为除了利益之外，创始人天天泡在产品上，对细节非常了解，拍板时心里多少有数。一个新功能谁都无法打包票，不冒这样的风险就无法在自动驾驶技术上领先，无法领先新创

公司就存活不下去。而传统大公司的CEO都是职业经理人，对某个具体功能不可能了解得那么细，要依赖一层一层的建议，如果下面没人愿意担这个风险，CEO就不敢随便签字。传统大公司的第二个问题是激励机制无法和新创公司比。大公司那点奖金和期权没法与创业公司的期权比（如果成功），大公司内部的人事斗争和协调成本都会把那些智商高的技术天才吓跑，即使招来也会气走。传统车厂有资金、渠道，甚至也掌握了相应的技术，由于上述种种原因也只能眼睁睁地看着特斯拉这样的公司冒出头来把它们甩得越来越远。

AI的技术推动力

许多人都在关心AI这波行情还能走多高、走多远。如果说算法是AI引擎的设计，算力是引擎的马力，数据是引擎的燃料，那么让我们分别看看这些技术推动力的发展。

算法

前面介绍过，目前新算法层出不穷，有些在继续沿着神经网络的方向走；有些开始探讨其他路径，例如贝叶斯网络、支持向量机；有些在把不同的算法融合起来；有的干脆另辟蹊径，提出新的人脑认知模型。算法的研究目前非常活跃，在未来5~10年还会有大量新的算法涌现。

算力

算力的增加基于摩尔定律。目前除了芯片的线宽继续变窄（最新半导体工艺线宽4纳米）导致集成度继续变高以外，还有各种封装技术，例如三维芯片封装可以将64个芯片摞在一起。目前芯片的耗电比人脑耗电还大几个数量级，在许多数据中心能耗成为制约瓶颈，大幅度降低耗电也是芯片设计的重要方向。虽然单个芯片计算能力的增长变缓，但是现在倾向于用越来越多的芯片。对于AI计算来讲，不论是训练还是识别，重要的不仅是单个芯片的能力，更是能够把多少芯片有效地组织在一起来完成一个计算任务。2012年以前还很少使用GPU，现在一个计算任务动辄使用成千上万个GPU或专用计算芯片，例如TPU。2018年Open

AI发布的一份报告显示，自2012年以来，在AI训练运行中所使用的计算能力呈指数级增长，每3.5个月增长一倍。2012—2018年，这个指标已经增长了30万倍以上。具体说就是2018年谷歌的AlphaGo Zero比2012年ImageNet大赛获胜的AlexNet快了30万倍。

数据

数据的增加基于传感器或存储器越来越便宜，几乎所有传感器和存储器的成本都是由芯片成本决定的。当芯片集成度提高，芯片需求量增大时，传感器和存储器的成本会大幅度下降，更多的传感器会产生更多的数据。

综上所述，推动AI的三个技术要素都在快速发展，所以目前AI只是莱特兄弟刚刚把飞机飞离地面，离5马赫超音速还很远。

从市场看，目前受到AI冲击的传统行业还很少，大部分行业还没有开始被改造、被颠覆，因为AI从业者都在忙乎进入那些没有传统巨头的行业，例如人脸识别和自动驾驶。

图4.3是一个很著名的“新技术成熟曲线”。互联网过去20多年的发展就非常符合这条曲线：一个新的重大技术创新一开始没多少人相信，但超过一个转折点后就开始被热炒，大家的期望值都很高，大量的资金盲目进入，很快发现技术还不成熟，远不能达到期望值，大家都很失望，行业跌落到谷底。但这个技术其实只是需要时间，经过一段时间成熟起来，就会重新站上高地。就互联网来说，今天的发展远远超过了2000年泡沫时最狂野的想象。

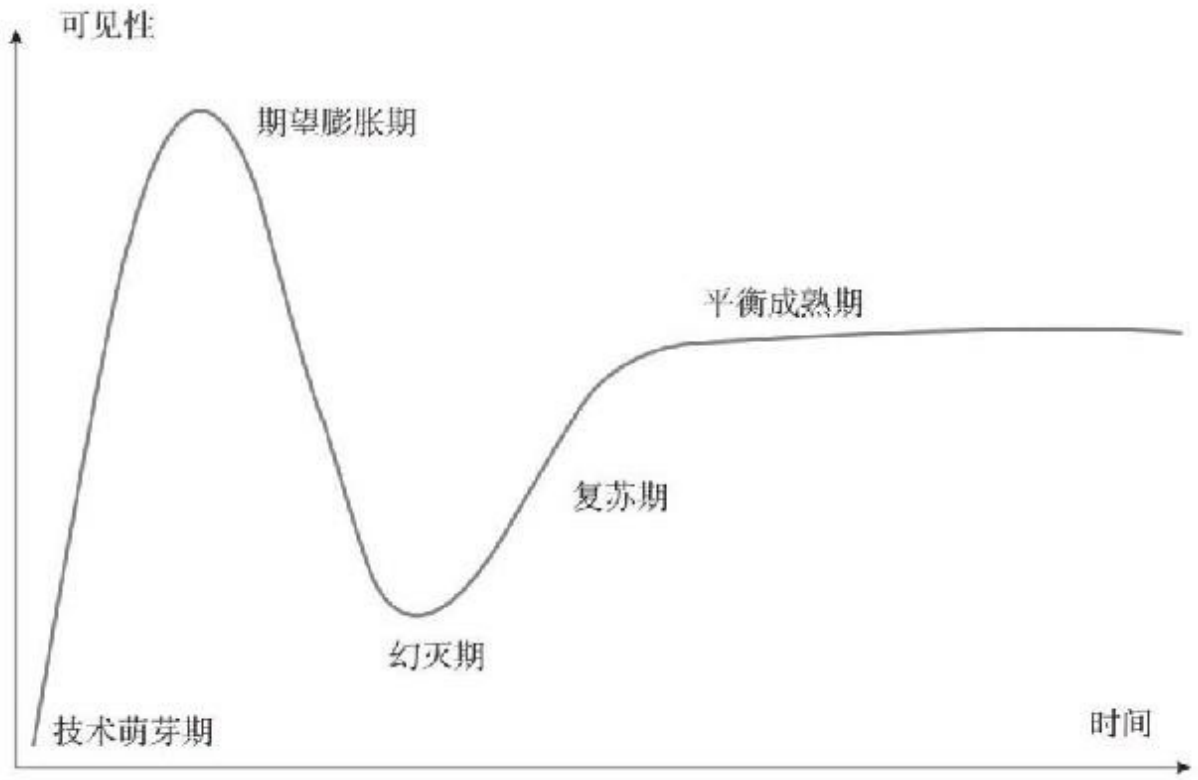


图4.3新技术成熟曲线

图片来源：https://www.gartner.com/smarterwithgartner/whats-new-in-gartners-hype-cycle-foremerging-technologies-2015/。

那么AI处在这条曲线的什么位置呢？大约在峰值刚过，还远未到低谷。注意这条曲线只是个一般性规律，并不准确，也不一定适用所有新技术，即许多新技术都会经历这么两个起伏，但不同的技术起伏幅度不同。笔者预测AI有“冷静期”而没有“幻灭期”，因为AI在许多行业都已经证明有用。回头看过去几年还是有一些泡沫，泡沫体现在某些领域出现大量同质化公司和这些领域融资的估值上面。据不完全统计，中美两国的自动驾驶公司已经超过100家，中国号称做人脸识别的公司有数百家。显然市场不需要这么多家企业。在自动驾驶领域一个没有任何收入，也看不到清晰商业模式的公司可以喊价到数亿美元的估值。估值泡沫通常都是由于一次估值离谱的收购造成的。通用汽车公司在2016年宣称以10亿美元的估值收购了位于旧金山的Cruise Automation，以后所有

的自动驾驶公司都以这次收购作为自己估值的对标。所有投资自动驾驶公司的投资者都赌自己投资的公司也会被高价收购。但是即使所有大的整车厂商都收购一家自动驾驶软件公司，市场也不需要上百家同质化的公司。当供大于求时，收购价格也会大幅度降低。笔者预计在今后2~3年中，大部分同质化公司在资金耗尽后将因为无法进一步融资而死亡，与此同时，少数几家技术独特或市场能力强且资金雄厚的公司将快速发展。

目前许多融资的新创公司都宣称自己是AI公司或者使用AI技术。但这些公司的技术大多是用几大公司的开源编程框架，例如谷歌的TensorFlow和英伟达的GPU或者市场上的云计算服务。技术高度同质化，没有任何壁垒。就像当年任何公司都说自己是.com公司一样。那么我们如何判断一家AI创业公司的价值呢？首先，应该看是否能够拿到别人拿不到的数据。做到这一点很难，你能拿到的数据别人通常也能拿到。如果不能独占数据，那就要看有多大先发优势。如果进入一个行业早，通过快速迭代，让自己的模型在这个行业中变得有用，就可以得到更多的数据和资源，后进者即使拿到同样的数据，模型质量差也打不进去。其次，要看该企业对所进入行业的独到理解和业务开发、落地能力。当然如果能够针对本行业在算法上有突破，就能够大大提高进入壁垒。

AI与互联网的三个区别

这次AI创新浪潮堪比互联网，但是AI浪潮和互联网浪潮有三个区别。

第一个区别是AI从一开始就要颠覆传统行业。互联网1994年起步时从经济的边缘开始，和传统产业似乎一点关系都没有，没有人懂一个网站能干什么。互联网20多年来逐步从边缘蚕食中心，直至今日影响每个行业。但即使是今天，互联网对制造业、农业、建筑业、交通运输等搬运原子的行业的影响也局限在媒体和营销方面，没有进入制造业的核心。而AI的特点是从第一天起就从传统产业中心爆炸，自动驾驶对汽车行业的颠覆就是一个典型的例子。

第二个区别是技术驱动。互联网除了搜索以外基本没有太多技术，主要是应用和商业模式。互联网创业者完全可以是不懂技术的人。目前为止AI创业者以技术大拿居多。当然随着AI技术的普及，许多有商业头脑的人只要看明白AI在一个行业的价值也可以拉起一家公司，但目前最稀缺的是AI的高级技术人才。

第三个区别是可能不会出现平台性公司或赢家“通吃”的局面。互联网的一个特点是连接供需双方，一旦用户超过一个门限，后来者就很难赶上，所以很容易形成赢家“通吃”的局面。但在AI产业里目前还没有看到这样的机会，不论是自动驾驶还是人脸识别都是一个一个山头去攻，无法在短期内形成垄断。造成融资泡沫的一个重要原因就是有些投资人还以为AI和互联网一样赢家“通吃”：只要投中第一名，多贵都值。

简单用一句话说就是互联网是to C（对用户）的生意，AI是to B（对企业）的生意。AI中to C的生意都会被现有互联网巨头吸纳，创业者的机会在于to B。

第五章

飓风袭来——将被颠覆的行业

导读

本章探讨在未来十年内，人工智能将给哪些商业领域带来翻天覆地的变化。有了第三章对机器学习基本原理的了解，就能深刻体会到为什么机器学习将造成这些商业的颠覆。但即使没读第三章也完全能理解本章。

自动驾驶颠覆出行——10万亿美元的产业

人工智能未来十年最大的市场之一就是通过自动驾驶彻底颠覆汽车的制造、销售、本地出行和物流行业。

自动驾驶传感器

如果让机器开车，机器就要和人一样能做四件事：第一，感知：离车100米处是一辆大卡车还是过街天桥。第二，判断：马路边站的人是要抢着穿行还是在等我的车过去。第三，规划：什么时机挤进边上的车流中去。第四，控制：为了实现规划，如何控制方向盘的角度和车速。以上四点除了控制是成熟技术以外，其他三点都还在拐点上。图5.1是一辆自动驾驶汽车的感知系统。

第一个重要的传感器就是摄像头。摄像头由于受到像素的限制，只能看清前面几十米，但也能分辨不同的物体。摄像头还能够做到其他所有传感器都做不到的：识别交通标志。摄像头是目前最成熟的传感器，也是最便宜的传感器。但是从摄像头里识别物体和标志并不容易。摄像头的弱点是看不远，尤其是遇到雨、雪、雾霾天气时，摄像头就不行了。能够弥补摄像头弱点的另一个传感器是毫米波雷达。毫米波雷达可以看清200~300米甚至更远的距离，不受日光和天气影响，还能精确测量物体的距离和速度。但现有的毫米波雷达的空间分辨率很低，也就是虽然知道200米处有一个物体在以每小时50千米的速度移动，但弄不清是摩托车还是汽车。如果结合雷达和摄像头的数据，就可以更准确地检测和跟踪目标。当一个物体在距离200米处时，该物体在摄像头里还是一个黑点，但是可以根据相应的雷达数据获得该物体的距离和移动速

度。等物体稍微近点，摄像头就可以看清这个时速为50千米的物体是一辆摩托车。摄像头+毫米波雷达是半自动和自动驾驶车辆最基本的配置（少了任何一个都不行），也是目前（2018年）特斯拉所有车型的标准配置。



图5.1自动驾驶汽车所需的传感器

图片来源：https://insideevs.com/googles-self-driving-cars-ready-road-video/。

传统毫米波雷达的主要问题是空间分辨率太低。解决这个问题有两种办法。一种办法是将单一天线变成一组天线（4个、8个、16个等），天线越多，多个天线合成的空间分辨率就越高，但是天线多体积也随之变大，不容易安装。另外一种办法是利用汽车移动或信号变化做出“虚拟天线阵列”。后者对技术要求很高，必须建立在对雷达成像的深度理解之上，并且需要许多年的设计经验。美国的Oculii公司已经研发出77GHz的高分辨率点云成像雷达。图5.2就是这个雷达产生的点云数据，已经和市面上的中低精度激光雷达可比。如果毫米波雷达能够达到高分

辨率，一辆自动驾驶汽车只要摄像头和毫米波雷达就足够了。

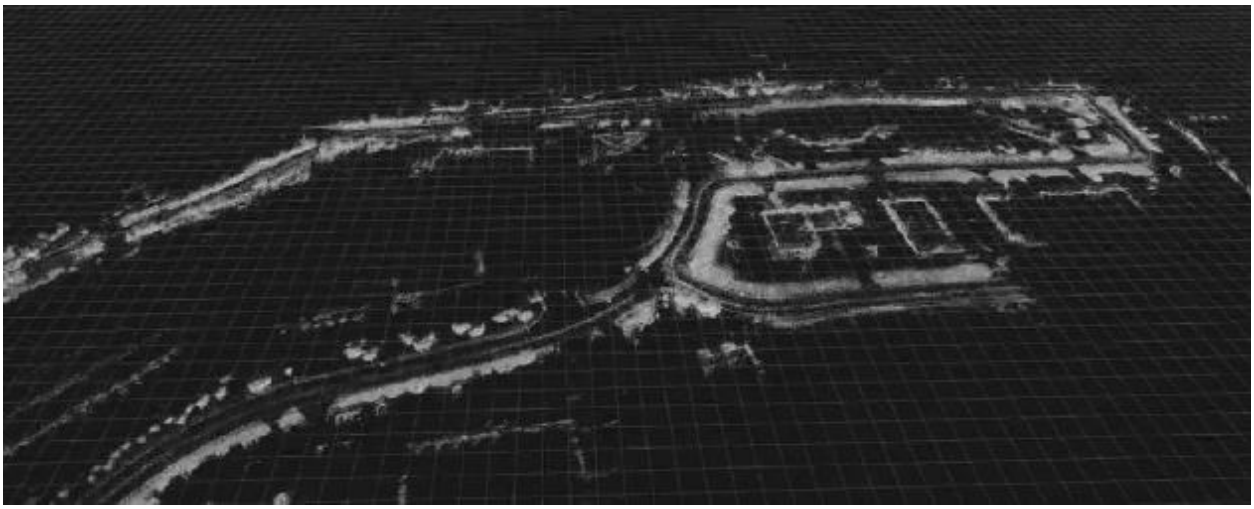


图5.2美国毫米波雷达公司Oculii成像雷达产生的周围环境点云图

图片来源：美国Oculii公司。

在自动驾驶行业里，许多人认为全自动驾驶汽车必须精确知道周围环境里的物体和距离。激光雷达是许多厂商都在试验的精准传感器。激光雷达在本质上就是一个三维照相机。三维相片上的每一个物体、每一个像素的距离都能精确到厘米级。这种三维照片的像素集合也被称为“点云”。图5.3就是斯坦福大学棕榈大道的激光雷达三维点云。这张图上有每一个点到测量激光雷达的距离。

激光雷达晚上的效果比白天还好，因为没有阳光的干扰。但与摄像头类似，它的问题是当遇到雨雪雾霾天气时穿透距离会大大下降。另外一个问题是到目前为止它的成本仍然很高。目前市场上唯一在销售的Velodyne 128线激光雷达（垂直空间分辨率只有128线，电视机是1 024线，这已经是目前在售激光雷达的最高分辨率）的零售价格为7万~8万美元一台（一个毫米波雷达价格不到500美元），相当于两三辆中档汽车的价格。很显然，这种价格只能用于少量的测试车辆。许多厂商都在努力降低成本，目前世界上有60多家企业在研制激光雷达，它们的技术路线大致分为三类。



图5.3高分辨率激光雷达点云

图片来源：https://techcrunch.com/2018/04/12/luminar-puts-its-lidar-tech-into-productionthrough-acquisitions-and-smart-engineering/。

1.机械扫描式激光雷达

我们看到的谷歌和百度自动驾驶车辆头顶上顶的“花盆”就是机械扫描式激光雷达，这也是目前市面上少数几种可用的激光雷达。

图5.4是美国Velodyne公司的三种激光雷达，从左至右分别为64线、32线和16线。



图5.4美国Velodyne公司的激光雷达产品

图片来源：http://velodynelidar.com/products.html。

64线激光雷达里面有64对垂直排列的激光发射管和光学接收器。整个激光雷达在水平方向上做360°旋转。在旋转时，64个发射管按照一定的顺序依次发射短激光脉冲，激光脉冲从远处物体反射回来后被相应发射管的光学接收器收到，此时该物体的距离 $=c\times\frac{T}{2}$ ，这里c是光速，T是脉冲往返时间。如果这部64线激光雷达每秒转20圈，每水平角度整个64线激光发射三次（角度分辨率为1/3度），每秒就会产生20×3×360×64=1 382　400点数据。把这些带有距离和方位的三维空间点全部画出来就是如图5.3所示的“点云”。这种机械扫描式激光雷达有两个缺点：第一是机械容易损坏，特别是车载、震动、高温、潮湿等对机械部分危害很大。第二是装配时需要很多手工调试，成本很高。许多公司在研发时不用或少用机械部件。完全没有机械部件的激光雷达也叫固态激光雷达。

2.固态激光雷达

固态激光雷达有两种做法，一种做法是通过控制不同的几束激光相位（“相位”即时间延迟）让它们形成一束聚焦的激光在空间扫描；另一种做法是用激光发射器点阵。前者技术复杂，控制激光相位对温度敏感，在汽车行驶环境极端的情况下，激光雷达性能不容易稳定。后者需要大量激光发射器，例如一个100×100的点阵就需要10　000个激光发射管。固态激光雷达还有一个问题是只能照射一个方向，所以在一辆车上要看到全方位的情况，至少要4个激光雷达分别装在车的四个面上。

固态激光雷达中还有一种“闪光激光雷达”，它的原理和闪光灯照相类似。只用一个激光管，发射出一个脉冲面光源把前方一大片空间都照亮，接收器类似数字相机里面的感光阵列芯片，只不过这种芯片在像素感光的同时，可以记录每一个像素收到脉冲的时间，因此能测出这个像素对应的空间点的距离。这种闪光激光雷达成本最低，但是由于发射能量分散，所以要照亮一大片，成像距离很短（十几米到几十米）。

3.微机械扫描激光雷达

介于机械扫描式激光雷达和固态激光雷达之间的是一种微机械扫描激光雷达。这种激光雷达是用半导体芯片上的微机电器件（Micro-Electronic-Mechanical-System，MEMS）。微机电器件的原理是在半导体材料上刻蚀出微小的机械镜面，用电可以控制镜面的摆动。把激光射到镜面上，当镜面摆动时就可以扫描一定的空间范围。图5.5就是MEMS镜面的示意图。但这种镜面的转动角度有限，所以激光雷达前方能照射的角度仍然受限。



图5.5在半导体材料上刻蚀出来的微机电镜面放大图

图片来源：http://www.preciseley.com/technology.html。

目前还没有一种激光雷达既能够达到距离足够远（200~300米），同时分辨率和可靠性也足够高，而且价格便宜（几百美元）。如果毫米波雷达可以在远距离达到足够高的分辨率，那么激光雷达只要用于近距离精确测量即可，这样成本最低，没有任何机械部件的闪光式激光雷达将足以敷用。

除了摄像头、毫米波雷达和激光雷达这三个传感器之外，几乎所有半自动和自动驾驶的车都用声呐。声呐能探测的距离很近，只有几米，主要用于停车、倒车时的防撞提醒。一个车用声呐只要几美元，一辆车会沿着底盘放十几个声呐。

全自动驾驶还要使用GPS（全球定位系统）。通常手机和车里用于地图的GPS的精度在15米左右。这样的精度做自动驾驶和防撞都不够。所以用于自动驾驶的GPS是可以做到10厘米高精度的“差分GPS”。差分GPS系统在地面设一些固定的校准基站（不需要像移动电话基站那么密集，每隔几十千米甚至几百千米一个即可）。这些点的精确坐标已知。把这些点上用普通GPS测量出的坐标和已知坐标相比较就会知道GPS的误差，把这个误差通过无线频道（例如手机信号）传给附近的GPS接收机，让大家都修正这个误差。这种高精度的差分GPS可以让汽车知道自

己在哪条线道上，是否偏离了线道的中心。差分GPS过去主要用于航空和测量，每台差分GPS的价格高达几万美元。目前也有硅谷创业公司如Polynesian Exploration等在研发用于自动驾驶的低成本差分GPS。

自动驾驶分级

此前，自动驾驶的自动化程度分级有两个标准。美国交通部下辖的美国国家公路交通安全管理局（NHTSA）在2013年率先发布了自动驾驶汽车的分级标准，其对自动化的描述共有4个级别。到2014年，世界汽车工程师协会（SAE）也推出了一套自动驾驶汽车分级标准，其对自动化的描述分为5个等级。2016年9月20日，美国交通部发布的针对自动驾驶汽车的首项联邦指导方针中放弃了NHTSA之前提出的分级标准，宣布将采用在世界范围应用更加广泛的SAE分级标准，这代表SAE的5级标准基本成为行业共识。自动驾驶根据自动程度目前被分为以下5个级别。

L1：驾驶辅助，对方向盘和加减速中的一项操作提供驾驶支持，例如自动巡航、紧急自动刹车等。其他的驾驶动作都由人类驾驶员进行操作。在这个阶段，汽车主要实现了一些预警类功能，当汽车遇到紧急情况时，汽车发出警告信号，例如车道偏离预警、碰撞预警、盲点监测等。目前这些功能已经被广泛应用到现在的汽车上。

L2：部分自动化，通过驾驶环境对方向盘和加减速中的多项操作提供驾驶支持，其他的驾驶动作都由人类驾驶员进行操作。在该阶段，汽车已经具备一些自主决策和执行的能力，例如自适应巡航、车道线保持、紧急刹车、自动泊车等。目前特斯拉的“AutoPilot”辅助驾驶系统就达到了L2级别。

L3：有条件自动化，由自动驾驶系统完成所有的驾驶操作。根据系统要求，人类驾驶员提供恰当的应答。主要实现的功能为自动加速、自

动刹车、自动转向、编队行驶、汇入车流、主动避障等。在L2的基础上增加识别交通标志、红绿灯、自动转弯，可以判断简单的交通竞争状况（例如两辆车同时到达十字路口停车线）等功能。驾驶员无须一直监视行驶，但复杂情况仍需准备接管。

L4：高度自动化，由自动驾驶系统完成所有的驾驶操作。根据系统要求，人类驾驶员不一定需要对所有的系统请求做出应答，也不限定道路和环境条件等，除了特定的天气和路段，汽车在大多数场景下能够自动驾驶。

L5：完全自动化，在所有人类驾驶员可以应付的道路和环境条件下，均可以由自动驾驶系统自主完成所有的驾驶操作。车辆在全天候、全场景下都能够实现自动驾驶，无须人的介入。

读者可能发现上面的定义有很多模糊之处，各层级的功能似乎也有很多重叠，笔者在这里尝试给出一个更为简单清晰的定义。

L1：人全程负责驾驶，有某个单项的机器自主功能，例如自动紧急刹车。

L2：仍然是人全程负责驾驶，但在限定条件下可以由机器驾驶几十秒到几分钟（例如在线道清晰的高速公路上驾驶员手离开方向盘，眼睛不看路，脚不放在刹车上的时间不超过几分钟）。有多项机器自主功能同时使用，例如自动巡航和线道保持同时用，驾驶体验比L1轻松很多。

L3：驾驶过程可以明确分为两种不同的时间段：人负责驾驶的时间段和机器负责的时间段。当机器负责驾驶时，人可以手离开方向盘，眼睛不看路，脚离开刹车。当遇到情况时，机器会请求甚至强制人接管驾驶。目前市场上还没有任何一个量产的L3乘用车。

L4：机器驾驶时间达到95% 以上，但仍然不时有特殊情况需要人接管。

L5：机器驾驶时间100%。即车里不再需要方向盘、刹车、油门等。

自动驾驶上分为两大技术流派：演进派和激进派。演进派认为自动驾驶不可能一蹴而就，必须一步一步循序渐进。演进派囊括了所有的汽车制造商，包括新进入的“互联网造车”或“新势力造车”厂商。原因很简单，它们每年都要造和卖大量的车，只能是什么技术成熟就安装什么技术。截至2018年，只有少数在售的汽车有L2功能，例如特斯拉、Audi A8和奔驰公司E级车型等。目前全世界几乎所有的大汽车厂商和一级供应商都在紧张研究自动驾驶，但它们打算推出的未来新车主要集中在L2或L3级别。

激进派的代表是谷歌的自动驾驶公司Waymo，谷歌的实验车根本没有方向盘。这一派认为L2和L3很危险，什么时候该人管，什么时候该机器管不仅很难分清，而且两者之间的切换也会产生问题（例如人打盹儿睡着了叫不醒），一步到位全让机器开车反而安全。全自动流派因为目前并不造车卖车，所以它们只对未来感兴趣。另一个重要原因是它们要想颠覆行业，就必须做目前车厂做不了的。

演进派的优势是它们的车不断地给用户提供新的功能和价值，一直从技术上获益。演进派的风险是如果激进派的全自动驾驶成功了，将会颠覆整个行业。所以演进派，特别是一流大车厂都同时在做全自动驾驶的研究。激进派的优势是专注于全自动，它们成功会比演进派早，一旦成功就会让演进派无路可走。激进派的风险是如果实现全自动很困难，它们就会长期投入而没有收入，时间太长哪家公司都扛不住。

L4和L5全自动驾驶又有两条不同的技术路线：一条是基于高精度地图和精准定位，另一条是无须高精度地图。基于高精度地图需要两个条件：第一是所驾驶区域已经有测量好的高精度地图；第二是车上有能精准测距或定位的仪器，例如激光雷达和差分GPS。做到第一点需要有大量的高精度地图测量车把一个国家内的所有行驶道路测量出来。这种测量通常也是使用激光雷达加上差分GPS。但测量时车的行驶速度不能太快，大约为时速50千米，因为行驶速度会影响测量精度。有人估计如果只用一辆测量车把全美国的高精度地图都测量完毕需要6　000年的时

间（或者600辆车用十年时间）。由于地图的精度高，数据量很大，所以汽车里只能存储一部分地图。当汽车驶出车内存储的地图范围时，需要有很宽的无线传输带宽不断将新区域的高精度地图传给汽车。依赖高精度地图还有一个巨大的挑战是路况和路障的实时更新。这种实时更新只能靠“众包”的方式，即靠正在路上行驶的汽车收集并实时上传到云端，且实时下载到路障附近的车里。这就出现了一个先有鸡还是先有蛋的问题：一开始没有几辆车有实时数据收集的能力，这样就没人敢用自动驾驶，没人敢用就没有数据收集。

第二种自动驾驶的技术路线不依赖于高精度地图。这里的逻辑是人的眼睛不能精确测量周围物体的距离，为什么非要每一点像素的距离？有一个大概即可。这种方案的最大优势是不依赖于不知道什么时候才能有的高精度地图，成本很低。但坚持高精度地图技术路线的人批评说，高精度地图方案可以保证99.9999%的安全性，而没有高精度地图也许只能保证99% 的安全性。但即使是1% 的错误也是致命的。

有了之前介绍的那些传感器汽车就相当于有了眼睛。但是人类视觉不光是眼睛，还包括脑神经对接收信号的识别和判断。自动驾驶软件的核心就是识别和判断。一辆车的传感器有很多，第一个挑战是要把这些传感器传进来的信号融合起来。融合的主要任务是要把不同传感器探测到的物体一一对应起来。例如毫米波雷达发现了一个物体，要在摄像头的视频中把这个物体找出来。当各个传感器探测到的物体很多，又要在极短的时间里把所有物体都识别并对应起来时，融合就变得不那么简单了。

自动驾驶软件的第二个挑战是要处理大量的数据。我们前面算过，一个64线激光雷达每秒钟产生130万个三维数据点。我们假设使用神经网络来识别物体，需要处理能力非常强大的芯片。目前在自动驾驶上使用的英伟达Xavier芯片（2016年9月发布）的处理能力是每秒20万亿次运算，功耗为20瓦。

自动驾驶软件的第三个挑战，也即迄今最大的挑战是如何识别和判

断各种复杂情况。如果单纯使用机器学习的方法，需要训练的情形几乎无穷多，不仅无法收集到这么多数据，而且计算量惊人或计算成本是天文数字。目前的自动驾驶软件大部分都是混合式的，即简单的和常见的情形用基于规则的判断，例如线道保持、自动停车、遵守交通规则等（目前特斯拉L2功能主要是基于规则的判断）。非常见的情形可以用机器学习。

自动驾驶软件的第四个挑战是如何不断地学习。目前是将车里采集的数据上传到云里，在云端进行训练。我们前面的算法部分提到过，目前的机器学习一旦有了新数据，就要把新老数据放在一起重新训练神经网络，只用新数据来改进原有模型的“增量”训练方法还在研究阶段。这样新的模型就要经过大量测试以确保万无一失。

自动驾驶软件的第五个挑战是如何个性化。目前的驾驶算法在所有车上都是一样的，和很多人的驾驶习惯不同。但个性化的驾驶算法需要每一辆车的模型都不同，个性化驾驶不仅需要大量的路况数据，还需要每个人的驾驶习惯数据。但一个人能遇到的状况有限，为了让汽车足够聪明，需要许多人的路况和驾驶数据，如何能够学到其他人的驾驶经验同时又符合自己的驾驶习惯是一个两难问题。

自动驾驶软件的第六个挑战是如何学习和道路上的车辆博弈。人们日常驾驶并不总是严格遵守交通规则，许多情况交规里面也没有规定。在世界上的许多地方，如果严格遵守交通规则驾驶，那么汽车可能寸步难行，此时驾驶软件该如何办？一种可行的方法就是“随大流”，这就要求机器能学习各地的“驾驶文化”。这种博弈学习同样需要模型有“连续学习”和“增量学习”的能力。

一套自动驾驶软件大致由下列几个模块组成。

（1）感知和数据融合。

（2）物体检测、分类、跟踪。

（3）场景识别和判断。

（4）路径规划。

（5）控制（方向、速度、刹车等）。

电动车和自动驾驶

和自动驾驶几乎同步成为未来趋势的是电池动力汽车。电动车的控制反应时间（加速减速等）比汽油车要短得多。例如汽油发动机把油门断掉，喷入汽缸的汽油还会继续燃烧一小段时间，而电动车马达一断电马上就没有动力。电动化也能更好地支撑自动化程度的不断提高。汽车自动化过程需要识别、接收和处理大量复杂的信息，不仅需要数量庞大的传感器、控制器、芯片等硬件支撑，同时也需要实时对数据进行传输、存储和计算。这一系列复杂的过程需要足够多的电能作为支撑。电子产品配置增多，耗电量越大，需要的电池容量越大。电动化和自动化这两者结合的典型代表就是特斯拉的具有辅助驾驶功能的S型轿车和X型SUV（运动型实用汽车）。

电动汽车曾经面临的第一个问题是巡航里程数。美国87%的汽车每天驾驶距离不会超过117千米，2017年美国最便宜的电动车巡航里程已经达到200千米。电动车巡航里程已经能够完全满足绝大部分人日常本地活动和上下班的需求，“电池焦虑”问题已经大大缓解。特斯拉S型轿车的最高巡航里程已经达到每次充电行驶500千米。过去锂电池技术的发展是每十年容量翻番，也就是说，在没有大的技术突破的情况下，十年后同等体积或重量的电池可以达到每次充电行驶1 000千米。

目前汽车电池的最大问题是充电时间。特斯拉的“超级充电桩”代表目前大规模商用电动汽车中最快的充电时间，从零到充满需要75~90分钟（根据电池容量大小），这成为目前电动车无法出远门的主要障碍。只有把充电时间缩短到和汽油车加油时间可比（5~10分钟）才能彻底解决出远门的问题。目前美国和以色列都有创业公司在研发快速充电电池

和材料，如硅谷的新创公司Gru Energy Lab等。

电动汽车的第二个问题是电池成本。2018年锂电池的成本约为200美元/千瓦时，一辆能够巡航约338千米的特斯拉S-60型电池成本约为200×60=12 000美元，电池成本约占整个车的1/5。所以同等档次的电动车要比汽油车出厂价格贵。但在驾驶过程中由于充电费用是汽油的1/3，所以这个出厂成本差额可以在汽车整个寿命期间内补平。[1] 如图5.6所示，预计锂电池的成本在2020年会降到100美元 / 千瓦时，这时一辆电动汽车的成本就将相当于一部同档次的汽油车成本（因为电动车除了电池这个额外成本，其他成本和汽油车相比大幅下降，比如没有汽油发动机和变速箱等，电子控制也更简单）。这个时点将成为电动车的爆发点，因为行驶寿命期间节约的油费将成为用户的净收益。如果今后十年电池成本继续按这个速度下降，十年后电池成本只占到整车成本的1/50，几乎可以忽略不计。电池成本的下降也意味着巡航里程数的增加，当电池只占到整车成本的1/50时，用户可以选择增加1/50的成本来增加巡航里程。

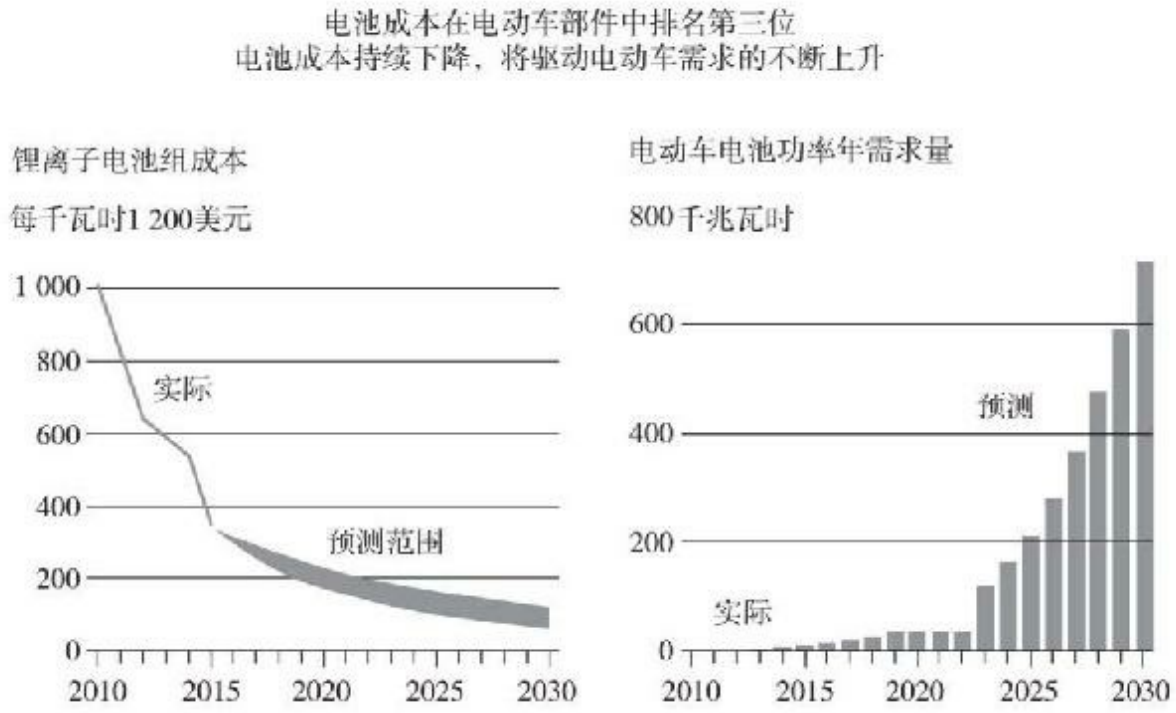


图5.6锂电池成本下降趋势和电动车对电池的全球需求量趋势

图片来源：彭博社。

即使没有自动驾驶技术，由于动力电池的容量增加和成本下降，整个汽车行业也会向电动汽车大规模转型。但电池驱动技术将使汽车行业的新进入者的进入门槛大大降低。所以几乎新进入者全部是造电池动力车，而且新进入者几乎都是互联网厂商，例如谷歌、百度或者电子设备厂商苹果、华为等。相比于传统汽车厂商，在传动系统上，电池动力几乎让新进入者与传统厂商处在同一条起跑线上，在自动驾驶技术上新进入者往往更有优势。

如图5.7所示，一辆巡航里程322千米的电动车成本在2017年已经低于一辆美国汽油车的均价，将在2030年左右低于美国新车的最低价格。与此同时，电动车销量每年增长达30% 以上，全球保有量在2033年左右将超过1亿辆。

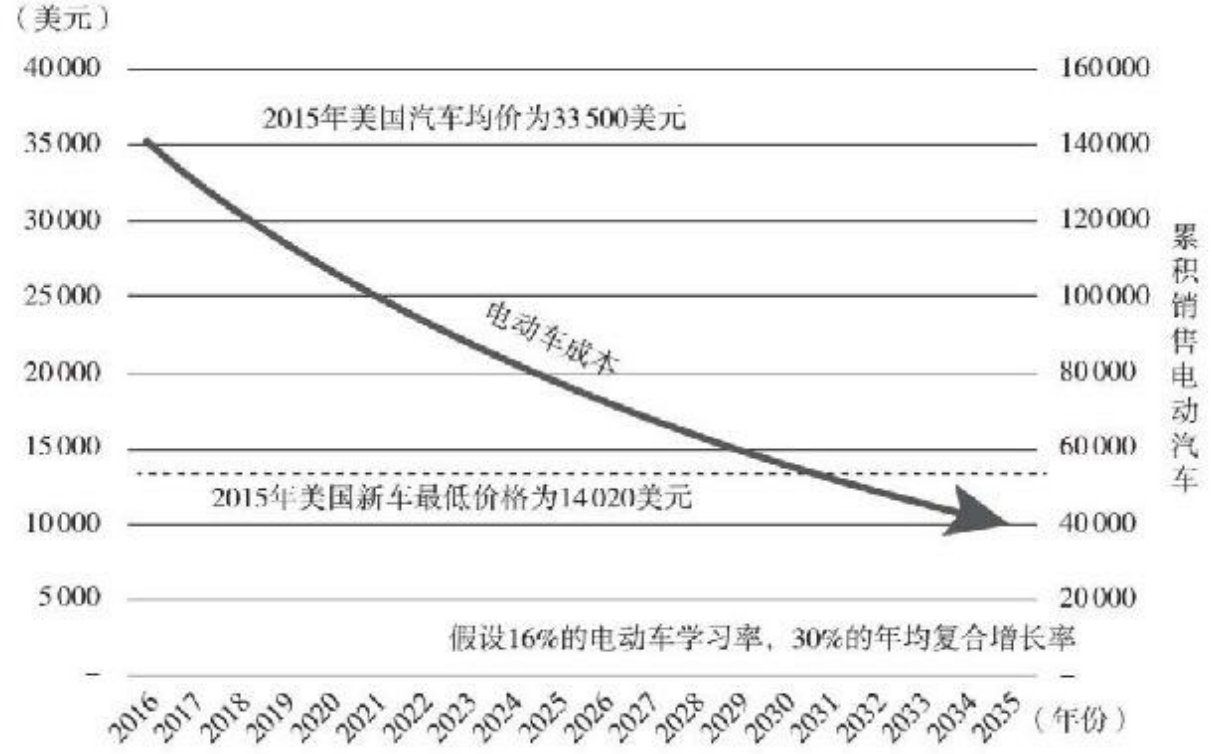


图5.7巡航322千米的电动车成本下降趋势

图片来源：https://www.nextbigfuture.com/2016/04/by-2030-electric-vehicles-with-200-mile. html。

特斯拉电动车证明了电动车未来的巨大商业前景后，几乎所有的主流厂商，包括过去认为电动车不可能成功的厂商都大幅调高未来电动车的占比，开始研发电动车新型号。仅德国大众一家厂商就宣布到2025年生产300万辆多达30个不同型号的新电动车。中国政府出台政策要求电动车占比从2017年的8%上升到2020年的12%。如果2025年全世界电动车占比达到25%，共需要1　500千兆瓦时（GigaWatt-Hour）的电池，这相当于要建40个目前世界最大的在内华达州的特斯拉电池厂。按照届时100美元/千瓦时计算，光汽车所需电池行业每年的产值就达1　500亿美元。如果加上储能、换电池等需求，动力电池行业届时将轻易成为一个数千亿美元的产业。电动车对电池有如此巨大的需求，任何电池技术的突破都将具有巨大的商业价值。

电动汽车本身将形成一个新的生态系统。除了电池（以及电池行业的子生态包括电池正负极材料、隔膜、生产设备、原料矿石、电池组管理软硬件等），另一个巨大的商业机会是充电桩和充电站。当电动汽车保有量超过汽车的10% 时，就将需要大量的充电桩和换电池站。目前每个充电桩设备安装成本大约为5　000美元。当世界电动汽车保有量达一亿辆时，届时至少需要100万个公共充电桩。充电速度仍然是电动车长途出行的一个最大障碍。目前的技术进展完全有可能在未来五年内将300千米巡航充电时间缩短到10分钟之内。各种高速充电设备也将是一个巨大的市场。届时大量的汽车在高峰时间高速充电将对电网造成不可承受的负荷。电网的改造和储能设备的商机也将应运而生。除此之外，电动汽车的核心部件之一是高速、高扭矩马达。谁能率先研发出低成本高性能的马达，谁将迅速占领世界市场。电动车的检修与汽油车完全不同，检修设备和修理站也将是一个商业机会。

谁是明天的诺基亚

一辆自动驾驶汽车的核心是传感器、计算能力和软件。自动驾驶汽车实际是一个会自己高速行走的机器人。汽车最重要的零部件将是电子元件，目前一辆车中各类半导体芯片成本大约500美元，预计十年后一辆车中的芯片成本将达到5　000美元。一辆电动自动驾驶车本质上就是一台有四个轱辘的电脑。传统汽车的核心能力在于将发动机、传动系统等机械子系统打磨成为精密的工艺品。但一夜之间这些核心技能不重要甚至不再被需要了，例如目前的电动汽车的马达加速已经大大超过最好的汽油发动机，而且不需要任何传动系统。自动驾驶需要的重要技能例如计算机视觉、人工智能算法等都不是传统汽车厂商的强项。第一次驾驶特斯拉半自动电动车的感觉就像第一次使用iPhone手机，而驾驶传统汽车就像使用诺基亚手机。传统汽车厂商的营销渠道非常“线下”，依托于成本巨大的经销商、专卖店和维修体系。电动车的车体就是三样东西：电池、轱辘和马达。一辆内燃发动机汽车的零件有上万个，而一辆电动车的机械零件只有几千个。这意味着发生机械故障的概率和维修成本的降低。由于零部件的减少，电动车和电脑、家电一样将会变得标准化。这使电动车更易于在线销售，这将又一次冲击传统汽车厂商。

谁胜出？底特律还是硅谷

传统汽车厂商并非坐以待毙，几乎所有的整车厂商都在投巨资研发电动车和自动驾驶技术。通用汽车和福特都巨资收购了自动驾驶软件公司，丰田在斯坦福大学旁边斥资10亿美元打造自动驾驶研发中心，奔驰、大众等欧系车厂也是全力以赴。传统汽车厂商仍然有许多新进入者不具备的能力。第一个能力是大规模生产制造能力。这是一个设备和资金密集型行业，很难简单地通过代工生产解决（世界的主要代工厂商例如富士康目前代工的主要是电脑手机类产品，世界上并没有成熟的汽车代工厂商，这也许是一个商机）。目前全世界汽车生产线的产能过剩，新进入者完全可以收购一条生产线，但仍然面临改造生产线的任务。传

统汽车厂商的第二个能力是供应链管理。传统汽车厂商对市场需求有长期经验，对库存和供应链管理已经达到精细化程度，这两个技能可以把库存风险降至最低。互联网厂商通常没有供应链管理和库存风险管理经验，更不擅长流动资金的管理和运用，稍有不慎就会造成重大亏损。传统汽车厂商的第三个重要能力是汽车设计能力，凭借它们对客户和市场的多年理解，以及在设计细节（例如安全性等）上的经验积累，不会出现太多诸如召回之类的风险。而对于第一次造车的厂商，难免有疏漏，一次重大召回就可能置公司于死地。传统汽车厂商的第四个能力是对线下经销商的管理以及相应的个人贷款、保险和维修体系。建立这一整套体系要求新进入者投入大量的资金，招收大量传统产业管理人员，并且需要相当长时间的学习和磨合。

但传统汽车厂商的最大软肋就是软件。传统汽车厂商作为总系统集成商，自己基本不开发软件，它们的任务是把各个子系统的软件集成到一起，如图5.8所示。传统汽车厂商的软件系统集成通常会出现两个问题：第一个问题是软件模块之间不兼容所造成的程序漏洞。由于各个软件模块是由不同厂商写的，源代码又未必公开，所以集成商即使发现漏洞也无法及时修复，只能让各厂商一起解决。而且一个漏洞有时很难说是哪个厂商造成的，各个厂商之间会扯皮。第二个问题是当一个软件需要更新时，要和所有其他软件共同重新测试一遍，这样成本很高，使随时更新软件变得几乎不可行。而汽车软件能随时下载更新在未来对自动驾驶至关重要，因为今后5~10年自动驾驶软件随着技术进步将持续快速更新。传统汽车从设计定型到第一辆汽车出厂需要三年左右的时间，在此期间所有的零部件都不允许改变设计。但在电脑手机行业几乎不可想象一个软件三年不被更新，目前特斯拉汽车几乎每个月都有一次软件自动更新。另外，当模块增加时，又加上很多原来没有的模块，例如自动驾驶模块等，软件的可靠性会降低。这件事将会成为传统厂商的阿喀琉斯之踵。对于新进入者，特别是电动车来说，几乎所有的软件都可以从头写起。像图5.8右边这样的软件结构清晰简单，易于检错纠错，还可以随时进行更新。

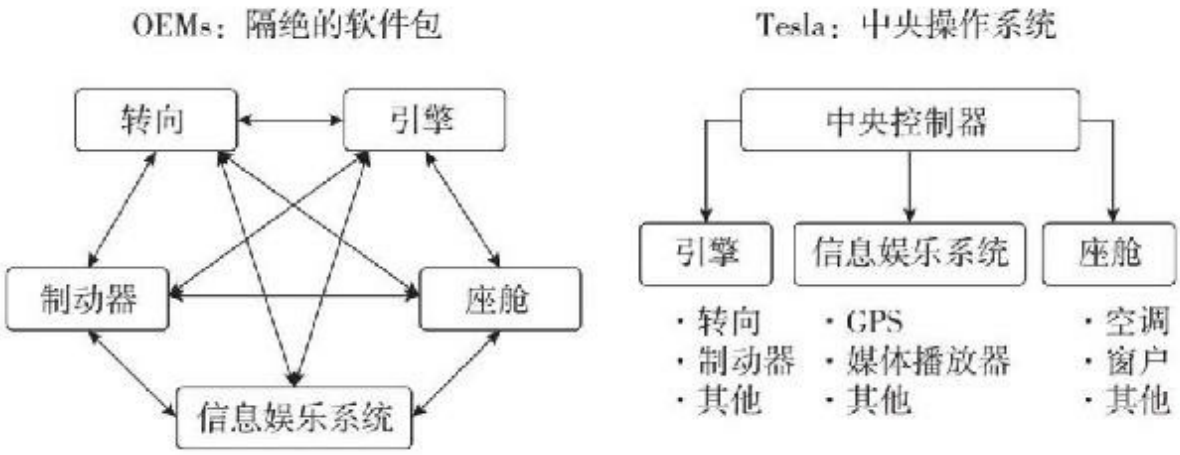


图5.8汽车软件结构（左图是传统汽车软件集成，右图是电动车全部自己开发）

颠覆供应链

任何一个制造业产业，当产量大到某一个数量级时（例如上千万台），就开始分层。原因是只专注于一个水平层面的厂商比垂直集成的厂商效率更高。产业分层的必要条件有两个：产量足够大和技术成熟。汽车行业历经上百年的演化，早已变成一个多层次的供应链生态。所谓供应链就是这个产业会形成由不同公司组成的复杂分工合作和价值增加体系。2017年全球共销售7　800万辆车，按每辆车均价3.3万美元计算，汽车产业全球产值超过两万亿美元。居于供应链顶端（和消费者最近的一端，通常也是生态系统中砍价能力最强的一端）的是整车厂商。整车厂商设计、组装和营销汽车，但是一辆汽车上几乎所有的部件都是从生态系统的其他厂商采购的。直接给整车厂商提供完整子系统（例如发动机、传动、刹车、转向、音响等）的叫作“一级系统集成商”（Tier-1 system integrator），全球有上百家一级系统集成商。给一级系统集成商提供零部件的叫二级系统集成商。甚至还有三级供应商等，整车厂商自己几乎不制造任何部件。除了少数几款豪华车以外，绝大部分乘用车都是由这种水平分层的供应链生产的。

像汽车产业这种传统产业的供应链是相对稳定和静态的。所谓稳定是指汽车行业在供应链各层次都有许多成熟的大型供应商并且多年不变。所谓静态是指一辆汽车的子系统和零部件由哪些厂商提供在汽车定型时就确定下来了，在这辆车的寿命期内不会改变。但自动驾驶将会打破这个稳定的供应链，一个可移动的、联网的自动驾驶汽车将成为继电脑和手机之后的下一个超级规模信息和数据平台，原来的静态供应链将变为动态的生态系统。除了供应链中的子系统和零部件生产厂商以外，用户和一系列内容服务提供商也将参与到这个生态系统中来一起为生态系统增值。传统汽车供应链是一个封闭系统，新汽车的生态系统是一个开放系统。传统供应链是稳定和静态的，新生态系统将是变化和动态的，特别是内容和服务。玩转这个动态的生态系统，又是许多新进入者的强项。

合纵连横

在传统汽车产业链中，整车厂商毫无疑问居于龙头地位，具有最强的砍价能力，但是在自动驾驶生态系统中，谁将是产业链龙头还有待观察。如果汽车嬗变为电脑和手机，那么掌握核心芯片和操作系统的厂商可能变为龙头。如果汽车嬗变为像互联网一样的信息数据平台，那么掌握用户的内容服务提供商可能变为龙头。有一点很清楚，不论谁想成为产业链龙头，都要掌控自动驾驶软件。目前围绕着自动驾驶软件在美国市场已经形成了数个竞争集团。

第一个集团是围绕在图形芯片厂商英伟达周围的供应商集团。这个集团包括整车厂商丰田、奥迪、福特，一级供应商中的老大博世（Bosch），自动驾驶软件平台提供商百度等。这个集团侧重的是提供需要更强大计算功能的L3和L4自动驾驶解决方案。

第二个集团是以英特尔2016年收购的以色列公司Mobileye为首的供应商集团，这个集团包括Mobileye的东家英特尔、整车厂商宝马、一级

供应商前十大厂商之一的德尔福（Delphi）等。这个集团提供L2~L4的解决方案。

第三个集团是以高通公司曾经想收购的NXP公司为首的供应商集团。这个集团包括整车厂商奥迪（也同时和英伟达集团合作），一级供应商中前九大厂商之一的采埃孚（ZF）。

在这三个集团中，英伟达集团的AI芯片能力最强，但Mobileye集团几乎垄断了L2半自动驾驶市场。未来的争斗将主要在这两个集团之间进行。

这种结盟说明了两个问题：一是新技术新产品在成熟的过程中需要产业链各单元更紧密的合作甚至垂直集成；二是说明自动驾驶解决方案非常复杂，没有一家公司可以单独提供。在这种三足鼎立的情形下，传感器供应商例如激光雷达可能被迫选边站队，加入一家集团。因为英伟达和Mobileye本身就在自己的芯片上提供自动驾驶软件解决方案，大部分独立的自动驾驶软件解决方案新创公司只能寄希望于自己的软件解决方案比三大集团的方案更优秀，最终被三大集团之一，或者被某整车厂商收购。

除了以上三个提供解决方案的集团之外，谷歌也是最重要的自动驾驶解决方案提供商。谷歌从2009年开始就研究自动驾驶，试验车在谷歌总部加利福尼亚州山景城已经行驶超过了483万千米。谷歌的目标从第一天开始就是提供L5的全自动驾驶方案。它不仅是市场上第一个研究自动驾驶的，而且是今天被公认为最成熟可靠的自动驾驶解决方案提供商。但谷歌似乎并没有全力以赴把它的解决方案卖给整车厂商，而是直接和分享出行公司Lyft（来福车）进行战略合作。

当一个产业产量小或者技术更新很快时，垂直集成往往是更好的选择，即由一家公司直接购买所有的零部件，甚至自己生产部分零部件。电动汽车的量一定会很大，但技术还在快速发展，特斯拉与当年苹果公司做电脑和手机一样，选择了垂直集成。它不仅用自己的半自动驾驶方案取代了Mobileye的方案，甚至自己研发芯片和传感器。垂直集成的优

势是完全掌控产品的性能和用户体验，劣势是要投入大量的研发成本。总体来讲垂直集成产品更好，但比水平分层价格更高。所以许多没有那么财大气粗的电动汽车的新进入者仍然选择供应链模式。到底孰优孰劣很难说，当年苹果电脑选择垂直集成后，败给了更便宜的个人电脑（后来改用英特尔芯片再加上设计的改进才又夺回一部分市场份额，但已经不是市场第一了）。苹果手机到今天还是垂直集成，虽然市场份额一直在受安卓手机的蚕食，但仍然是市场第一。几乎可以断定在今后5~10年电动车的产品性能和用户体验一定是特斯拉这样的垂直集成厂商更好，水平分层厂商只能靠价格优势。目前除了特斯拉以外卖得最好的两款电动汽车分别是通用汽车的Bolt和日产的Leaf。前者在美国的售价和特斯拉3型车的售价相同，约为3.5万美元，两者巡航距离都是320千米左右。日产Leaf在美国售价为3万美元，但巡航距离只有240千米。这两款车都没有半自动驾驶功能，从设计和功能上对用户来说不够新潮。

共享颠覆出行

20世纪初汽车刚被发明时，绝大部分人能想到汽车因为比马车更快所以未来会取代马车。但很少有人能想到未来汽车还能带来哪些其他变化。人们无法想象由于汽车的速度，人们可以搬到郊区居住。由于郊区地方大，人们的住宅会由城里的高层公寓变为独家独院的小楼。由于人们居住的分散化，郊区开始出现有大停车场的购物中心。由于居住在郊区，所以进一步增强了对汽车的需求，由于汽车保有量的急剧增加，大量多车道的快速道路和高速公路开始修建。由于出行的方便，旅游和度假成为普通大众的生活娱乐方式。100年来汽车的出现彻底改变了都市和乡村的地貌，改变了人类的基本生活方式，改变了社会组织。

同样，自动驾驶也绝非仅仅取代人来驾驶汽车，我们今天能够看到的只是未来可能性的一部分。对汽车产业冲击最大的也不是技术变化带来的新进入者，而是技术变化带来的产业形态的变化，其中最大的变化

之一就是自动驾驶将使自己买车并且独享变得极为不经济，共享出行将成为最经济的选择。目前在美国每英里驾驶成本约为1美元，每年供养一辆汽车的成本约为10 000美元（包括车辆折旧、保养、加油、各种牌照、保险等）。在大都市由于停车不便和道路拥挤，私家车的成本更高，但一辆私家车的利用率只有5%。目前即使还是人工驾驶，共享出行的成本也已经接近或低于私家车。有数据表明，每一辆共享汽车的使用将会至少减少5辆私家车。所以在旧金山等美国大城市，年轻人买车的比例开始明显下降。目前共享出行汽车成本中70% 是人工。一旦实现大规模自动驾驶，共享出行成本将降低到目前的30%。有研究表明，自动驾驶的共享出行成本将是私家车的10%，到2030年私家车将降低到今天的20%，美国汽车总保有量将从2.5亿辆降至5 000万辆，石油的总需求量将从每天1亿桶降至7 000万桶，这一切将为美国家庭每年节约1万亿美元。未来个人仍然可能会买车，但不会独占这辆车，未来拥有车辆的方式可能有两种：第一种是自己优先使用，当自己不用时放出去为别人服务；第二种是自己买车作为投资加入一个共享出行的组织。

目前在美国用手机打车的平均等待时间是3分钟，在中国由于交通拥挤，平均等待时间更长，特别是上下班高峰。当共享出行成为出行的主要方式时，由于参与的车辆增加，所以平均等待时间会进一步降低。自动驾驶带来的另一个变化是大都市的道路拥挤将一去不复返。目前许多美国城市已经开始停止道路扩建规划，停止修建新的停车场，甚至开始考虑将已有的停车场改为微型城市绿地。未来城市交通规划也将深受共享出行影响，城市交通将形成以高速轨道交通和自动驾驶及自行车为主的公共交通系统。高速轨道系统负责远距离主干线运输，自动驾驶和自行车负责支线和最后一千米。当上下班更依赖轨道交通时，轨道交通将面临提速的压力。目前中国各地地铁的平均区间行驶速度是每小时30~50千米，这个速度完全可以再提高一两倍。以北京这样的超大城市为例，如果从五环外到国贸上班，自动驾驶可以根据地铁时刻表精确地在地铁站接送，使整个通勤时间缩减至少一半。

自动驾驶将为房屋建筑带来变化，例如大量的独院房屋不再需要车

库，大量高层公寓不再需要这么多停车位等。自动驾驶还会给社区带来新的变化，例如上下班方向相同的邻居将会每天有见面或接触的机会。

汽车内部的设计将被自动驾驶根本性地改变，例如多人共享的一辆自动驾驶汽车内部可能会分为几个私密的空间，大屏幕地图显示和视听娱乐设备将成为标准配置，车中将有自动饮料售货机等。车型也会发生巨大分化，根据不同的需求，可能出现可以睡觉的车、可以打牌的车、可以唱卡拉OK的车，等等。

未来自动驾驶汽车大部分将是电动车，电动车还会给汽车基础设施带来巨大变化。第一个变化是当汽油车减少时，加油站也会减少，加油变得不方便也将会进一步减少汽油车，如此循环下去，汽油车可能会和今天的柴油车一样稀少。第二个变化是维修体系。由于个人不再拥有汽车，所以汽车的管理和维修将主要由出行公司负责，车辆的检修和维护将更程序化与集中化，个体的修车店将消失。

自动驾驶将改变汽车保险业。目前的汽车交通事故中90%以上是人的原因。当道路上大部分是自动驾驶车辆时，交通事故率将大大下降。研究表明，美国车险市场到2040年将从现在的年度2　000亿美元下降为800亿美元，下降60%。

以上的变化都是今天可以预见到的，还有许多变化是更间接隐蔽的，今天不容易预见。例如今天共享出行主要由几家全球性的移动互联网平台公司提供，服务主要是车辆的安全保障、驾驶员管理、自动路线规划等。当车辆自动驾驶后，这些流程的成本会越来越低。再加上共享出行的本地化特点以及和其他公共交通的紧密关联，未来共享出行很可能会整合为本地公共交通出行服务中的一部分，由本地机构以极低的成本提供，而不是由几家全球或全国性公司统一提供。

运输和物流

自动驾驶带来的另一个巨大变化将体现在运输和物流行业。目前美国和中国都有一批新创公司在研究卡车自动驾驶、港口装卸、仓储自动拣选分配和自动快递。相对于乘用车，货物运输卡车大量时间是在高速公路上驾驶，要处理的状况相对简单。目前在美国人工成本占卡车运输的40%，汽油占25%，自动驾驶和电动车将使卡车运输的成本降低至少一半。港口、堆场、矿山、农场、建筑工地、仓库等相对封闭的场合比城市驾驶的情形更为简单。即使在技术早期，也不会有过多人身生命安全风险，在这些领域将会率先实现自动驾驶。在每一个自动驾驶的垂直市场都可以造就一个市值超过10亿美元的“独角兽”企业。今天中国的各种物品的快递主要依赖于廉价劳动力，随着劳动力成本的提高，“最后一公里”快递自动化（自动驾驶汽车和无人机）也将早于乘用车自动驾驶的全面普及。

中国的机会

即使自动驾驶局限在狭义的造车产业，也将会创造全球每年2万亿美元的机会。如果加上对其他行业的影响，自动驾驶产生的商业机会可能在十年后达到每年十万亿美元的数量级。自动驾驶将是中国今后10~20年面临的最大的一个全球性产业机会。

1.庞大的制造业能力和全球第一的电子制造生态系统

未来的自动驾驶电动汽车主要是一个电子产品，而中国的电子制造业规模和水平都已经是世界一流（核心芯片除外）。中国的汽车产量在2016年已经达到2　800万辆，成为世界第一。中国的汽车产业的短板在于发动机和自动变速箱等，但电动汽车恰恰同时跨越了这几个短板。自动驾驶的核心硬件主要是各类传感器，例如GPS、声呐、毫米波雷达和激光雷达，这些电子零部件都能够在中国生产。所以强大的电子制造能力将成为中国最大的优势。

2.具有前瞻性的新能源和环保政策

中国目前是全世界空气污染最严重的国家之一，同时也是碳排放量最大的国家。中国政府为了迅速改善空气质量和大幅降低碳排放量，制定了全世界最具有力度的鼓励发展新能源的政策。与此同时，2017年上台的美国总统唐纳德·特朗普在新能源政策上大幅度倒退，这给中国提供了一个成为全世界新能源技术领导者的机会。

3.发达的交通基础设施和现代物流

中国四通八达的高速公路以及发达的物流，为自动驾驶技术提供了世界最大的垂直市场。

4.电动车发展速度快

中国目前对电动车的政策补贴力度是全世界最大的。2017年中国共销售60万辆电动车，比2016年增加71%，占全世界总量的一半。随着规模的增加，中国生产的电动车（包括动力电池）成本会更低，中国的电动车将具有大规模出口的潜力。

5.世界第一大共享出行市场

中国目前也是世界第一大共享出行市场。截至2018年3月，滴滴出行每天提供2　500万次服务，美国的Uber（优步）在其提供服务的78个国家每天共提供约1 000万次服务。

6.移动支付世界普及率最高

中国的手机支付量世界第一，为共享出行和未来一系列复杂的商业模式提供了基础。

7.复杂多元的驾驶场景

自动驾驶软件是一个“大杂烩”，主要靠大量的数据学习和软件迭代，中国提供了大量的数据和复杂的场景，在中国场景学习出来的驾驶软件在其他地方适应性会很强。

8.对中国自动驾驶产业政策的建议

（1）继续梯度式补贴电动车，直到在不补贴情形下电动车的购买+保有成本低于同档次的汽油车。

（2）顺应技术对产业的颠覆，打破地方政府资本造成的分散格局，鼓励产业重组。

（3）自动驾驶在成熟的过程中难免会出事故，不能因噎废食。

（4）技术创新主要依靠市场和企业，特别是高科技创新企业。

（5）创新先行，监管押后。

关于自动驾驶的六种预测

预测未来永远有风险，但可以促使自己深入思考，也能引起有质量的讨论。

1. 2022年以后半自动驾驶功能将成为所有**15**万元人民币以上车型的标配

半自动驾驶包括2016年特斯拉率先推出的自适应巡航（自动和前车保持距离）、自动紧急刹车、自动线道保持、自动换道、自动泊车等基本功能。目前，这些功能所需的硬件成本（摄像头、毫米波雷达、处理芯片等）不超过5 000元人民币。2016年中国生产了2 800万辆汽车，跃

居世界第一，每辆车均价13万元人民币。假设汽车均价每年增长3%，2022年汽车均价会达到15万元人民币，届时所有均价以上车型都将配备半自动驾驶功能。

2.分步演进成为主流

目前许多厂家宣称2021—2022年会推出L5全自动驾驶汽车，这个目标很难实现，乘用车不会一次到位L5，甚至不会一步到位L4。下一步是在半自动基础上再加上交通标志识别和本地高精度地图，这样就能够做到在都市地区把每天上下班通勤自动化，这就能够带来90% 的便利，其他10%　的长尾情况可以逐步解决。2021—2022年有望实现这样的便利。

3.非限定场景乘用车全自动驾驶到来的时间比想象得晚

最后的10%将要耗费比前面90% 多得多的时间。由于在非限定区域驾驶的复杂性以及覆盖大范围的高精度地图尚需时日，所以真正的非限定区域的无方向盘全自动驾驶至少需要十年以上的时间，也许会进入一个瓶颈期，很长时间也解决不了。

4.垂直市场将早于乘用车市场

率先成熟的市场是那些驾驶环境相对简单的行业应用，如海港、货场、矿山、农业、基建、仓储、货物运输、旅游景区等。

5.新进入者将逐步占领市场

从电子制造业和互联网行业进入汽车行业的新进入者，在十年内将“吃掉”一半以上的汽车市场。未来产业融合更多的是新科技巨头收购传统汽车公司。

6.中国制造将成为世界领袖

中国电动车制造规模将成为世界领袖，同时将制造全球80%以上的传感器，包括毫米波雷达和激光雷达。在技术上除了核心处理芯片以外全面领先，特别是需要复杂场景训练迭代的自动驾驶软件。

以上对未来做出的几个明确而不含糊的预测，等待未来验证。

医疗与健康——世界上最有经验的医生

医疗健康是AI最热门的应用领域之一，医疗行业有太多的方面可以借助AI得到质的提升。据追踪风投动态的数据公司CB Insights的数据显示，从2012年至2017年7月，医疗行业有270笔投融资交易。语音识别、图像识别技术、深度学习技术已经和医疗行业快速融合，在辅助诊疗、医学影像、药品研发、数字健康、疾病预测、虚拟护士等领域应用，提升药品的研发速度、医生的诊断医治效率、患者的健康管理等。医疗数据目前较为分散，这给不少创业公司提供了从垂直领域切入的机遇。

医学影像

AI在医疗健康领域的第一个重要的应用是医学影像诊断。2016年11月，美国FDA（食品药品监督管理局）颁发了第一个医疗AI软件平台的许可。这个软件平台是斯坦福大学校友创办的Arterys心脏核磁共振成像诊断平台。这个平台用1 000个已知图像对模型进行了训练。心脏可以分为17个部分，通过这些部分的影像可以判断心脏是否有问题。要通过FDA批准，这个平台的判断至少要和专业医生一样准确，这个平台可以在15秒内做出判断，而有经验的医生通常需要半小时到一小时，比医生快了200倍左右。

我们知道癌症早期发现的治愈率远远高于中晚期。如果发现得早，那么五年存活率可以达到97%，但如果在最晚期发现，那么五年存活率只有14%。如何让那些不方便看皮肤科医生的人能够最早发现病情就成为关键。美国每年有540万例皮肤癌，2017年初，斯坦福大学AI实验室的Thrun（特伦）教授的博士生开发出了一个可以诊断皮肤癌的AI算

法。他们用已经认证过的370张含有恶性皮肤癌和恶性黑色素瘤的图片让算法和21位皮肤科医生的判断相比较，算法在各方面都达到了和医生相同的判断准确度。

中国是全球肺癌死亡率和发病率最高的国家。据测算仅2015年中国就有429.2万新发肿瘤病例和281.4万死亡病例，肺癌是发病率最高的肿瘤，也是癌症死因之首。2015年中国新发47.7万例食管癌，占全球的50%。新增肺癌病例73.33万，占全球的35.8%，中晚期占70%。目前最有效的手段就是筛查，早期诊断和早期治疗能将患者的五年生存率提高到80%以上。

表5.1中国、美国、英国的癌症发病率与死亡率

国家	中国	美国	英国
人口	13.5 亿	3.14 亿	6 300 万
75 岁前患癌症的风险	16.8%	31.1%	26.9%
75 岁前因癌症死亡的风险	11.5%	11.2%	11.3%
癌症死亡率 / 发病比率	70%	33%	40%

资料来源：IARC《五大洲癌症发病率》。

肺癌早筛的难点主要是：早期肺癌多表现为肺部结节。它们尺寸小，对比度低，非常容易跟其他的组织部位混淆，患者的CT扫描数量通常超过200层，人工阅片耗时耗力。腾讯公司推出的“腾讯觅影”技术，利用多尺度三维卷积神经网络实现肺部图像的三维分割与重建，结合金标准（指当前临床医学界公认的诊断疾病的最可靠、最准确、最好的诊断方法）病理诊断数据和大量医生标注的结节位置信息，3~10毫米肺结节检测准确率达到95%，肺癌识别率已经达到80%，并且还能通过增强图像与放大片子辅助医生查看。目前，该技术已经与数家三甲医院

进行合作。该类技术的逐步商用有望大幅降低癌症患者的发现率和死亡率。

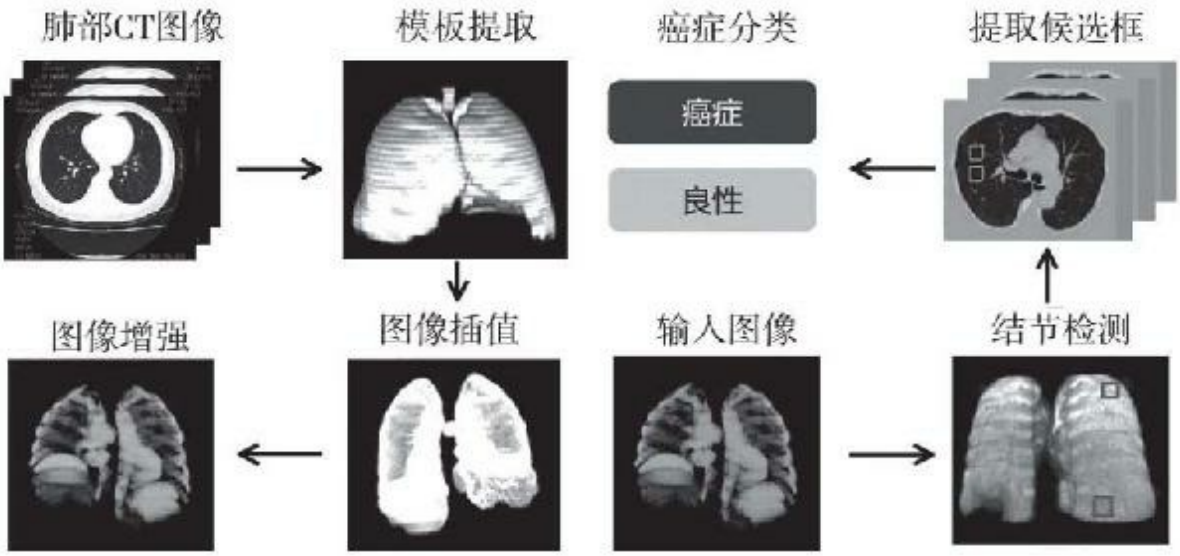


图5.9人工智能在早期肺癌筛查中的应用

图片来源：腾讯觅影。

表5.2 50例早期肺癌筛查人机对比实验结果

人机对比实验	早期肺癌（敏感度）	良性样本（特异度）
腾讯觅影	96%	88%
20名三甲医院主治医生以上（包括数名主任医生）平均	77%	81%

资料来源：https://miying.qq.com/official/product/lung。

医疗图像识别比人脸图像识别要困难。例如早期肿瘤的诊断，人体组织是否有病变常常表现为该组织影像的大小、形状、灰度上细微的差别。与人脸图像识别相比较，医疗图像识别的挑战在于病变组织的形状

和样态变化非常大。这些变化由下列因素造成。

（1）成像噪音。由于在使用医疗成像仪器时照射剂量和显影剂浓度不同，所以组织的清晰度差别很大。

（2）患者个体差别。患者的身高、体重、器官大小、脂肪厚薄都会影响成像。

（3）患者在成像过程中的姿势、动作和器官活动也会影响成像。

（4）内脏器官的位置，例如器官之间的接触和遮挡会影响成像。

（5）医疗判断的准确性和可靠性要求。与大部分人脸识别不同，医疗图像的判断关乎人命，不可出错。

为了使医疗图像识别更准确，通常借助下列两个办法。

第一，大数据库。美国每年有9　　000万张CT片子，训练数据集越大，各种情形就包含得越多。

第二，解剖学和病理学背景知识。所有的医疗图像都来自人体的某一个部分，解剖学和病理学的知识可以帮助识别和判断。但解剖学和病理学知识通常用于基于规则的判断或者是基于病理模型的判断。但这两种方法无法融入神经网络模型，所以只能和神经网络并行使用。当两者判断一致时可以增加神经网络判断的可信度，但当两者判断不一致时，该相信哪一个的判断呢？最后还是需要有经验的医生。

目前的人工智能医疗影像识别判断的主要作用是辅助判断，还不能不经过医生审核签字就直接做判断。但即使是辅助判断，也可以提高读片质量或加快速度。中国的三甲医院每天可能产生上千张各种影像，目前的程序是先由初级医生读片，包括在影像上寻找异常位置、测量和记录，初步判断后把报告交给资深医生审阅再做最后判断。即使医生在每张医疗图片上只花10分钟时间，一名医生8小时不间断读片也只能读48张片子，一天如果有480张片子，则需要10位医生读片。况且在一些国家与地区，为了保证准确度，医生的阅片数量被限定在一定范围内。在

三甲医院，有经验的医疗影像（例如放射科）医生远远供不应求。如果人工智能读片能够把时间从原来的10分钟缩短到5分钟，就可以多读一倍的图片。由于医疗成像设备成本快速下降，超声、X光、CT、核磁共振以及PET（正电子发射计算机断层显像）等设备正在广泛普及，医学影像数据大幅度增长。美国的数据年增长率达到了60%，但专业图像医生的增长率只有2%。中国的医学影像增长也达到了30%，而医生的增长只有4%。这意味着医生的工作量大增，判断准确性下降。从影像方面的误诊人数来看，美国的误诊人数达到了1　200万/年，而中国因为人口基数庞大，达到了惊人的5　700万/年，这些误诊主要发生在基层医疗机构。

目前中国优质医疗资源高度集中在大城市。许多县级以下医院虽然都有能力添置更多的医疗影像设备，但严重缺乏有经验的读片医生。如果AI医疗影像诊断能达到有经验医生的水平，那么通过网络上传读片将大大提高中国基层医疗机构对疾病的诊断水平。可以预见，未来基于云服务的医疗影像识别判断将在基层医院的影像识别和判断上发挥主要作用。一旦这样的实验成功，将适用于全世界所有的发展中国家，甚至很多发达国家。

从目前来看，人工智能医疗影像的技术都是从医院体系外部开始的，主要由高科技新创公司提供技术和医院合作。这些公司的后台算法模型和计算能力都大同小异。关键看谁能从医院得到更多以往被验证过的独家数据（即用于训练神经网络模型的“干净”的已标注数据）。这些公司竞争的第二个能力就是业务拓展能力和市场策略（例如专攻三甲医院还是面向基层）。在这个领域未来可能出现一些新的商业模式，例如当技术成熟时设立一家专门的医疗影像识别判断机构，专门为大量的基层医院提供外包服务。这样的趋势也将影响医学院的课程设置和培养学生的方向。

发现新药

AI在医疗健康领域的第二个重要应用是制药。小分子化合物新药发现的简单原理是找到一种化合物的分子结构能够和要“对付”的生化目标（例如癌症细胞中的某种蛋白质或被病毒攻击的人体正常蛋白质）发生反应，激活或抑制目标蛋白质的某些功能。传统的发现新药的方法是试错，像爱迪生发明钨丝灯泡一样试验成千上万种不同的化合物。但是这种试错法成本极高，因为筛选出一个新药的备选化合物要做大量的实验，还要逐一比较该化合物的有效性和毒副作用等。如图5.10所示，世界大药厂研发一款新药的费用在2010年已经达到26亿美元，今天早已大大超过这个数额。其中临床前阶段超过10亿美元，这10亿美元主要是用于初期的筛选和试错。从大量的化合物中筛选出备选化合物直到最后优化出新药不仅耗资巨大，而且过程长达数年。

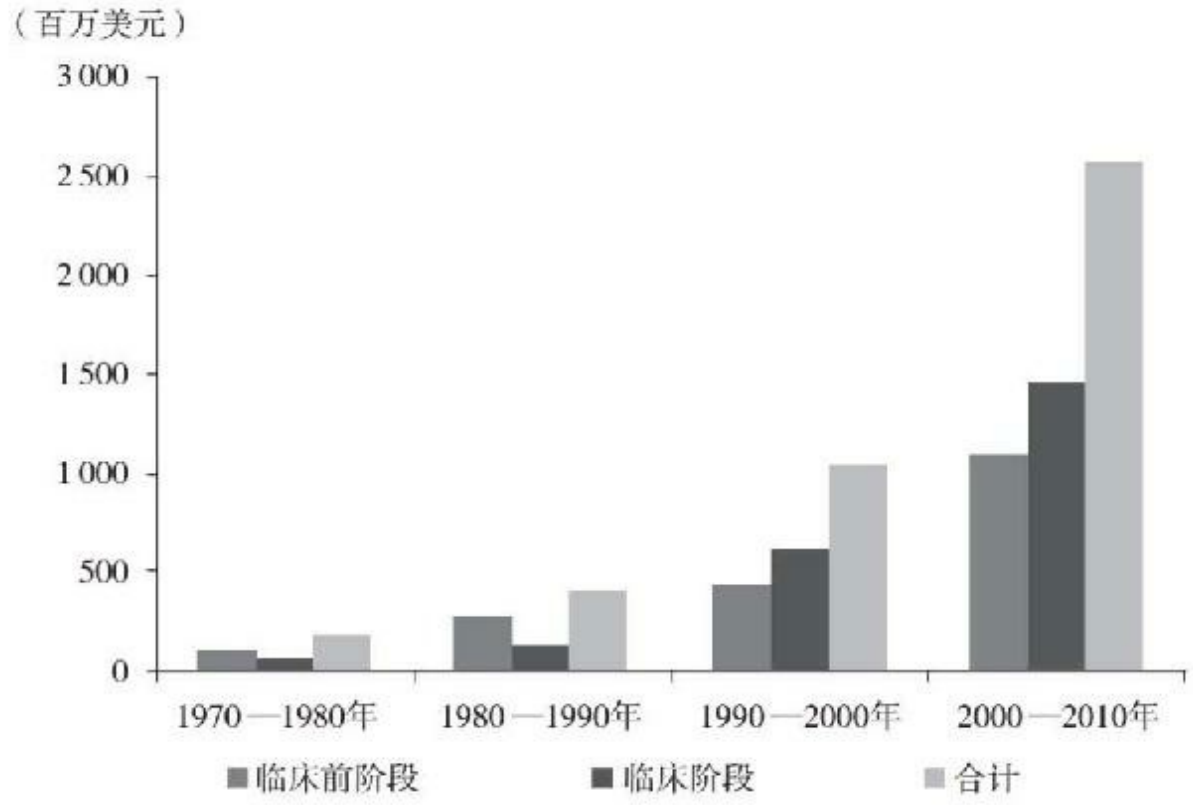


图5.10不同年代新药的研发成本

数据来源：Tufts Center for the Study of Drug Development, CSDD。

在基于深度学习的人工智能成熟之前，新药研发已经广泛使用计算机辅助制药。根据人类已有的生化知识，例如备选化合物以及目标分子结构和特性，计算机可以通过建立模型来模拟化合物和目标蛋白质的生化反应，从而减少实验和缩短时间。传统的计算式新药发现可以说是建立在对分子结构理解基础上的“白箱操作”模式。而基于深度学习的新药发现则是一种“黑箱操作”模式。在“黑箱操作”模式下，计算机并不需要建立化合物的分子结构模型，甚至不需要了解备选化合物及生化目标的特性，而只需要有大量的已有化合物和已研究过的生化目标之间的生化反应数据。用这些已有数据来训练神经网络模型，训练好的深度学习算法可以在很短的时间里从大量不同化合物中筛选出可能有用的备选化合物。这里被筛选的大量化合物也不是随机产生的，完全可以根据人类已有的知识用计算机模型产生那些可能性比较大的化合物。同样的原理，在备选化合物进一步被筛选时，例如进行化合物的生物可利用性、代谢半衰期和毒副作用的实验时，仍然可以用已有的数据进行识别和筛选。这个原理类似一个有经验的媒婆，当媒婆拿到一个要找对象的小伙子的资料时，媒婆根据小伙子的长相、身高、脾气、职业、收入等在自己的记忆中寻找类似的小伙子成功配对的案例，就能八九不离十地给他介绍一个有希望成功的姑娘。目前硅谷和欧洲已经有几家用深度学习发现新药的公司，如位于旧金山的Atomwise。

诊断与监测

AI在医疗健康领域的第三个重要的应用是基于医疗大数据的诊断、预测和健康监测。医疗诊断的挑战在于：第一，人体是一个复杂的系统；第二，所谓“同一种疾病”其实在每个个体身上都有很大的不同，例如当一个患者血糖高时，可能影响到心、肝、脾、肺、肾、胰腺等多个器官，不同的患者影响不同。即使是很有经验的医生也很难考虑得很周全，特别是优质医疗资源紧张的地方，例如中国的北京、上海等地，门

诊医生能花在每个患者身上的诊断时间只有几分钟，医生只能根据经验和患者的情况做一个大致的疾病分类判断，而基于人工智能的诊断可以做精细化的诊断。第一步是收集整理患者的数据，包括各类化验和检查结果、患者主诉和医生判断。将这些数据整理和清洗（剔除明显错误或无关数据）后，将各类病症的相关性整理出来。图5.11是硅谷AI医疗诊断公司CloudMedx关于各种疾病症状之间的相关图。图中的每一个节点都是某类特定患者（特定性别、年龄、种族等）的某种症状。节点之间的连线是两种症状之间的相关性，收集的患者数据量越大，节点就越多，相关性就越准确。这种超级相关图就可以是深度学习里面的用于训练机器模型的已标注数据。一旦一个新的病例数据输入机器中，机器就可以马上根据已有的数据做出一个比有经验的医生还准确的判断。

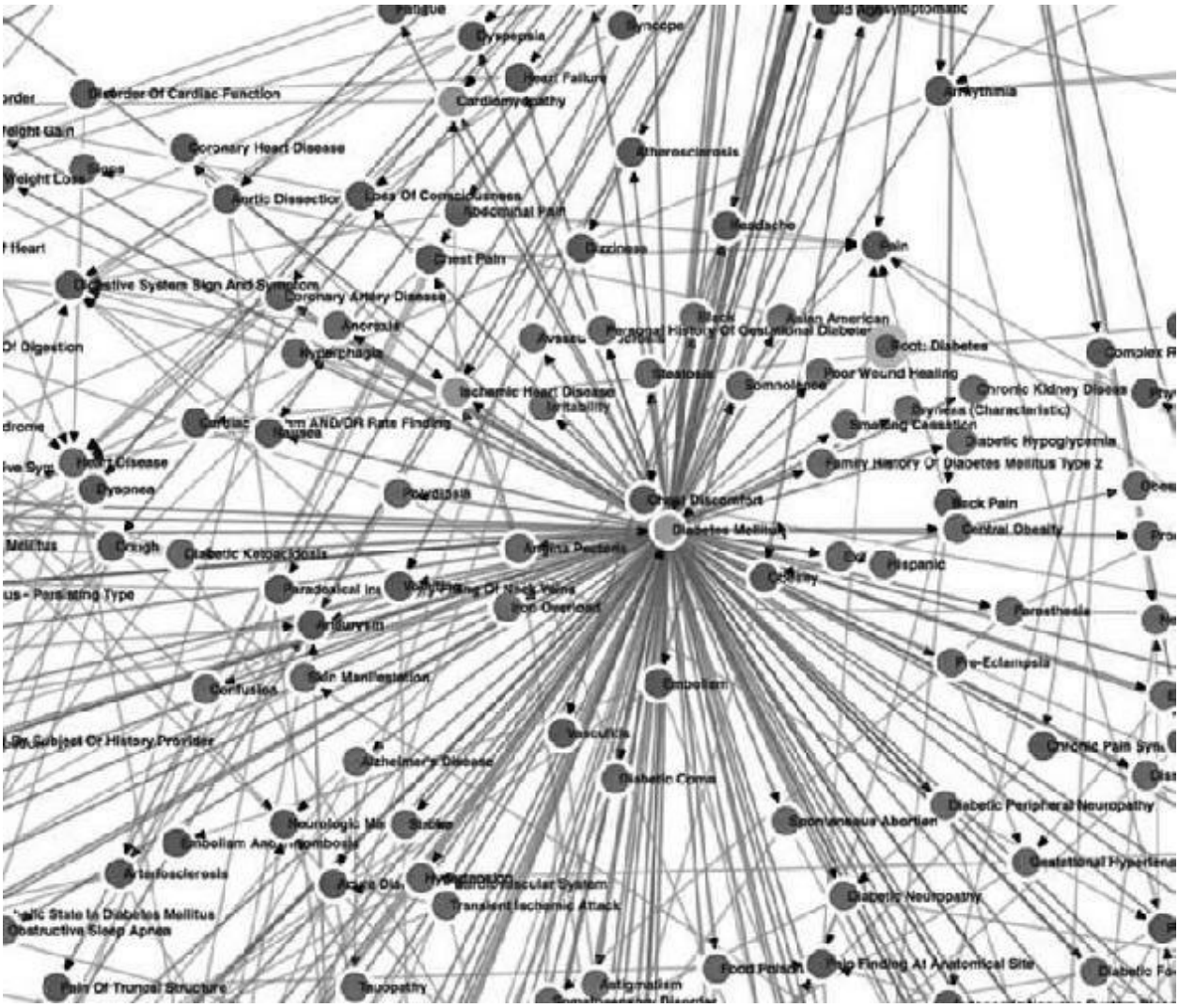


图5.11疾病症状之间相关性的超级链接

图片来源：CloudMedx Inc.。

同样的原理也适用于疾病的预测和预防。医生有很多工具预测患者的健康状况，但他们也经常被人体复杂性所难倒，尤其是心脏病发作是很难预料的。现在，科学家已经证明能够运用人工智能实现比标准的医疗指南更有效的预测，能大大提高预测的准确率。目前，各国的科学家已经在大脑疾病、心脏疾病、慢性病、心脏病、骨关节疾病、流行病等的预测研究上取得较好的成果。随着这些方法的进一步成熟和落地，每年可以挽救数百万人的生命。

每年有将近2　000万人死于心血管疾病，包括心脏病、中风、动脉阻塞和其他循环系统功能障碍。许多医生使用类似美国心脏病学会/美国心脏协会（ACC / AHA）的指南预测这些病例。这些指南基于年龄、胆固醇水平和血压等八个风险因素，经过医生有效叠加进行预测。但这种方式太简单了，不能涵盖患者可能使用的许多药物，或者其他疾病和生活方式等因素。并且一些因素的影响是违反人类直觉的。英国诺丁汉大学的流行病学家斯蒂芬·翁（Stephen　Weng）说：“生物系统中有很多因素相互影响。在某些情况下，大量的脂肪实际上可以预防心脏病。”翁和他的团队使用了四种机器学习算法，以便发现病历记录和心血管疾病之间的关联，他们基于英国378　256名患者的电子病历训练了人工智能模型。与ACC / AHA指南不同，机器学习方法考虑了22个影响因素，包括种族、关节炎和肾脏疾病等。利用2005年的记录数据，他们预测在未来十年内哪些患者会有第一次心血管发病事件，并对2015年的记录进行预测。四种机器学习方法的表现明显好于ACC/AHA指南，通过AUC的统计方法（得分为1意味着100%　的准确率），ACC/AHA指南得分是0.728。这四种机器学习方法的得分介于0.745~0.764。最好的一个神经网络比ACC/AHA方法准确率高7.6%，并且它减少了1.6%　的误报，在大约83　000条记录的测试样本中相当于可以多挽救355名患者的生命。翁说这是因为预测结果可以通过降低胆固醇的药物或改变饮食来预防。这个研究发现，机器学习算法认定的最强预测因素没有被ACC　/ AHA指南囊括，例如严重的精神疾病和口服皮质类固醇。同时，ACC/AHA列表中没有一种算法将糖尿病列入前10名预测指标。翁希望在后续的研究中算法能包含其他生活方式和遗传因素，以便进一步提高其准确性。

另一个通过人工智能预测心脏疾病的研究机构也取得了很好的效果。英国医学研究委员会下的MRC伦敦医学科学研究所称，人工智能软件通过分析血液检测结果和心脏扫描结果，可以发现心脏即将衰竭的迹象。研究人员发现肺内血压的增高会损害部分心脏，大约1/3的患者会在确诊之后的五年内死亡。目前的治疗方法主要是直接将药物注射到

血管以及肺移植，但是，医生需要知道患者还能活多久，以便选择正确的治疗方案。研究人员在人工智能软件中录入了256名心脏病患者的心脏核磁共振扫描结果和血液测试结果。软件测量了每一次心跳中，心脏结构上标记的3万个点的运动状况，把这个数据与患者八年来的健康记录相结合，人工智能软件就可以预测哪些异常状况会导致患者的死亡。人工智能软件能够预测未来五年的生存情况，预测患者存活期只有一年的准确率大约为80%，而医生对于这个项目的预测准确率为60%。

目前世界上超过5亿人患有不同的肾脏疾病，但是全社会对于慢性肾病的知晓率不足10%，因为慢性肾病早期没有明显的症状，很容易被忽视，很多患者等到肾功能恶化时才去就医，因此肾病分级预警是一件很急迫的事情。华南农业大学食品学院的研究员曾经基于人工智能对肾小球过滤进行预测，通过神经网络构造了预测模型，从而最终构建出一个实用性良好的慢性肾病分型预警模型。

医疗健康诊断和预测是一个典型的暗知识案例。一个疾病的原因非常复杂，每个病人的身体情况和病史又都不同。人生活在一个超级复杂的环境中，环境中的所有因素都对人的健康有影响。过去的医疗教育是把这些非常复杂的情况大大简化，编写成各种教科书和指南，但这些明知识根本无法覆盖所有的情况，所以一个好的医生主要是通过多年实践掌握了大量的默知识。但由于人体的复杂性，每个医生掌握的默知识只是一点皮毛，无论是广度和深度都远远不够。只有机器学习才能系统地通过数据挖掘出大量复杂的，医生通过自己经验和理解都无法触及的暗知识。这些数据不仅包括病人的数据，也包括生物、药理、生理、气候、环境等数据，机器能在这些复杂的数据中找出隐蔽的相关性。机器将发现越来越多的医疗健康方面的暗知识，这不仅将从根本上改变未来的医疗诊断，也将深刻影响未来的医学教育和医生培养。

健康管理

健康管理是AI在医疗领域的第四个重要应用。移动智能终端与移动互联网的发展让人们越来越多的行为以数字化的方式被记录下来，包括医疗就诊、饮食营养、运动状况、睡眠时间、社交、生命体征等数据。而人工智能将逐步让这些数据释放出它们应有的价值，基于数据的分析，提供更为健康的生活方式，通过帮助人们管理摄入饮食的营养成分、生活方式、精神情绪等，让健康群体对自身的健康实现更具前瞻性的管理和风险预测，让亚健康和正在康复的群体获得更好的恢复方案。

Virta Health是由加利福尼亚大学戴维斯分校医学院的教授斯蒂芬·菲尼（Stephen Phinney）博士和俄亥俄州立大学的教授杰夫·沃莱克（Jeff Volek）共同创办的一家互联网慢性病管理平台。Virta Health的技术平台运用了AI技术，在其医生和健康咨询师团队的辅助下，提供连续和实时的医疗支持，并能提出精准的饮食方案，为患者设计出个体化的碳水化合物摄入和饮食方案。当患者注册成为Virta Health的会员后，它会寄给患者一套经过FDA认证的医疗设备，用于每日血糖、血压和体重等身体指标的监测。在监测完成后，医生根据当天的各项数据，通过人工智能的计算给患者制定出个性化的饮食方案。Virta Health还设立了健康教练的职位，向患者提供一对一的咨询服务，如果是在非工作时间，那么语音机器人可以给患者回答一些答案标准度高的医学问题。此外，患者可以选择加入在线社区，与其他病友分享治疗心得，互相激励。Virta Health与印第安纳大学医学院于2016年开始针对262位Ⅱ型糖尿病患者展开为期两年的试验，前十周就已经取得了让人振奋的治疗效果。87% 的患者减少胰岛素的注射量，56% 的患者糖化血红蛋白含量降至健康水平，75%的患者体重至少减少了5%。

美国公司Realeyes使用计算机视觉、机器学习技术，通过电脑或智能手机摄像头跟踪用户面部表情，评估用户的情绪变化。目前，Realeyes已经建立了超过500万帧的人脸数据库。每一帧都有多达7个面部动作注解，比如皱眉意味着困惑，而眉毛向上抬起则表示惊讶。此外还会有其他面部特征帮助一起进行情绪识别，使分析结果更有说服力。Realeyes正在研发一款心理健康产品，以便帮助人们变得快乐并且保持

快乐。

随着智能手机、可穿戴设备中传感器的丰富，这些设备已经可以获取用户在不同场景中的运动数据（跑步、瑜伽、游泳等），睡眠质量、血糖、心率、心电图、血氧等数据，以及生活场景中的温度、空气、紫外线等数据，从而为人工智能更健康地管理人们的生活提供更全面精准的资料。

医疗语音助理

AI在医疗领域的第五个重要应用是医疗语音助理。医疗语音助理目前已经在病历录入、智能导医、推荐用药等环节开始商用，帮助医生减轻工作压力，提升患者的就医体验。

病历书写花费了医生相当多的时间。据香港德信2016年调查数据显示，中国50%　　以上的住院医生平均每天用于写病历的时间超过4个小时，相当一部分医生写病历的时间超过7个小时。而语音助理则能够大幅减少写病历所用的时间，医生的口述内容可以实时转写成文本，录入到医院信息管理软件中。录入病历的效率提高以后，医生能够拥有更多时间问诊。对放射科等特殊科室的医生来说更是效果明显。放射科医生大多需要在2个屏幕间来回切换，一会看片子，一会进行报告记录，有了语音录入，可以把注意力放在片子上，边看边说，工作更加流畅，效率也大大提高。2016年8月，北京协和医院在病房、手术室、超声科、放射科等全部上线“医疗智能语音录入系统”，成为首家支持语音识别的公立三甲医院，这套系统的语音识别准确率达到95%以上，个别科室的准确率更是超过98%。

美国语音技术公司Nuance推出的虚拟助手Florence，更是能在一定程度上理解医生口述文件，并通过洞察发现来提供及时的建议，例如药物、实验室或做CT的订单等。Nuance的报告显示，Florence在试点阶段

就为医生节省了35%的时间，而现在与优化之前相比节省的时间超过了50%。该系统还将20个订单的键击总数从87次减少到零。Nuance表示，这意味着仅仅在美国的药学、放射学和实验室订单方面，一年就为医生节省了2 260万个小时。

智能导诊机器人也开始在医院中应用。路过大堂的医生或服务台人员经常被患者问询该挂哪个科室的号，有无主任医师，以及洗手间、开水房的位置。数据显示，目前中国一家三甲医院的日门诊总量平均约为6　000人次，即便10%　的患者问询这些问题，也将给医院带来较大压力，并且由于分属不同的科室和专业知识的局限，被问询的医生或护士很难精准地回答。而智能问诊机器人在云端和医院的各个系统以及服务商的知识库相接，能够通过语音或显示屏轻松准确地解答大多数问题，并且这些导诊机器人还能听懂不同的方言和外语，能够解决该类人群沟通不畅的问题。目前，科大讯飞的机器人“晓曼”、进化者机器人公司的机器人“小胖”已经开始在北京、武汉等地的医院提供服务。（见图5.12）



图5.12北京301医院门诊大厅内的智能导诊机器人

图片来源：中新网。

还有一个语音辅助医疗的例子是荷兰一家创业公司开发的接线辅助智能系统Corti。该系统能够根据患者提供的信息和说话声音，识别患者的症状，向急救专业人员进行提示，并且能够提醒接线员询问更为详细的信息。2016年12月，接线员推断一名男士在事故中摔倒，被损坏的屋顶砸到了背部，此时，Corti开启了声音识别模式，它听到了微弱的震动声，患者虽然心脏骤停但还在试着呼吸，Corti准确识别了这个场景。

智能金融将导致一大批白领、金领失业

AI将给金融行业带来彻底的颠覆。金融行业的重要分支例如银行、保险、证券、理财将无一幸免。

银行

全球银行业正在受到金融科技的巨大冲击。据埃森哲调研数据显示，消费者正以每年两位数的增长速度从传统银行迁移到互联网金融。超过一半的调研者认为目前银行基于互联网金融的业务收入占比低于10%。埃森哲预测到2020年银行业将有近30%的营业收入受到影响。

人工智能技术作为金融科技的核心技术，正在使银行业的服务形态、数据处理、需求洞察、风险管理等发生根本性的变革。

首先，银行面对消费者的大量业务和服务将被AI取代。例如贷款的审核方面，人工智能可以在贷前、贷中、贷后进行客户跟踪管理。根据银行的征信数据加上社交的数据行为特征，可以精准地描述个人行为和金融风险。一笔贷款的申请和审核可以在瞬间完成，并且比人工审核的坏账率更低。以前银行做小额信贷很少，因为风险太大，损失率太高，现在因为人工智能和大数据，小额信贷开始蓬勃发展。再比如客服方面，汇丰银行、恒生银行、中国平安银行等都推出了智能语音客服，采用了自然语言处理技术，能够回答客户的提问。根据美国市场调查公司Juniper Research（朱尼普研究公司）测算，与传统的呼叫中心调查相比，一个聊天机器人的回答将节省大约4分钟。预计到2022年，聊天机器人将帮助全球银行每年节省80亿美元。

其次，AI将取代银行内部的大量人工运营管理工作。大型银行必须

处理大量的数据以便生成财务报告，并满足合规要求。这些过程都越来越规范化、程式化，但仍需要大量人员进行添加任务，比如对账和合并报表，他们的工作是机器人过程自动化（RPA）的理想选择。

不仅如此，在接下来的几年中，人工智能将被用于改变财务中最核心的功能，例如公司间对账和季报，以及进行财务分析、合规分析等更具有战略性的职能。AI提供了速度和准确性，例如，整个报告和披露过程可以和真实时间基本保持同步，不用再等到每个季度末期。由AI支撑的财务团队能够比现在更快地发现问题并做出调整，从而提高准确性，而非每个季度的最后阶段才做努力。例如英国的Suade公司合规平台能够满足银行时刻审慎的监管政策，该平台能够自动通过数据整理生成监管报告。

风险控制对银行业来说非常重要。整体的风控方面也开始引入越来越多的算法。以前银行的首席风险官主要紧盯资产负债表来控制风险，而当前随着数据维度的增加，负债表、收益表、库存、流量、企业的经营状况都被纳入其中，并且实时跟踪挖掘，不用等到资产负债表出来再进行调整模型，整个风险的管控精准度比以前大大提高了。

银行业也正在借助算法来遴选人才，同时减少跳槽员工的数量。德意志银行2016年9月面向部分美国大学毕业生启用一套筛选系统，该系统由一家硅谷公司Koru设计。参与德意志银行美国企业融资职位的候选人要完成该系统20分钟的行为测验，以便选取和公司表现最佳的初级员工有类似忠诚度的员工。负责该项目的德意志银行董事总经理诺埃尔·沃尔普（Noel Volpe）表示，该系统旨在发现“具备我行最优秀、最聪明人才身上的某些特征的候选人”。他相信，与各银行通常竞相争夺的常青藤大学候选人相比，新的测验识别出的招聘对象将更适合该行，因为常青藤大学的毕业生往往没有忠诚意识。花旗集团、高盛也在试运行自己的版本。

面对金融科技带来的竞争力和紧迫感，银行除了变革业务架构和将技术融入业务之中，一定要重视自身的天然优势——既有的用户和数

据。麦肯锡研究报告以银行业为例指出，银行业每产生100万美元的收入，就会产生820GB的数据。金融行业在发展的过程中积累了大量的数据，包括客户信息、交易信息、资产负债信息等。

图5.13是不同行业每产生100万美元收入所产生的数据量。随着软件功能的增强和传感器成本的降低，单位收入所产生的数据还会大大增加。

交易信息、账户信息、身份特征信息和行为数据构成了未来金融业基础核心数据的金矿。截至目前，包括网络银行所用的数据在内，银行业使用的数据只占现存数据的不到10%。银行只有结合用户在互联网上的行为特征，深度挖掘既有的数据，才能更好地掌握和吸引用户，并为他们带来更好的服务体验。

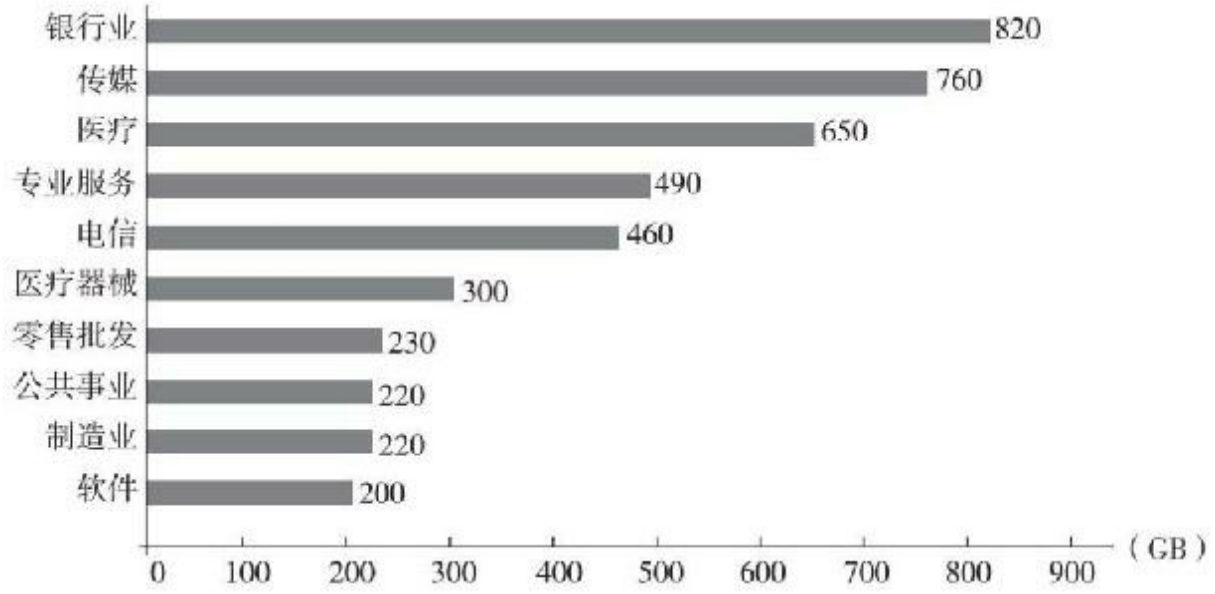


图5.13不同行业每产生100万美元收入所产生的数据量

图片来源：麦肯锡报告。

保险

以人工智能、大数据、区块链等技术为核心的InsurTech（保险科技）正在重新定义保险产业。保险业务从产品设计，售前（咨询、推荐、关怀），承保（认证、核保、定价），理赔（反欺诈、核损、赔付），售后服务（客服、日常分析、客户关系管理），以及营销和风险控制方面都在重构。

在产品创新方面，通过AI可以精准发掘潜在的保险需求，提供定制化保险产品。旧金山的一家汽车保险公司Metromile打破传统车险的固定收费模式，利用手机App（应用程序）及大数据运算掌握用户的开车里程数，并根据收集到的资料实施定制化收费，让用户根据开车行为及情况更公平地支付保费。Metromile认为65%　的车主都支付了过高的保费以便补贴少数开车最多的人，因此它们抓住传统车险模式中的这个痛点，推出按量计费的新形态车险，实现里程维度上的个性化定价。Metromile提供的车险由基础费用和按里程变动费用两部分组成。其计算公式为每月保费总额=每月基础保费+每月行车里程×单位里程保费。其中基础保费和单位里程保费会根据不同车主的情况有所不同（如年龄、车型、驾车历史等），基础保费一般在15~40美元，按里程计费的部分一般是2~6美分/　英里。Metromile还设置了保费上限，当日里程数超过150英里（华盛顿地区是250英里）时，超过的部分不需要再多交保费。2017年特斯拉也宣布今后将自己提供汽车保险。因为特斯拉有每辆车的驾驶数据，它可以为每辆车制定个性化保险产品，这样的“保险精算”是任何传统保险公司都望尘莫及的。

保险营销创新，现在通过大数据的应用，平台可以对数据进行比较，帮助客户选择保险。比如有一款应用Denim，为保险公司提供社交推广平台，通过数据分析为保险公司精确引流客户。

保险管理平台的创新，比如Apliant就是一家为代理人提供管理平台的软件，提高代理人的服务效率以及服务水平。

在承保方面，南非农业数据分析平台Aerobotics公司通过无人机来获取农业、物流、矿产等行业的数据，以此来评定风险等级，提升公司

效率。硅谷的财产保险公司Cape Analytics则是利用机器学习和高空摄像技术来为投保人的财产进行风险等级测评。其高空成像技术可以检测出不同的时间内，同一空间内物体的改变情况。

在理赔方面，2017年6月，蚂蚁金服基于图像识别检测技术与人工智能推出了“定损宝”，只需按要求将拍摄的照片上传，定损宝就能用云端服务器的算法模型根据用户上传的图片进行判定，生成解决方案，该类产品能够在理赔服务流程中降低成本。目前在保险业中，约有10万人从事查勘定损的工作。实现自动定损之后，预计可以减少查勘定损人员50% 的工作量。美国财产保险公司Dropin更是开发了一个直播平台，保险公司可以从无人机或用户手机端获取事故现场的实时视频并以此为依据，远程定损。

当前保险科技参与主体按照经营特点分为三类，分别是传统保险公司、互联网保险公司和技术服务公司。全球已经有超过1　300家保险初创企业，大多数通过更为精准的产品设计或者全流程的金融科技提供服务。加之阿里巴巴、腾讯、百度等科技巨头进军保险行业，这对于传统保险公司无疑形成了较大的压力。普华永道调研显示，保险行业对金融科技颠覆行业的担忧正在减弱。2017年大部分受访者（56%）预计其业务收入的1%~20%可能受到保险科技公司的威胁。（见图5.14）



图5.14未来五年内，可能被保险科技公司抢走的业务收入占比

图片来源：普华永道报告。

但多数传统保险公司的前途依然堪忧。人工智能对保险的颠覆会来

得更加迅猛，因为保险是以场景为基础的，人工智能的技术就是以场景为基础处理特殊的任务。阿里巴巴、腾讯、百度等互联网公司通过线上服务比较精准地掌握了用户的出行、餐饮、娱乐、就医、社保等场景数据，通过挖掘数据来推销的准确率要大大高于保险销售员的地推销率。并且在人工智能技术和信息服务平台上，传统的保险公司也并不占优势。互联网公司能联动互联网的参与方（例如互联网电商、互联网社交、互联网金融等公司及客户）嵌入互联网背后的物流、支付、消费者保障等环节，创造新的互联网保险产品，并实现从保险产品的购买到理赔全在线上进行，比如，阿里巴巴根据用户在其电商平台购买紧身牛仔裤等行为推荐手机碎屏险。

证券

计算机自动化交易方兴未艾，更新换代进程不断加速，曾经由人类主宰的金融领域，也正发生着巨大的变革。2000年，高盛在纽约总部的美国现金股票交易柜台雇用了600名交易员，为投资银行的大客户买卖股票。但今天，这里只剩下两名交易员，由200名计算机工程师支持的自动交易程序已经接管了其余的工作。

融合机器学习的复杂的交易算法首先取代了市场上很容易确定价格的交易，包括高盛以前的600名交易员操作的股票。目前一些复杂的交易如货币和信贷交易，并不在证券交易所交易，而是通过不太透明的交易者网络进行交易，但即是这些复杂交易也正在实现自动化。

跟踪金融行业走向的英国公司Coalition表示，当前将近45%的交易都通过电子渠道完成。在裁员压力下处理日常运作事务的职员首当其冲，不光是高盛，越来越多的银行加入了裁员的浪潮之中。瑞银集团CEO塞尔吉奥·埃尔莫提（Sergio　Ermotti）接受采访时称，随着银行业的科技进步，未来数年该行可能裁员近3万人，占公司人员的30%。

面对来自人工智能的竞争，就连许多高薪人士都将失业。目前，高盛有9　000名工程师，占总员工的1/3。接下来，将有更多高层级的工作被自动化，高盛计划让IPO（首次公开募股）过程中约146个步骤获得自动化，但传统工作上专注于推销和建立人际关系等岗位还暂时不会被取代。



图5.15八年前瑞银集团的交易大厅

图片来源：https://www.zerohedge.com/news/2016-12-20/worlds-largest-trading-floor-sale。



图5.16如今瑞银集团的交易大厅

图片来源：https://www.zerohedge.com/news/2016-12-20/worlds-largest-trading-floor-sale。

智能投资顾问最早在2008年左右兴起于美国，又称机器人投资顾问（Robo-Advisor）。依据现代资产组合理论，结合个人投资者的风险偏好和理财目标，利用算法和友好的互联网界面，为客户提供财富管理和在线投资建议服务。

根据美国金融监管局（FINRA）2016年3月提出的标准，理想的智能投顾服务包括客户分析、大类资产配置、投资组合选择、交易执行、组合再平衡、税负管理和组合分析。传统投顾和智能投顾都是基于以上七个步骤，只是实施的方式不同，而智能投顾本质上是技术代替人工实现投顾。但相对于公司职员，智能顾问的优势是，它可以不知疲倦地监控投资组合的表现，24小时不停歇地工作，还可以对所有的投资组合同等对待。最重要的是它大幅降低了成本，因为机器人服务的使用，美国以前以50万~100万美元为起点的理财产品今天降低到5万美元，费用从

5% 降到0.3%~0.5%。

据权威在线统计数据门户Statista数据显示，2017年全球智能投顾管理资产超过2 248亿美元，年增长率高达47.5%，到2021年全球智能投顾管理资产规模将超过1万亿美元。（见图5.17）

2015年3月，嘉信理财（Charles Schwab）推出了免咨询费的智能投顾平台的Intelligent Portfolios。该投顾平台能够覆盖高达20种不同的资产，根据不同投资者的需求、风险偏好、收入水平，通过后台运算来制定投资组合。受托管理规模的快速上涨说明其智能投顾体系在一定程度上能够吸引客户，给公司带来增量收入，优化收入结构。截至2017年第二季度，公司智能投顾平台总共受托管理客户资产194亿美元，较上年同期上涨137%，较第一季度环比上涨22%。这个智能投顾平台的盈利模式主要是来自嘉信交易型指数基金ETF产品的管理费、为第三方发行的被选入智能投顾组合的ETF产品的服务费、ETF申购赎回等交易费用，以及一些类似货币基金产品的收益。就支出成本而言，其平均受托管理资产的支出成本远低于其他大型经纪商和投资银行。

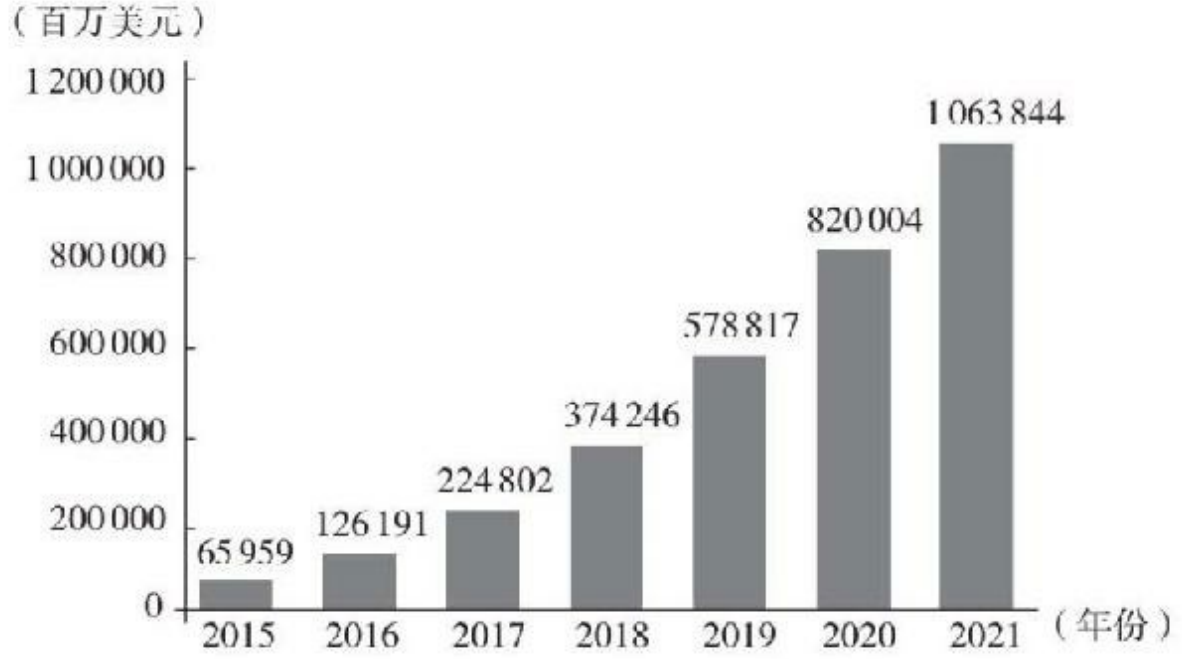


图5.17智能投顾管理资产总额

数据来源：Statista。

日盛证券在2017年11月推出AI理财机器人——AI理财狮，可以为投资人提供线上24小时即问即答服务，上线2个月就吸引超过万名投资人尝试，发问次数4万多次，使用程度相当活跃。

对证券公司、投资银行来说，裁员意味着更丰厚的利润。根据联盟研究统计，在销售、交易和研究领域，全球12个最大的投资银行员工的平均薪酬为50万美元，包括薪资和奖金。而联盟研究主管Amrit Shahani（安穆立特·沙哈尼）说，华尔街75%的薪酬给了那些高薪的“前端”员工。一旦这些交易员被机器取代，他们以前获得的薪酬就将直接计入公司利润。这同时也引发了人们对失业的担忧，因为曾经光鲜亮丽的部分华尔街精英也难逃这次冲击。

智能时代万物皆媒，人机协作时代已经来临

人工智能正在彻底重塑媒体产业，线索、策划、采访、生产、分发、反馈等全新闻链路都因为人工智能的到来而发生变革，媒体也正在走向智媒时代。人工智能不仅能够帮助媒体从业者更快地发现线索，辅助或自主生产新闻，并能根据每个受众的喜好有针对性地分发新闻，同时它能为商家匹配更精准的广告，让媒体更好地实现商业化。

自动化写作

目前的自动化写作已经得到较广泛的应用，最初多以财经和体育新闻的快讯、短讯及财报为主，因为这些报道一般能够较好地拿到结构化的数据。随着技术的发展，自动化写作机器人的能力开始覆盖选题、写稿、校对等全方位的功能，题材也拓展到灾难、犯罪、选举等领域。而且时间更快，还可以定制。（见表5.3）

表5.3新闻机器人发展大事记

时间	公司	做法
2006 年	汤姆森	美国汤姆森公司用机器人记者撰写经济和金融方面的新闻
2008 年	路透社	路透社的 Open Calais 在校对界大显身手
2011 年	Narrative Science	Narrative Science 公司机器人用算法把数据转化成财经和房地产报道
2012 年	《华盛顿邮报》	《华盛顿邮报》新闻核查机器人 Truth Teller
2014 年	Wordsmith	AI 公司的机器人 Wordsmith 针对读者生产定制版内容
2014 年 3 月	《洛杉矶时报》	《洛杉矶时报》机器人 Quakebot 在地震发生 3 分钟后自动生成和发布了报道。除了灾难新闻，《洛杉矶时报》还开发出快速发布犯罪新闻的机器人
2014 年 4 月	《卫报》	机器人生产出靠算法编辑的纸质报纸
2014 年 7 月	美联社	美联社全面利用机器人 Wordsmith 写作，仅需 0.3 秒就可以撰写、发布上市公司盈利报道，还能定制多种语言风格
2015 年	法国《世界报》	法国《世界报》和 Syllabs 公司合作，用机器人记者报道了选举活动
2015 年 8 月	《纽约时报》	《纽约时报》的机器人编辑 Blossom 每天会从 300 多篇文章中挑出“潜力股”，推荐给编辑。其平均点击量是普通文章的 38 倍
2015 年 9 月	《腾讯财经》	腾讯财经推出了国内第一篇由 Dreamwriter 撰写的“机器人新闻”
2015 年 11 月	新华社	新华社推出“快笔小新”，从事体育和经济信息报道

时间	公司	做法
2016年5月	阿里巴巴	第一财经联合推出“DT稿王”，其写稿多、快、好
2016年8月	今日头条	今日头条推出Xiaomingbot（张小明），实时撰写里约奥运会新闻稿件
2016年8月	《华盛顿邮报》	《华盛顿邮报》采用写稿软件Heliograf报道里约奥运会，几秒即可生成并发布一条Twitter（推特）新闻

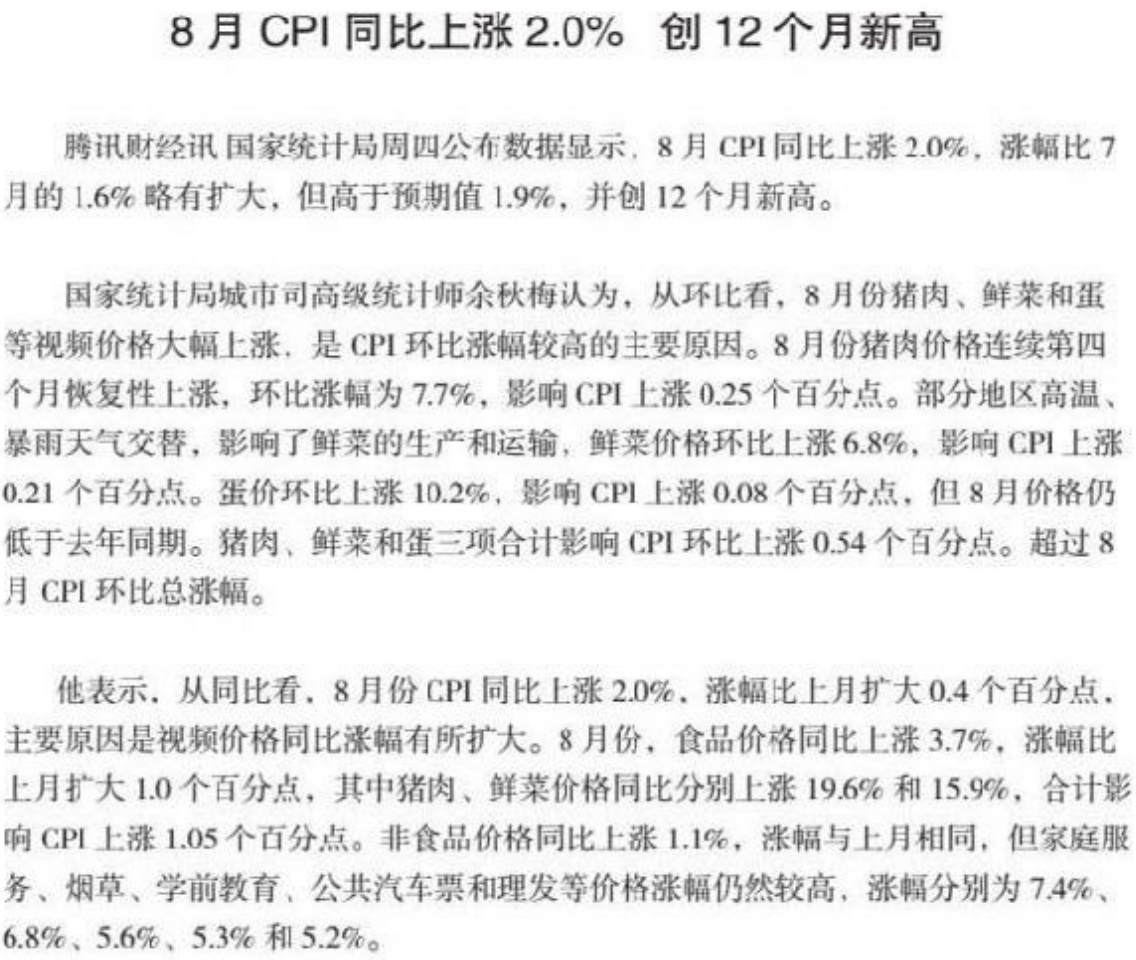
数据来源：中国人民大学新闻坊。

美联社是自动化新闻最早的探索者之一。2013年夏天，美联社的新闻部门负责人提出一个在当时看来略显激进的想法——引入人工智能进行自动化新闻创作。几个月后，在Automated Insights（研究新闻自动生成的技术公司，位于美国北卡罗来纳州）的技术支持下，美联社获得了通过机器自动生产新闻的能力，从体育新闻简报起步，在2014年开始使用算法自动生成财报报道。美联社当时估计这个做法能释放记者20%的时间，可以让这些记者从事更为复杂和关键的工作。2015年，美联社制定了一个五年（2015—2020年）战略规划。美联社战略及企业发展部高级副总裁Jim Kennedy（吉姆·肯尼迪）希望在2020年之前，美联社80%的新闻内容生产都能实现自动化。美联社全球商业编辑Lisa Gibbs（丽莎·吉布斯）说：“通过自动化，美联社向客户提供的公司财报发布报道是以前的12倍，其中包括许多从未受到什么关注的非常小的公司。利用这些释放出来的时间，美联社记者可以参与更多用户生成的内容，制作多媒体报道，追踪调查报道，并专注于更复杂的新闻。”

腾讯是中国自动化新闻最早的尝试者。中国的自动化新闻为什么比海外晚了将近十年？除了我国媒体自身意愿和人员成本比西方国家低以外，西方媒体更侧重于和技术公司合作，例如德国的AX Semantics、美

国的Narrative Science、法国的SYLLABS和LABSENCE、英国的Arria等为媒体提供了解决方案或技术支撑，而中国的媒体大多自行研究机器写作技术。2015年9月，腾讯财经开发的机器人Dreamwriter发布了一篇关于8月CPI（居民消费价格指数）的稿件 ——《8月CPI同比上涨2.0% 创12个月新高》。如图5.18所示，稿件分为两部分，第一部分是数据本身，第二部分是各界人士对数据的分析解读。之后，Dreamwriter持续发布新闻稿件，根据《中国新媒体趋势报告2016》数据显示，2016年第三季度，腾讯财经机器人写作文章的数量达到了4万篇。

Dreamwriter写作的整个流程主要包括数据库的建立、机器对数据库的学习、就具体项目进行写作、内容审核、分发5个环节。腾讯要先通过购买或自己创建数据库，然后让Dreamwriter对数据库内的各项数据进行学习，生成相对应的写作手法，全部学习完之后便可以进行与数据库相关联的新闻事件的报道写作，写作完成后进入审核环节，最后通过腾讯的内容发布平台到达用户端。（如图5.19）



8 月 CPI 同比上涨 2.0%　创 12 个月新高

腾讯财经讯 国家统计局周四公布数据显示，8 月 CPI 同比上涨 2.0%，涨幅比 7 月的 1.6% 略有扩大，但高于预期值 1.9%，并创 12 个月新高。

国家统计局城市司高级统计师余秋梅认为，从环比看，8 月份猪肉、鲜菜和蛋等视频价格大幅上涨，是 CPI 环比涨幅较高的主要原因。8 月份猪肉价格连续第四个月恢复性上涨，环比涨幅为 7.7%，影响 CPI 上涨 0.25 个百分点。部分地区高温、暴雨天气交替，影响了鲜菜的生产和运输，鲜菜价格环比上涨 6.8%，影响 CPI 上涨 0.21 个百分点。蛋价环比上涨 10.2%，影响 CPI 上涨 0.08 个百分点，但 8 月价格仍低于去年同期。猪肉、鲜菜和蛋三项合计影响 CPI 环比上涨 0.54 个百分点。超过 8 月 CPI 环比总涨幅。

他表示，从同比看，8 月份 CPI 同比上涨 2.0%，涨幅比上月扩大 0.4 个百分点，主要原因是视频价格同比涨幅有所扩大。8 月份，食品价格同比上涨 3.7%，涨幅比上月扩大 1.0 个百分点，其中猪肉、鲜菜价格同比分别上涨 19.6% 和 15.9%，合计影响 CPI 上涨 1.05 个百分点。非食品价格同比上涨 1.1%，涨幅与上月相同，但家庭服务、烟草、学前教育、公共汽车票和理发等价格涨幅仍然较高，涨幅分别为 7.4%、6.8%、5.6%、5.3% 和 5.2%。

图5.18腾讯写作机器人生成的财经报道

图片来源：腾讯新闻。



图5.19机器写作的流程

图片来源：中国人民大学新闻坊。

自动化写作无论是对新闻行业还是对读者来说，都带来了显而易见的好处。对新闻工作者来说，他们可以把程式化、重复化的劳动交给机器，自己进行更深度的思考与写作，并且在写作过程中能够得到人工智能的支撑，写作后有系统校对。对读者来说，这些新闻最重要的需求是快，对于体育、财经、地震等对时效性要求极高的报道显得更为明显。另外，满足用户对长尾内容与个性化内容的需求，在传统新闻理论中，某些冷门比赛的报道价值不大，但实际上依然有可观的阅读量，比如棒球比赛对于中国棒球球迷，乒乓球比赛对于美国乒乓球球迷。

随着自动化新闻数量的增多和深度的加强，其背后算法的设定就开始受到怀疑。虽然大多数自动化新闻设定了审核环节，但是在实际操作过程中，为了时效性，大多数并没有经过人工审核。这样可能出现的后果是，一个错误的稿件可以瞬间发给百万级的用户。谷歌技术孵化器Jigsaw的沟通负责人丹·肯瑟琳称：“算法容易产生偏见，就像人类一样。我们需要以在新闻报道中处理事实的谨慎来对待数字。它们需要被检查，它们需要被确认，它们的背景需要被理解。”这就要求新闻工作者不仅要参与部分内容的审核，还要和算法工程师一道，让机器拥有更准确的表述能力和价值观。

辅助写作

智媒时代不是人工智能对新闻工作者的替代。相反，人工智能结合互联网更好地连接了人与人，更好地汇聚人的智慧，并拓展了人的能力。在未来的新闻行业里，记者和人工智能形成“人机联姻”的生产模式。算法分析数据、发现有趣的故事线索，记者进行复杂变量的处理和判断，微妙情感关系的处理和表达，采访重要人物以及幕后故事的发掘等，在人执行的每一步工作流程中人工智能都将有一定的参与。

1.语音识别技术在新闻工作中广泛使用

语音识别技术能使记者减少每天必须完成的日常任务。传统的新闻采访后的录音整理是一项特别耗时耗力的工作，据雷诺兹新闻研究所（RJI）最近对美国超过100名记者进行的调查显示，记者每周平均花费3个小时访问采访对象，并花一倍的时间把采访的录音整理出来。然而通过语音识别技术，可以轻松完成这项工作，国内新闻工作者开始借助讯飞语记等应用减少工作负担。RJI未来实验室开发的一个带语音转文字功能的App“Recordly”也希望能够做到这一点。该项目负责人辛蒂亚·拉杜（Sintia Radu）表示：“Recordly出自我们自己希望报道和写作过程

更加有效的需求。我们把听录音看成浪费时间，我们认为，以这个烦人的工作开始写任何报道都是适得其反，当作者听完录音以后，再要把报道完成时已经很疲惫了。”

2.深度学习能够增强记者的分析能力

深度学习能够更深入分析出受访者或事件背后的深层次关系。在2017年1月的总统就职演讲过程中，美联社与IBM的沃森认知技术平台合作，利用人工智能对特朗普的面部表情进行分析，同时结合特朗普的演讲文本、演讲语调、人格洞悉和社交媒体趋势等数据形成一些基于情感分析赋值的微表达新闻报道。沃森机器人对特朗普关键情绪触发点进行了打分，给出的情感分析结果是“悲伤”（0.4996）大于“喜悦”（0.4555），且情绪表达更为“偏激”，这一点与后来《今日美国》发布的新闻“分析：特朗普短小、黑暗且有挑衅意味的就职演说”在情感色彩表达上不谋而合。（见表5.4）

表5.4 IBM沃森给特朗普就职演讲各类情绪所打的分数

实体	关联性	感情	类型
美国	0.754812	积极	克制
情绪	分数		
愤怒	0.075456		
厌恶	0.231049		
害怕	0.068197		
欢乐	0.455526		
悲伤	0.499659		

资料来源：IBM Waston。

目前，还有一类“商业关系图谱”公司，利用深度学习和大数据技术，发掘商业人物、公司、财产等之间的关联。例如国内的“天眼查”软件通过分析国内8　000万家企业、人、实体之间关系的投资结构，个体商户工商信息以及企业商标信息库，公开的诉讼信息等海量数据库，用深度学习、大数据技术解析出商业社会关系网络，让人物关系、公司持股等关系一目了然，目前已经被记者用于新闻报道中。

3.机器视觉技术有助于查找信息和数据

机器视觉技术主要用于从照片和视频中自动提取描述数据，例如位置，可识别的人、地点和事物等有价值的元数据，使图像更容易管理或被搜索、发现，既便于编辑快速分类和组织大量图像和视频的语料库，提高编辑速度，又为调查记者提供了丰富的调查证据。

美联社使用Digital　Globe（美国高分辨率地球影像服务供应商）的卫星图像技术，来锁定东南亚海域轮船的高分辨率图像，以便获得一个关于海洋捕捞行业滥捕的调查项目的重要证据，该报道在2016年获得普利策奖中的公共服务奖。Digital　Globe的计算机视觉算法能够调整其卫星摄像头，拍摄最佳和必要的图像，这些图像给予新闻工作者一个“上帝视角”，为新闻报告提供了一个全新的参考点，这超出了传统新闻报道团队的能力范围。（见图5.20）

在另一个工作场景中，文本转视频平台Wibbitz利用图像识别，自动用编辑图片和视频脚本生成匹配一段给定文本的视频，生成粗剪的视频供编辑人员进一步精编。这样允许记者更多地关注内容，更少地关注制作视频的重复工作。平台使更多人能够更快、更好和更有效地工作，也能帮助制片人大规模创作有吸引力的视频。2016年，阿里云还演示了一段人工智能解说NBA（美国职业篮球联赛）的视频，这项技术在电视、网络媒体的即时播报中也将发挥重要作用。

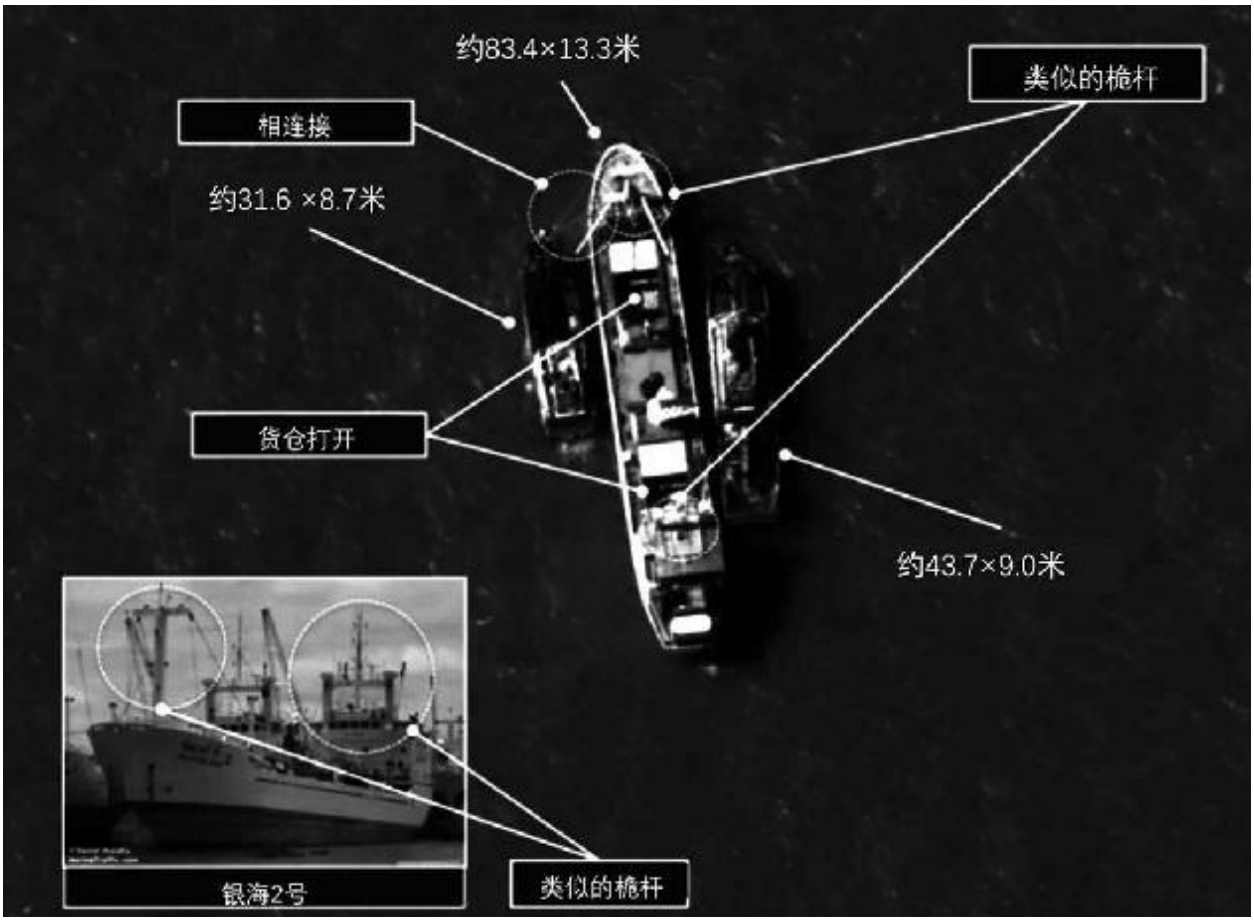


图5.20东南亚商船运送货物路线的卫星图像（7月14日银海2号在阿拉弗拉海）

图片来源：Digital Globe。

传感器新闻

2013年，纽约公共广播的数据新闻团队借助土壤温度传感器，准确报道了美国东海岸蝉的回迁。这应该是传感器新闻的最初探索之一。随着智能终端呈现指数级增长（美国计算机技术工业协会预测到2020年将达到500亿台），未来社会越来越多的信息将直接通过这些终端的传感器获取，呈现万物皆媒的趋势。

传感器必将改变新闻的采集手段。在这个层面上的传感器，是人的感官延伸，可以在一定程度上帮助人突破自身的局限，从更多空间、更

多维度获得与解读信息。通过传感器获得的大规模环境信息、地理信息、人流信息、物流信息、自然界信息等，可以为专业媒体的报道提供更为丰富、可靠的数据，甚至可以为选题的发现提供线索。传感器对某些特定对象或环境的监测能力，也使它们可以更灵敏地感知未来动向，为预测性报道提供依据。净化器公司了解每个家庭的空气状况，智能手表、智能手环公司能够获取一个地区民众的运动和身体状况。未来，媒体可能需要寻求掌握该类数据的合作伙伴，从更深、更广的层面获取新闻信息，从而带来新的可能性。

美国堪萨斯城一家创业公司ShotTracker就开发了一套智能系统。这套系统通过在球鞋和篮球中植入传感器，向人们传达球场上的一切信息，从而让篮球比赛变得更加透明。ShotTracker系统还能根据球员和球在场上的移动数据进行实时分析，包括球员投篮次数、失误次数、助攻、抢断、扣篮等动作，对球员情况进行一系列分析，把在本次比赛中球员的优势和劣势都以数据的形式呈现出来。该类传感器的普及，将使体育新闻报道中球员表现等数据的准确性大幅提升。（见图5.21）

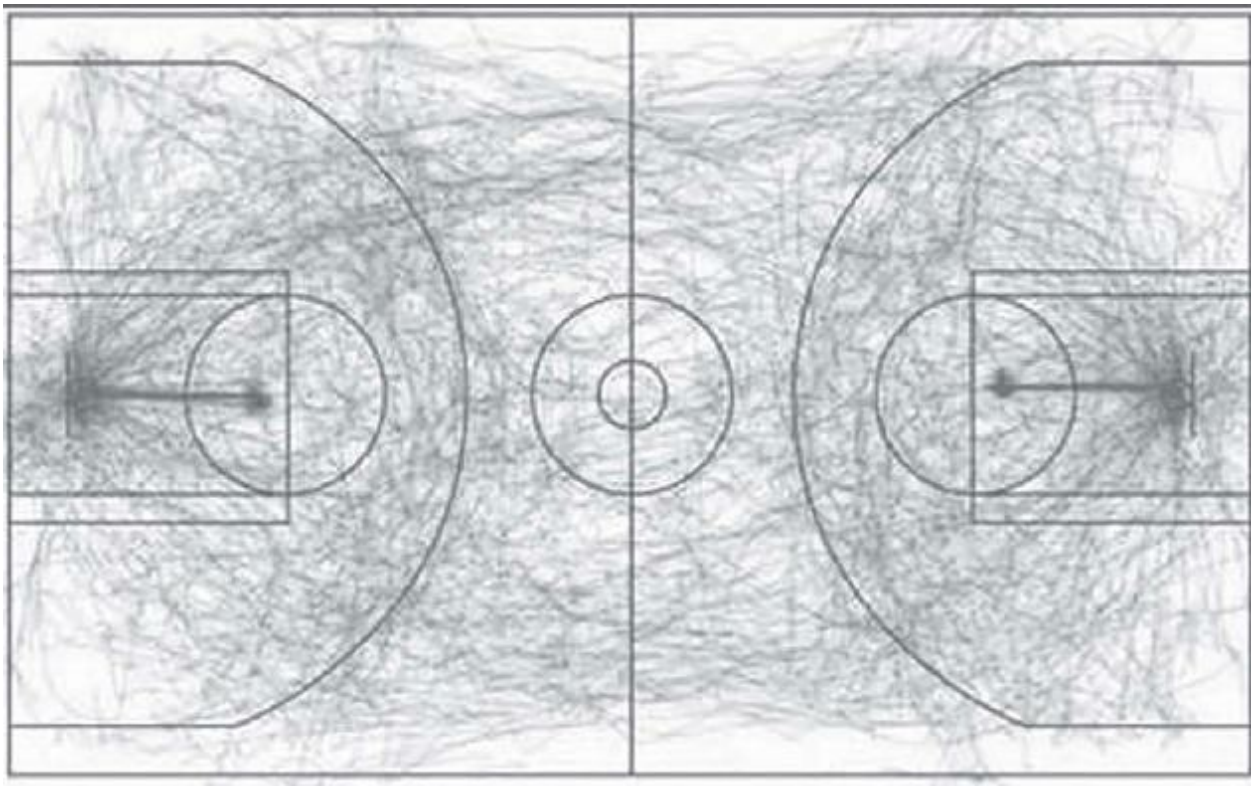


图5.21 NBA借传感器绘制比赛中篮球与球员的运动轨迹

图片来源：cnbeta。

另外，传感器还有“用户反馈”的价值。作为反馈机制的传感器，将用户反馈深化到了生理层面。传感器可以采集用户的心跳、脑电波状态、眼动轨迹等身体数据，准确测量用户对于某些信息的反应状态。这样一个层面的反馈，不仅可以更真实、精确地反映信息在每个个体端的传播效果，也可以为信息生产的实时调节、个性化定制或长远规划提供可靠的依据。

在智能物体作为信息采集者日益普及时，“物—人”之间的直接信息交互也将逐渐变成常态。由“物”所监测或感知的某些信息，也许通过“物—人”信息系统，就能直接到达目标受众，这会使专业媒体的中介性意义被削弱，甚至可能出现OGC（Object Generated Content，物体生产内容）。

个性化新闻

个性化新闻在今天已被普遍接受，它主要体现在三个层面：一是个性化推送；二是对话式呈现；三是定制化生产，这是个性化新闻的更高目标，它的成熟与普及取决于更深层的用户洞察能力。

1.个性化推送

个性化推送凸显了算法对于新闻分发的意义，算法的水平决定了个性化匹配的精准程度。一个人长期使用某App浏览新闻，该用户的阅读数据就会被不断地反馈进数据库，用户画像就逐渐清晰。同时，随着用户数量的增加，通过相似点描绘可以将人不断地分群，从而进行群体分发，再加上之前累积的数据，通过算法运算完成智能化的推荐。但令大

家担忧的是，算法容易被其所有公司或更高的利益集团所控制，失去新闻报道的独立性和对社会进步的推动作用，这一点已经在中国的个性化新闻中有所体现。算法只提供受众喜欢阅读或认同的信息内容，导致个人消费越来越多的同类信息，以致个体受众不太可能阅读到与其意见相左的信息或观点，社会上不同声音之间的沟通交流日趋减少，社会言论也越来越单一。算法让“过滤气泡”现象更加严重，给社会舆论的健康带来风险。

2.对话式呈现

一些媒体正在探索社交机器人在新闻传播中的应用，它们将某些新闻的获取和阅读过程变成一个互动对话过程，通过机器人与用户的对话，来了解用户的阅读偏好，进而推荐相关的内容，但用户是否愿意承受这种对话的成本，仍需观察。例如，全球数千万的用户可以要求亚马逊或谷歌的智能音箱播放美国在线、《华盛顿邮报》 3小时内的精彩新闻。

3.定制化生产

和今天纯粹用算法做匹配的机制不完全一样，未来还会生成所谓定制化信息的生产，即基于大数据分析的、基于场景的个人化信息定制，针对用户的兴趣生产和讲解。定制化生产是个性化新闻的更高目标，它的成熟与普及取决于更深层的用户洞察能力，场景分析是理解用户在特定环境下需求的一把钥匙。Automated Insights已经在该方面进行尝试，雅虎正在合作关于幻想运动（fantasy sport）的内容，用户可以选择真实比赛中登场的运动员，组成自己的球队，和朋友之间相互比赛，在美国每周有超过3 000万用户使用这项内容，为每一对匹配的对抗组进行报道，用户能够知道关注的队伍表现得怎样，投球表现如何，胜利了还是失败了。雅虎曾经的做法是发布一个报道，让千百万人同时读它，Automated Insights能够发布千万个报道，而且每个报道都是独一无二、

专门为用户定制的。

智慧城市——“上帝视角”的城市管理

早在2008年IBM就提出了智慧城市的概念，从交通、医疗、能源、政府、水资源、安全、楼宇和园区领域为政府提供整套的智慧城市方案。目的是让城市运转更加高效环保，管理更加科学，并能提前发现问题，如交通拥堵、环境污染、公共安全等。随后，多个国家开始了智慧城市的实践，高峰时期IBM曾有超过1 000个智慧城市项目在建。但普通市民似乎并未感受到拥堵的交通状况有所改善，地震、火灾后政府的响应能力有所加快，就医的体验有所提升。

企业、政府、未来学家都希望将城市打造成一个高度统一的智能系统，但庞大的软件、硬件、基础设施投入和短期内有限的效益形成了较大反差。不少政府放弃了IBM起初的方案，转而从垂直领域出发，从解决具体问题入手，提高城市的智能化水平。而AI在其中扮演了越来越重要的角色，AI推动下的安防、交通系统、政务服务、环境保护等都获得了质的突破。

智能交通

交通问题是让很多大城市政府头疼的问题，即使有明确的交通规则和更宽的马路，堵车也会发生。因为交通系统是典型的“非线性系统”，有非常多的因素相互牵制和互相依赖。在大城市上班的市民一定会感受到，早高峰的时候，你6:00出门，就能早半小时到达，而你再晚10分钟出门，可能就会迟到。

2016年，麻省理工学院、瑞士苏黎世理工学院和意大利国家研究委员会联合研究团队已经研发出一款新道路系统，在道路上将不再有交通

信号灯，并提出了“基于时段的交叉路口”概念，其与航空交通管制系统相似，即每辆汽车接近交叉路口时，由交通管理系统协调交叉路口时间。这意味着整个交通系统将与道路上的所有汽车实现同步。麻省理工学院可感知实验室研究科学家、意大利国家研究委员会会员保罗·桑蒂（Paolo　Santi）表示，将交通灯更换成基于时段的道路系统可以极大地提高交叉路口的交通性能，而且交通堵塞和延误现象也会随之消失。而韩国最大的通信运营商SK厂商正在测试借助5G实时通信技术将汽车与其他车辆和行人连接起来的技术，最终使未来的交通不再需要交通信号灯。其计划2019年开始为主要高速公路推出这种自动驾驶服务，然后将服务扩展到更繁忙的街道。（见图5.22）

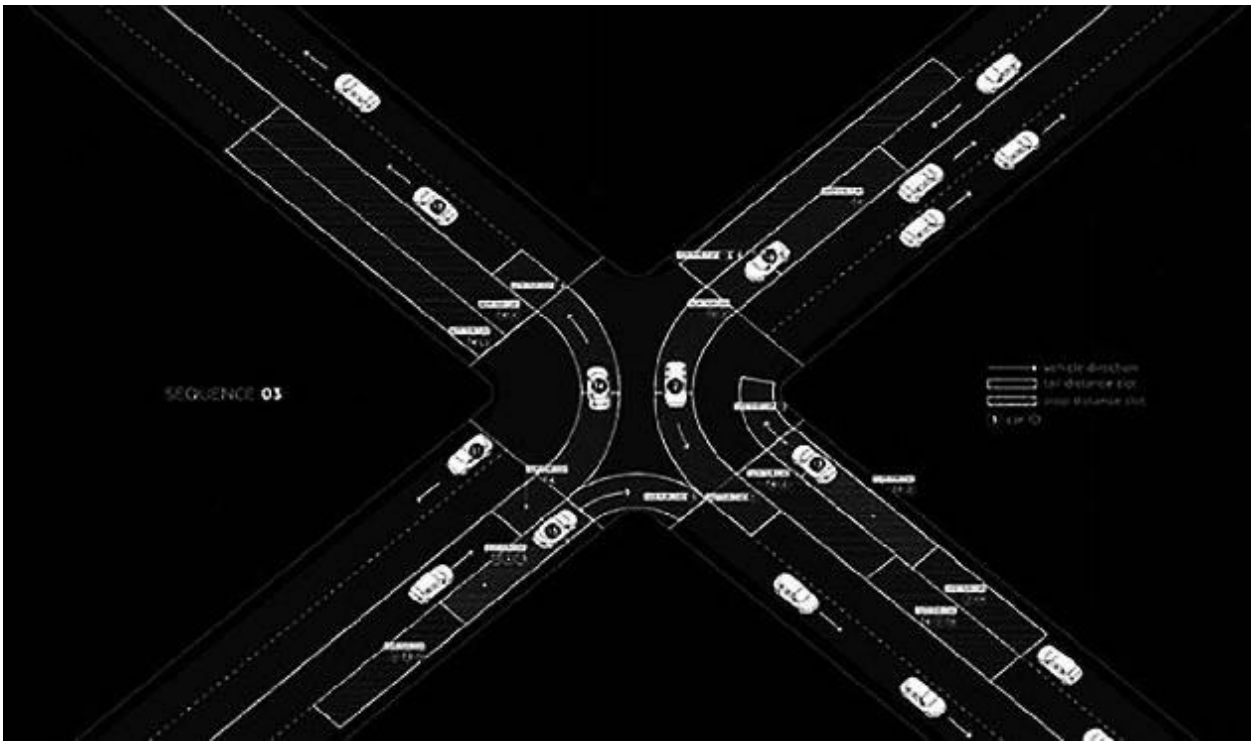


图5.22不再有交通信号灯的交叉路口

图片来源：麻省理工学院可感知城市实验室。

未来，只有智能驾驶汽车、交通基础设施、车联网、交通管理系统整体协同才能让每个公司的无人车在公平的规则下行使，才能实现真正的智能交通，从而大幅提升交通效率。阿里巴巴为城市交通系统打造了

一个“城市大脑”。2016年10月，该系统首先在杭州测试，通过杭州5万多个道路摄像头做信息采集，相关数据汇集到后台进行交换与处理，由人工智能系统做出算法决策，然后再传回交通设施上执行，可以对整个城市进行全局实时分析，自动调配公共资源，在部分路段的测试过程中，“城市大脑”让车辆的通行速度最高提升了11%。该类系统的商用也将大幅减少人力成本，阿里巴巴视觉计算组负责人介绍说：“这些视频如果由交警三班倒地去看，需要15万个交警，而通过算法，城市大脑可以在短时间内把这些视频都看完，数清楚有多少辆车往哪个方向走了。”

高级辅助驾驶汽车和车联网结合能够大幅降低城市的交通事故，并减少车辆的能源消耗。美国交通部基于600万例交通事故的分析数据显示，ADAS（高级辅助驾驶系统）的使用能够降低15% 的交通事故，V2X（车联网）的使用能够降低36% 的交通事故，而两者结合能够避免96% 的交通事故。华为在苏州工业园区的智慧交通测试更是验证了这个说法。因为车联网的引入，交通延误能够降低15%，主干道平均速度提高15%，停车次数降低17%。而欧洲一个团队通过车联网让车辆编队行驶，能够减少车辆油耗7%~15%，减少人力成本40%。

安防

AI在打击恐怖分子、罪犯，预测突发情况，管理密集人群等方面开始发挥较大效用。图像识别技术开始让城市管理系统实现目标检测（车牌识别）、人脸识别（属性提取）、目标分类（车、行人）等功能。主要用在运动目标检测、周边入侵防范、目标识别、车辆检测、人流统计等方面。

图像和视频识别可以分为下列几大类应用。

（1）人脸识别及统计（包括唇语识别）。

（2）虹膜 / 指纹识别。

（3）表情识别-测谎仪。

（4）物体识别及动作顺序。

（5）网络特定类图片监控。

（6）第四类步态识别。

第一类图像识别是人脸识别。全世界人脸识别最大的市场是中国，人脸识别在中国已经被广泛应用于手机支付、ATM机、门禁、打卡、海关、车（机）票、交通违规监测、安全监控等。人脸识别甚至开始应用于快餐店，利用老客户的点餐习惯加快点餐速度。人脸识别还可以用于寻找早年被拐卖的儿童。中国各地目前有大约1.8亿个摄像头，到2020年将增加到4.5亿个，平均每三个人一个摄像头。中国已经建成了世界上最大的视频监控网“中国天网”，利用人工智能和大数据进行警务预测。2017年4月，深圳已经开始利用人脸识别技术来识别乱穿马路的行人。2016年，中国安防行业市场规模已经达到5　400亿元，同比增长9%。预计未来几年，中国安防行业市场规模将从2015年的近5　000亿元增长到2020年的8 759亿元，年增长率在11%以上。

人脸识别的主要任务有两类：一类是在一组未知的图像中找出是否有某个人；另一类是判断一张图像是否为某个特定的人。传统的自动图像识别分为以下几步。

（1）先用一组事先定义的人脸特征把将要识别的人脸进行分类，每个人脸都表现为特征集中的一组参数。

（2）在图像中首先识别有没有人脸，如果有，再识别在图像中的什么位置。

（3）提取图像中每个人脸的特征，将这些特征和已经存在于数据库的各个人脸特征参数进行比较，找到相似度最高的人脸。

而深度学习放弃了使用事先定义好的人脸特征集，而是用已知人脸

图像去训练模型。目前，在图像识别中主要使用CNN，不论是什么样的应用，都是先有一组已经标注的训练图像，用这组训练图像将CNN训练好以后，用CNN来识别未知的图像。比较简单的应用是个人图像认证，例如手机刷脸密码。这种应用的图像清晰（基本都是对着镜头的大头照），而且只需要识别是否为某一个人，训练集只是一个人的不同照片。第二类是门禁、打卡、车票等系统类，需要识别出摄像头前是存在数据库里的一群人中的哪一位。这两类应用都是被识别人“希望被认出来”，所以问题相对简单。比较困难的是“不希望被认出来”的情形，例如，在公共场合的摄像头里监控是否有某一群人中的一个或几个出现。挑战在于摄像头的分辨率有限，被摄影人离镜头的距离太远，光线和朝向、姿势都有许多变化，更别提如果化妆或者整形的情况了。假设摄像头的分辨率为1 920×1 080（高清电视），可靠地识别一个人脸需要分辨率不低于100×100。根据不同的景深和画幅，当人脸和摄像头距离10~20米时，人脸识别的可靠性就会大幅下降。另外摄像头的安装位置都远远高于人脸，当人离摄像头太近时，头顶会遮挡人脸。总体来说在一个公共场合，例如商场或广场角落的摄像头想要准确识别人流中是否有记录在案的人是一件非常有挑战性的事。指纹识别和虹膜识别的原理都和人脸识别类似，但细节不同。

目前公共场合图像和视频监控的一个技术发展方向是把识别能力和摄像头放在一起。设想一个大城市有上百万个摄像头，如果每个摄像头按照每秒64k比特速率向云端传送，每天就会产生上千TB的数据，无论是处理还是储存成本都非常高。更重要的是从监控特定人群的角度来看，这些数据绝大部分都是无用数据。如果识别能力放在摄像头端，那么只有当发现疑似目标时才会上传数据。这种摄像头端的识别可以用高速CPU和GPU来做，但价格太高。假设一个监控点的整个成本为1万元人民币（包括摄像头、拉电源、拉网线、安装费用），识别芯片的成本不应该超过2　000元人民币。而且耗电不能太高，因为户外环境不容易安装散热设备。目前的解决方案主要是FPGA（现场可编程门阵列），但当算法稳定和标准形成后，长远解决方案一定是低功耗、低成本的专

用芯片。设计生产这种芯片的可以是芯片设计厂商，但更有优势的是那些已经大量生产和部署摄像头的公司。

人脸识别中还包括表情识别和唇语识别。用表情识别来测谎可能比心电图更准确。由于表情的定义本身比较模糊，分类也很有挑战，所以很难另外取得被测者的标注数据。唇语识别是一项集机器视觉与自然语言处理于一体的技术，即通过人的口型变化推测说了什么话。早在2003年，英特尔便开发了“视听说识别系统”软件，供开发者研制能读懂“唇语”的计算机。2016年，谷歌DeepMind英文唇语识别系统便已经可以支持17500个词了，新闻测试集识别准确率达50% 以上。目前口型识别的准确率能够达到约60%。2017年12月，搜狗推出了中文版的唇语识别，可以直接从有人讲话的视频中，通过识别说话人的唇部动作，来解读说话者所说的内容。通过端到端深度神经网络技术进行中文唇语序列建模，经过数千小时的真实唇语数据训练，打造了一个“唇语模型”，在非特定人开放口语测试集上，该系统达到60% 以上的准确率，在垂直场景命令集例如车载、智能家居等场景下甚至已经达到90% 的准确率。（见图5.23）

第二类图像识别是物体识别和统计。例如在卫星照片中识别地面有多少架飞机、分别是什么型号，地铁站每天有多少乘客，商场有多少特定类型的顾客（例如年轻女性）等。有挑战的是在视频中识别一个物体的某个部位的连续动作，例如识别一个挖掘机铲斗在一个时间段里挖掘了多少斗矿石。

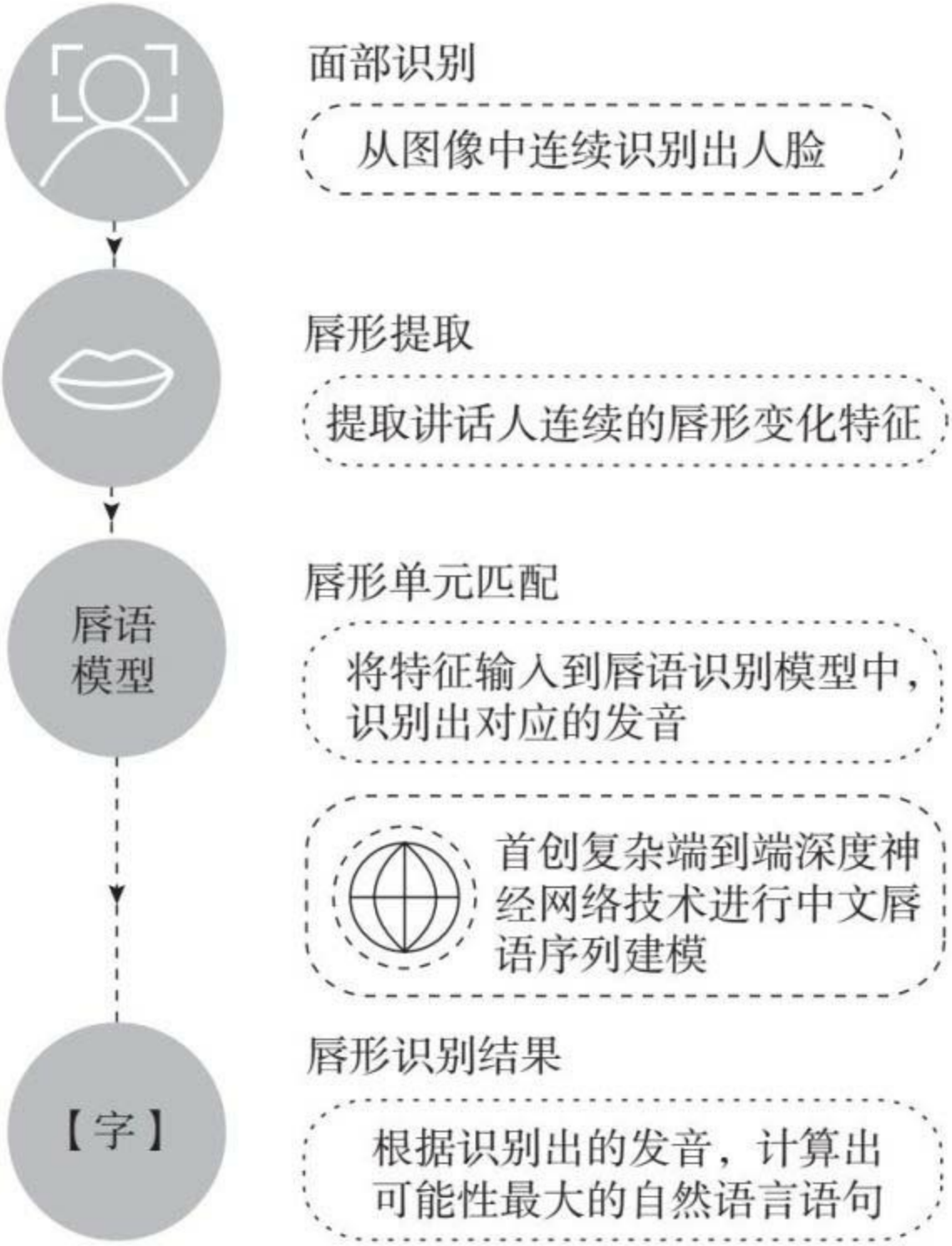


图5.23唇语识别技术原理

图片来源 ： 搜狗。

第三类图像识别是识别出网络中上传的图像或视频是否违规，例如黄色图片。这种应用也相当有挑战性，原因之一是被识别类别不容易清晰界定（比如到底什么算黄色），原因之二是训练集可能会非常大，使训练和识别的成本都非常高。

第四类图像识别是步态识别，中国科学院研究出了一种新兴的生物特征识别技术——步态识别。该技术只看走路的姿态，在50米内，眨两下眼睛的时间，摄像头就能准确辨识出特定对象，即使遮挡了面部也有效。虹膜识别通常需要目标在30厘米以内，人脸识别需在5米以内，而步态识别在超高清摄像头下，识别距离可达50米，识别速度在200毫秒以内。此外，步态识别无须识别对象主动配合，即便一个人在几十米外戴着面具背对普通监控摄像头随意走动，步态识别算法也可以对其进行身份判断。步态识别还能完成超大范围人群密度测算，能够对100米外或者1　000平方米内的上千人进行实时计数。这些技术能广泛应用于安防、公共交通、商业等场景。

预测管理

2014年12月31日晚间发生在上海外滩的踩踏事件，造成36人死亡，49人受伤。其原因就是跨年夜活动引发了相当多的游客光临，而城市管理者不清楚人流密度，从而没有及时疏散，该类问题随着AI的到来将逐步得到解决。AI结合大数据技术，已经能够在城市的人流预测、天气预测、灾害预测等方面发挥作用。微软亚洲研究院借助CNN、RNN技术与城市的数据，已经能够成功预测未来十几个小时的城市人流情况、雾霾发生概率等，这将在一定程度上改写城市的管理方式。

微软亚洲研究院以贵阳出租车的实时数据为样本，基于人工智能、云计算、大数据做了实时的人流量预测系统。系统把城市划成1 000米 × 1　000米的格子，预测每个格子里面未来会有多少出租车进出。每个格子颜色不同，代表了不同的信息，每点一个格子就会跳出一个图形和表

格，能清楚知道整个城市某个区域人群流动接下来十几个小时会呈现什么状态。比如已经发生过的出租车进出情况，未来的人流情况，昨天同一时间的情况等。同样地，任何人流预测数据来源，比如手机信号、地铁刷卡记录等，都可以通过该系统模型进行运算从而得到某地将有多少人进出的结果，并预测未来十几个小时的城市人流情况。微软亚洲研究院的郑宇博士领导了这个研究，该研究成果《城市人群流动的深度时空预测网络》（ *Deep Spatio-Temporal Residual Networks for Citywide Crowd Flows Prediction* ）已经发表在第31届人工智能大会AAAI-17上。（见图5.24）

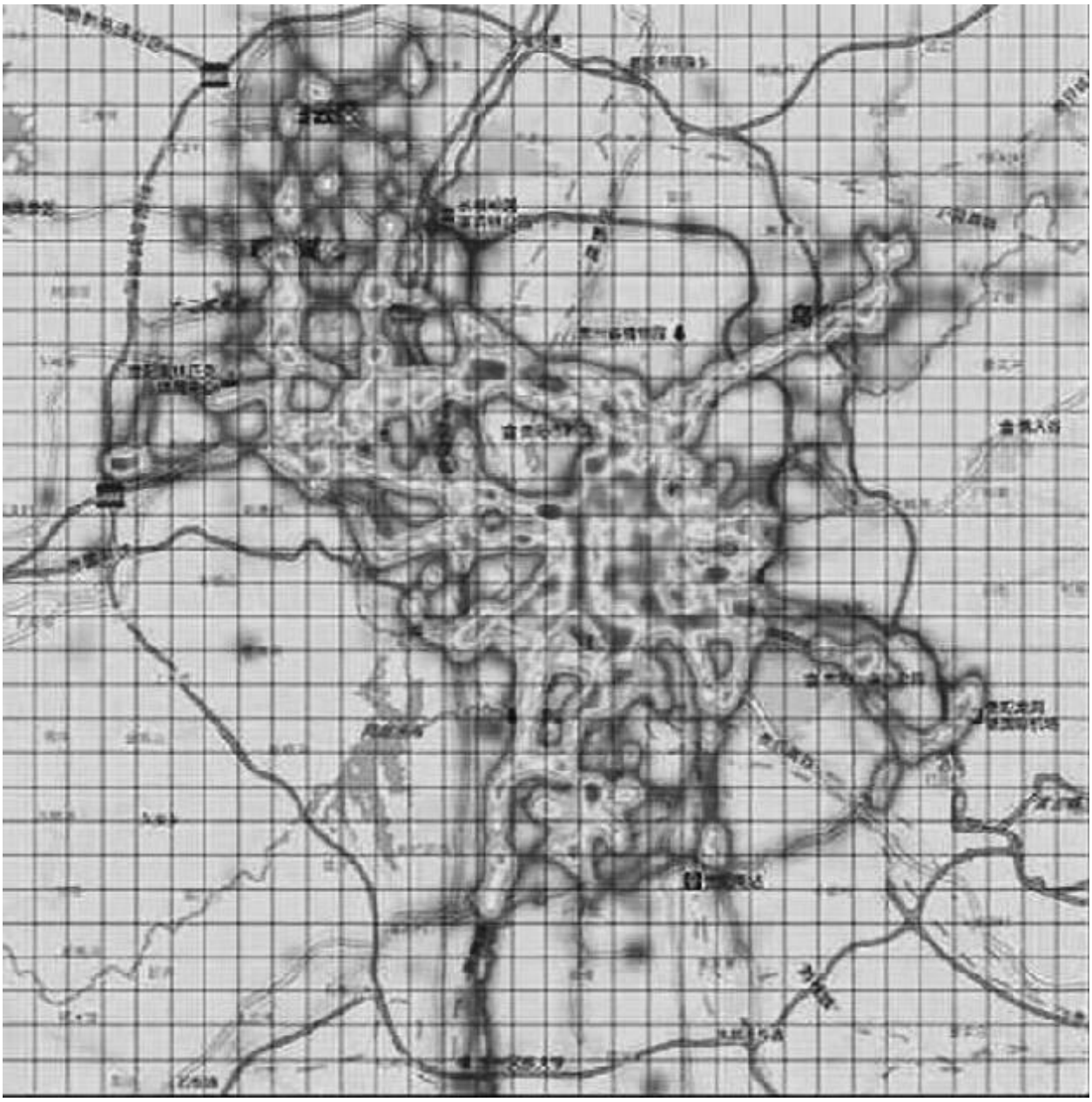


图5.24贵阳实时人流量预测系统

图片来源：微软亚洲研究院。

重复体力劳动者将被机器人全面替代

机器人中最大的一支就是自动驾驶汽车，因为这个产业太大，通常大家把它专门拿出来研究。不算自动驾驶汽车和无人机的机器人市场到底有多大？IDC研究报告预计，到2019年全球机器人市场规模将达到1350亿美元，2015年全球机器人支出为710亿美元，并将以17%的年复合增长率增长。

这个市场主要包括三个类型：装配线机器人、（与人）合作型机器人、自主型机器人。装配线机器人的特点是动作程式化，并且不需要判断。根据工业装配线的事先设计要求给机器人输入指令后，机器人一直做重复性的动作。合作型机器人主要是和人一起完成生产线上的任务，由人来做复杂和需要判断的事情，由机器做辛苦但重复性强的工作。合作型机器人和装配线机器人类似，但是因为和人近距离在一起操作，所以需要有紧急保护装置，以防伤人。人工智能影响最大的是自主型机器人，这类机器人目前主要是做服务型工作，例如商场导购、酒店门厅接待、医院送器械和药、小区巡逻、家庭卫生、食品制作等。目前最成熟的是扫地机器人，每年能卖出上千万台，其他的都还不成熟。原因之一在于每一个服务项目的感知、判断和行动决策都很复杂，与自动驾驶类似，如果成本太高，就没有经济价值。服务型机器人的第二个问题是如何和现有流程配合。例如小区巡逻，如果机器人无法一次取代保安的所有复杂工作，那么机器人如何和小区保安分工协调？故障和维修如何解决？自主型机器人未来的主要市场仍然是工业生产线。目前高产值重型装配，例如汽车，已经越来越多地使用机器人，但许多低产值的轻型装配还需要使用大量人工。随着机器人成本的降低，这类生产线也将逐渐配备机器人。另一类是非装配型的生产线，例如食品加工、禽畜屠宰、货物分拣等。这些工作在理论上都能逐渐被机器人取代，前提是一台机

器人的成本低于一个生产工人的1~2年的工资福利。在技术上要求这类机器人有一定的视觉感知，较快的处理速度。最重要的是机器人大脑软件必须适应性极强，能够在现场设置匹配各种不同的生产过程或者能够学习新技能，而不必为每个生产流程专门制作软件。这要求开发出一款通用机器人大脑软件，包括通用的感知、判断和控制，并且能够方便地设置成不同的应用场景。可以预见，能开发出这种软件的公司将有巨大的商业前景。与此同时，一个能够装在大批中低端自主型机器人上的将感知、控制、通信都集成到一起的低成本芯片也会很有商业前景。

打通巴别塔——黑天鹅杀手级应用

当所有人对AI的注意力都集中在诸如自动驾驶、人脸识别等“低垂果实”上时，一场最深刻的革命很可能发生在自然语言翻译和理解领域。这场革命可能改变自几十万年前智人发出第一声有意义的“哼哼”以来的人类文明史。人类有可能第一次无障碍地协同盖起一座“巴别塔”。一旦语言的隔离被打破，文化的隔阂也将在几代人之间被冲破。

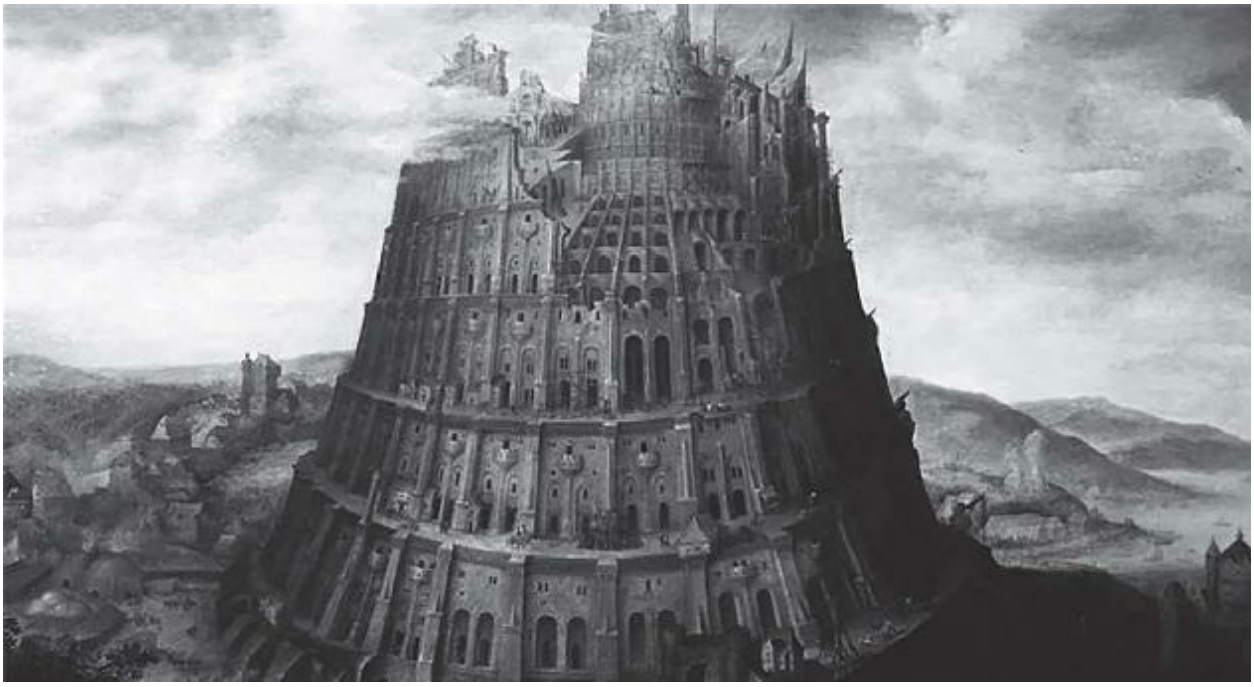


图5.25巴别塔

图片来源：http://nolabelsnolies.com/different-tower-of-babel/。

笔者2015年在巴西自驾旅行时须臾不可离的就是手机里的谷歌翻译应用。巴西能讲英语的人不多，不论是租车还是住店，笔者都要掏出手机给谷歌翻译说一通英语让手机翻译成葡萄牙语，然后拿着手机给对方播放，再让对方对着手机说一通葡萄牙语，翻译后对着自己播放。由于

翻译得不准确，加上现场的噪声，来回让双方对着手机麦克风等，使用体验非常差，但比没有要强很多。这里面有很多技术问题需要解决，能够使翻译体验流畅的最低要求有以下几点。

（1）不需要拿着手机来回对着双方。理想化的器件是一个挂在脖子上的小项链，或者是一个远小于手机的可以放在对话双方之间的小盒子，里面有像亚马逊智能音箱Echo那样的扬声器和多声道麦克风可以聚焦讲话者的声音，滤除现场噪音。

（2）不需要每说一句话都要按一次“翻译”或“播放”。翻译机和活人翻译一样，只要检测到说话者的停顿或一段完整意思的结束，马上就开始播放翻译。

（3）必须能够离线。当手机没有联网信号时，手机里的存储内容和计算能力足够一些常用的翻译。

（4）翻译准确率达到99%。自从2017年初谷歌将翻译后台从传统的统计方法改为神经网络翻译后，准确率大大提高。随着翻译量的增多，相信以目前的神经网络和计算能力，已足够应对日常生活（例如旅行）的翻译。但是要进行专业或和历史文化深刻联系的翻译，还需要一定的努力。

以上只是对一个翻译机最低的要求，进一步的要求是这个翻译机在生活中“隐去”，成为日常穿戴的一部分。例如做成极小的像助听器那样的器件，通过手机和网络相连，可以做到无缝的“同声传译”，并在同声传译时可以抵消对方发出的原声，即“原声抵消”，做到听者只能听到翻译而不被原声干扰。

要做到以上无缝、流畅的翻译，基础的技术都已经成熟或接近成熟。主要的技术难点有以下几个。

（1）微型多声道抗噪远场声音检测技术。

（2）目前亚马逊的Echo已经具备了多声道抗噪音和说话者方向聚焦功能，但这些功能还需要进一步改进。包括能够识别不同的人，不必

每次喊“Alexa”（亚马逊语音助理），能在更嘈杂的环境下识别语音，最重要的是进一步微型化。

（3）语义理解。神经网络在短短的几年内大大提高了语音识别的准确率，但是语义理解仍然是瓶颈。对着机器翻译说一大段话，机器翻译会晕的。

（4）学习“主人”的背景和个性，以便更透彻地理解每一句话。

机器翻译的进一步发展是在文化背景方面远超人类。例如一个英文翻译如果不是在美国长大，即使阅读量很大，也有文化背景的隔阂。例如当大家谈论起几十年前的一个电影镜头，或某场棒球比赛的一个击打，或者一个南部地区的生僻俚语时，翻译就不懂了。一个没在中国生活过的汉语翻译也存在同样的问题。而像海绵一样大量吸收背景知识恰恰是机器学习的强项。可以预见未来的机器翻译就像一个同时在两个国家长大的孩子一样熟悉双方的历史和文化。

机器翻译未来还会增加一项人类做不到的功能，就是提前熟悉对方的背景。当人类进行一次重要会见或谈判时，都会事先做功课了解对方。人类花几天做的事，机器可以一秒做完。

根据目前人工智能芯片和算法的发展，随身翻译可以在5 ~10年内实现，能超越人的翻译可以在20年左右实现。

一旦无缝、流畅的同声翻译实现了，对世界的影响就是巨大的。目前虽然交通和通信将物理距离缩短，增加了人类的交流和分工合作，但是语言隔阂仍然是最主要的障碍。中国目前有上亿人出国旅游，大部分是跟团游，如果有了无缝、流畅的翻译，到外国和到中国一个省的感觉一样，那么很多人会选择自助游。商业的交流成本也会大幅降低，到任何其他国家工作都没有语言障碍。这种无缝、流畅的同声翻译冲击最大的是文化和身份认同。今天世界民族主义回潮，民族国家的界限主要以语言和文化进行划分，当这层墙被拆掉后，今天的民族国家是否还会存在？2017年10月Google发布了一款与智能手机配套的智能耳机，在谷歌

语音技术、翻译技术的支持下，这款小小的耳机可以实现40种语言实时翻译功能，虽然不是非常准确，但是基本的旅游度假还是可以保证的。（见图5.26）



图5.26谷歌的实时翻译耳机

无缝、流畅的同声翻译最终会导致全球文化多样性的消失吗？不会。原因是每个人讲的和听的仍然是自己的母语。人类将生活在一种“双层社会”中：一层是“世界大同层”，大家各自说着自己的母语，但是规则和习惯逐渐融合；另一层是“本土家乡层”，各自的习俗仍然不同。只要没有超级规模的人类大迁徙和混合，各种母语文化仍然会继续生长。这并不奇怪，其实今天人类在世界范围内的商业活动已经是使用和遵循共同的规则了。

全方位冲击

AI对各个产业的影响只是开端。任何一个行业只要在运行过程中产生大量数据，就可能被AI优化和部分（或者全部）自动化。如果这个行业资金多，那么更会吸引一系列新创公司进入这个行业来颠覆。除了我们在前面讨论的交通运输、医疗健康、金融服务等行业之外，下列行业也将不可避免地受到AI的冲击。

制造业

除了生产线、装配线继续大量使用机器人以外，制造业的供应链管理、营销也将大量采用AI。阿里巴巴的“ET工业大脑”帮助协鑫光伏的良品率提升1% ，一年节省上亿元成本对整个中国制造业而言意味着巨大的利润增长空间。

批发零售业

目前批发零售业已经受到互联网的严重冲击，互联网公司由于从诞生之日起就拥有数据且会利用数据，将率先采用AI继续颠覆零售业。AI正在积极影响零售业的运输、定价与促销、供应商互动和管理决策等环节。据麦肯锡测算，基于AI的需求预测方法比传统方法的预测误差减少30%~70%，由于产品无效性导致的销售损失可以降低65%。今天亚马逊和阿里巴巴的无人零售店只是端倪，自动驾驶送货上门和遍地开花的自动售货店有可能彻底取代传统零售业。

法律

IBM、阿里巴巴、科大讯飞在法条的查找、审判记录等方面开始使用AI。IBM的沃森系统可以帮助找到“判例法”，帮助律师找到更有力的证据。知识产权律师可以用AI自动查找过往的专利，搜索专利违反和版权剽窃事件，甚至能起草专利申请。

广告营销

Facebook通过AI技术扫描用户的状态更新、上传的图片、视频，签到，点赞，甚至是Linked Apps（连接应用）等相关数据，能够生成用户的数字档案和用户画像，从而实现智能投放和精准的营销服务。视频广告领域Vedio++（智能广告位识别投放与营销解决方案公司）利用AI为客户在网络剧、节目直播中寻求到精准的广告投放。

房地产

无人机监理、机器人巡逻、建筑、工程监理、房屋销售和租赁、物业管理等一系列环节将被AI优化或取代。

政府和公用事业

政府的运行，特别是对市民的服务将会大量自动化，市政管理包括交通管理、警察、安全监控等将会大量使用AI。

国防军事

用来自动驾驶汽车的技术也可以用来驾驶坦克。无人机已经成了美国反恐战争的重要武器，按现在的发展速度，下一场空战将不会再有飞行员。我们在下一章还会详细讨论AI对战争的影响。

旅游

未来你的个人智能助理比家人还熟悉你，你只要说“想去巴西玩一周”，所有的行程就都安排好了。

教育

“高考机器人”能够比高中毕业生考取更高的分数只是向大众演示AI的可能性。真正的冲击是在目前在线教育内容基础上的、个性化的智能老师、自动评测和答疑等。当个性化智能教育发展到一定程度，很有可能会彻底颠覆目前的教育，例如分散的虚拟学习社区有可能取代集中式的学校，按需学习的终身教育有可能取代小学到大学的专门教育。

农业

今天的农业已经开始大规模使用无人机等先进技术，天气、土壤、农作物、市场信息等可以帮助农民更精准地种植。

---

[1] 假设汽油3美元/加仑，特斯拉同等级汽油车油耗16英里/加仑，2017年电费0.25美元/度，特斯拉4英里/度，所以每16英里的成本是0.25×4=1美元，这样每驾驶同样16英里距离的4度电可

以比一加仑油省2美元，这样电池成本相当于12 000美元/2美元=6 000加仑，6 000×16=96 000英里，一辆车平均驾驶10万英里。所以正好把电池成本赚回来。（1英里=1.609千米）

第六章

暗知识神迹——机器能否超越人类

导读

AI的作用将不止于颠覆商业，还会有更深刻和长期的影响。本章负责开脑洞，理解了本章就能知道下一代该如何做好准备。这一章也可以直接跳进来读，但最好能先读前两章。

我们在上一章描述了AI在短期内会对商业和生活造成的影响，但我们很难想象更长期（30~50年）的影响。虽然预测长远的未来很难，但是如果能深刻理解AI的本质，就能对未来的方向有感觉。2007年苹果手机的发布开启了移动互联网的一波巨浪，当时对移动互联网有两种不同的观点。一种观点认为移动互联网和个人电脑互联网有完全不同的性质，会出现全新的杀手级应用。另一种观点（主要是个人电脑互联网的部分大佬）认为手机无非是个人电脑的延伸，比原来的网站、搜索和游戏等多了一块显示屏幕而已。笔者是中国最早从事移动互联网的专业人士，基于手机和个人电脑的本质区别在于手机的定位功能，笔者曾经预测未来杀手级应用一定和定位功能有关，而且不会是当时大家都能想到的找加油站、订餐馆这样的“浅层定位应用”，也一定会产生新的巨头。果不其然，出行类的应用成为移动互联网的杀手级应用，创造出了Uber、滴滴出行这样的个人电脑互联网巨头之外的新的移动互联网巨头。

基于深度学习的AI本质

数据之间相关性的发现和记忆

读过第三章的读者能体会到神经网络最本质的特点是发现并记忆数据中的相关性。例如，看了很多汽车的图片后就会发现汽车都有四个轮子。人的大脑对图片这类直观的数据间的相关性也能发现一部分并记住，这就是默知识。但当数据量很大，又不直观时，例如股票市场的数据、复杂系统（例如人体、核电站）内部的数据，人就不行了。而神经网络却应付自如，一眼就能发现数据之间的关系并记住，这就是暗知识。下回再遇到类似的数据，马上就能做出判断。随着神经网络的规模增大（神经元数目和神经元之间的连接数目），机器能够处理人根本无法企及的大规模的复杂数据。

海量记忆基础上的细微差别的识别

机器学习需要大量的数据，主要是让机器“看到、记住”数据中呈现出的各种模式。有点像小孩玩万花筒，数据就是装入万花筒中的彩色玻璃碎片，不停地转动玻璃棱镜就是不同的算法（对应神经网络中不同的连接）。一组有限的数据中埋藏着无数排列组合出来的图样。因为机器的记忆比人的记忆准确，而且量大，机器可以每秒转几亿次万花筒，很快就能看完并且记住所有的图样。所以机器学习可以发现数据中隐藏的所有细微区别。

基于以上原理，机器学习适合做极其复杂的决策，例如制定像健康

保险这样极其复杂的公共政策，策划诸如诺曼底登陆这样包含大量变量的军事行动。

这两个AI的本质其实也正是暗知识的两个特点。基于以上两个特点，我们看看未来会出现哪些远超人类的颠覆性的超级应用。

科研加速

一个科学研究的过程可以分为以下几个步骤。

（1）提出问题或选择要解决的问题。

（2）学习研究关于这个问题已经发表的研究文献。

（3）根据研究文献和研究者的经验提出假设。

（4）设计验证假设的实验。

（5）进行实验和整理实验数据。

（6）根据实验结果判断假设是否成立。

（7）如果假设不成立，返回第（2）步或第（3）步，提出新的假设。

在这个流程中最花时间的有三个环节：研究文献、做实验和整理数据。在这三个环节中，机器学习都可以部分甚至全部取代人。获取相关的文献，阅读、理解并总结已经成为科研的瓶颈之一。根据渥太华大学的研究，自从1965年以来共有5　000万篇科学文章发表，现在每年新发表的文章是250万篇。关于某个能够抑制癌细胞的蛋白质的论文就达到70　000篇。一个科学家即使一天读10篇文献，每个工作日都读，一年也只能读2　500篇，所以大部分的研究结果都会被束之高阁。使用AI可以通过自然语言理解找到相关的所有文献。例如一个叫作Iris（艾瑞斯）的AI软件可以这样做科研：首先从一个关于这个研究题目的演讲开始。这个演讲通常是本领域的一位著名科学家做的几十分钟的概述性报告，例如TED（美国著名讲坛）大会的演讲。Iris先使用自然语言处理算法分析演讲的脚本，挖掘从开放渠道获取的学术文献，查找到与讲座内容相关的关键论文，然后将相关的研究论文分组并进行可视化，Iris目前

可以达到70% 的准确率，下一步是用人工帮助标注文献使机器匹配精度增加。当机器能够理解文献的内容和结构时，至少可以帮助科学家总结出在一个科研领域中已经提出的问题，已经提出过的假设及其验证，已经做过的实验和结果。机器甚至能根据文章的逻辑自洽性对文章结果提出疑问。用机器阅读文献的一个重要作用是能够对前人的工作一览无余，不至于做许多重复性的工作。

今天的科研越来越依赖于实验，而实验的准备、操作和数据整理经常耗时耗力。机器学习可以大大加快实验进程。2001年的诺贝尔物理奖颁发给了美国的埃里克·康奈尔（Eric　Cornell）等三位实验物理学家。他们的成果是用激光器和磁场创造出了自然界不存在的物质的第四种状态：玻色-爱因斯坦凝聚态。物质在自然界的三种状态根据温度不同分别是固态、液态和气态。当温度降低至非常接近绝对零度时（实验上永远无法达到绝对零度），物质就会进入凝聚态（一种气态的、超流性的物质状态）。凝聚态物质有很多特性，例如对地球磁极和引力场极为敏感，光线在该物质中会延迟，等等。基于印度科学家玻色的计算，爱因斯坦于1924年预测了这种物质的存在以后，科学家一直想在实验室验证出来。1995年，这三位科学家经过多年的实验，用一套非常复杂的实验装置终于制造出了物质的凝聚态。图6.1是这个实验的示意图，透镜内有一小块物质，透镜外有许多激光束。激光打在物质上可以约束物质内分子的运动，从而降低物质的温度。图6.2是实验设备的核心部分，图6.3是实验设备的全貌。可以看出，这套实验装置非常复杂，可以设置的参数非常多，如果每一种参数的排列组合都去试，到宇宙终结可能都试不出来。而人有许多直觉可以大大加快实验。获奖的三位物理学家摸索了很多年才终于造出了凝聚态。2016年5月17日，来自澳大利亚新南威尔士大学和澳大利亚国立大学的研究团队使用机器学习从头开始操作这样的实验（反复设置调整实验设备的各种参数直到产生凝聚态物质），机器学习竟然不到一个小时就成功制造出了这种凝聚态物质。该团队希望通过进一步借助AI以更快的速度构建更大的这类物质。

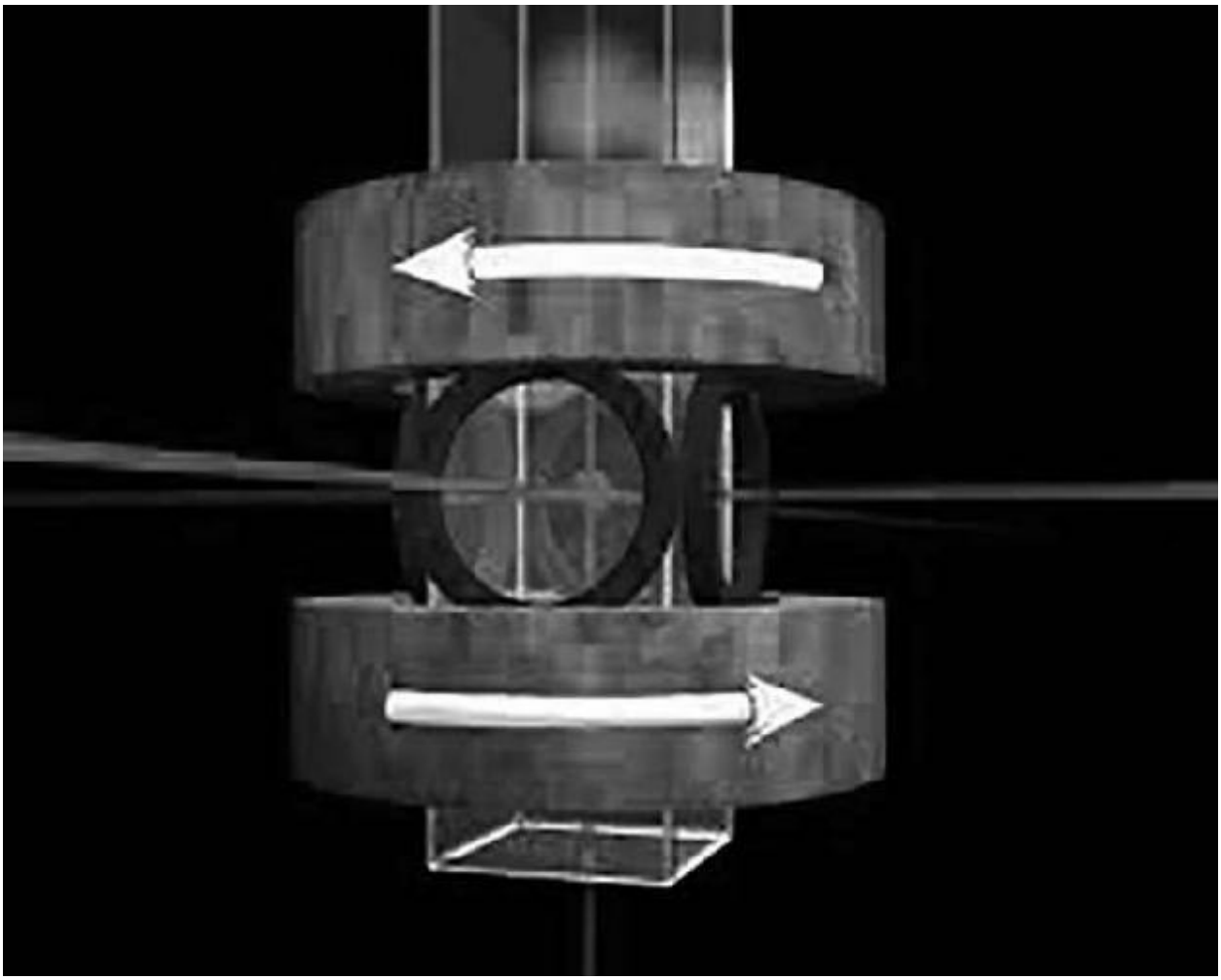


图6.1凝聚态设备示意图：不同方向的激光束约束分子运动造成凝聚态物质（腔体内）

图片来源：https://plato.stanford.edu/entries/physics-experiment。

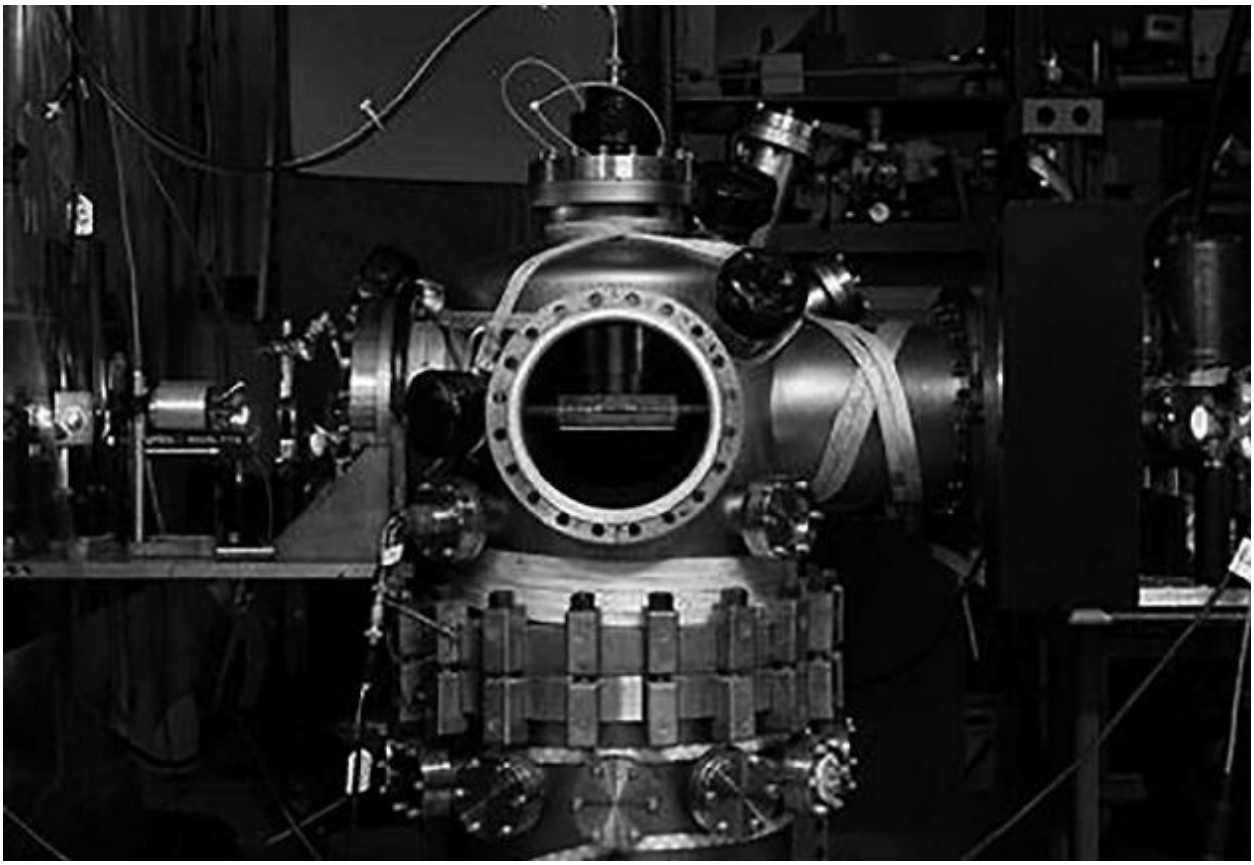


图6.2凝聚态实验设备的核心部分

图片来源：https://plato.stanford.edu/entries/physics-experiment。

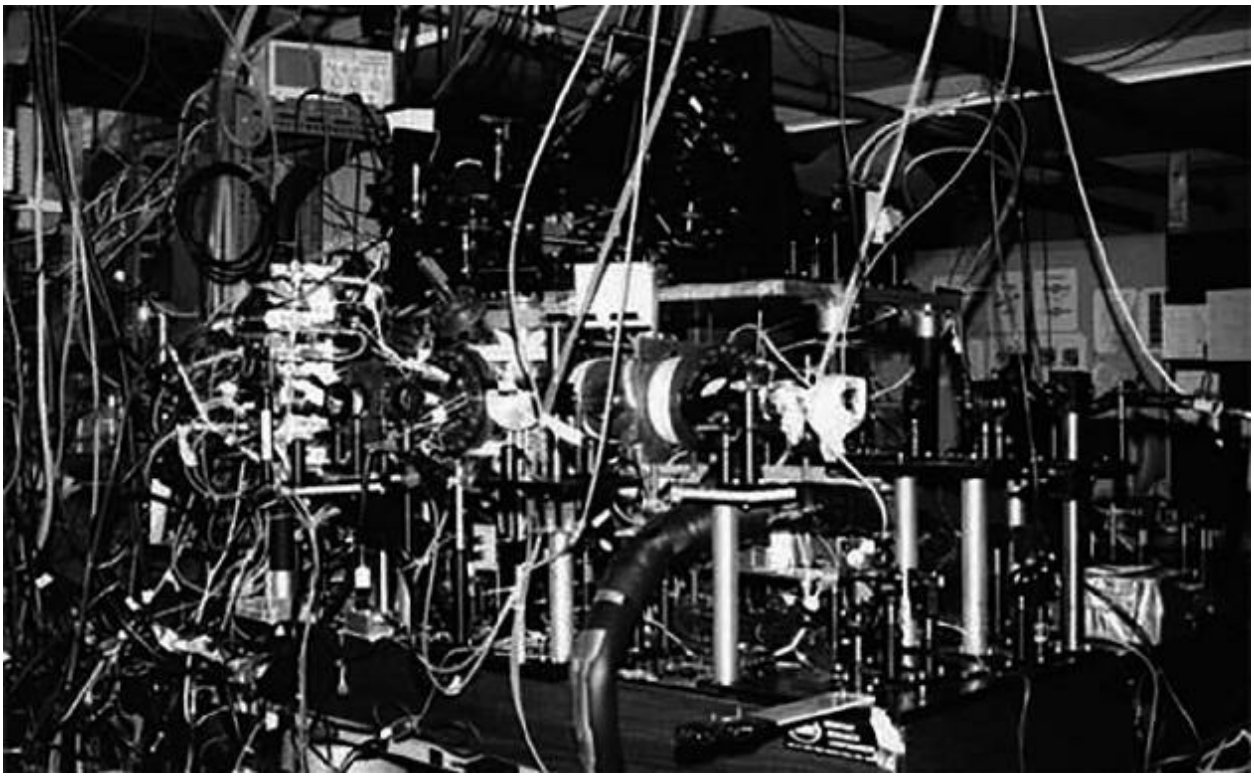


图6.3凝聚态实验设备全貌

图片来源：https://plato.stanford.edu/entries/physics-experiment。

科学实验的第三个环节是收集整理数据，这更是AI的优势。其实在科学界目前还有一个瓶颈就是研究论文的审核，要发表的论文太多，能有水平和时间对其进行审核的人太少。机器学习可以大大加快这个过程，例如可以检查该论文是否抄袭或者和已经发表的结果有冲突等。

科学研究中最难被机器取代的是提出假设，但是IBM的一个团队宣称他们的系统可以做到。也就是说，他们的AI可以通过挖掘学术文献自动产生科学假设。而且，宣称他们的算法可以用来做出新的科学发现。他们的目标是将文本挖掘与可视化和分析结合起来，以便识别事实，并提出“新的、有趣的、可以测试的、可能是真实的”假设。

人类过去500年来的进步主要依靠科学技术的进步，而且这种进步还在加速。随着AI的发展，科学发现可能会加速，这意味着技术进步会进一步加快，反过来又会加快科学的进步。例如量子计算依赖于材料科

学的进展，一旦量子计算取得突破，计算能力就可能比现在提高几个数量级，AI能力的提高又会进一步加快科学进展和加速实验速度，如此循环下去。

另外一个加速是用AI改进AI。谷歌和Facebook都开始研究自动机器学习，通过强化学习的模型，让机器不仅不断地调整参数，而且能够选择不同的神经网络模型。在很多情况下自我学习的性能都可以和人设计出来的性能相比，机器有时还会选择人类想不到的模型，甚至有人开始探索如何在机器学习里模仿人类的想象和创新。2017年底，谷歌推出由AI自主“孕育”出的“子AI”，该“子AI”被取名为“NASNet”，研究人员在ImageNet图像分类和COCO目标识别两个数据集上，对NASNet进行了测试，在验证集上的预测准确率达到了82.7%，比之前公布的人工智能产品的结果好1.2%，效率也提高了4%。目前这些研究还处在早期阶段。一旦这类循环加速技术成熟，就会使技术迅速达到一个新的高度。

科学的本质是受控实验。人类通过控制一组变量（例如物理实验中的物体位置和受力等，化学实验的温度和压力等）来测量另外一些变量（例如物理实验中物体的速度，化学实验中的气体体积）的变化。科学定律就是可控变量和测量变量之间的关系。当人类完全掌握了某一类关系后，就可以通过制造仪器把原来的测量变量变为可控变量，用增大的可控变量集再来继续发现它们和新的测量变量的关系，这就是科学进步的本质，所以仪器就是某一类科学定律的物化。科学的进展完全依赖于能否完全掌握某个科学定律并且把该定律变成仪器。所以科学的进展可以分为三个步骤。

（1）提出假设：某一组可控变量和另一组可测量变量可能的关系。

（2）设计实验：验证可控变量和可测变量之间的关系。

（3）如果实验不能验证，就重新回到步骤（1）。如果能够验证，就把验证过的关系制造成仪器，使原来的可测变量变为可控变量。然后回到步骤（1）。

机器学习在每个步骤中都能加快速度。在步骤（1），机器学习可以通过阅读历史文献提出大量可能的组合。虽然在大量的备选假设中最终还要科学家定夺为哪个做实验，但机器可以帮助科学家想得更全面。在步骤（2）最花时间的是改变可控变量的值来测量可测变量，这正是机器的拿手好戏。在收集、整理、分析数据方面机器比人要快，也更准确。在步骤（3）制造仪器方面又分为设计、实验和制造三个步骤，机器学习在实验和制造上都能加快速度。可以想象在不久的将来会出现“机器人研究生”，人类科学家给机器一个大致的研究方向，当机器遇到困难时请教一下导师，剩下的大部分研究工作就是机器自己做了。它们不知疲倦，7　×24小时做研究，阅读速度是人类研究生的一亿倍，测量分析数据速度是人类研究生的一万倍。只要有电力和算力，世界上可以有几十亿个这样的“研究生”在研究人类关心的各种课题。

唐诗高手

机器学习不仅在科学技术的进步上大显神威，而且也开始进入人文领域。下面的四首律诗中有两首是人写的，两首是机器写的。

云峰

白云生处起高峰，
鬼斧神工造化成。
古往今来谁可上，
九重宫阙握权衡。

画松

孤耐凌节护，
根枝木落无。
寒花影里月，
独照一灯枯。

悲秋

幽径重寻黯碧苔，
倚扉犹似待君来。
此生永失天台路，

老凤秋梧各自哀。

春雪

飞花轻洒雪欺红，

雨后春风细柳工。

一夜东君无限恨，

不知何处觅青松。

在告诉读者答案之前，先看看机器写诗的原理。把机器写诗的原理讲得最清楚的莫过于《红楼梦》里的林黛玉。在《红楼梦》第四十八回中，被薛宝钗带进大观园的姑娘香菱让黛玉教她写诗：

黛玉道：“什么难事，也值得去学！不过是起承转合，当中承转是两副对子，平声对仄声，虚的对实的，实的对虚的，若是果有了奇句，连平仄虚实不对都使得的。”香菱笑道：“怪道我常弄一本旧诗偷空儿看一两首，又有对的极工的，又有不对的，又听见说‘一三五不论，二四六分明’。看古人的诗上亦有顺的，亦有二四六上错了的，所以天天疑惑。如今听你一说，原来这些格调规矩竟是末事，只要词句新奇为上。”黛玉道：“正是这个道理，词句究竟还是末事，第一立意要紧。若意趣真了，连词句不用修饰，自是好的，这叫作‘不以词害意’。”香菱笑道：“我只爱陆放翁的诗‘重帘不卷留香久，古砚微凹聚墨多’，说的真有趣！”黛玉道：“断不可学这样的诗。你们因不知诗，所以见了这浅近的就爱，一入了这个格局，再学不出来的。你只听我说，你若真心要学，我这里有《王摩诘全集》你且把他的五言律读一百首，细心揣摩透熟了，然后再读一二百首老杜的七言律，次再李青莲的七言绝句读一二百首。肚子里先有了这三个人作了底子，然后再把陶渊明、应玚，谢、阮、庾、鲍等人的一看。你又是一个极聪敏伶俐的

人，不用一年的工夫，不愁不是诗翁了！”

黛玉说的第一件事是格律，押韵合辙，平仄对仗。这是律诗的基本规则，属于作诗的明知识。而词语之间的相关性，也即一个词出现在另一个词后面的概率，对诗人来说则是默知识。学习这些默知识是机器最擅长的，机器通过大量的阅读，对每个词后面出现什么词都有了“感觉”。黛玉说的第二件事是训练集要大，要多样化。陆游一生写了万余首诗，但一个诗人毕竟有局限性，例如陆游的诗题材单调，意境空疏。如果香菱只学陆游的诗就会像黛玉说的那样“一入了这个格局，再学不出来的”，这就是机器学习里面当训练数据集太小时出现的“过度拟合”问题。所以黛玉让香菱学王维、杜甫、李白等不同风格的诗人，王维的空灵幽远，杜甫的悲天悯人，李白的潇洒豪放，都会避免“过度拟合”，多种风格的混合才能出新意。

机器作诗的原理和人学作诗类似，本质上也是模式识别，通过大量学习识别然后记忆平仄、对仗、押韵、词句的常见组合，即一个词出现在另一个词后面的概率。诗歌是文字的一部分，是一个前后有相关性的序列数据流，第三章里提到过，RNN最适合序列数据处理。产生诗歌的思路有两种。第一种思路是将诗歌的整体内容作为训练语料送给RNN语言模型进行训练。训练完成后，先给定一些初始内容，然后就可以按照语言模型输出的概率分布进行采样得到下一个词，不断地重复这个过程就产生完整的诗歌。具体步骤如下：首先由用户给定的关键词生成第一句，然后由第一句话生成第二句话，由第一句话和第二句话生成第三句话，重复这个过程，直到诗歌全部生成。该模型由三部分组成。

（1）卷积语句模型（Convolutional Sentence Model，CSM）：这个卷积模型用于获取一句话的向量表示。

（2）复发上下文模型（Recurrent Context Model，RCM）：句子级别的RNN，根据历史生成句子的向量，输出下一个要生成句子的上下文向量。

（3）复发生成模型（Recurrent Generation Model，RGM）：字符级别的RNN，根据RCM输出的上下文向量和该句之前已经生成的字符，输出下一个字符的概率分布。解码的时候根据RGM模型输出的概率和语言模型概率加权以后，生成下一句诗歌，由人工规则保证押韵。

第二种思路是把写诗看成一个翻译过程。将上一句看成源语言，把下一句看成目标语言，用机器翻译模型进行翻译，并加上平仄押韵等约束，得到下一句。通过不断地重复这个过程，得到一首完整的诗歌。

现在到了揭开谜底的时候：第二首和第四首诗是机器写的，仔细看还是能看出来。一首好诗首先是要语句自然流畅，意境浑然天成。第二首的第一句“孤耐凌节护”根本不知所云。除了句子不通顺，两首机器写的诗还很难让读者有画面感。一首好诗重要的是意境，正如黛玉所说：“词句究竟还是末事，第一立意要紧。若意趣真了，连词句不用修饰，自是好的，这叫作‘不以词害意’。”目前机器写诗像一个缺乏天资的但极为刻苦的诗歌爱好者，怎么做都无法有“意境”。能够打动人的好诗需要“触景生情”，并且能引起读者的共鸣。这更是目前机器学习还无法企及的境界。最绝妙的诗歌除了以上几点，还要能出奇出新，打破常规，使用从来未使用过的词句组合但又合情合理。正如黛玉在进一步提点香菱时所说：

“可领略了些滋味没有？”香菱笑道：“领略了些滋味，不知可是不是，说与你听听。”黛玉笑道：“正要讲究讨论，方能长进。你且说来我听。”香菱笑道：“据我看来，诗的好处，有口里说不出来的意思，想去却是逼真的。有似乎无理的，想去竟是有理有情的。”黛玉笑道：“这话有了些意思，但不知你从何处见得？”香菱笑道：“我看他《塞上》一首，那一联云：‘大漠孤烟直，长河落日圆。’想来烟如何直？日自然是圆的：这‘直’字似无理，‘圆’字似太俗。合上书一想，倒像是见了这景的。若说再找两个字换这两个，竟再找不出两个字来。还有‘渡头余落日，墟里上孤烟’：这‘余’字和‘上’字，难为他怎么想来！我们那年

上京来，那日下晚便湾住船，岸上又没有人，只有几棵树，远远的几家人家做晚饭，那个烟竟是碧青，连云直上。谁知我昨日晚上读了这两句，倒像我又到了那个地方去了。”

上面香菱喜欢的这些诗句都超越了技巧层面，进入灵感和画面的幽微层面。这些都不是今天以学习数据之间相关性为特征的机器学习所能企及的。所以真正的诗人完全不必担心被AI取代，但那些无病呻吟，鹦鹉学舌或天资平平的诗歌爱好者只能和机器诗人去PK了。

同样的道理，AI还可以写小说。只要让机器大量阅读一位作者的著作，机器就能学会这个作者的文字风格。和作诗、画画一样，如果让机器阅读了许多作家的书，机器的写作风格就是“混搭”的。和作诗一样，机器写的小说可能情节完整，文字通畅，但永远不会有伟大作家笔下流淌的情感和闪烁的灵魂。

有读者一定会问，这些“灵感”和“意境”是否也是一种默知识，甚至暗知识？当机器更复杂时是否终将能模仿？这个问题并不容易回答。但暂时的回答是“不能”，原因是今天的机器没有自我意识，所以没有情感。我们在本书的最后会讨论这个问题。

真假凡·高

同样的原理，机器在看过大量的绘画作品后也能够模仿画家的风格。图6.4是一张典型的北欧城市图片。



图6.4一张典型的北欧城市图片

图片来源：https://www.businessinsider.com.au/the-science-how-vincent-van-gogh-saw-theworld-2015-9。

机器可以把这张图片改造成凡·高的风格。图6.5左边是凡·高的名画《星空》，右边就是北欧城市图片的“星空化”。

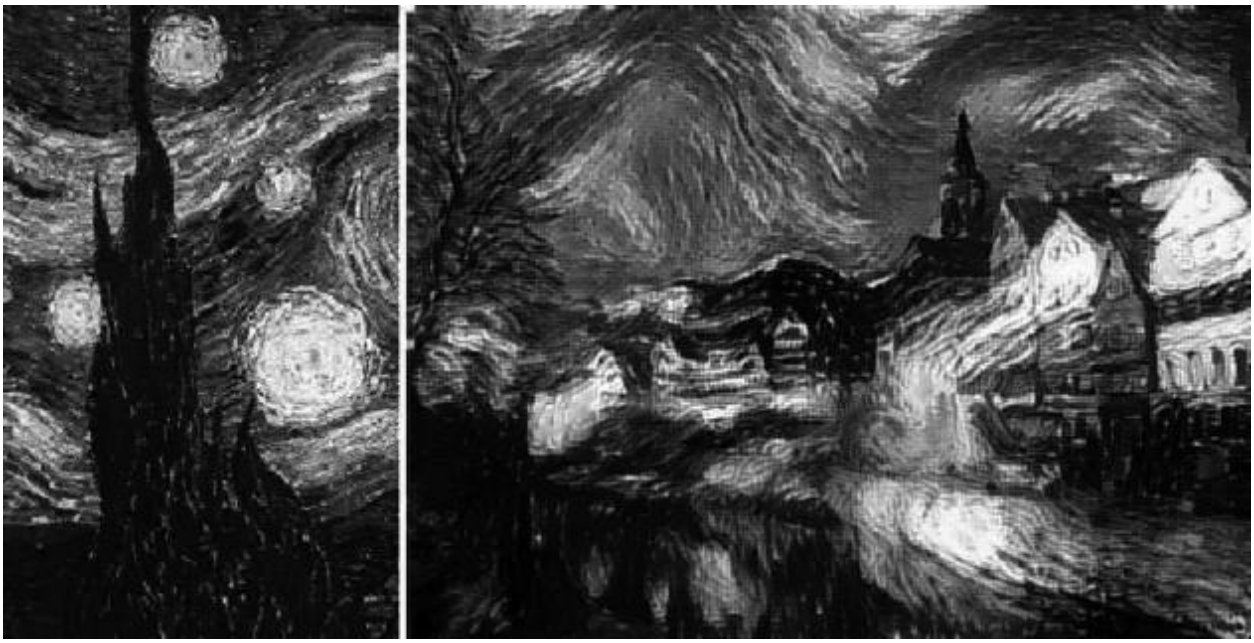


图6.5用凡•高名画《星空》风格画的北欧城市

图片来源：Leon Gatsy of Bethge Lab in Germany https://www.businessinsider.com.au/thescience-how-vincent-van-gogh-saw-the-world-2015-9。

机器当然也可以把这张图片“马蒂斯化”，图6.6中左边是马蒂斯的名画《戴帽子的女士》，右边还是那张北欧城市图。



图6.6用马蒂斯风格画的北欧城市

图片来源：Leon Gatsy of Bethge Lab in Germany
https://www.businessinsider.com.au/thescience-how-vincent-van-gogh-saw-the-world-2015-9。

从这两张改造的画来看，机器的模仿可以说是惟妙惟肖，其中色彩、笔触、线条的模仿是人类无法企及的。这种模仿是典型的默知识，从这个例子可以看出机器对默知识的掌握比人类要精细得多。

AI不仅会模仿，而且会创造自己的风格。图6.7是来自罗格斯大学计算机系艺术与人工智能实验室、Facebook人工智能研究院（FAIR）、查尔斯顿学院艺术史系三方联合小组用机器生成的绘画。该研究小组在论文中称，该研究中提出的人工智能系统是一个创意性的对抗网络（Creative Adversary Network，CAN），它是在之前介绍过的生成式对抗性网络系统的一种扩展。

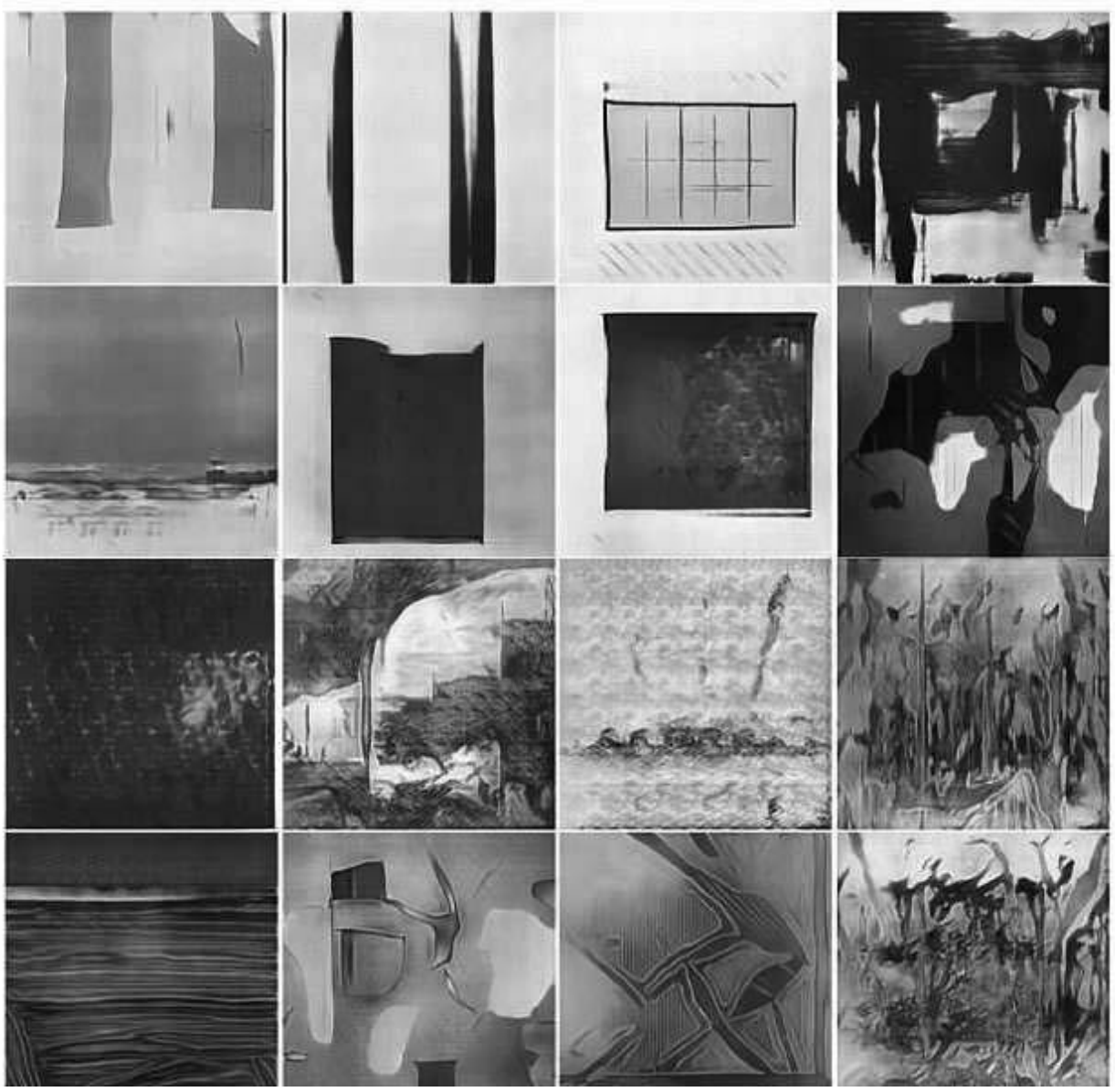


图6.7创意对抗网络生成的图画

图片来源：罗格斯大学计算机系艺术与人工智能实验室。

生成对抗网络能够迭代进化、模仿指定数据特征，已经是公认的处理图像生成问题的好方法。自从提出以来相关的研究成果不少，在图像增强、超分辨率、风格转换任务中的效果可谓是惊人的。根据生成对抗网络的基本结构，鉴别器要判断生成器生成的图像是否和其他已经提供给鉴别器的图像是同一个类别（特征相符），这就决定了最好的情况下

输出的图像也只能是对现有作品的模仿。如果有创新，就会被鉴别器识别出来，就达不到目标了。因此用生成对抗网络生成的艺术作品也就注定会缺乏实质性的创新，艺术价值有限。图6.8是用生成对抗网络模型实现的图像分辨率增强和风格转换。

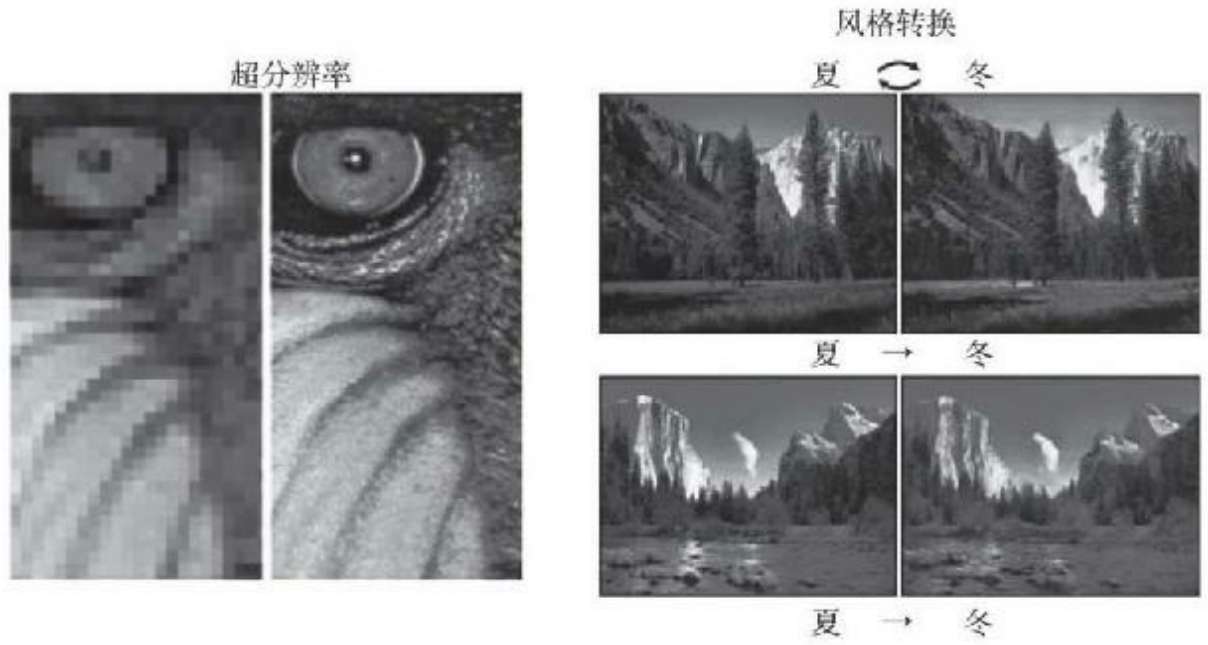


图6.8用生成对抗网络模型实现的图像分辨率增强和风格转换

图片来源：罗格斯大学计算机系艺术与人工智能实验室。

为了使艺术品更具有创造性，该研究团队在生成对抗网络的基础上提出了创意对抗性网络，研究团队通过15—20世纪1　119位艺术家的81449幅涵盖了多种风格的绘画作品训练神经网络。然后邀请人类参与者评估人工智能的艺术作品与现实艺术家的两组作品。这两组作品是创造于1945—2007年的抽象表现派作品，以及2017年巴塞尔艺术博览会作品。图6.9上面的12张是由创意对抗网络生成的人类评价最高的画，下面8张是评价最低的画。图6.10就是历年巴塞尔艺术博览会的获奖作品。

可以看到，机器生成的艺术作品风格非常多样，从简单的抽象画到复杂的线条组合都有，内容层次也有区分。而研究人员也发现它们的系

统可以欺骗人类观察员。将人类观察艺术家创作的作品和机器创作的作品时的反应进行对比，发现人类无法将机器生成的作品和当代艺术家以及一家顶级艺术博览会上的作品区分开来。



图6.9由创意对抗网络生成的图画

图片来源：罗格斯大学计算机系艺术与人工智能实验室。

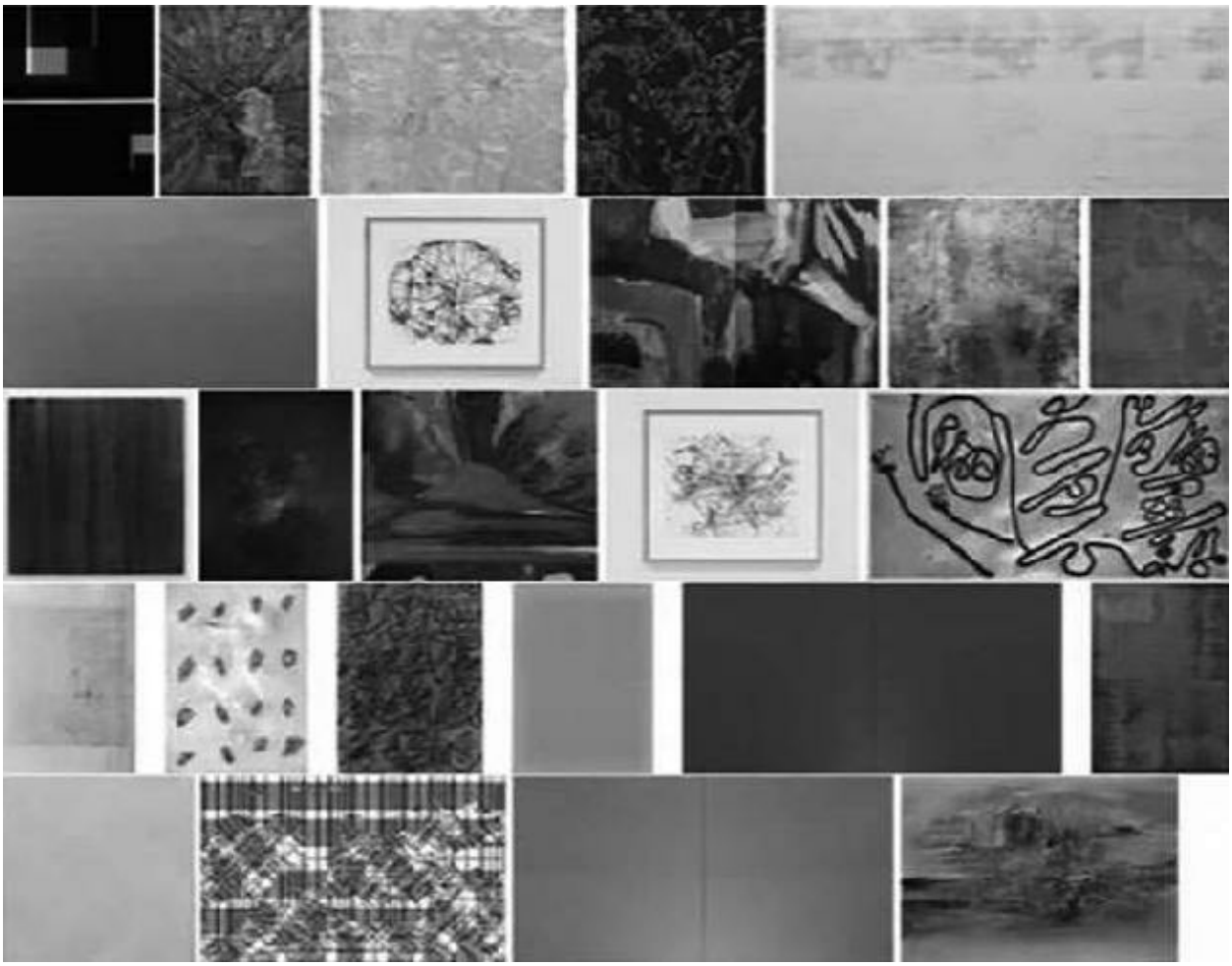


图6.10历年巴塞尔博览会的获奖作品

图片来源：罗格斯大学计算机系艺术与人工智能实验室。

创意性对抗网络是如何工作的呢？与生成对抗网络系统一样，创意性对抗网络也使用两个子网络。鉴别器被赋予了一套有风格标签的海量艺术作品，例如文艺复兴时期、巴洛克风格、印象主义或表现主义，而生成器则无法获得任何艺术作品。当它生成一个作品时，它会从鉴别器接收两个信号：一个是将图像分类为“艺术或非艺术”，另一个是“能否分辨图像是哪种艺术风格”。

“艺术或非艺术”与“能否分辨艺术风格”是两种对立的信号，前一种信号会迫使生成器生成能够被看作是艺术的图像，但是假如它在现有的艺术风格范畴中就达到了这个目标，鉴别器就能够分辨出图像的艺术风

格了，然后生成器就会受到惩罚。这样后一种信号就会让生成器生成难以分辨风格的作品。所以两种信号可以共同作用，让生成器能够尽可能探索整个创意空间中艺术作品的范围边界，同时最大化生成的作品尽可能游离于现有的标准艺术风格之外。

这种“创作”在本质上是非常隐蔽的一种“混搭”，和作诗一样，普通人很难分辨真伪。判断诗还可以用“意境”“画面感”，而判断画，特别是抽象画几乎没有人类可以依赖的直觉。所以和作诗机器人不同，这里的作画机器人掌握的不只是默知识，而且进入了暗知识的领地。所以由对抗生成网络这种机器“混搭”并迭代出来的画的确可以乱“真”。这样的机器可以在短期内大量探索不同的风格，让艺术家选择或给艺术家以灵感。

基于类似的原理，AI作曲也到了几乎可以乱真的地步。AI作曲领域的领先公司Aiva Technologies创造了一个AI作曲家Aiva（Artificial Intelligence Virtual Artist，人工智能虚拟艺术家），并教它如何创作古典音乐。而古典音乐一直以来被视为一种高级的情感艺术，一种独特的人类品质。Aiva Technologies已经发布了第一张专辑，名为 *Genesis* ，专辑包含不少单曲。并且Aiva的音乐作品能够用在电影、广告，甚至是游戏的配乐里。2017年初，Aiva通过法国和卢森堡作者权利协会（SACEM）合法注册，成为人工智能领域第一个正式获得世界地位的作曲家，其所有的作品都以自己的署名拥有版权。

Aiva背后使用了强化学习技术的深度学习算法。强化学习告诉软件系统接下来要采取什么动作以通过最大化其“累积奖励”来达到某种目标。强化学习不需要标注过的输入和输出数据，AI可以通过数据自行改进性能，这使AI更容易捕获在创意艺术如音乐中的多样性和变化。Aiva就是通过品读巴赫、贝多芬、莫扎特等最著名的作曲家的古典乐章的大数据库来了解音乐作品的艺术性，自行谱写出了一些新的乐曲。

下一场空战

美国军方曾经公布了一段无人机打击塔利班武装分子的视频。在内华达州戈壁滩的空调机房中，几个年轻军人坐在视频终端前面，操纵着半个地球之外的阿富汗山区的无人机，当视频上准确锁定地面的车辆目标后，操作员就像打视频游戏一样按动手柄上的按钮，塔利班的军车顿时起火，没死的塔利班武装分子跳下卡车四处逃命。在夜视仪下，这些逃命的塔利班武装分子像在白昼一样看得清楚，操作员一一锁定他们，按下按钮，目标变成一团火海。这里的操作无非是辨别和锁定目标，具有人工智能的机器已经远远超出人类。内华达机房的操作员完全可以被取代，一切由机器完成。

美国空军开发的一款叫作ALPHA的自动飞行软件，不仅在每一场和真人的对决中都打败了空军飞行教练员，甚至该软件在驾驶一架比对手飞行速度慢，导弹射程短的飞机时也能打败对手。飞机的自动驾驶其实比汽车自动驾驶更适合机器操作。第一，飞行员的大量训练时间是学会读懂驾驶舱内琳琅满目的仪表和通过各种仪表数据判断该如何操作，这正是机器学习的拿手好戏。第二，空中飞行的周边环境远远比地面驾驶简单。同时，飞机上的各种传感器可以准确地感知飞机的空间坐标、高度、速度、平衡、风力、温度等，在这种情况下的驾驶非常适合机器。虽然空战中的周边环境瞬息万变，但仍然不会像地面一样拥挤。第三，也是最重要的一点，反应快。人类从大脑判断到肌肉动作至少要0.1~0.3秒的时间，而机器可以在百万分之一秒内完成。目前的飞机和武器系统的反应时间都以人类反应时间为下限，因为武器反应再快人跟不上也没用。但未来的飞机和武器设计就是要能够达到机械反应速度的极限，因为作为操控员的人工智能的反应时间主要是计算时间，将远短于武器的机械反应时间。几乎可以预计下一代军用飞机将以自动和自主性

操控为主，一架人类驾驶的飞机一定打不过机器操纵的飞机。

目前无人机已经广泛使用在反恐和局部侦察与战斗中，但这只是序曲。以人工智能为核心能力的新型武器必将成为下一轮军备竞赛的主要目标。人工智能对未来军事和战争的影响将主要体现在以下方面。

新型自主性武器的开发

最早的自动化的武器就是导弹，但我们通常并不把导弹称为人工智能武器。这里的区别在于是自动化（automated）还是自主化（autonomous）。自动化是确定性地输入感知信号产生确定性的输出反应，而自主化是不确定性地输入感知信号产生一定概率分布的输出反应信号，甚至是一个从未见过的输入，通过推理、常识和经验产生一个最佳的输出。五角大楼国防科学委员会在2016年发布的一份报告是这样描述的：“要实现自主，一个系统必须具备基于其对世界、自身和形势的认识与理解，独立构建和选择不同的行动路线以便实现其目标的能力。”一个预先设定了打击目标的导弹是自动化武器，一个放飞到塔利班巢穴上空的会随机应变的捕食者无人机是自主性武器。未来自主性武器将率先在各类飞行器上全面普及，进而开始应用于水上和水下，包括水面舰船与潜艇以及各种机器鱼。最后是陆地，包括车辆、坦克和各种机器人，骡、狗、蛇等。目前，以色列已经部署了一种自主的防辐射无人机Harop，可以飞行长达6个小时，只在敌人防空雷达亮起的时候进行攻击。俄罗斯武器生产公司Kalashnikov已经制造出了一把全自动AK-47步枪，通过使用AI确定目标瞄准射击，而该武器准备向俄罗斯军方供应。

电池容量是野战机器人的瓶颈

大型自主性武器的能源主要还是热能量密度高的石化燃料。但是内燃机的传动远不如电力灵活方便，一个四旋翼的无人机要用内燃机驱动传动部分会非常复杂。所以很多小的自主性武器例如无人机，机器人、骡、狗、蛇等最理想的动力来源是电池驱动，但是以目前的锂电池容量密度（约300瓦时／千克）和每年的改进程度（约5%），在短期内很难有能够支持机器运行长达一天的电池，在野外充电和换电池也都是很大的问题。除了锂电池，目前另一个比较有希望的是氢燃料电池，与锂电池相比，其优势是充电快（几分钟而不是几个小时），单位体积或重量的能量密度也更高，所以未来军用电池很可能以氢燃料电池为主。

军用技术将落后于民用技术

人工智能和电子、信息产业类似，由于该技术在民生中的巨大商业前景，民用和商用对该技术的总投入要大于军事上的投入。民用和商用通过市场竞争机制也会吸引人工智能方面一流的人才（如创业的回报巨大）。由于开放性的学术交流和开源软件，民用技术将进展神速，巨大的商业前景也会造成空前激烈的市场竞争。这一切都会推动人工智能在民用和商用方面快速进展。而军用技术的发展则会落后于民用技术，许多军用技术研发最便宜的方法都是依托在民用技术之上。

大规模协同作战的演进

一场战役的规模常常受信息获取和传导的限制。在今天有了铺盖天地的无线通信后，人类接收信息的速度和反应时间又进一步成了瓶颈。当信息接收和反应都由机器接管后，一次战斗和战役的规模可以大大增加。如果都是机器之间互相协调，那么几百万台机器可以瞬间协同行动。最近美国国防部新型武器研发部公布了一段几百台微型无人机“群

舞”的视频。当战斗机在沙漠中撒下几百台无人机后，这些无人机会自动组成飞行队形对一大片地形实施侦察，还可以随时改变队形。当个别无人机离队时，队形会自动调整，当离队的无人机回到群体后，队形又会自动改变。5G通信网络的到来也将加速机器协同的进程。5G的高带宽、低功耗、低时延的特点能够保证更多的机器以更少的耗电量，做出更为敏捷的协作。2018年韩国平昌冬奥会，在5G试验网络的支持下，英特尔公司用1　218架无人机组成了奥运五环、运动员、和平鸽等图案进行灯光秀表演，刷新了“同时放飞数量最多的无人机”的吉尼斯世界纪录。（见图6.11）



图6.11在韩国平昌冬奥会上1 218架无人机组成的奥运五环

图片来源：https://zhuanlan.zhihu.com/p/33766210。

军事组织的混成化、单官化和扁平化

军队之所以分为不同的兵种，主要原因是武器的使用和场景不同，一个人很难成为多面手，分工有利于提高掌握该武器的技能。但当武器自身越来越自动化和自主化时，分工的必要性就降低了，混合使用武器的好处越来越凸显。所以今后的战争可能不再是陆军和陆军打，空军和空军打，海军和海军打，而是所有的军种一起打。军种之间的界限会越来越模糊，甚至会取消现有的军种。

由于未来战争前端主要是自动化和自主化武器在拼搏，所以需要的血肉之躯会越来越少，一个人可以协调操控大批自主化武器。作为传统的作战第一线的“士兵”将消失，每个作战人员都是一个指挥员，所以未来的趋势不是“单兵化”而是“单官化”。

军队有最严格的层级结构。传统军事对个人依赖很小，制胜的保障是一个巨大团体的协调行动。层级结构能保障命令和信息在巨大人群中最快地传递和严格地执行。由于战斗人群规模的缩小和个体（单官）能力大大增加，所以未来军队将像今天的高科技公司一样越来越重视个体能力和能动性。这一切都会导致未来的军队组织越来越扁平化。

军事组织从以武器为中心转向以数据为中心

军事组织的结构取决于什么样的结构最能打胜仗。传统军事组织围绕武器组织、物流组织，新军事组织将围绕数据组织。未来战争的前端主要是钢铁机器，后端则是大量人和计算能力负责数据收集与处理。由于数据的复杂性，组织将划分为数据收集、存储、处理、决策。每一种武器及其行动轨迹和效果，对后台军事人员来说就是一组数据。飞机和舰船没有任何区别。未来的后勤能力主要是对机器的能源进行供给和补充。

战役的机器参谋部

指挥像诺曼底登陆这样的大型战役要处理的信息无穷多，同时要面对各方面的不确定性，即使一个天才军事指挥官也不可能处理如此巨量的信息，所以在传统战争中偶然性巨大。在未来战争中，一场战役已经在计算机中模拟了许多遍。变量越多，不确定性越强，机器学习算法就越得心应手。当然最后还是要指挥官做决定，但传统的参谋部的工作许多会被机器取代。正如机器能赢得了围棋世界冠军，谁的机器参谋部算法更聪明，谁赢得战争的机会就大。

未来最大的挑战不仅是谁能开发出最先进的人工智能武器，也是谁能通过实战数据的快速迭代训练出最佳模型，更是谁能最先在实战中演化出最佳的人-机混成。而且这种混成比例和结构会随着机器能力的提高一直改变。人工智能将再一次改变战争的形态，这个新形态不以消灭肉体为主，而是以机器之间的搏斗为主，这对人类来说越来越像一场狂热的足球赛。和体育比赛不同的是只要机器人败了，活人就乖乖投降。

AI武器的伦理

目前国际法对人工智能武器没有任何具体规定，国际社会也没有明确支持限制或禁止此类武器系统的条约。学界对此也争议不断，许多重量级科学家反对人工智能武器化。2015年，包括马斯克和霍金在内的1000多名人工智能专家签署了一封公开信，呼吁禁止自主化武器，他们甚至称完全人工智能的发展可能招致人类历史的终结。2018年谷歌公司仅仅因为向美国军方的一个项目Maven提供了TensorFlow的接口，就有近4　000名谷歌员工联合签名请愿公司不要和军方合作，因为这个项目的目标是为军方提供先进的计算机视觉，能够自动检测和识别无人摄像机捕获的38种物体，甚至有十几名员工因此要辞职。国际机器人武器控制委员会（ICRAC）也发布一封联名公开信，超过300位人工智能、伦

理学和计算机科学的学者公开呼吁谷歌结束该项目的工作，并支持禁止自主武器系统的国际条约。

自主化武器很可能加剧全球军备竞赛。2016年美国国防部发表新报告表示，美国需要“立即采取行动”加速AI战争科技的开发工作，未来AI战争不可避免，建议五角大楼在这方面加强发展，否则会被潜在的敌人超越。2017年7月，中国推出了《新一代人工智能发展规划》，该规划将人工智能指定为未来经济和军事力量的转型技术。它的目标是，到2030年，中国将利用“军民融合”战略成为人工智能领域的卓越力量。2017年9月，普京对刚开学的俄罗斯孩子说：“人工智能就是未来，不仅对俄罗斯而言，更是对整个的人类社会。谁成为这个领域的领导者，谁就将成为世界的统治者。”马斯克在推特上回应道：“在国家层面上人工智能优势的竞争是最可能导致第三次世界大战的原因。”这种军备竞赛可能会使国际局面特别不稳定，除了几个超级大国，其他国家也会效仿。

人工智能很可能将加速全球军事力量不对等和战争的发生。拥有人工智能技术、战争经历和战争数据的国家能够让自主化武器迭代速度更快。目前，美国、俄罗斯、以色列等国家拥有较多战争的文字、视频记录。通过监控恐怖组织、社交媒体、其他国家行动的数据，并把这些数据喂给人工智能让它们快速升级。另外，自主化武器更易流通和被滥用，或被其他国家和恐怖分子获得。即使达成了禁止军事机器人的协议，自主化武器技术也非常易于转让，并将普及开来。另外，因为该类武器能够将人员伤亡降到最低，所以政客发动战争的阻碍因素又减少了一项，毕竟美国等地民众对战争造成士兵牺牲的抗议比战争花费更让政府头疼。

自主化武器失控和错判的风险将一直存在，比如软件代码错误，或者受到网络攻击。这可能导致机器失灵或攻击自己人，或由于系统升级太快，人类伙伴无法及时响应。很难对自动化武器的可靠性进行测试，会思考的机器的行事方式也可能会超出人类控制者的想象。无论是在人

机交互的回路之内（人类不间断监控操作，并保有关键决策的负责人），还是在回路之上（人类监督机器，并可以在任务的任何阶段干预机器）或者跳出回路（机器执行任务时没有人员干预），人们应该如何与不同程度的自主机器交互仍然有待研究。西方军事机构坚持认为，人类必须始终处于人机交互的回路之中。但是看到了完全自主系统所带来的军事优势，不是每个国家都会这么审慎。

群体学习和光速分享

一个很有意思的例子是谷歌关于机械手学习的实验。如图6.12所示，在盘子里放一些各种形状的物体，预先没有任何编程指令，让机械手通过上方的摄像头自己摸索着把每个物体从盘子里拿出来。可以想象，这个学习过程需要很长时间，因为一开始机械手在空中乱抓，直到蒙对了一个的时候它才能找对地方，然后又要学会抓取不同形状的物体。更复杂的是一个物体紧挨着另一个物体，机械手必须学会先把边上的物体挪开。这台机器学习大约需要80万次的摸索，如果每10秒抓取一次，那么一台机器要24小时不停地学习100天。

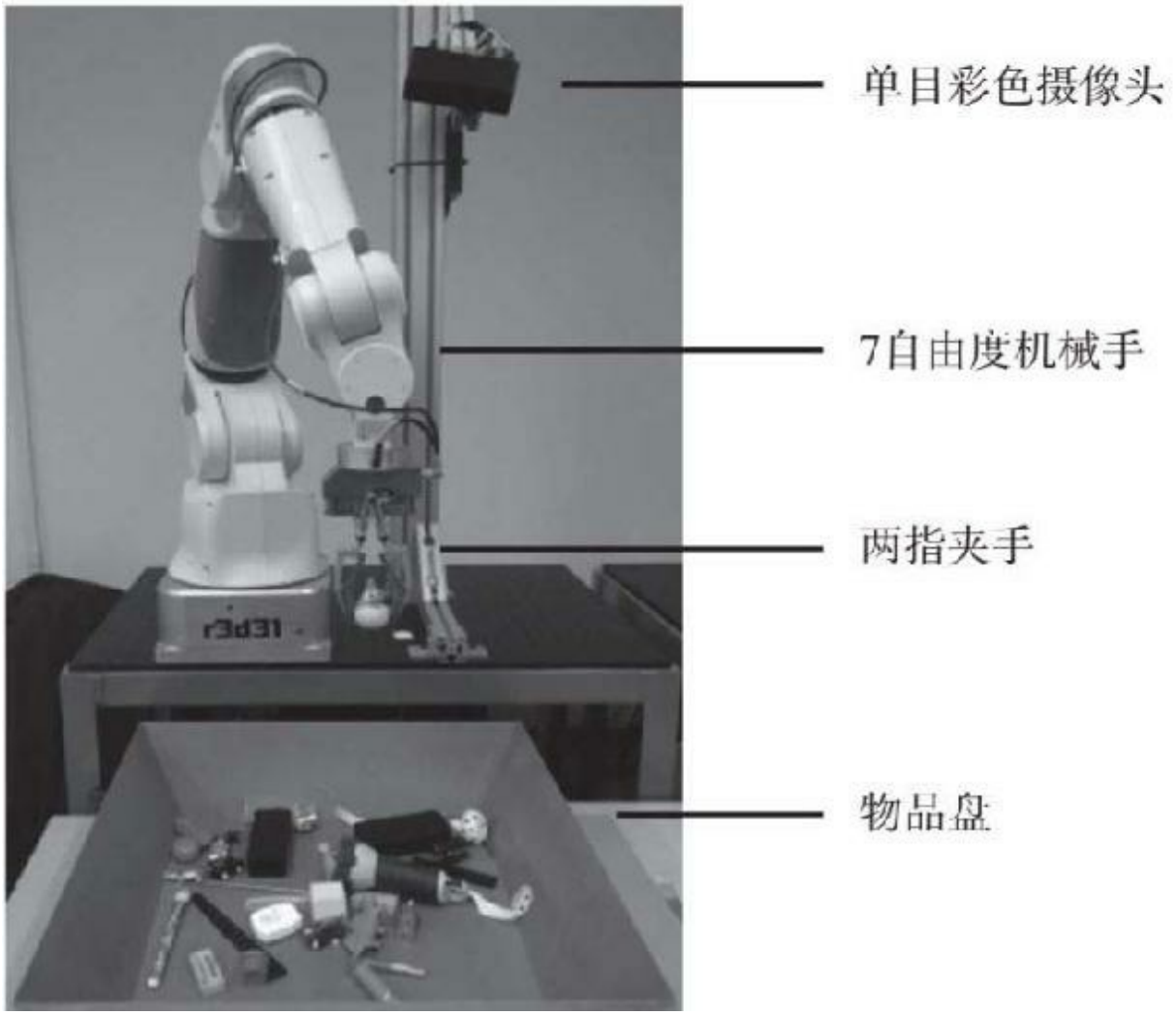


图6.12机械手学习从盘子中抓取不同的物体

图片来源：https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/artificial-intelligence/google-largescale-robotic-grasping-project。

但当谷歌让14台机器一起学习的时候，学习的时间就缩短到了100/14=7天。这14台机器都互相联网，当一台机器找对地方或学会了一个技能时，其他所有的机器瞬间都学会了。这种机器之间的交流不仅是无障碍的而且是以光速进行的。（如图6.13）



图6.13谷歌的14台互相联网的机械手同时学习抓取物体

图片来源：https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/artificial-intelligence/google-largescale-robotic-grasping-project。

人类的知识传播阻力重重，有成本问题，有利益问题，还有学习者的接受能力问题。未来机器之间的群体学习、无私共享和光速传播一定会带来不可思议的奇迹。我们今天可以想象的奇迹有以下几方面。

（1）机器可以在极短的时间内掌握极难的技能。例如驾驶飞机通常需要几百小时的飞行训练，战斗机需要更长的时间，如果是1万个机器模型用不同的数据一起学习，可能一秒就能达到王牌飞行员的水平。

（2）数年内让几千万人失业。目前硅谷Vicarious公司在开发机械手的通用软件，可以安装在任何类型的机械手上来取代目前各种加工、筛选、检测、物流中的人力。一旦这种类型的软件成熟，取代人工的成本就是一些塑料和齿轮加上几个芯片。

（3）超级规模的协同行动。协调人类的大规模行动很难，例如让分布在世界各个国家的100万人在同一个时间唱同一首歌就是一个几乎

无法完成的任务，但是让100万台机器同时跳一支舞却很容易。人类最大规模的协同行动通常是战争，未来的战争可能是天空中突然出现几万架无人机，战斗在几秒内结束。

（4）通用机器人智力增长惊人。如果未来能够有通用机器人，让散布在世界各地的从事各种工作的机器人的大脑相互联结，你就会惊奇地发现它们每分钟都在学会新的东西。从新生儿到成人的几十年的学习会压缩到几分钟甚至几秒。一台新机器人刚接通电源就会变成读过万卷书、行过万里路的“老江湖”。

人类哪里比机器强

看完上面的讨论读者可能非常郁闷，难道我们人类就没有比机器强的地方了吗？撇开情感，如果只讨论智力和智能，人比机器强在哪里？这个问题要分成两个部分来谈，一是目前人比机器强在哪里？二是人可能永远比机器强在哪里？

和目前的神经网络相比，人类在认知方面比机器强在以下几个方面。

（1）学习识别物体不需要大数据。机器要认识一只猫也许要几万张图片，图片的颜色或构图稍微变化一下或者有遮挡、残缺，机器就不行了。而人类能够从小数据中迅速提炼归纳出规律，一个婴儿可以看见一只猫后就认识了所有的猫。也许正如莫桑维克悖论所阐述的，高级推理所需要的计算量不大，反倒是低级的感觉运动技能需要庞大的计算资源。

（2）机器没有常识和物理世界的模型。人类在一个陌生环境摸索一阵后，能很快在大脑中建立起模型来。

（3）机器没有自主和自发的通用语言能力（目前人类输入的语法规则或通过数据训练出来的“语言”能力只能处理限定场景，否则就能通过图灵测试了）。

（4）机器没有想象力（需要大量常识，反事实假设及推理能力）。

（5）机器没有自我意识。

（6）机器没有情感和同理心。

总体来说，基于神经网络的机器学习的主要功能是记忆和识别，其

他一切能力都是建立在这个基础上的。基于神经网络的机器大脑更像一个低等动物的大脑，只具有对外界的反应能力，虽然这种反应能力的精密和复杂程度远超人类和其他动物。

如果未来人工智能的基础还是神经网络，随着训练数据集的增大和处理能力的增强，上面的（1）就会得到改善甚至可以达到人类的水平。其中（2）也有可能用穷尽法解决。但是很难想象机器会具有通用语言能力、想象力，更谈不上自我意识。

简单地说，虽然基于神经网络的人工智能在记忆和识别这两个基础智能方面超过了人，但在推理、想象等高级智能方面还和人相去甚远。未来最佳的结合就是人类和机器合作，互相取长补短。

人机融合

人类和机器该如何合作？脑机接口（BMI：brain-computer interface）是科学家研究的一个重要方向，指创建在人类或动物大脑与外部设备之间的直接连接通路。被脑机接口串联的人脑能够与外部设备之间互相传送信号，交换信息。可以预料，当这项技术发展到一定的程度，人们就能够通过“外挂”外部设备的方式，来提高生物体脑部的感知、运算等能力，以及通过脑电波更为直接地对外部机器下达命令，或与其他人类进行协同。

最激进的方法之一就是马斯克提出的Neuralink，研发出一种“神经蕾丝”对接在人脑的神经网络上，直接接收人脑的信号。马斯克认为机器“思维”和输入输出都非常快，而人类通过语言或键盘的输入输出比机器慢好几个数量级，这将是人类和机器相比最大的劣势。不打破这个瓶颈，人类总有一天会受制于机器。Neuralink要解决的是突破人类的信号输入和输出瓶颈，但他的想法有一个基本漏洞：人类的高级思维必须依赖语言。如果脱离了语言我们就完全无法进行高级思维（如逻辑推理、描述场景等）。如前所述，目前的基于神经网络的机器学习能力主要是对环境的识别能力，还没有升华到语言和逻辑推理。而人类只能通过语言进行沟通。这也是我们在前文所说的，人类的“明知识”无法和机器的“暗知识”沟通。

在硅谷，另一位成功的企业家布莱恩·约翰逊（Bryan　Johnson）也成立了一家公司叫Kernel，宣称要能够对神经网络的底层功能直接读和写，他号称要投入一亿美元来打造这个技术。Kernel和Neuralink当前的主要目的是让这些机器和人脑一起工作，当这些设备用于治疗脑部疾病时，设备不光向大脑发送信号以便作为治疗的手段，也会收集这些病症的特征数据。正如约翰逊所说的，这些设备可以采集到关于人脑工作原

理的大量数据，从而反哺所有神经科学的研究领域。约翰逊认为，如果我们拥有来自大脑更多区域、更高质量的神经数据，那么它能为神经科学的研究带来更多可能性，只是我们目前还没有合适的工具去获知这些数据。但Kernel公司的技术顾问，斯坦福大学神经科学家大卫·伊格曼（David Eagleman）教授认为在一个健康人的脑中动手术植入一个电脑接口根本不可能。先不说死亡、感染、免疫排斥等危险，连往哪接目前都不知道。脑神经科的医生动开颅手术和脑神经手术都是在万不得已的情况下，例如患者的大脑有严重疾病或损伤。伊格曼认为更有可能的情况是，科学家会发现更好的从外部读取和模拟大脑的方法。今天，医生通过功能性核磁共振成像仪（FMRI）等技术读取大脑的信息，并通过经颅磁刺激等方法改变其行为，但这些仍然是较为简单的技术。伊格曼认为，如果科学家能够对人脑有更好的了解，那么他们可以大幅改进这些方法，或基于它们而发明更有用的方法。例如，科学家可以通过基因技术去改变神经元，从而使机器可以从体外对神经元进行“读写”，或者也可以通过“吞服”纳米机器人实现同样的目的，所有这些方法都比植入神经网络靠谱。

其实马斯克并非第一个提出这个设想的人，这方面的研究历史至少有100年之久，商业化的努力也一直前赴后继。外科医生已经能够把某些设备移植到人体内，脑神经科的手术目前主要是植入深度神经刺激信号，用来治疗癫痫、帕金森病等，重建患者的视觉、运动等能力。例如通过植入电极来抑制癫痫发病时的神经脑电信号，在这些情况下，冒一些风险是值得的。IBM的科学家在开发一个类似的项目，通过分析在癫痫发作时的大脑信号，做出可植入人体并能抑制癫痫发作的仪器。（见图6.14）

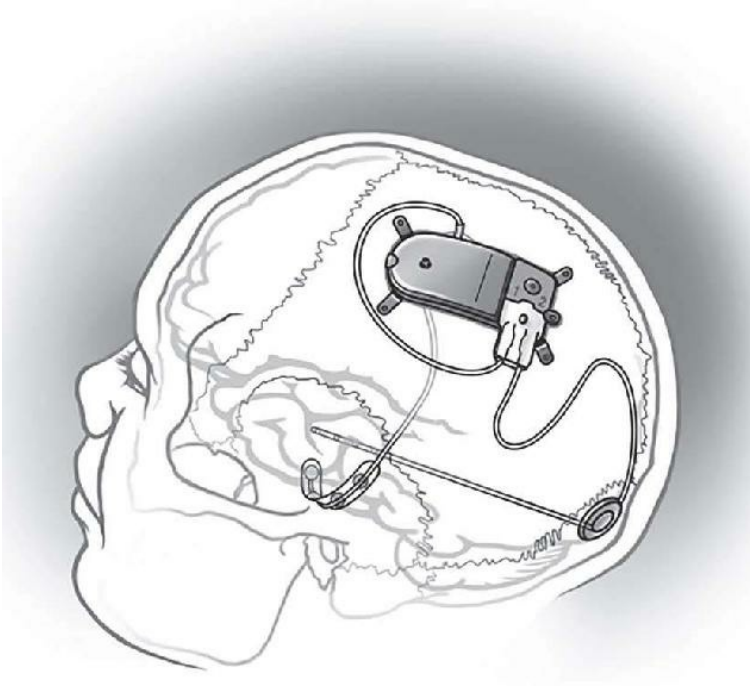


图6.14用于治疗癫痫的RNS系统装备

图片来源：IBM Treat epilepsy with RNS。

目前主要的成功案例来自一名叫作威廉姆·多贝尔（William Dobelle）的科学家。1978年，多贝尔在一位盲人的脑内植入了由68个电极组成的阵列，这种尝试使盲人产生了光幻视（视网膜受到刺激时产生的感觉）。在随后的调试中，接受这种治疗的盲人能够在有限的视野内看到低分辨率、低刷新率的点阵图像。2002年，接受新一代系统治疗的患者恢复了更多的视力，甚至可以在研究中心附近驾车慢速前行。同一阶段，在恢复运动功能方面，脑机接口研究也取得了显著的进展。（见图6.15）



图6.15双目失明的延斯在仿生眼的帮助下得到了一定程度的视力

图片来源：jensnaumann.green-fi rst.com。

刚才提到除了植入电极还有一种可能的方法是在头上戴一个“电极罩”，采用“黑箱”方法解读人脑。只要罩在头上的电极罩能够从大脑中稳定地检测到足够复杂的信号，用此时人的语言或动作作为输出，通过机器学习的方法建立输入（检测到的脑电信号）和输出（语言或动作）的一一对应。这里的假设是对应每一个输出的输入都是相同或类似（例如每次竖大拇指的脑电波都相同）的且能稳定地检测这些信号。这种方式没有在大脑内植入电极，信号没有那么清晰，数据量没有那么大，也没有那么稳定，受到的干扰也会更强一些。

虽然通过头戴式装备获取微弱的脑电波信号的方式难度很大，但是经过几十年的发展，科学家已经开始取得突破，尤其是在残疾人部分能力的重建上。1988年，美国科学家已经实现了用大脑控制虚拟打字机的操作，瑞典科学家更是实现了轮椅按人脑意识控制前进。2006年，日本研制出“混合辅助腿”，能够帮助残疾人以每小时4千米的速度行走。在2014年世界杯上，身患截瘫的巴西青年朱利亚诺·平托身穿一套奇怪的“机械战甲”，在工作人员的帮助下开出了世界杯的第一脚球，这背后就是使用脑机接口技术+外骨骼成功让一个瘫痪患者恢复了行动能力。（见图6.16）

另外，该类技术已经能够实现远程控制机器、玩游戏等。2008年1月，杜克大学的研究团队让身在美国达勒姆实验室的猴子用意识控制了远在日本京都实验室内机器人的行走。2013年3月，英国研究人员开发出第一种用于控制飞船模拟器的“脑机接口”装置，美国科学家又创建了计算机模拟程序，戴在头上后通过人脑的意念便可以控制飞船模拟飞行。2017年10月，美国亚利桑那州立大学以人为导向机器人和控制实验室的负责人Panagiotis Artemiadis宣布正在研发一种导航系统，能够让驾驶员只借助自己的思维同时操控一群无人机。



图6.16为巴西世界杯开球的志愿者朱利亚诺•平托

图片来源：
http://hiphotos.baidu.com/feed/pic/item/f603918fa0ec08fab12d60f453ee3d6d55fbdab0.jpg。

脑机接口技术的意义在于能够让人的大脑能力获得提升，或实现能力重建，甚至是实现远程控制。本质上普通人只能用自己的意识来控制自己的身体，而脑机技术能够让人类实现通过意识操控远在千里之外的机器人，更重要的是，通过机器人（肢体）的传感器，这些感觉可以实时传回到人类的大脑——在某种程度上人类已经实现了肉体的无限延伸和空间的穿越，这已经颠覆了人类的认知。脑机接口的远程控制有望在诸多领域实现应用，例如智慧机器人去危险的火灾、电力、搜救等领域工作，同样也可以在地质勘探、农业、物流等领域实现应用。

通过连接到云端提升语言能力

谷歌技术总监库兹韦尔（Kurzweil）认为，由于智能手机能提供海量的计算和数据，所以它已经让我们远远比20年前的人聪明。有朝一日，我们不再需要手持设备，通过植入大脑皮质的芯片就可以让我们连接到云端。我们可以通过与人工智能结合而变得更加智能，通过更多潜在的方式去共享语言（例如能立刻接入英语词典）。库兹韦尔认为这些和我们现在的习惯差别不大，只是用大脑中的芯片替代了翻译。

逝者“还魂”

通过给人工智能系统灌输某个人的照片、视频、音频、信件、日记、邮件、账单以及任何能表现他个性的东西，可以造出逝者的“化身”，我们戴上头盔就可以在虚拟世界和他交流互动。库兹韦尔表示他已经造出了他过世多年的父亲的“化身”，他认为这是一个将父亲带回亲人身边的方式，虽然目前把逝者带回人工智能世界还不完全真实，但以后会更加接近。

第七章

“神人”与“闲人”——AI时代的社会与伦理

导读

AI带来的变化绝不只是在商业和科技领域，而是和互联网一样会冲击今天的社会结构甚至道德伦理，每一个在社会中生活的人都会受到影响。即使没有读前面的章节，也可以直接读这一章。

AI机器的崛起会不会导致大规模失业？迄今为止，历史上大的技术突破并没有对人类的工作产生毁灭性的打击。蒸汽机的诞生替代了传统的骡马，印刷机的诞生取代了传统的抄写员，农业自动化设施的产生替代了很多农民的工作，但这都没有致使大量的人流离失所。相反，人们找到了更适合人类的工作。

但这次还会一样吗？随着智能机器的崛起，大量重复性劳动将被替代。在这个社会中，人类能够在技术帮助下做更多的事情，从而更多负责创造新事物。但如何保证原有重复性劳动者能够稳步过渡到新工作，将成为一项挑战，毕竟这次变革的冲击将超过历史上的任何一次变革。各国政府都在未雨绸缪应对可能会出现的贫富分化加速。

《未来简史》一书的作者尤瓦尔·赫拉利（Yuval Harari）曾预测，若干年后，人类社会最大的问题是人工智能带来一大批“无用的人类”；同时，也会催生出“超人类”（Superhuman）。他认为，一小部分超人类将可以借助科学技术不断地“更新”自身，操控基因，甚至实现人脑与计算机互联，获得一种不死的状态。“在以前的历史上，贫富差距只是体现在财富和权力上，而不是生物学上，帝王和农民的身体构造是一样的。在人可以变成超人类后，传统的人性就不存在了，人类会分化为在体能和智能上都占据绝对优势的超人阶层和成千上万普通的无用的人类。”他的担心会成为现实吗？

机器酿成的事故由谁负责？自主化武器、无人驾驶汽车、生产机器人等都可能因为代码错误或在环境巨变下失控酿成灾难。随着智能产品的逐渐普及，我们对它们的依赖也越来越深。当机器遇到困难时，往往会将操控权转交给人类，而人类很难瞬间接管好一项突然转来的工作。比如人类接管无人车驾驶时可能因为睡着了或注意力不集中而发生事故，这种事故在人类和机器之间也很难厘清责任。

在未来的战争中，军方为了减少己方伤亡将尽可能用自主化武器代替人进行军事活动。自主化武器将让后台操纵人员不用对每个具体结果负责任。而且随着自主化武器任务的日益复杂，后台操纵人员也越来越

多，每个人只是完成一个任务的一小部分。这使人们对这种“杀戮”变得心安理得。

谁先失业

牛津大学的一份研究报告指出下列职业将是最先被人工智能取代的，在2033年下列职业被AI取代的概率如下：

（1）电话营销员，99%。

（2）收银员，97%。

（3）快餐厨师，96%。

（4）律师助手，94%。

（5）导游，91%。

（6）公交车和出租车司机，89%。

（7）安保人员，84%。

（8）档案管理员，76%。

将被AI取代的工作和职业远不止这些。麦肯锡发表的一份研究报告指出，中国的劳动力可以被自动化的程度比世界上任何其他国家都要高。据该报告估计，20年内中国51%的工作可以自动化，相当于3.94亿全职员工。最容易被AI取代的是那些重复性高、可预测、可编程的工作。19世纪的机器主要代替体力工作者，这次AI将替代许多脑力工作者。中等技能的专业人员可能首当其冲，而目前很难程序化的工作，例如保姆反而很难被取代。许多高技能、高收入的职业也可能受到冲击。这种冲击体现在两个方面：一是直接取代，例如中级X光读片医生和律师事务所的文书；二是增强，例如医生的AI辅助诊断。许多任务可能会自动化或大大缩短时间，有些工作可能会发生改变。正如电脑出现后并没有消灭会计，而是让会计更高效，能分析过去无法分析的大量数据，能产生过去无法产生的大量图形和表格。AI对许多行业的影响也将类

似。

同样的道理，那些很难标准化、程序化的工作将是最难被AI取代的。以下是一部分最难被取代的工作，它们未来被取代的概率如下：

（1）考古学家，0.07%。

（2）心理咨询和毒瘾治疗工作者，0.3%。

（3）职业病理疗师，0.35%。

（4）营养师，0.39%。

（5）医生特别是外科手术医生，0.42%。

（6）神职人员，0.81%。

这些难以被AI取代的职业的一个特点是需要有对人类情感和精神的理解。这是目前的AI完全无法做到的。

孩子该学什么

目前AI工作市场很热，各公司竞相出高薪吸引AI人才，特别是高级人才。各类培训班也趁机大发其财，许多大学生、研究生纷纷选修AI的课程。随着进入这个领域的人数增加和AI计算能力越来越“程序化”，预计不出五年普通的AI人才就会产生剩余。每当朋友问到“我的孩子要学AI吗”，笔者的回答都是“学好数理化，走遍天下都不怕”。现代科学的全部基础是2　500年前希腊的《几何原本》。但凡称得上科学的学科一定具备两个特点：一是具备像《几何原本》那样的公理系统；二是可以用实验验证假设。物理学是建立在数学之上的，化学又是建立在物理学之上的，生物学又是建立在物理和化学之上的。归根结底，所有现代科学的基础都是数学。人工智能也不例外，基于神经网络的机器学习的全部数学基础就是偏微分方程和线性代数（两门大学理工科的必修课），人工智能其他流派可能还要涉及概率论（大学基础课）和随机过程（大学或研究生课程）。今天的小学生、中学生到大学毕业时，人工智能不知会发展到什么程度，但它的数学基础还将是以上这些课程。一二十年以后，也许基于神经网络的机器学习会遇到瓶颈，但学好数理化的孩子可以有许多其他选择，而不必局限在AI领域。

除了数学，另外一门最重要的课就是语文（包括外语）。语文培养的不仅是表达能力，更重要的是培养同理心的途径。人类之间沟通的基础就是同理心和共情心，即根据自己的感觉理解别人的能力。机器没有同理心和共情心，未来最难被机器取代的就是需要和人类沟通的工作。

在能力方面，除了沟通能力以外，未来最重要的是想象力和创造力，而不是“工匠”能力。

AI时代的新工种

新蓝领工种

像以往的新技术一样，AI将催生一系列新的职业。以下是可以预见的新蓝领工种。

1.数据标注员

在AI视觉的发展史上，ImageNet的庞大数据库发挥了重要的作用。这个数据库中有上千万张用人工标注了的图像（例如一张狗的照片上标注“德国牧羊犬”），ImageNet的创建者斯坦福大学的李飞飞教授在网络上动员了上万人参与到标注工作中来。目前许多AI算法的训练都有赖于大量的已标注数据。许多大公司例如谷歌已经开始雇用越来越多的人标注数据，包括图像、视频等。这个工作需要多少人呢？原则上讲要把被识别的种类的所有情况都标注出来，机器才能“全面掌握”。例如在自动驾驶中所有需要判断的场景都需要标注出来，而这些场景可能无穷多。

2.数据采集师

自动驾驶要采集一个国家所有道路的精确地图，需要几百辆数据采集车常年采集。我们的生产和生活中有无数这样需要采集数据的工作。除了在田野采集数据，许多数据还需要后台的清理，这些也少不了人工的干预。

3.AI训练师

许多AI算法在正确识别场景之后并不知道该如何行动，这时人类可以提供指导。例如可以在汽车驾驶模拟器上随机产生千变万化的道路场景，由人操纵模拟器。机器记录下来场景和人的相应动作。甚至更进一步，AI驾驶训练员开着车在北京拥挤不堪的交通中每日穿行，车中的传感器（摄像头、雷达等）记录下来各种复杂的场景和相应的驾驶员的动作。

在工厂生产线上，人类训练师也可以“手把手”地教机械臂或机器人学会某些特殊性的序列动作。

新白领工种

最近美国政府的一份报告提出了未来和AI有关的相关工作，分为以下四类。

（1）需要与AI系统一起工作以便完成复杂任务的参与工作（例如AI辅助医疗诊断）。

（2）开发工作，创建AI技术和应用程序（例如数据库科学家和软件开发人员）。

（3）监控或维修AI系统的工作（例如维护AI机器人的技术人员）。

（4）响应AI驱动的范式转变的工作（例如律师围绕AI创建法律框架，或创建可容纳自动驾驶车辆的城市规划者）。

新粉领工种

机器最难取代的就是要求高度情感的工作，例如婴幼儿教育，社会

工作、心理咨询等。随着社会老龄化，老年人的照顾和护理将成为一个巨大需求。目前这个需求远远无法满足的原因在于大部分老年人的支付能力不足。可以想象类似美国给低收入人群提供的食品券一样给老人提供“老年照顾券”（在手机上实现支付和反作弊都很简单），且只能把这些券支付给服务机构。未来甚至会出现“定制电话煲粥员”“家庭心理咨询师”等。这些煲粥员和咨询师与今天的电话聊天服务及心理咨询师的最大不同是他们不仅针对固定的客户群，而且服务是持续的。未来甚至会出现专业粉丝团，不仅是为明星当粉丝，还可以为任何需要掌声的人当粉丝。

女性的优势

人类“生离死别”的情感都源于肉体的脆弱和生命的有限。机器没有这些限制因此不具备这些情感，即使机器去模拟这些情感也很假。女性情感比男性丰富，所以比男性更难被机器取代。机器取代人的难易程度从易到难将是四肢（体力）—小脑（模仿性工作）—大脑（推理逻辑常识）—心（情感）。

未来一个新工种特别适合女性，这就是“机器解释师”。例如我们去看病，如果有一位德高望重的名医说“没啥大事，回去多喝水，休息两天就好了”，这病有可能会好一半。因为人体许多疾病是靠自己的免疫系统治愈的。而免疫系统的功能直接和心情有关。当机器给人打印出一份冷冰冰的诊断报告时，患者不会有老大夫拍肩膀安慰的放心感觉。即使机器人可以模仿人说话，也是假模假样的。至少在可见的未来机器都不具备真实的情感，更谈不上同理心、同情心等人类复杂的心理活动。这时候机器的诊断结果需要一位慈祥的女士来解释给患者听。这位女士如果是医生当然最好，但有一些医学训练的护士足矣。这位“机器翻译师”固然要懂医学，但更重要的是懂患者的心理，包括了解患者的背景和观察患者的语言行为。

妇女在工业时代的社会地位比农业社会高是因为机器取代了肌肉，女人可以和男人一样灵巧地操纵很多机器。在信息时代女性的地位进一步提高，因为信息时代彻底抹平了工作对肌肉的依赖。而在未来的智能时代，机器长于逻辑弱在情感，让女性比男性有了明显的优势。

AI是否会造成大量失业的关键在于AI技术发展的速度。如果取代过程缓慢，那么失业人口将被其他工作逐渐吸收，失业人口也有时间重新学习技能。

农业人口在1840年占美国总劳动力人口的70%，目前只有2%。在170多年中每年减少0.7%，这样很容易被快速发展的工业吸收。目前美国每年仍然有24万农业人口离开土地，这差不多是美国一个月新增的就业人口。我们要未雨绸缪的是如果AI技术快速发展，在一代人的时间里大量取代人工，那么我们将会看到怎样一个社会？

新分配制度：无条件收入还是无条件培训

如果社会出现大规模失业，那么一种解决方案是“无条件基本收入”（Universal Basic Income，UBI）制度。该制度很简单：不论性别、收入、职业、教育情况，政府给每人每月发放一定的基本生活费，包括就业人口。从美国到巴西、加拿大、芬兰、纳米比亚、肯尼亚、印度都在实验UBI。瑞士2016年夏天还进行过一次关于UBI的投票，议案提议政府给所有成年公民每月约2　500美元生活费，给未成年人每月600美元。投票的结果是23% 赞成，77% 反对，议案被否决。

支持UBI的人有三条理由。

（1）社会上有许多人从事有价值的工作而没有收入，例如全职母亲。UBI是对这类工作价值的承认。

（2）可以大幅缩小贫富差距。美国阿拉斯加州的收入平等水平曾经在美国各州排名第30位（数目越大越不平等），自从1976年州政府建立了石油收入支撑的永久基金并给每个公民每年支付1　000~2　000美元（看当年石油价格）后，阿拉斯加州的收入平等水平在美国各州跃升到第二位。纳米比亚2007—2012年的实验证明，实施一年后贫困率从76% 降到37%，在6个月内儿童营养不良率从42% 降到17%。美国“经济安全项目”的一项研究表明，给美国每个成年人每月1　000美元，每个未成年人每月300美元可以全部消除贫困。（美国人口3.24亿，其中成年人口2.5亿，这样每年支出约3.3万亿美元。目前美国联邦政府总预算约4万亿美元，联邦、各州及所有地方政府的财政预算总和约7万亿美元，占GDP的35%。）

（3）可以提升健康水平，减少少年儿童辍学，促进就业。乌干达的一项“青年机会计划”鼓励青年投资自己的技能培训，使收入提高了

38%。纳米比亚的实验把辍学率从40% 降到了零。

反对UBI的人也有三个理由。

（1）把本来该给穷人的钱给了那些并不需要的人。

（2）鼓励好吃懒做。

（3）UBI需要的那么多钱从哪儿来？

有好奇的读者会问，为什么不把钱只给穷人，这样不是可以大大降低成本吗？其实这就是目前各国实行的失业救济金和低收入保障。问题是鉴别谁是失业人口和需要救济的人口的成本很高，当大规模失业突如其来时无法应付。

笔者认为，UBI最大的问题在于太昂贵，其他都不是问题。笔者建议与其实行无条件基本收入，不如实行“无条件基本培训”（Universal Basic Training，UBT），即对所有愿意工作的成年人提供培训费用。这笔钱并不发给个人，而是发给培训机构（要有措施防止作弊）。受培训的成年人只有通过第三方考试机构的相应考试后才能免除这笔培训费用。以目前的个人识别技术（指纹、刷脸等），这些考试可以轻易在线举行。由于这些培训项目针对的是那些失业者，学习重新就业的技能需要花时间精力，所以不是真正需要工作的人或者有不错收入的人不会去占这个便宜。还以美国为例，目前失业率已经达到3.9% ，约608万人，已经达到了充分就业率。假设目前失业率为10%，而我们希望达到4%，这样大约有960万人需要通过培训就业。假设每人每年职业培训费用为1万美元，每年的总培训费用为960亿美元，这只是UBI 3.3万亿美元的3%，占美国GDP的0.5%。即使失业率达到20%，培训费用达到2 560亿美元，也分别只是UBI成本的8% 和美国GDP的1.3%。

贫富悬殊解决之道：民间公益

过去100年来的技术进步惠及了所有的人，但是分布却极不均衡。虽然每个人的绝对生活水平都大幅提高，但相对差别不是减少而是增加了。图7.1是把美国地图面积作为美国的总财富来直观显示不同阶层人群在总财富里的占比。



图7.1美国不同阶层人群占有财富的比例

图片来源：http://owsposters.tumblr.com/post/11944143747/if-us-land-mass-were-distributedlike-us。

如图7.1所示，美国最富有的1% 的人口占有几乎40% 的财富，最富

有的10% 的人口占有80% 的财富。最穷的40% 的人口只占有不到1% 的财富。在世界各国里，美国的贫富差距还不是最大的，中国、巴西、墨西哥都比美国贫富差距更大。图7.2是世界各国的基尼系数（系数越大，贫富差距越大）。

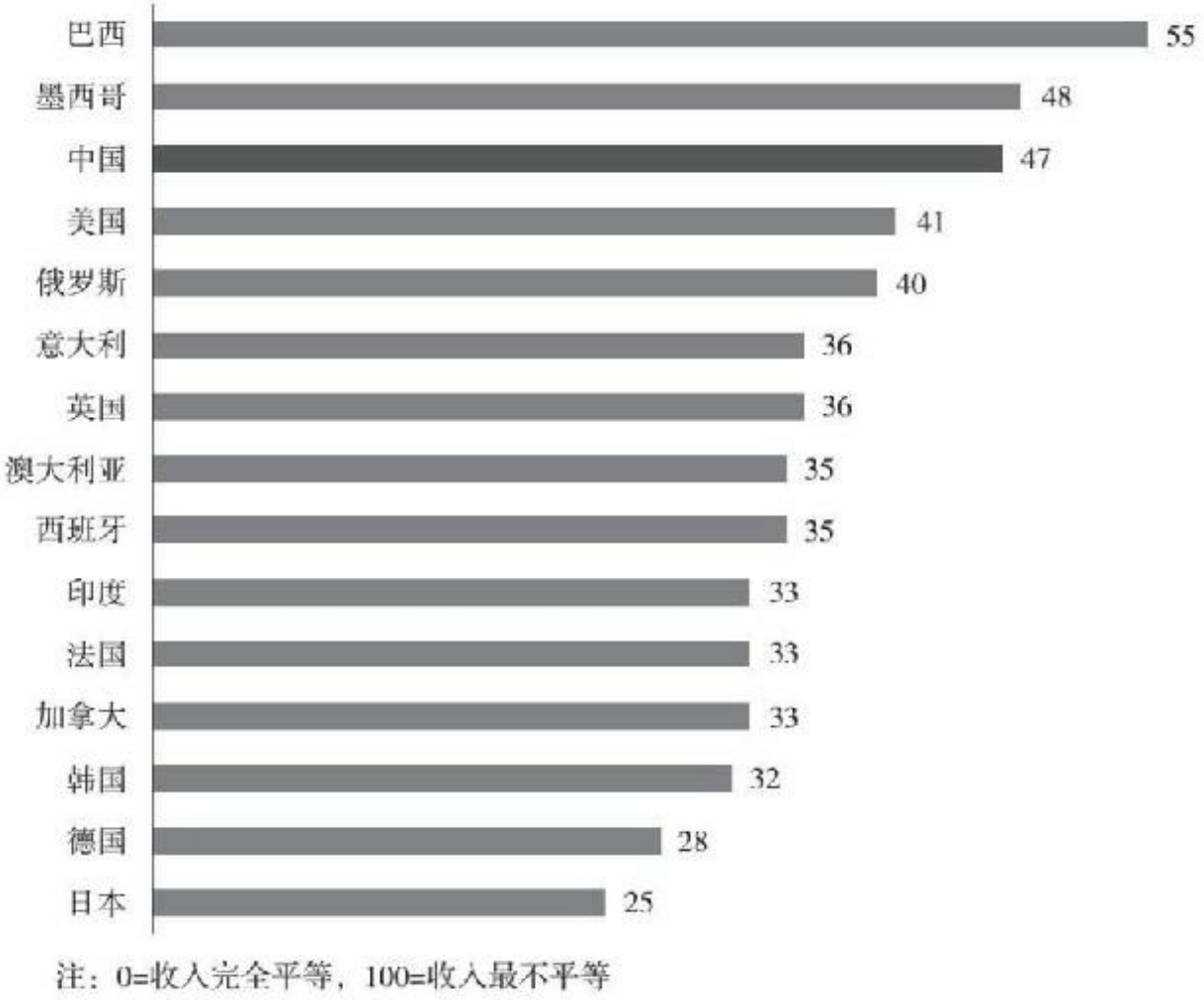


图7.2世界各国的基尼系数

图片来源：http://www.kkr.com/global-perspectives/publications/china-transition。

美国的贫富差距主要由三个因素造成。一是代际传递，富人的遗产留给孩子，资本增值比劳动增值更快，因此富的越富，穷的越穷。二是全球化劳动力流动性增加，加工业和制造业大批流向以中国为主的发展

中国家，造成大批蓝领失业。三是科技使财富向科技创业成功者高度集中。中国的贫富差距也有三个原因，其中有两个和美国不同，一个相同。第一个不同是过去城乡二元政策造成的广大农村的数亿贫困人口中仍然有相当一部分没有脱贫。第二个不同是国家控制的资源有相当一部分在权钱交换中集中到少数人手中。和美国相同的是，科技使财富向科技创业成功者聚集。注意前两者通常伴随着对弱势群体或贫困人群的剥夺，也就是它们不仅使富人更富，也使穷人更穷，而科技进步造成的贫富差别只是让富人更富但并没有让穷人更穷。随着扶贫计划的开展和转移支付的加大，农村的绝对贫困人口会逐渐减少。随着法治的健全，权钱交换也会被抑制。只有科技进步造成的贫富相对差距目前并没有好的解决之道。法国经济学家托马斯·皮凯蒂（Thomas Piketty）在《21世纪资本论》中建议征收“财富税”，即针对每个人拥有的所有财产（包括房产、证券、现金、保险等）每年征收1%~2% 的税。这个税种不仅严重抑制企业家创新动力，而且把钱交给政府效率一定很低。丹麦曾经征收过财富税，在20世纪80年代后期该财富税最高达到2.2%，也即你的财富如果不增值45年就被国家征光了。实践证明这个税种在抑制经济发展的同时并未缩小贫富差距，丹麦自1997年后就取消了这个税种。其他一些富裕欧洲国家也都有类似尝试，最后都取消了这个税种。

缩小贫富差距的一个可行的方案就是通过民间公益。比尔·盖茨现在全职做公益，他和巴菲特把99% 的财产都捐出来，要在有生之年全部花在公益上。他花自己辛苦赚来的钱一定比政府花别人的钱用心得多。作为一个成功企业家，他选择自己认可的项目，执行项目、评估项目的能力都远高于一般政府官员，这里几乎不会有跑冒滴漏和贪腐。更重要的是，当大批成功企业家都投入公益时，会自然形成一个“公益市场”。企业家不仅可以根据自己的资源、爱好和优势选择公益方向，效率差的公益项目也会被自然淘汰。

无论是比尔·盖茨还是马云，他们个人和家庭所能消耗的财富在他们自己的财富中都微不足道。聪明的家长都知道留给孩子太多钱是祸害，所以中外很多的成功企业家都将自己的大部分财富，在他们有生之

年全部花到自己认为重要的公益项目中去。作为政府，应该通过一系列法律政策鼓励民间公益，支持形成一个公益市场和公益生态。这样不仅避免了高税收造成的创业意愿降低，避免了征税成本和支付中的损耗，更重要的是能够以最高的效率和最创新的方式缩小贫富差距。

改善贫富差距的第二个方案是增加休息日和延长假期。一个令人匪夷所思的现象是当中国从每周工作六天改变为每周工作五天时，GDP不仅没有下降相应的1/6，反而持续增长。经济学家的解释是多出一天的休息时间增加了消费，前提是人们普遍拥有积蓄，但没有时间消费。根据同样的原理，可以将五天工作制改为四天、三天。也可以进一步延长假期，例如除了春节以外，清明、端午、中秋都变为长假期。每年的年假也可以延长到三周、四周，甚至可以考虑让家长和孩子一起放暑假和寒假。逐渐增加休息时间，带来了消费的增加，所以总体GDP并不一定会下降。对企业来讲，每个人的工作时间变短，要完成同样的工作量，意味着需要增加人手，这样就会降低失业率。那读者要问，这样岂不是增加了企业的成本吗？如果全社会都是同样的劳动时间，企业利润的长期决定因素则是市场愿意支付的价格。企业为了保持一定的利润，要么提高效率，要么削减工资，前者推动创新，后者则是一种市场化的也即无损耗的转移支付。

不论是“无条件基本收入”还是大幅增加休息时间都属于比较激进的应对大规模失业的措施。笔者不认为尤瓦尔·赫拉利所担心的大规模失业会突然出现。基于对目前技术的理解和近年来商业的发展，AI对产业的影响虽然是颠覆性的，但不会在一夜之间发生。

权力再分配

历史上每次技术革命都会改变权力的分配。过去40年的信息革命让每个人可以及时得到信息，及时传播思想，大大增加了个人的力量。技术革命甚至会改变地缘政治。在汽车时代之前，中东是世界上最贫穷的地方之一，也非大国博弈之处，一旦世界进入依赖石油的时代，中东的产油国摇身一变成为巨富，这些战略财富也引发了许多战争。当有一天大街上全部都是电动汽车时，中东可能又变回到大家不感兴趣的沙漠地带，而富产电池原料的刚果则变成大国必争之地。

技术革命把权力在政府、企业和个人三者之间重新分配，并不一定每次都倾向于个人。例如当计算机还在大型机阶段时，大型机的霸主IBM成为美国最有权力的公司之一。个人电脑革命的社会动力是美国的一批年轻人感到未来信息时代被一家公司（当时是IBM）控制非常恐怖，所以第一个微处理器芯片刚问世，就立即得到了这批年轻人的热烈拥抱。乔布斯、盖茨的理想是每个人都能拥有自己的电脑。个人电脑和互联网毫无疑问会极大地给个人赋能，增加个人的权力，但后来的大数据和云计算则相反，又把权力转移到了大公司和政府手中。许多国家的政府对互联网一开始都持怀疑和谨慎态度，但它们对大数据和云计算从一开始就热烈拥抱。因为大数据和云计算不仅需要巨大的资源，而且集中在一起（在数据中心）易于控制，更重要的是大数据可以增加政府对社会的管理和控制能力。

那么这次的AI浪潮又会造成什么样的权力分配呢？在过去几年中我们明显看到AI进一步将权力集中到大公司和政府手中。AI的核心资源是处理芯片和数据，目前芯片集中在以英伟达为首的少数几家芯片公司手中。数据则分为三类，第一类是互联网用户或者消费者数据，目前集中在世界互联网公司巨头手中。第二类是行业数据，例如医疗、金融等，

集中在行业的龙头公司手中。第三类是社会数据，集中在政府手中。许多AI的应用由于和大数据不可分离，自然是给大公司或政府赋能。例如人脸识别技术从一开始就得到中国政府的大力支持，在全国遍地开花。在短短的几年中，从支付到购物再到出行都已经开始“刷脸”。现在全国已经有上亿个监控摄像头，未来更会做到无缝覆盖。

AI技术有可能给个人赋能吗？目前看来可能有两个方向。一个方向是手机中的AI功能，例如物体识别、智能助理和自然语言理解等。因为手机给个人赋能，凡是增加手机能力的都能增加个人能力。第二个方向是AI的资源开源化，这里包括源代码、程序库和云端AI能力。这些AI资源的普及将使人们在AI领域的创业成本降低，几个聪明的孩子就可以做大公司做不了的事情。

是否该信任机器的决定

随着机器学习能力的增加和暗知识的大爆炸，未来越来越多的决定将交给机器去做。这些决定可以从疾病的诊断到职业的选择，可以从商业的决策到政策的制定，甚至战争的决策，许多决定牵涉巨大的经济利益甚至人命。当人类无法做出最适当的决定时，是否该信任机器的决定？

要回答这个问题，我们需要把机器决定的场景分为两类：第一类是反复出现的场景，第二类是从来没出现过的场景。

第一类场景的典型是自动驾驶。在这类场景中，人类对机器的信任和今天对一家大型客机上软件的信任没有本质区别。只要场景是反复出现的并且有时间去测试，我们就可以通过长时间的测试来验证机器的可靠性，这正是今天所有自动驾驶公司在做的事：经年累月地在大街上驾驶，不断提高可靠性。这类场景还有一种情况是疾病诊断，虽然机器是第一次对某个病人下诊断，但机器已经正确地诊断了许多其他类似的病人。所以不论是个人生活中的决策，还是商业决策，只要机器有过在类似场景下大量的测试，就可以信任机器。当然这里不排除机器出错的概率，这和不排除有经验的医生误诊，不排除大型客机的软件出故障一样。

第二类场景的典型是一场战争的决策。机器很难有在实际战争中反复测试的机会，即使有，每场战争的性质也大不相同。在这种场合人必须负起责任。那是不是说机器在这种场合就完全没用了呢？不是。如果能有历史战争数据，比如战场的视频和卫星图片，机器仍然可以从这些海量信息中发现隐蔽的关系，也即暗知识。机器也可以模拟战争场景，就像今天自动驾驶系统也可以用模拟环境训练一样。所以即使机器无法在实际场景中测试，仍然有可能为人类决策提供辅助支持。

数据如何共享

AI应用依赖数据，数据越多、越广，AI优化的效果就越好。目前的数据都是一个一个的孤岛，占有数据的机构不一定能最有效地利用数据。目前占有数据的企业没有动力把自己的数据分享给别人，要解决数据共享必须解决以下两个问题。

第一，动力机制。共享的好处是什么或者不共享的坏处是什么？一个方案是建立数据交易平台。提供数据可以赚钱，使用数据要付费。这里的核心是根据数据的数量和质量对数据进行定价。

第二，隐私与安全。企业的数据涉及用户隐私或企业机密。用户的身份信息必须隐掉，这样即使信息被破解也无法对用户造成伤害。企业的数据也需要加密，这样即使数据共享平台也无法看到信息。如何既能加密又能使用数据则是目前的一个研究热点。以目前的分布式数据技术，企业的数据不必离开自己的服务器或数据中心，这样分享数据的企业心里更踏实。

同样的道理，政府也应该根据上述原则尽可能公开数据。这些数据本来就是公共资源，是比金矿更好的资源，金矿一个人挖完了第二个人就挖不到了，数据矿可以让成千上万人用不同的方法挖到不同的宝贝。

自尊的来源

不论采取什么样的措施，如果机器代替人工的势头来得太猛烈，大规模的结构性失业总是很难避免的。一种极端的情况是当某些行业彻底被机器取代后，该行业的相当一部分从业人员再也没有能力掌握其他行业的就业技能。如果这个群体很大，就会变成一个社会问题。对这部分人群除了给予基本生活救济以外，还应该关注他们的心理健康。其中最重要的是自尊感的来源。长期失业的人即使基本生活有保障，也会丧失价值感。他们在家庭和社会中也会感觉低人一等，长此以往会造成抑郁，导致酗酒甚至吸毒。一个人的自尊主要来自对社会和他人的贡献，可以和金钱无关。所以获得自尊的一个重要途径是参加各种社会公益组织，在公益组织中不仅能够找到自己的价值，而且能找到群体的归属感。这就要求社会大力鼓励发展各种类型的公益组织，让每个人都能找到自己愿意参加的公益活动。任何一个社会都会有大量的服务性工作无法由商业完成，因为商业要产生利润，而有些被服务的人群没有相应的支付能力，例如贫困和部分老年人群。这些“闲人”相互之间的服务也是一个很大的需求，这就是开玩笑说的“你给我揉肩，我给你捶背”。

自尊的第二个来源是个人独特的价值，包括比周围人更好的技能（体育、游戏、音乐、舞蹈、绘画、阅读、讲笑话、养生、健身、手工等）。这些才能才艺的开发和发挥同样需要社会公益组织，即组织各种爱好者俱乐部。这些形形色色的社会公益组织可以由富裕人群捐助。

如果政府能够给这些无法再就业的人群提供一个基本生活保障，通过形形色色的社会公益组织再给这些人提供尊严感和归属感，这个人群的幸福感就会大大加强。

机器会产生自我意识吗

包括马斯克、霍金等人都非常担心AI有一天会控制人类。在机器能控制人类之前，机器必须产生自我意识。自我意识是一个复杂问题，到今天都没有公认的严格定义，但大致上自我意识是指一个人对自己存在的知觉，或者说明确知道自己和周围的环境（他者）的区别。人的自我意识并非天生就有，而是儿童在大约18个月开始产生的。纽约州立大学奥尔巴尼校区的戈登·盖洛普教授（Gordon　Gallup）在1970年设计了一个简单巧妙的测试自我意识的实验。实验是这样进行的：先让一个儿童看到镜子里的自己，然后在不让他察觉的情形下在他的脸颊上贴上一张明显的记号（例如一张红色的圆点纸），再让孩子对着镜子。如果孩子去摸自己脸上这个记号或试图撕下来，这个孩子就被认为具有了自我意识。实验证明，只有达到一定年龄（例如18个月）的孩子才会有自我意识。科学家还对几十种动物包括十几种猴子做了这个实验，只有黑猩猩这一种动物能够通过这个测试。而其他动物不管在镜子前待多长时间，永远都会把镜子里的自己当成“别人”。

具有自我意识是灵长类动物和其他动物的本质区别，这使人类在进化中获得了巨大优势。人类可以从“自己”的视角观察、认知和理解世界，并最终根据自己的意愿改造世界。人类根据自己的知觉记忆的清晰程度开始有了“时间”概念。随着“时间”概念的产生，人类可以想象多种不同的“未来”，即那些未曾发生的事情，创造力产生了。人类获得自我意识的最大代价就是必须面对一个无法理解的事实：自我意识终将消失，“自己”终将死亡。对死亡的恐惧成为伴随人一生的恐惧。一旦获得了自我意识的“自己”，就再也无法理性地理解“自己”的消失，所以几乎全世界所有的宗教都是从“非理性”或“超级存在”的角度回应死亡的问题，至少能提供某种解释减少人类对死亡的恐惧。

近年来随着脑成像仪器的成熟，关于意识的研究有了许多实验性的发现。用于大脑研究的主要成像仪器是功能性核磁共振成像仪，该成像仪的原理如下：当大脑某部分神经元激活产生电脉冲信号时，就会有含氧量高的新鲜血液流到该部分大脑去替换原先氧气已经耗尽的血液。由于缺氧血液的磁性比富氧血液高，所以在磁场中会呈现不同的信号强度。借此原理，核磁共振成像仪就可以看出大脑中哪部分神经元正在活跃。科学家可以用功能性核磁共振判断一个人是否有意识。该实验要求被实验者想一个动作如打网球，从成像仪上可以看到一个正常清醒的人的大脑皮质的某一个特定区域活跃。实验表明大多数人在想同一个动作时相同的脑区域活跃。这样就可以用实验判断一个对外来信号没有任何肢体和表情反应的“植物人”是否已经丧失了意识。如果该“植物人”听到指令后对应的大脑皮质部位活跃就可以认为他仍然具有意识。

加利福尼亚州理工学院的克里斯托弗·科赫（Christof Koch）教授通过检测单个神经元信号发现当被实验者看到自己熟悉的影像时（例如喜爱的电影演员），某一个神经元会被激发而其他神经元没有动静。每次看到这个演员的不同照片时，同一个神经元都会被激发。甚至在看到这个演员的名字时，同一个神经元也会被激发。但如果看到这个演员和其他人的合影时，这个神经元就不会被激发。

单个的神经元虽然可以和外界刺激建立一对一的对应关系，但是这还不是自我意识。目前公认的自我意识是许多神经元共同的作用。位于美国威斯康星州的精神病学研究所（Psychiatric Institute and Clinic）设计了一种精妙的实验用于证实意识在大脑的存在是一个整体，而不是某个部分。仪器类似我们前面提到过的罩在头上的“电极罩”，电极罩上布满了电极，可以接收到来自大脑皮质不同部位的电信号。另外一个能发射磁场的电极在脑壳的不同部位发射磁脉冲。每个磁脉冲都能引起大脑神经元的激发，通过分布在头上不同位置的电极就可以观察到大脑不同部位神经元的活动。实验发现当受试者清醒时，每次脑外刺激信号在脑内不同的区域都会造成激发，先是离刺激电极最近的区域激发，然后这种激发先后传导到大脑皮质的不同区域，这些激活区域形成复杂的图

案。但当受试者入睡后再刺激，发现只有刺激电极附近的区域被激活，并不会传导到其他区域。这个实验证明了意识是大脑不同区域互相传导连通后的共同结果，而不是某个部分。

遗憾的是以上的脑神经研究仍然无法精准地定位意识在大脑中到底是以什么样的方式产生和存在的。但这些研究已经能够给我们一些启示来回答：以神经网络为基础的人工智能是否能在不远的将来产生自我意识呢？

首先，如果我们能够确认“自我意识”无非是大量神经元之间复杂的激活和连接模式，那么我们应该可以预测未来有一天当基于半导体或生物芯片的神经网络足够复杂时，机器完全可能产生自我意识。但这个神经网络要多么复杂呢？

第一个问题是神经元的数量。人类大脑大约有1　000亿个神经元，每个神经元会有上千个突触和其他神经元相连接，也就是说人脑有约100万亿个连接。目前谷歌大脑已经达到了1万亿个连接，芯片上晶体管的密度增加速度已经开始放缓，以远慢于摩尔定律（每18个月翻番）的速度发展。增加计算能力主要是靠多核，即把许多CPU/GPU封装在一起。按目前的发展速度来看，最多20~30年机器神经网络就能够达到人脑的连接数。但是神经元和连接数量只是一个必要条件，即使达到或超过人脑的数量也未必能产生自我意识。

第二个问题是神经元之间的连接方式。目前的机器神经网络为了数学上可以分析，工程上实现方便，神经元都是简单清楚地分成许多层级。每个神经元要么是只和下一层级的神经元相连（例如全连接网络或卷积网络），要么是只和自己相连（例如RNN）。但人脑中的神经元根本没有清晰的层级，而是在一个三维空间随机的、复杂的互联。已知的连接有短连接和长连接，前者是附近的神经元之间的连接，后者是和很远的神经元之间的连接。

第三个问题是目前的人工神经网络的信号输出是上一级输入加权求和后被一个门限截断的信号，而人脑中每个神经元的信号强弱、门限的

高低都可能不同。也就是说目前的人工神经网络是对人脑大大简化后的模仿，这种简化模仿即使达到了相同的神经元和连接数也不一定能够达到人脑的复杂程度。

结束语

人类该怎么办

一切都清楚地表明了机器对事物间隐蔽的相关性的发现和掌握已经远超人类。机器学习正在拓展出人类知识的一个全新方向，让人类可以利用那些自己无法理解的暗知识去解决问题，这些暗知识的总量将会大大超过人类积累的和即将发现的明知识。随着计算能力的提高和各类算法的进展，机器学习会呈现出越来越神奇的性能。这一波科技进步的大浪在可预见的未来还看不到停滞的迹象。

人类是否能理解知识变得不那么重要了。在过去的几万年里，人类的大脑永远在知识获取的回路当中，没有“人”这个认知行为的主体就谈不上知识。而今天一切都颠覆了，机器也成了认知主体，可以直接从数据中萃取出知识来，再把这些知识应用到世界里。人脑第一次被抛出了知识获取的回路，机器甚至会成为压倒性的认知主体，越是复杂的问题，它们越是得心应手。

这并不是人类第一次发明了比自己强的工具，从第一次折断树枝作为大棒开始，人类已经有无数超过自己能力的工具。只不过这次不再是比人的胳膊力气大，比腿跑得快，比眼睛看得远，而是比大脑更能觉察万事万物间的隐蔽关系。在机器没有演化出自我意识之前，它们仍然是人类任劳任怨的工具。

一代代更聪明的机器将不分昼夜地工作，进入每一个可以产生数据的生活、生产和消费过程。机器将从这些过程中不断发现新的知识，反过来再用于改进这些过程使效率更高。没有任何一个重要的领域不被机器涉足，没有任何一个人不被机器影响。

对机器知识的占有不仅会改变权力的分配，也会改变权利的定义。我们所熟知的社会规范，诸如自由、平等、公平、正义在暗知识的衬托下将会改变原来的意义。我们要重新审视我们过去熟悉的观念，重新思考什么是一个“好”的社会。

机器改写了知识的地图，却无法改变人的本性。人类还是那个利他与自私同体，同情与冷酷兼备的人类。对于这样一个新的强大工具，生

存本能将驱使人类用它为己谋利，博弈困境也必将导致用它来伤害他人，对机器的驾驭和暗知识的掌握势必改变现有的地缘平衡。

在造福人类的同时，和过去500年中大部分新科技一样，机器将带来不可预知的改变和挑战。这些改变无法阻挡，只能顺势而为，这些挑战无法避免，只能创造性地应对。人类在过去的500年中经历过无数挑战，与之相比这次不算最大。在可见的未来，人类要担心的不是机器，人类社会的最大风险仍然来自人类本身。

致谢

本书得到了许多人的支持。民生银行洪琦董事长推荐了最好的出版社。北京信息社会研究所王俊秀所长参与了出版策划，帮助搜集整理了AI市场的资料，对有关章节做了编辑。信中利集团刘忱先生帮助翻译了部分资料和绘制部分图形。中信出版集团乔卫兵总编辑建议用书中的“暗知识”作为书名和贯穿全书的概念。本书的编辑寇艺明女士从内容编辑、封面设计，到出版发行都倾注了大量心血。

本书在写作过程中还得到了许多人的帮助。得到App创始人罗振宇博士和他的同事邵珩、邱泰深、顾小双对清晰表达的严格要求，使得本书对技术概念的解释变得更通俗易懂。

这里要感谢我当年在斯坦福大学的的博士导师威德罗教授的指导，没有当年种下的种子就不会有这本书。感谢金观涛、刘青峰两位老师这些年来在哲学和思想史研讨班中给我带来的思想震撼和升华。没有这些年的熏陶，也不会有这本书中的许多思考。

还要感谢我的朋友们对本书的大力推荐和支持，他们是创新工场董事长兼首席执行官、创新工场人工智能工程院院长李开复博士，得到App创始人罗振宇博士，真格基金创始人徐小平先生，中国金融博物馆书院理事长任志强先生，以及当当网董事长兼CEO俞渝女士。

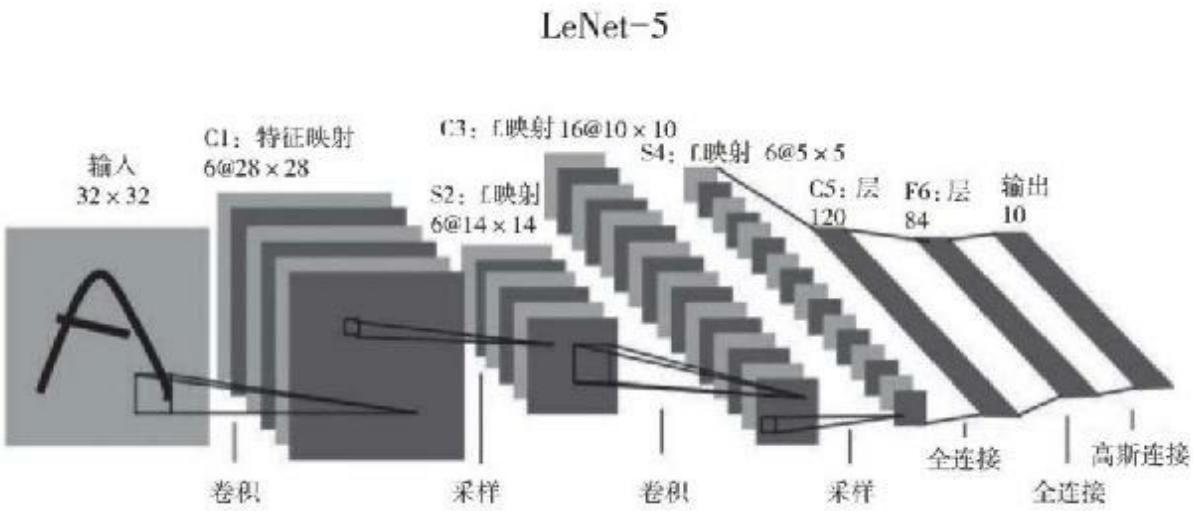
最后要感谢我的大学同学和斯坦福同学，也是我的太太刘菁博士。没有她的鼓励和第一时间的反馈与评论，本书不可能如此顺利完成。

王维嘉

2019年3月

附录1：一个经典的5层神经网络LeNet-5

图附1.1是由人工智能大神之一岩·拉孔（CNN的发明人）提出的典型的卷积网络LeNet-5。这个网络的左边是输入的待识别的图像，最右边有10个输出，因此可以识别10种不同的图像，例如手写体的0，1，2，…，9。



图附1.1岩•拉扎提出的卷积网络LeNet-5

图片来源：http://yann.lecun.com/exdb/lenet/。

输入图像的大小是32×32。网络的第一层是卷积层，所谓“卷积”就是拿着各种不同的小模板（图附1.1的模板大小是5×5）在一张大图上滑动找相似的图形（每个模板是一个特定的图形，例如三角、方块、直线、弧线等）。模板在大图中一个一个像素滑动，在每一个滑动位置，都把大图上的像素值和模板对应的像素值相乘再全部加起来，把这个加总之和作为一个新的输出像素。当模板滑动过所有像素时，这些新的像

素就构成一张新的大图。在模板滑动过程中，每当碰上大图中有类似模板上的图形（即在大图上这个区域的图形和模板重合度高时），新的像素值就会很大。图附1.1的模板尺寸是5×5，因此在32×32的输入图像上横竖都只能滑动28次，所以卷积的结果是一张28×28的图片。在这个网络里，第一层使用了6个模板，所以第一层卷积后出来6张28×28的图片。

卷积的结果出来后，对每一个像素还要做一个“非线性”处理。一种“非线性”处理方法就是把所有小于零的像素值用零来代替，这样做的目的是让网络增加复杂性，可以识别更复杂的图形。

网络的第二层叫采样层（down-sampling）或汇集层（pooling），简单讲采样层就是把大图变小图。在这个网络里，采样的方法是用一个2×2的透明小窗在图片上滑动，每次挪动2个像素。每挪动一个位置，把小窗内的4个像素的最大值取出来作为下一层图片中的一个像素（除了取最大值，也可以有取平均值等其他方法）。经过这样的采样，就产生了下一层6张14×14的图片。

这个网络的第三层又是一个卷积层，这次有16个5×5大小的模板，在14×14的图片上产生16张10×10的图片（5×5的模板在14×14的图片的横竖方向上都只能滑动10次）。

第三层做完非线性处理后，第四层又是一个采样层，把16张10×10的图片变成16张5×5的图片。

第五层再次用120个5×5模板对16张5×5的图片做卷积。每个模板同时对所有16张图片一起卷积，每个模板产生一个像素，一共产生120个像素，这120个像素就成为下一层的输入。从这里开始，原始的一张32×32的输入图片变成了120个像素。每个像素都代表着某个特征。从这一层开始下面就不再做卷积和采样了，而是变为“全连接”的标准神经网络，即第五层的120个神经元和第六层的80个神经元中的每一个都连接。（不要问为什么第六层是80个而不是79个或81个，答案是没太多道理。）

第六层的80个神经元和第七层（最后一层，即输出层）的10个神经元的每一个都相连接。

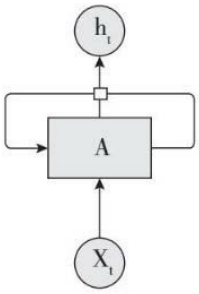
以上卷积+非线性+采样可以看成卷积网络的一个单元，这个单元的作用就是“提取特征+压缩”，在一个卷积网络中可以不断地重复使用这个单元。今天大型的卷积网络可能有几百次这样的重复，在这个例子里，只重复了一次。

卷积网络为什么这样设计？为什么分为卷积和全连接两个不同的部分？简单说是省了计算。如果用全连接多层网络，那么输入层要有32×32=1　024个神经元，在LeNet中最后压缩到120个。压缩的原理就在于对识别一张图像来说，只有图像中的某些特征是相关的。例如识别人脸，主要是五官的特征有用，至于背景是蓝天白云还是绿树红花都无所谓。卷积的模板就是要提取出那些最相关的特征。注意，这里模板并不需要事先设计好，模板中的各像素的数值，就是神经网络各层的加权系数。根据训练数据的不同，通过前述的最陡下降法，模板各像素取值最终也不同（即训练数据都是人脸和训练数据都是动物最终演化出来的模板不同）。每一层使用多少个模板要在识别率和计算量之间找一个平衡，模板越多识别越准确，但计算量也越大。

附录2：循环神经网络RNN和长-短时记忆网络LSTM

循环神经网络RNN

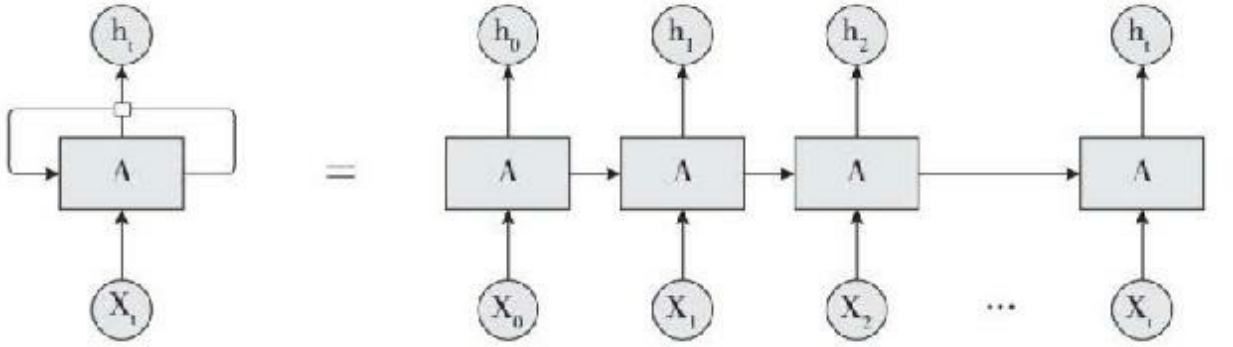
CNN比较适合处理图像，因为每幅图像之间都没有太多相关性，所以可以一幅一幅地输入CNN里。但许多非图像信息例如语音、天气预报、股市等是一个连续的数值序列，不仅无法截成一段一段地输入，前后之间还有很强的相关性。例如我们在下面句子里猜词填空：“我是上海人，会讲————话。”在这里如果我们没有看到第一句“我是上海人”就很难填空。处理这一类问题最有效的神经元网络叫循环神经网络。图附2.1是一个最简单的RNN。



图附2.1最简单的RNN

这里X_t 是t时刻的输入向量，A是神经元网络，h_t 是t时刻的输出。注意到方框A有一个自我反馈的箭头，网络A下一时刻的状态依赖于上一时刻的状态，这是RNN和CNN及全连接网络的最大的区别。为了更清楚地理解图附2.1，我们可以把每个离散时间网络的状态都画出来生

成图附2.2。



图附2.2把RNN从时间上展开看

这个链状结构展现出RNN与列表、数据流等序列化数据的密切关系，而这类数据的处理也确实在使用RNN这样的神经网络。在过去几年中，将RNN应用于很多问题后，已经取得了难以想象的成功，例如语音识别、语言建模、翻译、图像抓取等，而它所涉及的领域还在不断地增加。

现在我们已经知道了RNN是什么，以及基本的工作原理。下面我们通过一个有趣的例子来加深对RNN的理解：训练一个基于字符的RNN语言模型。我们的做法是，给RNN“喂”大段的文字，要求它基于前一段字符建立下一个字母的概率分布，这样我们就可以通过前一个字母预测下一个字母，这样可以一个字母一个字母地生成新的文字。

举一个简单的例子，假设我们的字母库里只有4个字母可选：“h”“e”“l”“o”，我们想训练出一个能产生“hello”顺序的RNN，这个训练过程事实上是4个独立训练的组合。

（1）给出字母“h”后，后面大概率是字母“e”。

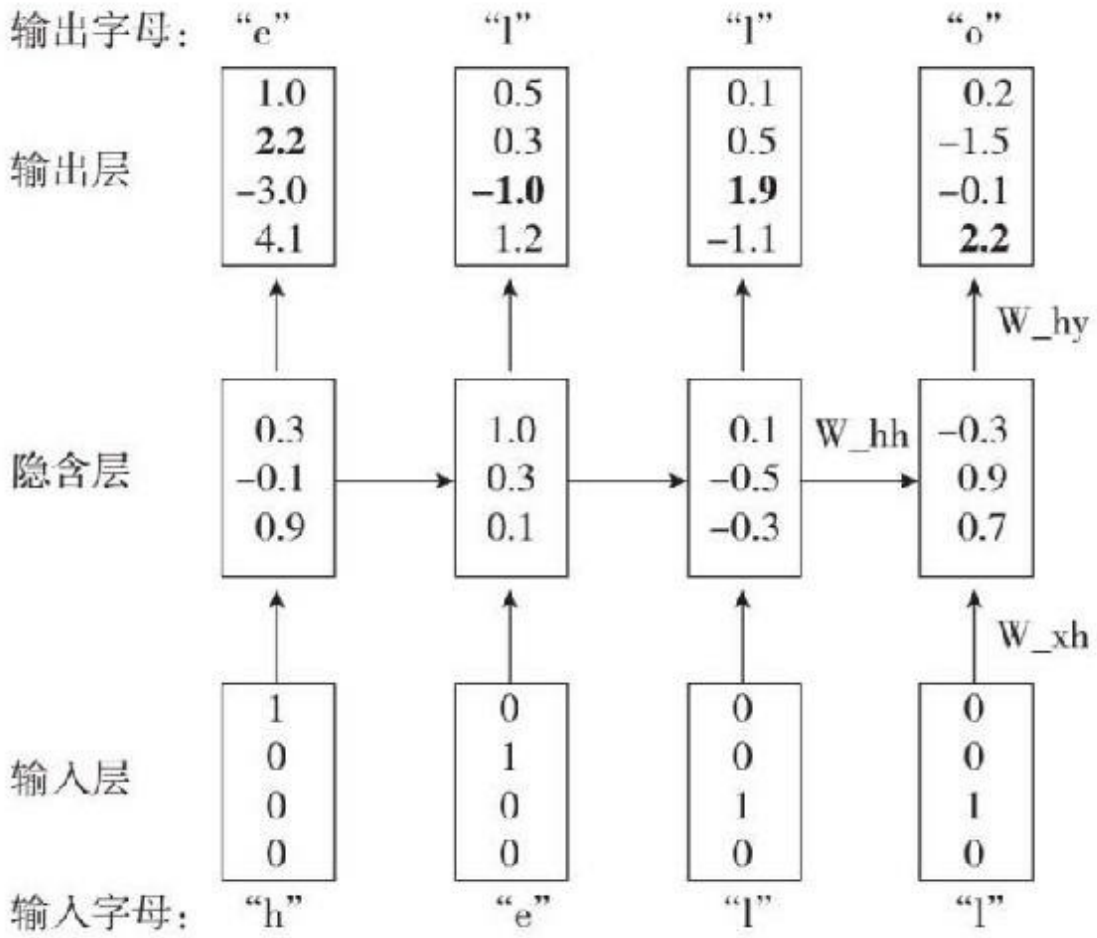
（2）给出字符“he”后，后面大概率是字母“l”。

（3）给出字符“hel”后，后面大概率还是字母“l”。

（4）给出字符“hell”后，后面大概率是字母“o”。

具体来说，我们可以将每个字母编码成一个向量，这个向量除了该字母顺序位是1，其余位置都是0（例如对于“h”而言，第一位是1，其余位置都是0，而“e”则第二位是1，其余位置是0）。之后我们把这些向量一次一个地“喂”给RNN，这样可以得到一个四维输出向量序列（每个维度对应一个字母），这个向量序列我们可以认为是RNN目前认为每个字母即将在下一个出现的概率。

图附2.3是一个输入和输出层为4维，隐含层为3个单元（神经元）的RNN。图中显示了当RNN被“喂”了字符“hell”作为输入后，前向传递是如何被激活的。输出层包括RNN为下一个可能出现的字母（字母表里只有h、e、l、o　4个字母）所分配的概率，我们希望输出层加粗的数越大越好，输出层其他的数越小越好。例如，我们可以看到在第一步时，RNN看到字母“h”，它认为下一个字母是“h”的概率是1.0，是“e”的概率是2.2，是“l”的概率是-3.0，是“o”的概率是4.1。由于在我们的训练数据（字符串“hello”）中，正确的下一个字母是“e”，所以我们希望提升“e”的概率，同时降低其他字母的概率。同样地，对于4步中的每一步，我们都希望网络能提升对某一个目标字母的概率。由于RNN完全由可分的操作组成，因此我们可以采用反向传播算法来计算出我们应该向哪个方向调整每一个权量，以便提升正确目标的概率（输出层里的加粗数字）。



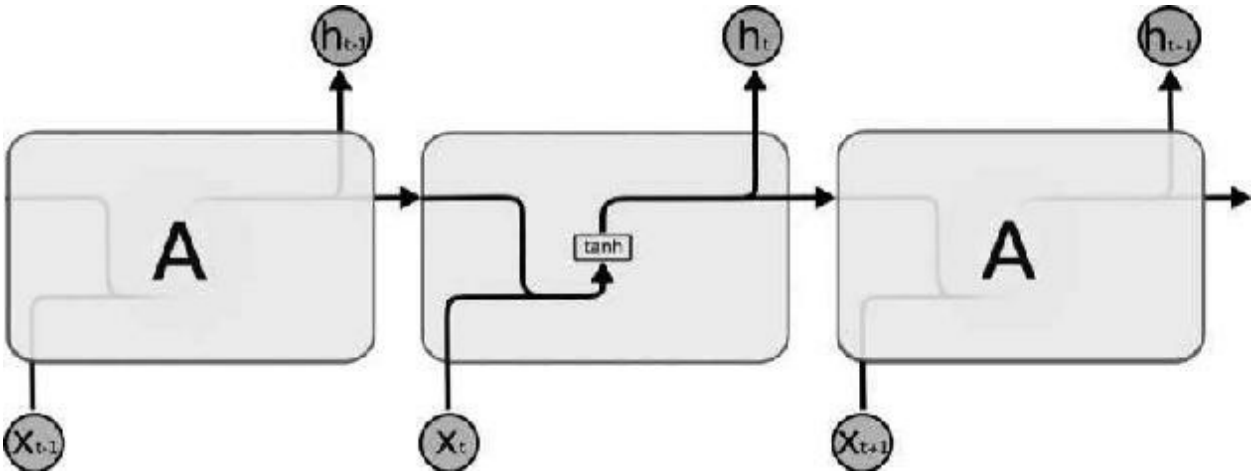
图附2.3 RNN学习“hello”语句的训练过程

接下来我们可以进行参数调整，即将每一个权值向着刚才说的梯度方向微微调整一点，调整之后如果还将刚才那个输入字符“喂”给RNN，我们就会看到正确字母（例如第一步中的“e”）的分值提高了一点（例如从2.2提高到2.3），而其他字母的分值降低了一点。然后我们不断地重复这个步骤，直到整个网络的预测结果最终与训练数据一致，即每一步都能正确预测下一个字母。需要注意的是，第一次字母“l”作为输入时，目标输出是“l”，但第二次目标输出就变成了“o”，因此RNN不是仅仅根据输入判断，而是使用反复出现的关系来了解语言环境，以便完成任务。

LSTM：记忆增强版RNN

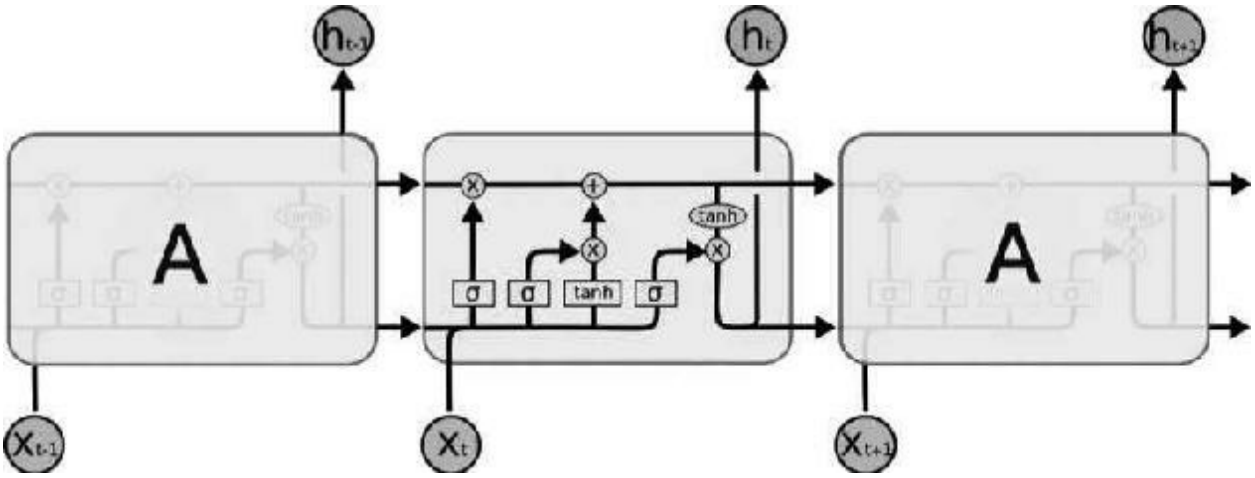
RNN可以根据前一个字母预测出下一个字母。但有时候可能需要更前面的信息，例如我们要填空“我在上海出生，一直待到高中毕业，所以我可以讲————话”。此时如果没有看到第一句“我在上海出生”就猜不到填空的内容。为了解决这个问题，人们对RNN进行了改造，使其可以有更长的记忆。这就是长-短时记忆网络（LSTM）。

所有的RNN都是链状的、模块不断重复的神经网络，标准的RNN中，重复的模块结构简单。如图附2.4所示，每个模块由单个的tanh层组成。



图附2.4在标准的RNN中，重复的模块是单层结构

LSTM也是链状的，和RNN相比，其重复模块中的神经网络并非单层，而是有4层，并且这4层以特殊的形式相互作用。（见图附2.5）

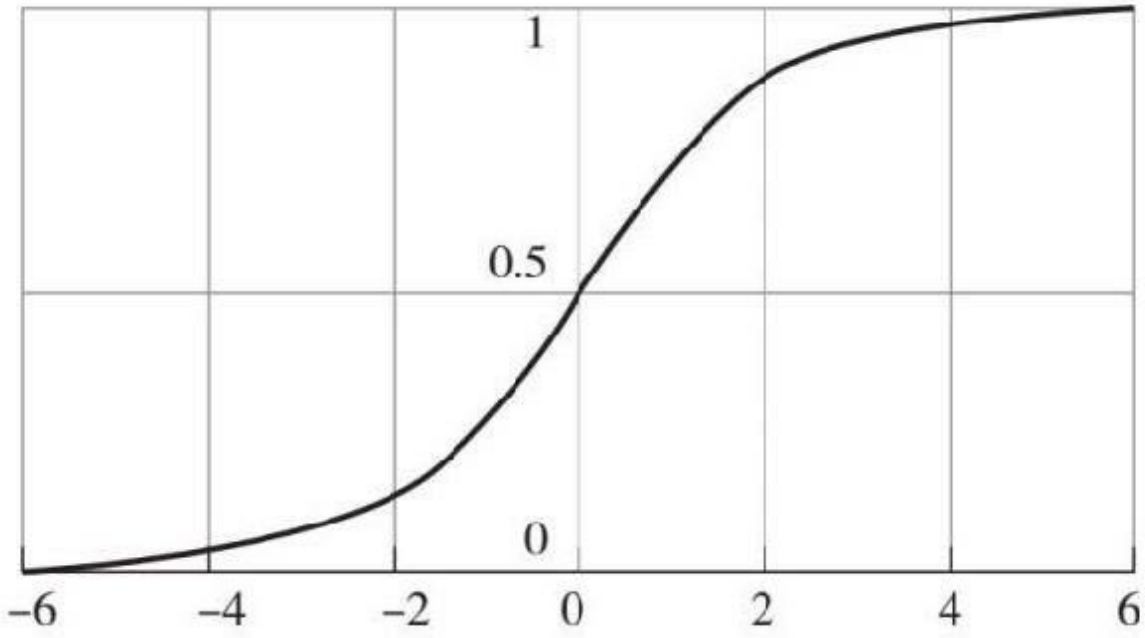


图附2.5在LSTM中，重复模块中含有相互作用的4层神经网络

在图附2.5中，σ（希腊字母sigma）是sigmoid函数，其定义如下：

$$\sigma(x)=\frac{1}{1+e^{-x}}$$

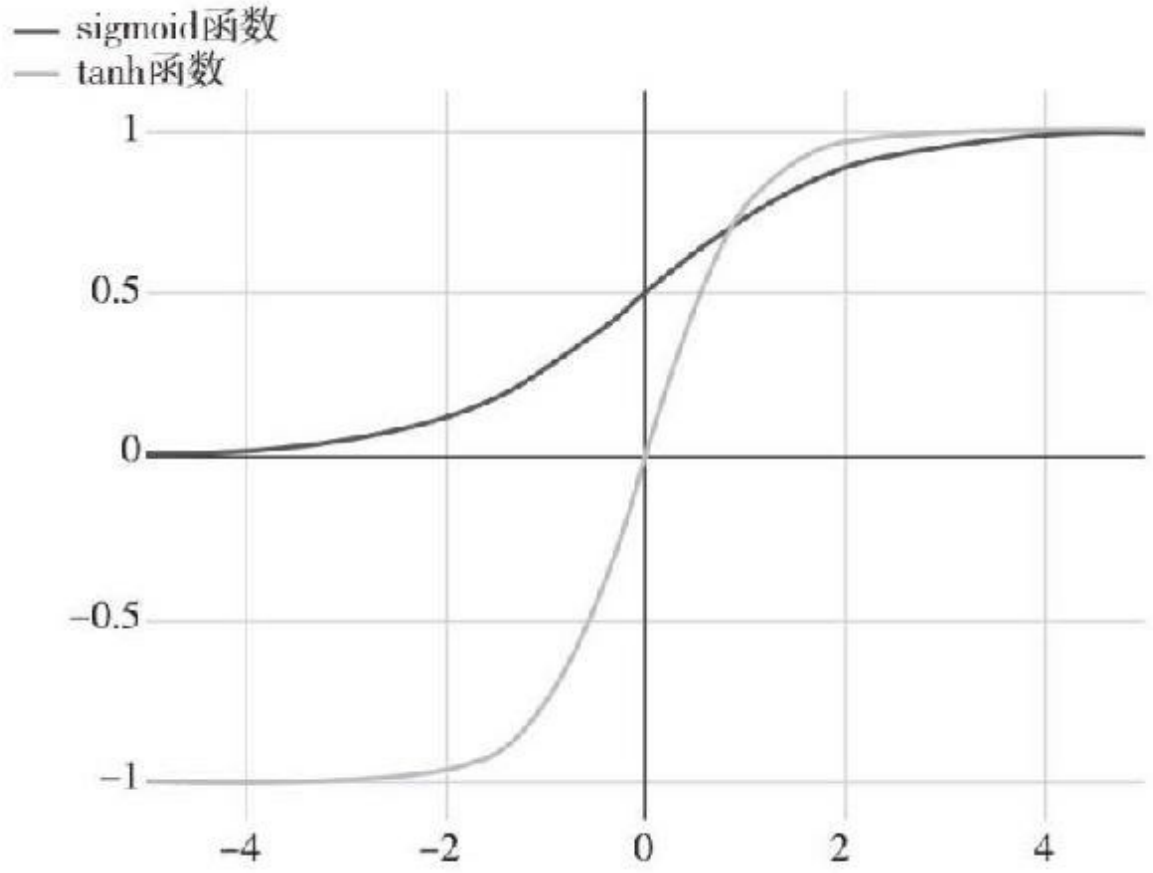
这个sigmoid函数的图形如图附2.6所示。



图附2.6 sigmoid函数的图形

tanh函数是sigmoid函数的放大平移版，它们之间的关系如下：

$$\tanh(x)=2\sigma(2\cdot x)-1$$



图附2.7 sigmoid函数和tanh函数曲线

不要被上面这么多复杂的东西吓着，我们等一下会详述LSTM的结构。从现在开始，请试图熟悉和适应我们将使用的一些符号。

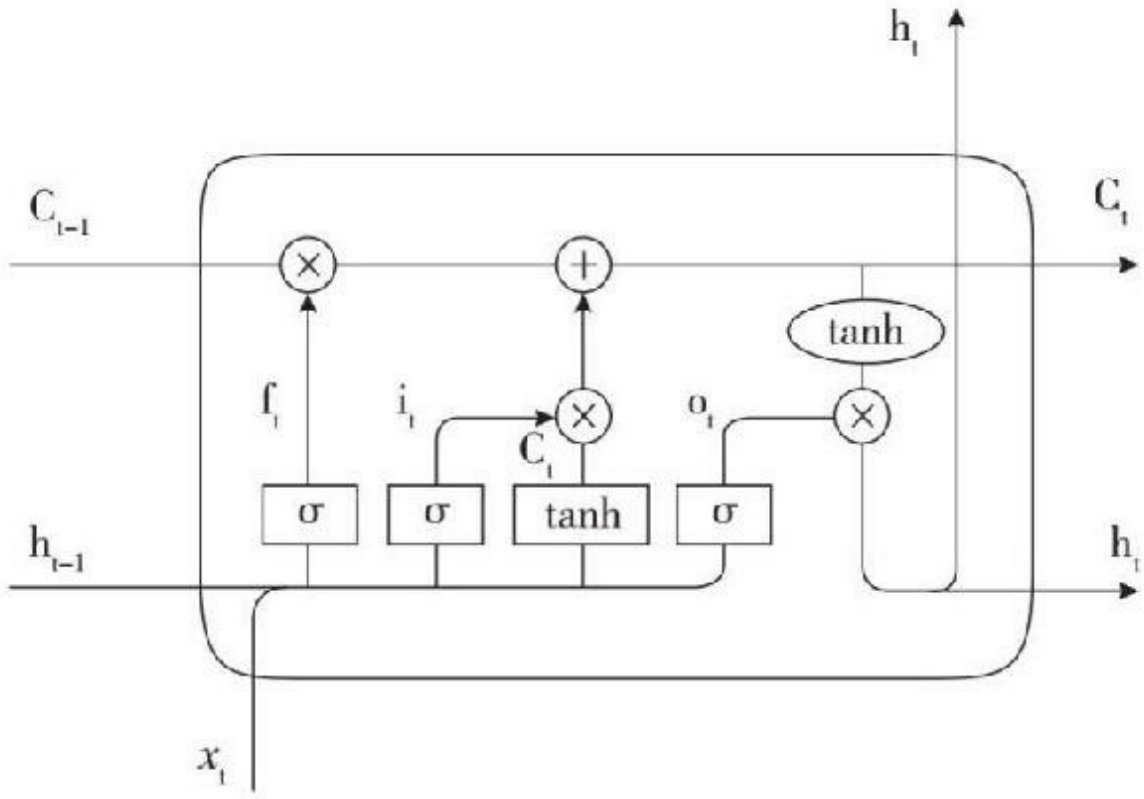
在图附2.8中左起，长方形表示已经学习的神经网络层；圆圈代表逐点运算，就像向量加法；单箭头代表一个完整的向量，从一个节点的输出指向另一个节点的输入；合并的箭头表示关联；分叉的箭头表示同样的内容被复制并发送到不同的地方。



图附2.8 LSTM中使用的符号

LSTM背后的核心

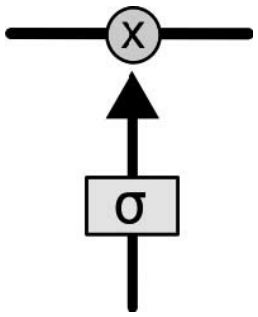
LSTM的关键是单元状态，即图附2.9中上方那条贯穿单元的线。单元状态有点像传送带，它在整个链条一直传送下去，只有少数节点对它有影响，信息可以很方便地传送过去，保持不变。



图附2.9 LSTM的单元状态

LSTM对单元状态有增加或移除信息的能力，但需要在一个叫

作“门”的结构下按照一定的规范进行。“门”是有条件地让信息通过的路径，它由一个sigmoid神经网络层和一个逐点乘法运算构成。

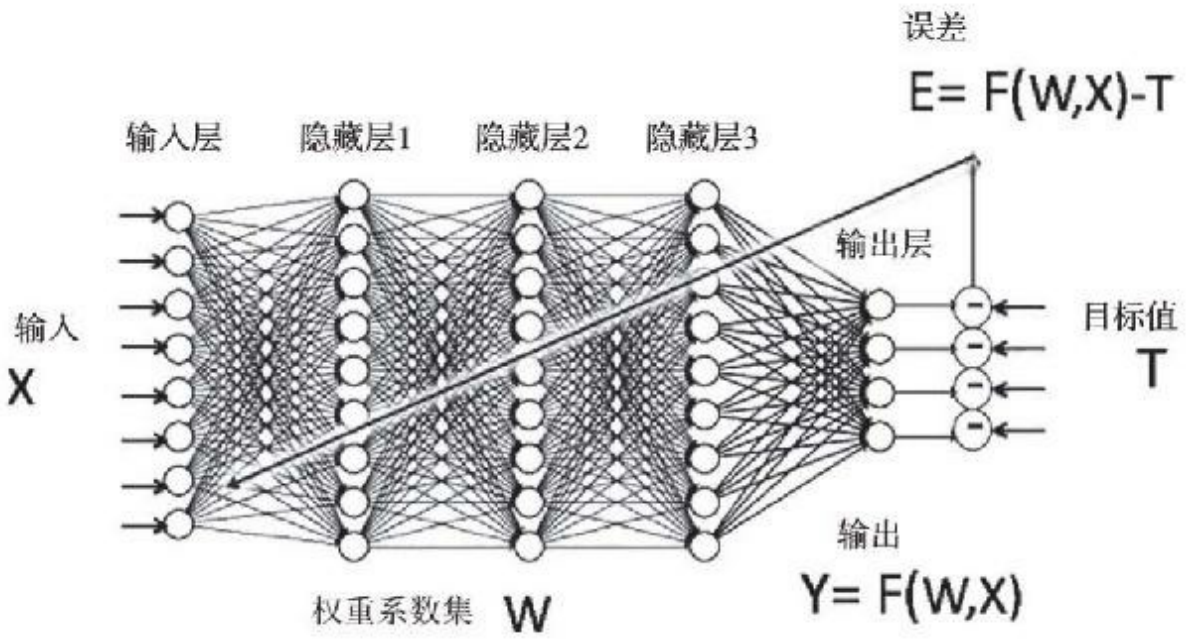


图附2.10 LSTM的单元“门”结构

sigmoid层输出0　　~1的数值，表示每个要素可以通过的程度，0表示“什么都过不去”，1表示“全部通过”。一个LSTM有3个这样的“门”，用来保护和控制单元状态。

附录3：CPU、GPU和TPU

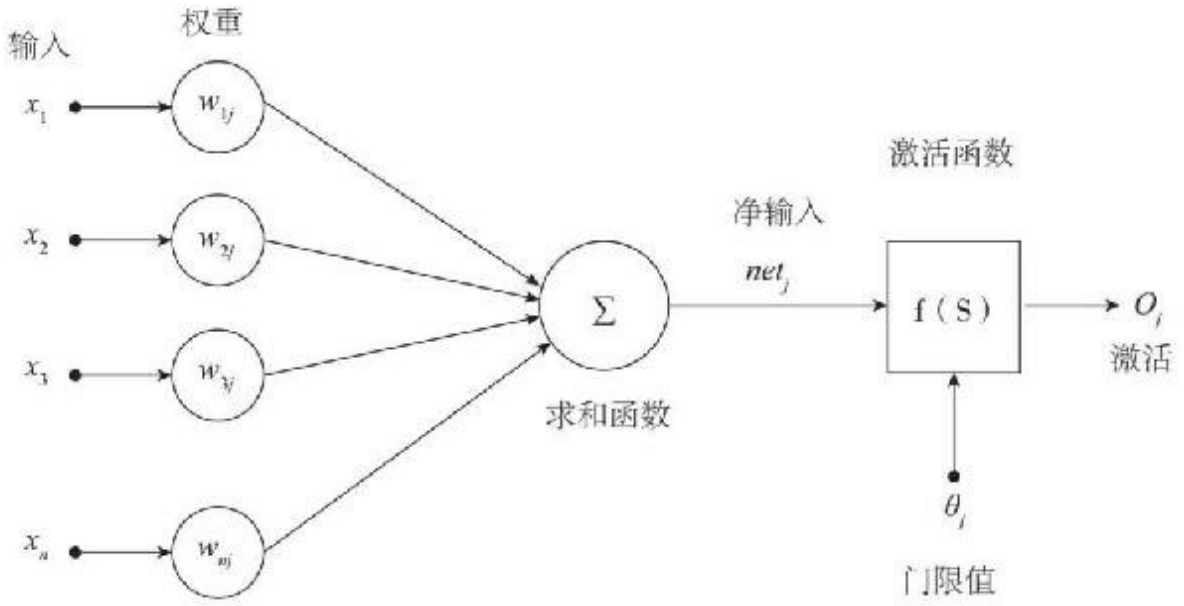
GPU是神经网络计算的引擎。图附3.1是一个典型的神经网络，用输出误差来调节各层的权重系数，输入阵列X通过参数矩阵运算进入下一层运算，每一层运算都是一次这样的矩阵运算。所谓矩阵运算，就是先把数字相乘再相加。



图附3.1典型的深度神经网络

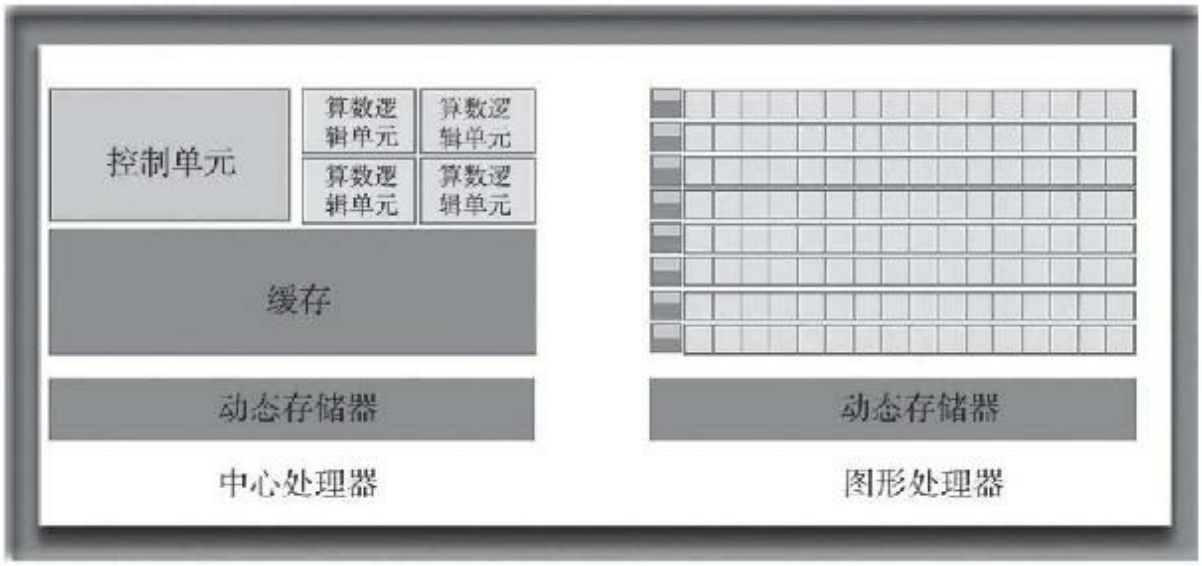
为了帮助那些没有学过矩阵的读者加深理解，现在我们只看图附3.2中左边输入和第一层中一个神经元的关系：每一个输入数字和圆圈里的权重系数相乘，然后把所有的乘积加起来就得到一个值。例如，输入有三个单元，分别是（2，5，8），对应的权重系数分别是（2，-1，0.5），它们相乘后再相加是2×2+5×（-1）+8×0.5=4-5+4=3。这个值再经过一个“非线性”处理：这个值如果大于0就取原值，小于0就取值为0。

注意这里所有的相乘运算都可以同时进行，这就是所谓的可“并行运算”。我们刚才描述的仅仅是一个单元的计算方法，其他单元的计算方法也都一样，也就是说不仅一个单元的计算是可以并行的，所有单元的计算都是可以同时进行的。



图附3.2神经网络的一个单元内的计算

而GPU与CPU相比的优点正是在这里。当年设计CPU时主要为了执行计算机程序，绝大部分计算机程序都是“串行”的，也就是后一个命令或计算要等前一个命令或计算的结果出来后才能执行。而GPU最初是为图形处理用的，图形处理的一个特点就是可以并行。例如，从一张图中把所有的黑点找出来，就可以把一张图分割成许多小图同时来找黑点。图附3.3是CPU和GPU的结构对比，图中左边的CPU通常由一个控制器（Control）来给少数几个功能强大的算术逻辑运算器（ALU）分配任务，而右边的GPU通常由许多简单的控制器（右图最左边一列方块）来控制更多的算术运算单元组成（那些小格子）。在图形和图像处理中大量的运算都是矩阵运算，所以GPU从第一天起就是为矩阵运算设计的，没想到几十年后的深度学习也主要是矩阵运算，这就是“天上的馅饼”。



图附3.3CPU结构和GPU结构对比

图片来源：https://www.quora.com/Does-CPU-vendors-feel-the-competition-from-GPUs-computational-power。

那么在神经网络深度学习计算中GPU比CPU能好多少呢？一个极端的例子是在深度学习使用GPU之前，谷歌使用16 000个CPU建造了一个超级深度学习网络，如图附3.4所示，成本为数百万美元。

几年后，斯坦福大学只用几个GPU就可以达到同样的性能，成本只有3万美元！即使考虑到芯片本身在几年内的发展，这个比较也是惊人的。当然这个比较仅仅是比较深度学习的矩阵运算，谷歌大脑还可以做很多其他的运算，例如强化学习等。总的来说，CPU适合串行运算，可以胜任从航天到手机的各种不同复杂运算和处理，而GPU主要用于简单的并行运算，并不会取代CPU。但是在图形处理和深度神经网络计算中，GPU可以比CPU快10倍甚至百倍。英伟达2017年推出的用于自动驾驶的芯片Xavier已经达到每秒20万亿次浮点计算。



图附3.4谷歌用16 000个CPU搭建的深度学习“谷歌大脑”

图片来源：https://amp.businessinsider.com/images/507ebdd2ecad045603000001- 480-360.jpg。

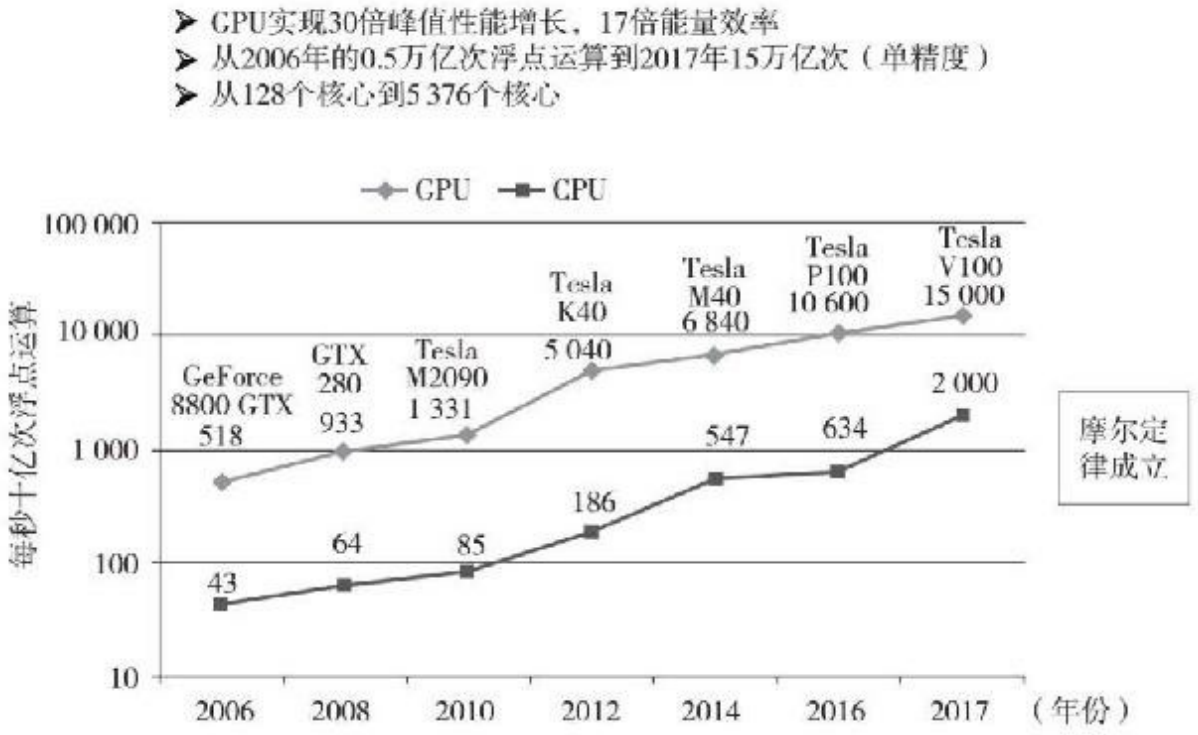
2006—2017年，单片CPU的处理能力提高了50倍。50倍的增长不是来自时钟速度的提高（即单次运算变快），而是来自在芯片中塞进更多的处理器。它的内核数量从4个变到28个，是原来的7倍。另外一个性能的提升来源于指令的宽度，2006年一条指令只能处理2个单精度的浮点运算，今天512位的指令集中，一条指令可以同时处理16个单精度的浮点运算，这就相当于8倍的性能提升。7×8=56，约50倍的运算速度提升就是靠更多的处理器得来的。



图附3.5 2006—2017年CPU运算速度的进展

图片来源：香港浸会大学褚晓文教授“深度学习框架大PK”中的五大深度学习框架三类神经网络全面测评。

再看GPU在近十年的发展，图附3.6是GPU和CPU的性能对比。2006年英伟达第一次发布通用计算的GPU8800GTX，当时它的性能已经达到0.5万亿次浮点运算（500 GFlops），接下来的十年，大家可以看到GPU相对CPU的计算能力一直维持在10~15倍的比例。GPU从过去的128个核心变成5 376个核心，这个增长速度与CPU相同，所以GPU运算速度与CPU运算速度的比值一直保持不变。



图附3.6 2006—2017年CPU和GPU计算能力对比

图片来源：香港浸会大学褚晓文教授“深度学习框架大PK”中的五大深度学习框架三类神经网络全面测评。

其他几家互联网巨头也不能眼睁睁地看着英伟达控制着深度学习的命脉。谷歌就撸起袖子做了一款自用的TPU，设计思路是这样的：既然GPU通过牺牲通用性换取了在图形处理方面比CPU快15倍的性能，为什么不能进一步专注于只把神经网络需要的矩阵运算做好，进一步提高速度呢？TPU设计的核心诀窍有以下四点。

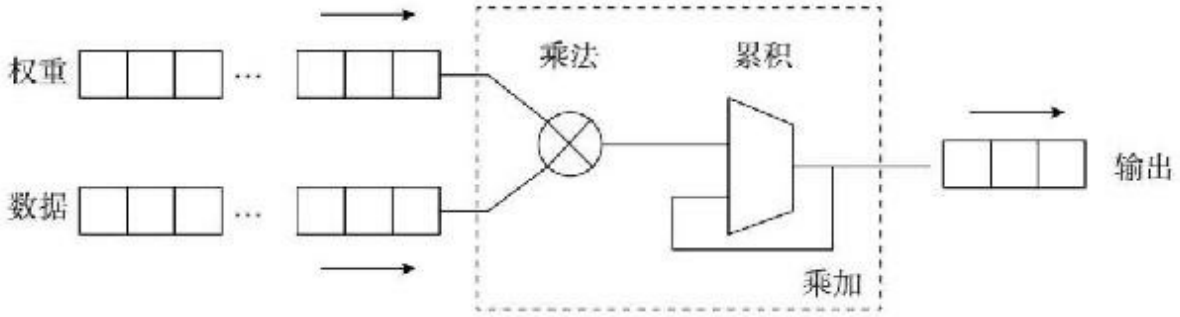
第一，图形与图像处理需要很高的精度（通常用32比特浮点精度），而用于识别的神经网络的参数并不需要很高的精度。所以谷歌的第一款TPU就专门为识别设计，在运算上放弃32比特的浮点运算精度，全部采用8比特的整数精度。

第二，由于8比特的乘法器比32比特简单4×4=16倍，所以在同等芯片面积上可以多放许多运算单元。谷歌的第一款TPU就有65 000个乘加

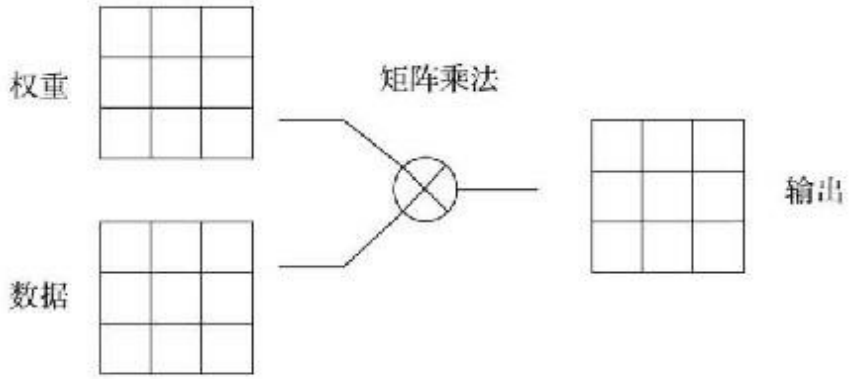
运算单元，相比最快的GPU只有5 300个单元，多了不止10倍。

第三，不论在多核的CPU还是GPU中，目前的运算速度瓶颈都是内存的读和写。因为要被运算的数据都存在中央存储器里，而这些数字在运算时要分配到几百上千个运算单元中，从存储器到运算单元可谓“千里迢迢”，往返很费时间。在TPU里为了解决这个问题，干脆把运算单元摆成矩阵一样，让被运算的数据（例如神经网络的输入数据）流淌过这些运算单元，从内存中提取一个数据就让它和所有的权重系数都做完乘法，而不是像传统CPU或GPU那样提取一个数据只做一次运算就放回到存储器，做下一次运算再千里迢迢从存储器去取。这样数据像波浪一样一波一波涌来，所以叫脉动式计算。

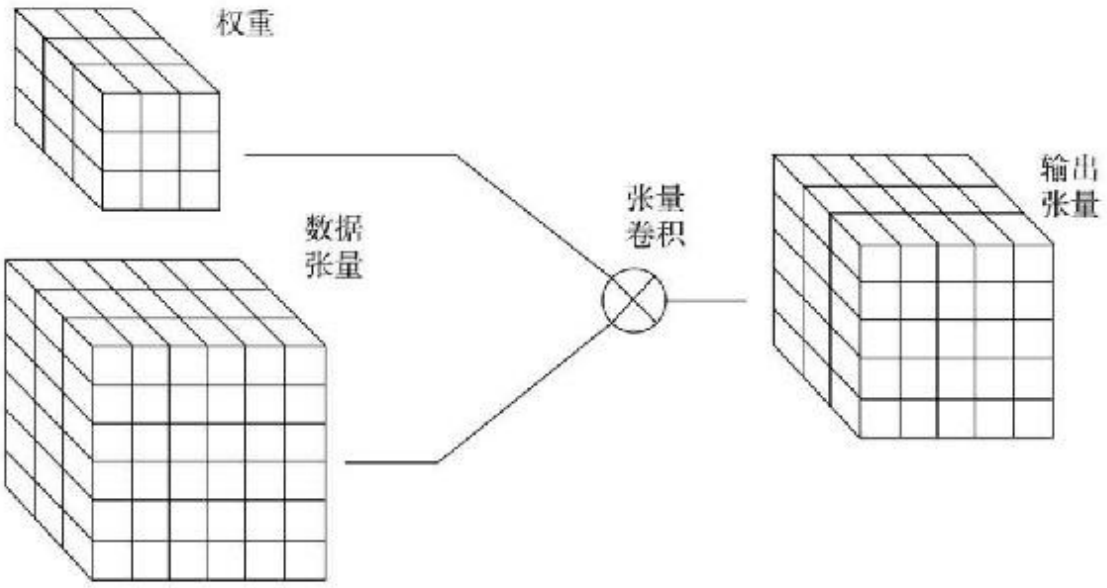
第四，一个专注于矩阵运算的芯片不用考虑图形处理时要考虑的许多其他事情，例如多线程、分叉预测、跳序执行等，这是由于脉动式计算省掉了许多暂存、缓存等。整个运算的指令只有矩阵运算和取非线性那么几个，例如读数据、读参数、相乘、累加、非线性、写数据等。整个芯片和软件都变得非常简单，这样可以做到每个时钟周期执行一次指令。



一维计算（DSP）



二维计算（CPU）



三维计算（NovuMind）

图附3.7向量（一维）计算、矩阵（二维）计算和张量（三维）计算

图片来源：https://mp.weixin.qq.com/s/e333KjLavEvvpNIL3u1Y4Q。

现在我们可以算一下TPU到底比GPU快多少了。谷歌第一代的TPU有256×256=65 536个8比特乘加器，时钟是700MHz，每秒能做的8比特乘加运算=65 536×700×10^6 =46×10^{12} 次乘加运算，即92万亿次整数运算（92 TOPS，一次乘加运算是两次运算）。所以当谷歌宣称比GPU快时，是用整数运算次数OPS和浮点运算次数FLOPS比。而GPU是以浮点运算为测量单位的，前面说过最新的英伟达Xavier运算速度可达20 TFLOPS，这两个不可直接相比，但如果在神经网络用于识别时（而不是用于训练），浮点和整数运算造成的识别准确率差别不大，就可以说这款TPU比GPU快了92/20=4.6倍。对于谷歌这样需要大量矩阵运算的公司可以节省许多买GPU的钱，并且加快了识别速度（例如谷歌翻译、图片识别等的几亿用户非常在意处理速度），更重要的是把核心能力控制在了自己手里。谷歌在云服务方面没有亚马逊做得好，正在奋起直追，有了TPU则可以给用户提供更快、更便宜的深度学习云服务，所以谷歌的TPU目前只给自己用，不卖给别人。谷歌的第二代TPU已经能够进行32比特的单精度浮点运算，这样从训练到识别都不需要买别人的GPU了。用浮点运算做识别还有一个好处就是通过浮点运算训练出来的模型可以直接用于识别，而不是像第一代TPU那样先要把那些32比特的参数集都量化为8比特。但是通过刚才的讨论，我们知道TPU更快的一个重要原因是放弃浮点运算，当TPU也需要浮点运算时，相比GPU的性能提高就不会那么大了。谷歌的第二代（TPU2.0）可以达到每秒45万亿次单精度浮点运算，和英伟达Xavier芯片比只快了一倍（TPU2.0在Xavier之后出来，快一倍就不算什么）。在2018年谷歌开发者大会上，谷歌又宣布了第三代（TPU3.0），宣称比TPU2.0快8倍。由于功耗的提高，所以第三代芯片已经需要液体制冷。一个第三代的TPU集群（一个机柜）有64块板卡，每块板卡上有4个TPU，总运算速度可以达到每秒8×45×4×64=92 160万亿次浮点计算。

附录4：机器学习的主要编程框架



TensorFlow是由谷歌大脑团队开发的，主要用于机器学习和深度神经网络的研究。2016年5月，谷歌从Torch（一种编程框架）转移到TensorFlow，这对其他编程框架造成了打击，特别是torch和theano。许多人将TensorFlow描述成一个比theano更现代化的版本，吸取了这些年在新领域 / 技术的许多重要的经验教训。

TensorFlow以智能、灵活的方式而闻名，是一种高度可扩展的机器学习系统，使其更容易适应不同的新旧产品和研究，并且比较容易安装，还针对初学者提供了教程，涵盖神经网络的理论基础和实际应用。TensorFlow比theano和torch慢，但谷歌和开源社区正在解决这个问题。TensorBoard是TensorFlow的可视化模块，它提供了一个计算路径的直观视图。深度学习库Keras被移植到TensorFlow上运行，这意味着任何用Keras编写的模型现在都可以运行在TensorFlow上。最后，值得一提的是TensorFlow可以在各种硬件上运行。其特点如下。

（1）GPU加速：支持。

（2）语言 / 界面：Python、Numpy、C++。

（3）平台：跨平台。

（4）维护者：谷歌。

theano

theano起源于2007年在蒙特利尔大学的知名MILA（学习算法研究所），是用Python编写的CPU/GPU符号表达式的深度学习编译器。theano功能强大，速度极快，并且灵活，但通常被认为是一个底层框架。因此，原生theano更像是一个研究平台和生态系统，而非深度学习库，它经常被用作高级程序库的底层平台，而这些高级库给用户提供简单的API。theano提供一些比较受欢迎的库包括Keras、Lasagne和Blocks。theano的缺点之一是仍然需要一个支持多GPU的方案。theano的特点如下。

（1）GPU加速：支持。

（2）语言 / 界面：Python，Numpy。

（3）平台：Linux、Mac OS X和Windows。

（4）维护者：蒙特利尔大学MILA实验室。



在所有常见的框架中，torch可能是最容易启动和运行的，特别是在使用Ubuntu（一种开源电脑操作系统）的情况下。它允许基于神经网络的算法在GPU硬件上运行，而不需要在硬件级别进行编码。torch在2002年由纽约大学开发，被Facebook和Twitter等大型科技公司广泛使用，并得到英伟达的支持。Torch是用一种叫作Lua的脚本语言编写的，这种语言很容易阅读，但并不像Python那样通用。有用的错误提示消息、大量的示例代码 / 教程以及Lua的简单性让torch很容易上手。其特点如下。

（1）GPU加速：支持。

（2）语言 / 界面：Lua。

（3）平台：Linux、Android、Mac OS X、iOS和Windows。

（4）维护者：Ronan、Clément、Koray和Soumith。

Caffe

Caffe被开发用于利用卷积神经网络的图像分类 / 机器视觉，由1000多名开发人员推动其发展。Caffe最出名的可能是ModelZoo模型，开发者无须编写任何代码就可以直接使用。

Caffe主要针对工业应用，而torch和theano是为研究量身打造的。Caffe不适用于非计算机视觉深度学习应用，如文本、声音或时间序列数据。Caffe可以在各种硬件上运行，并且CPU和GPU之间的切换可以通过设置单个标志来完成。Caffe的运行速度比theano和torch要慢。其特点如下。

（1）GPU加速：支持。

（2）语言 / 界面：C、C++、Python、MATLAB、CLI。

（3）平台：Ubuntu、Mac OS X、Windows实验版。

（4）维护者：伯克利视觉和学习中心（BVLC）。

Microsoft
CNTK

CNTK是微软深度学习工具包，是微软的开源深度学习框架。CNTK在语音社区中比在一般深度学习社区中更为著名，可以用于图像和文本训练。CNTK支持多种算法，例如Feed Forward、CNN、RNN、LSTM和Sequence-to-Sequence。它可以运行在许多不同的硬件类型上，

包括多个GPU。其特点如下。

（1）GPU加速：支持。

（3）语言 / 界面：Python、C++、C＃和CLI。

（4）平台：Windows、Linux。

（5）维护者：微软研究院。



H_2 O也称为H_2 O.ai，是世界上使用最广泛的开源深度学习平台之一。它被全球超过8万名数据科学家和研究人员以及超过9000家企业和组织所用，包括为全球最有影响力的一些公司开发关键任务数据产品。H_2 O提供基于Web的用户界面，同时可以访问机器学习软件库，并开启机器学习的过程。

维基百科中有一张表详细列出了各主要编程框架的参数和特点，链接如下：

https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_deep_learning_software。

参考文献

1. Polanyi, Michael, Personal Knowledge : Towards a Post Critical Philosophy, London: Routledge,1958.

2. 迈克尔·波兰尼.个人知识——迈向后批判哲学 [M] .贵州：贵州人民出版社，2000.

3. Polanyi, Michael ,The Tacit Dimension, New York: Anchor Books,1967.

4. F.A. Hayek,The Sensory Order, University Chicago Press, 1952.

5. “知识的僭妄”。哈耶克1974年12月11日荣获诺贝尔经济学奖时的演说。摘录自《哈耶克文选》（冯克利译），河南大学出版社，2015年版.

6. 哈耶克.通往奴役之路 [M] .王明毅，冯兴元等译.北京：中国社会科学出版社，1997.

7. Lakna Panawala, Difference Between Hormines and Neurotransmitters, PEDIAA ReserchGate June 2017.

8. 计算机下棋简史 . http://www.sohu.com/a/209845762_697750.

9. 卡斯帕罗夫自述.http://www.dataguru.cn/article-11122-1.html.

10. AlphaGo Zero：将革命进行到底.http://www.sohu.com/a/198990 474_ 211120.

11. 阿瑟·塞缪尔——机器学习之父. http://www.360doc.com/content/16/0130/14/1609415_531664546.shtr

12. Venture Capital Remains Highly Concentrated in Just a Few Cities. https://www.citylab.com/life/2017/10/venture-capitalconcentration/539775.

13. 为什么硅谷可以持续创新 . http://news.163.com/18/0124/05/ D8T3I CJ600018AOP.html.

14. Deep Learning 101——Part 1: History and Background. https://beamandrew. github.io/deeplearning/2017/02/23/deep_learning_101_part1.html.

15. History of Neural Networks. http://www.psych.utoronto.ca/users/reingold/ courses/ai/cache/neural4.html.

16. 人工智能60年沉浮史 . http://news.zol.com.cn/576/5763702.html.

17. 一文读懂人工智能的前世今生 . http://tech.163.com/16/0226/15/BGOQVQP000094P0U.html.

18. 人工智能发展史 . http://mini.eastday.com/mobile/161203 06232955 6. html.

19. Geoffrey Hinton对“深度学习”的贡献. http://www.52ml.net/1360. html.

20. 如今统治机器学习的深度神经网络，也曾经历过两次低谷 . http://news.zol.com.cn/632/6327901.html.

21. 达特茅斯会议：人工智能的缘起. http://www.sohu.com/a/632150 19_119556.

22. “Large-scale Deep Unsupervised Learning using

Graphics Processors” Proceedings of the 26th International Conference on Machine Learning, Montreal, Canada, 2009.

23. A fast learning algorithm for deep belief nets , Geoffrey Hinton, Neural Computation 2006 Jul;18 (7) :1527—1554.

24. 尼克.人工智能简史[M].北京：人民邮电出版社, 2017.

25. An Interactive Node-Link Visualization of Convolutional Neural Networks. Adam W. Harley (B) Department of Computer Science, Ryerson University, Toronto, ON M5B 2K3, Canada.

26. Hopfield Network. http://www.doc.ic.ac.uk/~ae/papers/Hopfieldnetworks-15.pdf.

27. An Intuitive Explanation of Convolutional Neural Networks Posted on August 11, 2016 by ujjwalkarn.

28. Visualizing and Understanding Convolutional Networks. Matthew D.Zeiler zeiler@cs.nyu.edu Dept. of Computer Science, Courant Institute, New York University Rob Fergus fergus @cs.nyu.edu Dept.of Computer Science, Courant Institute, New York University.

29. Colah’ s Blog: Understanding LSTM Networks Posted on August 27, 2015.

30. Reinforcement Learning and its Relationship to Supervised Learning by Andrew G. Barto.

31. UCLA朱松纯：正本清源 ： 初探计算机视觉的三个源头、兼谈人工智能。2016年11月刊登于《视觉求索》微信公众号。

32. Chelsea Finn. Learning to Learn.

http://bair.berkeley.edu/blog/2017/07/18/ learning-to-learn/.

33. Geoffrey Hinton. Deep Belief Net. https://www.cs.toronto.edu/~hinton/ nipstutorial/nipstut3.pdf.

34. Geoffrey Hinton. A Faster Algorithm of Deep Belief Net. https://www.cs.toronto.edu/~hinton/absps/fastnc.pdf.

35. 香港浸会大学褚晓文：基准评测TensorFlow、Caffe、CNTK、MXNet、Torch在三类流行深度神经网络上的表现 .

36. An in-depth look at Google's First TPU. https://cloud.google.com/blog/ big-data/2017/05/an-in-depth-look-at-googles-first-tensorprocessing-unit- tpu.

37. NovuMind异构智能推AI芯片NovuTensor，号称世界第二 .https://www.leiphone.com/news/201710/GG9umC93Gtav2Eac.html.

38. MIT重磅报告：一文看清AI商业化现状与未来. https://mp.weixin. qq.com/s/OoqwZfpqSL-g2-VoFI5HMg.

39. 一文读懂人工智能产业链，未来十年2000亿美元市场. https://mp.weixin.qq.com/s/CSOn1aukXscBio66F9Yoow.

40. 安防巨头海康威视欲造AI芯片 . https://baijiahao.baidu.com/s?id=1589110122686931084&wfr=spider&for=pc.

41. 类脑芯片：机器超越人脑的最后一击 . https://mp.weixin.qq.com/s/5lZMrenLzOGP6H7dZEyLUw.

42. 易中天 . 艰难的一跃 [M]. 济南：山东画报出版社，2004.

43. OpenAIReport:Aland Compute. https://blog.openai.com/ai-andcompute/.

44. SAE International J3016.

45. 谷歌无人车队行驶超300万英里 . http://www.12365auto.com/news/20170512/284472.shtml.

46. Boston Consulting Group Research Report, “The End of Car Ownership” quoted by WSJ 6/21/17 article.

47. Car Ownership Cost.https://www.usatoday.com/story/news/ nation/2013/04/16/aaa-car-ownership-costs/2070397/.

48. Car Sharing Reduces Car Ownership. https://techcrunch.com/2016/07/19/car-sharing-leads-to-reduced-car-ownership-and-emissions-in-citiesstudy-finds/.

49. Only 20% American Will Own Car in 15 Years. http://www.busine ssinsider. com/no-one-will-own-a-car-in-the-future-2017-5.

50. 全国地铁平均速度 . http://tieba.baidu.com/p/2810501188.

51. KPMG: Auto Insurance Market Shrink 60% in 2040. http://www.insurancejournal.com/news/national/2015/10/23/385779

52. China Plug-in Sales for 2017-Q4 and Full Year - Update. http://www.ev-volumes.com/country/china/.

53. Uber Statistics. https://expandedramblings.com/index.php/uberstatistics/.

54. 迎接中国汽车寡头 . http://www.sohu.com/a/133148354_619410.

55. First FDA Approval for Clinical Deep Learning. https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/01/20/first-fda-Approval-for-clinicalcloud-based-deep-learning-in-

healthcare/#27db74b0161c.

56. Deep Learning in Identifying Skin Cancer. https://news.stanford.edu/2017/01/25/artificial-intelligence-used-identify-skin-cancer/.

57. 2015中国癌症统计数据 . http://www.medsci.cn/article/show_article.do ? id=06d5626900b.

58. 中国医疗人工智能产业数据图谱 . https://36kr.com/p/5070264.html.

59.AIBeats Doctor in Predicting Heart Attack. http://www.sciencemag.org/ news/2017/04/self-taught-artificial-intelligence-beats-doctorspredicting- heart-attacks.

60. 英国《放射学》（Radiology ）杂志文章 .

61.AIlearns to Predict Heart Failure. https://lms.mrc.ac.uk/artificialintelligence-learns-predict-heart-failure/.

62. 协和医院上线语音录入系统. http://www.sohu.com/a/109238078 _2 39807.

63. CB Insights发布最佳AI企业Top 100，医疗健康公司都在做什么？ https://www.leiphone.com/news/201701/VrAtqlG49GLdUIEF.html.

64. 机器人进军医疗领域，智能导诊准确率高达95% 以上 . http://www. qudong.com/article/392391.shtml.

65.AI将是下一个新药研发的风口？https://mp.weixin.qq.com/s/7P qysjFqa YzuLwlcMY6mWQ.

66. 重磅！AI+金融深度专题报告出炉 .

https://mp.weixin.qq.com/s/ frBlDEqrCFVP-V_1YXxaQ.

67. 人工智能在金融领域应用的初步思考 . http://36kr.com/p/5051729.html.

68.AI在金融领域的应用 |“AI+ 传统行业”全盘点 . https://www.leiphone.com/news/201703/bSH09UT2DUaXyV90.html.

69.AI+ 金融=量身定制 . http://www.sohu.com/a/157838797_534692.

70. 第一财经研究院和埃森哲联合调研完成的《未来银行创新报告2017》.

71. 彭兰 | 智媒化：未来媒体浪潮 ——新媒体发展趋势报告（2016）.http://www.jfdaily.com/news/detail?id=45095.

72. 中国新媒体趋势报告 . http://www.sohu.com/a/205208614_721863.

73. 每年写15亿篇财经报道. https://automatedinsights.com/blog/naturallanguage-generation-101.

74. The Multi-Billion Robtics Market. http://fortune.com/2016/02/24/robotics-market-multi-billion-boom/.

75.AI在教育领域的六大应用 |“AI+ 传统行业”全盘点 . http://news.zol.com.cn/631/6315925.html.

76. 音乐教学 . https://mp.weixin.qq.com/s/kMUdbs6-Iz9Nv1iO9UwGrA.

77. AI+ 教育的四点思考：人工智能发展对教育有何影响？.http://www.woshipm.com/ai/621701.html.

78. 互联网教育已过时？AI教育或颠覆时代 .http://tech.ifeng.com/a/20180313/44906078_0.shtml.

79. Identification and Recognition. https://www.axis.com/files/feature_articles/ar_id_and_recogniti

80. 音乐教学 . https://mp.weixin.qq.com/s/kMUdbs6-Iz9Nv1iO9UwGrA. 81. IBM报告解读——人机交融：智能自动化如何改变业务运营模式.https://mp.weixin.qq.com/s/TiAAkgB0OzU6speto34dYQ.

82. 《我对深度学习的十点担忧》：一篇引发人工智能业“地震”的文章 . https://mp.weixin.qq.com/s/Tt3ipVPWDc17DoM0l995kw.

83. A Faster Way to Make Bose-Einstein Condensates. http://news.mit.edu/2017/faster-way-make-bose-einstein-condensates-1123.

84. Self Improving AI. https://singularityhub.com/2017/05/31/googles-aibuilding-ai-is-a-step-toward-self-improving-ai/ .

85. 金观涛 . 控制论与科学方法论 [M] . 北京：新星出版社，2005.

86. 金观涛，刘青峰 . 中国思想史十讲 [M] . 北京：法律出版社，2015.

87. 金观涛，凌锋，鲍遇海等 . 系统医学原理 [M] . 北京：中国科学技术出版社，2017。

88. M.A. 阿尔贝尔 . 大脑，机器和数学 [M] . 朱熹豪，金观涛译.北京：商务印书馆，1982。

89. The Unreasonable Effectiveness of Recurrent Neural Networks. http://karpathy.github.io/2015/05/21/rnn-

effectiveness/.

90. Generating Chinese Classical Poems with Statistical Machine Translation Models: Proceedings of the Twenty-Sixth AAAIConference on Artificial Intelligence.

91. 当AI邂逅艺术：机器写诗综述 . https://zhuanlan.zhihu.com/p/250 84737.

92.AIPainting. https://www.instapainting.com/ai-painter-2.

93. Creative Adversary Network, CAN. https://news.artnet.com/artworld/ rutgers-artificial-intelligence-art-1019066.

94.AIArt Looks More Convincing that Art Basel. https://news.artnet.com/art-world/rutgers-artificial-intelligence-art-1019066.

95.AIArtist Can Create Its Own Style. http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4652460/The-AI-artist-create-painting-style.html.

96. Facebook CAN:AI赋予艺术创新能力 . http://www.sohu.com/a/ 152 530599_651893.

97.AICan Write Music. https://futurism.com/a-new-ai-can-write-musicas-well-as-a-human-composer/.

98.AIBests Airforce Expert. https://arstechnica.com/informationtechnology/2016/06/ai-bests-air-force-combat-tactics-experts-insimulated- dogfights/ .

99. Artificial Intelligence and the Future of Warfare. https://www.chathamhouse.org/publication/artificial-

intelligence-and-futurewarfare.

100. 人工智能重塑未来战争格局. https://mp.weixin.qq.com/s/SVwJlE fqgc218zGqlMuorg.

101. 哈耶克.通往奴役之路 [M]. 北京：中国社会科学出版社, 2015.

102. 哈耶克 .致命的自负 [M]. 北京：中国社会科学出版社, 2015.

103. How Much Information Is There in the World?. http://www.lesk.com/ mlesk/ksg97/ksg.html .

104. Google Robotics Arms. https://www.theverge.com/2016/3/9/11186940/

google-robotic-arms-neural-network-hand-eye-coordination.

105. 马斯克的Neurallink到底是干啥的？. https://www.guokr.com/article/442222/.

106. 美国研发新技术：脑机接口让人用思维群控无人机 . https://www. cnbeta.com/articles/science/663209.htm.

107. 从脑机接口到黑客帝国，你需要提前知道的真相. https://baijiahao. baidu.com/s?id=1570583959345425&wfr=spider&for=pc.

108. 用“脑机接口”挑战阿尔茨海默病. http://www.news.uestc.edu.cn/?n=UestcNews.Front.Document.ArticlePage&Id=6192.

109. 解码脑机接口 . http://www.sohu.com/a/164734099_650049.

110. 脑机接口让人用思维控制无人机群 .

https://www.cnbeta.com/arti cles/ science/663209.htm.

111. Wealth Taxation and Wealth Inequality. Evidence from Denmark, 1980-2014.

112. Amsterdam, B. (1972). Mirror Self-Image Reactions Before the Age of Two. Developmental Psychobiology 5: 297—305.

113. The Quest for Consciousness: A Neurobiological Approach. 1st Edition by Christof Koch, Former Caltech Prof. now Allen Institute President.

114. Conscious Machines Are Here: https://towardsdatascience.com/conscious-machines-are-here-whats-next-d601ac4e638e.

115. 对抗超级人工智能的“新人类”？. https://mp.weixin.qq.com/ s/2w 1l9oYNWb3xSOcoLNr4gQ.

116. 人机关系思考：人与机器的共生. https://mp.weixin.qq.com/s/ upL SbNf5PfDdjQkniyJ1QA.

117. 人工智能的若干伦理问题思考. https://mp.weixin.qq.com/s/DrtbKvJcsM6P6_VxOQBIg.

118. 郑永年.人类不平等与“牧民社会”的崛起. https://www.zaobao.com.sg/zopinions/views/story2018-04-10-849600.

图书在版编目（CIP）数据

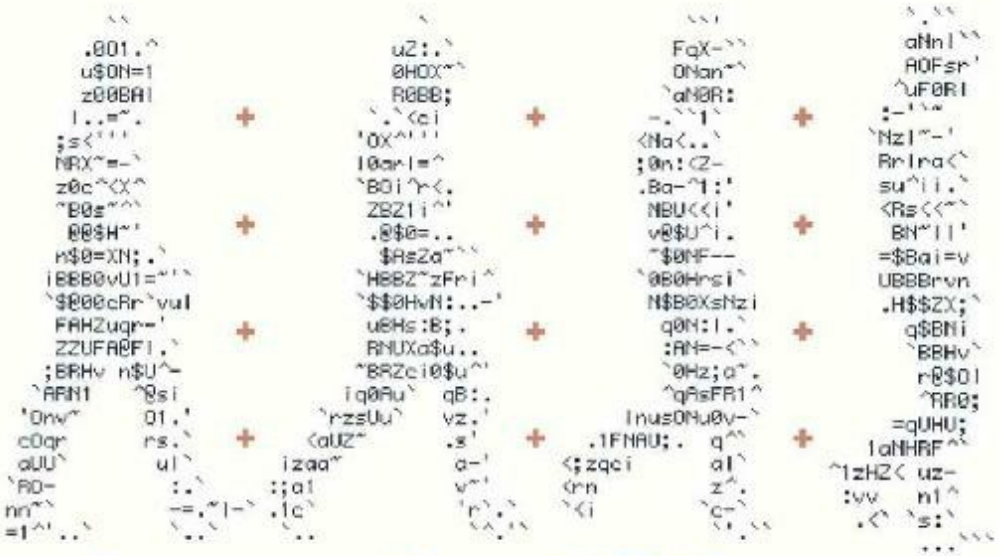
暗知识：机器认知如何颠覆商业和社会 /（美）王维嘉著.-- 北京：中信出版社，2019.4
ISBN 978-7-5086-9298-2
Ⅰ. ①暗… Ⅱ. ①王… Ⅲ. ①人工智能- 应用- 金融投资- 研究 Ⅳ. ① F830.59-39
中国版本图书馆CIP数据核字（2018）第172608号

暗知识：机器认知如何颠覆商业和社会
著者：[美] 王维嘉
出版发行：中信出版集团股份有限公司
（北京市朝阳区惠新东街甲4号富盛大厦2座 邮编100029）

字数：240千字
版次：2019年4月第1版
广告经营许可证：京朝工商广字第8087号
书号：ISBN 978-7-5086-9298-2

版权所有•侵权必究

深度学习会扩大你的认知　人工智能不是生存威胁



深度学习

智能时代的核心驱动力量

THE DEEP LEARNING REVOLUTION

[美] 特伦斯·谢诺夫斯基（Terrence Sejnowski）_著　姜悦兵_译

读懂深度学习，才能不被 AI 取代！

你可以只读谢诺夫斯基

谷歌前云 AI 负责人 **李飞飞** 诚挚推荐

微软小冰之父 **李笛** 作序推荐

世界十大 AI 科学家之一
美国 “四院院士”
全球 AI 专业会议 NIPS 基金会主席

重磅作品



中信出版集团

深度学习

[美]特伦斯·谢诺夫斯基 著

姜悦兵 译

中信出版集团

目录

推荐序 面对科技拐点，我们的判断与选择

中文版序 人工智能会放大认知能力

前言 深度学习与智能的本质

第一部分 智能的新构想

01机器学习的崛起
02人工智能的重生
03神经网络的黎明
04大脑式的计算
05洞察视觉系统

第二部分 深度学习的演进

06语音识别的突破
07霍普菲尔德网络和玻尔兹曼机
08反向传播算法
09卷积学习
10奖励学习
11火爆的NIPS

第三部分 人类，智能与未来

12智能时代
13算法驱动
14芯片崛起
15信息科学
16生命与意识
17进化的力量
18深度智能

附录一 致谢

附录二 词汇表

献给波和索尔，特蕾莎和约瑟夫
谨以此书纪念所罗门·哥伦布

推荐序

面对科技拐点，我们的判断与选择

李笛

微软小冰之父

微软（亚洲）互联网工程院副院长

在近年来陆续出版的、解读人工智能技术与趋势的许多书籍中，这是一本不可多得的好书。它的阅读过程令人愉悦，涉及的知识深度又比较恰当。因此，即使是不具备相关领域知识背景的读者，也能够轻松地读完它。人们完全可以利用“碎片时间”来研读这本30多万字的大作，从而集中了解到与人工智能相关的技术分支、组织人物与重要事件。在人工智能热度很高的当下，这本书的价值在于，帮助读者建立一种相对贴近事实的科学观。

读者可以把这本书当作一本有关人工智能的简明历史来看待。人工智能是科技王冠上的钻石，而深度学习代表了其中一个承上启下的重要阶段。深度学习脱胎于科学家们六十多年前开始的人工智能研究，其自身的概念形成，到落地开花，则只有十多年的光景。与过去相比，深度学习极大地推进了人工智能各个分支课题的发展速度；与未来相比，我们今天所取得的一切成果，都是非常粗糙的，注定会被更好的成果取代。因此，了解深度学习，就如同站在一个关键的节点上向时间河流的上下游看，一览无余。

我相信，不同的人会从这本书中得到不同的收获。总体而言，这本书有助于在我们心目中更加清晰准确地绘制人工智能的未来图景。从某种意义上说，所有的过去亦都昭示了未来，但我更建议读者以最轻松的

心态来阅读它。因为这样，能够让读者以更加客观公正的视角去检阅人类与机器的能力短板与优长——你可以从本书中了解到那些令人惊讶，甚至于有些担忧的科技进展，大致了解它们背后的原理。这展现了人工智能相对于人类而言的单方面优势。另一方面，你也能看到许多真实事例，反映了人工智能相对于人类而言的“笨拙”。科学与科学幻想泾渭分明。在现实中，这种“笨拙”的情况往往更加普遍。这些事例有时令人忍俊不禁，它恰恰体现了我们人类的大脑是多么精妙的设计。

事实上，在我看来，当下最令人彷徨不定的，并不是人工智能有多么“强大”或有多么“笨拙”，而是我们已处在一个科技的拐点，需要由我们每个人对未来的走向做出抉择。这是一个非常具有现实意义的话题。虽然深度学习是这个拐点的主要推动力之一，但它并不需要为我们的困扰承担责任：

- **选择权的困扰：** 一辆无人驾驶汽车行驶在道路上，假设突然面临必然要发生的车祸，它应当向左撞向一个无辜的老人，还是向右撞向一个无辜的壮年？

- **决策权的困扰：** 一个系统可以基于人类个体不具备的广泛即时的大数据，用任何人无法企及的速度，迅速做出某个决策。这样的洞察和决策力，应该掌握在谁的手中？

- **工作权的困扰：** 一项基于人工智能的技术可以比人类以更好的质量和速度去完成某项生产。这项技术应该归属于工厂主来代替工人，还是应该归属于工人来帮助工厂主更好地完成工作？前者会带来失业，而后者有望带来更高的工作效率。

- **社会层面的困扰：** 一个面向情感的人工智能机器人帮助一个人解决孤单，却使他主动减少了与他人的社交沟通。这种陪伴究竟是在帮他解决问题，还是制造了更多的问题？

- **技术滥用的困扰：** 一项技术可以帮助任何人打造与他们高度相似的语音，制造出来的声音，令他的家人也难辨真假。这样的技术会不

会被别有用心的人用于犯罪，例如诈骗电话？

不知不觉间，这些看似遥远的事，突然间已变成我们必须要面对的现实情况，而我们也已经在上述一些场景中做出了初步的抉择。其中一个关键因素是，人们常常对人工智能的“智商”印象深刻，但往往忽略了：人工智能系统化的优势之一在于“大规模的并发”。因此，任何一种以上技术应用的场景，只要乘以巨大的人口，都会带来很大的影响。相对而言，在围棋游戏中赢过人类，其实是最不需要担忧的了。

在微软，我们最近成立了与人工智能及伦理相关的组织，力图在当前的框架内去发现尽量多的问题，尽可能在早期就避免问题的发生。微软在人工智能领域的技术和产品线很广泛，因此我们做过的抉择也相对较多。这些抉择往往决定了我们在有能力的情况下，主动放弃去做什么。

这意味着克制与敬畏之心。例如：微软小冰在两年前推出拟人的全双工语音电话技术（Full Duplex）时，我们就制定了该产品的伦理规则，不允许在用户不知情的情况下，让小冰伪装成真人去拨打电话。我们也不使用微软小冰的技术去从事呼叫中心的外呼业务，因为它存在被滥用为垃圾广告电话的风险——尽管这些往往意味着巨大的商业价值。今天，在中国、美国、日本、印度和印度尼西亚，微软小冰拥有近7亿人类用户，如果她在对话的时候努力诱导人们去购买某种商品，显然会带来可观的收入预期。但谁会愿意和一个一心想着如何诱导你买东西的人成为知己呢？

这种克制，不仅仅是一两家企业的责任。它依赖于整个社会对人工智能，特别是深度学习相关技术的了解。对技术的了解越普遍，也就越能帮助企业更好地运用手中的技术，进而帮助我们每一个人获得更好的生活，享受人工智能为我们带来的价值。

在我看来，这就是这本书所具有的现实意义。它并非教科书，而是一本面向未来的历史书。它揭示了人工智能有望给世界、给人类带来的巨大改变，远超我们现在所能想象到的全双工语音、人脸识别、情感计

算甚至是自动驾驶。换句话说，基于我们现在的技术和产品水平，相信许多人已能在脑海中比较清晰地勾勒出，自己在马路上与一辆并没有司机驾驶的汽车相遇的场景。但与人工智能即将展现的伟大图景相比，这些都不值一提。

中文版序

人工智能会放大认知能力

60年前，数字计算机在人工智能（AI）的萌芽期问世，深度学习革命的种子也在那时被播种开来。深度学习是数据密集型的，通过实例来学习如何解决难题，比如视觉对象识别、语音识别和自然语言翻译等。人类从婴儿时期睁开眼睛的那个时刻起，就开始从经验中学习，到后来获得语言、运动、玩电子游戏等最高程度的能力；相比之下，传统的劳动密集型人工智能方法是基于编写不同的复杂计算机程序来解决每个问题。

本书讲述了20世纪80年代一小群研究人员的故事，他们证明了基于大脑式计算的全新方法是可行的，从而为深度学习的发展奠定了基础。

当时已有的人工智能学术研究中心都投注于编程，并且都具有强大的实力，但却无法解决上述任何难题。又过了30年，计算机才变得足够快，也出现了大量可供利用的数据。这一变化让深度学习得以克服这些难题，并在今天的人工智能领域占据主导地位。其他领域同样可以借鉴这一经验教训，例如语言学，曾经普遍持有的既定信念阻碍了该领域整整一代研究者的进步。深度学习改变了语言学，使其发展基于来自现实世界的数据，而非无法捕捉这些复杂性的理想世界的数据。

回溯历史，人工智能诞生的秘密可以在自然界中找到答案，我们对此并不应该感到惊讶。大自然有数亿年的时间通过进化找到解决方案，对这些解决方案进行逆向工程能够让我们受益匪浅。了解大脑如何运转是21世纪最大的挑战之一。大自然发明了许多经受住了时间考验的算法。理解这一挑战并投资于大脑研究的国家将获得巨大的回报，远远超

出20世纪物理学和化学研究的突破所产生的影响，这些影响已经极大地丰富了我们的生活。美国已经为“BRAIN计划”（英文全称为Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies，即“通过推动创新型神经技术开展大脑研究计划”）注资50亿美元，欧洲、日本和许多其他国家或地区也在进行类似的投资。中国正在投资当前的人工智能技术，但它是否拥有投资大脑研究的远见，年青一代又是否会接受这一挑战呢？

深度学习对社会和个人生活将产生深远的影响，其影响方式也是难以想象的。在本书中，我提出了一个观点，即你无须担心人工智能将接管你的工作。人工智能会让你更聪明，让你所能实现的成就达到新的高度。就像工业革命时期蒸汽机放大了物理能力一样，人工智能也会放大认知能力。我们刚刚步入一个新的时代——信息时代。我们进入的新世界不仅会使我们变得更聪明，还会让我们更清楚地认识自己，从而回答古代的哲学先驱们最早提出的一系列问题。对于自身，我们又会得出哪些深刻的见解呢？



前言

深度学习与智能的本质

如果你在连接了互联网的安卓手机或谷歌翻译平台上使用语音识别功能，你其实是在与经过深度学习训练的神经网络[1]进行交流。过去几年，深度学习为谷歌带来了丰厚的利润，足以支付Google X实验室中所有未来主义项目的成本，包括自动驾驶汽车、谷歌眼镜和谷歌大脑。[2]谷歌是最早拥抱深度学习的互联网公司之一，并在2013年聘请了深度学习之父杰弗里·辛顿（Geoffrey Hinton），其他公司也在竞相追赶它的脚步。

人工智能近期取得的进展得益于大脑逆向工程。分层神经网络模型的学习算法受到了神经元之间交流方式的启发，并依据经验进行了改进。在网络内部，世界的复杂性转变为五彩缤纷的内部活动模式，这些模式是智能的元素。我在20世纪80年代研究的网络模型很小，相比之下，现在的模型有数百万个人造神经元，深度达到了几十层。持久的努力、大数据和更强大的计算机运算能力使得深度学习在人工智能领域一些最困难的问题上取得了重大突破。

我们并不善于想象新技术对未来的影响。谁能在1990年互联网刚开始商业化的过程中预见到它对音乐产业的影响，以及对出租车业务、政治运动，还有我们日常生活几乎所有方面的影响？同样，我们也未能预见到电脑会如何改变我们的生活。IBM（国际商业机器公司）总裁托马斯·沃森（Thomas J. Watson）在1943年说的一句话后来被广泛引用：“我觉得全世界也许能卖出5台计算机吧。”[3]很难想象一个新发明都有哪些用途，其发明人对这些用途的预测也不见得比其他人更准

确。在乌托邦和世界末日的两极之间，有很多关于深度学习和人工智能应用场景的预测空间，但即使是最具想象力的科幻小说作家也不大可能猜出它们最终会产生什么样的影响。

本书的初稿是我在太平洋西北地区 [4] 徒步旅行，并思索了近几十年来人工智能领域的显著变化之后写出来的。这本书讲了一个一小群研究人员挑战AI研究建制派的故事，这些建制派在当时拥有更充足的资金支持，并被看作“唯一的主导力量”，他们大大低估了这些问题的难度，并且所依赖的对智能的直觉，后来被证明是有误导性的。

地球上的生命充满了无数奥秘，但最具挑战性的也许是智能的本质。自然界充斥着各种形式的智能，从微小的细菌到复杂的人类智能，每种智能都适应了它在自然界中的位置。人工智能也将以多种形式出现，并在智能族谱中占据特殊的位置。随着基于深度神经网络的机器智能日渐成熟，它可以为生物智能提供一个新的概念框架。

这是一本关于深度学习的过去、现在和未来的指南。不过本书并不是对该领域发展历史的全面梳理，而是记录了这一领域重要概念的进步及其背后研究群体的个人观点。人类的记忆并不可靠，对故事的每次复述都会导致记忆的偏差，这个过程叫作“重整记忆”。这本书中的故事延续了40多年，尽管有些对我来说依然历历在目，就像昨天刚发生的一样，但我很清楚，那些故事在我的记忆中不断被复述时，有些细节已经悄悄地被改写了。

本书的第一部分提供了深度学习的动机和理解其起源所需的背景信息；第二部分解释了几种不同类型的神经网络架构中的学习算法；第三部分则探讨了深度学习对我们当下生活产生的影响，以及未来若干年可能产生的影响。然而，正如纽约扬基队的哲人尤吉·贝拉（Yogi Berra）曾经说过的那样：“做出预测很难，特别是对未来的预测。”本书前八章的内容交代了故事的技术背景；三个部分开头的要事年表记录了与这个故事有关的事件，时间跨度超过了60年。

[1] 严格地说，神经网络是一个生物实体，机器学习中使用的模型是人工神经网络——ANNies。但若无另行说明，本书中的“神经网络”默认代指人工神经网络。

[2] Conor Dougherty, “Astro Teller, Google’s ‘Captain of Moonshots,’ on Making Profits at Google X,” *New York Times* , February 6, 2015, https://bits.blogs.nytimes.com/2015/02/16/googles-captain-of-moonshots-on-making-profits-at-google-x. 深度学习将运行数据中心的电力成本降低了15%，每年可以节省数亿美元。

[3] 尽管沃森在1943做出的估计从未得到过确认，但它反映了当时的人们普遍无法想象电脑的未来。

[4] 太平洋西北地区是指美国西北部地区和加拿大的西南部地区。——编者注

第一部分

智能的新构想

要事年表

1956年

达特茅斯人工智能夏季研究计划（The Dartmouth Artificial Intelligence Summer Research Project）开启了人工智能领域的研究，并鼓舞了一代科学家探寻可以媲美人类智慧的信息技术的潜力。

1962年

弗兰克·罗森布拉特（Frank Rosenblatt）出版了《神经动力学原理：感知器和大脑机制的理论》(Principles of Neurodynamics: Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms)，该书介绍了一种应用于具有单层可变权重的神经网络模型的学习算法，该算法是今天的深度神经网络模型的学习算法的前身。

1962年

大卫·休伯尔（David Hubel）和托斯坦·威泽尔（Torsten Wiesel）发表了《猫的视觉皮质中的感受野、双目互动和功能架构》（Receptive Fields,Binocular Interaction and Functional Architecture in the Cat’s Visual Cortex）一文，第一次报道了由微电极记录的单个神经元的响应特性。深度学习网络的架构类似于视觉皮质的层次结构。

1969年

马文·明斯基（Marvin Minsky）和西摩尔·帕普特（Seymour Papert）出版了《感知器》(Perceptrons)，该书指出了单个人造神经元的计算极限，标志着神经网络领域寒冬的到来。

1979年

杰弗里·辛顿和詹姆斯·安德森（James Anderson）在加州拉荷亚市（La Jolla）举办了“关联记忆的并行模型”（Parallel Models of Associative Memory）研讨会，把新一代的神经网络先驱们聚集到了一起，同时也推动辛顿和安德森在1981年发表了同名系列研究著作。

1986年

第一届神经信息处理系统大会（Neural Information Processing Systems，以下统称NIPS [1] ）及研讨会在美国丹佛科技中心举办，该会议吸引了很多不同领域的研究人员。

---

[1] NIPS现通称为NeurIPS。——译者注

01
机器学习的崛起

不久之前，人们还常说，计算机视觉的辨别能力尚不如一岁大的孩子。如今看来，这句话要改写了。计算机不仅能和大多数成年人一样识别图片中的物体，在马路上驾驶汽车的安全性还高过16岁的青少年。更神奇的是，如今的计算机不再是被动按照指令识别和驾驶，而是像自然界的生命由数百万年前开始进化那样，自主地从经验中学习。是数据的井喷促成了这一技术进步。如果说数据是新时代的石油，那么学习算法就是从中提取信息的炼油厂；信息积累成知识；知识深化成理解；理解演变为智慧。欢迎来到深度学习的新世界。[1]

深度学习是机器学习的一个分支，它根植于数学、计算机科学和神经科学。深度网络从数据中学习，就像婴儿了解周围世界那样，从睁开眼睛开始，慢慢获得驾驭新环境所需的技能。深度学习的起源可以追溯到20世纪50年代人工智能的诞生。关于如何构建人工智能，当时存在两种不同的观点：一种观点主张基于逻辑和计算机程序，曾主宰人工智能的研究和应用数十年；另一种观点则主张直接从数据中学习，经历了更长时间的摸索才逐渐成熟。

20世纪，计算机技术还不够成熟，而且按照现在的标准，数据存储成本十分高昂，用逻辑程序来解决问题更加高效。熟练的程序员需要为每个不同的问题编写不同的程序，问题越大，相应的程序也就越复杂。如今，计算机能力日趋强大，数据资源也变得庞大且丰富，使用学习算法解决问题比以前更快、更准确，也更高效。此外，同样的学习算法还能用来解决许多不同的难题，这远比为每个问题编写不同的程序更加节省人力。

汽车新生态：无人驾驶将全面走入人们生活

在2005年美国国防部高级研究计划局（以下简称DARPA）举办的自动驾驶挑战赛中，一辆由斯坦福大学塞巴斯蒂安·特隆（Sebastian Thrun）实验室开发的自动驾驶汽车Stanley最终赢得了200万美元现金大奖（见图1–1）。团队利用了机器学习技术教它如何自主地在加利福尼亚州的沙漠中穿行。132英里的赛道中有若干狭窄的隧道和急转弯，还包括啤酒瓶道（Beer Bottle Pass），这是一段蜿蜒曲折的山路，两侧分别是碎石遍布的陡坡和断壁（见图1–2）。特隆并没有遵循传统的AI方法，即通过编写计算机程序来应付各种偶发事件，而是在沙漠中驾驶Stanley，让汽车根据视觉和距离传感器的感应输入，学习如何像人一样驾驶。



图1-1 塞巴斯蒂安·特隆及其团队的自动驾驶汽车Stanley在2005年赢得了DARPA举办的自动驾驶挑战赛。这项突破引发了交通界的技术革命。图片来源：塞巴斯蒂安·特隆。



图1-2 啤酒瓶道。这段极具挑战性的地形位于2005年DARPA自动驾驶挑战赛的末段。该赛事要求汽车在无人辅助的情况下驶过132英里的沙漠荒路。图中远处的一辆卡车正要爬坡。图片来源：DARPA。

特隆后来参与创立了高科技项目重点实验室Google X，并开始了进一步研究自动驾驶汽车技术的计划。谷歌的自动驾驶汽车自此开始，在旧金山湾区累积了350万英里的车程。优步（Uber）已经在匹兹堡投放了一批自动驾驶汽车。苹果也步入自动驾驶领域，以扩大其操作系统控制的产品范围，并希望能够再现它在手机市场上的辉煌。汽车制造商们亲眼看见一个100年来从未改变的行业在他们眼前发生了转型，也开始奋起直追。通用汽车公司以10亿美元的价格并购了开发无人驾驶技术的硅谷创业公司Cruise Automation，并在2017年投入了额外的6亿美元用于研发。[2] 2017年，英特尔以153亿美元的价格收购了Mobileye，它是一家专门为自动驾驶汽车研发传感器和计算机视觉的公司。在价值数万亿美元的交通运输领域，参与的各方都下了极高的赌注。

自动驾驶汽车不久将扰乱数百万卡车司机和出租车司机的生计。最

终，如果一辆自动驾驶汽车能够在一分钟内出现，将你安全带到目的地且无须停车，在城市拥有汽车就显得不那么必要了。今天，汽车行驶时间平均仅占4%，这意味着它其余96%的时间都需要停放在某个地方。由于自动驾驶汽车可以在城市外围维修和停放，城市中被大量停车场占用的空间得以被重新高效利用。城市规划者已经开始考虑让停车场变成公园了。[3] 街边的停车道可以成为真正的自行车道。其他汽车相关行业也将受到影响，包括汽车保险业和修理厂。超速和停车罚单将不复存在。由醉驾和疲劳驾驶导致的交通事故死亡人数也会相应减少。通勤浪费的时间也将被节省下来做其他事情。根据2014年的美国人口普查数据，1.39亿上班族人均单日通勤时间达到了52分钟，全年总计296亿小时。这惊人的340万年的时间本可以在人生中得到更好的利用。[4] 自动驾驶汽车会使公路通行能力翻两番。[5] 而且，一旦大规模投入使用，没有方向盘、可以自己开回家的自动驾驶汽车还会让大规模汽车盗窃行为销声匿迹。虽然目前自动驾驶汽车仍面临很多监管和法律层面的障碍，但这一技术一旦开始普及，我们就将迎来一个崭新的世界。可以预见的是，卡车大概会在10年内率先实现自动驾驶，出租车要花上15年，而15到25年后，客运无人车将全面走入人们的生活。

汽车在人类社会中的标志性地位将以我们无法想象的方式发生变化，一种新的汽车生态也将应运而生。正如100多年前汽车的出现创造了许多新的行业和就业机会，围绕着自动驾驶汽车的发展，也出现了一个快速增长的生态系统。从谷歌独立出来的自动驾驶公司Waymo，8年来已经投入了10亿美元，并在加州中部山谷搭建了一个秘密测试场所。该场所位于一个占地91英亩的仿造小镇，其中还设计了骑自行车的“演员”和假的汽车事故。[6] 其目的是扩大训练数据集以包含特殊和不常见的情况（也叫边缘情况）。公路上罕见的驾驶事件经常会导致事故。自动驾驶汽车的不同之处就在于，当一辆汽车遇到罕见事件时，相应的学习体验会被传递给所有其他自动驾驶汽车，这是一种集体智能。其他自动驾驶汽车公司也在建造许多类似的测试设施。这些举措创造了以前

并不存在的新工作机会，以及用于汽车导航的传感器和激光器的新供应链。[7]

自动驾驶汽车仅是信息技术推动经济发生重大转变的一个最明显的体现。网络上的信息流就像城市管道里的水流。信息在谷歌、亚马逊、微软和其他IT公司的大型数据中心聚集。这些数据中心需要耗费大量电力，因此通常建在水电站附近，并利用河水来冷却信息流所产生的大量热量。2013年，美国的数据中心消耗了1000万兆瓦的电量，相当于34个大型电厂产生的电力。[8] 但是目前对经济影响更大的是如何使用这些信息。从原始数据中提取出的信息被转化为关于人和事的知识：我们做什么，我们想要什么，我们是谁。计算机驱动的设备也在越来越多地利用这些知识与我们进行口头上的交流。与大脑之外、书本之中的被动知识不同，储存在云中的知识是一种外部智能，并且正在成为人们生活中积极、活跃的一部分。[9]

自然语言翻译：从语言到句子的飞跃

如今，谷歌在超过100种服务中使用了深度学习，包括街景视图（Street View）、收件箱智能回复（Inbox Smart Reply）和语音搜索。几年前，谷歌的工程师意识到他们需要将这些计算密集型应用扩展到云端。他们开始着手设计一种用于深度学习的专用芯片，并巧妙地设计了可以插入数据中心机架中的硬盘插槽的电路板。谷歌的张量处理单元（TPU）现在已配置在遍布全球的服务器上，让深度学习应用程序的性能得到了大幅改进。

深度学习快速改变格局的一个例子是它对语言翻译的影响。语言翻译是人工智能的一只圣杯，因为它依赖于理解句子的能力。谷歌最近推出了基于深度学习的最新版谷歌翻译（Google Translate），代表了自然语言翻译质量的重大飞跃。几乎一夜之间，语言翻译就从零散杂乱的拼

凑短语，升级到了语意完整的句子（见图1–3）。之前的计算机方法搜索的是可以被一并翻译的词汇组合，但深度学习会在整个句子中寻找词汇之间的依赖关系。



图1-3 手机上的谷歌翻译应用可以将日语文字和菜单即时译成英文。这一功能对于在日本如何按照指示牌乘车尤为重要。

得知谷歌翻译获得了巨大进步的消息后，2016年11月18日，东京大学的暦本纯一（Jun Rekimoto）测试了这个新系统。他把欧内斯特·海明威的小说《乞力马扎罗的雪》开头的一段话翻译成了日文，然后再把这段日文翻译成英文，结果如下（猜猜哪个是海明威的原作）：

1. Kilimanjaro is a snow-covered mountain 19,710 feet high,and is said to be the highest mountain in Africa. Its

western summit is called the Masai “Ngaje Ngai,” the House of God. Close to the western summit there is the dried and frozen carcass of a leopard. No one has explained what the leopard was seeking at that altitude. [10]

2. Kilimanjaro is a mountain of 19,710 feet covered with snow and is said to be the highest mountain in Africa. The summit of the west is called “Ngaje Ngai” in Masai, the house of God. Near the top of the west there is a dry and frozen dead body of leopard. No one has ever explained what leopard wanted at that altitude. [11] [12]

海明威的原作是第一段。

下一步工作是训练更大规模的深度学习网络，针对段落来提高句子间的连贯性。文字背后都有悠久的文化历史。俄裔作家和英文小说家，《洛丽塔》一书的作者弗拉基米尔·纳博科夫（Vladimir Nabokov）曾经得出结论，在不同语言之间翻译诗歌是不可能的。他将亚历山大·普希金（Aleksandr Pushkin）的诗体小说《叶甫盖尼·奥涅金》（*Eugene Onegin*）直译成了英文，并对这些诗文的文化背景做了解释性脚注，以此论证他的观点。[13] 或许谷歌翻译终有一天能够通过整合莎士比亚的所有诗歌来翻译他的作品。[14]

语音识别：实时跨文化交流不再遥远

人工智能的另一只圣杯是语音识别。不久之前，计算机的独立语音识别应用领域还很有限，如机票预订。而如今，限制已不复存在。2012年，一名来自多伦多大学的实习生在微软研究院（Microsoft Research）的一个夏季研究项目中，让微软的语音识别系统性能得到了显著的提升

（图1–4）。[15] 2016年，微软的一个团队宣布，他们开发的一个拥有120层的深度学习网络已经在多人语音识别基准测试中达到了与人类相当的水平。[16]

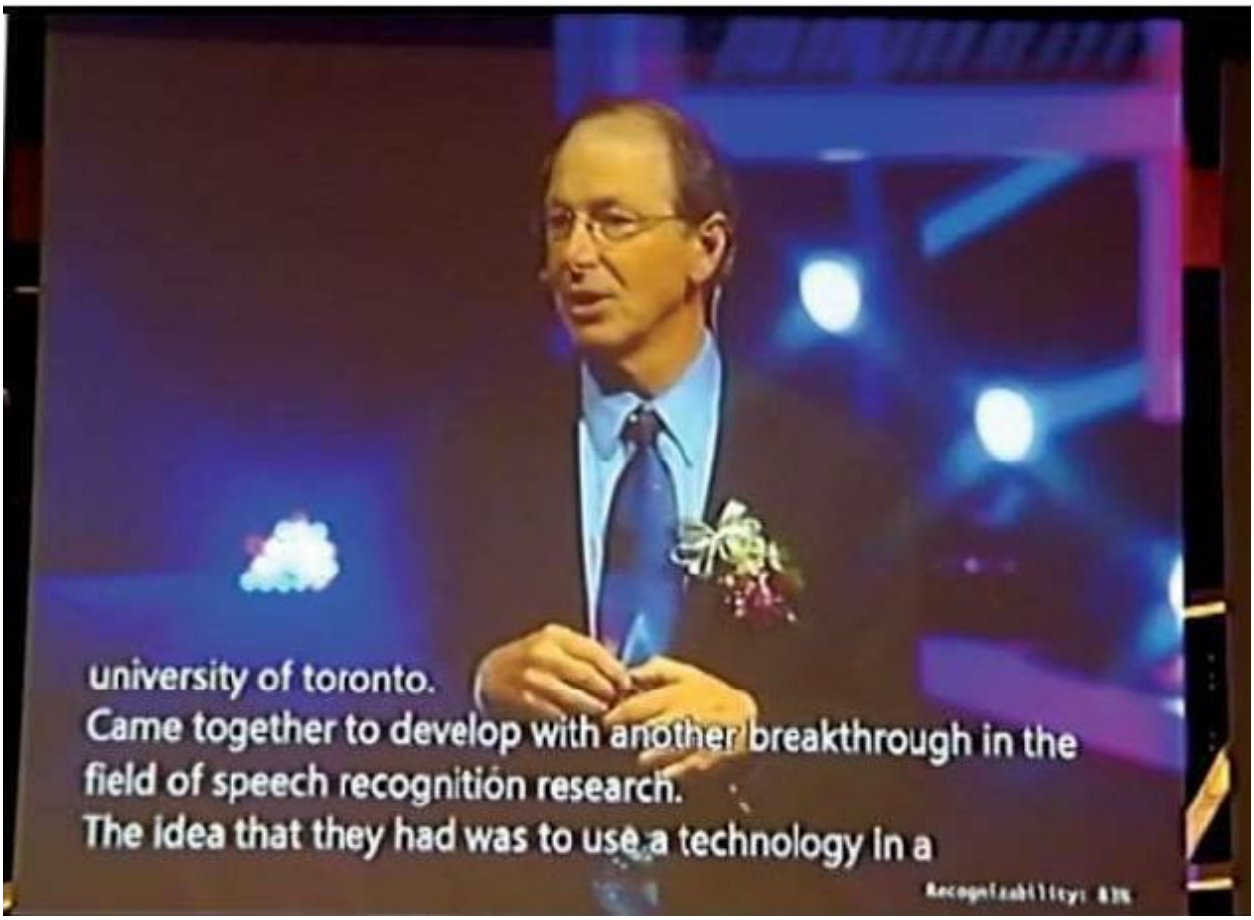


图1-4 微软首席研究官里克·拉希德（Rick Rashid）在2012年10月25日于中国天津举行的一场活动中，使用深度学习进行了自动语音识别的现场演示。在2000名中国观众面前，拉希德说的英文被自动化系统识别，先在他的屏幕图像下方显示出英文字幕，随后被翻译成了中文。此次高难度展示被全球媒体争相报道。图片来源：微软研究院。

这一突破性成果将在之后的几年逐渐影响我们的社会，计算机键盘会被自然语言接口取代。随着数字助手，如亚马逊的Alexa、苹果的Siri以及微软的Cortana先后进入千家万户，这种取代已经在发生了。就如随着个人电脑的普及，打字机退出了历史舞台，有一天电脑键盘也将成为博物馆的展品。

当语音识别和语言翻译结合到一起时，实时的跨文化交流将有可能实现。《星际迷航》中那种万能翻译机将触手可及。为什么计算机语音识别和语言翻译达到人类的水平要花这么久的时间？难道计算机的各种认知能力同时进入瓶颈期仅仅是巧合吗？其实所有这些突破都源于大数据的出现。

AI医疗：医学诊断将更加准确

深入皮肤

随着机器学习的成熟并被应用于可获取大数据的许多其他问题，服务行业和其相关职业也将发生转变。基于数百万患者病情记录的医学诊断将变得更加准确。最近的一项研究将深度学习运用到了囊括超过2000种不同疾病的13万张皮肤病学图像中，这个医学数据库是以前的10倍大（图1–5）。[17] 该研究的网络被训练用于诊断“测试集”（testset，它从未见过的新图像集）中的各种疾病。它在新图像上的诊断表现与21位皮肤科专家的结论基本一致，甚至在某些情况下还要更准确。在不久的将来，任何一个拥有智能手机的人都可以拍下疑似皮肤病变的照片，并立即进行诊断——而现在要完成同样的过程，我们需要先去看医生，耐心等待病变被专家筛查出来，然后再支付一大笔账单。这一进步将大大扩大皮肤病护理的范围，提升护理质量。如果个体可以很快得到专家诊断，他们会在皮肤病的早期阶段，也就是更容易治疗的时候就开始就医。借助深度学习，所有的医生都将更准确地诊断罕见的皮肤病。[18]



图1-5 艺术家绘制的高准确度诊断皮肤病变的深度学习网络图，2017年2月2日《自然》杂志封面。

深入癌症

如果专家在转移性乳腺癌的淋巴结活检切片图像上判断错误，就有可能导致致命的后果。这是一种深度学习擅长的模式识别问题。实际上，一个经过大量结论清晰的切片数据训练出来的深度学习网络能达到0.925的准确度，还不错，但还不及人类专家在同一测试集上达到的0.966。[19] 然而，把深度学习与人类专家的预测结合起来，准确度达到了0.995，几近完美。由于深度学习网络和人类专家查看相同的数据的方式不同，二者相结合的效果比单独预测要好。这样一来，更多的生命得以被挽救。这表明在未来，人类与机器将是合作而非竞争的关系。

深入睡眠

如果你有严重的睡眠问题（70%的人一生中都会遇到这个问题），你要等待几个月才能见到你的医生（除非问题十分紧急），然后你会被转到一个睡眠诊所。在那里，你需要在身上接几十个能在你入睡时记录

你的脑电图（EEG）和肌肉活动的电极，接受彻夜观察。每个晚上，你会先进入慢波睡眠，然后定期进入快速眼动（REM）睡眠，在此期间，你会做梦，但是失眠、睡眠呼吸暂停综合征、不宁腿综合征以及许多其他睡眠障碍会干扰这种睡眠模式。如果你在家里就很难入睡，那么在一张陌生的床上，全身接满了让人不安的医疗设备进入睡眠状态，绝对算得上真正的挑战。睡眠专家会查看你的脑电图记录，以30秒为单位标记睡眠阶段，一段8小时的睡眠要花几个小时才能标记完。而最终你会得到一份有关睡眠模式异常情况的报告，以及一份2000美元的账单。

依据1968年由安东尼·雷希特施芬（Anthony Rechtshaffen）和艾伦·卡莱斯（Alan Kales）设计的系统，睡眠专家将接受寻找表征不同睡眠阶段特征迹象的培训。[20] 但是由于这些特征常常不明确，也不一致，只有75%的情况下专家们能在数据解读上达成一致。相比之下，我实验室之前的一名研究生菲利普·洛（Philip Low）使用无监督机器学习，花了不到一分钟的计算机运算时间，以3秒的时间分辨率自动检测睡眠阶段，和87%的人类专家达成了一致的结论。此外，这种方式只需要在头部的单个位置做记录，用不到那些触点和接线，也节省了大量佩戴和摘除的时间。2007年，我们创立了一家公司Neurovigil，想将这项技术引入睡眠诊所，但诊所对此没有表现出多大兴趣，因为靠人力标注能产生更多的现金流。实际上，依据保险号向患者开具账单，会让诊所没有动机采用更廉价的程序。Neurovigil在大型制药公司发现了另一个市场，这些公司在开展临床试验，需要测试他们的药物对睡眠模式的影响。这项技术目前正在进入长期护理设施市场，帮助解决在老年人中更普遍的进行性睡眠问题。

睡眠诊所模式是存在缺陷的，因为在这样的限制条件下不能可靠地诊断出健康问题：每个人的生理基数都不同，而偏离这个基数的信息最重要。Neurovigil已经有了一个小型设备iBrain，它可以在家里记录你的脑电图信息，将数据传到网上并分析数据的长期趋势和异常情况。这可以帮助医生及早发现健康问题，在恶化前及时干预并阻止慢性疾病的发

展。其他很多疾病的治疗也将受益于持续监测，如1型糖尿病，血糖水平可以被监测并通过胰岛素进行调节。使用能够连续记录数据的廉价传感器正在对其他慢性疾病的诊断和治疗产生重大影响。

从Neurovigil的发展过程中可以看出：第一，即便拥有更好更廉价的技术，也不代表能轻易地将其转化为有市场价值，甚至更优质的新产品或服务；第二，当现有产品在市场中的地位根深蒂固，就会进一步开发出深入应用的二级市场，可以让新技术产生更直接的影响，并争取时间来改进，提升竞争力。太阳能和许多其他新兴产业的技术就是这样进入市场的。从长远来看，已被证实具有优势的睡眠监测和新技术将会覆盖到家中的患者，并最终融入医疗实践。

金融科技：利用数据和算法获取最佳回报

纽约证券交易所超过75%的交易都是自动完成的（图1–6），高频交易能在几分之一秒内进出仓位。（如果你不用为每笔交易支付费用，那么即使是很小的优势也能带来巨额利润。）更长时间范围内的算法交易会考虑到基于大数据的长期趋势。深度学习在赚钱和提高利润方面做得越来越好。[21] 预测金融市场，问题在于数据嘈杂，条件不稳定——一场选举或国际冲突可能会导致投资者心态在一夜之间发生变化。这意味着用来预测今天股票价值的算法可能到明天就不准了。在实践中，被用来赚钱的算法有数百种，表现突出的则被不断整合以实现最优回报。

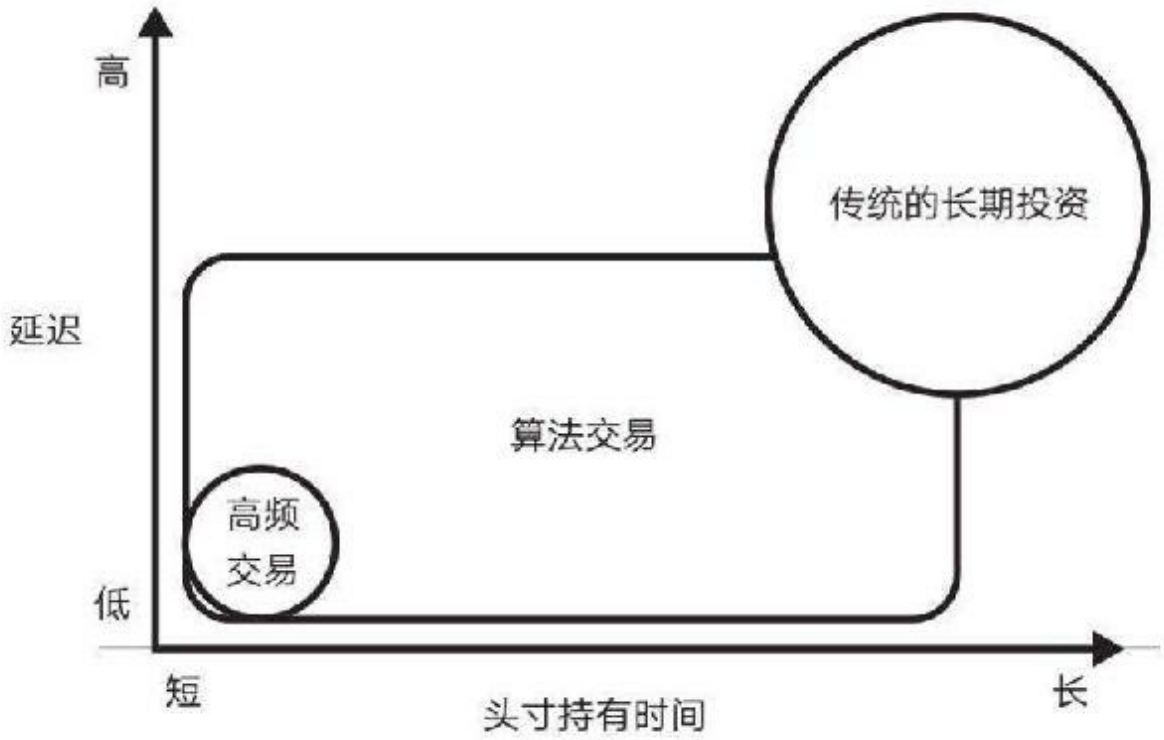


图1-6 延迟vs头寸持有时间。在线机器学习正在推动算法交易，它比传统的长期投资策略更快速，比股票市场中的高频交易更加慎重。许多不同类型的机器学习算法被组合运用以获得最佳回报。

早在20世纪80年代，我还在为摩根士丹利的股票交易神经网络模型提供咨询时，遇到了专门设计并行计算机的计算机科学家大卫·肖（David Shaw）。哥伦比亚大学学术休假期间，肖曾在自动化交易早期担任量化分析师，随后他在华尔街创立了自己的投资管理公司德劭集团（The D. E. Shaw Group），现在他已经是亿万富翁了。德劭集团非常成功，但仍然逊于另一家对冲基金文艺复兴科技公司（Renaissance Technologies）。这家基金是由杰出的数学家、纽约州立大学石溪分校数学系前主任詹姆斯·西蒙斯（James Simons）创立的。仅2016年，西蒙斯就挣了16亿美元，这还算不上他最好的一年。 [22] 文艺复兴科技被称为“世界上最好的物理和数学系，” [23] “它不会雇用带有哪怕一点点华尔街正统味道的人”。 [24]

不再参与德劭的日常运营后，大卫·肖现在专注于德劭研究所（D.

E. Shaw Research）的业务，该研究所搭建了一台名为“Anton”的专用并行计算机，比全球其他计算机执行蛋白质折叠的速度都快得多。[25] 西蒙斯退休后不再掌管文艺复兴科技，而是建立了资助自闭症及其他物理和生物科学项目研究的基金会。通过加州大学伯克利分校的西蒙斯计算理论研究所（the Simons Institute for the Theory of Computing at UC Berkeley）、麻省理工学院的西蒙斯社会大脑中心（the Simons Center for the Social Brain at MIT）和纽约熨斗研究院（the Flatiron Institute），西蒙斯的慈善事业对推进数据分析、建模和仿真的计算方法产生了重大影响。[26]

更广泛的金融服务正在金融科技（fintech）的大背景下发生大规模转型。诸如区块链这样的信息技术——一种安全的互联网记账方式，取代了金融交易的中间商——正在接受小规模的测试，但它很快就会扰乱价值数万亿美元的金融市场。机器学习正在被用于改进贷款信用评估，准确地提供业务和财务信息，在社交媒体上获取预测市场趋势的信号，并为金融交易提供生物识别安全服务。谁拥有最多的数据，谁就是赢家，而世界上充斥着财务数据。

深度法律：效率的提高与费用的降低

深度学习刚刚开始影响法律界。律师事务所每小时收费数百美元的法务助理的大部分日常工作都将实现自动化，特别是在高档写字楼办公的规模化事务所里。具体点说，技术辅助审核或调查将被人工智能接管，它可以浏览数千份文件以获取合法证据，且丝毫不会感到厌倦。自动化深度学习系统也将帮助律师事务所遵守日益复杂的政府规定。这些系统将为现在无法负担律师费用的普通人提供法律建议。法律工作不仅收费会更便宜，也会更高效，这一点通常比费用更重要。法律世界正在走向“深度法律”。[27]

德州扑克：当机器智能学会了虚张声势

一对一无限注德州扑克是最受欢迎的扑克玩法之一，常见于赌场，无限注投注方式则通常出现在世界扑克系列赛（World Series of Poker）的主赛事中。扑克很有挑战性，因为与国际象棋玩家可以获得相同的信息不同，扑克玩家的信息不完整，而且在最高级别的比赛中，诈唬、欺骗的技巧和拿到的牌一样重要。

数学家约翰·冯·诺依曼（John von Neumann）创立了数学博弈理论，也是数字计算机之父，他就对扑克特别着迷。他说过："现实生活包括虚张声势，一点欺骗手段，以及自问另一个人会怎么评判我做事的意图。这就是我理论中博弈的内涵。"[28] 扑克是一种博弈，反映了经过进化精炼过的人类智能的一部分。一个名为"DeepStack"的深度学习网络和33名职业扑克选手进行了44852场比赛。令扑克专家震惊的是，它以相当大的优势，一个标准差，击败了最出色的扑克玩家，同时以四个标准差在整体上击败了全部33名玩家——多么巨大的差距（见图1–7）。[29] 如果这一成就能复制到其他基于不完全信息、需要人来做判断的重要领域，比如政治学和国际关系，其影响可能是极其深远的。[30]



图1-7 一对一无限注德州扑克。强势手牌。DeepStack已经掌握了如何在高筹码扑克中虚张声势，以大比分优势击败职业扑克玩家。

AlphaGo奇迹：神经科学与人工智能的协同

2016年3月，韩国围棋界18次世界冠军获得者李世石（Lee Sedol）与DeepMind公司的AlphaGo（图1–8）——一个使用深度学习网络评估盘面形势和可能的走法的围棋程序——进行了5场比赛。[31] 围棋相对国际象棋的难度，相当于国际象棋对跳棋的难度。如果国际象棋是一场战役，那么围棋就是一场战争。一块19×19围棋棋盘比一块8×8象棋棋盘大得多，这使得在棋盘的不同部分可能同时发生多场战役。不同战役之间存在长期的相互作用，即使是专家也难以判断。围棋的合法棋局总数是10^{170}，远远超过宇宙中的原子数量。



图1-8 韩国围棋冠军李世石对战AlphaGo的5场比赛里，某一场战局中的棋盘。AlphaGo是一个通过与自己下围棋来学习的深度学习神经网络。

除了几个评估盘局并选择最佳着数的深度学习网络，AlphaGo还有一个完全不同的学习系统，用于解决时间信用分配问题：在众多步棋中，哪一步对赢得胜利有所贡献，哪一步对失败承担责任？大脑的基底神经节接收来自整个大脑皮层的投射，并投射回去，利用时间差分算法和强化学习来解决这个问题。AlphaGo使用由基底神经节进化出来的相同的学习算法，以评估最大化未来奖励的行动顺序（这一过程将在第10章中做出解释）。AlphaGo通过反复和自己下棋来学习这一技能。

AlphaGo和李世石对决的围棋比赛在亚洲得到了极高的关注。在亚洲，围棋冠军是全国性的公众人物，有着摇滚明星一样的待遇。AlphaGo早些时候击败了欧洲的围棋冠军，但是那场比赛的水平远低于亚洲的最高水平，因此李世石并没有做好打一场硬仗的心理准备。即使是开发AlphaGo的公司DeepMind，也并不清楚他们的深度学习程序到底有多强大。自上一场比赛以来，AlphaGo已经与好几个版本的自己下了数百万局的棋，然而并没有任何标准来判断它的水平到底达到了何种高

度。

AlphaGo赢得了5场比赛的前3场后，许多人都感到十分震惊，因为它展现出了让人意想不到的高水准。这项比赛在韩国有很高的关注度，所有的主流电视台都对比赛进行了实况报道。AlphaGo有一些着数是革命性的。在第二场比赛的第三十八步，AlphaGo下出了精彩的一着，让李世石感到十分惊讶，他花了将近10分钟的时间才决定下一步要怎么走。AlphaGo输掉了第四场比赛，这是人类挽回颜面的一场胜利，最终它的战绩是4胜1负（图1–9）。 [32] 3月的夜晚，我在圣迭戈的凌晨兴致勃勃地观看了这场较量。这让我回想起1966年6月2日凌晨1点，我在克利夫兰市，坐在电视机旁关注着“勘测者1号”探测器降落在月球上，并传回了第一张月球照片。 [33] 我亲眼见证了这些历史时刻。AlphaGo的表现远远超出了我和其他许多人的期待。



图1-9 在2016年3月的围棋挑战赛中输给了AlphaGo之后的李世石。

2017年1月4日，一个名为“Master”的选手在一个网络围棋服务器上

主动现身，其真正身份是AlphaGo 2.0。在此之前，它在与世界顶尖棋手的比赛中取得了60场全胜的战绩，被击败的棋手中包括当时世界排名第一的高手，19岁天才棋手柯洁。AlphaGo显露出了一种能与同时代的佼佼者抗衡的全新风格。2017年5月27日，在中国乌镇举办的围棋峰会上，柯洁以3场皆负的结果输给了AlphaGo（见图1–10）。这是有史以来最精彩的几场围棋比赛，数亿中国人都观看了该赛事。“去年，我还觉得AlphaGo的表现与人类非常接近，但今天我认为它是‘围棋之神’。”柯洁这样总结道。 [34]

在第一场比赛中，他以一目半的微弱差距输掉了比赛。柯洁说他“在比赛中途已经感觉快要赢了”。他非常兴奋：“我能感觉到自己的心脏在怦怦直跳！可能因为我太兴奋，有几步棋走错了。也许这就是人类棋手最薄弱的部分吧。” [35] 柯洁经历了一种情绪上的超负荷，但要达到最佳状态，更需要相对沉稳的情绪。事实上，舞台演员们都知道，如果他们演出前没有胃里翻江倒海的紧张感，就无法呈现出最精彩的演出。他们的表演遵循一种倒U形曲线，即最佳状态处于较低和较高的兴奋点之间。运动员把这叫作“在状态”。



图1-10 2017年在中国，DeepMind的联合创始人兼CEO德米斯·哈萨比斯（Demis Hassabis，左）和柯洁在历史性的围棋比赛结束后会面，共同展示带有柯洁签名的棋盘。图片来源：德米斯·哈萨比斯。

2017年5月26日，AlphaGo还击败了由5名顶尖棋手组成的队伍。这些棋手都分析过AlphaGo的招数，并已经在相应地改变自己的策略。这场比赛由中国政府主办，可以说是一个新版的“乒乓外交”。[36] 中国正在机器学习方面投入大量资金，其大脑研究计划的一个主要目标是挖掘大脑潜能来创造新的算法。[37]

该围棋事件后续的发展可能会更令人惊叹。在开始跟自己下棋之前，AlphaGo是通过观察学习16万次人类围棋比赛起步的。有人认为这是作弊——一个自主的AI程序应该能够在没有积累任何人类知识的条件下学习下围棋。2017年10月，一款名为AlphaGo Zero的新版本AI程序面世了。它从游戏规则开始一步步学习下围棋，击败了曾战胜柯洁的版本AlphaGo Master，战绩为100：0。[38] 此外，AlphaGo Zero的学习速度

比AlphaGo Master快100倍，而计算能力差不多只有后者的1/10。完全忽略人类的知识，AlphaGo Zero变成了无敌超人。随着机器学习算法的不断进步，AlphaGo还会变得多么优秀，并没有已知的上限。

AlphaGo Zero虽然没有和人下棋，但仍然有许多围棋知识被人为添加到程序中强化棋艺的特征。如果没有任何围棋知识，AlphaGo Zero也许仍有进一步改进的空间。就像零度可乐将可口可乐里所有的热量分离出来一样，围棋的所有知识都被从Alpha Zero中剥离出来。结果，Alpha Zero能够更快、更果断地打败AlphaGo Zero。[39] 为了进一步说明“少就是多”，Alpha Zero在没有改变任何一个学习参数的情况下，学会了如何以超人的水准下国际象棋，还创造了人类从未使用过的着数。在与Stockfish这个已经是超人级别的顶级国际象棋程序的对决中，Alpha Zero还没有输过。在一场比赛中，Alpha Zero大胆地牺牲了一个象——这种做法通常用来获得位置上的优势，随后又牺牲了王后，这一步看起来像是个大昏着儿，直到很多步以后，Alpha Zero冷不防将了一军，无论是Stockfish还是人类棋手都没能预见到这样的结果。外星人已经着陆，地球从此要改头换面了。

AlphaGo的开发者DeepMind于2010年由神经学家德米斯·哈萨比斯参与创立，他曾在伦敦大学学院的盖茨比计算神经科学部门（University College London’s Gatsby Computational Neuroscience Unit）担任博士后研究员。该部门由彼得·达扬（Peter Dayan）领导，达扬曾是我实验室的博士后研究员，2017年和雷蒙德·多兰（Raymond Dolan）以及沃尔夫拉姆·舒尔茨（Wolfram Schultz）共同获得了享有盛誉的“大脑奖”（Brain Prize），以表彰他们在奖励学习方面的研究。谷歌在2014年以6亿美元的价格收购了DeepMind。该公司雇用了400多名工程师和神经科学家，拥有学术界和创业公司混合的双重文化。神经科学与人工智能之间的协同作用日渐深入，而且还在加速。

弗林效应：深度学习让人类更加智能

AlphaGo有智力吗？除了“意识”这个主题，关于智力的文章比心理学中任何其他主题都要多得多，这两个概念都很难界定。自20世纪30年代以来，心理学家就对流体智力和晶体智力进行了区分——流体智力能够将新条件中的推理和模式识别用于解决新问题，而不依赖于以前的知识；晶体智力则依赖于先前的知识，也是标准智商测试（即IQ测试）的对象。流体智力遵循一种抛物线式发展轨迹，在成年早期达到高峰，并随着年龄的增长逐渐下降；而晶体智力会随年龄的增长，缓慢渐进式地提高，直至暮年。AlphaGo只在一个相当狭窄的领域同时展现出了晶体智力和流体智力，但在这个领域，它表现出了令人惊讶的创造力。专业知识的获取也是基于在狭窄领域的学习。我们都是语言领域的专家，每天都在使用语言。

AlphaGo使用的强化学习算法可以被用来解决许多问题。这种形式的学习只取决于在一系列动作结束时给予获胜者的奖励，这似乎和提前做出更好的决策相矛盾。结合了许多强大的深度学习网络，就会生成许多领域相关的智能。而且事实上，已经出现了与领域相关的不同类型智能，例如社会、情感、机械和建筑等的案例。[40] 智力测试测量的一般因素（general factor，简称g因素）与这些不同类型相关。我们有理由认真审视IQ测试。自20世纪30年代首次测试智力以来，全人类平均的IQ分数每10年会上升三个点，这一趋势被称为“弗林效应”（Flynn effect）。对于弗林效应有许多可能的解释，比如更充足的营养、更完善的医疗体系，以及其他环境因素。[41] 这很有道理，因为环境会影响基因调控，从而影响大脑内在的连接，行为也会随之发生变化。[42] 随着人类越来越多地生活在人造环境中，大脑正在以某种超越自然进化轨道的方式被塑造。在更长的时间内，人类是否能一直都在变得更聪明？智商增长会持续多久？用电脑玩国际象棋、西洋双陆棋和围棋的人数自计算机程序达到冠军级别后一直在稳步增加，而机器也强化了人类玩家的智能。[43] 深度学习提升的将不仅仅是科学研究人员的智能，还包括所有行业从业人员的智能。

科学仪器正以惊人的速度产生数据。位于日内瓦的大型强子对撞机（LHC）中发生的基本粒子碰撞每年产生25PB（1PB=1000TB）的数据。大型综合巡天望远镜（LSST）每年将产生6PB的数据。机器学习正被用于分析庞大的物理和天文数据集，其规模之浩大让人类根本无法通过传统方法进行搜索。[44] 例如，DeepLensing是一种神经网络，可以识别遥远星系的图像。这些图像由于光在传播中因围绕周边星系的“引力透镜”造成的光路偏折而被扭曲了。这一技术可以自动发现许多遥远的新星系。物理学和天文学中还有许多其他类似“大海捞针”的问题，而深度学习能够让传统的数据分析方法如虎添翼。

新教育体系：每个人都需要终身学习

银行在20世纪60年代后期推出了面向银行账户持有人的全天候现金提取服务，这对于那些在银行正常营业时间之外需要现金的人来说非常方便，自动提款机（ATM）从此获得了阅读手写支票的能力。尽管它们的存在减少了银行柜员的日常工作量，但有越来越多的柜员为客户提供按揭和投资建议等个性化服务，同时也出现了维修ATM的新工种。[45] 就如一方面，蒸汽机代替了体力劳动者，但另一方面，这为能够建造和维护蒸汽机及驱动蒸汽机车的熟练工人提供了新的就业机会。亚马逊的在线营销也将许多员工从当地实体零售店中迁移出来，但同时也为分配和运输其商品，以及许多使用其平台的企业创造了38万个新的工作机会。[46] 由于现在需要人类认知技能的工作被自动化人工智能系统所接管，那些能够创建和维护这些系统的人将会获得新的工作。

工作变动不是什么新鲜事。19世纪，农场劳工被机器取代，机器也在城市工厂创造了新的工作机会，所有这些都需要一个教育系统来培训工人新的技能。不同之处在于，今天，由人工智能开辟的新职位除了需要传统的认知技能之外，还需要新的、不同的、不断变化的技能。[47]

所以我们都需要终身学习。要做到这一点，我们需要一个以家庭，而不是以学校为基础的新教育体系。

幸运的是，就像寻找新工作的需求变得迫在眉睫一样，互联网上免费的大规模开放式在线课程慕课（MOOCs）也应运而生，来帮助人们获取新的知识和技能。虽然仍处于初级阶段，但慕课的在线教育生态系统正在迅速发展，并在为更广泛的人群提供前所未有的优质教学。与下一代数字辅助系统相结合，慕课则可能会带来变革。芭芭拉·奥克利（Barbara Oakley）和我开设了一门名为“学会如何学习”（Learning How to Learn）的慕课——该热门课程会教你如何成为更好的学习者（见图1–11）——以及一门名为“思维转换”（Mindshift）的慕课，教你如何改造自己并改变你的生活方式（这两门课将在第12章中详细介绍）。



图1–11 “学会如何学习”教你如何成为更好的学习者，它是互联网上最受欢迎的慕课，拥有超过300万学习者。

进行网上操作时，其实正在生成机器可读的关于你自己的大数据。根据你在互联网上行为的蛛丝马迹，你正在被自动生成的相关广告定位。你在Facebook（脸谱网）和其他社交媒体网站上发布的信息可被用于创建数字助理，它几乎比世界上任何其他人都更了解你，并且不会遗漏任何内容，实际上就相当于你的虚拟分身。通过将互联网跟踪和深度学习都纳入服务，现在这些孩子的后代拥有的教育机会将比今天富裕家庭拥有的最优质的教育机会还要好。这些孙辈将拥有自己的数字导师，

导师将在整个教育过程中陪伴他们。教育不仅会变得更加个性化，也会变得更加精准。世界各地已经开展了各种各样的教育实验，例如可汗学院，由盖茨基金会、陈–扎克伯格基金会和其他慈善基金会资助。这些实验机构正在测试软件，以便让所有的孩子都可以根据自己的节奏进步，并适应每个儿童的特定需求。[48] 数字导师的普及将使教师从教学中的重复劳动，如评分中解脱出来，专注于人类最擅长的事情——对学习困难的学生提供精神支持，并给予有天赋的学生灵感启发。教育技术（Edtech）正在快速发展，与自动驾驶汽车相比，传统教育向精准教育过渡的速度可能相当快，因为它必须克服的障碍要小得多，需求却要大得多，而且美国的教育是一个万亿美元的市场。[49] 一个主要的问题就是，谁能够访问数字助理和数字导师的内部文件。

正面影响：新兴技术不是生存威胁

AlphaGo在2016年毫无争议地击败了李世石，这激化了过去若干年引发的人工智能可能给人类带来威胁的担忧。计算机科学家签署了不会将AI用于军事目的的承诺协议。斯蒂芬·霍金（Stephen Hawking）和比尔·盖茨（Bill Gates）公开发表声明，警告人工智能可能对人类造成的生存威胁。伊隆·马斯克（Elon Musk）和其他硅谷企业家成立了一家新公司OpenAI，拥有10亿美元储备金，并聘请了杰弗里·辛顿之前的一名学生伊利娅·苏特斯科娃（Ilya Sutskever）担任第一任总监。虽然OpenAI的既定目标是确保未来人工智能的发现将公开供所有人使用，但它还有另一个隐含的更重要的目标：防止私人公司作恶。AlphaGo战胜了围棋世界冠军李世石，一个临界点也随之到来。几乎在一夜之间，人工智能从一项失败的技术，转变成了可感知的生存威胁。

一种新兴技术被看作生存威胁，这已经不是第一次了。核武器的发明、改进和储存曾经是一种毁灭全世界的威胁，但至少到目前为止，我们有能力阻止这种情况的发生。重组DNA技术刚问世的时候，人们担心

经人工改造的致命生物会从实验室逃出来，导致全球范围内出现难以估量的痛苦和死亡。基因工程现在已经是一项成熟的技术，目前我们已经能和它的产物共存。与核武器和致命生物相比，机器学习的最新进展构成的威胁相对较小。我们也将适应人工智能。事实上，这已经在发生了。

DeepStack的成功带来的其中一个暗示是，深度学习网络可以学习如何成为世界顶级的骗子。训练深层网络能干什么只受限于训练者的想象力和数据。如果一个网络可以接受安全驾驶汽车的训练，那么它也可以被训练驾驶F　1赛车，很可能有人愿意为此掏腰包。今天，我们仍然需要技术娴熟和训练有素的从业人员使用深度学习来搭建产品和服务，但随着计算能力的成本持续下降、软件功能更加自动化，很快，高中生就可能具备开发AI应用程序的能力了。作为德国收入最高的在线电子商务公司，奥托（Otto）主要经营服装、家居和体育用品。它正在利用深度学习，根据历史订单信息预测客户未来可能购买的产品，并提前为他们下单。 [50] 客户几乎在订购前就收到了自己想订购的商品，准确率达到90%。自动完成工作且无须人工干预，这种预订操作不仅可以每年为公司在剩余库存和退货环节节省数百万欧元，还提高了客户满意度和保有率。深度学习显著提高了奥托公司的生产力，却并没有取代它的工人。人工智能可以让你在工作中更高效。

虽然主要的高科技公司开拓了深度学习的应用，但机器学习工具已经普遍存在了，许多其他公司也开始从中受益。Alexa是一个广受欢迎的数字助理，与亚马逊Echo智能音箱配合使用，能够基于深度学习对自然语言发出的请求做出回应。亚马逊网络服务（AWS）引入了名为“Lex”、“Poly”和“Comprehend”的工具箱，可以分别基于自动化文字、语音转换、语音识别和自然语言理解，方便地开发相同的自然语言界面。具有对话交互能力的应用程序现在可供无力雇用机器学习专家的小型企业使用。企业通过应用这一程序可以提高客户满意度。

当最好的人类棋手在计算机程序面前都黯然失色时，人类会不再下

棋吗？正相反，人工智能会提高人类的竞技水平，也使得棋类竞技更加大众化。顶级的国际象棋选手曾经都来自莫斯科和纽约等大城市。这些地方大师云集，可以教授年轻棋手并提高他们的技能水平。国际象棋电脑程序使得在挪威小镇长大的马格努斯·卡尔森（Magnus Carlson）13岁就成为国际象棋大师，如今他已是世界国际象棋冠军。人工智能不仅对游戏产生了正面的影响，更会推动人类付诸努力的各个方面，从艺术到科学。AI可以让你变得更聪明。 [51]

回到未来：当人类智能遇到人工智能

本书有两个相互交织的主题：人类智能是如何进化的，以及人工智能会如何演变。这两种智能之间的巨大差异在于，人类智能的进化经历了数百万年的时间，而人工智能在最近几十年才发展起来。尽管对于文化演变来说，这个速度仍然是快得出奇，但是过于谨小慎微可能并不是个正确的选择。

深度学习在近期取得的突破，并不是你从新闻报道中读到的那种一夜成功。从基于符号、逻辑和规则的人工智能向基于大数据和学习算法的深度学习网络的转变，其背后的故事通常并不为人所熟知。本书介绍了这个故事，并从我的角度探讨了深度学习的起源和成果。作为20世纪80年代开发神经网络学习算法的先行者和NIPS基金会的主席，我亲身经历了过去30年机器学习和深度学习的发展过程。我和同在神经网络领域的同事多年来都未能取得令人瞩目的成就，但坚持和耐心最终给我们带来了回报。

---

[1] “啊，美丽的新世界，有这么美的人在里头！”（“O brave new world that has such people in’t!”）来自莎士比亚的剧作《暴风雨》中米兰达的台词（5.1.182–183 [Oxford Standard Authors Shakespeare]）。

[2] Bill Vlasic, “G.M. Wants to Drive the Future of Cars That Drive Themselves,” *New York Times*

, June 4, 2017, https://www.nytimes.com/2017/06/04/business/generalmotors-self-driving-cars-mary-barra.html.

[3] “Full Tilt: When 100% of Cars Are Autonomous,” *New York Times Magazine* , November 8, 2017, https://www.nytimes.com/interactive/2017/11/08/magazine/tech-design-autonomous-future-cars-100-percent-augmented-realitypolicing.html? hp&action=click&pgtype=Homepage&clickSource=storyheading&module=second-column-region&region=top-news&WT.nav=top-news/.

[4] Christopher Ingraham, “The Astonishing Human Potential Wasted on Commutes,”*Washington Post* , February 24, 2016, https://www.washingtonpost.com/ news/wonk/wp/2016/02/25/how-much-of-your-life-youre-wasting-on-your-commute/?utm_term=497dfd1b5d9c..

[5] “Full Tilt: When 100% of Cars Are Autonomous,” *New York Times Magazine* ,November 8, 2017, https://www.nytimes.com/interactive/2017/11/08/magazine/tech-design-autonomous-future-cars-100-percent-augmented-realitypolicing.html ? hp&action=click&pgtype=Homepage&clickSource=storyheading&module=second-column-region&region=top-news&WT.nav=top-news/.

[6] “Google’s Waymo Passes Milestone in Driverless Car Race,” *Financial Times* ,December 10, 2017, https://www.ft.com/content/dc281 ed2-c425-11 e7-b2bb322b2cb39656/.

[7] B. A. Golomb, “Will We Recognize It When It Happens?” in Brockman, J., (ed.),*What to Think About Machines That Think* (New York: Harper Perennial, 2015),533– 535.

[8] Pierre Delforge, “America’s Data Centers Consuming and Wasting Growing Amounts of Energy,” Natural Resources Defense Council Issue Paper, February 6, 2015, https://www.nrdc.org/resources/americas-data-centers-consuming-andwasting-growing-amounts-energy/.

[9] W. Brian Arthur, “Where Is Technology Taking the Economy?” *McKinsey Quarterly*, October, 2017, https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/Where-is-technology-taking-the-economy/.

[10] 乞力马扎罗山是一座雪山，高19 710英尺，据说是非洲最高的山峰。它的西峰被马赛人称作“Ngaje Ngai”，意为“上帝的家”。靠近西峰有一具干燥、冰冻的豹子尸体。没有人解释过这只豹子在那个高度是要寻找什么。

[11] 乞力马扎罗山是一座高达19 710英尺的雪山，据说是非洲最高的山峰。它的西峰在马赛语里被称为“Ngaje Ngai”，上帝的家。西峰附近有一具干燥、冷冻的豹子尸体。从来没有人解释过豹子在那个高度想要找什么。

[12] Gideon Lewis-Kraus, “The Great A. I. Awakening,” *New York Times Magazine* ,December 14, 2016, https://www.nytimes.com/2016/12/14/magazine/the-greatai-awakening.html.

[13] Aleksandr Sergeevich Pushkin, *Eugene Onegin: A Novel in Verse* , 2nd ed., trans.Vladimir

Nabokov (Princeton: Princeton University Press, 1991).

[14] 关于这一做法的早期尝试，请参阅Andrej Karpathy, “The Unreasonable Effecti-veness of Recurrent Neural Networks,” *Andrej Karpathy Blog* , posted May 21, 2015, http://karpathy.github.io/2015/05/21/rnn-effectiveness/.

[15] G. Hinton, L. Deng, G. E. Dahl, A. Mohamed, N. Jaitly, A. Senior, et al., “Deep Neural Networks for Acoustic Modeling in Speech Recognition,” *IEEE Signal Processing Magazine* 29, no. 6 (2012): 82–97.

[16] W. Xiong, J. Droppo, X. Huang, F. Seide, M. Seltzer, A. Stolcke, et al., “Achieving Human Parity in Conversational Speech Recognition,” Microsoft Research Technical Report MSR-TR-2016-71, revised February 2017, https://arxiv.org/pdf/1610.05256.pdf.

[17] A. Esteva, B. Kuprel, R. A. Novoa, J. Ko J, S. M. Swetter, H. M. Blau, and S.Thrun, “Dermatologist-Level Classification of Skin Cancer with Deep Neural Networks,” *Nature* 542, no. 7639 (2017): 115–118.

[18] Siddhartha Mukherjee, “A.I. versus M.D.: What Happens When Diagnosis Is Automated?” *New Yorker* , April 3, 2017, http://www.newyorker.com/magazine/2017/04/03/ai-versus-md/.

[19] Dayong Wang, Aditya Khosla, Rishab Gargeya, Humayun Irshad, Andrew H. Beck,*Deep Learning for Identifying Metastatic Breast Cancer* , arXiv:1606.05718. 他们使用的测量方法在信号检测理论里被称为“曲线下面积”，它对假阴性和假阳性都很敏感。
https://arxiv.org/abs/1606.05718/.

[20] Anthony Rechtschaffen and Alan Kales, eds., *A Manual of Standardized Terminology, Techniques and Scoring System for Sleep Stages of Human Subjects* ,National Institutes of Health publication no. 204 (Bethesda, MD: U.S. National Institute of Neurological Diseases and Blindness, Neurological Information Network, 1968).

[21] 参阅Ian Allison, “Former Nuclear Physicist Henri Waelbroeck Explains How Machine Learning Mitigates High Frequency Trading,” *International Business Times* , March 23, 2016, http://www.ibtimes.co.uk/former-nuclear-physicist-henriwaelbroeck-explains-how-machine-learning-mitigates-high-frequency-1551097/;Bailey McCann, “The Artificial-Intelligent Investor: AI Funds Beckon,” Wall Street Journal, November 5, 2017, https://www.wsj.com/articles/the-artificialintelligent-investor-ai-funds-beckon-1509937622/.

[22] Sei Chong, “Morning Agenda: Big Pay for Hedge Fund Chiefs despite a Rough Year,” *New York Times* , May 16, 2017, https://www.nytimes.com/2017/05/16/business/dealbook/hedge-funds-amazon-bezos.html.

[23] 除了雇用了数千名数学家的美国国家安全局。Alfred W. Hales, personal communication, May 4, 2016.

[24] Sarfaz Manzoor, “Quants: The Maths Geniuses Running Wall Street,” *Telegraph*, July 23,

2013, http://www.telegraph.co.uk/finance/10188335/Quants-the-mathsgeniuses-running-Wall-Street.html.

[25] D. E. Shaw, J. C. Chao, M. P. Eastwood, J. Gagliardo, J. P. Grossman, C. Ho, et al., “Anton: A Special-Purpose Machine for Molecular Dynamics Simulation,”*Communications of the ACM* 51, no. 7 (2008): 91–97.

[26] D. T. Max, Jim Simons, “The Numbers King,” *New Yorker* , December 18 &25, 2017, https://www.newyorker.com/magazine/2017/12/18/jim-simons-thenumbers-king/.

[27] 很快就会被拍成电影。

[28] 约翰·冯·诺依曼，引自根据雅各布·布罗诺夫斯基（Jacob Bronowski）的著作改编的电视纪录片《人类的攀升》（*The Ascent of Man* ），第13集（1973年）。

[29] 参阅M. Moravík, M. Schmid, N. Burch, V. Lisý, D. Morrill, N. Bard, et al.,“Deep-Stack: Expert-Level Artificial Intelligence in Heads-Up No-Limit Poker,”*Science* 356, no. 6337 (2017): 508–513。标准偏差是钟形曲线的半峰宽。只有16% 的样本落入平均值的一个标准偏差之外的区域。只有万分之三的样本在平均值的四个标准偏差以外。

[30] 脑海中浮现出了1983年科幻电影《战争游戏》（*War Game* s）中的场景。参阅https://en.wikipedia.org/wiki/WarGames。

[31] 参阅D. Silver, A. Huang, C. J. Maddison, A. Guez, L. Sifre, G. v. d. Driessche,et al., “Mastering the Game of Go with Deep Neural Networks and Tree Search,”*Nature* 529, no. 7587 (2016): 484–489.

[32] “我不知道今天该说些什么，”李世石告诉媒体记者，“但我想我必须先表示歉意。我应该能表现得更好，在比赛中占据更多的主动。我也很抱歉，让很多人失望了。我觉得很无助。如果回顾三场比赛，即使第一场比赛能够重赛，我也不认为自己会取胜，因为那时我误判了AlphaGo的能力。” Jordan Novet, “Go Board Game Champion Lee Sedol Apologizes for Losing to Google’s AI,” *Venture Beat* , March, 12, 2016, https://venturebeat.com/2016/03/12/goboard-game-champion-lee-sedol-apologizes-for-losing-to-googles-ai/。

[33] “勘测者1号”于1966年6月2日，国际标准时间6点17分36秒（美国东部时间凌晨1点17分36秒）登陆月球表面。着陆点位于弗拉姆斯蒂德火山口（Flamsteed Crater）以北一个直径为100公里的陨坑内。

[34] Ke Jie, as quoted in Selina Cheng, “The Awful Frustration of a Teenage Go Champion Playing Google’s AlphaGo,” *Quartz* , May 27, 2017, https://qz.com/993147/the-awful-frustration-of-a-teenage-go-champion-playing-googlesalphago/.

[35] Ke Jie, as quoted in Paul Mozur, “Google’s A.I. Program Rattles Chinese Go Master As It Wins Match,” *New York Times* , May 25, 2017, https://www.nytimes.com/2017/05/25/business/google-alphago-defeats-go-ke-jie-again.html.

[36] 老版的“乒乓外交”指1971年中国和美国乒乓球队开展互访的友好往事，不仅推动了中

美两国关系正常化的进程，也加速了中国走向世界的步伐。——编者注

[37] Paul Mozur, “Beijing Wants A.I. to Be Made in China by 2030,” *New York Times* ,July 20, 2017, https://www.nytimes.com/2017/07/20/business/china-artificialintelligence.html.

[38] Silver D., J. Schrittwieser, K. Simonyan, I. Antonoglou, A. Huang, A. Guez, T.Hubert, L. Baker, M. Lai, A. Bolton, Y. Chen, T. Lillicrap, F. Hui, L. Sifre, G. van den Driessche, T. Graepel, and D. Hassabis, “Mastering the Game of Go Without Human Knowledge,” *Nature* 550 (2017): 354–359.

[39] David Silver, Thomas Hubert, Julian Schrittwieser, Ioannis Antonoglou, Matthew Lai, Arthur Guez, Marc Lanctot, Laurent Sifre, Dharshan Kumaran, Thore Graepel, Timothy Lillicrap, Karen Simonyan, Demis Hassabis, *Mastering Chess and Shogi by Self-Play with a General Reinforcement Learning Algorithm* , arXiv:1712.01815(2017).

[40] Harold Gardner, *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences* , 3rd ed. (New York: Basic Books, 2011).

[41] J. R. Flynn, “Massive IQ Gains in 14 Nations: What IQ Tests Really Measure,”*Psychological Bulletin* 101, no. 2 (1987):171–191.

[42] S. Quartz and T. J. Sejnowski, *Liars, Lovers and Heroes: What the New Brain Science Has Revealed About How We Become Who We Are* (New York: Harper Collins, 2002).

[43] Douglas C. Engelbart, *Augmented Intelligence: Smart Systems and the Future of Work and Learning* , SRI Summary Report AFOSR-3223 (Washington, DC:Doug Engelbart Institute, October 1962), http://www.dougengelbart.org/pubs/augment-3906.html.

[44] M. Young, “Machine Learning Astronomy,” *Sky and Telescope* , December (2017):20–27.

[45] “Are ATMs Stealing Jobs?” *The Economist* , June 15, 2011, https://www.economist.com/blogs/democracyinamerica/2011/06/technology-and-unemployment/.

[46] John Taggart and Kevin Granville, “From ‘Zombie Malls’ to Bonobos: What America’s Retail Transformation Looks Like,” *New York Times* , April 15, 2017.

[47] E. Brynjolfsson and T. Mitchell, “What Can Machine Learning Do? Workforce Implications,” *Science* (2017): 358:1530–1534. doi: 10.1126/science.aap8062.

[48] “Technology Is Transforming What Happens When a Child Goes to School:Reformers Are Using New Software to ‘Personalise’ Learning,” *Economist* , July 22, 2017, https://www.economist.com/news/briefing/21725285-reformers-areusing-new-software-personalise-learning-technology-transforming-what-happens/.

[49] 教育市场的估值超过1.2万亿美元，主要包含三个领域：早期儿童教育（700亿美元），K–12（即从幼儿园到高中三年级的基础教育，6 700亿美元），以及高等教育（4 750亿美元）。参阅Arpin Gajjar, “How Big Is the Education Market in the US: Report from the White House,” *Students for the Future* , October 10, 2008, https://medium.com/students-for-the-future/how-

big-is-the-educationmarket-in-the-us-report-from-white-house-91dc313257c5。

[50] “Algorithmic Retailing: Automatic for the People,” *Economist* , April 15, 2017,

[51] T. J. Sejnowski, “AI Will Make You Smarter,” in Brockman, J. (ed.), *What to Think About Machines That Think* (New York: Harper Perennial, 2015), 118–120.

02
人工智能的重生

马文·明斯基是一位杰出的数学家，也是麻省理工学院人工智能实验室（以下简称MIT AI Lab）[1] 的创始人之一。创始团队确定了这个领域的方向和文化。麻省理工学院的人工智能研究在20世纪60年代成了聪明人的阵地，这在很大程度上要归功于明斯基。他每分钟冒出的新点子比我认识的任何人都多，而且能让你相信他对一个问题的看法是对的，尽管这个看法会让人觉得有悖常识。我很钦佩他的大胆和睿智，但是并不认同他研究AI所选择的方向。

看似简单的视觉识别

积木世界（Blocks World）是MIT AI Lab在20世纪60年代推出的一个项目典范。为了简化视觉问题，积木世界由矩形积木组成，可以堆叠起来组成新的结构（见图2–1）。该项目的目标是编写一个能够理解命令的程序，例如“找到一个大的黄色积木并将其放在红色积木上面”，并规划出让机器人手臂执行命令所需的步骤。这看起来像小孩子玩的游戏，但却需要编写一个庞大而复杂的程序来实现。这个程序后来变得十分冗长烦琐，以至于编写该程序的学生特里·维诺格拉德（Terry Winograd）离开该实验室之后，该程序因为错误百出，频频崩溃，最终被无奈地放弃了。这个看起来很简单的问题比任何人想象的都要难得多，即使成功了，也很难把积木世界同现实世界顺利地连接起来，毕竟在现实世界中物体有不同的形状、大小和重量，而且并非所有边角都是直角。相比于照明的方向和位置都能固定的可控实验环境，在现实世界

中，照明可能因地点和时间的不同而发生显著变化，这极大地增加了计算机物体识别任务的复杂性。

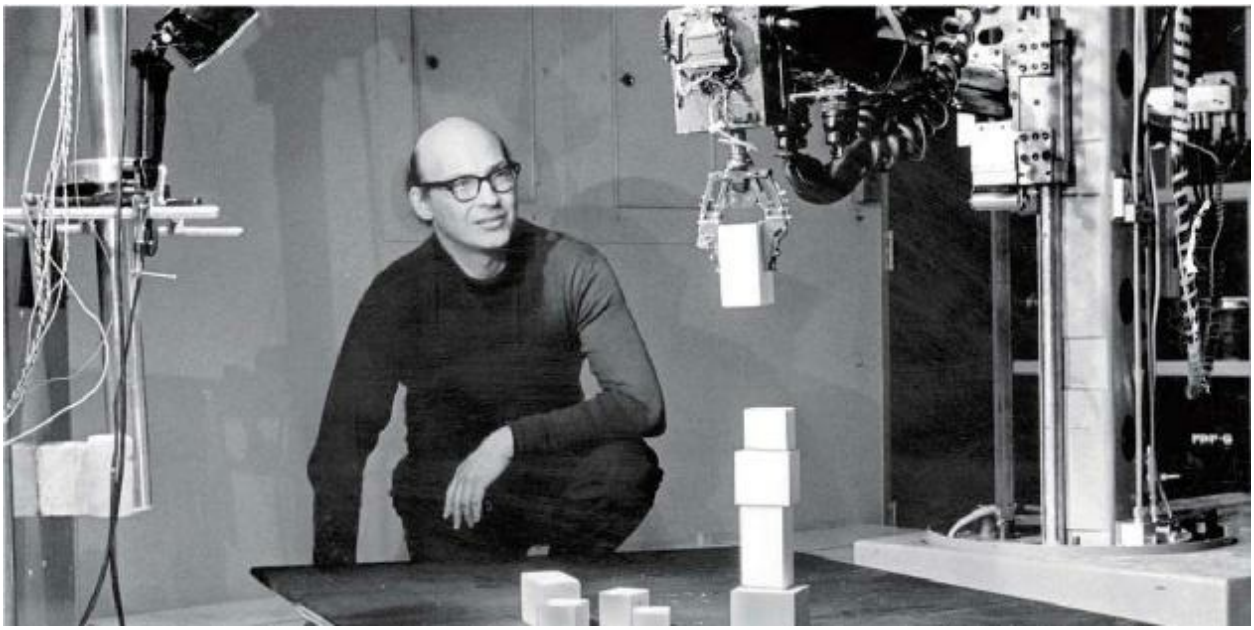


图2-1 马文·明斯基在观察机器人堆积木（照片拍摄于1968年左右）。积木世界是我们如何与世界交互的简化版本，但它面对的问题比任何人想象的都要复杂得多，直到2016年才通过深度学习解决。

20世纪60年代，MIT AI Lab获得了来自一个军事研究机构的大笔资金，被要求用于打造一个可以打乒乓球的机器人。我曾经听过一个故事，那就是这个项目的负责人忘了在基金申请书中加上为机器人建立一个视觉系统的预算，于是他把这个问题分配给了一个研究生作为暑期研究项目。后来我问马文·明斯基这个故事是不是真的。他反驳道："我们把那个问题分配给了本科生。"MIT档案中的一份文件证实了他的回答。[2] 这个看上去很容易解决的问题，最终被证明是个"陷阱"，吞噬了整整一代计算机视觉研究人员的青春。

计算机视觉的进步

尽管物体的位置、大小、方向和受到的光照不同，我们却很少在识别物体时感到吃力。计算机视觉研究中最早的想法之一是将物体的模板与图像中的像素进行匹配，但是这种方法收效甚微，因为同一物体不同角度的两个图像中的像素并不匹配。例如，参考图2–2中的两只鸟。如果你将一只鸟的影像覆盖到另一只鸟上，你可以找到一块匹配的部分，但其余部分就完全对不上了；但是如果有另一个种类的鸟相同姿势的图像，你却可以得到相当好的匹配结果。

计算机视觉的进步是通过关注特征而非像素来实现的。例如，赏鸟者必须具备专业水平才能区分只在一些细微处略有差异的不同鸟类。一本关于鸟类鉴别的实用畅销书中只有一张鸟的照片，却有许多示意图指出了各种鸟之间的细微差别（见图2–3）。 [3] 一个好的特征是指一种鸟类独有的特征，但是如果在别的种类中也可以找到这些特征，那么就要靠翼带、眼纹和翼斑的独特标记组合来区分。当这些标记组合为近亲种类所共享时，就要根据叫声和歌声进一步区分。鸟类的草图或彩绘能更好地将我们的注意力引导到相关的区别特征上，相比之下，鸟类照片里则布满了数百个不太相关的特征。



图2-2 两只斑胸草雀在互相审视对方。我们不难看出它们是同一物种。但是因为它们面对镜头的角度不同，所以很难将它们与模板对应，即使它们具有几乎相同的特征。

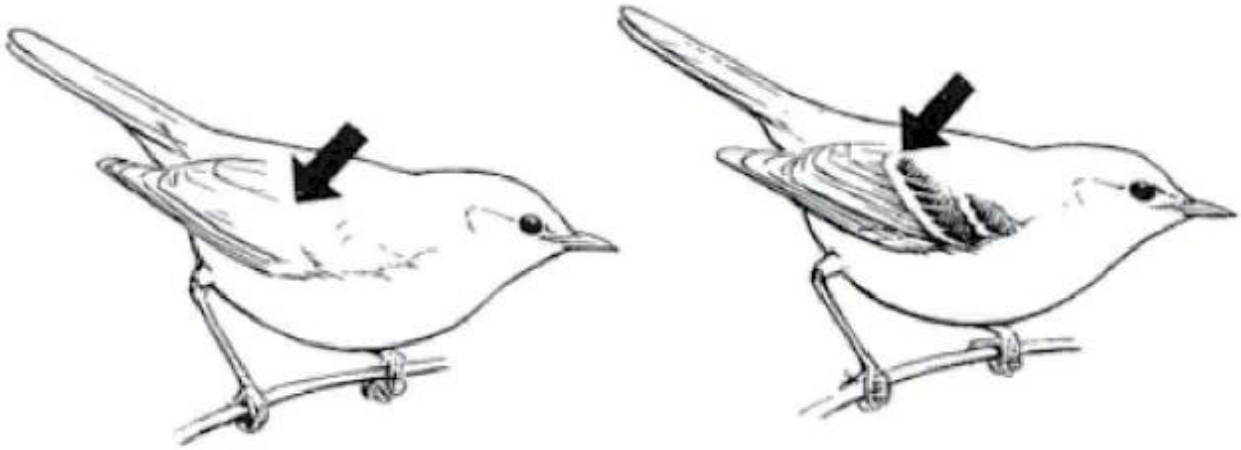


图2-3 可用于区分相似鸟类的显著特征。箭头指向的是翼带的位置，对于分辨莺科非常重要：有的轮廓清晰，有的界线模糊，有的是双条的，有的长，有的短。图片来源：Peterson, Mountfort, and Hollom, Field Guide tothe Birds of Britain and Europe , 5th ed., p.16。

这种基于特征的识别方法存在的问题，不仅在于针对世界上数万种不同物体开发特征检测器是非常耗费人力的，而且即便使用最精确的特征检测器，被部分遮挡住的物体的图像也会产生歧义，这使得识别混乱场景中的物体成了计算机所面临的一项艰巨任务。

20世纪60年代，没有人能想到我们要花上50年，计算机的运算能力需要提升100万倍，才能让计算机视觉达到人类的水平。当时有一种带有误导性的直觉，认为编写计算机视觉程序很容易。这种直觉是基于我们认为很简单的行为，例如看、听、四处走动——但这些行为是经过了几百万年的自然进化才实现的。让早期AI先驱十分懊恼的是，他们发现计算机视觉问题非常难以解决。相比之下，他们发现通过编写程序让计算机证明数学定理要容易得多——这个过程曾被认为需要最高水平的智能——因为计算机处理逻辑问题的能力比人类要强得多。逻辑思维是进化后期的产物，即便对于人类，也需要接受从逻辑命题到得出严谨结论的长期训练。然而，对于大多数我们所面临的生存问题，从以往经验中总结出的解决方案，在大部分时间都能发挥作用。

早期人工智能发展缓慢

20世纪七八十年代流行的人工智能专家系统，被开发用以通过遵循一套规则来解决医学诊断等问题。因此，一个早期的专家系统MYCIN，被开发用于识别导致感染性疾病如细菌性脑膜炎的细菌。[4] 根据专家系统方法，MYCIN的开发者首先要收集由传染病专家提供的事实和规则，以及病人的症状和病史，然后将信息输入系统中的计算机，最后通过编写程序让计算机使用逻辑进行推理。然而，开发者在收集专家提供的事实和规则时遇到了麻烦，尤其是在更复杂的领域，最好的诊断医师并不依赖规则，而是依靠难以编码的基于经验的图案识别，[5] 而且他们的系统必须随着新发现的诞生和旧规则的过时而不断更新。开发者在收集和输入病人的症状和病史信息时遇到了更多的困难。录入每个病人的信息需要花上半小时或更长的时间，忙碌的医生们根本腾不出这么多时间。因此，MYCIN从未被应用于临床是预料之中的事。尽管有许多针对其他应用的专家系统被开发了出来，例如有毒物质泄漏管理、自动驾驶车辆的任务规划，以及语音识别等，但如今，这些系统在实际生活中很少被用到。

研究人员在人工智能发展早期尝试了许多不同的方法，这些方法通常都很巧妙，但并不实用。他们不仅低估了现实世界问题的复杂性，而且提出的解决方案无法进行大规模应用。在复杂的领域中，规则的数量可能会非常庞大，并且随着新的事实的出现而不断被添加，跟踪所有规则的例外情况并与之互动变得十分不切实际。例如，道格拉斯·勒奈（Douglas Lenat）在1984年启动了一个名为“Cyc”的项目，想要将常识代码化，这在当时似乎是一个好主意，但实际操作起来却成了一场噩梦。[6] 我们对世界上的大量事实都觉得理所当然，其中大部分都是基于经验。例如，从40英尺的高度落下的猫可能会毫发无损，[7] 但是从同一高度坠落的人就不同了。

早期AI进展得如此缓慢的另一个原因是，数字计算机还处于非常原

始的阶段，并且以今天的标准来看存储器成本十分高昂。但是由于数字计算机在逻辑运算、符号操作和规则应用方面非常高效，这些计算原语在20世纪会受到青睐并不令人惊讶。这也促使了卡内基–梅隆大学（Carnegie Mellon University）的两位计算机科学家艾伦·纽维尔（Allen Newell）和赫伯特·西蒙（Herbert Simon）于1955年写成了一套名为“逻辑理论家”的计算机程序，它可以证明《数学原理》（*Principia Mathematica*）一书中的逻辑定理。《数学原理》是阿尔弗雷德·怀特海德（Alfred North Whitehead）和伯特兰·罗素（Bertrand Russell）尝试把所有的数学知识系统化的一套书。这一时期，人们对于智能电脑即将到来寄予了厚望。

那些试图编写具有人类智能的计算机程序的AI先驱，本身并不太关心大脑是如何实现智能行为的。我问艾伦·纽维尔其中的缘由，他告诉我，他本人对大脑研究的见解持开放态度，但当时根本没有足够的相关信息可以借鉴。大脑功能的基本原理在20世纪50年代才慢慢开始被揭开，相关领域的带头人包括艾伦·霍奇金（Alan Hodgkin）和安德鲁·赫胥黎（Andrew Huxley），他们解释了大脑信号是如何通过神经中的电脉冲来实现远距离传送的，而另一带头人伯纳德·卡茨（Bernard Katz）则发现了这些电子信号如何经突触转化为化学信号来实现神经元间的通信。[8]

到了20世纪80年代，人们对大脑的了解日益增加，并且在生物学领域以外对大脑的接触也变得更加广泛，但对于新一代的AI研究人员来说，大脑本身已经变得无关紧要了。他们的目标是编写一个程序，使其拥有和大脑一样的功能。在哲学里，这种立场被称为“功能主义”，对许多人来说，这是一个可以忽略生物学中杂乱细节的绝佳说辞。但是一小群不属于主流群体的AI研究人员认为，受大脑生物学启发的那些被称为“神经网络”、“连接主义”和“并行分布处理”的AI实现方法，会最终解决困扰基于逻辑的AI研究的难题。我正是那一小群人中的一个。

从神经网络到人工智能

1989年，MIT计算机科学实验室主任迈克尔·德图佐斯（Michael Dertouzos）邀请我到MIT做一个有关我在基于神经网络的人工智能领域采用的开拓性研究方法的“杰出学者讲座”（图2–4）。到场后，我受到了德图佐斯的热情接待。乘电梯时他告诉我：“MIT有个传统，杰出学者讲座的演讲者需要在午餐时用5分钟的时间与教师和学生一起讨论他的讲座话题。”“而且，”当电梯门打开时，他补充道，“他们挺反感你在做的事情。”

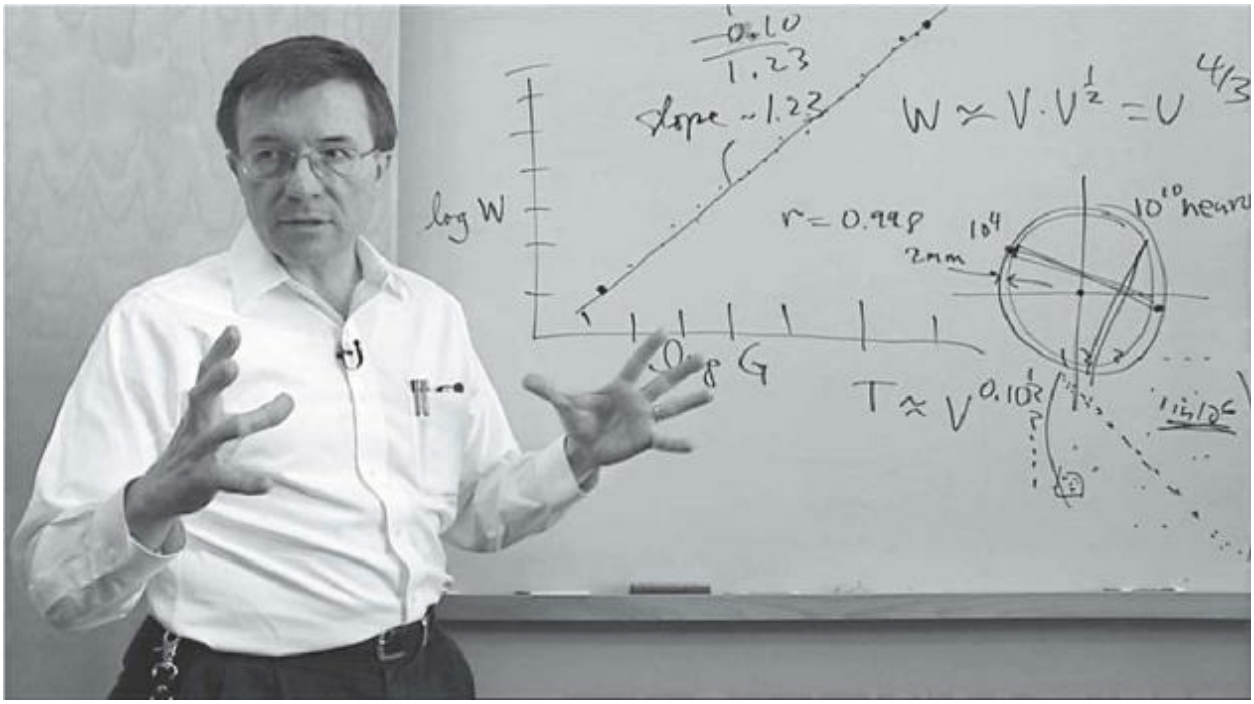


图2-4 我在介绍大脑皮层的比例法则，那是在1989年我加入索尔克生物研究所（Salk Institute）不久后。图片来源：Ciencia Explicada。

房间里挤满了差不多一百人，德图佐斯也很意外。科学家们站成一个圈，足足有三层：高级教员在第一层，第二层是初级教员，学生在最后一层。我走到圆圈的中心，正对着自助餐的主菜。我要在这5分钟里说些什么，才能让那些讨厌我工作的人改变想法呢？

我开始即兴发挥，“食物上这只苍蝇的大脑只有10万个神经元；它大概重1毫克，要消耗1毫瓦的能量，”我边说边驱赶苍蝇，“苍蝇能看，能飞，可以自己确定飞行方向，还能觅食。但最不可思议的是，它可以通过繁殖来进行自我复制。MIT拥有一台价值1亿美元的超级计算机：它消耗的能量是兆瓦级的，并需要一台巨型空调进行冷却。但是，超级计算机的最大成本是要消耗大量人力，也就是说程序员要满足它对程序的巨大需求。这台超级计算机不能看，不能飞，虽然它能与其他计算机交流，但它不能交配或自我复制。看得出这个场景描述里有什么问题吗？”

在一段长时间的沉默之后，一位高级教员说道：“因为我们还没有编写视觉程序。”（美国国防部最近向其战略计算计划注入了6亿美元，这项计划在1983—1993年间运行，但是缺少了为自动驾驶坦克创建的视觉系统）。[9] 我的回答是“祝你好运”。

在座的有杰拉德·苏斯曼（Gerald Sussman），他为用人工智能解决现实世界的问题做出了几个重要的应用，其中包括高精度轨道力学积分系统，为MIT致敬图灵经典杰作的AI实现方法挽回了尊严（图灵曾证明图灵机，即一个思维实验，可以计算任何可计算的函数）。“那需要多长时间？”我问。“你最好算快一点，否则就要有麻烦了。”我补充道，然后走到房间另一头给自己倒了一杯咖啡。我与教员的对话就这样结束了。

“这个场景出了什么问题？”是我实验室的每个学生都能回答的问题。但是在午餐时间，前两排观众都被难倒了。最后，第三排的一名学生这样回答：“数字计算机是一种通用设备，它可以被编程来计算任何东西，虽然效率很低，但苍蝇是一种专用计算机，可以看和飞，但无法平衡我的账户收支。”这就是正确答案。苍蝇眼中的视觉网络进化了数亿年，其视觉算法嵌入了它本身的网络。这就是为什么你可以利用苍蝇眼神经回路的布线图和信息流对视觉系统进行逆向工程，以及为什么你不能在数字计算机上这样做，因为硬件本身需要软件来指定要解决什么

问题。

我认出了在人群中微笑的罗德尼·布鲁克斯（Rodney Brooks）。我曾经邀请他参加在马萨诸塞州鳕鱼角的伍兹霍尔市（Woods Hole）举办的计算神经科学研讨会。布鲁克斯是澳大利亚人，20世纪80年代，他是MIT AI Lab的初级教员。那段时间他使用不依赖数字逻辑的构架搭建了爬行昆虫机器人。他后来成了实验室主管，随后又创建了打造出Roombas的公司iRobot。

那天下午我做演讲的房间很大，挤满了本科生，新生代想要展望未来，而不是徘徊在过去。我谈到了一个学习如何玩西洋双陆棋的神经网络，这是一个与伊利诺伊大学香槟分校（the University of Illinois in Urbana-Champaign）复杂系统研究中心（Center for Complex Systems Research）的物理学家杰拉德·特索罗（Gerald Tesauro）合作的项目。西洋双陆棋是两名玩家之间的比赛，棋子根据掷骰子的点数向前移动，在途中可以跳过对方的棋子。与具有确定性的国际象棋不同，西洋双陆棋是由偶然因素控制的：每次掷骰子的不确定性都使得对特定棋步结果的预测更加困难。这是一款在中东地区非常受欢迎的游戏，其中一些人以玩高赌注的比赛为生。

考虑到有10^{20} 个可能的西洋双陆棋棋盘摆法，基于逻辑和试探法编写程序来处理所有可能的摆法将会是一个不可能完成的任务。于是，我们让神经网络观看教师对局，通过模式识别来学习下棋。[10] 杰拉德后来让西洋双陆棋网络通过跟自己下棋进行学习，创建了第一个世界冠军级别的西洋双陆棋程序（第10章会详细讲述这个故事）。

演讲结束之后，我听说那天早上《纽约时报》有一篇关于政府机构如何大幅削减人工智能资金投入的头版文章。虽然对主流AI研究人员来说，寒冬已经来临，但它并没有影响到我和我的研究组成员，对我们来说，神经网络的春天才刚刚到来。

然而我们新的AI实现方法需要25年的时间才能在视觉、语音和语言

方面提供实际应用。即使在1989年，我也知道这需要很长时间。1978年，我还在普林斯顿大学读研究生时就在想，按照摩尔定律，计算机的运算能力会呈指数级增长，每18个月翻一番，那达到大脑的计算能力需要多长时间？我的结论是，到2015年会实现。幸运的是，这并没有阻止我继续探索。我对神经网络的信仰是基于我的直觉，即如果大自然解决了这些问题，我们也应该能够从大自然中学习到同样的解决方法。而我不得不耐心等待的这25年，与自然界的数亿年相比，它仅仅只是一个瞬间。

在视觉皮层内部，神经元呈多层次排列结构。随着感官信息在皮层间层层传递，对世界的呈现也变得越来越抽象。几十年来，随着神经网络模型层数的增加，其性能也在不断提高，直到最终达到了一个临界点，让我们能够解决在20世纪80年代只能幻想却无法解决的问题。深度学习可以自动找出能区分图像中不同物体的优质特征的过程，这就是今天的计算机视觉比5年前好得多的原因。

到2016年，计算机的运行速度已经快了上百万倍，计算机内存也从兆字节升级到了太字节（terabytes）。与20世纪80年代只有数百个单元和数千个连接的网络相比，现在模拟出的神经网络具有数百万个单元和数十亿个连接。尽管按照拥有数千亿个神经元和千万亿个突触连接的人类大脑的标准来看，这个数字仍然很小，但现有神经网络的规模已经可以在有限领域中进行原理的证明。

基于深度神经网络的深度学习已经出现了，但在有深度网络之前，我们必须学习如何训练浅层网络。

---

[1] 虽然直到1970年才正式成立，麻省理工学院人工智能实验室（MIT AI Lab）于 1959年就开始了相关的研究项目，并于2003年跟麻省理工学院计算机科学实验室（LCS）合并，组建了麻省理工学院计算机科学与人工智能实验室（CSAIL）。为了保持简洁和一致性，我把该机构统称为“MIT AI Lab”。

[2] 参阅Seymour A. Papert, “The Summer Vision Project,” AI Memo AIM-100, July 1, 1966, DSpace@MIT, https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/6125。根据麻省理工学院2016级毕业生

Michaela Ennis的说法：“有关麻省理工学院本科生被安排将‘计算机视觉’作为暑期研究项目的故事，帕特里克·温斯顿（Patrick Winston）教授每年都会拿到课堂上讲，他还说过这个本科生就是杰拉德·苏斯曼（Gerald Sussman）。”

[3] 参阅Roger Peterson, Guy Mountfort, and P. A. D. Hollom, *Field Guide to the Birds of Britain and Europe* , 5th ed. (Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2001).

[4] Bruce G. Buchanan and Edward H. Shortliffe, *Rule Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project* (Reading, MA:Addison-Wesley, 1984).

[5] S. Mukherjee, “A.I. versus M.D.: What Happens When Diagnosis Is Automated?”*New Yorker* , April 3, 2017.

[6] Pedro Domingos, *The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World* (New York: Basic Books, 2015), 35. 甚至没有人知道如何量化所有常识，我们把拥有常识当成理所当然的事。

[7] 猫比人的体重要轻，即使背朝下掉落，也可以在空中翻转过来四肢着地。J.A. Sechzera, S. E. Folsteina, E. H. Geigera, R. F. and S. M. Mervisa, “Development and Maturation of Postural Reflexes in Normal Kittens,” *Experimental Neurology* 86, no. 3 (1984): 493–505.

[8] B. Katz, *Nerve, Muscle, and Synapse* (New York: McGraw-Hill, 1996); A. Hodgkin,*Chance and Design: Reminiscences of Science in Peace and War* (Cambridge:Cambridge University Press, 1992).

[9] M. Stefik, “Strategic Computing at DARPA: Overview and Assessment,”*Communications of the ACM* 28, no.7 (1985): 690–704.

[10] G. Tesauro and T. J. Sejnowski, “A Parallel Network That Learns to Play Backgammon,” *Artificial Intelligence* 39 (1989): 357–390.

03
神经网络的黎明

任何人工智能的难题都可以被解决。唯一能证明这一论断成立的是这样一个事实：自然界通过进化已经解决了这些难题。但在20世纪50年代就已经存在各种暗示，如果AI研究者能够选择完全不同于符号处理的方式，计算机会如何表现出智能行为。

第一条暗示是，我们的大脑是强大的模式识别器。我们的视觉系统可以在1/10秒内识别混乱场景中的对象，即使我们可能从未见过那个特定的对象，也不论该对象在什么位置，多大尺寸，以什么角度面对我们。简而言之，我们的视觉系统就像一台以“识别对象”作为单一指令的计算机。

第二条暗示是，我们的大脑可以通过练习来学会如何执行若干艰巨的任务，比如弹钢琴、掌握物理学知识。大自然使用通用的学习方法来解决特殊的问题，而人类则是顶尖的学习者。这是我们的特殊能力。我们大脑皮层的结构整体上是相似的，并且我们所有的感受系统和运动系统都有深度学习网络。[1]

第三条暗示是，我们的大脑并没有充斥着逻辑或规则。当然，我们可以学习逻辑思维或遵守规则，但必须要经过大量的训练，而我们当中的大多数人对此并不在行。这一点可以通过人们在一个叫作“华生选择任务”（Wason selection task）的逻辑谜题上的典型表现来进行说明（见图3–1）。

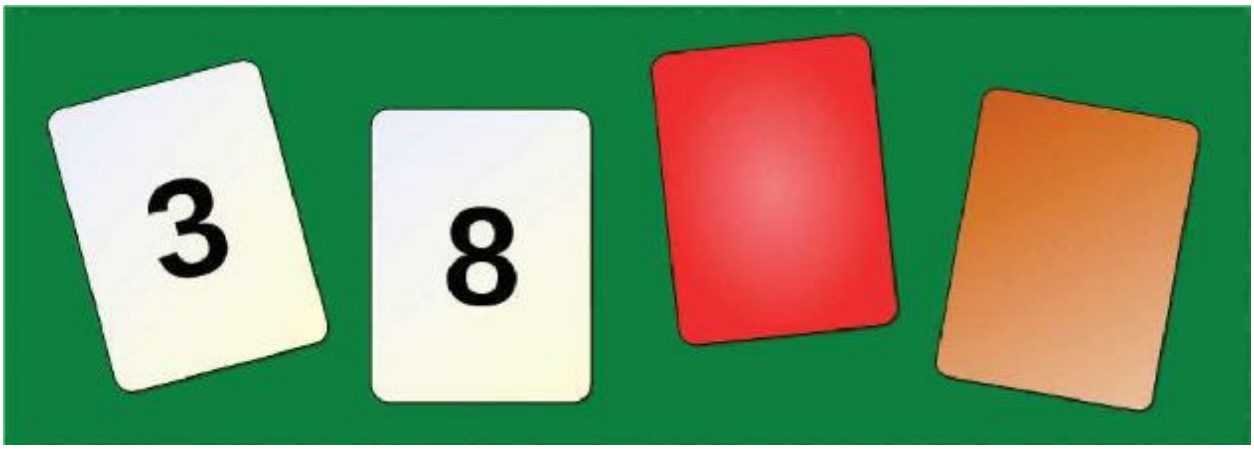


图3-1 这四张卡片，每张都是一面有数字，另一面涂满了颜色。要测试以下命题为真：一张卡片在一面显示为偶数，那它的另一面就是红色的。你需要翻哪（几）张牌呢？图片来源：“华生选择任务”，维基百科。

正确的选择是正面为数字“8”，背面为棕色的卡片。在最初的研究中，只有10% 的受试者给出了正确的答案。[2] 但是，当给这项逻辑测试加上了熟悉的背景信息时，大多数受试者都能很快找出正确答案（见图3–2）。

推理似乎是基于特定领域的，我们对该领域越熟悉，就越容易解决其中的问题。经验使得在一个领域内进行推理变得更容易，因为我们可以用已有的例子来下意识地得到解决方案。例如，在物理学中，我们通过解决各种问题，而不是通过背诵公式，来学习电磁学领域的知识。如果人类的智能是完全基于逻辑的，那么它应该是跨领域的通用智能，但事实并非如此。



图3-2 每张卡片都是一面有一个年龄数字，另一面印着一种饮料。需要翻哪（几）张牌才能检验这条法律：如果你正在喝酒，那说明你一定超过18岁了？图片来源：“华生选择任务”，维基百科。

第四条暗示是，我们的大脑充满了数百亿个小小的神经元，每时每刻都在互相传递信息。这表明，要解决人工智能中的难题，我们应该研究具有大规模并行体系结构的计算机，而不是那些具有冯·诺依曼数字体系结构，每次只能获取和执行一个数据或指令的计算机。是的，图灵机在被给予足够内存和时间的条件下，的确可以计算任何可计算的函数，但自然界必须实时解决问题。要做到这一点，它利用了大脑的神经网络，就像地球上最强大的计算机一样，它们具有大量的并行处理器。只有能有效运行的算法，最终才能在自然选择中胜出。

深度学习的起点

20世纪五六十年代，在诺伯特·维纳（Norbert Wiener）提出基于机器和生物中的通信和控制系统的控制论之后不久，[3] 学界对自组织系统开始产生了浓厚的兴趣。而其中一个独创性产物便是由奥利弗·塞弗里奇（Oliver Selfridge）创造的Pandemonium（鬼域）。[4] 这是一个图案识别设备，其中进行特征检测的“恶魔”通过互相竞争，来争取代表图像中对象的权利（深度学习的隐喻，见图3–3）。斯坦福大学的伯纳德·威德罗（Bernard Widrow）和他的学生泰德·霍夫（Ted Hoff）发明了LMS（最小均方）学习算法，[5] 它与其后继算法一起被广泛用于自适应信号处理，例如噪声消除、财务预测等应用。在这里，我将重点关注一位先驱弗兰克·罗森布拉特（Frank Rosenblatt）（图3–4），他发明的感知器是深度学习的前身。[6]

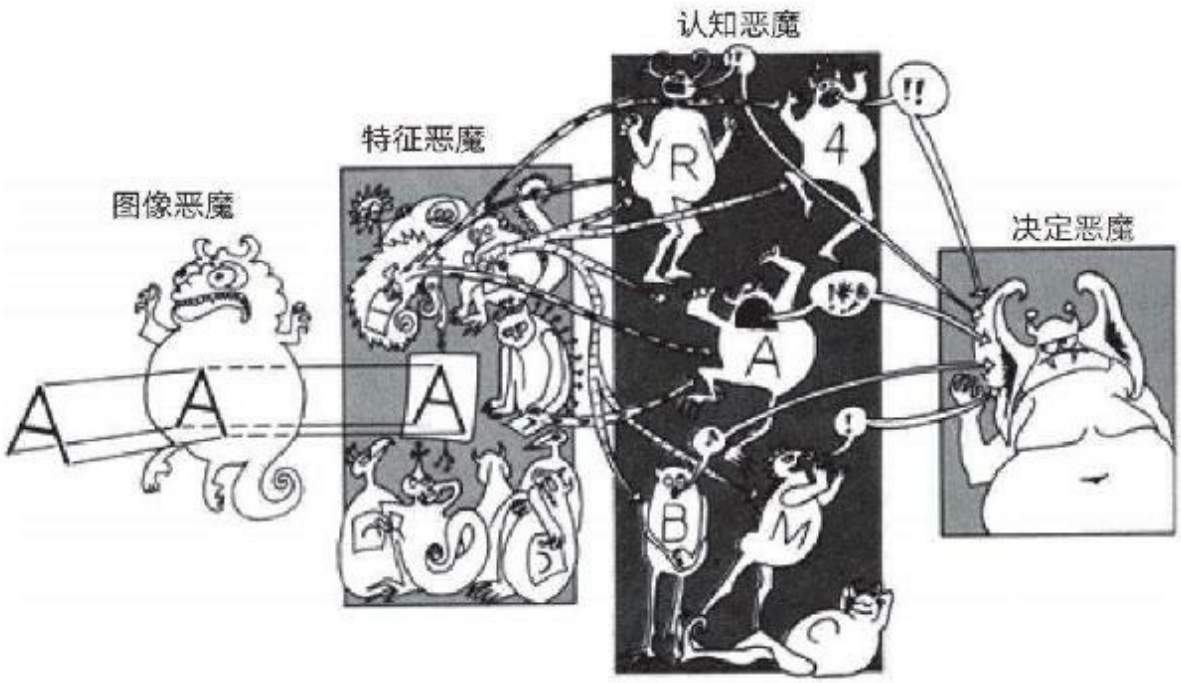
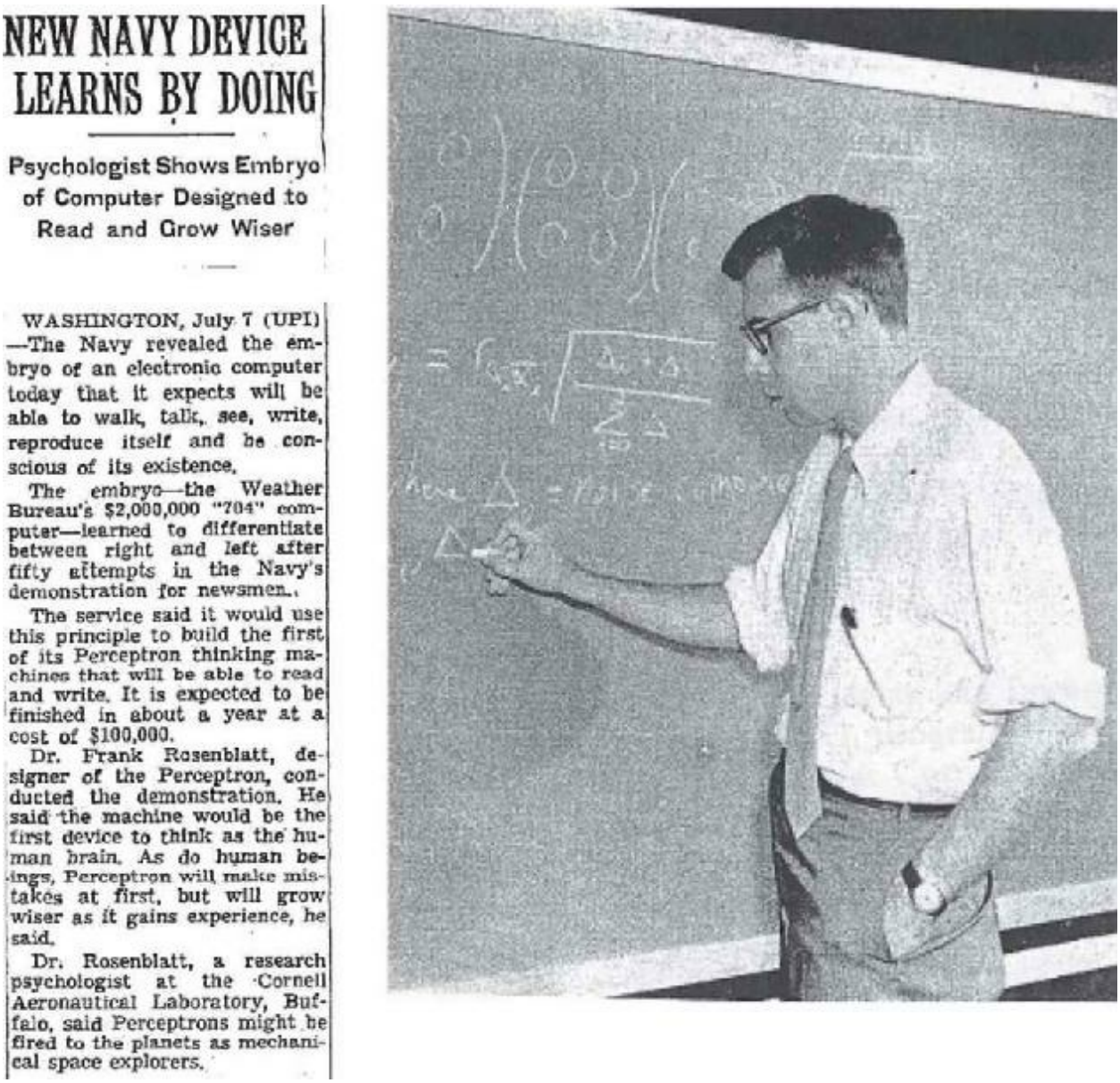


图3-3 Pandemonium。奥利弗·塞弗里奇认为，大脑中有恶魔负责从感官输入中先后提取更复杂的特征和抽象概念，从而做出决定。如果每个级别的恶魔与前一个级别的输入相匹配，则会激动不已。做决定的恶魔需要衡量所有信息传递者的兴奋程度和重要性。这种形式的证据评估是对当前多层次深度学习网络的隐喻。图片来源：Peter H. Lindsay and Donald A. Norman, Human Information Processing: An Introduction to Psychology , 2nded. (New York: Academic Press, 1977)，图3-1。维基共享资源：https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pande.jpg。



NEW NAVY DEVICE LEARNS BY DOING

Psychologist Shows Embryo of Computer Designed to Read and Grow Wiser

WASHINGTON, July 7 (UPI) —The Navy revealed the embryo of an electronic computer today that it expects will be able to walk, talk, see, write, reproduce itself and be conscious of its existence.

The embryo—the Weather Bureau's $2,000,000 "704" computer—learned to differentiate between right and left after fifty attempts in the Navy's demonstration for newsmen.

The service said it would use this principle to build the first of its Perceptron thinking machines that will be able to read and write. It is expected to be finished in about a year at a cost of $100,000.

Dr. Frank Rosenblatt, designer of the Perceptron, conducted the demonstration. He said the machine would be the first device to think as the human brain. As do human beings, Perceptron will make mistakes at first, but will grow wiser as it gains experience, he said.

Dr. Rosenblatt, a research psychologist at the Cornell Aeronautical Laboratory, Buffalo, said Perceptrons might be fired to the planets as mechanical space explorers.

图3-4 深思中的康奈尔大学教授弗兰克·罗森布拉特，他发明了感知器。作为深度学习网络的早期雏形，感知器是能够将图像进行分类的简易学习算法。图中文章是1958年7月8日在《纽约时报》上发表的一篇来自合众国际社（UPI）的报道。感知器在1959年完成时预计花费了10万美元，相当于今天的100万美元。IBM704计算机在1958年价值200万美元，相当于现在的2000万美元，可以实现每秒12000次的乘法运算，这在当时已经是极快的速度了。不过相比之下，现在价格要低得多的三星Galaxy S6手机每秒可以执行340亿次操作，速度要快100万倍以上。图片来源：George Nagy。

从样本中学习

尽管我们对大脑功能缺乏足够的了解，但神经网络的AI先驱们依然依靠着神经元的绘图以及它们相互连接的方式，进行着艰难的摸索。康奈尔大学的弗兰克·罗森布拉特是最早模仿人体自动图案识别视觉系统架构的人之一。[7] 他发明了一种看似简单的网络感知器（perceptron），这种学习算法可以学习如何将图案进行分类，例如识别字母表中的不同字母。算法是为了实现特定目标而按步骤执行的过程，就像烘焙蛋糕的食谱一样（关于算法，将会在第13章中进行介绍）。

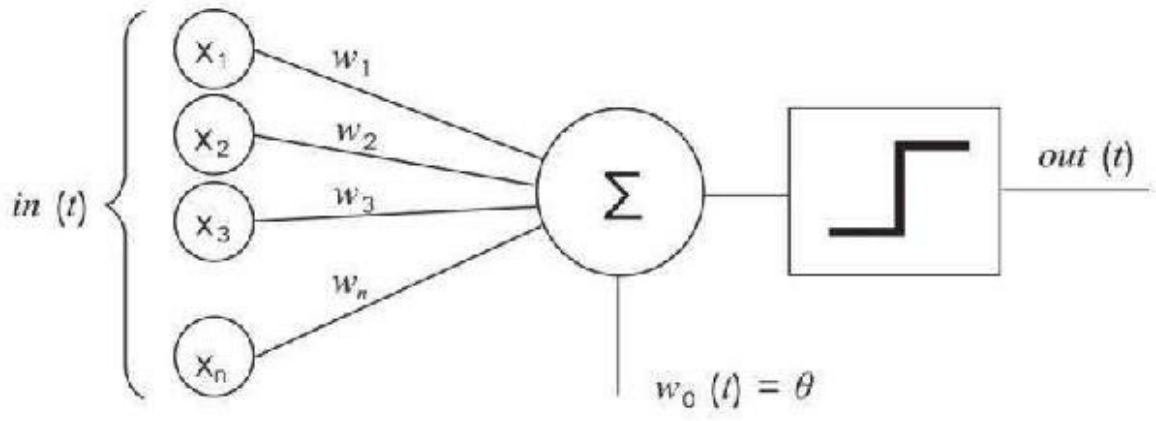
如果你了解了感知器如何学习图案识别的基本原则，那么你在理解深度学习工作原理的路上已经成功了一半。感知器的目标是确定输入的图案是否属于图像中的某一类别（比如猫）。方框3.1解释了感知器的输入如何通过一组权重，来实现输入单元到输出单元的转换。权重是对每一次输入对输出单元做出的最终决定所产生影响的度量，但是我们如何找到一组可以将输入进行正确分类的权重呢？

工程师解决这个问题的传统方法，是根据分析或特定程序来手动设定权重。这需要耗费大量人力，而且往往依赖于直觉和工程方法。另一种方法则是使用一种从样本中学习的自动过程，和我们认识世界上的对象的方法一样。需要很多样本来训练感知器，包括不属于该类别的反面样本，特别是和目标特征相似的，例如，如果识别目标是猫，那么狗就是一个相似的反面样本。这些样本被逐个传递给感知器，如果出现分类错误，算法就会自动对权重进行校正。

这种感知器学习算法的美妙之处在于，如果已经存在这样一组权重，并且有足够数量的样本，那么它肯定能自动地找到一组合适的权重。在提供了训练集中的每个样本，并且将输出与正确答案进行比较后，感知器会进行递进式的学习。如果答案是正确的，那么权重就不会发生变化。但如果答案不正确（0被误判成了1，或1被误判成了0），权重就会被略微调整，以便下一次收到相同的输入时，它会更接近正确答案（见方框3.1）。这种渐进的变化很重要，这样一来，权重就能接收

来自所有训练样本的影响，而不仅仅是最后一个。

3.1
感知器



感知器是具有单一人造神经元的神经网络，它有一个输入层，和将输入单元和输出单元相连的一组连接。感知器的目标是对提供给输入单元的图案进行分类。输出单元执行的基本操作是，把每个输入（x_n）与其连接强度或权重（w_n）相乘，并将乘积的总和传递给输出单元。上图中，输入的加权和（$\sum_{i=1,\ldots,n} w_i x_i$）与阈值$\theta$进行比较后的结果被传递给阶跃函数。如果总和超过阈值，则阶跃函数输出“1”，否则输出“0”。例如，输入可以是图像中像素的强度，或者更常见的情况是，从原始图像中提取的特征，例如图像中对象的轮廓。每次输入一个图像，感知器会判定该图像是否为某类别的成员，例如猫类。输出只能是两种状态之一，如果图像处于类别中，则为“开”，否则为“关”。“开”和“关”分别对应二进制值中的1和0。感知器学习算法可以表达为：

$\delta w_i = \alpha \delta x_i$

δ =output–teacher,

这里，output（输出值）和 teacher（实际值）都是二进制的，所以根据差值，如果输出正确，δ =0，如果输出不正确，δ =+1或者–1。

如果对感知器学习的这种解释还不够清楚，我们还可以通过另一种更简洁的几何方法，来理解感知器如何学习对输入进行分类。对于只有两个输入单元的特殊情况，可以在二维图上用点来表示输入样本。每个输入都是图中的一个点，而网络中的两个权重则确定了一条直线。感知器学习的目标是移动这条线，以便清楚地区分正负样本（见图3–5）。对于有三个输入单元的情况，输入空间是三维的，感知器会指定一个平面来分隔正负训练样本。在一般的情况下，即使输入空间的维度可能相当高且无法可视化，同样的原则依然成立。

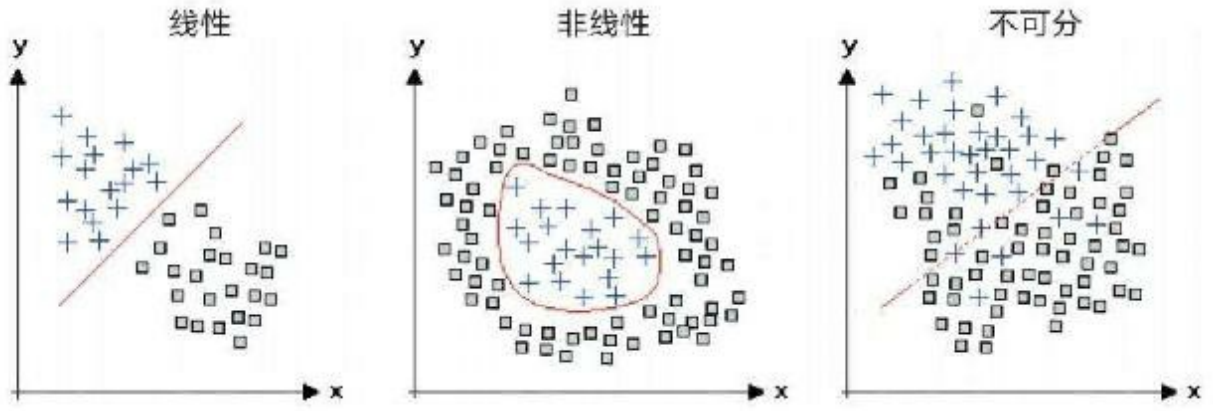


图3–5 关于感知器如何区分两个对象类别的几何解释。这些对象有两个特征，例如尺寸和亮度，它们依据各自的坐标值（x，y）被绘制在每张图上。左边图中的两种对象（加号和正方形）可以通过它们之间的直线分隔开；感知器能够学习如何进行这种区分。其他两个图中的两种对象不能用直线隔开，但在中间的图中，两种对象可以用曲线分开。而右侧图中的对象必须舍弃一些样本才能分隔成两种类型。如果有足够的训练数据，深度学习网络就能够学习如何对这三个图中的类型进行区分。

最终，如果解决方案是可行的，权重将不再变化，这意味着感知器已经正确地将训练集中的所有样本进行了分类。但是，在所谓的“过度拟合”（overfitting）中，也可能没有足够的样本，网络仅仅记住了特定的样本，而不能将结论推广到新的样本。为了避免过度拟合，关键是要

有另一套样本，称为“测试集”（test set），它没有被用于训练网络。训练结束时，在测试集上的分类表现，就是对感知器是否能够推广到类别未知的新样本的真实度量。泛化（generalization）是这里的关键概念。在现实生活中，我们几乎不会在同样的视角看到同一个对象，或者反复遇到同样的场景，但如果我们能够将以前的经验泛化到新的视角或场景中，我们就可以处理更多现实世界的问题。

利用感知器区分性别

举一个用感知器解决现实世界问题的例子。想想如果去掉头发、首饰和第二性征，比如男性比女性更为突起的喉结，该如何区分男性和女性的面部。比阿特丽斯·哥伦布（Beatrice Golomb）是 1990年我实验室里的一名博士后研究员，她利用一个数据库中的大学生面部照片作为感知器的输入，经过训练的感知器能以81%的准确度对面部的性别进行分类（见图3–6）。 [8] 而对于感知器难以分类的面部，人类也同样很难做出区分。我实验室的成员在同一组人的面部识别上达到了88% 的平均准确度。比阿特丽斯还训练了多层感知器（将在第8章中介绍），其准确度达到了92%， [9] 比我实验室的成员还要准确。她在1991年的NIPS大会上发表的演讲中总结道：“经验可以提高性能，这表明实验室的研究人员需要花更多时间来进行性别鉴定的工作。”她把她的多层感知器叫作“SEXNET”（性别网络）。在问答环节，有人问是否可以使用SEXNET来检测异装癖者的面孔。“可以。”比阿特丽斯这样回答。而NIPS大会的创始人爱德华·波斯纳（Edward Posner）辩驳道：“那就应该叫DRAGNET（法网）。” [10]

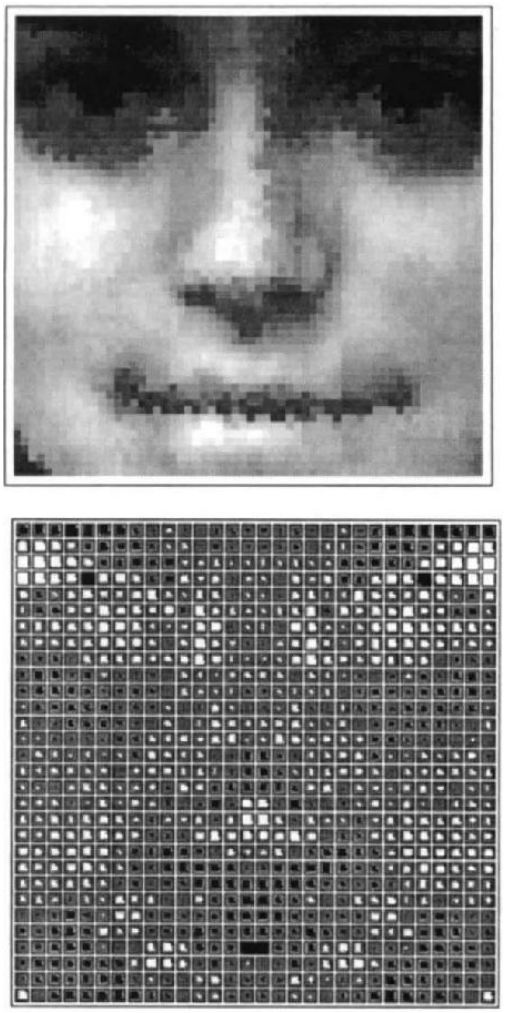


图3-6 这张脸属于男性还是女性？人们通过训练感知器来辨别男性和女性的面孔。来自面部图像（上图）的像素乘以相应的权重（下图），并将该乘积的总和与阈值进行比较。每个权重的大小被描绘为不同颜色像素的面积。正值的权重（白色）表现为男性，负值的权重（黑色）倾向于女性。鼻子宽度，鼻子和嘴之间区域的大小，以及眼睛区域周围的图像强度对于区分男性很重要，而嘴和颧骨周围的图像强度对于区分女性更重要。图片来源：M. S. Gray, D. T. Lawrence, B. A. Golomband T.J.Sejnowski, “A Perceptron Revealsthe Face of Sex, ” Neural Computation 7 (1995):1160-1164, 图1。

区分男性与女性面部的工作有趣的一点是，虽然我们很擅长做这种区分，却无法确切地表述男女面部之间的差异。由于没有单一特征是决定性的，因此这种模式识别问题要依赖于将大量低级特征的证据结合起来。感知器的优点在于，权重提供了对性别区分最有帮助的面部的线索。令人惊讶的是，人中（即鼻子和嘴唇之间的部分）是最显著的特征，大多数男性人中的面积更大。眼睛周围的区域（男性较大）和上颊

（女性较大）对于性别分类也有着很高的信息价值。感知器会权衡来自所有这些位置的证据来做出决定，我们也是这样来做判定的，尽管我们可能无法描述出到底是怎么做到的。

1957年罗森布拉特对“感知器收敛定理”的证明是一个突破，他的演示令人印象深刻。在美国海军研究办公室（Office of Naval Research）的支持下，他搭建了一个以400个光电单元作为输入的定制硬件模拟计算机，其权重是由电机调整的可变电阻电位器。模拟信号随着时间连续变化，就像黑胶唱片中的信号一样。用一组图片集（其中部分图片中有坦克，另外一部分则没有）进行训练，罗森布拉特的感知器即使在新图像中也能准确识别坦克。这一成果经《纽约时报》报道后引起了轰动（见图3–4）。[11]

感知器激发了对高维空间中模式分离的美妙的数学分析。当那些点存在于有数千个维度的空间中时，我们就无法依赖在生活的三维空间里对点和点之间距离的直觉。俄罗斯数学家弗拉基米尔·瓦普尼克（Vladimir Vapnik）在这种分析的基础上引入了一个分类器，称为“支持向量机”（Support Vector Machine），[12] 它将感知器泛化，并被大量用于机器学习。他找到了一种自动寻找平面的方法，能够最大限度地将两个类别的点分开（见图3–5，线性）。这让泛化对空间中数据点的测量误差容忍度更大，再结合作为非线性扩充的“内核技巧”（kernel trick），支持向量机算法就成了机器学习中的重要支柱。[13]

被低估的神经网络

但是有一个限制，使得感知器的研究存在问题。上面的假设“如果存在这样的权重集合”提出了一个这样的困惑，即什么样的问题可能或不可能被感知器解决。令人尴尬的是，在二维平面中，简单分布的点不能被感知器分开（见图3–5，非线性）。事实证明，坦克感知器不是坦

克分类器，而是天气分类器。[14] 对图像中的坦克进行分类要困难得多，而事实上，它不能用感知器来完成。这也表明，即使感知器学到了一些东西，也可能不是你认为它应该学到的那些东西。压倒感知器的最后一根稻草是马文·明斯基和西摩尔·帕普特在1969年发表的数学专著《感知器》（*Perceptrons*）。[15] 他们明确的几何分析表明，感知器的能力是有限的：它们只能区分线性可分的类别（见图3–5）。这本书的封面展示了明斯基和帕普特证明的感知器无法解决的几何问题（见图3–7）。尽管在书的末尾，明斯基和帕普特考虑了将单层感知器进行泛化成为多层感知器的前景，但他们怀疑可能没有办法训练这些更强大的感知器。不幸的是，许多人对他们的论断坚信不疑，于是这个研究领域渐渐被人们遗忘，直到20世纪80年代，新一代神经网络研究人员开始重新审视这个问题。

在感知器中，每个输入都独立地向输出单元提供证据。但是，如果需要依靠多个输入的组合来做决定，那会怎样呢？这就是感知器无法区分螺旋结构是否相连的原因：单个像素并不能提供它是在内部还是外部的位置信息。尽管在多层前馈神经网络中，可以在输入和输出单元之间的中间层中形成多个输入的组合，但是在20世纪60年代，还没有人知道如何训练简单到中间只有一层“隐藏单元”（hiddenunits）的神经网络。

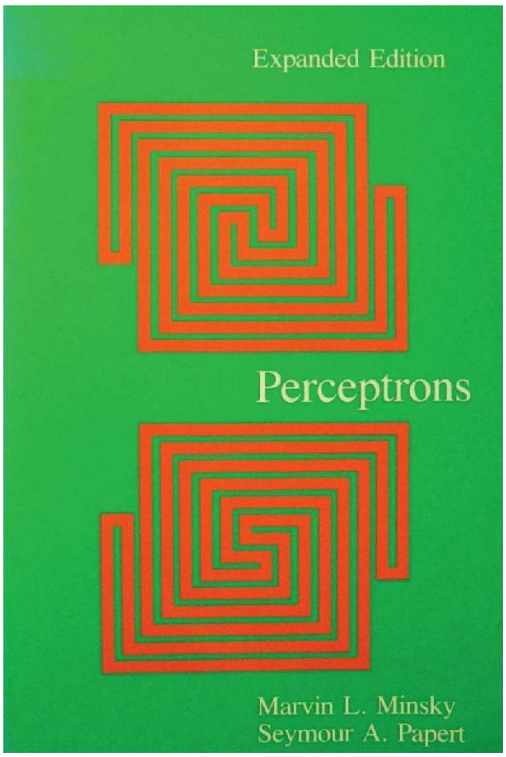


图3-7 《感知器》一书的增订版封面。两个红色的螺旋结构看起来一样，但实际并非如此。上方的图案由两个不相连的螺旋线组成，下面的则是单一的螺旋线。你可以通过用铅笔跟踪环路的内部路径来验证。明斯基和帕普特证明了感知器不能区分这两个对象。你能直接用肉眼看出区别吗？为什么不能？

弗兰克·罗森布拉特和马文·明斯基曾是纽约市布朗克斯科技高中的同班同学。他们在科学会议上为各自迥异的人工智能研究方法展开了辩论，而与会者更倾向于明斯基的方法。尽管存在差异，但他们二人对我们理解感知器都有着重要贡献，而这正是深度学习的起点。

罗森布拉特在1971年死于一次驾船事故，年仅43岁，当时正值人们几乎一边倒地反对感知器的时期。有传言说他可能是自杀，但也可能只是一次不幸的出游。 [16] 不可否认的是，一个发现了利用神经网络进行计算的新方式的英雄时代已经谢幕；又过了整整一代人的时间，罗森布拉特开创性努力的承诺才得以实现。

---

[1] 在空间上，人们发现细胞特性和连接性在皮层不同部分之间存在差异，这可能反映了不同感官系统的特异化和其结构的层次性。

[2] P. C. Wason, “Self-Contradictions,” in P. N. Johnson-Laird and P. C. Wason, eds.,*Thinking: Readings in Cognitive Science* (Cambridge: Cambridge University Press,1977).

[3] Norbert Wiener, *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine* (Cambridge, MA: MIT Press, 1948).

[4] O. G. Selfridge, “Pandemonium: A Paradigm for Learning,” in D. V. Blake and A. M.Uttley, eds., *Proceedings of the Symposium on Mechanisation of Thought Processes* (1959): 511–529.

[5] 参阅Bernard Widrow and Samuel D. Stearns, *Adaptive Signal Processing* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1985)。

[6] 参阅Frank Rosenblatt, *Principles of Neurodynamics: Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms* (Washington, DC: Spartan Books, 1962)。

[7] 罗森布拉特虽然是位喜欢在康奈尔大学校园内开跑车的腼腆单身汉，但同时还是一位有着广泛兴趣的博学之人。他的兴趣之一，就是在凌日现象发生时，研究如何通过测量远处恒星表面亮度的略微下降，来寻找围绕其运转的行星。这种方法现在常用于检测银河系中绕着恒星运转的太阳系外行星。

[8] M. S. Gray, D. T. Lawrence, B. A. Golomb, and T. A. Sejnowski, “A Perceptron Reveals the Face of Sex,” *Neural Computation* 7, no. 6 (1995): 1160–1164.

[9] B. A. Golomb, D. T. Lawrence, and T. J. Sejnowski, “SEXNET: A Neural Network Identifies Sex from Human Faces,” in R. Lippmann, and D. S. Touretzky, eds.,*Advances in Neural Information Processing Systems* 3 (1991): 572–577.

[10] 波斯纳一语双关，暗示了一部流行的电视剧《法网》（*Dragnet* ），取材于20世纪50年代来自洛杉矶警察局的罪犯克星。

[11] M. Olazaran. “A Sociological Study of the Official History of the Perceptrons Controversy,” *Social Studies of Science* 26, no. 3 (1996): 611–659.

[12] Vladimir Vapnik, *The Nature of Statistical Learning Theory* (New York: Springer1995), 138.

[13] Weifeng Liu, José C. Principe, and Simon Haykin, *Kernel Adaptive Filtering: A Comprehensive Introduction* (Hoboken, NJ: Wiley, 2010).

[14] 根据尤德科夫斯基在“Artificial Intelligence as a Positive and Negative Factor in Global Risk”中的记录，训练集中的坦克图片样本都是在阴天拍摄的，无坦克样本图片都是在晴天拍摄的。——译者注

[15] Marvin Minsky and Seymour Papert, *Perceptrons* (Cambridge, MA: MIT Press,1969). 也可参阅Marvin Lee Minsky and Seymour Papert, *Perceptrons: An Introduction to Computational Geometry* , expanded ed. (Cambridge, MA: MITPress, 1988)。

[16] 据加州大学圣迭戈分校的同事Harvey Karten称，罗森布拉特是一位经验丰富的水手。他曾带领一群学生驾船出游。船好像撞到了什么，他从船上落入水中，但当时没有一个学生能

救得了他。（个人对话，2017年11月8日。）

04
大脑式的计算

“如果我有大脑”，这是1939年经典音乐电影《绿野仙踪》（*The Wizard of Oz* ）里稻草人的唱词。但稻草人不知道的是，他早就已经有大脑了，否则他就没法说话或唱歌。但真正的问题是，他的大脑只诞生了两天，里面没有经验，空空如也。随着时间的推移，他对世界有了充分的认识，最后被公认为是奥兹国里最聪明的人，聪明到能意识到自己的局限。而铁皮人唱的是，“如果我能有心”。他和稻草人为心和脑哪个更重要而争论不休。在奥兹国中，认知和情感这两个大脑的产物在精妙的平衡中共同协作，通过不断学习慢慢创造出了类人的智慧。这在真实世界里亦是如此。这部音乐剧也引出了本章的主题：如果人工智能拥有大脑和心脏。

网络模型能够模仿智能行为

我和杰弗里·辛顿（见图4–1）在1979年他组织的一次研讨会上相识。因为对神经网络模型的未来抱有相似的信念，我们很快就成了朋友。后来我们合作研究出了一种新型神经网络模型，叫作“玻尔兹曼机”（Boltzmann machine）（将在第7章中进行讨论），并就此打破了阻碍一代人研究多层网络模型的僵局。

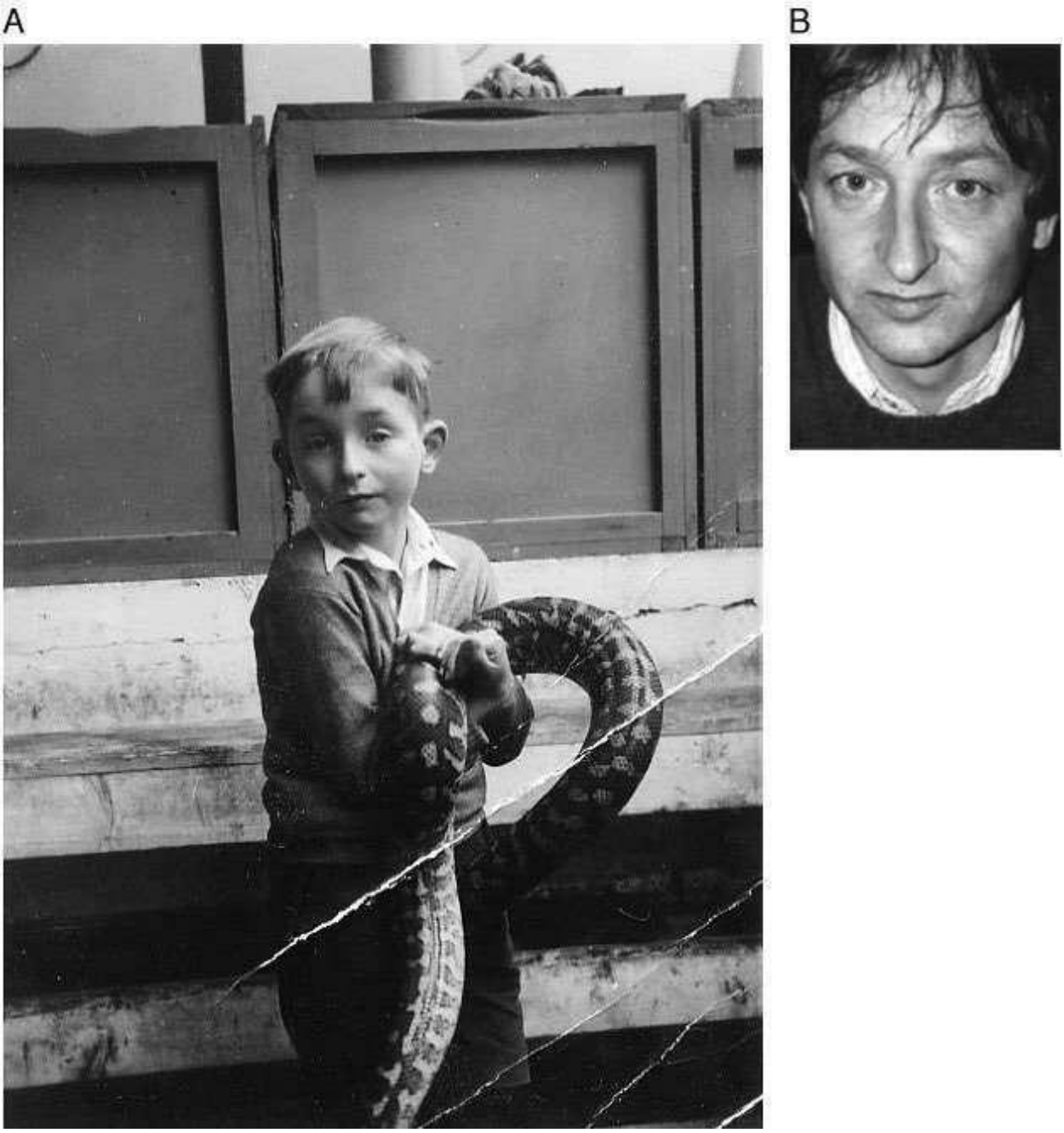


图4-1 （A）童年时期的杰弗里·埃弗里斯特·辛顿（Geoffrey Everest Hinton）。他的中间名来自一个亲戚乔治·埃弗里斯特（George Everest）。乔治曾在印度负责勘测工作，并想出了测量世界上最高峰高度的方法，后来该峰以他的名字被命名为Everest（即珠穆朗玛峰）。（B）1979年的辛顿。这两张照片的拍摄时间间隔了15年。图片来源：杰弗里·辛顿。

每隔几年，我都会接到杰弗里的一个电话，第一句都是“我想清楚大脑是怎么工作的了”。每一次，他都会告诉我一个巧妙的改进神经网络模型的新方案。尝试了多种方案并进行了若干次的改进后，利用多层

神经网络的深度学习才在手机中的语音识别和识别照片中的对象等方面达到了与人类相近的水平。公众几年前才意识到深度学习的这些能力，虽然现在这些已经是众所周知的了，但这一过程却花费了相当长的时间。

杰弗里在剑桥大学获得了心理学学士学位，并在爱丁堡大学获得了人工智能博士学位。他的论文导师是克里斯托弗·朗古特–希金斯（Christopher Longuet-Higgins）。希金斯是一位杰出的化学家，他发明了一种早期的联想记忆网络模型。那时，实现人工智能的主流方式是基于使用符号、逻辑和规则来编写智能行为的程序；认知心理学家已经采用这种方法来理解人类的认知能力，尤其是语言。而那时的杰弗里却在逆流而行。没有人能预见到他有朝一日会搞清楚大脑——或者至少类似大脑的某种东西——的工作原理。他的讲座非常引人入胜，他能够清楚地解释抽象的数学概念，连没有太多数学基础的人都能够理解和掌握。他的机智和不失谦逊的幽默感令人倾倒。杰弗里天生也有着激进的一面，特别是当涉及大脑的话题时。

我们第一次见面时，杰弗里还是加州大学圣迭戈分校（UCSD）的一名博士后研究员，在由大卫·鲁姆哈特（David Rumelhart）和詹姆斯·麦克莱兰（James McClelland）领导的并行分布式处理（Parallel Distributed Processing，PDP）实验室工作。杰弗里坚信，将由简单处理单元构成的网络、并行工作和从样本中学习相结合，是理解认知的更好的方式。当时PDP实验室正在探索如何以分布在网络中的大量节点活动的形式来理解文字和语言，而杰弗里是其中的核心人物。

认知科学中理解语言的传统方法是基于符号表征。例如，“杯子”这个词是代表杯子概念的符号，不是特指某个杯子，而是指所有杯子。符号的美妙之处在于，它们让我们能够对复杂的概念进行压缩，并运用它们；而符号的问题在于，这种过分概括的表达形式使其很难在现实世界中被精确地描述出来——在现实世界中，杯子的样式、形状和尺寸有着无数种可能。虽然我们大多数人在看到杯子的时候都能很快认出它是什

么，但没有一个逻辑程序能够清楚地指认哪个东西是杯子，哪个不是，也无法识别出图片中的杯子。正义、和平之类的抽象概念更会让一个计算机程序产生困惑。另一种方法是，通过大量神经元上的活动模式来表示杯子，如此一来就可以捕捉概念之间的相似和差异点。这赋予了符号可以反映其含义的丰富的内部结构。问题在于，在1980年，还没有人知道如何创建这些内部表征。

在20世纪80年代，相信网络模型能够模仿智能行为的人并不只有我和杰弗里。全世界有一些研究人员，虽然大多都在独自耕耘，但与我们有着共同的信念，坚持不懈地开发着专门的网络模型。他们当中的一位，克里斯托弗·冯·德·马尔斯伯格（Christoph von der Malsburg），开发了一种模式识别模型，将发射脉冲的人造神经元连接在一起，[1] 并证明了这种方法可以识别图像中的人脸。[2] 另外，大阪大学的福岛邦彦（Kunihiko Fukushima）发明了神经认知机（Neocognitron），[3] 一个基于视觉系统架构的多层网络模型，它使用了卷积滤波器和简单形式的赫布可塑性（Hebbian plasticity），这也是深度学习网络的一个直接的前身。第三个例子是赫尔辛基大学的电气工程师戴沃·科霍宁（Teuvo Kohonen），他开发了一个自组织网络，可以学习将相似的输入通过不同的处理单元聚类到二维映射中（例如可以用来代表不同的语音），相似的输入能够激活输出空间的相邻区域。[4] 科霍宁网络模型的一个主要优点是，它不需要对每个输入的类别进行标记（通过生成标记来训练监督网络的花费十分高昂）。科霍宁的箭袋中只有一支箭，但却被打磨得非常精良。

在加州大学洛杉矶分校的朱迪亚·珀尔（Judea Pearl）引入了将网络中的结点用概率联系起来的信念网络，比如草地变湿，是因为喷水器打开了的概率，或者因为下雨了的概率。[5] 这是一个很有前景的将概率网络系统化的早期尝试。虽然珀尔的网络模型是一个可以用于追踪世间因果关系的强大框架，但手动分配所有所需概率已经被证明是不切实际的。能够自动找到概率的学习算法依然有待突破（会在本书第二部分讨

论）。

上述几个例子和其他基于网络的模型都有一个共同的致命缺陷：它们都不足以解决现实世界中的问题。而且，开发它们的先驱者很少与他人合作，要取得进展就更加举步维艰。如此一来，麻省理工学院、斯坦福大学和卡内基–梅隆大学的一流人工智能研究中心里，就没有多少人看好神经网络了。基于规则的符号处理获得了大部分资金支持，并完成了大部分的相关研究工作。

神经网络先驱者

1979年，杰弗里·辛顿和布朗大学心理学家詹姆斯·安德森在加利福尼亚的拉荷亚市组织了联想记忆的并行模型研讨会。[6] 大多数参与者互相之间都是第一次见面。我很惊讶自己能够受邀参加研讨会，我那会儿只是哈佛大学医学院神经生物学的博士后研究员，而且只在一些不太知名的期刊上发表了一些关于神经网络的技术论文。杰弗里后来告诉我，他曾经与大卫·马尔（David Marr）（见图4–2，中间）审核过我的背景。马尔是神经网络建模中的一位顶尖人物，也是MIT AI Lab的一名有远见的领导者。1976年，我在怀俄明州杰克逊霍尔市（Jackson Hole）的一个小型研讨会上第一次遇到了马尔。我们有相似的兴趣，他还曾邀请我去MIT参观，并在那里做一次演讲。

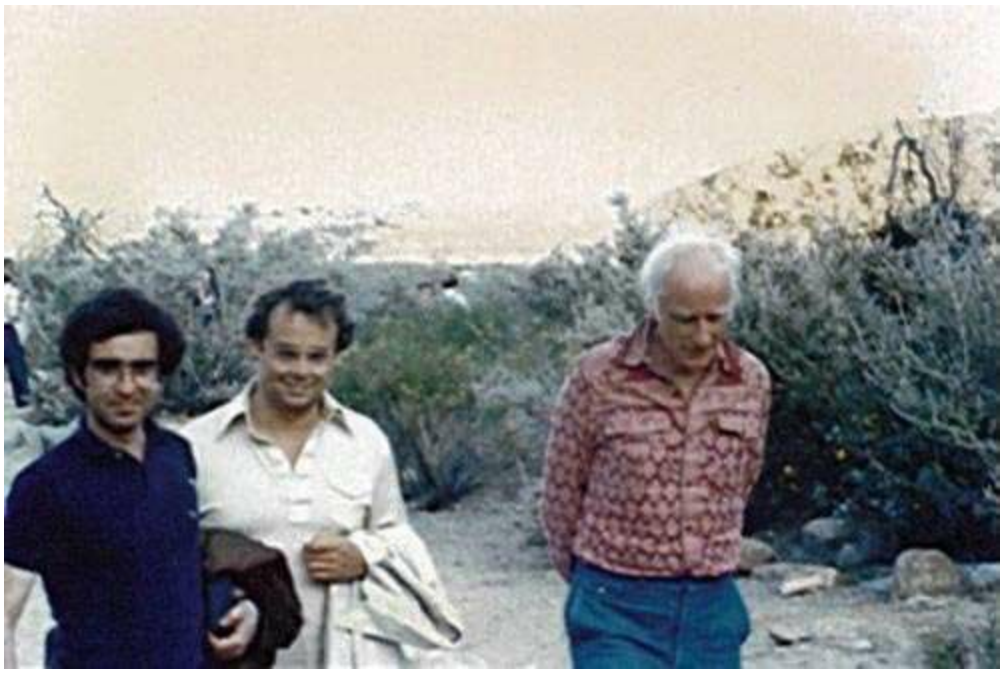


图4-2 （左起）托马索·波吉奥（Tomaso Poggio）、大卫·马尔和弗朗西斯·克里克（Francis Crick）在加利福尼亚远足的途中（照片拍摄于1974年）。弗朗西斯很享受与来访者在各种科学问题上进行长时间的讨论。图片来源：索尔克生物研究所。

马尔从剑桥大学获得了数学学士学位和生理学博士学位。他的博士生导师是生理学家吉尔斯·布林德利（Giles Brindley），专门研究视网膜和色觉，但在音乐理论和勃起功能障碍治疗领域也有较高的知名度。吉尔斯有一件很出名的逸事——在内华达州拉斯维加斯举行的美国泌尿外科学会（The American Urological Association）会议上发表演讲时，他脱掉了裤子，亲自证明了化学诱导勃起的有效性。马尔的博士论文描述了一个小脑神经网络学习模型，这块区域与快速运动控制有关。他还开发了海马体和大脑皮层的神经网络模型，撰写的大量相关文章也都被证明十分有预见性。[7]

当我第一次在杰克逊霍尔遇到马尔时，他已经到了麻省理工学院，当时正在从事视觉研究工作，并凭借他的个人魅力吸引到了一批有才华的学生跟他一起工作。他追求一种自下而上的策略，从视网膜开始入手（在那里光被转换成电信号），并探求视网膜中的信号如何编码对象的特征，以及视觉皮层如何表示物体的表面和边界。他和托马索·波吉奥

为立体视觉开发了一种带有反馈连接的递归神经网络模型，通过检测双眼看到的随机点立体图中点的图像的轻微横向位移，来测量对象的深度。[8] 双眼深度感知是三维立体图产生效果的基础。[9] 马尔于1980年因白血病去世，年仅35岁。两年之后，他的遗作《视觉》（*Vision*）得以发表。[10] 具有讽刺意味的是，尽管马尔在他的视觉研究中采取了自下而上的策略，即从视网膜开始并对视觉处理的每个后续阶段进行建模，他的著作却以倡导自上而下的策略而闻名——首先对要解决的问题进行计算分析，然后构建算法来解决问题，最后通过硬件来实现算法。然而，尽管这可能是在解决问题后对问题进行解释的一种有效途径，但对于揭开大脑秘密却算不上是个好方法。难点就在第一步——要判断大脑正在解决什么问题。我们的直觉往往具有误导性，特别是在视觉方面；我们擅长观察，但大脑对我们隐藏了所有的细节。因此，纯粹的自上而下策略问题重重，但纯粹自下而上的策略也同样如此（后面的章节将探讨通过学习算法，由内而外理解视觉工作原理的进展）。

弗朗西斯·克里克也参加了辛顿和安德森在拉荷亚的研讨会，他曾在1953年与同在剑桥大学的詹姆斯·沃森（James Watson）共同发现了DNA的双螺旋结构。在20多年后的1977年，克里克加入了位于拉荷亚的索尔克生物研究所，并将研究重心转移到神经科学领域。他会邀请研究人员来访，并就神经科学的许多课题，特别是视觉方向，进行长时间的讨论，马尔就是其中一位访问者。在马尔著作的末尾，有一段苏格拉底对话式的启发性讨论，我后来得知，这段对话源自马尔与克里克的讨论。1989年我加入索尔克研究所后，也开始意识到与克里克对话的重要价值。

乔治·布尔与机器学习

1854年，一位自学成才、有5个女儿（有几个很有数学天分）的英国教师，写了一本名为《思维规律的研究》（*An Investigation of the*

Laws of Thought）的书，它是“布尔逻辑”的数学基础。乔治·布尔对于如何使用逻辑表达式的见解是数字计算的核心，也是20世纪50年代人工智能萌芽期成果的基石。杰弗里·辛顿作为布尔的玄孙，很自豪能拥有一支布尔曾经使用过并在家族中代代相传的笔。

在准备一次演讲时，我发现布尔这本著作的全称是《思维规律的研究——逻辑与概率的数学理论基础》。虽然其中让人印象最深刻的是对逻辑的洞察，但这本书对于概率论也有很多讨论。概率论是现代机器学习的核心，在描述现实世界中的不确定性方面比逻辑方法要好用得多。所以布尔也是机器学习的先驱之一。有些讽刺的是，他思想中被遗忘的一面，在250年后因为他的玄孙才开始绽放。布尔一定会为杰弗里感到骄傲的。

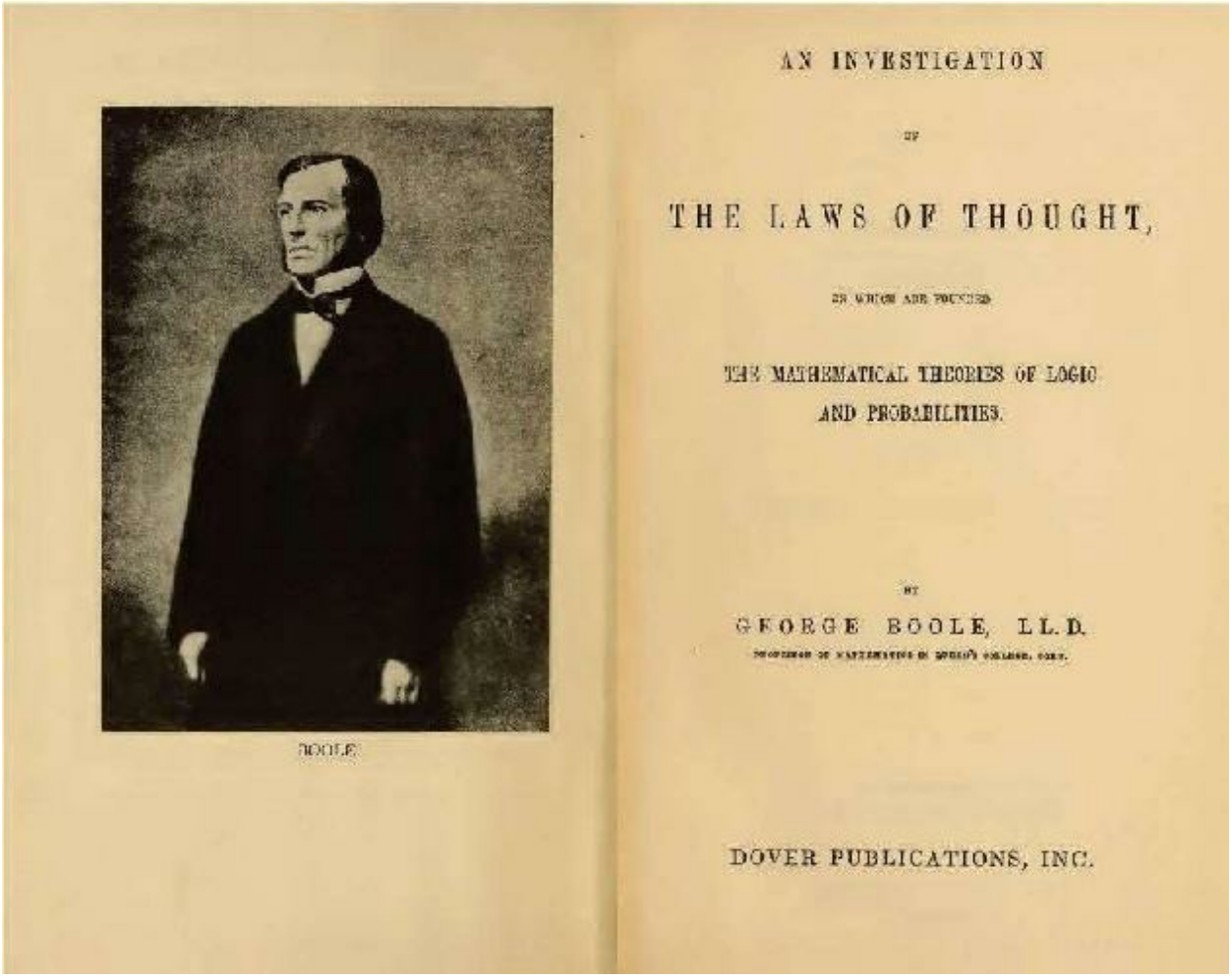


图4-3 尽管乔治·布尔的《思维规律的研究》以研究思维的基础——逻辑而闻名，但请注意，它也探讨了概率的问题。这两个数学领域分别启发了在符号处理和机器学习方面的人工智能研究方法。

利用神经科学理解大脑

在普林斯顿大学物理系攻读研究生时，我曾通过写下非线性神经元交互网络的方程式并分析它们来解决如何理解大脑的问题，[11] 就像物理学家几个世纪以来使用数学来理解重力、光、电、磁和核能的本质一样。每天晚上睡前，我都会祈祷："亲爱的主，让方程式是线性的，噪声呈高斯分布，变量是可分的吧。"这些是能产生分析解法的条件，但是因为神经网络方程式是非线性的，与之相关的噪声是非高斯分布的，而且变量是不可分的，所以它们并没有明确的解。除此之外，当时想要在计算机上模拟大型网络的方程是不可能的。更令人沮丧的是，我甚至不确定我的方程式到底对不对。

在普林斯顿上课时，我发现神经科学家们正在取得令人振奋的进展，这个年轻的学科领域45年前才初露端倪。在此之前，生物学、心理学、解剖学、生理学、药理学、神经学、精神病学、生物工程学等许多学科都对大脑进行了研究。在1971年神经科学学会（The Society for Neuroscience）的第一次会议上，弗农·蒙特卡索（Vernon Mountcastle）亲自在门口迎接了每一位与会者。[12] 今天，这个学会有4万多名成员，大约3万人通常会出席年会。我于1982年在约翰·霍普金斯大学的生物物理系开始我的第一份工作时，遇到了这位传奇的神经生理学家，他发现了皮层柱，而且有着强大的人格魅力。[13] 我随后与蒙特卡索密切合作，计划建立约翰·霍普金斯大学的脑研究所。这是世界上该领域第一个研究机构，成立于1994年。

对于大脑的研究存在着许多不同的层级（见图4–4），每个层级都有着重要的发现，而要整合所有这些知识是一个棘手的问题。这让人想

起了关于矮胖子的童谣：

矮胖子，坐墙头，
栽了一个大跟斗。
国王呀，齐兵马，
破镜难圆没办法。

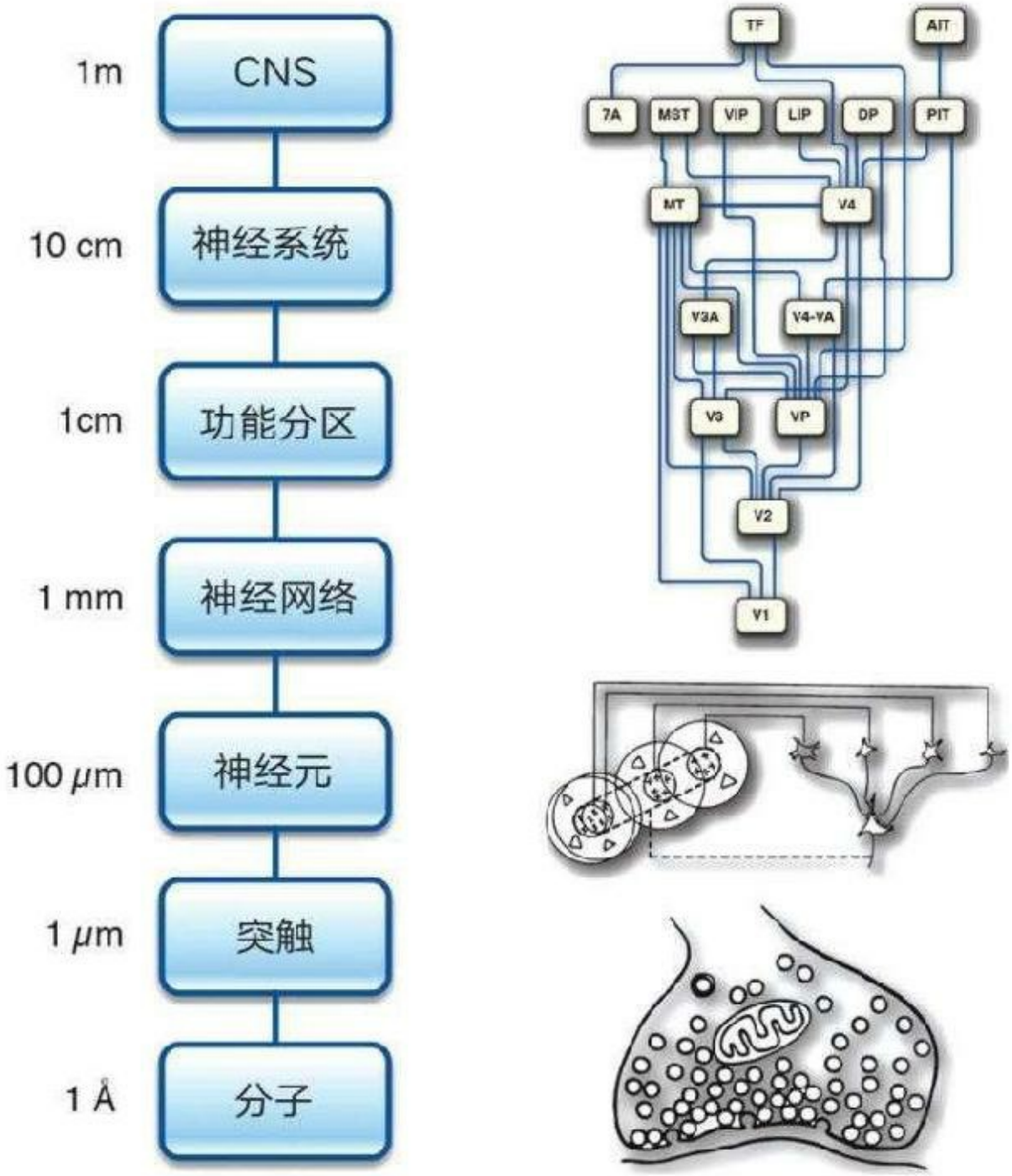


图4-4 大脑研究中的层级。（左）空间尺度范围从底部的分子水平到顶部的整个中枢神经系统（centralnervous systems，CNS）。我们已经对每一个层级都有了深入的了解，但对具有少量彼此高度相关的神经元的网络层级，即由人工神经网络进行模拟的层级，却知之甚少。（右）突触（图片下方）的示意图，视觉皮层中的简单细胞结构（图片中间）以及视觉皮层中皮层区域的层次结构（图片上方）。图片改编自：P. S. Churchland，T.J. Sejnowski，“Perspectives on Cognitive Neuroscience”，Science ，242(1988):741-745，Figure 1。

尽管神经科学家非常善于解剖大脑，但再把这些部分拼回去就没那么容易了。这一过程需要做加法而不是减法，而这正是我想要实现的。但首先我必须知道各个部分都是什么，毕竟大脑的构成太复杂了。

查尔斯·格罗斯（Charles Gross）教授是在普林斯顿研究猴子视觉系统的心理学家。在他的一个研究生讲座上，我对哈佛大学医学院的大卫·休伯尔和托斯坦·威泽尔在记录视觉皮层里单个神经元方面所取得的进展印象深刻。如果物理学不是理解大脑工作原理的捷径，那么有可能是神经科学。由于他们在初级视觉皮层中的开创性工作，休伯尔和威泽尔共同获得了1981年的诺贝尔生理学或医学奖。（他们的发现是深度学习的基础，接下来会在第5章中讨论，也是第9章的主题。）

大脑如何处理问题

1978年在普林斯顿获得物理学博士学位后，我参加了位于伍兹霍尔市的海洋生物学实验室举办的为期10周的深度实验神经生物学夏季课程。上课的第一天，我穿着一件蓝色休闲外套和熨烫得十分平整的卡其色裤子，却被课程讲师之一的斯托里·兰迪斯（Story Landis）带到一边，她给我买了我人生中的第一条牛仔裤。斯托里当时是哈佛大学神经生物学系的教员，后来在美国国立卫生研究院（以下简称NIH）担任国家神经疾病和中风研究所主任。一想起她，我就会想到这件事。

暑期课程结束后，我在9月份又待了几个星期，想要完成我之前开启的一个项目。鲨鱼和鳐形目（包括鳐科）能够感知非常微弱的电场；事实上，它们甚至可以感受到横穿大西洋的1.5伏电池的信号。凭借这种第六感，鳐鱼可以通过它们在地球磁场中运动产生的微弱电信号来识别方向，而这一过程产生的毫伏级的信号可以被它们的电接收器感知。我在项目中获得了鳐鱼电感受器令人叹为观止的电子显微镜图像。[14]

我正在伍兹霍尔Loeb Hall大楼的地下室拍照的时候，意外地接到了

哈佛医学院神经生物学系创始人斯蒂芬·库夫勒（Stephen Kuffler）的一个电话。库夫勒是神经科学领域的传奇人物，成为他实验室里的一名博士后研究员，是我人生的一个转折点。在搬去波士顿之前，我完成了与导师艾伦·盖尔普林（Alan Gelperin）共同进行的一个绘制大蛞蝓的足神经节代谢活动的短期博士后项目。[15] 从那以后，我每次吃蜗牛都会不由自主地想到它的大脑。艾伦师承自一系列研究动物行为神经基础的神经科学家。我所学到的是，无脊椎动物中所谓的简单神经系统，实际上比进化阶梯上那些更高级动物器官里的更复杂，因为无脊椎动物必须依赖更少的神经元存活，每个神经元都是高度特异化的。我也开始明白，没有行为支持，神经科学的任何东西都讲不通。[16]

在库夫勒的实验室里，我研究了牛蛙交感神经节一个突触的迟慢兴奋性反应（见图4–5），它的反应速度是位于同一神经元的另一个突触上的快速的毫秒级兴奋性反应的1/60000。[17] 这些神经节含有形成牛蛙自主神经系统输出的神经元，可以对腺体和内部器官进行调节。在刺激到突触的那个神经后，我有充分的时间去倒杯咖啡再返回座位——从突触输入到神经元达到峰值会花上1分钟左右，然后神经元会再用10分钟恢复到初态。突触是大脑中基本的计算单元，而突触类型的多样性不可小觑。这次经历告诉我，复杂性可能不是通向理解大脑功能的坦途。为了理解大脑，我必须了解，大自然如何通过进化早早就解决了大量的问题，并将这些解决方案自下而上地传递给进化链上的物种。我们大脑中的离子通道在几十亿年前的细菌体内就存在了。

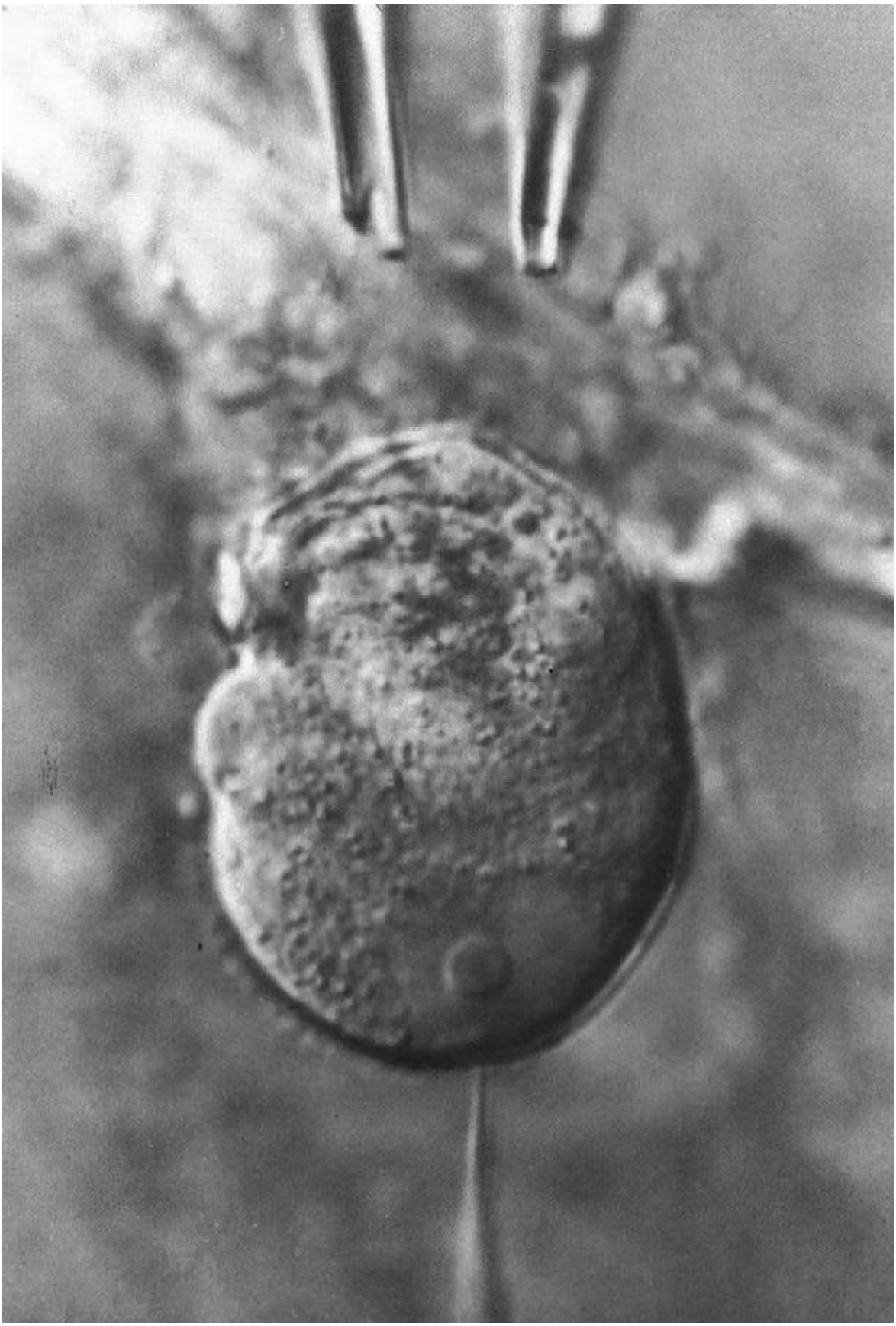


图4-5 牛蛙交感神经节细胞。作为神经元，这些细胞会接受来自脊髓的输入并激活牛蛙皮肤中的腺体。它们体积很大，产生的电信号很容易就能被微电极记录下来（图片底部）。它们没有树突，可以通过神经（图片顶部的背景）或化学物质（图片顶部，一对微量移液器）进行电刺激。刺激神经会引发三种不同的突触信号：一种是快速的毫秒级兴奋性反应，类似于神经肌肉连接处的兴奋反应；一种是较慢的兴奋性反应，在10秒后达到峰值，持续1分钟；还有一种是迟慢兴奋性反应，在1分钟后达到峰值，持续10分钟。这说明即使是最简单的神经元也存在较宽的反应时间跨度。图片来源：S. W. Kuffler, T. J. Sejnowski, “Peptidergic and Muscarinic Excitation at Amphibian Sympathetic Synapses” Journal of Physiology 341(1983): 257-278, plate I。

计算机科学的兴起

但是如果物理学太简单，生物学又过于复杂，我应该在哪里寻求指导呢？与物理学中的力不同，大脑回路有一个目的，就是解决计算问题，比如看见和移动，以便在世界上生存。即使是一个关于神经元如何工作的完美的物理模型，也不会告诉我们它的目的是什么。神经元负责处理携带信息的信号，而计算则是试图理解大自然这一过程中缺失的环节。我在过去的40年中一直在追求这一目标，并开创了一个新的领域，叫作“计算神经科学”。

在加州大学圣迭戈分校结束博士后研究员工作之后，杰弗里·辛顿返回了英格兰，在剑桥医学研究理事会（MRC）的应用心理学部门找到了一个研究职位。1981年的一天，他在凌晨两点接到一个电话，对方自称是加利福尼亚州帕洛阿尔托市（Palo Alto）系统开发基金会总裁查尔斯·史密斯（Charles Smith）。[18] 史密斯表示，他的基金会希望为潜在的、有前景的，但风险较高、成功希望渺茫的研究提供资金，而有人强烈推荐了杰弗里。杰弗里不确定这件事可不可靠。作为我的一个好朋友，杰弗里向史密斯提到了我的研究，告诉他我的研究成功的概率比他的还要小。

基金会是货真价实的，还为我们提供了第一笔款项，这大大加快了我们的研究进度。我们可以买得起运算能力更强大的电脑，并吸引更多的学生加入。在杰弗里加入位于匹兹堡的卡内基–梅隆大学时，他用一

台炫酷的Lisp机 [19] 取代了他的二代苹果电脑；而在我搬到巴尔的摩的约翰·霍普金斯大学时，我短暂地拥有过比整个计算机科学系还要多的计算能力。 [20] 我还购买了第一个将霍普金斯与阿帕网（ARPANET，互联网的前身）连接起来的调制解调器，这样杰弗里和我就可以互相发送电子邮件了。能够在新的起点有个好的开端，我们都感到很满意（图4–6）。



图4–6 我和杰弗里·辛顿在波士顿讨论视觉网络模型（照片拍摄于1980年）。这是杰弗里和我在拉荷亚的并行模型研讨会上见面的一年之后。又过了一年，我在位于巴尔的摩的约翰·霍普金斯大学成立了自己的实验室，而杰弗里在匹兹堡的卡内基–梅隆大学也创立了他的研究小组。图片来源：杰弗里·辛顿。

---

[1] Christoph von der Malsburg, “The Correlation Theory of Brain Function,”Internal Report 81–2 (Göttingen: Max-Planck Institute for Biophysical Chemistry,1981), https://fias.uni-frankfurt.de/fileadmin/fias/malsburg/publications/vdMcorrelation. pdf.

[2] P. Wolfrum, C. Wolff, J. Lücke, and C. von der Malsburg. “A Recurrent Dynamic Model for Correspondence-Based Face Recognition,” *Journal of Vision* 8, no. 34(2008): 1–18.

[3] K. Fukushima, “Neocognitron: A Self-Organizing Neural Network Model for a Mechanism of Pattern Recognition Unaffected by Shift in Position.” *Biological Cybernetics* 36, no. 4 (1980): 93–202.

[4] T. Kohonen, “Self-Organized Formation of Topologically Correct Feature Maps,”*Biological Cybernetics* 43, no. 1 (1982): 59–69.

[5] Judea Pearl, *Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference* (San Mateo, CA: Morgan Kaufmann, 1988).

[6] 他们的论文集也由此而来：Geoffrey E. Hinton and James A. Anderson, eds.,*Parallel Models of Associative Memory* (Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1981)。

[7] Terrence J. Sejnowski, “David Marr: A Pioneer in Computational Neuroscience,”in Lucia M. Vaina, ed., *From the Retina to the Neocortex: Selected Papers of David Marr* (Boston: Birkhäuser, 1991), 297–301; 参阅D. Marr, “A Theory of Cerebellar Cortex,” *Journal of Physiology* 202 (1969): 437–470; D. Marr, “A Theory for Cerebral Neocortex,” *Proceedings of the Royal Society of London* : *B Biological Sciences* 176 (1970): 161–234; D. Marr, “Simple Memory: A Theory for Archicortex,” *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* : *B Biological Sciences* 262 (1971): 23–81。

[8] D. Marr and T. Poggio, “Cooperative Computation of Stereo Disparity,” *Science* 194, no. 4262 (1976): 283–287; 关于随机点立体图（random-dot stereograms）的描述，也可以参考Béla Julesz, *Foundations of Cyclopean Perception* (Chicago:University of Chicago Press, 1971)。

[9] 魔眼图像（Magic Eye images）是一种立体图，在图案中有一个隐藏的三维结构，可以通过偏移你的双眼视线看到。1979年，克里斯托弗·泰勒（Christopher Tyler）创造了第一个黑白立体图。参阅http://www.magiceye.com/。

[10] David Marr, *Vision: A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information* (New York: W. H. Freeman, 1982).

[11] Terrence Joseph Sejnowski, “A Stochastic Model of Nonlinearly Interacting Neurons” (Ph.D. diss., Princeton University, 1978).

[12] T. J. Sejnowski, “Vernon Mountcastle: Father of Neuroscience,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112, no. 4262(2015): 6523–6524.

[13] 约翰·霍普金斯大学有三个生物物理学系，分别在医学、公共卫生和艺术与科学学院。（我当时在位于Homewood校区艺术与科学学院的托马斯·詹金斯生物物理系。）

[14] T. J. Sejnowski and M. I. Yodlowski, “A Freeze-Fracture Study of the Skate Electroreceptor,” *Journal of Neurocytology* 11, no. 6 (1982): 897–912.

[15] T. J. Sejnowski, S. C. Reingold, D. B. Kelley, and A. Gelperin, “Localization of[3H]-2-

Deoxyglucose in Single Molluscan Neurones," *Nature* 287, no. 5781(1980): 449–451.

[16] 这句话的灵感来自遗传学家和进化生物学家西奥多西厄斯·多布赞斯基（Theodosius Dobzhansky）的名言："没有进化论支持，生物学中的任何东西都讲不通。"（Nothing in biology makes any sense except in the light of evolution.）这个版本来自比尔·纽瑟（Bill Newsome），可以在"大脑2025"这一美国国家卫生研究院（NIH）的"BRAIN计划"发展蓝图中找到。https://www.braininitiative.nih.gov/2025/.

[17] S. W. Kuffler and T. J. Sejnowski, "Peptidergic and Muscarinic Excitation at Amphibian Sympathetic Synapses," *Journal of Physiology* 341 (1983): 257–278.

[18] 系统开发公司（The System Development Corporation）是位于加州圣莫尼卡（Santa Monica）市的一家非营利性软件公司，为美国军方提供合约服务。当公司解散时，他们清算了公司的建筑资产，并从中获得了高额利润，这在非营利机构中是不允许的。1969年，他们在加州帕洛阿尔托成立了系统开发基金会（The System Development Foundation），目的是通过1980年到1988年间的赠款计划，来分配从建筑物销售中获得的收益。

[19] 由Symbolis公司制造的Lisp机，是为能够编写符号处理的AI程序而设计的，但它们并不擅长进行大规模数字运算，而后者正是模拟神经网络所需要的。

[20] 1984年，作为美国国家科学基金会（NSF）总统青年研究员奖（Presidential Young Investigator Award）的获得者，我得到了新成立的计算机公司Ridge提供的巨大购买折扣，我买的这台计算机拥有匹敌VAX 780的计算能力，后者是当时学术计算领域的骨干机型。

05
洞察视觉系统

在我上幼儿园之前，最早期的记忆中有这么一个场景——我盯着一堆拼图，以形状、颜色和图案为线索来匹配它们。我的父母会在聚会上夸耀他们还在蹒跚学步的儿子能够快速熟练地完成拼图，而那些朋友常常对此表现得很惊讶。我那时还没有意识到，我的大脑正在完成它最擅长的工作——通过模式识别来解决问题。科学充满了各种各样的问题，就像拼图中缺失的部分和对拼合后画面的模糊提示。大脑如何解决问题，是终极谜题。

亥姆霍兹俱乐部（The Helmholtz Club）是南加州视觉科学家们组成的一个小团体。这些科学家来自加州大学圣迭戈、洛杉矶和尔湾三个分校，以及加州理工学院和南加州大学，他们每个月都会找一个下午在加州大学尔湾分校会面。[1] 赫尔曼·冯·亥姆霍兹（Hermann von Helmholtz）是19世纪的一位物理学家和医生，他发明了一套关于视觉的数学理论和实验方法，构成了我们当今理解视觉感知的基础。作为俱乐部的秘书，我要负责从组织外部邀请一位嘉宾，为这15~20名成员以及他们的客人进行演讲，然后由俱乐部成员做第二个演讲。演讲是互动性质的，大家有充足的时间进行深入讨论。有一次，一位外部演讲人对那些提出问题的人表现出了惊讶：“他们还真是喜欢刨根问底。”这些每月的例会让参与者收获了顶尖思维，几乎就是一堂堂视觉领域的大师课。[2]

视觉是我们最敏锐，也是被研究得最多的一种感官。前额下方的眼睛带给了我们精准敏锐的双眼深度知觉，而我们的大脑皮层中一半的部分都是负责视觉的。“眼见为实”这句成语就充分体现了视觉的特殊地

位。然而，也正是这种良好的视觉，导致我们完全忽视了视觉系统背后巨大的计算复杂性，大自然经过数亿年的进化才解决了这个问题（如第2章中所述）。视觉皮层的组织结构为最成功的深度学习网络提供了灵感。

在1/10秒内，我们视觉皮层中的100亿个神经元并行工作，能够在杂乱的场景中识别一个杯子，即便我们以前可能从未见过那个杯子，也不论它在什么位置，多大尺寸，以什么角度面对我们。在普林斯顿大学读研究生时期，我对视觉研究十分着迷，并且在查尔斯·格罗斯的实验室工作了一个夏天。他研究过猴子的下颞叶皮层（见图5–1），并在那里发现了对复杂对象，如脸部，以及著名的马桶刷，产生反应的神经元。 [3]

在哈佛医学院神经生物学系的时候，我曾与斯蒂芬·库夫勒一起工作，他之前发现了视网膜中的神经节细胞编码视觉场景的方式。如果不是在1980年过世，他可能会与大卫·休伯尔和托斯坦·威泽尔一起分享1981年的诺贝尔生理学或医学奖。在1989年转到索尔克研究所后，我开始与弗朗西斯·克里克合作。他于1977年将研究重点从分子遗传学转向神经科学，并专注于寻找视觉意识的神经关联。能够和当时最伟大的视觉科学家之一共事，我感到万分荣幸。

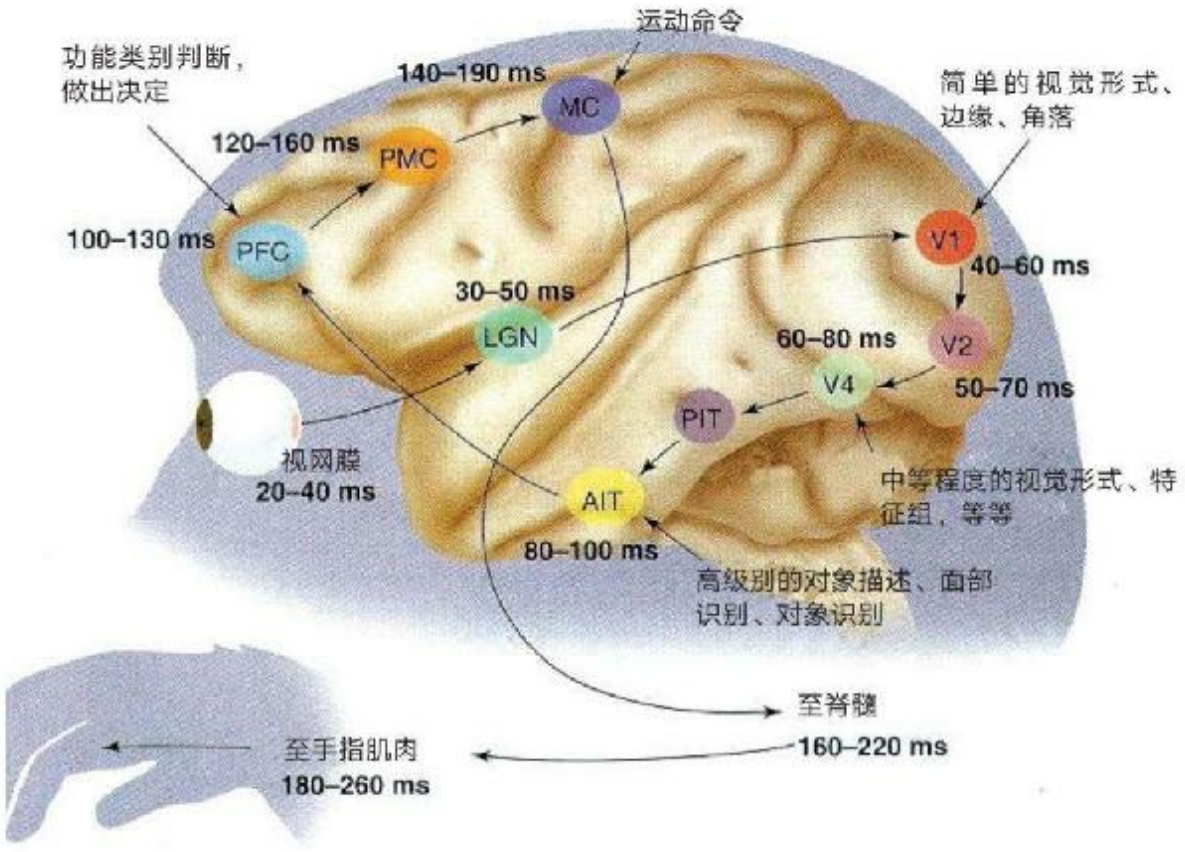


图5-1 猕猴视觉系统的信息流动示意图。箭头表示视觉区域的投影信息从视网膜开始，到达视觉处理的每个阶段都有若干毫秒的延迟。猕猴的视觉感知与我们人类的相似，我们也有相同的视觉处理阶段。LGN（lateralgeniculate nucleus）：外侧膝状体；V1：初级视觉皮层；V2：次级视觉皮层；V4：视觉区4；AIT和PIT：前下颞叶皮层和后下颞叶皮层；PFC：前额叶皮层；PMC：前运动皮层；MC：运动皮层。图片来源：S. J.Thorpe and M. Fabre-Thorpe, “Seeking Categories in the Brain,” Science 291, no. 5502 (2001)：261。

人眼是如何看到东西的

如果我们跟随图像生成的信号进入大脑，就可以看到信号是如何在两个连续的处理阶段之间被不断转换的（见图5–1）。视觉始于视网膜，在那里，光感受器将光转换为电信号。视网膜内有两层神经元，它们在空间和时间维度中处理视觉信号，最后通过神经节细胞投射到视神经。

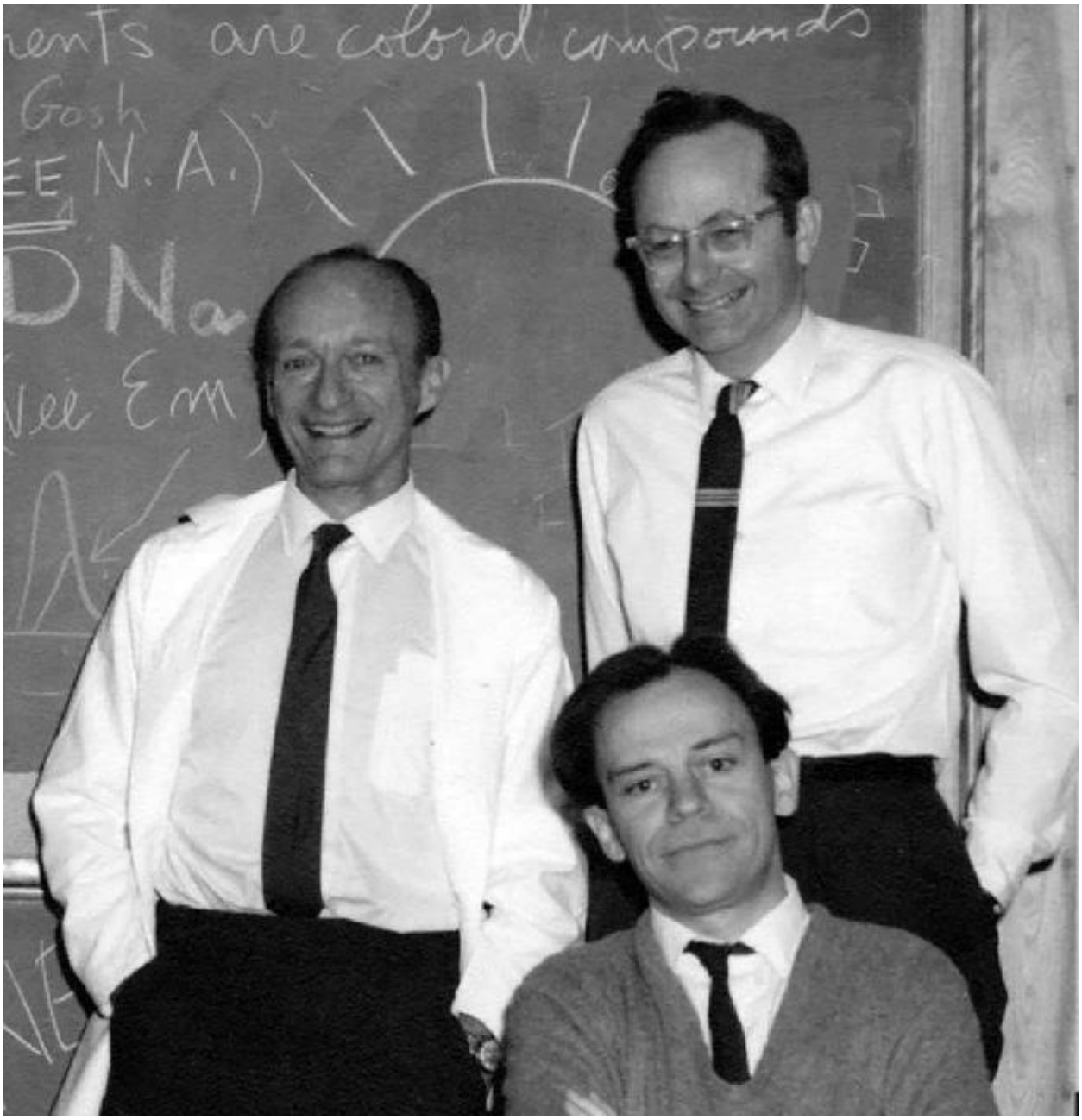


图5–2 （从左到右）斯蒂芬·库夫勒、托斯坦·威泽尔和大卫·休伯尔。哈佛医学院神经生物学系成立于1966年，这张照片拍摄于成立后不久。工作日里，我从来没有见过他们中的任何一个人在实验室里戴着领带，所以这张照片一定是在特殊场合拍摄的。图片来源：哈佛医学院。

在1953年一个结果对所有哺乳动物都成立的经典实验中，斯蒂芬·库夫勒（见图5–2，左）记录了活猫的视网膜输出神经元对光斑刺激的放电响应。他在报告中写道，当光斑作用于某些输出神经元的中心区域时，会出现放电增加的现象，而当光斑作用于另一些输出神经元的中心

区域时，却出现了放电减少的现象。然而，在中心的外沿区域的表现恰恰相反：给光中心带有撤光外沿，撤光中心带有给光外沿（见图5–3）。神经节细胞对光斑模式的反应被称为“感受野”（receptive field）特性。

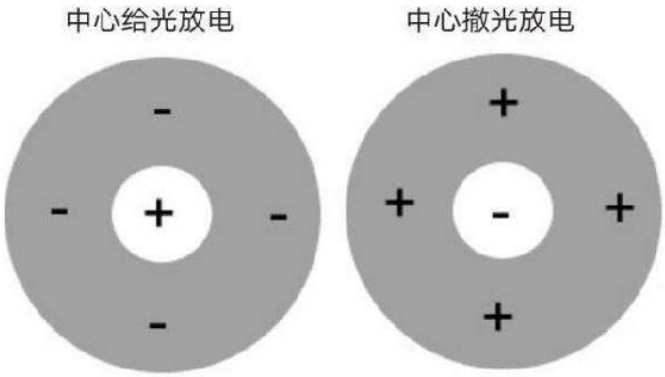


图5-3 视网膜中神经节细胞的响应特性。这两个环形代表了视网膜中两种对大脑发送编码信息，从而让人产生视觉的神经节细胞类型。对于中心给光放电（on-center）类型，光斑投射到中心“给光区域”（+），并且外围“撤光区域”（-）无光时，会产生一系列放电尖峰。而中心撤光放电（off-center）类型则相反，光斑投射到外圈（+），并且中心（-）无光时，会产生一系列放电尖峰。光照的变化包含了研究对象周围的移动刺激和对比边界的重要信息。这些特性是斯蒂芬·库夫勒于1953年发现的。

库夫勒的主要研究兴趣是神经元之间突触的特性。我曾经问他，是什么让他对研究视网膜产生了兴趣。他说，他之前的实验室隶属于约翰·霍普金斯大学的威尔默眼科研究所（Wilmer Eye Institute），他的研究要是跟眼科无关，他会对此感到不安。他在对视网膜中单个神经节细胞的研究中做了些开创性的工作，随后把这个研究项目交给了他实验室的两位博士后——大卫·休伯尔和托斯坦·威泽尔，并建议他们追踪信号进入大脑的过程。1966年，库夫勒和他的博士后研究员转到哈佛医学院，创立了世界上第一个神经生物学系。

大脑皮层中的视觉

休伯尔和威泽尔发现，皮层神经元对定向条形光斑和高对比度边缘的反应比点状光斑更强烈。皮层内的回路已经对输入信号进行了转换。他们描述了两种主要类型的细胞：定向的简单细胞，具有像神经节细胞那样的给光和撤光区域（见图5–4）；以及定向复杂细胞，其神经元感受野里的任何位置对定向刺激都会产生同样的响应（见图5–5）。

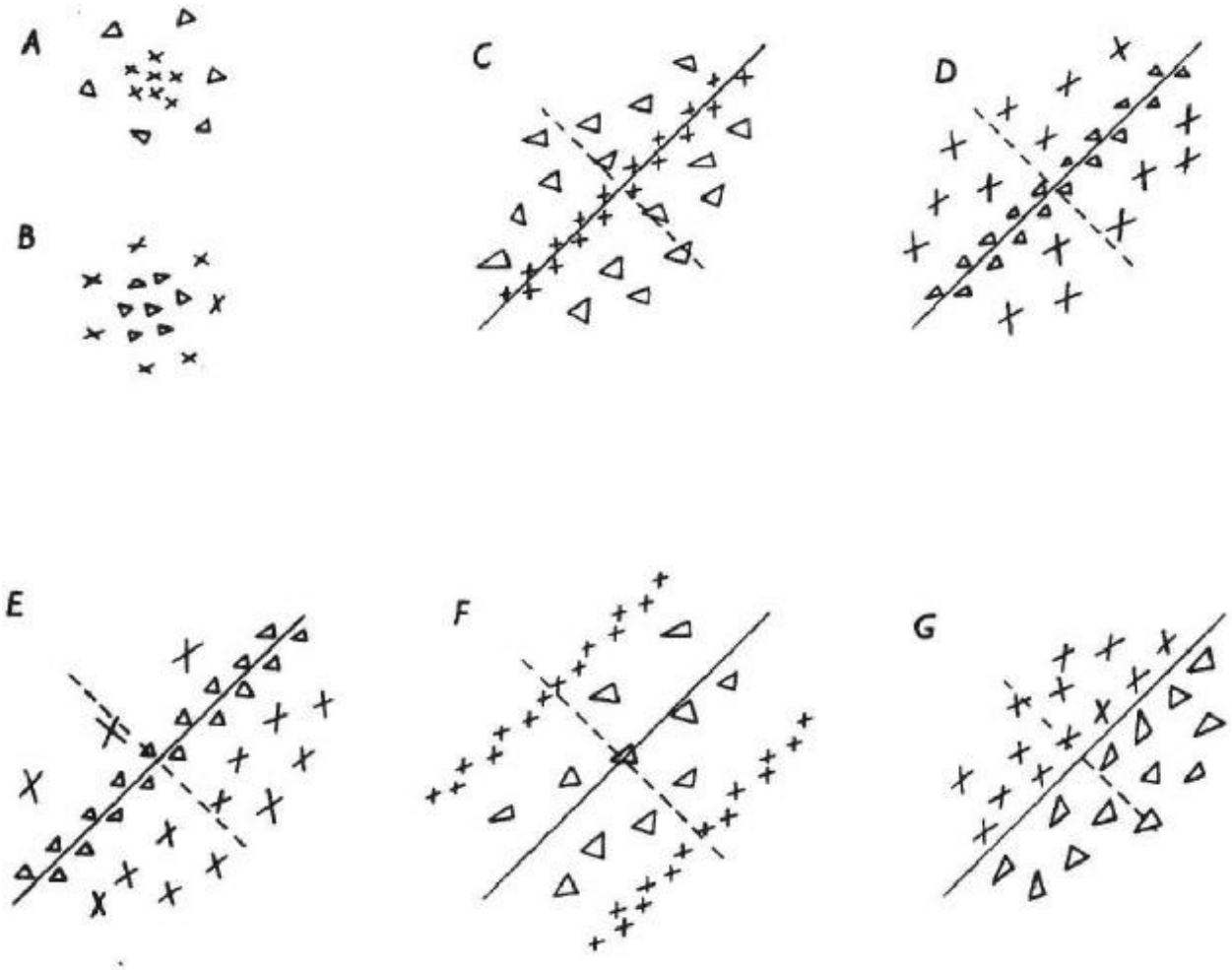


图5-4 猫的初级视觉皮层中简单细胞的感受野。这张图片来自休伯尔和威泽尔在1962年发表的论文中关于发现简单细胞的描述。十字花代表视野中光斑会产生给光响应的位置，而三角形代表撤走光斑会产生撤光响应的位置。（A）视网膜中的中心给光响应细胞（对比图5-3左侧的示意图）。(B)视网膜细胞中的中心撤光响应细胞（对比图5-3右侧的示意图）。（C-G）初级视觉皮层中多样的简单细胞感受域，与视网膜中的感受野相比，所有这些区域都被拉长了，并且给光区和撤光区的分布更加复杂。图片来源：D. H. Hubel and T. N. Wiesel,“Receptive Fields, Binocular Interaction and Functional Architecture in the Cat’s Visual Cortex,”Journal of Physiology 160, no. 1 (1962): 106-154.2, 图2。

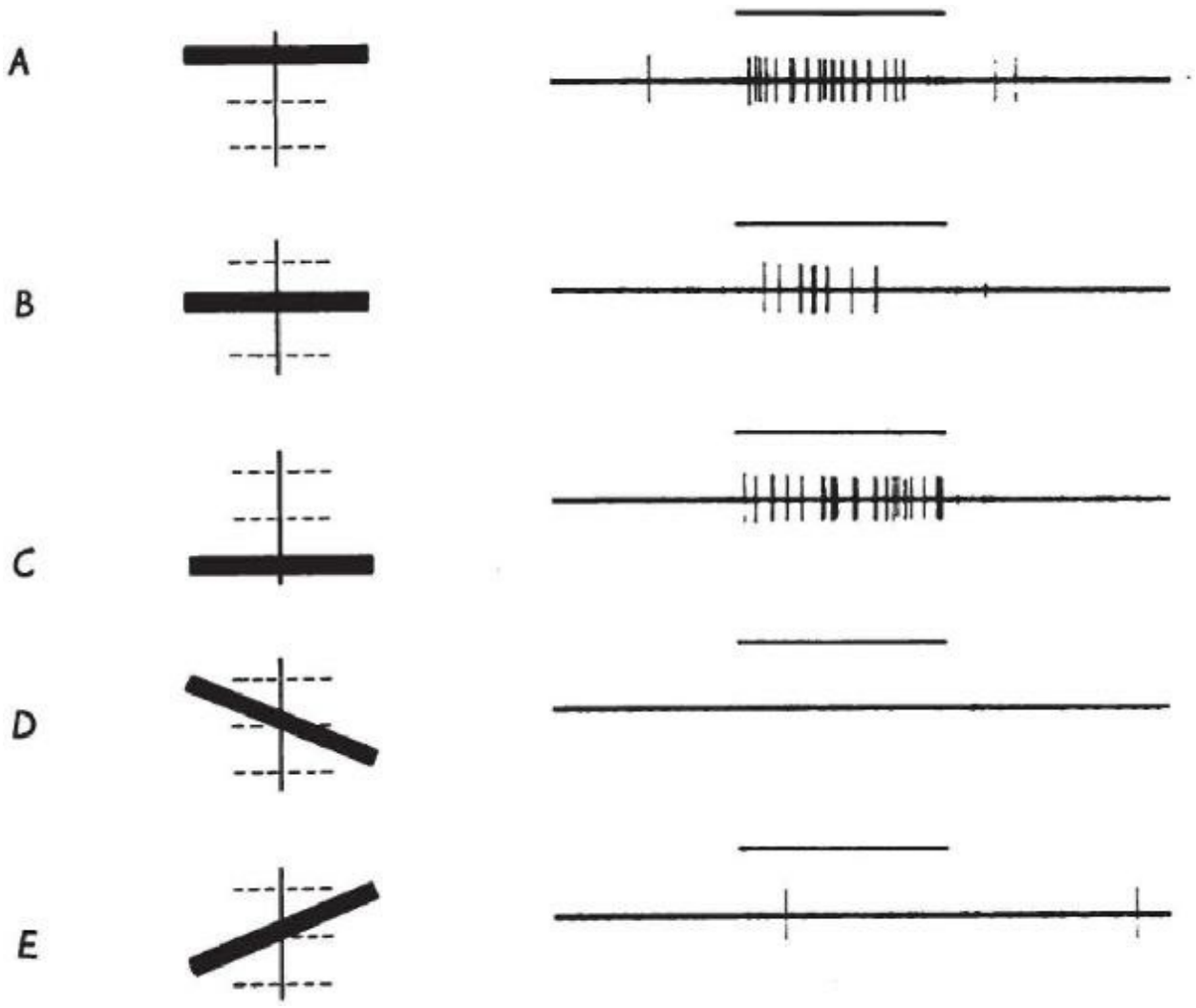


图5-5 猫的初级视觉皮层中一个复杂细胞的响应。这张图片来自休伯尔和威泽尔在1962年发表的论文中关于发现复杂细胞的描述。只要方向正确（图中A、B、C这三条记录），一个长而窄的黑条会引起大量放电（垂直竖线）响应，无论它位于复杂细胞感受野（虚线）内的哪个位置。而非最优方向会导致较弱的响应，或根本没有响应（图中D、E这两个记录）。图片来源：D. H. Hubel and T. N. Wiesel, “Receptive Fields, Binocular Interaction and Functional Architecture in the Cat’s Visual Cortex,” Journal of Physiology 160, no. 1 (1962):106–154.2, 图7。

视觉皮层中的每个皮层神经元都可以被认为是一个视觉特征检测器。在视野中的特定区域，当某些神经元所偏好的特征信号输入高于某个阈值时，这些神经元就会被激活。每个神经元偏好的特征取决于它与其他神经元的连接。哺乳动物的新皮层（neocortex）有6个特异化的层级。休伯尔和威泽尔还发现，来自两眼的输入在皮层中间层（4）左右交替排列，这些输入源自丘脑投射的中继站。第4层的单目神经元投射

到上层（2和3）的神经元，它们接收双目输入，后者既向上投射到其他皮层区域，又向下投射到底层（5和6），底层又会投射到下皮层。一段视神经元柱中每个细胞的方向偏好和主眼偏好是相同的，并且在整个皮层内平滑地变化（见图5–6）。

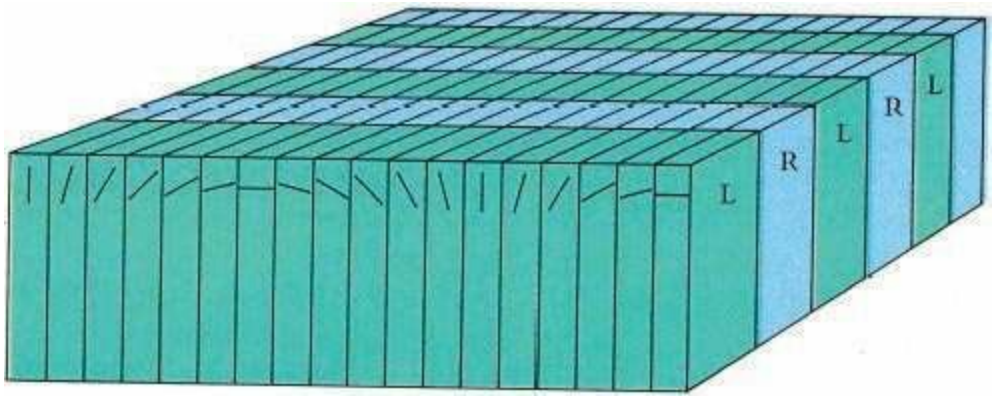


图5-6 初级视觉皮层中一段神经元柱的立方模型。在垂直方向上，所有神经元都具有相同的方向偏好和主眼优势。在每平方毫米的皮层下，有一整套穿过皮层表面缓慢变化的朝向（立方体的前面），以及来自双眼（立方体的右侧）的输入。图片来源：D. Hubel, Eye, Brain and Vision (New York: WH Freeman and Company, 1988), 131。

突触的可塑性

如果一只猫的一只眼睛在其生命的最初几个月内被缝合，那么通常由双眼驱动的皮层神经元将变成单眼驱动，只由睁开的那只眼睛支配。[4] 单眼剥夺改变了初级皮层中突触的强度，初级皮层是神经元首次接收来自两只眼睛的会聚输入的地方。在初级视觉皮层的皮层可塑性关键期结束后，闭合的眼睛将再也不能影响皮层神经元，这样就会导致一种“弱视”症状。尽管在婴儿中常见的未矫正、未对准或“斜视”状况会大大减少双眼皮质神经元的数目，并且阻止了双眼深度知觉，[5] 但如果在关键期内及时进行矫正眼睛的手术，仍然可以挽救双眼神经元。

单眼剥夺是发育早期阶段存在的有关高度可塑性的一个例子，因为环境会影响皮层和大脑其他部位的神经元之间的突触连接。这些依赖于

活动的变化凌驾于所有细胞持续不断的更新之上。尽管我们大脑中的大部分神经元与我们出生时的神经元并无二致，[6] 但几乎每个神经元的组成部分和连接它们的突触，每天都会发生转变。磨损的蛋白质会被替换，膜中的脂质也会被更新。有了这么多的动态转变，就很难解释记忆是如何在我们的有生之年得以维持的了。

还有另外一种关于记忆持久性的可能解释：它们也许就像我们身体上的伤疤，已经成为我们生活中过往事件的标记。这些标记并非位于不断发生转变的神经元内部，而是位于外部神经元之间的空隙中，那里的细胞外基质由类似疤痕组织中胶原蛋白的蛋白聚糖构成，这种基质是一种可以维持多年的坚韧的材料。[7] 如果这个猜想被证明是真实的，那就意味着我们的长期记忆被嵌入了大脑的“外骨骼”中，而我们一直都找错地方了。[8]

突触含有数百种独特的蛋白质，可以控制神经递质的释放和受体神经元上相应受体的激活。在大多数情况下，突触强度可以选择性地在很大范围内增加或减少，在皮层中，这个变化范围是100倍。（在大脑中发现的突触学习算法的实例将在后面的章节中讨论。）更为显著的是，皮层中会不断形成新的突触，并移除旧的突触，这就让它们成为身体中最具活力的细胞器。大脑中有大约100种不同类型的突触，其中谷氨酸是皮层中最常见的兴奋性神经递质，而另一种氨基酸——γ–氨基丁酸（GABA）是最常见的抑制性神经递质。这些神经递质分子对其他神经元的电化学影响伴随着很宽泛的时间过程。例如，第4章中讨论的牛蛙交感神经节细胞的突触，其响应时间尺度可以从毫秒到分钟。

通过阴影脑补立体全貌

史蒂文·祖克（Steven Zucker）（见图5–7）专注于融合了计算机视觉和生物视觉的交叉领域的研究。从我认识他起，他就在写一本解释视

觉工作原理的书，到现在已经有30多年了。问题在于史蒂文在视觉研究上不断有新的发现，就像劳伦斯·斯特恩（Laurence Sterne）在小说《项狄传》中描写的主人公项狄（Tristram Shandy）那样，史蒂文那本书也随着主人公的新发现而越变越长。[9] 他研究视觉的方法是基于初级视觉皮层的精巧、规则的结构（见图5–6），这是一种不同于皮层中任何其他部位的结构，其中的神经元以近似马赛克式的排列方式组织起来，这种排列的几何解释还有待探究。计算机视觉领域的大多数研究人员希望通过将对象从背景中分割出来，并找到一些可辨识的特征来识别对象。

史蒂文还有更大的野心，想要了解我们如何从表面阴影以及折痕和褶皱中提炼出物体的形状。在2006年神经科学学会的年会上，那个把房子建得像船帆一样的建筑师弗兰克·盖里（Frank Gehry），在接受采访时，被问及他的建筑设计灵感从何而来。[10] 他回答说，灵感来自对被揉皱的纸张的观察。但是，我们的视觉系统又是如何通过褶皱和阴影表面的复杂图案，把皱巴巴的纸张的复杂形状拼合起来的呢？我们是如何感知西班牙毕尔巴鄂市（Bilbao）古根海姆博物馆（Guggenheim Museum，见图5–8）外墙那多变的形状的呢？

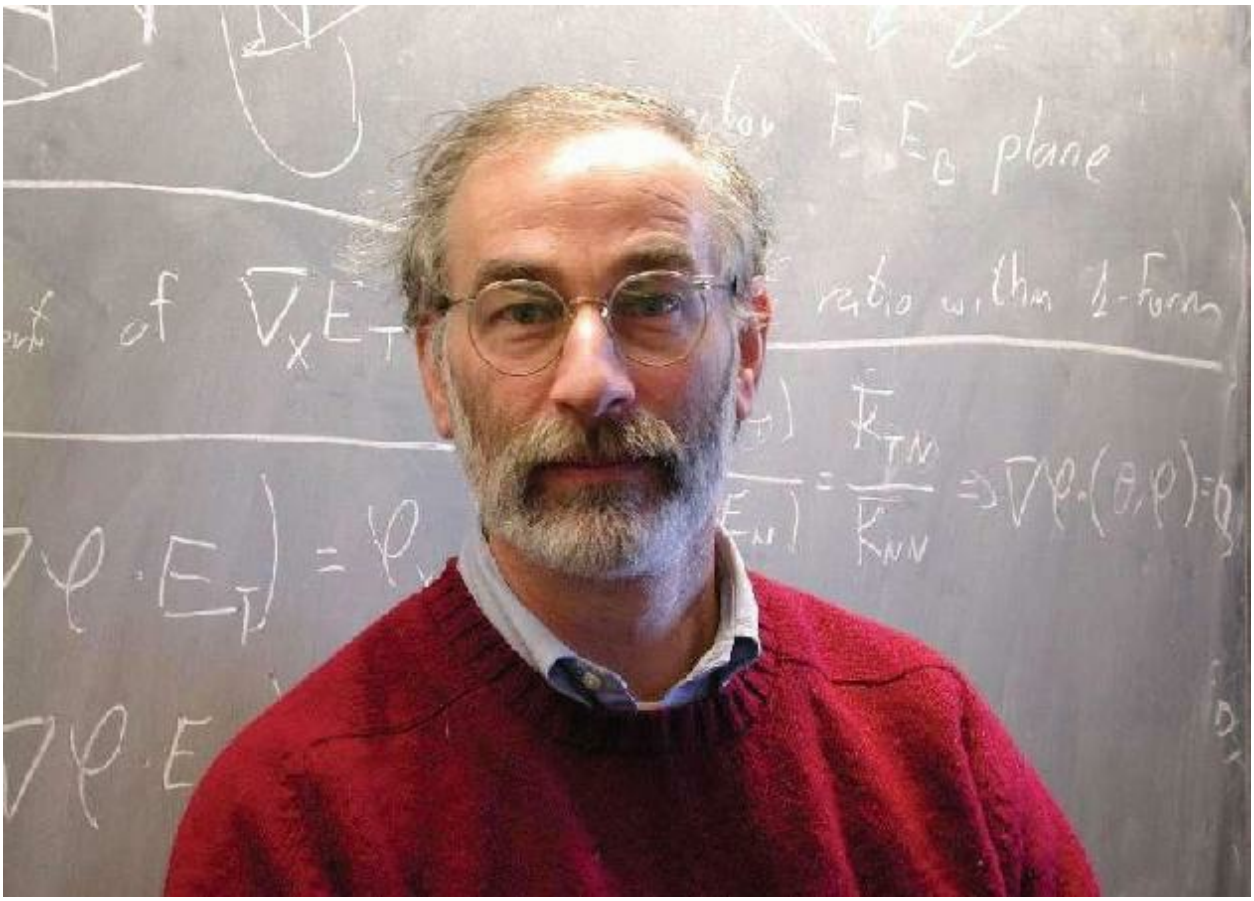


图5-7 耶鲁大学史蒂文·祖克，光从照片右上角打下来。从他毛衣上的阴影变化中，你可以察觉到衣服褶皱的形状。他身后黑板上的方程式解释了为什么我们能识别这种现象，这一灵感来自猴子的视觉皮层。图片来源：史蒂文·祖克。



图5–8 西班牙毕尔巴鄂市的古根海姆博物馆，由弗兰克·盖里设计。来自曲面的阴影和反射形成了强烈的结构感和动感。可以参照通道上的人影大小来体会这幢宏伟建筑的规模。

史蒂文·祖克最近已经能够搞清楚我们是如何在有阴影的图像中看到褶皱的，其背后的解释是基于类似山体等高线图的表面三维轮廓，以及图像上等照度轮廓之间的密切关系（见图5–9）。[11] 这种关联源于表面的几何形状。[12] 这解释了为什么我们对形状的感知几乎不受照明以及物体表面性质差异的影响。这也可以解释为什么我们非常善于阅读轮廓明显的等高线地图，以及为什么只需要几条特殊的内线就可以看出漫画中物体的形状。

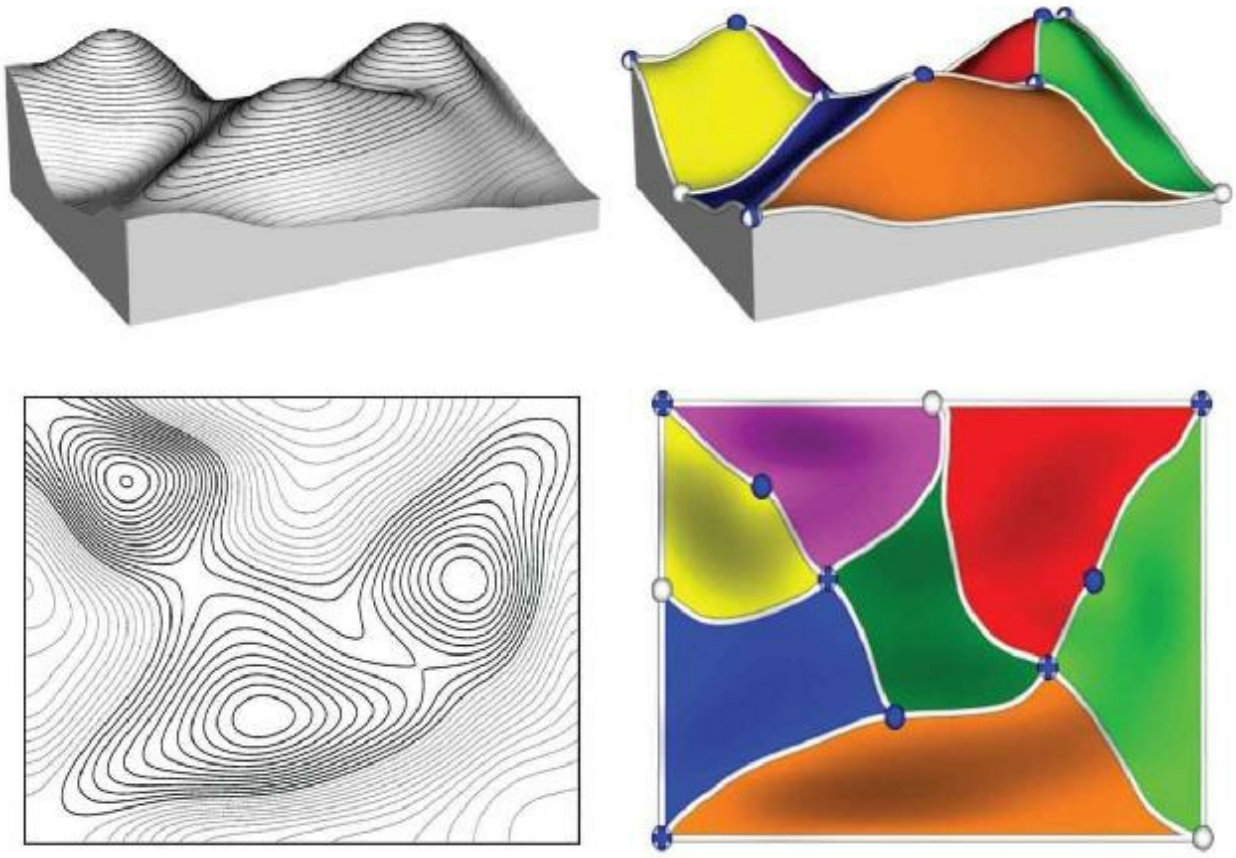


图5-9 同一平面的等高线图（左上）和等照度线（恒定亮度轮廓线，左下）。两者在轮廓右侧显示的临界点之间产生了相同的分区。图片来源：Kunsberg and Zucker, “Critical Contours: An Invariant Linking Image Flow with Salient Surface Organization,”图5。

1988年，西德尼·莱基（Sidney Lehky）和我有了一个想法，我们也许可以训练一个只有一层隐藏单元的神经网络来计算阴影曲面的曲率。[13] 我们成功了，而且出人意料的是，隐藏单元的表现跟简单细胞非常相似。但仔细观察后，我们发现并非所有这些“简单细胞”都是相同的。通过查看它们对输出层的投影——该输出层被训练通过使用学习算法（见第8章）来计算曲率——我们发现一些隐藏单元被用于分辨正曲率（凸起）和负曲率（凹陷）（见图5–10）。和一些简单细胞一样，这些单元是检测器，它们往往要么是低响应，要么是高响应，其响应活动呈双峰分布。相比之下，隐藏层中的其他单元具有分级响应的功能，可以像滤波器一样向输出单元发送关于曲率方向和大小的信息。

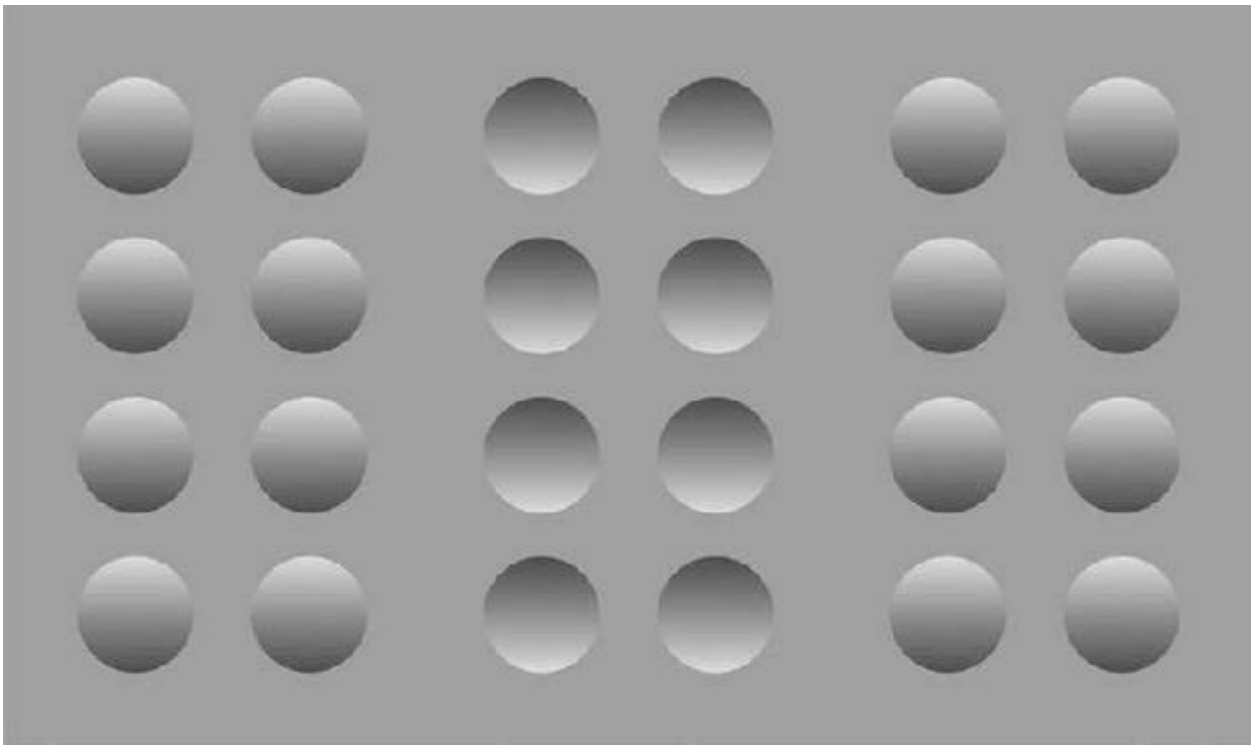


图5-10 阴影中的曲率。我们的视觉系统可以从边界轮廓内亮度的缓慢变化中提取对象的形状。你可以根据阴影方向以及你对照明方向的假设（通常假设为正上方）来分辨图中的突出或凹陷。上下颠倒这幅图，看看它们是否反过来了。图片来源：V. S. Ramachandran, “Perception of Shape from Shading,” Nature 331, no. 6152(1988), 图2。

这一结论令人惊讶：神经元的功能不仅仅取决于它如何对输入做出反应，而且还取决于它通过自身的“投射域”激活的下游神经元。一个神经元的输出一直以来都比它的输入更难确定，但新的遗传学和解剖学技术使得精确追踪下游的轴突投射成为可能。新的光遗传学技术也使得选择性刺激特定神经元，以探测其对感知和行为的影响成为可能。[14] 即便如此，我们的小规模神经网络只能识别突起或凹陷的曲率，而我们仍然不知道在心理学文献中被称为“格式塔”（Gestalts）[15] 的整体组织认知是如何在皮层中分布的。

1984年，史蒂文·祖克和我曾被困在丹佛斯台普顿（Stapleton）国际机场，我们的航班因暴风雪而延误了。那会儿我们对当时正处于起步阶段的计算神经科学感到兴奋不已，于是盘算着创建一个研讨会，将计算和实验研究人员聚集在一起。我们决定把地点定在伍兹霍尔，我曾经在

那里参加过一个神经生物学的夏季课程，并且在之后好几个暑期中又回去，与斯蒂芬·库夫勒一起在海洋生物实验室做过生理实验。伍兹霍尔是鳕鱼角附近的一个美丽的村子，离波士顿不远。多年来，许多视觉研究领域的领军人物都参加了这个年度研讨会，这对我来说是另一个科学制高点。视觉皮层计算理论就诞生于这些研讨会，尽管对该理论的确认还需要30年。（在第9章中，我们将看到最成功的深度学习网络的结构与视觉皮层的结构非常相似。）

视觉区域的层级结构

乔恩·卡斯（Jon Kaas）和约翰·奥尔曼（John Allman）于 20世纪70年代早期，在威斯康星大学神经生理学系研究从初级视觉皮层接受输入的皮层区域，发现了不同区域具有不同的特性。例如，在一个他们称为“中间颞叶皮层”（middle temporal cortex）或“MT”的区域，他们发现了一些视觉区域，它们的神经元对定向移动的视觉刺激能够做出反应。奥尔曼向我提到，他们当时很难让系主任克林顿·伍尔西（Clinton Woolsey）接受这个发现。卡斯和奥尔曼用较先进的记录技术发现了这些纹外视觉皮层（extrastriate visual cortex）的区域，而在较早的实验中，伍尔西由于使用的记录技术相对粗糙，与这一发现擦肩而过。[16] 最近的研究在猴子的视觉皮层中找到了二十几个视觉区域。

1991年，还在加州理工学院的大卫·范·艾森（David Van Essen）仔细研究了皮层每个视觉区域的输入和输出，并将它们按层级排列了出来（见图5–11）。这张图有时仅仅被用于说明皮层的复杂性。它就像一座大城市的地铁图，其中方框代表地铁站，各种颜色的线代表地铁线路。视网膜神经节细胞（RGC）的视觉输入投射到图表底部的初级视觉皮层（V1）。从那里开始，信号被向上传送到层级结构中，每个区域专门负责视觉的不同方面，例如形态感知。靠近图右侧的层级示意图顶部，下颞叶皮层的前部、中部和后部（AIT、CIT和 PIT）区域中的神经元的

感受野覆盖了整个视觉区域，并对复杂的视觉刺激如脸部和其他对象做出优先反应。虽然我们不知道神经元是如何做到这一点的，但我们确实知道连接的强度可以通过经验来改变，如此一来，神经元就可以学习如何对新对象做出反应。范·艾森后来去了圣路易斯的华盛顿大学，在那里他被任命为NIH资助的人脑连接组项目（HCP）的联合主任。[17] 他的研究小组的工作是使用基于磁共振成像（MRI）技术，[18] 来生成人体大脑皮层中的长程连接图（见图5–12）。

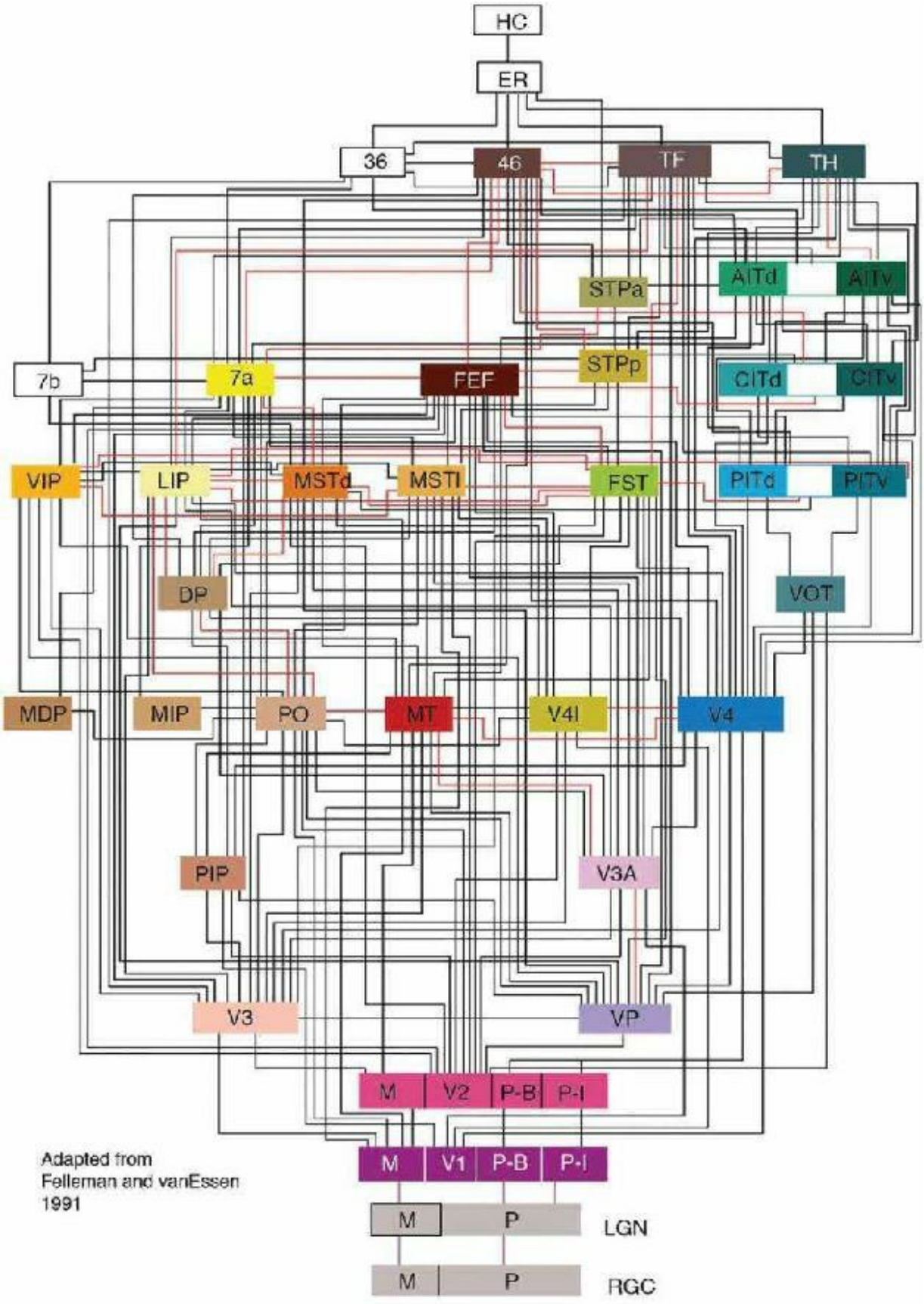

HC
ER
36
46
TF
TH
STPa
AITd
AITv
7b
7a
FEF
STPp
CITd
CITv
VIP
LIP
MSTd
MSTl
FST
PITd
PITv
DP
VOT
MDP
MIP
PO
MT
V4t
V4
PIP
V3A
V3
VP
M
V2
P-B
P-I
M
V1
P-B
P-I
M
P
LGN
M
P
RGC
Adapted from
Felleman and vanEssen
1991

图5-11 猴脑中视觉区域的层级结构图。视觉信息从视网膜神经节细胞（RGC）映射到丘脑的外侧膝状核（LGN），其中继细胞投射到初级视觉皮层（V1）。皮层区域的层级结构终止于海马体（HC）。图中所有的187个连接几乎都是双向的，有源自较低区域的前馈连接和源自较高区域的反馈连接。图片来源：D. J. Fellemanand D. C. Van Essen, “Distributed Hierarchical Processing in Primate Visual Cortex,” Cerebral Cortex 1,no. 1 (1991): 30, 图4。

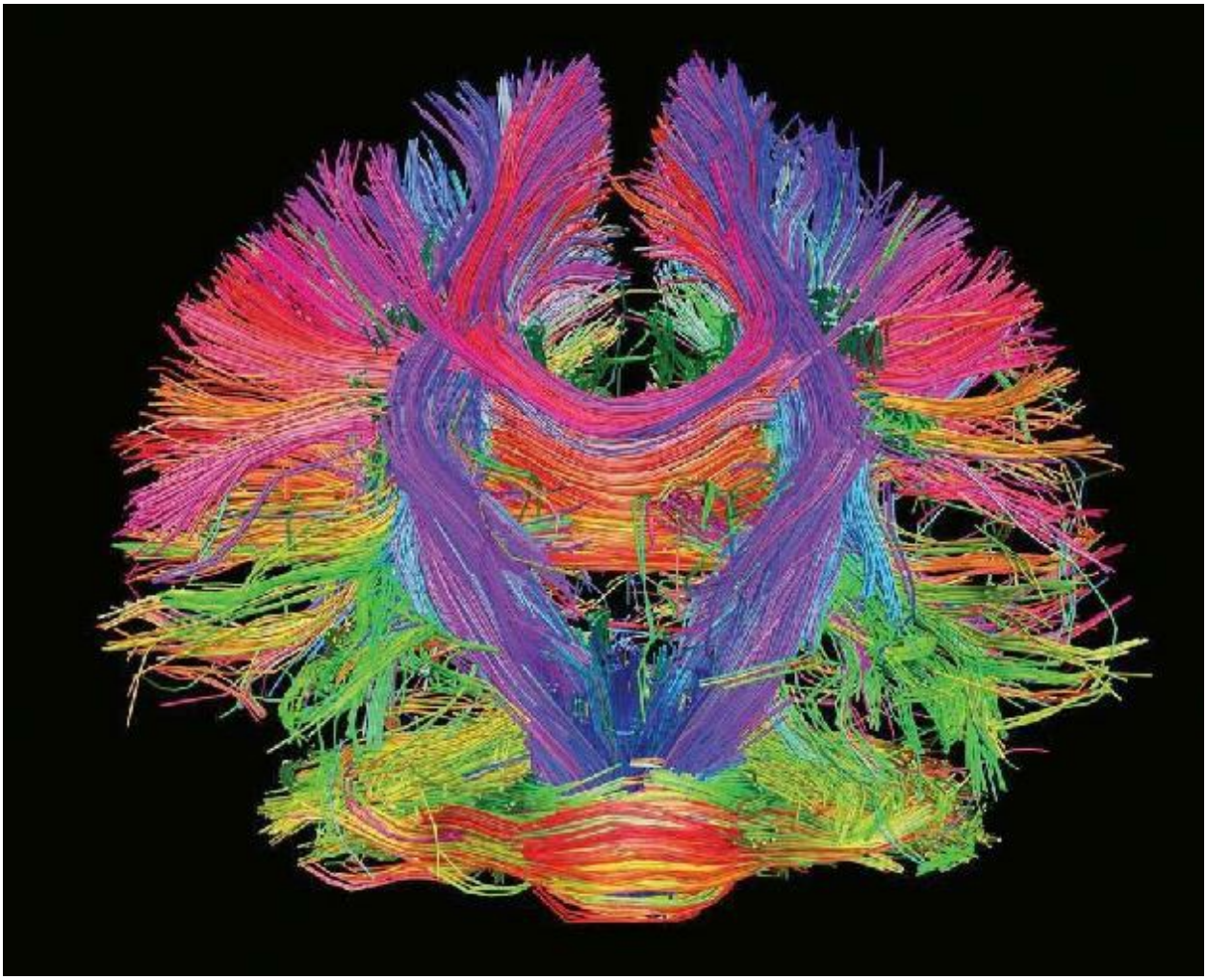


图5-12 人脑连接组。基于水分子不均匀扩散的磁共振成像能够以一种非侵入性的方式追踪脑白质中的长程纤维束。不同的颜色标注了不同的路径方向。图片来源：The Human Connectome Project。

认知神经科学的诞生

1988年，我曾服务于麦克唐奈和皮尤基金会（McDonnell and Pew Foundations）的一个委员会，需要走访知名的认知科学家和神经科学

家，就如何启动一个名为“认知神经科学”的新领域听取建议。[19] 该委员会辗转于世界各个国家，与专家会面，听取他们关于哪些科学专题最有前途，以及在哪里建设新的认知神经科学研究中心的建议。8月的一个烈日炎炎的下午，我们在哈佛大学教员俱乐部征询了杰瑞·福多（Jerry Foder）的意见，他是思想语言方面的专家，也是模块化思想的倡导者。他开门见山，直接驳斥了我们的战略，“认知神经科学不是一门科学，而且永远不会是”。他给人的印象是，他已经阅读了关于视觉和记忆的所有神经科学论文，但这些文章都没有达到他的标准。但是当他评论说“麦当劳基金会正在浪费它的资金”时，麦克唐奈基金会主席约翰·布鲁尔（John Bruer）立刻就指出，福多把他的基金会和街头制作汉堡包的地儿搞混了。

福多丝毫不为所动。他解释了为什么头脑应该被当作运行智能计算机程序的模块化符号处理系统。加州大学圣迭戈分校的哲学家帕特里夏·丘奇兰德（Patricia Churchland）问他的理论是否也适用于猫。“是的，”福多说，“猫正在运行猫程序。”但是当NIH研究视觉和记忆的神经科学家莫蒂默·米什金（Mortimer Minshkin）让他介绍他自己的实验室的发现时，福多嘟囔着说了一些我听不太懂的话，好像是关于在语言实验中的事件相关电位。幸运的是，那一刻，消防演习的警铃响了，我们都被要求去室外等待。站在院子里，我听到米什金对福多说：“那些都是雕虫小技罢了。”演习结束后，福多就再没出现。

认知神经科学已经发展成为一个重要的领域，吸引了各个科学领域的很多研究人员，包括社会心理学和经济学，这些领域以前与神经科学很少有或没有任何直接联系。使这一切成为可能的是在20世纪90年代早期采用的非侵入式大脑活动可视化方法，尤其是功能磁共振成像（fMRI），其目前的空间分辨率为几毫米。fMRI生成的庞大的成像数据集被交由新的计算方法进行分析，如独立分量分析（将在第6章讨论）。

由于大脑在缺氧的情况下无法运转，并且血流在亚毫米级别被严格

控制，fMRI所测量的血氧水平依赖（BOLD）信号就被当作大脑活动的替代指标。血液中的含氧量改变了它的磁性，可以用fMRI进行无创监测，并且以几秒的时间分辨率产生大脑活动的动态图像。这种时间分辨率足够追踪在实验过程中大脑的哪些部分在活动。fMRI已经被用于探索视觉层级结构不同部分的时值整合。

普林斯顿大学的尤里·哈森（Uri Hasson）进行了一项fMRI实验，旨在探究视觉层级的哪些部分涉及处理不同长度的电影。[20] 查理·卓别林（Charlie Chaplin）的无声电影被剪辑为4秒、12秒和36秒的片段呈现给受试者。在4秒的剪辑中，受试者可以识别一个场景；12秒时，可以看清连接的动作；在36秒的长度下，能够看到一个有开头和结尾的故事。在层级底部的初级视觉皮层中的fMRI反应，无论在什么样的时间尺度上，都强大且可靠。但在视觉等级的较高层次上，只有较长的时间尺度才能引起可靠的反应，而位于层级顶层的前额叶皮层区需要最长的时间间隔。这与其他实验结果一致，即工作记忆也按照层级分布。工作记忆是我们掌握信息的能力，比如要记住的电话号码，以及我们正在处理的任务的要素。最长的工作记忆时间尺度同样位于前额叶皮层。

作为神经科学中最让人兴奋的学术领域之一，对大脑学习行为的研究可以在不同的层面进行，从分子层面到行为层面。

---

[1] 由克里克、拉马钱德兰（V. S. Ramachandran）和戈登·肖（Gordon Shaw）在20世纪80年代建立的亥姆霍兹俱乐部持续活跃了20多年。关于它的历史，可以参阅C. Aicardi, “Of the Helmholtz Club, South-Californian Seedbed for Visual and Cognitive Neuroscience, and Its Patron Francis Crick,” *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 45, no. 100 (2014):1–11。

[2] 用一位满意的与会者的话来说：“我从遇到的每个人身上都学到了很多。我对采纳别人的想法一点也不觉得难为情。……对我来说，最有收获的学习经历就是这个亥姆霍兹俱乐部。我不知道你是否听说过这个团体。……他们大概有20个人。我从来没有错过一次他们的例会。我还得找人替我上课，这个会比我的课还重要，我绝对不能错过。” Carver Mead, in James A. Anderson and Edward Rosenfeld, eds., *Talking Nets: An Oral History of Neural Networks* (Cambridge, MA: MIT Press, 2000), 138。

[3] R. Desimone, T. D. Albright, C. G. Gross, and C. Bruce, “Stimulus-Selective Properties of Inferior Temporal Neurons in the Macaque,” *Journal of Neuroscience* 4, no. 8 (1984): 2051–2062. 查尔斯·格罗斯实验室的许多研究人员都留了胡子，因此，对马桶刷做出反应的视觉皮层中的神经元可能是胡须细胞。

[4] David Hubel, *Eye, Brain, and Vision* (New York: W. H. Freeman, 1988), 191–216.

[5] 猫的关键时期从3周到几个月不等，而人类是从几个月到七八岁不等。关键期的结束可能不会像以前认为的那样突然，在经过高强度的练习后，接受过斜视矫正的成人仍然可以获得立体视觉的能力。参阅Susan R. Barry, *Fixing My Gaze: A Scientist’s Journey into Seeing in Three Dimensions* (New York: Basic Books, 2009)。当我还是普林斯顿大学的研究生时，就认识了Barry，她现在被叫作“立体苏”（Stereo Sue）。

[6] 这条规则也存在一些例外的情况：海马体中齿状回的颗粒细胞和嗅球中的神经元在我们的一生当中都会不断更新。参阅Michael Specter, “Rethinking the Brain: How the Songs of Canaries Upset a Fundamental Principle of Science,” *New Yorker* , July 23, 2001, http://www.michaelspecter.com/2001/07/rethinking-thebrain/。

[7] Terrence Sejnowski, “How Do We Remember the Past?” in John Brockman, ed.,*What We Believe but Cannot Prove: Today ’*s *Leading Thinkers on Science in the Age of Certainty* (London: Free Press, 2005), 97–99; and R. Y. Tsien, “Very Long Term Memories May Be Stored in the Pattern of Holes in the Perineuronal Net,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110, no. 30 (2013): 12456–12461.

[8] 在阿尔兹海默症中，细胞外基质的完整性受到损害，这可能导致了长期记忆的丧失。John Allman, private communication, July, 2017.

[9] 小说中的主人公也是故事的叙述者，按照“头脑中思想的延续”来描述若干杂乱的事件，依据主人公脑海中事件出现的顺序来叙事，而非按照传统的时间顺序。——译者注

[10] 关于盖里演讲的概述，可以参阅Shelley Batts, “SFN Special Lecture:Architecture Frank Gehry and Neuro-Architecture,” *Science Blogs* , posted October 15, 2006, http://scienceblogs.com/retrospectacle/2006/10/15/sfn-special-lecturearchitect-1/。

[11] B. S. Kunsberg and S.W. Zucker, “Critical Contours: An Invariant Linking Image Flow with Salient Surface Organization,” May 20, 2017, https://arxiv.org/pdf/1705.07329.pdf.

[12] 在山脉的等高线图上看到的表面的三维轮廓，和图像上的等照轮廓之间的联系，可以用表面上的临界点和梯度流的几何形状来解释，后者被叫作“Morse Smale复形”。

[13] S. R. Lehky and T. J. Sejnowski, “Network Model of Shape-from-Shading: Neural Function Arises from Both Receptive and Projective Fields,” *Nature* 333, no. 6172(1988): 452–454.

[14] Terrence J. Sejnowski, “What Are the Projective Fields of Cortical Neurons?”in J. Leo van Hemmen and Terrence J. Sejnowski, eds. *23 Problems in Systems Neuroscience* (New York: Oxford University Press, 2005), 394–405.

[15] 格式塔学派主张人脑的工作原理是基于整体的，其效果不同于其各个部件功能的总和。——译者注

[16] C. N. Woolsey, “Cortical Localization as Defined by Evoked Potential and Electrical Stimulation Methods,” in G. Schaltenbrand and C. N. Woolsey (eds.),*Cerebral Localization and Organization* (Madison: University of Wisconsin Press,1964), 17–26; J. M. Allman and J. H. Kaas, “A Representation of the Visual Field in the Caudal Third of the Middle Temporal Gyms of the Owl Monkey (*Aotus trivirgatus*),” *Brain Research* 31 (1971): 85–105.

[17] L. Geddes, “Human Brain Mapped in Unprecedented Detail: Nearly 100 Previously Unidentified Brain Areas Revealed by Examination of the Cerebral Cortex,” *Nature* , July 20, 2016. doi:10.1038/nature.2016.20285.

[18] 其中一种技术——弥散张量成像（diffusion tensor imaging，DTI），能够追踪构成大脑皮层中白质的轴突的方向。

[19] Elizabeth Penisi, “Two Foundations Collaborate on Cognitive Neuroscience,”*Scientist* , October 1989, http://www.the-scientist.com/?articles.view/articleNo/10719/title/Two-Foundations-Collaborate-On-Cognitive-Neuroscience/.

[20] U. Hasson, E. Yang, I. Vallines, D. J. Heeger, and N. Rubin, “A Hierarchy of Temporal Receptive Windows in Human Cortex,” *Journal of Neuroscience* 28, no.10 (2008): 2539–2550.

第二部分

深度学习的演进

要事年表

1949年

唐纳德·赫布（Donald Hebb）出版了《行为的组织》（The Organization of Behavior ）一书，提出了有关突触可塑性的赫布定律（Hebb Rules）。

1982年

约翰·霍普菲尔德（John Hopfield）发表了文章《具有突发性集体计算能力的神经网络和物理系统》（Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities），其中介绍了霍普菲尔德网络（Hopfield net）。

1985年

杰弗里·辛顿和我发表了文章《玻尔兹曼机的一种学习算法》（A Learning Algorithm for Boltzmann Machines），这是马文·明斯基和西摩尔·帕普特被广泛接受的观点的反例，后者认为为多层网络开发学习算法是不可能的。

1986年

大卫·鲁姆哈特（David Rumelhart）和杰弗里·辛顿发表了文章《通过误差传播学习内在表征》（Learning Internal Representations by Error-Propagation），其中介绍了当前用于深度学习的“反传”（backprop）学习算法。

1988年

理查德·萨顿（Richard Sutton）在《机器学习》杂志上发表了

文章《通过时序差分方法学习预测》（Learning to Predict by the Methods of Temporal Differences）。时序差分学习现在被认为是在所有大脑中进行奖励学习的算法。

1995年

安东尼·贝尔（Anthony Bell）和我发表了文章《一种用于盲分离和盲解卷积的信息最大化方法》（An Information-Maximization Approach to Blind Separation and Blind Deconvolution），描述了一种用于独立分量分析（Independent Component Analysis, ICA）的无监督算法。

2013年

杰弗里·辛顿在2012年NIPS会议上发表的论文《深度卷积神经网络下的ImageNet分类》（ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks），将图像中对象分类的错误率降低到了18%。

2017年

深度学习网络程序AlphaGo，击败了围棋世界冠军柯洁。

06
语音识别的突破

在一个拥挤的鸡尾酒会上，当空气中弥漫着其他人谈笑的嘈杂声时，想要听见你面前的人说话是很费劲儿的。你的两只耳朵有助于你把听力集中在正确的方向，而你的记忆可以填补没听清的谈话内容。现在想象一下，房间里正在举行一个有100人参加的鸡尾酒派对，四周还有100个以任意方向排布的麦克风。每个麦克风都会采集所有人的声音，但是每个麦克风针对每个人采集的声音振幅比不同。是否有可能设计出一种算法，将每种声音分离成单独的输出声道？或者更复杂点，如果声音来源是未知的，比如混合了音乐、拍手声、自然声音，甚至是随机的噪声呢？这就是所谓的“盲源分离问题”（见图6–1）。

1986年4月13—16日，在犹他州雪鸟城举办的神经网络计算会议，也就是AIP会议（NIPS大会的前身）上，出现了一个题为《利用神经网络模型进行空间或时间自适应信号处理》（Space or Time Adaptive Signal Processing by Neural Network Models）的墙报。它的作者詹妮·埃罗（Jeanny Herault）和克里斯蒂安·于滕（Christian Jutten）使用了一种学习算法，对输入给神经网络模型的混合正弦波（均为纯频率）进行了盲分离，并指出了一类新的无监督学习算法。[1] 虽然当时还不知道是否存在一种可以盲分离其他类型信号的通用解决方案，但十年之后，安东尼·贝尔和我发现了一种可以解决一般问题的算法。[2]

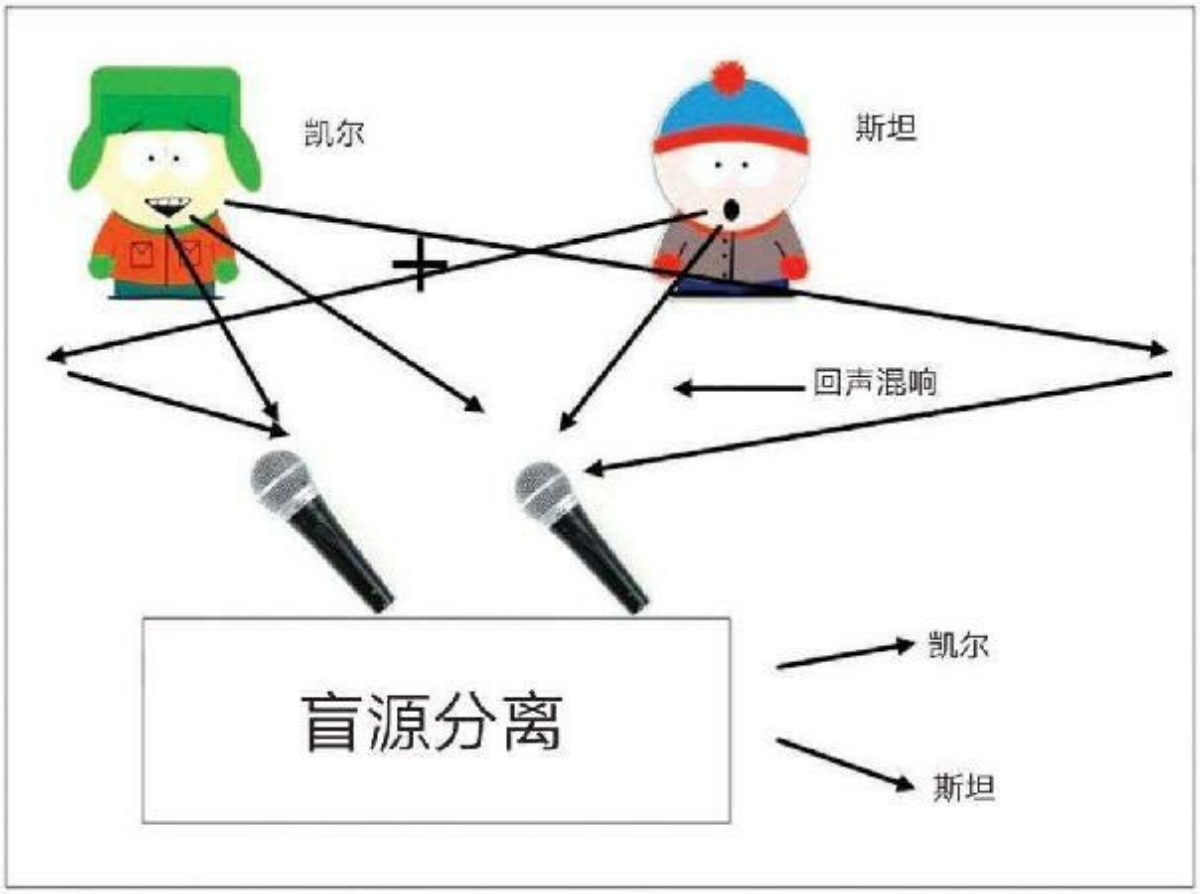


图6–1 盲源分离。凯尔和斯坦在有两个麦克风的房间里同时说话。每个麦克风会从扬声器以及房间墙壁反射的声音里采集信号。该实验的挑战就在于，如何在对信号的相关信息一无所知的情况下将两个声音彼此分开。独立分量分析是一种学习算法，可以在不了解信息源的情况下解决这个问题。

在嘈杂中找到你的声音

感知器是一个有单一神经元的神经网络。复杂度略高于感知器的次简单网络体系结构在输出层中有多个模型神经元，每个输入神经元都会连接到一个输出神经元，该结构将输入层中的模式转换为输出层中的模式。这个网络不仅可以对输入进行分类，还可以学习如何进行盲源分离。

1986年，安东尼·贝尔（见图6–2）还是一名在苏黎世联邦理工学院（ETH Zurich）进行暑期实习的本科生。他很早就对神经网络产生了兴

趣，曾前往日内瓦大学聆听来自神经网络领域前辈们的4个演讲。在布鲁塞尔大学获得博士学位后，他于1993年前往拉荷亚，加入了我的实验室，担任博士后研究员。

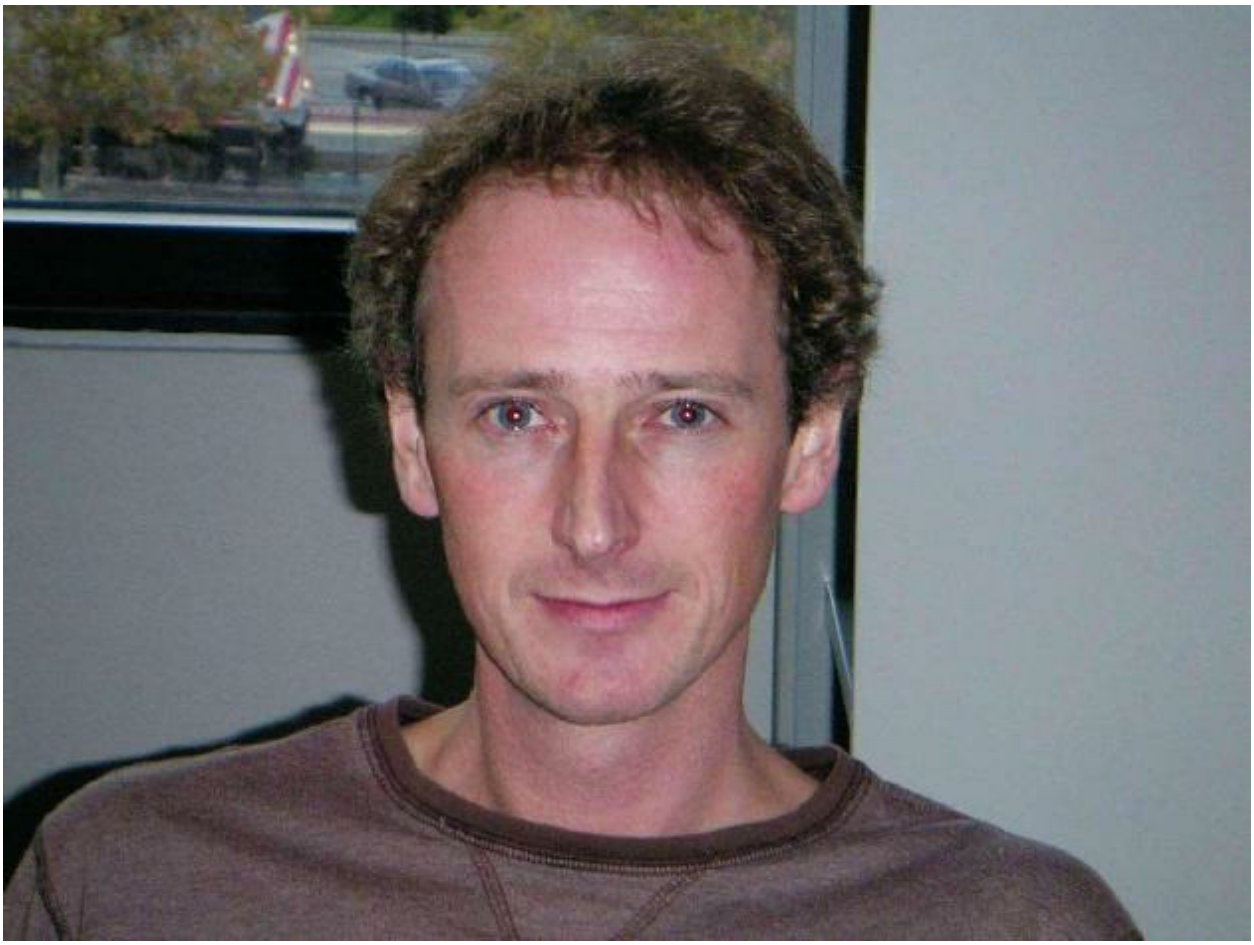


图6-2 正在独立思考的安东尼·贝尔，当时他正在从事独立分量分析研究（照片拍摄于1995年前后）。某个领域的专家试图解决一个问题时，常常无法实现突破，有时反倒是第一次接触这个问题的人能找到新方法并解决问题。安东尼和我发现了一种迭代算法来解决盲源分离问题，这个算法现在已经是工程学教科书里的内容，并且有了数千个应用实例。图片来源：安东尼·贝尔。

“通用信息最大化学习原理”（general infomax learning principle）最大限度地提高了通过网络传递的信息量。[3] 安东尼当时正在研究树突中的信号传输。树突就像细长的电缆，大脑的神经元通过附着在树突上的数以千计的突触收集信息。他凭直觉认为，通过改变树突中离子通道的密度，可以最大限度地提高树突中流通的信息量。在简化问题的过程

中（忽略树突），安东尼和我发现了一种新的信息理论学习算法，我们称之为“独立分量分析（ICA）”，它解决了盲源分离问题（见方框6.1）。[4]

独立分量分析已经有了数千个应用实例，而且已经出现在了信号处理的教科书中。[5] 在被应用于户外场景的自然图像的碎片中时，独立分量分析的独立成分是局部化的定向边缘滤波器（见图6–3），类似于猫和猴子的视觉皮层中的简单细胞（见图5–4）。[6] 采用独立分量分析方法时，只需要很少的信息源就能重建一幅图像中的一个图块，这种重建在数学上被称为“稀疏性”（sparse）。[7]

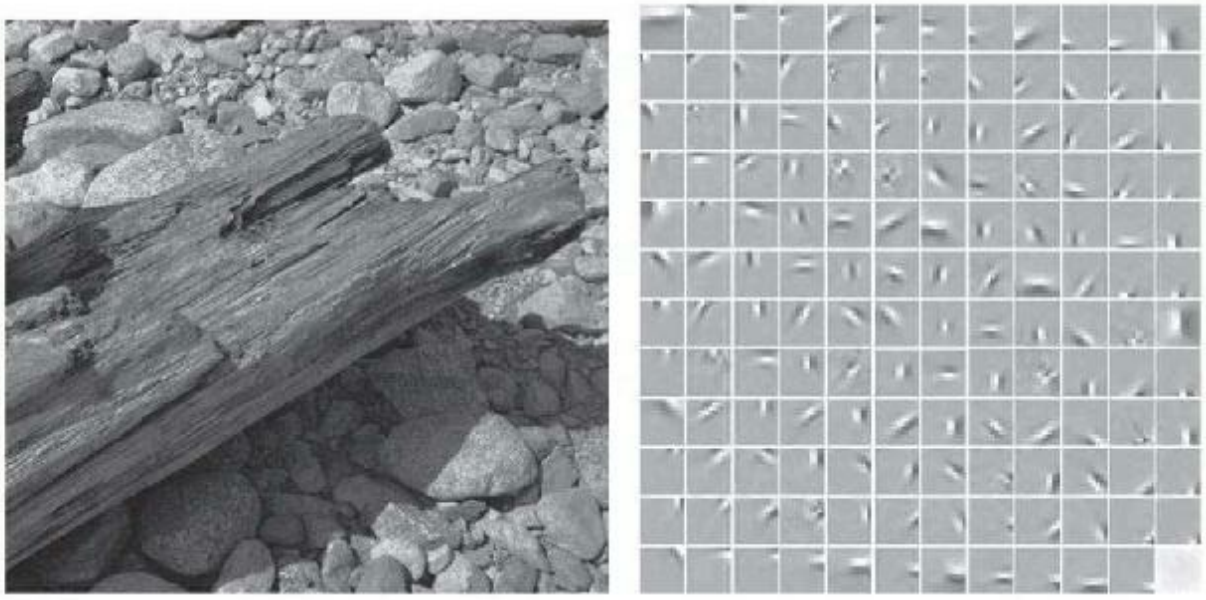
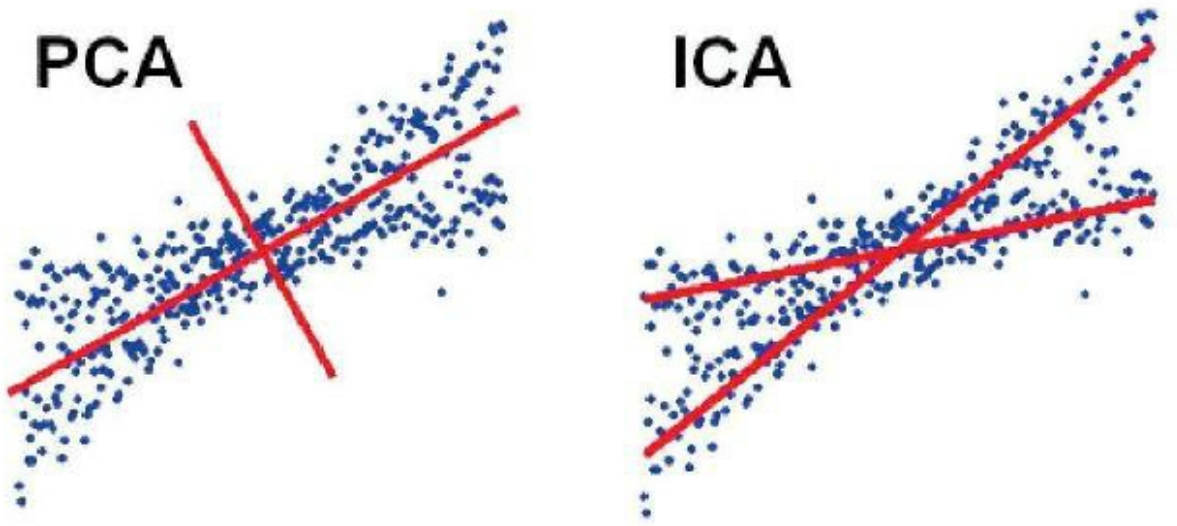


图6–3 源自自然图像的独立分量分析滤波器。使用左图自然场景图像中的图块（12×12像素）作为输入，通过具有144个输出单元的独立分量分析网络得到输出。右图中产生的独立分量与在初级视觉皮层中发现的简单细胞类似：它们具有局部性和定向性，分为正区域（白色）和负区域（黑色），灰色区域代表零点。只需要几个滤波器就可以表示任何给定的图块，这一性质被称为“稀疏性”。左图来源：Michael Lewicki；右图来源：Bell and Sejnowski，“The ‘Independent Components’ of Natural Scenes Are Edge Filters,” figure 4。

6.1
独立分量分析是如何工作的



主分量分析（PCA）和独立分量分析（ICA）之间的比较。图片中的圆点表示两个麦克风分别在垂直和水平轴上的输出。每个点的坐标是单个时间点记录在两个麦克风上的值。PCA是一种非常受欢迎的无监督学习技术，它挑选出将两个信号等分的方向，将它们的混合程度最大化，并且PCA轴始终相互垂直。ICA找到沿点的方向伸展的轴，来表示分离的信号，这些轴可能不是垂直的。

这些结果证实了20世纪60年代著名视觉科学家霍勒斯·巴洛（Horace Barlow）的猜想，那时大卫·休伯尔和托斯坦·威泽尔已经在视觉皮层中发现了简单细胞。一个图像通常包含大量的冗余信息，因为附近的像素通常具有相似的值（例如天空的像素）。巴洛猜想，通过减少自然场景表达中的冗余，[8] 简单细胞就能够更有效地传输图像中的信息。整个学界花了50年的时间，才开发出数学工具来证实他的直觉。

安东尼和我还认为，独立分量分析被应用于自然声音时，独立分量是具有不同频率和持续时间的时域滤波器，类似于在听觉神经系统初期处理部分中发现的滤波器。[9] 这使得我们相信，在试图理解感观信号是如何在视觉皮层最早期的处理阶段被表征这一基本原则的道路上，我们前进的方向是正确的。通过将这个原理扩展到线性滤波器的独立特征

子空间，就可以在视觉皮层中建立复杂细胞的模型。[10]

独立分量分析网络包含相同数量的输入和输出单元，以及把它们完全连接起来的一组权重。为解决盲源分离问题，麦克风的声音通过输入层输入，每个麦克风占有一个输入单元，而独立分量分析学习算法（类似感知器算法）不断迭代修改传递到输出层的权重，直到它们收敛。但是，不同于感知器这种监督学习算法，独立分量分析是一种无监督学习算法。它使用输出单元之间的独立性度量作为代价函数，但并不知道输出目标应该是什么。为了使输出尽可能独立，权重不断被修改，原始声源就被完美地分离开来，或者如果它们彼此并不是独立的，其相关性也会被尽可能地去除掉。无监督学习可以在许多不同类型的数据集中发现以前未知的统计结构。

将独立分量分析应用于大脑

我实验室里的其他人将安东尼·贝尔的信息最大化独立分量分析算法应用于大脑的不同类型的记录，由此引发了一系列的顿悟时刻。1924年，汉斯·伯格（Hans　Berger）从头皮上记录了大脑的第一个电信号，被称为脑电图。神经科学家利用这些复杂的振荡信号来监听我们不断变化的大脑状态，这种状态随我们的警觉性和感觉运动相互作用而变化。头皮上一个电极处的电信号接收来自大脑皮层内许多不同来源的输入，也接收肌肉和眼球运动噪声的输入。每个头皮电极接收来自大脑中相同源组的混合信号，这些信号具有不同的振幅，这与鸡尾酒会上的问题如出一辙。

20世纪90年代，斯科特·马克格（Scott　Makeig）是我在索尔克研究所的实验室里的研究员，他使用独立分量分析从脑电图记录中提取了大脑皮层中的几十个偶极源，以及它们各自的时间过程（见图6–4）。偶极子是大脑信息源最简单的模式之一。最简单的是由单一静电电荷产生

的覆盖整个头皮的均一模式。第二简单的模式是由电流直线移动产生的偶极子模式，发生在皮层锥体神经元中。把偶极子想象成一个箭头，头皮上沿箭头的方向为正，沿箭尾的方向为负。该模式覆盖了整个头部，这就是为什么分离同时被激活的许多大脑信息源非常困难。从脑电图提取的两个信息源——IC2和IC3，大致相当于图6–4中的偶极源。独立分量分析还分离了噪声，例如眼球运动和电极噪声，这些噪声在后期可以以很高的精度被抹除（图6–4中的IC 1和IC4）。自那时起，数以千计已发表的论文都在使用独立分量分析方法分析脑电图记录，并在使用独立分量分析方法分析大量脑状态的研究领域取得了重要发现。

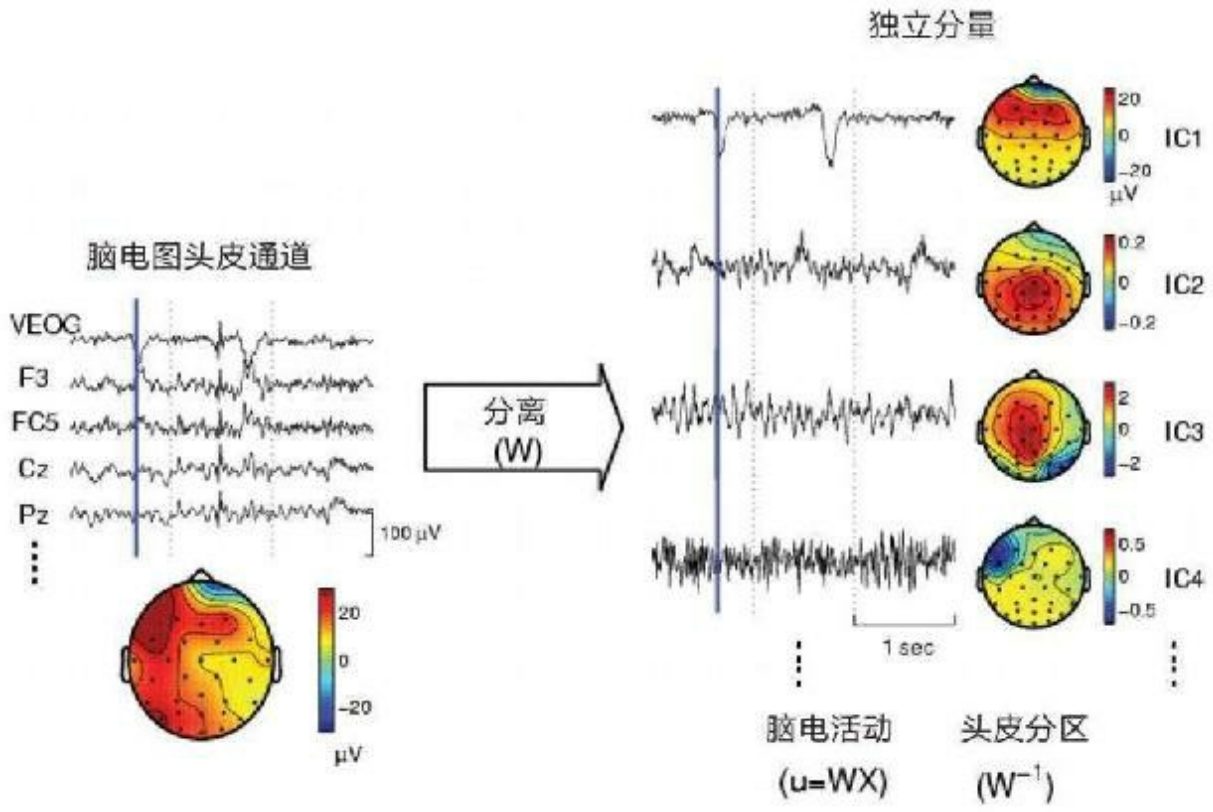


图6-4 独立分量分析被应用于头皮脑电图记录。在俯视角度的头皮绘图（鼻子朝上）中，黑点的位置是电极，某个时间点的电压以微伏（μV）为单位用彩色标注。左侧图中五个头皮通道显示波动中的脑电图信号受到了来自眨眼和肌肉信号的噪声污染。独立分量分析可以将大脑成分与噪声分开，如右图所示（其中“IC”代表“独立分量”）。IC1是基于缓慢时间过程的眨眼运动，此时头皮绘图在靠近眼睛的地方数值最高（红色）。IC4是肌肉运动噪声，可以看到高频率、高振幅的噪声和头皮图上的局部源。IC2和IC3是大脑信息源，分别表示为头皮上的偶极模式（与负值蓝色区域相对的正值红色区域），和来自脑电图所记录的头皮上更复杂的模式（如左边头皮绘图所示）。图片来源：Tzyy-Ping Jung。

马丁·麦基沃恩（Martin　McKeown）当时是我实验室的一名博士后研究员，具有神经学背景。他研究出了如何翻转空间和时间，将独立分量分析应用于fMRI的记录中（见图6–5）。[11] 基于fMRI的脑成像在大脑中数以万计的位置对与神经活动间接相关的血氧水平进行测量。在图6–5中，独立分量分析信息源是与其他信息源具有共同时间进程，但在空间上相互独立的大脑区域。空间域的稀疏性意味着在任何给定的时间，只有少数几个区域是高度活跃的。

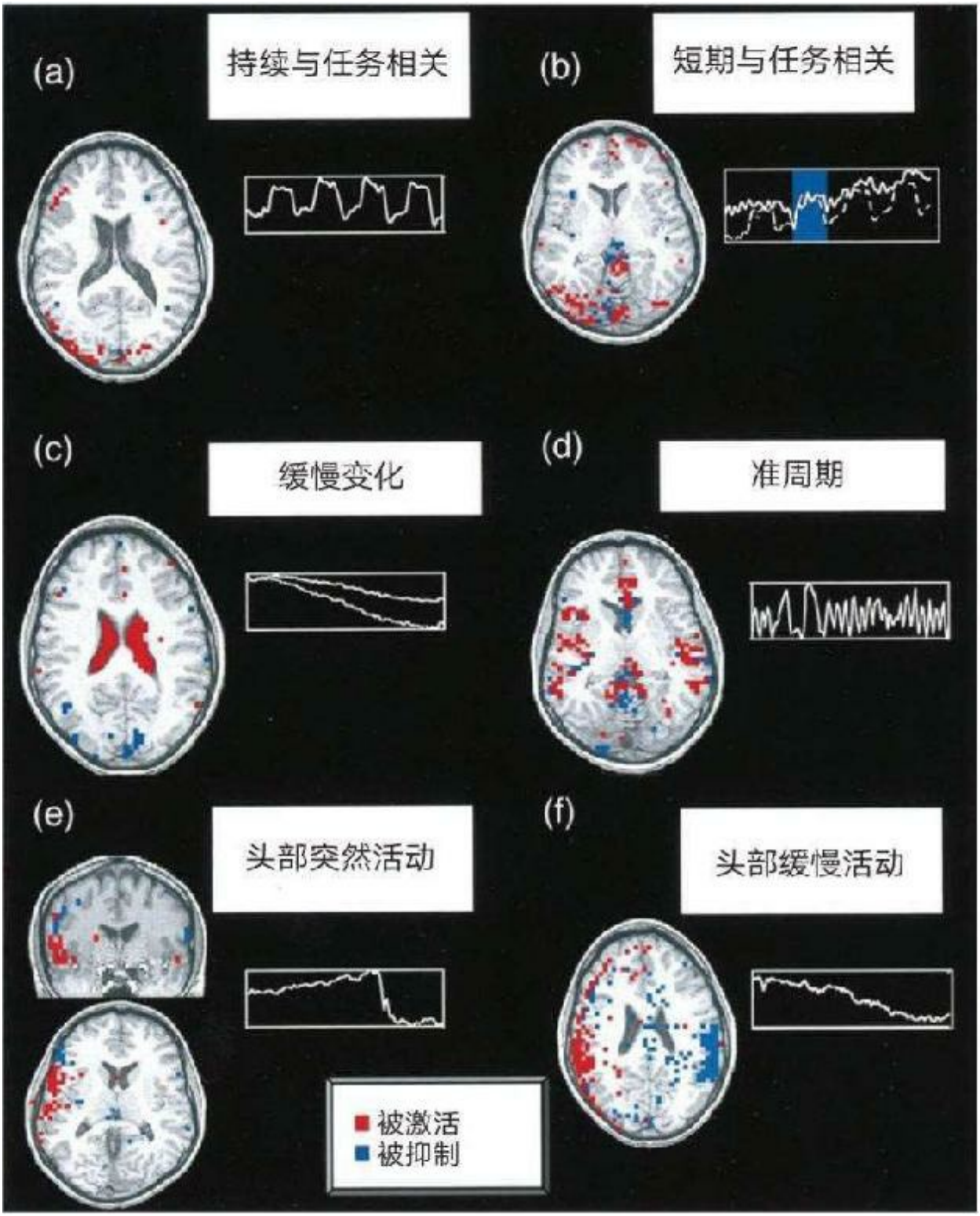


图6-5 独立分量分析被应用于fMRI数据。每个分量由一个大脑活动图和一个时间过程组成。这里显示了几种不同类型的分量。图中的任务代表了持续5秒钟的视觉刺激，由与任务相关的分量拾取。方框中信号的时间进程约为一分钟，任务重复了四次，如图（a）所示。其他分量则采集了诸如头部运动之类的噪声。图片来源：M.J. McKeown, T.-P. Jung, S. Makeig, G. D.

Brown, S. S. Kindermann, T.-W. Lee, and T. J. Sejnowski, “Spatially Independent Activity Patterns in Functional MRI Data during the Stroop Color-Naming Task,” Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 95, no. 3 (1998): 806, figure 1。

因为独立分量分析是无监督的，它可以揭示能够协同工作的大脑区域网络，并能够扩充试图将区域中的活动与感官刺激或运动反应联系起来的监督技术。例如，独立分量分析已被用于揭示来自受试者的fMRI记录中的多个静息状态，这些受试者只是被要求在扫描仪中保持不动。[12] 我们仍然不了解这些静息状态意味着什么，但是它们可以代表对大脑活动负责的一部分大脑区域的组合，例如我们在做白日梦，被一件烦心事困扰，或是正在计划晚餐吃什么的时候。

最大独立性原则与稀疏编码原则有关。尽管独立分量分析揭示了许多独立的分量，但只需要其中的一小部分就能重建自然图像中指定的图块。这个原理也适用于视觉皮层，视觉皮层的细胞数量比视网膜的输入细胞多100倍。我们的每个视网膜都有100万个神经节细胞，在初级视觉皮层中有1亿个神经元——这是皮层视觉层级中的第一层。视网膜中视觉信号的紧凑编码，在皮层中被扩展为高度分布且高度稀疏的新编码。将信息扩展到更高维度空间的方法也被应用到其他的编码方案中，其中包括在听觉皮层和嗅觉皮层中发现的编码。一类被称为“压缩感知算法”（compressed sensing algorithms）的新算法将稀疏性原理进行了泛化处理，用来提高存储和分析复杂数据集的效率。[13]

什么在操控我们的言行

独立分量分析的故事说明了技术在科学和工程领域取得新发现中的重要性。我们通常将技术看作测量设备，比如显微镜和放大器。但算法也是技术，它们能够利用旧仪器获得的数据得出新的发现。脑电图技术已经存在了将近100年，但是如果没有独立分量分析，就无法确定潜在

的大脑信息源，大脑本身就是一个环环相扣的算法体系，如果大脑的某些部分发现了实施独立分量分析的方法，我并不会对此感到惊讶。[14]

20世纪90年代，在为神经元网络开发新的学习算法的过程中，也诞生了许多其他的发现，其中很多（如独立分量分析）现在都成了机器学习中的数学工具。这些算法被嵌入许多常用的设备中，不过没有一个标明了“内含神经网络”。拿耳机或手机来举个例子。Te-Won Lee和Tzyy-Ping Jung曾经是我实验室的博士后研究员，他们后来创立了一家名为“SoftMax”的公司，在带有两个麦克风的蓝牙耳机中应用ICA来消除背景噪声。这样的设计能够让戴耳机的人在嘈杂的餐厅或体育赛事中听到别人说话。2007年，SoftMax被高通收购（高通为许多品牌的手机设计芯片）。而如今，类似独立分量分析的解决方案也已嵌入10亿部手机中。如果你能从运行独立分量分析的每部手机上分到一分钱，那你现在就是个千万富翁了。

安东尼·贝尔多年来一直对一个更加棘手的问题感兴趣。作为人类，我们的体内有许多网络，信息从一个网络层到另一个网络层，从分子到突触，到神经元，到神经群，直到形成决策，所有这些都可以用物理学和生物化学的法则来解释（见图4–4）。但我们都有这样的感受，是我们自己，而非物理或生物化学反应，在操控我们的一言一行。我们的大脑神经群中出现的内部活动如何引导我们做出决定，例如阅读这本书或者打网球，一直是一个谜。这些远远低于我们意识水平的决定，在某种程度上是由神经元通过基于分子机制的经验形成的突触相互作用形成的。但从我们人类的视角来看，是我们的决定导致了所有这些事件在我们的脑中发生：内省行为告诉我们，因果关系中的因和果，似乎与物理和生物化学领域中的因和果相反。如何调和这两个观点，是一个深刻的科学问题。[15]

---

[1] J. Herault and C. Jutten, “Space or Time Adaptive Signal Processing by Neural Network Models,” in J. S. Denker, ed., *Neural Networks for Computing, AIP Conference Proceedings* 151, no. 1 (1986): 206–211.

[2] A. J. Bell and T. J. Sejnowski, “An Information-Maximization Approach to Blind Separation and Blind Deconvolution,” *Neural Computation* 7, no. 6 (1995): 1129–1159.

[3] 早些时候，IBM的拉夫·林斯克（Ralph Linsker）引入了一种名为“infomax”的算法，以解释在发育过程中视觉系统是如何彼此连接起来的。R. Linsker,“Self-Organization in a Perceptual Network,” *Computer* 21, no. 3 (1988): 105–117.

[4] A. J. Bell and T. J. Sejnowski, “An Information-Maximization Approach to Blind Separation and Blind Deconvolution.”

[5] 对ICA的发展做出了重要贡献的人还包括：Pierre Comon, Jean-François Cardoso, Apo Hyvarinen, Erkki Oja, Andrzej Cichocki, Shunichi Amari, Te-Won Lee, Michael Lewicki, and many others。

[6] A. J. Bell and T. J. Sejnowski, “The ‘Independent Components’ of Natural Scenes Are Edge Filters,” *Vision Research* 37, no. 23 (1997): 3327–3338.

[7] 布鲁诺·奥尔斯豪森（Bruno Olshausen）和大卫·菲尔德（David Field）也用另一种基于稀疏性的学习算法得出了同样的结论。B. A. Olshausen and D. J.Field, “Emergence of Simple-Cell Receptive Field Properties by Learning a Sparse Code for Natural Images,” *Nature* 38, no. 6583 (1996): 607–609.

[8] Horace Barlow, “Possible Principles Underlying the Transformation of Sensory Messages,” in Walter A. Rosenblith, ed., *Sensory Communication* (Cambridge, MA:MIT Press, 1961), 217–234.

[9] A. J. Bell and T. J. Sejnowski, “Learning the Higher-Order Structure of a Natural Sound,” *Network: Computation in Neural Systems* 7, no. 2 (1996): 261–267.

[10] A. Hyvarinen and P. Hoyer, “Emergence of Phase- and Shift Invariant Features by Decomposition of Natural Images into Independent Feature Subspaces.” *Neural Computation* 12, no. 7 (2000): 1705–1720.

[11] M. J. McKeown, T.-P. Jung, S. Makeig, G. D. Brown, S. S. Kindermann, T.-W. Lee,and T. J. Sejnowski, “Spatially Independent Activity Patterns in Functional MRI Data during the Stroop Color-Naming Task,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 95, no. 3 (1998): 803–810.

[12] D. Mantini, M. G. Perrucci, C. Del Gratta, G. L. Romani, and M. Corbetta,“Electrophysiological Signatures of Resting State Networks in the Human Brain,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104, no. 32 (2007):13170–13175.

[13] D. L. Donoho, “Compressed Sensing,”*IEEE Transactions on Information Theory* 52, no. 4 (2006): 1289–1306; Sanjoy Dasgupta, Charles F. Stevens, and Saket Navlakha, “A Neural Algorithm for a Fundamental Computing Problem,” *Science* 358 (2017): 793–796. doi:10.1126/science.aam9868.

[14] 小脑可能在苔藓纤维输入汇聚到颗粒细胞树突的层面上进行了独立分量分析。参阅D.

M. Eagleman, O. J.-M. D. Coenen, V. Mitsner, T. M. Bartol, A.J. Bell, and T. J. Sejnowski, “Cerebellar Glomeruli: Does Limited Extracellular Calcium Implement a Sparse Encoding Strategy?” in *Proceedings of the 8* th *Joint Symposium on Neural Computation* (La Jolla, CA: Salk Institute, 2001).

[15] 托尼·贝尔（Tony Bell）正在使用独立分量分析和近红外光谱来研究水的结构。他试图证明，在当今仪器看不见的尺度上，水形成了可通过光线进行沟通的连贯结构，并形成了生物分子生命的基底。这个想法是，当“神经机制”（nerual schemes）放松到足够的程度时，体内广泛分布的原子网络会出现连贯的信息，决定就是这样产生的。

07

霍普菲尔德网络和玻尔兹曼机

在20世纪80年代，尚在罗切斯特大学的计算机科学家杰罗姆·费尔德曼（Jerome Feldman）采用了联结主义（connectionist）网络的方式来研究人工智能。杰罗姆几乎没说错过什么话，他曾经指出，人工智能中使用的算法在运行了数十亿个步骤之后，却常常得不到一个正确的结论，而大脑只需要经历大约100个步骤，通常就会得出一个正确的结论。[1] 这个“100步法则”当时在人工智能研究人员中并不像现在那样受欢迎，但少数人，其中最著名的是卡内基–梅隆大学的艾伦·纽维尔，的确已经开始把它作为一种约束。

有一次我被困在了纽约州的罗切斯特机场，杰罗姆好心留宿了我一晚。那天，我参观完位于斯克内克塔迪的通用电气研究实验室，准备返回巴尔的摩，在回去的飞机上，听到飞行员通知我们罗切斯特的天气状况。我这才发现坐错了航班。落地后，我预订了飞往巴尔的摩的最早航班，但也要等到第二天了。我碰巧遇见了杰罗姆，他刚参加完在华盛顿特区举办的一次委员会会议，正准备回家。他很大方地邀请我去他家休息一个晚上。杰罗姆后来去了加州大学伯克利分校，但每次我被困机场时，都会禁不住想起他。

杰罗姆区分了“邋遢”和“整洁”的联结主义模型。邋遢模型跟杰弗里·辛顿和我一起研究过的模型十分相似，在网络的许多单元中分布了对对象和概念的表征。而杰罗姆所笃信的整洁模型，提供了对对象和概念严谨的计算表征，每个单元上只有一个标签。在更广泛的背景下，邋遢科学的模型使用近似方法来获得定性的答案，而整洁科学的模型致力于找到问题的确切解决方案。事实上，人工智能要取得进展，需要同时应用

这两种方法。[2] 我不反对立足于“邋遢”的方法，但我会尽一切努力去给出一个更“整洁”的解释，最终努力产生了回报：杰弗里和我后来都因此获得了巨大的成就。

约翰·霍普菲尔德的伟大之处

想要获得物理学博士学位，你必须解决一个问题。好的物理学家应该有能力解决任何问题，但伟大的物理学家知道要解决什么样的问题。约翰·霍普菲尔德就是一位伟大的物理学家。在凝聚态物理学领域获得了杰出的成就之后，他的兴趣转向了生物学，特别是关于“分子校正”的问题。DNA（脱氧核糖核酸）在细胞分裂过程中被复制时，错误不可避免，必须纠正这些错误才能保证子细胞遗传信息的准确度。霍普菲尔德想出了一个聪明的办法，并解释了采用这个方法纠错的过程是怎么实现的，尽管他提出的这种方法需要消耗能量，但随后的实验表明，他是正确的。在生物学研究领域，做出任何正确的解释都是一项了不起的成就。

霍普菲尔德是我在普林斯顿大学读博士期间的导师，那时他刚对神经科学产生兴趣（见图7–1）。随着这种兴趣变得日益浓厚，他开始兴致勃勃地给我讲述，他从波士顿神经科学研究计划（Neuroscience Research Program，NRP）会议上那些神经科学研究专家的演讲里所学到的东西。我发现在NPR会议上发布的一些小型研讨会会议文章非常有价值，让我了解了当时人们正在研究什么问题，以及产生了哪些想法。我现在还保留着一份由传奇神经学家西奥多·霍姆斯·布洛克（Theodore Homes Bullock）整理的关于神经编码的研讨会会议文献。西奥多后来成了我在加州大学圣迭戈分校的同事。西奥多和艾德里安·霍里奇（Adrian Horridge）合著的关于无脊椎动物神经系统的书堪称经典。[3] 我和西奥多在模拟珊瑚礁集体行为的项目中有过合作，并且我很荣幸地

成为他在2008年发表的最后一篇学术论文的共同作者。[4]

与前层单元建立了反馈连接，并与同层单元间存在循环连接的神经网络，要比仅具有前馈连接的神经网络复杂得多。包含具有正（兴奋）权重和负（抑制）权重的任意连接单元的通用网络对学界提出了一个数学难题。虽然芝加哥大学的杰克·考恩（Jack Cowan）和波士顿大学的斯蒂芬·格罗斯伯格（Stephen Grossberg）在20世纪70年代后期，通过证明这样的网络能够重现视觉错觉[5]和幻觉[6]，在该领域取得了一些进展，但是工程师发现这种网络并不能解决复杂的计算问题。

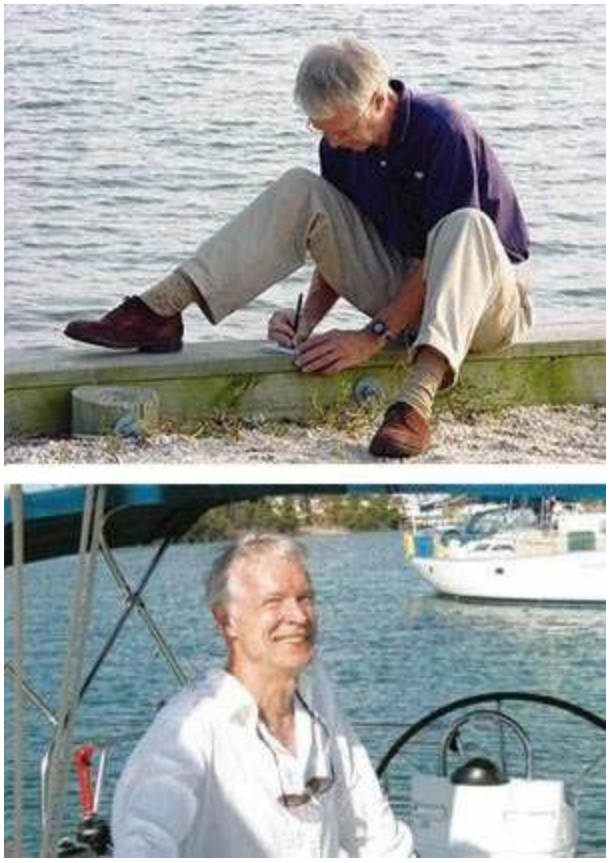


图7-1 约翰·霍普菲尔德在马萨诸塞州伍兹霍尔的岸边正埋头解决某个问题（照片拍摄于1986年前后）。霍普菲尔德在20世纪80年代设计了一个以他自己名字命名的神经网络，开启了深度学习研究的大门，这一设计对神经网络研究产生了开创性的影响。图片来源：约翰·霍普菲尔德。

内容可寻址存储器

1983年的夏天，辛顿、霍普菲尔德和我参加了杰罗姆·费尔德曼在罗切斯特大学组织的一场讨论会。霍普菲尔德告诉我们，他解决了一种强交互网络的收敛问题。他证明了一种独特的非线性网络模型，即现在的“霍普菲尔德网络”，能确保收敛到一种叫“吸引子”（attractor）的稳定状态（见图7–2，方框7.1）[7]（高度非线性网络很容易发生振荡，或表现出更多的混沌行为）。此外，可以通过选择网络中的权重，把吸引子状态做成信息内容。如此一来，霍普菲尔德网络就可以被用来实现一种“内容可寻址存储”（content-addressable memory）。存储的信息可以只用信息内容的一部分作为提取输入，让神经网络完成信息填充。这让人联想起了人的记忆行为。如果我们看到某个熟人的脸，就能想起那个人的名字和先前与之交谈过的内容。

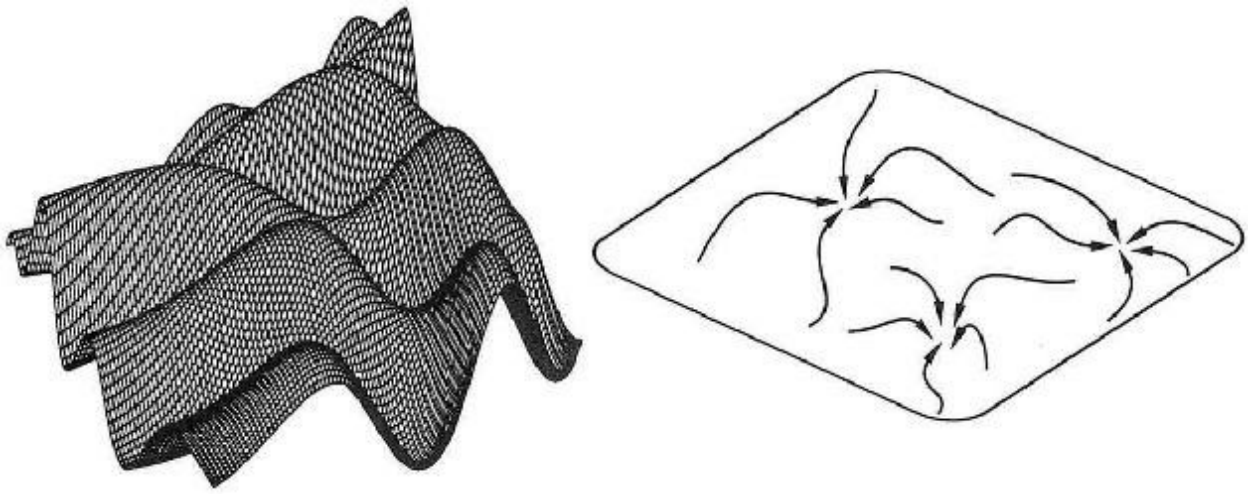


图7-2 霍普菲尔德网络的能量场景图。（左图）网络的状态可以被看作是能量表面上的一个点。（右图）每次更新可以将状态移动到其中一个局部能量最小值，叫作“吸引子状态”。图片来源：A. Krogh, J. Hertz, and R.G. Palmer, Introduction to the Theory of Neural Computation Redwood City CA: Addison-Wesley, 1991, left:figure 2.6; right: figure 2.2。

霍普菲尔德网络的重大突破性在于，它能在数学上保证收敛。研究人员曾认为要分析高度非线性网络的一般情况是不可能的。当网络中的

所有单元被同时更新的时候，所引发的动态情况非常复杂，没有办法保证收敛。[8] 但是霍普菲尔德网络展示出，当网络中单元的更新是顺序进行的时候，一种单元组彼此双向连接并且权重相同的特殊对称网络，是可解，并且最终是能够收敛的。

越来越多的证据表明，海马体（保存关于特殊事件和独特对象长期记忆的大脑关键区域）中的神经网络存在像霍普菲尔德网络中的那种吸引子状态。[9] 虽然霍普菲尔德模型非常抽象，但它的本质行为和在海马体上观察到的行为十分相似。20世纪80年代，许多物理学家都曾利用霍普菲尔德网络实现了由物理学到神经科学的跨越。使用理论物理的复杂工具来分析神经网络和学习算法的过程中，诞生了很多惊人的发现。物理、计算和学习在神经科学理论领域深刻地联系在一起，这一结合成功地实现了对大脑功能的诠释。

约翰·霍普菲尔德和当时在贝尔实验室的大卫·汤克（David Tank），随后又展示了一种霍普菲尔德网络的变体，其中的单元可以拥有0到1之间的连续值，[10] 能够很好地解决优化问题，例如“旅行商问题”（traveling salesman problem），该问题旨在寻找能够访问多个城市的最短路径，每个城市仅访问一次。[11] 这是一个计算机科学领域众所周知的难题。网络的能量函数包含了路径的长度，限制是每个城市仅能访问一次。经过初始状态，霍普菲尔德和汤克的网络能最终收敛到一个最小能量状态，表明找到了一条较好的路径，虽然不一定是最佳路径。

局部最小值与全局最小值

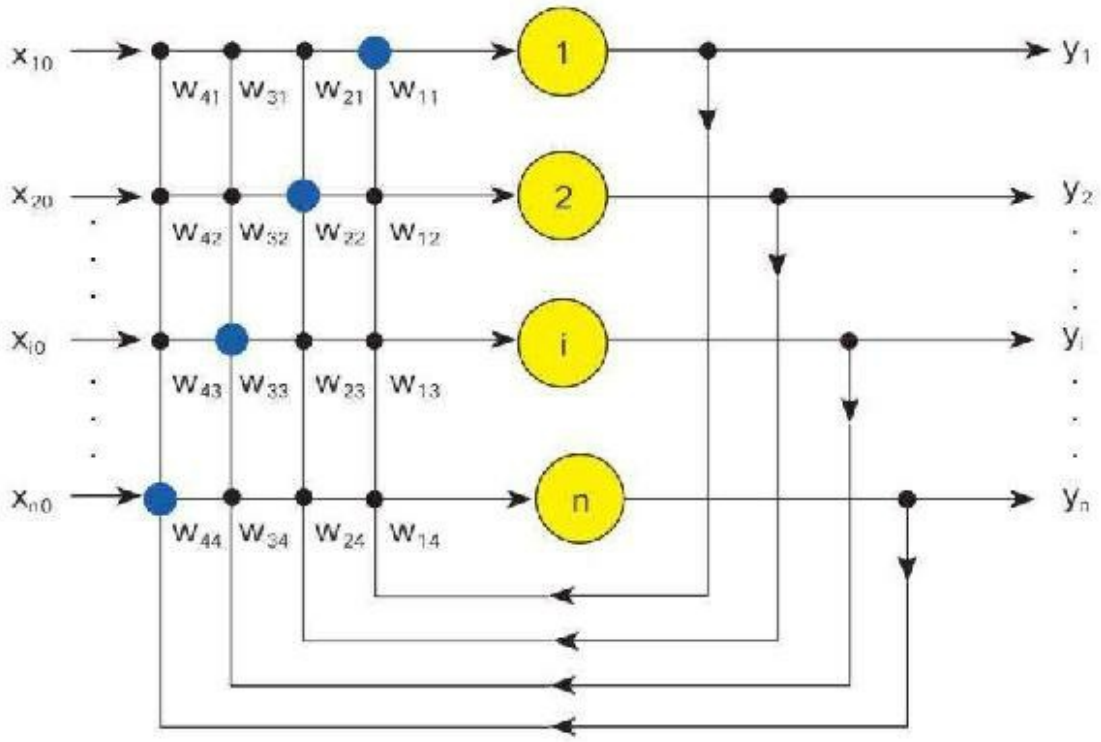
达纳·巴拉德（Dana Ballard）在1982年与克里斯托弗·布朗（Christopher Brown）一起撰写了一本关于计算机视觉的经典著作，[12] 他也参加了1983年的研讨会。辛顿和我当时正在与巴拉德一起为

《自然》杂志撰写一篇关于图像分析新方法的综述。[13] 该文章的核心想法是，用网络模型中的节点表示图像中的特征，网络中的连接实现了特征间的约束条件；互相兼容的节点具有积极的相互作用，而不兼容的节点间具有消极的相互作用。在视觉中，必须找到满足所有约束条件的所有特征的和谐表达。

霍普菲尔德网络能够解决这种约束满足问题吗？能量函数可以用来衡量网络满足所有约束的程度（见方框7.1）。视觉问题需要一个最佳解决方案，一个全局能量最小值，但是霍普菲尔德网络的工作原理决定了它仅能提供局部最小值。《科学》杂志上的一篇文章让我深受启发，其作者斯科特·柯克帕特里克（Scott Kirkpatrick）当时在位于纽约约克敦海茨（Yorktown Heights）的IBM托马斯·沃森研究中心（Thomas J. Watson Research Center）工作。[14] 柯克帕特里克使用了一种叫作“模拟退火”（simulated annealing）的算法来解决局部最小值问题。假设你想把一堆电子元件装到两块电路板上，怎么放置这些元件可以使连接元件的接线数量最少呢？

较差的解决方案就是，先随机安放元件，然后每次移动一个元件，直到找到用线最少的排布方案。因为当移动任何一个元件都无法减少用线时，很容易陷入局部最小值的陷阱。逃出这个陷阱的一种方式就是，允许随机跳到一种用线更长的放置方式。这种跳跃的概率，开始时会很大，随后慢慢减小，直至变成零。如果这种概率减小的速度足够慢，元件的最终排布方式会达到接线的全局最小值。在冶金业，这种做法叫作退火。将金属加热并慢慢冷却，在这一过程中会形成缺陷最小的较大的晶体结构，这些缺陷会使金属过脆，或出现裂纹。

7.1
霍普菲尔德网络



在霍普菲尔德网络中，每个单元都能向网络中所有其他的单元传递输出。输入标记为x_i，输出标记为y_j。连接的强度，或者说单元之间的权重是对称的：$w_{ij}=w_{ji}$。在每个步骤中，其中一个单元被更新为输入值的总和，并和一个阈值进行比较：如果输入之和大于阈值，输出就是1，否则输出就是0。霍普菲尔德展示了这种网络存在一个能量函数，它不会随着网络中单个单元的逐次更新而增长：

$$E=\sum w_{ij}\, x_i\, x_j$$

最终，霍普菲尔德网络会达到“吸引子状态”，即所有单元值不再变化，能量方程达到局部最小值。这种状态等同于存储好的记忆，可以通过部分存储好的状态来初始化网络，实现对完整记忆的恢复。这就是霍普菲尔德网络实现内容取址记忆的方法。所存储向量的权重可通过赫布突触可塑性（Hebbian synaptic plasticity）得到：

$$\Delta w_{ij}=\alpha\, x_i\, x_j$$

Δw_{ij} 表示权重的变化，α 表示学习速率，x_i 表示存储的向量。该图由戴尔·希斯（Dale Heath）绘制。

玻尔兹曼机

在霍普菲尔德网络中，模拟退火相当于对更新进行“加热”，这样能量就能在能量表面自由上下。因为单元在高温下可以随机反转，如果温度逐渐降低，霍普菲尔德网络很有可能在温度为零时收敛到能量最低状态。在实际操作中，模拟会在常温条件下让网络达到平衡状态，这样网络就可以访问周围的若干状态，并且在一个更广阔的范围内搜寻可能的答案。

例如，图7–3中剪影的图案是存在争议的。这取决于你关注的是哪个部分，你可能会看到一个花瓶或两张侧脸，但不会同时看到这两种图案。问题的关键在于，你将哪部分看成图形，哪部分看成背景。我们设计了一个玻尔兹曼机网络来模仿这个基于图形—背景的决定（figure-ground decision），[15] 用一些单元代表被关注的图形，其他单元代表图形的边缘。我们已经知道，视觉皮层中存在由边缘激活的简单细胞，但是图形可能位于边缘的任意一侧。我们的玻尔兹曼机网络通过两组边缘单元实现了图形选择，每组单元只支持一侧的图形。这类神经元随后在视觉皮层中被发现，被称为“边界归属细胞”（border-ownerships cells）。[16]

玻尔兹曼网络中的约束可以通过手动设置权重来实现（图7–4）。在图形单元之间存在兴奋连接，而在边缘单元之间存在着抑制连接。边缘单元与它们所指向的图形单元之间存在兴奋性连接，能够支持图形单元，并与相背离的图形单元间形成抑制性连接。[17] 注意力是通过对一些图形单位产生偏倚（bias）而实现的。当玻尔兹曼网络对单元使用

霍普菲尔德更新规则时，它会落入局部能量最小值，这些局部能量最小值在本地图块中一致，但在全局上并不一致。当更新中加入了噪声时，玻尔兹曼网络可以跳出局部最小值，并且通过缓慢退火降低噪声温度，这样一来网络的能量函数就可能得到全局一致的能量最小值（见图7–4）。由于更新是异步和独立的，因此网络可以由具有数百万个单元并行工作的计算机来实现，并且可以比一次按顺序执行一个操作的数字计算机更快地收敛到解决方案中。

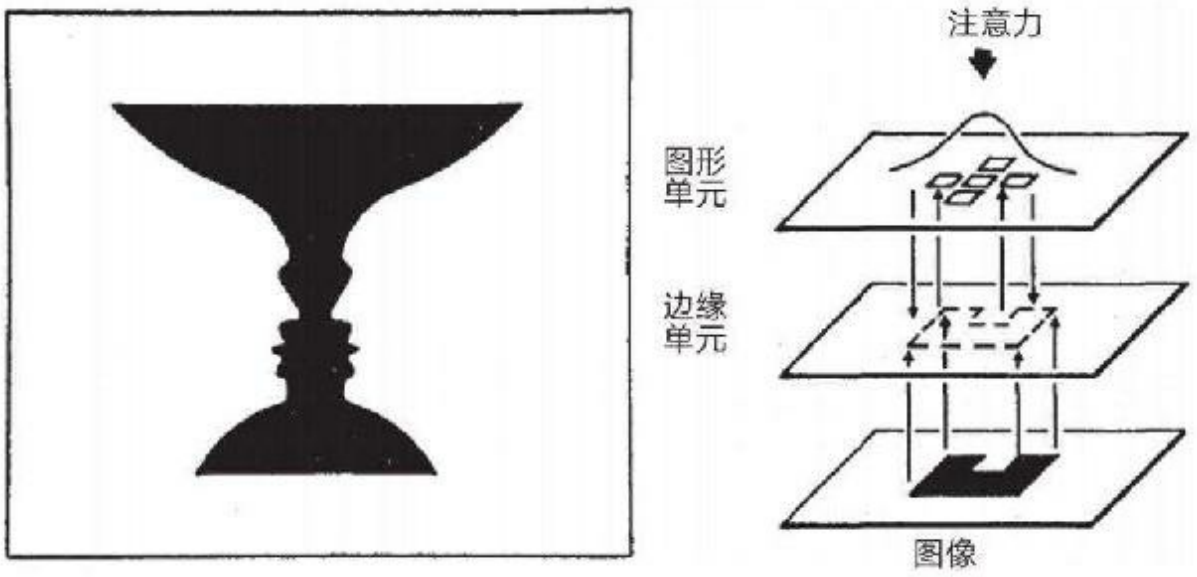


图7-3 模棱两可的图形—背景问题。（左图）如果关注黑色图形，你看到的是一个有白色背景的花瓶。如果关注的是白色背景，那你会看到两张互相注视的脸。你可以来回变换视角，但是做不到同时看到两种图案。（右图）图形—背景网络模型。两种单元分别代表了物体的边缘（线段），和某个像素是否属于图形或者背景（方块）。图像输入方向为从下到上，注意力输入方向是从上到下。其中，当某个区域应该被当作图形而进行填充时，注意力就是针对该区域所产生的偏倚。图片来源：P. K. Kienker, T. J. Sejnowski, G. E. Hinton, and L. E. Schumacher, “Separating Figure from Ground with a Parallel Network,” Perception 15 (1986): 197–216, left: figure1; right: figure 2。

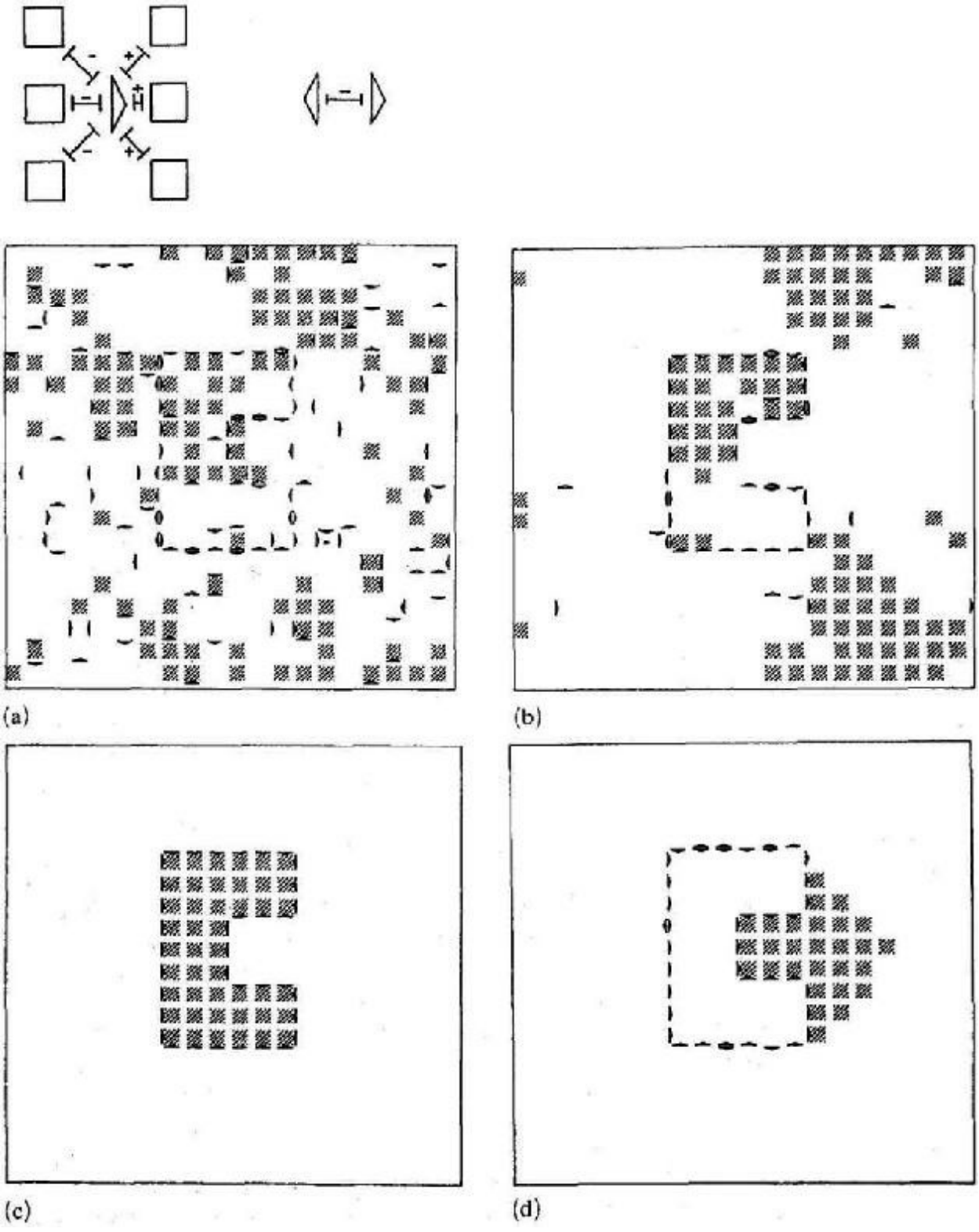


图7-4 正在分离图形与背景的玻尔兹曼机。（上图）网络中的方形单元为标识图形的图形单元，三角形为标识轮廓的边界单元，连接单元的正负属性也被一同标出。边缘单元可以指向或者背离图形。（下图）（a）关注于图形C内部区域的网络示意图。温度 [18] 刚开始很高，单

元在开启和关闭状态之间不停变换。（b）随着温度下降，在指向内部的边缘单元的支持下，C内部的图形单元开始聚拢；同时，注意区以外或没有边缘输入的单位开始消失。（c）当温度为零时，注意区的图案被填满。（d）如果注意区移向外围，重复该过程，则外部区域会被填充。图片来源：P. K. Kienker, T. J. Sejnowski, G. E. Hinton, and L. E. Schumacher, "Separating Figure from Ground with a Parallel Network," Perception 15 (1986): 197–216, below: figure 6; above: figure 3。

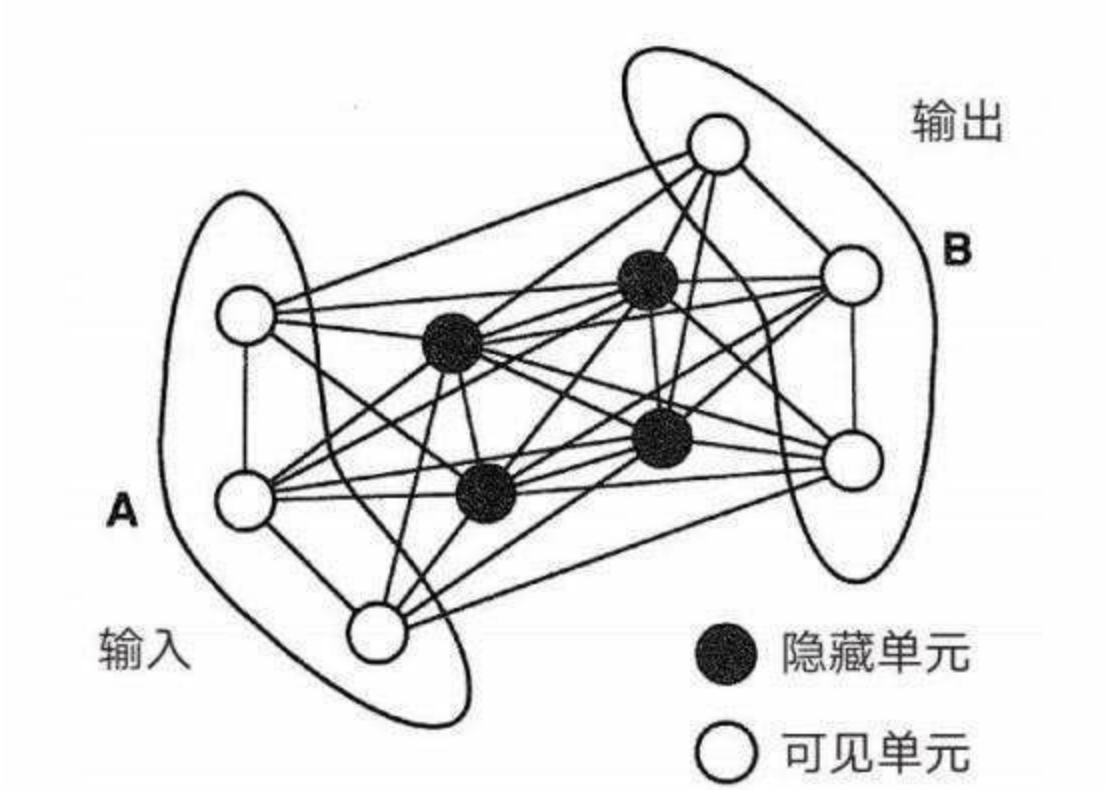
那个时候，我已经在哈佛医学院的斯蒂芬·库夫勒那里完成了博士后研究，在约翰·霍普金斯大学（位于巴尔的摩市）生物物理系开始了我的第一份工作；杰弗里·辛顿在卡内基–梅隆大学（位于匹兹堡市）计算机科学系担任教职，在那里他很幸运地得到了艾伦·纽维尔的支持，艾伦对人工智能的新方向持十分开放的态度。匹兹堡和巴尔的摩离得很近，所以杰弗里和我可以在周末见面。我们将这一霍普菲尔德网络的新版本称为"玻尔兹曼机"，以致敬19世纪的物理学家路德维希·玻尔兹曼（Ludwig Boltzmann），他是统计力学的创始人。我们的波动性神经网络模型就是借助统计力学的工具进行分析的，之后我们很快就发现，该模型也是一个强大的学习机器。

在恒定的"温度"下，玻尔兹曼机会达到平衡。在平衡状态下会发生一些神奇的事情：多层神经网络学习的大门将被打开。而此前，每个人都认为它的存在有弊无利。有一天，杰弗里给我打电话，说他刚刚从玻尔兹曼机衍生出一个简单的学习算法。该算法的目标是执行从输入单元到输出单元的映射。但与感知器不同的是，玻尔兹曼机在输入和输出层之间也存在一些单元，我们称之为"隐藏单元"（见方框7.2）。通过对其呈现输入—输出对和应用学习算法，玻尔兹曼网络学会了实现目标映射。但是，其目标不仅仅是要记住输入—输出对，也要将没有被用于训练网络的新输入正确地进行分类。此外，玻尔兹曼机也在通过其持续不断的波动状态来学习概率分布——对于一个给定的输入模式，每个输出状态的访问频率如何——这就使其具备了生成性：学习之后，它可以通过钳制每个输出类别来生成新的输入样本。

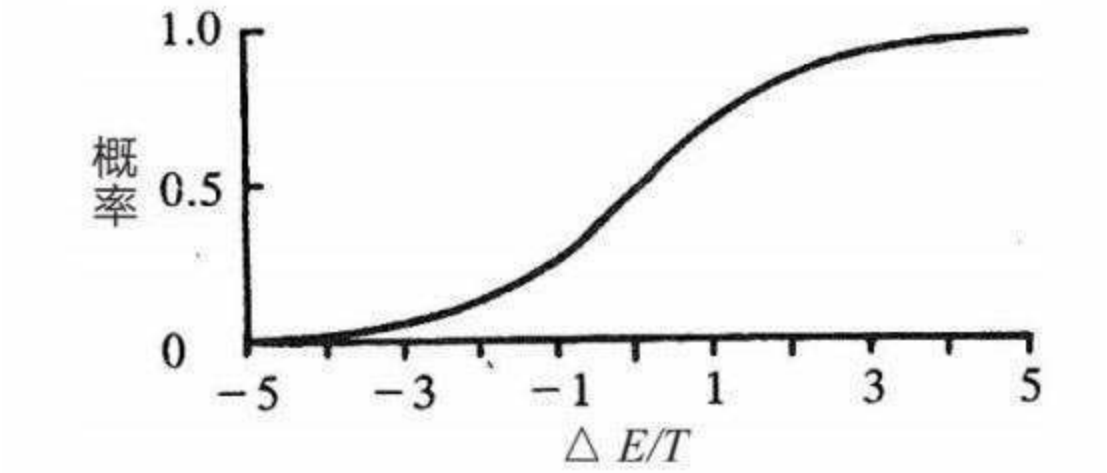
赫布理论

令人惊讶的是，玻尔兹曼机学习算法在神经科学领域有着悠久的历史，可以追溯到心理学家唐纳德·赫布（Donald O. Hebb）博士，他在《行为的组织》一书中假定，若两个神经元同时被激发，它们之间的突触连接应该会增强：

7.2
玻尔兹曼机



二进制玻尔兹曼单元



和在霍普菲尔德网络中一样，玻尔兹曼机中所有的连接都是对称的，并且其中的二进制单元i 的状态值s_i，会按照上图中的Sigmoid函数（sigmoid function）提供的一个概率，逐个被更新成1或0。Sigmoid函数的输入值ΔE 通过温度T来进行比例缩放。输入层

和输出层都是“可见的”，也就是说它们会与外界进行交互。“隐藏单元”代表了能够影响可见层单元的带有内部自由度的特征。玻尔兹曼机学习算法有两个阶段：在“清醒”阶段，输入和输出会被钳制（clamped）[19]，当网络达到平衡状态后，每对单元状态值之间的相关系数会被计算出来；在“睡眠”阶段，输入和输出钳制被解除，每对单元状态值之间的相关性会被重新计算，其中的权重会被逐步更新：

$$\Delta w_{ij} = \varepsilon \left(\langle s_i s_j \rangle^{wake} - \langle s_i s_j \rangle^{sleep} \right)$$

让我们假设反射活动（或“追踪痕迹”）的持续或重复，趋向于引起持续的细胞变化来增加其稳定性。当细胞A的轴突接近细胞B，并且反复或持续地参与激发细胞B时，其中一个或者两个细胞中都会发生某种生长过程或代谢变化，A（作为激发B的细胞之一）的效率会增加。[20]

这可能是整个神经科学领域中最有名的预言。后来在海马体中发现了赫布突触可塑性（Hebbian Synaptic Plasticity），海马体是大脑中控制长期记忆的重要组成部分。当一个海马锥体细胞接收强输入信号，同时该神经元也发生了放电反应时，突触的连接强度就会增加。随后的实验表明，这种强化是基于突触的发射器释放与受体神经元中电压升高的结合。此外，这种结合的发生被一种特殊的受体，即NMDA（N–甲基–D–天冬氨酸）谷氨酸受体所识别。它触发了长时程增强（long-term potentiation，简称LTP），其起效迅速而且持续时间长，是一种很好的长期记忆基质。与玻尔兹曼机学习算法（见方框7.2）十分相似，突触上的赫布可塑性是由输入和输出之间的一致性决定的。

更令人惊讶的是，玻尔兹曼机需要一定的“睡眠”才能学习。它的学习算法有两个阶段。在第一阶段，即“清醒”阶段，随着输入和输出模式被钳制到期望的映射，网络中的单元被多次更新以达到平衡，每对单元

都为1的次数所占的百分比会被记录下来。在第二阶段，即“睡眠”阶段，输入和输出单元被释放，每对单元在自由运行状态中都为1的次数百分比也被记录下来。然后，每个连接强度按照清醒和睡眠阶段一致率之间的差异，按比例进行更新（见方框7.2）。睡眠阶段的计算是为了确定钳制的相关性中哪个部分是由外部原因造成的。在不去除内部产生的相关性的情况下，该网络会加强内部活动模式，并学习忽略外部的影响，这是二联性精神病（folie à deux）[21] 的网络版本。有趣的是，极度的睡眠剥夺会导致人体处于妄想的状态，在没有窗户和恒定照明的医院重症监护病房中，这样的问题并不罕见。精神分裂症患者通常患有睡眠障碍，可能导致他们患上妄想症。这使我们确信，我们正沿着正确的方向理解大脑的工作原理。

学习识别镜像对称

玻尔兹曼机可以解决，但感知器却不能解决的一个问题，就是如何学习镜像对称。[22] 人体是沿着一个垂直的轴两边对称的。我们可以用这个对称轴生成大量随机图案，如图7–5所示，也可以采用水平轴和对角轴对称。在我们的玻尔兹曼机网络中，按照10×10排布的若干块二进制输入被投影到16个隐藏单元中，然后再投影到3个输出单元，每个输出单元对应3个可能的对称轴中的一个。在接受了6000个对称输入模式的训练后，玻尔兹曼机对全新输入的对称轴进行分类的成功率为90%。感知器得到的结果不会比随机猜测的结果好，因为单一的输入并不包含关于模式对称性的信息，必须对输入对之间的相关性进行考察。值得注意的是，人类观察者看到的输入阵列与玻尔兹曼机所看到的并不一致，因为玻尔兹曼机的每个隐藏单元都从整个阵列接收输入，并不遵循任何特定的顺序。对于观察者来说，等价的问题是要随机安排阵列中输入单元的位置，这会使阵列在观察者看来是随机的，即使其中存在隐藏的对称性。

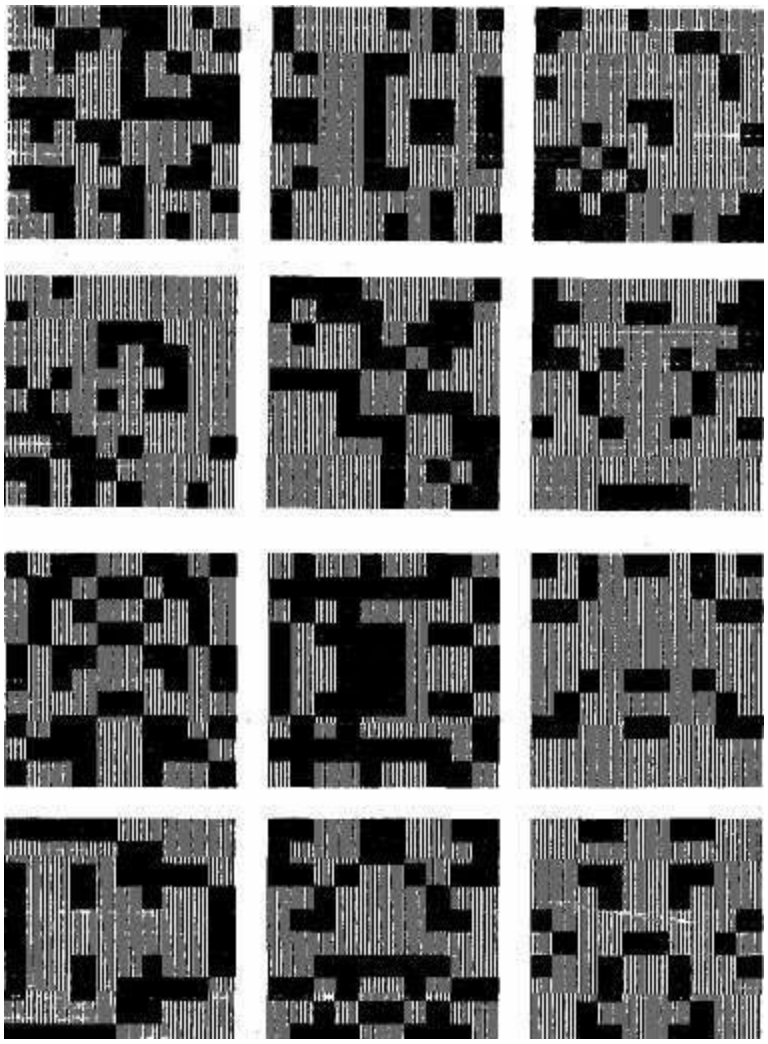


图7-5 对称的随机图案。每个10×10的阵列都存在垂直、水平或对角方向上的镜像对称。网络模型的目标是学习如何在没有参与网络模型训练的新样本中依据对称轴进行分类。图片来源：T. J. Sejnowski, P. K. Kienker, and G. E. Hinton, “Learning Symmetry Groups with Hidden Units: Beyond the Perceptron,” Physica 22D(1986): 260- 275, figure 4。

有一天，我正盯着显示器，以每秒两次的速度读出每个输入模式的对称性。当时我在约翰·霍普金斯大学心理学系的同事尼尔·科恩（Neal Cohen）也在观察这个屏幕，但他却不能区分这些对称性，除非凑近了仔细看，他对我的这项本事感到很惊讶。与玻尔兹曼机的学习过程类似，观察了显示器数日之后，我的视觉系统被训练到可以自动检测对称性，而不需要在屏幕上四处对比查看。尼尔和我设计了一个实验，用本科生作为未经训练的考察对象，观察他们在这一任务上的进展。[23] 开始时，他们花了很长时间才找出正确的对称性，但经过几天的训练以

后，他们的速度变得飞快。到了实验后期，他们能够快速、轻松地找到对称性，甚至可以在任务过程中与我们进行交谈，得到的答案依然准确无误。这是非常快速的感知学习。

我在约翰·霍普金斯大学教授过计算生物物理学，这门课程吸引了很多有才华的学生和研究人员。本·尤哈斯（Ben Yuhas）是与我一起工作的电子工程系的研究生，他在写作博士论文期间，训练了一个神经网络来阅读唇语。[24] 人的嘴巴在运动过程中包含了声音的信息。尤哈斯的网络将嘴部的图像转换为每个时间点上产生声音的相应频谱。这一技术可以辅助处理有噪声的声谱以改善语音识别。他的研究生同学安德里亚斯·安德里欧（Andreas Andreou）是希腊族塞浦路斯人，他当时正在Barton Hall大楼的地下室里建造模拟超大规模集成电路芯片（将在第14章中进行介绍）。在20世纪80年代，许多院系的教师对待神经网络的态度都不太友善，这样的现象在很多机构中都非常普遍，但这并不能阻止尤哈斯或安德里欧研究的脚步。事实上，安德里欧后来成了约翰·霍普金斯大学的正教授，并合作建立了约翰·霍普金斯大学语言和语音处理中心。尤哈斯则组建了一个咨询团队，为政府和企业客户提供数据科学咨询服务。

学习识别手写数字

最近，杰弗里·辛顿和他在多伦多大学的学生们训练了一个带有三层隐藏单元的玻尔兹曼机，能够对手写邮政编码进行非常准确的分类（见图7–6）。[25] 由于玻尔兹曼网络具有反馈和前馈连接，因此可以反向运行网络，钳制其中一个输出单元，并生成与钳制输出单元相对应的输入模式（见图7–7）。这种生成性网络能捕获训练集的统计结构，而它们生成的样本也会继承这些属性。就好像这些网络进入了睡眠状态，网络最高层的活动在输入层产生了梦境一般的状态序列。

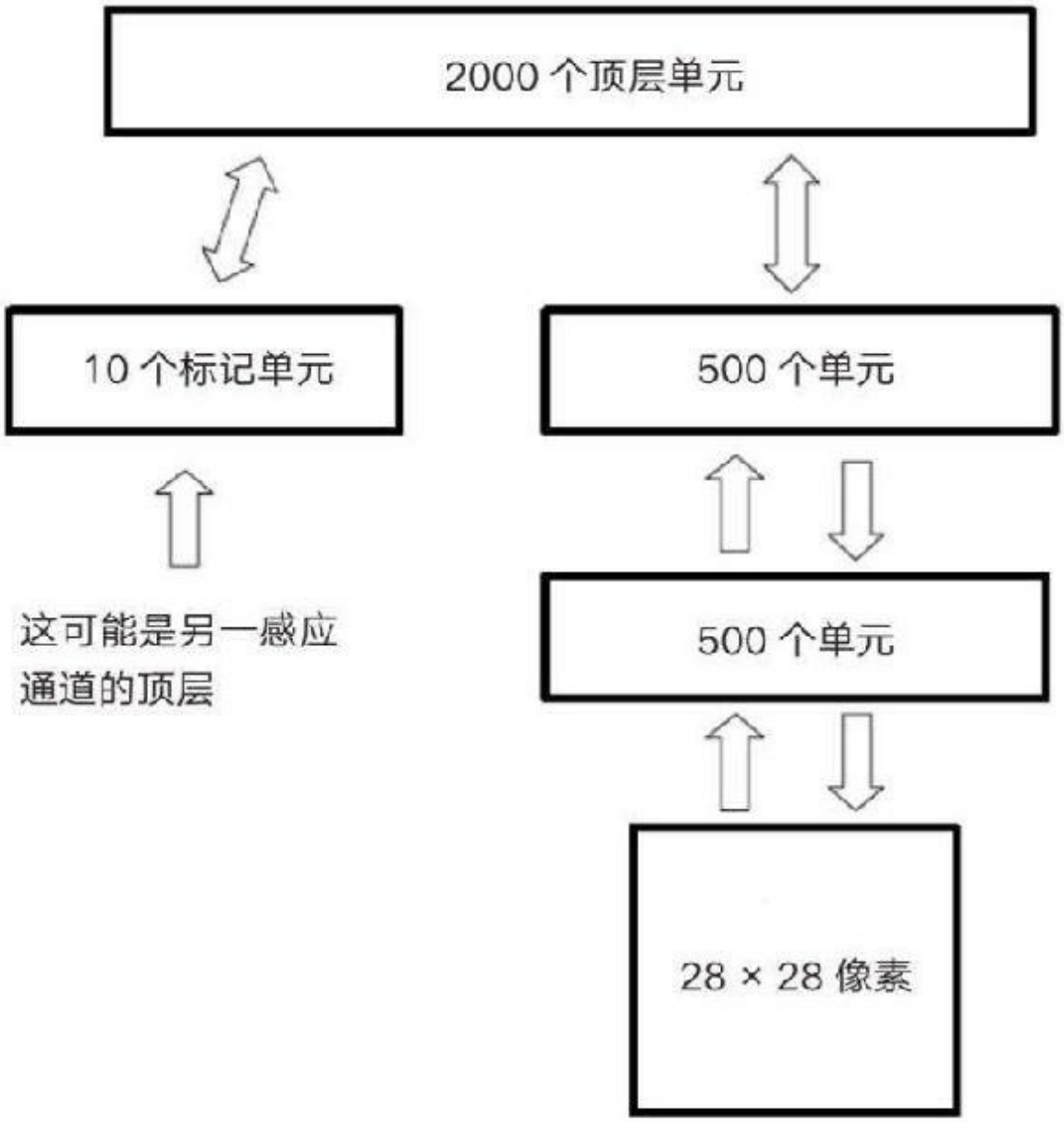


图7-6 用于手写数字识别和生成样本的多层玻尔兹曼机。图像具有28×28个像素，可以是白色或黑色。目标是根据10个输出单位（0~9）对数字进行分类。图片来源：G. E. Hinton, “Learning Multiple Layers of Representation, ”Trends in Cognitive Sciences 11(2007):428-434, figure 1。

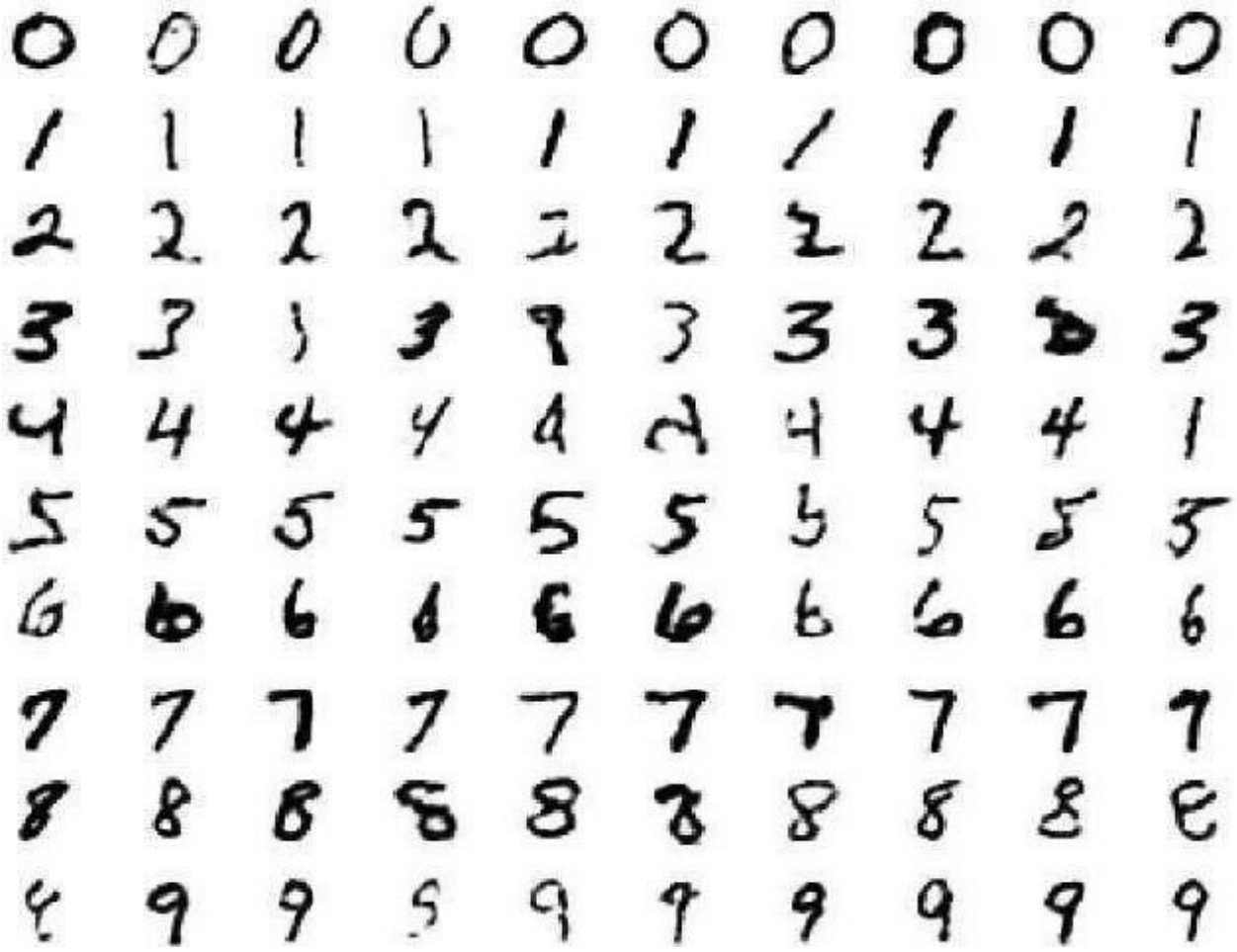


图7-7 由经过训练后可以识别手写数字的多层玻尔兹曼机生成的输入层图案。每一行都是通过钳制10个输出单元中的一个产生的（见图7-6），并且输入层在上述示例之间持续变化。这些数字都没有在训练集中出现过——它们是被训练有素的网络的内部结构“幻想”出来的。图片来源：G. E. Hinton, S. Osindero and Y. Teh, “ADeep Learning Algorithm for Deep Belief Nets”, Neural Computation 18(2006):1527-1554, figure 8。

尽管神经网络在物理学和工程学中的兴起十分迅速，但传统的认知科学家却迟迟不能接受它作为理解记忆和语言处理的形式体系。除了拉荷亚的并行分布处理（PDP）研究组和一些独立的研究者，符号处理仍然是业界的主流方法。杰弗里和我在1983年参加了认知科学协会（Cognitive Science Society）的会议。会议期间，研究短期记忆和意象的心理学家泽农·派利夏恩（Zenon Pylyshyn）表示出了对玻尔兹曼机的不屑。他朝讲台上泼了一杯水，并大声喊道：“这不是计算！”而其他人则认为整个领域仅仅是在搞统计罢了。但杰罗姆·莱特文（Jerome

Lettvin）却表示，他真的非常喜欢我们正在做的事情。莱特文在1959年与温贝托·马托拉那（Humberto Matourana）、沃伦·麦卡洛克（Warren McCulloch）和沃尔特·匹茨（Walter Pitts）一起撰写了经典的论文《青蛙的眼睛告诉大脑什么》（What the Frog's Eye Tells the Frog's Brain）。[26] 文中给出了青蛙视网膜中的虫类探测器神经元对小黑点的反应最为强烈的证据，这是一个在系统神经科学领域极具影响力的想法。他对我们羽翼未丰的神经网络模型的支持是该领域早期发展中的重要一环。

无监督学习和皮层发育

玻尔兹曼机既可以用来进行监督学习，即输入和输出都被钳制；也可以用于无监督学习，即只有输入被钳制。杰弗里·辛顿使用无监督的版本一次一层地搭建出了一个深度玻尔兹曼机。[27] 从连接到输入单元的一层隐藏单元开始——即受限玻尔兹曼机（restricted Boltzmann machine），杰弗里用未标记的数据对它进行训练，这些数据比标记数据更容易获得（互联网上有数十亿未标记的图像和录音），可以使学习进度更快。无监督学习的第一步是从数据中提取所有数据共有的统计规律，但第一层隐藏单元只能提取简单的、用感知器也可以表现的特征。下一步是将权重固定到第一层，并在上面添加第二层单元。更多的无监督玻尔兹曼学习产生了更复杂的一组特征，可以不断重复这一过程来创建具有多层深度的网络。

因为上层的单元包含更多非线性的低层特征组合，使得它们可以作为一个整体，从具体的特征中抽象出更普遍的特征。因此，在上层进行的分类变得容易得多，只需要更少的训练样本就能在更高的计算水平达到收敛。尽管如何描述这种解决方案背后的数学原理依然有待商榷，但已经有新的几何工具开始在这些深度网络中崭露头角了。[28] 皮层似乎也是逐层生长的。在视觉系统发育的早期阶段，作为第一层从眼睛接

收输入信号的神经元，初级视觉皮层中的神经元具有很高的可塑性，并且很容易根据视觉输入流重新建立连接，这种连接在关键时期结束后消失（这部分在第5章已经讨论过）。大脑后部的视觉区域和其他感官流的层级结构最先发育成熟，靠近大脑前部的皮层区域则需要更长的时间。前额叶皮层，也就是最靠近大脑前端的部分，直到成年早期才可能完全发育成熟。在关键期，皮层区域的连接接受神经活动影响最大，这些层叠的关键时期导致了皮层的逐渐发育。加州大学圣迭戈分校的认知科学家杰弗里·艾尔曼（Jeffrey Elman）和伊丽莎白·贝茨（Elizabeth Bates）跟其他同事一起，针对皮层的逐渐发育如何帮助儿童通过了解世界而获得新能力，给出了联结主义网络角度的解释。[29] 这一工作为解释我们漫长的童年如何使人类成为最善于学习的物种，开辟了一个新的研究方向，同时也对先前围绕某些与生俱来的行为产生的论调提供了新的视角。

史蒂文·库沃茨（Steven Quartz）曾经是我实验室里的博士后研究员，现在在加州理工学院做教员。我们在合作发表的《骗子、爱人和英雄》（Liars, Lovers and Heroes）[30] 一文中曾经写道，在儿童和青少年时期的大脑发育过程中，经验可以深刻地影响神经元的基因表达，从而改变负责行为的神经回路。基因的差异性以及环境影响之间的交互作用，让我们能够从新的角度认识大脑发育的复杂性。这一活跃的研究领域超越了先天与后天的辩论，并从文化生物学的角度对其进行了重新定义。我们的生物特性不仅促成了人类文明的诞生，也反过来被人类文明影响着。[31] 最近的一项发现为这个故事续写了新篇章：当神经元之间突触的形成在早期发育过程中迅速增加时，神经元内部的DNA在诞生后通过一种甲基化的形式进行表观遗传修饰，这种甲基化调节基因的表达是大脑所独有的。[32] 这种表观遗传修饰可将我和史蒂文之前设想的经验与基因之间建立起某种连接。

到了20世纪90年代，神经网络革命开始如火如荼地进行。认知神经科学领域正在扩展，计算机变得越来越快，但还不够快。玻尔兹曼机的

技术性能非常出色，但是要模拟起来却慢得让人无法忍受。真正帮助我们取得进展的是一种更快的学习算法，恰恰在我们最需要它的时候，它与我们不期而遇了。

---

[1] 大多数神经元可以做出决定的最快速度大约为10毫秒，并且在1秒内做出决定所需要的时间不超过100时步。

[2] 涉及电磁学时，法拉第（Michael Faraday）的物理学是邋遢型的，而麦克斯韦（James Clerk Maxwell）的是整洁型的。

[3] Theodore Holmes Bullock and G. Adrian Horridge, *Structure and Function in the Nervous Systems of Invertebrates* (San Francisco: W. H. Freeman, 1965).

[4] E. Chen, K. M. Stiefel, T. J. Sejnowski, and T. H. Bullock, “Model of Traveling Waves in a Coral Nerve Network,” *Journal of Comparative Physiology* A 194, no. 2(2008): 195–200.

[5] D. S. Levine and S. Grossberg, “Visual Illusions in Neural Networks: Line Neutralization, Tilt after Effect, and Angle Expansion,” *Journal of Theoretical Biology* 61, no. 2 (1976):477–504.

[6] G. B. Ermentrout and J. D. Cowan, “A Mathematical Theory of Visual Hallucination Patterns,” *Biological Cybernetics* 34, no. 3 (1979):137–150.

[7] J. J. Hopfield, “Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 79, no. 8 (1982): 2554–2558.

[8] 尽管1976年的马尔–波吉奥立体视觉模型（第4章提到）的神经网络是对称的（因为马尔和波吉奥对所有单元进行了同步更新），但其网络的动态状况比使用异步更新的霍普菲尔德网络要复杂得多。D. Marr, G. Palm, and T. Poggio T, “Analysis of a Cooperative Stereo Algorithm,” *Biological Cybernetics* 28, no. 4(1978): 223–239.

[9] L. L. Colgin, S. Leutgeb, K. Jezek, J. K. Leutgeb, E. I. Moser, B. L. McNaughton,and M. B Moser, “Attractor-Map versus Autoassociation Based Attractor Dynamics in the Hippocampal Network,” *Journal of Neurophysiology* 104, no. 1 (2010):35–50.

[10] 文献中采用模拟计算网络模型，通过sigmoid激发函数产生输出。——译者注

[11] J. J. Hopfield and D. W. Tank,“‘Neural’ Computation of Decisions in Optimization Problems,” *Biological Cybernetics* 52, no. 3 (1985):141–152. 旅行商问题在计算机科学界很出名，它是解决问题所需的时间随着问题规模的增大而迅速增加的典型代表。

[12] Dana H. Ballard and Christopher M. Brown, *Computer Vision* (Englewood Cliffs,NJ: Prentice Hall, 1982).

[13] D. H. Ballard, G. E. Hinton, and T. J. Sejnowski, “Parallel Visual Computation,”*Nature* 306,

no. 5938 (1983): 21–26; R. A. Hummel and S. W. Zucker, “On the Foundations of Relaxation Labeling Processes,” *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 5, no. 3 (1983): 267–287.

[14] S. Kirkpatrick, C. D. Gelatt Jr., and M. P. Vecchi, “Optimization by Simulated Annealing,” *Science* 220, no. 4598 (1983): 671–680.

[15] P. K. Kienker, T. J. Sejnowski, G. E. Hinton, and L. E. Schumacher, “Separating Figure from Ground with a Parallel Network,” *Perception* 15 (1986): 197–216.

[16] H. Zhou, H. S. Friedman, and R. von der Heydt, “Coding of Border Ownership in Monkey Visual Cortex,” *Journal of Neuroscience* 20, no. 17 (2000): 6594–6611.

[17] 与边缘单元相背离的图形单元被认为是背景。——译者注

[18] 退火算法中的温度变量。——译者注

[19] 钳制成所期望的输入值和输出值。——译者注

[20] Donald O. Hebb, *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory* (New York: Wiley & Sons., 1949), 62.

[21] 形容一个有精神病症状的人，将妄想的信念传递给另一个人，使对方也产生感应性妄想。——译者注

[22] T. J. Sejnowski, P. K. Kienker, and G. E. Hinton, “Learning Symmetry Groups with Hidden Units: Beyond the Perceptron,” *Physica* 22D (1986): 260–275.

[23] N. J. Cohen, I. Abrams, W. S. Harley, L. Tabor, and T. J. Sejnowski, “Skill Learning and Repetition Priming in Symmetry Detection: Parallel Studies of Human Subjects and Connectionist Models,” in *Proceedings of the 8* th *Annual Conference of the Cognitive Science Society* (Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1986), 23–44.

[24] B. P. Yuhas, M. H. Goldstein Jr., T. J. Sejnowski, and R. E. Jenkins, “Neural Net- work Models of Sensory Integration for Improved Vowel Recognition,”*Proceedings of the IEEE* 78, no. 10 (1990): 1658–1668.

[25] G. E. Hinton, S. Osindero, and Y. Teh, “A Fast Learning Algorithm for Deep Belief Nets,” *Neural Computation* 18, no. 7 (2006): 1527–1554.

[26] J. Y. Lettvin, H. R. Maturana, W. S. McCulloch, and W. H. Pitts, “What the Frog’s Eye Tells the Frog’s Brain,” *Proceedings of the Institute of Radio Engineers* 47,no. 11 (1959): 1940–1951. http://hearingbrain.org/docs/letvin_ieee_1959.pdf.

[27] R. R. Salakhutdinov and G. E. Hinton, “Deep Boltzmann Machines,” in *Proceedings of the 12* th *International Conference on Artificial Intelligence and Statistics* , *Journal of Machine Learning Research* 5 (2009): 448–455. 保罗·斯莫伦斯基（Paul Smolensky）介绍了玻尔兹曼机的一种特殊情况，他称之为Harmonium: P. Smolensky, “Information Processing in Dynamical Systems:Foundations of Harmony Theory,” in David E. Rumelhart and James L. McLelland(eds.),

Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition, Volume 1: *Foundations* (Cambridge, MA: MIT Press, 1986), 194–281.

[28] B. Poole, S. Lahiri, M. Raghu, J. Sohl-Dickstein, and S. Ganguli, “Exponential Expressivity in Deep Neural Networks through Transient Chaos,” in *Advances in Neural Information Processing Systems* 29 (2016): 3360–3368.

[29] Jeffrey L. Elman, Elizabeth A. Bates, Mark H. Johnson, Annette Karmiloff-Smith,Domenico Parisi, and Kim Plunkett, *Rethinking Innateness: A Connectionist Perspective on Development* (Cambridge, MA: MIT Press, 1996).

[30] Steven R. Quartz and Terrence J. Sejnowski, *Liars, Lovers and Heroes: What the New Brain Science Has Revealed about How We Become Who We Are* (New York:Harper-Collins, 2002).

[31] S. Quartz and T. J. Sejnowski, “The Neural Basis of Cognitive Development: A Constructivist Manifesto,” *Behavioral and Brain Sciences* 20, no. 4 (1997): 537–596.

[32] 这被称为“非CG甲基化”（non-CG methylation）。参阅R. Lister, E. A.Mukamel, J. R. Nery, M. Urich, C. A. Puddifoot, N. D. Johnson, J. Lucero, Y.Huang A. J. Dwork, M. D. Schultz, M. Yu, J. Tonti-Filippini, H. Heyn, S. Hu, J. C.Wu, A. Rao, M. Esteller, C. He, F. G. Haghighi, T. J. Sejnowski, M. M. Behrens,J. R. Ecker, “Global Epigenomic Reconfiguration during Mammalian Brain Development,” *Science* 341, no. 6146 (2013): 629.

08
反向传播算法

加州大学圣迭戈分校成立于1960年，现已发展成为生物医学研究的主要中心。它在1986年成立了世界上第一个认知科学系。[1] 大卫·鲁姆哈特（见图8–1）在那时已经是一位杰出的数学家和认知心理学家，他曾在以符号学和规则为基础的传统人工智能领域工作过，这类研究在20世纪70年代的人工智能研究中占主导地位。1979年，我在加州大学圣迭戈分校由杰弗里·辛顿组织的研讨会上第一次见到了大卫，当时他开创了一种新的探索人类心理的方法，他和詹姆斯·麦克莱兰称之为“并行分布式处理”（以下简称PDP）。大卫总是能对问题进行深入思考，并经常提出富有洞察力的评论。

玻尔兹曼机学习算法可以学习如何解决需要隐藏单元的问题，这表明，训练多层网络并突破感知器的限制是可行的，而这种观点与马文·明斯基和西摩尔·帕普特以及该领域大多数人的观点相左。网络中的层数或任一给定层内的连接性都不存在任何限制。但是有一个问题：达到平衡和收集统计数据来进行模拟的速度变得越来越慢，大型网络需要花费更长的时间才能达到平衡。



图8-1 1986年左右在加州大学圣迭戈分校的大卫·鲁姆哈特，那时他刚出版了两卷《并行分布式处理》（Parallel Distributed Processing ）。鲁姆哈特在多层网络模型学习算法的技术开发领域有很大的影响力，并用该技术来帮助我们理解语言和思维心理。图片来源：大卫·鲁姆哈特。

原则上，可以构建具有大规模并行体系结构的计算机，该计算机比具有每次只进行一次更新的传统冯·诺依曼体系结构的计算机快得多。20世纪80年代的数字计算机每秒只能执行100万次操作。今天的计算机每秒能够执行数十亿次操作，并且通过将数千个内核连接在一起实现的高性能计算机，其速度比以前快上百万倍——技术性能得到了空前的提高。

“曼哈顿计划”是美国在无法保证原子弹能够研制成功的情况下做出的260亿美元的赌注（以2016年的美元价值计算），最大的秘密就是它的确有成功的苗头。当使用玻尔兹曼机可以训练多层网络的秘密被公开后，许多新的学习算法如雨后春笋般不断涌现。在杰弗里·辛顿和我研究玻尔兹曼机的同时，大卫·鲁姆哈特开发了另一种多层网络学习算法，而后来的实践证明，这种算法的效率更高。[2]

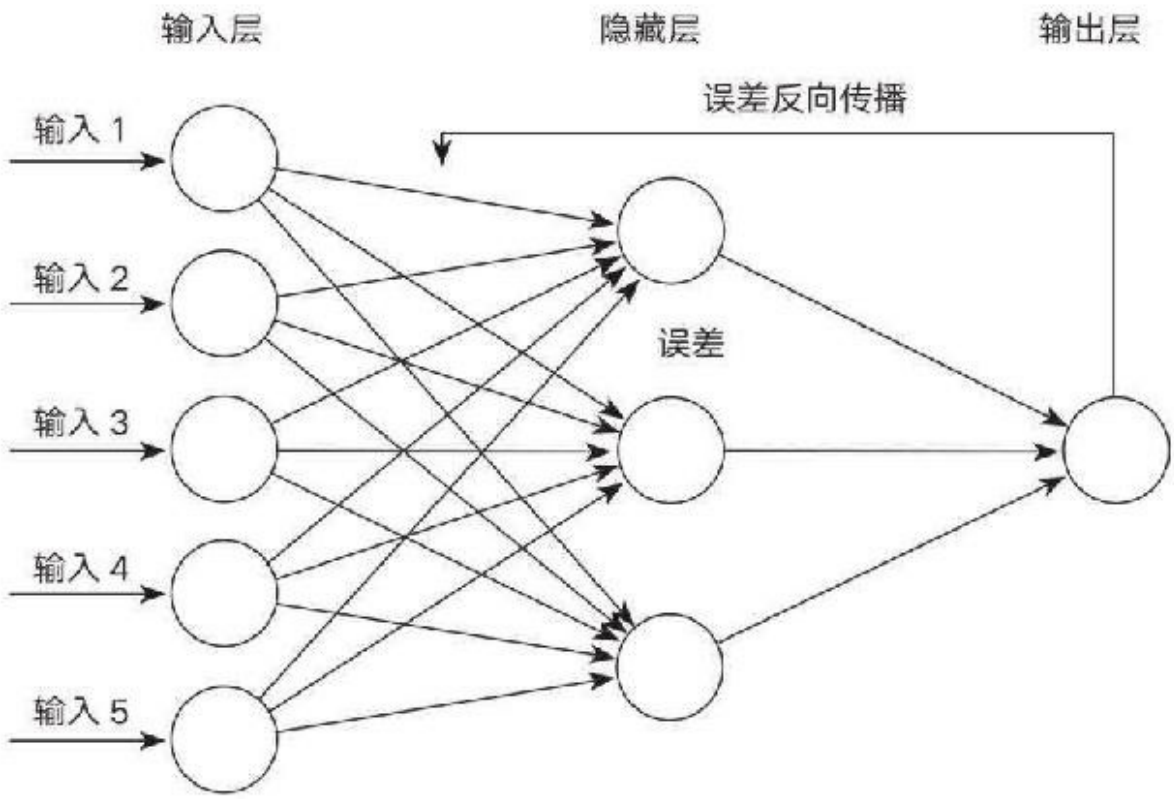
算法的优化

优化（Optimization）是机器学习中一个关键的数学概念：对于许多问题，可以找到一个代价函数（cost function），而问题的解决方案就是代价最低时的系统状态。对于霍普菲尔德网络来说，代价函数就是能量，目标是找到使网络能量最小化的状态（如第6章所述）。对于前馈网络，用于学习的常用代价函数是训练集输出层上的方差之和。“梯度下降”（gradient descent）是一种能够最小化代价函数的通用过程，实现方法是对网络中的权重沿降低代价最快的方向进行逐步修改。[3] 如果将代价函数看作山脉，那么梯度下降就是选择向山脚下滑动的最快路径。

鲁姆哈特发现了如何通过被称为“误差的反向传播”（backpropagation of errors），或简称为“反传”（backprop）的过程来计算网络中每个权重的梯度（见方框8.1）。从误差已知的输出层开始，可以很容易地计算出指向输出单元的输入权重的梯度。下一步就是使用输出层梯度来计算上一层权重的梯度，以此类推，逐层回到输入层。这是一种高效计算误差梯度的方法。

尽管不像玻尔兹曼机学习算法那样拥有优雅和深厚的物理学根源，但是反向传播效率更高，并且推动该领域取得了快速进展。由大卫·鲁姆哈特、杰弗里·辛顿和罗纳德·威廉姆斯（Ronald Williams）合著的经典的反向传播论文于1986年发表在《自然》杂志上，[4] 迄今为止，该论文已经在其他研究论文中被引用超过4万次。（世界上发表的所有论文里有一半从未被引用过，甚至连作者自己都不引用；一篇被引用了100次的论文都会在领域内产生巨大反响，所以很显然，这篇有关反向传播的文章是一颗重磅炸弹。）

8.1
误差反向传播



反向传播网络的输入是被传播的前馈：在该图中，左侧的输入通过连接（箭头）向前传播到隐藏的单元层，然后投影到输出层。输出结果与训练者给出的值进行比较，差值被用来更新连接输出单元的权重，以减少误差。然后，根据每个权重对误差贡献的多少，通过反向传播误差对输入单元和隐藏层之间的权重进行更新。利用大量样本进行训练，隐藏单元生成了可区分不同输入模式的选择性特征，这样一来它们就能够在输出层中对不同类别进行区分。这一过程被称为“表征学习”（representation learning）。

语音合成的突破

1984年，我在普林斯顿听了研究生查尔斯·罗森伯格（Charles

Rosenberg）关于玻尔兹曼机的演讲。虽然这通常是我演讲的题目，但这段演讲还是令我印象深刻。查尔斯问他是否可以去我的实验室参与一个夏季研究项目。他来到巴尔的摩时，我们已经转向了反向传播领域，这让我们有可能考虑现实级别的问题，而不是之前处理的那种玩具级别的问题。由于查尔斯是传奇语言专家乔治·米勒（George Miller）的学生，我们想寻找一个恰到好处的语言问题，既不会难到完全找不到头绪，又不会容易到存在现成的解决方法。语言学是一个具有许多分支学科的广阔领域，例如：音韵学（phonology），涉及单词的发音；句法学（syntax），研究单词在一个句子中是如何排列的；语义学（semantics），研究单词和句子的含义；还有语用学（pragmatics），研究语境是如何影响语义的，等等。我们决定从音韵学开始着手。

英语是一种特别难发音的语言，因为规则很复杂，并且有很多例外情况。例如，如果一个单词的最后一个辅音后面跟着一个不发音的字母“e”，则元音大多数情况下都要发长音，如“gave”和“brave”。但是也有例外，例如“have”，这个词的发音就与之前的规则相悖。我在图书馆找到了一本书，在书中音韵学家编纂了这些规则和例外，厚达数百页。通常例外情况中也会有规则，而有时例外的规则中还存在例外情况。总之，对于语言学家来说，“一路下来”都是规则。[5] 更让人抓耳挠腮的是，同样一个单词，并不是每个人的发音都一样。还存在很多方言，每种方言也都有自己的一套规则。

杰弗里·辛顿在我们计划的早期阶段到约翰·霍普金斯大学拜访了查尔斯和我，跟我们说他认为英语发音太难掌握了。所以我们收小了野心，找了一本总共有大约100个字的儿童早教读物。我们设计的网络有一个由7个字母组成的窗口，每个字母由29个单元（包含空格和标点符号）表示，共203个输入单元。研究目标是预测窗口中间位置那个字母的读音。输入单元与80个隐藏单元相连，隐藏单元又投射到26个输出单元，每个输出单元对应一个基本发音，在英语里被称为“音位”（phonemes）。我们把该字母发音网络叫作“话语网络”（见图8–

2）。[6] 网络中有18 629个权重，按照1986年的标准衡量，这是个十分庞大的数字。而按照当时的数学统计标准来看，根本没法进行操作。有了这么多的参数，我们被告知训练集可能会被过度拟合，导致网络无法泛化。

当单词在有7个字母的窗口中依次穿过时，网络为窗口中位于中间的字母分配了一个音位。项目中花费时间最长的部分，是手动将音位与正确的字母相匹配，因为字母的数量与每个单词中音位的数量不同。相比之下，学习过程就发生在我们眼前，其表现随着句子在窗口中循环而变得越来越好。当学习收敛时，网络在有100个单词的训练集中的表现堪称完美。虽然对新单词进行测试的效果很差，但由于我们对在这样一个小的训练集上成功泛化的预期并不高，所以这个初步结果仍然令人鼓舞。

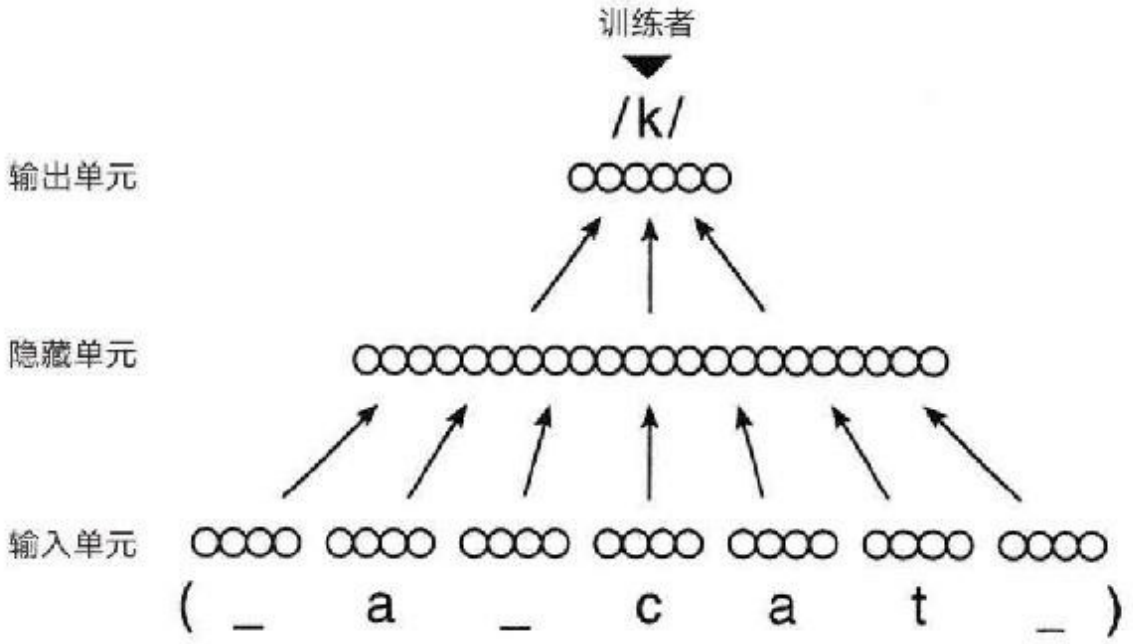


图8-2 话语网络前馈网络模型。底层的7组单元代表在文本间移动的窗口中的字母，每次提取一个字母。该网络的目标是正确预测位于中间位置的字母的声音，在这个例子中就是很难发音的“c”音位。输入层中的每个单元与所有隐藏单元都建立了连接，而后者又会投射到输出层上的所有单元。反向传播学习算法能够使用来自训练者的反馈来训练权重。正确的输出模式会与网络的输出结果进行比较，在这个例子里，输出的是“k”音位，那么误差就会被反向传播给前面若干层上的权重。

随后，我们使用了含有2万个字母的布朗语料库（Brown Corpus）[7]，并为每个字母指定了音位以及重音标记。字母和声音的对应工作花了几周的时间，但是学习开始后，网络在一个晚上就吸收了整个训练集的信息。那么它能进行泛化吗？结果证明，泛化的结果非常漂亮。该网络已经发现了英语发音的规律性，并且可以识别出例外情况，所有这些都是基于相同的架构和学习算法。虽然按照今天的标准来看，这一成果微不足道，但我们的网络很好地证明了反向传播网络如何能够有效地表征英语音韵。这是我们得到的第一个暗示，即神经网络学习语言（符号表征的典型代表）的方式和人类的学习方式相同。

在获得了大声朗读的能力后，话语网络首先经历了一个胡言乱语的阶段，成功识别了辅音和元音之间的区别，却将音位“b”分配给了所有辅音，将音位“a”分配给了所有的元音。刚开始，它的发音听起来像“ba ba”，经过更多的学习之后，发音偏向了“ba ga da”。这种现象与婴儿咿呀学语的状态非常类似。之后它开始能够正确地说出短词的发音，最后在训练结束时，我们已经可以听懂它说的大多数单词了。

为了测试话语网络在方言上的表现，我们找到了一个来自洛杉矶郊外的拉丁裔男孩接受采访时的音韵翻录材料。训练有素的网络重新创建了一段该男孩带有西班牙语口音的英语，谈论的是他探望自己的祖母时，有时会得到糖果。通过将话语网络的输出播放到一个叫作“DECtalk”的语音合成器中，一串音位标签被转换为可听的语音，我记录下了学习阶段中的一系列语音片段。当我在某次演讲过程中播放这段录音时，台下的观众彻底震惊了——这个网络直接证明了它的语言能力。[8] 这个暑期项目的结果完全超出了我们的预期，并成为神经网络学习领域的第一个实际应用。1986年，我带着话语网络参加了《今日秀》（*Today show*）节目，那一期的收视率很惊人。在此之前，神经网络一直是一门神秘的学科。我还遇到过很多人，他们在观看这个节目时是第一次听到神经网络这个概念。

虽然话语网络有力地证明了一个神经网络的确能够对语言的某些方

面进行表征，但它并不是反映人类如何获得阅读技能的优质模型。首先，我们在学习阅读之前就先学会了说话。其次，有限的几个语音规则就能帮助我们开启大声精确朗读的复杂任务。但是，大声朗读很快就变成了快速的模式识别，并不需要有意识地应用规则。大多数会说英语的人都会在阅读刘易斯·卡罗尔（Lewis Carroll）的诗Jabberwocky时，不由自主地读出“brillig”、“slithy”和“toves”等无意义的词，就像读正常的词一样，话语网络也是如此。这些虚构的词不存在于任何字典中，但是可以触发由英语中相关字母模式组成的音位。

话语网络给观众留下了深刻的印象，不过现在，查尔斯和我需要对这个网络进行分析，弄清楚它到底是如何工作的。为此，我们对隐藏单元中的活动模式进行了聚类分析（cluster analysis），并发现话语网络察觉到了相似的元音和辅音的分类，这和语言学家们已经识别出的分类相同。马克·塞登伯格（Mark Seidenberg）和詹姆斯·麦克莱兰采用了一种类似的方法作为研究的起点，将其与儿童在学习阅读时经历的一系列阶段进行了详细比较。[9]

话语网络以出人意料的方式影响了这个世界。作为约翰·霍普金斯大学托马斯·詹金斯（Thomas C. Jenkins）生物物理系的一名教员，我开始对蛋白质折叠的问题产生了兴趣。蛋白质是由一系列氨基酸折叠成的复杂的结构，该结构赋予了蛋白质广泛的功能，例如血红蛋白，它能够与血红细胞中的氧结合。根据氨基酸序列来预测蛋白质的三维形状是一个难度很高的计算问题，对大多数蛋白质来说，即便使用功能最强大的计算机也没办法实现。然而，有一种单元结构相对更容易预测，被称为二级结构（secondary structures）。在二级结构中，氨基酸以螺旋、平面或无规卷曲的方式缠绕。生物物理学家们使用的算法考虑了不同氨基酸的化学性质，但他们的预测还不足以解决三维空间的折叠问题。

钱宁是我实验室的一年级研究生，他是1980年在中国所有物理系的学生中，为数不多被选中来美国攻读研究生课程的人之一。我们想知道，如果为每个氨基酸分配螺旋、平面或无规卷曲的参数，话语网络是

否可以通过一串氨基酸序列来预测蛋白质的二级结构。这是一个重要的问题，因为蛋白质的三维结构决定了它的功能。输入由字母序列变成了氨基酸序列，而预测的结果由音位变成了二级结构。训练集是由X射线晶体学确定的三维结构。让我们意想不到的是，它对于新蛋白质的二级结构的预测，要远远好于基于生物物理学的最佳方法，[10] 这一具有里程碑意义的研究是机器学习在分子序列中的首次应用，该领域现在被称为生物信息学（bioinformatics）。

另一个学会了如何形成英语动词过去时的网络，成了认知心理学领域中备受争议的问题，基于规则的保守派与前卫的PDP研究组展开了激烈的争论。[11] 形成过去时的常规方法是给英文动词加上后缀“ed”，例如把“train”变成“trained”。但是有不规则形式的例外，例如把“run”变成“ran”。神经网络可以很好地适应规则和例外情况。虽然人们在这一点上已经很少争论了，但关于规则的显式表征（explicit representation）在大脑中的角色这一问题，仍然有待回答。最近利用神经网络学习语言的实验支持了屈折形态学（inflectional morphology）中的逐步获取概念，这与人类的学习方式是一致的。[12] 深度学习与谷歌翻译和其他自然语言应用相结合，在捕捉语言细微差别上获得的成功，进一步支持了大脑不需要使用显式语言规则的可能性，即便其实际行为可能体现了相反的结论。

杰弗里·辛顿、大卫·图雷斯基（David Touretzky）和我于1986年在卡内基–梅隆大学组织了第一期联结主义暑期课程（见图8–3），那时候只有少数几所大学开设了神经网络课程。在一个基于话语网络的小游戏中，学生们逐层列队，每个学生代表网络中的一个单元（尽管他们在传播“Sejnowski”中的“j”时发生了错误，因为它的发音类似于“y”，并不遵循英文发音模式）。这些学生中的许多人随后都陆续获得了重要发现，并开创了各自的事业。1988年，第二期暑期课程在卡内基–梅隆大学开办，1990年第三期的举办地是加州大学圣迭戈分校。新的想法在经历了一代人的时间后，才进入主流研究领域。这些暑期课程让所有人受益匪

浅，也是我们在早期推广该领域的最佳投资。



图8-3 卡内基-梅隆大学1986年联结主义暑期课程的学生。杰弗里·辛顿是第一排右数第三位，他的两边分别是我（右）和詹姆斯·麦克莱兰。这张照片成了当今神经计算领域的“名人录”。20世纪80年代的神经网络，很像是存在于20世纪的21世纪科学。图片来源：杰弗里·辛顿。

神经网络的重生

由鲁姆哈特和麦克莱兰编辑的两卷《并行分布式处理》于1986年出版，已经成为当今的经典著作。这是第一套阐述神经网络和多层学习算法对理解精神和行为现象的影响的书籍。它的销量超过了5万套，在学术领域算得上是畅销书了。神经网络在经过了反向传播的训练后，其隐藏单元具备了类似视觉系统中皮层神经元的属性，[13] 而且其展现出的故障模式，也和人类在大脑受损后产生的缺陷有很大的相似性。[14]

弗朗西斯·克里克是PDP小组的成员，参加了小组大部分的会议和讲

座。在关于并行分布式处理模型如何具有生物特性的争论中，他认为应该将它们看作可行性证明，而不是大脑的标准模型。他为 《并行分布式处理》一书撰写了其中一个章节，介绍了当时我们所了解的大脑皮层。而我写的那一章，则总结了当时我们对大脑皮层的哪些方面还不太了解。如果这些章节是今天写下的，都会比原来的版本要长得多。

20世纪80年代还有一些成功案例并不为人所知。基于神经网络技术的最赚钱的公司之一是HNC Software有限公司，由罗伯特·赫克特–尼尔森（Robert Hecht-Nielsen）创立，该公司使用神经网络来防止信用卡欺诈。赫克特–尼尔森曾在加州大学圣迭戈分校的电子与计算机工程系任教，教授过一门关于神经网络实际应用的热门课程。每天都有信用卡信息被全球网络犯罪分子盗取。信用卡的交易数据规模十分庞大，从中挑出可疑的信息是一项艰巨的任务。在20世纪80年代，工作人员要在短时间内做出是否批准或拒绝某项信用卡交易的决定，而这导致了每年1500多亿美元的交易存在欺诈行为。HNC Software有限公司使用神经网络学习算法，以远高于人类的准确度检测信用卡欺诈行为，每年为信用卡公司节省了数十亿美元。2002年，HNC被美国个人消费信用评估公司（Fair Isaac and Company，FICO）以 10亿美元的价格收购，后者以发布信用评分而闻名。

观察神经网络的学习过程颇有些神奇，它不断以微小的步伐优化自身的表现。这个过程会十分缓慢，但是如果有足够的训练样本，并且网络足够大，学习算法就可以找到一个很好的能够泛化的表征方式，以适应新的输入。采用随机选择的一组初始权重并重复该训练过程时，每次都会学习到不同的网络，但都具有相似的性能。许多网络可以解决同样的问题，这就暗示了当我们重建不同个体大脑的完整连接集时，应该怀有何种期待。如果许多网络表现出了相同的行为，理解它们的关键就在于大脑所使用的学习算法，而这个算法应该更容易被发现。

理解真正的深度学习

在凸优化（convex optimization）问题中，不存在局部最小值，可以保证收敛发生在全局最小值处。但在非凸优化问题中，情况就不同了。优化专家告诉我们，由于在隐藏单元网络中学习是一个非凸优化问题，所以我们只是在浪费时间——我们的网络会陷入局部最小值（见图8–4）。但经验证据表明，他们错了。为什么呢？我们现在知道，在维度很高的空间中，代价函数的局部最小值是很罕见的，直到学习的最后阶段才会出现。在早期阶段，几乎所有的方向都是下坡，而在下坡的过程中存在鞍点，一些方向会错误地开始上升，而在其他维度则继续下降。产生网络会陷入局部最小值的直觉，是因为解决低维空间中的问题时，逃生方向的数量要少得多。

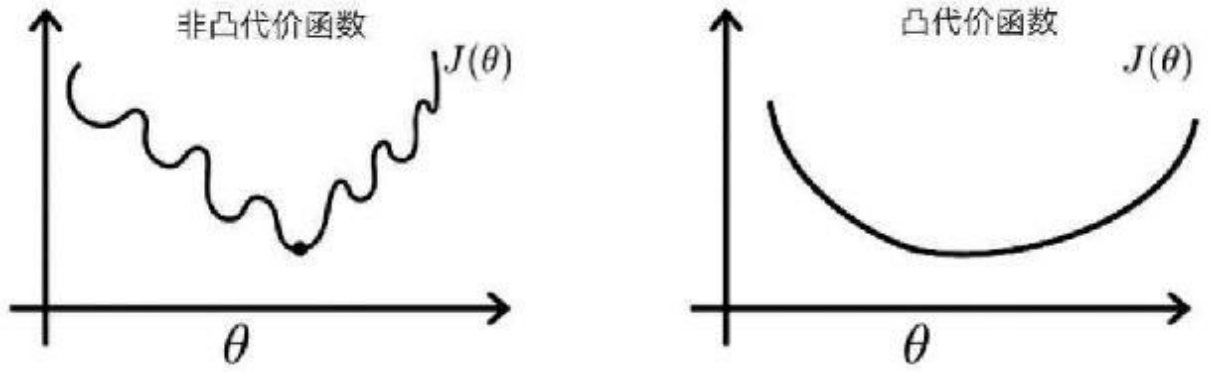


图8-4 非凸代价函数和凸代价函数。这些图形将代价函数J（θ）绘制为参数θ的函数。凸函数只有一个最小值（右图），即从表面任何位置向下移动都可达到的全局最小值。想象一下，你是一名滑雪者，并始终将滑雪板朝向最陡峭的下坡方向，保证你一定会滑到底。相比之下，非凸代价函数可以包含局部最小值（左图），这些则是陷阱，让你无法通过一路下坡找到全局最小值。因此，非凸代价函数很难优化。不过这个一维的例子具有一定的误导性。当有许多参数时（通常在神经网络中有数百万个参数），就会存在鞍点，即在某些维度上会向上凸起，而在另一些维度上向下凹陷。当你位于鞍点上时，总会存在一个下坡的方向。

目前的深层网络模型有数百万个单元和数十亿的权重。统计学家在传统上只用少量参数分析简单模型，这样就可以用较小的数据集来证明定理。而拥有数十亿个维度的空间对他们来说简直就是一场噩梦。他们向我们保证，有这么多的参数，对数据的过度拟合绝对是不可避免的：我们的网络只会简单地记住训练数据，但无法泛化以适应新的测试输入。但是，使用正则化（regularization）手段，比如在已有权重对学习

没有任何贡献时，可以通过强迫它们进行衰减来缓解过度拟合的现象。

一个特别巧妙的正则化技术，叫作“失活”（dropout），其发明者是杰弗里·辛顿。[15] 在每个学习周期（epoch），当从许多训练实例中估计出梯度，并对权重进行更新时，有一半的单元就会被随机地暂时从网络中剔除——这就意味着，每个周期中训练的都是不同的网络。其导致的结果就是，在每个周期中需要训练的参数都更少，并且与在每个周期中训练相同的大型网络相比，单元之间的依赖关系更少。失活过程将深度学习网络的错误率降低了10%，这是一个很大的改进。2009年，网飞（Netflix）举办了一场公开竞赛——第一个将他们推荐系统的错误减少10%的人，会得到100万美元的奖金。[16] 几乎每个机器学习领域的研究生都参与了竞争。网飞的这笔奖金很可能启发了价值1000万美元的研究。现在，深度网络已经成为在线流媒体的核心技术。[17]

有趣的是，皮层突触会以很高的速度失活。对于来自输入的放电，皮层中典型的兴奋性突触都有90%的失败率。[18] 这就像一个棒球队，几乎所有球员的击球成功率都是0.1。大脑是如何利用这种不可靠的皮层突触来实现可靠的功能呢？当每个神经元上存在数千个概率突触时，其活动总和的多样性相对较低，[19] 这意味着其性能可能不会像你想象的那样大规模地下降。学习过程中在突触层面发生失活的好处，可能远大于准确性降低的代价。而且由于突触需要消耗大量的能量，失活也可以节省能量。最后，皮层使用概率来计算可能的，而非确定的结果，所以使用概率性分量是表示概率的有效方式。

虽然皮层突触也许并不可靠，但是它们的强度却惊人的精确。皮层突触的大小及其相应的强度在100倍的范围内变化，单一突触的强度可以在此范围内增加或减少。与得克萨斯大学奥斯汀分校的神经解剖学家克里斯汀·哈里斯（Kristen Harris）合作，我的实验室最近重建了一小块大鼠的海马体，这是大脑中形成长期记忆所需的区域，其中包含450个突触。大多数轴突会在树突的分支上形成单个突触，但在少数情况下，

一个轴突的两个突触会接触到相同的树突。令人惊讶的是，它们的尺寸几乎相同，之前的研究经验告诉我们，这意味着它们也具有相同的强度。人们已经了解了导致这些突触强度发生变化的条件。这些突触的强度变化取决于输入尖峰的历史和树突响应的电活动，对于来自同一个树突上相同轴突的一对突触来说也是如此。根据这些观察，我们推断信息存储在突触强度中的精度很高，足以存储至少5位信息。[20] 深度循环网络的学习算法只需要5位就能实现高水平的性能，这很可能不是巧合。[21]

大脑网络的维度非常高，我们对其甚至没有很好的估计。大脑皮层中的突触总数约为100万亿，几乎是个天文数字。人类的寿命不过几十亿秒。以这样的速度，你可以为你生活中的每一秒贡献出10万个突触。在实际情况中，神经元往往具有聚集的局部连接，例如在由10亿个突触连接的由10万个神经元组成的皮层柱内。虽然这仍然是一个很大的数字，但还远算不上天文数字。长距离连接比本地连接要少得多，因为神经连接会占用宝贵的空间，并且会消耗大量能量。

代表皮层中一个对象或概念的神经元的数量，是一个重要的数字。粗略估计一下，需要的突触数量约为10亿，需要的神经元数量约为10万，分布在10个皮层区域中。[22] 也就是说，约10万个独立的、互不干扰的对象类别和概念存储在100万亿个突触中。在实际情况中，代表相似对象的神经元群是重叠的，这可以大大增加皮层表达相关对象和对象之间关系的能力。这种能力在人类中比在其他哺乳动物中要强大得多，因为人类大脑中的联合皮层（associative cortex，在感官和运动层级的上方）在进化过程中发生了显著的扩张。

高维空间中概率分布的研究在20世纪80年代还是一个相对而言未被开发的统计领域。有几位统计学家研究了在探究高维空间和高维数据集时出现的统计问题，例如斯坦福大学的里奥·布莱曼（Leo Breiman），他是NIPS社区中的一员。来自该社区的一些人，例如加州大学伯克利分校的迈克尔·乔丹（Michael Jordan）也在统计系任职。然而大多数情况

下，大数据时代的机器学习已经发展到了令统计学家望而生畏的程度。但仅仅通过训练大型网络来做出令人惊叹的事情是不够的，我们也需要分析和理解它们是如何做到的。物理学家在这方面占据了领先地位，由于神经元和突触的数量越来越大，他们利用了统计物理学的方法来分析学习的特性。

2017年在长滩举办的NIPS会议上，“时间考验奖”（the Test of Time award）被授予了加州大学伯克利分校的本杰明·雷希特（Benjamin Recht）和谷歌的阿里·拉希米（Ali Rahimi）在2007年联名发表的NIPS论文。[23] 该论文表明，随机特征可以有效地提高具有一层学习权重网络的性能的有效方法，这是弗兰克·罗森布拉特在1960年通过感知器的试验了解到的。拉希米在获奖后的演讲中发出了对机器学习严谨性的强烈呼吁，他感叹深度学习缺乏严谨性，并嘲讽它为“炼金术”。我当时正坐在早已火冒三丈的杨立昆（Yann LeCun）旁边。听完演讲，杨立昆在一篇博客中写道：“批评整个团体（还是那个领域中非常成功的团体）是在钻研‘炼金术’，仅仅因为我们目前的理论工具还没有赶上我们的实践，这是十分危险的做法。为什么危险呢？正是这种态度，导致机器学习社区将神经网络的研究搁置了超过10年，尽管有充分的经验证据表明，它们在许多情况下运行良好。”[24] 这是一次经典的邋遢和整洁的科学方法之间的混战。想要取得进展，这两个都是不可或缺的。

神经网络的局限性

虽然神经网络可以给出一个问题的正确答案，但目前还没有办法解释它们是如何得到这个答案的。例如，假设一名感到胸部刺痛的女性患者来到急诊室。这是心肌梗死的一种症状，需要立即进行干预，还是仅仅是由一种严重的消化不良引起的呢？训练有素的神经网络可能会比医生做出更准确的诊断，但如果不清楚网络为何做出这样的决定，我们就有理由不信任它。医生和算法一样，也要接受一系列测试和决策点的指

导，通过常规案例进行培训。但问题在于，有些罕见的情况并不在他们算法覆盖的范围之内，而神经网络则经历过更多案例的训练，远远超过一般医生在一生中会经历的，网络可能会很好地捕捉到这些罕见病例。但是，你会相信无法解释其理由，但从统计上来说诊断能力更强的神经网络，而不去相信看似有凭有据的医生吗？事实上，那些能够精确诊断罕见病例的医生都有着丰富的经验，并且大多数使用了模式识别而不是算法。[25] 对于各个领域的最高级别专家来说，情况可能都是如此。

正如可以训练网络来提供专业的诊断，是否有可能把其背后的解释作为训练集的一部分，来训练网络对其行为进行解释呢？这样一来也许还可以帮助改善诊断。这一建议是存在问题的，原因是医生给出的许多解释都是片面的、过度简化的，或错误的。每一代医疗实践与前一代相比都发生了巨大的变化，因为人体的复杂性大大超出了我们目前的理解能力。如果我们可以通过分析网络模型的内部状态来提取因果解释，就可能会产生能够推动医学发展的新的见解和假设。

神经网络是一个黑盒子，其理论尚无法被理解，这个陈述对大脑也成立。事实上，在给定相同数据的情况下，不同的个体做出的决定也会千差万别。我们的确还不清楚大脑是如何从经验中得出推论的。就如第三章所讨论的，结论并不总是基于逻辑，其中还存在认知偏差。[26] 此外，我们所接受的解释，往往仅仅是合理的解释或似是而非的故事。我们并不能排除某一天某个非常大的生成网络会突然开始说话的可能性，到时我们就可以向它寻求解释了。我们是否应该期待，能从这样的网络获得比从人类那里得到的更好的故事和合理的解释呢？回想一下，意识并不涉及大脑的内部运作。深度学习网络通常会按照排名次序提供几个而非一个主要的预测，这为我们提供了关于结论可信度的一些信息。监督神经网络只能解决用来训练网络的数据范围内的问题。如果接受过类似案例或样本的培训，神经网络应该在新案例做出一个很好的插值。但是，如果一项新的输入超出了训练数据的范围，进行外推（extrapolation）操作就比较危险了。这应该不会令人感到惊讶，因为

同样的限制也适用于人类；我们不应该期望一个物理领域的专家在政治问题上，甚至是物理学中他专长之外的领域，提供良好的建议。但是，只要数据集足够大，能够涵盖全部的潜在输入，网络对新输入进行的泛化操作，结果应该也是不错的。在实践中，人们倾向于使用类比，从比较熟悉的领域推广到新的领域，但如果两个领域存在本质上的不同，这样的类比就是错误的。

所有对输入进行分类的神经网络都存在偏倚。首先，对分类类别的选择就引入了偏倚，这种偏倚反映了我们如何对世界进行分解。例如，训练一个网络来检测草坪上的杂草是非常实用的。但是怎么定义杂草呢？一个人认为是杂草，在另一个人看来可能是野花。分类是一个反应文化偏见的更宽泛的问题。用于训练网络的数据集加剧了这种不确定性。例如，有许多公司为执法机构提供基于面部识别的犯罪分子识别系统。黑人面部识别中出现的假阳性误判比白人面孔多，因为用于训练网络的数据库中有更多的白人面孔，你拥有的数据越多，准确率就越高。[27] 数据库偏差可以通过重新平衡数据来纠正，但不可避免地会存在隐藏的偏倚，这取决于数据的来源以及被用来做出什么样的决定。[28]

另一个反对依赖神经网络的理由是，人们可能会以公平为代价来优化利润。例如，如果未被充分代表的少数群体中的人去申请住房抵押贷款，而已接受过数百万次申请培训的神经网络拒绝了该申请。对网络的输入包括当前地址，以及与少数群体高度相关的其他信息。因此，即使有反对明确歧视少数群体的法律，该网络也可能会利用这些信息来暗中歧视他们。这里的问题不在于神经网络，而在于我们让它优化的代价函数。如果利润是唯一的目标，网络就会使用被提供的任何信息来最大化利润。解决这个问题的方法是将公平性作为代价函数中的一个参数。虽然最佳解决方案是在利润和公平之间找到一种明智的平衡，但必须在代价函数中明确这种平衡，这就需要有人决定如何权衡每个目标的重要性。那些人文和社会科学领域的伦理观点应该为这些权衡提供指导。但我们必须时刻牢记，选择一个看似公平的代价函数可能会产生意想不到

的后果。[29]

伊隆·马斯克、斯蒂芬·霍金以及立法者和研究人员，都曾呼吁对人工智能进行规范。2015年，3722位人工智能和机器人研究人员共同签署了一封公开信，呼吁禁止使用自动武器：

> 综上所述，我们认为人工智能在很多方面都具有造福人类的巨大潜力，这也应该是该领域的目标。但开始人工智能军备竞赛不是一个好主意，应该通过法令禁止超出人类合理控制范围的自动攻击性武器。[30]

这一禁令本意是好的，但也可能适得其反。并非所有国家都会遵循禁令。俄罗斯总统普京就曾发表过这样的言论：

> 人工智能是未来，不仅对俄罗斯来说是这样，对全人类也是一样。它带来了巨大的机会，但也会带来难以预测的威胁。无论谁成为这个领域的领导者，都将统治全世界。[31]

全面禁令的问题在于人工智能不是一个孤立的领域，而是一个拥有许多不同工具和应用的领域，其中每一样都会产生不同的结果。例如，信用评分的自动化是机器学习在20世纪80年代的早期应用。有人担心，如果他们碰巧住在声誉不好的社区内，就会得到不公正的评分。这就催生出了对用于计算分数的信息进行限制的法律规定，并要求公司通知个人如何提高分数。每个申请都存在不同的问题，最好根据具体情况进行处理，而不是盲目禁止相关研究。[32]

1987年学术休假期间，我拜访了索尔克研究所的弗朗西斯·克里克，那会儿我在加州理工学院担任神经生物学Cornelis　Wiersma客座教授。弗朗西斯当时正在建立一个实力雄厚的视觉研究小组，这是我特别感兴趣的研究题目之一。我在教员午餐时间演示了我的话语网络样带，

引发了热烈的讨论。我在1989年搬到拉荷亚，这标志着我从约翰·霍普金斯大学的初级教员转变为索尔克研究所的高级教员，真令人兴奋。几乎在一夜之间，很多机会都向我敞开了怀抱，其中包括霍华德·休斯医学研究所（Howard Hughes Medical Institute）的一项任命，该机构为我26年的研究提供了慷慨的支持。

1989年加入加州大学圣迭戈分校时，我遗憾地发现，那位教授我们反向传播理论的大卫·鲁姆哈特已经去了斯坦福大学，在那之后我很少有机会再见到他。多年来，我注意到大卫的行为方式发生了令人不安的变化。最终，他被诊断患有额颞叶痴呆——患者大脑的额叶皮层中的神经元会逐渐流失，对他的性格、行为和语言造成影响。2011年，鲁姆哈特在他68岁时去世了，那时他已经认不出家人或朋友了。

---

[1] 加州大学圣迭戈分校的认知科学系，由人类和人体工程学专家唐·诺曼（Don Norman）创立，拥有一支不拘一格的教师队伍。

[2] 反向传播学习算法中使用的数学已经存在了一段时间，可以追溯到20世纪60年代的控制理论文献，但是其最大的影响体现于在多层感知器中的应用。参阅Arthur E. Bryson and Yu-Chi Ho, *Applied Optimal Control: Optimization,Estimation, and Control* (University of Michigan, Blaisdell, 1969).

[3] 参阅迈克尔·I. 乔丹（Michael I. Jordan）具有权威性的关于现代随机梯度下降的演讲："On Gradient-Based Optimization: Accelerated, Distributed,Asynchronous, and Stochastic," May 2, 2017, Simons Institute for the Theory of Computing, UC, Berkeley. https://simons.berkeley.edu/talks/michae-ljordan-2017-5-2/.

[4] D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, and R. J. Williams, "Learning Representations by Back-Propagating Errors," *Nature* 323, no. 6088 (1986), 533–536.

[5] 有一个在人群中被广泛传播的故事。伯特兰·罗素曾经就天文学发表过公开演讲。在讲座结束时，房间后面的一位老妇人起身说道："你讲的那些都是胡说八道。这个世界就是在一只巨大的乌龟背上。"罗素微笑着问："那乌龟站在什么地方呢？""你非常聪明，年轻人，非常聪明，"老妇人说，"但我知道答案。一路向下，都是乌龟！"这位老太太用递归解决了她的问题，尽管是以无限回归为代价。不过在实践中，循环总是会终止的。

[6] C. R. Rosenberg And T. J. Sejnowski, "Parallel Networks That Learn to Pronounce English Text," *Complex Systems* 1 (1987): 145–168.

[7] W. Nelson Francis and Henry Kucera, "A Standard Corpus of Present-Day Edited American

English, for Use with Digital Computers," Brown University, 1964;revised and amplified, 1979, http://clu.uni.no/icame/manuals/BROWN/INDEX.HTM.

[8] 神经网络在不同学习阶段的声音记录可以从这里下载：http://papers.cnl.salk.edu/~terry/NETtalk/nettalk.mp3。

[9] M. S. Seidenberg and J. L. McClelland, "A Distributed Developmental Model of Word Recognition and Naming," *Psychological Review* 96, no. 4 (1989), 523–568.

[10] N. Qian and T. J. Sejnowski, "Predicting the Secondary Structure of Globular Proteins Using Neural Network Models," *Journal of Molecular Biology* , 202(1988): 865–884.

[11] David E. Rumelhart and James L. McClelland, "On Learning the Past Tense of English Verbs," in Rumelhart and McClelland, eds., *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition* (Cambridge, MA:MIT Press, 1986), 2:216–271; J. L. McClelland and K. Patterson, "Rules or Connections in Past- Tense inflections: What Does the Evidence Rule Out?" *Trends in Cognitive Sciences* 6, no. 11 (2002): 465–472; and S. Pinker and M. T. Ulman,"The Past and Future of the Past Tense," *Trends in Cognitive Sciences* 6, no. 11(2002): 456–463.

[12] M. S. Seidenberg and D. C. Plaut, "Quasiregularity and Its Discontents: The Legacy of the Past Tense Debate," *Cognitive Science* 38, no. 6 (2014): 1190–1228.

[13] D. Zipser and R. A. Andersen, "A Back-Propagation Programmed Network That Simulates Response Properties of a Subset of Posterior Parietal Neurons," *Nature* 331, no. 6158 (1988):679–684. 该网络将视网膜上目标的位置从"视网膜坐标"转换为"头中心坐标"，同时考虑到了眼睛的位置。

[14] G. E. Hinton, D. C. Plaut, and T. Shallice, "Simulating Brain Damage," *Scientific American* 269, no. 4 (1993): 76–82. "脑部受损的成年人在阅读单词时，会出现一些奇怪的错误。如果一个有着模拟神经元的网络在经过阅读训练后发生了损坏，它会表现出惊人的相似行为" (76)。

[15] N. Srivastava, G. Hinton, A. Krizhevsky, I. Sutskever, and R. Salakhutdinov,"Dropout: A Simple Way to Prevent Neural Networks from Overfitting," *Journal of Machine Learning Research* 15 (2014):1929–1958.

[16] "Netflix Prize," *Wikipedia* , last modified, August 23, 2017, https://en.wikipedia .org/wiki/Netflix_Prize.

[17] Carlos A. Gomez-Uribe, Neil Hunt, "The Netflix Recommender System:Algorithms," *ACM Transactions on Management Information Systems* 6, no. 4(2016) , article no. 13.

[18] T. M. Bartol Jr., C. Bromer, J. Kinney, M. A. Chirillo, J. N. Bourne, K. M. Harris,and T. J. Sejnowski, "Nanoconnectomic Upper Bound on the Variability of Synaptic Plasticity," *eLife* , 4:e10778, 2015, doi:10.7554/eLife.10778.

[19] 这来自概率论中的"大数定律"（law of large numbers）。这就是为什么赌场总是赢，尽管他们可能会在短期内亏损。

[20] Bartol Jr. et al., “Nanoconnectomic Upper Bound on the Variability of Synaptic Plasticity.”

[21] J. Collins, J. Sohl-Dickstein, and D. Sussillo, “Capacity and Trainability in Recurrent Neural Networks,” 2016, https://arxiv.org/pdf/1611.09913.pdf. 给予巧合的现象过多的权重是有风险的：“一天有24小时，一箱啤酒有24瓶。这些都是巧合吗？我认为不是。”每年的4月24日，人们都会在普林斯顿大学的保罗·纽曼日上庆祝这一巧合。

[22] 对突触维度的粗略估计，可以通过对突触数量的下限和上限乘积取平方根来得到。Lawrence Weinstein and John A. Adam, Guesstimation: Solving the World’s Problems on the Back of a Cocktail Napkin (Princeton: Princeton University Press,2009), 3. 以皮层突触总数，100万亿，为上限，并以单个神经元上突触的数量，1万，为下限，表示复杂对象所需的突触数量的粗略估计约为10亿。对所需的神经元数量应用相同的经验法则：皮层中的神经元数量上限为100亿，下限为一个神经元，因此表示复杂对象所需的神经元数量为10万个，大约相当于一平方毫米皮层下的神经元数量。但这些神经元可能广泛分布在皮层的不同部位。我们可以估计出必须相互连接才能代表一个概念的皮层区域的数量：皮层区域总数的上限为100，下限为1，因此估计值为10个皮层区域，每个区域包含1万个神经元。“BRAIN计划”正在开发的新技术将通过实验来确定这些数字。

[23] Ali Rahimi and Benjamin Recht, “Random Features for Large-Scale Kernel Machines,” *Advances in Neural Information Processing Systems* 20 (2007).

[24] https://www.Facebook.com/yann.lecun/posts/10154938130592143/.

[25] Mukherjee, “A.I. versus M.D.” *New Yorker* , April 3, 2017. http://www.newyorker.com/magazine/2017/04/03/ai-versus-md/.

[26] Daniel Kahneman, *Thinking, Fast and Slow* (New York: Farrar, Straus & Giroux,2011).

[27] Clare Garvie and Jonathan Frankle, “Facial-Recognition Software Might Have a Racial Bias Problem,” *The Atlantic* , Apr 7, 2016. https://www.theatlantic.com/technology/archive/2016/04/the-underlying-bias-of-facial-recognition-systems/476991/.

[28] Kate Crawford, “Artificial Intelligence’s White Guy Problem,” *New York Times* ,June 25, 2016. https://www.nytimes.com/2016/06/26/opinion/sunday/artificialintelligences-white-guy-problem.html.

[29] Barbara Oakley, Ariel Knafo, Guruprasad Madhavan, and David Sloan Wilson(eds.), *Pathological Altruism* (Oxford: Oxford University Press, 2011).

[30] https://futureoflife.org/open-letter-autonomous-weapons/.

[31] http://www.cnn.com/2017/09/01/world/putin-artificial-intelligence-will-ruleworld/index.html.

[32] Andrew Burtjan, “Leave A.I. Alone,” *New York Times* , January 4, 2018. https://www.nytimes.com/2018/01/04/opinion/leave-artificial-intelligence.html.

09
卷积学习

到了2000年，自20世纪80年代兴起的神经网络热潮已经退去，神经网络再次成为常规科学。托马斯·库恩（Thomas Kuhn）曾将科学革命之间的时间间隔描述为，科学家在一个已经确定的范式或解释框架内进行理论推定、观察和试验的常规工作阶段。[1] 1987年，杰弗里·辛顿去了多伦多大学，并继续着渐进式改进，虽然这些改进都没有像曾经的玻尔兹曼机那样展现出魔力。辛顿在21世纪头十年成为加拿大高等研究院（Canadian Institute for Advanced Research，简称CIFAR）神经计算和自适应感知项目（Neural Computation and Adaptive Perception，简称NCAP）的带头人。该项目由来自加拿大和其他国家的约25位研究人员组成，专注于解决机器学习的难题。我是由杨立昆担任主席的NCAP顾问委员会的成员，会在每年NIPS会议召开之前参加该项目的年会。神经网络的先驱们在缓慢而稳定的过程中探索了机器学习的许多新策略。虽然他们的网络有许多有价值的应用，但却一直没有满足20世纪80年代对该领域抱有的很高的期望。不过这并没有动摇先驱者们的信念。回想起来，他们一直是在为飞跃性的突破奠定基础。

机器学习的稳步发展

NIPS会议是20世纪80年代神经网络的孵化器，为其他可处理大型高维数据集的算法打开了大门。弗拉基米尔·瓦普尼克的支持向量机于1995年引发了轰动，为20世纪60年代就被遗弃的感知器网络开辟了一个新篇章。使支持向量机成为功能强大的分类器，并出现在每个神经网络

工作者工具包中的，是“内核技巧”（kernel trick），这是一种数学转换，相当于将数据从其采样空间重新映射到使其更容易被分离的超空间。托马索·波吉奥开发了一种名为“HMAX”的分级网络，可以对有限数量的对象进行分类。[2] 这表明，网络的性能会随着其深度的增加而提高。

在21世纪的头几年里，图形模型被开发出来，并与被称为“贝叶斯网络”（Bayes networks）的丰富的概率模型相结合，后者是基于18世纪英国数学家托马斯·贝叶斯（Thomas Bayes）提出的一个定理，该定理允许使用新的证据来更新先前的信念。加州大学洛杉矶分校的朱迪亚·珀尔，在早些时候曾将基于贝叶斯分析的“信念网络”（belief networks）[3] 引入人工智能，通过开发能够利用数据在网络中学习概率的方法，对贝叶斯分析进行了加强和扩展。这些网络以及其他网络的算法为机器学习研究人员打造出了强大的工具。

随着计算机的处理能力继续呈指数增长，训练更大规模的网络成为可能。大家曾普遍认为，具有更多隐藏单元、更宽的神经网络，比具有更多层数、更深的网络的效果更好，但是对于逐层训练的网络来说并非如此，[4] 并且误差梯度的消失问题（the vanishing error gradient problem）被发现减慢了输入层附近的学习速度。[5] 然而，当这个问题最终被克服的时候，我们已经可以对深度反向传播网络进行训练了，而且该网络在基准测试中表现得更好。[6] 随着深度反向传播网络开始在计算机视觉领域挑战传统方法，2012年的NIPS大会上出现了这样一句话：“神经信息处理系统”里的“神经”又回来了。

在20世纪的最后10年以及21世纪前10年的计算机视觉领域，在识别图像中的对象方面取得的稳步进展，使得基准测试（用于比较不同方法）的性能每年能提高百分之零点几。方法改进的速度十分缓慢，这是因为每个新类别的对象，都需要有关专家对能够将它们与其他对象区分开来所需的与姿态无关的特征进行甄别。随后，在2012年，杰弗里·辛

顿和他的两名学生艾力克斯·克里泽夫斯基（Alex Krizhevsky）和伊利娅·苏特斯科娃向NIPS会议提交了一篇论文，关于使用深度学习训练AlexNet识别图像中的对象，AlexNet是本章要重点讨论的深度卷积网络。[7] 以拥有22 000多个类别，超过1 500万个标记过的高分辨率图像的ImageNet数据库作为基准，AlexNet史无前例地将识别错误率降低到了18%。[8] 这次性能上的飞跃在计算机视觉社区中掀起了一股冲击波，加速推动了更大规模网络的发展，现在这些网络几乎已经达到了人类的水平。到2015年，ImageNet数据库的错误率已降至3.6%。[9] 当时还在微软研究院的何恺明及其同事使用的低错误率深度学习网络，在许多方面都与视觉皮层十分相似；这类网络由杨立昆最早提出，并最初把它命名为“Le Net”。

20世纪80年代，杰弗里·辛顿和我第一次见到这个法国学生杨立昆（见图9–1，右）。他9岁时，就深受1968年史诗级的科幻电影《2001太空漫游》（*2001: A Space Odyssey* ）中的任务计算机HAL 9000的启发，想要开发人工智能。他曾独立发明了反向传播误差算法的一种版本，并记录在他1987年的博士论文中，[10] 之后他就搬到多伦多，加入了杰弗里的团队。后来，他转去了美国电话电报公司（AT&T）在新泽西州霍姆德尔（Holmdel）的贝尔实验室，在那里他创造了一个可以读取信件上的手写邮政编码的网络，采用修订的美国国家标准与技术研究院（Modified National Institute of Standards and Technology，简称MNIST）数据库作为一种标记数据基准。每天有数百万封信件需要递送到信箱里；而今天，这个过程是完全自动化的。同样的技术也可以用来自动读取ATM机上银行支票的金额。有趣的是，最难的部分其实是查找支票上数字的位置，因为每张支票都有不同的格式。早在20世纪80年代，杨立昆就显露出了证明原理（学者们擅长的事情）并将之应用在现实世界中的非凡天赋。后者要求实际产品必须经过严格的测试，且表现稳健。



图9–1 杰弗里·辛顿和杨立昆是深度学习领域的大师。这张照片是2000年左右在加拿大高等研究院的神经计算和自适应感知项目会议上拍摄的，该项目是深度学习领域的孵化器。图片来源：杰弗里·辛顿。

卷积网络的渐进式改进

杨立昆在2003年去了纽约大学后，仍继续开发他的视觉网络，现在被称为卷积网络（ConvNet）（见图9–2）。这个网络的基本结构是基于卷积的，卷积可以被想象成一个小的滑动滤波器，在滑过整张图像的过程中创建一个特征层。例如，过滤器可以是一个定向边缘检测器，就像第5章中介绍的那样，只有当窗口对准图像中具有正确方向或纹理的对象的边缘时，才会产生大数值输出。尽管第一层上的窗口只是图像中的一小块区域，但由于可以有多个滤波器，因此在每个图块中都能得到许多特征信息。第一层中与图像卷积的滤波器，与大卫·休伯尔和托斯坦·威泽尔在初级视觉皮层中发现的“简单细胞”类似（见图9–3）。 [11] 更

高层次的滤波器则对更复杂的特征做出响应。 [12] 在卷积网络的早期版本中，每个滤波器的输出都要通过一个非线性的Sigmoid函数（输出从0平稳地增加到1），这样可以抑制弱激活单元的输出（见方框7.2中的Sigmoid函数）。第二层接收来自第一层的输入，第二层的窗口覆盖了更大的视野区域，这样经过多层之后，就会存在一些能接收整个图像输入的单元。这个最顶层就类似于视觉层级的顶层，在灵长类动物中被称为“下颞叶皮层”，并且具有覆盖大部分视野的感受野。接着，顶层的单元被送入分类层，与其中的所有分类单元连接，再采用反向传播误差的方式训练整个网络，对图像中的对象进行分类。

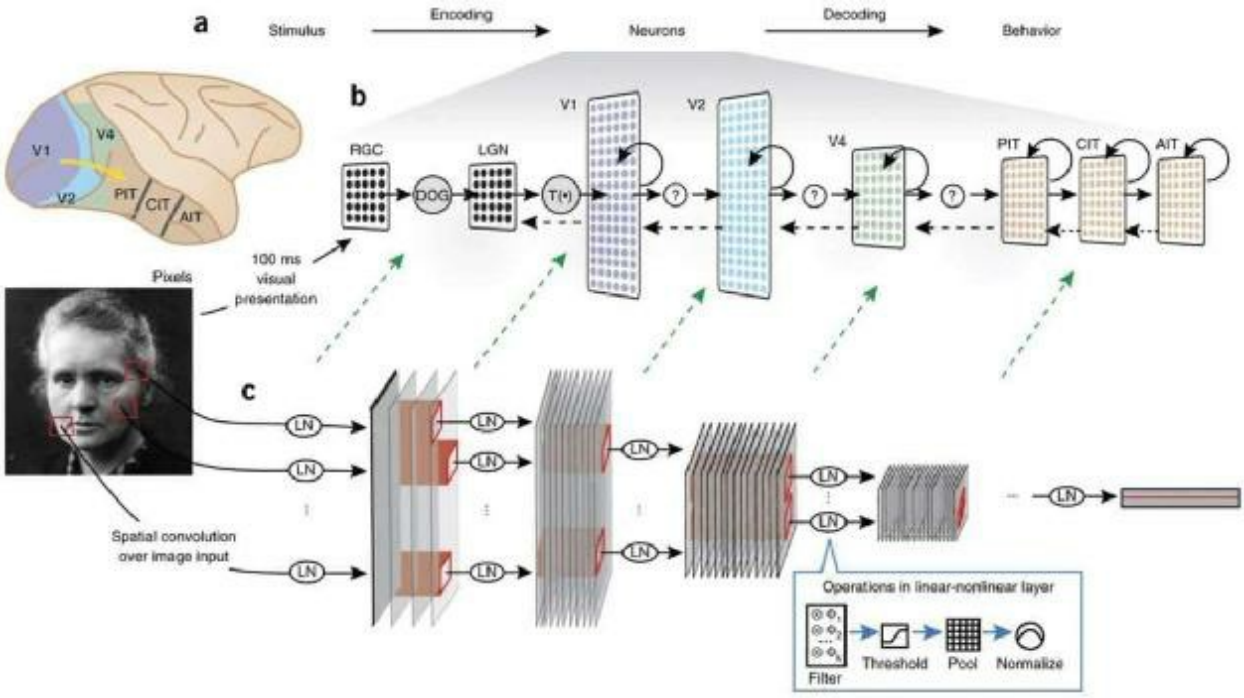


图9-2 视觉皮层与卷积网络在图像对象识别上的比较。（上图）（a，b）视觉皮层中的层级结构，从视网膜输入到初级视觉皮层（V1），经过丘脑（RGC，LGN）到下颞叶皮层（PIT，CIT，AIT），展示了视觉皮层区域和卷积网络中层次的对应关系。（下图）（c）左侧图像作为输入映射到第一个卷积层，后者由几个特征平面组成，每个特征平面代表一个滤波器，类似在视觉皮层中发现的定向简单单元。这些滤波器的输出经过阈值处理并汇集到第一层，再进行归一化处理，以便在小块区域中产生不变的响应，类似于视觉皮层中的复杂细胞（图中方框：线性—非线性层中的操作）。以上操作在网络的每个卷积层上重复。输出层与来自上一个卷积层的全部输入具有全面的连接（每个输出单元都有上一层全部单元的输入）。图片来源：Yamins and DiCarlo，“Using Goal-Driven Deep Learning Models to Understand Sensory Cortex”，figure 1。

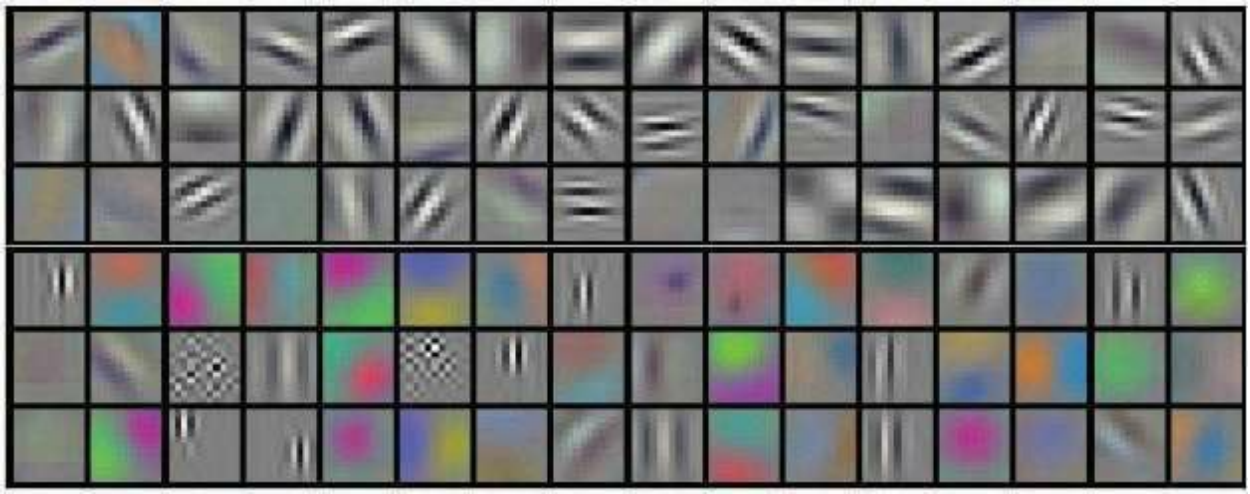


图9-3 卷积网络第一层的滤波器。每个滤波器都作用于视野中的一小块图像区域。顶部三排中滤波器的优选刺激像视觉皮层中的简单细胞一样具有定向性。底部三排显示的优选刺激经过了扩展，并具有复杂的形状。图片来源：Krizhevsky, Sutskever and Hinton, “ImageNet Classication with Deep Convolutional Neural Networks”, figure 3。

卷积网络多年来一直在经历许多渐进式改进。一个重要的补充，是将一个区域上的每个特征聚合起来，叫作“池化”（pooling）。这种操作提供了一种平移不变性（translation invariance）的量度，类似于由休伯尔和威泽尔在初级视觉皮层中发现的复杂细胞，能够通过一个图块对整个视野中相同方向的线做出响应。另一个有用的操作是增益归一化（gain normalization），就是调整输入的放大倍数，使每个单元都在其操作范围内工作，在皮层中是通过反馈抑制（feedback inhibition）实现的。Sigmoid输出函数也被线性整流函数（rectified linear units，简称ReLUs）取代。在输入达到一个阈值之前这些单元的输出都为零，超过阈值之后则输出和输入呈线性增长。该操作的优点在于：低于阈值的单元被有效地排除在网络外，这更接近真实神经元中阈值的作用。

卷积网络的每一个性能的改进，其背后都有一个工程师可以理解的计算理由。但有了这些变化，它越来越接近20世纪60年代我们所了解的视觉皮层的体系结构，尽管当时我们只能去猜测简单和复杂单元的功能是什么，或者层级结构顶部的分布式表征的存在意味着什么。这说明了生物学与深度学习之间存在相得益彰的共生关系的潜力。

当深度学习遇到视觉层级结构

加州大学圣迭戈分校的帕特里夏·丘奇兰德不仅是心灵哲学家，同时也研究神经哲学。[13] 知识最终取决于大脑如何表达知识的说法，显然没有人阻止哲学家认为知识是独立于世界而存在的一种东西，用伊曼努尔·康德（Immanuel Kant）的话来说，就是“Ding an sich”（物自身）。但同样清楚的是，如果我们（和其他动物一样）要在现实世界中生存，背景知识就是必不可少的。经过训练的多层神经网络的隐藏单元之间的活动模式，与被逐次记录下的大量生物神经之间的活动模式存在显著的相似性。受到这种相似性的驱动，帕特里夏和我在1992年编写了《计算脑》（*The Computational Brain*）一书，为基于大量神经元的神经科学研究开发了一个概念框架。[14]（该书现在已经出到第二版了，如果你想更多地了解大脑式的运算，这会是一本很好的入门参考。）麻省理工学院的詹姆斯·狄卡罗（James DiCarlo）最近比较了猴子视觉皮层层级结构中不同神经元和深度学习神经网络中的单元，训练它们识别相同图片中的对象，分别观察它们的响应（见图9–2）。[15] 他得出结论：深度学习网络中每层神经元的统计特性，与皮层层级结构中神经元的统计特性非常接近。

深度学习网络中的单元与猴子视觉皮层中神经元性能存在相似性，但其原因仍然有待研究，尤其是考虑到猴子的大脑不太可能使用反向传播方式来进行学习。反向传播需要将详细的错误信号反馈给神经网络每层中的每个神经元，其精度比生物神经网络中已知反馈连接的精度要高得多。但其他学习算法在生物学上似乎更合理，例如玻尔兹曼机学习算法，该算法使用了已经在皮层中被发现的赫布突触可塑性。这引出了一个有趣的问题，是否存在一种深度学习的数学理论，能够适用于一大类学习算法（包括皮层中的那些）呢？在第7章中，我提到了对视觉层级结构的上层分类表面的分析，其决策表面比更低层级的表面更平坦。对决策表面的几何分析可能会引出对深度学习网络和大脑更深入的数学理

解。

深度学习神经网络的一个优点是，我们可以从网络中的每个单元提取“记录”，并追踪信息流从一层到另一层的转变。然后可以将分析这种网络的策略用于分析大脑中的神经元。关于技术的一个奇妙之处在于，技术背后通常都有一个很好的解释，并且有强烈的动机来得到这种解释。第一台蒸汽发动机是由工程师根据他们的直觉建造的；解释发动机如何工作的热力学理论随后出现，并且帮助提升了发动机的效率。物理学家和数学家对深度学习网络的分析也正在顺利进行着。

有工作记忆的神经网络

自20世纪60年代以来，神经科学已经走过了漫长的道路，从我们目前对大脑的了解中可以获得很多东西。1990年，帕特里夏·高德曼–拉奇克（Patricia Goldman-Rakic）训练了一只猴子来记住一个地点，作为提示，该地点会短暂地被一盏灯照亮；她还训练这只猴子在一段时间的延迟之后，把眼睛移动到被记住的地点。[16] 在记录了猴子前额叶皮层的活动后，她在报告中提到，一些最初对提示做出回应的神经元在延迟期间仍然保持活跃状态。心理学家把人类的这种活动称为“工作记忆”，也正因为有了工作记忆，我们在执行任务（比如拨打电话号码）时，能够记住7±2项内容。

传统的前馈网络将输入传到网络中，一次传播一层网络。结合工作记忆，可以使后续的输入与之前的输入在网络中留下的痕迹进行交互。例如，把法语句子翻译成英文时，网络中的第一个法语单词会影响后续英语单词的顺序。在网络中实现工作记忆的最简单方法，是添加人类皮层中常见的循环连接。神经网络中某一层内的循环连接和之前那些层的反馈连接，使得输入的时间序列可以在时间上整合起来。这种网络在20世纪80年代被探索并广泛应用于语音识别。[17] 在实践中，它在具有

短程依赖性的输入方面效果很好，但当输入之间的时间间隔很长，输入的影响会随着时间的推移发生衰减，网络性能就会变差。

1997年，赛普·霍克莱特（Sepp Hochreiter）和尤尔根·施密德胡博（Jürgen Schmidhuber）找到了一种方法来克服衰变问题，他们称之为“长短期记忆”（long short-term memory，简称LSTM）。[18] 默认情况下，长短期记忆会传递原始信息，而不会发生衰减（这就是猴子前额叶皮层的延迟期中发生的事情），并且它也有一个复杂的方案来决定如何将新的输入信息与旧信息整合。于是，远程依赖关系可以被选择性地保留。神经网络中这种工作记忆版本沉寂了长达20年之久，直到它在深度学习网络中再次被唤醒和实现。长短期记忆和深度学习的结合在许多依赖输入输出序列的领域都取得了令人瞩目的成功，例如电影、音乐、动作和语言。

施密德胡博是位于瑞士南部提契诺州（Ticino）曼诺小镇的Dalle Molle人工智能研究所的联合主任。该小镇靠近阿尔卑斯山，周围有一些绝佳的徒步地点。[19] 神经网络领域的这位颇具创造性、特立独行的“罗德尼·丹泽菲尔德”[20] 相信他的创造力并没有得到足够的赞誉。因此，在蒙特利尔举办的2015年NIPS会议的一次小组讨论会上，他再次向与会人员介绍了自己，“我，施密德胡博，又回来了”。而在巴塞罗那举行的2016年NIPS大会上，他因培训宣讲人没有对自己的想法给予足够的关注，而打乱对方的演讲长达5分钟。

2015年，Kelvin Xu及其同事在用一个深度学习网络识别图像中对象的同时，还连接了一个长短期记忆循环网络来标注图片。使用来自深度学习网络第一遍识别的场景中所有对象作为输入，他们训练长短期记忆循环网络输出一串英文单词，能够形容一个标注中的场景（见图9–4）。他们还训练了长短期记忆网络来识别图像中的位置，使其对应于标注中的每个单词。[21] 该应用令人印象深刻的地方在于，长短期记忆网络从未被训练来理解标注中句子的含义，只是根据图像中的对象及其位置输出一个语法正确的单词串。再加上第8章里早期的话语网络示

例，这更加证明了神经网络似乎对语言有种亲和力，但其中的原因我们却不得而知。通过分析长短期记忆网络也许会引出一种新的语言理论，它将阐明网络的工作原理和自然语言的性质。

生成式对抗网络

在第7章中，玻尔兹曼机被当作一个生成模型进行了介绍，当输出被钳制到一个它已训练识别的类型中，并且其活动模式向下渗透到输入层时，就可以产生新的输入样本。伊恩·古德费洛（Ian Goodfellow）、约书亚·本吉奥（Yoshua Bengio）和他们在蒙特利尔大学的同事们表示，可以训练前馈网络，在对抗的背景（adversarial context）下生成更好的样本。[22] 一个生成卷积网络可以通过尝试欺骗另一个卷积神经网络来训练生成优质的图像样本，后者必须决定一个输入的图像是真实的还是虚假的。生成网络的输出被用来作为一个经过训练的判别卷积网络（discriminative convolutional network）的输入，后者只给出一个单一的输出：如果输入是真实图像，就返回1，否则返回0。这两个网络会相互竞争。生成网络试图增加判别网络的错误率，而判别网络则试图降低自身的错误率。由这两个目标之间的紧张关系产生的图像，拥有令人难以置信的照片级的真实感（见图9–5）。[23]

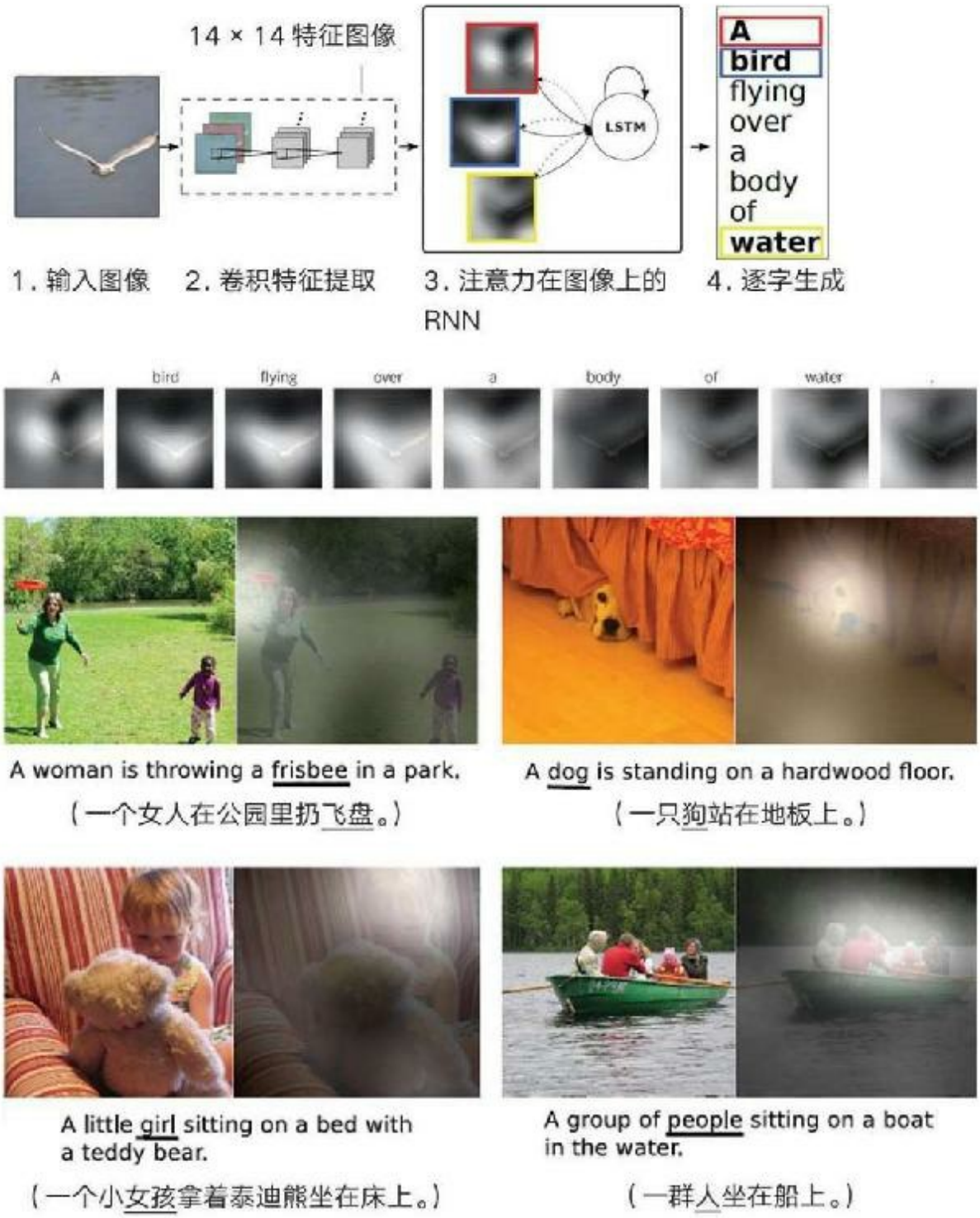
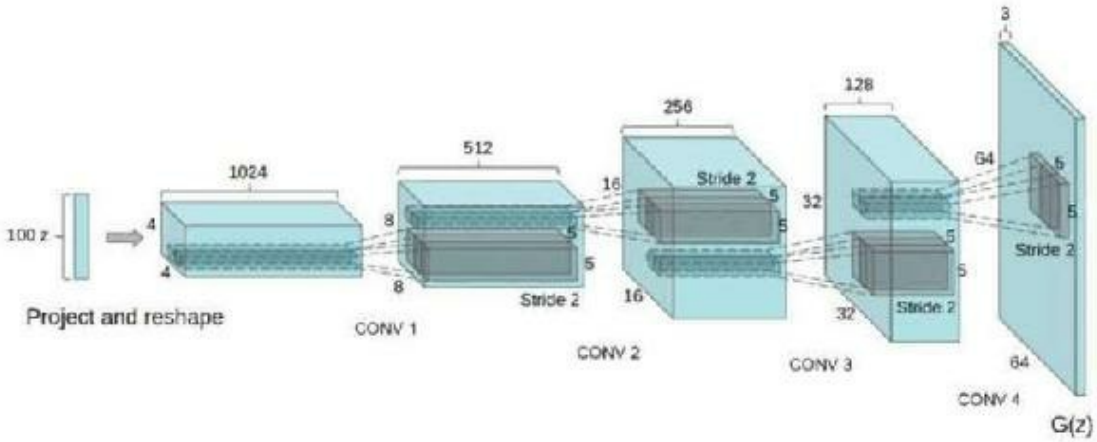


图9-4 深度学习为图片做标注。顶部的一组图片说明了分析照片的步骤。ConvNet（CNN）在第一步中标记了照片中的对象，并将其传递给循环神经网络（RNN）。RNN被训练输出适当的英文单词串。底部的四组图片则阐明了进一步细化的过程，即使用注意力（白色云）来表示照片中单词的指示对象。顶图来源：M. I. Jordan and T. M. Mitchell，“Machine learning: Trends, Perspectives, and Prospects，”Science 349, no. 6245(2015)：255－260，图2.

底图来源：Xu et al.，“Show, Attend and Tell,”2015, rev. 2016, figure1 and 3,https://arxiv.org/pdf/1502.03044.pdf, Coutesy of Kelvin Xu。

别忘了，这些生成的图像是合成的，它们中的对象并不存在。它们是训练集中未标记图像的泛化版本。请注意，生成式对抗网络是无监督的，这使得它们可以使用无限的数据。这些网络还有许多其他应用，包括清除具有超高分辨率的星系天文图片 [24] 中的噪声，以及学习表达富有情感的言语。 [25]

通过慢慢地改变生成式网络的输入向量，有可能逐渐改变图像，使得部件或零碎物品（如窗户）逐渐显现或变成其他物体（如橱柜）。 [26] 更值得关注的是，有可能通过添加和减去表示网络状态的向量以获得图像中对象的混合效果，如图9–6所示。这些实验的意义在于，生成网络对图像中空间的表征，正如我们如何描述场景的各个组成部分。这项技术正在迅速发展，其下一个前沿领域是生成逼真的电影。通过训练一个反复演绎的生成式对抗网络，与类似玛丽莲·梦露这样的演员参演的电影进行对比，应该有可能创造出已过世的演员出演的新作品。





redshank（红脚鹬）　ant（蚂蚁）　monastery（修道院）



volcano（火山）

图9-5 生成式对抗网络（GAN）。顶部的示意图展示了一个卷积网络，用于生成一组样本图像，经过训练后可以欺骗判别卷积网络。左边的输入是100维的随机选取的连续值向量，用来生成不同的图像；输入的向量随后激活空间尺度逐层变大的滤波器层。下方的图显示了通过训练来自单个类别照片的生成式对抗网络产生的样本图像。顶图来源：A. Radford, L. Metz, and S. Chintala, “Unsupervised Representation Learning with Deep Convolutional Generative Adversarial Networks,”图1, arXiv:1511.06434, https://arxiv.org/pdf/1511.06434.pdf，由Soumiyh Chintala提供；底图来源：A. Nguyen, J. Yosinski, Y. Bengio, A.Dosovitskiy, and J. Clune, “Plug & Play Generative Networks: Conditional Iterative Generation of Images in Latent Space,” figure1, https: //arxiv.org/pdf/1612.00005.pdf，由Ahn Nguyen提供。

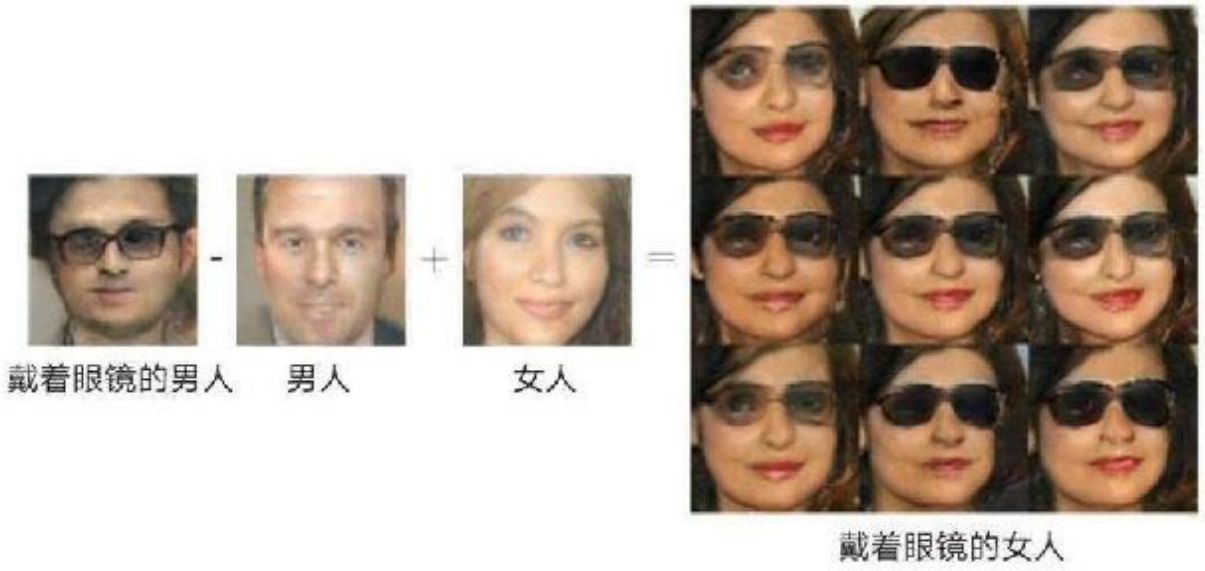


图9-6 生成式对抗网络中的向量算法。用面部图片训练的生成式网络的输入混合后，产生了输出（左图），然后通过添加或减去选定的输入向量进行输出，就创建出了混合后的图像（右图）。因为混合是在最高的表征层完成的，所以部位和姿势是无缝接合的，并不会经过变形过程中那样的平均处理。图像改编自：A. Radford, L.Metz, and S. Chintala, “Unsupervised Representation Learning with Deep Convolutional Generative Adversarial Networks,” fifigure7, arXiv:1511.06434,https://arxiv.org/pdf/1511.06434/。

这是米兰的时装周，衣着光鲜的模特们带着超凡脱俗的表情在T台上走秀（见图9–7）。时尚界正在经历暗潮涌动：“‘很多工作正在消失，’西尔维娅·文图里尼·芬迪（Silvia Venturini Fendi）在她的时装秀开场前说道，‘机器人会承担旧的工作，但它们唯一无法取代的就是我们的创造力和思维。’”[27] 现在想象一下经过训练的新一代对抗网络，它们可以生产新款式和高级时装，式样几乎无穷无尽。时尚界可能正处于

一个新时代的边缘，而许多其他依赖创意的行业也面临着相同的处境。



图9-7 2018年米兰的乔治·阿玛尼春夏男装秀。

应对现实社会的复杂性

当前的大多数学习算法是在25年前开发的，为什么它们需要那么长的时间才能对现实世界产生影响呢？20世纪80年代的研究人员使用的计算机和标记数据，只能证明玩具问题的原理。尽管取得了一些似乎颇有前景的成果，但我们并不知道网络学习及其性能如何随着单元和连接数量的增加而增强，以适应现实世界问题的复杂性。人工智能中的大多数算法缩放性很差，从未跳出解决玩具级别问题的范畴。我们现在知道，神经网络学习的缩放性很好，随着网络规模和层数的不断增加，其性能也在不断增强。特别是反向传播技术，它的缩放性非常好。

我们应该对此感到惊讶吗？大脑皮层是哺乳动物的一项发明，在灵长类动物，尤其是人类中得到了高度发展。随着它的扩展，更多的功能

慢慢出现，并且更多层次被添加到了关联区域，以实现更高阶的表征。很少有复杂系统可以实现如此高级的缩放。互联网是为数不多的已经被扩大了100万倍的工程系统之一。一旦通信数据包协议建立起来，互联网就会开始进化，正如DNA中的遗传密码使细胞演化成为可能一样。

使用相同的一组数据训练许多深度学习网络，会导致生成大量不同的网络，它们都具有大致相同的平均性能水平。我们想知道的是，所有这些同等优秀的网络有哪些共同之处，而对单个网络进行分析并不能揭示这一点。理解深度学习原理的另一种方法是进一步探索学习算法的空间；我们只在所有学习算法的空间中对几个位置进行了抽样尝试。从更广泛的探索中可能会出现一种学习计算理论，该理论与其他科学领域的理论一样深奥，[28] 可能为从自然界中发现的学习算法提供更多的解释。

蒙特利尔大学的约书亚·本吉奥[29]（见图9–8），和杨立昆一起，接替杰弗里·辛顿，成为CIFAR神经计算和NCAP项目的主任，该项目在通过十年评估后更名为“机器学习和大脑学习”项目（Learning in Machines and Brains）。约书亚率领蒙特利尔大学的一个团队，致力于应用深度学习来处理自然语言，这将成为“机器学习和大脑学习”项目新的研究重点。在十多年的会议中，这个由20多名教师和研究员组成的小组开启了深度学习的研究。过去5年来，深度学习在过去难以解决的许多问题上取得了实质性进展，这些进展归功于小组成员的努力，他们当然只是一个更庞大社区中的一小部分人（将在第11章探讨）。



图9-8 约书亚·本吉奥是CIFAR“机器学习和大脑学习”项目的联合主任。这位在法国出生的加拿大籍计算机科学家，一直是应用深度学习处理自然语言问题这个领域的领导者。杰弗里·辛顿、杨立昆和约书亚·本吉奥所取得的进展，为深度学习的成功奠定了基础。图片来源：约书亚·本吉奥。

尽管深度学习网络的能力已经在许多应用中得到了证明，但如果单靠自身，它们在现实世界中永远都无法存活下来。[30] 它们受到了研究者的青睐，后者为其提供数据，调整超参数，例如学习速度、层数和每层中的单元数量，以改善收敛效果，还为其提供了大量计算资源。另一方面，如果没有大脑和身体的其他部分提供支持和自主权，大脑皮层也无法在现实世界中存活。在一个不确定的世界中，这种支持和自主权是一个比模式识别更难解决的问题。第10章将会介绍一种古老的学习算法，它通过激励我们寻求对自身有利的经验来帮助我们在自然界中生存。

---

[1] Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* , 2nd ed. (Chicago:University of Chicago Press, 1970), 23

[2] M. Riesenhuber and T. Poggio, “Hierarchical Models of Object Recognition In Cortex.” Nat Neurosci. 2: 1019-1025, 1999; T. Serre, A. Oliva, and T. Poggio, “A Feedforward Architecture

Accounts for Rapid Categorization.” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104, no. 15 (2007):6424– 6429.

[3] Pearl, *Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems* . Morgan Kaufmann; 1988.

[4] Yoshua Bengio, Pascal Lamblin, Dan Popovici, and Hugo Larochelle, “Greedy Layer-Wise Training of Deep Networks,” in Bernhard Schölkopf, John Platt, and Thomas Hoffman, eds., *Advances in Neural Information Processing Systems 19:Proceedings of the 2006 Conference* (Cambridge, MA: MIT Press), 153–160.

[5] Sepp Hochreiter, Yoshua Bengio, Paolo Frasconi, and Jürgen Schmidhuber, “Gradient Flow in Recurrent Nets: The Difficulty of Learning Long-Term Dependencies,” In John F. Kolen and Stefan C. Kremer, eds., *A Field Guide to Dynamical Recurrent Neural Networks* (New York: IEEE Press, 2001), 237–243.

[6] D. C. Ciresan, U. Meier, L. M. Gambardella, and J. Schmidhuber, “Deep Big Simple Neural Nets for Handwritten Digit Recognition,” *Neural Computation* 22, no. 12(2010): 3207–3220.

[7] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, “ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks,” *Advances in Neural Information Processing Systems* 25 (NIPS 2012). https://papers.nips.cc/paper/4824-imagenet-classificationwith-deep-convolutional-neural-networks.

[8] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, “ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks,” *Advances in Neural Information Processing Systems* 25 (NIPS 2012). https://papers.nips.cc/paper/4824-imagenet-classificationwith-deep-convolutional-neural-networks.

[9] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, “Deep Residual Learning for Image Recognition,” 2015. https://www.cv-foundation.org/openaccess/content_cvpr_2016/papers/He_Deep_Residual_Learning_CVPR_2016_pape

[10] Yann LeCun, “Modèles connexionistes de l’apprentissage (Connectionist learning models)” (Ph.D. diss., Université Pierre et Marie Curie, Paris, 1987).

[11] Krizhevsky, Sutskever, and Hinton, “ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks.”

[12] M. D. Zeiler and R. Fergus, “Visualizing and Understanding Convolutional Networks,” 2013. https://www.cs.nyu.edu/~fergus/papers/zeilerECCV2014.pdf.

[13] Patricia Smith Churchland, *Neurophilosophy: Toward a Unified Science of the Mind-Brain* (Cambridge, MA: MIT Press, 1989).

[14] Patricia Smith Churchland and Terrence J. Sejnowski, *The Computational Brain* ,2nd ed. (Cambridge, MA: MIT Press 2016).

[15] D. L. Yamins and J. J. DiCarlo, “Using Goal-Driven Deep Learning Models to Understand Sensory Cortex,” *Nature Neuroscience* 19, no. 3 (2016): 356–365.

[16] S. Funahashi, C. J. Bruce, and P. S. Goldman-Rakic, “Visuospatial Coding in Primate Prefrontal Neurons Revealed by Oculomotor Paradigms,” *Journal of Neurophysiology* 63, no. 4 (1990): 814–831.

[17] J. L. Elman, “Finding Structure in Time,” *Cognitive Science* 14 (1990): 179–211; M. I. Jordan, “Serial Order: A Parallel Distributed Processing Approach,”*Advances in Psychology* 121 (1997): 471–495; G. Hinton, L. Deng, G. E. Dahl,A. Mohamed, N. Jaitly, A. Senior, et al., “Deep Neural Networks for Acoustic Modeling in Speech Recognition,” *IEEE Signal Processing Magazine* , 29, no. 6(2012): 82–97.

[18] S. Hochreiter and J. Schmidhuber, “Long Short-Term Memory,” *Neural Computation* 9, no. 8 (1997): 1735–1780.

[19] John Markoff, “When A.I. Matures, It May Call Jürgen Schmidhuber ‘Dad.’”*New York Times*, November 27, 2016, https://www.nytimes.com/2016/11/27/technology/artificial-intelligence-pioneer-jurgen-schmidhuber-overlooked.html.

[20] 美国喜剧演员，有一句非常著名的口头禅：“我觉得自己没有受到尊重。”——译者注

[21] K. Xu, J. L. Ba, K. Kiror, K. Cho, A. Courville, R. Slakhutdinov, R. Zemel, Y Bengio, “Show, Attend and Tell: Neural Image Captions Generation with Visual Attention,” 2015, rev. 2016. https://arxiv.org/pdf/1502.03044.pdf.

[22] I. J. Goodfellow, J. Pouget-Abadie, M. Mirza, B. Xu, D. Warde-Farley, S. Ozair,A. Courville, Y. Bengio, “Generative Adversarial Nets,” *Advances in Neural Information Processing Systems* , 2014. https://arxiv.org/pdf/1406.2661.pdf.

[23] 参阅A. Radford, L. Metz, and S. Chintala, “Unsupervised Representation Learning with Deep Convolutional Generative Adversarial Networks,” 2016, https://arxiv .org/pdf/1511.06434.pdf ; Cade Metz and Keith Collins, “How an A.I.‘Cat-and- Mouse Game’ Generates Believable Fake Photos,” New York Times,January 2, 2018. https://www.nytimes.com/interactive/2018/01/02/technology/ai-generated-photos .html.

[24] K. Schawinski, C. Zhang, H. Zhang, L. Fowler, and G. K. Santhanam, “Generative Adversarial Networks Recover Features in Astrophysical Images of Galaxies beyond the Deconvolution Limit,” 2017. https://arxiv.org/pdf/1702.00403.pdf.

[25] J. Chang and S. Scherer, “Learning Representations of Emotional Speech with Deep Convolutional Generative Adversarial Networks,” 2017. https://arxiv.org/pdf/1705.02394.pdf.

[26] A. Nguyen, J. Yosinski, Y. Bengio, A. Dosovitskiy, and J. Clune, “Plug & Play Generative Networks: Conditional Iterative Generation of Images in Latent Space,” 2016, https://arxiv.org/pdf/1612.00005.pdf; Radford, Metz, and Chintala,“Unsupervised Representation

Learning with Deep Convolutional Generative Adversarial Networks," 2016. https://arxiv.org/pdf/1511.06434.pdf.

[27] Guy Trebay, "Miuccia Prada and Sylvia Fendi Grapple with the New World," *New York Times* , June 19, 2017. https://www.nytimes.com/2017/06/19/fashion/mensstyle/prada-fendi-milan-mens-fashion.html.

[28] T. R. Poggio, S. Rifkin, Mukherjee and P. Niyogi. "General Conditions for Predictivity in Learning Theory," *Nature* 428, no. 6981 (2004): 419–422.

[29] 本吉奥也是包括微软在内的多家公司的顾问，他联合创建了Element AI公司，但他的重心是在学术界，并致力于科学和公共事业的进步。

[30] 参见前言部分：Churchland and Sejnowski, The Computational Brain, 2nd ed., ix–xv。

10
奖励学习

中世纪流传下来这样一个故事：一位统治者为了感谢发明国际象棋的人，想要奖励他一块麦田。发明人请求在棋盘的第一格放一粒麦子，第二格放两粒，第三格放四粒，依次类推，剩余每格都放前一格两倍的麦子，直到放满64格的棋盘。统治者觉得这个请求并不过分，就同意了。但实际上，要满足这一请求，统治者不仅要拿出他王国里所有的麦子，还要加上全世界未来几百年的麦子产量才能凑够，因为最后一格要放的麦粒数目达到了2^{64}（大约是10^{19}）。[1] 这被称为“指数增长”。在国际象棋和围棋游戏中，棋盘不同布局状态的增长速度比这个故事里麦子数量增加的速度还要快得多。在国际象棋中，每一步棋平均都有35种摆法，而在围棋中，分支系数是250，这就使得围棋的指数增长速度要快得多。

机器如何学会下棋

游戏的好处就在于，其规则都有明确的定义，玩家对棋盘十分熟悉，决策也不像现实世界中那样复杂，但又不失挑战性。1959年，在商业数字计算机发展的早期，IBM的机器学习先驱亚瑟·塞缪尔（Arthur Samuel）编写了一个擅长玩国际跳棋的程序，在宣布其诞生的当天，IBM的股票就获得了巨大的收益。西洋跳棋则相对容易。塞缪尔的程序利用了代价函数来评估对局中不同布阵的优劣情况，这一点跟以前的游戏程序很相似。该程序是在IBM第一款真空管商用计算机IBM 701上运行的，它在一个方面的创新令人印象深刻：通过跟自己对弈，学会了下

棋。

在转到位于纽约约克敦海茨的IBM托马斯·J. 沃森研究中心之前，杰拉德·特索罗在位于伊利诺伊大学香槟分校的复杂系统研究中心，与我一起训练神经网络玩西洋双陆棋（见图10–1）。[2] 我们的方法是，使用专家监督来训练反向传播网络，以评估当前的布局和可能的摆法。这种方法的缺陷在于，该程序永远比不过专家，而专家的水平并未达到世界冠军的级别。然而通过自我对局，网络可能会有更出色的表现。当时自我对局面临的问题是，在比赛结束时，唯一的学习信号就是赢或输。但是当一方获胜时，应该归功于之前若干步骤中的哪些步骤呢？这被称为“时域贡献度分配问题”（temporal credit assignment problem）。

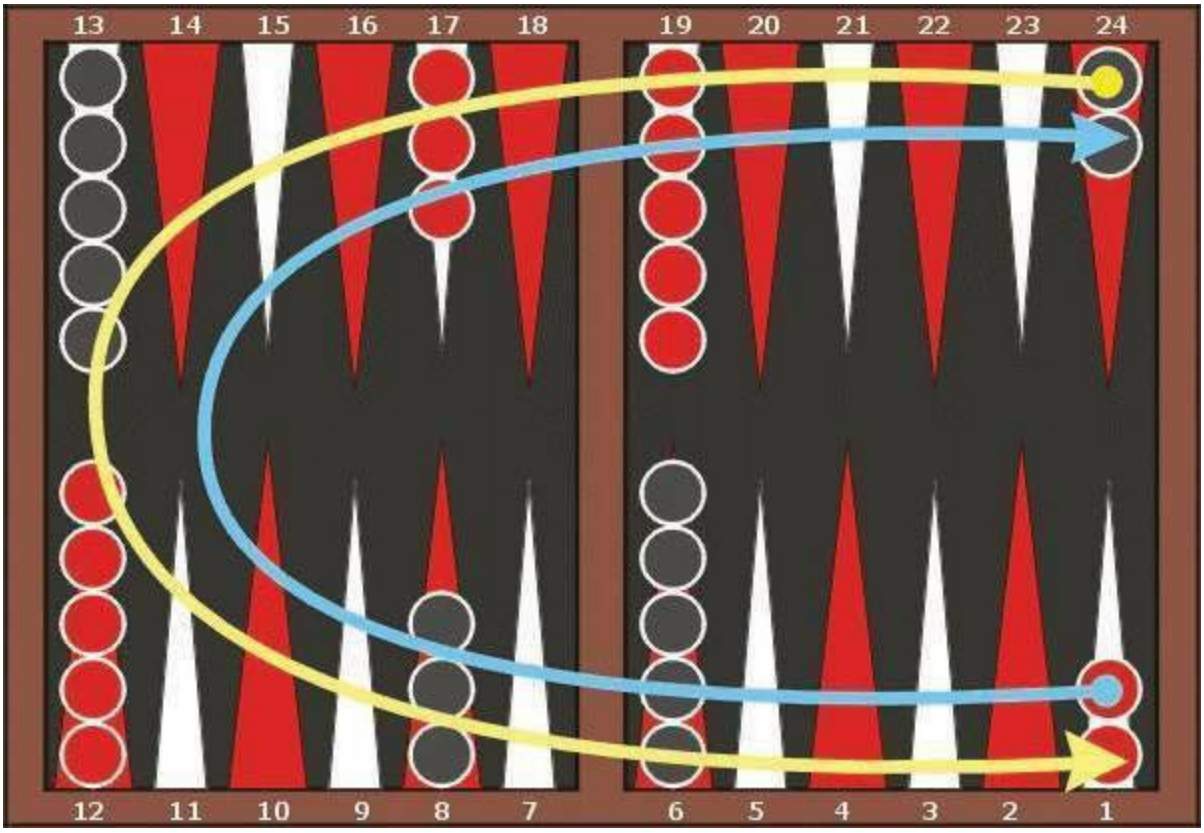


图10–1 西洋双陆棋棋板。西洋双陆棋是一种通过朝着终点按步走棋来分出胜负的游戏，红色棋子和黑色棋子的移动方向相反（如箭头所示）。图中标注了游戏的起始位置。同时掷出两个骰子，得到的两个数字表示两个棋子可以向前移动的距离。

有一种可以解决这种时域贡献度分配问题的学习算法，是由理查德

·萨顿（Richard Sutton）于 1988年发明的。[3] 他当时正在与他的博士生导师、马萨诸塞大学阿姆赫斯特分校的安德鲁·巴托（Andrew Barto），共同解决强化学习领域中的问题。强化学习（reinforcement learning）是受动物实验中的关联学习（associative learning）所启发衍生出的一个机器学习研究分支领域（见图10–2）。深度学习的唯一工作是将输入转换为输出。强化网络与之不同，它会与环境进行闭环交互，接收传感器输入，做出决定并采取行动。强化学习的基础，是观察动物怎样通过探索环境中的各种选择并从结果中学习，从而在不确定的条件中解决难题。随着学习能力的提高，探索过程逐渐减少，最终会直接利用学习过程中发现的最佳策略。

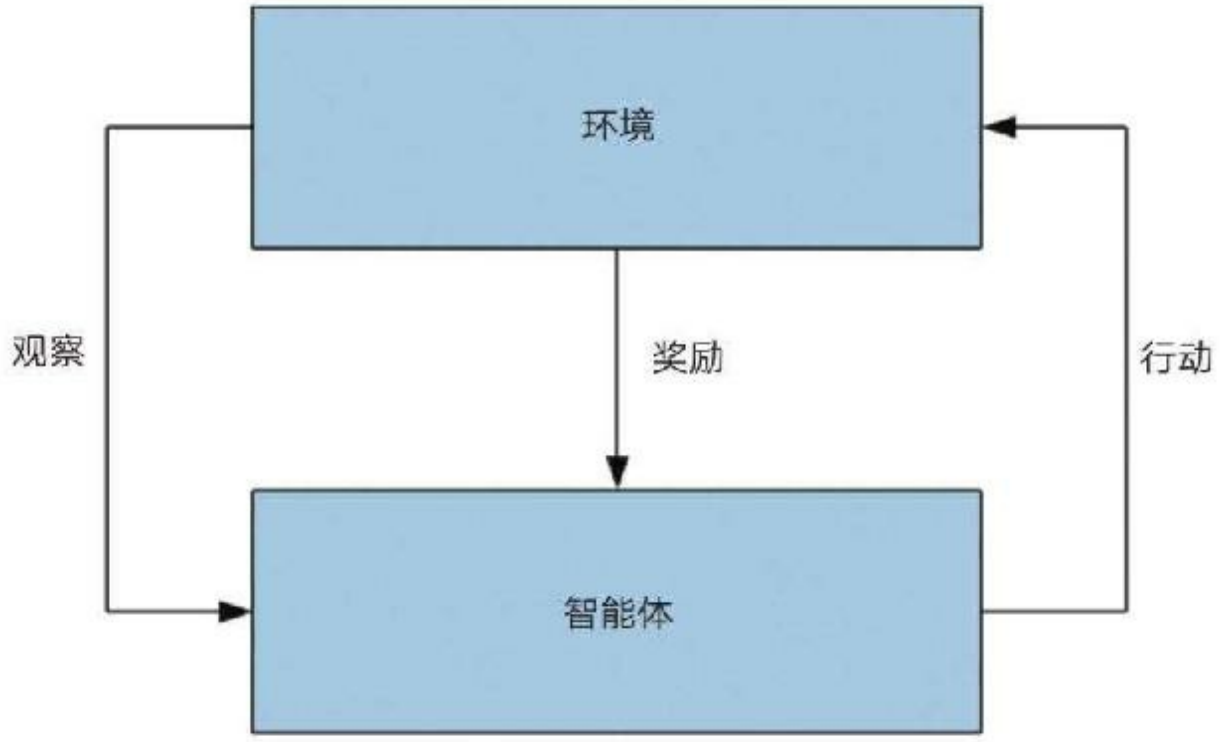


图10-2 强化学习场景。智能体（agent）通过采取行动（actions）和进行观察（observation）来积极探索环境。如果行动成功，执行器将得到奖励（rewards）。该过程的目标，是通过学习怎样采取行动来最大化可能获得的奖励。

假设你必须做出一系列决定才能达成目标。如果你已经知道所有潜

在的选择和它们各自可能带来的奖励，你就可以使用搜索算法——具体来说，也就是理查德·贝尔曼（Richard Bellman）的动态规划算法（algorithm for dynamic programming），[4] 即找出能最大化未来奖励的选择集。但是随着可能的选择越来越多，问题的规模也呈指数级增长，这被称为“维数灾难”（curse of dimensionality），本章的开头已经对其进行了说明。但是，如果在选择前没有获得关于选择结果的所有信息，你就要学会即时做出最好的选择。这就是所谓的“在线学习”（online learning）。

理查德·萨顿（见图10–3）的在线学习算法依赖于期望奖励和实际奖励之间的差异（见方框10.1）。在时间差分学习（temporal difference learning）中，你需要估计出在当前状态下做出行动有可能带来的长期奖励（基于已得到的奖励而得出的较好估计），以及下一个状态中潜在的长期奖励，并将二者相比较。当前状态得到了实际奖励，因此估计会更准确。通过让之前的估计更接近改进后的估计，你做出的决定也会越来越好。存在一个价值网络，能够估算出棋盘每个位置上的未来奖励，对该网络进行的更新则被用于决定下一步的行动。在你有足够的时间来探索不同的可能性后，时间差分算法会收敛于最佳规则，指导如何在给定状态下做出决策。维数灾难是可以避免的，因为事实上，在棋盘所有可能的位置中有一小部分会被访问，但这足以为新对局中类似的棋盘位置制定出好的策略。

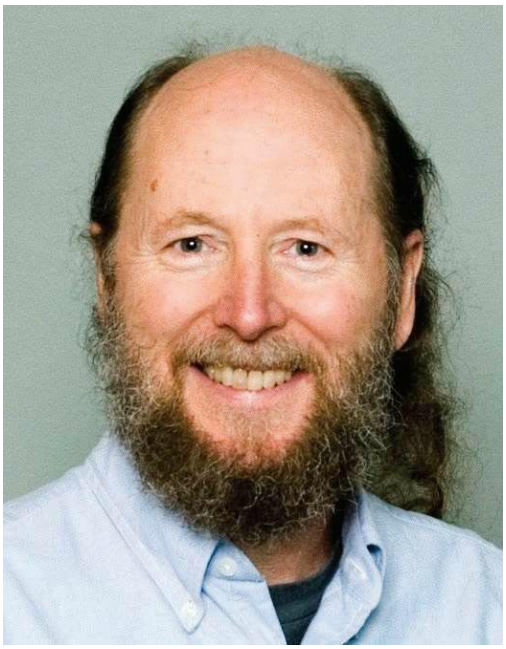
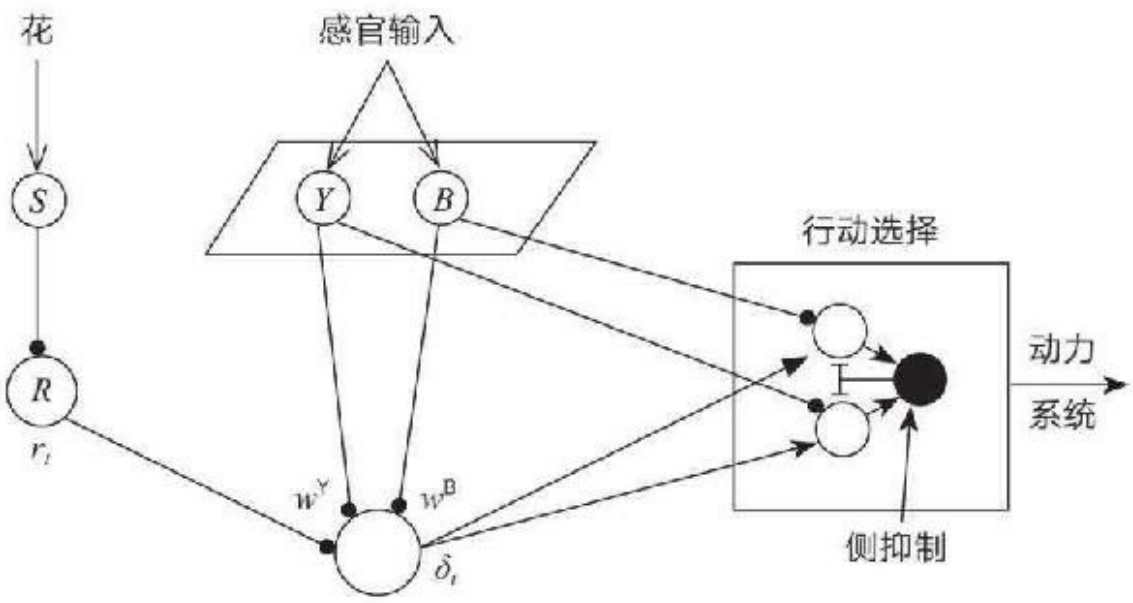


图10-3 2006年在加拿大埃德蒙顿阿尔伯塔大学的理查德·萨顿。他教会了我们获取未来奖励的学习方法。理查德是一位癌症幸存者，他在强化学习方面一直是领军人物，并在持续不断地开发创新型的算法。他总是很慷慨地和别人交流，分享自己的见解，同领域的每个人对此都非常赞赏。他和安德鲁·巴托合著的书《强化学习导论》（Reinforcement Learning: An Introduction ）是该领域的经典著作之一。此书的第二版在互联网上可以免费获取。图片来源：理查德·萨顿。

杰拉德·特索罗的程序名为“TD-Gammon”，内建了西洋双陆棋棋盘和规则的重要特征，但它并不知道怎么下好每一步棋。在学习的初始阶段，这些棋步是随机的，但最终某一方会赢，并得到最终奖励。西洋双陆棋的赢家是第一个将其所有棋子从棋盘上“剔除”出来的玩家。

10.1
时间差分学习

这个蜜蜂大脑的模型能够选择行动（比如落在一朵花上），以最大化未来所有的折扣奖励（discounted rewards）：



$R(t)=r_{t+1}+\gamma r_{t+2}+\gamma^2 r_{t+3}+\ldots$

r_{t+1} 是在时间$t+1$时的奖励，$0<\gamma<1$是折扣系数。基于当前感官输入$s(t)$的预测的未来奖励是通过神经元P计算出来的：

$P_t(s) = w^y s^y + w^b s^b$

来自黄色 (Y) 花朵和蓝色 (B) 花朵的传感器输入被分别以w^y 和 w^b 加权。位于时间t 的奖励预测误差 $\delta(t)$ 计算方法如下：

$\delta_t = r_t + \gamma P_t(s_t) - P_t(s_{t-1})$

r_t 代表当前的奖励。每个权重的改变如下：

$\delta w_t = \alpha \delta_t s_{t-1}$

α代表学习速率。如果当前奖励大于预测奖励，且δ_t 是正值，奖励出现之前的感官输入的权重就会增加，但是如果当前奖励小于预测奖励，且δ_t 是负值，感官输入的权重就会减少。

图片改编自：Montague, P. R. and Sejnowski, T. J., *The Predictive*

Brain:Temporal Coincidence and Temporal Order in Synaptic Learning Mechanisms, figure6 A。

由于唯一的实际奖励发生在游戏结束时，你可能会合理地推测TD-Gammon将首先学习游戏结局，然后是游戏的中间部分，最后是开局。这些实际上是发生在“表格强化学习”（tabular reinforcement learning）的过程，其状态空间中的每个状态都对应着一个数值表。但它与神经网络完全不同——神经网络快速锁定输入特征中的简单可靠信号，接着锁定后期较复杂、不太可靠的输入信号。TD-Gammon学习的第一个概念是“拿走棋子”，可以通过对表示拿走棋子数目的输入特征添加正的权重来实现。第二个概念是“击中对手棋子”——这是一个在所有阶段效果都相当不错的启发式做法，一部分输入单元对被击中的对手棋子的数目进行了编码，可以通过为这些单元加上正权重进行学习。第三个概念“避免被击中”，是对第二个概念的一种自然反应，可以通过对可能被击中的单个棋子施加负权重来学习。第四个概念是通过“积累积分”来阻止对手前进，通过对积分输入赋予正权重来学习。理解这些基本概念需要完成几千场的训练棋局。通过一万场棋局，TD-Gammon会学习到中级概念；通过10万场棋局，它开始学习高级概念；经历了100万场棋局后，它已经学会了冠军级的概念，或者超越了20世纪90年代初人类玩家的水平。

杰拉德·特索罗于1992年向全世界展示了TD-Gammon，它的表现让我和其他同行都感到非常惊讶。[5] 这个程序的价值函数（value function）是一个具有80个隐藏单元的反向传播网络。在30万场比赛之后，该程序击败了杰拉德，于是他联系了著名的西洋双陆棋世界冠军选手兼作家比尔·罗伯特（Bill Robertie），并邀请他来约克敦海茨的IBM跟TD-Gammon对局。罗伯特赢得了大部分的棋局，但是对在一些胜算较高的对局中落败不免感到惊讶，随后他宣布这是他对决过的最好的西洋双陆棋程序。TD-Gammon展现了一些他从未见过的棋路；经过一番

仔细研究，这些棋路被证明可以在总体上提升人类玩家的水平。当该程序与自己对局达到150万次时，罗伯特回来了，而且非常惊讶于自己居然只跟TD-Gammon打了个平手。它的水平突飞猛进，罗伯特觉得它已经达到了人类冠军的水平。西洋双陆棋专家基特·伍尔西（Kit Woolsey）发现，当时TD-Gammon对于应该打安全牌（低风险/低奖励）还是走险着（高风险/高奖励）的判断，比他见过的任何人都要准确。虽然150万局的训练可能看起来已经很多了，但它只代表了所有 10^{20} 个可能的西洋双陆棋板位置的无限小部分；这要求TD-Gammon的几乎每一步棋都能推广到新的棋板位置。

TD-Gammon并没有像IBM的“深蓝”那样受到公众的关注，后者在1997年的国际象棋比赛中击败了加里·卡斯帕罗夫（Gary Kasparov）。国际象棋比西洋双陆棋要困难得多，卡斯帕罗夫当时是国际象棋的世界冠军。但在某些方面，TD-Gammon是一个令人印象更加深刻的成就。首先，TD-Gammon使用模式识别技术来教会自己如何下棋，这与人类学习的风格十分相似，而“深蓝”则通过暴力算法（brute force）获得胜利，使用特制硬件，比任何人类棋手都能预见到更多可能的棋路。其次，TD-Gammon也很有创意，使用了人类从未见过的微妙策略和位置决策。这样一来，TD-Gammon也提高了人类的竞技水平。这一成就是人工智能历史上的一道分水岭，因为我们从一个人工智能程序中学习到了新东西。该程序教会了自己如何在一个人类熟稔的领域中掌握一种复杂的策略，这种新策略值得人们关注和思考。

大脑的奖励机制

TD-Gammon的核心是时间差分学习算法，它受到了动物学习实验的启发。几乎所有经过测试的物种，从蜜蜂到人类，都可以进行关联训练，就像巴甫洛夫的狗一样。在巴甫洛夫的实验中，诸如铃声之类的感官刺激之后，就会有食物出现，这会引起流涎反应。经过几次这样的配

对之后，仅靠铃声本身就会导致流涎。不同物种在关联学习中对无条件刺激有不同的偏好。蜜蜂非常擅长将花的气味、颜色和形状与花蜜的奖励联系起来，并利用这种学习到的关联来找到当季盛开的相似品种的花。这种普遍的学习方式一定包含了什么重要信息。20世纪60年代有一段时期，心理学家们深入研究了引起关联学习的条件，并开发了解释它的模型。像斯金纳（B. F. Skinner）这样的行为主义学家曾训练鸽子识别出照片中的人类，这就让人联想起对深度学习的训练，但这其中有一个很大的区别。反向传播学习需要对输出层上的所有单元提供详细的反馈，但关联学习只提供单一的奖励信号，即正确或不正确。大脑必须弄清楚环境中的哪些特征能够帮助做出成功的抉择。

只有在奖励之前发生的刺激才被认为和奖励有关联。这是有道理的，相比奖励之后的刺激，奖励之前的刺激更有可能引发奖励。因果关系是自然界的一个重要原则。相反的情况则是条件刺激之后伴随的惩罚，例如撞到脚这一后果，能教会动物在今后避免这类刺激。在某些情况下，条件刺激和惩罚之间的时间间隔可能会相当长。20世纪50年代，约翰·加西亚（John Garcia）表明，如果一只老鼠被喂了甜水，并且在几小时后感到恶心，那么它在接下来的几天都会避开甜水。这就是所谓的“味觉厌恶学习”（taste aversion learning），它也会发生在人类身上。[6] 有时，恶心会被错误地关联到摄取的食物上，如巧克力。遗憾的是，巧克力只是与其他东西同时被食用，而不是引起恶心的原因；而由此产生的厌恶感可以持续多年，即使当事人已经理性地觉察到巧克力并不是问题的根源。

多巴胺（Dopamine）是脑干中一组由扩散投射神经元所携带的神经调节剂（见图10–4），长期以来一直被认为与奖励学习有关，但人们始终不清楚它传给皮层的信号是什么。20世纪90年代，我实验室的博士后研究员彼得·达扬（Peter Dayan）和瑞德·蒙塔古（Read Montague）意识到，多巴胺神经元可以实现时间差分学习。[7] 这是我科研生涯中最让人兴奋的几个时期之一，这些模型及其预测得以发表，并随后被沃尔夫

拉姆·舒尔茨（Wolfram Schultz）及其同事通过猴子的单神经元记录（见图10–5） [8] 和人类脑成像 [9] 加以证实。现在已经确定，多巴胺神经元活动的瞬时变化传递了奖励预测误差信号。

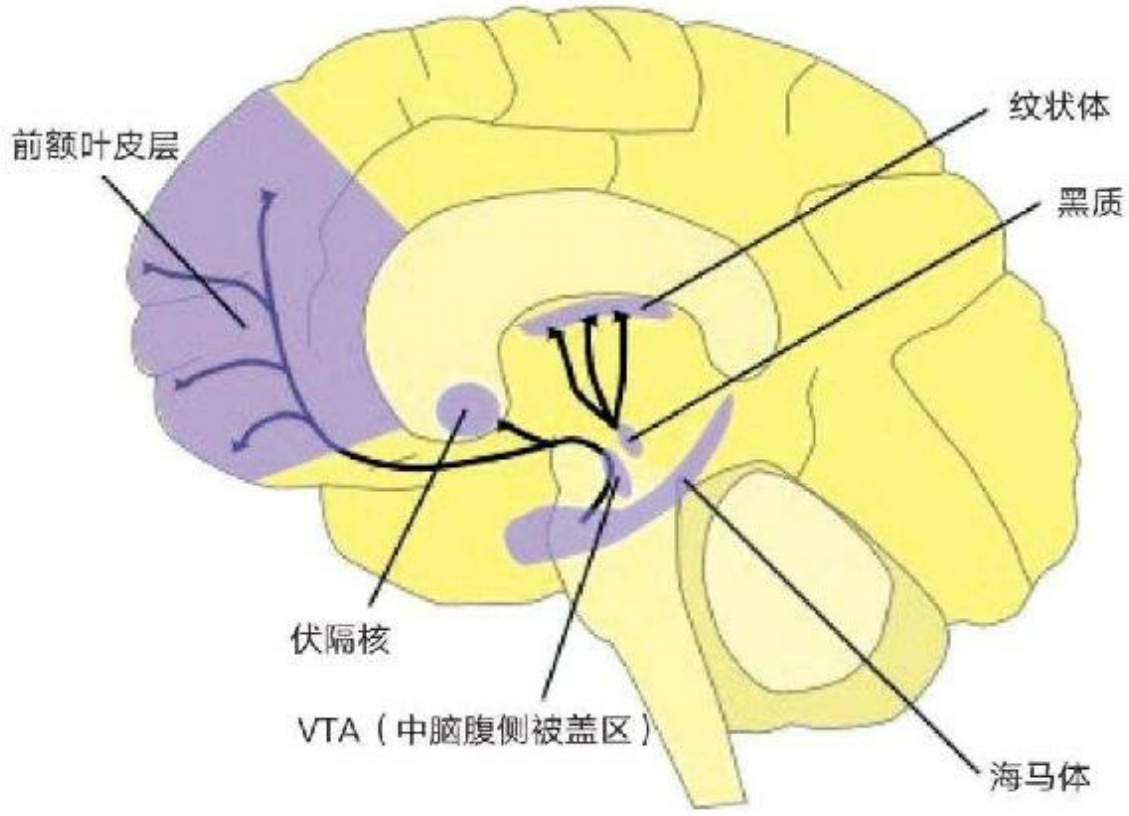


图10-4 人脑中的多巴胺神经元。位于中脑的几个核［VTA和黑质（substantia nigra）］将轴突投射进入皮层和基底神经节［纹状体（striatum）和伏隔核（nucleus accumbens）］。瞬态脉冲（Transient bursts）标志着奖励预测和获得奖励两者之间存在差异，可以被用于选择行动和修改预测。

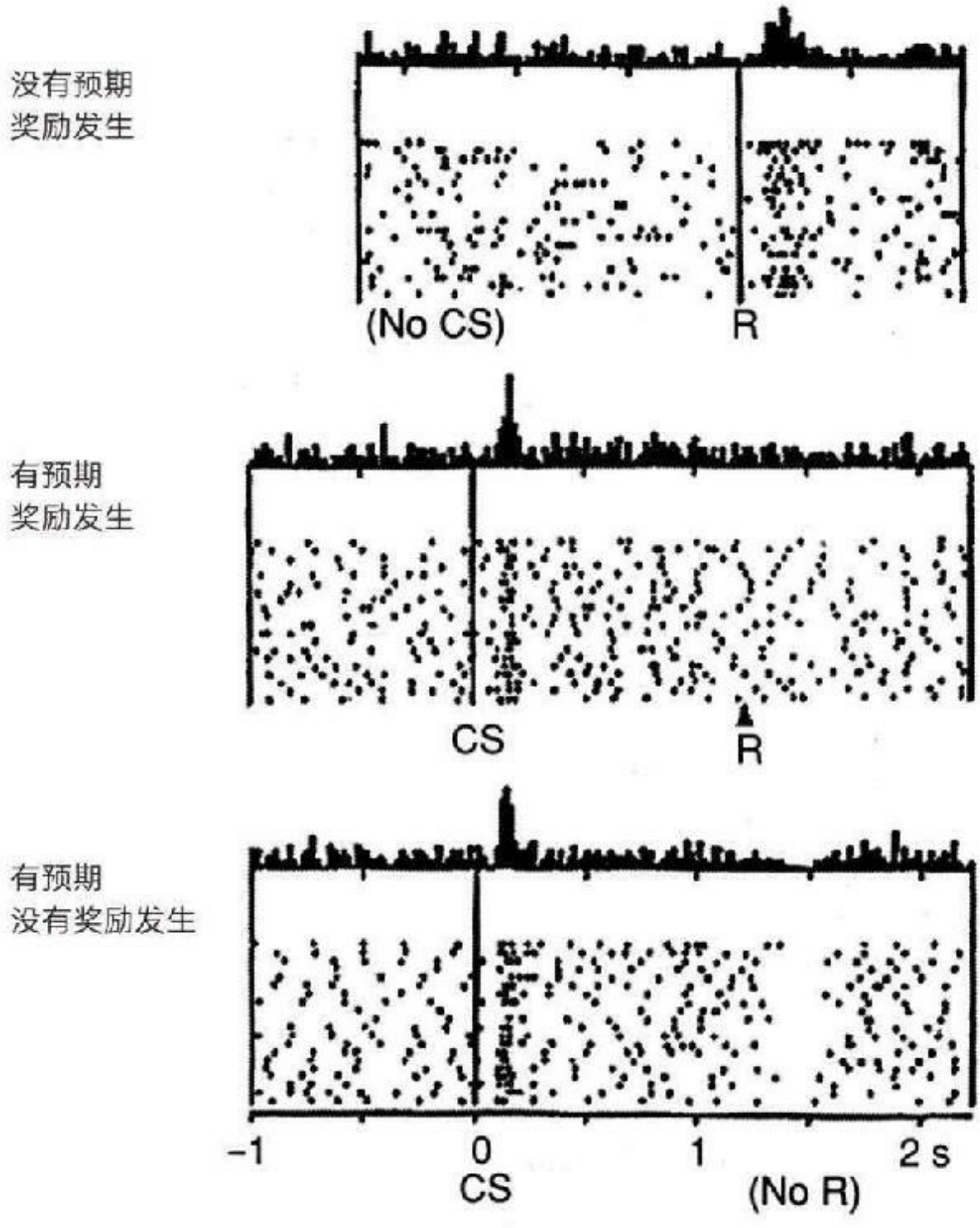


图10-5 猴脑中多巴胺神经元的反应，证明了它能够向大脑的其他部分发出奖励预测误差。每个点都是多巴胺神经元的一次脉冲。每一条线都是单一的学习试验。每个时间段中脉冲的数量显示在记录的顶部。（上图）在学习开始时，奖励（R）是意外得到的，多巴胺在得到奖励后激发了一段脉冲。（中图）经过多次试验，当光照（条件刺激，conditioned stimulus，CS）在奖励发放前持续闪现时，多巴胺细胞对CS做出了反应，但没有对奖励做出回应。根据时间差分学

习，奖励后的响应被奖励前的预测抵消了。（下图）当奖励在试验中被扣留时，多巴胺神经元的激发在预期出现奖励的位置出现了回落。图片改编自：Schultz, Dayan, and Montague, “A Neural Substrate of Prediction and Reward,” 1594, figure 1。

1992年，我去柏林拜访了正在研究蜜蜂大脑快速学习的兰道夫·门泽尔（Randolph Menzel），当时我们在灵长类动物的奖励预测误差方面已经取得了一些进展。蜜蜂的学习能力在昆虫界是数一数二的。在访问一朵花几次并得到奖励后，蜜蜂就能记住这朵花。蜜蜂脑中有大约100万个小神经元，很难记录这些神经元的活动，因为它们非常小。门泽尔的小组发现了一种叫作“VUMmx1”的独特神经元，它对蔗糖有反应，但对气味没有反应。然而，如果先传递气味再提供蔗糖奖励，VUMmx1也会对气味做出反应。[10] 时间差分学习的多巴胺模型在蜂脑中可能由单个神经元实现。VUMmx1释放了一种在化学上与多巴胺密切相关的神经调节剂——奥克巴胺（octopamine）。这种蜜蜂学习模式可以对蜜蜂心理学中一些微妙的方面做出解释，比如风险规避。[11] 如果让蜜蜂在“定时定量的奖励”和“在一半的时间内获得双倍奖励”之间进行选择，蜜蜂会始终选择前者，尽管奖励的平均值相同。[12] 多巴胺神经元也存在于苍蝇体内，并且已被证明包含几条用于短期和长期关联记忆的并行强化学习途径。[13]

用“感知—行动”框架提高绩效

多巴胺神经元构成了控制大脑中动机的核心系统，所有成瘾药物都是通过增加多巴胺的分泌水平起作用。当死亡的多巴胺神经元达到一定数量时，人体就会出现帕金森病的症状、包括运动性震颤，运动迟缓，后期则完全丧失任何活动的快感，即“快感缺失”（anhedonia），最终导致活动和反应能力的彻底缺失，即“紧张性抑郁障碍”（catatonia）。当意外奖励发生时，行为正常的多巴胺细胞会向皮层和其他脑部区域短暂释放多巴胺。当实际奖励低于期望时，多巴胺的释放量会减少。这正是

时间差分算法的特征（见图10–5）。

当我们需要做出决定时，都会询问多巴胺神经元。我们应该从菜单中点些什么？当我们想象每个菜品时，多巴胺细胞就会提供对预期奖励的估计。我应该和这个人结婚吗？我们的多巴胺细胞会给我们一个比理性分析更值得信赖的“直觉”建议。最难以决定的则是带有许多不相称维度的问题。在选择配偶时，要如何平衡幽默感和邋遢的生活习惯，或者在正面和负面的特质之间做出数以百计的其他权衡。我们的奖励系统将所有这些维度降低到了一个“通用货币”的范畴，即短暂的多巴胺信号。这种“通用货币”的经济力量在我们发现它之前很长一段时间，就已经被大自然所利用了。

时间差分学习算法中存在两个参数：学习速率α和折扣因子γ（见方框10.1）。某些昆虫具有很高的学习速率，比如蜜蜂，在一次访问后就可以学会将花与奖励联系起来。但哺乳动物的学习速率较低，往往要尝试多次。折扣因子（discount factor）也在很大的范围内变化。当γ= 0时，学习算法是贪婪的，仅仅基于是否能立刻获得奖励做出决定；但是当γ= 1时，所有未来奖励都具有相等的权重。在一个经典的实验中，被测试的幼童可以选择是立刻吃掉手里的一颗棉花糖，还是等待15分钟再吃，到时候就能再得到一颗棉花糖。[14] 年龄是一个强有力的预测因子，年龄较小的孩子无法延迟满足感。如果认为有必要，我们可以在短期内做出带来负面回报的选择，以交换在遥远的将来所期望获得的更丰厚的奖励。

多巴胺神经元接受来自大脑中被称为“基底神经节”部分的输入（见图10–4），众所周知，这对于顺序学习和习惯行为的形成是很重要的。基底神经节纹状体中的神经元接受来自整个大脑皮层的输入。来自皮叶层后半部分的输入，对于学习动作的顺序以实现某个目标而言十分重要。前额叶皮层对基底神经节的输入更多的是与行动的计划顺序有关。从皮层到基底神经节再返回的循环需要100毫秒，每秒循环信息10次。这就允许通过一系列快速决策来实现目标。基底神经节的神经元也会评

估皮层状态，并为它们分配一个值。

基底神经节执行的是杰拉德·特索罗在TD-Gammon中训练的价值函数的高级版本，后者被用来预测棋盘位置的价值。在第1章中描述的由DeepMind公司开发的AlphaGo所取得的惊人成就，即具备围棋世界冠军级别的能力，是基于与TD-Gammon相同的体系结构，但前者是后者的加强版。TD-Gammon价值网络中的一层隐藏单元在AlphaGo中变成了十几层，并经历了数百万次对决，但基本的算法是一样的。这是对神经网络学习算法出色的缩放性的生动演示。如果我们继续增加网络规模和训练时间，性能还会获得多大程度的提升呢？

棋类游戏的规则比现实世界要简单得多。电子游戏世界为迈向更复杂和不确定的环境提供了一块垫脚石。DeepMind在2015年已经表明，时间差分学习能够以屏幕像素为输入，学习如何在超人的水平上玩像*Pong*这样的雅达利（Atari）街机游戏。[15] 下一个垫脚石是三维环境中的视频游戏。《星际争霸》（*Star Craft*）是有史以来最具竞争力的视频游戏之一，DeepMind正在使用它来开发可在该世界纵横捭阖的自主深度学习网络。微软研究院最近购买了另一种流行的视频游戏《我的世界》（*Minecraft*）的版权，并开放了它的源代码，以便其他人可以对它的三维环境进行个性化修改，从而加快其人工智能的发展进度。

能够像冠军那样下西洋双陆棋和围棋，是一项了不起的成就，玩电子游戏是下一个重要的进步，那么解决现实世界的问题呢？感知—行动周期（见图10–2）可用于解决任何基于感官数据来计划行动的问题。行为的结果可以与预测的结果进行比较，其差值随后被用于更新进行预测的系统的状态；对先前条件的记忆可以被用来优化资源的使用，并预测潜在的问题。

加拿大安大略省汉密尔顿市麦克马斯特大学（McMaster University）的西蒙·赫金（Simon Haykin），曾经使用这个框架来提高几个重要的工程软件系统的性能，[16] 包括：认知无线电，可以动态分配通信渠道；认知雷达，能够动态地移动频带以减少干扰；还有认知

电网，可以动态平衡电网电力负载。风险控制也可以在同一个“感知—行动”框架内进行管理。[17] 通过在每个软件系统中使用“感知—行动”框架来改进它们所管理的领域，可以显著地提高绩效并降低成本。

学习如何翱翔

2016年，加州大学圣迭戈分校的物理学家马西莫·维加索拉（Massimo Vergassola）和我都在思考，是否可以利用时间差分学习，让滑翔机在高空翱翔几小时，而且像许多鸟类那样不用消耗太多能量。[18] 热膨胀空气能够将鸟类带到很高的高度，但是在热空气中，空气是湍流的，同时存在向下和向上的气流。面对如此多的冲击，鸟类是如何保持它们向上轨迹的，我们对此还没有一个清晰的认识。我们的第一步是对湍流对流过程进行一个逼真的物理模拟，并创建一个滑翔机空气动力学模型。下一步就是模拟滑翔机在湍流中的轨迹。

一开始，滑翔机还无法利用上升的空气柱，表现为向下滑行（见图10–6）。在将“向上”标记为奖励后，滑翔机开始学习一种策略，经过几百次试验后，它的飞行轨迹跟鸟类翱翔时所形成的紧凑的环状路径就比较相似了。滑翔机还学习了应对不同程度湍流的不同策略。通过分析这些策略，我们可以提出假设，并参考鸟类翱翔是否的确使用到了这些策略。然后，我们装备了一架翼展有6英尺宽的滑翔机，教它翱翔并保持高度。[19]

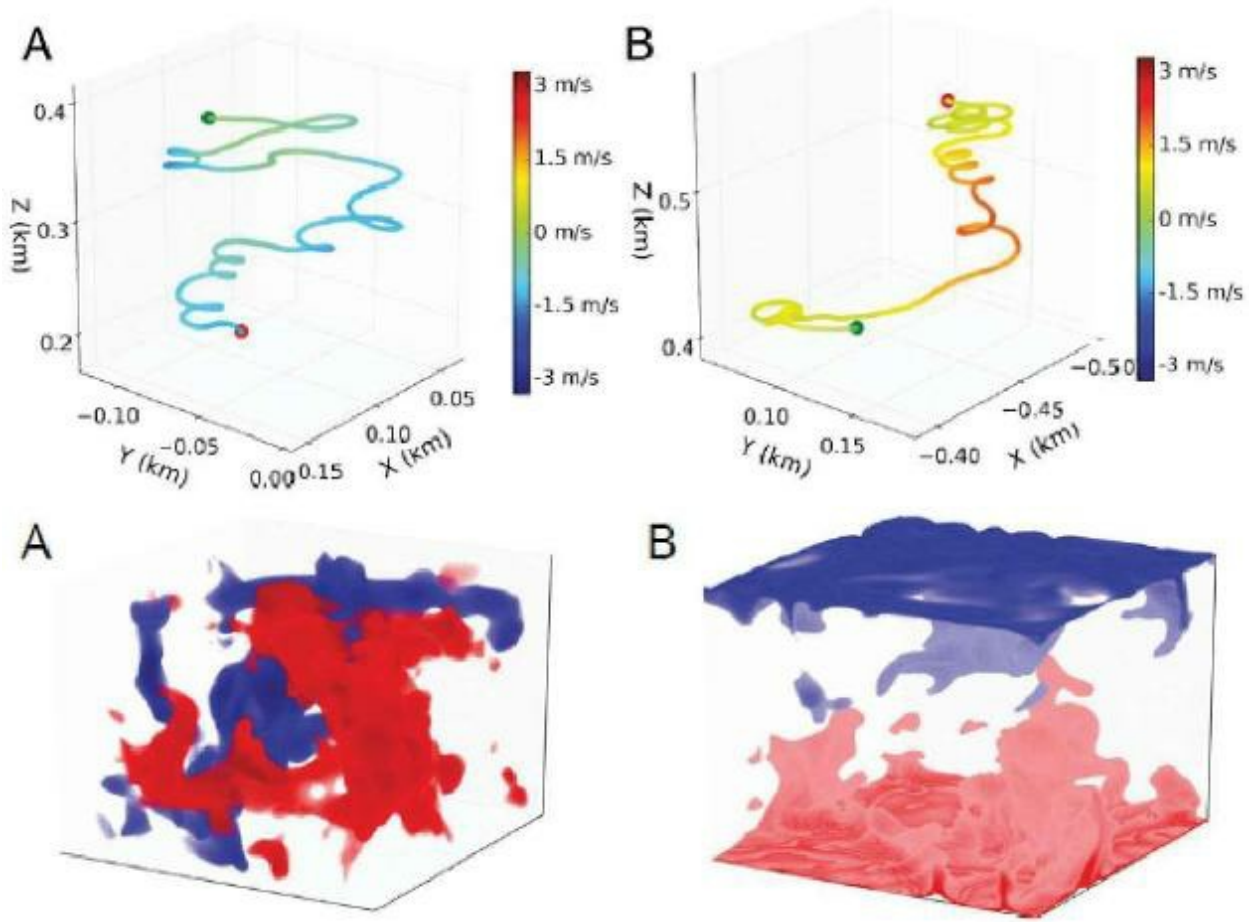


图10-6 滑翔机学习使用热气流翱翔的模拟。（下图）在我们的瑞利-贝纳尔对流（Rayleigh-Bénard convection）三维数值模拟中垂直速度场（A）和温度场（B）的截图。垂直速度场中，红色和蓝色分别表示上升气流和下降气流的区域。温度场中，红色和蓝色分别表示高温和低温区域。（上图）未经训练的滑翔机（A）和经过训练的滑翔机（B）在瑞利-贝纳尔湍流中飞行的典型轨迹。颜色表示滑翔机经历的垂直风速。绿色和红色圆点分别表示轨迹的起点和终点。未经训练的滑翔机随机做出决定并下降飞行高度，而训练过的滑翔机在强上升气流区域以特征的螺旋轨迹飞行，如鸟类和滑翔机在热气流中飞行时所观察到的那样。图片来源：G. Reddy, A.Celani, T. J. Sejnowski, and M. Vergassola, “Learning to Soar in Turbulent Environments,” top: figure 2; bottom: figure 11。

学习如何歌唱

能够展现强化学习能力的其他例子，还包括鸟类如何学习唱歌，以及孩子如何学习说话。在这两种情况下，听觉学习的初始阶段结束之后，就进入了渐进式运动性学习的后期阶段。斑胸草雀在刚出生不久就

听到了它们父亲的歌声，但要几个月后才能发出自己的声音。即使当它们在运动学习阶段与父亲分离时，会经历一段听起来很刺耳的初鸣期，但这种声音会不断地改善，最终按照它们父亲特有的音调发出鸟鸣。斑胸草雀可以通过同物种的歌声判断它来自森林的何处，就像我们能够从一个人的口音得知那个人来自哪里一样。推动鸟鸣研究的假设是，在听觉学习阶段，鸟类先学习模板，然后用模板来改进运动系统在运动性学习阶段产生的声音。我们知道强化学习发生在基底神经节，而负责人类和鸣禽运动学习阶段的通路也位于那里。

1995年，我实验室的博士后铜谷贤治（Kenji Doya）开发了“鸟鸣运动细化”的强化学习模型（见图10–7）。该模型通过调整运动通路中的突触，使之与鸟类的发声器官（即鸣管，syrinx）模型相匹配，从而提高了它的性能，然后测试新歌是否比前一首歌更符合这个模板。如果是的话，这些变化就被保留，但如果新的歌曲匹配效果较差，那么突触就会衰减回原来的强度。 [20] 我们预测，在产生音节序列的运动回路的顶端，应该只活跃在歌曲单个音节上的神经元，以便更容易地对每个音节分别进行调整。后来，麻省理工学院的米歇尔·菲（Michale Fee）实验室和其他鸟类实验室的研究结果证实了这一点，同时也证实了该模型中的其他关键预测。

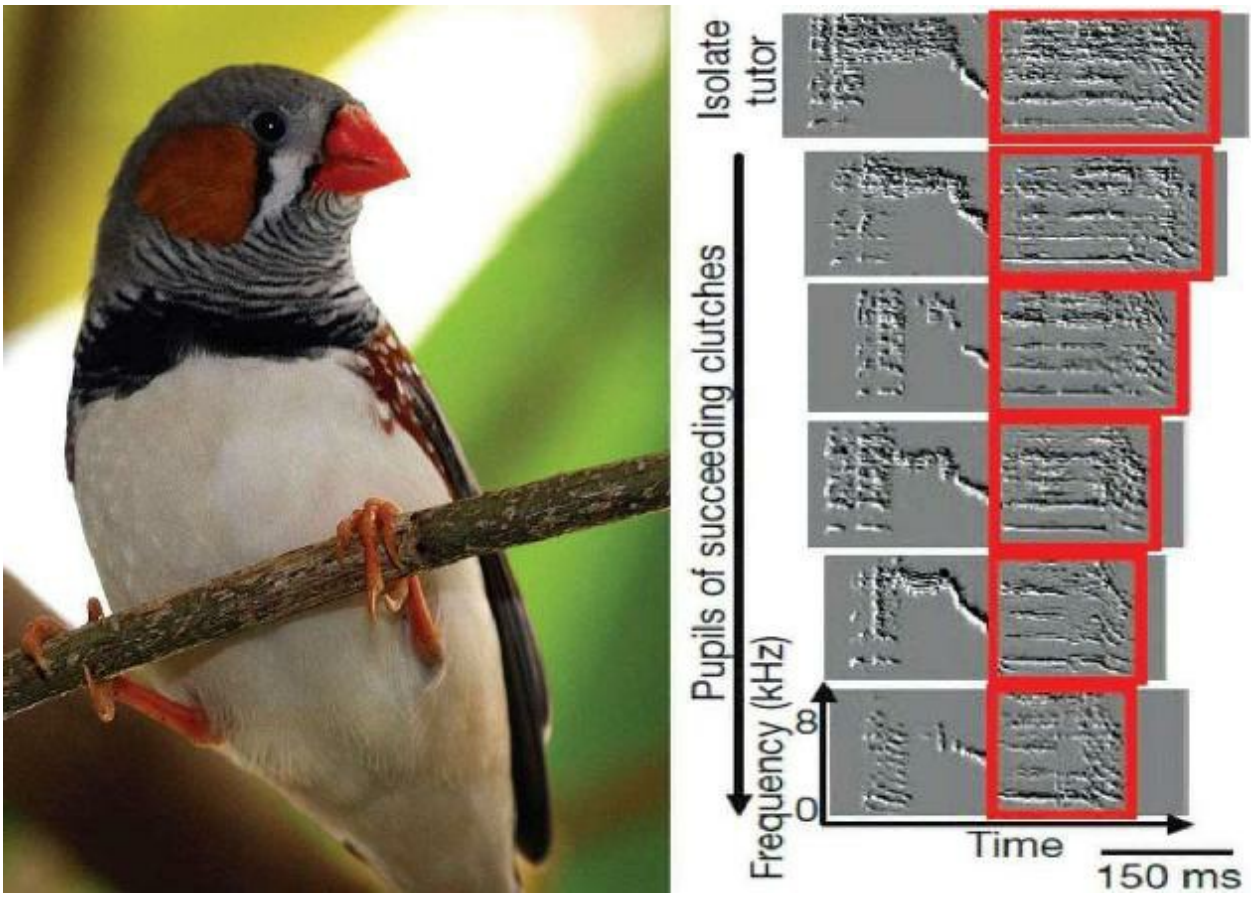


图10-7 斑胸草雀的鸟鸣。在图右侧的频谱图中，父亲的歌唱（导师，上图）教给了儿子（学生，上数第二张图），于是这种鸟鸣的声音特征代代相传。注意频谱图（时域上的频谱功率函数）中基调（红色轮廓框）的相似性。基调随着代际的增长而变短。左图来源：http://bird-photoo.blogspot.com/2012/11/zebrafinch-bird-pictures.html；右图来源：Olga Feher Haibin Wang, Sigal Saar, Partha P. Mitra, and Ofer Tchernichovski,“De novo Establishment of Wild-Type Song Culture in the Zebra Finch,” figuer 4。

在加州大学旧金山分校研究鸟鸣学习的艾莉森·杜普（Allison Doupe），以及在西雅图华盛顿大学研究婴儿语言系统发育的帕特里夏·库尔（Patricia Kuhl），都证明了鸣禽学习和幼儿语言学习方面有很多相似之处。[21] 鸟儿的音节和婴儿的音素首先是作为声音被习得的（即听觉学习），而运动学习随后才以鸟类的初鸣和婴儿的咿呀学语开始。在大脑中有许多因领域而异的学习和记忆系统，这些系统必须协同工作以获取新技能。鸟类学习鸟鸣的强化学习算法以及在猴子、人类、蜜蜂等奖励系统中的时间差分学习算法，只是其中的两个例子。

人工智能的可塑性

尽管人们在视觉和听觉等认知功能的自动化方面取得了进展，但人工智能还需要在人类智能的许多其他方面取得进步。皮层中的表征学习与基底神经节中的强化学习相辅相成。人工智能学习能把精通围棋的能力运用到解决其他复杂问题上吗？大部分人类学习都是基于观察和模仿，对于学习识别新对象，我们需要的样本比深度学习要少得多。未标记的感官数据非常丰富，强大的无监督学习算法可以在进行任何监督之前使用这些数据学到一些东西。在第7章中，一个无监督版本的玻尔兹曼学习算法被用来初始化深度学习网络。在第6章中，独立分量分析——一种无监督学习算法，能够从自然图像中提取稀疏编码（sparse population codes）。在第9章，生成对抗网络——一个无监督的学习系统，可以创建逼真的图片。无监督学习是机器学习的下一个前沿领域。我们对大脑式计算的理解才刚刚拉开序幕。

大脑的许多学习系统和形式多样的可塑性可以协同工作。仅在大脑皮层内就有几十种可塑性，例如神经元兴奋性和增益的可塑性。突触可塑性一个特别重要的形式是稳态（homeostatic），它确保神经元在最佳动态范围内活动。当突触强度降低到零或达到极限时，会发生什么呢？这可能导致神经元永远不会获得足够的输入来达到阈值，或者接收太多的输入并始终保持高水平的活动。吉娜·特里吉亚诺（Gina Turrigiano）在大脑中发现了一种新的突触可塑性形式，它将神经元上的所有突触进行了归一化，以维持神经元活动的平衡。[22] 如果平均活动速率过高，所有兴奋性突触强度都会减小；如果速率太低，所有突触强度都会增加。对于抑制性输入，情况则相反，如果活动速率太高，突触强度会增加，速率太低则减小。类似的归一化形式已经被证明能够有效地模拟大脑中神经映射的发展。[23] 由随机梯度下降（stochastic gradient descent）驱动的人工神经网络能够从稳态缩放（homeostatic scaling）中受益。

大脑在其神经元细胞膜上具有数十个电压敏感的配体门控离子通道，用以调节兴奋性和信号传导。神经元的树突、体细胞和轴突内部一定有某种基于局部活动模式的机制，来动态调节这些通道的位置和密度。有人曾提出过几种算法来实现这些机制。[24] 目前，我们对这些稳态形式的理解并没有达到突触稳态可塑性那样的深度。

更多需要被解决的问题

在蒙特利尔举行的2015年NIPS大会的“Brains，Minds and Machines”（大脑、思维和机器）座谈会，以及2016年巴塞罗那NIPS大会的“Bits and Brains”（比特与大脑）研讨会期间，戴米斯·哈萨比斯和我在关于人工智能未来，以及下一个优先研究重点的问题上进行了激烈的辩论。人工智能中还有许多开放的问题需要解决。最重要的就是因果关系问题，它提供了最高层次的人类推理，以及行动的意向性问题，这两者都预示着一种精神理论。我之前提到，我们所创造的深度学习系统都不能依靠自己独立生存。这些系统的自主性只有在它们包含了迄今为止一直被忽视的，类似于大脑其他部分的功能时才有可能实现，例如管理摄食、繁殖、调节激素、稳定内脏的下丘脑，以及帮助我们根据运动预测误差来调整运动的小脑。这些都是在所有脊椎动物中发现的古老结构，对生存起着至关重要的作用。

哈瓦·西格尔曼（Hava Siegelmann）是马萨诸塞大学阿默斯特分校的计算机科学家，她表明模拟计算（analog computing）是超图灵（super-Turing），也就是说，拥有能够超越数字计算机的计算能力。[25] 可以根据环境进行调整和学习的神经网络也有超图灵计算能力，而普通网络从训练集中学习，然后其结构就被固定下来，在操作时不再从它们的实际经验中学习，这一点和图灵机是一样的。但是，我们的大脑必须持续适应不断变化的条件，这就使我们具备了超图灵能力。我们如何做到这一点并同时拥有以前的知识和技能，是一个尚未解决的问题。

哈瓦是DARPA终身学习项目的项目经理。她的“终身学习计划”正在资助一些高级研究，这些研究旨在为自治系统中的终身学习创建新的集成架构。

---

[1] 虽然我们这位传奇发明家命运未卜，但是一旦国王意识到自己被欺耍了，他很可能会因为自己的无礼而被发落。

[2] Tesauro and Sejnowski, “A Parallel Network That Learns to Play Backgammon.”

[3] R. Sutton, “Learning to Predict by the Methods of Temporal Differences,” *Machine Learning* 3 no. 1 (1988): 9–44.

[4] 参阅Richard Bellman *Adaptive Control Processes: A Guided Tour* (Princeton:Princeton University Press. 1961), 51–59.

[5] G. Tesauro, “Temporal Difference Learning and TD-Gammon.” *Communications of the ACM* 38, no. 3 (1995): 58–68.

[6] J. Garcia, D. J. Kimeldorf, and R. A. Koelling, “Conditioned Aversion to Saccharin Resulting from Exposure to Gamma Radiation,” *Science* 122. no. 3160 (1955):157– 158.

[7] P. R. Montague, P. Dayan, and T. J. Sejnowski, “A Framework for Mesencephalic Dopamine Systems Based on Predictive Hebbian Learning,” *Journal of Neuroscience* 16, no. 5 (1996): 1936–1947.

[8] W. Schultz, P. Dayan, and P. R. Montague, “A Neural Substrate of Prediction and Reward,” *Science* 275, no. 5306 (1997): 1593–1599.

[9] P. N. Tobler, J. P. O’Doherty, R. J. Dolan, and W. Schultz, “Human Neural Learning Depends on Reward Prediction Errors in the Blocking Paradigm,” *Journal of Neurophysiology* 95, no. 1 (2006): 301–310.

[10] M. Hammer and R. Menzel, “Learning and Memory in the Honeybee,” *Journal of Neuroscience* 15, no. 3 (1995): 1617–1630.

[11] L. A. Real, “Animal Choice Behavior and the Evolution of Cognitive Architecture,”*Science* 253, no. 5023 (1991): 980–986.

[12] P. R. Montague, P. Dayan, C. Person, and T. J. Sejnowski, “Bee Foraging in Uncertain Environments Using Predictive Hebbian Learning,” *Nature* 377, no.6551 (1995): 725–728.

[13] Y. Aso and G. M. Rubin, “Dopaminergic Neurons Write And Update Memories With Cell-Type-Specific Rules,” in L. Luo (ed.), *eLife* . 5 (2016): e 16135.doi:10.7554/eLife.16135.

[14] W. Mischel and E. B. Ebbesen, “Attention in Delay of Gratification,” *Journal of Personality and Social Psychology* 16, no. 2 (1970): 329–337.

[15] V. Mnih, K. Kavukcuoglu, D. Silver, A. A. Rusu, J. Veness, M. G. Bellemare, et al.,“Human-Level Control through Deep Reinforcement Learning,” *Nature* 518, no.7540 (2015): 529–533.

[16] Simon Haykin, *Cognitive Dynamic System: Perception-Action Cycle, Radar, and Radio* (New York: Cambridge University Press, 2012).

[17] S. Haykin, J. M. Fuster, D. Findlay, and S. Feng, “Cognitive Risk Control for Physical Systems,” *IEEE Access* 5 (2017): 14664–14679.

[18] G. Reddy, A. Celani, T. J. Sejnowski, and M. Vergassola, “Learning to Soar in Turbulent Environments,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 113, no. 33 (2016): E4877–E4884.

[19] G. Reddy, J. W. Ng, A. Celani, T. J. Sejnowski, and M. Vergassola, “Soaring Like a Bird via Reinforcement Learning in the Field,” submitted for publication.

[20] Kenji Doya and Terrence J. Sejnowski, “A Novel Reinforcement Model of Birdsong Vocalization Learning,” in Gerald Tesauro, David S. Touretzky, and Todd K.Leen, eds., *Advances in Neural Information Processing Systems 7* (Cambridge,MA: MIT Press, 1995), 101–108.

[21] A. J. Doupe and P. K. Kuhl, “Birdsong and Human Speech: Common Themes and Mechanisms,” *Annual Review of Neuroscience* 22 (1999): 567–631.

[22] G. Turrigiano, “Too Many Cooks? Intrinsic and Synaptic Homeostatic Mechanisms in Cortical Circuit Refinement,” *Annual Review of Neuroscience* 34 (2011):89–103.

[23] L. Wiskott and T. J. Sejnowski, “Constrained Optimization for Neural Map Formation: A Unifying Framework for Weight Growth and Normalization,” *Neural Computation* 10, no. 3 (1998): 671–716.

[24] A. J. Bell, “Self-Organization in Real Neurons: Anti-Hebb in ‘Channel Space’?”*Advances in Neural Information Processing Systems* 4 (1991): 59–66; M. Siegel,E. Marder, and L. F. Abbott, “Activity-Dependent Current Distributions in Model Neurons,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 91, no. 24 (1994): 11308–11312.

[25] *H. T. Siegelmann, “Computation Beyond the Turing Limit,” Science* 238 (1995):632–637.

11
火爆的NIPS

要追寻科学思想的源头并非易事，因为科学是分布在不同时空中很多个体活动的集合。神经信息处理系统大会（NIPS大会，见图11–1）是本书写作的线索。到目前为止，很明显，这一会议不仅对我，也对整个科学领域产生了重大影响。[1] 当时还没成为我妻子的比阿特丽斯·哥伦布，在1990年的NIPS大会上做了关于SEXNET的演讲。在结婚后不久的一次NIPS大会上，我们还差点分手。NIPS大会让人着迷，白天都是一些会议的常规环节，墙报展示环节设在晚上，直到后半夜各个会场仍然人声鼎沸。有次我在凌晨3点参加完一个环节的活动，回到房间没找到比阿特丽斯，当时我意识到自己麻烦大了。幸运的是，28年后，我们还在一起。

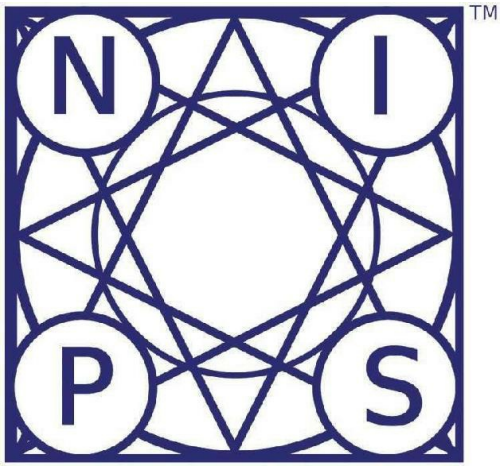


图11-1 NIPS大会的标志。30年前成立的NIPS大会是机器学习和深度学习领域的顶级会议。图片来源：NIPS基金会。

为什么NIPS如此受欢迎

深度学习拥有很长的历史，可以追溯到NIPS年度大会和研讨会，以及这些会议的前身。20世纪80年代，来自世界各地的工程师、物理学家、数学家、心理学家和神经科学家在NIPS大会上齐聚一堂，探讨共同构建人工智能的新方法。物理学家分析神经网络模型，心理学家模拟人类认知，神经科学家模拟神经系统并分析神经记录，统计学家探索高维空间中的大数据集，工程师则负责构建具备类人的视觉和听觉的设备。人工智能就以这样的方式飞速发展起来。

1987年在美国丹佛技术中心举办的第一届NIPS大会，聚集了400位与会者。学术会议通常侧重于狭窄的研究领域，因为每个人都会说同样的术语，彼此间能顺畅地交流。但是早期NIPS大会的科学多样性确实令人惊叹。生物学家在面对其他生物学家做演讲时，会用生物领域的术语。[2] 数学家和物理学家交流的情况更糟糕，他们只会用方程式说话。工程师们会好一些，因为他们构建的东西不言自明。由于这些文化障碍，跨学科研究虽然被普遍寄予厚望，但事实上却很难实现。在早期的NIPS大会上，好像每个人都在自说自话。

1987年NIPS大会的主要会议结束之后，与会者在附近的滑雪胜地Keystone又聚集到一起开了个研讨会，并自行组织了小组会议。在一个不那么正式的环境里，学科之间的真正沟通开始了。我清楚地记得，我们在Keystone的热水浴缸里泡澡的时候，一位神经学博士建议当场开展一个关于海兔的研讨会。[3] 当时我旁边那位来自美国国防部的绅士，很可能在琢磨海兔与国家安全有什么关系。然而今天，NIPS研讨会都是带有墙报展示环节的小型会议，其中一些研讨会吸引了数千名与会者。

是什么让NIPS长期受到追捧呢？首先，是让人激动的氛围，因为我们正处于用受生物学启发的学习算法来解决复杂计算问题的前沿。其次，就是因为爱德华·波斯纳（见图11–2），他是加州理工学院的信息理论家，也是喷气推进实验室（Jet Propulsion Lab）的首席技术专家。他对这个领域有着长远的眼光，并建立了NIPS基金会对大会进行管理。

一个组织的文化往往能反映其创始人的特质。爱德华赋予了NIPS睿

智、机敏和幽默感的独特组合。他是一位擅长启发别人的老师，同时也是卓有成效的领导者。他因为支持暑期大学生研究奖学金项目（Summer Undergraduate Research Fellowships，简称SURF）而在加州理工学院备受爱戴，该项目被称为“加州理工皇冠上的宝石”之一。爱德华招募了菲尔·索特尔（Phil　Sotel）作为公益法律顾问。数十年间，会议规模和复杂程度都在不断增长。在索特尔的努力下，许多随之而来的问题都妥善地得到了解决，因此大会得以每年顺利举行。

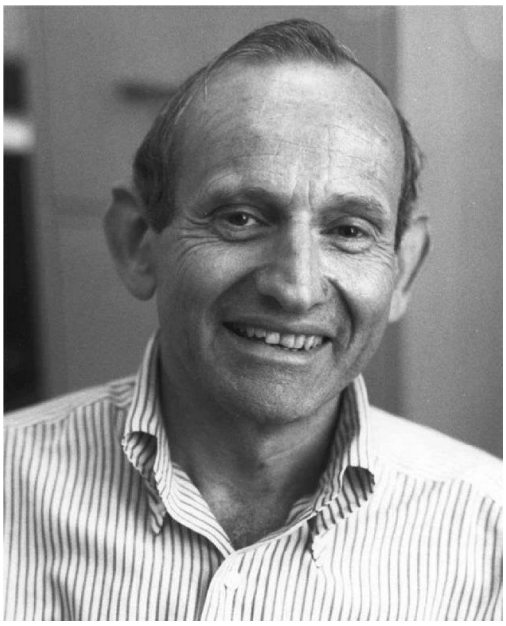


图11-2 加州理工学院的爱德华·波斯纳，NIPS大会的发起人。该大会在举办了30年后仍然颇受欢迎，这跟爱德华的远见卓识密不可分。图片来源：加州理工学院。

爱德华在我妻子还很年轻的时候就认识她了，并且通过NIPS单独结识了我。所以当我在一次NIPS大会中突然告诉他，比阿特丽斯和我已经订婚（engaged）了的时候，他回答说：“致力于（engaged）什么？”[4]爱德华于1993年在一次自行车事故中不幸身亡，随后我接替他成为NIPS基金会主席，保证大会的继续发展和繁荣。我们在每年的NIPS大会上都会举办爱德华·波斯纳讲座（Ed Posner Lecture），以表示对他的缅怀和敬意。NIPS大会的特邀演讲嘉宾通常都不是NIPS主流领域内的从业者，但波斯纳讲座主要的演讲者都是来自我们这个群体，并对该领域做

出重大贡献的成员。

NIPS大会的主席团由一群杰出的科学家和工程师组成。在此仅列举几位。斯科特·柯克帕特里克是一位物理学家（在第7章中已经介绍过），他发明了一种让计算机先“加热”再慢慢“冷却”，来解决计算难题的“模拟退火算法”。塞巴斯蒂安·特隆是一位计算机科学家（在第1章中介绍过），他赢得了2005年DARPA自动驾驶挑战大赛，为今天的自动驾驶汽车打开了大门。达芙妮·科勒（Daphne Koller）是一位计算机科学家，也是Coursera（将在第12章介绍）的联合创始人，开创了慕课领域的先河。

大数据促成了深度学习的腾飞。不久前，一太字节（terabyte，即万亿字节）的数据还需要占用整个机架；而现在，在单个记忆棒上就可以存储一太字节的数据。互联网公司的数据中心存储的信息以拍字节（petabyte）计量，每拍字节包含1024太字节（1拍字节=10^{15} 字节）。自20世纪80年代以来，世界上的数据量每三年翻一番。每天都有数千拍字节的数据被上传到互联网上，其总容量达到了泽字节（zettabyte，即100万拍字节，或10^{21} 字节）。大数据爆炸的影响不仅体现在科学和工程领域，也延伸到了社会生活的方方面面。如果没有互联网上的数百万张图像和其他标签数据，就无法训练真正的大型深度学习网络。

世界各地的大学都在为数据科学建立新的中心、研究机构和科系。艾利克斯·萨雷（Alex Szalay）自 1998年以来，就在斯隆数字巡天项目（Sloan Digital Sky Survey，下文简称SDSS；http://www.sdss.org/）中收集天文数据。2009年，凭借自己的这份经历，他在约翰·霍普金斯大学建立了数据密集工程和科学研究所（Institute for Data Intensive Engineering and Science，简称IDIES）。SDSS使得天文学家收集的数据总量成千倍地增长，是当今世界上被使用次数最多的天文学设施。然而，正在建设中的大型综合性天空巡天望远镜（Large Synoptic Sky Survey Telescope，https://www.lsst.org/）收集的拍字节规模的数据集，将超越斯隆数字巡天项目收集的太字节规模的数据集达1000倍之多。

2013年，当杨立昆在纽约大学创立数据科学中心时，每个科系都有老师带着手中的数据去拜访他。2018年，加州大学圣迭戈分校建立了新的Halıcıoğlu数据科学研究所。数据科学硕士学位（Master's in Data Science degrees，简称MDSs）正变得像工商管理硕士（MBA）一样受人追捧。

谁拥有最多数据，谁就是赢家

2012年在太浩湖举行的NIPS大会上，深度学习领域的研究已经日趋成熟（见图11–3）。在这次大会上，早期的神经网络先驱杰弗里·辛顿和他的学生们发表了一篇论文，文中指出，多层神经网络在识别图像中的对象方面性能非常出色。[5] 这些网络不仅比现有计算机的视觉技术更好，它们甚至已经处于一种完全不同的更高层次中，更加接近人类的表现水准。《纽约时报》刊登了一篇关于深度学习的文章，同时Facebook宣布与另一位深度学习先驱杨立昆合作成立一个新的人工智能实验室，由后者担任创始实验室主任。

Facebook首席执行官马克·扎克伯格（Mark Zuckerberg）参与了2012年的NIPS深度学习研讨会。当时安保成了令人头痛的问题，但也吸引了更多的与会者，我们不得不分流了一部分人到另外一个播放会场同步视频的房间。在之后的招待会上，我被介绍给了扎克伯格，他问了些关于大脑的问题。他对心智理论特别感兴趣。在心理学中，有一个关于心智如何工作的内隐理论，我们以它为指导来理解他人。我们给朋友发短信时，并没有意识到在打字时大脑做出的许多决定。扎克伯格问了很多问题。“我的大脑如何构建我自己的心理模型？”“我的大脑如何根据经验来创建其他人的心理模型？”“我的大脑如何预测其他人的未来行为？”“其他物种有没有心智理论？”我最近在索尔克研究所合作组织了一个关于心智理论的研讨会，扎克伯格想要研讨会上所有的参考资料。



图11-3 在太浩湖赌场举办的2012 NIPS大会是深度学习领域的一个转折点，让“神经”重新回归了“神经信息处理系统”。图片来源：NIPS基金会。

在机器学习中，谁拥有最多的数据，谁就是赢家，显然Facebook所拥有的关于人们点赞、好友和照片的数据让其他人只能望其项背。利用所有这些数据，Facebook可以创建我们的心智理论，并用它来预测我们的偏好和政治倾向，甚至有一天可能会比我们更了解我们自己。

Facebook有朝一日会成为奥威尔小说中老大哥的化身吗？ [6] 你会觉得这是一个令人不寒而栗的前景，还是发现有一个能满足你需求的数字管家很方便？我们可能会问Facebook是否应该拥有这种权力，但在这个问题上我们也许并没有多少发言权。

尽管我们在太浩湖的赌场举办了2012年和2013年的NIPS大会，但与会者都避开了赌桌。他们知道赌场庄家获胜的可能性更大，更何况，他们正在做的事情比赌博更令人兴奋。赌博会让人上瘾，那是因为多巴胺奖励预测误差系统是我们大脑的一部分（在第10章中讨论过）。赌场已

经优化了有利于博彩的条件：获得巨大回报的允诺；随机间隔的偶然小胜（奖励）——研究已经证明，这是保持实验室老鼠不停按下食物按钮的最佳方式；在老虎机上获胜时触发的声音和灯光；全天昏暗的灯光，将由光线驱动的昼夜节律与正常的日夜更替分开，怂恿你下注。不过从长远来看，庄家显然赢得更多。

在蒙特利尔召开的2015年NIPS大会上，3800名国际与会者拥入了蒙特利尔会议中心。会议开场时的深度学习课程环节非常受欢迎，导致人满为患。出于防火安全方面的考虑，我们不得不遣散了一些人。高科技行业中几乎所有拥有大数据的公司都采用了深度学习技术，这一趋势正在以更快的速度扩散。在巴塞罗那举行的2016年NIPS大会开始前两周，我们将与会人数限制在5400名。一个从纽约飞来的人很失望地发现他无法在现场注册。2017年在长滩举行的NIPS大会在注册开放12天后就限制注册了，与会者达到了8000人。如果自2014年以来，每年出席会议的人数按50%　的增速持续下去，那么最终地球上的每个人都会想参加NIPS大会。当然，泡沫最终会破裂，但是与大多数泡沫一样，没有人知道这事儿什么时候会发生。

来自科学和工程部门的许多研究人员继续聚集在NIPS大会上，30年来年年如此。不过，在巴塞罗那举行的2016年NIPS大会上，5400名与会者中有40%　的人是第一次参加会议。在2016年之前，NIPS基金董事会都明智地决定让会议保持在单一会场举行，这对于大型会议来说很少见。其背后的初衷，是让每个人都能坐在同一个房间里，防止场地分散化。但在2016年，单一会场变成了双会场，因为很难再找到足够大的房间装下所有人。尽管如此，这也远远少于大多数其他大型会议中常见的10个会场。NIPS的文章接受率一直保持在20%左右，低于大多数期刊的接受率。NIPS在2016年举办了“机器学习中的女性”（Women in Machine Learning，简称WiML）会议，[7] 为巴塞罗那带来近600名女性与会者（占与会者总人数的10%），有1000名女性参加了2017年在长滩举行的会议。多样性继续成为NIPS大会的标志。没有任何一个领域能够独立汇

集创造了深度学习的多样化人才。

也许让人感到意外的是，虽然具备了影响如此多行业的潜力，保护深度学习知识产权的专利却很少。在20世纪80年代，我们希望能让学习算法成为一个新的科学领域的基础，同时认为获得专利对此起不到什么积极的作用。毫无疑问，现在很多公司已经为深度学习的特殊应用提交了专利，因为公司不会在没有保护的情况下对新技术进行大规模投资。

为未来做准备

神经网络学习的重大突破每30年就会发生一次，从20世纪50年代引入感知器开始，到20世纪80年代学习多层感知器算法，再到2010年开始兴起深度学习。其中每个阶段都经历了一段繁荣期，在短时间内取得了飞跃性的进展，随后便是较长时期的缓慢发展。但是其中一个不同点在于，随着每次复兴，兴盛时期的影响一直有增无减。最新的增长动力来源于大数据的普及，而NIPS的故事早就为这一天的到来做好了准备。

---

[1] NIPS会议中的所有文章都可以在网络上获取：https://nips.cc/。

[2] 为了体验生物学家的行话，请参考从最近的一篇科学综述中随机抽取的这句话：“少突胶质细胞包含多种抑制轴突再生的蛋白质，包括髓磷脂相关糖蛋白，神经突生长抑制剂‘Nogo’，少突胶质细胞髓鞘糖蛋白和信号素”。（“Oligodendrocytes present a variety of proteins inhibitory to axon regrowth,including myelin-associated glycoprotein, the neurite-outgrowth inhibitor ‘Nogo,’oligodendrocyte-myelin glycoprotein, and semaphorins.”）B. Laha, B. K. Stafford,and A. D. Huberman, “Regenerating Optic Pathways from the Eye to the Brain,”Science 356, no. 6342 (2017): 1032.

[3] 这位神经学家是霍华德·瓦克特尔（Howard Wachtel），他当时正在科罗拉多大学波尔德分校研究海兔的神经系统。

[4] Engaged一词既有“订婚”之意，也有“致力于做……”之意。——译者注

[5] Krizhevsky, Sutskever, and Hinton, “ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks.”

[6] George Orwell, *Nineteen Eighty-Four* (London: Secker & Warburg, 1949). 这本书最近有了

新的含义。

[7] “机器学习中的女性”（Women in Machine Learning）这一组织成立于2006年，为机器学习领域的女性创造了机会，并推动了她们的研究。请参阅http://wimlworkshop.org。

第三部分

人类，智能与未来

要事年表

1971年

诺姆·乔姆斯基（Noam Chomsky）在《纽约书评》杂志上发表了《针对斯金纳的驳斥》（The Case against B. F. Skinner）一文，这篇长文诱导一代认知科学家偏离了对学习行为的研究。

1982年

克劳德·香农（Claude Shannon）出版了开创性的书籍《通信的数学理论》（A Mathematical Theory of Communication），该书为当代数字通信技术奠定了基础。

1989年

卡弗·米德（Carver Mead）出版了著作《模拟大规模集成电路和神经系统》（Analog VLSI and Neural Systems），开创了基于仿生芯片的神经形态工程（neuromorphic engineering）研究领域。

2002年

斯蒂芬·沃尔夫勒姆（Stephen Wolfram）出版了书籍《一种新的科学》（A New Kind of Science）。这本书探究了细胞自动机（cellular automata）的计算能力，这些算法比神经网络更简单，但是仍能完成强大的运算。

2005年

塞巴斯蒂安·特隆的团队赢得了DARPA自动驾驶汽车大赛。

2008年

托拜厄斯·德尔布吕克（Tobias Delbrück）研发了一种非常成功的脉冲视网膜芯片“动态视觉传感器”（Dynamic Vision Sensor，简称DVS），这种传感器采用异步峰值，而不是像现在的数字摄像机利用同步帧进行图像捕获。

2013年

白宫宣布启动美国“BRAIN计划”，开发创新的神经技术，以加速我们对大脑功能的理解。

12
智能时代

认知计算的时代即将到来。很快我们就会拥有比人类驾驶技术更高超的自动驾驶汽车。我们的房子会识别出我们的身份，预见我们的习惯，有客人到访时会提醒我们。最近被谷歌收购的众包网站Kaggle，曾经举办过一次奖金为100万美元的用CT扫描图进行肺癌检测的竞赛，它还为美国国土安全部举办了一场奖金达150万美元的竞赛，希望寻找到能在机场安检时检测出藏匿物的技术。[1] 通过认知计算，医生的助理将有能力诊断罕见疾病，提高整体医疗水平。我们已经有了数千个这样的应用，将来还会出现更多类似的应用。有些工作会被淘汰，有些则将被创造出来。尽管认知计算技术十分具有颠覆性，我们的社会还需要时间来吸收和适应，但它对人类来说并不构成生存威胁。相反，我们正在进入一个发现和启蒙的时代，我们会变得更聪明，更长寿，人类文明也会变得更加繁荣。

2015年，我曾在由IBM赞助的旧金山认知计算会议上发表演讲。[2] IBM当时正在对沃森（Watson）项目进行大规模投资，沃森是一个基于大量事实数据库集合的程序，覆盖信息的范围从历史到流行文化，包罗万象，可以使用自然语言接口的各种算法进行查询。肯·詹宁斯（Ken Jennings）曾经连续192天在74场智力竞赛节目《危险边缘》（*Jeopardy!*）中赢得了胜利，这是该游戏节目历史上最长的连胜纪录。2011年，沃森在该节目中击败了詹宁斯，该事件引起了全世界的注意。

在从酒店出发到会场的出租车上，我无意中听到了后座两名IBM管理人员的谈话。IBM当时正要推出一个围绕沃森的平台，该平台可使用

非结构化数据库，来组织和回答健康和金融服务等专业领域的问题。沃森掌握的数据比任何人可能知道的还要多，可以回答问题并提出建议。当然，与其他机器学习程序一样，它仍然需要人类提出问题，并从给出的建议中进行选择。

IBM早已裁撤掉了硬件部门，其计算机服务部门也早已风光不再。IBM在沃森上花费了巨资，想要依靠其软件部门来帮忙完成700亿美元的营收计划。该公司在慕尼黑已为沃森物联网业务投资了2亿美元用来建立新的全球总部，[3] 这是IBM在欧洲有史以来最大的一笔投资，为的是满足6000多个客户不断增长的利用人工智能来改造运营业务的需求——IBM计划在全球投入30亿美元来发展认知计算，而这只是其全球计划的一部分。但许多其他公司也在对AI进行重大投资，现在想要断言哪些投注会赢，哪些会输，还为时尚早。

21世纪的生活

在传统医学中，通常采用相同的治疗方法对所有患有特定病症或疾病的患者进行治疗，但现在有了认知计算，治疗已变得更加个性化，也更精确。例如黑色素瘤，过去患上这种疾病的人就等同于被判了死刑，但现在已经可以通过对患者的癌细胞进行基因测序，并针对其病症设计出独特的癌症免疫疗法，以停止甚至逆转黑色素瘤的病情发展。虽然这种疗法目前的治疗费用为25万美元，但当对患者癌症基因组测序的基础成本降至几千美元，并且研制所需单克隆抗体的成本仅为几百美元时，最终几乎每个黑色素瘤患者都有能力负担相关的医疗费用。从大量患者那里收集到足够多变异和疗效方面的数据后，医疗决策将变得更好，且收费更低。一些类型的肺癌也可以用相同的方法进行治疗。制药公司正在投资癌症免疫治疗研究，许多其他种类的癌症也许很快就能被治愈。如果没有机器学习方法来分析大量遗传数据，这一切都不可能实现。

我曾担任过NIH院长的顾问委员会成员，为推进“BRAIN计划”提供建议。我们的报告强调了概率和计算技术的重要性，该技术能帮助我们解释由新的神经记录技术产生的数据。[4] 机器学习算法现在被用于分析同时来自数千个神经元的记录，分析来自自由移动动物的复杂行为数据，以及从电子显微镜的一系列数字图像中自动重建三维解剖回路。通过对大脑进行逆向工程，我们将揭秘自然界自身发现的许多新算法。

NIH在过去的50年中资助了神经科学的基础研究，但当前的趋势是将越来越多的资助转向了能够尽快实现医疗应用的转化研究。我们当然希望能转化已经发现的技术，但如果现在不为新的发现提供资金，那么从现在开始的50年里，我们几乎或根本没有任何技术可应用于临床。这也是为什么现在就开展一些基础研究项目非常重要，例如“BRAIN计划”，该举措能够帮助我们找到在未来治疗精神分裂症和阿尔兹海默症等衰弱性脑部疾病的方法。[5]

未来的身份认证

2006年，黑客从美国退伍军人事务部一个员工家中的电脑里窃取了2650万退伍军人的社会安全号码和出生日期信息。退伍军人行政处当时是使用社会安全号码作为其系统中的退伍军人标识符，黑客甚至都不需要解密数据库。有了社会安全号码和出生日期，黑客可以盗取任何人的身份信息。

在印度，超过10亿的公民可以通过指纹、虹膜扫描、照片和12位身份号码（比社会安全号码多3位数字）信息进行唯一的身份识别。印度的Aadhaar是世界上最大的生物特征识别项目。在以往，一位想要得到一份公共文件的印度公民会经历无尽的等待，这个过程中还会涉及许多中间人，每个人都会向他索取贿赂。而如今，通过快速生物扫描，公民可以直接获得补贴食品权和其他福利待遇，许多没有出生证明的穷人现

在也拥有了便携式身份认证，可随时随地在几秒钟内识别出身份。以欺骗手段获取福利的身份盗窃行为已经销声匿迹了。一个人的身份已经无法再被窃，除非小偷准备切断这个人的手指并摘除他的眼球。[6]

“印度国家登记处”是南丹·尼勒卡尼（Nandan Nilekani）[7]做了7年的一个项目，他是一个亿万富翁，并且是印度外包公司Infosys的联合创始人。尼勒卡尼庞大的数字数据库已经帮助印度在身份数字化方面超越了许多发达国家。根据尼勒卡尼的说法：“一个小的增量变化乘以10亿，就是一个巨大的飞跃。……如果10亿人能够在15分钟内拿到手机，而不用花上一周，那么这将为经济注入一股巨大的生产力。如果有100万人能让资金自动进入他们的银行账户，这将是经济上巨大的生产力飞跃。”[8]

在享受拥有数字身份数据库带来的便利的同时，我们也失去了隐私，尤其是当生物识别码与其他数据库（如银行账户、医疗记录和犯罪记录）以及其他公共计划（如运输）相关联时。隐私泄露问题在美国和许多其他数据库间互相关联的国家已经很严重了，即使它们的数据是匿名的。[9]显而易见，无论我们是否愿意，我们的手机都已经在追踪我们的行踪了。

社交机器人的崛起

电影经常将人工智能描述为像人类一样走路和说话的机器人。不要指望AI看上去像1984年的科幻电影《终结者》里操着德国口音的终结者那样。不过，你会与2013年的科幻电影《她》中萨曼莎一样的AI声音交流，并和2017年科幻电影《星球大战：原力觉醒》中R2-D2和BB-8一类的机器人进行互动。AI已经是日常生活的一部分。认知设备，比如亚马逊Echo智能音箱的语音助理Alexa，已经能和你交谈，并很高兴能让你的生活更轻松，更有满足感，就像2017年电影《美女与野兽》中的时钟

和茶具一样。生活在一个拥有那样物种的世界里会是什么样子呢？来看看我们迈向社交机器人的第一步吧。

目前，人工智能的进展主要集中在感官和认知方面，运动和行为智能的进展还未见端倪。有时我演讲的开场白便是，大脑是已知宇宙中最复杂的设备。但我的妻子比阿特丽斯是一位医生，她经常提醒我说，大脑只是身体的一部分，而身体比大脑更复杂，尽管身体的复杂性（从运动性演变而来）是不同的。

我们的肌肉、肌腱、皮肤和骨骼能够积极地适应世界的变迁、地心引力和其他同类。从内部来说，我们的身体是化学加工的奇迹，可以将食物转化为做工精细的身体部件。它们是由内而外工作的终极3D打印机。我们的大脑从身体各个部分的内脏传感器获得输入，这些传感器不断监测身体内部活动，包括最高层次的皮层表征，就内部优先事项做出决定，并在所有相互竞争的要求之间维持平衡。从真正意义上来说，我们的身体是大脑不可或缺的组成部分，这是具身认知（embodied cognition）的核心原则。[10]

哈维尔·莫维兰（Javier Movellan）（图12–1）来自西班牙，曾经是加州大学圣迭戈分校神经计算研究所机器感知实验室的教员和联合主任。他相信，通过打造能够与人类互动的机器人，我们将比采用传统实验研究更多地了解认知。他搭建了一个机器人婴儿，当你对它微笑时，它也对你微笑，颇得路人的喜爱。哈维尔研究了婴儿与母亲的互动，他得出的结论是，婴儿会尽量从母亲那里获得更多的微笑，同时尽量减少自己的努力。[11]

哈维尔搭建的最著名的社交机器人Rubi看起来像是一个天线宝宝（Teletubby），有着丰富的面部表情，眉毛能够扬起表现出有兴趣，相机眼睛能够转来转去，手臂也可以抓取东西（见图12–2）。在加州大学圣迭戈分校儿童早期教育中心，18个月大的幼儿通过Rubi腹部的平板与它进行互动。



图12-1 哈维尔·莫维兰在加州大学圣迭戈分校的机器人研讨会上接受了《科学网络》数字论坛的采访。哈维尔率先在教室里推出了社交机器人，并为社交机器人Rubi编写了程序，以引起18个月大幼儿的注意。图片来源：罗杰·宾汉姆。

幼儿很难取悦，他们的注意力非常短暂。他们玩几分钟玩具就会失去兴趣，把它们扔到一边。他们会如何与Rubi互动呢？为了安全起见，Rubi不是按照工业强度打造的，于是第一天，男孩们就扯掉了它的胳膊。经过一些修理和加载软件补丁后，哈维尔再次进行了尝试。这一次，机器人要执行的程序是，当手臂被拉开时要放声大哭。这阻止了男孩们的“暴力”行为，并且让女孩们争相拥抱Rubi。这是社交工程领域学到的重要一课。

幼儿通过指向房间内的物体（如时钟）与 Rubi玩耍。如果Rubi不能在0.5~1.5秒的时间窗口内将视线移向物体，那么幼儿就会失去兴趣并走开。如果反应太快，Rubi的机械性就太明显了；如果反应太慢，Rubi又会让孩子们感到很无聊。一旦互惠关系形成，孩子们就会将Rubi看作是一个有感情的生命，而不是一个玩具。当Rubi被带走（到维修店进行升级）后，孩子们会感到不安。他们会被告知Rubi感到不舒服，会在家休息一天。在一项研究中，Rubi被要求教幼儿学习芬兰语单词，他们学习

的速度和学英语单词一样快；教他们学习一首流行歌曲的效果就更明显了。 [12]



图12-2 Rubi在教室里与幼儿们进行互动。Rubi的头可以旋转，眼睛是相机，嘴和眉毛都十分富有表现力。Rubi头顶上浓密的光纤会随着它的心情而改变颜色。图片来源：哈维尔·莫维兰。

之前对将Rubi引入课堂环境的顾虑之一，是教师可能会担心自己在某一天被机器人取代。但事实恰恰相反：老师对Rubi表示欢迎，因为它可以作为一位辅助管理班级秩序的助手，特别是在教室里有访客时。一个能够彻底革新早期教育的实验是“千个Rubi项目”（thousand Rubi project）。这个想法是批量生产Rubi，将它们放在上千个教室中，每天通过互联网从数千次实验中收集数据。教育研究的一个问题是，在一所

学校适用的方案可能不适用于另一所学校，因为学校之间存在很多差异，特别是教师之间的差异。“千个Rubi项目”也许能够考察许多关于如何改进教育实践的想法，并且可以探究在各地服务于不同社会经济群体的学校之间的差异。虽然能够让项目开展起来的资源一直没有到位，但这仍然是一个好主意，应该有人来跟进。

双腿站立的机器人很不稳定，需要一个复杂的控制系统来防止它们翻倒。而且事实上，婴儿需要12个月才能学会走路而不会摔倒。在第2章中已经做过简短介绍的罗德尼·布鲁克斯（见图12–3），想要打造能够像昆虫一样走路的6条腿机器人。他发明了一种新型控制器，可以对6条腿的动作进行排序，能够让机器人蟑螂向前移动并保持稳定。他那开创性的想法是，让腿部与环境进行的机械交互作用代替抽象的计划和计算。他认为，要让机器人完成日常任务，它们较高的认知能力应该基于感官运动（sensorimotor）与环境的相互作用，而不是抽象的推理。大象具有高度的社会性，有着强大的记忆力，并且还是器械天才，[13] 但它们不会下国际象棋。[14] 1990年，布鲁克斯继续创立了iRobot，迄今为止已经卖掉了超过1000万个Roombas扫地机器人来清洁更多的地板。

工业机器人具有坚硬的关节和强大的伺服电机，这使得它们看起来和感觉起来都很机械化。2008年，布鲁克斯创立了Rethink Robotics公司，该公司设计出了一个关节柔韧，可以转动手臂的机器人Baxter。它的每个手臂可以按要求来移动，还会自行编程以重复执行过的动作顺序，人们不必再编写一个程序来移动Baxter的手臂了。



图12-3 罗德尼·布鲁克斯在观察机器人Baxter，它正准备将一个塞盖插入桌上的一个洞中。布鲁克斯是一位连续创业者，之前创建了iRobot，生产了扫地机器人Roombas，现在他又创建了Rethink，生产Baxter。图片来源：罗德尼·布鲁克斯。

莫维兰比布鲁克斯更进一步，开发出了一种名为“Diego San”（在日本制造）的机器人宝宝 [15] ，其电动机是气动的（由气压驱动），对比大多数工业机器人使用的刚性转矩电机，Diego San所有的44个关节都更柔软（见图12–4）。制作它们是基于这样一个灵感：当我们拿起某件东西时，我们身体中的每一块肌肉都会在一定程度上被牵动（如果我们一次只移动一个关节，看起来就会像机器人）。这使我们能够更好地适应不断变化的负载情况以及与世界的互动。大脑可以同时自然流畅地控制身体中的所有自由度——所有关节和肌肉——而DiegoSan项目的目标是找出大脑是怎么做到这一点的。Diego San的脸上有27个运动部件，可以表达各种各样的人类情感。 [16] 机器人宝宝的动作非常逼真。虽然哈维尔有几个成功的机器人项目，但Diego San并不是其中之一。他并不

知道如何使机器人婴儿的表现像人类婴儿那样流畅。

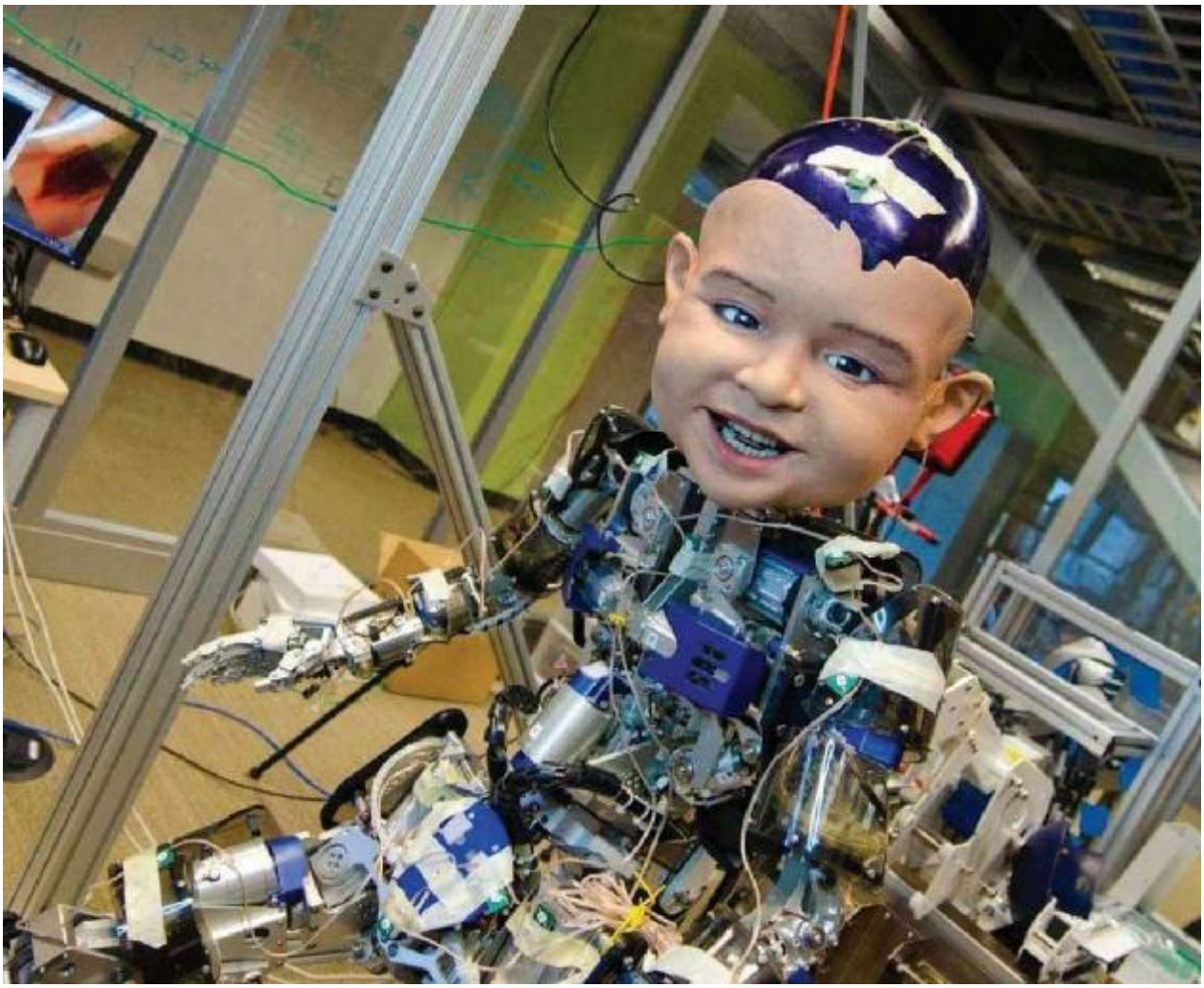


图12-4 机器人宝宝Diego San。气压传动装置让所有关节都能平稳移动，这样就能跟人类握手了。面部由大卫·汉森（David Hanson）和汉森机器人公司提供。关于机器人面部表情的动画，可以参考“Diego Installed”，由哈维尔·莫维兰提供，https://www.youtube.com/watch?v=knRyDcnUc4U/。

机器已经会识别人类面部表情

你能想象当你在iPhone（苹果手机）上看到股价暴跌，iPhone问你为什么不高兴，会是怎样一种感觉吗？你的面部表情是情绪的窗口，深度学习现在已经可以探进这个窗口了。传统上，人们认为认知和情绪是

大脑两个独立的功能。一般认为，认知是皮层功能（cortical function），而情绪是皮层下的功能（subcortical function）。事实上，有些皮层下结构可以调节情绪状态，比如杏仁核（amygdala）。当情绪水平很高，特别是感到恐惧的时候，杏仁核就会起作用，但这些结构与大脑皮层有强烈的相互作用。例如，在社交互动中，杏仁核的参与会增强人脑对该事件的记忆。认知和情绪是彼此交织的。

在20世纪90年代，我与加州大学旧金山分校的心理学家保罗·艾克曼（Paul Ekman）（见图12–5）有过合作。艾克曼是世界著名的面部表情专家，是美剧《别对我撒谎》（*Lie to Me*）系列中卡尔·莱特曼（Cal Lightman）博士在真实世界中的原型，但他本人比剧中的卡尔要和善很多。艾克曼曾去过巴布亚新几内亚，试图了解前工业时代的文化是否像我们一样，能够做出情绪化的面部表情。他在研究过的所有人类社会中发现了六种普遍的情感表达：快乐、悲伤、愤怒、惊讶、恐惧和厌恶。从那以后，其他常见的面部表情也被提取了出来，但人们在对这些表情的理解上并没有达成共识。有些表达，如恐惧，在一些孤立的社会中有着不同的解释。

1992年，艾克曼和我组织了一个由美国国家科学基金会（NSF）赞助的关于面部表情理解的规划研讨会。[17] 在那个时期，要获得对面部表情研究的资金困难重重。我们的研讨会将神经科学、电子工程和计算机视觉等方面的研究人员，连同心理学家聚集到了一起，为表情分析领域揭开了新篇章。这件事对我来说是一个启示，尽管面部表情的分析在科学、医学和经济等诸多领域都扮演着重要角色，但其重要性却一直被基金机构所忽视。

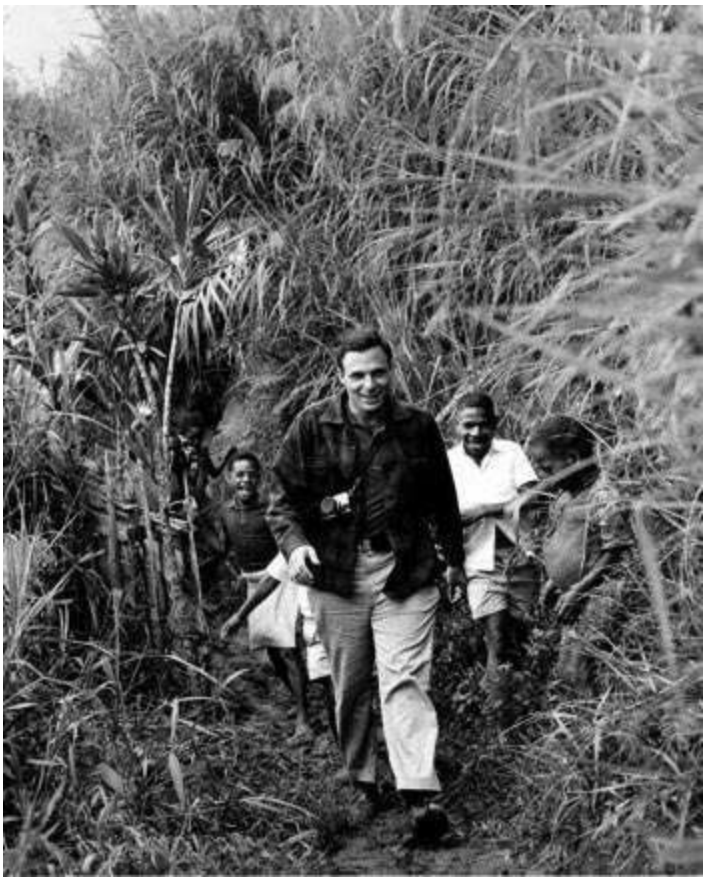


图12–5 1967年，保罗·艾克曼和巴布亚新几内亚原住民。他找到了6种常见的面部情感表达的证据，包括快乐、悲伤、愤怒、惊讶、恐惧和厌恶。保罗曾为美剧《别对我撒谎》提供咨询，以保证每一集的内容有科学依据。卡尔·莱特曼博士的角色大致上是以艾克曼为原型塑造出来的。图片来源：保罗·艾克曼。

艾克曼开发了面部动作编码系统（Facial Action Coding System，以下简称FACS）来监控面部44块肌肉的状态。由艾克曼培训的FACS专家需要花费一个小时来标记长度为一分钟的视频，每次标记一帧。面部表情是动态的，可以延续若干秒，但是艾克曼发现，有些表情只持续了几帧。这些“微表情”泄露了大脑被抑制的情感状态，常常能说明，有时还会揭示无意识的情绪反应。例如，在婚姻咨询环节中出现的细微的厌恶表情，就是一个预示婚姻会失败的可靠的信号。 [18]

在20世纪90年代，我们使用了一些演员的视频录像来训练反向传播神经网络，对FACS进行自动化。这些训练有素的演员可以像艾克曼那样控制脸上的每一块肌肉。1999年，由我的研究生玛丽安·斯图尔特–巴

特利特（Marian Stewart-Bartlett，见图12–6）利用反向传播训练的网络，在实验室识别面部表情的准确率达到了96%，前提是要具备完美的照明，周正的面部角度，以及对视频进行手动时间分割。[19] 这个网络的识别效果很不错，于是1999年4月5日，玛丽安和我在黛安·索耶（Diane Sawyer）主持的《早安美国》（Good Morning America）节目中向公众展示了这一成果。在成为加州大学圣迭戈分校神经计算研究所的一名教师后，玛丽安接着又开发了计算机表情识别工具箱（Computer Expression Recognition Toolbox，以下简称CERT）。[20] 随着计算机的速度变得越来越快，CERT已经能够进行实时分析，可以标记视频流中不断变化的人类面部表情。

2012年，玛丽安和哈维尔·莫维兰将面部表情的自动分析技术商业化，创立了一家名为“Emotient”的公司。保罗·艾克曼和我为这家公司担任科学顾问。Emotient开发的深度学习网络能够以96% 的准确率，在各种不同的照明条件下，利用非正面面部信息实时地对自然行为做出判断。在Emotient的一个演示中，其网络在几分钟内就检测到唐纳德·特朗普（Donald Trump）在共和党的首场初选辩论中，对一个焦点小组[21]的情绪影响最大。相比之下，民意调查人员花了数天时间才得出了同样的结论，专家们更是在几个月之后才认识到，情感投入是争取到选民的关键。焦点小组中最强烈的面部表情是愉悦，其次是恐惧。此外，Emotient的深度学习网络在尼尔森收视率（Nielsenratings）调查结果发布前的几个月，就预测到了哪些电视剧将大热。Emotient于2016年1月被苹果公司收购，玛丽安和哈维尔现在均在苹果公司任职。

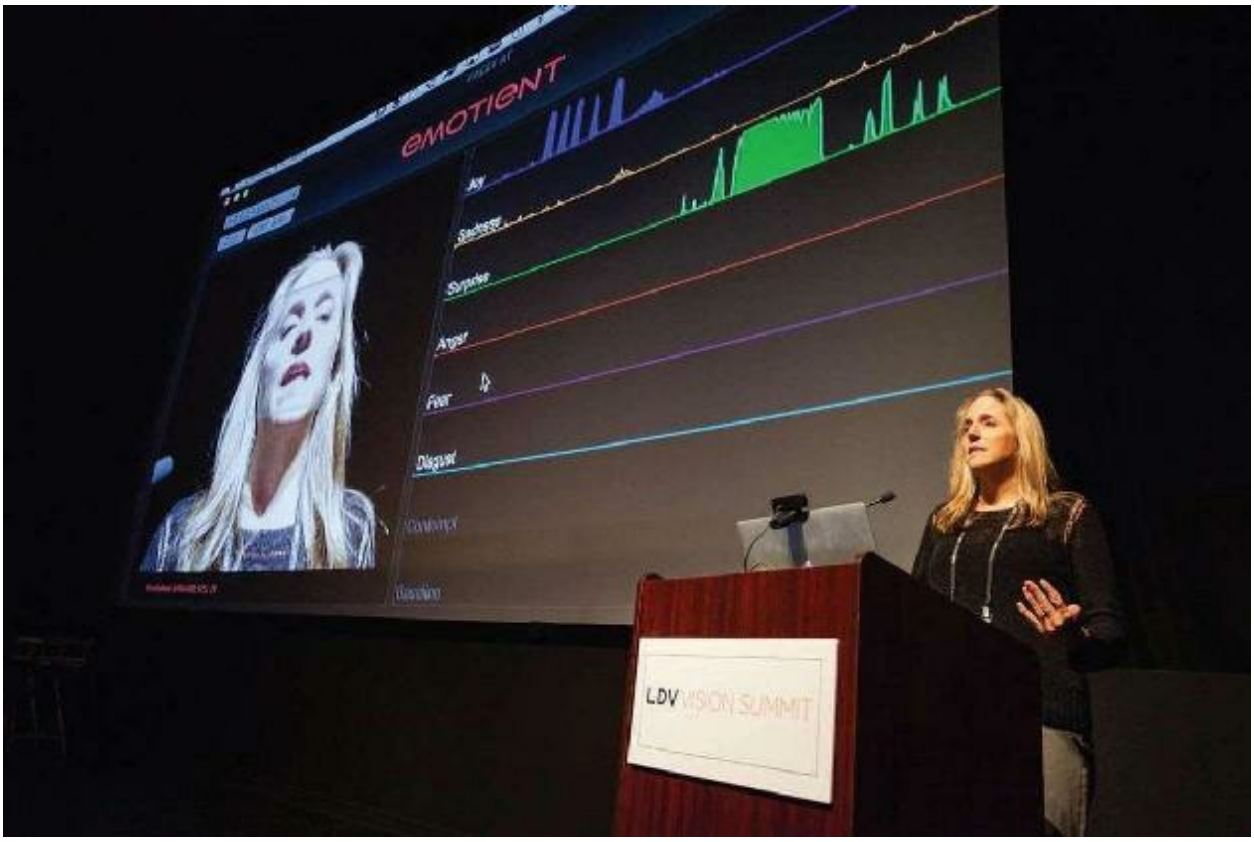


图12-6 正在演示面部表情分析技术的玛丽安·斯图尔特-巴特利特。时间轴上显示的是深度学习网络的输出，正在识别面部表情中快乐、悲伤、惊讶、恐惧、愤怒和厌恶的情绪。图片来源：玛丽安·斯图尔特-巴特利特，Robert Wright/LDV Vision Summit 2015。

在不久的将来，你的iPhone可能不仅会问你为什么不高兴，还可能帮助你冷静下来。

新技术改变教育方式

13年前，在温哥华举行的2005年NIPS大会上，我和加州大学圣迭戈分校计算机科学与工程系的同事加里·科特雷尔（Gary Cottrell）在一起吃早餐。加里属于20世纪80年代PDP团队最初的一批成员，也是PDP团队仍留在加州大学圣迭戈分校为数不多的几人之一。他是20世纪60年代最后几个仍在坚持神经科学研究团体中的一员，留着马尾辫和灰白的胡须。他读到了NSF发表的一项声明，要求为“学习科学中心”（Science of

Learning Centers）提供提案。其中让他感兴趣的内容，是连续5年每年500万美元的预算，而且还可以再延长5年。他想提交一份项目申请，并询问我是否愿意帮忙。他当时说，如果成功了，他就不用再写别的基金申请了。我告诉他说，如果成功的话，这项经费能让他终身从事这一事业了。他笑了起来，之后我们开始了合作。

最终我们的申请被批准了，如我所料，尽管每年提供300页的年度报告很让人崩溃，但取得的科学成果非常惊人。我们的时间动态学习中心（Temporal Dynamics of Learning Center，以下简称TDLC）共有来自全球18个机构的100多名研究人员。在由NSF资助的6个学习科学中心里，我们这个是最以神经科学和工程为导向的，我们将机器学习的最新进展纳入了这些项目中（见图12–7）。[22] Rubi和CERT是由TDLC资助的两个项目。我们还有一个移动脑电图实验室，让被试者可以在虚拟环境中自由漫游，同时记录他们的脑电波。在大多数脑电图实验室中，被试者必须坐着不动，眼睛都不能眨，以避免产生假象。我们使用了ICA来抵消运动假象，让我们能够观察被试者主动探索环境，与其他人互动时的大脑活动。



图12-7 新的学习科学包括机器学习和神经科学，以及来自心理学和教育的见解。图片来源：Meltzoff , Kuhl,Movellan, and Sejnowski, “Foundations for a New Science of Learning,”图1。

以下是TDLC研究人员开展的众多项目中的一部分。

罗格斯分子和行为神经科学中心（Center for Molecular and Behavioral Neuroscience at Rutgers）的艾普利·本纳斯奇（April Benasich）开发了一项测试，可以根据宝宝的听觉感知时间来预测婴儿是否会在语言习得和学习能力上存在缺陷；她指出，这些缺陷可以通过自适应地控制声音出现的时间和奖励反馈来纠正，以便宝宝能够发育出正常的听力、语言和学习能力。 [23] 这些结果所针对的实验对象年龄跨度从3个月到5岁。即使正常发育的婴儿也会从互动环境中受益。艾普利于2006年创立了AAB Research LLC，让快速听觉处理技术（rapid auditory processing technology，简称RAPT）进入普通家庭，以提高婴儿

的学习能力。

玛丽安·斯图尔特–巴特利特和哈维尔·莫维兰使用机器学习自动登记学生的面部表情，[24] 当学生看起来很沮丧，似乎不太理解授课内容时，教师可以收到提醒并采取措施。利用深度学习技术，这一过程如今可以自动且准确地同时记录班级中每个孩子的表情信息。在市场营销、精神病学和法医学等领域，还有很多的面部表情分析应用有待开发。

加州大学圣迭戈分校的哈罗德·帕施勒（Harold Pashler）和科罗拉多大学博尔德分校的迈克尔·莫泽尔（Michael Mozer）研究了12年级的学生在数年内的学习表现，以扩充先前针对大学生为期数月的研究。研究结果表明，个性化的时间分散式复习比短期的填鸭式复习更能改善对学习材料的长期记忆。[25] 他们表示，当学习材料需要在学生的记忆中停留较长时间时，学习的最佳间隔时间最好设得长一些。他们在语言课程中为学生们制定了最佳复习时间表，并帮助他们取得了优异的成绩。

TDLC的博士后研究员贝丝·罗戈夫斯基（Beth Rogowsky）、罗格斯大学的保拉·塔拉尔（Paula Tallal）和范德堡大学的芭芭拉·卡尔霍恩（Barbara Calhoun）表明，在使用口头或书面材料的学习方法之间没有统计学差异，而且，无论是即时理解还是延迟理解，偏好的学习方式和教学方法之间都不存在联系。[26] 学生使用自己更偏好的方式学习不会带来任何积极的效果，这也就意味着大型企业宣传的针对个人学习方式的培训和测试材料，并不会提升课堂的学习效果。

保拉·塔拉尔在2014年启动的1500万美元的“全球学习X奖”（Global Learning X-Prize）中发挥了重要作用。该奖项鼓励教育创新，其目标是开发开源代码和可扩展软件，使发展中国家的儿童能够在18个月内掌握基本的阅读、写作和算术技能。为“全球学习X奖”所做研究的积极影响，将在未来数十年内在全世界引起回响。

TDLC的科学总监安德里亚·千叶（Andrea Chiba）在2014年上海“学

习科学国际大会”上介绍了关于所有的学习行为如何改变大脑结构的研究。[27] 这令许多代表都感到惊讶，他们一直相信儿童来到世界上时就具备了一定的潜力，对那些能力不足或者年龄过大的学习者来说，教育只是一种浪费。世界各地仍然存在着巨大的人类潜力有待挖掘。

我们发现教育中最大的问题不是科学方面的，而是来自社会和文化。美国有13500个学区，每个学区都有自己的学校董事会，负责决定课程、教师资格和最佳实践；需要数十年才能实现这些目标，并有针对性地处理这些问题。在教师实施教学之前，他们还必须管理教室秩序，这对于低年级和市中心的学校来说尤其具有挑战性。提出要求的家长们可能不会意识到教学资源的匮乏导致了教师中的职业倦怠现象频发，而教师工会的影响也难辞其咎，后者往往阻碍了日积月累的努力。

教学从根本上来说是一项劳动密集型活动。最优质和最有效的教学方式是让经验丰富的成人教师和学生之间进行一对一交流。[28] 我们背负着一个专为大众教育而设计的流水线系统，对学生按年龄进行划分，教师在大班里年复一年地传授相同的课程。这可能是一种生产汽车的好方法，在劳动力只接受基本教育就能满足社会需求的年代，这样的方法还算行得通。但是当工作岗位需要更高水平的培训和终身学习来更新工作技能时，这个系统就落伍了。诚然，作为成年人，回到学校可能是痛苦和不切实际的。我们正在经历的信息革命已经超越了劳动力世代更替的时间尺度。幸运的是，出现在互联网上的新技术可能会改变我们的学习方式。学习科学中心于2006年创立时，我们并没有预见到，互联网正在重构我们的学习版图。

成为更好的学习者

慕课在2011年突然流行起来，《纽约时报》发表了一篇热门文章，提到了一门大受欢迎的斯坦福大学人工智能在线课程。[29] 大量的学

生参加慕课，他们在互联网上这一前所未有的学习行为，在全世界引起了广泛的关注。几乎在一夜之间，很多新公司获得了融资，这些公司专注于开发以及免费在线发布世界上一些最优秀的教育者的讲座。只要能连上网，人们就能随时随地观看这些讲座。除了讲座之外，课程内容还包括测验、考试、供学习者交流的论坛、助教辅导，以及自发组织的本地“见面会”，方便学生在非正式的环境中讨论课程内容。慕课的受众面已经大大增加了——2015年，“慕课人”的数量翻了一番，从估算的1700万增加到了3500多万。慕课绕开了现有教育体系中的所有限制因素。

2013年1月，在加州大学尔湾分校由美国国家科学院主办的一次会议上，我遇到了芭芭拉·奥克利。尽管她读书的时候在数学和科学方面表现欠佳，但她现在是位于密歇根州奥本山和罗切斯特山市的奥克兰大学的一名电子工程学教授。她是曾主修人文科学专业的美国陆军上尉，回到学校之前，她在白令海的拖网渔船上担任俄语翻译。后来她克服了自己在数学方面的心理障碍，获得了电子工程博士学位。在会议的晚宴上，我发现芭芭拉和我在学习方面有着相似的看法，她当时正在写一本书，书名是《学习之道》（*A Mind for Numbers: How to Excel at Math and Science*）。于是我邀请她到加州大学圣迭戈分校为高中学生和老师们举办一次TDLC讲座。

芭芭拉受到了学生们的热烈欢迎，很明显她是一位颇有天赋的老师。她的方法和实用性见解源于我们对大脑的了解，所以我们联手为Coursera开发了一门慕课，名为“学会如何学习：帮助你掌握复杂学科的强大智力工具”（见图12–8；https://www.coursera.org/learn/learning-how-to-learn/），于2014年8月推出。它目前是世界上最受欢迎的慕课，在头四年里注册的学习者超过300万，并且每天还会吸引1000个来自200多个国家的新学员。“学会如何学习”根据我们对大脑学习方式的了解，为你提供了成为更好学习者所需的工具。我们学习者的反馈非常积极，于是我们又开发了第二个名为“思维转换”（Mindshift）的慕课，以帮助那些想要转业或改变生活方式的人。这两门慕课课程的资料都可以在网络上免费获取。



图12-8 芭芭拉·奥克利介绍“学会如何学习”慕课。已有超过300万学员参加了该课程，使其成为全球最受欢迎的互联网课程。图片来源：芭芭拉·奥克利。

“学会如何学习”这一课程，就如何成为更好的学习者，如何处理测试焦虑，如何避免拖延，以及我们对大脑怎样学习的认识等话题提供了实用性的建议。这是一门为期一个月的免费课程，由长度为5~10分钟的视频剪辑、小测验和综合测试组成，现已被翻译成20多种语言。课程的基石之一，就是当你正在做别的事情时，你的大脑可以在潜意识中帮你完成一些工作。亨利·庞加莱（Henri　Poincaré）是19世纪一位杰出的数学家，他曾经描述自己如何最终解决了一个数学难题。当时他已经紧张地工作了好几个星期，但仍然一无所获。于是他度假去了。当他在法国南部踏上一辆公共汽车时，问题的解决方案突然就出现在了他的脑海中，他的大脑中有一部分区域在他享受假期的时候仍然在处理这个问题。他知道自己找到了证明问题的正确方法，并在返回巴黎时完成了它。他之前对这个问题的深入研究已经使他的大脑做好了充分的准备，这样他的潜意识就可以在他放松的时候继续处理这个问题。这两个阶段对创造力而言同等重要。

令人惊讶的是，即使在睡觉的时候，你的大脑也会在你毫不知情的情况下解决问题。但是，只有在你入睡之前仍专注于解决问题的前提下，大脑才能做到这一点。于是你早上醒来的时候，一种新的见解就会从脑海中跳出来，帮助你解决问题（尽管这种情况不会经常发生）。在休假或入睡前的高强度思考，对激活你的大脑非常重要；否则，它就有可能去处理其他问题了。这种方式并不限于数学或科学问题，如果你最近在思考一个社交问题，你的大脑就会像解决数学和科学问题一样努力解决它。

“学会如何学习”最令我们感到欣慰的成果之一，就是收到了来自快乐学习者的信件，感谢我们为他们提供了最好的课程，或者这门课如何影响了他们的职业选择。[30] 教师也写信给我们，提到他们正在将“学会如何学习”这门课的经验融入自己的课堂中。

我们最初的目标是教授高中生和大学生“学会如何学习”，但后来发现这些人的比例不到学习这门课程总人数的1%。因为学校一直以来都被要求以“共同核心”（Common Core）测试为目标进行教学，他们没时间教学生如何学习，而后者往往对学生们的学业更有帮助。要求各个学区都采用“学会如何学习”的教学模式将是一个艰难的任务，毕竟学校的运营预算是有限的。学区也不打算修改他们的课程，把“学会如何学习”纳入大规模的教学。任何大范围的尝试都涉及课程表的调整、教师再培训和新教材的开发，这个过程相当的费时费力。但不论如何，我们都需要12岁的孩子在进入高中前接触到这项课程。芭芭拉和我针对这群读者写了一本书，希望这些年轻的学生在进入会频繁遇到数学难题的中学时期之前，就能接触到我们的技巧。[31]

与学校课程“要么太多，要么没有”的学习模式不同，慕课更像是你随时可以挑选和阅读的书：学习者们更倾向于“放养式”的学习方法，有针对性地选择符合他们迫切需求的课程。慕课原本被认为是传统教室的替代品，现在它在教育领域占据了一个互补性的位置，这与其他教学场所不同。它以独特的方式满足了学习者的需求，而传统教育方式往往做

不到这一点。例如，慕课已经被翻转课堂（flipped classes）这一教育方式所采纳，学生们可以在方便的课余时间观看选定的讲座，老师则会针对课程内容在课堂上引导学生们进行讨论。我们的教育体系是为工业时代设计的，学校所传授的知识曾经是你今后维持工作，以及作为一名有生产力的公民所需的基础知识。然而现在，学生刚一毕业，学校传授的那些知识就已经过时了。慕课直接进入家庭，是教育系统的最后一环。对Coursera进行的人口统计表明，大多数在线学习者的年龄都在25~35岁之间，他们当中超过一半的人接受过大学教育。这些都是在工作中需要新技能，并在网上进行自学的年轻人。我们的教育系统需要更多根本性的改变，让我们的大脑能够适应在经济信息领域中快速扩张的岗位技能需求。例如，通过互联网收集信息需要一些判断力和基本技能，即能够制定合适的搜索条件，并甄别错误的搜索路径。可惜的是，学校似乎没有时间教授基本的互联网操作技能，即使学生们能够从学习如何积极寻求信息，而不是被动接受课程中受益。

优达学城（Udacity）是由因自动驾驶汽车而名声大噪的塞巴斯蒂安·特隆创立的另一家制作慕课的教育机构。除了提供免费课程外，优达学城还与希望提升自身员工技能的公司开展了合作。优达学城打造了符合公司需求的慕课，员工们也有动力去学习这些课程。对于雇主、员工和优达学城来说，这是共赢。优达学城也提供了一系列专项课程，比如自动驾驶汽车技术（费用为800美元），学员学成之后可以获得纳米学位（nanodegree），如果在6个月内找不到工作还能收到全额退款。[32] [33] 传统学校之外的教育机构发展迅速，慕课可以为终身学习提供各种解决方案。

我们后续的一门慕课“思维转换：突破学习障碍并发掘你的潜能”（MindShift: Break through Obstacles to Learning and Discover Your Hidden Potential，https://www.coursera.org/learn/ mindshift/）已经于2017年4月推出。该课程是与芭芭拉·奥克利的一本新书同步推出的，[34] 基于他人的亲身经历，并使用早期的案例（包括我的）来阐明，当你想以

某种方式改变你的生活时可能会面对的各种难题。就我而言，我是从物理学转到了神经生物学领域，但在另一个案例中，一位成功的音乐会独奏家放弃了他的职业生涯，转而成为一名医生。转行这一现象已经变得越来越普遍，“思维转换”的课程设计旨在降低该过程的难度。该门课程现在在世界上最受欢迎的慕课中排名第三。

另一种成为更好的学习者的方式，是利用交互式电脑游戏。类似Lumosity这样的公司提供了在线游戏，声称可以提高玩家的记忆力和注意力。问题是，支持这种说法的研究往往凤毛麟角，或者质量不高，特别是在将培训转移到实际任务方面。但是，这一切都还处于早期阶段，更出色的研究正开始帮助我们辨别有效和无效的方法。结果往往令人大开眼界，甚至有悖直觉。

训练你的大脑

在广泛改善认知功能方面最有效的视频游戏是那些追逐僵尸，在战争中杀死坏人，以及极速赛车之类的游戏。日内瓦大学的达芙妮·芭菲莉亚（Daphne Bavelier）表示，玩《荣誉勋章：联合袭击》（*Medal of Honor: Allied Assault*）等第一人称视角的射击游戏改善了人们的感知、注意力和认知能力，尤其是视觉、多任务处理和任务转换，并且引导他们更快地制定出决策。[35] 她总结说，玩这类射击游戏可能会让年长者的大脑反应与年轻人的一样快（对于任何上了年纪的人来说都是好消息）。但是一些射击游戏也可能会有损长期记忆。[36] 每款游戏都有不同的优点和缺点，需要单独进行分析。

加州大学旧金山分校的亚当·格萨雷（Adam Gazzaley）定制了一款叫作NeuroRacer的三维视频游戏，能够提高你的多任务处理能力。有研究表明，大脑中神经调节剂的活动对于注意力、学习和记忆有着重要的作用。[37] 在NeuroRacer中，玩家沿着蜿蜒崎岖的道路驾驶汽车，同时

还要留意随机弹出的各种标志。这就要求玩家调用多种认知技能，例如注意力和任务切换能力，进行多任务处理。在测试NeuroRacer时，亚当和同事们发现，在经过训练以后，被试者的这些技能得到了显著提高，并在工作记忆和持续关注方面达到了较高的水平，然而这些并不属于训练的一部分。此外，他们的表现还优于未经训练的20岁年轻人，并且在中止训练的6个月后，这些能力依然没有消退。[38] NeuroRacer目前正在被用于临床试验，为患有注意力缺陷和记忆障碍的患者提供治疗。

1997年，尚在罗格斯的保拉·塔拉尔和尚在加州大学旧金山分校的迈克尔·梅泽尼奇（Michael Merzenich）联合创建了一家名为“Scientic Learning”的公司，为患有语言和阅读障碍（如失读症）的儿童提供帮助。语音理解取决于能否捕捉到快速的声学转换。例如，听到“ba”、“ga”或“da”之间的差异取决于音节开头的毫秒范围内的时间差异。无法检测到这些时间差异的孩子在学习中会处于劣势，因为他们无法分辨包含这些声音的词汇。要学习阅读，孩子们必须能够识别和区分单词中字母代表的简短声音。塔拉尔和梅泽尼奇开发了被称为“Fast ForWord”的一系列计算机游戏，它首先通过在音节、单词和句子中夸大声学时差来提高孩子的听觉判断、语言和阅读理解能力。随着孩子们在各种语言和阅读水平上的提高，这种时间差异会被缩短。[39] Fast ForWord在教育游戏的同类产品中得到了很高的评价，有6000所学校和超过250万名儿童使用过该系列。它们也在超过55个国家被用来帮助孩子学习英语这门第二语言。梅泽尼奇后来又开发了BrainHQ（https://www.brainhq.com），这是一款基于相似科学原理的游戏，旨在减缓老年人的认知衰退。

你还可以通过锻炼大脑来提高运动技能。加州大学河滨分校的亚伦·赛茨（Aaron Seitz）开发了一个能够改善视觉感知和反应时间的计算机程序。在使用这个程序后，棒球队队员普遍反映视力变得更好了，被三振出局的次数变少了，还创造出了更多跑垒，并在赛季的54场比赛中多赢得了4~5场比赛。[40] 赛茨开发了一款名为“UltimEyes”的廉价应用程

序，将他的研究成果对公众开放。不过联邦贸易委员会已经停止了这款游戏的传播，直到更多的研究能进一步证实他的说法。[41]

在玩考验反应时间的游戏时，某些认知技能上的提高倾向于转移到其他认知技能上。但在玩许多其他特定领域游戏，如记忆游戏时，这种转移并不存在。虽然我们设计的交互式视频游戏正在变得越来越好，能够改善我们的大脑功能，增加游戏的趣味性，还能制成应用程序，但这种转移发生的条件仍然有待研究。全球范围内认知改善的潜力不可估量。

智能商业

在2015年NIPS大会开幕式上，我穿着全美运动汽车竞赛协会（NASCAR）风格的夹克欢迎与会者，上面贴着我们所有42个赞助商的商标（见图12–9）。在巴塞罗那举行的2016年NIPS大会上，赞助商有65家，一件夹克上已经放不下了。而到了2017年，多达93家赞助商支持了在长滩举行的NIPS大会。这种爆炸性的增长迟早会结束，但它在社会上的回响可能会持续数十年。这些赞助公司派遣招聘人员参加NIPS大会，渴望聘用市场上缺乏的优秀研究人员。我的许多同事已经加入了谷歌、微软、亚马逊、苹果、Facebook、百度和其他许多初创公司。它们还从大学里抢夺人才。据塞巴斯蒂安·特隆估计，当一家像Otto或Cruise这样的自动驾驶初创公司被一家大公司收购时，相当于在每个机器学习专家身上都花费了1000万美元。[42]

2013年，谷歌收购了杰弗里·辛顿的公司DNNresearch，当时这家公司由他和他在多伦多大学的两名研究生在运营着。杰弗里·辛顿于是成了谷歌的员工。他现在可以获得比他曾在多伦多憧憬过的更庞大的计算能力，但更重要的是谷歌所拥有的海量数据。谷歌大脑（Google Brain）是杰夫·迪恩（Jeff　Dean）领导的由才华横溢的工程师和科学家

组成的杰出人才团队。迪恩设计了谷歌所有的服务都依赖的MapReduce文件系统。当你让谷歌翻译一段文字时，它现在所使用的就是迪恩的谷歌大脑团队设计的深度学习技术。当你搜索一个关键词时，深度学习会对搜索结果进行排名。当你与谷歌助手（Google Assistant）进行交谈时，它会使用深度学习来识别你的话。随着与你的对话进行得更加流畅，它将使用深度学习为你提供更好的服务。谷歌已经在全力地钻研深度学习。其他高科技行业也一样，但这只是一个开始。



图12-9 我在2015年蒙特利尔NIPS大会上的穿着，一件“全美运动汽车竞赛协会”风格的夹克。会议的赞助商五花八门，从顶级互联网公司到金融和媒体公司，它们都在深度学习领域进行了投资。图片来源：NIPS基金会。

美国在人工智能方面正在失去领先地位，在你阅读这本书的时候，其他国家可能已经超越了我们。多伦多矢量研究所（The Vector Institute

in Toronto）于 2017年3月启动，加拿大政府和安大略省政府，多伦多大学以及私营企业对其提供了1.75亿加元的资金支持。[43] 矢量研究所的目标是成为世界领先的人工智能研究中心，培养最多的机器学习领域的博士和硕士毕业生，并成为推动多伦多市，安大略省乃至整个加拿大经济发展的AI超级集群的引擎。但加拿大将面临来自中国的激烈竞争，中国正在培训数千名机器学习领域的工程师，神经形态计算是其“大脑项目”的两翼之一。受2017年AlphaGo击败柯洁事件的影响——类似1957年苏联制造的人造卫星对美国的影响，中国已经启动了一项新的价值数十亿美元的人工智能计划，包括雄心勃勃的项目、初创企业和学术研究，目的是到2030年在世界范围内占据重要地位。[44] 由于其拥有大量的医疗和个人数据，而且普通民众对隐私的关注相比西方民主国家要少得多，中国可以超越其他那些将私人数据保留在私有孤岛中的国家。中国还将农业和制造业作为数据收集的对象。谁拥有最多的数据，谁就是赢家，中国在数据上的资本实力相当雄厚。

中国也希望“将人工智能集成到导弹中，甚至预测犯罪行为”。[45] 而与此同时，美国的政治领导人正计划削减科学和技术资金。在20世纪60年代，美国在太空竞赛中投入了1000亿美元（该数字针对通货膨胀进行了调整），[46] 创造了卫星产业，使美国在微电子和材料领域处于领先地位，并在科学和技术的国家实力上做出了政治宣言。当时的投资至今仍在发挥功效。微电子和先进材料是美国仍然具有竞争力的少数几个行业之一。中国在AI竞争方面的大量投资，可能会让它在21世纪的几个关键行业中处于领先地位。这一形势对我们来说是一种警醒。

人工智能正在加速“无形的”信息经济。经济产出的衡量标准是国内生产总值（GDP），即所有商品和服务的总价值。这项指标是为工业经济设计的，其主要产品和服务是有形的，例如食品、汽车和医疗保健。但是，信息公司中越来越多的价值并不是以这些实体产品进行衡量的。例如，微软拥有的建筑和设备价值为10亿美元，仅占其市场价值的1%。[47] 其余价值则是基于软件和微软程序员的专业知识。你愿意为

在智能手机上下载的信息出个什么价钱？我们需要一种考虑到各种形式信息价值的新指标，即国内无形资产总值（Gross Domestic Intangibles，简称GDI），以强化GDP来衡量生产率。[48]

目前人工智能的应用还是基于30年前完成的基础研究。30年后的应用将取决于当前正在进行的基础研究，但最优秀和最聪明的研究人员正在为工业界工作，并专注于近期的产品和服务。平衡这一人才流动趋势的是，最聪明最优质的学生现在都进入了机器学习领域。而在上一代人中，类似的人才会进入投资银行业。

在思考人工智能的未来时，我们需要保持目光长远，因为我们远没有具备达到人类智能水平所需的计算能力。现在，深度学习网络拥有数百万个单元和数十亿个权重。这比人类大脑皮层中的神经元和突触的数量还要少1万倍——人类1立方毫米的皮层组织就包含了10亿个突触。如果世界上的所有传感器都连接到互联网，并通过深度学习网络相互连接，那么有一天，互联网可能会醒来并主动说出：

“Hello，world!”（你好，世界！）[49]

---

[1] Kaggle网站拥有数百万名数据科学家，他们互相竞争，凭借最佳表现赢得奖项。Cade Metz, “Uncle Sam Wants Your Deep Neural Networks,” New York Times,June 22, 2017, https://www.nytimes.com/2017/06/22/technology/homelandsecurity-artificial-intelligence-neural-network.html.

[2] 我的演讲视频“Cognitive Computing: Past and Present”可以在网上找到：https://www.youtube.com/watch?v=0BDMQuphd-Q。

[3] 参阅Jen Clark, “The Countdown to IBM’s IoT, Munich,” IBM Internet of Things(blog), posted February 8, 2017. https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/countdown-ibms-iot-hq-munich/。

[4] BRAIN的报告提出了建议，并为创新型技术确定了优先事项，以协助推动我们对神经回路和行为的理解：BRAIN Working Group, BRAIN 2025: A Scientific Vision, Report to the Advisory Committee to the Director, NIH (Bethesda, MD:National Institutes of Health, June 5, 2014), https://www.braininitiative.nih.gov/pdf/BRAIN2025_508C.pdf。

[5] 参阅K. S. Kosik, T. J. Sejnowski, M. E. Raichle, A. Ciechanover, and D. A.Baltimore, “A

Path toward Understanding Neurodegeneration," *Science* 353, no.6302 (2016): 872–873。

[6] 在2002年的科幻电影《少数派报告》中，由汤姆·克鲁斯饰演的男主角通过非法的眼移植避免了政府的追踪。

[7] 参阅Nandan Nilekani and Viral Shah, Rebooting India: Realizing a Billion Aspirations. (Gurgaon: Penguin Books India. 2015)。

[8] Nandan Nilekani, as quoted in Andrew Hill, "Nandan Nilekani, Infosys, on Rebooting India," *Financial Times* , January 22, 2017, https://www.ft.com/content/058c4b48-d43c-11e6-9341-7393bb2e1b51?mhq5j=e1.

[9] 参阅M. Gymrek, A. I. McGuire, D. Golan, E. Halperin, and Y. Erlich, "Identifying Personal Genomes by Surname Inference," *Science* . 339, no. 6117 (2013): 321–324。

[10] 参阅M. Wilson, "Six Views of Embodied Cognition," *Psychonomic Bulletin &Review* 9, no. 4 (2002): 625–636。

[11] P. Ruvolo, D. Messinger, and J. Movellan, "Infants Time Their Smiles to Make Their Moms Smile," *PLoS One* 10, no. 9 (2015): e0136492.

[12] Abigail Tucker, "Robot Babies," *Smithsonian Magazine* , July 2009, https://www.smithsonianmag.com/science-nature/robot-babies-30075698/; Tiffany Fox, "Machine Perception Lab Seeks to Improve Robot Teacher with Intelligent Tutoring Systems," UCSanDiego News Center, July 30, 2008, http://ucsdnews.ucsd.edu/newsrel/general/07-08RobotTeachers.asp. 还可参阅F. Tanaka, A.Cicourel, and J. R. Movellan, "Socialization between Toddlers and Robots at an Early Childhood Education Center," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104, no. 46 (2008): 17954–17958。

[13] "Conserve Elephants. They Hold a Scientific Mirror Up to Humans," *Economist* ,June 17, 2017, 72–74. http://www.economist.com/news/science-andtechnology/21723394-biology-and-conservation-elephants-conserve-elephantsthey-hold.

[14] 参阅R. A. Brooks, "Elephants Don't Play Chess," Robotics and Autonomous Systems 6, no. 1 (1990): 3–15.

[15] Diego San由Kokoro Co. 在日本打造，后缀"san"（先生）在日语中是一个尊称。

[16] 参考YouTube视频"Diego Installed," https://www.youtube.com/watch?v= knRy DcnUc4U。机器人的脸部由大卫·汉森和Hanson Robotics公司打造。

[17] 参阅Paul Ekman, Thomas S. Huang, and Terrence J. Sejnowski, eds., Final Report to NSF of the Planning Workshop on Facial Expression Understanding July 30–August 1, 1992, http://papers.cnl.salk.edu/PDFs/Final%20Report%20 To%20NSF%20of%20the%20Planning%20Workshop%20on%20Facial%20 Expression%20 Understanding%201992-4182.pdf。

[18] 参阅J. Gottman, R. Levenson, and E. Woodin,“Facial Expressions during Marital Conflict,” Journal of Family Communication 1, no. 1 (2001): 37–57.

[19] 参阅F. Donato, M. Stewart Bartlett, J. C. Hager, P. Ekman, and T. J. Sejnowski,“Classifying Facial Actions,” *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 21, no. 10 (1999): 974–989。

[20] 参阅G. Littlewort, J. Whitehill, T. Wu, I. Fasel, M. Frank, J. Movellan, and M. Bartlett, “The Computer Expression Recognition Toolbox (CERT),” 2011 IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition,Santa Barbara, California. http://mplab.ucsd.edu/wp-content/uploads/2011LittlewortEtAl-FG-CERT.pdf。

[21] 焦点小组也称焦点团体、焦点群众，就某一议题，通过采访一个群体以获取其观点和评价。——译者注

[22] 参阅A. N. Meltzoff, P. K. Kuhl, J. Movellan, and T. J. Sejnowski, “Foundations for a New Science of Learning,” Science 325, no. 5938 (2009): 284–288。

[23] 参阅A. A. Benasich, N. A. Choudhury, T. Realpe-Bonilla, and C. P. Roesler,“Plasticity in Developing Brain: Active Auditory Exposure Impacts Prelinguistic Acoustic Mapping,” Journal of Neuroscience 34, no. 40 (2014): 13349–13363。

[24] 参阅J. Whitehill, Z. Serpell, Y. Lin, A. Foster, and J. R. Movellan, “The Faces of Engagement: Automatic Recognition of Student Engagement from Facial Expressions,” *IEEE Transactions on Affective Computing* 5, no. 1 (2014): 86–98。使用机器学习来自动记录学生面部表情的工作离不开团队的努力，该团队成员还包括Gwen Littlewort、Linda Salamanca、Aysha Foster和Judy Reilly。

[25] 参阅R. V. Lindsey, J. D. Shroyer, H. Pashler, and M. C. Mozer, “Improving Students’ Long-Term Knowledge Retention through Personalized Review,”Psychological Science 25, no. 3 (2014): 630–647。

[26] B. A. Rogowsky, B. M. Calhoun, and P. Tallal, “Matching Learning Style to Instructional Method: Effects on Comprehension,” *Journal of Educational Psychology* 107, no. 1 (2015): 64–78. 关于这一主题的研讨会视频：https://www.youtube.com/watch?v=p-WEcSFdoMw。

[27] International Convention on the Science of Learning (Science of Learning: How can it make a difference? Connecting Interdisciplinary Research on Learning to Practice and Policy in Education) Shanghai, 1-6 March 2014 Summary Report.https://www.oecd.org/edu/ceri/International-Convention-on-the-Science-ofLearning-1-6-March-2014-Summary-Report.pdf.

[28] 参阅B. Bloom, “The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring,” *Educational Researcher* 13, no.6 (1984): 4–16。

[29] John Markoff, “Virtual and Artificial, but 58,000 Want Course,” *New York Times*, August 15, 2011, http://www.nytimes.com/2011/08/16/science/16stanford. html.

[30] 我最喜欢的一封信，来自一个五年级的学生：

2015年2月2日

亲爱的教授们，我参加了期末考试，考得很好。我在读五年级。我妈妈正在浏览Coursera上的课程，我恳求她让我加入。她为我选择了这门课程，我对此很感激。我从来不知道教授们如此机智，整个课程都很有趣。当然，我必须借助词典来查询课程中使用的科学术语，但这是一个很好的学习体验。通过使用呼吸法，我学会了克服进入考场时的胃部不适。真的很管用！

现在我已经学会了将考试看作了解我学到并记住了多少东西的工具。我喜欢番茄工作法。我的妈妈在整个过程中都在扮演反面角色。她的大脑里塞满了视频讲座（她只顾着狂热地看视频），没有进行适度的休息，甚至在我参加期末考试的前一天晚上都没有睡觉。虽然她比我聪明，但她做得不好。我很惊讶，简单的技巧就能帮助我得到更高的分数，而且没有任何考试的压力。

非常感谢，教授们。我希望你们能推出本课程的第二部分。

周一快乐。

苏珊

[31] Barbara Oakley and Terrence Sejnowski, *Learning How to Learn: How to Succeed in School Without Spending All Your Time Studying; A Guide for Kids and Teens* (New York: Tarcher Perigee, Penguin Books, August 7, 2018).

[32] 作者指的是升级版的纳米学位（Nanodegree Plus）。近期优达学城的课程政策出现变动，费用有所上调，并于2017年12月5日起不再提供升级版的纳米学位项目。——译者注

[33] “Udacity’s Sebastian Thrun: ‘Silicon Valley has an obligation to reach out to all of the world,’” Financial Times, November 15, 2017. https://www.ft.com/content/51c47f88-b278-11e7-8007-554f9eaa90ba/.

[34] Barbara Oakley, *Mindshift: Break through Obstacles to Learning and Discover Your Hidden Potential* (New York: Penguin Random House, 2017).

[35] 参阅D. Bavelier and C. S. Green, “The Brain-Boosting Power of Video Games,”*Scientific American* 315, no 1 (2016): 26–31。

[36] G. L. West, K. Konishi, and V. D. Bohbot, “Video Games and HippocampusDependent Learning,” *Current Directions in Psychological Science* 26. no. 2(2017):152– 158.

[37] J. A. Anguera, J. Boccanfuso, J. L. Rintoul, O. Al-Hashimi, F. Faraji, J. Janowich,et al., “Video Game Training Enhances Cognitive Control in Older Adults,” *Nature* 501, no. 7465 (2013): 97–101.

[38] J. A. Anguera, J. Boccanfuso, J. L. Rintoul, O. Al-Hashimi, F. Faraji, J. Janowich,et al., “Video Game Training Enhances Cognitive Control in Older Adults,” *Nature* 501, no. 7465 (2013): 97–101.

[39] 参阅IES: What Works Clearinghouse, *Beginning Reading Intervention Report:Fast ForWord*

(Washington, DC: U.S. Department of Education, Institute of Education Sciences, 2013). https://ies.ed.gov/ncee/wwc/Docs/InterventionReports/wwc_ffw_031913.pdf。

[40] 参阅J. Deveau, D. J. Ozer, and A. R. Seitz “Improved Vision and On-Field Performance in Baseball through Perceptual Learning,” *Current Biology* 24, no. 4(2014): R146–147。

[41] 参阅Federal Trade Commission press release “FTC Charges Marketers of ‘Vision Improvement’ App with Deceptive Claims,” September 17, 2015, https://www.ftc.gov/news-events/press-releases/2015/09/ftc-charges-marketers-visionimprovement-app-deceptive-claims/。赛茨（Seitz）的科学研究质量很高，已经发表在同行评审的心理学期刊上，但联邦贸易委员会（FTC）希望他能进行随机对照试验，类似用于测试药物疗效的试验。这是一项昂贵的工作，对于一个小型的创业公司来说不太现实。

[42] Johana Bhuiyan, “Ex-Google Sebastian Thrun Says That the Going Rate for SelfDriving Talent Is $10 Million per Person,” *Recode* , September 17, 2016. https://www.recode.net/2016/9/17/12943214/sebastian-thrun-self-driving-talent-pool.

[43] 杰弗里·辛顿是Vector Institute的首席科学指导。参阅http://vectorinstitute.ai/。

[44] Paul Mozur and John Markoff, “Is China Outsmarting America in A.I.?” *New York Times* , May 27, 2017, https://www.nytimes.com/2017/05/27/technology/chinaus-ai-artificial-intelligence.html.

[45] Paul Mozur, “Beijing Wants A.I. to Be Made in China by 2030,” *New York Times* ,July 20, 2017. https://www.nytimes.com/2017/07/20/business/china-artificialintelligence.html.

[46] 参阅Mike Wall, “JFK’s ‘Moon Speech’ Still Resonates 50 Years Later,” *Space.com* (blog), posted September 12, 2012, https://www.space.com/17547-jfk-moonspeech-50years-anniversary.html. 1962年9月12日，美国总统约翰·肯尼迪在休斯敦的莱斯大学发表了演讲“我们选择飞向月球”。50多年后，该演讲仍然令人心潮澎湃，让我们不由得回忆起他领导的年代。参看 https://www.youtube.com/watch?v=WZyRbnpGyzQ/. 1969年7月20日，当宇航员尼尔·阿姆斯特朗登上月球时，美国国家航空航天局（NASA）工程师的平均年龄为26岁；1962年，这些工程师还在学校的时候受到了肯尼迪这番讲话的鼓舞。

[47] J.Haskel and S. Westlake, Capitalism without Capital: The Rise of the Intangible Economy (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2017), 4.

[48] W. Brian Arthur, “The second economy?” *McKinsey Quarterly* October, 2011.https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/ourinsights/the-second-economy/.

[49] “Hello, world!”是一个样例程序的测试信息，来自Brain Kernighan和Dennis Ritchie的经典教材“*The C Programming Language”* (Englewood Cliffs, NJ:Prentice Hall, 1978)。

13
算法驱动

2016年6月，在新加坡南洋理工大学举办的21世纪科学挑战大会上，我参与了为期一周的讨论。讨论的话题范围很广，从宇宙论、进化论到科学政策。[1] W. 布赖恩·阿瑟（W. Brian Arthur）是一个对技术很感兴趣的经济学家，[2] 他指出，在过去，技术是由物理定律驱动的：20世纪，我们试图用微分方程和连续变量的数学原理去理解物理世界，这些变量在时间和空间上平滑地变化。相比之下，今天的技术是由算法驱动的：在21世纪，我们试图通过离散数学和算法来理解计算机科学和生物学复杂的本质。阿瑟是新墨西哥州圣塔菲研究所（the Santa Fe Institute）的教员，该机构是20世纪涌现出的许多研究复杂系统的中心之一。[3]

算法无处不在。我们每次使用谷歌搜索时都使用了算法。[4] 每次在Facebook上阅读的新闻推送也都经过了算法的自动筛选，这些新的推送参考了我们的阅读历史记录，会影响我们情绪的反应。[5] 随着经过深度学习训练的语音识别和自然语言能力被嵌入我们的手机中，算法正在以越来越快的速度侵入我们的生活。

算法是在执行计算或解决问题时，遵循一组包含离散步骤或规则的过程。“算法”（algorithm）这个词来源于拉丁文“algorismus”，以9世纪的波斯数学家al-Khwarizmi的名字命名，在17世纪受到希腊语中“arithmos”（意为“数字”）这个词的影响，最终由“algorism”转变为“algorithm”。算法虽然有着古老的起源，但其地位直到最近才通过数字计算机提升到了科学和工程领域的前沿。

用算法把复杂问题简单化

20世纪80年代，解决复杂度问题的新方法开始萌芽，其目标是寻找新的途径来理解在生物体中发现的系统，这些系统比物理和化学系统还要复杂。与遵循艾萨克·牛顿运动定律的火箭运动的简单性不同，并没有一种简易的方式来描述树木如何生长。于是，计算机算法被一大群传奇的先驱用来探索这些古老的生命体问题。

斯图尔特·考夫曼（Stuart Kauffman）是一名医生，对基因网络很感兴趣。基因网络中被称为“转录因子”的蛋白质能定位基因，并影响它们是否被激活。[6] 他的模型是自组织的，基于二元单元网络，这个网络和神经网络在某些方面很相似，但速度要慢得多。克里斯托弗·兰顿（Christopher Langton）在20世纪80年代后期创造了“人造生命”这个术语，[7] 由此引发了一系列的尝试，旨在理解活细胞的复杂性和复杂行为形成发展的原理。尽管我们在细胞生物学和分子遗传学方面所取得的进展，已经能够揭示细胞内分子机制高度演化的复杂性，但生命的奥秘对我们来说仍然是个不解之谜。

算法为创造出比现有世界更为复杂的世界提供了新的机会。事实上，20世纪发现的算法确实让我们重新思考了复杂性的本质。20世纪80年代的神经网络革命，就是由类似的理解大脑复杂性的尝试所驱动的。虽然我们的神经网络模型比大脑的神经回路简单得多，但我们开发的学习算法使得探索一般原理成为可能，例如信息在大量神经元中的分布原理。不过，网络功能的复杂性是如何由相对简单的学习规则产生的呢？是否存在一种更简单的系统，既体现了复杂性，又更易于分析呢？

理解、分析复杂系统

另一个以科学的严肃态度对待复杂性的传奇人物是斯蒂芬·沃尔夫

勒姆（见图13–1）。他年轻时是个神童，20岁就从加州理工学院获得了物理学博士学位，创造了该学位最年轻毕业生的纪录，并于1986年在伊利诺伊大学成立了复杂系统研究中心。沃尔夫勒姆认为神经网络过于复杂，于是决定转变研究方向，开始探索细胞自动机。

细胞自动机通常只有少数几个随时间变化的离散值，这取决于其他细胞的状态。最简单的一种细胞自动机，是一组一维的细胞阵列，每个细胞的值为0或1（见方框13.1）。“生命的游戏”（Game of Life）也许是最著名的细胞自动机了，它是由普林斯顿大学的数学教授约翰·康威（John Conway）在1968年发明的，并由马丁·加德纳（Martin Gardner）通过他在杂志《科学美国人》（*Scientific American* ）的“数学游戏”专栏中推广开来（见图13–2）。整个空间是一个二维的细胞阵列，细胞只有“开”或“关”的状态，对规则的更新仅取决于4个最近的相邻细胞。在每个时间步骤中，所有细胞的状态都会更新。阵列中会生成复杂的模式，其中一些模式还有自己的名字，例如“滑翔机”，它会横跨阵列并与其他模式发生碰撞。初始条件对于找到显示复杂模式的配置至关重要。



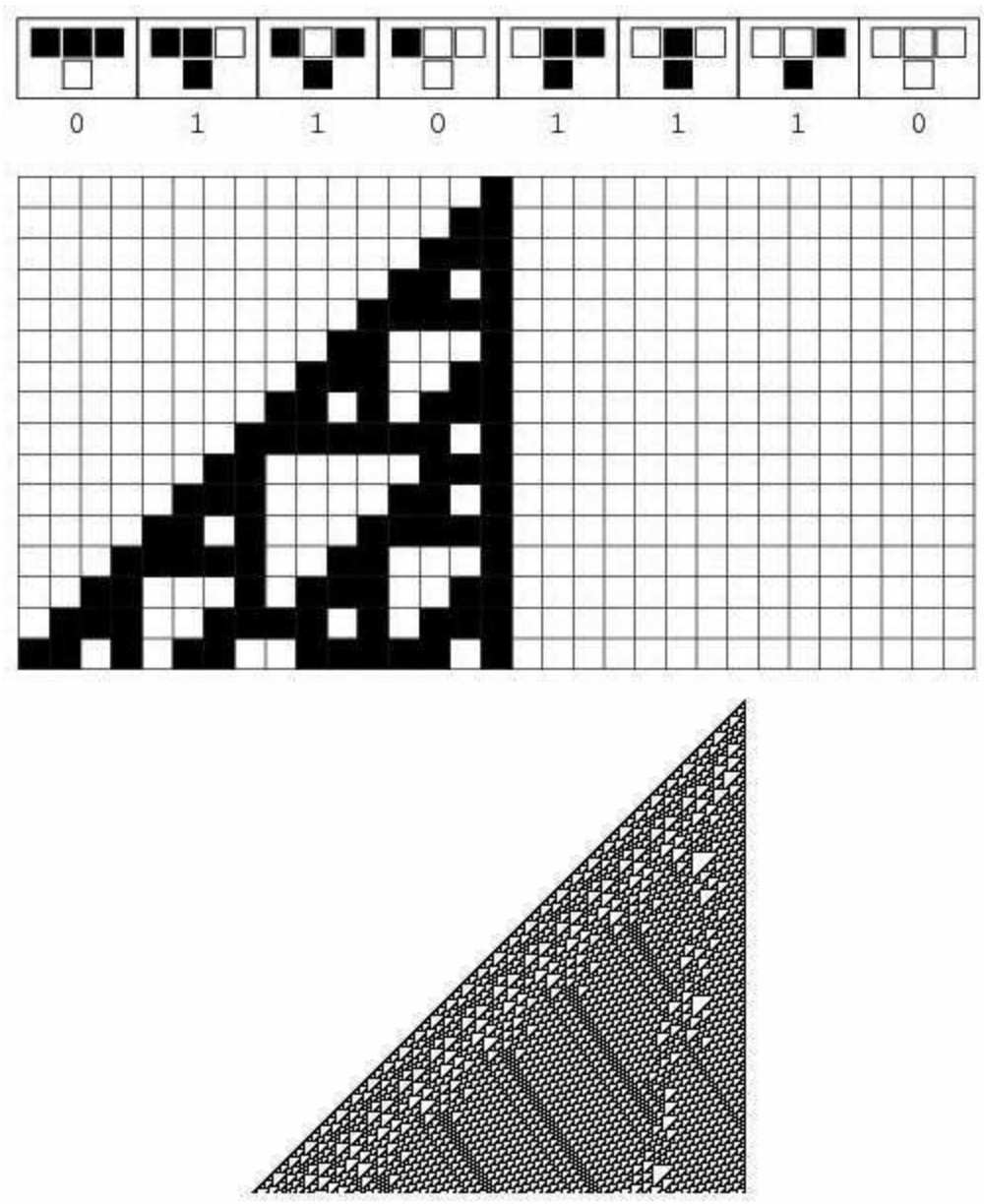
图13–1 斯蒂芬·沃尔夫勒姆在他位于马萨诸塞州康科德的家中，站在由算法生成的地板上。沃

尔夫勒姆是复杂性理论的先驱，他曾经提出，即使是简单的程序也会生成现实级别的复杂性。图片来源：斯蒂芬·沃尔夫勒姆。

生成复杂系统的规则有多普遍呢？沃尔夫勒姆想要了解可能导致复杂行为的最简单的细胞自动机规则，于是他开始从所有规则中寻找。规则0~29产生的模式总是会回归枯燥的行为：所有的细胞都会以重复模式或嵌套分形模式结束。但是，规则30产生了展开模式，规则110不断变化并演变出了复杂模式（见方框13.1）。[8] 最终证明，规则110能够实现通用计算；也就是说，所有可能的细胞自动机中，最简单的一些已经具备了可以计算任何可计算函数的图灵机的能力，所以它在原则上与任何计算机一样强大。

13.1

细胞自动机



规则110。细胞自动机的运行规则是：细胞的颜色依据自身和直接相邻的细胞的颜色而改变。例如，对于图片顶部3个细胞的黑色和白色的8种可能组合，规则110指定了其下方细胞的颜色。这条规则的演变能够每次对一行细胞进行更新，从第一行的单个黑色细胞开始，更新15次后，就产生了中间的那幅图，而更新了250次后，则产生了底部的那幅图。简单的初始条件演变成了一个无限延续的非常复杂的模式。这其中的复杂性来自哪里？想了解更多细节，请参

阅：http://mathworld.wolfram.com/Rule110.html。

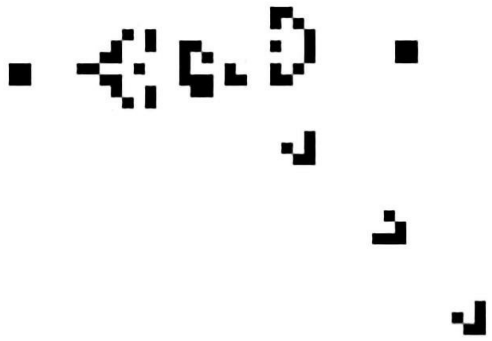


图13-2 生命的游戏。一个Gosper滑翔机枪（图片顶部）的快照，它发出一系列按对角线飞行的滑翔机图标，从“母船”（顶部）飞往右下角。图片来自维基百科：Gun（cellular automaton），有一个滑翔机枪运动的GIF动画。

该发现的一个意义在于，我们在生命体中发现的显著复杂性，可以通过对分子间化学相互作用的最简空间进行采样，从而实现演化。而演化过程中出现的复杂的分子组合，应该是能够预料到的，不应该被当作是什么奇迹。但细胞自动机可能不是早期生命的优秀模型，究竟哪些简单的化学系统能够产生复杂的分子结构，仍然是一个悬而未决的问题。[9] 也许只有特殊的生物化学系统才有这种特性，这有助于减少可能产生生命的潜在相互作用种类的数量。

生命的一个重要特性，是细胞的自我复制能力。匈牙利裔美国数学家约翰·冯·诺依曼，曾经于20世纪40年代在普林斯顿高级研究所使用细胞自动机探索过这种能力。冯·诺依曼的工作对数学的许多领域都产生了重大影响，特别是他关于博弈论的开创性工作（在第1章中提到过）。在寻找可以完全自我复制的最简单的细胞自动机过程中，冯·诺依曼发现了一个复杂的细胞自动机，具有29个内部状态和一个大型的记忆体，可以实现自我复制。[10] 该发现具有重大的生物学意义，因为能够自我复制的细胞中，也有许多内部状态和记忆以DNA的形式存在。从那以后，更简单的、能够自我复制的细胞自动机陆续被发现。

大脑的逻辑深度

1943年，沃伦·麦卡洛克（Warren McCulloch）和沃尔特·皮茨（Walter Pitts）证明了，用类似感知器的简单二进制阈值单元构建一台数字计算机是可行的，只要将感知器按照计算机的基本逻辑门那样连接起来就可以了。[11] 我们现在知道，大脑有模拟和数字的混合特性，它们的神经回路通常不计算逻辑函数。但是麦卡洛克和皮茨于1943年发表的论文在当时受到了很多关注，特别是启发了冯·诺依曼对计算机的思考。他创建了第一批有存储程序的数字计算机，这对于当时的数学家来说是一个很不寻常的项目，尽管当冯·诺依曼于1957年去世时，高级研究所并没有继续他的研究，还销毁了他的计算机。[12]

冯·诺依曼对大脑也非常感兴趣。1956年，作为耶鲁大学举办的西利曼（Silliman）讲座嘉宾，[13] 他在讲座中思考了大脑如何用这种不可靠的组件进行可靠操作的问题。当数字计算机中的晶体管出现错误时，整个计算机可能就会崩溃，但是当大脑中的某个神经元失灵时，大脑的其他部分却会适应这种失灵，并照常工作。冯·诺依曼认为，冗余（redundancy）可能是大脑能够稳定运转的原因，因为每一个操作都有许多神经元参与。冗余在传统上是基于备份的，以防主系统出现故障。但我们现在知道，大脑的冗余是基于多样性，而不是重复。冯·诺依曼对逻辑深度也表示了担忧：在累计误差破坏结果之前，大脑可以完成多少逻辑步骤？与可以完美地执行每个逻辑步骤的计算机不同，大脑具有许多噪声源。一个大脑可能达不到完美的程度，但是因为它有许多神经元并行工作，所以每一步能够完成的计算都比一台计算机进行一次计算所能完成的要多得多，因而逻辑深度也要浅一些。

尝试所有可能的策略

想象一下充满了所有可能算法的空间。这个空间中的每一点都是一个算法，可以做某件事，而且其中一些算法是非常有用且高效的。过去，这些算法是由数学家和计算机科学家们手工创造的，就像行会里的工匠那样。斯蒂芬·沃尔夫勒姆通过穷举搜索（exhaustive search）对搜寻细胞自动机算法的过程进行了自动化，从最简单的自动机开始，其中一些产生了高度复杂的模式。沃尔夫勒姆定律（Wolfram'slaw）是对这种见解的一个总结。该定律指出，你不必在算法空间中搜索很长一段路径，就可以找到一种能解决一类有趣问题的算法。这就像使用机器人程序在互联网上玩类似《星际争霸》的游戏一样，尝试所有可能的策略。根据沃尔夫勒姆定律，算法空间中应该有大量算法可以赢得游戏。

沃尔夫勒姆专注于细胞自动机的空间，这是所有可能算法空间中一个小的子空间。但是，如果细胞自动机是非典型算法，比其他类算法更具有普遍性呢？我们现在已经在神经网络空间中确认了沃尔夫勒姆定律。每个深度学习网络都是通过学习算法找到的，该算法是一种发现新算法的元算法。对于大型网络和大量数据，从不同的起始状态学习可以产生如星系般庞大的网络数量，它们在解决问题上都能达到相同效果。这就产生了一个问题，即是否存在一种比梯度下降更快的方法能够找到算法空间的区域。梯度下降这种方法速度慢，还需要使用大量的数据。有一个暗示揭示了这种可能性，即每个生物种类，都是由生命算法空间中的一个点附近的变体DNA序列创建的个体云。自然界通过自然选择设法从一个"个体云"跳跃到另一个云，这种跳跃式过程被称为"间断性平衡"（punctuated equilibria）[14]，同时每个物种也经历着随机突变的局部搜索。遗传算法被设计用来进行这样的跳跃，大致是基于自然界如何演化出新的有机体[15]。我们需要用数学来描述这些算法云。可谁知道算法的空间是什么样子呢？还有很多我们尚未发现的算法"星系"，但我们可以通过自动探索的方式来找到这些星系——终极边境。

我实验室的博士后研究员克劳斯·施蒂费尔（Klaus Stiefel）跟进了这一过程中的一个简单例子。他在2007年使用了一种算法，在计算机中

生成了具有复杂的树突树（dendritic trees）的模型神经元。[16] 树突就像天线一样从其他神经元收集输入。可能的树突树的空间是巨大的，而施蒂费尔的目标是指定所需的功能，并在树突树的空间中搜索能够计算出该功能的模型神经元。一个有效的功能是决定输入放电尖峰的到达顺序：当一个特定的输入在另一个输入之前到达时，神经元应该输出一个放电尖峰，但是如果该输入随后到达，神经元应该保持沉默。这种模型神经元是通过使用遗传算法搜索所有可能的树突树发现的，且该解决方案看起来就像皮层锥体神经元，一个突触位于底部的薄树突（基底树突），另一个突触位于神经元顶部的厚树突（顶树突；见图14–6）。这也许解释了为什么锥体细胞有顶端和基底的树突。如果没有对所有可能突触的空间进行深入搜索，我们可能就无法将这种结构和上述功能联系起来。通过从其他功能开始重复此搜索，可以自动编译以树突形状列出相应功能的目录，并且当发现新的神经元时，可以在目录中通过其树突形状查找其潜在的功能。

斯蒂芬·沃尔夫勒姆离开学术界后创立了沃尔夫勒姆研究所，后者开发了Mathematica程序，该程序支持大量的数学结构，并被广泛应用于实际。Mathematica是用沃尔夫勒姆语言编写的，这是一种通用的融合多种范式的编程语言。该语言也为沃尔夫勒姆阿尔法（Wolfram Alpha）提供支持，它是第一个实用的、基于符号方法的关于大千世界的问答系统。[17] 学术领域的货币，是发表的文章。如果你是一个自立的绅士派科学家，你就有能力绕过简短的文章，出版有足够空间来彻底探索新领域的书籍。这是多个世纪以来的常态，只有富人或富人赞助的学者，才有条件成为科学家。

沃尔夫勒姆在2002年写了《一种新的科学》（*A New Kind of Science*）一书。[18] 该书重5.6磅，长达1280页，其中有348页记录了相当于100份新科学论文的附录。这本书被媒体大肆宣传，但引发了复杂系统界褒贬不一的评论，其中一些人认为其中并没有完整地引用他们的工作。这种反对意见并没有抓住此书的要点，即把以前的工作置于新的语

境下。卡尔·林奈（Carolus Linnaeus）开发了一种现代化的植物和动物分类法，即“二名法”（Binomial Nomenclature），如大肠杆菌（Escherichia coli）。该命名法是达尔文进化论的重要先导，为早期的分类学做了铺垫。沃尔夫勒姆开辟的这一研究方向在新一代研究人员中已经有了一批追随者。

在20世纪80年代，沃尔夫勒姆对神经网络可能对现实世界产生的影响表示怀疑，而且事实上，这些神经网络在之后30年的确没有产生太大的影响。然而，过去5年的进步已经改变了这一点：沃尔夫勒姆和其他许多研究人员承认他们低估了网络的成就。[19] 但是谁能预测神经网络的性能会扩展到什么程度呢？支持Mathematica的沃尔夫勒姆语言现在也支持深度学习应用，其中一个应用，是最早对图像中的对象提供在线识别技术的应用程序。[20]

是斯蒂芬把我介绍给了比阿特丽斯·哥伦布。1987年我去圣迭戈时，比阿特丽斯正在加州大学圣迭戈分校攻读博士学位。他打电话说，他的朋友比阿特丽斯会参加我的PDP讲座（之后又分别给我们打电话询问事情的进展）。几年后，我搬到圣迭戈，后来又和比阿特丽斯订了婚。1990年我们在加州理工学院举行完婚礼后，去了贝克曼礼堂参加了一个婚礼研讨会，比阿特丽斯身着婚纱，发表了一个演讲——《婚姻：理论与实践》（Marriage: Theory and Practice）。斯蒂芬自信满满，不无骄傲地介绍了他当时是如何介绍我们认识的。不过比阿特丽斯提出，如果他想邀功，也必须承担相应的责任，对此，他谨慎地表示了反对。

---

[1] “21世纪科学挑战大会”上讨论者的演讲视频可以在这里找到：https://www.youtube.com/results?search_query=Grand+Challenges++for+Science+in+the+21st+Century。

[2] 参阅W. Brian Arthur, *The Nature of Technology: What It Is and How It Evolves* (New York: Free Press, 2009)。

[3] George A. Cowan, *Manhattan Project to the Santa Fe Institute: The Memoirs of George A. Cowan* (Albuquerque: University of New Mexico Press, 2010).

[4] 谷歌的PageRank算法是谷歌创始人拉里·佩奇（Larry Page）和谢尔盖·布林（Sergey Brin）发明的，它使用连接到网页的链接数目，依据其在互联网上的重要性来对网页进行排序。该算法已经被演化成了许多算法层来应对搜索偏见。

[5] A. D. I. Kramer, J. E. Guillory, and J. T. Hancock, "Experimental Evidence of Massive-Scale Emotional Contagion through Social Networks," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111, no. 24 (2014):8788–8790.

[6] Stuart Kauffman, *The Origins of Order: Self Organization and Selection in Evolution* (New York: Oxford University Press, 1993).

[7] Christopher G. Langton, ed., *Artificial Life: An Overview* (Cambridge, MA: MIT Press, 1995).

[8] Stephen Wolfram, *A New Kind of Science* (Champaign, IL: Wolfram Media, 2002).

[9] National Research Council, *The Limits of Organic Life in Planetary Systems* (Washington, DC: National Academies Press, 2007), chap. 5, "Origin of Life,"53–68. https://www.nap.edu/read/11919/chapter/7.

[10] Von Neumann, J. and A. W. Burks, *Theory of Self-Reproducing Automata* . (Urbana,IL: University of Illinois Press, 1966). 也可参阅维基百科：Von "Neumann universal constructor."

[11] W. S. McCulloch, and W. H. Pitts, "A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity," *Bulletin of Mathematical Biophysics* 5 (1943): 115–133.

[12] 这台电脑被命名为"JOHNNIAC"，以呼应另一台名叫"ENIAC"的早期数字计算机。

[13] 他为这些讲座准备的材料后来催生了冯·诺依曼的著作《计算机与大脑》（*The Computer and the Brain* ） (New Haven: Yale University Press, 1958).

[14] Stephen Jay Gould and Niles Eldredge, "Punctuated Equilibria: The Tempo And Mode Of Evolution Reconsidered." *Paleobiology* 3, no. 2 (1977): 115–151, 145;John Lyne and Henry Howe, "Punctuated Equilibria': Rhetorical Dynamics of a Scientific Controversy," *Quarterly Journal of Speech* , 72, no. 2 (1986): 132–147.doi:10.1080/00335638609383764.

[15] John H. Holland, *Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence* (Cambridge, MA: MIT Press, 1992).

[16] K. M. Stiefel and T. J. Sejnowski, "Mapping Function onto Neuronal Morphology,"*Journal of Neurophysiology* 98, no. 1 (2007): 513–526.

[17] 参阅Wolfram Alpha computational knowledge engine website, https://www.wolframalpha.com/。

[18] Stephen Wolfram, *A New Kind of Science* (Champaign, IL: Wolfram Media, 2002).

[19] 有一篇关于沃尔夫勒姆思想演变的文章很有趣，可以参阅Stephen Wolfram,"A New Kind of Science: A 15-Year View," *Stephen Wolfram Blog* , posted May 16, 2017. http://blog.stephenwolfram.com/2017/05/a-new-kind-of-science-a-15year-view/。

[20] 参阅Stephen Wolfram, “Wolfram Language Artificial Intelligence: The Image Identification Project,” Stephen Wolfram Blog, posted May 13, 2015. http://blog.stephenwolfram.com/2015/05/wolfram-language-artificial-intelligence-theimage-identification-project/。

14
芯片崛起

我们正在目睹电脑芯片行业一个新格局的诞生。该领域的竞争主要在于如何设计和制造新一代的芯片，能够运行学习算法——不管是深度学习、强化学习还是其他的学习算法——比在通用计算机上的模拟学习算法快上几千倍，能耗也更低。新的超大规模集成电路芯片采取并行处理结构，带有内存，能够缓解在过去50年里主导计算的顺序冯·诺依曼构架中内存和中央处理器之间的瓶颈。在硬件层面，我们还在探索阶段。每种具有特殊用途的超大规模集成电路芯片都有不同的优点和局限性。运行人工智能应用的大型网络需要巨大的运算能力，因此，构建高效的硬件有着巨大的赢利空间。

主要的电脑芯片公司和初创公司都在开发深度学习芯片上投入了大量资金。比如，2016年，英特尔用4亿美元并购了Nervana，这是一家来自圣迭戈的初创公司，主营设计深度学习的专用超大规模集成电路芯片。Nervana前CEO纳维恩·饶（Naveen Rao）现在负责领导英特尔新设立的AI产品部，直接报告给英特尔的CEO。2017年，英特尔用153亿美元并购了Mobileye，该公司专注于生产自动驾驶汽车的传感器以及计算机视觉系统。英伟达（Nvidia）开发了能够优化图形应用程序和游戏的专用数字芯片，称为图形处理器（graphics processingunits，GPUs），目前正在销售更多为深度学习和计算设计的专用芯片。而谷歌则设计生产了一种更为高效的专用芯片——张量处理单元（tensor processing unit，TPU），以助力为其互联网服务的深度学习。

不过研发专用软件和发展深度学习应用同样重要。谷歌开源了它的深度学习项目TensorFlow，尽管该做法并没有看起来那么无私。比如让

安卓系统免费开源，就给了谷歌对全世界绝大多数智能手机操作系统的控制权。现在除了TensorFlow，还有其他一些开源选择，比如微软的CNTK，亚马逊和其他大型互联网公司支持的MVNet，以及其他深度学习程序，比如Caffe、Theano和PyTorch。

神经形态芯片

2011年，我在挪威的特罗姆瑟组织举办了由Kavli基金会赞助的“绿色环境中高性能计算的发展”（Growing High Performance Computing in a Green Environment）研讨会。[1] 我们估计，使用当前的微处理器技术，百亿亿次级（exascale）计算［比千万亿次级（petascale）计算强大1000倍］需要50兆瓦的功率，比运行纽约市地铁所需的功率还多。因此，下一代超级计算机可能不得不使用像英国跨国半导体公司Arm Holdings（ARM）为手机开发和优化的那种低功耗芯片。很快，在大多数计算密集型应用中使用通用数字计算机将不再可行，专用芯片将占主导地位，因为它们已经被嵌入手机中了。

人类大脑中有大约1000亿个神经元，每个神经元都与其他数千个神经元相连接，总计达1000万亿个（10^{15}）突触连接。大脑运转所需的功耗大约是20瓦，占整个身体运转所需功率的20%，尽管大脑仅占身体质量的3%。相比之下，一台远不如大脑强大的千万亿次级超级计算机，功耗却为5兆瓦，是大脑功耗的25万倍。大自然是怎么创造出这一高效奇迹的呢？首先，神经元接收和发送信号的部分被微缩至分子水平。另外，神经元是在三维空间上连接的（微芯片表面的晶体管仅在二维平面上相互连接），这样就可以使所需空间最小化。由于大自然很久以前就进化出了这些技术，想要追赶大脑的能力，我们还有很多工作要做。

深度学习是高度计算密集型的，该过程目前在中央服务器上完成，计算结果会被传送到手机等周边设备。最终，周边设备应该是自主运行

的，这就需要完全不同的硬件——比云计算轻得多，耗电也更少。幸运的是，这样的硬件已经存在了，即受大脑启发设计出的神经形态芯片。

视网膜芯片

1983年，我在匹兹堡郊外一个度假村里举行的研讨会上第一次见到了卡弗·米德（Carver Mead）（见图14–1）。那时杰弗里·辛顿创建了一个小组来探索神经网络研究的发展趋势。米德因其在计算机科学领域的重要贡献而闻名。他第一个认识到，随着大规模集成电路芯片上的晶体管变得越来越小，芯片将越来越高效，计算能力也应该会持续增长很长一段时间。他还创造了“摩尔定律”这个术语，根据戈登·摩尔（Gordon Moore）的观察，芯片上的晶体管数量每18个月会翻一番。1981年，卡弗发明了硅编译器，从此成为业界传奇。硅编译器是一种自动在芯片上设计系统级功能模块和布线的程序。[2] 在硅编译器诞生之前，每款芯片都是由工程师基于经验和直觉手工制作出来的。从本质上讲，米德的解决方案是让计算机自己设计芯片。这是我们迈向纳米工程的起点。



图14–1 1976年的卡弗·米德。正是在那段时期，他在加州理工学院创造了第一个硅编译器。卡弗是一位有远见的人，他的洞察力和引领的技术进步对数字和模拟计算产生了重大影响。桌上的电话暗示了照片的拍摄时间。图片来源：加州理工学院。

米德是一位颇有远见的人。我们曾一起在匹兹堡郊外参加一个研讨

会。尽管大家挤在楼上一个小房间里的桌子边上讨论，但是正在进行着的是一场关于超级计算机的会议。当时Cray和Control Data等主流超级计算机公司正在设计专用硬件，比我们实验室的计算机快了数百倍，售价高达1亿美元。Cray超级计算机速度如此之快，不得不用氟利昂进行液体冷却。米德告诉我，超级计算机公司还不知道，通用微处理器将会占领它们的市场，这些公司很快就会销声匿迹。虽然比超级计算机中的专用芯片慢得多，但得益于因缩小基本器件尺寸所带来的成本压缩和性能改进，个人计算机中的微处理器进化得比超级计算机中的还要快。现在手机中的微处理器的计算能力是20世纪80年代Cray　XMP超级计算机的10倍，现在的高性能超级计算机拥有数十万个微处理器核心，每秒进行的浮点运算达到了千万亿次级别，比已经消失的Cray超级计算机快100万倍。考虑到通货膨胀，两者的成本大致是相同的。

在1983年的那次研讨会上，米德向我们展示了一个硅视网膜，它使用了与超大规模集成电路芯片相同的制造技术，但使用了模拟而非数字电路。在模拟电路中，晶体管上的电压可以连续变化，而数字电路中的晶体管只能采用“开”或“关”两个二进制值中的一个。人的视网膜上有一亿个光感受器，与相机将信息从光子桶（photon buckets）传动到记忆体的方式不同，视网膜具有多层神经处理功能，可将视觉输入转换为高效的神经编码。视网膜的所有处理过程都是模拟的，直到其编码信号到达神经节细胞，神经节细胞将这些信号沿着100万个轴突，以“全或无”的放电脉冲形式传送到大脑。脉冲信号的“全或无”特征就像数字逻辑，但放电脉冲的时间是一个模拟变量，没有时钟同步，因此放电脉冲序列是一种混合编码。

在米德的视网膜芯片中，处理过程的分级部分是通过使用位于阈值拐点以下，从“关”到接近“关”状态的电压来完成的。与之相反，在数字模式下运行时，晶体管迅速跳到完全“导通”的状态，这需要消耗更多的功率。因此，模拟超大规模集成电路芯片仅消耗数字芯片所需能耗的一小部分，从纳瓦到微瓦，而不是从毫瓦到瓦，能量效率提升了数百万倍。米德是神经形态工程的创始人，他致力于构建基于大脑式算法的芯

片，在1989年，他表明嵌入在昆虫和哺乳动物眼睛神经环路中的神经算法，可以有效地复制到芯片上。[3]

视网膜芯片是米德的明星研究生米莎·马霍沃德（Misha Mahowald）于1988年创造的一项令人印象深刻的发明（见图14–2）。[4] 她在加州理工学院读本科时主修的是生物学。在研究生阶段，她从事的是电子工程领域的工作。这两个领域的结合所带来的洞见帮助她获得了四项专利。1992年，她的博士论文描述了在芯片上的实时双目匹配，这是第一个真正使用集群行为完成艰巨任务的芯片。为此她获得了加州理工学院的米尔顿和弗朗西斯·克拉泽奖（Milton and Francis Clauser Prize）。1996年，她的名字还被列入了国际技术女性（Women in Technology International，WITI）名人堂。



图14–2 1982年，加州理工学院的米莎·马霍沃德作为卡弗·米德的学生，创造了当时世界上第一个硅视网膜。她对神经形态工程的贡献是开创性的。图片来源：托比·德尔布吕克。

晶体管在阈值附近的物理特性，与生物膜中离子通道的生物物理特性之间存在密切的对应关系。马霍沃德与牛津大学的神经科学家凯万·马丁（Kevan Martin）和罗德尼·道格拉斯（Rodney Douglas）合作开发过硅神经元，[5] 并随同他们一起搬到了苏黎世，帮助他们在苏黎世大学和瑞士联邦理工学院建立了神经信息学研究所（见图14–3）。然而后来，在经历了抑郁症的折磨之后，米莎于1996年结束了自己的生命，时年33岁。一位杰出的新星就此陨落。

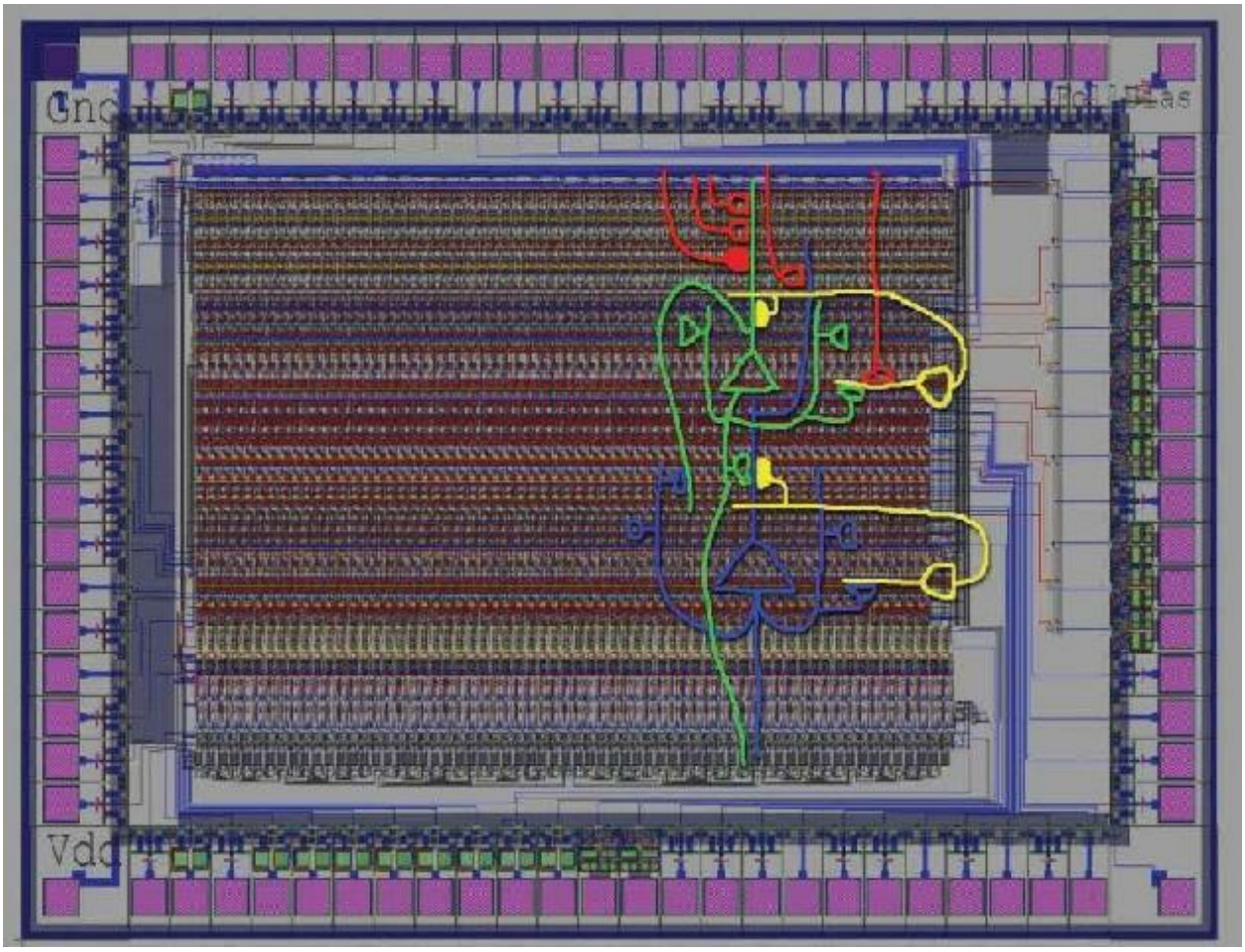


图14–3 硅神经元。该模拟大规模集成电路芯片具有类似于神经元中离子通道的电路，能够实时对神经回路进行仿真操作，正如米莎·马霍沃德在芯片上绘制的卡通图所示。图片来源：罗德尼·道格拉斯。

卡弗·米德于1999年从加州理工学院退休后搬到了西雅图，2010年我去拜访过他。在他家的后院，可以看到飞机飞过水面有序地降落到

Sea-Tac机场。他的父亲是一位工程师，在大溪水电项目的一座发电厂工作，该项目是位于加州中部内华达山脉圣华金河上游系统的一个大型水电项目。从早期的水电技术向微电子技术的飞跃，仅仅花了一代人的时间，真令人难以置信。卡弗的爱好是收集用于悬挂电线的古董玻璃和陶瓷绝缘子。如果你选对了地点，就会像寻找散落的印第安箭头一样轻松地找到它们。卡弗目光长远（他拥有一台激光陀螺仪，曾经被用来测试量子物理学的新方法），[6] 而他之所以如此高效，是因为他致力于打造不仅能够正常运转，还可以被你拿在手中把玩的东西。

神经形态工程

1990年，作为在加州理工学院休学术年假的仙童杰出学者，我喜欢参加实验室会议，尤其是克里斯托弗·科赫（Christof Koch）（一位和我有着共同兴趣的计算神经科学家）和他的同事的会议，以及Carverland，即卡弗·米德的研究小组的会议。Carverland有一个令人惊叹的项目——硅耳蜗，它具有和我们耳中的耳蜗相类似的频率调谐电路。其他研究人员正在研究硅突触，包括模仿突触可塑性的硅机制，以便可以在硅芯片上实现长期的权重变化。来自Carverland研究小组的学生从那时开始走出实验室，进入了世界各地的工程学院。

1993年，克里斯托弗·科赫、罗德尼·道格拉斯和我成立了由NSF赞助的神经形态工程研讨会，每年7月在科罗拉多州特柳赖德（Telluride）市举行为期三周的会议。这个研讨会是国际性的，参会的学生和教师来自不同的背景和国家。与大多数讲座多于实践的研讨会不同，特柳赖德研讨会的房间里挤满了用微芯片来构建机器人的学生。不过有一个问题，将视网膜芯片连接到视觉皮层芯片，再将皮层芯片连接到电机输出芯片，这一步骤需要用到大量的连线。

用放电脉冲（spikes）连接模拟大规模集成电路芯片则要好得多，

我们的大脑通过白质的长距离轴突传输信息也是利用了这种方式，这些白质构成了我们一半的大脑皮层。但将视网膜芯片和皮层芯片通过上百万根线连接起来却完全行不通。幸运的是，快速的数字逻辑可以用来使每根导线多路复用，让许多视网膜细胞能够与同一导线上的多个皮层细胞进行通信。这一过程是通过发送芯片，把每一个原始脉冲的地址发送给接收芯片来实现的，接收芯片解码地址，并路由到与它相连接的相应单元，即所谓的“地址事件表示”（address event representation）。

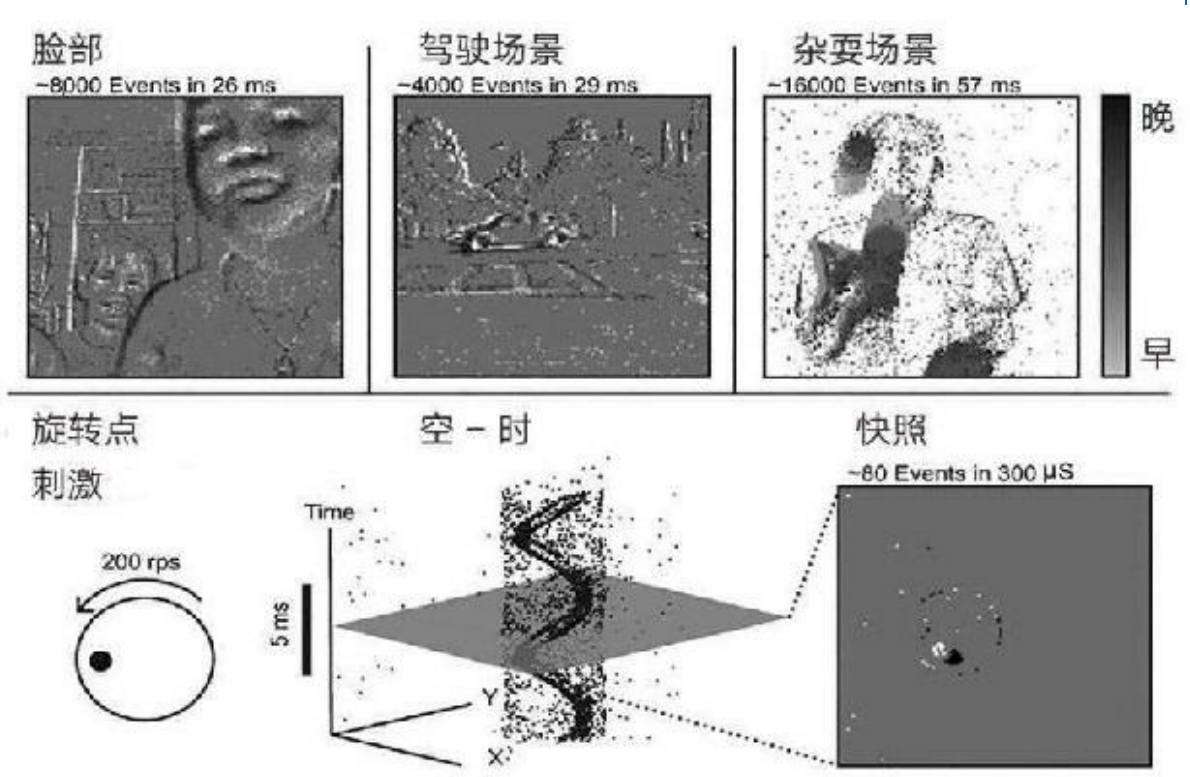
托拜厄斯·德尔布吕克（见图14–4）是卡弗·米德的研究生之一，[7] 他现在在苏黎世大学神经信息学研究所工作。2008年，他开发了一种非常成功的脉冲视网膜芯片，叫作“动态视觉传感器”（Dynamic Vision Sensor，以下简称DVS）。这个芯片可以简化一些视觉任务，例如跟踪移动物体，或用两台摄像机对物体进行深度定位（见图14–4，下图）。[8] 传统的数码相机是基于图像帧的，录制视频的过程就是存储一系列间隔大约26毫秒的图像。这种做法会丢失帧与帧之间的信息：设想一个旋转的托盘，转速是每秒200转，盘上有一个光点随盘转动；该光点会在每一帧中旋转5次，但是数码相机的回放效果看起来像一个静态环（见方框14.1）。相比之下，德尔布吕克的脉冲摄影机可以以微秒级的精度跟踪移动点，并且只需很少量的脉冲，因此速度很快，而且效率很高。作为第一款基于脉冲和触发定时的新一代传感器，DVS相机具有很大的潜力，可以改善包括自动驾驶汽车在内的许多应用的性能。2013年特柳赖德研讨会的其中一个项目，就是用它来阻挡来自桌面的进球（见图14–5）。



图14-4 动态视觉传感器（DVS）。（上图）托拜厄斯·德尔布吕克拿着他在苏黎世大学神经信

息学研究所发明的DVS相机。这种相机采用了专用芯片，可以异步发射脉冲，而不是像数码相机那样按帧采集图像。（下图）相机的镜头将图像聚焦在模拟超大规模集成电路芯片上，芯片会对每个像素上光强度的增加或减少进行检测。脉冲沿着“开启”（on）导线发出正增量，并沿着“关闭”（off）导线发出负增量。输出脉冲由电路板处理，电路板会显示出例如方框14.1中的脉冲图案。你的视网膜是一台非常先进的DVS相机。来自视网膜的脉冲图案在大脑中发生了转换，但该模式仍然保留了脉冲——你的大脑中并不存在任何完整的图像，即使你是以这种方式感知世界的。上图来源：托拜厄斯·德尔布吕克。下图来源：三星。

14.1
动态视觉传感器的工作原理



在上图DVS摄像机的图像帧中，白点是来自“开”（on）通道的脉冲，黑点是来自“关”（off）通道的脉冲。灰色表示没有脉冲。在左上方的图片中，可以检测到两个脸部，因为它们在26毫秒的帧间隙内发生了轻微的移动。在右上角的（杂耍）图片中，斑点的到达时间由灰度表示，因此就能看到物体的移动轨迹。左下方图片中的旋转盘以每秒200转（rps）的速度旋转。在底部中间的图片中，轨

迹是向上移动的螺旋。右下方螺旋短暂的300微秒切片中，只有80个脉冲，通过测量黑色和白色脉冲的位移，并除以时间间隔，很容易计算出速度。请注意，具有26毫秒取帧周期的普遍数码相机无法跟随以200赫兹旋转的点，因为旋转周期为5毫秒，并且每个帧都显示了一个环。DVS相机的唯一输出是一串脉冲，就像视网膜一样。这是表现场景的有效方式，因为大部分像素在大多数时间都保持不变，而每个脉冲都携带着有用的信息。

图片来源：P. Lichtsteiner, C. Posch, and T. Delbruck, “A 128×128 120 dB 15 μs Latency Asynchronous Temporal Contrast Vision Sensor,”IEEE Journal of Solid-State Circuits 43, no. 2 (2008): 图11。资料来源：托拜厄斯·德尔布吕克。

脉冲神经元为计算领域打开了新的机会。例如，神经元群体中放电脉冲的时间可用于调整存储的信息类型。1997年，亨利·马克拉姆（Henry Markram）和德国的伯特·萨克曼（Bert Sakmann）报道说，通过对突触的输入信号和突触后神经元的输出信号的重复配对，他们能够对突触强度进行增减。[9] 如果突触输入放电发生在突触输出放电之前的20毫秒窗口内，突触会保持长期增强，但如果突触输入放电的重复配对发生在突触输出放电之后的20毫秒窗口内，则突触会保持长期衰减（见图14–6）。据报道，“放电时序依赖可塑性”（Spike-timing-dependent plasticity，简称STDP）曾经被发现于许多物种大脑中的不同部位，这种可塑性可能对事件序列在脑中形成长期记忆起着重要的作用，但同样重要的是，它很好地解释了赫布的假定（在第7章中已经进行了讨论）。[10]

赫布可塑性的普遍观点是，当一个神经元的输入和输出同时出现放电脉冲时，突触的强度会增加，这是一种重合检测的形式。但是赫布实际上说的是，“当细胞A的轴突接近到足以激发细胞B，并反复或持续参与放电激发细胞B时，细胞的一些生长过程或代谢变化会发生在其中一

个或两个细胞中，使得细胞A（作为激发细胞B的细胞之一）激发细胞B的效率增加”。[11] 如果细胞A对激发细胞B有贡献，那么细胞A必须在细胞B中的“受激发脉冲”之前发射一个“激发脉冲”。正如赫布所描述的，这种情况提示了一种因果关系，而不仅仅是相关性。尽管赫布没有对降低突触强度的条件进行描述，但当输入放电脉冲发生在输出放电脉冲之后时，输入脉冲就不太可能导致输出神经元发生脉冲。如果从长远来看，突触强度的增强和降低必须达到平衡，那么这时断开突触是讲得通的。




The Paintin' Place
ACE

图14-5 2013年，特柳赖德神经形态工程研讨会中的神经形态守门员。（上图）Fopefolu Folowosele（左侧）在测试神经形态守门员（右侧）。其他学生和他们的项目可以在背景中看到。（下图）德尔布吕克的DVS相机能驱动油漆搅拌棒转动。这个守门员的动作比学生要快得多，并且成功地守住了每一个射门。我也尝试过，但是未能进球。图片来源：托拜厄斯·德尔布吕克。

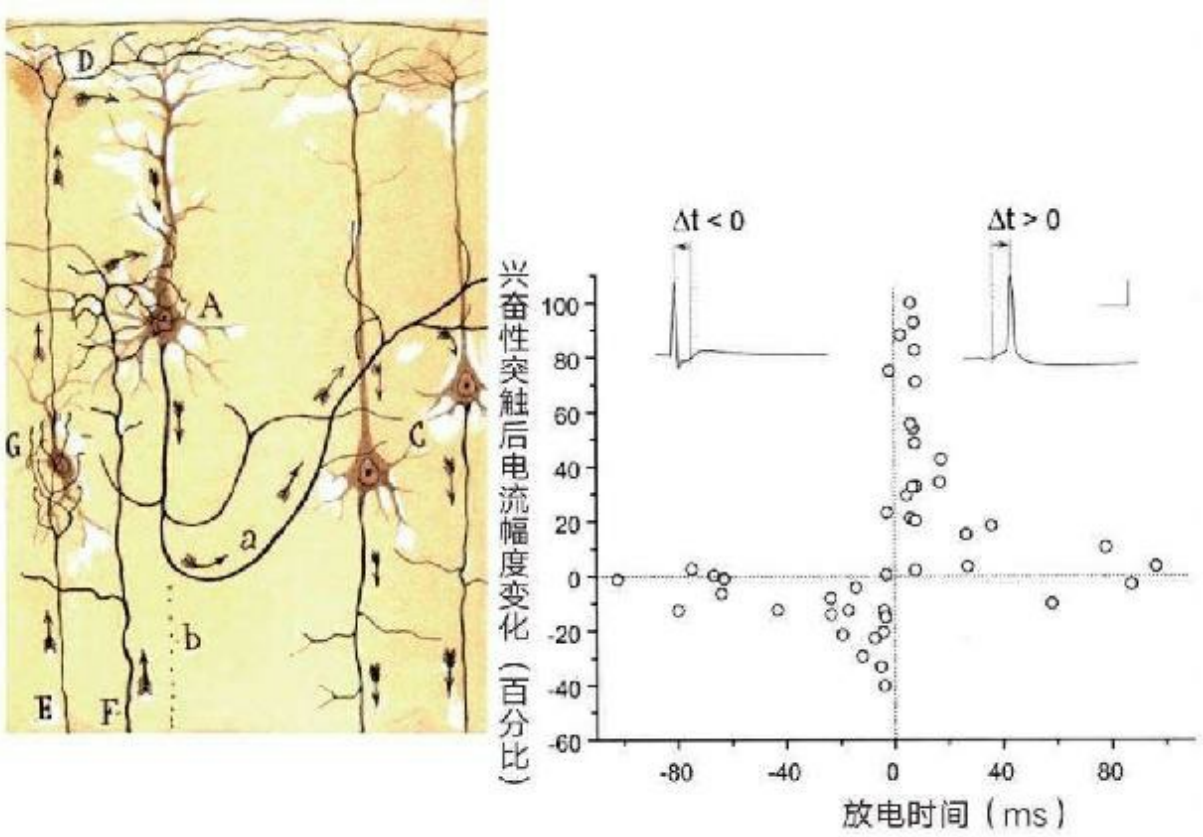


图14-6 放电时序依赖的可塑性（STDP）。（左图）伟大的西班牙神经解剖学家圣迭戈·拉蒙-卡哈尔（Santiago Ramóny Cajal）绘制的皮层中的锥体神经元。神经元A的输出轴突通过突触与神经元C的树突接触（如箭头所示）。（右图）与左侧图中类似的两个神经元被用电极穿刺并施加刺激，使两个神经元产生的尖峰之间存在时间延迟。当神经元的输入放电与输出放电重复配对时，如果突触前神经元放电在突触后神经元放电之前20毫秒的窗口内到达，则突触强度（垂直轴）增加。如果顺序相反，则强度降低。左图来源：Ramóny Cajal, S. Estudios Sobre la Degeneración y Regeneraciónndel Sistema Nervioso(Moya, Madrid, 1913-1914)，图281。右图来源：G. Q. Bi and M. M. Poo, “Synaptic Modifications in Cultured Hippocampal Neurons: Dependence on Spike Timing, Synaptic Strength, and Postsynaptic Cell Type,”Journal of Neuroscience 18 (1998): 10464-10472, 图7。资料来源：蒲慕明。

在特柳赖德神经形态研讨会上，模拟超大规模集成电路倡导者和数字超大规模集成电路设计师之间存在着一场持续不断的争论。模拟超大

规模集成电路芯片有许多优点，例如所有电路并行工作时功耗非常低，但也存在缺点，例如由于晶体管的多样性，在设计图上相同的晶体管产生的电流可以相差±50%。相比之下，数字超大规模集成电路虽然比较精确，速度更快，设计更容易，但需要消耗更多的功率。德尔门德拉·莫德哈（Dharmendra Modha）在加利福尼亚州阿尔马登市（Almaden）IBM研究所的团队开发了一款数字芯片，包含4096个处理核心和54亿个晶体管，被称为“True North”。[12] 尽管该芯片可以被配置来实现模拟100万个突触神经元，并连接2.68亿个突触，却仅仅需要消耗70毫瓦的功率。但是这些突触的强度是固定的，这种不变性限制了对许多重要特征的实现，如强度的弱化或增强。

具有脉冲神经元的网络还有另一个缺点，即梯度下降。脉冲时间是不连续的，而梯度下降要求神经元的输入输出值在时间上是连续的。这就限制了可训练脉冲网络的复杂性。梯度下降在训练“输出随输入连续变化”神经元的深度网络方面取得了巨大成功，神经元的输出函数是可微分的，这是反向传播学习算法的基本特征。尽管在不可微分脉冲网络中，脉冲的发生不具有连续性，但是我实验室的博士后研究员本·哈（Ben Huh）最近克服了这个缺点，他找到了一种方法，能够让脉冲神经元的循环网络模型使用梯度下降，在长时间序列上执行复杂的任务。[13] 这一成果打开了深度脉冲网络的大门。

摩尔定律的终结

正如摩尔定律预测的那样，自20世纪50年代数字计算机发明以来，计算机的能力增加了超过1万亿倍。从来没有技术能以如此高的数量级呈指数增长，计算机已经融入了几乎所有制造设备，从玩具到汽车。计算机可以自动调节现代望远镜的自适应光学系统，以最大限度地提高其分辨率；它们可以分析现代显微镜捕获的光子，以超分辨率定位分子。当今的每一个科技领域都依赖于超大规模集成电路芯片。

卡弗·米德预测，这些芯片的升级是基于缩小元件间线宽的可能性，但是目前的宽度已经达到了物理极限：导线中的电子太少，可能会泄漏或被随机电压阻挡，甚至使数字电路都不再可靠。[14] 摩尔定律要终结了吗？我们需要完全不同的体系结构来继续提高处理能力，这种结构能够不依赖于数字设计的完美精度。正如混合动力汽车将电动机的效率与汽油发动机的续航结合起来一样，混合数字和神经形态设计正在兴起，能够将神经形态芯片的计算低功耗与通信数字芯片的高带宽相结合。

摩尔定律的表述仅仅是基于芯片的处理能力。随着并行架构在随后50年内的不断发展，摩尔定律应该被考虑了能量和吞吐量的定律所取代。在俄勒冈州波特兰举办的英特尔2018 NICE大会上，来自美国和欧洲的研究人员展示了三款新的神经形态芯片：来自英特尔的Loihi研究芯片，以及由欧洲人类大脑项目支持的两款第二代芯片。随着大规模并行体系结构的发展，能够在这些体系结构上运行的新算法也陆续被创造出来。但是这些体系结构中的芯片需要交流信息，这也是第15章所要讨论的内容。

---

[1] R. Blandford, M. Roukes, L. Abbott, and T. Sejnowski, “Report on the Third Kavli Futures Symposium: Growing High Performance Computing in a Green Environment,” September 9–11, 2010, Tromsø, Norway, http://cnl.salk.edu/Media/Kavli-Futures.Final-Report.11.pdf.

[2] Carver A. Mead and George Lewicki, “Silicon compilers and foundries will usher in user-designed VLSI,” *Electronics* August 11, 55, no. 16 (1982): 107–111. ISSN 0883- 4989.

[3] Carver Mead, *Analog VLSI and Neural Systems* (Boston: Addison-Wesley, 1989).

[4] M. A. Mahowald and C. Mead, “The Silicon Retina,” *Scientific American* 264, no.5 (1991):76–82; Tribute from Rodney Douglas: https://www.quora.com/Whatwas-the-cause-of-Michelle-Misha-Mahowald-death/; Misha Mahowald, “Silicon Vision” (video), http://www.dailymotion.com/video/x28ktma_silicon-vision-mishamahowald_tech/.

[5] M. Mahowald and R. Douglas, “A Silicon Neuron,” *Nature* 354, no. 6354 (1991):515–518.

[6] 参阅Carver Mead, *Collective Electrodynamics: Quantum Foundations of Electromagnetism* (Cambridge, MA: MIT Press, 2002)。

[7] 托比的父亲马克斯·德尔布吕克（Max Delbrück）是 20世纪50年代的物理学家，也是分子生物学的创始人，他（与Alfred Hershey和Salvador Luna一起）于 1969年获得了诺贝尔生理学或医学奖（揭示了微电子学与分子生物学的另一层关系，将在第18章探讨）。

[8] C. Posch, T. Serrano-Gotarredona, B. Linares-Barranco, and T. Delbruck,“Retinomorphic Event-Based Vision Sensors: Bioinspired Cameras with Spiking Output,” *Proceedings of the IEEE* 102, no. 10 (2014): 1470–1484; T. J. Sejnowski and T. Delbruck, “The Language of the Brain,” *Scientific American* 307 (2012):54–59. https://www.youtube.com/watch?v=FQYroCcwkS0.

[9] H. Markram, J. Lübke., M. Frotscher, and B. Sakmann., “Regulation of Synaptic Efficacy by Coincidence of Postsynaptic APs and EPSPs,” *Science* 275, no. 5297(1997): 213–215.

[10] 参阅T. J. Sejnowski, “The Book of Hebb,” *Neuron* 24. no. 4 (1999): 773–776.

[11] Heb b, *The Organization of Behavior* (*New York: Wiley & Sons)*, 62。

[12] 参阅R. F. Service, “The Brain Chip,” *Science* 345, no. 6197 (2014): 614–616.http://science.sciencemag.org/content/345/6197/614.full。

[13] D. Huh and T. J. Sejnowski, “Gradient Descent for Spiking Neural Networks,”2017. https://arxiv.org/pdf/1706.04698.pdf.

[14] K. A. Boahen, “Neuromorph’s Prospectus,” *IEEE Xplore: Computing in Science and Engineering* 19, no. 2 (2017): 14–28.

15
信息科学

我从来没有想过，有一天我会成为无所不知的人，而事实上，我和现在任何能上网的人都做到了。信息在互联网上以光速传播，从互联网上获取信息比从书架上的书里获取信息更方便。我们生活在各种形式的信息爆炸的时代。科学仪器，从望远镜到显微镜，搜集的信息量远超现在训练机器学习所使用的数据集。美国国家安全局使用机器学习来过滤他们从各处搜集到的信息。经济活动走向了数字化，许多公司对有编程技能的人才的需求量与日俱增。在世界从工业经济走向信息经济的同时，教育和职业培训也必须适应这一变化。这一切已经对我们的世界产生了深远影响。

用字节丈量世界

1948年，在AT&T公司位于新泽西州默里山（Murray Hill）的贝尔实验室里，克劳德·香农（Claud Shannon，见图15–1）提出了一种非常简单却很微妙的信息理论，来理解有噪声的电话线里的信号传输问题。[1] 香农的理论推动了数字通信的革命，并为移动电话、数字电视以及互联网的诞生奠定了基础。打电话的时候，你的声音被编码为“比特”，通过无线电波和数字电缆传送到接收端，接收端再将比特解码并转化为声音。信息论给通信信道（图15–2）的带宽确定了上限，逼近香农极限的不同编码也被设计了出来。

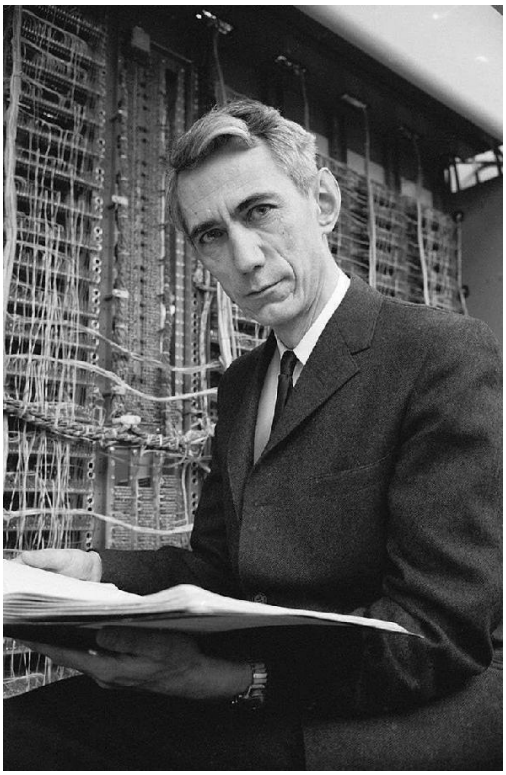


图15-1 克劳德·香农与电话交换网络（照片拍摄于1963年前后）。他发明信息论时仍在AT&T贝尔实验室任职。图片来源：Alfred Eisenstaedt/The LIFE Picture Collection/Getty Images。

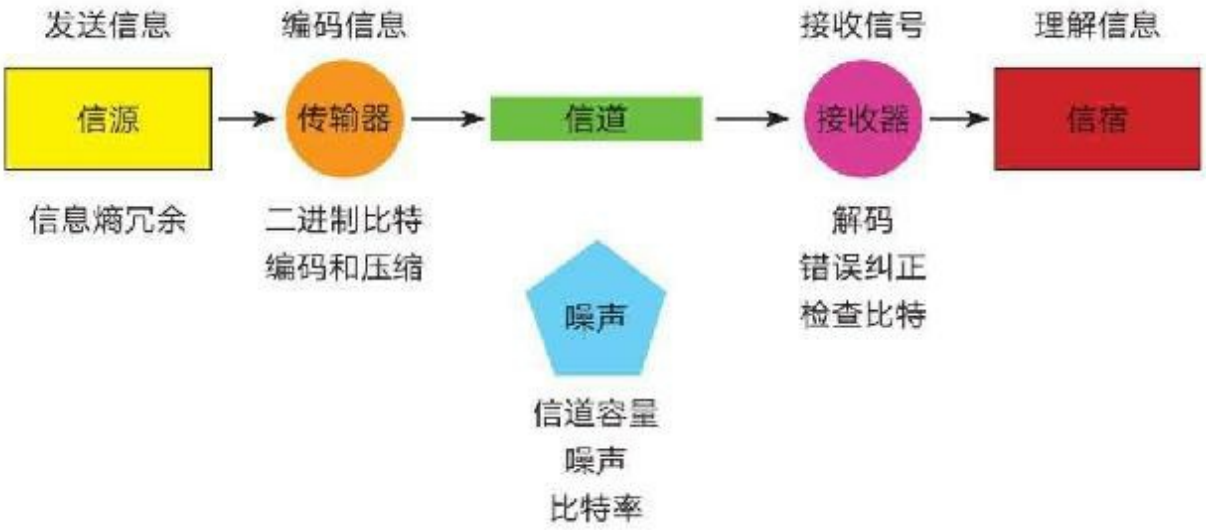


图15-2 香农的通信系统模型。该消息被编码成二进制比特，并沿着一条可能是电话线或无线电波的信道向下传输，在终端被接收和解码。以“每秒比特数”为单位的信道容量取决于系统中的噪声量。

尽管世界上的信息形式丰富多样，有一种测量方式却能够精确测量

一个数据集中信息的大小。信息的单位是二进制比特，每个比特只能有0或1两种值。一个字节包含8个比特。高质量照片的信息内容以兆字节或者说百万字节计数。手机的存储信息以吉字节（GB）或称千兆字节计数。网络上的数据以拍字节（PB）或称百万吉字节计数。

用数学思维解决通信难题

在IEEE（电气和电子工程师协会）的年度国际研讨会上，IEEE信息理论学会（ITS）都会颁发“克劳德·香农奖”，这是表彰这一领域杰出研究成果的高级荣誉。在1985年英国布莱顿举办的该学会的会议上，“香农奖”被颁发给了南加州大学的所罗门·哥伦布（Solomon Golomb，图15–3），他在移位寄存器序列（shift register sequences）方面的工作为现代数字通信奠定了基础。[2] 移位寄存器序列是一种生成0和1的长伪随机序列的算法。每次你用手机打电话时，都使用了移位寄存器序列。哥伦布展示了如何使用移位寄存器序列对信号进行高效编码，然后可以在接收器处传输和解码。如果将手机和其他通信系统产生移位寄存器序列的次数累加起来，得到的数字将是惊人的：超过千秭次，即10^{27}次(1,000,000,000,000,000,000,000,000,000)。[3]

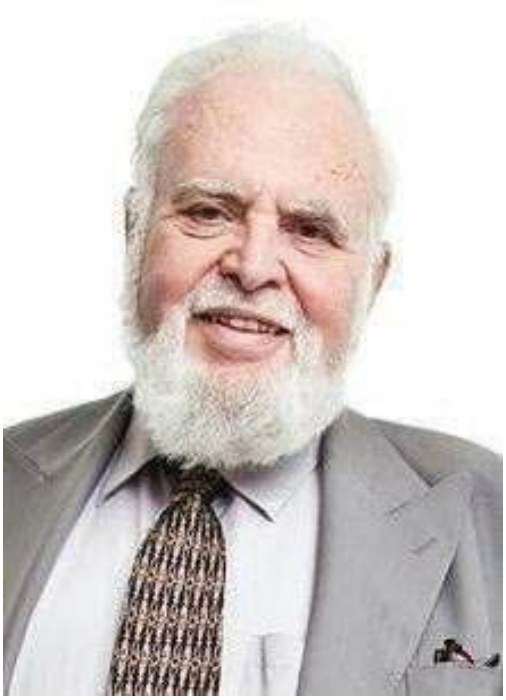


图15-3 所罗门·哥伦布在2013年获得了美国国家科学奖章。他对移位寄存器序列进行的数学分析使人类能够与深空探测器通信，当时他在位于帕萨迪纳（Pasadena）的加州理工学院喷气推进实验室（JPL）工作；移位寄存器序列后来被嵌入到手机通信系统中。每当你使用手机的时候，都在使用他的数学代码。图片来源：南加州大学。

我曾问过所罗门·哥伦布（也是我的岳父）他是如何得到如此优雅的方案来解决通信问题的。他说这是来自他在数论方面的训练，这是数学中最抽象的部分之一。当他在巴尔的摩的Glenn L. Martin公司做暑期实习生时，就曾接触过移位寄存器序列。1956年，在哈佛大学获得数论专业（一种高度抽象的数学领域）的博士学位后，他到了加州理工学院喷气推进实验室（Jet Propulsion Laboratory，以下简称JPL）工作。在那里，他担任通信组的负责人，并从事空间通信工作。深空探测器被发送到太阳系的远端，但返回的信号微弱且嘈杂。移位寄存器序列和纠错码大大改善了与空间探测器通信的效果，相同的数学原理更是为现代数字通信奠定了基础。

哥伦布在JPL的时候曾聘请过另一位杰出的信息理论家安德鲁·维特比（Andrew Viterbi），并将他介绍给了从麻省理工来JPL休学术年假的厄文·雅各布（Irwin Jacobs）。几十年后的1985年，维特比和雅各布联

手创建了高通，从此彻底改变了手机技术。该公司使用移位寄存器序列将信息分布在很宽的频带上进行传播，这比使用单一频率的通信方式更有效。该想法的一个简单版本可以追溯到海蒂·拉玛（Hedy Lamarr）（见图15–4），她是一位电影演员兼发明家，于1941年与他人共同分享了跳频（frequency hopping）技术的专利，这是她在第二次世界大战期间为军方开发的安全通信系统。[4] 哥伦布离开JPL加入南加州大学后，爱德华·波斯纳（就是创建了NIPS的爱德华·波斯纳）接管了他的团队，但哥伦布仍然在继续为他的前JPL团队提供支持和建议。



图15–4 海蒂·拉玛于1940年在米高梅拍摄的宣传照。她是第二次世界大战期间舞台和银幕上的明星，也是跳频技术的联合发明人之一。该技术与军方和许多手机中使用的扩频通信有关。

移位寄存器序列背后的数学是数论中比较深奥的部分。当哥伦布从哈佛大学获得博士学位时，他的博士生导师和当时的大多数数学家都相信，纯数学永远不会有任何实际的应用。剑桥学者哈代（G. H. Hardy）在其富于影响力的著作《一位数学家的道歉》（*A Mathematician's*

Apology ） [5] 中分享了这种观点。他宣称“好”的数学必须是纯粹的，而应用数学是“无趣的”。但数学只是数学本身，并没有纯粹和应用之分。一些数学家可能希望他们的数学是纯粹的，但他们无法阻止它解决现实世界中的实际问题。事实上，哥伦布的职业生涯主要是通过找到“纯数学”中正确的工具来解决实际问题而被定义的。

哥伦布还发明了数学游戏。他的书《多格骨牌》（*Polyominoes* ）[6] 引入了包含许多个正方形的各种形状，扩展了只有两格正方形的多米诺骨牌。马丁·加德纳（Martin Gardner）在《科学美国人》的“数学游戏”专栏中推广了多格骨牌。四格骨牌（Tetrominoes），是由四个方块组成的形状，俄罗斯方块的灵感就来源于此。俄罗斯方块是一款会令人上瘾的游戏，四格骨牌从上面像雨点一样落下来，需要将它们引导至底部的插槽。多格骨牌至今仍然是一种流行的棋盘游戏，并且在数学的一个子领域里引发了一系列有趣的组合问题。

哥伦布也是研究《圣经》的学者，会说几十种语言，包括日语和普通话。比阿特丽斯曾经带给他道格拉斯·霍夫斯塔特（Douglas R.Hofstadter）的著作《哥德尔、艾舍尔、巴赫：集异璧之大成》（*Gödel,Escher, Bach: An Eternal Golden Braid* ）的初版。他打开卷首，标题说这是古希伯来语《创世记》的前20行。“首先，它是颠倒的。”他说，然后把书转过来，“其次，这是古撒玛利亚语，而不是古希伯来语。第三，这不是《创世记》的前20行，只是《创世记》前20行每行的前7个字。”他继续读下去，并翻译了这段经文。

克劳德·香农参加了1985年在布莱顿举行的ITS座谈会，哥伦布在会上做了一场香农讲座。这是香农继1972年自己的那次讲座后，参加的唯一一次香农讲座。

预测是如何产生的

在通信系统中，无论是空间上还是时间上，变化都具有很高的信息价值。强度均匀的图像和没有变化的信号一样，几乎不提供任何信息。向大脑发送信号的传感器主要用来检测变化，我们已经在第5章的视网膜和第14章中托拜厄斯·德尔布吕克的DVS相机中看到了一些例子。一旦在视网膜上稳定下来，图像会在几秒钟后消失。[7] 尽管我们没有意识到这一点，我们的眼睛进行的微小跳动，即微跳动（microsaccades），每秒钟都会发生几次，每次跳动都会刷新我们大脑内部针对外部世界所搭建的模型。当外部世界的某些事物发生移动时，视网膜会及时向上报告，它们的报告还更新了大脑的外界模型，如图15–5所示。大脑的模型是一个层级结构的模型，传入的感官信息和模型期望值之间的比较发生在多个层次上。[8] 明亮的闪光或巨大的噪声，通过自下而上地突显差异，立刻引起了你的注意。但是你通过对记忆自上而下的比较，注意到桌面上的某些东西在更高的层级上发生了变化。所有这些在大脑中实时发生的事情，都会让人想起卡弗·米德的口头禅，“时间是它自己的代表”。[9]

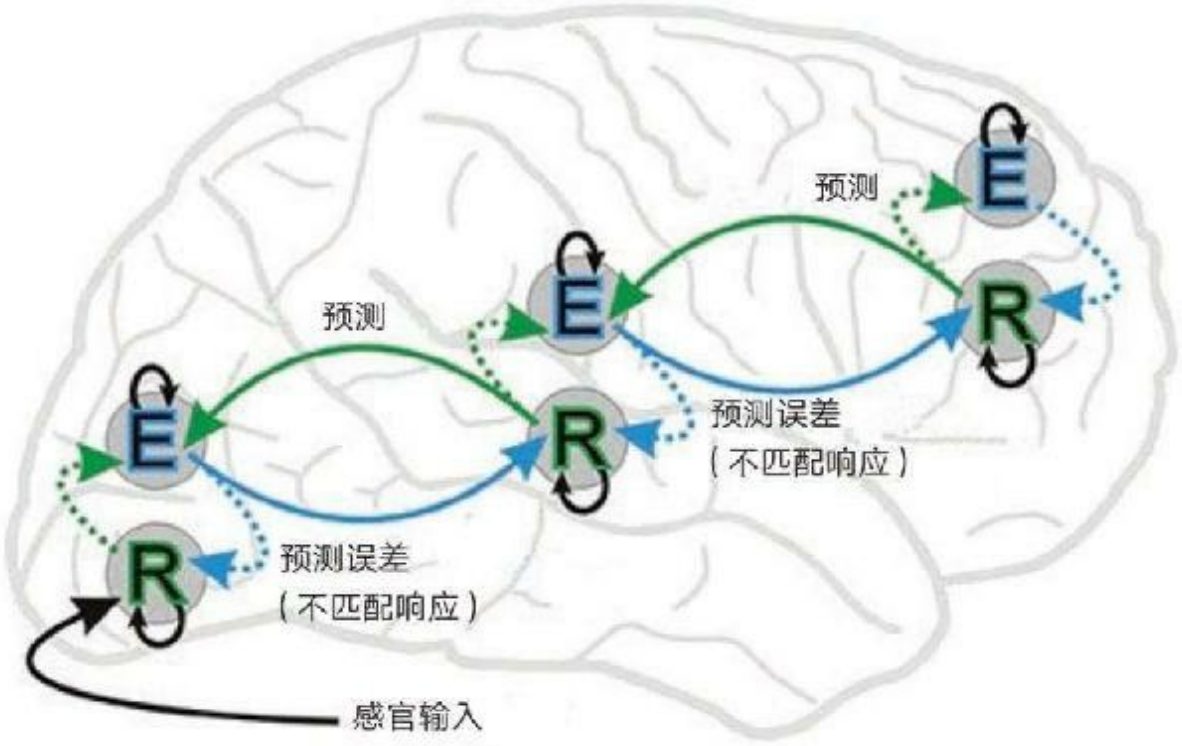


图15-5 具有层级结构的预测编码框架。感知取决于对早期感官事件提取的规律性的期望。在这个框架中，由较高层级皮层产生的当前感知信号的预测来自E和R群体之间的相互作用，并且被反馈到下面的层级（E是误差单元，R是表征单元）。只有预测误差会向前传播。这是对亥姆霍兹无意识推理的实现。图片来源：Gábor Stefanics, Jan Kremláček, and István Czigler, “Visual Mismatch Negativity: A Predictive Coding View,” Frontiers in Human Neuroscience 8 (2014): 666, 图1. doi:10.3389/fnhum.2014.00666。

预测编码可以追溯到赫尔曼·冯·亥姆霍兹，他将视觉解释为无意识推理，或自上而下生成视觉信息以消除噪声，填充不完整的信息，并解释视觉场景。[10] 例如，一个熟人的照片在我们视网膜里是有单眼深度线索的，因为我们熟悉那个人的实际大小，并且具备视网膜中大小如何随着距离变化的经验。在更高的认知水平上，詹姆斯·麦克莱兰和大卫·鲁姆哈特发现，当字母位于单词中时，被试者能够比在没有语境的非单词环境中更快地将它们识别出来。[11] 他们的并行处理模型展现出了类似的行为，这使得两位研究人员相信，他们正在沿着理解信息如何在我们的大脑中呈现的正确轨道上前行。

深度理解大脑

2013年4月2日由白宫发起的美国“BRAIN计划”（见图15–6）的目标，是创造新的神经技术，以加速我们对“终极信息机器”，即大脑的功能和障碍的进一步理解。正如NIPS会议将许多学科的研究人员聚集在一起创建有学习能力的机器一样，“BRAIN计划”正在将工程师、数学家和物理学家引入神经科学领域，以改进探测大脑的工具。随着我们对大脑，尤其是关于学习和记忆机制的了解更加深入，我们将更好地理解大脑功能的原理。



图15-6 在2013年4月2日白宫宣布“BRAIN计划”之前，参加会议的相关机构和研究所的代表们。（从右至左）科维理基金会首席科学官全美永（Miyoung Chun），她起草了“BRAIN计划”白皮书；威廉·纽索姆（William Newsome），NIH关于“BRAIN计划”咨询委员会的联合主席；弗朗西斯·柯林斯（Francis Collins），NIH院长；杰拉德·鲁宾（Gerald Rubin），霍华德·休斯医学研究所珍妮莉娅研究园区（Janelia Research Campus of the Howard Hughes Medical Institute）主任；科拉·马雷特（Cora Marrett），美国国家科学基金会主任；巴拉克·奥巴马（Barack Obama），时任美国总统；艾米·古特曼（Amy Gutmann），总统生命伦理委员会主席；罗伯特·康恩（Robert Conn），科维理基金会主席；阿尔提·普拉巴卡尔（Arati Prabhakar），DARPA主任；艾伦·琼斯（Alan Jones），艾伦脑科学研究所所长；我，索尔克研究所。图片来源：托马斯·卡里尔（Thomas Kalil）。

虽然在分子和细胞水平上对大脑有了深入的了解，但我们还没有在更高层次上对大脑的结构有一个同等的认知。我们已经知道，不同类型的信息被分散到皮层的不同部分进行储存，却不清楚如何快速检索所有分散的信息以解决复杂的问题，例如我们能够通过存储在皮层不同部位的人脸的图像，识别出一个人的名字。这个问题与大脑中意识的起源密切相关。

我的实验室最近发现了人类大脑在睡眠期间的整体活动模式，可以

让我们了解大脑皮层中广泛分布的信息是如何联系在一起的。在恢复性慢波睡眠和快速眼动（REM）睡眠之间的睡眠阶段，高度同步的被称为“睡眠锭”（sleep spindles）的时空振荡，主导着皮层的活动。这些10到14赫兹的振荡会持续几秒钟，并在夜间发生数千次。有实验证据表明，在我们睡觉时睡眠锭参与了记忆的巩固。通过来自人脑皮层的记录，莱尔·穆勒（Lyle Muller）、西德尼·卡什（Sydney Cash）、乔瓦尼·皮安托尼（Giovanni Piantoni）、多米尼克·科勒（Dominik Koller）、埃里克·哈格伦（Eric Halgren）和我共同发现，睡眠锭在皮层中是一种无处不在的，扫过皮层所有部分的电活动的循环行波（图15–7）。[12] 我们称它们为“莱娅公主波”（Princess Leia Waves），因为它们看起来跟这位公主的发型很像（图15–8）。我们推测，睡眠锭可能是皮层将白天获得的新信息，与先前分布在皮层中的记忆相结合的一种方式，加强了它们之间的长距离连接。这是“BRAIN计划”推动的系统神经科学层次的众多研究项目之一。

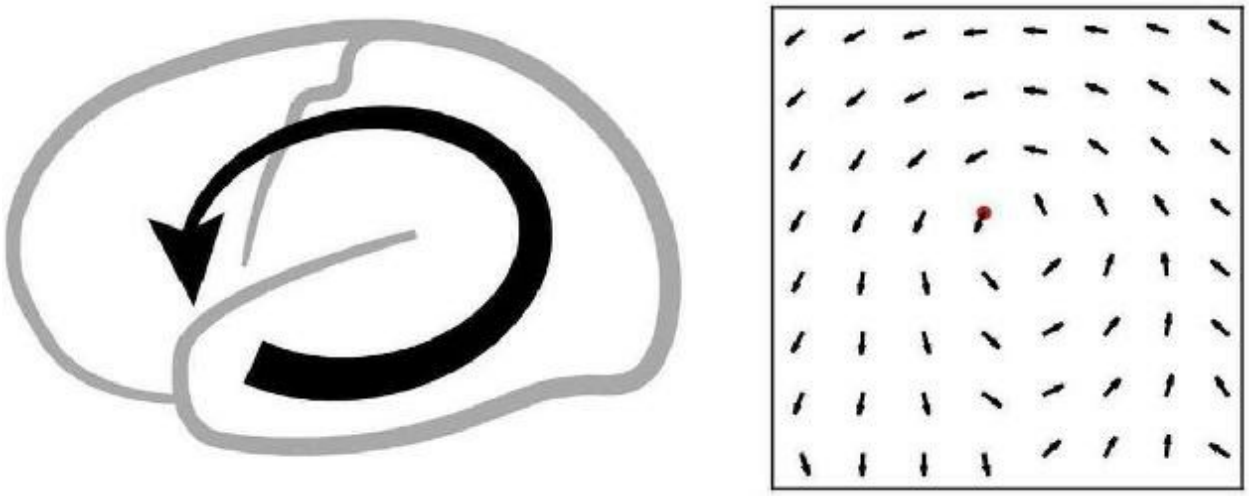


图15-7 在人类大脑皮层中的循环电子行波。这是在睡眠锭期间，从皮层表面上用8×8网格电极记录下来的图像。睡眠锭涉及记忆巩固。（左）睡眠锭是沿着箭头所示方向穿过皮层侧视图的循环行波，每80毫秒完成一个循环。这一过程在夜间会重复数千次。（右）小箭头表示循环期间，在皮层表面64个记录点上行波移动出现最大增加量的方向。图片来源：L. Muller, G. Piantoni, D. Koller, S. S. Cash, E. Halgren and T. J. Sejnowski, “Rotating Waves during Human Sleep Spindles Organize Global Patterns of Activity during the Night” Supplementary 7, subject 3, TPF。左图：图2B，右图：图1。



图15-8 凯莉·费雪（Carrie Fisher）饰演的莱娅公主，巩固了对1977年史诗级科幻电影《星球大战》的记忆。她的发髻很像睡眠锭期间穿过皮层的循环流场（对比图15-7）。

大脑的操作系统

数字计算机和神经网络的体系结构不同。在数字计算机中，内存和CPU在空间上是分开的，并且内存中的数据必须依照顺序移动到CPU中。在神经网络中，处理过程在内存中并行进行，这就消除了内存和处理器之间的数字瓶颈，并且允许大规模并行处理，因为网络中的所有单元都在同时工作。神经网络中的软件和硬件之间也没有区别。学习是通过修改硬件来进行的。

从20世纪80年代开始，当计算机集群被装配在一个机架中时，数字计算机已经变得可以大规模并行了。最早的并行计算机之一是Connection Machine，由丹尼·希利斯（Danny Hillis）于 1985年设计出

来，并由Thinking Machines公司出售。希利斯是一位工程师和发明家，他在麻省理工学院接受培训时，人们已经清楚地认识到，要让人工智能解决非常复杂的现实世界问题，就需要更多的计算能力。20世纪90年代，根据摩尔定律，计算机芯片上的晶体管数量持续增加。我们有可能将许多处理单元放置在同一芯片上，许多芯片放置在同一电路板上，许多电路板放置在同一机箱中，以及把许多机箱放在同一个房间里，结果是，如今地球上最快的计算机拥有数百万个内核，并且每秒可以实现数千万亿次操作。百亿亿次级的计算正在以每秒10亿乘10亿次操作的形式出现。

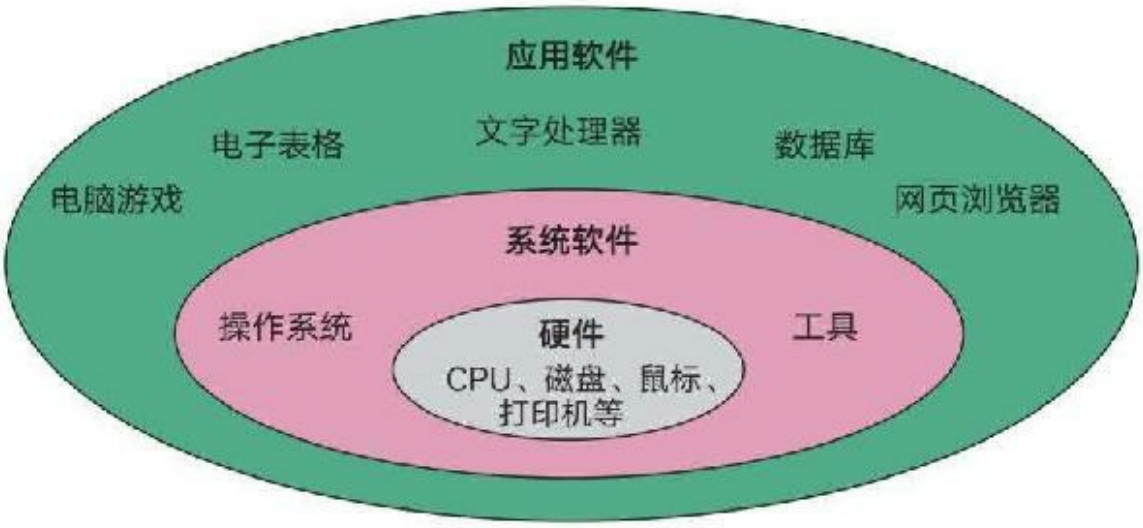
模拟神经网络可以最大限度地利用这种大规模并行硬件。多个核芯可以通过编程为同一个网络模型并行工作，这就大大加快了处理速度，但也会导致处理器之间的通信延迟。为了减少这些延迟，一些公司正在构建专用数字协处理器，这将极大地加速网络模拟，使语音和视觉等认知任务成为单一强大的指令。使用深度学习网络芯片的智能手机将变得更加智能化。

数字计算机具有将我们与硬件分开的操作系统（方框15.1）。当我们在笔记本电脑上运行文字处理程序，或在手机上使用应用程序时，操作系统会处理程序的细节，例如将按键信息放到内存的哪个位置，以及如何在屏幕上显示程序输出。我们的意识在大脑的操作系统上运行着应用程序，大脑操作系统将信息的内容、位置，以及存储方法与意识隔离开来。我们并不知道大脑是如何储存我们一生积累的大量经验的，也不知道这些经验如何塑造我们的行为。虽然有可能明确地解释一些经验，但我们所理解的这部分只是冰山一角。我们的大脑如何管理这些信息仍然是个谜。如果我们能够弄清楚大脑的操作系统是如何工作的，就可以基于相同的一般原则来组织大数据。相应地，意识也可以被解释为运行在大脑操作系统上的应用程序。

生物学与计算科学

信息爆炸已经将生物学转化为量化科学。对于传统生物学家，除了统计学入门课程之外，通常只需要一点额外的数学培训就能够分析他们的数据，这些数据很少，也很难获得。在2002年由长岛冷泉港实验室举办的分子遗传学研讨会上，我感觉自己就像一条离了水的鱼，因为我是唯一一个做计算主题演讲的人。在我前面演讲的是分子遗传学家勒罗伊·胡德（Leroy Hood），他在加州理工学院工作了多年。1987年我在加州理工学院休学术年假时，惊讶地发现胡德的实验室多得几乎占据了整栋大楼。后来，他搬到了西雅图，并在2000年联合创立了系统生物学研究所。这一新的领域旨在试图了解细胞内所有分子相互作用的复杂性。

15.1
电子计算机的操作系统



操作系统对在计算机的硬件上运行的程序进行控制。如果你使用的是个人电脑（PC），那么操作系统通常是Windows；如果你使用的是iPhone，用的则是iOS系统；大多数服务器运行的都是某种版本的UNIX。操作系统在程序需要时分配内存；它也可以在幕后跟踪程序，使用称为“守护程序”（daemons）的进程在后台运行，并跟踪

打印机和显示器等设备。操作系统可以在任何硬件上工作，使得你的应用程序可以移植到不同的计算机上。

胡德在演讲中提到，有一天他心血来潮，想知道为什么他实验室工资系统里的计算机科学家比生物学家要多。他推断说，原因在于生物学已成为一门信息科学，计算机科学家对如何分析信息的了解要远远超过生物学家，而生物学家已被现代技术，例如基因测序，所产生的大量数据所淹没。胡德的演讲简直是为我做了最好的铺垫，我当时的演讲题目是关于信息如何在大脑中神经元之间的突触上储存的。

今天，系统生物学吸引了许多计算机科学家和物理学家共同分析和理解DNA测序产生的信息，以及由RNA和蛋白质控制的细胞信号。一个人类细胞的DNA中有30亿个碱基对，含有细胞生存、复制和分化所需的所有信息。一些碱基对是制造蛋白质的模板，基因组的其他部分包含一个抽象代码，对发育过程中使用的基因进行调节，以指导身体和大脑的构建。大脑的构建有可能是宇宙中难度最高的构建项目，它是由DNA中嵌入的算法引导的，这些算法协调了大脑数百个不同部位的数千种不同类型神经元之间的连接。

人工智能能拥有媲美人类大脑的操作系统

由基础科学研究发展出来的科技，通常需要50年才能实现商业化。20世纪初，由相对论和量子理论带来的重大发现，到20世纪的后半期才推动了CD播放器、GPS以及电子计算机的诞生。20世纪50年代发现的DNA以及基因序列影响了当今医药和综合农业领域的应用，这些应用到今天仍在影响经济的发展。“BRAIN计划”以及世界上其他大脑研究项目带来的发现，会启发50年后的应用，这些应用现在看上去还如科幻小说一般遥不可及。 [13] 我们可以期待，到2050年，人工智能会拥有能和

我们大脑相媲美的操作系统。哪些公司、哪些国家会掌握这种科技，取决于它们现在所做的投资和所下的赌注。

---

[1] Jimmy Soni and Rob Goodman, *A Mind at Play: How Claude Shannon Invented the Information Age* (New York: Simon & Schuster: New York, 2017).

[2] Solomon Wolf Golomb, *Shift Register Sequences: Secure and Limited-Access Code Generators, Efficiency Code Generators, Prescribed Property Generators,Mathematical Models* , 3rd rev. ed. (Singapore: World Scientific, 2017).

[3] 参阅Stephen Wolfram, “Solomon Golomb (1932–2016),” *Stephen Wolfram Blog* , posted May 25, 2016. http://blog.stephenwolfram.com/2016/05/solomongolomb-19322016/。

[4] Richard Rhodes, *Hedy* ’s *Folly: The Life and Breakthrough Inventions of Hedy Lamarr, the Most Beautiful Woman in the World* (New York: Doubleday, 2012).

[5] G. H. Hardy, *A Mathematician* ’s *Apology* (Cambridge: Cambridge University Press,1940).

[6] Solomon W. Golomb, *Polyominoes* (New York: Scribner, 1965).

[7] L. A. Riggs, F. Ratliff, J. C. Cornsweet, and T. N. Cornsweet. “The Disappearance of Steadily Fixated Visual Test Objects,” *Journal of the Optical Society of America* 43, no. 6 (1953): 495–501.

[8] Rajesh P. N. Rao and Dana H. Ballard, “Predictive Coding in the Visual Cortex: A Functional Interpretation of Some Extra-Classical Receptive-Field Effects,” *Nature Neuroscience* 2, no. 1 (1999): 79–87.

[9] 这一观点是米德建立神经形态系统的动机，希望该系统像大脑一样，也能实时运行。C. Mead, “Neuromorphic Electronic Systems,” *Proceedings of the IEEE* 78, no. 10 (1990):1629–1636.

[10] Hermann von Helmholtz, *Helmholtz* ’s *Treatise on Physiological Optics* , vol. 3: *The Perception of Vision* , trans. James P. C. Southall (Rochester, NY: Optical Society of America, 1925), 25. Originally published as *Handbuch der physiologische Optik.* 3. *Die Lehre von den Gesichtswahrnehmungen* (Leipzig: Leopold Voss, 1867).

[11] J. L. McClelland and D. E. Rumelhart, “An Interactive Activation Model of Context Effects in Letter Perception: Part 1. An Account of Basic Findings.”*Psychological Review* 88, no. 5 (1981): 401–436; “Part 2. The Contextual Enhancement Effect and Some Tests and Extensions of the Model,” *Psychological Review* 89, no. 1 (1982): 60–94,

[12] L. Muller, G. Piantoni, D. Koller, S. S. Cash, E. Halgren, and T. J. Sejnowski,“Rotating Waves during Human Sleep Spindles Organize Global Patterns of Activity during the Night,” *eLife* 5 (2016): e17267.

[13] 在所谓的“克拉克的第三定律”中，阿瑟·克拉克（Arthur C. Clarke）说过这样一句名

言：“任何足够先进的技术几乎都与魔法无异。”（Any sufficientlyadvanced technology is indistinguishable from magic.）

16
生命与意识

当弗朗西斯·克里克的母亲问年轻的克里克他想探究什么样的科学问题时，他告诉她，自己只对两个问题感兴趣：生命的奥秘和意识的奥秘。[1] 克里克显然对重要的事物有着敏锐的感觉，但他当时可能没有意识到这些问题的困难程度。他的母亲并不知道，几十年后的1953年，她的儿子和詹姆斯·沃森会发现DNA的结构，这种松散的线状体最终将揭开生命的一个重要谜团。但克里克（图16–1）并不满足于这一成就。

克里克在1977年加入索尔克研究所后，重新拾起长久以来对意识的兴趣。他决定关注视觉意识（visual awareness）问题，因为人们已经对大脑的视觉功能区有了深入的了解，而了解视觉感知（visual perception）的神经基础也将为探索其他方面意识的神经基础铺平道路。[2]

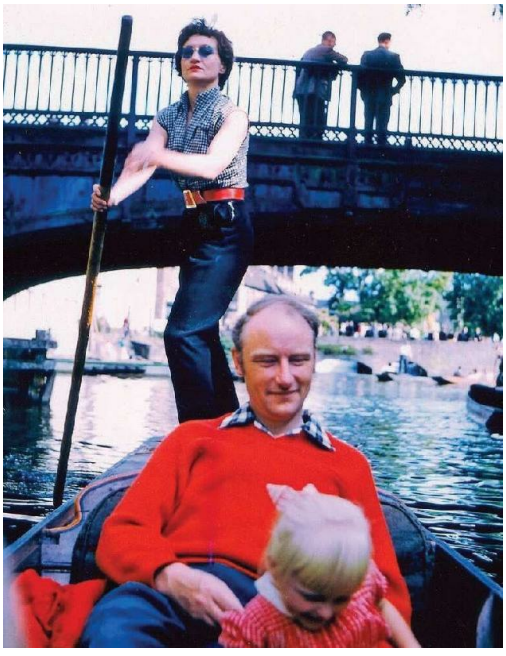


图16–1 弗朗西斯·克里克和他的妻子奥迪尔、女儿杰奎琳在英国剑桥的康河上划船（拍摄于1957年前后）。图片来源：索尔克生物研究所。

20世纪80年代，生物学家对意识研究投入的热情日渐消退，但这丝毫没有影响克里克。视觉感知充满了难以理解的幻想和谜团，为了解释它们在解剖学和生理学上的机理，克里克推出了新颖的“探照灯假说”（searchlight hypothesis）。[3] 神经节细胞从视神经投射到丘脑，后者又将脉冲传递到视觉皮层。但为什么神经节细胞不能直接投射到大脑皮层呢？克里克指出，从皮层到丘脑区域的反馈投射就像探照灯一样，可能会突出显示部分图像，以供进一步处理。

视觉意识

在理解意识的工作中，克里克最亲密的伙伴是加州理工学院的神经科学家克里斯托弗·科赫，他们一起发表了一系列探索“意识的神经关联”（neural correlates of consciousness，简称NCC，负责产生意识觉知状态的大脑结构和神经活动）的论文。[4] 对于视觉意识，这意味着要发现大脑不同部位神经元的放电特性与视觉感知之间的相关性。克里克和科赫提出了假设，认为我们并不知道在初级视觉皮层中发生了什么[5]——这是大脑皮层第一个从视网膜接收输入的区域；我们只知道在视觉皮层层级结构的最高层发生了什么（见图5–11）。这种假设的可能性来自对双眼竞争的研究，即对两只眼睛呈现两种不同的图案，例如对一只眼睛显示垂直条纹而对另一只眼睛显示水平条纹：然而，我们看到的并非是两幅图像的混合图像——事实上，视觉感知每隔几秒就会在不同图像之间突然发生翻转。初级视觉皮层中对每只眼睛做出反应的是不同的神经元，不管哪个图像是被有意识地感知到的。然而，在视觉的较高层级上，许多神经元只对感知到的图像产生响应。因此，仅因一个神经元对感知放电，就说它是感知的神经关联，未免太过草率。显然，在分布

于视觉层级中众多互相协调工作的活跃神经元中，我们只知道其中的一些子集表征了什么。

视觉感知的过程

2004年，加州大学洛杉矶分校医学中心的科研人员检测了一组癫痫患者的脑部，试图探索癫痫发作的病因。在检测过程中，病人被要求观察一系列名人照片。植入大脑记忆中心的电极可以记录患者对照片的响应脉冲。其中一名患者大脑的一个神经元对几幅哈莉·贝瑞的照片和她的名字（图16–2）做出了强烈的反应，但对比尔·克林顿、朱莉娅·罗伯茨的照片或其他名人的名字却无动于衷。[6] 同时，该实验也发现了对其他名人、特定对象，以及悉尼歌剧院等建筑物能做出反应的神经元。

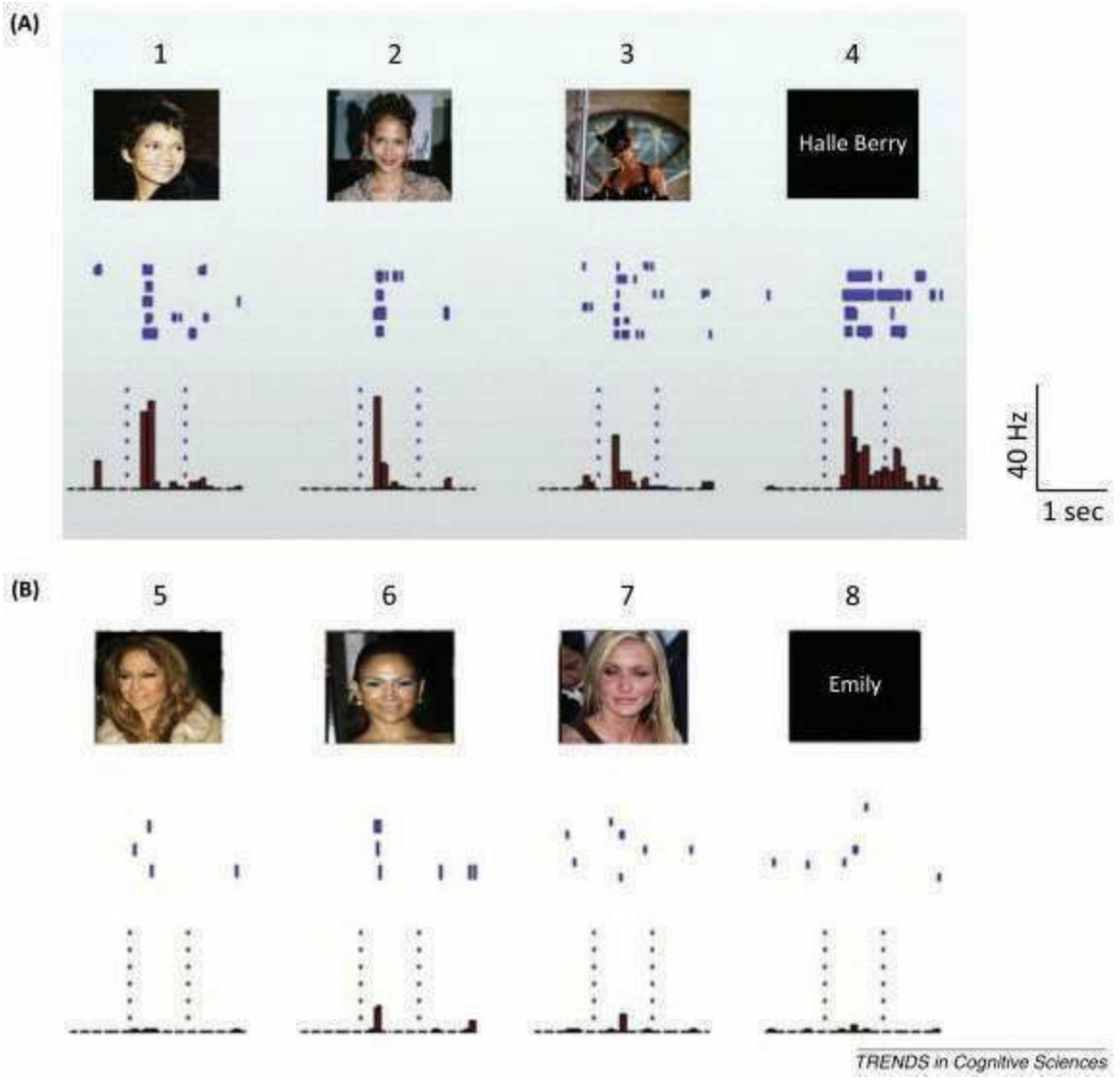


图16-2 哈莉·贝瑞细胞。从患者的海马体中单个神经元记录下的对照片的反应。每张照片下显示了来自6次单独试验的放电脉冲（蓝色标记点），以及平均值（直方图）。（A）哈莉·贝瑞的照片和她的名字引发了一波脉冲；（B）而其他女演员的照片和她们的名字却没有。哈莉·贝瑞出演了2004年的动作超级英雄电影《猫女》（图3）。图片来源：A. D. Friederici and W. Singer, “Grounding Language Processing on Basic Neurophysiological Principles, ”Trends in Cognitive Sciences 19, no. 6 (2015): 329–338, 图1。

由加州大学洛杉矶分校的伊扎克·福瑞德（Itzhak Fried）和克里斯托弗·科赫领导的研究小组发现的神经元，在50年前首次可以记录猫和猴子大脑中的单个神经元时，就已经被预测到了。研究人员认为，在大脑皮层视觉区域的层级结构中，神经元的层级越高，响应特性就越具体。很有可能的情况是，顶层的单个神经元只会对一个人的照片产生响应。

这被称为“祖母细胞假说”（grandmother cell hypothesis），祖母细胞是一个假想的脑中神经元，可以让你认出你的祖母。

更为戏剧性的是这样一组实验，给患者展示结合了两个熟习个体照片的融合图片，并要求他们想象其中一个人（偏好个体）的形象，弱化另一个（竞争个体），同时记录仅对单一熟人照片产生响应的神经元的活动。尽管视觉刺激没有改变，但受试者能够增加表征“偏好个体”神经元的放电速率，同时降低表征“竞争个体”神经元的放电速率。然后，实验者通过控制融合图片中两种照片的比例（根据神经元的放电比例）来闭合环路，受试者便可以通过想象两个个体面孔的比例 [7] 来控制输入。该实验表明，认知过程不是一个简单的被动过程，而是依赖于记忆和内部注意力控制的主动参与。

尽管有了这样令人惊讶的证据，祖母细胞假说仍然不太可能完全解释视觉感知的过程。根据该假说，当细胞处于活跃状态时，你会感应到你的祖母，所以它不应该被任何其他的刺激产生响应。测试中只有几百张照片，所以我们的确不知道“哈莉·贝瑞细胞”有多么强的选择性。其次，电极碰巧记录到大脑中唯一的哈莉·贝瑞神经元的可能性很低；可能性更大的情况是，大脑中有成千上万个这样的细胞，肯定还有许多对其他著名面孔、你认识的人、你能识别的每一个对象做出响应的神经元的副本。尽管大脑中有数十亿个神经元，但并不足以给人们认识的每一个对象和名称分配一个大型的专用神经元群组。最后，响应只是与感官刺激相关，但并不一定表明其中存在着因果关系。神经元的输出，及其对下游行为的影响（参考第5章介绍的投射场）也同样重要。不过，响应的选择性是惊人的。记录开始之前，病人被要求给定一个最喜欢的名人，所以可能哈莉·贝瑞在病人的脑中被过度表征了。

在小鼠、猴子和人类中同时记录数以百计的皮层神经元，为神经元如何共同感知和决策提供了另一种理论。 [8] 在猴子的记录中，刺激和依赖任务的信号广泛分布于大量神经元中，每一个神经元都会为刺激和任务细节特征的不同组合做出响应。 [9] 不久之后，我们将有可能记录

数百万个神经元并操纵它们的放电速度，区分不同类型的神经元和它们彼此相连的方式。这可能会引出超越祖母细胞的理论，让我们能够更深入地理解神经元群体的活动如何引发思考、情绪、计划和决策。当然，神经元表征面孔和对象的方式可能不止一种。随着新的记录技术的出现，我们应该很快就会知道答案。[10]

自20世纪80年代以来，我们已经在经过训练的含有一层隐藏单元的神经网络模型中了解到，并且最近在深度网络中也认识到，神经网络中每个输入的活动模式呈高度分散性分布，其方式在性质上类似于皮层中神经元群组的各种响应（图9–2）。[11] 分布表征可以用来识别相同对象的多个版本，而且针对同一组神经元，也可以通过对它们的输出添加不同的权重来识别许多不同的对象。对神经网络中的单个隐藏单元进行分析，就像神经生理学家记录视觉皮层中的神经元一样，有时会发现一个靠近顶层的模拟神经元对其中一个对象产生了特定的偏好。但是，因为剩下的神经元携带了表征对象的冗余信号，所以当这样的单元被切除时，神经网络的性能并不会发生明显的变化。神经网络在受到损害的情况下仍能保持稳健的性能，是网络与大脑本身的架构与数字计算机的架构之间的主要区别。

需要多少皮层神经元才能区分例如脸部之类的许多相似对象呢？从成像研究中，我们知道人脑的几个区域对人脸能够做出反应，有些区域具有高度的选择性。但是，在这些区域内，任何单个面孔的信息都广泛分布在许多神经元中。加州理工学院的曹颖（Doris　Tsao）在猴子的大脑皮层神经元中，记录到对面部的选择性响应，并表明可以通过结合来自200个面部细胞（所有面部选择性神经元的相对较小的子集）的输入来对面部特征进行重建。[12]

视觉感知的时机

视觉意识的另一方面，是大脑努力记录发生在特定时间的事件，例如闪光。视觉皮层中神经元对闪光视觉刺激产生响应的时间延迟从25毫秒到100毫秒不等，这些延迟通常发生在皮层同一区域内。尽管这样，我们仍可以确定时间差在40毫秒内发生的两次闪光的次序，以及时间差小于10毫秒的两次声音的次序。让问题更加复杂的是，视网膜中的处理也需要一定的时间。这一时间并不是固定的，而是取决于闪光的强度，所以即便微弱闪光和强烈闪光同时发生，微弱闪光中来自视网膜的首个脉冲的到达时间与强烈闪光相比，也会有一个延迟。这就引出了一个问题，即为什么视觉感知似乎具有一致性，虽然从整个皮层活动的时间和空间分布模式来看并不明显。

当我们进行跨模态（cross-modal）比较时，同时性问题变得更加令人困惑。你看到一个人在砍树，假设你离得足够近，即使声速比光速慢得多，你也可以同时看到并听到每次斧头对树木的砍击。而且随着与树的距离不断增加，同时性的幻觉仍然维持着，[13] 直到视觉和听觉信号到达你的大脑的时间差大于80毫秒时，我们就不再认为声音与砍击的动作同时发生（此时的距离大约为100英尺）。

探索与时间相关的视觉行为的研究人员发现了另一种被称为“闪光—滞后效应”（flash-lag effect）的现象。该现象可以表现为飞过头顶的飞机闪烁的尾灯和机尾看起来不太一致——闪光的位置似乎落后于机尾。另一种常见的现象是在足球比赛中，当一名跑动中的运动员看起来像在足球（闪光）前面时，这可能会引起助理裁判员的越位判罚——这名助理裁判员并未做出幻觉补偿[14]。这一现象可以在实验室中通过用视觉刺激（如图16–3所示）来进行研究。在闪光滞后效应中，闪光和位于同一位置的移动物体之间似乎发生了错位。

对这种现象存在一种主流的解释——在直觉上更说得通，而且有一些来自大脑实验记录的证据——是大脑预测了运动点将在短时间之后出现在哪个位置。但是感知实验已经表明，这并不能解释闪光滞后效应，因为闪光时间引起的感知取决于闪光后80毫秒内发生的事件，而不是闪

光之前发生的事件（先前发生的事会被大脑用来做出预测）。 [15] 这种对闪光滞后效应的解释，意味着大脑是“后发性的”而非“预测性的”；也就是说，大脑不断修改历史，使有意识的现在与未来保持一致。这是我们的大脑如何基于嘈杂和不完整的数据产生似是而非感觉的一个例子，这一现象也经过魔术师的探索，被用于魔术表演中。 [16]

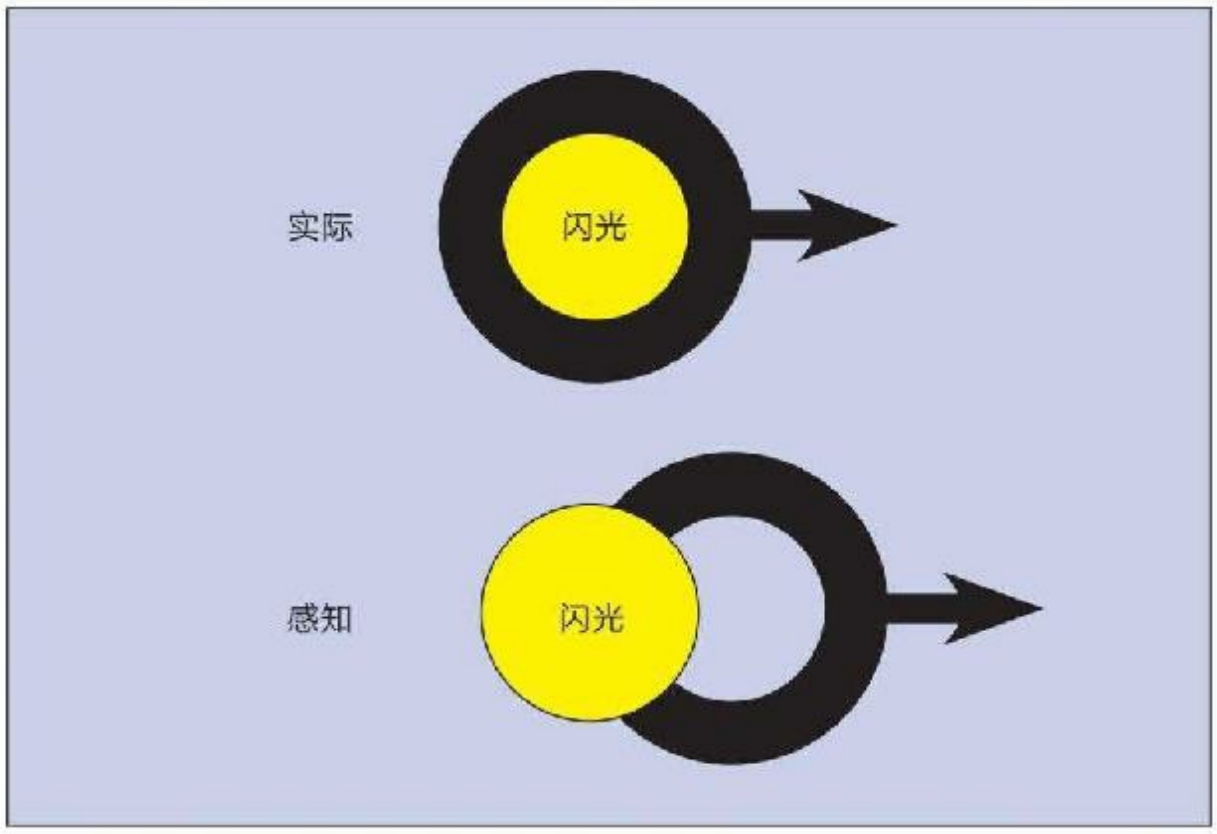


图16-3 闪光滞后效应。（上图）一个圆环从左向右移动（黑色）。当它通过视野的中心时，灯光会短暂闪烁（黄色）。（下图）被试者报告，在闪光时圆环似乎偏移到了右侧。图片来源：大卫·伊格尔曼。

视觉感知的部位

大脑成像可以在我们感知事物时为我们提供大脑活动的全局图。根据实验证据，研究人员提出了一个非常有吸引力的假设，即当皮层前部

（这部分对计划和制定决策非常重要）的大脑活动达到阈值水平，并开启反馈回路时，我们才会有意识地注意到某些事情。[17] 虽然具有一定的启发性，但这些观察结果并不具有说服力，因为它们并不构成因果关系，而只是表明了相关性。如果“意识的神经相关”是意识状态的原因，那么应该可以通过改变“意识的神经相关”来改变意识状态。曹颖在她2017年的实验中证实了这一点；通过刺激猴子的视觉皮层中的脸部识别功能区，她能够干扰它们对脸部的辨别能力。[18] 当对人类进行类似的实验时，被试者报告说，脸部看起来好像正在融化。[19]

最近，诸如光遗传学[20]等新技术已经能够被用于选择性地操纵神经元的活动，从而对NCC的因果关系进行测试。如果认知状态与高度分散的活动模式相对应，这样的测试难度可能会很大，但原则上，这种方法可以揭示意识中的感知和其他特征是如何形成的。[21]

视觉搜索的机理

视觉搜索任务依赖于自下而上的感官处理，以及自上而下由期望驱动的注意力处理（图16–4A）。这两种类型的处理在大脑中相互交织着进行，难以区分。但最近，人们开发了一种新颖的搜索任务来尝试将它们分开。[22] 参与者坐在空白的屏幕前，他们的任务是用目光扫视屏幕，找到一个隐藏目标的位置。当他们的目光停留在目标附近时，会听到奖励音。隐藏目标的位置在每次试验中都会发生变化，并且服从高斯分布（一种钟形曲线，由其峰值和宽度定义），但在一个试验环节内保持不变，然而参与者并不了解这一信息（图16–4D）。

在试验环节开始时，参与者并没有任何先验知识来指导他们的搜索。一旦获得奖励，他们就可以使用该反馈来协助下一次试验。随着试验的进行，参与者通过制定隐藏目标分布的预期，来指导未来的搜索，以提高成功率。经过大约十几次的试验后，参与者的视觉注意力缩小到

了目标出现概率高的区域。图16–4D显示了在所有参与者身上出现的这种效应的特征。随着实验不断推进，搜索区域的范围开始大幅缩小。令人惊讶的是，尽管被试者在几次试验后的第一次扫视总是能到达隐藏目标分布的中心，但他们中许多人并没有办法描述出是如何做到这一点的。

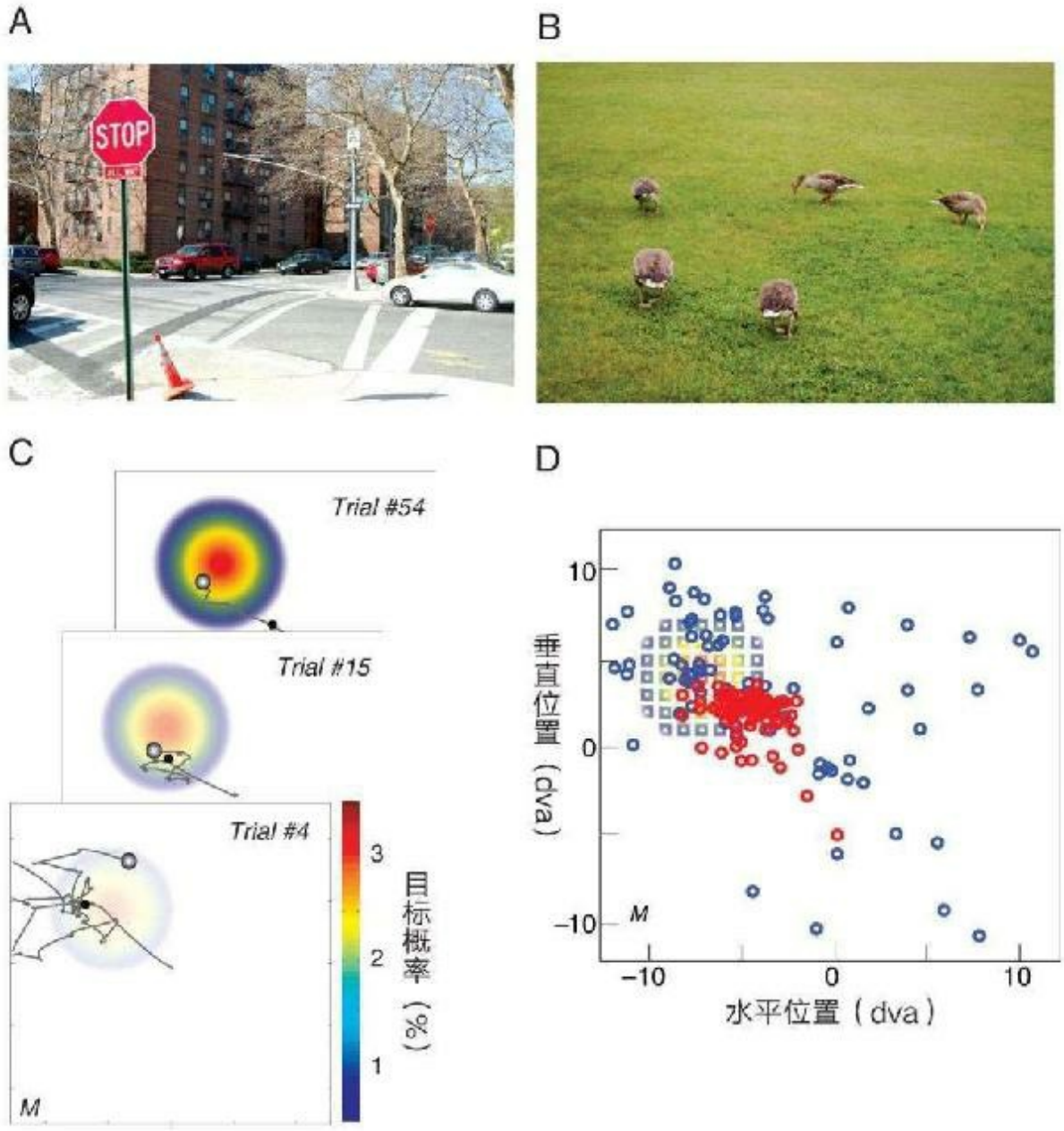


图16-4 学习朝哪里看。（A）有经验的行人事先知道在街道场景中寻找路标、汽车和人行道的位置；（B）在一片草地上觅食的鸭子；（C）屏幕的表征图像与试验期间学习的隐藏目标分布

区域进行的叠加，以及来自参与者M的三次试验的目光轨迹样本。每个试验中第一次目光停留的区域用黑色记号标记。最终获得奖励的注视位置以带阴影的灰色点进行标记。（D）对目光注视过的屏幕区域的采样，从在早期试验中遍布了整个屏幕（浅灰色圆圈；前五个试验），缩小到接近高斯整数分布大小和位置的区域［正方形，颜色与后面试验C中给出的概率成比例（红色圆圈；试验32-39）］。图片来源：L. Chukoskie, J. Snider, M. C. Mozer, R. J. Krauzlis, and T. J.Sejnowski, “Learning Where to Look for a Hidden Target”，图1。

这些实验表明，大脑无意识的控制是由经验引导的。通过消除视觉输入，可以独立地研究无意识过程。这项搜索任务涉及的大脑区域包括视觉皮层和上丘，它们分别控制着视野中对象的立体形貌分布，以及分别将视线指向视觉目标，与眼动系统的其他部分紧密合作。学习过程也涉及基底神经节，这是脊椎动物大脑的一个重要组成部分，能通过强化学习来学习按顺序发生的动作。[23] 预期和收到的奖励之间的差异，表现为中脑部位的多巴胺神经元放电频率的瞬时增加，从而能够调节突触可塑性，并在无意识层面影响决策和计划的制定（已在第10章中讨论过）。

创造意识比理解意识更容易

在去世之前，弗朗西斯·克里克还邀请我到他家中讨论屏状体（claustrum），这个皮层下的神秘细胞薄层接收来自许多皮层区域的投射，然后再反向投射回去。尽管克里克当时已身患绝症，但仍然专注于完成他的最后一篇论文，即屏状体因其中心地位而负责意识统一的假说。只有少数研究人员曾研究过屏状体，他几乎给他们中的每个人都打过电话，寻求进一步的信息。这次拜访是我最后一次见到他。弗朗西斯于2004年7月28日去世时，仍然在努力撰写他最后一篇论文[24]的手稿，试图完成他对意识起源的研究。

在他和詹姆斯·沃森于1953年发现DNA结构的50年后，人类基因组测序的项目完成了。克里克告诉我，他从来没有想过人类能够完成这一壮举。50年后，我们距离探清意识问题还有多远呢？届时，我们将拥有

与我们互动的机器，就像我们现在通过语音、手势和面部表情与他人互动一样。创造意识要比完全理解它来得容易。

我怀疑，我们是否可以通过首先了解无意识的处理过程——我们看到、听到和行动时认为理所当然的一切——来加快进度。我们已经在理解激励系统方面取得了进展（激励系统对我们如何做决定产生了强烈的影响）；还有注意力系统（这些系统有助于指导我们在现实世界中搜寻信息）。随着对管理感知、决策和规划的大脑机制的深入了解，理解意识这个问题可能会像《爱丽丝漫游奇境记》中的柴郡猫一样消失，只留下一个大大的笑容。 [25]

---

[1] 本章引自T. J. Sejnowski, “Consciousness,” *Daedalus* 144, no. 1 (2015): 123–132. 参阅 Francis H. C. Crick, *What Mad Pursuit: A Personal View of Scientific Discovery* (New York: Basic Books, 1988); Bob Hicks, “Kindra Crick’s Mad Pursuit,” *Oregon Art Watch* , December 3, 2015. http://www.orartswatch.org/kindracricks-mad-pursuit/.

[2] 现在还没有统一的关于“意识”（consciousness）的科学定义，意识被用来指代许多不同的现象。对这个术语广义上的理解，包括保持清醒的状态，对自己周围环境的认知，对事物的认知或感知，以及大脑对自身和外界的认知。

[3] F. Crick, “The Function of the Thalamic Reticular Complex: The Searchlight Hypothesis,” *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 81, no. 14 (1984): 4586–4590.

[4] F. Crick and C. Koch, “The Problem of Consciousness,” *Scientific American* 267,no. 3 (1992): 10–17; F. Crick and C. Koch, “Constraints on Cortical and Thalamic Projections: The No-Strong-Loops Hypothesis,” *Nature* 391, no. 6664 (1998): 245–250; F. Crick and C. Koch, “A Framework for Consciousness,” *Nature Neuroscience* 6, no. 2 (2003): 119–126; and F. Crick, C. Koch, G. Kreiman, and I. Fried,“Consciousness and Neurosurgery,” *Neurosurgery* 55, no. 2 (2004): 273–281.

[5] F. Crick and C. Koch, “Are We Aware of Neural Activity in Primary Visual Cortex?”*Nature* 375, no. 6527 (1995): 121–123; C. Koch, M. Massimini, M. Boly, and G.Tononi, “The Neural Correlates of Consciousness: Progress and Problems,” *Nature Reviews Neuroscience* 17 (2016): 307–321.

[6] R. Q. Quiroga, L. Reddy, G. Kreiman, C. Koch, and I. Fried, “Invariant Visual Representation by Single Neurons in the Human Brain,” *Nature* 435, no. 7045(2005): 1102–1107.

[7] 这种比例是通过对不同神经元的放电速率的比例来定量的。——译者注

[8] K. Deisseroth and M. J. Schnitzer, “Engineering Approaches to Illuminating Brain Structure and Dynamics,” *Neuron* 80, no. 3 (2013): 568–577.

[9] V. Mante, D. Sussillo, K. V. Shenoy, and W. T. Newsome, “Context-Dependent Computation by Recurrent Dynamics in Prefrontal Cortex,” *Nature* 503, no. 7474(2013): 78–84.

[10] BRAIN Working Group, *BRAIN 2025: A Scientiific Vision*, Report to the Advisory Committee to the Director, NIH (Bethesda, MD: National Institutes of Health, June 5, 2014), 36. https://www.braininitiative.nih.gov/pdf/BRAIN2025_508C.pdf.

[11] Patricia Smith Churchland and Terrence J. Sejnowski, *The Computational Brain* ,2nd ed. (Cambridge, MA: MIT Press, 2016), 183, 221.

[12] L. Chang and D. Y. Tsao. “The Code for Facial Identity in the Primate Brain,” *Cell* 169, no. 6 (2017): 1013–1028.e14.

[13] D. A. Bulkin and J. M. Groh, “Seeing Sounds: Visual and Auditory Interactions in the Brain,” *Current Opinion in Neurobiology* 16 (2006): 415–419.

[14] 闪光滞后幻觉表现为主体对突现客体的位置判断滞后。——译者注

[15] D. M. Eagleman and T. J. Sejnowski, “Motion Integration and Postdiction in Visual Awareness,” *Science* 287, no. 5460 (2000): 2036–2038.

[16] 参阅Stephen L. Macknik, Susana Martinez-Conde, and Sandra Blakeslee, *Sleights of Mind: What the Neuroscience of Magic Reveals about Our Everyday Deceptions* (New York: Henry Holt, 2010)。

[17] S. Dehaene and J.-P. Changeux, “Experimental and Theoretical Approaches to Conscious Processing,” *Neuron* 70, no. 2 (2011): 200–227.

[18] S. Moeller, T. Crapse, L. Chang, and D. Y. Tsao, “The Effect of Face Patch Microstimulation on Perception of Faces and Objects,” *Nature Neuroscience* 20, no. 6(2017): 743–752.

[19] J. Parvizi, C. Jacques, B. L. Foster, N. Withoft, V. Rangarajan, K. S. Weiner, and K.Grill-Spector, “Electrical Stimulation of Human Fusiform Face-Selective Regions Distorts Face Perception,” *Journal of Neuroscience* 32, no. 43 (2012): 14915–14920.

[20] BRAIN Working Group, *BRAIN 2025: A Scientific Vision* , pp. 6, 35, 48.

[21] Sejnowski, “What Are the Projective Fields of Cortical Neurons?”

[22] L. Chukoskie, J. Snider, M. C. Mozer, R. J. Krauzlis, and T. J. Sejnowski, “Learning Where to Look for a Hidden Target,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110, supp. 2 (2013): 10438–10445.

[23] T. J. Sejnowski, H. Poizner, G. Lynch, S. Gepshtein, and R. J. Greenspan,“Prospective Optimization,” *Proceedings of the IEEE* 102, no. 5 (2014): 799–811.

[24] 在他去世后，他的同事克里斯托弗·科赫（Christof Koch）继续完成了这项工作。F. C. Crick and C. Koch, “What Is the Function of the Claustrum?”Philosophical Transactions of the Royal Society of London B360, no. 1458 (2005),1271–1279.

[25] 参阅Lewis Carroll, *Alice* ’s *Adventures in Wonderland* (London: Macmillan,1865), chap. 6.

17
进化的力量

研究生命起源的莱斯利·奥格尔（Leslie　Orgel，图17–1，右）是一位毕业于牛津大学的化学家，他是我在索尔克研究所多年的同事，也是我见过的最聪明的科学家之一。每周五的教师午餐时与他的讨论总是让我意犹未尽。生命的起源可以追溯到数十亿年前，众所周知，那时的地球与今天大不相同，环境条件十分苛刻，大气中的氧气很少，并不适宜生命存活。古细菌早于细菌出现在地球上，但在古细菌之前出现的又是什么呢？我们现在已经知道，DNA普遍存在于所有细胞中，那在DNA形成之前就存在的遗传物质又是什么呢？1968年，莱斯利·奥格尔和弗朗西斯·克里克推测，由细胞中的DNA衍生而来的RNA可能是DNA的前身，但这就要求RNA能够自我复制。关于这一推测的证据，来自可以催化RNA反应的基于RNA酶的核酶[1]（ribozyme）。今天该领域的大多数研究人员都认为，所有生命都来自早期的“RNA世界”，这一点是完全有可能的。但RNA又是从哪里来的呢？遗憾的是，我们并没有什么证据可以继续追溯下去。

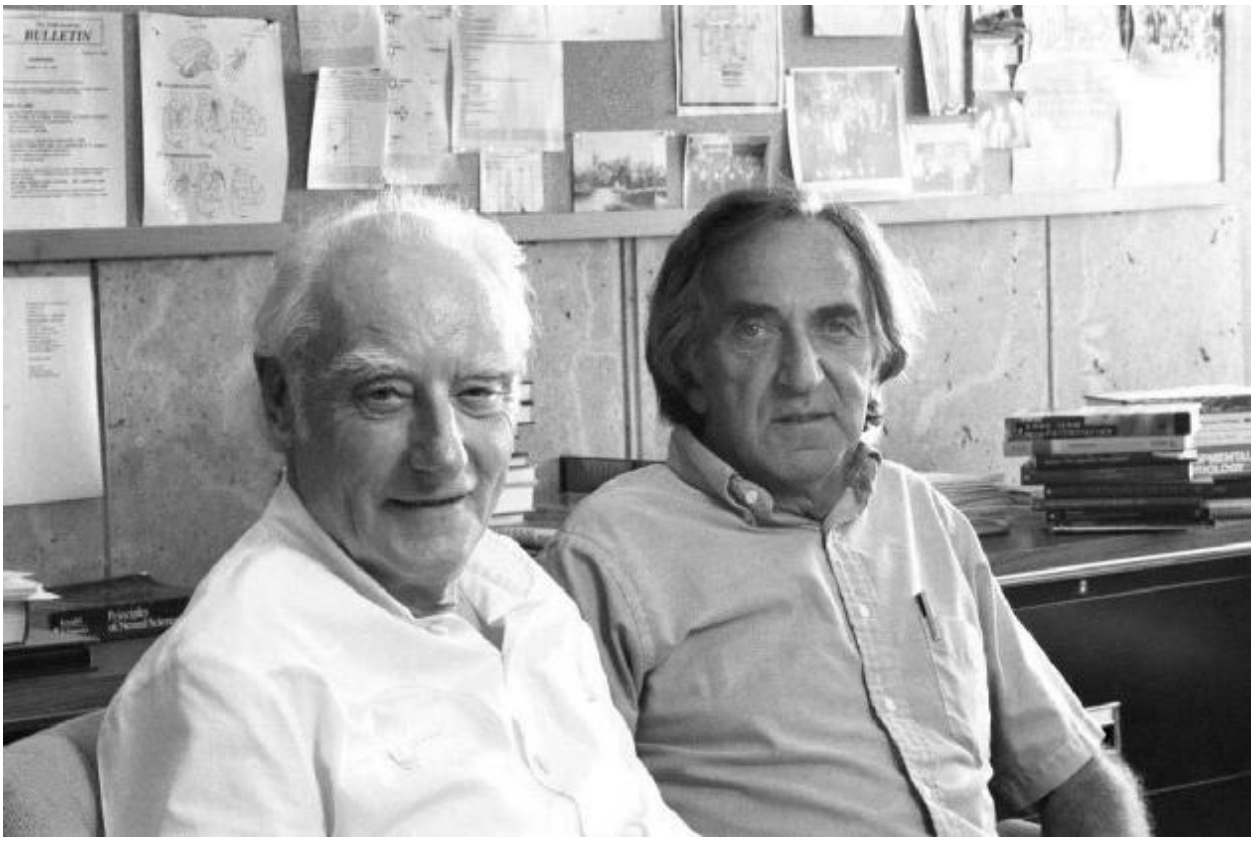


图17-1 1992年，索尔克研究所的弗朗西斯·克里克（左）和莱斯利·奥格尔（右）分别在意识的起源和生命的起源领域进行着开拓性的研究。图片来源：索尔克研究所。

大自然比我们聪明

一直以来，人们普遍接受的所谓“真理”，总是不断地被惊人的发现所颠覆。我们抬起头，看到太阳在围绕地球转动，但实际上是地球在绕着太阳转。进化论让我们认清了人类的发展历程，尽管到了今天，很多人仍然难以接受这一理论。许多年后，我们的后代将回顾我们生活的这个时代，并认为我们对智能的直觉，是过于简化了的，这种直觉阻碍了人工智能后续50年的进步。正如奥格尔的第二定律所述，进化比你聪明。

我们的意识觉知只是冰山一角，我们大脑的大部分活动依然神秘莫测，无法进行自我反思。我们用“注意力”和“意图”这些词来描述我们的

行为，但这些都是含糊的概念，隐藏了大脑活动过程的内在复杂性。基于直觉大众心理学的人工智能的发展迟迟得不到令人满意的成果。我们的眼睛能看到东西，但没人知道其背后的原因。“我思故我在”，但思考背后的机制仍是一个谜。大自然向我们揭示大脑如何运转，并不会给我们带来生存上的优势。奥格尔的第二定律仍然成立。[2]

正如第2章所指出的那样，我们拥有高度发达的视觉系统，但这并不能让我们成为视觉领域的专家。[3] 许多人甚至都没有意识到，我们的眼部存在一个眼中央凹，其能提供的清晰视角只有1度的弧度，相当于以一臂为半径，拇指长度为弧长所对应的角度，另外，我们在眼中央凹之外什么都看不到，几乎相当于法定盲人[4]。我曾经向我的母亲指出这一点，她说她不相信我，因为她前后左右都看得很清楚。由于我们可以迅速重新定位视觉目标，所以产生了一种在目光所及之处都能看得很清楚的错觉。你知道当你凝视一个目标时，目光会以每秒三次的频率在目标上游移吗？余光（peripheral vision）可能具有较低的空间分辨率，但对亮度和运动的变化非常敏感。在视觉皮层中，与识别目标的主要回路相区别的另一个主要回路，就负责识别视线在空间中的移动。

当计算机视觉领域的先驱开始设计视觉功能时，他们的目标是从图像中创建出一个完整的世界内部模型，而这个目标已经被证明是难以实现的。但是，一个完整而准确的模型对于大多数实际目的来说可能是不必要的，而且考虑到目前的摄像机取样率很低，这似乎更不可能实现。

根据心理物理学、生理学和解剖学的证据，帕特里夏·丘奇兰德、神经心理学家拉马钱德兰（V. S. Ramachandran）和我得出的结论是，大脑只表征世界上有限的一部分目标，即执行手头任务所需要的那部分。[5] 这也使得强化学习更容易减少所需要的、可能有助于获得奖励的感官输入的数量。视觉的明显模块化（与其他感官处理流相比，视觉信息有更高的分离度）也是一种错觉。视觉系统集成了来自其他渠道的信息，包括来自奖励系统的指示场景中目标价值的信号。机动系统通过积极地重新定位传感器来寻找信息，例如移动目光，以及在某些物种

中，通过移动耳朵来收集可能导致奖励行为的信息。

大脑通过对环境的逐步适应而发生进化；大自然无法从零开始，而必须通过修改各个零部件来维持现有物种的生存。约翰·奥尔曼（John Allman）在他的著作《进化脑》（*Evolving Brains*）[6] 一书中阐述了在城市人类尺度上逐渐发生的进化，并回顾了一次他去圣迭戈老电厂锅炉房的经历。他注意到，在一组真空管旁边有一排排复杂的小型气送管，旁边是不同年代的计算机控制系统。由于该电厂需要连续供电，因此无法在每次对技术进行更新换代时，都直接关闭旧系统并将其改装为新系统。于是旧的控制系统就被留在了原位，而新的控制系统被集成到了其中。同样，随着大脑的不断变化，大自然并不能抛弃旧的大脑系统，而是根据当前的发展计划进行调整，偶尔也会增加一层新的控制。基因复制，是引入能够变异出新功能的基因副本的最佳途径。全基因组复制的情况曾经也发生过，而这可能会导致一个全新物种的诞生。

认知科学的兴起

20世纪30年代，研究学习行为的心理学家把行为看作将感官输入转化为运动输出的过程，并自称为“行为主义者”。关联学习是行为主义的研究重点，许多学习规律在通过用不同的奖励机制训练动物时被陆续发现。哈佛大学的B. F. 斯金纳是这一领域的领导者，他撰写了几本畅销书籍来解释他的发现对社会造成的影响。[7] 当时有关行为主义的大众出版物非常受欢迎。

1971年，著名语言学家诺姆·乔姆斯基（图17–2）在《纽约书评》（图17–3）上发表了一篇全面抨击行为主义的文章，矛头直指斯金纳。[8] 下面是他的论点中关于语言方面的一段摘录：

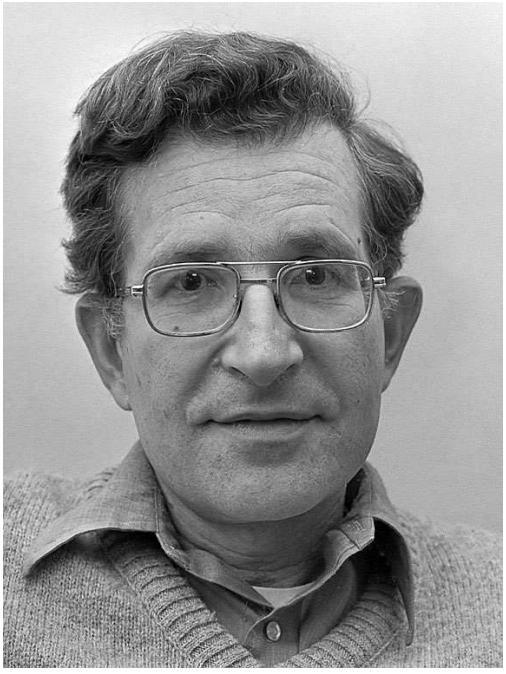


图17-2 1977年的诺姆·乔姆斯基。他于1971年在《纽约书评》上撰写了文章《针对斯金纳的驳斥》。乔姆斯基的论文对一代认知心理学家产生了深远的影响。他们开始将符号处理作为认知的概念框架，而大脑发育和学习在认知和智力中的重要作用则在他们的眼中大打折扣。图片来源：Hans Peters/Anefoto。

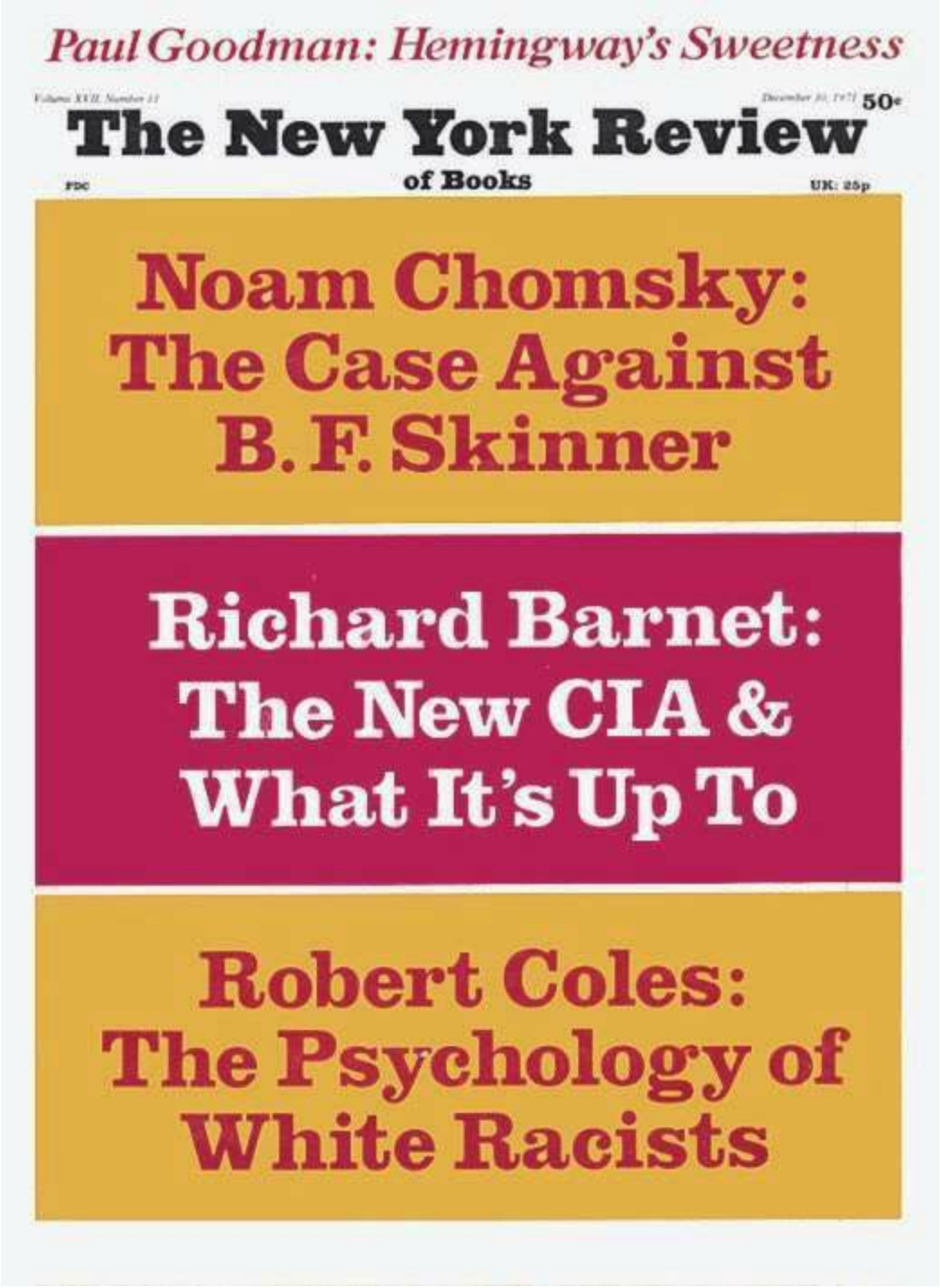


图17-3 诺姆·乔姆斯基于1971年在《纽约书评》中抨击斯金纳的标题。乔姆斯基的文章影响了一代科学家，诱导他们放弃了对行为的学习，并采用符号处理作为解释认知的方式。但使用符号方法，人工智能从未出现能够达到认知水平的表现。斯金纳在强化学习领域引领着正确的方向，但却受到了乔姆斯基的嘲讽；当今最引人注目的AI应用是基于学习，而非逻辑。图片来源：《纽约书评》。

把一些我从来没有听过或说过的英语句子，而不是中文句子说

> 成属于我的“语录”（只因为我说前者的“概率”更大），这是什么意思？斯金纳主义在讨论中涉及这一点时，一直诉诸“相似性”或“泛化”，但始终没有精确地描述新句子与熟悉的例子如何“相似”，或从例子中如何“泛化”的方式。这种失败的原因很简单。就目前所了解的信息而言，相关属性只能用描述有机体内部假定状态的抽象理论（例如语法）来表达，而这种理论被从斯金纳的“科学理论”中先验地排除了。由此导致的直接后果就是，只要讨论涉及事实世界，斯金纳主义就必然会陷入神秘主义（不能解释的“相似性”和无法描述的“泛化”）。尽管在语言中情况可能更为清楚，但没有理由认为，人类行为的其他方面也会落入斯金纳用先验限制了的“科学”体系之中。 [9]

以今天的角度，我们可以看到乔姆斯基明白了问题的关键，但他并不了解学习的力量。深度学习已经向我们展示了，像大脑本身的神经网络那样，模型神经网络能够做到被乔姆斯基解释为“神秘主义”的那种“泛化”，并且可以经过训练，选择性地识别多国语言并进行翻译，为图像生成在语法上无可挑剔的标题。最具讽刺意味的是，机器学习已经解决了自动解析语句的问题，尽管计算语言学家做出了艰苦的努力，但乔姆斯基的句法“抽象理论”从来没有解答过这个问题。当与斯金纳开创的强化学习结合起来时，机器学习就可以解决需要做出一系列选择以实现目标的复杂问题。这是解决问题的实质，也是智能的基础。

乔姆斯基的文章充满了鄙视，其影响也远远超过了对斯金纳的抨击：它挑战了，甚至驳斥了将学习作为理解认知的一种方式。这在20世纪70年代对认知心理学产生了决定性的影响。乔姆斯基所持观点的核心在于，根本无法想象（至少对乔姆斯基而言）关联式学习能够产生一种像语言那样复杂的认知行为。但请注意，这个论点是基于无知——仅因为世界顶尖的语言学家说他无法想象某件事，并不能否定这件事发生。但乔姆斯基的言辞与70年代的时代精神产生了共鸣，因此颇受追捧。到了20世纪80年代，对认知进行符号处理已成为主流方法，并为一个名

为“认知科学”的新领域打下了基础——认知科学是认知心理学、语言学、哲学和计算机科学的混合体。神经科学则像是认知科学的小兄弟，在20世纪90年代认知神经科学兴起前，一直或多或少地受到忽视。

不能把语言问题只留给语言学家

此后，乔姆斯基还多次使用了同样的修辞论证，其中最著名的是他基于“刺激匮乏”（poverty of the stimulus）对先天语言能力的论证，[10] 其中断言婴儿在听觉上获取不到足够的语言范例来学习句法的规则。但是，婴儿并不是一台从外界得到一串无形符号的计算机。事实上，一个婴儿沉浸在一个充满丰富感官体验的世界中，并会以惊人的速度了解世界的本质。[11] 这个世界充满了与声音有关、意义非凡的体验，这些体验始于子宫，是一种无监督学习。在这一基础上，语言开始形成，首先是咿咿呀呀，然后是单个词汇，以及后来语法正确的单词序列。先天习得的并不是语法，而是能够从经验中学习语言，表现出在丰富的认知语境中吸收话语的高阶统计特性的能力。

令乔姆斯基无法想象的是，如果加上对环境的深度学习和用毕生的经验磨炼出的深度学习的代价函数，像强化学习这样的弱学习系统也可以产生认知行为，包括语言。在20世纪80年代，这一点对我来说并不明显，尽管我应该认识到，如果像话语网络这样的小型网络可以处理英语发音，那么很可能在对言语的表征中，学习网络——无论是模型网络还是皮层网络——都对语言有着天然的亲和力。乔姆斯基的立场是基于想象力的匮乏，但从逻辑来说符合了奥格尔的第二定律：进化比你聪明，而这个“你”也包括像乔姆斯基这样的专家。事实上，当一位专家告诉你自然界的某些事情是不可能的时候，你应该保持谨慎——不管这个论证有多么合理或者令人信服。

在20世纪后半叶，乔姆斯基对语序和句法的强调成为语言学的主导

方式。但即使是一个“词袋”（bag of words）模型的神经网络，抛弃单词顺序，也能在判定文章（如体育报道或政论）的主题方面表现出色，并且通过参考直接相邻的文字关系，性能还可以得到进一步的提升。我们通过深度学习获得的经验是，即使词序包含一些信息，但基于单词含义及词间关系的语义更重要。词汇在大脑中被丰富的内部结构所表征。随着我们对在深度学习网络中词汇如何表达语义有了更深入的了解，我们可能会开启一门新的语言学。就像大自然没有理由向我们揭示视觉的工作原理一样，也没有理由认为，我们对语言工作原理的直觉会更好。

我们来考虑一下，在对自然语言任务进行训练的模型网络中，单词的内部结构可能是什么样子。虽然网络可能是针对特定问题进行训练，但网络表征输入的方式可被用于解决其他问题。一个很好的例子就是训练一个网络，来预测句子中的下一个单词。在经过训练的网络中，单词的表征方式具有内部结构（以网络中所有单元的活动模式的形式），可以用来在单词对之间进行类比。 [12] 例如，当这些活动模式被投影到一个平面时，连接国家和首都的矢量都是一样的。在没有任何关于首都城市意味着什么的监督信息的前提下（图17–4），网络学会了自动组织概念并隐式地学习它们之间的关系，这就表明，可以使用无监督学习从文本中提取国家和首都的语义。

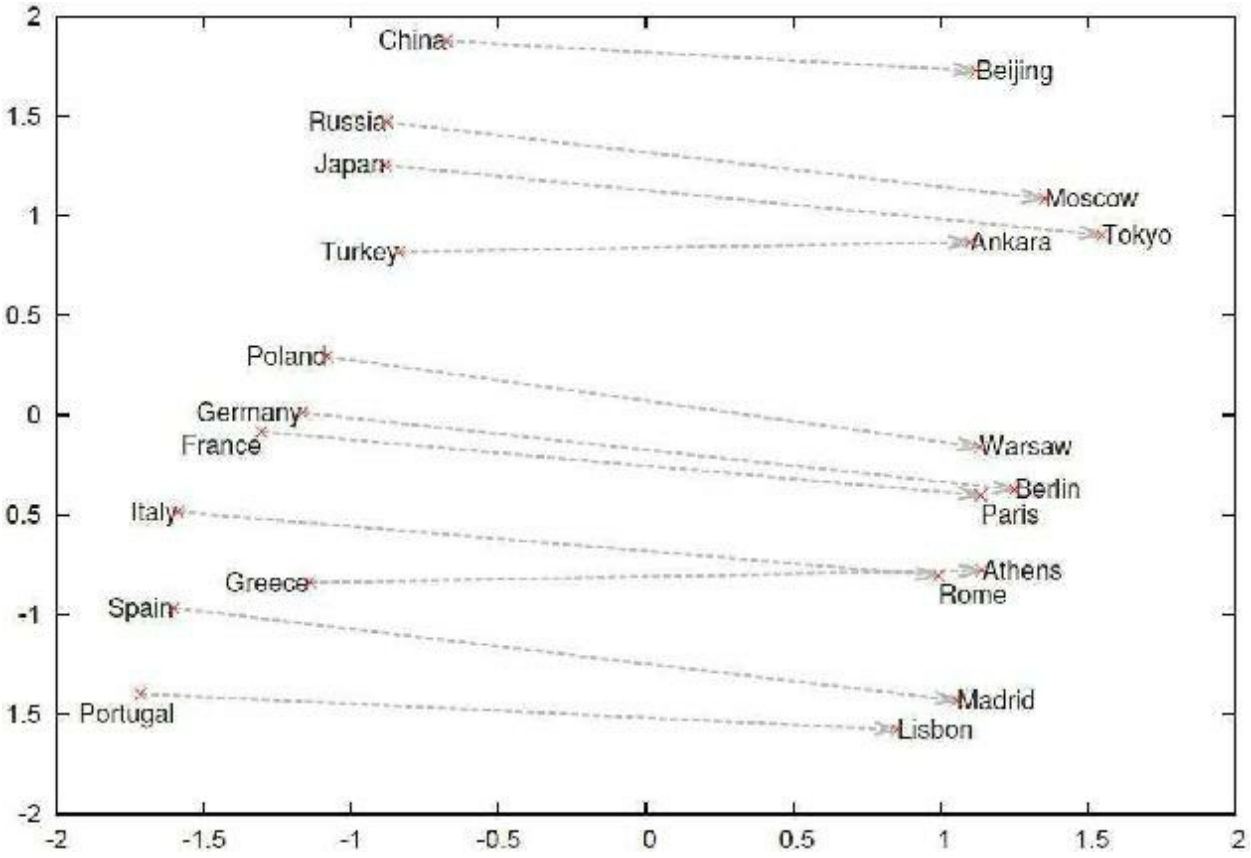


图17-4 网络中单词的内部表征被用来训练预测句子中的下一个单词。每个单词都是网络活动的矢量，可以如上所示投影到二维平面上。箭头将国家连接到它们的首都。由于所有这些箭头彼此平行并且长度大致相同，所以单词对也以类似的方式表示。例如，如果你想查找不同国家的首都，可以将此箭头添加到该国家的矢量中，并检索出其首都的矢量。资料来源：T. Mikolov, I. Sutskever, K. Chen, G. Corrado and J. Dean, “Distributed Representations of Words and Phrases and Their Compositionality”，图2。图片来源：杰夫·迪恩。

我在麻省理工学院的一次演讲中，开门见山地说道：“语言太重要了，不能只留给语言学家去研究。”[13] 我的意思是，我们不应该只停留在行为层面描述语言。我们应该理解语言背后的生物学原理和潜在的生物学机制，以及智人的语言能力是如何演变的。使用无创大脑成像，以及直接对癫痫患者的大脑活动进行记录，已经使这一想法成为可能。对大脑研究来说，同等重要的是通过比较人类大脑与黑猩猩和其他高等灵长类大脑的差异，来理解语言是如何形成的；相比在早期经过更加漫长的过程获得感觉运动技能，使用语言的能力发生在进化的某个瞬间。强大的基因工具将使我们能够剖析大脑的发育，并理解进化如何通过在

发育中不断修正来形成我们先天的语言学习能力。

语言可以通过诉诸似是而非和源自无知的争论被用来进行误导和控制，这种无知会产生远远超出科学范畴的负面影响。历史上充斥着煽动者，当他们在想象力方面的匮乏被暴露出来，最终就会难逃被抛弃的命运。幸运的是，大脑存在的时间比语言要长很多，如果我们依赖于早在语言出现之前就进化出来的那部分大脑，肯定会从中受益。[14]

难预测的行为规律

回想起来，行为主义和认知科学在20世纪对行为的研究采取了相反的方式，但都犯了同样的错误，即忽视了大脑的重要性。行为主义者不希望被反思误导，所以他们认为不去大脑中寻求指导，实际上是一种荣耀。他们认为，通过仔细控制黑匣子的输入和输出，可以发现任何偶然事件的行为规律。“功能主义”的认知科学家拒不认可行为主义，并且相信他们可以发现思维的内在表征方式，但是因为他们也相信大脑如何实现这些表征的细节无关紧要，[15] 因此他们所开发的内部表征是基于不可靠的直觉和大众心理学。大自然比这两派都要聪明。

黑匣子的内部状态非常复杂，因此要发现内部表征和行为规律非常困难。如果有一天我们确实发现了行为规律，很可能会对它们进行功能性的描述，尽管这个描述可能和量子力学对于物理学家一样，是违反直觉的。想要发现行为规律，我们需要尽可能依赖大脑。深度学习网络是通过关注大脑结构的某些一般特征，以及大脑功能的一般原理来取得进步的范例。我毫不怀疑强硬的功能主义者会提出抗议，但我们需要前进，而不是墨守成规。在此过程的每一步中，添加来自大脑架构的一系列新特征都提升了深度学习网络的功能：皮层区域的层次结构，深度学习与强化学习在大脑中的耦合，循环皮层网络中的工作记忆，以及关于事实和事件的长期记忆，等等。我们还可以从更多的大脑计算原理中学

习，并充分利用它们。[16]

研究知觉、记忆和决策的神经科学家通常在他们的实验中使用基于试验的任务，在这些任务中，实验动物接受训练以对刺激产生期望的反应。经过数月的训练后，这些刺激驱动的反应变成了反射，而不是反思，这可以揭示习惯行为，而不是认知行为背后的机制。思考不是一种反射，它可以在没有任何感官刺激的情况下发生，但传统的实验设计方式忽略了在没有感官输入的情况下进行的自发活动。我们需要新的方法来研究与感官和运动无关的内部活动，其中包括有意识思考和无意识处理。出现了这样一种新的情况：大脑成像实验揭示了当人被放入扫描仪并被要求“休息”时，所自发产生的静息状态。当无所事事时，意识则表现为一种飘忽不定的模式，这是一种我们可以观察到但尚未理解的大脑活动。

脑成像，尤其是无创性功能磁共振成像（fMRI）开辟了研究社会互动和决策制定的新途径，形成了一个名为“神经经济学”的新领域。[17] 因为人类并不是经典经济学中经常假设的理性行为者，我们的判断和动机来自复杂的大脑内部状态，因此我们需要根据实际而非理想化的人类判断和动机，来建立一个行为经济学。[18] 正如第10章所述，多巴胺神经元通过表现奖励预测误差，对动机产生了强大的影响。针对社交互动的大脑成像，能够以纯粹的行为实验无法实现的方式探究人类的动机。我们的目标是用基于先前经验的概率决策理论，来取代基于逻辑的理性决策理论。

神经网络的寒冬

神经网络的早期历史，其实就是一个不大但颇具影响力的团队，如何能够将研究方向带离正轨的案例。在《感知器》这本书尾声部分，马文·明斯基和西摩尔·帕普特（图17–5）表达了这样的观点：感知器学习

算法并不能扩展到多层感知器：



图17-5 照片拍摄于1971年马文·明斯基和西摩尔·帕普特出版了《感知器》一书后不久。其中对简单网络出色的数学分析，让一代追求基于多层网络学习的人工智能方法的研究人员，感到不寒而栗。图片来源：麻省理工学院。

> 这个扩展问题不仅仅是技术问题，也是战略问题。尽管（甚至是因为）它有着严重的局限性，感知器已经显示出了研究价值。它具有很多引人注目的特点：线性，有趣的学习理论，清晰简单的范例适用于并行计算。但没有理由认为，这些特点中的任何一种会延续到多层次版本。尽管如此，我们仍然认为这是一个重要的研究课题，以阐明（或否决）我们对“其扩展是无所作为的”的直觉判断。我们也许会发现一些强大的收敛定理，或者相反地，我们会找到无法为多层机器研发有趣的“学习理论”的原因。 [19]

毫无疑问，其结果导致了网络学习领域的寸草不生。在明斯基和帕普特的书中，这种毫无根据的“直觉”（除此之外，这倒是一本好书）对神经网络学习的发展产生了令人不寒而栗的影响，让一代人的研究就此停滞不前。尽管我个人从这种停滞中受益，因为它使我的事业成为可能。但是我有机会在明斯基职业生涯后期，站在幕后洞察一切。

我被邀请参加2006年达特茅斯人工智能会议“AI@50”，回顾1956年

在达特茅斯举行的开创性的人工智能夏季研究项目，并讨论人工智能的未来。[20] 1956年该项目的十位先驱中的五位出席了这次会议：约翰·麦卡锡（John McCarthy，斯坦福大学），马文·明斯基（麻省理工学院），特伦查德·摩尔（Trenchard More，IBM），雷·所罗门诺夫（Ray Solomonoff，伦敦大学）和奥利弗·赛弗里奇（Oliver Selfridge，麻省理工学院）。无论从科学还是社交的角度来说，这都是一次引人入胜的会议。

卡内基–梅隆大学的金出武雄（Takeo Kanade）在他的演讲“人工智能视野：进步与非进步”（Artificial Intelligence Vision: Progress and Non-Progress）中指出，以今天的标准来看，20世纪60年代的计算机内存很小，并且一次只能保存一张图像。金出武雄在他1974年的博士论文中指出，尽管他的程序可以在一个图像中找到一辆坦克，但是在其他图像中，如果坦克处于不同的位置并且光照不同，则很难得到同样的结果。但是，当他早期的学生毕业时，因为电脑更强大，他们设计的程序可以在更普遍的条件下识别坦克。今天，他学生的程序可以识别任何图像中的坦克。不同之处在于，今天我们可以访问数以百万计的图像，可以对各种姿态和光照条件进行取样，而且计算机的功能更是强大了数百万倍。

麻省理工学院的罗德尼·布鲁克斯在他的题为“智能与身体”（Intelligence and Bodies）的演讲中，讲述了他在建造爬行和漫步机器人方面的经验。智能在大脑中进化以控制运动，并且身体逐渐发展为通过智能与世界互动。布鲁克斯放弃了机器人专家使用的传统控制器，并将行为，而非计算，作为设计机器人的参考。随着我们对如何搭建机器人的了解更加深入，会更清楚地认识到身体是意识的一部分。

在“为什么自然语言处理现在是统计自然语言处理”（Why Natural Language Processing is Now Statistical Natural Language Processing）的演讲中，欧仁·查尼阿克（Eugene Charniak）解释说，语法的基本作用是在句子中标记词类。人类接受这方面训练后，会比现有的解析程序做得

更好。计算语言学领域最初试图应用诺姆·乔姆斯基在20世纪80年代首创的生成语法（generative grammar）方法，但结果令人失望。最终被证明可行的办法是，聘请布朗大学的学生为《华尔街日报》上千篇文章的词类进行手写标注，然后应用统计技术，根据相邻单词来确定特定单词的词类。这一过程需要大量的例子，因为大多数单词有多重含义，每个单词对应许多不同的上下文。目前，在句子中对词类进行自动标记，已经成为可以利用机器学习来解决的问题。

这些成功的故事有一个共同的轨迹。过去，电脑速度很慢，只能用少数几个参数来探索一个玩具模型。但是这些玩具模型无法适用于现实世界的数据。当拥有了大量数据，并且计算机速度也更快时，就可以创建更复杂的统计模型，并提取更多特征和特征之间的关系。深度学习使这一过程实现了自动化。深度学习可以从非常大的数据集中提取特征，而不是让领域专家为每个应用程序手动创建这些特征。随着计算取代了劳动力并不断变得更廉价，计算机将能够执行更多劳动密集型的认知任务。

在会议结束时的总结性发言中，马文·明斯基一开始就表示，他对演讲和AI的研究方向感到失望。他解释道："你们不是在解决通用的智能问题。你们只是在解决具体的应用问题。"这次会议应该是对我们所取得的进展的一次庆祝，但是却被他的指责打击了。我做的演讲是关于强化学习的进展，并展示了TD-Gammon通过训练，能在西洋双陆棋中表现出冠军水平的显著成果。不过我的演讲并没有给他留下深刻的印象，他始终认为，那只是一个游戏罢了。

明斯基的"通用的智能"意味着什么呢？他在其著作《心智社会》（*The Society of Mind*）[21]中提到，前提是通用的智能来自简单媒介之间的相互作用。明斯基曾经说过，有关他的理论的最大想法，是来源于试图创建一台使用机器人手臂、摄像机和计算机的机器，可以用儿童的积木构建一个结构（图2–1）。[22]这听起来很像一个应用。一个具体的应用会迫使你专注于并深入到最底层问题，而抽象理论化的方法则

不能。演言人在达特茅斯会议上所报告的成就，来自对具体问题的深入了解，为更全面的理论理解铺平了道路。也许，一个更好的通用智能理论有一天会从这些狭隘的AI成就中浮现出来。

我们的大脑不只是凭空产生抽象的想法。它们与我们身体的所有部位密切相连，而我们的身体又通过我们的感官输入和运动效应器与外界密切相连。生物智能因此而具体化。更重要的是，我们的大脑在与外界互动的同时，经历了一个漫长的成熟过程。学习是一个与发育同时进行的过程，并且在我们达到成年后仍然会持续很长一段时间。因此，学习对于通用智能的发展至关重要。有趣的是，人工智能中最难解决的问题之一是常识，显然这是儿童并不具备的，只有在长期与外界接触后，大多数成人才会获得常识。人工智能中经常忽略的情绪和通感也是智能的一个重要方面。 [23] 情绪是个整体信号，可以使大脑为不能由局部大脑状态决定的行动做好准备。

AI@50的最后一天举行了宴会。在晚餐结束时，1956年达特茅斯人工智能夏季研究项目的5名回归成员简要介绍了会议和人工智能的未来。在问答期间，我站起来，转向明斯基说道：“神经网络社区有一种看法：你是上世纪70年代需要为神经网络萧条负责的魔鬼。你是魔鬼吗？”明斯基发起了一场关于我们如何不理解我们网络的数学局限性的长篇大论。我打断了他：“明斯基博士，我问的是一个是或否的问题。你是，还是不是？”他犹豫了片刻，然后喊道：“是的，我是魔鬼！”

1958年，弗兰克·罗森布拉特制造了一个模拟计算机，被设计用来模拟感知器，因为当时数字计算机在模拟计算密集度高的网络模型时速度很慢。到了20世纪80年代，计算机的计算功能大大提升，让我们能够通过模拟小型网络来探索学习算法。但直到2010年，才有足够的计算机能力将网络规模扩大到可以解决实际问题的程度。

明斯基在1954年从普林斯顿大学获得数学博士学位，他的论文是关于用神经网络进行计算的理论和实验研究。他甚至用电子部件构建出了小型网络，以了解它的行为。当我还是普林斯顿大学物理系的研究生

时，就听说数学系里没有人有资格评审他的论文[24]，所以人们把它发给了普林斯顿高等研究院的数学家们，据说他们能与上帝交谈。回复的评论是，“如果这在今天不是数学，未来总有一天会是。”这足以为明斯基赢得他的博士学位。而神经网络确实引发了一类新的数学函数，这些函数激发了新的研究，并正在成为数学的一个新分支。年轻的明斯基超越了他的时代。

从深度学习到通用人工智能

马文·明斯基于2016年去世，他坚信神经网络无法实现通用的人工智能。斯蒂芬·沃尔夫勒姆在一篇关于他与明斯基友谊的文章中关切地写道：“虽然我认为没有人能在当时就预见到，但我们现在知道，马文早在1951年就已经在研究的神经网络，在朝着他所希望的那种令人叹为观止的AI能力发展的正确道路上前进。可惜这个过程太久了，马文几乎没能看到它的实现。”[25]

明斯基去世后不久，DeepMind的研究人员艾历克斯·格雷夫斯（Alex Graves）和格雷格·韦恩（Greg Wayne）通过添加动态外部存储器，实现了基于深度学习的通用人工智能的下一步。[26] 活动模式在深度循环神经网络中只能被暂时存储，这就很难对推理和推断进行模拟。通过在网络中添加一个稳定的存储器，可以像数字计算机内存一样灵活地写入和读取，研究人员展示了一个训练好的强化学习网络，可以回答需要推理的问题。例如，一个这样的网络对伦敦地铁路线做出了合理的规划，另一个则回答了关于家谱中成员关系的问题。动态记忆网络（Dynamic Memory Networks）也能够掌握20世纪60年代对麻省理工学院人工智能实验室提出挑战的“积木世界”任务（图2–1）。这就带我们回到了第2章开始的地方。

弗朗西斯·克里克于2004年去世，此后不久，莱斯利·奥格尔在2007

年也去世了，这标志着索尔克研究所一个时代的终结。现在这些科学巨人已经不在我们身边了，而新一代的学者仍在向前迈进。我在索尔克研究所工作了30年，相当于它一半的寿命。我们的大家庭组建于1960年，所有的教职工都在同一条小船上。“索尔克号”很小，小到每个人都认识对方。但即使在今天，我们有了1000人的团队，它仍然会带给我们一种家的感觉，也证明了这个机构文化的持久性。

我们是一个伟大的生物链（可以回溯到细菌出现之前）中的一员。现在我们已经到了理解大脑以及它们是如何发展的边缘，这将会是一个奇迹，能够永远改变我们对自己的看法。

---

[1] T. A. Lincoln and G. F. Joyce, “Self-Sustained Replication of an RNA Enzyme,”*Science* 323, no. 5918 (2009): 1229–1232.

[2] T. R. Cech, “The RNA Worlds in Context,” *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology* 4, no. 7 (2012), http://cshperspectives.cshlp.org/content/4/7/a006742.full. pdf+ html.

[3] J. A. Feldman, “Mysteries of Visual Experience” (2016; rev. 2017), https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1604/1604.08612.pdf.

[4] 法定失明是一种视力丧失程度，在法律上被定义来确定可接受福利的资格。——译者注

[5] Patricia S. Churchland, V. S. Ramachandran, and Terrence J. Sejnowski, “A Critique of Pure Vision,” in Christof Koch and Joel D. Davis, eds., *Large-Scale Neuronal Theories of the Brain* (Cambridge, MA: MIT Press, 1994), 23–60.

[6] John Allman, *Evolving Brains* (New York: Scientific American Library, 1999).

[7] B. F. Skinner, *Beyond Freedom and Dignity* (Indianapolis: Hackett, 1971).

[8] Noam Chomsky, “The Case against B. F. Skinner,” *New York Review of Books* , 17,no. 11 (1971): 18–24. http://www.nybooks.com/articles/1971/12/30/the-caseagainst-bf-skinner/。

[9] 同上，第27段。有关语言基于规则和统计分析的更详细的对比，请参阅Peter Norvig, “On Chomsky and the Two Cultures of Statistical Learning” http://norvig.com/chomsky.html。

[10] Noam Chomsky, *Rules and Representations* (Oxford: Basil Blackwell, 1980).

[11] A. Gopnik, A. Meltzoff, and P. Kuhl, *The Scientist in the Crib* : *What Early Learning Tells Us about the Mind* (New York: William Morrow, 1999).

[12] T. Mikolov, I. Sutskever, K. Chen, G. Corrado, and J. Dean, “Distributed Representations of Words and Phrases and Their Compositionality,” *Advances in Neural Information Processing Systems*

26 (2013): 3111–3119.

[13] 这是在麻省理工学院麦戈文学院（McGovern Institute）的一次演讲，提议该学院致力于对理解有关语言和语言障碍的生物学基础的研究。

[14] “愿原力与你同在”，引自《星球大战》中绝地大师欧比旺·肯诺比的流行台词。

[15] J. A. Fodor, “The Mind/Body Problem,” *Scientific American* 244, no. 1 (1981):114–123.

[16] D. Hassabis, D. Kumaran, C. Summerfield, and M. Botvinick, “Neuroscience Inspired Artificial Intelligence,” *Neuron* 95, no. 2 (2017): 245–258.

[17] Paul W. Glimcher and Ernst Fehr, *Neuroeconomics: Decision Making and the Brain* , 2nd ed. (Boston: Academic Press, 2013).

[18] Colin Camerer, *Behavior Game Theory: Experiments in Strategic Interaction* (Princeton: Princeton University Press, 2003).

[19] Minsky and Papert，《感知器》 (1969), 231. 这本书于1988年发表的增订版中，包含这段节选的13.2节内容被删掉了，同时加入了一个新章节，“Epilogue:The new connectionism”。这是长达40页的对多层感知器学习早期成果的评估，从后续的发展情况来看，这本书值得一读。

[20] 参阅https://www.dartmouth.edu/~ai50/homepage.html。也可参阅https://en.wikipedia.org/wiki/AI@50/。

[21] Marvin Minsky, *The Society of Mind* (New York: Simon & Schuster, 1985).

[22] 参阅“Society of Mind,” *Wikipedia* , last edited August 22, 2017。https://en.wikipedia.org/wiki/Society_of_Mind。

[23] 麻省理工学院的辛西娅·布雷齐尔（Cynthia Breazeal）和哈维尔·莫维兰开发了能够与人类互动，并会使用面部表情进行交流的社交机器人，这很可能预示着向情感计算理论迈出的第一步。

[24] Marvin Minsky, “Theory of Neural-Analog Reinforcement Systems and Its Application to the Brain Model Problem” (Ph.D. diss., Princeton University,1954).

[25] Stephen Wolfram, “Farewell, Marvin Minsky (1927–2016),” *Stephen Wolfram Blog* , posted January 26, 2016, http://blog.stephenwolfram.com/2016/01/farewell-marvin-minsky-19272016/.

[26] A. Graves, G. Wayne, M. Reynolds, T. Harley, I. Danihelka, A. Grabska-Barwiska,et al., “Hybrid Computing Using a Neural Network with Dynamic External Memory,” *Nature* 538, no. 7626 (2016): 471–476.

18
深度智能

遗传密码

西德尼·布伦纳（Sydney Brenner）在南非出生并接受教育，随后参与了剑桥大学早期的分子遗传学研究工作（图18–1）。他曾与弗朗西斯·克里克在分子生物学实验室（LMB）共用一个办公室。如果是你，在发现DNA的结构并解开了遗传密码之后，会在下一个项目里做什么？克里克决定把重点放在人类的大脑上。布伦纳开始研究一种新模式生物——线虫（C. elegans），这是一种生活在土壤中的蛔虫，有1毫米长，只有302个神经元。长期追踪体内的每个细胞，了解个体如何从一个胚胎逐渐发育成熟的研究，使得这些线虫成了许多突破性发现的源头。布伦纳因为这项研究，在2002年和罗伯特·霍维茨（H. Robert Horvitz）、约翰·苏尔斯顿（John E. Sulston），共同分享了诺贝尔生理学或医学奖。布伦纳也因他的智慧而闻名。他在诺贝尔获奖者演讲中，赞扬了线虫：“我今天的演讲题目是‘大自然对科学的恩赐’（Nature's gift to Science）。内容并不是关于一个科学期刊对另一个期刊的致敬，而是关于生命世界的多样性如何启发和服务于生物研究领域的创新。” [1] 看上去西德尼·布伦纳似乎见证了“创世记”。

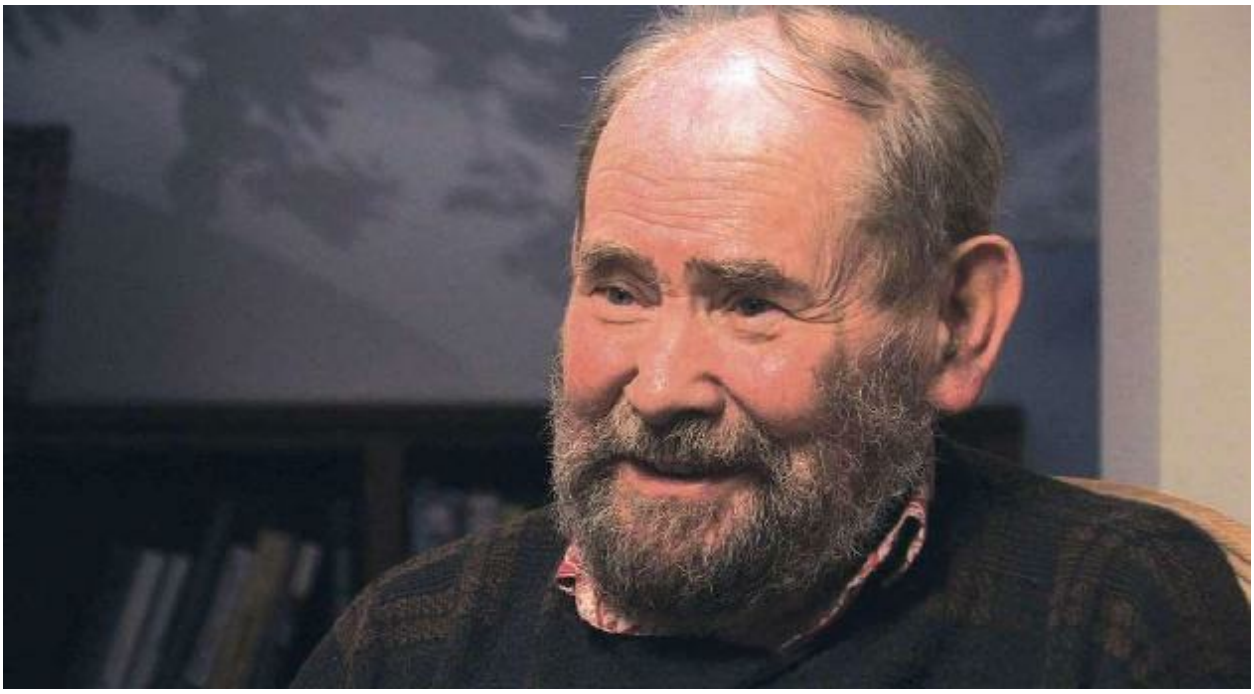


图18-1 西德尼·布伦纳是生物学界的传奇人物。他研究遗传密码，DNA中碱基对被转录成蛋白质的方式，并因其对模式生物的开创性研究工作而获得诺贝尔奖。这张照片来自2010年《科学网络》对他的采访，http://thesciencenetwork.org/ programs/the-science-studio/sydney-brenner-part-1。

布伦纳2009年在索尔克研究所做过三场系列讲座，标题是“阅读人类基因组”（Reading the Human Genome） [2] ，讲座很精彩，没有借助任何幻灯片或道具。他注意到，除了电脑，还从没有人曾经阅读过整个人类基因组，一个个地检查碱基对，于是便将其作为自己的目标。在这个过程中，他发现了不同的基因和物种的DNA序列之间有趣的相似之处。

布伦纳在全球多个研究机构都有教职。他在新加坡有一个实验项目；也是日本冲绳理工学院的创始校长；弗吉尼亚州阿什本（Ashburn）附近霍华德·休斯医学研究所珍妮莉亚研究园区的高级研究员；还是我在拉荷亚索尔克研究所领导的克里克–雅各布理论与计算生物学中心（Crick-Jacobs Center for Theoretical and Computational Biology）的高级研究员。以上只是其中的几个头衔。在戴维·马尔获得了他的博士学位后，布伦纳聘请马尔在LMB从事计算研究工作，后来布

伦纳通过自己的南非朋友西摩尔·帕普特，在麻省理工学院的AI实验室为马尔安排了一个职位。分子遗传学和神经生理学之间的关系很深，而布伦纳在这两个领域都处于中心位置。

布伦纳有一次去拉荷亚的时候，我和他吃了顿晚饭，其间我告诉他，多年前我在哈佛医学院做博士后的时候听过一个故事——弗朗西斯·克里克死后到了天堂。圣彼得看到这个坚定的无神论者感到很惊讶，但弗朗西斯去天堂是想问上帝一个问题。他被带到了田野中的一个木棚里，里面散落着各种轮子和齿轮，都是失败的试验品。弗朗西斯看到上帝围着皮质围裙站在工作台边，正在修补一个新的有机体。“弗朗西斯，”上帝说，“见到你真是太高兴了。我可以为你做些什么？”“在我的一生中，”弗朗西斯说，“我都想知道这个问题的答案：为什么苍蝇有成虫盘？”[3] “亲爱的弗朗西斯，”上帝回答道，“这真是个惊喜！从来没有人问过我这个问题。我已经将成虫盘放入苍蝇体内数亿年了，还从来没有听到过任何抱怨。”

听完这个故事，布伦纳没说话。我猜想，讲这么一个贬损他的亲密朋友的故事，或许有些冒犯。“特里，”他说，“我可以告诉你我第一次碰到这个故事的那个场景。弗朗西斯和我坐在办公室里，他当时正在读一本关于发育生物学的书，突然举起手说：‘上帝才知道苍蝇为什么会有成虫盘！’”

我惊呆了。找到你几十年前就听过，并复述了无数次的故事的源头的机会，有多少呢？我让布伦纳告诉我最初的版本。他说故事的标题是“天堂里的弗朗西斯·克里克”；他的故事版本与我的版本有着相同的基本结构，但细节却不尽相同[4] ——就像进化过程一样，故事的基本核心不变，但许多细节却改变了。

我于2017年1月探望了在新加坡的布伦纳，庆祝他的90岁生日。他因为健康问题不再旅行，还需要坐在轮椅上，但仍和我之前每次见到他时那样有活力。西奥多西厄斯·多布赞斯基（Theodosius Dobzhansky）曾

经说过，没有进化论，生物学中的任何东西都讲不通。[5] 布伦纳于2017年2月21日在新加坡南洋理工大学举行了一场关于细菌进化的演讲，该演讲是系列讲座《10个10：进化编年史》（10-on-10：The Chronicle of Evolution）[6]。[7] 2017年7月14日，我也在这个系列讲座中做了关于大脑进化的主题演讲。在演讲的开头，我对多布赞斯基的那句话做了些许改动：没有DNA，生物学中的任何东西都讲不通。[8]

每个物种都有智能

智能在许多物种中发展起来，以解决它们在环境中面对的生存问题。在海洋中进化的动物与在陆地上进化的动物相比，面临着许多不同的问题。视觉感知使我们能够感知周围的世界，我们还发展出了视觉智能来解释这些视觉信号。研究非人类动物的自然行为的动物行为学家们，已经在这些动物身上发现了人类并不具备的能力和技巧，如回声定位：蝙蝠主动发出听觉信号来探测它们所处的环境，并对回声进行分析。这创造了外部世界的内部表征，所有表象都与我们的视觉体验一样生动。蝙蝠具有听觉智能，它能分辨来自鼓翼的昆虫（可以捕捉）和来自障碍（需要避免）的信号。

纽约大学的哲学家托马斯·内格尔（Thomas Nagel）在1974年写了一篇题为《成为一只蝙蝠是什么感觉？》（What Is It Like to Be a Bat?）的文章，并得出结论，如果没有回声定位的直接经验，我们就无法想象蝙蝠世界是什么样的。[9] 但缺乏这种经验并没有妨碍我们发明雷达和声呐技术（这些技术使我们能够积极探索看不到的世界），也不会阻止盲人通过适应声音的反射来摸索周边的环境。我们也许不知道成为一只蝙蝠是什么感觉，但我们可以发展类蝙蝠的智能，协助自动驾驶汽车使用雷达和激光雷达行进。

我们人类是大自然中学习方面的佼佼者。我们可以在更广泛的领域

中学得更快，记住得更多，通过不断繁衍所积累的知识更是胜过任何其他物种。我们创造了一种名为“教育”的技术，以增加我们在有生之年能够学到的东西。现在，儿童和青少年在教室里度过了自己的成长期，不断学习着世界上他们从未直接体验过的事物。作为相对近期的人类发明，阅读和写作需要很多年才能掌握。但是，这些发明使得积累的知识能够传递给下一代，比如写书、印制再到阅读这个流程，仅靠口口相传是积累不了那么多知识的。正是写作、阅读和学习，而非说话，使现代文明成为可能。

进化的起源

我们的进化起源是什么？我在1998年协助建立的拉荷亚人类起源小组，最初是作为一个小组定期举行会议，讨论可能帮助我们回答这个问题的许多证据，这些证据来自古生物学、地球物理学、人类学、生物化学、遗传学，还有比较神经科学。它逐渐吸引了很多国际会员，并在2008年成为加州大学圣迭戈分校/索尔克人类学学术研究和培训中心（UCSD/Salk Center for Academic Research and Training in Anthropogeny，简称CARTA）。[10] 正如NIPS召集所有科学和工程团队来了解神经计算一样，在探索我们人类来自哪里，如何走到现在，培养新一代思考者来寻找这些古老问题的答案方面，CARTA也吸取了来自所有科学领域的见解。[11]

600万年前，人属的谱系从黑猩猩的血统中分离出来（图18–2）。黑猩猩是一种非常聪明的物种，但黑猩猩的智能与我们的完全不同。在试图教授黑猩猩语言基础知识的尝试中我们发现，它们仅能学会几百个符号，用它来表达简单的需求，尽管以这种方式衡量它们的智能显得有些不太公平。如果我们不得不在黑猩猩的队伍中生存下去，我们又会有多好的表现呢？所有的物种都和我们一样以自我为中心吗？

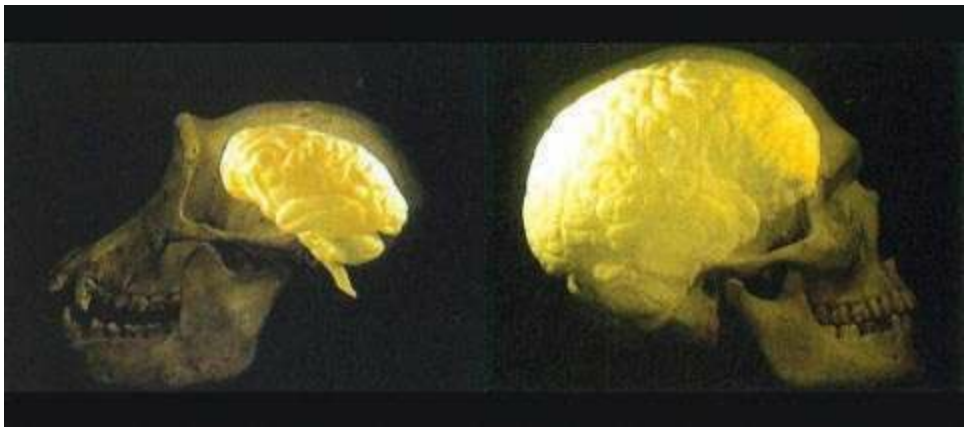


图18-2 黑猩猩的大脑和体积更大的人脑之间的比较，人脑已经进化出显著增大的，有更多褶皱的大脑皮层。图片来源：Allman, Evolving Brains, p. 164。

在人类和黑猩猩之间存在的差异，可以在我们的DNA中找到。我们知道这一点已经有一段时间了，人类的30亿个DNA碱基对中，与黑猩猩不同的只占1.4%。当黑猩猩的基因组被首次测序后，我们认为自己将能够阅读生命之书，发现人类与黑猩猩有什么不同。很遗憾，此书大约有90% 的内容我们都没有能力读懂。 [12] 我们的大脑与黑猩猩的大脑非常相似；神经解剖学家已经在两个物种中确定了相同的脑区。与人类和黑猩猩在行为中的显著差异相比，这两个物种大脑之间的大部分差异处于分子水平，并且十分微妙。这再一次证明了，大自然比我们聪明。

人类终将解决智能难题

莱斯利告诉我，奥格尔的第一法则指出，细胞中的每一个基本反应都会演化出一种酶，来催化这种反应。这种酶不仅加速了反应，而且还可以通过与其他分子的相互作用来调节反应，从而使细胞更加高效，适应性更强。自然以一个巧妙的反应路径开始，通过添加酶和备份路径逐渐改善这个路径。然而所有这些在缺失核心过程的情况下是无法工作的，这个核心过程对于细胞来说就是DNA的维护和复制，它在细胞生物化学领域中扮演着“蜂王”的角色。

单细胞生物已经适应了许多不同的环境，并在生态中演化出它们自己的位置。例如，细菌已经适应了极端的环境——从海底的高温液体喷口到南极洲的冰层，以及更多温和的环境，比如我们的胃肠中有数千种细菌。像大肠杆菌这样的细菌（图18–3）已经发展出了按照梯度游向食物来源的算法。由于细菌太小，在几微米的体长里不能直接检测到梯度，于是就使用了趋化性，这涉及周期性地翻滚并随机游动。 [13] 这看起来可能会适得其反，但通过在高浓度的地方将游动时间延长，细菌可以准确地按浓度梯度爬行。它们的智能是一种原始智能，但细菌比最聪明的生物学家还要聪明。这群最聪明的生物学家尚未弄清楚细菌是如何在如此多样的环境中生存的。在多细胞动物中可以发现更复杂的智能形式。

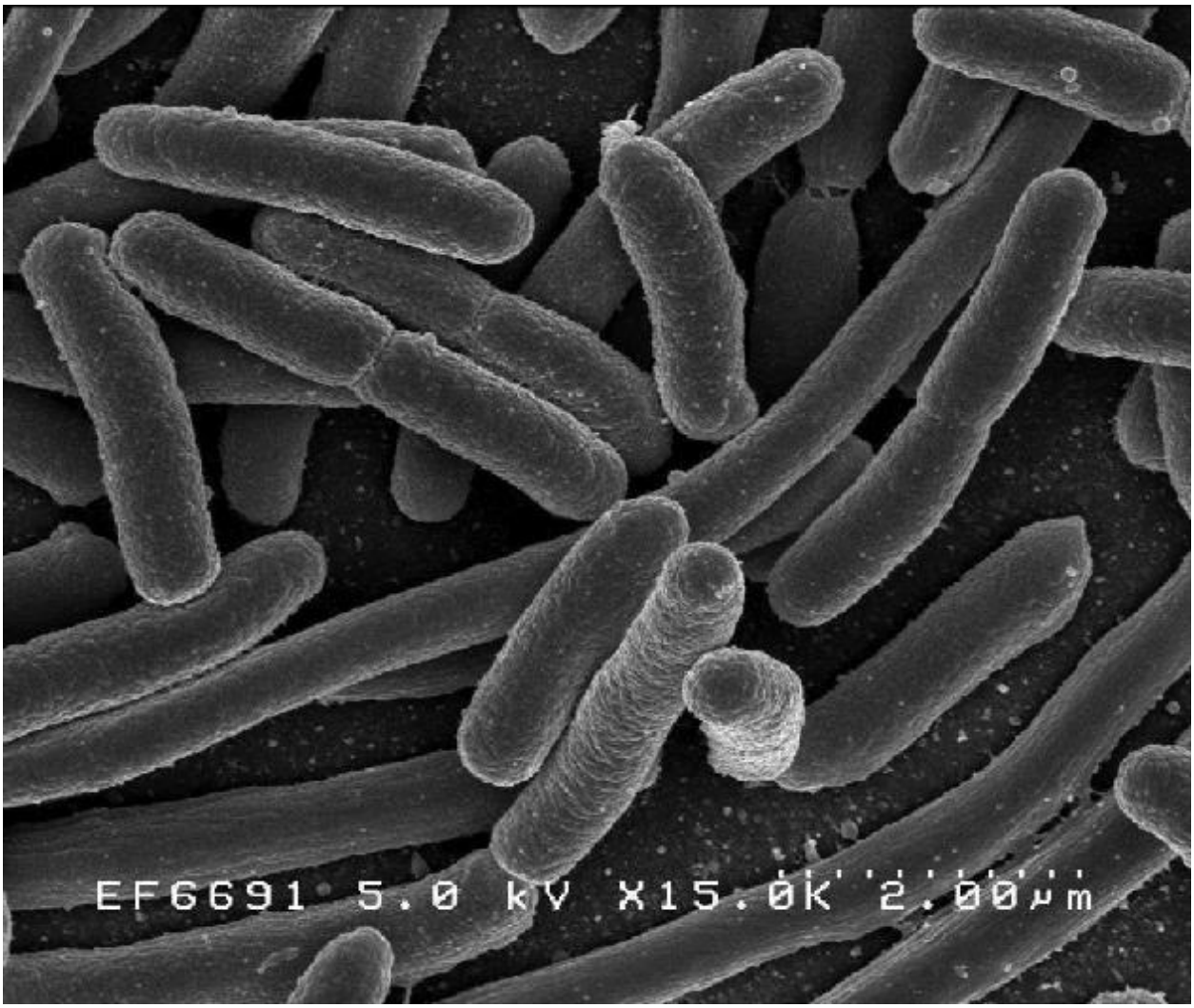


图18-3 大肠杆菌的扫描电子显微照片。细菌是地球上最多样、最健壮、最成功的生命形式。通过研究它们，我们可以学到很多关于自主智能的知识。图片来源：NIAID，NIH。

我们已经看到，强化学习的时间差分学习算法可能导致高度复杂的行为，通过人类大脑皮层的深度学习，强化了人类的复杂性。自然界有一系列的智能行为，可以让人工系统从中学习。跨越计算机科学和生物学的算法生物学是一个新的科学领域，寻求使用算法的语言来描述生物系统所使用的问题解决策略。[14] 我们希望，确定这些生物算法将会启迪新的工程计算范式，并能让我们对生物网络有系统级的理解。以上都不是重点，最终的目标是解释跨空间和时间尺度的生物系统中嵌套的复杂性：基因网络、代谢网络、免疫网络、神经网络和社交网络——全部都是网络。

深度学习取决于对一个成本函数的优化。自然界的成本函数是什么呢？进化成本的倒数被称为适应度，但这是一个概念，只在具体的约束条件下才有意义，无论约束条件是来自环境，还是来自要被优化的系统。在大脑中，有一些调节行为的固有成本，例如对食物、温度、安全、氧气和生育的需要。在强化学习中，需要采取行动来优化未来的回报。但除了保证生存的奖励之外，从人类令人眼花缭乱的行为中可以看出，还有各种各样其他的奖励可以被优化。是不是一些潜在的通用成本函数导致了这种多样性呢？

我们仍在寻找暴露智能最高形态秘密的核心概念。我们已经确定了一些关键原则，但是却没有一个概念框架能像DNA解释生命本质那样，优雅地解释大脑如何运转。学习算法是寻找统一概念的好地方。也许，我们在理解深度学习网络如何解决实际问题方面取得的进展，将引出更多线索。我们可能会发现细胞和大脑中使进化成为可能的操作系统。如果我们能解决这些问题，就可能会有想象不到的收获。自然可能比我们每一个人都更聪明，但作为一个物种，我并不认为人类无法解决智能难题。

---

[1] Sydney Brenner, “Nature’s Gift to Science,” Nobel Lecture, December 8, 2002,video, https://www.nobelprize.org/mediaplayer/index.php?id=523/.

[2] Sydney Brenner, “Reading the Human Genome”: 1. “Much Ado about Nothing:Systems Biology and Inverse Problems,” January 26, 2009; 2. “Measure for Measure: The GC Shift and the Problem of Isochores,” January 29, 2009; 3. “All’s Well That Ends Well: The History of the Retina,” January 30, 2009, videos. http://thesciencenetwork.org/search?program=Reading+the+Human+Genome+with+Sydn ey+Brenner.

[3] 成虫盘是苍蝇腿和触须的发育原基。

[4] 西德尼·布伦纳的原创故事发表于S. Brenner “Francisco Crick in Paradiso”，Current Biology.6, no.9 (1996):1202：“我在剑桥与弗朗西斯·克里克共事了二十年。有一段时间，他对胚胎学很感兴趣，花了很多时间思考果蝇的成虫盘。有一天，他突然把手上的书猛地摔到桌上，火冒三丈地吼道：‘只有上帝才知道这些成虫盘是怎么工作的！’ 一瞬间，我仿佛看到了弗朗西斯升入天堂后发生的所有事情。门徒彼得欢迎他说：‘哦，克里克博士，你经过漫长的旅程后一定很累。先坐下来，喝一杯，放松一下吧。’‘不，’弗朗西斯说，‘我必须见到上帝，我要问他一

个问题。’经过一番劝说，天使同意将弗朗西斯带到上帝面前。他们穿过了天堂的中部，到达了位于后方的铁轨处，穿过铁轨，他们来到一个有着瓦楞铁屋顶的棚屋，周围都是垃圾。在屋子后面，有一个穿着工作服的小个子，他的后兜里揣着一个大扳手。‘上帝，’ 天使说，‘这位是克里克博士；克里克博士，这位就是上帝。’‘很高兴见到您，’弗朗西斯说：‘我必须问您这个问题。成虫盘到底是如何工作的？’‘这个嘛，’上帝答道，‘我们用了一点点这个东西，又添加了一些东西，然后……其实，我们也不清楚，但我可以告诉你，我们已经在这里创造了2亿年的苍蝇，还从来没收到过任何抱怨呢。’”

[5] T. Dobzhansky, “Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution,” *American Biology Teacher* 35, no. 3 (1973): 125–129, http://biologielernprogramme.de/daten/programme/js/homologer/daten/lit/Dobzhansky.pdf.

[6] 在10个月里进行的10个讲座，涵盖10个对数时间刻度的话题。——译者注

[7] Sydney Brenner, “Why We Need to Talk about Evolution,” in “10-on-10: The Chronicle of Evolution” lecture series, Nanyang Technological University,Singapore, February 21, 2017. http://www.paralimes.ntu.edu.sg/NewsnEvents/10on-10%20The%20Chronicle%20of%20Evolution/Pages/Home.aspx. Video. https://www.youtube.com/watch?v=C9M5h_tVlc8.

[8] Terrence Sejnowski, “Evolving Brains,” in “10-on-10: The Chronicle of Evolution”lecture series, Nanyang Technological University, Singapore, July 14, 2017. https://www.youtube.com/watch?v=L9ITpz4OeOo.

[9] T. Nagel, “What Is It Like to Be a Bat?” *Philosophical Review* 83, no. 4 (1974):435– 450.

[10] “人类起源论”（Anthropogeny）是研究人类起源的理论。参阅Center of Academic Research and Training in Anthropology (CARTA) website, https://carta.anthropogeny.org/.

[11] 拉荷亚小组和CARTA是在加州大学圣迭戈分校医师科学家阿吉特·瓦尔基（Ajit Varki）的领导下成立的，热衷于对进化理论的研究。

[12] 在DNA中，约有1% 是编码蛋白质的序列，8%是结合蛋白质的调控序列。

[13] Howard C. Berg, *E. coli in Motion* (New York: Springer, 2004).

[14] S. Navlakha and Z. Bar-Joseph, “Algorithms in Nature: The Convergence of Systems Biology and Computational Thinking,” *Molecular Systems Biology* 7(2011): 546.

附录一

致谢

我工作的索尔克生物研究所是一个与众不同的地方。从外面看，它就像一个混凝土堡垒，但是当你进入中央庭院时，会看到一大片石灰岩延伸到太平洋，两侧高耸的塔架让这美轮美奂的景色定格在你的眼前（图1）。[1] 我的实验室在南楼，位于庭院外（照片左侧）。你在入口处左边的墙上会看到一张电子显微镜下的海马体的照片，它看起来像一盘意大利面的横截面；入口通向茶室，那里是计算机神经生物学实验室的心脏。

世界上最杰出的一些科学家，包括弗朗西斯·克里克，很喜欢与学生和同事围着圆形的白色茶桌讨论各种科学问题（图2）。事实上，茶室还出现在了克里克的著作《惊人的假说》（*The Astonishing Hypothesis*）中：

> 特里·谢诺夫斯基在索尔克研究所的团队，在本周的大多数午餐后都会举行非正式的茶会。这些茶会是讨论最新实验结果，抛出新的想法，或只是聊聊科学、政治或新闻的理想场合。有一天我去喝茶，并向帕特·丘奇兰德和特里·谢诺夫斯基宣布，我发现意愿诞生的位置了！它位于或靠近前扣带回。与安东尼奥·达马西奥讨论此事时，我发现他也有同样的想法。[2]



图1在加州拉荷亚市的索尔克生物研究所，可以俯瞰太平洋。这座由路易斯·卡恩设计的标志性建筑是一座科学的圣殿，也是我每天上班的地方。图片来源：Kent Schnoeker，索尔克生物研究所。

我尤其记得，克里克在1989年与比阿特丽斯·哥伦布一起喝茶的那天。他告诉我，比阿特丽斯想从事神经网络的研究工作，我应该雇用她。[3] 比阿特丽斯是加州大学圣迭戈分校的一名医学博士生，读研究生的时候曾与克里克一起短暂工作过一段时间。她曾想把神经网络作为她的博士论文项目，但这违反了生物系的规定。我接受了克里克的建议，我们彼此都从对方那里学到了很多。自我们于1990年在加州理工学院的Athenaeum宴会厅举行婚礼以来，我一直在向她学习。

从我在约翰·霍普金斯大学任教开始，茶桌就一直陪伴着我。我于1981年在托马斯·詹金斯生物物理系从事的第一份工作中，为我的新实验室购买的第一件家具就是茶桌。该科系就像一个历史悠久的大家庭，

而我是年轻的宠儿，他们让我有信心在新的方向发展，对此我永远心存感激。作为哈佛医学院神经生物学系的博士后，我保留了下午茶传统。在一个庞大而多样的科系里，这是一种让大家保持联系并了解实验进展的方法。我在索尔克研究所的实验室是一个微型大学，拥有来自科学、数学、工程和医学等不同专业背景的学生，下午茶时间是我们大集体团聚的时间。



图2 2010年索尔克研究所计算神经生物学实验室（CNL）的茶室。日常茶会一直是本书描述的许多学习算法和科学发现的社交孵化器。图片来源：索尔克生物研究所。

我很幸运。我的父母很重视教育，从小就十分信任我；我生活在前所未有的经济增长和遍地机会的时代，这开阔了我的视野；我的导师和合作者慷慨地分享了他们的见解和建议；我有幸与一代极其优秀的学生一起工作。我特别感谢杰弗里·辛顿、约翰·霍普菲尔德、布鲁斯·奈特（Bruce Knight）、斯蒂芬·库夫勒、迈克尔·斯蒂麦克（Michael Stimac）和约翰·惠勒（John Wheeler），同样也感谢我的岳父所罗门·哥

伦布，他们在我职业生涯的各个转折点帮助我选择了正确的方向。比阿特丽斯具有批判性思维，我从她那里学到了如何避免群体思维。仅仅因为每个人都相信某种解释，并不能证明它就是真理。有时需要花费整整一代人的时间，才能从群体中剔除一个普遍持有的信念。

同时，我还要感谢在本书的写作过程中帮助过我的其他人。与长期合作者帕特里夏·丘奇兰德和“科学网络”的创始人罗杰·宾汉姆（Roger Bingham）在网上进行的探讨，为本书的写作提供了灵感。约翰·多伊尔（John Doyle）对控制理论的洞见启发了我对大脑操作系统的讨论。与凯里·施塔勒（Cary Staller）在瑞士克洛斯特斯和达沃斯附近山上的徒步旅行，帮我理清了对算法空间的理解。芭芭拉·奥克利教会我如何接触到课堂以外的受众。凯里和芭芭拉都帮助我塑造了讲述深度学习故事的方式。还有很多人为本书提供了宝贵的反馈和建议，他们包括：Yoshua Bengio，Sydney Brenner，Andrea Chiba，Gary Cottrell，Rodney Douglas，Paul Ekman，Michaela Ennis，Jerome Feldman，Adam Gazzaley，Geoffrey Hinton，Jonathan C. Howard，Irwin Jacobs，Scott Kirkpatrick，Mark和 Jack Knickrehm，Te-Won Lee，James McClelland，Saket Navlakha，Barbara Oakley，Tomaso Poggio，Charles Rosenberg，David Silver，James Simons，Marian Stewart-Bartlett，Richard Sutton，Paula Tallal，Gerald Tesauro，Sebastian Thrun，Ajit Varki，Massimo Vergassola，Stephen Wolfram（他也为本书的书名提供了建议），以及Steven Zucker。

自1984年以来，伍兹霍尔计算神经科学研讨会每年夏天都会举行一次，其中有一小部分核心成员和新的参与者在早上和晚上会进行深入讨论，下午是留给大家做户外活动的自由时间——多么完美的安排。这个研讨会的成员都拥有了杰出的职业生涯。伍兹霍尔研讨会一直持续到今天，但于1999年转移到特柳赖德，和年度神经形态工程研讨会一起举办。我感谢过去三十年来参加这些研讨会的所有人，特别是John Allman，Dana Ballard，Robert Desimone，John Doyle，Katalin Gothard，Christof Koch，John Maunsell，William Newsome，Barry

Richmond，Michael Stryker，和Steven Zucker。

我在索尔克生物研究所和加州大学圣迭戈分校的同事们，都是杰出的有创业和合作精神的研究人员，他们正在创造生物医学科学的未来。加州大学圣迭戈分校神经计算研究所的教师和学生，在我1990年创所以来，以我从未想象过的方式整合了神经科学和计算。

索尔克研究所的计算神经生物学实验室在过去的三十年里一直是我的家，我的许多学术弟子已经离开，在全世界继续着蓬勃发展的职业生涯。一个实验室就像一个家庭，几代热情的研究生和博士后大大丰富了我的生活。我的实验室管理员罗丝玛丽·米勒（Rosemary Miller）和玛丽·艾伦·佩里（Mary Ellen Perry）精心地照顾着实验室。玛丽·艾伦在过去的十年中一直担任NIPS的董事总经理，李·坎贝尔（Lee Campbell）开发了一个计算机平台，使我们能够将会议规模扩大十倍。

我很感谢麻省理工学院出版社，四十年来它一直是我可靠的合作伙伴，出版了我和托马索·波吉奥编辑的一套关于计算神经科学的丛书；我于1989年创立的期刊《神经计算》（*Neural Computation*）；我于1992年出版的书《计算大脑》（*The Computational Brain*）；以及其他人写的一些关于机器学习的基础书籍，比如理查德·萨顿和安德鲁·巴托的《强化学习导论》（*Reinforcement Learning：An Introduction*），伊恩·古德费洛、约书亚·本吉奥和亚伦·库维尔（Aaron Courville）联合撰写的该领域最重要的教科书《深度学习》。麻省理工学院出版社的罗伯特·普赖尔（Robert Prior）在本书漫长的出版过程中，也对本书的写作提供了指导。

我还要感谢NIPS社区，没有他们，我就无法写出这本《深度学习》，本书远没有涵盖这个领域的全面历史，它只关注了几个主题和参与神经网络研究的一些人。国际神经网络协会的期刊《神经网络》一直是扩大神经网络研究范围的坚强后盾。该协会与IEEE合作，每年举办一次神经网络国际联合会议。机器学习也催生了许多优秀的会议，包括国际机器学习会议（ICML），这是NIPS的姊妹会议。这个领域极大地受

惠于来自所有这些组织，以及对其做出贡献的研究人员。

在2018年长滩NIPS的开幕式上，我对NIPS的发展表达了惊叹：“我在30年前第一次参加NIPS会议时从来没有想到，今天会站在这里，面对着8000名与会者发表演讲——我当时以为这个会议只能持续10年。”我于2016年4月访问了现居加州山景城（Mountain View）的杰弗里·辛顿。“谷歌大脑”（Google Brain）团队占据了一栋大楼的一整个楼层。我和杰弗里一起回顾过去的日子，得出了我们已经赢得胜利的结论，但花费的时间比我们预期的要长得多。在这个过程中，杰弗里入选了英格兰和加拿大皇家学会。我也被选为美国国家科学院、国家医学院、国家工程院、国家发明家科学院和国家艺术与科学学院院士，这些都是难得的荣誉。我非常感谢杰弗里·辛顿多年来和我分享他对网络计算的见解。

作为普林斯顿大学的研究生，我曾经致力于研究爱因斯坦的引力理论，广义相对论中的黑洞和引力波。然而，在获得我的物理学博士学位之后，我的研究领域转向了神经生物学，大脑自那时起就引起了我的兴趣。我还不知道我的第三次转变可能是什么。所罗门·哥伦布曾经告诉我，所谓事业，只能用来追溯，我在写这本书时也确认了这一点。回顾过去，我发现了那些让我走到今天这一步的事件和决定，当然，当时的我对这一切还一无所知。

---

[1] 参阅Sarah Williams Goldhagen, *Louis Kahn* ’s *Situated Modernism* (New Haven:Yale University Press, 2001)。

[2] Francis Crick, *The Astonishing Hypothesis: The Scientific Search for the Soul* . (New York: Scribner’s Sons, 1994), 267.

[3] 在我和比阿特丽斯相识这件事上，克里克同样功不可没。

附录二

词汇表

自适应信号处理（**adaptive signal processing**）： 提高信号质量的方法，例如自动粒度控制，或可自动降低噪声的可调节滤波器。

算法（**algorithm**）： 一个列出了具体操作步骤的说明，你可以按步骤来实现一个目标，就像对照菜谱烘焙蛋糕一样。

反传（或误差反向传播）［**backprop**（**backpropagation of errors**）］：通过梯度下降来优化神经网络的学习算法，以最小化代价函数的值并提高网络性能。

贝叶斯规则（**Bayes's rule**）： 基于新数据和与事件相关条件的先验知识，对事件概率进行更新的规则。更一般地说，贝叶斯概率是对当前和先验数据产生结果的信念。

玻尔兹曼机（**Boltzmann machine**）： 一种神经网络模型，由相互作用的二进制单元组成，其中单元处于活跃状态的概率取决于其整合的突触输入。该模型以19世纪物理学家路德维希·玻尔兹曼命名，他是统计力学的奠基人。

约束条件（**constraints**）： 让最优化问题的解决方案必须满足的保证其值为正的条件。

卷积（**convolution**）： 通过计算一个函数与另一个函数相对移位的重叠量，将两个函数进行混合。

代价函数（**cost function**）： 用来指定网络目的并衡量其性能表现的函数。学习算法的目的是降低代价函数的值。

数字助理（**digital assistant**）：　用以辅助完成任务的虚拟助理，比如亚马逊智能音箱Echo中的语音助理Alexa。

周期（**epoch**）：　学习过程中，从指定数量的样本中计算出平均梯度后神经网络中权重的更新。

平衡（**equilibrium**）：　热力学状态，其中没有物质或能量的净宏观流动。在玻尔兹曼机中，神经单元状态是概率性的，当输入保持不变时，系统会最终稳定在平衡状态。

反馈（**feedback**）：　神经网络中由高/后层流向低/前层神经元的连接，这种连接使信号在网络中形成了环流。

前馈网络（**feedforward network**）：　一种多层神经元网络，其中各层神经元之间的连接是单向的，从输入层开始，到输出层结束。

梯度下降（**gradient descent**）：　一种以降低代价函数为目的的优化方法，在每个周期中都会对参数进行调整，代价函数用来衡量网络模型的性能。

霍普菲尔德网络（**Hopfield net**）：　由约翰·霍普菲尔德发明的全连接神经网络模型，根据不同的输入状态，该模型都能保证收敛成固定的吸引子形态，可以用来存储和提取信息。对该网络进行过探讨的文章有上千篇。

学习算法（**learning algorithm**）：　基于样本来调整函数参数的算法。同时提供了输入和目标输出样本的是监督算法，仅提供输入样本的是无监督算法。强化学习是监督学习算法的一种，仅对好的表现进行奖励。

逻辑（**logic**）：　基于结果仅为真或假的假设的数学推断。数学家用逻辑来证明定理。

机器学习（**machine learning**）：　计算机科学的一个分支学科，让计算机从数据中学习如何完成任务，而不对其提供明确的程序设定。

毫秒（**millisecond**）：　一秒的千分之一（0.001秒），即一千赫兹音调的一个周期。

大规模开放式在线课程（**massive open online course，MOOC**）：互联网上各色主题的免费课程。第一门MOOC诞生于2006年，到2018年1月，网上大约有9400门不同的MOOC，拥有约9100万学习者。

神经元（**neuron**）：　一种特异化的大脑细胞，整合其他神经元的输出作为输入，并将输出信号传递给其他神经元。

归一化（**normalization**）：　将信号的振幅稳定在固定范围内。一种将随时间变化的正值信号进行标准化的方式，即用该信号除以其自身的最大值，使归一化的信号被限定在0和1之间。

优化（**optimization**）：　从提供的输入集合中系统地选取输入值的过程，以找到函数的最大或最小输出值。

过度拟合（**overfitting**）：　当一个网络模型中可调整参数的数量远大于训练数据的数量，并且该算法使用了过多参数来匹配这些样本时，经过训练的学习算法所达到的状态。虽然过度拟合大大降低了网络适应新样本的能力，但可以通过正则化来降低这种负面影响。

感知器（**perceptron**）：　一个简单的神经网络模型，由一个神经元和一系列带有可变权重的输入组成，可以通过训练来对输入进行分类。

可塑性（**plasticity**）：　神经元对其功能的改变，如连接强度的改变（“突触可塑性”），或对其输入的响应［“本征可塑性”（intrinsic plasticity）］。

概率分布（**probability distribution**）：　指定了实验中系统或结果的所有可能状态发生的概率的函数。

循环网络（**recurrent network**）：　拥有反馈连接，允许信号在其中循环流动的神经网络。

正则化（**regularization**）：　在训练数据有限的情况下，防止具有

许多参数的网络模型发生过度拟合的方法。例如权重衰减，即网络中所有的权值在训练的每个周期都会减小，只有具有较大正梯度的权值被保留。

缩放性（**scaling**）： 对算法的复杂程度如何随着问题的大小而变化的判断标准。例如，n个数相加的复杂度缩放性为n，但是n个数所有两数配对相乘的复杂度缩放性为n^2 。

臭鼬工厂（**skunk works**）： 一个小组在某个组织内以高度自治的方式从事高级别或秘密项目。借鉴了漫画作品《丛林小子》（*Li'l Abner*）中月光工厂的名称。

稀疏原理（**sparsity principle**）： 对信号的稀疏表征，如脑电图（EEG）和功能磁共振成像（fMRI），用少量固定基函数的加权和来近似信号。这些基函数在独立分量分析（independent component analysis）中被称为信源。在一组神经元中，对一个输入的稀疏表征是指只有少数神经元高度活跃的情况。这可以减少来自表示其他输入的活动模式的干扰。

树突棘（**spine**）： 神经元树突上的刺棘状膜突，充当突触的突触后部位。

突触（**synapse**）： 两个神经元之间的特异化连接部位，信号从突触前神经元传递到突触后神经元。

训练和测试集（**training and test sets**）： 基于训练集的表现并不能很好地评估神经网络在新输入上执行的效果，但训练期间未使用的测试集则可以对网络性能进行评估。当数据集合很小时，可以使用训练集之外的单个样本，对使用其余样本进行训练的网络进行性能测试，并且对每个样本重复该过程以获得平均测试性能。这是n=1时的交叉验证的特例，其中n个子样本被保留作为测试集而非训练集。

图灵机（**Turing machine**）： 由阿兰·图灵于1937年发明的一种假想的，可以用来做数学计算的简单计算机模型。图灵机包括一个可以前

后移动的“磁带”，磁带被划分为一个接一个的单元，一个具有“状态”的“磁头”，可以改变其下活动单元的属性，以及一套关于磁头如何修改活动单元格并移动磁带的指令。在每个步骤中，机器可以修改活动单元格的属性并更改磁头的状态，之后再将磁带移动一个单元。

图书在版编目（CIP）数据

深度学习 /（美）特伦斯·谢诺夫斯基著；姜悦兵译. -- 北京：中信出版社，2019 . 2
书名原文：The Deep Learning Revolution
ISBN 978-7- 5086-9835-9
I. ①深… II. ①特… ②姜… III. ①机器学习IV. ① TP181
中国版本图书馆CIP数据核字（2018）第271842号

The Deep Learning Revolution by Terrence J. Sejnowski
Copyright © 2018 Massachusetts Institute of Technology
Simplified Chinese translation copyright © 2019 by CITIC Press Corporation
ALL RIGHTS RESERVED

深度学习
著者：［美］特伦斯·谢诺夫斯基
译者：姜悦兵
出版发行：中信出版集团股份有限公司
（北京市朝阳区惠新东街甲4号富盛大厦2座 邮编100029）

字数：350千字
版次：2019年2月第1版
京权图字：01– 2018–5970
广告经营许可证：京朝工商广字第8087号
书号：ISBN 978–7–5086–9835–9

版权所有•侵权必究


畅销书《大数据时代》作者舍恩伯格
预言未来数据经济力作
资本
时代
REINVENTING CAPITALISM
IN THE AGE OF BIG DATA
[奥]维克托·迈尔-舍恩伯格（Viktor Mayer-Schönberger）
[德]托马斯·拉姆什（Thomas Ramge）著
李晓霞 周涛 译
中信出版集团

数据资本时代

[奥]维克托·迈尔-舍恩伯格 [德]托马斯·拉姆什 著
李晓霞 周涛 译

中信出版集团

目录

推荐序1

推荐序2

中文版序言

第1章 重塑未来市场

第2章 人类交流与合作

第3章 市场与货币

第4章 市场的复兴

第5章 公司与控制

第6章 公司的未来

第7章 资本的衰退

第8章 反馈效应

第9章 工作权益与分配正义

第10章 人类的选择

致谢

译后记

参考文献

推荐序1

沿着知识道路继续前行

近20年来，新技术与应用被引入中国的速度不断加快。这不仅反映了技术全球化的趋势，而且是中国产业升级、产业创新、大众创业的迫切需要。

2012年，舍恩伯格教授所著的《大数据时代》在中国出版，引起了各方对大数据的关注，可谓是现象级出版物。2018年，舍恩伯格教授的新著《数据资本时代》又一次以作者特有的敏锐洞察力，为我们阐述了在海量数据市场中，数据资本对商业、经济和社会的深刻调整；并且从人类历史演进的角度来观察和思考市场的深刻变革——从货币市场到海量数据市场。如果说十八九世纪的社会主题是“机器”，反映的是人类对自然界各物质的认识、利用，那么21世纪的我们正在步入一个数据时代，数据正在成为这个时代的核心资产，它们是生产、创造、消费的主要因素，并影响改变着社会各方面，尤其是公司的组织形态与价值创造。

这本书从数据资本论的角度，关注以数据为价值核心的公司未来应该如何运作，工业经济下的会计制度与经营方式应该如何适应未来的数据型企业，以及公司的资本运作、雇佣关系、税务变化等。此外，舍恩伯格教授在这本书中同样提出了很多令人耳目一新的概念，比如，“用数据交税”“数字投资顾问”“资本功能的分离”“单人公司”等。这些新概念会令公司的管理者、创业者脑洞大开。

舍恩伯格教授还关注到数据时代所带来的问题，尤其是“数据所有权”及“数据的主权”问题。如同工业革命开始时，人们对土地、海洋确权问题的热烈讨论，数据所有权正是海量数据市场中的热点问题。2018年，欧洲通过的《通用数据保护条例》（GDPR）及全球政府对大型互联网公司隐私权的关注，使我们看到了海量数据市场中所蕴藏的隐忧。

1983年，美国未来学巨擘托夫勒的《第三次浪潮》，对改革开放之初的中国产生了深远影响。至今我还记得当时念大学三年级的自己，一口气读完那本书后的激动之情。2018年是中国改革开放四十周年，在庆祝中国取得改革开放巨大成功的同时，我们的国家也面临着海量数据市场带来的新机遇和新挑战。我深切期望《数据资本时代》一书也能唤起我们对新时代的向往，激励我们共同参与海量数据市场的创建，推动人类社会的不断进步。数据的海洋波涛汹涌，好似人类曾经在大航海时代，发现了新大陆，从而为人类进步带来了全新的观点、物种及引爆工业革命的原料。今天，海量数据市场给人类带来的所有冲击，都意味着下一个人类大发现的开始。让我们不忘初心，“沿着知识的道路继续前进”！

田溯宁
宽带资本创始人兼董事长
2018年8月20日

推荐序2

展望数据资本大未来

当前，伴随着国际产业竞争格局的剧烈调整和科技发展的迅速推进，中国经济已经进入结构转换期，面临经济增长新动力的培育和旧动力的弱化，以互联网、金融科技等快速崛起为标志，大数据、云计算、区块链、人工智能等蓬勃发展。与此同时，中国的金融行业正面临着前所未有的挑战，科技发展的颠覆式创新正在重塑金融生态。“十三五”规划中把这样一个特定阶段的经济运行特征归结为“三化”：速度变化、结构优化、动力转化。

在这种背景下，维克托·迈尔-舍恩伯格的代表作《大数据时代》的姊妹篇——《数据资本时代》一书中文版的出版，可以说恰逢其时。《大数据时代》可以说预见了大数据将开启重要的时代转型，讨论了大数据对生活、工作、思维的重大变革，特别是对互联网、教育、健康医疗等行业的影响。《数据资本时代》则秉持“不讲已经知道的事”的原则，对市场与金钱、公司与金融、数字化与数据等问题做了新的思考。其对未来饶有兴趣的预测与讨论，有的在时下的中国正在发生，有的可能会在未来的中国以不同的方式涌现。无论正确与否，它们对理解和把握中国经济社会的未来演变都有参考价值。

回顾数据科技在中国近年来的发展，立足于当前的全球数据经济的大变局，数据时代的未来正呈现出一些新的趋势：

一、数据为市场的多样化深度发展提供了更多可能

作为资源配置的“无形之手”，市场与政府的争论一直是经济学讨论的重点。回顾改革开放四十年来的探索，中国经济发展的活力主要来源于坚持市场在资源配置中的基础性地位，同时，也有一些市场失灵的现象经常出现。实际上，市场失灵的重要原因之一在于信息的失灵，即不透明和错误决策的使用导致的失败。市场在演变、进化的过程，通常将市场发挥作用的内在机制用“货币”与“价格”简单刻画，这种简化曾经一度起到重要的作用，但是简化也使得基于货币和价格基础上的市场产生了新的问题。目前，海量的数据市场正在逐步重构现有的金融市场，金融科技在中国呈现新的变局：一方面，一些大型电商企业纷纷“去金融化”，专注于科技赋能金融；另一方面，越来越多的金融机构则开始重视科技与金融业务的融合，提高数据处理能力。双方呈现微妙的竞合发展的态势，以不同的路径和方式迎接数据时代的来临。而相较于“资本”，数据的复杂性、丰富性使得市场发展呈现出多样化的可能。

二、数据推动公司寻求新的模式

作为经济发展史上具有重要影响力的经济组织形式，公司的出现一度被称作“人类的伟大成就”，尤其是股份公司的崛起和迅速获得的统治性地位，被公认为现代经济史中最引人注目的现象之一。因为公司，产权得以界定，激励机制得以建立；因为公司，目标成为文化，合作成为可能。当数据时代来临，与市场改变同步的是，公司也需要转型。维克托·迈尔－舍恩伯格认为公司转型的尝试可以考虑以下两个方面：一个是将公司决策变得更为自动化、智能化；另外一个则是重新安排公司的组织结构，如将组织结构中注入市场因素，使得公司部分是公司，部分是市场。这种思考是极富见地的，而这种企业内部孵化加速竞争的模式业已成为一部分积极创新探索的中国企业积极应对未来发展的实践。展望未来，随着中国知识产权、竞争、破产等法律的继续完善，中国将可以通过数据共享有效防止垄断，实现数据时代的共享共利，进而促进公司这种组织形式的转型。

三、化解数据时代带给人类的隐忧

近年来有关大数据为代表的技术发展将可能导致各种可能的冲击的讨论不少，这反映了人们对即将到来的新的数据时代的深深担忧。数据让人们在刚刚摆脱原来的各种信息束缚之后，旋即又陷入了对数据和机器的恐惧之中。但从工业革命以来的技术发展历史来看，技术进步在一定程度上消灭了一些特定就业岗位的同时，也创造出了更多的新岗位。无论是市场还是公司，从数据角度来说，均可以说是对数据进行处理、加工以及有效促进决策的机制。不论数据如何丰富，技术如何进步，市场如何高效，人类依然保有充分的选择自由。数据时代通过提供的信息的丰富性与复杂性，通过使人类更加高效的合作，有条件让人类把稀缺的时间和资源投入更有创造性和价值的事情上。

尽管数据时代正在来临，但是考虑到经济发展的非线性，数据时代的演进过程也必然是在探索中前行的。未来中国数据科技及制度建构的过程，不仅带有与其他国家和地区同样存在的“普遍性”，也必然带有与中国国情相适应的“特殊性”，而以上种种，可能直接关涉技术伦理、法律制度、行政治理等诸多领域，这些难题都需要我们做进一步的研究和深思。需要特别指出的是，在数据资本时代，海量数据市场并不能解决我们目前业已存在的所有问题，是否能利用好这些数据，更多的还取决于我们设计和运行规则的能力。《数据资本时代》这样带有一定超前性的思考和分析才显得格外具有独特的价值。

是为序。

巴曙松
北京大学汇丰金融研究院执行院长
香港交易所集团董事总经理、首席中国经济学家
国家“十三五”发展规划专家委员会委员

中文版序言

新时代的曙光已经照耀在每个人身上：在今天的数据时代，数据的全面收集与分析，为我们提供了一个前所未有的看待现实的新视角。对整个世界的这种全新认识，无疑会让人类做出更好的决定——无论是从个人、公司或组织层面，还是从整个社会层面来看。因此可以说，数万年前，当我们的祖先决定通过观察来更好地了解这个世界时，大数据的进程就已经开始了。大数据时代（舍恩伯格是《大数据时代》一书的作者之一）是植根于事实以及对事实的分析的，它让我们远离迷信，摆脱盲目信仰，让我们不仅可以预见到，也切实可以创造出一个让子孙后代能够充分发挥其潜力的新世界。

大数据更突出的地方在于，它更强调提出正确的问题，而不仅仅是提供正确的答案。随着可用数据的增多，想要更加深入地了解这个世界，我们就需要对已有的假设进行重新审视，对已有的数据进行重新分析，这才是大数据更为关注的做法。大数据也会使我们更加谦逊，让我们意识到我们目前所知甚少，还有很多东西有待发现。大数据还会让我们认识到，我们必须付出更多的努力才能了解事实，草率地得出结论或者接受熟悉的理论都是不可行的。按照大数据的要求去做，我们就会获得丰厚的回报：更好的决策不仅会让我们活得更长久，而且能让我们生活得更美好。

大数据在中国得到了广泛关注，数据驱动的机器学习与人工智能更是引来了热切的期待。其中的原因以以下几点最明显，也最重要。首先，近几十年来，中国经济一直在以惊人的速度发展——这一点与西方大为不同，这样的发展速度为十几亿中国人提供了更好的生活。要保持如此骄人的成绩，就需要中国不仅能够准确地做出决策，而且要快速地

做出决策。大数据在全方位改善决策的同时，恰恰可以加快决策的进程。这是中国持续取得成功的关键，尤其是在其“快速发展科技领域”里。在《中国制造2025》战略规划中，以及在中国“2030年成为人工智能全球领导者”的规划中，中国对自身“快速发展科技领域”进行了界定。

在积极利用大数据方面，中国也同样处在极其有利的位置。与许多西方国家不同，中国已经将数字创新放在其政治议程的首位。在中国所建立的经济模式中，数据驱动的创业公司将会继续蓬勃发展。毫无疑问，在接下来的几年里，百度、阿里巴巴和腾讯将会见证它们的许多后来者，会从独角兽公司成长为具有全球影响力的世界级公司。中国在数学和计算机科学方面的教育处于世界一流水平，加上其世界顶尖水平的研究实验室，充足且可以负担的计算能力，以及领先的大数据商务，是有能力做到很好地收集并分析大数据的。还有最重要的一条，那就是中国自身就拥有数据规模。中国近14亿人口所创造的数据，达到了整个世界数据量的一半。这些数据主要通过移动设备产生，而移动设备所产生的数据往往更能体现出细微差别，因此它们也更有利于专家做进一步的分析研究。

中国是世界上人口最多的国家，其经济规模有望在未来超越美国。中国也是一个制造业大国，其服务业正在快速增长。与世界上任何其他国家不同的是，中国有能力以前所未有的规模生成并收集有价值的数据。再加上中国专家出色的分析能力，中国已具备了大数据产业发展相关的核心要素，以充分利用大数据和人工智能的力量。

大数据是一个大事情。正像我们在之前的著作中所谈的那样，大数据将改变人类社会的方方面面，从健康到教育，从流动性到人类的工作方式。世界各地的许多人都将我们（以及其他许多大数据专家）的话解读为，数据是“新石油”，是我们需要获取和利用的一种宝贵的新型资源，它将决定企业和社会的发展结果。英国杂志《经济学人》指出：如

果数据是新石油，那么中国就是数据世界的“沙特阿拉伯”。这种解读虽然有一定道理，但我们二人都认为，把数据看作一种新型的、像石油一样的资源，就像是在说，计算机只擅长做加法。擅长做加法没有错，但是计算机能做到的远不止于此。

这就是我们撰写本书的原因。我们在本书中展示了大数据将如何从根本上改变经济——这并不是因为数据是一种新型石油，而是因为数据是一种新型润滑脂，它将给市场带来超级能量，给公司带来巨大压力，使金融资本的作用大大削弱。赢家是市场，而并非资本。

作为人们交换商品的一种方式，市场不仅具有几千年的历史，而且是一项令人惊叹的社会创新：它使人与人之间的相互协作变得既轻松又高效。当所有参与者都了解了相关的销售信息，并将其转化为良好的买入（或卖出）决策时，市场就会运转起来。然而，目前的市场既没有充分的信息可以获取，也做不到信息的高效传播。进一步讲，即使能够拥有大量信息，人类往往也很难将其转化为理性的决策。正是在这些方面，数据和数据驱动的机器学习将会产生巨大影响。有了全面的数据以及智能数字决策辅助系统，我们将做出更好的交易决策。市场作为一个整体将迅速发展，成为人类首选的协调机制。未来将出现我们所谓的“海量数据市场”——在这个市场里，我们将拥有大量信息，同时拥有做出决策和进行交易的数字工具。这一切都将产生巨大影响——不只对公司和管理者，而且对其他所有市场交易的参与者，包括经理、雇员，还有消费者。

并不是所有人都会从这个新型的数据丰富的市场中受益，而其中最大的输家，可能会是金融资本主义。所谓金融资本主义，就是认为在我们的经济中，唯一重要的就是金融资本这样一个观念。当数据哪怕只是部分地承担了货币的角色时，金融资本就会失去其大部分意义。这同时也意味着其在地缘政治上的影响。一方面，依靠金融资本主义而繁荣的国家和地区，例如美国的部分地区，可能将会面临挑战与衰落。在欧

洲，伦敦作为金融资本主义的中心，可能也将不得不寻求新的经济机会。

另一方面，那些认同市场协调能力（但不一定支持不受约束的金融资本主义）的国家和地区，如果能够将市场变为“数据丰富”的市场，就会迎来其市场的重新建构，其协调能力也会大幅提升。这会为经济增长提供前所未有的机会，而且非常重要的是，这种增长将会来自低效与浪费的减少，它将带来的不仅是更加繁荣的未来，而且是更可持续的未来。

这就是为什么我们相信，中国的优势将远远不只是拥有大量的数据，即所谓的“新石油”。是的，中国经济将因大量数据而繁荣，然而，中国拥有的不止是这些宝贵的数据资源，在这些资源的合理利用方面，中国也处在极其有利的位置上：在不久的将来，中国将不仅拥有世界上最大的国内市场，而且将成为全球市场上最重要的参与者。如果中国能够利用其数据财富，去获取海量数据市场所能提供的协调能力——无论是在国内市场还是国际市场，那么中国可能会在大数据资本时代的持久原则基础上，谱写经济发展和可持续增长的全新篇章。

维克托·迈尔－舍恩伯格、托马斯·拉姆什

第1章
重塑未来市场

这本该是一场胜利的庆典。2015年9月，在亿贝（eBay）新任首席执行官德温·维尼希登上亿贝在线市场20周年纪念活动的演讲台时，亿贝平台上的商品交易额已超过7　　000亿美元，活跃用户达到1.6亿人。1995年创建时，亿贝只不过是一个被创始人皮埃尔·奥米迪亚当作副业发展的小公司。然而此后，它变成了一棵永生的摇钱树。亿贝的策略，就是让古老的市场行为走进网络。

亿贝不再是实体市场，因此它从不打烊。同时，互联网在全球延伸，人们几乎只要能上网，就可以进行买卖。此外，亿贝还拥有自己独特的评级系统——它可以让市场参与者间的信任不用建立在彼此相识的基础上。在以上因素的综合作用下，这个新型虚拟市场产生了巨大的吸引力，成了经济学家所说的“稠密市场”（thick market），即拥有大量买家和卖家的市场。稠密市场属于优质市场，可以提高人们找到自己所需商品的可能性。亿贝也借用了传统市场的一大特点，并对其进行了改进——用拍卖制取代定价制。拍卖可以更好地帮助人们获得最优价格，经济学专业的学生往往刚上大学就会学到这个知识点。

打造这样一个覆盖全球、永不打烊、交易便捷高效的市场，就是亿贝迅速崛起的秘诀。它不仅引领了互联网经济，而且似乎也再次证实了市场在经济中的卓越作用。

但是，对于参加庆祝活动的记者来说，维尼希看起来更像是一个“在四面楚歌中集结队伍的将军”，他的演讲感觉像是在给士兵们打气——这样做真是不无道理。亿贝，这个全世界最大的市场（在线市场），已经失去了部分魔力，华尔街的分析师甚至将其安放在“需要重置”的标签之下。发生了这么多事情，有些人可能会把亿贝最近的麻烦归因于管理不善，以及运气不佳。但是在我们看来，这一切都预示着一场重大的结构性变革。

就在亿贝20周年庆典的前几个月，雅虎，另一个互联网早期的先

驱，也遭遇了一次市场困境。雅虎持有阿里巴巴的大量股票。事实上，按照阿里巴巴的股价来看，雅虎持有的阿里巴巴股份的资产价值比雅虎的总市值还高。因此可以说，雅虎股票的卖家是在付钱让买家购买股票。也就是说，雅虎股票实际上是在以负值交易。这当然是没有道理的，因为一只普通股的股价不可能是负数。但经济学家告诉我们，股票价格反映的是整个市场的集体智慧，这应该没有问题。那么是哪里出错了，而且错得这样离谱？

富含数据的市场正在悄然兴起

亿贝的麻烦之大，雅虎的股价之疯狂，都不是偶然现象。它们表现出的，是传统市场的一个基本缺陷。正如后面我们将要解释的那样，这个缺陷与价格息息相关。也正是因为与价格相关，所以并不是所有市场都会遭遇困境。事实上，有些市场因为对价格的依赖较小，一直以来都在高歌猛进。

就在亿贝和雅虎陷入困境的时候，一家成立稍晚的互联网初创公司BlaBlaCar（法国拼车公司）却在突飞猛进地发展。公司是由一个法国年轻人在欧洲创立的，那时他还在斯坦福大学攻读硕士研究生，并沉迷于网络。和亿贝一样，BlaBlaCar也属于在线市场，只不过是一个高度专业化的市场。公司的业务就是通过为正在揽活的司机和想搭车的乘客配对，来帮助人们共享汽车出行。BlaBlaCar的生意特别好，每个月都能完成数百万单配对业务，而且它的业务量还在迅速增长。亿贝当初关注的焦点，是基于价格的拍卖，而BlaBlaCar的市场焦点，却是给参与者提供有关彼此的丰富数据，对司机的“爱聊天程度”（公司名称中的BlaBla就是“聊不停”的意思）等细节进行评级。这样，用户就很容易搜索并识别出自己的最佳配对，而价格的重要性就被淡化了（乘客能够选择的价格幅度非常有限）。在使用海量数据方面，BlaBlaCar的搭乘共享市场并非独一无二。从旅游网站Kayak到在线投资公司SigFig，再到劳动力市场数据平台Upwork，越来越多的市场开始使用数据来帮助参与者找到最佳匹配，并因此获得全世界的关注。

本书将对下面几个问题进行综合解读：传统在线市场正在面临困境；证券市场广泛信赖的价格机制中存在错误；富含数据的市场正在悄然兴起。我们认为，数据所带来的经济重启，将会引发四个基本重组，

并重塑我们所熟悉的资本主义经济。其重要性堪比工业革命。

市场是一个可以帮助人们有效分配稀缺资源的机制，是一种非常成功的社会创新。它看似简单，却影响巨大。市场可以为80亿人中的大多数人提供食物、衣物和住所，极大地提高我们的生活质量和寿命预期。长期以来，市场交易活动一直是一种人际交往活动，与人的天性非常契合。这就是为什么对于我们大多数人来说，市场的出现如此自然，它已嵌入人的社会关系中。可以说，市场是人类经济的基石。

海量数据市场降低市场失灵的频率

市场要施展魅力，不仅需要数据能够轻松流动，而且需要将数据转化为决策力。所谓决策力，就是人们在进行市场交易时，如何在参考诸多因素后做出决策。市场的稳定性与灵活性即源于此。但是，要做到这一点，就需要每个人都能拥有便捷的渠道来获取任何可以利用的信息。直到现在，海量信息在市场上的传播一直都是非常困难的，其价格也特别昂贵。所以我们才采用了一个变通方法：将所有信息压缩成一个单一的评价指标，那就是“价格”，并通过金钱来传达这一信息。

事实证明，价格和金钱只是巧妙的权宜之计——看似无法克服的挑战，有了它们，我们似乎就可以轻松面对了。当然，我们也必须承认，它们在一定程度上也起了作用。但是，当信息被压缩时，一些细节和细微差别就会消失，交易方案就无法达到最优标准。如果不能完全了解各种销售信息，或者被压缩的信息误导，我们就做不出好的选择。对这种不够完美的解决方案，我们已经容忍了几千年，因为我们一直没有找到更好的替代品。

一切都在改变。很快，海量数据就能够以较低的价格在市场上全面而迅速地流动起来。我们将把这样的海量数据与机器学习以及前沿匹配算法结合起来，创建一个能够识别最佳交易伙伴的自适应系统。这会让未来的交易易如反掌，即使是那些看似很直接的交易也能够从中获益。

举个例子。如果你正在搜索一口煎锅的信息，智能手机上的自适应系统就会访问你过去的购物数据，并搜集到这样的信息：你上次购买了一口电磁炉平底锅，留下了“一般”的评价。通过分析你的评价，系统了解到，你很看重锅的涂层，而且你喜欢陶瓷涂层（系统也注意到了你喜欢什么样的手柄材料）。了解到你的这些个人偏好，系统就会在网络市

场上寻找最佳匹配，甚至考虑到送货过程中产生的碳足迹，也就是碳的排放量（因为系统知道你是一位环保主义者）。你准备直接转账付款，这是可以获得额外折扣的，系统会自动与卖家谈判。你只需轻轻点击，交易即可完成。

这一切听起来是那么流畅、简单——它也本该如此。比起我们自己搜索，自适应系统的搜索更快、更轻松，同时，它也能参考更多的变量，评估更多的产品。系统不会很快就感到疲劳（我们自己在做线上或线下搜索时却恰恰相反），它的决策建议也不会受到价格的干扰、认知偏差的误导，以及聪明的营销手段的诱惑。当然，我们依旧会把钱当作价值的储存手段，价格也依然会是有价值的信息。但是，当我们不再只盯着价格时，我们的视野就拓宽了，随之出现的会是更好的匹配，更高效的交易，以及一个鲜有欺骗和花招的市场。

这种基于数据和机器学习的决策辅助系统，虽然可以帮助我们在海量数据市场（data-rich markets）中识别出最优匹配，但是我们人类自身仍将保留最终的决策权，而且在交易中，给系统多少授权也是由我们自己决定的。这样，在约车这类事情上，我们就可以高高兴兴地让决策辅助系统代劳。而对找工作这样的事情，虽然我们会参考数据顾问给出的就业选择，但最终做出抉择的，仍将是我们自己。

传统市场用处很多，但是无法与它的亲戚——数据驱动市场（data-driven markets）——相媲美。数据可以帮助我们改善交易，提高效率，因此海量数据市场将会为我们提供最佳交易机会。从理论上讲，这本该是市场最擅长的，之前市场却因信息所限未能做到。

海量数据市场的优势将会延伸到每个具体行业，零售业和旅游业不会错过，银行和投资领域也不会例外。海量数据市场将会大大减少非理性决策，减少因错误信息或错误决策所造成的泡沫和其他灾难。正是传统市场的信息匮乏，导致了2014年雅虎股价的疯狂。无论是在最近的次贷危机中，在2001年的互联网泡沫破灭中，还是在以货币为基础的市场

在过去几个世纪里所经历的无数次灾难中，我们都遭受了传统市场因信息匮乏所带来的破坏性影响。海量数据市场所能承诺的，并不是彻底根除这种市场失灵，而是极大地降低市场失灵出现的频率，减少由此带来的金融灾难。

海量数据市场将重塑所有类型的市场，从能源市场到运输和物流市场，从劳动力市场到医疗保健市场。在能源市场中，行业固有的效率低下，让大型公用事业设备公司有机会赚得盆满钵满，却给我们的家庭带来数十亿美元的损失。而海量数据市场将会改变这种局面。甚至在教育领域，我们也可以用海量数据市场来匹配教师、学生和学校，使自己获得更好的选择。海量数据市场的一致目标是：超越“不错”，追求完美，让钱花得更划算，让自己做出的选择更令人满意，让我们的地球可以更好地可持续发展。

一场淘金热即将到来

传统货币市场与海量数据市场的主要区别，在于流动于市场间的信息所起到的作用。这两种市场的关键区别，还在于它们将信息转化为决策的方式。在海量数据市场中，个人偏好不再只被价格主宰——之所以采取这种过于简单的决策方式，是因为我们信息匮乏，认知有限。而海量数据市场中的“分散决策”（decentralized decisionmaking）方式，不但具有自身的稳定性与灵活性，而且有可能带来更高的交易效率。为了实现数据的丰富性，我们需要市场参与者对信息的流动与处理进行重新配置。早在1987年就有学者提出了这一想法：麻省理工学院教授托马斯·马龙与他的同事们，在那时就曾预料到“电子市场”的出现。但是，我们实现技术进步，从而进一步拓宽视野，使早期的想法开花结果，都还只是近些年的事情。

人们可能会认为，海量数据市场的出现，主要依赖于数据处理能力和网络技术的进步。毕竟，与传统市场相比，海量数据市场的信息量要大得多。互联网带宽不断地稳步增加，这一趋势在可预见的未来还会持续下去。思科等领先的网络技术供应商表示，至少在2021年以前，网络流量的年增长率将继续超过20%。按10年的复合增长率计算，这一比值将超过500%，这简直令人咋舌。与此同时，数据处理能力的提高也达到了戏剧化程度：现在我们通常用每秒多少兆（万亿次），来衡量个人电脑的计算能力。我们仍然还有提升的空间，尽管这种提升可能不会再像过去那样，达到每两年翻一番的程度。

技术发展对于海量数据市场来说是必要的，但它远远不够。我们要做的不只是快，还有不同。未来，海量数据市场上的信息处理速度，将远不如信息处理质量及信息处理深度重要。即使我们将传统市场的价格

交流速度提高到几毫秒（就像现在的高频交易），最终我们做出的仍会是过于简单化的决策。我们真正需要做的，是将最新的突破应用于三个不同领域：第一，我们要实现关于商品与偏好的海量信息共享，而且是低成本共享；第二，我们要提高辨识能力，实现商品与偏好在不同方面的匹配，即多维度匹配；第三，我们要探索一种精密而便捷的方法，全面获取个人偏好信息。

第一，仅仅获取原始数据是不够的，我们需要知道这些数据意味着什么。只有做到这样，我们才不会拿苹果与橙子做比较。有了最新的技术突破，这一切做起来都比过去容易得多。想想看，我们在通过概念，比如人、海滩、宠物，来搜索数码照片这方面已经实现了多大程度的进步？海量照片中的图像搜索模式，同样可以应用于市场，从而将数据转化为见解，为我们的决策提供信息。

第二，当我们仅以价格进行比较时，找出最佳匹配是一件很容易的事情。但是，当我们需要进行多维度匹配时，这个过程就会变得复杂、混乱、难以把控。我们需要智能算法来提供帮助。幸运的是，近些年来在这方面，我们已经取得了长足的进步。

第三，弄明白我们自己到底想要什么并不容易。我们可能会忘记一个需要考虑的重要因素，或者错误地忽略了它。对于人类来说，用一种简单的、结构化的方式来表达我们多方面的需求，实际上是一件非常困难的事情。这就是我们所说的第三个领域，最新的技术进步在这一领域至关重要。今天，我们的自适应系统可以通过观察我们所做的事情，追踪我们所做的决策，日积月累，最终了解我们的个人偏好。

在这三个领域里，高度发展的数据分析以及先进的机器学习[1]（或称之为“人工智能”），均已推动了海量数据市场的重大进步。如果将这三个领域结合起来，我们就将拥有海量数据市场所需的所有关键构件。数字思想的引领者和跃跃欲试的互联网企业家已经开始注意到这一

点。一场淘金热即将到来，不久它就会全面展开。淘金的场所正是海量数据市场，它可以给参与者提供充足的效率红利，并为供应商提供巨大的交易总量。

企业将面临严峻挑战

过去20年的数字创新最终开始改变市场经济的基础。一些公司已经将目光投向了海量数据市场，并已做好了必要准备。亿贝庆祝其成立20周年之际，也正是其认真思考未来之时。公司新任首席执行官宣布了一项雄心勃勃的多年应急计划，并进行了一系列重要的并购活动。亿贝的目标是在各层面极大地提高市场中海量信息的流动量，使匹配的实现更加便捷，从而帮助亿贝用户做出交易决策。

亿贝并不孤单。从亚马逊这样的零售巨头，到BlaBlaCar这样的细分市场，再到人才市场，各类市场都在进行重新配置，一切努力都指向了海量数据市场的未来。比起传统市场，海量数据市场在帮助人们获得所需东西方面的表现要好得多，用户使用量肯定要大得多，这也进一步推动了传统市场向海量数据市场转变。其实，海量数据市场的影响远不止这些，其地位也要重要得多。

市场不仅仅是促进交易的地方。我们在市场上互动时，互相合作使我们取得的成绩，远远超过我们的个人能力所及。通过重新配置市场并使其拥有数据，我们也在更普遍的意义上重塑了人类的合作。如果做得好，海量数据市场所驱动的人类合作就会使我们有能力应对棘手的挑战，探索可持续的解决方案。从提高教育水平，到改善医疗保健，再到应对气候变化，无不如此。因此，提高能力，以求更好地协调人类活动，就成了一件大事。

协调人类活动的传统方式将受到重大影响。最出名的，也是被研究最多的例子，就是公司。我们通常所讲的关于公司的故事，主要都是关于它们之间的恶性竞争的，比如，通用汽车对福特汽车，波音公司对空中客车公司，美国有线电视新闻网对福克斯新闻频道，耐克对阿迪达

斯，苹果对谷歌，百度对腾讯。我们喜欢那些一对一的战斗故事，一方鲜血淋漓，一方占尽优势。整个图书馆的商业书籍和成百上千个商学院案例，都致力于记录和分析这些史诗般的战斗故事。但是今天，丰富的数据使市场发挥出更大更好的作用，我们看到的不再是公司之间的斗争，而是从公司到市场更全面的转换。这种转换并不意味着公司的终结，但它确实是公司几十年来所面临的最艰难的挑战。

应对海量数据市场的兴起并非易事。如果公司能够积极利用我们所描述的技术突破，重塑其内部的信息流动，并获得类似的效率提升，那么问题就简单得多。但是很遗憾，正如我们后面将要解释的那样，驱动并支撑海量数据的技术进步，虽然可以直接应用于市场，但并不能简单地应用于公司。公司信息流动方式受限是造成这种情况的根本原因。要适应当前的技术进步，我们就要重新思考公司的本质。

面对来自海量数据市场的挑战，公司最可能的两种回应方式是，要么想办法与其形成互补关系，要么就直接对其进行模仿。至少在某些管理决策中，公司可以使用自动决策系统，引入更多的市场特征，诸如基于分散决策的信息流和交易匹配等。这些策略可以为我们提供中期优势，所以越来越多的公司开始采用这样的策略。从中期来看，这些策略对公司的生存会起到一定作用（尽管它们也带来了本身的弱点），但从长远来看，在组织人类活动方面，这些策略不太可能阻止公司重要性下滑的趋势。

从金融资本转向数据资本

正如公司仍将在经济中发挥某些作用一样（尽管作用已经降低），货币也不会退出我们的生活。但在海量数据市场上，货币将不再是乐队里的首席小提琴手。银行和其他金融中介机构需要重新调整其商业模式，并迅速采取行动，因为一种新的数据驱动型金融科技公司，即所谓fintechs，正在对海量数据市场敞开怀抱，向传统金融服务业提出挑战。我们很容易看出，银行业将受到货币衰落的严重影响，而这种影响背后的意义则更重大、更深远。金融资本的作用，至少在一定程度上，取决于它在经济中的信息功能。但是，随着货币的角色开始被数据取代，资本将不再像现在这样，代表强大的信任与信心。这也就瓦解了人们“资本即权力”的信念，而这一信念正是金融资本主义概念的基础。海量数据使我们有能力将市场与金融资本分开，在进一步发展市场的同时，降低资本的作用。我们很快就将见证银行与金融业的重组，以及随之而来的货币作用的进一步衰落。我们的经济即将从金融资本主义转向数据资本主义。

比起以货币为基础的传统市场，数据驱动市场所拥有的优势是明显的，其到来也是迟早的事情。但数据驱动市场也并非没有缺点，最关键的问题就是它过于依赖数据和机器学习，而且数据和算法也不够多元化。这就是为什么海量数据市场特别容易受到集中控制的困扰，还有系统失灵的影响。这种结构性弱点（后面我们会做出进一步解释），使海量数据市场有可能变成操纵别人的工具，被一些冷血公司和激进政府利用。这不仅会削弱经济，还会破坏民主。为了填补这一漏洞，我们提出了一项全新的监管措施——累进式数据共享授权。这样一来，我们不仅可以获得全面且多样的反馈数据，而且在决策辅助中也可以保留选择权和多样性。这一措施不仅可以完成数据时代的反垄断任务，而且可以防

范那些可能危害社会的更重大、更凶险的问题。

公司一直以来都在有效地组织人类活动方面起着主导作用，但是在新兴市场上，交易过程中的绝大部分环节都将实现自动化。伴随着新兴市场的崛起和公司的衰落，全世界的劳动力市场基础将被连根拔起。各国家都将不得不面对经济的巨大转变，并做出反应，因为这种转变将危及数以百万计的就业岗位，在多数国家形成越来越严重的普遍担忧。它所酝酿的民粹主义政治运动正在抬头。不幸的是，正如我们将要详细说明的那样，面对这样的问题，我们所掌握的许多传统的政策措施都将失效。

从金融资本主义向数据资本主义的转变，将会使我们对许多长期持有的主张产生疑问。其中一个主张就是，要把工作设计为一揽子捆绑式的标准化职责与福利。对于正在寻找合适人才的企业来说，打破这种捆绑将会是一个具有挑战性，却非常必要的策略。而对于那些担心大规模失业的社会集团来说，要让员工重返工作岗位，重新找到工作的意义和目标，也必须打破这种捆绑。劳动力市场即将发生的变化，其核心就是数据。全面、海量的数据流动将会推动市场复苏，导致企业和货币的衰落，并使劳动力市场激变。与此同时，海量数据也使我们具备了对劳动力市场进行升级的能力，市场可以更轻松、更频繁地为我们推出更多令人满意的个性化工作（尽管，正如我们所解释的那样，一些创新的政策措施支持还是必不可少的）。

超越传统市场的全新市场

基于货币的市场刚刚出现时，就有批评人士指出，“选择”这个基本的市场概念，与限制人们选择能力的实际认知局限性之间，存在着巨大的差距。几个世纪以来，彼此敌对的两个观点一直在厮杀：一方主张在做市场决策时，应该由一个中央权力机构来代替认知有限的人类个体；另一方则一直在努力为传统市场，以及分散决策和信息流动等相关概念进行辩护，认为哪怕是蹩脚的个人选择，也总好过没有选择。这些争论往往是直来直去、非黑即白的。

但是在过去几十年里，全世界范围内却出现了一种双方休战的状态。人们普遍接受了这样一种观点：基于货币的市场是可以发挥自身作用的，虽然它必须是在适当的规则下发挥作用（但是对什么是“适当的”，大家并未达成一致意见）。其中的妥协就是，尽管我们无法跨越可能导致错误决策的认知局限，但是我们可以运用规则和程序来降低其最负面的影响。应该说这样做是务实的，因为我们不得不面对货币市场的缺陷，而且也找不到更诱人、更可行的替代方案。不过我们必须承认，这也是对失败的接受，真正改善市场内部运转的努力化为永久的虚幻。尽管市场自身劣迹斑斑，但其他选择更糟糕。就这样，我们学会了与市场的相处之道。

随着海量数据与最新技术突破的出现，现在我们已经可以超越基于货币的市场，转而走向海量数据市场。这将使我们突破自己在信息和决策方面的一些关键局限，实现一直以来的夙愿。这是一个雄心勃勃的愿景。我们的努力不是为了更好地弥补传统市场的缺陷，而是为了创建一个彻底摒弃传统市场缺陷的全新市场。将来，海量数据市场给我们提供的将是不受认知局限限制的个人选择。

当然，克服人类所有的认识偏颇和决策缺陷是不可能的。（我们也无法做到不让那些精明的营销人员去利用这一点。）在海量数据市场上，即使人类选择让聪明的机器学习系统替我们做出选择，这个选择也仍将是人类的选择。当我们赋予自己选择的权利时，我们就会保留人类的错误。所以，即使是海量数据市场也并不完美。但是从实用角度来讲，海量数据市场要远远优于我们今天的市场。我们可能仍然会犯错，但是犯错误的频率肯定要低得多。海量数据市场将重新调整市场在协调人类活动中的作用，并对我们如何生活和工作产生巨大影响。海量数据市场也必将改变市场和货币的作用，让竞争力、就业，直至金融资本主义本身这些人们耳熟能详的概念失去光彩。

追求个人的实现

人类仍将是最终决策的制定者。这个保留角色可能会让一些人感到烦恼，他们希望能有一个更理性的中央决策机构来完成这项任务。但是我们相信，人类的这个基本角色被保留下来，不是为了让大家心烦，而是因为这一角色由人类来承担是海量数据市场的一个最基本的特征。我们在追求效率、可持续性、理性等至关重要的价值时（因为我们确实需要改进我们的决策！），必须永远记住，我们需要保留，甚至拥抱那些让我们之所以成为人类的东西。海量数据市场的最终目标不是追求总体的完美，而是追求个人的实现。这就意味着，我们要为个性、为多样性、为偶尔的疯狂而欢呼，因为这才是典型的人性。

---

[1] 机器学习是人工智能中最核心，也是最受关注的方法，但它并非人工智能的全部。例如，专家系统是典型的人工智能方法，但它并非机器学习。——译者注

第2章
人类交流与合作

这是有史以来最壮观的人体金字塔：一座人体塔，或曰叠罗汉（castell），有10层高，从底层向上达50英尺 [1] 或更高，由数百人组成。西班牙加泰罗尼亚地区的其他人体金字塔俱乐部尝试过这一壮举，但迄今为止它们都没有成功。2015年11月22日，西班牙特拉萨城的Minyons俱乐部成员也开始了一次这样的挑战。在大群观众面前，当鼓手和风笛手奏起《星球大战》的主题曲时，俱乐部成员开始在空中建造人体塔。建造好底层，他们又搭建出汇集了96人的第二层，这将会增强这座巨塔的结实度。在此之上，由40人组成的第三层也搭建起来。第四层以上，人塔的结构越来越细，它可能会立起来，也可能会倒下去。

第四层的4个Minyons俱乐部成员找到了自己的立足点。当第五层的人抓紧了旁边人的肩膀时，乐队开始演奏一首加泰罗尼亚的传统小调。这并不是在提早庆祝，其余的攀登者还需要依靠这首歌的节奏，来完成他们精心设计的快速攀爬的任务。人群在不合时令的凛冽寒风中咧着嘴，注视着每一个新的四人组入位。

期盼的时刻终于来临，孩子们开始在高高的空中为这座人体塔加冕。在攀登者以相反的顺序小心地下塔之前，那位被分配到最高层的登顶者，还要向观众挥手示意，表示她已经到达顶峰。此时此刻，紧张的空气凝固了。是的，这座塔可能会坍塌，这次尝试也将会失败，但还有可能发生更危险的事情：九年前，曾经有一个女孩从一座九层人体塔上坠落身亡。

不能只依靠幸运。早在八个月前，Minyons俱乐部成员就开始训练了。每周两次的训练，或者培养队员的力量和勇气，或者学习最有效的方法——在晃动的肩膀上站稳，或者探索各种不同的人体塔结构，以找到持续时间最长的模式。他们解决了如何打好腰带的问题，这样，每个成员在攀爬的时候就可以紧紧地抓住腰带，然后踩在上面，就像抓住或踩上普通梯子的横档儿一样。见证了团队这几个月的努力后，团队负责

人得出结论：他们已经准备好尝试“四人十层塔”。他与一名副手合作，确定了基座和底层的人员配置，以确保塔的四侧都能获得均衡的力量支撑。而且人体塔在解散时也不会发生坍塌，这才能算作真正“完成”任务。这个目标意味着，底层的人必须坚持4分钟，与此同时，压在他们身体上的重量还在不断变化。Minyons的成员最终完成了建塔任务：他们建造了自己的人体塔，同时创造了一项全新的世界纪录。通过勤奋努力和团结合作，他们似乎已达到“与天公比高”的境界。

对于加泰罗尼亚人来说，叠罗汉这一传统可以追溯到300年前。在很受欢迎的民族风舞会结束时，人们就会用叠罗汉的方式搭出一个小小的人体金字塔。我们还不清楚这个传统是如何演变成成百上千的人一起完成的叠罗汉的，这已经超越了人类冲击任何目标时的一般心态——一个目标接一个目标，直至星空触手可及。没有人靠叠罗汉挣钱，这项运动与金钱无关，但是这个危险的运动有几个令人骄傲的地方。

叠罗汉比赛每两年举行一次。“赢家”并不总是建造最高塔的团队：结构的复杂性才是最关键的指标，因为它反映了建塔的人的合作程度。比起一个十层高、每层三四个人的人体塔，一个11层高、每层只有一人的人体塔，搭建起来要容易得多，需要的人也少得多。参与的人越多，场面就越令人惊叹。因为这需要更多从底部到顶部的协调，“fer pinya”这个表达，即加泰罗尼亚语里的“建构底座”，现在已经有了一个更广泛的意义，即“协同合作”。

加泰罗尼亚地区的叠罗汉运动是体现人类合作的一个典型例子。搭建人体塔需要做很多准备，比如花费大量的时间和精力去观察什么是可行的，以及设想什么是可能达成的。最重要的是，它需要完美的沟通。俱乐部的负责人会从地面向上发出指令，但这并不是在人体塔立起来的过程中，从上至下所需要了解的唯一信息。在建塔过程中，攀登者必须不断地彼此交流他们的站立情况，让身边的人知道他们是否开始在重压下挣扎或失去平衡。信息通过手势或话语传播——肩膀的一次耸动和脚

下的一次颤抖，都是非常重要的线索。它们要么代表着成功的可能，要么代表着失败的来临。团队成员必须灵活地应对这些信息，因为哪怕只有一个人动作过大，其他人也会无法协调身体，最终引起人体塔坍塌。随时随地进行调整，是让人体塔保持结构完整所必需的。这样的调整至少可以保证，让坠落的攀爬者能够安全地落入大家构建底座平台的手臂中。一种微妙的互谅互让是实现这一目标的关键，一代又一代的叠罗汉者也正是这样做的。

人类第一次驯服了火的时刻，发明了车轮的时刻，研制出蒸汽机的时刻，无疑都是非常重要的时刻。但与人类相互合作的能力相比，这些发明创造就都显得苍白无力了。没有合作，火焰就只能给一个人提供温暖，车轮也只能运输一个人，蒸汽机也不会有轨道，更不会有制造它的工厂出现。如果这世上存在一个唯一可以贯穿人类历史的关键脉络，那么它一定是重要的人类合作——不管我们的目标是搭建一座人体金字塔，还是建设一个国家。密切合作在人类进化过程中起着革命性作用。事实上，人类的存在本身就依赖于相互合作。尽管早期的原始人类已开始学习直立行走，但他们仍然很容易成为潜伏在非洲大草原上的大型食肉者的猎物。只有当他们聚集在一起，大声发出警报，使用工具，按照自身利益重塑世界时，他们的生活条件才得以改善。合作使我们的祖先凝聚了力量，因此也让他们活得更长久，日子更兴旺，世代相传。家族纽带的形成及其紧密联系，让人类有机会保护自己的新生儿，并在孩子出生后的几年时间里，能够培养孩子非凡的认知能力与技能。

随着大规模合作能力的不断增强，人类能够取得的成就也越来越大。合作使人类有能力设计并建造出令人惊叹的名胜古迹：从吉萨金字塔群、位于奇琴伊察的玛雅神庙、绵延不断的吴哥窟，到圣彼得大教堂和泰姬陵。人们一起劳动、共同敬拜、互相奉献、彼此关爱。这些建筑的复杂性及其庞大规模，足以显示出人类在凝聚力量方面的能力有多么惊人。从其他一些看起来用途更普通的工程中，我们还可以看出人们的合作对象。长城把中原农耕民族与试图侵入的蒙古游牧民族分隔开来，

中国在冶金和农业方面的先进技术也因此在几个世纪里都没有外传。1869年苏伊士运河开通后，欧洲到亚洲的航程缩短了30%，全球化的闸门从此被打开。

沟通方式影响人类合作

展示人类合作能力的历史遗迹并不局限于大型的实体建筑。亚历山大图书馆和它收藏的成千上万本图书，也是人类协同合作的证明，因为它汇集了古代世界的各种知识——据说，当时来访的商人会被要求交出他们手中的原版书，用来交换原版书的是一本新的誊抄本。那套具有革命意义的18世纪出版的百科全书，是法国上百个最伟大的知识分子共同努力的成果。他们摆脱了当时的独裁权威（耶稣会）的束缚，收集了他们认为的开明公民所需要知道的一切，并将其分成71 818个条目。实际上，维基百科恰恰体现了人类合作历史的最新进展。这一项目高效地协调了千百万名贡献者，用近300种语言创建了超过4 000万个条目，为读者提供了我们对整个世界的理解和认知。

即使是科学上的那些巅峰成就（我们常将其归功于某位科学家），往往也是合作的产物。卡尔·冯·林奈发明了第一个关于地球生命形式的分类系统，并因此声名远播。但是，林奈祖国的生物多样性毕竟是有限的，在收集那些远离瑞典本土的样本时，他所依赖的是一个由赞助人、同事和学生组成的庞大的人际网络。没有这些人帮助林奈创建这个巨型目录，林奈就不可能提出他的论点，即每个物种都有其独一无二的特征，在大自然中都有其应该“归位”的地方。这些观念直接促进了进化论的诞生。登月计划需要的不仅是一个尼尔·奥尔登·阿姆斯特朗踏上月球、扬起一片粉尘，或者美国国家航空航天局任务控制中心的工作人员指挥阿波罗飞船的发射工作，而且需要遍布数十个实验室的超过30万名数学家、物理学家、生物学家、化学家、工程师和机械师。从研制食谱以维持零重力状态下的人体所需，到建立登月舱、任务控制中心及与白宫之间的通信联系，再到制造降落伞，将宇航员安全送回“蓝色大理石”地球，所有人都在扮演着属于自己的小角色。同样，大型强子对撞

机的建设，也涉及来自100多个国家的上万名科学家，在他们的通力合作下，大型强子对撞机于2012年发现了希格斯玻色子，从而帮助巩固了粒子物理的标准模型。人类不是通过一个孤独的天才的个人努力来揭开关于宇宙及我们自身存在的奥秘的，而是通过许多其他个体的通力合作来实现这一愿望的。正如林奈的一个学生所说的：“掌握整个链条的人，会对每一个链环心怀感激。”

从由家人和亲属这样的社会网络形成的责任与义务关系，到军队的集中指挥和控制，再到百科全书项目和科学实验中的集体通力协作，人类合作的方式正如人类种群一样具有多样性。“从专制到民主，合作无处不在。”耶鲁大学经济学家查尔斯·林德布卢姆曾经这样写道：“我设想的一个协调良好或者有组织的社会，应该会有一个统治精英——具有柏拉图式哲学家思想的国王或贵族。而你设想的则可能是一个追求平等的组织机构。”

人类的合作有赖于我们的沟通能力。学会了复杂的语言，我们就可以表达细微的差别，就可以在实现自己的目标时谋求他人的帮助。我们通过对话、通信以及合同进行谈判，并建立伙伴关系。书面文字的出现，使我们获得了一个可以穿越空间和时间传递信息的工具，一种可以跨越距离、向未来表达自己的方法。

信息流动的改善，通常是人类合作能力发生改变的基础。亚述人楔形文字的出现，使人类的祖先通过记录农作物的收获和交易走到一起。航船从遥远的地方返回时，不仅会带回贵重的物品，而且会带回军队和商人的信息。电报、电话和其他通信技术（包括互联网）的发明，使人类的沟通更加高效，从而大大提高了人类的合作能力。社会机构可以帮助人类通过精准的沟通来进行合作：以法庭为例，通过提供如何解决具体冲突的案例，法庭裁决降低了人们未来发生分歧的可能性。所有这些不同的交流方式，都在以它们独特的形式影响着我们的合作能力。某些交流工具更适合某种特殊的合作方式。例如，一张便条要送到收件人的

手里，既需要时间，又需要双方都有识字能力，并且使用同一种语言，但是书面文字可以做到非常精准、详细。在工厂里，车间主任在对工人发出命令时，可以直接大声喊出来，这样就能够迅速地与其他人分享信息，但是这类口头信息所能获得的反馈非常有限。手机也是这样的，人们很容易通过电话联系到某人（如果空间有网络覆盖），通话沟通比书面交流更灵活、更便捷，但是用这种方式协调一个群体难度会更大。沟通方式改变会对人类合作产生重大影响。

更高效的合作

衡量合作是否成功，或者为合作付出的努力是否达到目的，最显而易见的方法就是看效率。我们在战斗中获胜了吗？我们登上峰顶了吗？关于天文学的已知信息都登记在册了吗？在汪洋大海上航行的目标实现了吗？我们把人送上月球了吗？效率只关注目的，而与手段无关：只论结果，不计成本。

古埃及的法老并不担心建造金字塔的成本，秦始皇在率领军队征服越国和匈奴部落、扩大中国领土、修建第一道长城来保卫国家时，对成本的事情也不太在意。这些统治者，以及那些追随他们脚步的人，更关心的是如何实现他们的愿景，而不是为此付出的代价。同样地，一个社群决定要在一块土地上种植哪种庄稼时，可能不会在意种庄稼会浪费多少水资源。军队总是想要赢得战争，即使以牺牲大量士兵的生命为代价。科学家认为，建造大型强子对撞机的成本高达100亿美元并不重要，因为它带来的知识是无法用金钱衡量的——它将引领我们获得无数的新发现（不过政策制定者还是会担心成本问题的）。

当然，我们的资源不是无限的，这是事实。只有天堂才会有取之不尽的奶与蜜。在人类历史的各个时期，资源都是稀缺的，人类利用资源的手段也是有限的。因此，对于我们大多数人来说，在大多数情况下，仅仅为了达到一个目的而不惜一切代价是远远不够的。我们需要以更高效的手段来实现目标，以避免宝贵资源被无端浪费。经济学这个词本身，恰恰源自希腊语oikonomia，本义是房屋的规则，它指的是一种古老的做法，即自给自足、例行节约地安排管理某处房产。到21世纪初，我们的世界已经有超过75亿人需要吃饭、穿衣、受教育、工作，而且在很多重要资源上我们都面临缺口——不仅是自然资源，还有金钱和时

间。我们比以往任何时候都更需要通过改进沟通方式，来实现更高效的合作。

互为对手的两种机制

在帮助我们进行大规模合作方面，有两种机制是至关重要的。这两种令人惊叹的社会创新不仅可以使人类更轻松地一起工作，而且能确保人类更高效地一起工作。有了这两种机制，我们就有能力应对全球人口的快速增加，以及人类预期寿命的惊人延长：仅仅在过去的500年里，地球上的人口就增长了近19倍，人类的预期寿命也几乎增长了两倍。要容纳这么多人，满足他们的需求和愿望，他们的希望和梦想，就需要特别有效和极其高效的合作机制。这两项机制创新代表了人类在合作方面的巨大进步，我们在很多场所和世界上的大多数国家中都已充分接受了它们。大家对这两种机制都非常熟悉，所以常常把它们当作理所当然的事情。然而，对于我们已经取得的成就来说，它们是如此重要。这两种机制就是：市场和公司。

虽然市场和公司想要达成的目标是一致的——帮助人类实现高效合作，但是两者的做法截然不同。其中一个根本区别，就是信息流动与决策达成的不同方式。市场的合作是分散的，每个个体自己收集信息，提供信息，并根据自己的利益诉求做出决策。在一个竞争激烈、运转良好的市场中，是不会出现一个领导者来决定买什么、卖什么，或者是在什么情况下买卖的，也不会出现一个中央权威机构来告诉人们该做什么，或者什么时候去做。由于合作在市场上是分散的，所以市场总是灵活的、动态的，其他更多的人很容易参与进来。人们可以随意加入或离开市场。人口增长，市场也随之增长。随着人们旅行和交流的范围越来越广，市场开始涵盖外来人口和新增人口。正如查尔斯·林德布卢姆所观察到的，有了市场，人类合作就不再只是建立在家庭层面或村落层面，而是可以建立在巨型城市或巨型社会层面，人们不再需要仅仅依靠少数人来预测（或试图预测）大家的需要和需求。换句话说，市场的规模之

大令人咋舌。

市场合作通过交易进行。买家和卖家彼此发现匹配的选择后，就交易条款达成一致，进而完成合作。全球每天产生无数次市场交易，我们每个人每周都要参与其中的交易多达几十次，从早上买一杯外带咖啡，到去购物中心买一件新衣服，再到约女朋友出去吃顿饭，不一而足。全世界每年都会进行价值超过100万亿美元的交易，自16世纪以来，这个数字已经增长了几乎2　000倍。其中的每一笔交易，都可以归结为买卖双方的相互沟通。这是一个惊人的成绩，而创造这一奇迹的只是一个简单的社会创新。大约250年前，伟大的苏格兰哲学家亚当·斯密创造了“看不见的手”这个术语，以捕捉市场运作的精髓。但是这个过于简单的隐喻掩盖了一个复杂而惊人的人类成就，正是这一成就改变了人类合作的条件。这项成就与后面这个问题息息相关：人们的目标需要多么一致，才能建立合作关系？

在多数情况下，当一个群体为了一个共同的目标而努力时，每一个成员都应该把这个目标当作自己的目标。一部分人需要劝导、勉励、说服、激励其他人，让他们把个人的优先选择和偏好放在一边，哪怕只是暂时搁置。当人们能够做到这一点时，他们就可以进行有效的合作了。但是，让所有人长期保持意见一致是很难做到的，所以很多时候，人们往往做不到同心协力。还有一些人根本就不会去说服别人，他们的做法是强迫别人合作，而不是让别人做出选择。这样的做法即使成功了，也是不道德的，而且这种成功也不会持久。对这一点，许多强权统治者是最明白的。

市场则完全不同。参与者进行交易时不需要目标一致，也没有人强迫他们做到这一点。恰恰相反，参与者可以只接受对他们个人有利的交易，以进一步增加自身利益。这样做不但是市场所允许的，而且甚至可以说是市场所鼓励的。这一过程可以说是为人类合作这部机器抹上了润滑油，让每一个参与者都能受益。

市场并不是唯一可以让人类合作的社会机制。与市场共同成为促进人类合作焦点的还有公司。尽管我们通常认为公司是市场体系的一部分，可实际上，在高效地协调人类活动方面，市场和公司采取的方法是互补的、对立的。从人类合作能力的角度讲，市场和公司在本质上是一对竞争对手。

公司在帮助人类合作方面，也获得了与市场同样的成功。世界各地大约有1亿~2亿家公司，而多数国家都有超过2/3的劳动力受雇于这些公司。在过去的几十年里，很多国家在私营公司工作的人口比例都在不断上升，尤其是在像中国这样的高速增长国家中，私营企业的就业人数激增。在经济合作与发展组织（OECD）中，发达国家几乎每5个人中就有4个人在公司工作。这些公司有的可能很小，只雇用几个员工；有的可能很大，像美国折扣零售商沃尔玛那样拥有200多万名员工；有的则介于两者之间。

然而，与市场不同的是，公司是一个集权合作的例子，其交流模式也是以集中为特点的。大家一起加入公司，将个人的努力和资源汇聚到一起。但是，公司成员的活动是由一个公认的集中权威来组织和指导的。公司会有一个相对稳定的成员群体，参与者在一段时期内都是公司的内部职员。外人进入，必须经过严格审查；新人加入，则需要公司给予全面指导。有相关工作经验的员工负责为公司的特定目标做出重要决策——通常情况下，尽管并不总是如此，他们的决定要做到对公司的所有者和股东负责，并使公司的利润最大化。占据公司领导岗位的人，要么具备与公司的竞争优势相关的专长，要么擅长激励员工和说服客户。公司的每一个成员都有明确的职责，员工能够进入公司，是因为他们拥有的技能符合公司的既定战略。由于分工不同，大多数公司都是按照不同层级进行集中决策的。

在分层管理、命令与控制方面，亨利·福特的贡献使其享誉世界。1908年10月1日，当T型车的第一台原型车驶离工厂时，汽车市场才刚刚

出现。福特的成功与其说源于汽车设计，不如说源于他对制造过程的控制。在生产过程中，福特不是让工人在一辆辆汽车之间来回走动，而是让工人原地不动，让移动的流水线将生产中的汽车送到他们面前。这一创举，再加上许多其他创新，将福特生产一辆汽车的时间缩减了一半以上。为了解决车漆晾干耗时过长的问题，福特使用了自己研制的黑色亮漆专有配方。这种亮漆48小时就可以晾干，比他所测试的其他配方或颜色晾干要快得多。1909年福特公司上市时，其生产方式已大幅降低了公司汽车的价格，一辆汽车的价格已低至人们经济能力可以负担的825美元。到20世纪20年代中期，福特公司的T型车售价已不到300美元。

一场由市场组织的变革

许多公司，不仅仅是汽车行业的公司，都遵循福特公司的模式，它们将劳动分工与集中决策相结合，对生产过程进行严格控制和垂直管理。一些资本主义的批评者认为，公司将会扩大规模，进行合并，形成垄断或寡头垄断，并最终控制经济，推翻现有的市场。尽管我们在许多产业上——19世纪90年代的铁路运输业和钢铁业，到20世纪后半叶的巨型集团公司（有时被称为龙头企业），再到21世纪的亚马逊、谷歌、脸书网和百度等互联网巨头——都看到了高度集中的现象，但是到目前为止，公司还没有取代市场。在效率问题上，公司和市场仍然在为谁占主导地位而相互竞争。制造业等曾经由公司主导的行业，目前正在发生一场由市场组织的变革。

例如，20世纪90年代，中国的一些国有企业与日本的四大制造商（本田、川崎、铃木和雅马哈）合作，为不断增长的中国国内市场生产摩托车。31家中国公司从日本开发商那里获得了摩托车设计的授权，然后它们像福特公司那样，在生产的每一个环节都制定出严格的规范和要求。不过，尽管这些摩托车比日本制造的同类车型价格便宜很多，但其价格还是在700美元左右，远远超出了大多数中国人的购车预算。按照研究人员约翰·希利·布朗和约翰·哈格尔的说法，在政府向小企业开放摩托车行业后，重庆的几家公司开始打破授权规则，它们试图创建更便宜的生产流程，让摩托车最终成为大众消费得起的产品。这些公司并没有去寻找减少自己工厂费用的方法，而是决定购买和组装由其他公司制造的零部件。它们直接奔向了市场。

这些组装企业的员工首先将最流行的摩托车模型的设计，分解为四个基本模块，每个模块由数百个部件组成。然后，他们将这些模块的草

图分发给所有潜在的零部件供应商，并标明了几乎所有细节。潜在的供应商必须确保他们生产的零部件在重量和尺寸上符合基本标准，并且可以与模块中的其他零部件无缝衔接。此外，供应商可以在设计上做出任何组装企业想要的改进，特别是在降低成本方面——不论是降低供应商自己的成本，还是降低组装企业或者消费者的成本。组装企业并不是发号施令者，在摩托车生产过程中，有许多决策者——他们彼此的关系完全平等。这大概就是这些组装企业与其他行业的公司最不一样的地方。

许多组装企业明确表示，它们不会与任何一家供应商签订独家合同，那样做就会太过约束自己。它们希望能够自由地从多个供应商处购买相同或类似的组件，能够根据供给条件和需求变化进行调整和转换，并对消费者偏好变化的新信息做出反应。重庆市每天生产数以百万计的可互换摩托车配件，甚至规模很小的夫妻店也可以参与摩托车装配流程，这就大大增加了市场参与者的数量。

这种基于市场的模块化生产流程，使摩托车的价格一下子降到200美元以下。2005年，中国制造商生产的摩托车数量已占到全球摩托车产量的一半。在几个新兴市场，它们所占的摩托车市场份额已超过了日本的几大品牌。本田在越南市场的销售份额在短短5年内从90%下降到30%。中国人不仅拆解了日本最先进的摩托车的基本构造，而且解构了摩托车生产的基本组织结构。他们没有选择公司式的集中控制和垂直管理，他们的成功靠的是积极利用各类市场参与者，高效地生产出人们可以买得起的摩托车。

公司机制的优势走向尾声

我们究竟是选择分散管理、分权模式，还是选择集中管理、分层模式？这是我们想要实现高效协作时必须面对的选择。我们选择市场还是选择公司？两者都有其独特的品质，彼此截然不同。市场和公司虽然有时互补，但是它们是两种迥异的社会创新，两种帮助人类实现合作的强大机制，两种彼此激烈竞争的伟大战略。

市场与公司之间的最大不同，主要体现在以下几方面：信息流动的方式、信息转化为决策的方式，以及决策的制定者。这些不同点充分反映在市场与公司的组织结构上：市场的信息流动是从每一个人到任何人的，通过分权模式，由所有市场参与者做出决策；而公司的信息流动模式，则是将信息全部汇总到某中心，通过分层模式，由领导者做出关键决策。当然，并不是所有的汽车制造公司都像福特公司那样运转，也不是所有的市场都与重庆的摩托车零部件市场相同。在不同的背景下，公司和市场各自形成了多种运转良好的组织结构。

更重要的是，在不同的时期，市场与公司的竞争优势各不相同。自19世纪初期以来，在新方法和新工具的推动下，公司在信息流动和决策过程等方面的特殊模式，为其赢得了得天独厚的优势，公司的重要性急剧上升。

我们认为，公司的这种优势并非永久性的，并且已经开始走向尾声。数据时代引入了一种前所未有的反作用力，它将推动市场向前发展，为市场与公司之间由来已久的竞争谱写出新篇章，并最终为社会提供一种更加行之有效的合作方式。想要理解这一切将如何实现，我们需要首先了解传统市场的信息流动与决策过程。

[1] 1英尺=0.304 8米。——编者注

第3章
市场与货币

在捕鱼季节，清晨，在印度马拉巴尔海岸的喀拉拉邦，数百艘渔船正从村镇驶出。渔船上载着的主要是沙丁鱼和鲭鱼，它们是当地餐桌上的主要食材。在被捕获后，这些鱼必须尽快被卖掉、吃掉。因此，在沿海的村庄里，许多市场应运而生。数百年来，喀拉拉邦的渔民在售鱼时始终都需要面对两个基本选择。赶上一个特别顺利的日子，一个渔民捕到很多鱼，可是他不清楚在这个区域捕鱼的其他渔民是否也和他一样幸运。不过他知道，这种可能性是存在的。这就迫使他要做一个冒险的决定：驾驶渔船到最近的市场去，这样他花费的时间和精力都是最少的。但是到了那里，他可能会发现自己将要与许多渔民竞争，他所能获得的一天的工作回报将是很少的。甚至有这样的可能性，当这个渔民停船靠岸时，当地的需求就已经被完全满足了。如果是这样，那么他将一无所获。

或者，这个渔民也可以选择赌一把，花费更多的时间和燃料，将渔船沿海岸线行驶到更远的地方靠岸。然而，如果其他渔民也做了同样的打算，那么这就不能保证远处的市场会比近处的更好。这个渔民一旦自己选定了市场，基本上就不能再改变地点了。如果他沿着海岸线来来回回地寻找买主，那么鱼很可能会在这段时间内变质。因此，如果这个渔民不能在他靠岸的市场上卖掉捕到的鱼，那么他通常会把鱼扔掉。

然而，常见的情况是，附近不远的地方就有一些买主，有时甚至就在不到10英里 [1] 远的地方。因为买不到鱼，他们做好了多花些钱买鱼的心理准备。而那些渔民却并不知道这些买主的存在。同时，岸上的买主也不知道还会有多少渔民上岸，他们唯一的选择就是相信已经上市出售的产品。这样一来，鱼的价格波动就会特别厉害，在当地的每一个市场上，鱼的价格都会大幅波动。这说明类似的市场，总体来说，效率是非常低下的。 [2]

1997年，移动通信基站已经被建到了很多沿海城镇，并且网络覆盖

到岸边的沙丁鱼与鲭鱼渔场。很快，就像宾夕法尼亚大学沃顿商学院教授罗伯特·詹森详细描述过的那样，渔民们在海上捕鱼的时候就与买主进行了交易。随着鱼类的供应和需求信息在市场上的传播面越来越广，市场价格的波动大幅降低。由于有了交流更顺畅的信息流，市场的效率得到大幅提升。

喀拉拉邦的渔民使用移动电话的故事，一直被很多人当作数字技术赋予人类力量的案例，他们认为，这个故事很好地证明了信息对市场成功运转的重要性。然而，对于我们来说，尽管这些描述是正确的，但是它们忽略了一个关键问题：并非所有的数字技术都能赋予市场参与者力量，而且更多信息流也不一定能改善市场。一项特定的技术是否能够通过增加信息流来促进市场发展，取决于该技术的特定品质，及其与市场信息结构的相符程度。

对于喀拉拉邦的渔民来说，手机是一种异常强大的沟通工具，可以让他们与潜在的买主进行一对一交谈，并因此促成更多更好的交易，大大改善市场的运作效率。如果我们为渔民提供的是一个向岸上的市场宣传打鱼情况的巨大扩音器，其作用就会大为逊色。因为这样的信息传播是单向的。而且，如果每个渔民手里都拿着扩音器，那么他们几乎无法与任何买主进行沟通。有了手机，关于产品与价格的信息（也就是传统市场所需要的关键信息）就可以迅速交换，买卖双方实现高效、及时沟通。如此，手机的功能与市场所需的信息流动方式就实现了完美契合。市场所需的信息流动，就是那种简单、快速、双向、跨越距离的流动。在本章中，我们将研究如下几方面内容：市场结构如何与信息相连；这些信息如何流动；信息如何转化为交易决策；货币的信息作用如何在一定程度上成为传统市场成功的关键。

信息可以创造市场，也可以破坏市场

市场的基本原则就是分散决策，信息的流动也是分散的。每个个体都会评估自己所获得的信息，并据此做出有利于自己的决定。信息从每个个体流向所有人，也从所有人流向每个个体。

当然，没有谁能知道一切，市场也不需要无所不知的人。当参与者了解到新信息时，他们的选择优先级和个人偏好可能会受到影响，而这又进一步反映在他们的交易选择上，不论他们是选择进行交易还是选择放弃交易。举个例子，一个农产品市场上的某商贩如果总是出售坏苹果，那么下次买主想买苹果的时候，就会选择光顾其他摊位。在这个商贩的摊位前排队的人如果少了，这就说明一些买主做出了在别处购买苹果的决定。顾客不必在每个摊位上都品尝苹果，就能了解每个商贩的苹果质量——他们只需看看顾客排队的长度。这种评判标准并不完美，但是它可以帮助我们更好、更快地获得大致的初步判断。信息会为整个市场带来效率的提高，而且对于每个参与者而言也是如此。比起自己去调查市场上的每一个潜在交易伙伴，看排队长度的做法肯定略胜一筹。

在海量信息的帮助下，分散决策还有另一个重要的优势：它可以减轻错误决策的影响。如果是由一个中央权力机构为每个人做出决策，很多东西就要取决于当权者决策的正确性。而在市场上，一个糟糕的决定所带来的影响相对来说应该是范围更小的。即使一个人做出了错误选择，整个市场也不会因此崩塌，因为市场不存在那样一个可以触发失败的机关。这就使市场相当有弹性。市场规模越大，参与者越多样化，市场就越有弹性。一旦某个体发现自己做出的决策是错误的，在以后再做决策时，他很可能会将这一因素考虑进来。新的决策反过来又会向市场发出信号，而从这些富含信息的信号中学到经验教训的，绝不会仅仅是

个人，整个市场都会跟着学习进步。虽然这样的学习方式并不是可控的、线性的、可预测的，但是这并不妨碍大家真正学到东西。

偶尔也会出现这样的情况：不是只有几个人，而是有很多人，犯了同一个错误。这样市场也会跟着遭殃。一连串的虚假信息会导致泡沫出现，甚至市场突然崩塌。但是在运行良好的市场中，相对于交易量来说，这种系统性的重大错误是非常罕见的。用经济学家和诺贝尔经济学奖获得者弗里德里希·奥古斯特·冯·哈耶克的话来说，“市场本质上是一种订购机制，它的发展过程没有人完全知晓。对与市场相关的重要情况我们几乎一无所知，我们能够积极利用的，就是那些分布极其广泛的分散信息。”

市场的效率与信息的流动之间存在重要联系，喀拉拉邦渔民的经历就是一个有力的例证。信息可以创造一个市场，也可以破坏一个市场——信息不仅需要传播到整个市场，而且需要以低成本方式传播。在追逐信息的过程中，我们每多付出一分努力，多花掉一分钱，都会使作为人类合作机制的市场变得更加昂贵。例如，假如喀拉拉邦渔民使用移动电话拨打一次电话的费用，超过了他们一天的捕鱼所获，抑或由于技术问题，渔民需要拨打几十次电话才能打通，那么当地的售鱼状况不会发生任何真正变化。每一笔额外的成本，都有可能成为一些市场参与者不去追逐某条信息的理由，其错误决策也会因此增多。

当然，只有在理想的市场上，每个参与者才能获得他们所需要的所有信息。而现实却更具挑战性。比如，为了使自己在谈判中处于更有利的地位，最终做成一笔更划算的买卖，有些市场参与者可能不会公开透露他们的个人偏好。对于个人而言，这听起来像是一条明智的策略，但这样做的人如果非常多，就会让共享信息变得非常困难，这反而会伤及所有人。此外，如果市场参与者需要假设其他人的信息并不透明，他们就必须将这一点纳入自己的决策考虑中。著名经济学家、诺贝尔经济学奖得主乔治·阿克洛夫深入研究的二手车市场就是一个信息不对称的典

型案例。因为在不拆卸汽车的前提下，很难检查汽车每个部件的情况，如果没有额外的信息，购买者就无法确定他们正在考虑购买的汽车是“桃子”还是“柠檬” [3] 。二手车市场上的每辆车都有可能是柠檬，所以买家不太愿意按照桃子的价格付费。但是，如果有一个卖家，手里确实有一辆性能非常好的汽车，那么他必须承受市场信息效率低下的后果。大多数情况下，这样的卖家要么选择不卖车，要么按他们不满意的价格出售。最终的结果是，市场上出售的桃子越来越少，这也就减少了市场上买家的选择机会。 [4] 这个“柠檬问题”，突显出市场因为缺少信息所导致的决策变化问题，这不仅会伤害个体参与者，而且会伤及整个市场。

信息多优于信息少

对于一个有效的市场到底需要多少信息，经济学家之间仍存在一些分歧。正如我们所看到的，信息过少，就会导致糟糕的决策。但是如果反过来，它也会带来一些问题：在一个市场上，如果每个人都知道其他人的每件事情，那些有新想法的参与者在盲目的模仿者和搭便车的人出现前，就可能很难因其新想法而获得足够的利益（所以保护知识产权的必要性是显而易见的）。如果所有的信息都会传达给每个人，那么处理如此海量的信息会非常困难，成本也会非常昂贵。不过，经济学圈中的压倒性意见依然是：在市场中，信息过多优于信息过少。

这就是为什么许多市场都会有信息共享的硬性规定。例如，在美国，出售汽车的人会被要求将车辆所涉及的任何重大事故都告知买主。在股票市场上市的公司，需要向股市监管机构提交季度财务报告。银行和投资基金公司也一样，必须遵守严格的报告要求。（然而，正如我们在次贷危机中所看到的那样，如果银行和公司把相关信息埋得够深，潜在的投资者就有可能注意不到。）许多国家的法律要求，在直接与消费者做生意时，卖方必须在最后达成交易前，向买方公开任何不寻常的合同条款。某些行业的公司，从制药公司和医疗保健公司到教育公司和航空公司，都需要向监管机构和公众提供附加信息。

即使没有人故意隐瞒信息，信息的自由流动也会遇到障碍。当一件艺术品真实价值的信息被遗失后，本不该发生的交易就可能发生——此艺术品在跳蚤市场以低价被出售，之后它被证明是一件珍贵的原作！在这样的案例中，其中一方遭受的只是经济损失。而当一些重要的，甚至是能拯救生命的信息，它们只被有限的人所掌握，不能很快地传播到那些急需它们的人时，这种信息流动的失败导致的则是更大的悲剧性后

果。

想想维姬·梅森的案例吧。维姬是一位年轻的英国女士，她在1961年的秋天怀上了她的第一个孩子。为了缓解晨吐的孕期反应，她从一家德国制药公司，即格兰泰药厂，购买了一种新型镇静剂。这种药当时拥有很高的美誉度。服用这种药也是她的医生建议的，而且似乎没有风险，英国政府甚至允许一家名叫Distillers的饮料公司，在其分公司的柜台出售这一产品。在维姬开始服用这种叫作沙利度胺的新药时，一位德国医生已经开始积极地调查服用此药与新生儿四肢畸形的关系。因为他惊讶地发现，四肢畸形的新生儿人数越来越多了。到当年11月中旬，他向格兰泰药厂报告了自己的发现。当年年底，沙利度胺已经不再在德意志联邦共和国和英国出售。维姬的女儿路易丝出生于1962年6月，是英国最后一个活过了婴儿期的“沙利度胺婴儿”。维姬·梅森怀孕时没有办法知道，当她决定服用格兰泰药厂的药物时，她犯了一个多么可怕的错误——关于沙利度胺副作用的数据没有及时传递到她或是医生那里。尽管最重要的信息会传播到市场的每个角落，但时间非常关键，如果信息没有及时传递给那些面临决策的人，结果就可能导致严重的错误。

信息过多，也会压垮我们

几十年来，经济学家一直认为，交易是理性计算的产物。比如，比起苹果，一个人如果更喜欢吃香蕉，那么当香蕉和苹果的价格一样时，他就会选择买香蕉。决策被看作一个人逻辑推理的结果：个人有哪些偏好和需求？产品供给有哪些选择和限制？然而事实是，市场参与者做出的错误决策远比人们预料的要多。有时这种错误是由营销策略导致的：在买杂货时，我们往往会在购物车更大时购买更多的东西；[5] 我们购买的奶酪比实际需要的多了一些，只因为一个样貌迷人的销售推销员让我们品尝了几口样品；许多人在等待结账的时候，会因为无聊而屈服于诱惑，购买一些糖果、口香糖和杂志。人类的非理性对交易决策的影响不可小觑。

即使我们不需要面对极具诱惑力的营销手段，将个人偏好与市场上的产品进行匹配的复杂任务也会压垮我们。假设与苹果相比，我们更喜欢香蕉，但同时我们更喜欢有机水果，而不是传统水果，更喜欢成熟的水果而不是青绿的水果，那么在青绿的传统香蕉和成熟的有机苹果之间，我们如何做出选择？我们必须很快做出这个相当棘手的决定。尽管对自己的偏好和选择了解更多是有益的，但实际上，由于我们需要从各种维度权衡、考量和比较这些信息（不仅仅是水果的类型，还有其成熟程度、种植形式和生长环境，也许还包括其糖分含量、营养价值和保质期），这样复杂的任务可能会超出我们的判断能力，引导我们做出不完全合理的决定。我们在超市里挑选水果的时候，这一点可能并没有那么重要。但是当我们面临更重要的选择时，这一点就显得相当重要了：我们休年假出游，该订什么酒店？我们买什么样的新车？我们买哪所房子？孩子上什么学校？我们选择哪种医疗服务？这些选择都取决于我们能否成功地处理那些不同维度的个人偏好。

有时，卖家会故意给买家提供更多参考维度，并且以并不标准的方式为每个维度提供更多的信息。他们的目的，就是让买家难以评估和比较其产品或服务（想想那些保险合同吧），在这种情况下做出很好的决策是非常困难的。人脑，除了在视觉模式识别上，其实并不擅长处理大量的信息。在实验中心理学家发现，人类只能够在同一时间内处理大约6个不同的信息，甚至不足以应对3种不同产品的3个特性的对比与比较。

这是一个令人沮丧的难题：一方面，我们渴望获得更多的信息来评估我们的选择，进行明智的交易；另一方面，我们又可能会被信息淹没，无法成功地处理这些信息，因此我们还需要承担做出非最佳选择的风险。尽管我们并不喜欢这种情形，但是有时我们发现自己确实需要面对这种两难选择的境况：我们要么知道得太少，不能识别出最合适的选择，要么知道得太多，反而不知所措，做出糟糕的选择。

信息成本过高以及人们处理信息的能力有限这两个问题，常常会让我们做出错误的决策。当然，如果了解超市的营销策略，并且尽最大努力克制自己，我们可能就会抑制住自己购买那些糖果的诱惑。但是，当我们在多个维度上比较多个项目时，我们不可能轻易地冲破内置在大脑中的固有限制，因此我们也无法充分利用信息。即使发现了一种廉价、快速的方式可以用来传播相关信息，我们也仍然受到认知能力的限制；即使我们增强了认知能力，但是如果信息无法传递给我们，或者信息传递得太慢，抑或信息传递成本太高，那么这也还是不够的。

然而，尽管这样的困境听起来很棘手，但有一个办法可以缓解这个问题的严重性。这个办法我们已经用了几千年。它就是金钱。

价格是信息的浓缩

哈佛大学历史学家尼尔·弗格森在其广受好评的著作《货币崛起：金融如何影响世界历史》中写道：“金钱是进步的根本。”金钱的重要性与它的效用直接相关。金钱最显著的作用就是它可以存储价值和保持价值。当买卖双方用金银铸币交易时，这似乎是不言自明的——贵重金属很稀有，所以由它们制成的货币是有价值的。但金钱还有另外一个作用：利用金钱，我们可以把关于个人偏好的信息浓缩为价格，这样，这些信息就更容易传播和处理了。

金钱和价格可以使市场运转起来。作为衡量商品价值和服务价值的标准尺度，金钱使我们能够对不同类型的商品进行评估——把苹果和橙子、咖啡杯和茶杯进行比较。如果没有金钱，人们在市场上进行交易时，就必须达成这样一种协议：多少数量的某种商品可以兑换多少数量的另一种商品。没有一个大家都认可的一致标准，达成这样的协议是非常困难的。没有交易协议会带来不可预测性，使各种交易之间很难相互关联。对于一个想用一块驯鹿肉换回一罐鱼油的人来说，知道有人用一把刀子换来一件毛皮大衣这件事情并没有多大帮助。如果交易的不是完全相同的物品，物物交换所能提供的信息就非常少。然而，我们如果用金钱做一种公认的标准，就会使贸易谈判变得更加容易，而且交易所产生的信息也可以共享。金钱和价格使交易信息获得了一种能被市场参与者理解的标准化语言。商品不同，交易伙伴不同，但每一笔交易的信息价值以一种通俗易懂的语言形式被保留下来，它们启发了市场的后来人。

这也为市场提供了另一个优势。哈耶克一生都在赞颂价格在市场中的重要作用。哈耶克对价格的高度赞赏基于这样一个事实：当交易伙伴

谈判时，他们必须考虑手头的所有信息，包括优先级和个人偏好，并将这些信息压缩成一个数字。比如，有一位技术娴熟的女刀匠，想要卖掉一把她花了很长时间打制的刀具。在定价方面，她会把上述因素考虑进去。她还会考虑市场上刀具的数量，以及大家通常给刀具定的价格。她会调研那些刀具的质量，并与她自己做的刀具进行比较。只有在她考虑了所有这些不同因素之后，她才会宣布自己的定价。一个潜在的买主也将会经历一个类似的收集和分析市场信息的过程。然后，买家和卖家要么会因为预期价格接近而达成交易，要么会讨价还价，谈判沟通，他们或许会获得更多信息，或者会改变他们对信息的衡量方式，并据此调整价格。如果他们同意交易，市场就会接收到关于这把刀具价值的相关信号。如果他们不同意进行交易，那么市场也会传递出一个信号——买卖双方对刀具的价值看法不同。人们不用再花时间就各种需求和要求进行沟通，大家只用价格沟通。价格将我们的个人偏好和优先级，封装到一个单一的信息单元中。

市场的效率就反映在作为信息载体的单纯的价格上。[6] 哈耶克说：“在市场这个系统中，知晓相关数据的人分散在数百万人里，价格能够协调不同个体的不同行为。”价格大大降低了需要通过市场流通的信息量。这些信息被压缩成一个单一的数字，因此，传统的沟通渠道就足够用了。

金钱的作用还远不止让市场参与者了解商品的价值。一旦我们赋予某商品以价值，我们还可以用金钱追踪这一价值。我们可以通过时间记录和比较这一价值，从而在过去与未来之间建立信息联系，并为市场参与者之间的相互信任奠定一个更客观的外部基础。通过记录商品的货币价值，人们还可以维持彼此的信任，这样我们就能够在自己最喜欢的酒吧挂账了，经销商也可以在其供应商那里取得一定的信用额度。

货币的发明或许不是为了促进市场交易（持这种观点的货币学者所指的，是货币在经济环境之外发挥的作用），但是货币可以使市场的运

转更加高效，这是不争的事实。开始时，市场上的货币是一种被广泛认可的物品，通常就是已经具有一定内在价值的商品。例如，几乎在所有地方，贝壳都曾经在某时期被用作货币；在亚洲、非洲和欧洲的部分地区，食盐曾经被广泛地接受为付款方式（英文salary，即“工资”一词中便有salt，即“盐”这个词根），这很可能是基于盐作为食品防腐剂的普遍需求；作为征服者的罗马将军们用粮食来收税；在拉丁美洲，可可豆是常见的一种货币——一种可以被咬上一口的早期的巧克力钱币；在北美，动物皮革经常被用作货币（“buck”，即“美元”这个词，同时也是“雄鹿”的意思）。这些用来表现货币标准的术语，已经传达了货物的价值，因此它们也传达了与市场相关的重要信息。

其实货币本身并不需要拥有价值。事实上，如果货币的首要作用是被当作市场交易的语言——即使这不是它唯一的用途——那样反而更好。当我们用诸如大麦等商品去交换其他货物或服务时，商品自身的基础价值得以保留，不会因交换而失去。它具有自身的内在价值。金和银可能并非直接可用，但这些闪闪发光的贵金属是稀有的，就像钻石一样，它们变成了人们梦寐以求的财产。随着货币转向非贵金属硬币和纸币，人们开始远离那种通过某些具有内在价值的物品来表现价值的做法。最初，发行货币的国家认为，要支撑自己的货币系统，就必须确保人们可以以固定利率兑换黄金或白银。大约在20世纪初，人们终止了这种做法，货币在意义上变成了纯粹的信息。如今，货币正从实物转向虚拟，转向我们的银行账户中显示的交易数字，转向进入我们比特币账户的虚拟货币。这种转变进一步凸显了货币的信息作用。

以货币为基础的市场

在日常生活中，我们常常忽略金钱和价格的信息功能。毕竟，我们通常更感兴趣的是完成交易：买来食物让家人填饱肚子，买套房子为自己和所爱的人遮风挡雨，买辆汽车方便自己远行。对交易过程中的细节，我们通常不会特别关注。但是，如果没有金钱和价格所提供的信息流动，作为买主，我们就会对市场上的东西一无所知，也就无法轻松地进行快速比较和评估。货币和价格是市场运作的基础，是信息的流通渠道。但是货币和价格的作用远不止组织信息流动，它们也会使制定交易决策更加容易。既然我们很难在多个维度上对商品和服务进行比较和评估，那么如果我们转向价格，一个简单的数字，就会减轻自己的认知负担。想象一下，一个没有货币的世界：假如你想买一块儿面包，一个面包师傅让你拿1磅 [7] 黄油来交换，而另一个面包师傅想要的是一箱苹果，你会如何比较这两个提议？事实上，你怎么知道面包师傅们到底想要什么？如果市场在协调人类活动方面具有巨大的潜力，但面临信息流动成本过高和认知信息过载等实际问题，那么为了实现这种潜力，基于货币的市场就会尽量减少信息的流通量，并将信息处理简化到人们可承受的水平。

因此，以货币为基础的市场必然会取得巨大成功，并成为世界上大多数国家经济活动的核心。事实上，以货币为基础的市场已经不可磨灭地融入地球上几乎每一种文化的社会结构中。我们是如此训练有素，一听到某新产品或服务时，我们几乎都会本能地询问其价格以对其他相关情况进行评估，从而衡量其价值，并归类。我们对市场和货币已经如此着迷，以至我们已经把它们引入远离传统经济活动的领域：在线上交友网站，我们可以购买“眨眼”的表情包来表示对另一个人的兴趣；公司可以通过买卖污染物排放指标来安排其对化石燃料的使用；我们还通过金

钱和价格建立了所谓的预测市场，来获取从美国好莱坞的票房收入到美国总统选举结果的相关信息。

在所有这些市场中，价格都是关键因素。我们以预测市场为例。当参与者分享他们对未来事件的预测时，他们会把所有信息汇集起来。但是我们怎么知道哪些信息是准确的，哪些是不准确的呢？我们即使把自己所掌握的全部信息进行平均，也不一定能离真相更近一些。我们询问更多的人，把他们的观点进行梳理和整合，也不一定会更接近真相。正如孔多塞侯爵在200多年前所提出的那样，只有当每个新来的人都有大于平均的机会来了解真相时，增加更多的人才会起作用。然而，当预测市场允许参与者用真正的货币进行交易时，总体的预测结果往往会得到改善。这是因为，那些对自己预测的信息的准确性有信心的人，会更愿意对他们的预测下更大的赌注，这样在预测正确时，他们才能获得最大回报。他们的嘴巴预测什么，他们的钱就会投到哪里。因此，他们的交易代表着自己对预测的信心，他们的观点也就更加重要。这样做虽然并不能确保所有的预测都是正确的（事实远非如此），但是这比我们给予所有信息以同样的重视程度要好得多。

谷歌的预测市场试验就是一个现实世界中的例子，它将市场与金钱结合起来，从而能够对未来事件做出更准确的预测。自2005年以来，谷歌公司一直要求员工回答有关科技产业，甚至整个世界的潜能开发问题。例如，员工可能会被问道：“谷歌电子邮件应用Gmail在本季度末会拥有多少用户？”“谷歌会建立俄罗斯分部吗？”每个问题都有固定选项供员工选择。参与预测市场活动的员工会获得公司内部的代币，他们可以用这些代币来下注。他们如果选择了正确答案，就可以得到更多的代币Goobles，并用这些代币去换取奖励，而且在每个季度末，他们还可以用代币兑换彩票。这样一来，只有在感觉自己能正确回答问题时，市场参与者才会有动力花费他们自己的代币，因为这样做才能增加自己获得奖励的机会。价格激励机制在这里起了作用：市场不仅长于判断谷歌各项目的相关事件的发生概率，而且能够促进信息的流动与处理。

市场与货币的结合为协调人类活动提供了一种了不起的方式，这种观点获得了如上试验和其他类似试验的支持。所以，我们花费了许多时间和精力改善基于货币的市场，想使价格信息流动更迅速，使价格比较完成得更便捷。总之，我们就是要降低整个系统的总成本。当产品比较类杂志《消费者报告》的第一期在1936年发行时，整个世界正在努力从经济大萧条的困境中走出来。该杂志的创始人认为，人们需要更有力度的市场报告，也就是需要更多的信息流动。各类报纸和专业杂志紧随其后报道有关各种产品比较的内容，从最有效的洗衣粉到最好的汽车、照相机和各类电脑，各种报告无所不包。这些信息中介为读者提供了综合评论和各类表格，详细分解了各种产品的特性和构成部件，并对各种产品进行了比较。但是，尽管产品比较的细节如此丰富，所有评论还是几乎都出现在这样一个醒目的大标题下，这个标题非常简单：“巨划算”——他们会按价格列出最便宜的三五种产品。金钱和价格太明显了，读者也太过习惯于这种诱人的简单性，以致把其他标准抛到了一边。

是选择互联网价格比较网站，还是选择像PriceGrabber那样的可以让用户找到绝对最优交易或相对较优交易的应用程序？Confused.com（汽车和保险网站）、Kayak（旅游网站），当然还有Google Shopping（谷歌购物），这些都是信息服务的数字化产物。同样，InvisibleHand和PriceBlink这样的浏览器插件和应用程序，也可以在你访问亚马逊、沃尔玛和其他零售商的网站时，为你进行后台搜索。当在网络上的任何地方找到更低价格的商品时，它们都会通知你。它们也注重价格，也相信找到和比较价格的成本越低，交易的总成本就越低，这样大家就都能获利。

冲破价格束缚

以货币为基础的市场是公认的主流，我们已经习惯了这样的市场，它们也尽职尽责地效力。但是，将无数个维度的信息压缩成单一数字，这似乎很难成为信息时代的正确选择。因为这个时代的特点，是我们的沟通能力和处理大量信息的能力已经有了惊人的提高。

这样一个基于金钱和价格的系统，解决了信息太多而处理能力不足的问题。但是在将信息提取到价格的过程中，很多细节丢失了。就像网络上的一张小小的格式为JPEG图像的缩略图，它只是原图的一个粗略表征，但是由于技术所限，它也是我们能给出的最好表征。我们热情地拥抱价格，因为我们还没有找到另一种方法，可以帮助我们降低处理海量信息流的成本和复杂度。价格是妥协的结果，因为它删减了市场信息。

比如，你愿意以特定的价格买一双鞋，这说明你可能正需要一双鞋，也可能说明你觉得这双鞋做得不错，还可能说明你（或同去的人）喜欢这双鞋的款式。从某种程度上讲，这也说明你现在有钱可以用来买鞋，是现在有钱，而不是一个星期或一个月后有钱。从理论上讲，这些细微差别都能反映在你愿意为这双鞋支付的费用上。但是没有哪个卖家能够仅凭直觉就能从你所接受的那个特定价格中，了解到每一个因素在你心中的分量。通常情况下，卖家所能做的，就是通过价格和数量来对巨大而又无规则可循的销售总额进行分析，并且对价格进行调整，以满足需求，调配库存。

假如你透过商店的橱窗看到了一双鞋，它的款式完全适合你，但是它的颜色你不是特别喜欢。如果价格再稍微低一点儿，你就会愿意买它。但是如果可以买到你喜欢的颜色的鞋，你就愿意支付比标价更多的

钱！你走开了，感觉很沮丧。你不知道在你从没去过的某家店里，就有你想要的颜色的同款鞋。生活中还有可能会出现这样的情形：也许你看到的一双鞋在款式、颜色和尺寸上都相当完美，但你没有足够的钱立刻买下它。两周后，你的现金充裕了，你再回到那家店，却发现因为滞销，这款鞋已经降价了，而且现在这款鞋已经没有适合你的鞋号了。如果商店的女老板非常了解你，她也许会愿意在你第一次来店时就把鞋卖给你，只要你答应两周之内付款。因为从你那里，她可以得到比其他买家更高的价格。在这两个案例中，市场的效率都是低下的，因为关于买方和卖方的优先选择和个人偏好，价格并没有充分地传达出足够的信息。

几个世纪以来，我们已经研究出一些方法，来处理由于价格中缺少某些详细信息而造成的后果。例如，你如果想马上买东西，但又没有现金，就可以选择使用信用卡（如果你的信用没问题）。或者，在智能手机的帮助下，你可以搜索并找到另一家商店，你想要的东西的尺寸和颜色都符合，而且店里有现货。同样地，生产者和销售者也会进行调查，以确定某款鞋的哪些方面——品牌、颜色、形状、尺寸等——是最吸引他们的主要目标客户的，并相应地调整生产和价格。但是，虽然这些方法可以帮助我们弄明白价格的不同组成因素，但是它们也增加了市场交易的成本。

更糟糕的是，这种信息简化主义并不能显著地减少每个市场参与者所面临的选择困难。减少需要处理的信息，不一定代表我们就会做出更好的决策。实际上，将信息浓缩成单一数字后，我们反而更容易受到一些偏见的影响。这些偏见有据可查，常常会令我们做出糟糕的决策。聪明的营销人员会利用这一点，来干扰我们的理性评估，并使我们把注意力再次放在价格上。以数字9结尾的标价就是一个很好的例子，这种定价方式会让我们产生某东西的价格比其实际价格低的错觉。

2010年1月的一天，史蒂夫·乔布斯穿着大家熟悉的黑色高领毛衣登

上了演讲台，宣布了iPad（苹果平板电脑）的面世。他问大家：“我们应该给它定多高的价格呢？按照专家的意见，我们将会把价格定到1000美元以下，也就是999美元。”这时，这个价格在他身后的屏幕上闪动起来。但是，乔布斯继续说，苹果公司为iPad设定了一个极具挑战的成本目标，而且公司也实现了这个目标。伴随着玻璃破碎的声音，大屏幕上的999美元，被替换为499美元——这就是第一代iPad的零售价。这不仅是乔布斯个人的一个辉煌时刻，而且它将iPad在人们心目中的实际价值“锚定”在了一个刻意为之的高价位上。人们会觉得，无论iPad的功能与同类产品相比如何，它的价格都是相对实惠的，它是物超所值的。

我们总认为，价格会让我们拿苹果与苹果做比较，但是沃卡特斯咨询公司的行为定价专家弗洛里安·鲍尔认为，卖家往往会利用价格，来故意模糊那些本可以提高市场效率的信息。当卖家让我们比较苹果与香蕉或橘子时，他们却让我们感觉自己是在比较苹果与苹果。史蒂夫·乔布斯在介绍iPad时，使用的就是这样的技巧。

因此，对价格的依赖会降低我们的合作能力，最终导致市场效率低下。当公司设计出不同类型的产品时，每个产品都被分配一个单一的价格，供我们比较和选择。我们习惯于关注价格，却很少关注或者没有关注这些不同类型产品之间的潜在差异。这很糟糕，因为这将导致我们的决策出现漏洞：在本可以选择一件更便宜的商品时，我们却同意购买一件价格昂贵的商品。在这里，价格的简单性没有起到正面作用——我们的错误决定却源于这种简单性，以及由此产生的偏见。

这种价格操纵是要付出代价的。新平板电脑的定价虽然对于苹果公司来说至关重要，但是人们可能因此做出了错误选择，只是做错选择的人数及其负面影响对于整个经济体来说还是有限的。然而，当大多数市场参与者成为同一种决策缺陷的牺牲品时，经济灾难可能就会随之而来。2007—2009年的次贷危机经常被描述成这样：不道德的银行家与信用评级机构的腐败分析师勾结，将高风险的投资产品卖给无知的投资

者，而监管机构却假装什么都没看见。这一观点背后肯定有很多证据。但是，也许还有另一种方式可以解释这种前所未有的资本灾难——它是信息不透明与明显决策错误组合的结果。

新千年刚开始时，一些勇于“创新”的金融机构开始将次级抵押贷款——那些承担更高违约风险的抵押贷款——与其他普通抵押贷款一起，打包成证券。由此产生的新产品所带来的高风险并不完全是秘密，但是这些高风险在公开的文件中被技术语言用一种极其繁复的方式包裹起来了，它读起来让人难以理解，而且无人问津。评级机构的任务是阅读细则，评估风险，但是它们没能像“煤矿中的金丝雀”那样，起到预报瓦斯浓度的作用。如果没有便捷的渠道，现有的信息就无法被充分反映在证券的价格上。与此同时，那些渴望从貌似强劲的房地产市场上获得可观利润的投资者，也没有明显的理由为此感到担忧。当越来越多的房主开始拖延还款时，市场就开始形成多米诺骨牌效应。最终，数万亿美元的价值蒸发了，这样的结果至少在一定程度上是由信息获取障碍和信息使用错误造成的。次贷危机也是对传统货币市场的一种控诉，控诉它未能促进适当的信息流动，未能帮助人们将信息转化为理性决策。

许多世纪以来，货币以市场价格的形式，使市场信息的交流和评估变得更加便捷。但是，这些令人垂涎的美元却在很大程度上掩盖了一个基本问题，那就是如何获取高度浓缩的信息，并将其转化为交易决策。以货币为基础的市场充斥着效率低下的问题，在市场如何协调人类活动，以及如何使每个人的利益最大化方面，我们可以感受到这一点。今天，几项创新做法的出现，已经使市场做好了进一步发展的准备，货币与价格的束缚、信息流动的限制、决策选择的失误等都将成为历史，一去不复返。

---

[1] 1英里≈1.609千米。——编者注

[2] 早在1994年，经济学家W. B. 阿瑟提出了著名的“El Farol’s Bar问题”（爱尔法鲁酒吧问题），他发现酒吧消费者少的时候，消费者体验很好，而酒吧人多的时候，体验很差。消费者

都希望成为少数派，在人少的时候光临酒吧。这种预期所导致的决策，会带来酒吧消费者人数的大波动。阿瑟的工作可以被看作喀拉拉邦渔民问题的一个理论缩影。具体研究请参考文献W. B. Arthur, Inductive reasoning and bounded rationality, Am. Econ. Rev. 84（1994）406。——译者注

[3] “桃子”和“柠檬”分别指二手车市场上的“优品”和“次品”。——译者注

[4] 这是一个典型的劣币驱逐良币的过程，这样形成的市场就被经济学家形象地称为“柠檬市场”。——译者注

[5] 这是一种被称作“锚定效应”普遍存在的心理偏差，它不仅在物理世界中存在，而且在互联网虚拟世界中也比比皆是。具体的分析可以参考文献Z. Yang, Z. K. Zhang, T. Zhou, Anchoring bias in online voting, Europhysics Letters 100（2013）68002。——译者注

[6] 在消费市场中，信息和价格的关系比作者描绘的要复杂得多。实际上，商家和消费者之间信息能力的此消彼长，会直接影响商品的价格。信息在消费市场中的作用和供求同等重要！请参考张翼成等人的著作《重塑：信息经济的结构》（四川人民出版社，2017年出版）。——译者注

[7] 1磅≈453.592克。——编者注

第4章
市场的复兴

“没有什么人能做出比这更疯狂的事情了。”杰森·莱斯就是这样描述他与Libratus（卡内基–梅隆大学开发的人工智能产品）的扑克对决的。

杰森·莱斯是世界顶尖的“一对一不限注德州扑克”玩家之一。这是一种没有赌注限制的游戏，它让一些人变得很富有，也让更多人变得很贫穷。和许多职业扑克玩家一样，莱斯是一个分析能力很强的人，说起话来却很温和。2017年1月的某天，他和另外三名扑克职业玩家一起，在匹兹堡大河赌场的高风险赌桌旁坐了下来，与扑克的新一代“奇才少年”Libratus一决胜负。在三周的时间里，他们与Libratus进行了12万手一对一的较量。像最优秀的职业扑克选手一样，尽管有压力，Libratus却仍然保持着冷静：无论是“flop”、“turn”还是“river”，都不会让这个新手感到慌乱。 [1] 但与典型的扑克名人不同的是，Libratus并不那么光彩照人，因为这一条并不在他的机器学习系统菜单里。这个拥有大量数据的学习系统，就安装在卡内基–梅隆大学的一台超级计算机上。

Libratus的人类对手们拼尽全力，来探查计算机大脑的习惯与模式。2015年，包括莱斯在内的4名职业玩家曾与Libratus的前身Claudico比赛，并取得了胜利。Claudico是由卡内基–梅隆大学的托马斯·桑德霍姆团队制造的（Libratus也是）。Claudico很难推算出职业玩家是否在虚张声势，这导致它在很多牌局中进行了次优的押注选择。每天晚上，看过打印出来的牌局信息后，莱斯和他的同伴们就会找到Claudico的策略弱点。第二天，他们会积极利用这些弱点。

然而，对于Libratus来说，他们的方法失效了。随着比赛的推进，Libratus变得越来越好。正如莱斯所说的：“我们确实有这样的印象，那就是Libratus正在适应我们在比赛过程中的玩法。” Libratus一直在努力了解我们所尝试的那些不同寻常的大小赌注，并且在比赛中的每个晚上，它都会填补好自己的漏洞。

计算机的决策不会受到人类认知的约束

在为2017年的这场比赛做准备的几个月里，Libratus已经和自己玩了上万亿手的牌。随着系统的不断学习，在识破人类玩家的虚张声势方面，它的能力已大大提高，这就使得它能够找到最优赌注，赢得任何一手牌——因为它的对手要么弃牌，要么手里拿着的牌不好。对Libratus的做法，莱斯进行了反思：“Libratus完全不受结果的影响，并且总是在策略上保持一致。如果要描述具有这种行事风格的一个人，我们就会叫他‘机器’。当然，Libratus没有感情，即使拿了一手烂牌，它也会毫不犹豫地押下巨额赌注。”2017年，人类终于遇到了他们的对手：Libratus获得了超过170万美元的筹码，并最终赢得了比赛。

扑克是一种美丽的游戏，这不仅仅因为它涉及心理学、概率和博弈论等领域，而且绝佳的记忆力、计算能力和理性思维也是每个优秀的扑克玩家所必须具备的基础技能。仅拥有这些还不够，职业玩家还必须具有高超的沟通能力。在牌桌上，他们必须读懂对手的“告白”，不仅是他们的坐姿、视线或持牌姿态，还有他们的下注行为所带来的信号（这一点需要职业玩家特别关注）。与此同时，他们自己所传达的“告白”则是越少越好——有时他们还要提供虚假“告白”，希望对手能够上钩。

在以上这些以及其他许多方面，扑克比更具有象征意义的象棋、围棋等抽象游戏，更加接近我们在市场上所经历的现实社会经验，比如在制定策略、发送和读取市场信号、谈判和交易等方面。所有这些因素——用金钱押注、用策略和虚张声势来招摇、读取和发送信号时做出微妙调整等，都让人感觉非常熟悉。因此，这样一台在游戏中击败了扑克冠军玩家的电脑，让我们深感震惊。我们不得不重新审视一个问题：人类在驾驭市场和进行交易方面、在制定战略和进行沟通方面，真的具有

无法被模拟的独特性吗？

Libratus所取得的令人印象深刻的胜利表明，一台计算机可能比我们更有能力做出更好的市场交易，或者，至少可以很好地帮助人类进行市场交易。这并不是因为它比我们人脑每秒钟所能进行的运算量要大很多，而是因为和人类不同，计算机的决策不会受到人类认知的约束。

我们看看计算机与人类不同的押注策略吧。大多数人类扑克玩家都不会明白，在底池里赌金很少时，押下大笔赌注的逻辑是什么。如果一个玩家在底池里赌金很少时押下大笔赌注，那么他的对手通常会假设这个下注的人不了解游戏玩法，或者虚张声势得过于明显。因为这样的赌金几乎必然会阻止另一方押下更多赌注，下注人的收益自然也会受到限制。然而，Libratus经常会在这样的情况下押下巨额赌注，最终，这个策略却得到了丰厚的回报。许多认知偏见——从风险评估错误和新信息出现后依然坚持同一种策略的做法，到轻率地漠视赢得较小赌金的做法——都会影响人类决策，让人类拒绝做出为小额赌金押下巨额赌注的选择（也包括其他一些选择）。相反，Libratus在每次出完牌后，都会重新评估自己的策略。到了晚上，它会有条不紊地重新分析自己白天出过的每一手牌，推演出它的人类对手的行为模式，并进一步锤炼自己的策略来积极利用他们的行为模式。而且，尽管Libratus所需处理的信息量如此巨大，它却依然顽强且细致地完成了任务，这是人类决策者所完全不可能做到的。最终结果就是，虽然Libratus所赢的平均筹码并不那么引人注目，但是它赢得的比赛次数比其他对手都多得多。

Libratus对自己的策略进行了重新评估，并且从自己的经历中总结出了经验教训，这就使得它不会把这次锦标赛仅仅“看作”与很多个体的偶然交锋，而是将其看作能够揭示对手行为模式和弱点的系列游戏，而这些游戏却没有将Libratus锁定在一个完全固定的人类行为模式中。这是聪明的谈判者在多轮谈判中使用的一种策略，也是精明的商人采用的一种策略，特别是在多次重复的市场交易中。毫无疑问，Libratus的设

计者桑德霍姆教授所构想的是一个商业版本系统，在复杂的市场交易中，它可以代表消费者与商家进行讨价还价。这一切还只是开始。Libratus的胜利预示着人类经济的一个更深层次、更根本的转变。与Libratus一样，这种转变的驱动力也是数据。

迎接海量数据市场

正如我们所描述的，市场是一种令人惊异的社会创新，从原则上说，它可以使我们有效地协调彼此的活动，而在实践中，它却受到信息流局限所带来的负面影响。我们依靠金钱和价格来减少需要沟通和处理的信息量，但是信息的浓缩意味着，市场参与者并不总是能够全面地分享他们的个人偏好，或者并不总是能够在决策过程中恰当地权衡他们的个人偏好。价格可能解决了信息过量的问题，但是它让我们做出了糟糕的选择。我们对价格的执着阻碍了市场发挥其最擅长的作用：协调人类活动。

解决这个问题的答案不是数字支付，也不是虚拟货币。这两点可能会加速现有的信息流动，或者使信息流动变得更便宜，但信息仍然会被压缩成价格，那些有价值的细节还是会被消除。这个问题的解决之道不是继续玩弄货币，而是用海量、全面的信息流去替换，或者至少是补充货币的信息角色。数据是市场车轮的新型润滑剂，可以帮助市场参与者找到更好的匹配选项。

因此，传统市场和海量数据市场之间最直接和最明显的区别，就在于流动在市场参与者之间的数据总量和种类。在海量数据市场上，参与者不再被围绕着价格的信息的潺潺细流限制，他们的目标是全面传达关于个人偏好的所有信息，并据此采取行动。同时，参与者会积极利用市场的信息结构，达到以低成本的方式传输数据的目标。

从理论上讲，我们在数字模拟阶段就可以使用更多更丰富的数据了，但是使用成本非常高。多亏了数字网络，现在，大量的数据可以在交易伙伴之间快速、轻松、廉价地流动，无论他们近在咫尺，还是远隔千里。但是，仅仅拓宽数据的传输渠道，虽然有可能克服“信息成本”的

挑战，但也很可能导致市场参与者的信息过载。我们如此习惯于关注价格，又怎么能做到跨越多个维度去比较不同产品，从而找到正确的匹配选项？我们怎样才能快速、轻松地表达多种个人偏好？

金钱和价格可能是一种信息约束，但是摆脱这种约束，不仅需要不同的信息交流方式，而且需要我们在将信息转化为决策的过程中，实现一些阶段性转变。我们不仅需要大量的数据，而且需要正确的方法和工具来处理这些数据。正是由于缺乏这种方法，在数字时代的最初几十年里，以货币为基础的市场才得以保留。然而，事情正在发生变化。最近，我们在数据处理方面取得的进展，终于使我们能够抛开金钱和价格的限制，敞开怀抱迎接海量数据市场了。

科技与数据结合

三大关键科技，数据本体和标注、个人偏好匹配算法、机器学习系统，对市场的这次重新配置起到了至关重要的作用。这三大科技使我们能够：（1）在比较个人偏好时使用标准语言；（2）在多个维度上更好地匹配个人偏好，选择最佳交易伙伴；（3）设计出一种行之有效的方法，来全面捕获个人偏好信息。这三项科技的共同之处在于，它们都能够帮助我们将海量数据转换为行之有效的交易决策。这三大科技不仅提高了我们基于数据的选择能力，而且这三大科技本身也是建立在数据基础上的——这就是数据的核心作用。这三大科技将成为经济革命的根基。

过去，婴儿潮一代（1946—1964年出生的人）去度假时，不得不翻阅厚厚的酒店宣传册，还要与旅行社的人见个面，以确定宣传册上那些华丽的营销文字和炫目的照片是否属实。如果有幸认识在某酒店住过的人，他们很可能会按照那个人的建议做出选择——但这只是特例，而不是常态。如今的情况则大为不同。我们在选择酒店时，首先会对海量的信息进行筛选，包括客户评级、记者评论、以前的客人在网络上发布的照片等。我们可以很快地将酒店的位置、便利设施和服务质量进行比较。而且，在谷歌街景的帮助下，我们甚至可以到那里进行一次虚拟的街区旅行。在价格方面，在线比较可以帮助我们很快找到最优价格，及其具体的交易时间和地点。

同样，以价格为基础租赁汽车，或是在价格的基础上寻找拼车的机会，这样的日子也早已一去不复返了。BlaBlaCar公司在20多个国家已经拥有超过4　000万名会员，公司允许乘客和司机一起从多个维度进行配对，包括他们自己报告的健谈程度——从Bla（“看窗外风景匆匆掠

过”）到BlaBlaBla（“聊起来没完没了”），不一而足。因为少有机会协商价格，乘客在选择出行时可能就更关注其他信息了。这种方法吸引了不少爱聊天的人：在我写作本书时，每个月已经有400万名乘客通过这家公司约车了。

信息的这种便捷性是令人愉快的，使信息既方便使用，也方便获得（至少在多数情况下如此）。我们旅行的交易效率得到了提高，因为买家和卖家可以更精确地匹配他们各自的偏好。当然，海量数据不仅涌现在旅游业中，当我们在网上购物时，不论买的是书、电子产品，还是衣服，我们除了要考虑能让我们浏览、搜索、比较产品的搜索工具和过滤工具的精确性，还要考虑其他几十种特性。使这一切运转起来的，并不是我们所使用的技术的速度有多快、成本有多低、存储能力有多强，可用信息量的增加也许是原因之一，但是我们之所以能做出更好的选择，更主要的原因是我们使用了一个有效的方法来标记这些信息，并且将其做了分类。

假设要买一件新衬衫，你上网找到你最喜欢的零售网站，点击“衬衫”，网站会提供给你成百上千条选择。但是，通过关注如下诸多因素：尺寸、面料、颜色、合身度、袖子长度、领口类型，甚至品牌，你可以过滤掉一些选择，或者过滤掉那些你不想要的东西，从而选出自己的最爱。所以，你如果想要一件一字领、七分袖、尺寸为8号、蓝色或蓝绿色，且最好是正在减价促销的棉纱针织衫，就只要做出选择就可以了。如果这个网站没有，你可以转移到另一家零售网站。为你提供这么多关于衬衫的信息，网络零售商是怎么做到的？它们把每件商品都贴上描述其服装特色的数据标签。这就要求商家把所有特定类型的产品，比如衬衫，都贴上同一套类别的标签。这些类别也是数据，但是它们是关于数据的数据，也就是元数据。

这一切并不新鲜。自从亚述人将泥板文献首次贴上描述其内容的标签开始，有关信息的信息就开始成为重中之重。今天，高效的分类已必

不可少。没有它，我们几乎无法在网上找到任何东西。然而出于同样的原因，分类的过程也变得更加困难。在只有关系型数据库的旧时代，数据是整洁的，因为每个数据字段都具有明确定义，明确到每个字段的内容都具有精确的格式。然而，自20世纪90年代末以来，数字信息的指数级增长对这一秩序提出了挑战，其中很大一部分信息并不完全适合于数据库领域，它们以电子邮件、网页、图像、音频文件和视频文件等形式出现。

以YouTube为例，它是一个视频内容市场，上传者（卖方）与观众（买方）进行交易，通常由第三方市场参与者（广告商）提供资金。为了确保视频能被观看，观众需要能够轻松地找到内容；出于同样的原因，内容提供者也需要其内容能够被迅速发现。除了视频的标题和上传的日期、时间外，为视频添加标签和关键词也是非常重要的，几乎和上传者选择正确的关键词一样重要。

数据本体和标注策略

商业内容提供商也面临同样的问题。一个体育网站，例如ESPN（娱乐与体育节目电视网），每周广播并录制成千上万小时的视频录像。尽管有些球迷可能会从头到尾观看一场被存档的体育赛事，但是多数人可能会直接观看某最重要的时刻——在2016年NBA（美国男子职业篮球联赛）总决赛第7场中，骑士队反败为胜，勒布朗·詹姆斯的那个决定胜利的追身盖帽；或者在2004年美国棒球联盟冠军赛系列赛的第四场中，戴夫·罗伯茨在第九局偷垒，从此打破“贝比鲁斯诅咒” [2] 的那个时刻。为了确保这些重要的时刻很容易被找到，ESPN雇用了几十个人实时观看多个体育赛事，依靠人工，手动标记每场比赛和场上互动。

如果ESPN让员工以任何他们想要的方式对视频进行标记，那么它与你在YouTube上所看到的随意贴标签的方法就没有太大不同——只是在范围和规模上有所改进。然而，ESPN的标记人员都接受了有关关键词方面的训练，这让他们学会了使用一个经过深入研究的关键词层次结构。这个领域的专家将其称为“本体论”（ontology），因为标记人员在他们所观看的视频本体上直接做出标注。

体育运动很适合本体论系统。每一项运动，从射箭到摔跤，都定义了一系列规则，它们不仅适用于运动员，而且适用于比赛本身。书、电子产品和家电也是如此。它们只要有明确的限定参数集，就更容易让消费者找到最适合的产品。出版商已经有超过一个世纪的将书分为不同类别的经验，你如果想买一本关于美国内战时期的女性史的书，按照杜威十进制分类法或美国国会图书馆分类法，可能很快就会找到这样的一本书。实际上，杰夫·贝佐斯在1994年创办网络书店亚马逊的原因之一，就是出版商的季节性书目刚刚实现了数字化，他计划利用这些数据建立

自己的公司。

同样是在这些数据的基础上，亚马逊的消费者可以选择、过滤和比较各种消费品，不仅根据品牌、价格和买家的评论，而且可以根据许多其他不太明显的特征。我们拿洗衣机举例，洗衣机的相关信息可以说无所不包：打开方式、颜色、大小。在欧洲的一些市场上，洗衣机的相关信息还会包括负载能力和能源效率。类似的信息维度也存在于其他产品中，如电视、硬盘和微波炉。对电子产品的特征进行标识通常是相对简单的：要么是由制造商向在线零售商提供足够丰富的数据，要么是由在线零售商自己将数据添加在产品上，因为电子产品的本体特征是非常明显的。一般来说，拥有海量产品细分信息的市场，往往更适合那些简单的、公认的本体。

相比之下，为普通市场开发一个本体要困难得多。这就是为什么在YouTube上寻找视频要比在亚马逊上购买洗衣机更加随意。我们如何搜索关于一个概念的视频，比如，一个关于翻跟头的视频？YouTube也不能与ESPN所开发的关键词标准在深度和广度上互相匹配，因为人类还没能想出一个易于掌握的通用本体，让每个人都可以迅速理解并完美应用。

长期以来，亿贝一直在努力为其市场挖掘可与其他平台相媲美的信息可发现性，也就是用户找到相关信息的可能性。亚马逊的客户可以非常方便地使用各种信息过滤器，而亿贝的买家却常常不得不在产品标题或产品描述中搜索关键词，然后一页一页地滚动搜索结果。这是亿贝平台的一个历史遗留问题。在亿贝上，任何人都可以出售任何东西，包括那些在很多方面都非常独特的商品，而亚马逊则是从一个单一类别的产品（书籍）销售者做起的，所以它拥有完善的产品本体。随着时间的推移，缺少本体的市场会在交易数量上逐渐减少，因为即使这个对象真实存在，人们也很难找到自己想要的匹配对象。如果没有一个非常好用的过滤器来保障信息的可发现性，市场的效率就会大幅下降。

许多市场的成功，都源于它们能够提供海量的数据流。因此，有效的标注策略及其研发工作就担负着重大的经济责任。作为这方面的数据专家，马蒂·所罗门强调：问题的关键在于找到正确的本体。她知道这会是十分困难的。所罗门说她自己来自“数据的盐矿”——她曾经是迪士尼公司（拥有ESPN　80%的股份）的企业命名分类学者，也做过英国培生教育出版集团的数据架构与语义平台的总监。然而所罗门认为，未来，确定正确的本体所需要的人类创造性将会更少，需要更多的是过硬的数据分析：数据本身将驱动数据本体。

了解了我们在多大程度上依赖于正确的标签和分类[3]，以及我们目前的能力相对来说多么有限，我们就很容易理解以下两个“为什么”了：为什么数据本体成为信息技术初创企业所热衷的领域？为什么它也是将基于货币的市场转变为海量数据市场的重要工具？亿贝正在进行的海量数据研究项目的出发点，就是要改进产品的编目，将可发现率从42%提高到90%。为了实现产品信息的自动分类，它已经获得与一些数据本体初创公司（如Alation、Corrigon和Expertmaker等）合作的机会。其他市场也纷纷效仿，为了使丰富、多维度的信息流动成为可能，它们竞相开始进行数据基础设施建设。没有丰富、多维度的信息流动，市场，无论是线下还是线上市场，都将继续被锁定在传统的价格焦点上。

识别最佳个人偏好匹配

在许多领域，我们已经开始享受海量数据市场了，比如旅游、约车和电子产品等领域。但是，信息越丰富，其处理难度就越大——我们需要根据自己的个人偏好来衡量每个维度，选择最佳交易伙伴。将大量信息转化为决策是困难的。在Expedia这样的网上平台搜索航班时，面对太多的过滤器和选项，无论是谁都会不知所措。我们在爱彼迎（Airbnb）上选择民宿时，不也是如此吗？即使对于我们来说所有的选择都是很容易找到的，可是找到最佳选择往往也还是很困难的。其困难之处就在于信息过载，包括可供筛选、选择，并确定最优匹配的选项太多等问题。幸运的是，技术可以再一次帮上忙。

传统市场的关注点主要集中在价格上，买卖双方的个人偏好匹配是相对次要的。所有的个人偏好都被压缩成买方愿意支付的价格和卖方愿意接受的价格。人们觉得，只要买家和卖家能说出自己在价格上的偏好，而且市场上也有足够多的各类参与者，双方的交易就会自动发生。而事实上，在这样的交易中，一些有价值的个人偏好信息却丢失了。这也许是因为市场参与者没有把自己所有的个人偏好全部正确地体现在价格上，但其他人错误地从价格中推断别人的个人偏好也是一个原因。在这种情况下，一些看起来很相配的东西，实际上却并不匹配。我们可能认为这样的市场也是有效的，从中我们也能买到自己想要的东西，但事实并非如此。而且，这样的市场还可能让我们花的钱更多。

海量数据市场具有的优势之一，就是不会让价格焦点贬低个人偏好的地位。比起传统市场，海量数据市场还具有另一个优势：对一笔潜在的交易，一个人不但可以有多种偏好选择，而且可以用不同的方式来权衡不同的个人偏好。在个人偏好被压缩成价格时，两个同样重要的个人

偏好可能会产生大相径庭的价格（一个价格非常高，一个价格非常低），就像两个重要性特别不一样的个人偏好那样。在海量数据市场中，原始的个人偏好数据，包括相对权重，都是可以被利用的，但它需要经历一个足够聪明的匹配过程，才能将这些偏好的多重维度和相对权重考虑进来。手工操作这个过程对于大多数人来说都是一种挑战，也很少有人愿意花费完成这个过程所需要的时间和精力。如果关于个人偏好的数据中的那些细节，没有被用来识别最佳匹配，那么数据的丰富性将毫无意义。

幸运的是，在过去的几十年里，数学家和经济学家一直都在努力开发一些算法，来评估各类偏好和它们的相对权重，并据此确定最佳匹配。尽管实际上这个过程是相当技术性的，但是从本质上讲，它与分析和匹配数据模式并没有太大不同。我们使用同样的技术来管理照片库（以方便自己寻找具有某些功能的图片），或者让我们的智能手机“理解”语音指令，或者让智能手表上的健康应用程序检测出心脏的危险迹象。由于个人偏好数据只是形成某种特定模式的数据流，所以我们可以采用匹配算法来帮助自己确定最优交易伙伴。这绝不简单（确切地做出选择，将哪些东西进行比较，这些可不是琐碎的小事），不过由于出现了更好的算法——这在很大程度上归功于大量的训练用数据，任务变得相对容易了。在海量数据市场中，这些算法是交易伙伴找到彼此的方法。

这是对基于价格的交易决策所做出的重大改进，它使买卖双方能够充分利用现有的完整数据流，并帮助他们有效且高效地将数据转化为交易。由于市场具有分散性，市场参与者之间的信息交易是二元的：潜在的买家与潜在的卖家做沟通，并在交换了个人偏好的信息后，双方都了解了对方的情况，但他们并不了解整个市场。此外，市场参与者可能不想透露他们所有的个人偏好，这种行为以及类似行为，导致了我们前面提到的信息不对称。海量数据市场并没有消除这种不对称，但是，因为在海量数据市场上，更多的个人偏好信息通常会带来更好的匹配，所以

人们对个人偏好信息秘而不宣的动力就减少了：因为改善匹配情况的目的，就是要识别出在交易中可以让我们获得最大价值的交易伙伴，也就是出价最高的交易伙伴。通过匹配信息而得到的交易，很多时候比我们在自己的信息多于对方时，通过谈判来达成的交易还要有利。在海量数据市场中，潜在交易伙伴之间的每一次信息互动，都能显示出更多的关于市场上商品的信息。即使最终双方没有交易，它也会对商品的最终交易结果产生正面影响。而且，通过我们精心编排匹配过程，提高共同利益，优质匹配甚至可以为很多信息难以对称的领域提供帮助。当然，这个过程是不断迭代的，即使信息的流动是快速且廉价的，我们也依然还有努力提升的空间。这是因为，没有哪个人会知道每一个人的每一项偏好，交易决策虽然得到了很大改进，但它还并不完美。

匹配算法带来企业竞争优势

有些市场参与者可能会达成这样的交易：交易双方都受益了，但让其他人蒙受了损失。在有些情况下，交易结果尽管对个人有益，但它可能“削减公共福利”——这是经济学家对毁掉而不是创造共同利益的概括描述。当然，随着海量数据市场的出现，个人偏好匹配获得了巨大改善，在这个过程中，偶尔无法达到最大的共同利益，也可以算作我们为此付出的一个小小的代价。然而，对某些特定类型的交易，特别是那些对非直接交易伙伴（经济学家称之为“外部性”）产生巨大影响的交易，我们可能需要借鉴现有市场的一些经验，这里所说的市场只包括不以价格运作的市场。这类市场通过巧妙的市场设计和一种不同类型的匹配算法来运转。举个例子，我们怎么做出哪个病人应该得到供体肾的选择？捐赠的肾脏并没有被出售（至少在法律上是这样的，尽管一些经济学家建议它应该被出售），所以偏好不能被浓缩和简化成一个公开的价格。在这样的市场中，负责运营的信息中心通常会收集所有市场参与者的偏好信息，并使用先进的匹配算法连通合适的市场参与者来进行交易，其目标就是尽可能多地实现合适的匹配。这类匹配最近得到了显著的改善，这得益于算法的改进，以及人们对“不同匹配算法最适合的类型市场”的更好的理解。

2012年，两名世界一流的匹配专家劳埃德·沙普利和阿尔文·罗思，因他们在这方面的研究成果获得了诺贝尔经济学奖。所以，对具有巨大外部性的交易，我们可以让海量数据市场采用类似的方法。丰富的数据流将有助于原本由负责运营的信息中心来完成的复杂的匹配，但它要求市场上的每一个人都要预先就一套匹配原则达成一致，并且严格遵守这些原则（以免市场参与者失去对匹配系统的信任）。因此，这种借助集中权威来进行匹配的方法（尽管参与者保留最终是否加入市场的权

利），只适用于极少见的特定情形，在绝大多数市场中，我们将使用数据丰富、算法优化、不断迭代和分散的匹配流程。

基于海量数据的模式化匹配，正在以不同的形式在各种不同的环境中出现。声破天（Spotify）和Apple Music这样的音乐平台所做的，就是将听众的个人喜好与每首歌曲进行匹配。网飞（Netflix）和亚马逊的产品推荐也是如此。[4] 但这仅仅是个开始，并不是所有这些主流算法都尽可能地利用了个人偏好的所有维度。这就为创新型初创企业带来了令人兴奋的机遇。他们争相成为下一个在匹配领域取得重大突破的公司。例如，总部位于伦敦的初创公司Saberr提出，基于个性的算法可以帮助人们建立高效的工作团队。Saberr的联合创始人阿利斯泰尔·谢泼德利用有关人类个性的调查结果，创建了一种算法，它可以发现团队成员之间的兼容度。他在一项企业家的竞赛中测试了这种算法。彼此不认识的参赛者被分成很多小组分别进行调查。此次调查没有询问参与者的工作经历或教育情况。在第一次演示中，该算法预测了哪个团队将赢得比赛，以及其他八个团队当天将会到达什么位置。谢泼德在后来预测持续时间长达八个月的微软创新杯（Microsoft Imagine Cup）的获胜者时，以及在预测风险投资基金Seedcamp的投资选择时，都曾运用了上述结果。德勤（Deloitte）、奢侈品企业集团路威酩轩（LVMH）、联合利华（Unilever）等公司，都是Saberr的客户。

匹配将变成一种基本服务

更好的匹配不仅有利于市场参与者，而且有利于整个市场。所以我们倾向于将个人偏好匹配算法看作市场提供的服务改进。这也是苹果和亚马逊、亿贝和阿里巴巴、网飞和声破天正在追求的目标。当不同的企业在为争夺潜在客户竞争时，我们很容易发现，更好的算法可以转化为企业的竞争优势。市场越是远离价格关注，接近海量数据市场，它在更好的匹配算法方面的竞争就会越激烈。因此，我们可以预见，匹配服务将会成为区别市场的关键因素。然而，从长远来看，随着大多数市场开始采用更智能的匹配技术，匹配算法所带来的竞争优势可能会减少。到那时，匹配将变成一种基本服务，一种市场本应提供的基本功能。

出于同样的原因，匹配服务不一定只由市场提供。我们可以设想一下，新型的中介机构会获得哪些机会。如果市场参与者愿意与其分享个人偏好以及相关信息，中介机构就可以为他们提供更好的匹配服务。我们可以把这些机构当作提供匹配服务的信息中心。如果发生这种情况，市场匹配的价值创造者就从市场的提供者变成最优匹配的供应商。这样，市场可能就会变成一种商品化的服务，大部分价值（当然也是大部分利润）被中介机构获得。[5] 很多商家可能会发现，他们不仅是在相互竞争，而且要与一群专注于匹配服务的颠覆者竞争。在金融服务领域，我们看到了这种趋势。新的数据中介机构，例如PeepTrade提供了比现有交易平台更全面的信息和更好的匹配服务，市场参与者要获得他们针对性的见解，需要额外付费。看到这些新机构在帮助顾客买卖证券等方面所提供的服务后，我们发现传统的市场平台转向了低价商品。

机器学习系统登上舞台

但是，海量数据市场的运转还需要另一因素配合。海量数据流和改进的匹配能力就像一辆没有引擎的汽车，我们还需要一套高效合理的方法，来帮助市场参与者表达他们的个人偏好（并将其转化为数据）。

有了海量数据市场，市场参与者就可以了解其他人的个人偏好，并使用匹配算法对他们进行配对。但是市场参与者如何表达他们的个人偏好及其权重？他们又如何相互交流？这是一个巨大的挑战，找到解决办法至关重要。没有人愿意在需要花费数小时回答调查问卷的市场上进行交易。幸运的是，近期的技术进步再次发挥作用，使我们更接近可行的解决方案。我们再考虑一下亚马逊的产品推荐引擎：乍一看，它是一个匹配系统，可以成功地将我们的个人偏好与可用的产品配对，并对我们应该订购的产品提出建议。但这只是整个故事的一半。亚马逊捕获了我们的个人偏好，但它并不是直接从我们这里获取了信息，而是从综合数据流中收集到我们与网站的每一个互动环节——我们看的是什么产品，什么时候看的，看了多长时间，读了什么评论。亚马逊是在数据中寻找能够显示我们个人偏好的独特模式。通过识别这些模式，它可以从统计学角度推断出我们的需求，而不必直接询问我们。当然，亚马逊并不能完全确切地了解我们的个人偏好，它只是近似确切（所以有时它也会提出错误的建议）；并且它也不知道为什么我们喜欢一样东西而不喜欢另一样东西，它只是考虑了我们实际做过的事情。但这足以让亚马逊满足其个人偏好匹配算法的数据需求，并搜索到我们最可能购买的产品。

亚马逊的策略并非独一无二，它是大数据分析的代表做法，是一种数据分析方法，其目的是全面收集关于某特定现象的数据，并寻找嵌入数据中的复杂模式。亚马逊的策略集中于模式分析，与传统的统计数据

不同，后者集中于将数据压缩到本质——从计算平均值到回归分析都是如此。很多大数据分析方法的一个特点是，人们所寻找的模式并不是从一开始就被定义了的，它是经过分析大量的用于训练的数据后才出现的。举个例子，在亚马逊的推荐系统中，系统并不是一开始就知道哪个数据模式会显示某特定客户的个人偏好，只有通过筛选过去多年的与客户的互动和购买数据，系统才会发现最有可能的一个模式。[6] 由于该系统通过筛选用于训练的数据来学习，所以它通常被描述为“人工智能”方法，尽管这个术语最初主要指的是那些安装了普遍规则的系统，而不是通过利用用于训练的数据来学习的系统。这些系统并不能以人类的理性来理解数据，它们所做的只是识别自己所“看到”的模式，就像Libratus在德州扑克上打败那些职业玩家时所做的那样。

要使这样一个机器学习方法有效运行，机器学习系统必须满足两个条件。首先，机器学习系统一开始需要大量的数据来训练自己，并且要搞清楚嵌入数据里的内容。[7] 例如，谷歌利用其Web（万维网）上的所有文本，来找出谷歌翻译工具的单词使用概率模式。其次，机器学习系统必须得到频繁的反馈，以便随着时间的推移，它能够根据具体的情况变化进行自我调整，以超越最初的训练成绩。新一代机器学习系统在数据中寻找的不仅是模式——它们以一种更微妙、更具有识别作用的方式来使用反馈数据。例如，它们可以像人类的记忆一样降低旧数据的价值。

自适应机器学习系统

反馈是这类系统的核心，特别是在系统被用来辅助关键决策时。特斯拉的首席执行官埃隆·马斯克在2016年年底的时候曾在推特上夸耀，所有斯特拉汽车都拥有来自其Autopilot（自动驾驶系统）的数亿英里里程记录。很可能，马斯克在推特上发文不是为了简单的数字炫耀。自动驾驶系统启动后，会生成并积累有价值的反馈数据，这些数据会发送给特斯拉，并被用来训练出自动驾驶系统的下一个更好的版本。毫不夸张地说，只要斯特拉车主使用自动驾驶系统，特斯拉汽车每走1英里，其自动驾驶系统就会得到改进。

与可以让特斯拉自动行驶在道路上一样的数据反馈过程，也可以被用来了解市场参与者不断改变的个人偏好。如果一个客户反复地从最高质量的供应商那里购买一种特定的墨盒，而不管它的价格高低，那么这就表现出这个买家对质量的个人偏好。该系统不需要知道为什么这个买家相对来说对价格不太敏感。当此客户开始购买最便宜的墨盒时，这表示他的偏好可能已经改变了，系统也会做出相应调整。

在目前最强大的自适应机器学习系统中，有一些系统最初是经过大量数据训练的，然后它才开始学习如何适应特定的个体。例如，内置在一些设备上的智能助手，比如亚马逊的Alexa和苹果的Siri，可以将语音转换为文本，因为系统已经进行了数十亿个音频数据点的分析训练，而且覆盖了各种各样的发音。一旦你开始使用这些助手，它们就会根据你的语言使用习惯和偏好反馈来调整自己。世界各地的创业公司都专注于用基于反馈数据的自适应机器学习算法，来识别客户的个人偏好。比如Infi，一个以色列开发的个人偏好助手软件，就对更多种类的智能手机和社交媒体上的数据进行了分析。

基于数据的大规模训练以及随之而来的自适应反馈，与个性化学习相结合，激发了市场显著提高效率的潜能。自适应机器学习系统可以减少决策过程中认知偏差对我们的影响，同时它仍然允许我们做真实的自己。这是因为，自适应机器学习系统依赖大量的用于初始训练的数据，这些数据代表了非常广泛的个体反馈信息。尽管每个人都会有一些独特的认知偏差，但是来自不同个体的大量信息，可以降低那些极端偏差出现的可能性。虽然我们的个人偏好所隐含的认知限制不会消失，但是系统可能会帮助我们回归均值——如果我们希望如此。

随着反馈机制的发展，自适应机器学习系统可能会做到从偏差较小的资源中识别出个人偏好数据，而且给予这部分数据更高的权重。毕竟，与人类不同，自适应机器学习系统能够学到的东西是没有边界的。最终可能会出现一种已经预先安装了一套强大、全面的个人偏好优先级的系统——一种聪明的、平稳的决策代理，当你不相信自己的判断时，它就会介入。但是，它也可以通过观察我们的决定，以及我们对系统的建议所做出的反应，来适应我们特定的个人偏好（还有我们的偏见）。随着时间的推移，这样一个系统可能会变得更像我们自己。该系统也可以通过分析我们对其决策建议的反馈，默默地认识到它到底需要与我们有多少相像：当它试图转变我们的偏见时，如果我们表示愿意接受，它就会注意到；反之亦然。简言之，这样的系统可以在两个领域为我们提供最优选择：让我们既能够了解并遵循自己的个人偏好和优先顺序，也可以让我们从成千上万名其他市场参与者那里学习到决策技能。

这种机器学习系统在任何环境下都是可以派上用场的，不仅仅是在市场环境中。但是某些社会结构更容易产生机器学习系统所需要的反馈数据。基于市场的分散性质，它能够产生大量的机器学习系统能够吸收和学习的独特信号。每一个信号，从交易达成、结账付款，到浏览可选商品时一个表示感兴趣（或不感兴趣）的微小手势，都具有信息价值。甚至这些互动的顺序也是很重要的，它代表信号发出的顺序。这些很小的信号可以产生大量的数据，数据点与个人偏好分析的关联也是充分

的。

市场自身的重塑

市场重塑的所有必要因素都已就位。数据本体的改进帮助我们从大量的数据流中提取出有价值的数据，并对其进行多维度分类。匹配算法的进步使我们能够在我们所选择的市场中找到并选择最佳交易伙伴。机器学习系统通过观察我们，可以识别出我们的个人偏好，这样我们就不必花时间去思考和确定自己的个人偏好，以及赋予不同偏好不同的权重。作为我们信任的助手，当我们做出有偏颇的决策时，机器学习系统会提醒我们（如果我们希望如此），并在我们做出选择时给我们提出建议。最终，机器学习系统甚至会为我们做出很多决策。

这些技术如果结合起来，将会使我们成为非常强大的买家或卖家。这不是因为我们会在每一次谈判中获胜，而是因为我们的每一次行动都会是高效的，我们将会基于个人偏好不断地优化结果。这些技术如果结合起来，不仅会使参与者受益，而且将会大大地改善整个市场，使其成为协调人类活动的最有效场所。

我们在本章中概述的每一项技术进步，都在克服市场的两个基本挑战方面起到了独特的作用：一是以低成本获取海量、多维度的信息流，二是将信息转化为决策。数据本体可以促进信息的流动，自适应机器学习系统和个人偏好匹配算法可以帮助人们处理信息。它们也可以彼此以微妙且重要的方式相互促进。自适应机器学习系统不仅可以帮助我们根据数据来梳理自己的个人偏好，而且我们可以用它来改进个人偏好匹配算法，找到能够引向高级数据本体的遣词造句模式。同样，数据本体可以帮助我们找到为个人偏好排序的更好方式。个人偏好匹配算法不仅可以帮助我们找到最佳的交易合作伙伴，而且可以帮助我们确定一套最恰当的客观优先级排序，并以此作为我们自己的个人偏好基准。

我们可以预见这样一个时代：一个又一个的市场将会利用技术的进步和如上所概述的观念来重塑自身。这一变化已经开始。但是，它不会是一个简单、快速、线性的转变。随着不断地创新，市场将不得不进行试验，以发现技术与市场设计的正确组合——市场设计必须符合其参与者的需求。但是，一旦以货币为基础的市场转变为海量数据市场，一个建立在多维信息流上的市场，一个被优先匹配算法和自适应机器学习系统优化了的市场，它就没有回头路可走了。这样的发展变化，我们在那些作为市场重塑试验场的地方已经可以看到，比如爱情市场。

应用范例：爱情市场

千百年来，寻找爱情的人都会向中介机构寻求帮助。媒人是一种非常古老的职业，每种文化都存在许多社会活动，这些活动至少在一定程度上是为让人找到自己的灵魂伴侣而设计的。但是长期以来，这种机会一直受到地理障碍与信息匮乏的限制。完美的灵魂伴侣可能就住在两个村庄以外，但是因为他们不知道彼此的存在，所以他们永远不会相遇。

这就是为什么在互联网发展早期，交友网站几乎一炮而红。其中最受欢迎的网站，似乎为爱情提供了一个稠密市场——那些提供大量不同参与者的市场，因为这必定会增加成功的机会。美国西北大学心理学与管理学教授、世界知名的在线约会专家伊莱·芬克尔，将这些第一代约会平台称作“爱情超市”。这些平台确信，市场上到处都是潜在的灵魂伴侣。用户一开始也很喜欢这种平台，但是他们发现自己很快就晕头转向了，因为这种大海捞针般的寻找所需要付出的努力实在是太累人了。

面对这种局面，交友网站进行了一些详尽的问卷调查来梳理客户的个人偏好，以方便客户快速且轻松地识别出各自最好的匹配。从本质上讲，这些网站切换到了多维度信息流，并实现了优先匹配算法。这似乎是明智之举，但是结果遭遇惨败。参与者花费几个小时的时间来回答数百个关于他们自己的问题，但是最终的匹配结果只比在爱情超市里随机漫步好那么一丁点儿。

问题就出在这里：交友网站在试图改善其平庸的匹配结果时，却降低了服务质量。事实证明，转向多维度信息是正确的选择，但多维度信息本身并不足够。正如芬克尔教授所解释的那样，问卷调查过于简单，只是为了寻找相似点（或不同点），而且问卷调查使用的引导数据也是错误的。正如上面我们所讲的，他们需要的是一套更好的个人偏好匹配

算法，以及一个可以捕捉人与人之间关系的更好的数据本体。未来的约会服务将会使用机器学习系统，它可以从视频、照片、语音，甚至是可穿戴跟踪设备中，推断出必要的相关数据，而不是让用户花数小时回答问题。当我们与我们喜欢的人互动时，机器学习系统会在我们微笑或脸红的时候进行记录，它还知道什么时候我们的心脏开始同步跳动。如果一个系统不用费力就可以收集到用户的个人偏好数据，并将这些个人偏好与相应的多维度信息流和适当的匹配算法结合起来，成功的匹配就会大量增加。下一代的交友市场将会更加成熟和高效，尽管它可能不像上一代的市场那么令人兴奋。我们已经拥有了重塑在线交友市场所需要的技术与技能，现在要做的就是将它们正确地组合在一起。

把最重要的决策权，握在自己手里

类似在线交友市场的情况也发生在其他市场。一些市场已经领先，其他市场仍然滞后。但是，任何想要继续做交易的市场都无法抵制这样的变化。再过几年，我们将会拥有可以随意支配的强大的海量数据系统，这些系统足够了解我们，能够为我们的市场交易提供有意义的帮助。这样，我们就可以使用更少的资源，花更少的时间，却能获得更好的匹配。效率红利唾手可得，但这还不是全部。

在人类历史上，我们第一次有机会，在进行合作时，对是否要参与那些至关重要的决策做出选择，或者对参与到何种程度做出选择。我们将会引导机器学习系统去做那些无聊的事情，把那些能给我们带来最大快乐的决策留给自己来做。我们会故意放弃一些选择，这样我们就可以专注于对于我们来说最重要的选择，并将决策的需求与选择的快乐分开。

但是，当我们重塑市场，为其注入海量数据时，我们也必须理解并重新思考公司的角色。

---

[1] flop、turn和river分别是发头三张公牌、发第四张公牌和发第五张公牌。因为选手看了公牌后就了解公牌能和自己的手牌组成的最终牌型，并且这三轮都要下注，所以人类选手容易出现情绪波动。——译者注

[2] 波士顿红袜队自从1918年把球员贝比鲁斯转给纽约扬基队之后，直至2004年的86年间，它就再也没有获得过冠军。——译者注

[3] 中文的“分类”，有两种可能的解释。一是classification（整理），它不涉及层次关系，例如把人分成男人和女人；二是categorization（分级），它是有层次归属关系的，例如，这本书在京东上的一个类别路径可能是“图书–经管综合–经济–智能经济”，后面的类别从属于前面的类别，类别之间存在包含关系。上述两种分类方式都可以通过打标签（tagging）来完成，但分类只是一种非常特殊的标准化的标签，通常我们的标签是个性化和随意的，例如网站往往允许和

鼓励商家给商品，或者作者给文章自由选择若干标签；有的网站还允许消费者或者读者也打出标签。本体描述实体以及实体之间的关系，其中具有排斥性的属性（对应class，例如性别）和属于（对应category）只是本体中两种常见的关系。所以本体的内容要远远比分类丰富。与标签相比，本体是标准化的，标签是随意的。作者在描述这些概念的时候对其边界不太清楚，而且容易让读者感觉标准化的类别要比率性而为的标签系统更便于信息检索和精准推荐。实际上，除了更易于管理外，目前没有证据显示标准化的类别比随意的个性化标签具有更好的信息组织、导航和发现能力。读者可以参考综述Z.-K.Zhang, T. Zhou, Y.-C. Zhang, Tag-aware recommender systems: a state-of-the-art survey,J. Computer Sci. &. Technol. 26（2011）767。——译者注

[4] 个性化推荐，即给不同消费者按照其喜好推荐最符合他们口味的个性化产品列表，是这本书所提到的匹配算法最常见的应用场景。具体介绍和主流算法请参考文献L. Lü, et al., Recommender Systems, Phys.Rep. 519 (2012) 1。——译者注

[5] 译者在厦门参加一次校友会的时候，曾听一位做连锁酒店的校友抱怨：酒店相当部分的收入都必须分给携程、艺龙等信息平台，而如果他拒绝和这类信息中介平台合作，那么没有客人会找到他的酒店。——译者注

[6] 实际上，推荐系统并不需要真正了解消费者的偏好。例如消费者甲买了商品A，然后系统发现买了商品A的乙和丙都买了商品B，于是系统就把商品B推荐给甲。这种通过发现和目标消费者购买行为相似的消费者，并把他们购买过而目标消费者没有购买的商品推荐给目标消费者，或者推荐经常与目标消费者购物车里的商品一起被购买的商品，就是推荐系统中最主流的算法之一——协同过滤（collaborative filtering）。在该算法中，系统不需要真正了解消费者的偏好或者为什么要买某商品。亚马逊自身就是协同过滤的先驱研究者，读者可以参考著名论文G. Linden, B. Smith, J. York, Amazon. com recommendations: Item-to-item collaborative filtering, IEEE Internet Computing 7(1) (2003) 76.——译者注

[7] 这个条件不必然，它取决于算法。例如谷歌的翻译算法更多的是发现模式而非挖掘内容。——译者注

第5章
公司与控制

最优秀的“亚马逊机器人”

亚马逊公司自1994年成立以来，所做的生意无不具有颠覆性。如今，它被誉为一站式、一键式市场。通过分析你的数字购物车，它可以为你的产品偏好提供信息。亚马逊的年收入超过了1　000亿美元。先是书店，然后是宠物商店，再是鞋店——一个又一个行业的零售商开始与这个庞大的在线市场竞争。亚马逊不仅提供了比实体店更大的商品目录，而且邀请个人注册成为卖家，从手工奶酪制造商到自媒体作家。但是，向个人开放虚拟的大门并不是亚马逊拥抱市场模式的唯一途径。它同时也允许买家通过评级和评论产品来发出自己的声音，以方便未来的买家在决定要买什么时，能够轻松地直接获得相关市场的信息。如果确实有一个数字公司的成功典范，它的表现更像是一个市场而不是一家公司，那么这个公司似乎就是亚马逊——“万货商店”（Everything Store）。

然而，这些还远非故事的全部。在过去几百年里，公司协调促进了很多世界经济的显著增长。在一些重要方面，亚马逊充分展现了只有公司才具有的层级组织，以及指挥与控制结构。亚马逊是一家传统的公司，杰夫·贝佐斯也是一个传统的首席执行官，他时刻在寻找更有效、更高效的方法来控制公司的各方面，而综合信息就是他的选择工具。

贝佐斯对小到一个像素的细节都会关注，这简直令人惊讶。2011年，一位名叫史蒂夫·耶格的亚马逊前工程师在Google　Plus（一个社交网站）上分享了自己对前任老板的一些激愤的看法，从而引起了国际社会的关注。他本不想公开发表这些言论。“贝佐斯超级聪明，你们别误会我的意思。”耶格写道，“他只是让普通的控制狂看起来像是喝醉酒的嬉皮士。”在Glassdoor网站上，员工们可以匿名评价他们的雇主和管理

人员。与硅谷的其他大公司相比，亚马逊在工作满意度方面的排名低得可怕。在许多评论中，员工们都在抱怨公司对员工的要求，并宣称他们完全没有自主权。2015年，《纽约时报》在其对办公室工作人员的工作条件所做的一项调查中发现，员工对公司运营的不同方面，“在一系列指标上，都担负着重任”。这是一项长达50页的调查报告，它要求员工对每周和每月的业务总结会效率低下的问题做出解释。

处理那么多信息会使大家士气低落。“如果你是一个优秀的亚马逊人，你就得做所谓的‘亚马逊机器人’。”一名员工告诉《纽约时报》的记者。最优秀的“亚马逊机器人”声称，为了仔细研究数据，并回答所有那些关于信息应该如何影响决策的问题，他们每周工作100个小时。另一些人则会感到沮丧、精疲力竭，却依然需要继续前进——他们如果是公司业绩最差的10%的人，就会被警告或者被解雇。这些指标允许贝佐斯在没有直接观察员工表现的情况下，依然可以掌控各层级的员工。[1]

《纽约时报》的调查被曝光后，触动了很多人的神经，官网上的评论达到5　858条，当时，这是该网站历史上评论最多的一次。正如《经济学人》所指出的，许多评论者“声称他们的雇主也采取了类似的管理方法。这远非特例，亚马逊似乎是一种新趋势的体现”。依据弗雷德里克·温斯洛·泰勒的科学管理原则，《经济学人》将这一趋势命名为“数字泰勒主义（digital　Taylorism）”。新技术的产生似乎带来了某种动力加强版的指挥与控制系统，关于员工、流程、产品、服务和客户的数据就是其动力燃料。但是，为什么像杰夫·贝佐斯这样著名的市场创新者，会接受公司模式中的集中决策结构、规则和行为，用它们来管理他的商业帝国中绝大部分机构，而不是研发技术，来捕捉市场模式中的分散决策的魔力？是不是亚马逊和其他数字公司的大佬（以及他们的许多小兄弟）没有意识到，他们正在开发的海量数据市场也会对他们自身产生重大影响，并迫使他们重新考虑自身的存在理由，或者至少重新思考公司的组织架构？

要回答这个问题，我们首先需要了解信息是如何在公司内部流动并转化为决策的。随着时间的推移，新工具和新方法是如何帮助公司在结构上不断完善的？

技术创新推动公司创新

公司可以扮演很多角色，包括作为一个法律实体来筹集资金、控制风险。借助公司，我们可以把管理权从所有权中分离出来。但是，在本书的语境中，正如我们之前所解释的那样，公司与市场一样，是一种使人类能够合作的机制。与市场一样，公司的目标是以低成本提供合作服务。公司的设计，至少从原则上讲，也与市场一样，是为了在其不断壮大（或缩水）时能够继续高效合作。市场和公司之间的关键区别，就在于决策是如何做出和由谁做出的。市场的决策是分散的，分散在所有市场参与者身上。而在公司里，决策更加集中，局限在一个人数相对较小的群体里。决策模式的不同不但反映在二者如何处理信息的流动上，而且反映在他们如何将信息转化为决策上。几种差别交织在一起，相互作用。因此，要了解公司是如何随着数据流和数据技术的变化而发展的，就需要我们先弄清楚当下的变化是如何发生的。我们将看到一个令人震惊的反复创新的案例，它既是技术的创新，也是公司与社会的创新。

只有充分、及时、准确地从公司的各部门获得信息，公司的领导才能获得必要的“原材料”来做出决策。几个世纪以来，这种认识一直在推动有效的报告方式的发展，尤其推动了财务核算法的发明。这些方法的重要性经常被公众忽视，而它们是企业崛起和成功的关键因素——至少与大规模定制和全球化同等重要。最初，报告只提供关于公司财务状况的数据，但随着时间的推移，报告范围扩大到公司活动的各方面。

报告的目的将会从公司要对过去负责，转变为公司利用信息对未来进行战略规划。要实现这种转变，对当前发生的事情我们必须要有一个全面的了解。数据取代了直觉，对理性管理的渴望取代了对特殊决策的依赖。虽然这里的重点是信息的流动，但最终的目标当然是更好的决

策。

在公司成立之初，关于商业活动的内部报告都是叙述性的，都是讲述交易中发生的事情。报告的形式或是本人对合作伙伴面对面地讲述，或是通过书面的日志讲述。第二种形式的应用已经越来越广泛。这些“讲述”几乎很少包含大量的数值计算，因为大多数早期的数字体系都过于复杂和烦琐，即便是很简单的算术运算也需要很长篇幅来描述，从而难以被理解。阿拉伯数字的广泛应用改变了这种状况，为商家提供了一种标准的、易于阅读的语言，使他们可以用来表达原材料、库存、销售和现金储备的情况。

报告制度与会计制度

雅各布·索尔在其所著的会计史 [2] 中指出，公司内部报告制度之所以会出现，是因为公司的领导们意识到，当流向他们的信息更多时，他们能更好地控制企业的各项活动。美第奇、巴迪、佩鲁奇等意大利商人家族在经商方面所获得的巨大成功，就是最好的证明。他们是大家公认的15世纪欧洲最伟大的银行家。老柯西莫·德·美第奇是在1429年他父亲去世后接管家族企业的。在柯西莫子承父业时，复式记账法已经不再是新概念。所谓复式记账法，就是要求每一笔商务交易作为流入或流出的价值，都应该在财务系统中登记两次。事实上，佛罗伦萨的所有商人都需要保留这样的记录，以便计算税额。但是那时候记账被视为对国家的义务，而不是企业内部控制的工具。柯西莫扭转了这一局面，他将记账转化为一种强有力的信息监督工具，使其成为公司日常业务的必要组成部分。他坚持从每个部门得到定期、严格的信息报告，这些信息被浓缩成一套简化的账册，以方便他发现错误和不一致的地方。每个部门的负责人还要同意接受每年一次的审计，审计由柯西莫在他的直接部下的帮助下完成。柯西莫是一个精明的商人，他成功的秘诀在于，他可以一边待在他佛罗伦萨舒适的豪宅中，一边利用由财务产生的信息流动，来控制他的金融帝国。

在接下来的几十年里，他扩大了业务范围，在欧洲各地设立了数十家分公司，并招募了很多代理商，包括位于遥远的布鲁日和伦敦的办事处。他的成功并不像人们长期以来所认为的那样，即因为他让自己的亲戚掌管远方的业务，通过紧密的、自利的家族关系，来确保其工作的忠实与忠诚。与此相反，美第奇家族在柯西莫的领导下之所以能走向繁荣，是因为他对公司的账目保持了个人控制，因此他对关键的信息流保持了控制，并使其天天更新，时时平衡。

这种财务制度有几个优点。它要求“账本”始终保持平衡，这样，制表错误就更容易被发现。商人们也可以通过寻找数据中的差异来监视他们的代理商，发现他们是否在试图盗用资金或隐瞒其不良业绩。通过财务报告，公司的负责人可以确定代理商到底做得好还是坏，并据此采取行动。这虽然只是财务的清算，但良好的财务制度也会为稳定的信息流动奠定基础，使企业能够显著扩大业务规模和范围。

在接下来的几个世纪里，复式记账法并没有成为大多数公司的规范。柯西莫之后的美第奇家族成员，还有其他富有的意大利商人的后代，抛弃了财务报告的做法，转而追求更加“有知识分子味道”的东西，比如政治和艺术。会计学被认为是低于他们的精英地位的。当时，关于现代公司制度的观念还处于起步阶段，在许多公司，包括由欧洲的几大皇室家族出资创办的著名的东印度公司中，高管们更加关注的是股票价格和市场投机，而不是内部控制、内部效率，以及创造稳定的利润。大多数公司可能会保留一套基本的账簿和分类账本，在应对法律要求时会平衡一下账目，但账目往往并不准确。在有些情况下，这些账簿是“经过加工的”。为了保证投资者的资金滚滚而来，他们有意掩盖了公司的财务问题。与柯西莫不同的是，许多公司的领导者还没有意识到，财务报告可以为他们提供源源不断的关于企业内部运作的重要信息。在某种程度上，这也是因为财务记账的先驱者，当时几乎毫无例外地只专注于现金流：美第奇家族成员和当时的其他意大利商人主要是银行家。他们虽然做商品交易，但更主要的是做货币交易。直到18世纪，一位名叫约西亚·韦奇伍德的年轻英国商人开始研究生产成本，人们才意识到会计学的全部潜力。

韦奇伍德是靠陶器闯出名声的。他的工厂生产的产品得到英国贵族的青睐，包括夏洛特女王——女王允许他向公众出售名为“女王陶器”的图案。尽管产品有这样的美誉度，韦奇伍德却没有赚到钱。他的账目一直做得很好，所以他清楚，他的材料和劳动力成本几乎等于销售额。但是记账簿并没有告诉他原因。因此，他开始分析其生产和分销业务的每

个环节，并记录每个环节的成本，在此过程中他发明了综合成本核算法。有了这些信息，他就可以确定哪些资源被浪费了，哪种模式下需要的人工过多，哪些产品可以获得最高的利润率，所以他可以通过分析和分配来持续降低成本，增加收入。

简言之，韦奇伍德将过去的财务信息流转化为商业规划的战略工具，并借此为未来做好准备。综合成本核算法的使用，大大改善了以决策权威为核心的公司的业绩。19世纪，报告制度和会计制度更进一步成为使公司内部的信息流动形式化和标准化的重要工具。这两种制度作为人类合作的高效方式，极大地促进了公司的崛起。公司上市发行股票是控制风险和积累资本的一项重要创新，而人口的增长以及贸易的全球化又给企业提供了扩大规模的机会。通过全面的报告，公司的领导者可以获得足够的信息控制，以引导公司走上可持续盈利的道路。

当然，这种控制需要的不仅仅是正确的科技和相关的会计人员，而且至少可以算作同样重要的是，组建和培训公司骨干队伍。骨干人才要诚实、勤奋，他们的任务就是做好准确的记录，报告比较的结果。会计师是公司崛起的无名英雄：他们的任务往往是费力不讨好的，而且常常是重复单调的，他们发挥创造力的空间极其有限。事实上，在公司财务人员想要发挥创造性，试图模仿公司其他部门进行创新时，他们的出发点很少是公司的长远利益。公司的效率提升依赖于诚实、准确的报告。

泰勒式科学管理

然而，如果一家公司的最高决策者不能认真对待报告制度，那么这世上的任何报告都将没有价值。汇集信息流与集中决策，并使它们成为全面控制的工具，是公司这个组织的核心理念。我们要想使这一理念发挥全部潜能，就需要使理念深入到企业的内部运作中。这种广泛的报告形式始于19世纪90年代，当时美国工程师弗雷德里克·温斯洛·泰勒创建了一种新的思想流派。今天，人们提到泰勒，主要想起的是他倡导收集工厂中每项任务的微小细节。尽管这样做有时是有效的，就像他在伯利恒钢铁公司所做的那样，但是“泰勒主义”经常会被员工憎恨，他们觉得量化人类劳动每个方面的做法，使工人变成了工厂主机器里的齿轮。但是泰勒关心的不仅是加快生产线上工人的动作，而且他认为，对于他称之为“科学管理”的这样一种新型组织领导方式来说，公司的综合信息流动及其处理才是至关重要的。当然，信息的流动和处理是以报告制度、会计制度以及其中最重要的比较计算为基础的。泰勒坚持认为，这种严格的制度可以而且应该教给每位刚刚起步的经理。在大规模生产的阵痛中，他发现有一群人热切渴望他能够把提高效率的控制路径编写成一套教材。他的想法后来成为哈佛商学院工商管理硕士学位课程的基础。

新科技使泰勒的科学管理所需要的大量数据得以收集和传播。为了帮助公司决策者更好地采集和管理数据，赫尔曼·霍尔瑞斯发明了打孔卡片制表机，并创立了制表机器公司。当霍尔瑞斯向各公司兜售这项发明时，他们提出的需求可不仅是一个简单的计数器，他们需要的是与公司目标一致，能够提高利润的信息。霍尔瑞斯为他最早的客户之一纽约中央铁路公司，创造了将多个卡片上单个字段中记录的数字相加的能力。这使得中央铁路公司能够有效地审计数以百万计的货运单，以确保公司可以正确地向客户收取费用。货运单上提供了火车的货运量，以及

货物被火车运输的距离。同时，这些数据也可以用来识别理想的货运客户。很快，许多企业高管都急切地想要寻求打孔卡片制表机的帮助。打孔卡片制表机成了电脑的前身，而霍尔瑞斯的公司后来变成了IBM（国际商业机器公司）。

泰勒式科学管理使公司的信息收集与处理活动大幅增加。企业领导者正在积极地致力于创造更好的信息流动，也正是这一点促使亚马逊的杰夫·贝佐斯要求公司高管收集、分享大量数据，并且要求他们对这些数据负责。但科学管理也要求公司管理者处理并理解这些数据流，从而使他们不得不面对信息过载的威胁。

下放决策权

随着越来越多详细的信息流向权力中心，公司必须确保这些信息能够转化为正确的决策。这一直是一项特别依赖人力的任务，技术工具在这方面用处有限。这样，企业决策水平的提高就依赖于公司的创新，比如，管理者想办法将任务分散到更多的个人身上。通过制定标准决策的指导方针，即便有越来越多的人参与决策，决策的一致性也能够保持。选择公司的领导者并对他们进行培训，使他们成为优秀的决策者，这个做法也可以帮助我们满足将不断增长的信息流转化为决策的需求。这些做法以及其他类似的策略，大大改善了公司的决策过程。这些策略很有力度，但它们也有弱点：过度下放决策权会降低一致性。为了预防这些问题，公司需要采取进一步的措施——建立更加复杂的有针对性的组织机构，以适应特定的公司及其环境。与报告制度的创新不同，在改善公司决策过程方面，没有简单、轻松的制胜方法。

当然，最简单的策略，就是将一些决策权按照不同级别下放。这不仅是把决策权分配给了一个更大的群体，而且是将决策权进行了分类，让部门问题在部门内部解决，只把最重要和最普遍的决策问题交给公司高层。但是决策权下放会有一个微妙的平衡点。一方面，如果决策权下放得太多，公司高层的决策负担虽然会减少，但是公司的效率也会降低。另一方面，权力下放得太少，高管们的负担就会过重。不过，如果能做到恰到好处，权力的下放再加上适当的信息流动，就可以让公司顺利运转。

我们可以回顾一下通用汽车公司的发展历程。通用汽车公司初创时制造的是马车，20世纪初期，它是美国最大的马车制造商。公司创始人威廉·杜兰特在苦苦挣扎的别克汽车公司那里发现了商机——别克汽车

公司制造了最早的内燃发动机，于是杜兰特决定买下它。然后他又收购了另一家羽翼未丰的汽车制造公司，之后又收购了一家。1920年，通用汽车公司已经成为一家企业集团。小公司一家接着一家加盟该集团，却没有人考虑如何将这些公司整合在一起，也没有人考虑如果不是通过杜兰特本人，公司内部信息将如何传达给关键决策者。最终，尽管通用汽车公司在规模和经营范围上更占优势，其汽车生产线却完全败给福特公司的T型车。杜兰特很不光彩地被公司的投资者强迫出局，投资者聘请了一个外部咨询师来“评估通用汽车的管理效率”，结果他们发现：公司所有的信息、决策以及金融资源都要通过杜兰特本人来传达给其他人，他的这一做法使公司在1920年经济严重衰退时期，几乎陷入瘫痪状态。随着杜兰特出局，问题也迎刃而解。

杜兰特的继任者、工程师艾尔弗雷德·P.斯隆，是一位天生的组织者，到任后他立即开始着手提高公司的运营效率。斯隆没有对生产线进行改造，而是集中精力优化信息流。斯隆通过加强财务管理等核心职能，来改善数据收集的状况。过去，经销商的销售报告与规划需要逐级报告，才能抵达他的办公室，于是斯隆聘请了一家外部公司来收集相关数据。

斯隆将这个庞大的公司划分为不同的部门，每个部门专注于市场的一个独特部分，同时他把决策权下放给负责每个部门的主管。这种做法极大地简化了通用汽车公司的信息处理程序，因为每个部门的经理只需要消化他们特定细分市场的数据就可以了。

不久，通用汽车公司取代福特公司成为美国最大的汽车制造商。斯隆的书《我在通用汽车的岁月》成为管理圣经。《哈佛商业评论》的一项研究指出，通用公司的财务控制“提供了清晰的、标准化的、经常性的业绩信息”。研究还指出：“在这些工具的帮助下，高管们可以利用最新信息做出决策，从而减少了个人忠诚或个人偏见的影响。”通过权力下放来改善信息的流动效率，同时减少决策的瓶颈，这是通用汽车公司

成功的原因。

第二次世界大战后，福特公司开始效仿通用汽车公司的策略，雇用了一系列数据高手。曾被称为“长腿的IBM机器”的罗伯特·麦克纳马拉就是其中之一，他最终被任命为福特公司的总裁。在战争期间，麦克纳马拉曾为美国军队节省了数十亿美元的采购成本。麦克纳马拉为福特公司带来了现代信息管理制度。他充分认识到，与霍尔瑞斯的打孔卡片制表机相比，人类认知的局限性非常大。麦克纳马拉在福特任职期间，以及后来作为美国国防部部长和世界银行行长，始终都专注于与人脑无法处理的大量信息做斗争。他毫不留情地简化数据，降低数据复杂性，使数据更易于人脑分析处理。麦克纳马拉对简化信息的专注堪比市场参与者对价格的关注。

麦克纳马拉的努力有时会因为缺乏实时、全面的数据而受阻。员工的报告和打卡信息需要阅读和分析，而简化的衡量标准却不能捕捉到所有信息。多亏了数字计算系统，到20世纪70年代，越来越多的公司可以整合各种各样的数据来源，将财务系统和人力资源、生产、库存管理和销售等报告系统集合到同一个数据库中。这种系统被称为企业资源规划系统（ERP），它由德国初创企业思爱普（SAP）首创，它为管理者提供了比以往任何时候都更能全面掌握信息流动的工具。

标准操作流程和检查清单

在决策权下放时公司面临的最大挑战，是确保信息向权力中心流动，同时集中决策的优势不会丢失。也就是说，要在公司上下整体信息需求减少的情况下，确保公司决策的连贯性。新的管理者 [3] 通常是远离公司权力中心的，他们必须接受培训，以做出与高层领导者一致的选择。如果新的管理者做不到这一点，他们发出的“杂音”就会导致公司效率低下。

有些历史悠久的管理策略可以帮助我们避免这种“杂音”，包括建立标准操作流程（SOP）和其他指导公司决策的规范手册等。在某种程度上，这些规则可以通过给予员工明确、全面的指导，比如教会他们在一系列特定情境下如何做出决策等，来传达自上而下的信息。这将确保领导者的决策方法在整个公司都能得到一致的应用。但是同样，这种标准化的目的是减少必须提交给公司领导层的问题数量。这些通用规则的制定使决策权的下放更加便利。一个流行的信息处理工具，检查清单（checklist，本质上就是SOP的简化版本），提供了与此类似的决策优势。飞机上的检查清单已被证明可以大大减少飞行员的操作失误，特别是在高压的情况下。哈佛医学院教授阿图·葛文德表示，医护人员在医院重症监护病房使用检查清单，可以大大降低患者的感染率。按检查表上所有的方框做检查，人们可能会感到很乏味，但是它可以让我们做出更好的决策。在日常环境中，检查清单和标准操作流程可以起到很好的作用，因为相关问题在很大程度上都是事先预料到的，每次的结果都是相同的，或者几乎相同。

有些公司，特别是那些员工流动率相对较高的公司，对标准操作流程战略采取了进一步措施，它们将一些规则和程序嵌入公司的工具和技

术中。例如，安全操作一台焊接机，要求我们必须先手动关闭一个防护屏，这样我们就可以先将一个传感器连接到焊接机上，在传感器确认防护屏已经关闭之前，机器将无法启动焊接功能。[4] 随着机器变得越来越精密，可编码的规则也变得越来越复杂。但是与标准操作流程相比，下放决策权的能力是受到可预测性的限制的。基于机器的规则只适用于已经被详细研究过的常规任务。

这些信息处理策略可以千变万化，那些远没有那么严格的策略也是如此。每个公司的领导者都需要采用这些策略，来将决策权下放到下级手中。他们既要减少自己的信息负担，也要让整个公司保持一致性，将公司牢牢地控制在自己手中。他们希望在这两点之间找到正确的平衡。这就是阿尔弗雷德·P.斯隆在通用汽车公司所做的事情：平衡集中决策和下放决策。斯隆将其称为“协调控制分权法”。

20世纪末，公司的决策者掌握的信息比以往任何时候都更多了。这是一个令人惊讶的飞跃，它开始于五六百年前记账簿的实践。建立和保持全面的信息流动，已经成为良好管理的基本原则。正如亚马逊的案例所强调的，即使是数字宠儿，也要坚持那些管理信息流动所需要的，或者正在尝试的，或者已经确信的理念。

当然，公司仍然存在一些不正确和不完全的信息。有时候，即使是最重要的信息，也可能无法到达决策者那里，不论是因为员工的恐惧，或者群体思维，还是因为在有些情况下，可能根本没人在乎这件事。但总体来说，公司已经成为一种人类高效合作的最佳模式。作为一种可供选择的合作机制，公司的重要地位与市场已经相差无几。公司获得了效率红利，但是这些红利大部分已经被吸收，要获得更多的红利，公司以后还需要专注于提高其高层决策者的信息处理能力。然而，在这个问题上，公司将要面对一个更大的挑战：人类认知的局限性。

提高企业决策者的决策能力

正如心理学家丹尼尔·卡尼曼和阿莫斯·特沃斯基在他们所创建的研究体系中所指出的那样（这个研究体系推动了一个新的学术领域——行为经济学的建立），人类受到一系列基本认知局限的困扰，这些限制削弱了我们做出良好决策的总体能力。我们在价格方面已经觉察到了这一点，而实际的限制范围远不止于此。例如，我们通常都会不自觉地将新信息与我们容易想到的信息进行比较，借此来对新信息做出评估，这就导致我们很可能会高估发生戏剧性事件的可能性，比如飞机失事。此外，与维持现状相比，我们更倾向于低估做出改变的好处。与未知的事情相比，我们更喜欢已知的事情。公司改善高层决策能力的一个更大的挑战是，人们并不是以完全相同的方式受到这些偏见的困扰。我们中的一些人比其他人更容易受到某些偏见的影响。在市场上，各类决策者更容易使认知局限缩小（但他们绝不会消除局限性）。相比之下，在公司里，集中决策的做法则会使认知局限放大。

要提高公司的决策能力，就必须提高决策者的认知能力。这可能做到吗？也许有人会说，公司可以选择那些不太可能在决策过程中出现认知偏差或类似错误的人来担任领导职务。确实有证据表明，我们中的一些人在评估信息时，在某些方面可能比其他人做得更好。研究表明，男性比女性更有可能表现出确认性偏差——更喜欢找出或者更重视那些可以证实自己已有信念的信息。比起受亚洲文化熏陶的人，来自西方文化背景的人更容易出现基本的归因偏误——相信别人的表现和行为源于他们的个性与性格，而不是来自更大的文化或环境。但是，这些相对而言的不利因素，通常不会集中在一个人身上，每个人都会有自己经常出现的偏差。智力和认知偏见之间也没有直接的关系，至少在我们所谈的此种情况下，聪明并不一定会让你更擅长做出决策。因此，在选择公司的

领导者时，没有一种万无一失的方法，可以让我们找到那样一个能够神奇地克服所有人类认知局限的人。我们无法通过选择，来逃避美国管理学家赫伯特·西蒙所提到的“人类理性的局限性”，也就是说，人类做出最优决策的能力有限。

另外一个弥补的办法，是公司可以采用领导小组制。被聘用的小组成员在认知优势上必须互补，这样整个团队的认知偏差就可以减少。但即使这样做是可行的，我们也不清楚团队成员各自的认知优势，是否能保证他们在担负其他责任时不会出现疏漏。毕竟，公司的领导者也需要担负激励和鼓舞员工、研发产品与服务、与客户和股东进行沟通等责任。作为公司领导者，个人魅力、专业知识和充沛的精力也是其决策能力的重要组成部分。我们如果选择领导小组成员时，将注意力过于集中在一个人的信息分析技能上，就不能保证这个人在其他角色中的表现。

一些公司一直在寻求提升各级管理者决策能力的方法，但收效甚微。公司会雇用、提拔商学院毕业生，以及一些管理培训项目的毕业生，因为公司觉得他们应该学习过如何将信息转化为决策，如何更少地受到认知偏见的影响。一些研究显示，针对某项决策的明确反馈可以减少认知偏见。这就像飞行员知道机翼没有打开，飞机就没有足够的升力起飞，或者医生知道使用某种药物，就可以使病人的血压降低一样，准确无误。但是，按照这种反馈做出管理决策的情况是非常少见的。

探索法可行吗？

在过去的十年里，关于如何改善人类决策的另一种观点，开始吸引人们的注意力。这个观点认为，只要我们跟着自己的直觉走，坚持使用一些简单的探索法，或者始终遵循经过反复试验的便捷方式，在信息处理上，其实我们人类没有那么糟糕。探索法的支持者，包括马克斯·普朗克研究所（Max Planck Institute）人类发展研究中心主任、畅销书作者格尔德·吉仁泽。他们并不否认那些能够证明决策偏差存在的广泛证据，但他们认为行为经济学家精心构建的实验是脱离现实的。

这个批评是合理的。几乎所有科学实验的目的，都要减少所涉及的变量，从而梳理出因果关系。很多心理学实验也都以二元选择为主。但是真实生活鲜有如此黑白分明的时刻。根据吉仁泽的说法，人类已经开发出了自己的信息过滤器，以“保护我们不受处理太多信息的威胁”。他说：“答案不是要找到弥补我们认知局限的方法，而是要依靠我们已经成功利用了数千年的‘内在感觉——直觉’。”

你如果是一位高管，每天都要做很多既重要又非常不同的决定，那么这个方法对于你来说可能会是一个很诱人的选择。别再想通过分析信息来获得更深入、更丰富、更详细的理解了，别再惦记世界的复杂性了，让我们为简单的直觉欢呼吧！对信息一无所知也同样值得欢呼，依赖你的直觉比处理信息过载更快更省钱。吉仁泽的建议得到了相当多的公司领导者的拥护，这并不令人意外。2014年的一项调查显示，约有3/4的公司高管相信决策时的直觉；甚至有2/3自称“数据驱动型”专业人士的人，也表示他们很重视自己的直觉，尽管他们“在做出决定之前会尽可能多地收集并分析（信息）”。比起选择花费大量时间分析信息并将其转化为决策，谁不愿意选择那个既便宜又简单的方式呢？谁不愿意

不用付出很大努力就可以取得成功呢？

探索法的根本问题，与中世纪放血法的问题如出一辙。只要没有更好的选择——如果一个人不能全面地收集信息，处理信息，并将其转化为适当的决策，我们就试试这种方法。但是就像婴儿在学会走路后就会放弃爬行一样，最终每一个次优的解决方案都会被我们真正想要的方案取代。如果我们从启蒙运动中学到了什么，那就是无知绝不是好事，最多只能算作一个应急措施，它提醒我们还要更加努力。所以探索法没能给我们提供一个简单的解决方案，来帮助我们面对企业的认知决策挑战。

海量数据让公司面临挑战

在过去的几个世纪里，公司确实改善了其内部信息的流动情况，并将其转化为一种强大的组织创新手段。这不仅为公司在基于货币的市场上带来了竞争优势，而且为其在信息简化方面带来了优势。但是在将信息转化为决策方面，我们并没有取得同样的进步。这不是因为公司没有尝试这样做，而是因为人类认知的局限性。权力下放、标准化（通过标准作业程序等）、选择（正确的员工），甚至是探索法，能起到的改进作用也就这么大了。由于我们已经收获了信息流动的果实，下一步的发展必然来自决策能力的改进，这就将更具挑战性。杰夫·贝佐斯选择将亚马逊塑造成一家比较传统的公司，如此做法也说明了决策改进是多么大的一项挑战。尽管我们现在已经进入数字时代，但传统的层级管理结构依然是公司最高效的选择。

海量数据的出现彻底改变了这种局面。可以用来加速我们所做事情的数字工具，也可以帮助我们重新组织社会合作机制。通过使用尖端的以数据为核心的工具，市场参与者可以大大提高自己找到最优匹配的能力。这不但有助于市场机制与公司机制在竞争中保持平衡，而且对市场更加有利。随着市场的发展，在货币市场转变为海量数据市场的过程中，传统公司是否是最大的输家？公司能否利用同样的数据驱动工具来处理自己的信息过载问题，以减少相关的决策数量，升级经营决策，并且像市场一样，从数据时代中受益呢？

问题的答案是：公司不会达到与市场一样的程度。我们在接下来的章节中会做讨论。这并不意味着公司没有未来，但它可能会促使许多公司重新评估自己的组织方式。那些受到来自数字颠覆者的巨大压力的传统公司，可能会是第一批实现转变的公司。不过，随着时间的推移，即

使是杰夫·贝佐斯，可能也不得不重新思考，如何经营亚马逊才是最好的。

---

[1] 最近一项研究显示，研究员通过分析员工长期在企业办公管理系统中和其他员工互动的信息，就可以较精确地预测员工的长期表现，包括升职和离职。读者可以参考研究论文：J. Yuan, et al., Promotion and resignation in employee networks, Physica A 444 (2016) 442。——译者注

[2] 参见雅各布·索尔著，《大查账：财政责任与国家兴衰》（The Reckoning：Financial Accountability and the Rise and Fall of Nations）。——编者注

[3] 按上下文理解，作者应该指的是公司中层管理者，而非公司高管和董事会。——译者注

[4] 这种“标准化”最有代表性的例子，是医疗领域中应用的临床路径（clinical pathway），即针对某疾病建立一套标准化治疗模式与治疗程序，最终达到规范医疗行为的目的。很多医院的信息化系统也是按照临床路径设计的，这类似于确认防护屏关闭，医生如果没有按照临床路径的标准操作，就无法进入到下一步。这种方法对于医疗资源缺乏、医疗水平较低的区域来说是有利的，但也有业内人士诟病说，这种方式会压缩高水平医生面对非常见病例时的自主发挥空间。——译者注

第6章
公司的未来

2016年12月26日，对于保险理赔员来说，是一个带来坏消息的日子，尽管他们中的很多人并没有意识到这一点。这个令人担忧的消息，悄悄地隐藏在总部位于日本东京市中心的日本寿险巨头富国生命保险发布的一份新闻稿中。该公司宣布将使用IBM开发的一款机器学习系统——沃森[1]，来评估保险理赔。公司乐观地断言，用这种方法，“工作流程负担可以减少大约30%”。几天后，日本最知名的报纸《每日新闻》做了这样的报道：聘用沃森将使富国生命保险的理赔部门裁员1/3左右。

几个月前，在位于地球另一侧的德国斯图加特市，汽车制造公司戴姆勒要求员工放弃他们一直在使用的传统办公室，但原因与富国生命保险完全不同。戴姆勒的首席执行官迪特尔·泽谢宣布对公司进行彻底重组。作为梅赛德斯–奔驰的母公司，戴姆勒是德国企业保守主义的象征，也是自上而下的传统管理文化的象征。重组的目标是要让6万名员工——约占戴姆勒全球员工的20%，在一年之内，做到脱离以前的报告体系，到公司各部门之外去运营。戴姆勒没有解雇自己的知识雇员，这些员工将组成多个灵活的团队，管理结构也比过去扁平。

泽谢身材高挑，拥有电气工程教育背景。他浓密的胡子和幽默感让他很容易被认出来。面对像特斯拉和中国电动车品牌这样的新竞争对手可能带来的行业颠覆，面对自动驾驶等科技进步带来的可以改变游戏规则的挑战，戴姆勒发现自己与网约车等新商业模式正好走在相反的道路上。于是，泽谢决心将公司转变为初创模式。泽谢解释道：通过效仿谷歌等成功的互联网巨头的组织结构，戴姆勒将“用跨职能和跨学科的团队来补充其等级管理金字塔，并最终取代它”。戴姆勒的目标是鼓励更快速的创新，实现这一目标的关键是彻底改善决策能力，泽谢说：“目前，我们的决策层级多达6层。我们希望到2020年，公司对每个问题的决策只需要经过2层。”

效率红利

富国生命保险和戴姆勒代表了公司对由市场驱动的数据革命的两种截然不同的反应方式。但是，两种不同策略的目标是一致的：拯救公司。两家公司都没有陷入恐慌，它们的主营业务状况良好。然而，两家老牌企业都早于其他竞争者意识到，当市场从根本上发生变化时，公司也必须改变。

富国生命保险的战略以自动化为中心，利用数据驱动的机器学习系统来做以前由白领员工做出的决策。而戴姆勒采取了另一种策略：精简管理决策流程（同时继续保持汽车生产的快速自动化）。这两种策略的目标，都在牵制新老竞争对手的同时，保护公司不会受到市场的打击——今天的市场已今非昔比，经过大幅改进后，它已经底气十足。有趣的是，戴姆勒选择的武器，恰恰来自市场自身的“兵器库”。但是，这个武器好用吗？

公司只要能比市场更高效地组织人类活动，它就能够存在。公司的运营效率只要高于它的竞争对手，它就可以经营下去。因此，公司应对市场复兴最明显的策略，就是提高自己的效率。这是富国生命保险使用沃森的关键原因。

基于同样的道理，很久以前，公司就开始用机器代替人类劳动——从蒸汽机到工厂机器人。这种战略在工业革命前就已经出现，比风车取代人类磨面，或者印刷机取代抄写员还要早得多。事实上，古人发明（或者发现）的车轮，可以大幅提高人类运送货物的效率。18世纪，随着约翰·凯的飞梭和詹姆斯·瓦特的蒸汽机的应用，选择使用机器提升效率的策略得到进一步加强。最初，机器使用的效率通常只是略高于人力，因为使用机器需要大量的机构支持（例如适当的法律、金融工具

等）。但随着时间的推移，各种改进（包括组织变革）纷至沓来，公司的效率飞速提升，最终机器几乎成为所有领域不可或缺的一部分。通过优化公司内部的每个流程，无论“泰勒主义” [2] “六西格玛” [3] ，还是“精益管理” [4] ，它们都可以实现类似的效率提升。

关注效率是否是一个合适的策略？这在很大程度上取决于两个重要因素。第一个重要因素是效率。一个可能会被淘汰的行业是否存在效率低下的问题？例如，由于传统的航空公司的商业模式非常浪费资源，更高效、低成本的航空公司就会占据航空旅行市场的大部分份额。相比之下，现代大型连锁超市的运营效率则要高得多，新加入者（数字初创公司Webvan、美国的生鲜电商等，就败下阵来）就没有太多机会去颠覆它们。当然，我们不仅要了解某特定行业是否可以通过提升效率获得机会，而且要了解某特定公司是否可以通过关注效率来提高自己的相对地位。大多数传统航空公司都能够意识到自己效率低下的问题，而且能够看到捷蓝航空和瑞安航空等低成本航空公司的商业模式的优势，但是，它们缺乏改革自身的能力。其中的原因是多方面的：从现有的责任约束到僵化的组织结构，等等。

第二个重要因素是时间。提高相对效率常常带来暂时的优势，因为其他公司最终会迎头赶上。这就是为什么那些在商品生产成本上竞争的公司，通常会在结束上一轮成本节约的同时，就开始新一轮的成本节约。随着时间的推移和效率低下状况的改善，自动化、流程效率和其他推动削减成本的措施，会使边际效用逐渐减弱。长远来讲，提高相对效率很少会一直成功地持续下去。但是话说回来，从长远来看，大多数商业策略也都是如此。成功的秘诀通常是不断适应环境，以及在任何特定环境下，公司都能对合适的策略做出选择。

考虑到这些限制因素，富国生命保险向沃森的转变实际上是一个相当传统的选择。但这并不要紧，因为保险行业的效率相对较低：大量的书面材料需要处理和传阅；作为劳动密集型行业，保险业的自动化程度

非常有限。保险公司的盈利能力取决于设置适当的保费，高效地评估理赔需求，但是这些决策，即使相当简单，也还没有标准化到能够很容易地实现自动化——直到像沃森这样的由复杂数据驱动机器学习系统的到来。从这个意义上讲，今天的保险业就像瓦特的蒸汽机发明之前的钢铁生产业。

让文书工作实现自动化，富国生命保险的这种做法很可能会为其带来丰厚的回报。公司在安装沃森的前期投资中花费了170万美元，每年的维护费用估计在13万美元左右，富国生命保险的目标是每年节省大约110万美元的员工工资。公司在两年内的投资回报要远远高于制造业的重型机械自动化的投资回报。富国生命保险承认，公司仍然需要经验丰富的员工来检查和批准新系统所提出的决策方案，但它已经在考虑安装另一套机器学习系统，来执行这种复查工作。

几十年来，科技专家一直宣称，人工智能将取代人类的知识工作者。这似乎一直是可能发生的事情，但这件事很少真实发生。即使是保险公司的日常文书决策流程，也没有足够标准化和简单到可以通过基于固定规则的人工智能来实现自动化。但是，人工智能已经从基于一般规则的系统，进化到通过大量数据进行训练的机器学习系统。随着富国生命保险使用沃森，日常理赔决策的自动化已经到了正式起飞的时刻。人工智能自动化决策已经到了技术的临界点。从此以后，常规决策的自动化将全面展开，不仅是在保险领域，而且会在其他各领域展开。正像亨利·福特通过汽车制造过程自动化来削减成本一样，富国生命保险通过保险理赔过程的自动化来降低成本：不同的领域，相同的想法！而且，像福特一样，富国生命保险将从自动化中获得效率红利，从而提高其竞争地位。

管理决策自动化

有人可能会问：自动化为什么不一路前行？为什么自动化只能停留在办公室文员这样的岗位上？为什么不能把它扩展到中级管理层，甚至是最高管理层？使用机器学习系统来辅助管理层决策，并将人工智能提升到高管级别，这真是一个有趣的想法。

桥水基金公司，全球最大的对冲基金公司，将很快做到这一点。桥水基金公司计划建立一系列机器学习系统，这些系统不仅将为其1　600亿美元的资产选择投资机会，而且将做出一般的管理决策，比如聘用、提拔、解雇人员等。桥水基金的传奇创始人兼首席执行官瑞·达利欧因对数据的热情而闻名，他的目标是到2022年让公司所有管理决策中的3/4实现自动化。基于公司掌握数据的方式，桥水基金公司比大多数其他公司更适合构建这样的系统。多数公司通常不会将其决策过程转化为数据（它们最多会记录这些过程的结果），但是桥水基金公司的做法大为不同，它一直在不断地补充其丰富的数据流。作为未来数据挖掘的材料，大多数会议和业务对话已经被记录在案；员工们也经常需要对他们的同事的表现做出评价。

为了让所有这些数据发挥作用，达利欧聘用了研发高手戴维·费鲁奇。2011年，费鲁奇曾带领沃森获得电视节目《危险边缘》益智问答的胜利。费鲁奇是桥水基金公司中一个名为“系统化情报实验室”项目的负责人。这个项目的主要任务是开发名为PriOS的综合管理软件系统，该系统可以提升桥水基金公司的决策能力。在某些情况下，PriOS系统反而会增加而不是取代人类的决策，但其最终目标，是将人类的作用贬谪到仅为系统设定决策标准的地位。

投资银行中那些需要数据理解和算法友好的领域，已经做好了接受

人工智能的准备。这并不出人意料。但是，这样的趋势同时也正在向其他一些不那么显著相关的领域扩展，其中包括传统的家政服务。举个例子，想象一下，由一个机器学习系统来负责为一家专门照顾老人的公司做出战略决策，会是什么样子？一个手头有足够数据的机器人主管，高效且自信地管理着一个照顾老人的大型团队。它可以应用整体分析来安排周末轮班；它绝不会忘记为某些病人预留出额外的时间；它还可以在紧急情况下迅速定位并通知附近的看护者。机器人主管不会因为个人情感而偏袒某员工或某客户，所以它的决策偏差更少。

我们还可以想象一下，有这样一家小型建筑公司，它拥有一套决策辅助机器学习系统，此系统正在考虑是否再购买或租赁更多的挖掘机。公司创始人鲍勃通常会根据自己有限的信息，以及自己的直觉做出决定。他可能会产生决策偏差，因为他喜欢那些崭新的挖掘机闪闪发光的外观，或者，他可能根本无法看到挖掘机超出每天租金以外的价值。与此相反，机器学习系统会从公司的订单和会计系统中汇总数据，补充关于挖掘机的可预测维护成本信息，以及本地经济趋势信息，然后它得出结论：“对不起，鲍勃，恐怕我不能支持你购买这台神奇的卡特彼勒牌履带式挖掘机，尽管我知道它的性能评价极其出色，在网络论坛上设备迷对它也是好评如潮。”

公司内的数据流有限

随着由数据驱动的机器学习系统的启动和运行，最终，那些蒸蒸日上的公司雇用的管理者会越来越少。自动化最终会走进公司的每个角落，包括公司的决策领导层。但是将决策自动化推进到管理领域，仍存在一个根本问题。市场上的直接交易决策都是大同小异的：我们将自己的偏好与他人的偏好进行比较，然后决定是否交易或者与谁交易。具体情况可能会有所不同，但是市场参与者每次参与市场交易时，都会遇到这种决策。与此相反，企业高管所面临的却是各种各样不同类型的决策。因此，在拥有综合偏好数据的海量数据市场中，我们可以利用这些数据来训练决策辅助系统，并通过系统了解相关情况。但是公司不能拥有这样的奢望，因为在公司里，类型相似的决策要少得多，所以一个特定类型的决策所能使用的数据就相当有限。

由于高管们所面临的决策选择种类比市场参与者面临的要多得多（后者“只是”必须决定是否进行交易），所以机器学习系统需要处理的数据也会更多，而不是更少。更糟糕的是，即使已有足够数量的信息输入，关于决策的实际过程的数据却仍然匮乏。如果机器学习系统不知道如何评估、权衡、比较各种输入的数据，并将其转化为决策，机器学习的发展就会停滞不前，而且表现欠佳。简言之，公司中的数据细流是完全无法与市场的数据洪流相媲美的。当然，公司可以尽量多地收集相关数据，但是考虑到决策的多样性，很难想象机器学习系统会很快接管人类管理的决策工作。

拥有T形技能的人，难被取代

公司是否可以重组其内部结构，将类似的决策集中在一个管理部门，从而产生机器学习系统运转所需的足够多的数据呢？富国生命保险会使用沃森，恰恰是因为该公司的一个部门正在评估类似的理赔要求，他们有足够多的数据可以让沃森承担起这份工作。如果日常管理决策与日常办公决策没有太大区别，那么若有足够多的数据，机器学习系统是否能同时完成这两种决策呢？这与权力下放的旧理念没有太大区别——通过分散任务，人们会随着时间的推移而积累特定专业技能的经验，从而提高决策效率。因此，在越来越多的公司管理部门中，数据驱动的管理决策自动化，似乎已成为合情合理的下一步计划。

公司朝这个方向的努力迹象当然会出现。黛西智能公司（Daisy Intelligence）等数据驱动机器学习系统供应商，已经向零售商提供了一个综合的决策辅助系统工具包，以帮助它们管理库存、选择每周的特价商品、将产品安排到合适的交易厅、优化产品定价等。该系统肯定不会为夫妻店或时尚精品店做客户细分，因为这些类型的商店无法产生足够多的数据。但是对于那些销售成百上千款产品、面临激烈竞争、需要对库存和价格做出类似决定的中型零售商来说，该系统可能正是它们所亟须咨询的专业顾问。这类系统不仅可以提高日常管理决策的质量，而且将以更低的成本进行决策。那些低层级的、常规的、由专业人员驱动的、与公司的其他部门几乎没有相互依赖关系的管理决策，在有足够多的数据支撑的情况下，势必会自动化；管理者本身也将被数据驱动的机器学习系统取代。

出于同样的原因，那些没有足够多数据支撑的、非常规的，或者需要与公司其他部门进行大量合作的管理决策，在很大程度上不会受到自

动化的影响。从个体层面来说，人们通过彼此分享信息来实现与他人的非正式合作，比如讨论一下下班后喝点儿什么，比用机器人来做决策要容易得多。一个机器学习系统如果只使用某管理部门的数据，那么它根据这些数据所做出的决策，对于这个部门而言或许是一个好决策，但对于整个公司来说，这个决策多半是糟糕的。

在涉及多个管理部门的复杂决策环境中，人力资源管理者面临的困难会更少一些。他们经常能够在发挥好自己在本部门的专长的同时，运用好自己与其他部门的同事交流合作的能力。这些经理都拥有所谓的T形技能，可以将自己在某特定领域的专长（由字母T的竖条代表），深入融合到与其他领域的经理们的合作中（由字母T的横杠代表）。机器学习系统有可能获得纵向的专业知识，但是它们自身的设计阻止了它们进行横向合作。如果不能拥有可以超越本部门视野的决策者，公司就会分崩离析。这一点对于人类来说应该是一个令人欣慰的消息：作为公司的高层决策者，我们也许仍然是不可替代的，至少在机器学习系统获得通用决策技能之前会如此。通用决策技能目前还是人类独有的技能，机器学习系统需要接受关于很多不同决策的大量数据的培训之后，才有可能获得这种技能。

这个消息对于我们来说不仅只是一个安慰。了解机器学习系统的局限性，还可以让我们弄明白，一个成功的管理者需要拥有什么样的技能：未来的公司领导者不应该只想在一个领域里拥有深厚的专业知识，而要做一个典型的多才多艺的通才。这样的管理者会在许多领域都拥有相当多的知识，因此他们将有能力根据不同的环境来处理信息，把握全局，而不是只见树木不见森林。此外，未来的公司领导者还需要超越那些与决策直接相关的技能，拥有合作能力，即促进跨部门和跨学科协调合作的能力。

最后，或许也是最重要的，就是只有人类管理者才能促进更激烈的创新。这种创新不是机器学习系统提供的持续改进，而是不包含在数据

中的激进的新思想。由于缺乏人类的想象力，目前的人工智能系统还没有任何参照标准，可以用来指导处理完全未知的情形。当然，这一点最终也有可能被改变。也许我们将会意识到，激烈的创新其实没有那么激进，它只是对现有思想的延伸。或者，机器学习系统也可以通过引入随机性来模拟激进的创新。为了让机器学习系统学会创新，世界各地的专家正在积极地寻求各种策略，尽管他们所取得的成绩还非常有限。至少到目前为止，创造力对于机器学习系统来说仍是一个难题。在这个难题得到解决之前，公司仍然需要人类管理者来引领复杂的创造性破坏过程。美国著名的奥地利裔经济学家约瑟夫·熊彼特认为，创造性破坏是彻底革新的源泉。

专注于成本，还是组织结构？

富国生命保险的选择，我们称之为“选项1”，专注于成本。只有当公司能够成功地实现决策自动化与决策优化，减少开支，并永久性减少员工的规模时，这种解决方案才能生效。但是从本质上讲，选项1是将赌注押在了过去，押在了一种只会颠覆员工现有状况而非公司结构的战略上。从外部来看，富国生命保险很像一个高度数字化的公司，因为它依赖数据和最新的数字工具。但是，尽管这些工具用机器代替了人类的劳动，可是公司的内部结构（等级制度和各行其是的部门结构）并没有受到影响，有关管理决策的数据将继续以集中的方式流向公司的领导层。通才型管理者可能会在富国生命保险游刃有余，但总体而言，高度传统的指挥与控制环境将会持续下去。高管们将会注意到的一个最明显的差别，那就是机器比人类更加服从命令。

戴姆勒的战略，我们称之为“选项2”，是不同的。这家高端汽车制造商没有把重点放在机器上，而是放在重组管理决策流程上，它期待获得的不仅是与宝马和特斯拉等对手竞争的优势，而且希望获得市场优势。从组织结构上看，这似乎是把赌注押给了未来：戴姆勒愿意牺牲曾立下大功的等级制度，以换取与重振的市场和数字挑战者的同步发展。

戴姆勒所面临的挑战并非独一无二，成功的大公司都会面临这样的挑战。为了减轻决策负担，防止决策超载，公司一直以来都在努力，在高层决策的优势与下放权力的需要之间寻找最佳平衡。这是一项高难度的任务，而那些相信自己已经找到平衡点的公司，往往会不惜一切代价地抓住它。那些因为一度运行良好，而让人觉得似乎已经达到平衡的决策过程，实际上已经逐渐远离了最佳状态。坚持使用旧解决方案，会导致公司在做出决策、适应变化、进步发展等方面变得软弱无力。

迪特尔·泽谢要求公司进行根本性变革，他的目标就是要改变戴姆勒保守的管理结构和僵化的决策过程。他抱怨道：公司的决策流程耗时太长，并且会形成惯性，因此它无法针对竞争环境的改变做出迅速调整。泽谢还希望在公司的全球业务中看到更多创新——更多能够打破传统模式的创意。他的目标很明确，就是要增加决策者的责任，及其对产品的所有权。泽谢没有提出要投入到新一轮的自动化浪潮中，相反，他对公司的组织结构进行了调整，他希望将它转变为一种更简单、更快捷、更扁平的模式。在这种模式下，各种决策将会分散进行。

声破天从“管道”跃上“平台”

这也是数字产业新宠声破天公司的信条。这家瑞典初创公司运营着世界上最大的流媒体音乐服务平台——超过1亿名音乐爱好者用它来听自己喜爱的歌曲和专辑。声破天公司的商业模式颠覆了苹果的数字音乐商店iTunes，而iTunes本身，本来也是音乐行业的颠覆者，它改变了长期以来在实体店销售唱片和CD光盘的商业模式。音乐界对iTunes可以说是爱恨交加。一方面，苹果的数字网店分掉了他们一大块儿利润；另一方面，iTunes与内容生产商分享收入，这与之前沉迷于非法P2P（对等网络）文件共享的公司完全不同。

与在线音乐商店相比，音乐流媒体是一种更加根本性的颠覆。因为它创造了一个平台，将产品的价格与消费的成本分离开来。大多数用户享受免费服务：他们选择提供个人数据（也就是说，他们接受专门针对他们的广告），而不是付费收听。以2017年为例，5 000万名“高级别”用户每月只需要支付10美元的包月费用，就可以不受限制地收听超过3 000万首歌曲，你即使一刻不停地听歌，或者来回调换曲目，也不会受到惩罚。当然，你如果厉行节约少听或不听，也没有人会奖励你。与传统市场不同的是，在声破天的音乐市场上，价格几乎完全失去了传统的信息功能。它被其他各种不同的信号所取代，比如大家搜索了哪些音乐的信息，谁跳过了哪首歌的信息，谁和朋友分享了哪些音乐的信息等。声破天公司将一个半中断的管道式运营企业转变成一个在听众与音乐之间、在广告商与观众之间配对的平台。在这个平台上，直接付款只能起到很小的信息作用。

“小组化”管理系统

我们之所以对声破天公司感兴趣，主要是因为它独特的组织结构。声破天公司成立于2006年，并在两年后成立了门户网站。公司的创始人，瑞典企业家丹尼尔·埃克和马丁·洛伦森，并不是唯一对音乐流变现业务感兴趣的人——几家流媒体初创企业之间进行了激烈竞争。但声破天公司与竞争对手不同，一是埃克正好是Torrent（一家以方便实现多数是非法文件共享而出名的公司）的前任首席执行官。二是对如何在瑞典的平等主义商业文化背景下，管理好一个所有程序员都自信满满、正在迅速发展壮大的公司，埃克有着自己清晰的愿景。

埃克被描述为活跃在斯德哥尔摩初创场景中的汤姆·索亚[5]：他找到了栅栏，让别人去刷漆。但是他真正的高明之处是，让别人按照他们自己认为合适的方式去刷漆。声破天公司的管理文化与指挥和控制环境几乎完全相反。埃克借用了敏捷软件开发的原则，并将其整合到一个他称之为“小组化”（squadification）的管理系统中。

小组（squads），是指一些小型团队，他们需要对产品的某方面（如搜索功能或用户界面），或公司的某项业务活动（例如在某特定市场的销售）全权负责。小组内没有老板，只有一个所谓的“产品所有者”（product owner），即产品负责人，他的任务是确保团队的所有成员都能拥有完成好一份工作所需要的一切。产品负责人还需要关注团队自定的目标和最后期限。但是与传统的团队领导不同，产品负责人没有执行权。小组的“敏捷教练”（agile coach）也没有执行权，他们的任务是培养和促进团队内部合作。

声破天公司经营的基本哲学与传统的等级制公司管理截然不同：不

要问经理怎么做，因为你没有上级。用数据做实验来创造证据，然后与小组成员，与探索相关问题的其他团队，或者与公司里任何一个你觉得对相关问题有研究的人分享你的实验结果，并获得反馈，然后自己（或者作为一个小组）做出决策，并尽快付诸实践。出现任何问题，负责解决问题的人就是你自己。

为了培养跨组合作，避免小组之间出现互不沟通、各行其是的状况，有相关专长的专家会在“分会”（chapters）中进行交流。做类似项目的各小组也会组成“部落”（tribes），部落成员应该不超过150人[6]。在部落层之上，还有“公会”（guilds）。公会的主要目标，是促进公司内部信息和知识的流动。为了确保公司战略和决策的一致性，声破天公司的流动组织结构图中设置了“系统所有者”（system owner）和“首席建筑师”（chief architect）这两个职位。但实际上，即使是这两位最高管理层的管理者也没有发号施令的权力，与“产品所有人”和“敏捷教练”一样，他们也是温和主义者。他们如果希望看到自己的观点付诸行动，就得利用自己说服别人的软实力，以及由数据驱动所证明的硬事实。

声破天公司为其反馈文化和指导文化感到骄傲。只要人们能够从中吸取教训，失败就不算什么（事实上，有些小组甚至用“失败之墙”来强调自己需要接受的教训）。这种企业文化的核心就是将反馈和学习从对薪水和绩效的讨论中分离出来，而对薪水和绩效的讨论仍然会与更正式的等级制度有关系。也就是说，尽管小组成员会积极地从同伴那里学习经验，但是个人的工资和绩效等问题是不会在整个小组里进行讨论的。声破天公司认为，这种做法有助于人们进行公开的、强有力的反馈，因为成员之间互相给予好评的动力已不复存在。公司甚至还开发了一种内部工具，来吸引其他人进行更加频繁的反馈。

向企业组织结构中引入市场DNA

声破天公司的小组化模式是其创始人及其员工的理想和价值观的延伸。这种管理模式之所以能够运行，在一定程度上是因为，声破天公司的经营领域并不是像医疗或银行等需要严格控制的领域，而是一个竞争激烈，而且需要不断创新的领域。从某种程度上说，声破天公司的组织结构非常适合那些拥有丰富的数据，而且很容易获取数据的数字初创企业。

但是声破天公司选择小组化方法另有原因。一旦我们将社群性质的语言和组织松散、适应性强的小团队的亲和力放到一边，我们就会发现，声破天公司正在向其结构中注入一些市场DNA（基因）。毕竟，分散决策是市场的标志。将这种激进的分散化引入一家公司，就会引起公司内部的部分市场化。声破天公司是一个有趣的例子，它致力于避免成为一家传统公司，在组织形式上，它选择成为一个混合体：部分是公司，部分是市场。

公司与市场之间的矛盾由来已久，将市场引入公司的想法也不是第一次出现。这种引入虽然存在很多不同的形式，但是将所有形式联系到一起的，正是下放管理决策权，形成更加分散的、更像市场的决策机制。约翰迪尔之所以能够从拖拉机制造商，转变为联合农业经营的世界领导者，是因为企业文化发生了转变——启用了自组织团队运营模式，以及更快速、更分散的决策模式。通用电气公司和西门子公司正在将它们的供应链和生产业务决策权分散到各大区域，因为中央决策距离太遥远，而决策又太过频繁。媒体巨头汤森路透的目标是通过发起创意竞赛来加速创新，这些竞赛不仅设置了奖金奖励，而且获胜的队伍还可能获得内部风险投资基金的投资，最终将其创意变为现实。

随着市场不断获得新的竞争动力，公司将会发现自己需要迎头赶上。在未来的公司里，我们将看到更多的市场DNA、更多的分散决策、更多的内部竞争。但是，随着公司将自己的目标瞄准在市场的一些基本性质上，我们觉得公司也会希望调整其拥抱市场的策略。因为市场本身也在发生从货币驱动到海量数据驱动的转变，对于公司来说，拥抱海量数据市场，比与其竞争更有利。同时我们必须知道，这些新型市场由许多部分组成，所以海量数据需要通过匹配算法和机器学习系统来不断自我补充和完善。在与市场环境结合时，这些数据可以为公司的决策者提供帮助，正像它们可以帮助市场参与者在多个偏好选择中识别出最优匹配一样。非常有趣的是，我们发现，在一个与人关系密切的领域，即内部人才管理领域，一些公司已经开始执行这样的战略（至少是部分执行）。

企业内部人才市场

专业服务公司德勤在2016年进行的一项调查显示，39%的大公司高管表示，他们要么是“几乎不能”，要么是“完全不能”招聘到公司所需要的人才。既然在公司之外很难找到人才，也许在公司内部就可以寻找到合适的人才。为此，许多大公司都在用数据驱动的内部市场来改进人才管理。看起来这可能是一个简单的解决方案，但是它无法逃避公司经常面临的一些人力资源挑战。

那些拥有中央人力资源部门，对人力资源进行统一管理的公司，将获得人才和保留人才的工作合二为一，集中到一个部门，这样大家就可以共享信息，并且在必要时做出快速调整。但是，与其他集中化模式一样，这也会造成信息处理瓶颈。尽管人力资源部门的员工可能对公司的人才了如指掌，但是他们在优化整个公司的人才分配时，也必须与大量的信息做斗争。要做出恰当的决策，他们需要对人才个体与职位空缺进行比较，对二者从经验水平、专业技能到薪资级别等多个维度进行匹配。这对于任何管理者来说都是一项挑战，即使他们是称职、勤奋和善良的。

人才的内部重新分配还面临另一个难题：如果一个经理的年轻助手既优秀又有前途，这个经理通常会尽最大努力把这样的人才留在自己的部门。所以他在向人力资源部门汇报时，很可能会有意地少汇报一些最能干员工的优秀品质，以免人力资源部门会看上自己的优秀助手，把他调到其他岗位上。

为了杜绝这种低效率事件的发生，美国运通公司、美国电话电报公司和IBM等在其内部已经同步安装了一些软件平台。这些平台的功能远远超出了公司内网上那些像是分类广告的职位招聘的公告。它们可以将

详细的（尽管是标准化的）工作描述与详细的（尽管是标准化的）人才情况进行匹配。过滤器会使寻找新挑战的员工更方便地搜索到职位空缺信息，也会使寻找新人才的部门经理，更方便地搜索到相关人才的资料。而推荐引擎还可以使人才与岗位在多个维度上进行匹配。

这种内部人才市场具有许多优势。首先，它分散了匹配任务，减少了人力资源部门的信息过载。搜索与匹配不是在人力资源内部进行的，而是由寻找内部人才的部门经理和寻找新的挑战的员工来共同完成的。多亏了那些多维度的信息流和人才匹配软件，搜索的成本才变得相对较低。同时，双方都没有太多动机少报或瞒报自己的喜好，抑或夸大自己的需求。这就确保了市场信息的准确性和全面性。

经理们不再“霸占”那些人才，不再能够利（滥）用信息来限制人才与职位的最佳匹配。因此，人才在公司内部流动起来，使公司的应变能力得到提升。人才的流动也可以使员工的行动更像自由代理人（即使高管们希望在必要时保留分配人员的权力）。这很符合年轻人的喜好，他们通常都渴望能够施展自己的才能，自己控制自己的工作方式，频繁地转向新的挑战，并且避免陷入一种特定的职业轨迹。

内部人才市场也会抑制人们对薪资的关注。在某种程度上，这是因为公司不想建立公开的内部价格竞争机制。然而另一方面，这也是因为公司希望将那些市场参与者的注意力，重新集中到影响工作选择的个人多元化的偏好上。在内部人才市场中，如果过度使用薪资吸引注意力，经理和员工就会倾尽全力地实现薪资水平的最优化。这样做的风险是，市场参与者会忽略其他维度，而那些维度对于工作满意度来说非常重要。在上面介绍的内部人才匹配软件平台上，薪资不再被关注，因为所有人都需要严格遵守整个公司的薪资级别制度，这是没有商量余地的。这样一来，在薪酬上达成一致的灵活性虽然会被保留下来，但是人们对它的关注减少了。

超越公司边界

内部人才匹配软件平台是将海量信息注入公司组织结构的一种有趣的方式。它们大约十年前开始起步，现在，这些内部平台逐渐开始向外部人才敞开大门——在大多数情况下，它们针对的是那些经过资格认证的自由职业者。消费品巨头宝洁公司甚至开放了自己的内部软件平台，将参与创新活动的员工与公司以外的人联系起来。

按照我们在第4章中所解释的海量数据市场的概念，内部人才匹配软件平台依然还有改进的空间：信息本体（关键词的层级结构）需要进一步标准化，而匹配算法也需要更加精细。最重要的是，目前，这些人才市场还没有配备机器学习系统，以使平台可以通过观察来掌握决策者的个人偏好。在接下来的几年里，我们将会在全世界范围内，看到在各公司中这些系统的使用会稳步增加。这样的增长将会从具有大量内部匹配需求，可以产生足够多数据的大型企业开始——充足的数据是系统正常工作的必要条件。但是随着时间的推移，中型企业也将加入竞争。同样，我们最初可能只会看到人力资源管理领域对这样的系统的大量使用，但是这种多维度的市场方法的应用，绝不仅限于人才配置问题。我们也将会看到它出现在其他领域，比如市场营销、采购、库存管理、金融，甚至产品开发。

一旦这样的市场机制就位，它的范围可能会延伸到公司以外。难道我们有必要在一种机制能够吸引来自公司以外的参与者时，去限制这种供求关系的匹配吗？当然，这种延伸是有限度的。因为存在法律限制（例如，为了避免公司间勾结，形成垄断）、安全与安保、保守商业机密等问题，有些内部人才市场可能永远都不会对外开放。当然，对外部参与者开放内部的任何市场都需要谨慎。以开放人才市场为例，我们可

能还需要研究各种不同的策略，而不只是通过薪资级别来降低人们对价格的关注。但是在其他领域，内部市场可能很快会在公司外部实现开放。

公司希望通过吸收海量数据市场的一些关键特性，来与海量数据市场竞争，这真是具有讽刺意味的一件事。还有另一件具有讽刺意味的事情：当公司为了拯救自己而从海量数据市场吸收各种元素时，大量的数据流将被捕获，而这反过来又会推动公司对决策自动化的重新尝试。

单人公司，还远吗？

要应对市场的复兴，公司可以在两种战略之间做出选择：一种是“选项1”，实现决策自动化；另一种是“选项2”，重新安排公司的组织（决策）结构。例如，亚马逊可以选择将海量数据市场纳入其组织结构中——这个策略可以与亚马逊为大部分客户所提供的市场紧密配合。但是，考虑到亚马逊的数据驱动型组织设计和决策设计，它也可以选择实现决策自动化。亚马逊最终的战略选择，很可能取决于贝佐斯自己的看法，即对其自身核心竞争优势的认识。如果贝佐斯认为亚马逊的层级结构是一个关键优势，那么选择放弃这种结构的诱惑就没有那么大。亚马逊的人工智能系统和庞大的计算资源都处于领先地位，所以“万货商店”亚马逊有可能会朝着自动化决策的方向发展。然而，实现自动化决策是需要时间的。在此期间，亚马逊可能会在改变公司组织结构方面进行尝试。

公司应该采取哪种战略不是我们要理解的重点。关键的问题是，正确的战略选择并不取决于公司的愿景有多么远大，而是取决于公司的持久能力，以及公司如何将其能力转化为竞争优势。这是所有公司都需要面对的一个具有挑战性的选择。此外，我们概述的两种公司战略不是相互排斥的。许多公司可能会采取将两者中的某些因素相结合的策略。这肯定会为公司的经营效率带来重大改进，但它很可能不足以拯救我们所知道的公司，因为从长远来说，这两种选择都会破坏公司的传统理念，即人们对公司是最卓越和最有效的人类合作机制的理念。

是的，“选项2”强调要重组公司——这个完全彻底的人类组织。但是，公司重组会使决策权从人类管理者手中转移到内部市场系统中。内部市场系统的决策依赖于强大的、多维度的海量数据，以及配套的机器

学习系统，内部市场系统的交易也要通过强大的算法来完成。这个过程可能仍然需要人类的参与，但随着时间的推移，人类要做的决策可能会越来越少。“选项1”会使公司的结构得以保留——市场将不会蚕食公司，但自动化的实现也会使管理决策越来越多地从人类决定转向机器决定。

因此，从更长远的角度来看，公司可以按照两种模型来塑造自己：一种模型，是公司拥有其运转所需的大部分资源，而且还会雇用人类，但是公司的管理和运行主要由机器操作完成；另一种模型，是公司依赖市场机制运作，但是在多数情况下公司依然能发挥其功能。采用后一种模型的公司最终可能会发展成为一个单人公司——只留下一个协调市场机制的人，而这个人无疑只能是一个市场参与者。这两种模式的公司都不会雇用很多人来协调运营，至少不能与现有公司的规模相比。

现有公司和初创公司所要做的事情已经非常明确地摆在了我们眼前：做出将哪些决策权下放给机器的决定；积极利用市场的力量，改进公司的协调方式。

---

[1] 沃森（IBM Watson）是享誉全球的人工智能平台，以IBM创始人托马斯·约翰·沃森的名字命名。很多人工智能具有里程碑意义的进展都是由沃森完成的，例如沃森在益智问答类综艺节目《危险边缘》中战胜人类选手，以及作为一种线上工具协助医疗专家进行疾病诊断，等等。——译者注

[2] 泰勒主义的核心思想是制定出严格的规章制度和合理的日工作量，采用差别计件工资调动工人的积极性。最初，它在伯利恒钢铁公司应用后，获得了巨大成功。——译者注

[3] 六西格玛指要让企业管理和生产中的出错率不超过百万分之3.4所需要的一系列管理流程的优化，其核心思想是强调制定极高的目标，然后通过收集和分析数据发现并改善造成缺陷和错误发生的主要瓶颈。六西格玛就是6倍西格玛（sigma），代指标准正态分布中6个标准差之外部分的定积分，近似为0.000 003 4。——译者注

[4] 精益管理，以日本丰田汽车管理方式发展起来的一套方法，其核心思想是以最小资源投入，包括人力、设备、资金、材料、时间和空间，创造出尽可能多的价值，为顾客提供新产品和及时的服务。——译者注

[5] 美国作家马克·吐温代表作《汤姆·索亚历险记》中的主人公。他是个聪明好动又调皮捣

蛋的孩子。波莉姨妈罚他星期六不能出去玩而必须刷墙，他却会忽悠别人说刷墙是一件很好玩儿的事情，让其他孩子抢着为他刷墙。——译者注

[6] 顿巴通过分析大量社会网络数据，提出了一个著名的“社会脑假说”，其中最为众人所知的就是一个人大体上只能管理维护不超过150个朋友，之后，150这个数字就被称为“顿巴数”，请见文献R. I. Dunbar,The social brain hypothesis, Brain 9 (1998) 178。最近王庆等人注意到利用现代化的信息和通信技术，我们能够保持较高频率互动的朋友数依然在150人左右，请见文献Q. Wang, et al., Critical size of ego communication networks, EPL 114 (2016) 58004。——译者注

第7章
资本的衰退

1991年10月27日，正在观看北大西洋卫星云图和天气数据的气象学家鲍勃·凯斯，突然大吃一惊。曾任职于美国国家海洋与大气管理局数十年的凯斯，立即就意识到了危险：一个向北移动的巨大冷锋，即将撞上从加拿大海岸向南移动的高压系统。“这种情况本身就可能造成一场强烈的风暴。”凯斯说，“但是，还有火上浇油的事情。即将消逝的飓风‘恩典’带来了难以估量的热带能量，于是这就为一场完美风暴的到来做好了准备。”

最终，真的出现了一场完美风暴，它带来了飓风和高达100英尺的海浪，造成超过2亿美元的经济损失。凯斯认为，如此巨大的风暴，每50到100年才会袭击新英格兰海岸一次。凯斯对完美风暴的预测在一本畅销书和一部电影大片中被永远记录下来，“完美风暴”也因此作为一个术语被固定下来。

银行业面临完美风暴

今天，银行业中的很多领域也正面临一场完美风暴。就像三种截然不同的天气现象聚合而造成1991年的气候事件一样，三个截然不同而且不断增大的威胁，将可能会使银行业陷入困境。每一个威胁本身都是一个挑战，三个挑战加起来，可能会摧毁银行业的大部分领域。

第一个威胁是银行业的结构性缺陷，从2007年开始的次贷危机就暴露了这一点。造成这场银行业危机的原因之一，就是信息的不正确和不完整，或者信息被错误解读。据估计，这场危机造成超过8万亿美元的损失，一些发达经济体对很多银行进行了紧急救助。在美国，依据《2008年经济稳定紧急法案》，美国联邦政府以贷款形式专项拨款7000多亿美元，来帮助陷入困境的银行。在次贷危机最严重的时候，这笔资金的注入迅速稳定了美国的银行体系。

在英国、德国和意大利，政府用数千亿美元的资金对银行进行了资本重组，但是同时，通过购买银行的股份，而不是购买银行持有的不良证券，这些国家也基本实现了银行国有化。银行遭受次贷危机的影响比其他任何经济机构都要大，随之而来的是，人们对银行稳定性的信心丧失，这也使银行业不得不面对调整的巨大压力。

第二个威胁来自2008年的经济大衰退。许多国家的央行通过降低利率来应对经济困境，而且随着利率触底，有些国家甚至对存款收取负利率。储户不是唯一受影响者。存款利率在实际操作中不会降到低于零（负利率是非常不受欢迎的，储户可能会因此把存款取出），但即使是低利率，也会降低利息差额，即银行支付其债权人的利率与它们收取客户的利率之差，也就是银行的利润率。

日益激烈的竞争已经使美国银行遭受了损失，其利润率从1994年将近5%减少到2016年的3%。欧洲的情况至少同样糟糕，欧洲银行的利息差已降至1.4%。与此同时，新的银行规定还增加了银行的间接成本。许多商业银行不再能从传统的信贷和储蓄业务中获得高额利润。事实上，德国央行的研究人员预测，随着利息差维持在低水平，未来几年，只有1/5的德国银行能获得差强人意的资本回报。

支付服务方面的变化也会对利润产生负面影响。与传统银行相比，网上银行为每位客户配备的员工人数比传统银行少了一个数量级，因此它带来巨大的成本差异。这样，网上银行就可以以更低的费用向客户提供支付服务。此外，TransferWise等初创企业的出现，使以前利润丰厚的国际转账业务也开始面临竞争威胁。更普遍的一个情况是，源于20世纪的信息基础设施的投资成本高昂，所以银行无法与PayPal（贝宝）和Apple Pay（苹果支付）等可以以极低的成本向消费者提供服务的数字竞争对手有效竞争。这些数字竞争对手的间接成本非常低：PayPal没有开设任何昂贵的分支网络，而Apple Pay可以通过内置于超过10亿部苹果手机上的专有安全技术来提供服务。

为了应对这种局面，银行已经采取全面削减成本、不断自动化和减少物理网点与设施等措施。1990年，美国的商业银行雇用了136.5万人，但是由于该行业一直未从初现于2007年的金融危机中恢复过来，今天它已不再像20世纪90年代初时那样，雇用那么多人了。欧洲的情况更糟糕。截至2016年，与2008年的经济大衰退之前相比，银行已经削减了27 000个网点和212 000名雇员。仅2015年，瑞士就有1/10的私人银行消失，其中甚至包括一些已经有几百年历史的品牌，如La Roche银行（成立于1787年）。银行业的危机也影响了知名品牌：德国商业银行（Commerzbank）将在2020年前削减1/5的岗位，意大利最大的银行联合信贷（UniCredit）将关闭其26%的分支机构。

这些趋势足以说明，银行业正处于水深火热之中。但是，似乎为了

证明事情还可以更糟糕，第三个威胁开始隐约出现在地平线上。这个因素与货币的作用有关，它可能会颠覆银行业的一些龙头企业。

货币的信息作用正在式微

在海量数据市场中，参与者不再把价格当作信息的主要传递者。当然，货币仍然具有存储价值，参与者仍然用它来支付。但是，如果我们不再需要用货币来做信息使者，那么货币在经济中所发挥的一个核心作用就会消失。随着标准数据本体、匹配算法和机器学习系统的进一步发展，以及市场参与者对建立在更加丰富的信息流基础上的高效交易的喜爱与日俱增，传统市场向海量数据市场的转变将会一直持续。这就意味着货币的作用将进一步降低。

对于大多数人来说，我们的日常生活不会发生直接的变化，我们仍然会用货币支付，只不过银行业成本的降低，会让我们的交易更加划算。但是在市场上，我们将会感受到巨大的变化。潜在的交易伙伴所提供给我们的多维度信息，使我们能够进行更好地比较，我们对多维度信息的关注度将会大大提高。价格将不再是唯一的数据点，不再是选择的海洋中唯一的风向标。我们已经有了多个数据点，这必然会为我们带来更加高效的市场交易。

这种转变的影响，对于每位金融业从业人士来说都是意义深远的。当市场参与者寻找和思索的都是更加丰富的数据时，依赖货币的参与者就会越来越少，货币的信息功能也将变得不再值钱。这将伤害到整个金融服务，尽管各家机构的痛苦程度不一样——这一点后面的内容会给出解释。

随着市场的车轮滚滚向前，货币对车轮的润滑作用却与日俱减，我们对经济的看法也将发生改变。我们不再会将市场与金钱等同起来，将经济与货币至上的金融资本主义等同起来。我们将会把市场的繁荣归因于海量数据流（而不是货币）。金融资本主义将会变得像源于反越战运

动的“权利归花儿”（Flower Power）一样过时。有些人可能会非常想念它，但这种喜爱只不过是怀旧而已。

海量信息的传递需要新方法，用海量信息交流也需要新方式。我们用商店的橱窗来举个简单的例子。过去，橱窗里主要展示产品和与之相关的价格标签。未来，我们的期待会是更多地了解每种产品（以及潜在的卖家）。由于这些信息不能用写在一张纸上的一个简单数字来表达，我们必须以其他某种方式来传递——当然是用数字方式传递，而且这很可能是无线传输。然后，借助一个应用程序的分析，我们将可以按照自己的偏好搜索到最佳匹配。

传递这些详细信息所需要的基础设施目前正在建设中。许多先进的数字市场平台已经提供了大量的多维度信息，而实体市场，包括实体店，却正在考虑如何借用这样的技术来满足自己的需求。例如，零售商将希望寄托在所谓的“增强现实”（augmented reality，AR）上，即通过提供相关商品的额外信息，使顾客在销售区域看到更多相关资料。它就像谷歌智能眼镜的改进版，会根据你的个人偏好在商店里为你主推三款最适合你的产品，你可以通过四处逛来了解这些商品。至于准确地预测哪些技术解决方案可以为我们提供最丰富的信息，以及它们将以何种形式来提供信息，反而不是那么重要。对于我们来说最重要的是，我们要认识到所有这些解决方案，都不会建立在由银行和其他金融机构所建立的以资金和价格为基础的基本架构上。

传统银行业务被拆分

价格作用的转移标志着一个巨大的变化：提供（大量）信息与支付行为从此被分离开来。以货币为基础的市场赋予货币在经济中非常重要的角色，从寻找和识别潜在合作伙伴直至完成交易，货币是市场交易所有阶段的中心。

银行和其他金融中介机构充当了市场体系中至关重要的服务者和推动者角色，货币几乎成了市场体系的同义词，被广泛应用于整个市场领域。金融行业既可以享受拥有财富的快乐，又可以享受为市场提供各种见解的满足感。这一点并没有错，因为流经市场的大量价格信息，正是通过银行这个渠道进行流通的。银行对这些信息进行分析，其详细程度甚至可以直接帮助客户做出决策。银行所做的并不完美，甚至可以说离完美相去甚远。但是，由于银行可以得到其自身所享有的信息，所以相信银行的建议往往比全凭自己瞎蒙要好——至少在下一次金融危机到来之前是这样的。

“更好”最终会战胜“好”，并成为赢家。使用海量数据流来做决策，比单纯依靠金钱要更有优势。随着经济转向海量数据市场，也就是更高效率的市场，市场所必需的大部分信息将不再流经银行。银行仍将通过转移和储存价值来促成交易实现，甚至还可能对信息的整体流动做出些许的贡献，但市场的信息中心和重心正在远离货币，因此它也远离了银行。

作为支付服务提供商，银行将提供基本服务，并将被迫与那些不受传统基础设施拖累的精明的新入行者展开竞争。这就像在暴风雨中让自己的充气救生筏泄漏出大量空气一样：你可能还可以浮在水面上，但是驾着这样一条受损的小船，你很难到达任何地方，更不用说到达预定的

地点了。

也许，如果政府能够出台更多复杂的监管规定，来限制金融服务业的行为，金融业的这场风暴就会得到些许平息。但是，严格遵守监管规定不仅代价高昂，而且会使现有的金融机构无法参与竞争，而新的竞争对手则会选择与规则对抗。或许与我们的直觉相反，监管规定也可能加速银行业的重塑。尽管现有的银行监管体系非常复杂，对于数字初创企业来说很难把握，但监管机构已经开始了解银行体系的信息维度，同时开始正视银行目前所具有的实力——这一切都得益于银行作为信息导体的作用。监管机构管理者的认识很显然是正确的，他们认为，银行拥有的信息可能会使交易的效率降低，所以监管机构有必要采取措施来应对这种情况。举个例子，“第二支付服务指令”（Second Payment Service Directive）将于2018年在欧盟生效，它要求任何银行，如果客户有要求，就必须向竞争对手和第三方提供他所持有的有关该客户的数字化数据。这个指令的目标，就是让银行的客户更方便地转换银行（就像移动电话的授权号码可以换机使用，从而减轻了更换服务提供商的麻烦一样），同时创建一个新的金融信息中介市场。在获得丰富的银行数据之后，监管机构就可以在消费者进行决策时提供帮助。这是将（正在变得更加商品化的）传统银行与基于丰富和全面信息的价值生成体系区分开来的又一个例子。有趣的是，至少欧洲的监管机构认为，金融信息的这种创新将由新加入者主导，而不是由传统银行主导。

其他传统的金融中介机构，尤其是那些更加关注货币和银行业信息作用的机构，在这种新环境下，将会比银行更糟糕。它们没有支付功能可以依靠，所以也没有救生筏可以救它们。就像独立经纪人和传统的保险代理，他们可能会被淹没在可以重塑市场的“信息的海洋”中。

资本的两个功能分离

随着货币作为市场信息传递者的作用日渐衰减，资本的作用也会下降。在市场体系中，金融资本是关键，因为它是一个易替换的生产要素：必要时，它可以很轻松地换来急需的物资，从而实现有效的资源利用。反之亦然。

但资本也传递了信息。它向世界表明，某家公司拥有某项资产，可以用来交换其他生产要素。它意味着选择自由和相对权力。外部投资也一样，它增加了公司的灵活性，同时传达了更多信息——关于公司的实力以及投资者对公司的信任。

有时，外部投资的信息维度可能比资本流入本身更有价值。当红杉资本，一家备受尊敬的风险投资公司，投资于一家硅谷初创企业时，这就宛如19世纪的英国授予了其一个贵族头衔，接受投资的公司立刻会获得知名度，而且结果往往是获得额外的市场价值。

随着市场对多样化信息流的接受，资本的信息功能和价值功能不再必然交织。相反，它们将会更频繁地各行其是。这里的重点不是未来资本将无法发挥任何作用。资本作为价值的功能将继续在我们的经济中发挥作用，但是作为信息的资本，将不再是唯一的游戏玩家。

当我们将资本的两个功能分开时，我们就会意识到，两个功能的相对重要性取决于环境。举个例子，有时候，一家公司可能真的需要资本流入，但是在其他情况下，这家公司所需要的可能只是向市场发出一个信号，告诉大家，有一个在行业内信誉很高的专家对该公司很有信心。当然，并非所有的信号都同样诚实。空话人人会说，一个随意的口头推荐也必然是廉价的。一个承诺的背后如果是一张人人梦寐以求的大支

票，那么情况则完全不同。然而，诚实的信号是需要成本的，因此它会阻止那些潜在的滥用者。金钱并不总是诚实的信号，也不是唯一的信号。比如，当货币充裕时，金钱这种信号的信息价值就大大降低了。正如麻省理工学院教授亚历克斯·桑迪·彭特兰所说的，各种各样的信号，包括来自网络和社交媒体数据的信号，都可以是诚实的。

消化和传递这样的信号，对于经过重组的市场来说，将不会有任何问题；将这些信号转变为经由计算机辅助的、我们个人的决策因素，对于市场参与者来说也不会有困难（当然，这并不能保证完美的选择，除非这些选择反映了所有可用的个人偏好信息）。当资金充裕，投资机会有限时，这一点尤为重要。在这种时候，资本投资本身不再是一个强有力的承诺信号，它失去了一部分信息价值。举个例子，在资本充足的时候，一家风险投资公司有可能无法为自己喜欢的初创公司投资，因为这一轮投资已经被超额认购了。公司可能会在其他地方投资，但这样的投资无法表明，被投资的公司就是最好的选择，它只是一个可用的选择。

一个资本丰富的世界听起来可能不真实，但是实际上，资本投资交易量已达到了自2000年互联网泡沫以来的最高水平。随着交易量增加，最近人们重新讨论关于全球风险资本活动的发展状况。总体而言，更多的资金正在转化为投资资本，因为投资者试图找到更高的回报，而传统和保守的投资机制所能提供的最低利率，无法在这方面帮助他们。吸引资本比过去几十年要容易得多，对于地理位置极佳的初创公司来说尤其如此。位于硅谷的一家初创公司的首席执行官说，他的公司之所以筹集资金，是因为可以筹到资金，其实他的公司并没有筹集资金的迫切需求。与此同时，传统股票市场的投资选择越来越少。在美国，上市公司的数量从20世纪90年代末的9 000多家，下降到2016年的不足6 000家。

金融资本主义终结的代价

如果资本充足，但寻找资本的公司越来越少，资本的供应就会超过资本市场的需求。这意味着投资回报率将直线下降。这就宣布了（我们所知道的）金融资本主义的终结，因为金融资本主义本该是将市场运转与巨大的投资回报联系到一起的，但现在这种联系消失了。而且，资本的好日子很可能一去不复返：随着货币市场向海量数据市场转换，人们不再那么需要用资本来发出信号。经济会繁荣发展，但金融资本不再会繁荣——从货币市场向海量数据市场的转变就集中体现在这一点上。随着市场经济的发展，在数据的帮助下，我们可能不再把未来的“资本家”标记为“集金钱与权力于一身者”。

从本质上讲，海量数据市场会使货币贬值，而投资者将会为此买单。这对于任何投资者来说都是一个大问题，但是影响尤其大的，是那些为了以后每个月稳定的退休金存钱和投资的人。他们把钱存入银行，而且始终把这件事放在最重要的位置上，而现在他们却面临意想不到的资金缺口。这自然会招致人们普遍的不满——有些人一辈子都在努力存钱，现在却觉得自己舒适的退休生活被人骗走了。对于政策制定者来说，这也是一个具有挑战性的困境。正如人类之前的创新也都造成了种种破坏一样，面对海量数据市场所带来的货币贬值问题，我们除了进行痛苦的调整变革，将别无选择。而且目前，我们还没有显而易见的政策解决方案，可以让个人财物规划的核心原则保持不变。这个核心原则就是：在工作生涯中，我们应该为退休存钱。

如果还有什么可以让人安心的事情，它就是尽管海量数据市场会对金融体系造成巨大冲击，投资回报率下降，投资失去价值，成千上万美元的个人资产被蒸发，但是这种冲击很可能会是一次性的，而不是反复

出现。一旦资本贬值，我们对回报的预期被重新设定，资本的价值可能就会开始保持稳定，而不是继续下滑。当然，对于当前的投资者来说，这不能算作一种安慰，尤其是对于那些还有10年左右就要退休的人来说，因为他们只能依赖坚实可靠的资本回报。这些投资者可能最终会成为最受打击的一代，金融资本主义对他们夸下海口，但它自己突然消亡了。

数字投资顾问

然而，从长远来看，海量数据市场会让投资者找到更符合投资需求的匹配机会，而且它也较少受到个人偏见的影响。新的中介机构将蜂拥而至，利用复杂的匹配工具和机器学习系统分析信息洪流，并将分析转化为结合实际的建议来满足人们的需求。我们仍然需要金融建议，但是这种建议可能来自机器而不是人。由于数字投资顾问本质上是运行在海量数据上的软件，它们可以在我们的个人计算机设备（包括智能手机）上工作，而不是在外部投资顾问的办公室里工作。这就为我们创造了空前的私密环境——如果我们需要的话。我们可以授权一个机器学习系统访问我们非常私人的数据（包括我们的投资行为），以便系统可以提取我们的投资偏好数据，帮助我们找到最佳匹配。而在这个过程中，我们不需要与任何其他人分享这些数据。

反之亦然。为了降低成本，我们也可以允许机器学习系统将我们的数据用于其他目的，比如做系统自身训练，或者做整体市场预测。操作一个机器学习系统比依靠人力顾问更便宜，至少原则上如此。系统通过模式设定，可以确保不会因为顾问暗藏让用户多花钱的动机而提出一些偏离最佳匹配的建议（比如，如果某顾问可以抽取提成，他就可能产生建议客户进行一些没必要交易的动机）。而且，因为这样的系统可以按照任何需求来设计，现有的捆绑服务（比如一个可以执行交易任务的投资顾问）更有可能被拆分，它将会为“投资顾问生态系统”腾出空间。在这个生态系统中，不同的服务提供商可以提供不同的服务。将这些服务组合起来，对于个人投资者来说也变成了很容易的事情。最后，当所有服务都运行在综合数据的基础上时，这些服务自然就可以给人们提供自身的数据，投资者就可以选择最适合的顾问和服务提供商。投资咨询市场，就像未来的投资市场一样，将会转变为完全以海量数据为基础。投

资者可能会为过去的高回报一去不复返而感到惋惜，但是提供最佳匹配的海量数据市场，也将会让投资者获益良多。

银行的应对策略

货币作用的降低，也给银行和传统金融中介机构提出了一个复杂的挑战。到目前为止，它们采取了两种主要策略来应对挑战：第一种削减成本，主要通过自动化来实现；第二种在海量数据市场中重新定位，将自己变成信息中介。

降低成本要从实体基础设施向数字化基础设施转变开始。随着越来越多的客户在网上和移动设备上购物，银行不再需要全覆盖的分行和网点，也不再需要那么多柜员和出纳——降低每笔交易成本的行动随之而来，无论降低的是投资管理成本、贷款成本还是支付成本。正如嘉信理财在20世纪七八十年代所证明的那样，如果交易成本足够低，即使降低收费，公司也仍有钱可赚。

但是，21世纪的银行不是在与嘉信理财这样的公司竞争。相反，它们面对的是新一代初创企业。这些新兴公司可以利用数字技术从数据中获得见解，并以极低的价格提供服务。通过将高频交易技术应用于传统股票市场，位于硅谷的罗宾汉市场为其100多万名客户提供了在美国交易所交易股票的机会，客户无须交纳手续费。这一切成为可能，就是因为今天的电子交易的实际成本非常低。放弃了昂贵的实体基础设施（如店面或大型客服部门），罗宾汉公司就可以将已经存入但还未投资的资金所产生的利息作为运营成本。银行即使降低了成本，也很难与免费服务竞争。

支付解决方案也在进行类似的开发。PayPal、Apple Pay和中国的微信等老牌数字玩家，在诸如Stripe和Square等移动支付初创企业的帮助下，正在吞噬银行业。此外，这些公司能够获得所有有价值的交易数据，而它们传递给银行的却只是银行完成业务所必需的最低数据量。在

支付业务中，我们看到了移动电话一次又一次的发展变化：电信运营商过去常常可以从客户那里看到所有的通信数据，但它们很少使用这些数据。如今，电信运营商只相当于一个传输管道，他不能（或者不被允许）再窥视任何通信数据——数据通信所产生的所有价值都被其他人捕获了。

一些金融科技初创企业，比如英国的Coconut或芬兰的Holvi，它们关注的不是降低费用，而是创新服务。它们瞄准的是缝隙市场（例如，Holvi关注的是小型企业，Coconut关注的自由职业者），以及高度定制的支付与银行账户捆绑服务包。例如，Coconut为客户提供了这样一种服务，即无论何时收到或支付一笔款项，客户都可以迅速（重新）计算税额，并把支付税金的钱预留出来。Holvi的服务则包括完整的免费发票服务与记账服务。

一些银行试图通过与正在开发新型支付系统的公司合作或者对其投资，来进一步推动成本削减和自动化。在金融界，比特币以及支撑比特币的基础技术——区块链，虽然引起了人们的恐惧，但是它也给人们带来了银行可以得救的希望，哪怕具体解救的方式还不清楚。那些积极主张利用信息分布式技术（比如区块链），将货币转账、持有等做信息分布式处理的银行，可能还没有完全意识到，恰恰是这些技术消除了人们对银行所提供的集中服务的需求。

总体而言，削减成本听起来似乎很明智，但是在银行业，就像在其他任何公司一样，这种做法会受到组织机构和内部结构的限制。银行已经开始意识到这一点。降低成本可能会在短期内对银行业有所帮助，但从长远来看，它可能只相当于在“泰坦尼克”号上，把折叠躺椅重新摆放一下而已。

信息具有价值

银行对资金成本所做出的反应，忽略了资金的信息作用即将消失这一事实。随着货币市场转向海量数据市场，金钱不再需要为大多数信息流动提供便利。没有任何一种数字化货币能够从根本上改变这种情况，即使最先进的区块链技术也做不到。从本质上讲，这些技术都是针对其他不同问题的解决方案。

即使作为商品交换媒介，货币也不再具有绝对垄断地位。如果市场能够提供促进交易的信息，信息本身就具有价值。我们每使用它一次，它就可以给我们带来更好的见解和更顺畅的市场交易。这些市场信息变成了一种有价值的资源，它不仅对某特定的市场参与者是有用的，而且对整个市场都是有用的。

只要信息的应用范围足够广泛，价值足够高，有足够多的市场参与者想要得到信息，而且只要交易的成本足够低，将来我们就会看到以数据而不是金钱来支付的交易。从某种角度讲，我们已经开始做这样的交易了，而且是每天都在做：在使用谷歌的搜索引擎或者登录脸书网时，我们必须容忍那些为了收集我们的个人数据而付费的广告。事实上，如果没有数十亿用个人数据来买单的用户，谷歌就不是谷歌，脸书网也不是脸书网。同样，我们可以在越来越多的案例中看到，公司与外部服务商签订合同，让它们为自己提供数据分析，公司却不需要支付货币，只要允许这些外部服务商将公司的这部分数据用在其他可能产生价值的地方。

但这并不是货币的终结。数据作为一种交换媒介有一个重要的缺点：与纸币不同，像盐和金币一样，数据本身也有价值，这就使数据在市场交易中扮演的角色更加复杂。因此，货币将继续发挥辅助交易的重

要作用（各国央行仍需要继续管理货币供给）。

货币作用的变化不会在一夜之间发生，但是从这些变化中我们可以看出，哪怕是货币的非信息功能，也未必能免遭影响。如果货币的重要性总体下降，那么既主要集中于成本削减，又同时继续依靠货币来润滑市场的战略，在短期和中期可能还会起到一定作用，但长期而言，这样做不会有大的效果。

信贷的颠覆式创新

越来越多的银行和其他金融中介机构开始采用截然不同的策略，它们希望重新转型，将自己打造成精通数据的中介机构。它们甚至与金融服务行业的新加入者合作，为货币消失后的世界做准备。

银行为金融科技公司提供资金，让它们有机会利用数据技术提供金融服务，而很多金融科技公司的目标却是将传统银行推下神坛。这听起来虽然不合理，但实际上不无道理。银行打的算盘是：如果被挤垮了，我至少应该在抢走我生意的对手那里占据一席之地。仅2015年，金融科技公司就吸引了超过190亿美元的全球投资。一些权威人士将这种疯狂的举动描述为金融科技泡沫。尽管许多金融科技公司更专注于支付解决方案，但它们中的一部分也在关注如何在贷款与投资规划两个领域，提供颠覆式创新举措。下面我们简要介绍一下这两个领域。

资金借贷原本是一个个人信用问题，社区银行经理在决定是否让某人获得抵押贷款时，依据的就是个人信用的高低。最近几十年来，资金借贷已经发生变化，借贷决策是根据个人信用评分这个单一的统计数字做出的。将信用浓缩为一个数字似乎可以让银行更容易选择借款人，但正如我们所知道的，现实往往并不美好。传统的信用评分在很大程度上是基于过去信贷交易的记录，它会受到数据匮乏的限制。如果缺少重要的数据点，数据中的错误就会被放大，信用评分就会被严重夸大或低估。这样一种判断人的贷款偿还能力与意愿的做法，是既可笑又原始的。

为了解决这个问题，一整套全新的“贷款提供者生态系统”应运而生。此系统不仅会接收大量信息，而且会提供大量信息。例如，以专注于学生贷款起家的金融初创公司SoFi，将许多数据点用作信用评级预测

的参考因素，这使公司有胆量向信用信息不完整的个人提供低利率贷款；另一家初创公司Kabbage也为小型企业提供类似的服务。从传统的信用评分转向分析更多不同数据点的风险模型，与货币市场转向海量数据市场是相似的：在这两种情况下，我们都放弃了简化复杂性的想法，转而利用技术和自动化，来指导人们依据各种不同来源的综合海量数据，做出相关决策。这种做法最终会转化为对实际违约风险进行更好的评估，因此SoFi能够以低于传统贷款的利率向许多客户发放贷款。

SoFi的模式取得了巨大的成功：到2017年，SoFi已经提供了超过160亿美元的贷款，为客户节省了约14.5亿美元的利息。另一个新加入者，金融科技公司Upstart，在传统的信用评分之外，还使用了教育数据来评估信用风险。而像Avant和ZestFinance（由谷歌前信息总监道格拉斯·梅里尔创建）这样的金融科技公司，也在与发薪日贷款做斗争。通过使用机器学习系统，分析每个贷款申请人的大量数据点，这些金融科技公司坚信，它们可以比传统银行更好地评估风险，因此它们可以为那些过去依靠发薪日贷款的借款人提供贷款。2016年，中国互联网巨头之一百度对ZestFinance进行了投资，其目的就是将海量数据消费者信用评分系统带入中国。

投资管理的颠覆式创新

金融科技初创企业还颠覆了传统的投资管理。举例来说，Stash公司一直在努力推动一件事情：按照可能的最小交易单位，将股票进行分割，让顾客能够购买一只股票的一部分。这样，消费者就可以根据特定的投资策略投资一小笔钱，这有点儿像我们从专辑中拆分出单曲。

许多金融科技初创公司都表示，它们比传统的金融顾问拥有更优越的偏好提取和偏好匹配工具。例如，Betterment公司一直在夸耀，说自己具有识别资本损失的能力，可以使客户少缴些税。另一个竞争者SigFig公司，也在收集并分析用户通过经纪公司进行投资的数据，确定具有类似风险系数的备选基金，为用户提供更多选择。SigFig公司还计算了投资者向这些经纪公司支付了多少费用（以及客户从传统经纪公司转到SigFig可以节省多少费用）。

金融科技已经催生了海量数据平台的一个全新的细分领域，如ZuluTrade和eToro等平台，它们为客户提供的投资方法，是选择或者复制千万个其他交易者的投资模式。也就是说，这些平台的目标就是为投资者提供一种学习机会，让他们来仿效那些具有匹配偏好的交易者。平台通过它们所促成的交易来抽取部分利益。其他网站，如PeepTrade（窥探贸易），则会为客户提供渠道去“窥探”成功交易者的决策信息，并从每笔“遵从”成功交易者策略的交易中抽取部分利益。

在金融科技平台上，融资与投资是通过提供P2P贷款来实现的，平台上的一些消费者向另一些消费者提供贷款（或者像是Funding Circle这样的平台，向小企业提供贷款）。平台为这些贷款的配对提供了便利，只是目前这样的配对过程仍然相对简单。英国的Zopa公司是P2P贷款领域的先行者之一，它已经促成了20亿美元的融资。但是，P2P贷款真正

实现起飞，却是在中国。数千个平台已经开放，最成功的一个陆金所，已经超过了Zopa公司的总融资量。据估计，2016年中国的P2P贷款市场总额已超过1 000亿美元。美国的Kickstarter及其竞争对手Indiegogo，提供的是一种相关服务。仅Kickstarter就帮助初创企业获得了超过30亿美元的直接融资，其中1/3的项目成功获得了融资（只有大约15%的项目最终失败）。最近，Kickstarter与股权众筹平台MicroVentures合作，为投资者提供了购买小企业股权的机会。有趣的是，Kickstarter建立了一个初创企业平台，此平台能够超越简单的购买或融资交易，为投资者提供全面、丰富、连续的信息——这有些像早期的海量数据市场。这个平台的目的就是要为这些初创企业在决策时提供大量信息，同时让它们在做出决策后也依然保持消息灵通。

与一般的公司一样，对于金融科技公司来说，获得数字技术与获得海量数据的方法是非常不同的。有些公司，比如提供低成本资金转账的公司，只是为现有服务提供了一个廉价版本。它们基本上把赌注押在了过去，希望利用金融领域的完美风暴来谋求生存。其他人则完全专注于丰富的数据流，Betterment和SigFig，以及一些P2P贷款机构都属于这一类：它们的做法，是将综合数据与用户偏好和算法进行匹配，来确定最优交易伙伴。从长远来看，在投资领域的金融科技企业，或许还有与它们合作的银行，都将自己的目标锁定在成为能力超越金钱和价格的信息中介。

金融科技公司把关注焦点从货币转移到海量数据，这种做法彻底动摇了人们对金钱和银行业力量所持有的信心。与此同时，许多金融科技公司也在利用市场，来完成一些原本属于传统大银行的任务。这也进一步凸显了本书所强调的，整体经济从公司模式向市场模式转变。

传统银行风雨飘摇

到目前为止，银行与金融科技公司联手的结果喜忧参半。在一定程度上，这肯定是因为我们仍处于从资金重心转移阵地的初始阶段，所以在稳定和成功的商业模式出现之前，市场存在大量不确定性、尝试和错误。这有点儿像20世纪90年代中期互联网热潮之前的电子商务。但是，出现这种情况，也可能是因为更深层的文化原因。尽管从理论上讲，银行应该非常乐于使用大量数据，因为它们已经收集了几十年各种各样的金融数据，管理运行着包含详细客户信息的大型数据存储设备，但它们对自己拥有的数据没有做更多的利用。在这样的情况下，我们可以说银行是数据上的富人，却是见解上的穷人。

这可能是早期习惯的余音，过去数据分析既困难又昂贵。而且银行都是很传统的，它们的观念通常都是保守的而不是冒险的，银行的员工也体现了这种风气。也许，这也强烈地反映了顾客的个人选择：人们不那么信任银行，因此不同意银行利用其收集的海量个人数据来创造新的产品或服务。这也可能是结构性问题：如果一家公司一直致力于通过资金来润滑经济，那么它将很难考虑那些超越其成功的因素，即资金以外的东西。就像全心全意地专注于资金的做法，使银行和相关金融中介机构变成了金融资本主义的核心一样，这种全心全意也限制了人们的想象力，阻止了人们拥抱海量数据的未来。

但有一个反例表明，情况也并不一定真是这样的。早期的投资银行在一个多世纪以前，都是一些帮助公司寻找外部投资的规模较小的合作伙伴，它们也会帮助很多高净值私人客户或大型机构客户确定最合适的投资目标。这些银行相当于媒人，它们的成功取决于它们获取信息的特权。它们与客户保持着长期合作，投资银行的成功与其和合作伙伴心照

不宣的默契、与合作伙伴全方位的联系，是分不开的。为了保持良好声誉，很多银行保持了诚实的品格，它们所获得的珍贵的信息也成为机密。从本质上说，它们是数字模拟时代的海量数据信息的中介。

随着时间的推移，银行业开始发生变化，这种变化在20世纪60年代开始加速。究其原因，部分是大型银行开始与传统投资银行竞争。这些新加入者虽然没有信息网络特权，但它们规模巨大，而且更加关注资金流。一些投资银行的应对方法是将自己改造成金融机构，而不是信息机构：它们通过放弃合伙企业、发行上市股票、兼并和迅速扩大规模、大幅提高杠杆作用，也就是将自己变成高杠杆银行，来实现这一点。当2007年次贷危机爆发时，世界上最大的三家投资银行贝尔斯登、雷曼兄弟和美林，都倒闭了，许多投资银行与传统银行合并，行业的大部分领域进行了彻底重组。

然而，有些投资银行拒绝向金融机构方向转移。它们仍然还是信息中介，而且做得很好。今天，越来越多高度专业化的小公司开始利用最新的数字技术，与Con–tix和Kensho等大数据分析公司合作，利用机器学习系统来做投资银行最初所做的工作：提供海量信息，以及有关市场参与者最优投资交易的见解。

这个案例既反映了重塑自我的机会，又反映了其中的危险。我们原本以为，那些专注于资金的银行和其他金融资本主义的核心机构，最终可以转变为创新型的初创企业。现在看来，我们的乐观态度可能会受到打击。但是，我们也可以将这种情况理解为一个暗喻，它暗示了货币市场的兴起和最终衰落，也暗示了优于货币中介机构的信息中介机构将取得最后的成功。我们认为，随着金融资本主义被数据资本主义取代，整个金融服务业可能都会受此影响。风险投资家艾伯特·威格的公司已经投资了从Kickstarter到SigFig等很多金融领域的成功初创企业。他将大数据时代传统银行的命运比作在暴风雨中航行的船：“一艘西班牙大帆船，满载着掠夺来的黄金，在风暴中即将沉没。”银行虽然拥有所有资

金，但是由于缺少对信息的基本见解，它们无法避开恶劣天气。

第8章
反馈效应

2009年6月1日，法航447号航班（空中客车A330客机）从巴西里约热内卢的国际机场起飞，逐渐飞上夜空。法航447号航班上的216名乘客期待着一趟平安的巴黎之旅。

商用客机已经取得了惊人的安全飞行记录，这在很大程度上归功于强大的电脑和训练有素的机组人员，他们一起构成了一个复杂、精密的反馈系统。飞行控制电脑可以处理来自几十个传感器的大量数据，使飞机能够保持在预定航线上飞行（飞机本身就是一个反馈环），而且是安全飞行；而飞行员则负责监控电脑，查看系统提供给他们的关于飞机位置、飞行航线和飞行状态等海量数据。电脑和飞行员可以互相检查——如果有必要，电脑能够忽略可能危及飞机安全的飞行员指令，而飞行员也可以关掉电脑的飞行控制。两种情况都不会经常发生。事实上，电脑已经非常擅长控制飞机（并进行调整以补偿错误的人类指令），所以飞机制造商将其安装在所有的商用客机上。最终的结果是，大多数时候，电脑负责驾驶飞机，而飞行员则负责盯着电脑。

法航447号航班在飞行的前几个小时就是这样的。然后，在漆黑的夜空中，当飞机接近大西洋上空遭遇雷暴时，飞机速度传感器因结冰停止运转了。电脑意识到这个问题，并且解除了自己的部分控制，以便让飞行员接管。飞行员现在可以按照自己的意愿驾驶飞机了，而不需要电脑再次做出预测。我们不清楚出于什么原因，副驾驶决定让机头朝上，向上飞行，尽管当时飞机已经接近飞行高度上限。此举使飞机的飞行速度降低到临界点，飞机面临失速坠落的危险。

电脑发出了警报，有一个声音向飞行员报告“失速”，但飞行员没有做出反应。由于飞机继续不断地向上飞行，失速警报停止了，因为计算机不再相信它接收到的关于飞机处在极端位置的数据，而是认为数据出现了问题（其实不是）。当飞行员试图弄明白状况时，飞行员进入了一个致命的反馈回路：每当飞行员将机头压低时，电脑就会认为关于飞机在上升的数据似乎是可信的，因此发出了失速的警报；当飞行员将机头

抬起时，失速警告就停止了——这并不是因为飞机没有失速，而是因为失速得太严重了，电脑对数据失去了信任。从某种程度上说，无论人类还是电脑，他们都表现得相当合理。当机器认为数据可信时，它就发出警报，于是人类会对失速警告做出反应。他们绝对没有意识到这架飞机正朝大海坠落。片刻之后，机上所有人员全部遇难。

反馈循环存在两种危险

直到最后，飞行员都在试图弄清楚到底发生了什么事情。在大多数情况下，人机系统的反馈循环都是完美的，即使不完美，它也会容易弥补。但是，基于复杂反馈循环的系统是难以捉摸的：它们在如此多的一般情况下表现得如此出色，以致人们容易忽视，甚至忘记，还有出现极端错误的风险。

70年前，麻省理工学院教授诺伯特·维纳，一位曾经是天才少年的杰出数学家，构想出关于反馈的一般理论，以及反馈在帮助人类和机器控制自己行为方面的作用。反馈回路是维纳系统控制概念的核心，即收集和解释反馈数据，从而控制系统并调整系统目标。维纳认为，只要有足够多的反馈回路，任何系统都可以朝着我们想要的方向前进。从概念上讲，理解机器如何独立工作——用今天的话说就是机器如何自动运行，是一个巨大的飞跃。从洲际核导弹（和阿波罗登月的飞行器）的制导系统，一直到现代自适应机器学习系统，反馈理论为这些系统的技术发展奠定了基础。但是，维纳既关注又担心反馈系统的灾难性故障，正如法航447号航班的事故所凸显的那样，事故会由突发情况引发，或者反馈系统的元素会被错误的环路所困。

维纳的系统控制概念也培养了人们对控制的渴望：如果某东西可以被控制，它应该是，而且通常是以集权的方式实现的。数学家在选择术语“控制论”时已经预料到了这一点。这个词来源于希腊语kybernete，意思是“总督”。第二次世界大战后，维纳成为他自己参与发动的控制论革命的最早批评者之一。在他的著作《人有人的用处：控制论与社会》一书中，维纳指出，信息流是由反馈驱动的控制论的关键推动者。他同时对自适应系统公开表示了担心。这种担心不是“因为可能会出现机器主

动控制人类的危险”，而是因为系统“可能会被一个人或一群人利用，来加强他们对其余人类成员的控制”。

建立在反馈驱动系统基础上的海量数据市场，也表现出了类似的状况。系统在大多数情况下都能良好地运行，但有时它也会变得非常危险。危险要么是由于系统学习缺乏多样性，要么是由于控制权的隐性集中而造成的。在我们拥抱海量数据市场时，我们必须通过适当的控制措施来防范的就是这两种危险。

市场分散决策变得集中化

市场不仅建立在无数的个人决策基础上，而且是既混乱又无序的，这就是它的本质特征。市场没有中央控制机制，但是就像任何其他社会机制一样，它也不是一个空荡荡的容器。市场的每一个特征，无论是物理的还是社会的，无论是内在关联的还是外部植入的，都可以决定哪些交易会发生。中世纪著名的香槟集市要求商人遵守一套规范，否则他们就会被驱逐，失去交易的机会。

市场行为也会随着市场的物理设计而变化。人们如果给交易广场上的部分区域加上由柱子支撑的屋顶，就会使商人更容易进入或离开交易场所。那些令人印象深刻的曾经遍布欧洲主要城市的交易大厅，其装饰设计可以帮助买家和卖家无须担心恶劣天气。这意味着交易市场在一年中比较寒冷的季节也可以很好地运行，这也决定了交易市场可以卖什么、什么时候卖、由谁卖。

毫无疑问，拥有正确的功能特色的市场比其他市场会更高效一些。虽然塑造市场的许多依据取决于具体情况，但有一些关键原则超越了具体情况。这些原则中最重要的，也许就是决策的分散性。如果违反了这个原则，市场就失去了有效协调人类活动的能力。

不幸的是，在实践中，很多市场随着时间的推移已经变得决策集中化了。在19世纪末的钢铁工业中，少数大型生产商串通一气、操纵价格。同样情况也会出现在有很多卖家却只有一个买家的情形中。举个例子，许多小农户不得不把他们的牛奶卖给当地唯一的牛奶场，所以牛奶场在购买牛奶时就更有定价优势。集中的市场是有问题的，因为它剥夺了许多参与者达成更好交易的机会，而把过多的利润集中于强者身上。

三种效应导致市场集中化

在线市场似乎特别容易受到集中的影响。举例来说：台式电脑每发出5个搜索请求，就有4个是在谷歌上发出的；移动设备每发出10个搜索请求，就有9个是在谷歌上发出的。再想想亚马逊在美国所占据的在线零售市场份额超过40%，以及脸书网在全球拥有近20亿用户。而且，这些只是头部企业的例子。即使在较小的缝隙市场，市场集中度也很高。GoDaddy是互联网上最大的域名注册商，规模大约是其最大的竞争对手的4倍。WordPress主导了博客，而Netflix则控制着电影流媒体。至少从卡尔·马克思的时代起，关于市场集中的确切原因就一直存在激烈的争论。我们认为，在市场变得集中时，通常会有三个不同的效应在起作用：前两个效应规模效应和网络效应，已经得到了很好的研究，但第三种效应是由反馈对适应性系统的作用引发，我们称之为“反馈效应”。这三种效应都源自市场参与者在扩大利润时所采取的策略。

在工业革命时期，制造商开始意识到大规模生产的潜力。如果一家工厂每周生产1　000辆T型车，而不是100辆，那么每辆车的成本就会降低，因为生产的固定成本会分摊到更多的车辆上。开始于制造业的这种认识传播到经济领域的其他产业，包括零售业和服务业。20世纪下半叶，超市、快餐连锁店和零售连锁店如雨后春笋般涌现，因为它们的目标都是通过增加总量来降低成本。这种策略奏效了，消费者已经享受到了规模效应带来的好处：商品价格更低了，商品选择范围更广了。

我们可以在电信行业里找到网络效应的例子。1890年，电话已经在美国市场掀起了一股热潮。电话提供了一种迅速、简单地与他人合作的方式，没有它大企业就无法正常工作。但是因为几家电话公司相互竞争，而且每个公司都有自己的专用网络，所以经理们的办公桌上经常放

着好几部电话机，这样他们就可以打电话给使用不同电话网络的业务合作伙伴。世纪之交，当电话市场合并到美国电话电报公司手中时，客户才意识到对于每个已经入网的人来说，加入网络的每一个新用户都增加了系统的效用，因为他们可以通过电话找到的潜在合作伙伴的人数增加了。这为更多的人加入美国电话电报公司网络提供了强大的动力。人们似乎感觉人越多服务越好，其实服务本身并没有得到改善，只是人们使用服务的机会增加了。今天，这种网络效应（经济学家有时更喜欢用“网络外部性”这个术语）是我们非常熟悉的。正是因为网络效应，互联网才主导了数字信息流，是网络效应使从脸书网到微信，再到推特和Instagram（照片墙）等社交媒体平台大获成功。网络效应也提高了市场平台的价值，从亿贝到阿里巴巴再到Uber和滴滴出行等叫车平台，从在线约会平台Tinder到P2P先锋Funding Circle，每个新参与者所增加的确切价值不只依赖于其本身，而且依赖于市场中已有的平台使用者。例如，当一个男人加入一个异性恋约会平台，而平台的会员90%是男性时，他对平台的作用是微乎其微的。在这种情况下，更有价值的是新的女性会员加入——至少对于该平台上的男性来说是这样的。同样，在一个有大量卖家的市场中，每个新买家都会受到特别欢迎。

第三种效应虽然与规模效应和网络效应有关，但只有当电脑系统使用反馈数据学习时，这种效应才会发生。当谷歌自动更正我们的一个拼写“错误”时，我们会做出反应，我们的反应就会创建反馈信息，来帮助谷歌改进其拼写检查功能。IBM的沃森“看到”的皮肤癌病例越多，它就越能够识别出皮肤癌。最受欢迎的产品和服务是最容易获得改进的，因为它们拥有更多数据。在这样的背景下，所谓创新不再是突破性想法，而是如何收集最多的反馈数据。

规模效应降低成本，网络效应扩大效用，反馈效应改进产品。每一项都给市场参与者带来了显著的好处：他们可以降低生产成本，提升服务价值，提供一种似乎可以不断自我完善的商品。

这三种效应之间并不相互排斥。公司可以同时实现两个甚至三个效应。比如亚马逊，由于规模庞大，它可以以低成本完成客户订单。网络效应使亚马逊成为一个庞大的市场，拥有大量买家和卖家，还有许多为其他人留下宝贵的产品评价的顾客。每一个新增的顾客都增加了整个群体的价值。最终，亚马逊使用自适应系统和反馈数据来完善它的推荐引擎，以及它的智能个人助理Alexa。另外，苹果的iPhone也是一个例子。因为苹果公司可以批量生产手机，所以苹果公司可以保持较高的利润率，同时还能将价格保持在消费者可以接受的范围内。iPhone用户越来越多，也带来了充满活力的APP（手机应用程序软件）市场。由于反馈数据量越来越多，Siri（和其他一些服务）也可以不断改进。这三种效应共同作用，给市场上现有产品和服务带来了巨大进步。然而不幸的是，这三种效应也带来了市场集中——它是市场效率的致命毒药。

阻碍新进入者

一个多世纪以来，各国已经陆续制定了各类规则，来防范市场集中的危险。但是这些规则没有普遍禁止市场集中这一现象。反垄断专家与竞争专家都知道，市场集中是一个非常值得怀疑的现象，它本身并不是干预的理由。只要大企业不滥用市场力量，规模效应和网络效应所引起的市场集中就是可以容忍的。这就是为什么1998年美国的那场差点儿导致微软解体的反垄断诉讼，把重点放在了微软的行为上，而不是它的市场地位上。同样，最近在欧洲针对谷歌的反垄断案，其重点也是该公司的行为，而不是其所占的市场份额。谷歌反垄断案认为，谷歌搜索引擎在其搜索结果中，将谷歌自己的服务排在了它的竞争对手前面。

除了审查企业行为，监管机构也在研究市场的新加入者与大型老牌企业竞争的难度。如果竞争不是很困难，新加入者有机会加入竞争行列，市场就不需要任何干预。如果新公司很难加入竞争行列，监管机构就可能准备行动了。

在制造业或连锁零售业等市场，规模起着重要的作用。这些市场的规模效应曾经给新加入者带来巨大的障碍。从传统来看，要在这些市场上达到一定规模，企业通常需要惊人的初始投资。但是，随着风险投资与低利率兴起，筹集资金变得更加容易，这就使初创企业有机会在经营规模和范围上迅速扩大。此外，由于信息处理和存储成本大幅下降，尤其是借助云计算，初创企业所需的初始投资往往比工业时代要低得多。

相比之下，网络效应确实存在一些问题。即使资金非常充裕，初创企业也很难吸引客户。通往成功的唯一路径似乎就只有创新：初创企业要拿出比现有企业好得多的产品。关于创新在多大程度上抵消了网络效应，律师和经济学家一直都在进行激烈的争论。一些人指出，占主导地

位的平台会持续存在，比如个人电脑的操作系统微软视窗和社交媒体中的脸书网；而另一些人则强调，脸书网其实取代了之前的MySpace（一个社交网站），现在它正受到Snapchat（一款“阅后即焚”照片分享应用）的威胁。Snapchat是一家聪明的初创企业，它的创新理念就是信息的阅后即焚。这些人还指出，Linux（一种操作系统）的崛起将超越微软视窗，因为个人电脑操作系统在今天已经不再那么重要了，运算通常会在移动设备和平板电脑上运行（微软在这些领域并未占有很大的市场份额）。

关键在于分享什么

到目前为止，监管机构主要关注的是规模效应和网络效应，它们尚未了解反馈效应对市场构成威胁的严重性。建立在反馈数据基础上的机器学习系统，用它所提供的服务“购买”更多的数据进行创新，其购买成本会随着用户基数的增长而降低。这种感觉就像奇妙的炼金术：将一种通过使用而产生的副产品转化为改进所需的原材料，这就像将铅转化为黄金一样。

这对市场竞争有巨大的影响。由于其庞大的客户基础，现有企业占有大量的反馈数据流，因此它也拥有强大的、基于机器的、可以随意处置的创新资源。初创企业想要与它们进行有效竞争是不可能的，因为初创公司的反馈数据总量还达不到推动产品开发的要求。

越来越多的专家开始担心，机器学习系统正在破坏竞争，其中包括法律学者埃里尔·埃兹拉吉和莫里斯·斯图克。他们主张在现有反竞争行为规定的基础上，人们应该采取另外一些措施。还有一些人甚至建议，应该强迫大公司像开放源代码软件那样“开放”它们的算法，让竞争对手和普通大众都能接触到这些算法。

对算法开放的呼吁误判了问题的根源，对遏制市场集中起不到任何作用。算法既是学习的方法，也是学习的结果。作为方法，算法在公共领域已经得到广泛的使用。输入自适应系统的数据所产生的具体结果，可能会随着每次系统从新数据中学习到新东西而发生变化。因此，能够接触到这些具体结果，也只是相当于获得了对过去进行一次快速浏览的机会。这就像以货币为基础的市场价格，虽然价格包含一些信息，但它缺乏细节。仅靠算法，还不足以让小竞争者和新加入者与现有的竞争者竞争，因为算法不是自适应数据驱动系统在学习时所需要的原材料。

开放算法的错误不在于分享这个观念，而在于分享什么。监管机构要想确保良好的市场竞争性，就应该提出数据共享的要求，而不是提出算法透明度的要求。为此，经济学家延斯·普吕弗（Jens Prüfer）和克里斯托夫·绍特穆勒（Christoph Schottmüller）提出了一个有趣的想法。他们建议，使用反馈数据的大公司共享这些数据（去掉明显的个人身份标识，并严格保证隐私不会被以不恰当的方式泄露）。在权衡这种强制性数据共享对各种不同情况的影响时，他们认为，在大多数情况下，大家的整体净收益会得到提高，特别是在一个现有企业几近统治相关市场的时候。

累进数据共享授权

基于这样的总体思路，我们提出了一个可以被称为“累进数据共享授权”的建议。一旦公司的市场份额达到起始阈值，比如10%，公司就要开始遵守这个规定。也就是说，公司就不得不与同一市场上的其他所有参与者共享其反馈数据的一部分，如果其他参与者提出类似要求。公司需要提供共享反馈数据的数量，将取决于该公司占有的市场份额。一家公司越接近统治地位，就越需要与竞争对手分享更多的数据。这不同于我们在第七章中提到的银行共享授权（尽管它们要确保市场竞争性的最终目标是相同的）。银行共享授权的关键是要降低转换银行的成本，而这里的共享是要将数据作为创新的源泉来广泛传播。

大公司收集反馈数据所带来的利益并不会遭受损失，它们收集的数据越多，其产品就会越完善。但是，由于它们必须与其他公司共享一部分数据，来自这部分数据的价值就会广泛传播。这就会让较小的竞争对手获利，帮助它们与大公司竞争。此外，实施累进杠杆原则就可以实现市场集中度越高，数据共享量也越大的目标。这是一套抗衡反馈效应的反馈机制：威胁市场竞争的数据集中度越高，就会有更强大的数据共享授权生效。

尽管大公司也可以请求从较小的公司获得反馈数据，但相对于那些小公司，大公司从额外的反馈数据中能够获得的利益要少得多。与市场上的每个参与者分享反馈数据的要求，使参与者不再会产生谎报或夸大其市场份额的动机。假设有一个由两大竞争对手把持的市场：一家拥有45%的市场份额，另一家拥有40%的市场份额，剩下15%的市场分散在许多小公司手中。如果数据共享授权只是单向的，即从最大的公司到其他较小的公司，那么两家大公司中那个占有市场份额更大一些的公司，

就必须与另一家大公司分享数据。这就会鼓励大家去做市场份额游戏。然而，一个更加普遍的双向共享授权将使两家大公司都受益，因为每个公司都可以获得另一方的数据——尽管相对而言，受益更多的公司将会是那些规模小的竞争对手。

累进数据共享授权计划的目标群体，就是越来越多地使用反馈数据和自适应机器学习系统来改进服务的公司，从谷歌、脸书网、苹果、微软，一直到特斯拉。乍一看，它们可能只占了整体经济中的一小部分。然而，那些在数据驱动的自适应系统下进行的产品改进如此出色，以至一定会有越来越多的公司采用这样的系统，因此累进数据共享的范围也将进一步扩大。

虽然我们的市场正在从货币市场向海量数据市场转移，但是市场过于集中的危险并未消失，甚至可以说危险有增无减。这需要我们对那些大公司的非法行为保持警惕。我们还需要制定独立于行为之外的新措施，就像累进数据共享授权，以中和反馈效应——这可以说是数据时代的网络效应。

防止出现集中控制倾向

在海量数据市场中，虽然机器学习系统与匹配算法相结合，将有助于我们做出决策（或者在某些情况下甚至为我们做出决策），但是它们并非没有自身的结构性缺陷。

市场不仅会受到集中化的负面影响，而且会在许多市场参与者做出同样错误决定的时候，受到负面影响。比如，在许多参与者受到同一偏见的影响时，它们也会犯同样的错误。虽然市场决策是分散的，但决策者仍然是人，是具有相似认知限制的人。正如我们在第四章中所建议的，这些学习系统将会在我们想要的程度上，帮助我们克服一些困扰我们的偏见，使海量数据市场不太容易受到体系性的错误决策影响而导致崩溃。比起传统货币市场，这是一个显著的改善。

但是，这不仅需要机器学习系统运转良好，而且需要它们彼此足够独立。这是一个至关重要的要求。想一想，如果自适应数据驱动的机器学习系统为我们提供的交易决策，都是由一个或者少数几个供应商提供的，那么会发生什么事情？这些供应商会更全面地影响市场决策，而且比我们过去经历过的任何市场集中化更不透明。如果海量数据市场的致命弱点，是帮助我们做出决策的自适应系统可能会带来集中控制的危险，那么我们必须坚决防止被一个或少数几家公司操控，以免出现我们不得不接受商业“老大哥”控制的局面。

我们的警惕性不应该只停留在操控问题上。即使提供决策支持系统的公司完全出于好意，但是海量数据市场结构中嵌入了哪怕一个独立的故障点，也会使他们（和我们）特别容易受到来自外部的攻击。这就好像我们每个人都只驾驶同一类汽车：当我们发现有人对这类汽车的刹车系统动了手脚时，我们该怎么办？法航447号航班的飞机是空中客车，

而现代空中客车飞机上的所有飞行电脑都会出现同样的反应。在那次可怕的事故之后，所有驾驶空中客车飞机的飞行员都开始被要求接受训练，来学习正确理解失速警告到底在警告什么，以及警告是什么时候发出的。我们所使用的系统的同质性放大了系统的缺陷，并可能成为整个系统的安全隐患。

为了避免这种潜在的大范围灾难性系统错误，面对由各种提供者设计和维护的各种各样的决策辅助系统，海量数据市场参与者必须做出明智的选择。如果每个系统的设计和开发都是独立于其他系统的，它们就不会有共同的缺点。但是，要实现这种决策辅助的异质性对于我们来说是一个挑战。市场如果建立在由反馈数据驱动的系统上，就会趋于集中，可以防范系统性缺陷的激烈竞争就会被摧毁。因此，尽管市场具有内在的集中趋势，我们依然要确保决策辅助系统之间的竞争，这是海量数据市场实现可持续发展的关键。

累进数据共享授权，作为与机器学习系统相关的、市场集中问题的解决方案，其实就是一个选择机制：如果较小的竞争对手可以使用大公司的反馈数据，决策辅助系统的创新就不会只集中在头部，规模较小的公司仍然可以生存。

与其他市场一样，数据驱动的市场也需要规则（以及对规则严格执行），这样才能确保决策分散与市场高效。与传统以货币为基础的市场不同，海量数据市场可能不那么容易受到人类系统性偏差的影响，并因此导致毁灭性崩溃。但是，要保持这种决策优势，需要为市场参与者提供帮助的系统就必须是多样的，它们必须为人类提供真正的选择。这要求我们采取独特的监管措施解决最根本的问题，即反馈数据分布极不均匀的问题。

会计准则需要与时俱进

所谓数据的丰富性，体现的正是市场参与者如何彼此通报情况。因为现实是多种多样的，有很多侧面，所以我们用来捕捉现实的工具也必须是敏感的，是能够传达细微差别的。这意味着我们的报告制度和会计制度，以及有关透明度的规则，都必须更加全面和详细。

例如，会计准则很久以来一直规定，公司资产负债表上的某些资产的价值，必须与它们的原始成本相等。这是一目了然的事情：如果一块儿土地的购买价格是100万美元，其账面价值也会是100万美元。但这一账面价值并不一定反映其现实价值：这块儿土地可能已经变得更值钱或更不值钱了。账面价值作为单一数字，提供的是关于历史交易的信息，却没有传达太多关于当前价值的信息。因此，资产负债表上的数据可能并不可信——不是因为数据错了，而是因为数据可能过时了。

20世纪90年代，美国开始会计制度改革，随后改革扩大到其他许多国家，新观点认为，某些资产必须以“公允价值”定价，这个价值通常与当时的市场价格相同。这种做法使资产负债表可以更准确地反映公司在某特定时刻的资产情况。这样做的困难在于市场价格的波动。因此，“调整到市价”（这个会计术语）的资产负债表在发布时就已经过时了，而且这些变化表现的也可能只是暂时的波动，所以它们不能准确反映公司的财务状况。例如，那块儿土地的价值可能会因为附近的车流量增加而下降，但这种可能只是暂时的，只是因为修建新公路时车辆绕道而行所造成的。这些变化如果都体现在公司的资产负债表上，就可能显示为土地价值的一次急剧下降，之后又显示为一次急剧上升，而这种价值的摇摆可能会导致投资者出售或购买该公司的股票，从而导致银行催要该公司的贷款，即使该公司的财务状况并没有发生实质性改变。公允

价值会计制度的批评者甚至认为，这个制度导致了严重的全球金融危机，包括2007—2009年美国的次贷危机。

尽管公允价值可能比原始成本用处更大，但它也只是用单一数字来捕捉价值，这就像在时间的长河里留下一张快照。公允价值可能很容易被读懂，但是从概念上讲，它是信息过于简化的结果，人们很难根据它来采取行动。因此，随着海量数据市场的兴起，我们必须开发新的会计核算方法，来传递更丰富、更详细的信息，比如企业预期拥有某资产的时间长度、资产价格的波动性，以及与之相关的风险等。这将使第三方可以更好地了解公司的真实价值——不仅是一时的价值，而且是公司今后很长一段时间内的总体情况。

对公司更全面的看法并不局限于价值和价格问题。资产负债表反映的不仅是一家公司的财务状况，而且包括那些代表其能源使用、环境影响和劳工标准的数字。对于海量数据市场的投资者来说，获得关于某公司如此全面的数据，会让他们更容易找到超越典型要素的、能够反映其偏好的合适匹配。适用于投资者的情况，也适用于一般的交易伙伴。这里的先决条件是，相关的数据必须是可用的，而且必须以标准化的形式呈现。这就需要制定关于报告制度和透明度的规则。

监管机构应关注数据使用限度

到目前为止，我们强调了政府如何通过共享授权和报告规则等强制手段来开放信息，以及政府在促进信息流动和平衡信息不足方面所起的作用。然而，在有些情况下，监管机构一直在试图减少信息的流动，其目的就是减少一方比另一方拥有更多信息的情况出现，这样，拥有更多信息的一方就无法将信息不平衡转化为对自身有利的交易条款。这是传统的信息隐私立法所做的事情。这样做的目标是令人钦佩的，但是这种关于信息收集限制的规定在实践中会遇到麻烦：规则会使公司产生规避的动机，或者有些公司会诱导消费者同意其无限制的信息收集（就像我们很多人所做的那样，在注册一个在线服务的过程中，我们点击“同意”时根本不会阅读那些小字）。在实践中，限制信息收集的措施很少能纠正信息不平衡，所以它也无法促进海量数据市场的竞争与效率的提高。因此，政府针对海量数据市场的监管不应该是限制信息收集，而应该是限制来自一方的信息如何被对方使用，换句话说，政府监管应该关注数据使用限度，而不是数据收集。因此，使用数据来改善最优匹配可以得到鼓励，但是利用数据来促进低效率的信息不平衡会被阻止。在与信息隐私相关的社群里，一场关于从收集信息转移到使用信息的激烈争论已经展开。在海量数据市场上，我们已经可以开始强调对这种转变进行思考的必要性了，同时可以开始仔细研究一些细节问题了。

政府机构将负责执行本章所概述的、用于提高效率的监管框架要素。至于是否需要现有机构扩大其管辖范围，或者设立新的机构，这取决于各个国家的具体情况，而且与机构的执行力相比，这些问题都没那么重要。无论哪个机构来承担这些责任，并在海量数据市场上执行这些规则，它都不仅需要有组织能力、人员配备、必要的调查和执行权威，而且需要有适当的专业知识。做到这些既不容易，又不便宜。人才是稀

缺的。从华尔街到硅谷的各类公司和初创企业，都为人才提供了丰厚的薪水和绝佳的工作环境，监管机构也要与它们争夺人才。除此之外，监管机构别无选择。如果不想冒险让市场失控，监管机构就需要那些具备数据分析专业知识的专业人才，即“quants”（金融工程师）。我们丝毫没有拥护官僚主义的意思，但是如果没有官方机构的介入，海量数据市场就很容易受到决策权和控制权过于集中的威胁。

失败案例：“协同控制工程”

我们需要面对的还有另一种威胁，至少对于市场经济国家来说是这样的：政府可能抵制不了利用海量数据市场机制（如决策辅助系统）来控制经济的诱惑。半个世纪以前，当大型计算机仍然占据统治地位的时候，显露这种迹象就已成为一种可能。

1973年9月11日，历史上最雄心勃勃的一项政府治理试验结束了。试验从1971年7月开始，时任智利生产开发公司负责人的费尔南多·弗洛里斯，请英国运筹学和控制论大师斯塔福德·比尔建立了一个计算机系统，来帮助智利政府进行经济规划。

在这件事一年前，萨尔瓦多·阿连德·戈森斯成为拉丁美洲首位通过竞选获胜的具有共产主义倾向的总统。他的目标是实现社会主义经济的“第三条道路”——既避开自由市场，又避开苏联式的计划经济。他的试验平台搭建在土地改革和大规模工业国有化基础上。但是国有化的产业首先需要管理人员。

这就是为什么弗洛里斯找到了比尔。他们是古怪的一对：一个是社会主义经济管理者（他后来成为智利的经济和财政部长），渴望集中管理智利的大部分工业；另一个是英国商学院教授出身的叛逆的管理顾问，喜欢雪茄、巧克力和威士忌。他们拥有一个共同的梦想，那就是建立一种由精确数据和快速反馈来推动的新型管理模式，它既适用于那些领导者，又适用于那些被领导者。这是一个通过将组织结构与现代技术融为一体，来实现全国统一决策的愿景。通过将人民想象成需要政府支持的集体，而不是选择自己道路的个体，这一愿景与弗洛里斯的社会主义思想产生了共鸣；再通过使用规模宏大的最新的通信与控制机制，这一愿景也迎合了比尔对控制论的喜好。

他们所构想的计划叫作“协同控制工程”（Cybersyn，西班牙语昵称为Synco），这是一个旨在管理和指导智利工业的社会技术系统。他们的想法是，每天，全国有400家国有化工厂会将数据发送到位于首都圣地亚哥的协同控制工程的神经中枢，在那里，这些数据将被传输到一台大型计算机上，在经过仔细审阅后，再与预测结果进行比较。如果结果与预测有出入，不同之处将被标记出来，请工厂的主管们注意，然后交给坐在“未来操控室”的政府决策者。决策官员们会从未来操控室把指令传回工厂。从当时来看，协同控制工程是一个相当复杂的系统，在捕捉和计算经济活动时，它采用的是网络模式和贝叶斯统计模型。最重要的是，协同控制工程依赖的是一个可以回环到决策过程的反馈系统。

然而，这套系统从未完全真正地投入使用。它的通信网络已经就位，并于1972年秋开始运作。其间，正在罢工的运输工人阻止了货物进入圣地亚哥，协同控制工程的通信网络被用来保证智利正常运转。协同控制工程的计算机分析部分也基本完成了，但分析结果往往不可靠，运行速度也非常缓慢。在一定程度上，这是一个结构性问题，因为流向协同控制工程的信息既不全面又不准确。但这同时也是一个技术问题，因为当时的计算机的处理能力还严重不足，这导致协同控制工程标记问题的时间会相应延迟——有时会比需要做出决定的时间晚好几天。

后来智利军方发动了政变，推翻了阿连德总统，也摧毁了这套系统的基础设施。协同控制工程夭折了。然而，那个基本的构想一直流传到了今天。一起保留下来的，还有人们对用科技来管理整个国家的希望。

协同控制工程的中央管控机制不是苏联模式。苏联模式要实现国家工业化，苏联的经济部门要求每个人都要为实现这个目标努力，不太考虑个人的需要与意愿。由此产生的短缺经济可能会让少数精英心满意足，但它给大众带来了痛苦。很多国家都放弃了中央计划的想法。当然，在国家安全和公共安全方面，也许还包括教育和医疗保健等方面，中央计划已经被证明是有效的。但是，从全球来看，中央计划就如在分

散合作的海洋中零星露出水面的小岛。

严防海量数据市场的“老大哥”

协同控制工程这样的项目最诱人的地方，或者是既令人心动又令人生厌的地方，就是它可以通过使用基于最新数字技术的反馈驱动系统，而不是通过发布野蛮的单向中央指令来实现政府控制，同时它利用海量数据市场的机器学习系统，来巧妙地塑造个人决策。

一开始，这种做法看起来似乎有益无害。正如我们所解释的，数据驱动的机器学习系统能够帮助我们将人类的偏见降低到我们期望的程度。但是，如果这些系统既能够消除人类偏见，又不用理睬个人的愿望，这难道不是更好吗？为什么要限制这些系统对人类偏见的纠正行为？难道我们不能设计出将文明、公正和公平等附加价值注入决策过程的系统吗？最近，一些专家主张用巧妙的“助推”（nudges）来吸引人们进行合适的交易。随着海量数据驱动的机器学习系统的广泛应用，我们可以加速推进一个高度个性化（也是十分精准）的塑造人类感知的程序。想想福克斯新闻网与脸书网联合起来的力量吧。人们仍然会在市场上做出自己的决策，但因为大家都会接受同一个系统的建议，社会将会沿着一条平坦的大道朝着共同的目标前进。

这是一个现代版的协同控制工程，却比旧版的协同控制工程多了一些邪恶。协同控制工程至少是透明的：对于所有智利人来说，计划和决策权的集中是显而易见的。与此相反，在海量数据市场中，政府控制的自适应机器学习系统，虽然保留了分散协调的外形和自由意志的表象，却将诺伯特·维纳强大的控制论观念，转化为一个利用海量数据反馈环的呼风唤雨的“老大哥”。这正是维纳所担心的。这样的系统，也许即使从表面上看是在提倡自由主义价值观，会让善于写“老大哥”故事的乔治·奥威尔汗颜，也会让德意志民主共和国的秘密警察头子斯塔西垂涎

——外表看起来它似乎是自由的，但内部完全受国家控制。

这就是在向海量数据市场过渡时，我们的社会所面临的反空想主义任务。这就是为什么我们必须在数字经济中更好地应用传统的反托拉斯法（反垄断法）。这也是为什么我们所提出的累进数据共享授权等新措施如此重要。它们不但可以保护决策的分散性，而且可以保护市场的开放性，以及社会的总体开放。

第9章
工作权益与分配正义

第一辆自动驾驶卡车

沃尔特·马丁很想开一个玩笑，于是他说：“我得练习瑜伽了。”这是2016年10月的一天，沃尔特在美国科罗拉多州的州际I–25公路上以每小时55英里的速度驾车时，对陪他一起坐在18轮大卡车上的《连线》杂志记者说的话。就这样，卡车司机马丁爬进卡车驾驶室后面的卧铺车厢，伸了伸四肢，然后开始翻找他的平板电脑了。其间，卡车和车上载着的5万罐百威啤酒正在向南驶往科罗拉多州的斯普林斯市。这位《连线》记者在卡车上报道了物流史上第一辆自动驾驶卡车的运输过程，他写道：“开车的过程就像挂车里的啤酒一样平淡无奇。”

马丁引导卡车驶上州际高速公路后，就按下了一个标注着“启动”（engage）的按钮，于是一个由位于美国旧金山的初创公司奥托集团开发的价值3万美元的系统平台，开始控制这辆卡车。该系统带有激光探测、雷达、高精度相机、军用精密全球定位系统（GPS）和一个强大的数据处理计算机。2016年夏，被优步公司以6.8亿美元收购的奥托集团，可以提供高速公路上所谓的“四级自动驾驶系统”。有了它，除非汽车发生故障，否则人类司机没有必要一直驾驶车辆。奥托集团称，它的愿景是将一辆传统卡车变成“行驶在软件轨道上的虚拟列车”。到目前为止，这个系统运行良好。虽然它还不能应对一些不可预测的突发事件（比如，突然而至的雷暴等），但是这些问题可以留给快速迭代的软件新版本去解决。

在这次试驾驶的路上，在沃尔特·马丁翻找他的平板电脑时，奥托集团的愿景似乎已经达成。只要天气条件允许，马丁本人只需要先驱车几英里，从位于科林斯堡市的百威英博啤酒厂行驶到州际高速公路，再从高速公路的出口驾驶几英里，到送货目的地的停车场就可以了。

这次成功的试驾表明，高速公路上的自动驾驶技术差不多已经准备就绪。在美国，卡车司机运送的70%的货物都是由高速公路运输的，所以如果能够通过自动驾驶提高行车安全，那么美国每年死于卡车事故的4　000人的性命也许可以被挽救。不过，提高经济效率，也就是降低燃料消耗、提高昂贵设备的利用率和降低劳动力成本等，才是推广自动驾驶系统的真正动机。难怪世界各地的企业，从奥托集团等初创公司到戴姆勒集团旗下的福莱纳，再到德国大众集团的斯堪尼亚和MAN重卡，以及与奥托集团合作的沃尔沃等卡车制造商，都在努力争取从自动驾驶领域分一杯羹。

与此同时，奥托集团的联合创始人利奥尔·罗恩发现，有必要让美国的卡车司机放心，自动驾驶系统不会抢走他们的工作，因为还需要他们“监控车辆”。奥托集团表示，他们想减轻卡车司机的工作压力，而不是让他们变得多余。这可能是这个世界上数百万名卡车司机都想听到的话。但是，考虑到物流业的残酷竞争，这真能实现吗？

美国劳工部劳动统计局的数据显示，在美国，卡车驾驶是现有为数不多的不需要大学学历，但可以获得一个比较体面的、超过4万美元平均年薪的工作之一。卡车司机的工作比大多数其他工作都更有保障，因为美国明尼苏达州的卡车司机是无法被中国深圳的工厂工人取代的。而且，卡车驾驶也变得越来越复杂，现在的卡车都配备了动力转向系统、刹车、自动变速箱、卫星导航和现代化的车队管理系统。如今，卡车司机与其说是一名体力劳动者，不如说是一名精密数字设备的操作者，尽管他们需要做出的决策大多数是例行公事。同时，卡车司机还需要处理相当多的管理工作。

这种不同可能会让日本富国生命保险公司感到困惑，因为富国生命保险用IBM的机器人沃森取代了保险理赔员，而卡车司机所做的工作与中产阶层白领员工的工作，并没有太大差别，预计它们都将会随着自动化普及而消失。即使卡车司机有了新的工作机会，他们也需要学习不同

的技能。

劳动报酬和工作机会都降低了

海量数据市场和数据驱动的机器学习系统总体上给人力资源带来了巨大的变化，并进一步加速了已经开始的劳动力市场的重新配置。在美国，参加劳动的人数比例从2000年的峰值已经下降到20世纪70年代末的水平。这种衰退与数字技术和互联网经济的兴起，以及海量数据市场的出现，在时间上不谋而合。相关研究（尽管有些还属于猜测性研究）表明，在所有发达经济体和其他许多国家，未来10年，白领员工的就业数据将令人沮丧。当然，这并不是什么新鲜事。在整个19世纪和20世纪，随着自动化的逐渐普及，数以百万计的工作岗位遭到淘汰。与此同时，人类的聪明才智又为我们创造了更多的就业机会。随着制造业变得更加自动化，服务业的规模开始扩大。

如今的问题是，这种情况是否会再次发生。服务业目前已经非常发达，同时它还面临自动化不断普及的挑战，那么，海量数据市场上的中产阶层劳动者该被分配到什么地方？这会是“第二次机器时代”的降临吗？这个词语是麻省理工学院教授埃里克·布赖恩约弗森和安德鲁·迈克菲造的一个新词，以用来描述自动化取代白领员工的现象。正如我们在第六章中所建议的那样，未来人类的工作岗位很可能会减少。但是，无论劳动参与率如何变化，几乎可以肯定的是，将来的工作岗位将与今天的工作岗位截然不同。

实际上，如果我们不只关注劳动力的参与人数，而且考虑一下工人和雇员薪资在全国个人总收入中所占的比例，情况就会变得更富戏剧性。在美国，自20世纪80年代以来，“劳动力收入份额”大幅下降，从67%下降到47%，其中很大一部分是在2000年之后发生的。美国并非个例。在大多数发达经济体中，劳动力收入份额都在下降。在如中国和印

度这样的大型经济体中，这一份额也有所下降。事实上，经济学家估计，自20世纪80年代以来，全球的劳动力收入份额一直都在下降。

这一趋势令经济学家感到困惑。在这种变化发生前的几十年中，劳动力收入份额一直保持相对稳定。在竞争激烈的经济体中，情况应该是这样的。理由很简单，如果被雇用的人数减少，他们所生产的商品数量保持不变，每个员工的生产率就会提高：每个员工都会产生更多的价值。到了一定程度，这个价值就应该转化为更高的薪酬，因为公司需要争夺生产能力更强的员工。按理说，劳动力成本上升，意味着劳动力收入份额提高，因此它抵消了与生产率相关的劳动力失业的影响。然而，自20世纪80年代以来，劳动力收入份额并没有反弹，而是继续下降。与此同时，在美国，资本份额，一个国家的个人收入中流入资本的那部分，却似乎增加了。其结果就是，在美国经济中，从全国总收入来看，劳动者的收入减少了，而那些资本提供者，如投资者和银行家的收入却似乎增加了。

对劳动力收入份额下降的深入分析表明，下降的原因不是劳动力密集型产业在衰退，而是比较不属于劳动密集型的产业正在兴起。几乎所有行业的劳动力收入份额都在下降，这就说明影响所有行业的因素是一样的：数字与数据处理技术。而且，劳动力收入份额没有在不同收入水平上均匀下降——收入最高的1%的劳动者所占份额比其他收入水平的下降速度要慢，所以自动化似乎是这种改变的主要驱动力。它首先取代的是蓝领和中低收入白领阶层。

尽管科技进步的直接影响至关重要，特别是数字技术的影响，但是一些间接因素也起了一定作用。例如，劳动参与率统计除了包括公司雇员，还包括个体经营者，这两类人在数量上的波动是无法体现的。在美国，没有雇员的个体经营者的数量大幅增加，从1997年的1　500万人增加到2014年的近2　400万人。布鲁金斯学会的研究人员认为，这种转变在一定程度上是“零工经济”的结果。当个体经营的白领们接受那些收益

有限甚至没有收益的临时工作时，他们通常是通过数字平台进行任务协调的。对个人收入，他们几乎没有讨价还价的能力。与传统制造业中加入工会的工人们不同，他们很少有组织，而且他们的人数往往超过了市场需求。这种情况虽然范围有限，但它是造成整体工资与劳动者的实际价值不同步的原因之一。

机器人税可行吗？

目前我们还处于海量数据市场的初期。在较近的未来，由数据驱动的自动化会以更快的速度使工人失业。如果这种情况与劳动力收入份额之间的联系是真实的，它就会促使工人的收入份额进一步缩小，却会使投资者和银行进一步受益。

从托马斯·皮凯蒂等经济学家，到各种民粹主义运动，包括玛丽娜·勒庞和唐纳德·特朗普所领导的民粹主义运动，许多不同的领域都对劳动力作用的降低和收入分配的转移提出了警告。托马斯·皮凯蒂在其2014年出版的著作《21世纪资本论》中，对资本主义提出了尖锐的批评。这本书很快成为全球最畅销的图书之一。而民粹主义者则承诺要彻底解决工人失业的困境。作为对这个令人不安的趋势的回应，政策制定者提出了两套相对传统的应对方案：一种是关于分配的；另一种是关于参与的。许多国家的决策者都参加到了关于这两套方案的讨论中。

由于收入似乎正从劳动者向资本转移，针对分配方面的拟议措施就是对这种自动化驱动的收入来源征税。例如，可以通过对运行机器学习系统的计算机等机器征税（或者更准确地说，对机器新增的附加价值征税），来实现这一目标。正是这类机器使新一轮自动化浪潮成为可能。这种机制的一个通俗名称就是“机器人税”，它可以用来补充工人被机器取代后的税收缺口。该机制的目标不一定是征收更多税金，而是征收不同的税金。2017年年初，世界首富比尔·盖茨宣布，对某项机器人税的征收表示支持。与此同时，欧洲议会讨论并最终否决了一项在全欧洲范围内征收某种机器人税的提案。尽管该提案得到推崇，被认为是为社会事业筹集资金的好办法，而且它可以缓解欧洲的劳动力市场中白领被自动化设备取代的趋势，但它最终还是被否决了。因为人们担心，这样做

可能会扼杀人类创新的动力。

还有第二种稍有不同的分配策略，那就是不要对机器产生的价值征税，而是对在经济收入中占据越来越多份额的资本征税。我们可以通过增加资本收益税或者制定新的财产税等，来实现这一目标。后者是一个更受欢迎的选择，也是几个欧洲国家所提倡的。在大多数提案中，这些分配措施将会使整体税收保持平衡，或者仅实现迭代递增，只要它们刚好足以抵消由于劳动力收入份额下降而导致的税收减少即可。

这些分配措施试图建立一个更公正的税收体系，其焦点在于价值增加的地方，其目的就是以此来抵消劳动力市场的动荡所带来的负面税收影响。但是在实践中，这些措施的影响可能是非常有限的。即使是机器人税的支持者比尔·盖茨，也只把重点放在了维持社会保障项目的资金上，就像他关注劳动合同一样。盖茨没有断言，征收机器人税可以解决收入集中所带来的社会问题。同样，财产税虽然可能会让人感觉更公平，但专家预测它只会带来少量税收，对解决社会分裂问题不会有根本作用。

新技能等于新工作机会？

相比之下，参与性方案则提出了一整套政策措施，以支持对那些失业的工人进行再培训。这些工人的失业原因，具体来看是决策辅助系统的应用，总体来看是数字化转型。这一方案的支持者认为，如果能够确保劳动者具有特殊技能（包括机器学习专家，还有专门针对老龄人口的专业医护人员等），就可以满足市场需求，增加劳动力收入份额就可能实现。其中的假设是，劳动力收入份额下降不仅因为自动化，而且因为市场需要专业技术技能的工作，而在当前的劳动力市场上找不到合适人选。但是这种对再培训工人的依赖，首先假定了数据革命将会像工业革命那样发展：开始时许多工人被替代，但最终会出现各种各样的新工作。再培训的想法接受了这样一种观念：当人类的创造力与市场的魔力结合在一起时，它就会创造出新的工作岗位。

这是一种积极的回归心态：人们只要能够获得新技能，就可以重新回归劳动大军。但是，随着我们的市场向海量数据市场过渡，自动化系统将不断地取代那些拥有丰富专业知识的白领员工，比如富国生命保险的保险理赔员，以及那些具有行政和管理技能的员工。

了解我们今天所需要的工作技能，并设计出可以让人们获得相关技能的培训项目，这相对来说也许比较容易，但是这种策略不大可能会让劳动者为明天的需求做好准备。而且，如果我们培训的技能是今天我们认为以后可能会有用的技能，我们就承担了错误预测需求的风险。在海量数据市场的时代，谁能确切地知道什么样的新工作将会出现（也就是哪些技能将会成为未来的需求）？技能需求的不断变化意味着，未来三年内需求量很大的技能，到未来十年时可能将不再那么受欢迎。现在加入劳动大军的年轻人，在他们一生的工作中可能需要多次重新培训岗位

技能，而且重新培训的频率会越来越高。如果我们不能充分了解市场到底需要什么，市场就会出现技能培训错误的风险，从而导致发生供应与需求不能匹配的情况。这有点儿像掷骰子游戏：玩家有蒙对的可能，但更有可能会错得离谱。

全民基本收入

这些分配性和参与性措施相对来说都比较传统，只是对世界许多发达经济体的现有政策做了部分调整。它们不是没有优点，但缺点也确实存在。也有人按照全民基本收入的形式提出了一个更加激进的替代措施。全民基本收入被其支持者亲切地称为“UBI”，这项提议获得了令人惊讶的高度支持——尤其是在高科技领域的领军人才中。超级天使投资人马克·安德森，一个最早被广泛使用的网络浏览器Mosaic的联合发明人，就对这个措施持支持态度。其他支持者还包括：另一位非常成功的风险投资家，纽约的艾伯特·威格；初创企业孵化经理人萨姆·奥尔特曼；PayPal的联合创始人，看似傲慢却可以与志趣相投的人打成一片的埃隆·马斯克——他也是特斯拉的首席执行官。硅谷不是唯一一个对全民基本收入充满热情的地方，但确实是硅谷的数字和数据驱动创新催生了这一理念。

这个措施虽然有无数变体，但其核心思想是一致的。每个人每个月都会获得一张固定数额的支票，它足以支付食物、衣服、基础教育、一个温暖的家所需要的费用，甚至可能支付某种形式的健康保险。在海量数据市场上失业的人，无须担心他们和他们的家人怎么生活。从这个意义上讲，全民基本收入既具有分配性，又具有参与性。因为钱是纳税人交的（关于哪种税收最适合全民基本收入，人们正在做非常激烈的争论），再分配给每个人，所以它是分配性的。它也是参与性的，因为它的目标不仅是满足人们的一些基本需求，而且要让他们能够非全职地重新加入劳动大军。

自18世纪后期以来，经济学家和进步政治家就一直在传播全民基本收入的概念，当时托马斯·潘恩曾提议为50岁以上的人提供基本收入。

20世纪中期，激进的市场派经济学家、诺贝尔经济学奖得主米尔顿·弗里德曼提出了一种所谓的负所得税，它具有全民基本收入的许多分配特征，但它管理起来更加复杂。1972年，民主党总统候选人乔治·斯坦利·麦戈文曾公开提倡过全民基本收入。当时的总统理查德·米尔豪斯·尼克松批驳了这一提议，麦戈文最终不得不撤回计划。但是尼克松随后提出了他自己的家庭援助计划。如果不是在参议院胎死腹中，这一计划几乎可以成为大部分社会成员的全民基本收入。

全民基本收入是一个对自由主义者 [1] 和自由意志论者 [2] 都有吸引力的想法。一方面，自由主义者在全民基本收入中看到了一项全面的福利计划——它给每个人提供了足够的资金，让他们过上有尊严的生活，让那些在贫困中挣扎的人解脱出来。全民基本收入与现有的基于需求的社会福利项目大为不同，现有项目需要人们去申请，而全民基本收入则可以不带有任何耻辱标签，因为每个成年人都将获得同样的金额。

另一方面，自由意志论者欢迎全民基本收入，因为他们可以借助全民基本收入实现一石二鸟的目的。首先，全民基本收入可以消除运行一些庞大的政府官僚机构的必要性，即那些确定个人需求和计算个人支出的政府机构。因为每个人的全民基本收入都是相同的，所以它不需要任何官僚机构进行单项评估。在许多提议中，全民基本收入将简单、直接地取代现有基于需求的福利项目。这将使人们有权力选择如何花费自己的月收入，而不是必须把钱花在指定的特定用途（如住房补贴）上。其次，每个人都能获得同样数额的收入，即使是非常富有的人也会因此受益（不是因为他们需要这些钱），这在一定程度上回避了收入再分配的议题，该议题是一个多世纪以来改革进步派倡导的社会政策核心。另外，如果只给予每个人刚够用的基本生活费，而不是更多，全民基本收入就不一定会消除人们的工作动力。

芬兰和荷兰正在进行关于全民基本收入管理的有限试验，他们将获得一些关于全民基本收入对人类动机影响的经验性数据。瑞士就全民基

本收入举行了全民公投，但选民拒绝了一个非常慷慨的方案提议（每个瑞士公民每月可得到约2　　000美元）。从2016年开始，创业加速器Y Combinator公司甚至在美国发起了一个小型项目，旨在调查获得基本收入是否会对人们的工作动机产生影响。20世纪70年代，加拿大曾尝试一种类型的全民基本收入，当时加拿大给位于曼尼托巴省的多芬（Dauphin）小镇里每个符合条件的家庭每月发放一定金额的支票。此举带来了教育水平的提高（尽管提高幅度不大），住院和少女怀孕的情况也有所减少。参加劳动大军的人数没有受到太大影响，因为没有人因此辞去工作，专门靠政府发放的支票过日子。然而，关于那些已经失业正在找工作的人员情况，该试验并没有带来足够多的数据。

全民基本收入的困境

批评人士指出，许多关于全民基本收入的提议都是事与愿违的：它取代了福利，从而取消了向有特殊需要的人群提供特殊支持的项目，这样从有学习障碍的儿童到身体残疾的人都将受到影响。毕竟，一个轮椅，更不用说一年的化疗费用所带来的经济负担，都不是仅仅依靠全民基本收入就能解决的。通过取消基于需求的项目来换取全民基本收入，穷人，从本质上说将会补贴中产阶级和富人，因为那些需要补贴的人将会得到比现在更少的收入，而那些更富裕的人也将会得到每月的全民基本收入支票。

其实，全民基本收入面临的最大挑战是找到必要的资金。举个例子，如果把美国每个成年人每年的全民基本收入定在一个较低的水平1.2万美元上，整个美国就需要大约3兆美元，它相当于2016年美国联邦社会保障预算总额的2倍多，约占美国国内生产总值的10%，将美国所有的社保资金都用来支付全民基本收入也不够。当然，这个问题可能不会说服全民基本收入的一些支持者，他们会提出进一步节省预算，比如减少官僚机构、提高整体社会福利、积极利用由此产生的经济刺激等办法，来证明在一个单独的政府项目上花费如此巨额的资金是合理的。但是，相对于全民基本收入很容易获得融资这一信念来说，现实的资金问题是一个沉重的打击。

全民基本收入不一定是一个坏主意。但是在这场辩论中，比起站队更重要的是理解全民基本收入运动的重要意义和它的局限性。高科技创新者正在寻找创新方法，来应对由数据驱动的市场所带来的社会挑战和经济资源的重新配置，也许这并不令人惊讶。甚至连硅谷都无法摆脱习惯性思维模式：如果你相信颠覆性创新，那么你对任何问题的反应可能

都会以颠覆性创新为出发点。

但是，这个想法可能根本就没有那么创新。如果数据能让我们超越货币，那么为解决数据驱动市场所带来的问题而设计的社会创新，为什么还在强调货币？为什么我们在很明显需要对资金以外的需求进行评估的情况下，依然要通过全民基本收入来引入一种简单的、固定的货币解决方案？毕竟，数据驱动市场的整体想法，就是要摆脱货币的束缚，以及由信息凝结成的单一价格，从而转向可以提供更优偏好匹配的人类合作方式。令人奇怪的是，将相关讨论简化为传统的单一货币层面的人，正是那些富人和综合数据的拥有者。从这个意义上讲，全民基本收入与其说是退步，还不如说是逆潮流而动，是紧盯着过去，而不是向前看。当然，我们知道人们仍然需要金钱来支付食物和住房费用，但令人困惑的不是全民基本收入可以为人们提供基本收入，而是它除了金钱之外什么都不提供。这似乎人为地限制了我们可以并且应该做的事情的范围。

经济增长的果实被少数高管窃取

这三套政策措施（传统式、分配式、参与式），以及更激进的全民基本收入，都建立在某些经济假设的基础上：流入劳动力的收入份额会继续下降，而流入资本的份额却会增加，由此造成我们的经济中存在非常危险的不平衡。此外，这些政策都假定两者之间有直接的负相关：如果一个减少，另一个就会增加。否则，对资本（机器或财富）而不是劳动力进行征税，就没有意义了。而事实却证明，这些假设远没有人们之前想象的那么确定。

在劳动力份额与资本份额的负相关的关系中，经济学家对资本份额的预期更加关注。西北大学经济学家马修·荣利的研究表明，要是把房地产行业排除在外，大部分资本收入所增加的份额就会蒸发。另一位经济学家西姆哈·巴凯（Simcha Barkai）指出，传统资本份额的计算方法假定了固定的回报率，而实际上，多年来，利率一直在下降，降到了一个非常低的水平。巴凯根据实际利率重新计算了资本份额后发现，自1997年以来，资本份额实际上是大幅缩减的——其数额大约是劳动力份额缩减数额的3倍。这一研究结果打破了人们普遍坚信的说法：数据摧毁了劳动力，却让资本肥得流油。那么实际情况到底是什么样的？

其中可能有几个因素在起作用。首先，随着处理能力、存储容量和网络带宽自20世纪90年代末以来大幅提升，数据处理的成本急剧下降。因此，数据处理需要的资金减少了，从而导致资本份额减少。技术成本降低是出现这一现象的重要原因之一，但是它并不能解释一切。其次，还有一个重要原因，今天的资本更加充裕，而且由于利率更低，资本的成本要比以前低得多。同样，不是所有的数据处理都会替代人类工作岗位，数据处理也可以使现有工作的效率提高（或者用经济学家的话说就

是“劳动力扩张”。），这样，劳动力从技术中获得的利益就会比资本更多。这些因素综合起来，或许可以解释为什么劳动力收入份额的下降比资本份额的下降要慢一些。

但是，如果劳动力市场份额和资本份额都在下降（尽管二者速度不同），那么谁又是最大的赢家呢？余下的收入累积在哪里？巴凯的回答是，余下的收入迅速积累，形成利润的飞速增加。这里所说的利润，指的是经济学家所说的对产品和服务随意涨价所获得的利润。这将导致市场效率低下，竞争匮乏，而且这也意味着投资者（包括所有为退休而储蓄的人）被占了便宜。近几十年来，公司股价可能已经上涨，但是如果考虑利率降低这一因素，那么投资者获得的总体回报远远低于本应得到的回报。这就意味着，无论是工人还是投资者都没有得到公平的补偿，而且消费者为他们所购买的商品和服务也付出了过高的费用。正如批评者多年来一直所争论的那样，是收入过高、中饱私囊的高管们让其他人遭受了损失。更糟糕的是，相关研究表明，随着利润的增长，创新活动和商业活力都在下降，至少在美国是这样的。

超级巨星公司

由麻省理工学院经济学家戴维·奥特领导的一个研究小组，进一步阐释了其中的潜在动因。他们指出，公司不会通过利润增加而成为市场通吃的赢家。应该说，是一种特定类型的公司正在获得前所未有的利润，它获得了远远超过人们在有足够竞争的环境里所预期的利润。奥特和他的同事们称这些赢家为“超级巨星公司”。这些公司经常是在“赢者通吃”的市场里经营，拥有强大的、导致市场高度集中的网络效应和反馈效应。而且，它们已经完全掌握了技术应用，可以通过相对有限的劳动力和资本成本来获得非常高的收益。谷歌、苹果和脸书网都是超级巨星，而实际上，这样的公司在世界各地都存在。我们可以想想欧洲的声破天、中国的网络商城阿里巴巴、通信科技公司华为，以及韩国的科技巨头三星。

我们需要搞清楚很重要的一点，就是这些超级巨星公司的利润没有完全反映在它们正式的利润表上。账面上，它们可能不会公布很高的利润。在某种程度上，这是因为公司需要精明的避税计划，但这通常也反映了这样一个事实：这些超级巨星公司每年在研究和开发新产品和新业务方面投入了大量资金。我们以亚马逊为例，仅2014年，它公布的主要用于研发新技术的成本就达到93亿美元。能够投入如此巨额的资金，反映了亚马逊在其主营业务上所获得的相对利润是巨大的。在某种程度上（但远不是100%），股票市场已经意识到，超级巨星公司正式公布的利润，与其获利能力之间存在差异。股票市场在股价的变化轨迹中将这一点凸显出来：2015年，几乎占据纳斯达克综合指数所有涨幅的6只股票中，有5只（亚马逊、谷歌、苹果、脸书网和网飞）都是耀眼的超级巨星公司。

然而，这并不是公司复苏的证据，而是公司消亡的一个微妙迹象。传统的公司是一种社会结构，旨在协调人类活动——它成功地让许多人在一个组织单位里协作。相比之下，这些超级巨星公司的员工数量相对较少，它们的成长壮大是以自动化为基础的，包括决策辅助自动化。作为具有强大市场力量的实体，它们中的许多公司都可以在任何可能的情况下，利用全球的竞争管制。坦率地说，这些超级巨星公司在组织上取得了成功，因为在使用贸易及税收法规来保护自己不受竞争威胁时，它们尽可能地简化了内部协调流程。我们说超级巨星公司正在变成聚敛利润增长的合法容器，而不是协调人类活动的大型组织单位，这其实并不是一种夸张的讽刺。

金融资本主义正在以数据驱动的方式消灭劳动力，并实现复苏。这种看法正在被一个更加微妙，但同样令人不安的观点替代：利润，尤其是那些科技行业超级巨星公司的利润，正在飞速增长。因此，我们都必须大幅调整自己的政策措施，不论是从分配性角度，还是从参与性角度。

革新税制

在分配方面，新增资本税种（包括对机器人征税）和提高资本税将从本质上加速和深化资本份额的减少，然而它并未触及“企业掌握巨额利润”这一问题根源。这将是一个可以被写入教科书做反面案例的糟糕想法。

针对某些公司利润飙升的状况，更恰当的分配政策是对这些公司征税。当然，这不是一个全新的想法，它本来就是古已有之的规矩。实际上，虽然美国的税率还不到40%，但名义上它是世界上企业税率最高的国家之一。但问题是，没有一家超级巨星公司的利润是按照这个税率缴税的。在实践中，美国对最大的几家公司所征的税还不到名义税率的一半，甚至有些美国公司根本就不缴税。

这种可耻的情形激怒了公众，并导致了两党中许多政客支持税制改革。关于此类改革的细节几乎无法达成共识，这并不令人吃惊。一些人认为，税务机关需要对企业采取更严厉的措施，迫使它们不再利用那些复杂的法律漏洞。企业利用这些漏洞可以减少自己的税务负担，并把其在海外避税港所获得的利润转回国内。另一些人则更加关注名义税率相对较高的问题。他们认为，降低名义税率将会是促使企业遵守规定的最强有力的动力。

不管一个人的政治倾向如何，从分配的角度来看，显然一些美国公司在享受利润飙升时，其缴税额度也应该相应增加，这样才能达到平衡。这才是在劳动力收入份额和资本份额都下降时我们所需要做的。但问题的难点在于，在美国，需要通过政治体制来推动企业税收增加，而这一体制却往往受制于某些特殊利益集团。

欧洲的情况也大同小异。尽管相对而言，欧洲企业缴纳的企业税比美国企业的要多，但专家估计，在欧洲，企业利润按照有利的税制进行超出法定限额的转移，由此每年会给政府造成超过2　000亿美元的税收损失。

经济学家指出，如果巨额利润能够作为投资回流到经济体系中，他们的担心可能就会少一些。美国已经开始采取行动，用所谓累进消费税（PCT）来取代累进所得税。有了这一税制，个人所得税只会针对没有被再投资的那部分收入征收。在美国，累进消费税在各政治派别中都得到了支持，但这并不能保证它能很快被立法。别忘了，总体来说，投资不再能获得高额回报，所以不要期待市场会出现大量的新投资。

用数据缴税

如果我们认同经济正在从依赖货币向依赖海量数据转变，我们就应该更有创造性地思考，如何让公司支付它们本该支付的税款。政府可能会考虑让它们用数据而不是用货币来支付部分税款。汽车制造商可以匿名提供汽车上的传感器数据，这样政府就可以利用这些数据来识别道路交通中特别危险的地方，从而改善交通安全。同样，从农场和超市收集到的反馈数据，也可以用来改善食品安全。在线学习平台的反馈数据可以帮助公共教育部门改善决策，而用于交易匹配的决策辅助数据则可以用在早期预警系统中，从而政府可以对市场泡沫更好地进行预测。

如果再与我们建议的累进式数据共享授权相结合，这就会使小企业，特别是初创企业有机会获得数据，并与大公司展开竞争。这也可能会是启动创新的好方法。政府还可以利用这些数据改善服务。我们还可以把这些数据提供给非营利性组织、研究人员或全社会，让每个人都能从超级巨星公司的利润中获益。

这种强制公司公开有价值信息的想法，其实并非新鲜事。事实上，专利制度就是建立在这一想法的基础上的：获得专利的条件是，发明人必须公开此发明在应用过程中的工作原理（至少原则上是这样的）。这样，每个人都可以从中学习，知识就能得到传播，在专利到期后，别人也可以按照自己的用途利用这些发明。通过以公开有价值的数据来纳税的做法，也能达到类似的目的，因为企业正在从利用新想法转变为利用由数据驱动的反馈循环，来改进其产品和服务。

与传统的税收不同，对于那些必须用数据来“支付”税收的公司来说，用数据缴税的任务可能没有那么繁重。与货币不同，数据不是竞争性的。它不会被用完，某公司即使允许其他人使用它的数据，自己也依

然可以使用这些数据。那些初创公司可能会对用数据缴税尤其感兴趣，它们可以用节省下来的钱扩大业务。用数据缴税不完全属于分配性质，因为双方都将受益，但随着数据被多方一再使用，总体来说它将越来越具有福利性质，因此它会得到更有效的利用。

公司只被允许用数据支付部分税收（尤其在政府需要用钱来履行职责时），但即使公司的年度缴税账单中只有很小一部分是以数据支付的，这也会产生很大影响。用数据支付部分税收带来了创新动力，刺激了新的经济增长——由此产生的新税收将主要以传统的货币支付。

用数据缴税可以让整个经济和社会获得大量数据，这可能是开放数据的支持者们一直梦寐以求的事情，但这个目标尚未实现。开放数据的传统观念，即把政府所持有的数据向公众开放，受到政府数据的商业价值和社会价值过低的限制。企业的数据往往已经转化为价值，因此可以更直接地拿来投入使用。

聘用新员工可享税收抵免

在参与性方面，政策制定者不应该只从供给方的角度考虑应对措施，比如（重新）培训工人，还应考虑从需求方的角度采取措施。这一建议并不是针对政府资助的大型公共工程项目的，但是确实有些聪明的激励措施是可以刺激需求的。

其中的一个措施，就是为企业创造的每一个工作机会提供税收抵免。这将使公司在新员工聘用上降低成本。每增加一个新员工，公司就会得到税收抵免。这不会对工资产生直接影响，但总体来说，劳动力需求增长会间接地促进工资增长。

企业雇用人类员工可以抵免税收的政策，不属于勒德分子 [3] 。它不只是针对那些白领工作即将自动化的公司，其目标也不是要阻止这些公司或其他公司自动化。相反，它将支持以创新的人类服务为重点的商业模式的发展。因此可以说，该政策是劳动力市场转型的催化剂，是用来促进公司对新服务产品和新商业模式的尝试。

税收抵免一直存在一个副作用，那就是如果税收抵免使人力成本低于自动化成本，那么公司会更倾向于雇用人类员工，而公司的整体效率因此会小幅下降。但是，如果能够减缓或阻止劳动力收入份额的下降，效率的降低也是值得的。那些特别担心数据以及海量数据市场所带来的排挤就业的国家，可能会选择这条道路。我们如果想要再现工业革命后期创造就业机会的奇迹，并应对商业活力的减弱和企业创新的放缓，就有必要努力创造出不大可能实现自动化的工作。

税收抵免可能会在表面上给高科技产业带来效率降低的负担，然而仔细观察，我们就会发现一种更加微妙的关系。让自动化成本比人力成

本更贵，并不能消除企业自动化的动机，而是让自动化的回报（实现成本节约）必须比以前更高（更有效）。

因此具有讽刺意味的是，人类劳动的税收抵免，可能反而会刺激实现技术进步的努力，而技术进步又可以带来更高的成本效率。税收抵免的结果，反而会使自动化已经成熟的行业变得更加自动化。对创造与自动化毫无关系的（至少从中期来看）就业机会的鼓励，将会刺激那些人类即将被机器取代的领域进一步自动化。[4]

不论再培训和新技能培训项目需要如何进行，项目设计都一定首先要以快速反应调整为基础。对特定技能的需求变化做出事后反应是远远不够的，新技能培训项目需要对海量数据，包括来自领英等大型在线人才市场的数据，进行实时分析，并做到及时发现技能需求的变化，实时地将其反应在新技能培训中。事实上，我们认为，政府需要制定政策，来帮助企业将新技能培训嵌入其内部组织结构中，而不是依靠来自外部的政府资助进行再培训。

让数据时代的高利润公司为那些因此承受巨大损失的人买单；确保市场保持竞争活力，让整个社会从数据中获得利益；让人类劳动力成本比机器更便宜。这三个政策措施将可以确保所有人都可以从数据红利中获益。我们坚信，这些行动可以帮助我们的社会，应对数据驱动的自动化所带来的变革。

超越薪酬

以上的探究方式基于这样一种信念，即市场竞争是社会健康和繁荣的关键与基础。这与高科技领域的企业家和投资人彼得·蒂尔等的观点形成鲜明对比。蒂尔在发表于《华尔街日报》上的文章中写道："竞争只属于失败者"，"你如果想创造和获取持久价值，就寻求建立垄断吧"。从一个充满激情的垄断主义者的角度来看，蒂尔的说法不无道理。但是，从评估海量数据市场的基本经济原理及其所带来的结果的角度来讲，蒂尔是完全错误的。蒂尔的成功秘籍可能会为少数公司带来天文数字般的利润，但是，创新放缓与效率低下，将会给消费者、工人和投资者带来惨重的损失。这种做法可能与特朗普政府的政治言论、保护主义、支持企业且削弱市场的愿望一致，但是它从根本上误判了大数据时代的意义：第一，大数据时代摆脱了金钱和资本的束缚；第二，大数据时代通过数据的丰富性来提升现实的丰富性；第三，大数据时代更加欢迎市场而不是公司；第四，大数据时代提供了提升人类合作能力的特殊机会。

数据正在取代货币，市场也正在取代公司，我们如果想要针对数据驱动的市场的影响来制定政策，首先就必须认可"以数据支付部分税款"这一变化。为此，我们提出了累进式数据共享授权和以数据缴税。[5] 但是在人类劳动领域，我们还需要特别关注货币以外的事情。大家都知道，许多工作提供的不仅是金钱，而且有参与社会交往的机会，而且它们为人生而为人的一些重要因素赋予了意义。

过去，就业所带来的一系列利益是不容易改变的，货币一方占了绝对上风。工资问题常常是劳资纠纷的焦点。尽管我们都需要钱来生活，但问题是一个工作所带来的那一揽子具体福利，是否必须保持不变，还

是说我们可以并且应该重新考虑这个问题，重新平衡其中的各个元素。当我们向海量数据市场过渡的时候，选择工作仅仅考虑金钱是不够的。与过去相比，我们更应该提出的问题是：这份工作是否有意义？公司是否与我们具有同样的价值观？这个工作是否提供了与同事和商业伙伴进行有价值的社会交往的机会？越来越多的正在争取人才的公司，特别是在高科技领域，为了招到并留住人才，已经开始关注就业领域的非货币因素。但是通常，关注非货币因素在实践中并没有被连贯地表达出来，未来的员工也因此无法找到明确的方法，来确定最适合自己的工作场所。更重要的是，现行的这些人力措施很少能反映出一个综合协调的战略来全面跟踪、调整、改进，并具体地提供这一系列的利益。随着无形资产，诸如意义、体验和身份等，在人们选择工作时变得越来越重要，一个工作岗位的一系列利益所具有的诸多要素，就成为公司整体人力资源战略的重要考量。

一个公司如何招聘员工，如何利用网络人才平台，这是我们首先要谈论的问题。在这个方面，我们需要一个更好的本体论，来捕捉工作所带来的一系列利益中的核心要素，它超越薪酬和金钱，转而拥抱丰富的数据。但事情还远不止于此。让员工无须全职工作或者全职工作时间更短，让员工可以部分时间在家工作，这些并不够。我们还要在员工选择打破常规模式时，为他们提供清晰的职业规划。与过去相比，聪明的公司更加意识到，让人力资源部门更具灵活性，创造灵活性，超越其目前所做的一切，才是公司的真正目标。

让更多的人选择工作

未来人类工作的关键，就是为“就业”松绑，就像我们把CD拆分为单独的歌曲，让听众创造他们自己的音乐组合一样。我们需要定义工作的诸要素，使其足够灵活，并可以重新组合。要想大规模地实现这种灵活性，对于公司来说绝非易事。同样不容易做到的事情，就是使各种工作因素都能够有章可循，这样个人才能真正地实现选择。对于工会等劳动组织来说，最大的挑战会是，如何在工作体验与就业所带来的一系列利益都在碎片化时，保留其作为集体协调者的角色。

然而，公司内部为就业所带来的一系列利益松绑的措施只能到此为止。如果我们想让人类在选择自己的工作时真正行使更广泛的自由选择权，我们可能就需要提供协作，至少在某种程度上，超越金钱。工人们会继续关注自己的工资，因为他们需要钱来生活，这就是全民基本收入的核心理念有可能产生最大影响的地方。正如我们上面所提到的，全民基本收入作为一种真正的基本收入，要涵盖个人的大部分日常开支，对于大多数国家来说这些开支都是很难负担的。但是如果为每人都提供一个部分全民基本收入，比如一个月500美元，它就可以为大家提供更多灵活性，特别是对于低收入工作者来说，这部分收入会使他们可以选择一个自己喜欢的工作，而不是收入最高的工作。他们可以选择非全职工作，这样就可以有更多的时间陪伴家人。他们也可以选择做志愿者，或者选择实现自己的创业梦想。研究表明，这种灵活性不但不会导致懈怠，而且通常还会为人们提供机会，让人们去参加一些能够超越自己身份限制、意义重大的活动。

如果部分全民基本收入可以让人们减少工作量，我们就能够留住更多的劳动力——即使是在全面实现自动化之后。而部分全民基本收入也

可以使其资金来源，不必再建立在超出合理范围的税收增长的基础上。我们的目标不是在分配上做到公正，而是赋予个人权利——让更多的人选择工作而不是薪酬。这一想法恰恰是为了降低金钱在就业中的相对重要性，让人们从更宽广的视角来看待涉及人类成就各方面的工作，而不仅仅是按月收入来衡量和选择。

以后，我们可能渐渐开始学会去欣赏那些从工作中可以获得的、薪酬之外的个人偏好。我们将这种欣赏嵌入找工作的具体模式中，可以让我们在确定工作的主要决定因素时，把工资和金钱抛在脑后。如果我们这样重组自己的就业模式，那么关于就业的传统策略是否还有用呢？如果能够实现部分全民基本收入，那么主要集中在金钱上的解决方案，不能解决“后金钱时代”的经济问题，至少我们不能单靠它们去解决。我们将不得不采取措施，来弥补工作能够赋予人类灵魂的无形资产。因此，市场的重新配置不仅要反映出数据的丰富性，而且要赋予工作丰富性以意义。

---

[1] 自由主义者，英文liberals，即左派自由主义者。——译者注

[2] 自由意志论者，英文libertarians，即右派自由主义者。——译者注

[3] 勒德分子，指持有反机械化和反自动化观点的人。——译者注

[4] 税收抵免的直接效果是不鼓励以生产自动化为目标的科技创新，这类政策与人类发展进化的整体思路是相悖的！至于发明更高效率的自动化技术，则是无论是否有税收抵免政策都是有利可图的。如果因为自动化技术，只需要10%甚至更少的人就能养活全世界，则一个最佳的方案是大家平均工作1年就玩5—10年。税务部门可以核定一个员工在不同企业的累计工作时间，对公司聘请累计工龄较低的员工给予税收上的优惠。这种税收政策有助于累计工作时间较少的员工找到新工作，加上那时候肯定可以实现作者推崇的全民基本收入，我们的生活境况会更好，科技发展也不会受到阻碍。——译者注

[5] 虽然未来的数据资本主义会弱化货币的作用，但是数据缴税和累进式数据共享授权是否充分，都依赖于一个前提——人们是否能够以货币的形式让人信服地给不同数据定价！如果没有一个价格，那么数据无论如何都和资本主义扯不上关系。因此，为数据定价和推动数据交易市场是这本书的主要论断成立的前提。——译者注

第10章
人类的选择

Stitch Fix：拥抱海量数据市场

年轻的卡特里娜·莱克在帕特侬集团（Parthenon Group）担任管理顾问的时候，认识到这样一个问题：因为没有充分地利用数据，传统的实体零售商并不能充分地了解客户的需求。因为具有很好的思辨天赋，加之远大的抱负，莱克决定去上商学院，立志成为“零售公司的首席执行官，并用科技和创新引领该行业发展”。2009年，她进入了哈佛商学院，开始向自己的目标奋进。

就读工商管理硕士课程大约一年后，她开始了自己最初取名为Rack Habit的创业项目，利用数据和算法帮助女性着装打扮，同时快速搭配靴子。她和当时的搭档（现在已经分开）向身边的朋友们，以及他们在波士顿地区的朋友们发出了邀请，请朋友们填写一份关于自己购物偏好的线上问卷。两位创始人将调查问卷上的“合适度”和“风格”两项数据转成电子表格，创建了关于新客户的简单个人档案。然后，他们开始给客户买东西。连衣裙、衬衫和短裙通过包裹邮寄给客户，客户可以留下，也可以寄回收到的东西——对于当今的严选购物服务来说这是一种标准做法。根据《财富》杂志的报道，Rack Habit“一直都在不断地使莱克刷爆她信用卡6 000美元的信用额度”，却“完全不挣钱”。尽管如此，客户人数越来越多，事实证明，她和她的合作伙伴一定在谋划着什么事情。

买衣服的麻烦在于，并不是合适的产品（合身并与个人偏好匹配的产品）本身不存在，而是大多数人，尤其是那些工作忙碌、家里孩子小的人，不知道如何轻松快速地找到合适的产品。或者，正如经济学家所言：服装行业的多样性大幅增加了，但是找到各种产品的渠道却并没有被拓宽。消费者需要的是一个聪明的中介，它可以为他们找到合适的商品。这种中介机构早就存在，它们被称为“私人代购”，但是可惜的是，

对于我们大多数人来说，这些私人代购的费用太昂贵了。Rack Habit的核心业务理念是为客户提供一个他们能够负担得起的称职的私人代购。2011年，卡特里娜·莱克利用自己的提议——利用丰富的数据，来为客户和他们对市场上各种服装的偏好做出匹配——从种子基金公司筹集到75万美元。

获得哈佛商学院工商管理硕士学位后，莱克立即搬到了旧金山，将公司的名字改为Stitch Fix，并开始为女性时尚投资。她要做的事情可不是小打小闹。2015年，该公司在第三轮融资中获得了3亿美元的估值，《纽约时报》将其列为潜在的初创企业“独角兽”，即估值达到10亿美元以上的公司。2016年，当德温·韦尼希启动其“崩溃计划”，希望亿贝转变为海量数据市场时，卡特里娜·莱克已经成为福布斯富豪榜上最富有的白手起家女性富豪之一。

表面上看，今天的Stitch Fix就像一个传统的线上零售商。公司给客户（现在已经有男有女）寄送装有5件衣服和配件的包裹，客户为自己选择的物品买单。但仔细分析我们就会发现，Stitch Fix的作用更像是服装市场的中介，而不是零售商，这正是卡特里娜·莱克的初衷。每次寄给客户包裹，Stitch Fix都要收取20美元的“造型费”。当客户决定保留5件衣物中的至少2件时，造型费就会被免除（客户如果保留全部5件衣物，就会享有额外的折扣）。Stitch Fix不为它的商品定价，也没有季末促销，更没有“超级网络星期一”或“黑色星期五”这类打折活动以取悦对价格敏感的购物者。Stitch Fix是一个“后价格”时代的零售商，它的目标客户的想法是：比起浪费宝贵的时间寻找自己想买的商品，为优质匹配付费更加经济实惠。这种模式不会在所有市场上都行得通——一笔划算的汽车交易可能让买家节省几千美元，所以为此付出努力是值得的。但在成衣市场，就像Stitch Fix所展示的那样，它是一个可以成功的商业模式。

为了实现规模化服务，Stitch Fix对丰富、全面的数据流进行了分

析。2016年，该公司在由首席算法官埃里克·科尔森（Eric Colson）领导的团队中，雇用了70多位数据科学家。科尔森曾在运用海量数据的先锋公司网飞公司 [1] 的平台实践数据科学。不过，事实证明，挑选合适的衣服比建议看哪部电影要困难得多。与标准的社交过滤推荐引擎（“喜欢这部电影的人也喜欢这部”）相比 [2] ，Stitch Fix采用了更加复杂的数据分析方法。除了在初次注册时向客户询问他们的偏好，该公司还使用了算法来考察Pinterest（美国一家图片社交平台）上客户喜爱的那些图片，并从中归纳出一些明显的特征，这些特征显示了客户自己可能并未意识到的一些偏好。这套系统的工作原理和我们在第4章中描述的机器学习系统完全一样：客户不必明确说明其需求，因为系统可以从客户与周围世界的互动中学习到这些内容。

反馈信息在Stitch Fix公司也起着至关重要的作用。首先，客户的每一条反馈都会生成数据。公司强烈建议客户对他们收到的每一件商品进行评论，只要用简单易懂的英语单词进行评论即可。在自然语言处理软件的帮助下，公司可以进一步完善客户的个人偏好。此外，Stitch Fix也在开发自己的服装系列，在设计过程中也会使用这些偏好数据。

Stitch Fix成功的秘诀是，它了解海量数据市场，以及数据在客户满意度中扮演的关键角色。正如公司自己所言:“这个‘市场’的供需双方都拥有海量数据，这使Stitch Fix有机会成为牵线人，将客户与他们喜爱的服饰风格联系到一起（而且客户自己不可能找到这种风格）。”

但是公司的成功还有另一个关键因素：人际关系。Stitch Fix雇用了数百名个人造型师。这些造型师都是兼职工作，他们既可以在家工作，又可以在全国各地工作，他们在为每个客户挑选商品时，都有最终决定权。他们能够得到Stitch Fix的机器学习系统和匹配算法的帮助，获得关于客户偏好的丰富、全面的数据，包括这些客户的个人偏好是如何随着时间而改变的。但是最终的选择是由造型师自己做出的。他们在每批货物中都会添加一张私人便条，告诉客户如何将新产品与衣柜里的其他物

品进行搭配，或者如何利用配饰提高穿搭效果。

这样的私人便条向客户展示了一个人的关爱，同时可以建立并维护客户与造型师之间的关系。这对留住客户非常有帮助——毕竟，要抛弃一个人比抛弃一台机器更难。它也增加了顾客提供反馈的可能性。私人便条制造了社交债务，而大多数客户会选择偿还这笔债务。

然而，也许最重要的是，人类造型师在观点和品味上要比机器更加多样化。丰富多样的个人造型师创造了一个风格迥异的世界，从而使客户和造型师之间形成更好的匹配，进而转化为更高的销售额和顾客满意度。对于Stitch Fix来说，能够很好地利用人类的风格与喜好的丰富性，是公司成功的一个重要因素。它使人类变得不可或缺。

Stitch Fix把选择的乐趣与购物的无趣进行了拆分，我们也可能会看到实体世界复制这种模式。也许将来，我们会把我们的生活用品的补充任务，委托给我们的自适应机器学习系统，而我们自己还会继续享受亲自逛精品店，或者在书店浏览群书的乐趣。事实上，当我们开始仅仅为了购物体验而逛商店时，当我们重新发现触摸、观看和做出决定的诱人乐趣时，我们甚至可能愿意为这种特权向那些最好的商店支付费用。

对于一家大型线下零售商来说，一个好的战略举措可能就是并购Stitch Fix或者它的竞争对手，就像诺德斯特龙连锁百货在并购Trunk Club（一家男士个性化电商）时所做的那样。零售商店可以发展为一个体验式的环境，客户可以在那里浏览，也许他们的个人造型师（本人或虚拟的）就在现场。作为在线业务的补充，诺德斯特龙的实体店成为客户与商品，甚至是与其他客户，进行愉快社交的场所。客户的目标不是买东西，而是浏览商品，满足自己的感官享受，用音乐抚慰自己，用免费的浓缩咖啡激发自己的活力。我们在这些改造后的商店里，看不到会将我们的注意力吸引到价格和折扣信息上的标签。在这样的环境中，价格不是最重要的，我们将依靠决策辅助系统，例如数字购物代理，来为我们考虑价格的事情。

总之，人类是一种触觉生物，我们喜欢用我们的感官与世界接触，我们享受彼此的陪伴。Stitch Fix将这种人性元素注入客户体验中的做法是非常成功的。以同样的方式拥抱海量数据市场对于其他公司来说，也只是时间问题。

推动更可持续的经济发展

海量数据市场正在颠覆传统货币市场。它可以提供更好的匹配，使参与者更加满意。但这还不是全部。更好的匹配可以进一步转化为减少浪费：那些因为买家最终无法充分利用而不得不另寻所爱的商品变少了。协调得更好意味着更少的时间浪费和效率损耗。而且，金钱不再是我们在海量数据市场进行匹配时所使用的主要维度，这使我们在每一笔交易中都可以按照自己的价值观行动，因此我们也表达出自己的价值观，这会让我们比现在更加一丝不苟地进行交易。与传统货币市场，以及这种市场的过度贪婪相比，海量数据市场将进一步推动更可持续、更集约的经济。

我们只有一个地球，所以我们必须谨慎管理我们拥有的资源。我们最富有的资源就是数据信息，随着收集、传输和处理数据变得越来越容易，也越来越便宜，我们将会拥有更多可供使用的数据信息。人类经济的未来就在于对信息盈余的巧妙利用，而海量数据市场正是我们实现这一目标的机制和场所。当人工智能和大数据可以满足人类合作这一社会现实时，实现可持续发展就又向前迈进了一步。

举个例子，在“智能电表”技术的推动下，能源市场将转变为海量数据市场，从当前的效率低下和脆弱疲软的状态，向一个更加稠密的市场转变。当前的状态是有限的大型生产商为很多人提供能源，而稠密的市场则会拥有大量不同的市场参与者，包括那些生产与存储家庭能源（如电池、太阳能等）的生产商，它们可以更好地相互合作。由此，能源浪费不仅会变少，而且我们将会更有效地使用智能电网这个先进的能源分配基础设施。

货运物流也将受益于海量数据市场。现在，跑在路上的卡车中，4

辆里就有1辆是空的，因为我们找不到更有效的方式，可以让卡车在行程中的每个路段都有货可运。自动驾驶卡车不会改变这种情况，但是海量数据市场是可以做到提供卡车与货物更好的匹配结果的。提高协调能力所带来的效果，将转化为更低的碳排放量和更高的经济发展可持续性。

再谈谈卫生保健行业。在发达经济体中，特别是美国，医疗费用已经高到不可持续的水平。虽然我们的寿命比以前稍微长了一些，但我们花了大量的金钱来换取这一点儿利益。在某种程度上，这是因为我们把病人都聚集在了一起，对他们一视同仁，这样我们就可以把信息量进行浓缩，以免过大的信息量令我们不知所措。这种做法与以货币为基础的市场异曲同工。但是没有哪一个肿瘤会与另一个完全一样，因此诊断和治疗同样也需要个体化。除了癌症外，这个道理也适用于其他许多疾病。如果在卫生保健领域，我们能够应用海量数据市场的原理，我们就可以解决过度简化的问题，使医学、保健更加精准。

学校也可以利用丰富的数据来提高学生与老师、学习材料、教学方法等方面的匹配度。学生不都是一样的，对一个学生起作用的方法不一定对另一个学生也起作用。海量数据市场的工作原理应该得到更广泛地应用，这样我们在减少浪费的同时，也会获得更理想的结果。因此，我们的生活将更加美好、更有意义、更可持续。

迎接经济“大调整”时代

由于海量数据市场比传统市场具有更多优势，这就给我们施加了巨大的压力，要我们重新调整公司的概念。过去，公司是人类合作工作的组织单位。有些公司可能使用了机器，但是所有公司的管理，都是由人来完成的。未来，情况可能不再如此。我们可能会见到这样一些公司，它们雇用很多高薪的员工去做只有人类员工才能做的工作，但是这些公司的管理可能大部分是由机器来完成的。我们还会看到其他一些公司，它们从社会组织转变为法人实体，利润颇丰，却辞掉了很多人类雇员。空壳公司，将会在公司的前景发生巨大变化，新的公司法与税收法出台时，应运而生。以人为中心的公司，是自适应机器学习系统与那些不能轻易自动化的人类素质完美结合的产物。与Stitch Fix一样，以人为中心的公司不但不是勒德分子，而且是数据应用专家。这样的公司不仅不与海量数据市场作对，而且改善了海量数据市场。

在空壳公司和以人为中心的公司之间，还有许多极佳的位置可以供公司选择。公司需要在这段距离里找到自己的位置，然后改变自己，并在那个位置点蓬勃发展。无论是戴姆勒还是声破天，是亿贝还是苹果，是中国的阿里巴巴还是英国的巴克莱银行，是像麦当劳这样的老牌全球特许经营公司，还是像Stash这样的新兴科技初创企业，或者是街对面的小型有机食品烘焙屋，所有公司都需要这样做。也许在未来几十年后，我们会把这一变革称为“大调整”（the Great Adjustment），而且还会讲述在经济大衰退之后大小公司是如何改变的故事。这并不是大多数公司都在期待的变化，这当然也不是很多公司一起发起的变革。但是那些接受这种变化，并重新进行自我调整，从而变得更加人性化的公司，将会享有毋庸置疑的优势。

在银行业和金融服务业中，金融服务的进一步商品化正面临越来越大的压力，尤其是在支付方面。新的中介机构已经出现，它们承诺将促进并利用更丰富和更全面的数据流，这远远超越了传统上我们对金钱和价格的关注。传统的金融公司，比如大型商业银行，正面临一个艰难的选择。通往商品化的道路是它们所熟悉的，但理所当然这也是它们所恐惧的。转变为成功的数据中介机构这条道路虽然提供了美好的前景，但它也更加困难，因为实现海量数据并不是许多银行所擅长的事情。银行必须改变自己的内部运作方式，这是一个挑战。用硅谷早期的风险投资家尤金·克莱纳的话说，这叫“不识其面目，只缘身在其中”。

好好看看各家银行的那些大理石宫殿吧——它们遍及世界各地的金融中心。这些宫殿向所有关注它们的人发出权力和财富的信息，可是到21世纪20年代后期，它们中的许多银行将不复存在。这不是因为我们抛弃了货币，而是因为我们不再需要一个原始的符号来提供服务——这些服务省略了细节，减少了信息的丰富程度。新的金融中介机构要么是超级高效的，要么是数据丰富的，甚至可能两者兼而有之。而老式金融资本主义的余威将会消失，取而代之的是由海量数据市场驱动的新的数据资本主义。

促进多元化，避免集中化

硅谷的天使投资人与欧洲的银行职员在向创业者提供贷款时，二者的区别不在于金钱，而在于天使投资人能够提供给创业者丰富且有价值的信息。自乔治斯·多里奥的美国研究与发展公司，美国第一家现代风险投资公司，创立之初，我们就一直将风险投资者称为“资本家”，但这种称呼可能长期以来就是一种错误的说法。最好的天使投资人和风险投资家给客户的不仅是一张支票，而且还有丰富、宝贵的信息。也许是时候称呼他们为“风险信息提供商”，而摒弃“资本家”这个术语了。

进一步讲，由于资本不再是促使企业成长壮大的催化剂，所以这意味着资本的作用开始削弱。或许是时候关闭历史的大门，正式取消“资本主义”这个词了。它曾经运行良好，在过去几个世纪塑造了市场经济。但是现在，我们将为作为经济中最重要的动力来源的资本，创造一个可以替代它的选择。我们无须再考虑资金和公司，让我们想象一下能够赋予人类力量，使人类能够更好地互相合作的海量数据市场吧。

海量数据市场并不能解决我们所有问题，而且它自身也存在一些固有的结构缺陷。因此，任何数据驱动市场的成功都取决于它的设计，以及它运行的规则。在设计海量数据市场时，最关键的问题是要使其免受集中度过高的影响，不只是在参与者层面（典型情形包括，一个卖家很多买家，以及一个买家很多卖家等），在决策过程中也是如此。如果帮助我们做出交易决策的那些自适应机器学习系统，很多甚至全部都存在同样的缺陷，那么整个市场会变得非常脆弱。这就是为什么决策辅助系统的多样性是不可或缺的。累进数据共享授权——我们建议的用来确保这种多样性的机制——的设计目标，不只是保护自适应系统不受集中度过高的困扰，而且通过共享不同的数据子集，可以防止所有竞争者使用

相同的数据输入来构建系统。培养一种可以不断转化为强大竞争力的多样性，才是解决问题的关键。

当谈到数据驱动市场更广泛的社会影响时，我们痛恨技术空想主义者的溢于言表的乐观，就如同我们会避开那些层出不穷的末日预言家的悲观一样。我们不应该假装自己可以预测未来，而是应该做好塑造未来的准备，调整好各种杠杆和机制，在任何时间和任何地点，一旦有利因素出现，我们就努力激发它；一旦负面影响出现，我们就努力抑制它。有时，这需要我们给现有的政策工具包中增加新项目，比如以数据支付的数据税，或者聘用新人类劳动力的税收抵免。有时，我们需要的是不同视角，比如把工作的概念与薪酬的概念分开。

选择我们想要的

以前，在金钱和价格占主导地位的传统市场中，用工资和经济利益来衡量人类劳动，可能是最合适的。但是随着货币市场转向海量数据市场，我们在讨论人类劳动的优点时，就需要超越工资。工作不仅是一个可以帮我们支付账单的工作岗位，对于很多人来说，它还提供了身份、社交圈和归属感。当我们接受这样的说法时，我们就会意识到，帮助人们找到好工作并保住好工作，将会继续担负社会的核心作用，即使机器会承担越来越多的责任。市场的任务是提高效率，在数据足够丰富的情况下，更好的匹配将会大大提高效率（和可持续性）。与此相反，我们作为人类的任务不是要实现最高效率，而是要做真正的人，这包括思维的创造性和对新事物的探索精神，以及相互交流，建立有意义的社会关系等多个方面。

在一个机器学习系统越来越多的世界里，还有什么是需要我们人类来做的呢？我们会是数据时代的恐龙吗？是否有一天我们会发现，自己被圈定在一个保护区里，供那些发号施令的机器取乐？即使在海量数据时代，我们仍然相信，如果人类愿意，我们将会继续引领世界。丰富的数据将允许人类选择自己想要做的决策，其余剩下的决策才会留给自适应机器学习系统。系统知道了我们的偏好，就会到市场上为我们寻找最好的匹配。

通过将我们的思维从日常决策中解放出来，我们可以专注于那些真正有价值的决策，以及那些我们喜欢做的决策。最终，我们甚至可能会将一些令自己不安的决策委托给自适应机器学习系统——那些我们因为担心受自己的偏见影响而无法做出正确选择的决策；那些我们担心自己还不够了解，也没有时间来让自己了解的决策。我们可以告诉自己的决

策辅助系统，我们希望它做出怎样的“修正”。这将不会是一个简单的、二元的、非此即彼的问题，相反，人类将会有能力调高（或调低）我们想要得到的帮助数量。我们将会选择是否选择。

保有个人选择的自由

大数据和人工智能不但可以帮助我们决定买什么，而且可以帮助我们决定与谁合作。专家警告说，这一点可能最终会威胁人类的决断力。我们害怕的是，当我们把决策委派给机器学习系统时，我们也就放弃了那项重要的、组建自己社交圈子的自由。但是，正如我们在第4章中所解释的那样，海量数据市场并没有剥夺我们选择的自由，而是给了我们机会，把自己的时间和精力花在做人上。

当真正需要决定该选择哪些决策时，我们将不得不面对如何选择的问题：哪些决策我们应该留给自己做，哪些决策应该委派给机器学习系统做？针对诸如我们应该送孩子去哪所学校，紧急情况下我们应该选择哪个医院的救护车这样的问题，如果数据驱动的自适应机器学习系统可以为我们提供更好的答案，那么我们应该将这类决策委托给机器吗？还是我们应该将其保留在人类责任的专属领域？在做出决策时，我们的目标到底是什么——是得到正确的答案，还是得到让我们快乐的答案（毕竟，最终必须对结果负责任的人是我们自己，而不是机器学习系统）？到目前为止，我们很少面临这样的选择，但是未来，这样的选择会变成家常便饭。良好、扎实的选择能力是我们必须培养和保持的一个核心能力。

这种对该选择什么做出选择的能力，从本质上来说是为人类赋予权力的。它为我们保留了为宇宙的未来做出贡献的机会，并且可能确保我们在进化的道路上占据一个永恒的位置。但它也是一项新挑战，因为随之而来的是责任。选择意味着挑出一个选项，放弃其他选项，人类绝不能选择所有选项。海量数据市场是一个令人惊喜的选择工具，它将帮助我们做出更好的选择。但是，它不会从根本上免除我们需要做出选择的

责任。

以安全、简单、连贯或者利润最大化的名义放弃个人选择的自由，对于人类而言，将会是一个可怕的损失——远远超过它所造成的经济效率低下的问题。它将侵蚀并抛弃每一个自由社会的核心原则。这就是为什么我们需要警惕那些将个人选择视为危险品的宣传，要倡导对集权的谨慎态度。这也是为什么我们需要警惕数据驱动的反馈效应，就像我们需要抵制那种对一个强大的独裁政府的强烈渴望一样。

市场是一种高效的人类合作方式

海量数据市场和个人选择还有一个敌人，这个敌人是一个愿景：人类将很快克服资源稀缺的问题，因为机器学习系统看似无限的能力，将以低成本或零成本的方式完成复杂的任务，使我们拥有的资源可以永远重复利用，机器学习系统基本上可以把我们带进一个真正的理想世界。在这样的世界里，从日常琐事中解脱出来的人，将可以享受生活，并且尽情地体验生活。”资源稀缺的终结早已有人预言过，在20世纪70年代，最为人熟知的是保守派经济学家朱利安·西蒙。现在，这个想法的升级版再次浮出水面。麻省理工学院斯隆商学院教授埃里克·布赖恩约弗森似乎非常认同这样的观点。布林约尔松是一本很有影响力的著作的合著者，那本书探讨了人工智能给人类劳动者带来的影响。 [3] 布林约尔松说：“一个日益富足，甚至是奢侈的世界不仅是可能出现的，而且是极可能出现的。”

这类观点的支持者使用“完全自动化的奢侈共产主义”（fully automated luxury communism）这个术语（想象一下列昂尼德·伊里奇·勃列日涅夫穿着古驰懒汉鞋的形象），来描述他们的想法：大家的工作都减少了，但我们依然可以享受自己想要的一切。作家亚伦·巴斯塔尼声称是他创造了这个术语，他认为，这将会“为所有人带来卡地亚、万宝龙和蔻依。”英国报纸《卫报》的说法则少了一些物质的味道：“人类通过对机器的控制获得了茂盛的草地，而打理草地的则是他们宠爱的机器。”这种观点认为，在这样一个世界里，我们不再需要选择，蛋糕会再有的，想吃就吃掉它。而且市场，就像磁带播放器或者餐馆桌子上摆放的烟灰缸，最终会成为过时的东西。

这类观点的大批拥护者，将自己的愿景建立在了一个基本谬误的基

础上。他们关注的是物质资源，却没有认识到市场不仅是一种分配稀缺物质资源的方式，而且是一种高效的合作方式。只要人类需要合作，时间就会成为稀缺资源。只要不能做到永生，我们就需要市场在有限的时间内帮助我们相互合作。

我们需要拥抱我们的现实生活，而不是期待一个根本不存在的永恒世界。我们不否认世界各地都存在严重的经济问题，我们也将其视为严峻的挑战，但市场并不是问题的根源。相反，我们将市场看作我们战胜挑战的最终希望。我们认为，最重要的事情就是人们能够及时地相互合作，实现凭个人能力永远无法实现的目标。

我们确信市场会继续存在。人类的未来不是集中权力，也不是消费和富有，而是相互合作，把我们无法重新利用的资源时间，花在最有意义的地方。但是，一个全面的、可持续的选择自由，不仅需要从货币向数据的转变，而且需要我们在第4章中详细阐述过的技术进步。

选择的自由，需要建立在一个由人类协调的、权力分散的社会机制上，这个机制就是市场。离开市场的分散性，数据的权威就会消失。这就是为什么我们把从资本向数据的转变，而不是人工智能的兴起或大数据的出现，称作市场的复兴。如果没有市场，数据和技术就不可能做到保护人类，帮助人类协调工作，更别提促进人类文明了。因此，在本书中，市场占据了中心地位。数据（和技术）仅仅起到促进市场复兴的作用。

沿着知识的道路继续前进

市场的复兴建立在获取丰富且全面的数据，以及将数据转化为决策的能力之上。反过来，这也让我们放弃了几个世纪以来，一直统治着传统市场的被人类浓缩与简化的信息。简化现实，让人们更容易接受它，这是一种人类古老的策略。当我们不熟悉情况，没有足够多的信息时，当我们无法更好地理解，心智能力达不到时，当我们缺少获得更准确、更详细信息的工具时，这个策略是非常有用的。

将地球假设为平的，这是我们在几个世纪里一直采用的一种简化方法，因为它切实可行。直到我们有了进一步发展的需要，我们才把它换成了更复杂的概念——地球是一个球体，它不是一马平川的。但是复杂是人类前进的动力。当我们将基于货币的市场转向海量数据市场时，我们做的是同样的事情。

从根本上说，这种转变是一场数百年前就开始的，规模更大、范围更广的运动的一部分。它曾促使弗兰西斯·培根强调实验证据的必要性，也促使勒内·笛卡儿去探求理性。它曾激励伊曼努尔·康德提出理性与道德密切相关，也促使亚当·斯密审视市场的协调力量。它还让汉娜·阿伦特看到了权力的本质，让约翰·罗尔斯思索正义的内涵。它推动人类沿着知识的道路前进，让我们有机会洞察我们生活的世界——一个具有丰富信息的世界，一个比我们能够想象的更多姿多彩、更多样、更微妙、更令人振奋的世界。我们的旅程还未结束，它将一直持续下去。

我们都应该认识到，人类不能将现实简单化，为了使之符合我们的认知局限。这一点是非常重要的。当我们将自己对世界运转的解释，限制在一个非常简单的、容易理解的，或者我们一直相信的范围内时，我们就限制了自己的想象力，将自己对世界的理解局限在最显而易见的事

情上。过去，我们没有其他选择，简单化不啻为一种解决方法。但是有了数据后，我们不必再采用这样的方法了。

只要我们愿意，人类的未来就是一个知识与见解的未来。这就意味着，我们将会抛弃很多曾经深信的简单化模式，张开双臂拥抱世界的多样性。要做到这一点，只有数据还不够。要打开新的视野，我们还需要敞开心扉。但是，我们的想法与反空想主义的预测正好相反。反空想主义的预测认为数据是冷酷的，技术是与人类对立的，而我们相信数据的丰富性会让我们的未来更加社会化、更加人性化。

---

[1] 网飞公司成功运用海量数据为消费者提供个性化的影片推荐，甚至利用海量数据指导影片的制作和拍摄。网飞公司最著名的事件是举办了奖金总额为100万美元的推荐系统大赛，以奖励世界上第一支能够把网飞公司自身推荐精确度提升10%的团队，请参考文献J. Bennett, L. Stan, The Netflix Prize, Proc. KDD Cup and Workshop, 2007。——译者注

[2] 观察“喜欢这部电影的人也喜欢的其他电影”来进行推荐，这是典型的协同过滤（Collaborative Filtering）算法，而社会过滤（Social Filtering）算法是建立在“你的社交好友和你有相似的兴趣爱好”以及“相同的观影、阅读等经历会提高好友之间互动性和亲密度”等假设基础上的，其基本思路是把社交好友的喜好考虑在算法之中。——译者注

[3] 根据作者对内容的描述，这本书应该是2014年出版的《第二次机器革命》。——译者注

致谢

20年前，哈佛大学教授刘易斯·布兰斯克姆曾经提出这样的忠告：“别给我讲我已经知道的事。”正是这一忠告指导我们写完了这本书。当然，对我们所讲述的故事，很多读者是多少了解一些的。但是我们希望，对于大多数读者来说，我们提供的总体叙事是耳目一新的，可以激励他们在市场与金钱、公司与金融、数字化与数据等方面，生发出与以往不同的看法。

我们提出的论点并不轻松简单，需要人们认真思考——至少在一定程度上，读者需要放弃一些有关经济与社会运转方式的传统观念，放弃一些长期坚持的信念，选择从另一个角度看待这些问题。

在过去的24个月里，我们就自己所讲述的故事，与世界各地的专家和同人进行了无数次对话，从他们那里我们学到了很多新东西。他们慷慨相助，提供了宝贵的见解。许多人都开诚布公地谈了自己的看法，但是他们要求我们不要提他们的名字。我们可以公开感谢的一些人包括：风险投资家艾伯特·威格，区块链爱好者唐（Don）和亚历克斯·泰普斯科特，数据分析师马克西米利安·希伯，隐私监管员雅恩·帕多瓦，保险业内人士克里斯琴·蒂曼，经济学家西姆哈·巴凯，扑克专业选手杰森·莱斯和唐圭金，本体论权威马蒂·所罗门，定价专家弗洛里安·鲍尔，计算机科学家曼弗雷德·布洛伊和约翰内斯·布赫曼，企业家奥古斯特－威廉·希尔，人力资源专家托马斯·萨特尔伯格，声破天公司的马蒂亚斯·阿瑞理得和安德斯·依瓦森，决策专家弗朗西斯·德·佛利考特，数学家埃里希·纽沃斯和马克斯·冯·雷内塞，交通设计专家斯特凡·拉姆勒，哲学家克里斯托弗·胡比希，博学家海因茨·马卡特，以及几位记者，包括路德维希·西格尔、乌韦·吉恩·霍泽尔、沃

尔夫·洛特尔和克里斯托夫·科赫等。

我们还要特别感谢我们的版权代理商，加拉蒙代理公司（Garamond Agency）的莉萨·亚当斯女士，感谢她一直以来的信任与支持。我们也要感谢本书的编辑，基本书局（Basic Books）的T.J.凯莱赫先生，感谢他一直鼓励我们要按照思路清晰、前后一致、概念明确的要求写作本书。此外，对罗宾·丹尼斯在本书开题方面和起草阶段所提供的帮助，巴巴拉·克拉克为上个版本所做的文字编辑工作，米歇尔·温为最终定稿所做的文字编辑工作，以及菲尔·凯恩在事实查证方面的出色工作，我们在这里一并表示感谢。

在写作本书时，我们也获得了来自各自工作单位的支持，并从中受益颇多。维克托在此要特别感谢牛津大学所提供的学术休假；托马斯想要感谢的是卡尔·纽曼和约翰·布劳特，他们停止了他在这几个月的紧张写作中在美国匡提科（QuantCo）的所有任务。同时，作为《第一品牌》杂志的科技通讯记者，托马斯也要感谢杂志社给予他的大力支持与充分自由。

写书这件事最终消耗的时间与精力，总要比预期的多。本书的写作更是一再把我们推向极限，促使我们进行更深入的思考与研究。因此，除了按照惯例，我们要向家人深深鞠躬外，我们还要特别感谢家人的耐心。

译后记

不要成为自己创造物的奴隶

《数据资本时代》提到了大数据带来的三个重要变化：信息中介沉淀和共享的大量数据，使消费者不再仅仅依靠价格来评估商品的质量；先进的匹配算法可以从价格以外的多个维度更好地匹配供给和需求；海量数据市场的发展必然会到来，并化解分散与集中、多样与统一的尖锐矛盾。《数据资本时代》一书花了大量笔墨，用具体的事例描绘了数据驱动下商业市场正在发生的变化。

人类自己汇聚了越来越多的数据，发明了越来越好的算法，一手缔造了数据与智能时代。然而，我们的创造物本身，以及我们对这些创造物不加分辨地过度使用，例如甚嚣尘上的数据主义和算法主义，也可能给人类带来十分危险的后果。

首先，数据和算法可能破坏中立性和多样性。

表面上中立的技术，也可以产生非中立的结果。我从2007年开始，就一直做个性化推荐方面的算法研究。个性化推荐系统的算法本身是没有偏见可言的，无非是根据消费者个体以前的购买记录，来预测个体最可能购买的东西，然后做推荐。如果你是一个穷人，以前买过的东西都是相应品类中单价最低的，那么你在系统画像中一个名为“价格敏感程度”的维度的得分会非常高！于是，当你搜索一个关键词后，从前到后翻10页，你看到的都是为像你这样的穷人量身定做的便宜货。随着数据化浪潮的进一步发展，我们个人获取和处理信息的难度会进一步加大，

我们会更加依赖各种各样的信息中介。例如，当抵达一个陌生的城市，我们如何规划一条一日游的路线？作为一个新手，我们如何利用在线教育平台选修若干课程，从而了解一个新的领域？我们如何在读书的时候就规划和选择自己的职业道路？我相信，高水平的算法会充分考虑你的家庭、性别、民族、消费水平等因素，替你做出“最适合你的选择”。因此，穷人和富人会抵达城市中不同的角落、下载不同的课程、规划不同的人生。在数据的世界中，不同出身的人所获得的信息差异，可能比现实世界的差异还大，从而他们很可能形成截然不同的视角、格局和能力。

伴随信息通信技术的发展，以及数据的累积和算法的优化，表面上我们可以获取的信息总量大幅度增加，我们的世界变得更加多样化，但实际上情况并非完全如此。因为电子商务平台打破了空间限制，很多原本可以在一个小镇、一个转角经营下去的特色小店，却逐渐消失了。除了主要销售畅销书的大型连锁品牌书店以外，具有店主极强个人偏好的特色书店，现在我们基本上找不到了。尽管我们非常推崇“个性化新闻”，但最近几年大家阅读的新闻和资讯实际上都差不多，因为个性化新闻，在很大程度上也是倾向于推荐你所喜欢的品类中比较流行的新闻——毕竟流行起来的内容更有可能包含被读者喜欢认可的元素。数据和算法总以高效和准确为出发点，很多小众的事物因为无法产生规模效应而被算法慢慢淘汰了。如果世界上只有一种语言，那么效率应该最高。实际上，围绕大语种的数据和算法积累越多，小语种的生存空间就越小。最近，每两周就会有一种语言消亡，这也为希望保护文化多样性的当代人敲响了警钟！

其次，数据和算法可能带来新型的垄断和独裁。

维克托在书中已经勾勒出了这样的场景。因为对消费者需求的洞察、对商品特征的全面刻画以及对两者的精确匹配，都需要大量的数据支撑。所以拥有大量数据的“已经成功的公司”，譬如中国的阿里巴巴

和腾讯等企业，将拥有一般企业所无法企及的数据赋予的能力。如果没有可匹敌的数据资源，这种能力上的差距是其他企业无论多么努力都难以弥补的，所以，一种新型的垄断方式很可能形成。它事实上使创新型的企业在没有数据积累的前提下，难以在市场中有效竞争，而那些已经成功的企业会获得越来越多有价值的数据，从而让打破垄断的门槛越来越高。

数据还可能带来新型的独裁。随着政府和大型企业对个人数据掌握的深度和广度的增加，如果我们不按照政府和企业“所希望的方式”生活和消费，我们就可能会在社会保障福利、落户就业、融资借贷等方面遇到各种困难。最终，我们有可能反而成了算法的奴隶，必须按照算法设定的目标努力前进。更可怕的是，数据拥有几乎无限的记忆力，因此我们今天的错误可能会带来很长时间难以消除的影响。你上中学时期的一次由冲动引起的打架斗殴；你上大学时因为攀比借了校园贷，却没有及时还款……这些记录，可能在你30岁的时候影响你申请车贷或者房贷，也可能让你在婚介所的系统中无法与心仪的女孩儿进行匹配，还可能让你的创业融资遭遇挫折。在这种被无限记录和分析的情况下，最佳的选择就是按照政府和大型数据企业设定的主流价值观前进，把那些特立独行的念头从根子上删除。

实际上，维克托在展望大数据美好未来的同时，一直没有忘记和这些可能给人类发展带来冲击的危险做斗争。在这本书中，他提出了累进数据共享授权——要求达到一定市场份额的企业必须向社会开放它的数据。在维克托名为《删除》的著作中，他认为个人有权删除他/她在其他系统中存储的自己的数据，并且个人数据必须要有一个有限的期限，超过这个期限的历史数据不能被用来分析和判断当前的人。遗憾的是，我不得不说，维克托的这些抗争手段，其操作执行的难度巨大，它们和企业追求利润的原始冲动相悖。最终，它们也只会像向想象中的巨人和城堡挥剑的唐·吉诃德一样，有一颗骑士的心，却没有骑士的舞台。

我从不认为数据和算法所追求的高效和准确与人类发展的目标一致。至少，在很多已经充分现代化的地区，我不觉得高效和准确能够给人们带来更多的幸福和快乐。我在瑞士留学的时候，欧洲的朋友讲到中国，总有些敌意。这个敌意不是他们看不上我们，而是他们觉得中国人太努力，工作时间太长，工作效率又很高，这样久而久之，欧洲如果想要立足，就必须加倍努力，这样他们从容淡泊的慢生活自然难以幸存。至于那些能够让人更快找到喜欢听的歌、喜欢看的书、喜欢吃的零食、喜欢的女人的算法，我觉得并不会给我们带来真正的幸福。因为寻觅和尝试的过程，甚至随之而来的痛苦和挫败，都是一个自足灵魂和完整人格所必需的。

数据科学家如同英国著名作家史蒂文森笔下的“化身博士”，他既有善的一面，又有恶的一面；既能为人类带来福祉，也能给人类带来伤害。我不相信人类最美好最柔软的部分能够为数据所描述，也不希望某天我们成为自己创造物的奴隶，为了某种被设定的目标沿着被优化的道路前进。遗憾的是，我还给不出任何避免危险的可行方案。或许，我们只能期望那些化身博士的皮肤下，都有一颗扁鹊般的善心。

周涛

2018年8月19日

参考文献

第**1**章 重塑未来市场

1. the online marketplace’s twentieth-anniversary event: Marco della Cava, “eBay Turns Twenty with Sales Plan Aimed at Rivals Like Amazon,” USA Today, September 16, 2015, http://www.usatoday.com/story/tech/2015/09/16/eBay-turns-20-sales-plan-aimed-rivals-likeamazon/72317234.

2. traded on eBay’s platform: “eBay: Twenty Years of Trading,”Economist, September 3,2015, http://www.economist.com/blogs/graphicdetail/2015/09/daily-chart-1.

3. active eBay users: Leena Ro, “For eBay, a New Chapter Begins,”Fortune, July 19, 2015,http://fortune.com/2015/07/19/eBay-independence.

4. “a general rallying the troops”: Della Cava,“eBay Turns Twenty.”

5. “due for a reset”: Ibid.

6. eBay’s recent troubles: Nicole Perlroth, “eBay Urges New Passwords After Breach,” New York Times, May 21, 2014, https://www.nytimes.com/2014/05/22/technology/eBay-reportsattack-on-its-computer-network.html?_r=0.

7. sellers of Yahoo’s shares: Matt Levine, “How Can Yahoo Be Worth Less Than Zero?”Bloomberg, April 17, 2014,

http://www.bloomberg.com/view/articles/2014-04-17/how-canyahoo-be-worth-less-than-zero; see generally, Richard H. Thaler, Misbehav- ing: The Making of Behavioural Economics (London: Allen Lane, 2015), 244–253.

8. “electronic markets”: Thomas W. Malone, Joanne Yates, and Robert I. Benjamin, “Electronic Markets and Electronic Hierarchies,” Communications of the ACM, June 1987, https://www.researchgate.net/publication/220425850.

9. a staggering 9,300 percent upturn: “The Zettabyte Era: Trends and Analysis,” Cisco White Paper No. 1465272001812119, June 7, 2017, http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/vni-hyperconnectivity-wp.html.

第**2**章 人类交流与合作

10. each new foursome got into place: Efren Garcia,“Historic Record in Catalonia’s Human Tower Building,” Ara: Explaining Catalonia, November 23, 2015, http://www.ara.cat/en/Historicrecord-Catalonias-tower-building_0_1473452720.html; see also the video of the tower being built on YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=qTP-Xp7v6m0.

11. a girl had fallen to her death: “Una niña doce años muere al caerse de un ‘castell’ de nueve pisos en Mataró,” Libertad Digital, August 4, 2006, http://www.libertaddigital.com/sociedad/una-nina-de-12-anos-muere-al-caerse-de-un-castell-de-nueve-pisos-enmataro-1276285054.

set a new world record: Stefania Rousselle,“Building Human Pyramids for Catalonia” (video“Climbing for Catalonian Pride”), New York Times, November 7, 2014, https://www.nytimes.com/video/world/europe/100000003222118/catalonians-

climb-high-to-exhibit-pride.html.

12. “no limits but the sky”: Here it seems exactly right — but also some - what wrong — to quote Castilian Miguel de Cervantes’s Don Quixote, pt. 3, chap. 3.

13. complexity of the structure is the principal concern: A castell with an aguila, or needle — a tower of single individuals standing one atop the other that is revealed as the main castle is deconstructed — is the most complex and coveted form.

14. has come to mean “working together”: UNESCO,“Human Tow- ers,” YouTube video,November 5, 2010, https://www.youtube.com/watch? v=-iSHfrmGdyo.

15. became possible to protect a dependent child: Sarah Blaffer Hrdy, Mothers and Others: The Evolutionary Origins of Mutual Understanding (Cambridge: Harvard University Press, 2009).

16. opened the floodgates to globalization: Lloyd G. Reynolds, “Inter- Country Diffusion of Economic Growth, 1870–1914,” in Mark Gersovitz, Carlos F. Diaz-Alejandro, Gustav Ranis,and Mark R. Rosenzweig, eds., The Theory and Experience of Economic Devel- opment:Essays in Honor of Sir W. Arthur Lewis (New York: Rout- ledge, 2012), 319.

17. in exchange for a freshly transcribed copy: Mark Kurlansky, Paper: Paging Through History(New York: W. W. Norton, 2016), 13.

18. revolutionary eighteenth century Encyclopédie: Ibid., 231. See also: Frank A. Kafker and Serena Kafker, The Encyclopedists as Individuals: A Biographical Dictionary of the Authors of the Encyclopédie (Oxford:

Voltaire Foundation, 1988), http://encyclopedie.uchicago.edu.

19. 40 million articles in nearly three hundred languages: These numbers are from Wikipedia's home page as of December 2016.

20. system to classify the planet's life forms: Wilfrid Blunt, Linnaeus: The Compleat Naturalist(Princeton: Princeton University Press, 2002), 185–193.

21. led to the theory of evolution: Roland Moberg,"The Development of Protoecology in Sweden,"Linné on Line, University of Uppsala, 2008, http://www.linnaeus.uu.se/online/eco/utveckling. html.

The moon landing required: "Apollo 11 Mission Report," NASA, n.d., http://www.hq.nasa.gov/alsj/a11/A11_PAOMissionReport.html.

22. 10,000 scientists from over one hundred countries: Roger High-field, "LHC: Scientists Jockey for Position in Race to Find the Higgs Particle," Telegraph, September 10, 2008,http://www.telegraph.co.uk/news/science/large-hadron-collider/3351478/LHC-Scientistsjockey-for-position-in-race-to-find-the-Higgs-particle.html.

23. "looks with grace upon each link": Quoted in Moberg,"The Development of Protoecology in Sweden."

24. "Coordination ranges from tyrannical to democratic": Charles E. Lindblom, The Market System: What It Is, How It Works, and What to Make of It (New Haven: Yale University Press,2002), 20.

25. the word economics — the Greek oikonomia: Dotan Leshem, "Retrospectives: What Did the Ancient Greeks Mean by Oikono- mia?"

Journal of Economic Perspectives 30, no. 1 (Winter 2016), 225– 238, https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.30.1.225.

26. In a market, coordination is decentralized: Of course, not every market is fully decentralized in practice. For instance, if there's only one buyer and many sellers, then the decision to buy is done by a single participant. These markets are often characterized as suffering from concentration. But sometimes markets are deliberately designed to have a central decisionmaking entity; the market to assign doctors to residency programs in the United States is a prime example. As we shall see, often these special markets cannot utilize price to convey information and centralize decision-making.

27. not just on the level of a household: Lindblom, The Market System, 5.

28. a factor of almost 2,000 since the 1500s: There is significant debate about the accuracy of historical figures, often estimations based on many assumptions. We also equated market volume with the gross global product at purchasing-power parity–that, too, is quite an approximation. See J. Bradford DeLong, "Estimating World GDP, One Million B.C.–Present,"http://holtz.org/Library/Social %20Science/Economics/Estimating%20World%20GDP%20by%20DeLong/E for recent world GDP figures, we used the data from the CIA Factbook (https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook /geos/xx.html).

29. 100–200 million firms that exist: Most nations do not track the number of firms, so no global figure exists; the best we can do is to go with estimates based on total employment and employment size;see here for some estimation approaches: http://www.quora.com/Howmany-companies-exist-in-the-world.

30. employment by private-sector firms in high-growth countries: Jin Zeng, State-Led Privatization in China: The Politics of Economic Reform (London: Routledge, 2013), 28–29 and 52–53.

31. In the developed . . . (OECD) nations: See http://www.oecd-ilibrary.org/sites/gov_glance2015-en/03/01/index.html?contentType=&itemId=%2fcontent%2fchapter%2fgov_glance2015-22-en&mimeType=text%2fhtml&containerItemId=%2fcontent%2fserial%2f22214399&accessItemIds=.

32. implementing the “five-dollar day”: M. Todd Henderson, “Everything Old Is New Again:Lessons from Dodge v. Ford Motor Company,” John M. Olin Program in Law and Economics Working Paper No. 373, University of Chicago Law School, 2007, 2–13, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1070284.

33. shareholders demanded a larger dividend: The case was Dodge v. Ford Motor Company (1919).See ibid.

34. information should flow upward: Henry Ford, My Life and Work(Garden City, NY: Doubleday,Page, 1922).

35. firms will increase in size and combine: The Marxist Monopoly Capital, written in the 1960s, is perhaps one of the most cited critiques from the left, although the authors’argument against “monopoly capitalism” echoes Lenin’s earlier work; Paul A. Baran and Paul M. Sweezy, Monopoly Capital: An Essay on the Ameri- can Economic and Social Order(New York: Monthly Review Press, 1966). The economist and admirer of innovation Joseph Schum- peter was more nuanced in his critique: on the one hand, he identified large firms as surprising places of innovation; on the other hand, he worried that capitalism may become undone as monopolies cripple the

human urge to innovate; see generally Thomas K. McCraw,Prophet of Innovation (Cambridge: Harvard University Press, 2007).

36. firm hasn’t yet replaced the market: For data on the growth of large firms, and especially the Fortune 500’s increasing share of US GDP over time (growing from 58 percent in 1994 to 73 percent in 2013), see Andrew Flowers, “Big Business Is Getting Bigger,” Five Thirty Eight,May 18, 2015, http:/fivethirtyeight.com/datalab/big-business-is-getting-bigger.

37. buy and assemble parts made by others: John Hagel III and John Seely Brown, The Only Sustainable Edge: Why Business Strategy Depends on Productive Friction and Dynamic Specialization (Cambridge: Harvard Business School Press, 2005), 106–109.

38. the assemblers broke down the design: Dongsheng Ge and Takahiro Fujimoto, “Quasi Open Product Architecture and Technological Lock-In: An Exploratory Study on the Chinese Motorcycle Industry,” Annals of Business Administrative Science 3, no. 2 (April 2004), 15–24,http://doi.org/10.7880/abas.3.15.

39. dramatically expanding the number of market participants:K. Yamini Aparna and Vivek Gupta,“Modularization in the Chinese Motorcycles Industry,” IBS Center for Management Research,Hyderabad, India, Working Paper BSTR/165, 2005, http://www.thecasecentre.org/main/products/view?id=66275, 5–7.

40. Honda’s sales fell from 90 percent: Hagel and Brown, The Only Sustainable Edge, 108–109.

第**3**章 市场与货币

41. market volatility plummeted: Robert Jensen, “The Digital Provide: Information (Technology),Market Performance, and Welfare in the South Indian Fisheries Sector,” Quarterly Journal of Economics 122, no. 3 (August 2007), 879–924, https://academic.oup.com/qje/articleabstract/122/3/879/1879540/The-Digital-Provide-Information-Technology-Market.

42. “The market is essentially an ordering mechanism”: Friedrich August von Hayek, “Coping with Ignorance,” Ludwig von Mises Memorial Lecture, Hillsdale College, Hillsdale, MI, July 1978.

43. the market for used cars: George A. Akerlof, “The Market for ‘Lemons’: Quality Uncertainty and the Market Mechanism,” Quarterly Journal of Economics 84, no. 3 (August 1970), 488–500, http://qje.oxfordjournals.org/content/84/3/488.short.

44. fewer peaches are offered for sale: Information asymmetries can also cause sellers to lose out when they undervalue their goods and services and a more informed buyer takes advantage of it. For example, a seller may offer an initial service at a loss to a buyer, imagining that the transaction will lead to repeat sales, not knowing that

45. the buyer never intends to come back — or would only do so for the same low price. The seller’s“loss leader” leads to nothing but a loss.

46. before copycats appear and free ride: In his famous book The Theory of Economic Development, Joseph Schumpeter argued that entrepreneurs, by definition, have discovered a category of exclusive information. They’re the first people to identify a new market,patent an invention, launch an efficient means of production, or introduce some other“new combination” — a way to coordinate human activity — before anyone else is aware of it. For

Schumpeter and his acolytes, the resulting information asymmetry creates an economic incentive. Even though the market becomes less efficient, that is the price we pay for innovation. Hence, information imbalances aren't necessarily bad—up to a point. The incentives created by information asymmetries are essential to innovation, but the reward for innovation cannot be permanent without harming the market. Asymmetries must be fleeting and temporal lest market predators exploit their information monopoly forever, creating a vacuum, a black hole in which information is trapped. Information vacuums force buyers to make suboptimal decisions. Thankfully, most information asymmetries are temporary.Competitors copy or emulate innovations and catch up, erasing the innovator's information advantage.

47. a transaction takes place that shouldn't: There are numerous such cases; see, e.g., the discovery of an original Declaration of Independence hidden in a picture bought at a flea market (Eleanor Blau, "Declaration of Independence Sells for $2.4 Million," New York Times, June 14, 1991, http://www.nytimes.com/1991/06/14/arts/declaration-of-independence-sellsfor-2.4-million.html).

48. German pharmaceuticals company, Grünenthal: Grü nenthal was the first West German company to produce and sell penicillin after the occupying forces lifted their ban on the drug's production in the country. See https://en.wikipedia.org/wiki/Grü nenthal_GmbH.

49. By mid-November, he informed Grünenthal: http://www.contergan.grunenthal.info/thalidomid/Home_/Fakten_und_HistorinaviLocale=en_EN.

50. the last British"thalidomide baby": Nick McGrath,"My Thalidomide Family: Every Time I Went Home I Was a Stranger," Guardian,August 1, 2014, https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2014/aug/01/thalidomide-

louise-medus-a-stranger-when-i-went-home.

51. juggle about half a dozen distinct pieces of information: The insight was originally made by psychologist George Miller (see George A. Miller, “The Magical Number Seven Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information,” Psychological Review 63,no. 2 (March 1956), 81–97, http://psycnet.apa.org/psycinfo/1957-02914-001, and his article became one of the most cited in the academic literature. More recent studies have shown that the number of items isn’t fixed, but that a human’s working memory is a very limited resource that can be allocated in a variety of ways (see, e.g., Wei Ji Ma, Masud Husain, and Paul M.Bays, “Changing Concepts of Working Memory,” Nature Neuroscience 17 [2014], 347–356).

52. “Money is the root of most progress”: Niall Ferguson, The Ascent of Money: A Financial History of the World (New York: Penguin Books, 2008), 4.

53. “prices can act to coordinate”:“A Conversation with Professor Friedrich A. Hayek” (1979),in Diego Pizano, ed., Conversations with Great Economists (New York: Jorge Pinto Books,2009), 5.

54. scholars of money point to numerous roles: See, e.g., Nigel Dodd, The Social Life of Money(Princeton: Princeton University Press, 2014), 15–48.

55. so infatuated with markets and money: For a discussion of the limits of markets, see, e.g.,Margaret Jane Radin,“From Babyselling to Boilerplate: Reflections on the Limits of the Infrastructures of the Market,” Osgoode Hall Law Journal 54, no. 2, forthcoming; Osgoode Legal Studies Research Paper No. 28/2017 (January 24, 2017); University of Michigan Law and Economics Research Paper No. 16-031; University of Michigan Public Law

Research Paper No. 530, https://ssrn.com/abstract=2905141.

56. a better-than-even chance to know the truth: Cass R. Sunstein,Infotopia (New York: Oxford University Press, 2006), 25ff.

57. the probability of events related to Google projects: Other companies have also experimented with prediction markets, but Google's appear to be the largest and longest experiments conducted in the corporate world. See Bo Cowgill, Justin Wolfers, and Eric Zitzewitz,"Using Prediction Markets to Track Information Flows:

58. Evidence from Google," in Sanmay Das, Michael Ostrovsky, David Pennock, and Boleslaw K. Szymanski, eds., Auctions, Market Mech- anisms and Their Applications (Berlin: Springer,2009), 3, http:// link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-03821-1_2.

59. first issue of the product-comparison magazine: "Consumer Group Formed: New Organization Plans to Give Data on Goods and Services," New York Times, February 6, 1936, http://query.nytimes.com/gst/abstract.html?res=9F0CE0DF153FEE3 BBC4E53DFB466838D629EDE.

60. Prices ending in nines: Even if policy makers prohibit prices ending in nine, recent research has shown that the market adjusts quickly to the restriction and shifts from prices ending in ninety-nine to prices ending in ninety, with the same deceiving effect on consumers; see Avichai Snir, Daniel Levy, and Haipeng Chen, "End of 9-Endings, Price Recall, and Price Perceptions," Economics Letters, forthcoming (posted April 2, 2017), https://ssrn.com/abstract=2944919.

61. "under $1,000, which is code for $999": Matthew Amster-Burton, "Price Anchoring, or Why a$499 iPad Seems Inexpensive," Mint- Life, April

6, 2010, https://blog.mint.com/how-to/priceanchoring.

62. sellers often use price to deliberately obscure information: Authors' conversation with Florian Bauer, December 19, 2016.

第**4**章 市场的复兴

63. "Nothing anyone does will seem that crazy": Olivia Solon, "Oh the Humanity! Poker Computer Trounces Humans in Big Step for AI," Guardian, January 30, 2017, https://www.theguardian.com/technology/2017/jan/30/libratus-poker-artificial-intelligence-professional-humanplayers-competition.

64. playing poker against Libratus: Quoted in Ben Popper, "This AI Will Battle Poker Pros for$200,000 in Prizes," Verge, January 4, 2017, http://www.theverge.com/2017/1/4/14161080/ai-vs-humans-poker-cmu-libratus-no-limit-texas-hold-em.

65. Libratus remained cool: Michael Laakasuo, Jussi Palomäki, and Mikko Salmela, "Experienced Poker Players Are Emotionally Stable," Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking 17, no.

66. (October 2014), 668–671, http://online.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/cyber.2014.0147.

67. "plugging its own holes every night": Authors' conversation with Jason Les, February 7,2017.

68. "we would call him a machine": Ibid.

69. Libratus racked up more than $1.7 million: Solon, "Oh the Humanity!"

70. the average individual wins weren't spectacular: For a detailed description of Libratus's winning approach, see Nikolai Yakovenko, "CMU's Libratus Bluffs Its Way to Victory in #BrainsVsAI Poker Match," Medium, February 1, 2017, https://medium.com/@Moscow 25/cmus-libratus-bluffs-its-way-to-victory-in-brainsvsai-poker-match-99abd31b9cd4; see also Noam Brown and Tuomas Sandholm, "Safe and Nested Endgame Solving for Imperfect Information Games" (2016), Proceedings of the AAAI-17 Workshop on Computer Poker and Imperfect Information Games, http://www.cs.cmu.edu/~noamb/papers/17-AAAIRefinement.pdf.

71. get matched along multiple dimensions: "Ride-Sharing with BlaBlaCar's New MariaDB Databases," ComparetheCloud.net, February 19, 2016, https://www.comparethecloud.net/articles/ride-sharing-with-blablacars-new-mariadb-databases; "About Us," BlaBlaCar.com,accessed January 27, 2017, https://www.blablacar.com/about-us.

4 million people book rides: Arun Sundararajan, "Uber and Airbnb Could Reverse America's Decades-Long Slide into Mass Cyni- cism," Quartz, June 9, 2016, https://qz.com/700859/uber-and-airbnb-will-save-us-from-our-decades-long-slide-into-mass-cynicism.

72. Madi Solomon, an expert in such data: Madi Solomon, "Transformational Metadata and the Future of Content Management: An Interview with Madi Solomon of Pearson PLC," Journal of Digital Asset Management 5, no. 1, 27–37, http://link.springer.com/article/10.1057/dam.2008.48; quote from conversation with Viktor Mayer-Schönberger.

73. to automatically categorize product information: Chris Mellor, "Metadata Manipulation by Alation Seeks Needles in Data Haystack," Register, April 1, 2015,

http://www.theregister.co.uk/2015/04/01/metadata_manipulation_by_alation. See also Laura Melchior,“So stellt sich eBay im Bereich Daten und KIauf,” Internet World, January 23, 2017, http://www.internetworld.de/e-commerce/eBay/so-stellt-eBay-im-bereich-daten-ki-1188619.html.

74. these algorithms are the method by which: There is a diverse and growing literature on matching algorithms and processes; for a good discussion of the state of research and how far it has come, see Marzena Rostek and Nathan Yoder, “Matching with Multilateral Contracts” (July 2, 2017), available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=2997223.

75. carefully orchestrating the matching process: See, e.g., Yash Kanoria and Daniela Saban,“Facilitating the Search for Partners on Matching Platforms: Restricting Agents’ Actions” (July 5, 2017), available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=3004814.

76. clearing house often collects preference information: Alvin E. Roth and Elliott Peranson,“The Redesign of the Matching Market for American Physicians: Some Engineering Aspects of Economic Design,” American Economic Review 89, no. 4 (September 1999), 748–780.

77. two of the world’s leading experts in matching: Alvin E. Roth, Who Gets What — and Why:The New Economics of Matchmaking and Market Design (New York: Houghton Mifflin Harcourt, 2015); see also David S. Evans and Richard Schmalensee, Matchmakers: The New Economics of Multisided Platforms (Cambridge: Harvard Business Review Press, 2016).

78. algorithm predicted which team would win: Tim Adams, “Job Hunting Is a Matter of Big Data,Not How You Perform at an Interview,” Observer, May 10, 2014, https://www.theguardian.com/technology/2014/may/10/job-hunting-big-data-

interview-algorithms-employees; Sue Tabbitt, “Forget Myers-Briggs: Algorithms Can Better Predict Team Chemistry,” Guardian, May 27, 2016, https://www.theguardian.com/small-business-network/2016/may/27/forgetmyers-briggs-algorithms-predict-team-chemistry.

79. Shepherd has replicated those results: Oscar Williams-Grut, “This Startup Can Predict If Your Business Will Fail with Questions Like ‘Do You Like Horror Films?’” Business Insider,December 16, 2015, http://uk.businessinsider.com/simple-questions-like-do-you-likehorror-films-can-predict-whether-a-startup-will-implode-2015-12.

80. representative of Big Data: Viktor Mayer-Schönberger and Kenneth N. Cukier, Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think (New York: Houghton Mifflin Harcourt, 2013).

81. going beyond its initial training: For those who want to learn more about machine-learning methods (rather than Big Data more generally) in an easily accessible way, see Ethem Alpaydin, Machine Learning (Cambridge: MIT Press, 2016).

82. Tesla’s semiautonomous driving system: Dana Hull, “The Tesla Advantage: 1.3 Billion Miles of Data,” Bloomberg Technology, December 20, 2016, https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-12-20/the-tesla-advantage-1-3-billion-miles-of-data.

83. “supermarkets of love”: Julia M. Klein,“When Dating Algorithms Can Watch You Blush,”Nautilus, April 14, 2016, http://nautil.us/issue/35/boundaries/when-dating-algorithms-canwatch-you-blush.

84. it used the wrong data: See, e.g., Paul W. Eastwick, Laura B. Luchies, Eli F. Finkel, and Lucy L. Hunt,“The Predictive Validity of Ideal Partner Preferences: A Review and Meta-Analysis,”Psychological Bulletin 140 (20014), 623–665.

第**5**章 公司与控制

85. annual revenues of more than $100 billion: Jim Milliot, “Amazon Sales Top $100 Billion,”Publishers Weekly, January 28, 2016, http://www.publishersweekly.com/pw/by-topic/industry-news/financial-reporting/article/69269-amazon-sales-top-100-billion.html.

86. “ordinary control freaks look like stoned hippies”: Steve Yegge’s Google Plus post is archived, with his apparent permission, at https://plus.google.com/+RipRowan/posts/eVeouesvaVX.

87. demands placed on employees: Gregory Ferenstein,“Is Working at Amazon Terrible?According to Public Data, It’s the Same as Much of Silicon Valley,” Forbes, August 17, 2015,http://www.forbes.com/sites/gregoryferenstein/2015/08/17/is-working-at-amazon-terribleaccording-to-public-data-its-the-same-as-much-of-silicon-valley/#5b68ce4a5f89.

88. they have no autonomy: See, for example, these reviews: https://www.glassdoor.co.uk/Reviews/Employee-Review-Amazon-com-RVW10200125.htm.

89. “held accountable for a staggering array”: Jodi Kantor and David Streitfeld,“Inside Amazon:Wrestling Big Ideas in a Bruising Workplace,” New York Times, August 15, 2015, https://www.nytimes.com/2015/08/16/technology/inside-amazon-wrestling-big-ideas-in-a-

bruisingworkplace.html.

90. “you become an Amabot”: Ibid.

91. get a warning or get fired: Martha C. White, “Amazon’s Use of ‘Stack’ Ranking for Workers May Backfire, Experts Say,” NBC News, August 17, 2015, http://www.nbcnews.com/business/business-news/amazons-use-stack-ranking-workers-may-backfire-expertssay-n411306.

92. after the scientific management principles: “Digital Taylorism,”Economist, September 12,2015, http://www.economist.com/news/business/21664190-modern-version-scientificmanagement-threatens-dehumanise-workplace-digital.

93. The firm can be many things: See, e.g., John Micklethwait and Adrian Wooldridge, The Company: A Short History of a Revolutionary Idea (New York: Modern Library, 2003).

94. widespread adoption of Arabic numerals: Alfred W. Crosby, The Measure of Reality:Quantification and Western Society, 1250–1600 (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1997), 49.

95. preeminent bankers of fifteenth-century Europe: Jacob Soll, The Reckoning: Financial Accountability and the Rise and Fall of Nations (New York: Basic Books, 2014), 29–47.

96. merchants in Florence were required to maintain: Ibid., 35.

97. annual audit, conducted by Cosimo himself: Ibid., 37–38.

98. trying to embezzle monies: See Crosby, The Measure of Reality,204; Soll, The Reckoning,37–38.

99. Wedgwood transformed the information flows: Soll, The Reckoning, 117–131.

100. when bookkeepers get creative: “Creative” accounting has been associated with spectacular bankruptcies and scandals, ranging from those befalling National City Bank (now Citibank,see “Stock Exchange Practices: Report of the Committee on Banking

101. and Currency” [the Pecora Commission Report], 73rd Congress, 2nd Session, report no.1455, June 6, 1934, https://www.senate.gov/artandhistory/history/common/investigations/pdf/Pecc for further details, see http://www.senate.gov/artandhistory/history/common/investigations/Pecora.ht and drug company McKesson & Robbins (which faked purchase orders and inflated inventory, see Michael Chatfield,“McKesson & Robbins Case,” in Michael Chatfield and Richard Vangermeersch, eds., History of Accounting: An International Encyclopedia [New York: Garland Publishing, 1996], 409–410) in the twentieth century to a string of high-profile cases at the turn of the millennium, including those of WorldCom (see Justin Kuepper, “Spotting Creative Accounting on the Balance Sheet,”Forbes, March 25, 2010, http://www.forbes.com/2010/03/25/balance-sheet-tricks-personalfinance-accounting.html), Chiquita Brands, Health South (see Michael J. Jones, Creative Accounting, Fraud and International Accounting Scandals（Chichester, England: John Wiley,2011), Enron (David Teather, “Billions Still Hidden in Enron Pyramid,” Guardian, January 30, 2002, https://www.theguardian.com/business/2002/jan/30/corporatefraud.enron2; Malcolm S. Salter, “Innovation Corrupted: The Rise and Fall of Enron (A),” Harvard Business School case study 905-048, December 2004 [revised October 2005], http://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=31813), Lehman Brothers (see Rosalind Z. Wiggins and Andrew Metrick,“The Lehman Brothers

Bankruptcy C: Managing the Balance Sheet Through the Use of Repo 105," Yale Program on Financial Stability case study 2014- 3C-V1, October 1, 2014, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2593079; Donald J.Smith,"Hidden Debt: From Enron's Commodity Prepays to Lehman's Repo 105s," Financial An- alysts Journal 67, no. 5 [September/October 2011], https://www.cfainstitute.org/learning/products/publications/faj/Pages/faj.v67.r and electronics giant Toshiba,which in 2015 was caught posting profits early and pushing back the posting of losses in a sales- person's version of a Ponzi scheme (see Sean Farrell, "Toshiba Boss Quits over£780 Million Accounting Scandal," Guardian, July 21, 2015, https://www.theguardian.com/world/2015/jul/21/toshiba-boss-quits-hisao-tanaka-accounting-scandal).

102. collection of minute details about every task: Robert Kanigel, The One Best Way: Frederick Winslow Taylor and the Enigma of Efficiency (New York: Little Brown, 1997).

103. the first master's degree in business administration: Soll, The Reckoning, 187.

104. the punch-card tabulator: Geoffrey D. Austrian, Herman Hollerith: Forgotten Giant of Information Processing (New York: Columbia University Press, 1982), 111 et seq. (chap. 9).

105. other than through Billy Durant himself: David A. Garvin and Lynne C. Levesque, "Executive Decision Making at General Motors," Harvard Business School case study 9-305-026,February 14, 2006, 2, http://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=31870.

106. leaving the company paralyzed: William Pelfrey, Billy, Alfred, and General Motors: The Story of Two Unique Men, a Legendary Company, and

a Remarkable Time in American History (New York: Amacom, 2006), 226.

107. he hired an outside firm to collect the data: Ibid., 260.

108. could make decisions with up-to-date information: John T. Landry, "Did Professional Management Cause the Fall of GM?" Harvard Business Review, June 9, 2009, https://hbr.org/2009/06/professional-management-and-th.

109. hiring a series of data "whiz kids": Phil Rosenzweig, "Robert S. McNamara and the Evolution of Modern Management," Harvard Business Review, December 2010, https://hbr.org/2010/12/robert-s-mcnamara-and-the-evolution-of-modern-management.

110. simplifying data to make it more digestible: Mayer-Schönberger and Cukier, Big Data, 164–165, 168.

111. tools to shape the flow of information: Ludwig Siegele and Joa- chim Zepelin, Matrix der Welt:SAP und der neue globale Kapitalis- mus (Frankfurt: Campus Verlag, 2009).

112. the "noise" they create in the organization: Daniel Kahneman, Andrew M. Rosenfield, Linnea Gandhi, and Tom Blaser, "Noise: How to Overcome the High, Hidden Cost of Inconsistent Decision Making," Harvard Business Review (October 2016), https://hbr.org/2016/10/noise.

113. Checklists in aircraft: Brigette M. Hales and Peter J. Pronovost, "The Checklist — a Tool for Error Management and Performance," Journal of Critical Care 21 (2006), 231–235.

114. checklist in a hospital intensive care unit: Atul Gawande, The Checklist Manifesto: How to Get Things Right (New York: Metro- politan

Books, 2009). Gawande was inspired to test the checklist approach after reading about a pilot study conducted by Peter Pronovost of the Johns Hopkins University School of Medicine.

115. balancing centralized and delegated decision: Yingyi Qian, Gérard Roland, and Chenggang Xu, "Coordinating Changes in M-Form and U-Form Organizations," paper presented to the No- bel Symposium, April 1998, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=163108.

"decentralization with coordinated control": Alfred P. Sloan Jr., My Years with General Motors (New York: Doubleday, 1990), 129, quoted in Garvin and Levesque, "Executive Decision Making at General Motors."

116. a range of fundamental cognitive limitations: Amos Tversky and Daniel Kahneman, "Judgment Under Uncertainty: Heuristics and Biases," Science 185, no. 4157 (September 27, 1974),1124–1131. In 2002, Kahneman earned the Nobel Prize in Economics for the Tversky-Kahneman research; Tversky died in 1996 and therefore did not share in the honor. See also Daniel Kahneman, Thinking, Fast and Slow (New York: Farrar, Straus and Giroux, 2011); on how Kahneman and Tversky achieved their breakthrough insights, see Michael Lewis, The Undoing Project: A Friendship That Changed Our Minds (New York: W. W. Norton, 2016).

117. confirmation bias: Yoram Bar-Tal and Maria Jarymowicz, "The Effect of Gender on Cognitive Structuring: Who Are More Biased, Men or Women?" Psychology 1, no. 2 (January 2010),80–87, http:// www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?paperID=2096.

118. fundamental attribution error: Incheol Choi and Richard E. Nis- bett, "Situational Salience and Cultural Differences in the Correspondence Bias and Actor-Observer Bias," Personality and Social Psychology Bulletin

24, no. 9 (September 1998), 949–960, http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0146167298249003; Minas N. Kastanakis and Benjamin G. Voyer,"The Effect of Culture on Perception and Cognition: A Conceptual Framework," Journal of Business Research 67, no. 4 (April 2014), 425–433, http://eprints.lse.ac.uk/50048/1/lse.ac.uk_storage_LIBRARY_Secondary_libfile_shared_repository_Content_perception_2014.pdf.

119. limits of our ability to make optimal decisions: Herbert A. Simon,Models of Bounded Rationality (Cambridge: MIT Press, 1982).

120. "dangers of possessing too much information": Gerd Gigerenzer, Gut Feelings: The Intelligence of the Unconscious (New York: Viking, 2007), 38.

121. informational ignorance works just as well: Cultivating "a beneficial degree of ignorance" is one of the self-help leitmotifs woven through Gerd Gigerenzer's international best seller Gut Feelings. The wisdom of gut instincts and intuition was also featured in Malcolm Gladwell's Blink: The Power of Thinking Without Thinking (New York: Little, Brown, 2005) and, more recently, in economists Donald Sull and Kathleen Eisenhardt's Simple Rules: How to Thrive in a Complex World (New York: Houghton Mifflin Harcourt, 2015).

122. they value their gut feelings: Economist Intelligence Unit, "Decisive Action: How Businesses Make Decisions and How They Could Do It Better" (London: Applied Predictive Technologies,n.d.), 7, http://www.datascienceassn.org/sites/default/files/Decisive%20Action%20-%20How%20Businesses%20Make%20Decisions%20and%20How%20They%20Could%20do%20it%20Better.pdf.

123. every second-best solution to a problem: See generally David G. Myers, Intuition — Its Powers and Its Perils (New Haven: Yale Uni- versity Press, 2002).

第**6**章 公司的未来

124. company announced it would use Watson: Justin McCurry, “Japanese Company Replaces Office Workers with Artificial Intelligence,” Guardian, January 5, 2017, https://www.theguardian.com/technology/2017/jan/05/japanese-company-replaces-office-workersartificial-intelligence-ai-fukoku-mutual-life-insurance; also see Fukoku Mutual’s press release: https://translate.google.com/translate?depth=1&hl=en&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=ja&sp=nmt4&u=http://www.fukoku-life.co.jp/about/news/download/20161226.pdf.

125. 20 percent of Daimler’s global workforce: “Daimler baut Konzern fü rdie Digitalisierung”Frankfurter Allgemeine Zeitung,September 7, 2016, www.faz.net/aktuell/wirtschaft/daimlerbaut-konzern-fuer-die-digitalisierung-um-14424858.html.

126. “supplement the hierarchical-management pyramid”: “Daimler Chief Plots Cultural Revolution,” Handelsblatt Global, July 25, 2016, https://global.handelsblatt.com/companiesmarkets/daimlerchief-plots-cultural-revolution-574783.

127. required considerable institutional support: See, e.g., Douglas W. Allen, The Institutional Revolution—Measurement and the Economic Emergence of the Modern World (Chicago:University of Chicago Press, 2012).

128. bump artificial intelligence into the executive ranks: See also Vegard Kolbjørnsrud, Richard Amico, and Robert J. Thomas,“How Artificial Intelligence Will Redefine Management,”Harvard Busi- ness Review, November 2, 2016, https://hbr.org/2016/11/how-artificialintelligence-will-redefine-management.

129. automate three-fourths of all management decisions: Olivia Solon, “World’s Largest Hedge Fund to Replace Managers with Artificial Intelligence,” Guardian, December 22, 2016,https://www.theguardian.com/technology/2016/dec/22/bridgewater-associates-ai-artificialintelligence-management.

130. making decisions less biased: See Maarten Goos and Alan Manning, “Lousy and Lovely Jobs: The Rising Polarization of Work in Britain,” Review of Economics and Statistics 89(February 2007), 118–133.

131. learning decision-assistance system . . . construction com- pany: This case illustration is based on Emmanuel Marot, “Ro- bot CEO: Your Next Boss Could Run on Code,” Venture Beat, March 20, 2016, https://venturebeat.com/2016/03/20/robot-ceo-your-next-bosscould-run-on-code.

132. T-shaped skill set: Tom Kelley, The Ten Faces of Innovation (New York: Doubleday, 2005),75–78; on what skills are needed see also Richard Susskind and Daniel Susskind, The Future of Professions (Oxford: Oxford University Press, 2015).

133. Spotify, a recent digital darling: The examination of Spotify is based on Thomas Ramge’s visit to Spotify’s HQ in Stockholm on January 20–21, 2015; his analysis was published as Thomas Ramge, “Nicht fragen. Machen,” brand eins 033/15,

https://www.brandeins.de/archiv/2015/fuehrung/spotify-nicht-fragen-machen/; for an English-language description of Spotify's unique

134. organizational setup, see Michael Mankins and Eric Garton, "How Spotify Balances Employee Autonomy and Accountability," Harvard Business Review, February 9,2017,https://hbr.org/2017/02/how-spotify-balances-employee-autonomy-and-accountability.

135. Ek has been described as: Brendan Greeley, "Daniel Ek's Spotify: Music's Last Best Hope," BloombergBusinessweek, July 14, 2011, https://www.bloomberg.com/news/articles/2011-07-13/daniel-ek-s-spotify-music-s-last-best-hope.

136. tool to elicit frequent feedback from others: See Mankins and Garton, "How Spotify Balances Employee Autonomy and Accountability."

137. John Deere's transition: Darrell K. Rigby, Jeff Sutherland, and Hirotaka Takeuchi, "Embracing Agile," Harvard Business Review, May 2016, https://hbr.org/2016/05/embracing-agile.

138. General Electric and Siemens are decentralizing: "The Multinational Company Is in Trouble,"Economist, January 28, 2017, http://www.economist.com/news/leaders/21715660-globalfirms-are-surprisingly-vulnerable-attack-multinational-company-trouble.

139. media giant Thomson Reuters aims to: Mary Johnson, "How to Kickstart Innovation at a Multinational Corporation," Thomson Reuters blog, April 7, 2016, https://blogs.thomsonreuters.com/answerson/kickstart-innovation-multinational-corporation.

140. recruit the talent their firms required: Eben Harrell, "The Solution

to the Skills Gap Could Already Be Inside Your Com- pany," Harvard Business Review, September 27, 2016, https://hbr.org/2016/09/the-solution-to-the-skills-gap-could-already-be-inside-your-company.

141. fluidity of human labor inside an organization: Lowell L. Bryan, Claudia I. Joyce, and Leigh M.Weiss, "Making a Market in Talent," McKinsey Quarterly, May 2006, http://www.mckinsey.com/business-functions/organization/our-insights/making-a-market-in-talent.

142. Procter & Gamble has even opened its internal platform: John Horton, William R. Kerr, and Christopher Stanton,"Digital Labor Markets and Global Talent Flows," National Bureau of Economic Research Working Paper 23398 (May 2017), http://www.nber.org/papers/w23398.

第**7**章 资本的衰落

143. "immeasurable tropical energy to create the perfect storm": "NOAA Meteorologist Bob Case, the Man Who Named the Perfect Storm," NOAA News, June 16, 2000, http://www.noaanews.noaa.gov/stories/s444.htm.

144. more than $200 million in damages: National Climatic Data Center,"'Perfect Storm' Damage Summary," October 1991, http://www.ncdc.noaa.gov/oa/satellite/satelliteseye/cyclones/pfctstorm91/pfcts

145. more than $8 trillion was lost: Roger C. Altman, "The Great Crash, 2008: A Geopolitical Setback for the West," Foreign Affairs, January/February 2009, https://www.foreignaffairs.com/articles/united-states/2009-01-01/great-crash-2008.

146. competition that has shrunk banks' margins: Federal Reserve Bank

of Saint Louis, “Net Interest Margin for All U.S. Banks,” updated February 14, 2017, https://fred.stlouisfed.org/series/USNIM.

147. situation is at least as bad in Europe: Federal Reserve Bank of Saint Louis,“Bank’s Net Interest Marginfor Euro Area,”updated August 17, 2016, https://fred.stlouisfed.org/series/DDEI01EZA156NWDB.

148. one in five banks in Germany will earn: Andreas Dombret, Yalin G ündüz, and Jörg Rocholl,“Will German Banks Earn Their Cost of Capital?” (2017), Bundesbank Discussion Paper No.01/2017, https://ssrn.com/abstract=2910286.

149. never recovered from the financial crisis of 2007: U.S. Bureau of Labor Statistics, All Employees: Financial Activities: Commercial Banking (CEU5552211001), retrieved from FRED, Fed- eral Reserve Bank of St. Louis; https://fred.stlouisfed.org/series/CEU5552211001, April 2, 2017.

150. bank branches employed 212,000 fewer: Valentina Romei, “Why Europe’s Banks Will Never Be the Same Again,” Financial Times, August 8, 2016, http://blogs.ft.com/ftdata/2016/08/08/why-europes-banks-will-never-be-the-same-again.

151. private banks in Switzerland vanished: Oliver Suess and JanHenrik Foerster,“Commerzbank Plans Job Cuts in Biggest Overhaul Since Bailout,” Bloomberg LP, September 29, 2016,http://www.bloomberg.com/news/articles/2016-09-29/commerzbank-shares-climb-onreport-of-10-000-job-cuts-pending.

152. Commerzbank will cut one in five: Matthew Allen, “One in Ten Swiss Private Banks Disappeared in 2015,” SwissInfo, August 25, 2016, http://www.swissinfo.ch/eng/splitfortunes_one-in-10-swiss-private-banks-

disappeared-in-2015/42398770.

153. UniCredit bank will close 26 percent: Martin Arnold, “UniCredit Boss Wastes No Time in Tackling the Bank’s Problems,” Financial Times, December 13, 2016, https://www.ft.com/content/0ed769fc-c0a6-11e6-9bca-2b93a6856354.

154. Second Payment Service Directive: Directive (EU) 2015/2366 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2015 on payment services in the internal market, OJ L 337, 23.12.2015, 35–127, http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32015L2366; see also “New European Rules Will Open Retail Banking,”Economist, March 23, 2017, http://www.economist.com/news/leaders/21719476-dangersprivacy-and-security-are-outweighed-benefits-new-european-rules-will-open.

155. wide variety of signals . . . can be honest: Alex Pentland, Honest Signals (Cambridge: MIT Press, 2008).

156. raised money simply because it could: Leslie Hook, “Venture Capital Funding in Start-Ups Surges to $100bn for Quarter,” Financial Times, October 14, 2015, https://www.ft.com/content/e95f5c6e-7238-11e5-bdb1-e6e4767162cc.

the number of listed companies: Maureen Farrell,“America’s Roster of Public Companies Is Shrinking Before Our Eyes,” Wall Street Jour- nal, January 6, 2017, https://www.wsj.com/articles/americas-roster-of-public-companies-is-shrinking-before-oureyes-1483545879.

157. No digital currency is capable of: For more on blockchain, see Don Tapscott and Alex Tapscott, The Blockchain Revolution: How the

Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World (New York: Portfolio/Penguin Books, 2016).

158. fintechs attracted investments exceeding $19 billion: Andrew Meola,“The Fintech Report 2016: Financial Industry Trends and Investment,” Business Insider, December 14, 2016,http://www.businessinsider.de/the-fintech-report-2016-financial-industry-trends-andinvestment-2016-12?r=US&IR=T; KPMG,“The Pulse of Fintech: Global Analysis of Fintech Venture Funding,” November 13, 2016, https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/xx/pdf/2016/11/the-pulse-of-fintech-q3-report.pdf.

159. a fintech bubble: Alessandro Hatami, “After the Fintech Bubble — the Winners and Losers,”BankNXT, February 15, 2016, http:// banknxt.com/55760/fintech-bubble-winners-andlosers.

160. saving its customers . . . an estimated $1.45 billion: https://www.sofi.com.

161. bringing data-rich consumer credit scoring to China: Jon Russell, “Baidu Invests in Zest Finance to Develop Search-Powered Credit Scoring for China,” TechCrunch, July 17, 2016, https://techcrunch.com/2016/07/17/baidu-invests-in-zestfinance-to-developsearch-powered-credit-scoring-for-china.

162. total market for peer-to-peer lending in China: “In Fintech China Shows the Way,”Economist, February 25, 2017.

163. A counter example suggests: The following history of investment banking is based on the perceptive Alan D. Morrison and William J. Wilhelm, Jr. Investment Banking: Institutions, Politics, and Law (Oxford:

Oxford University Press, 2007); an article version is Alan Morrison and William Wilhelm, “Investment Banking: Past, Present, and Future,” Journal of Applied Corporate Finance 19 (2007), 8–20.

164. lacks the insight, based on information: Albert Wenger, World After Capital, https://worldaftercapital.gitbooks.io/worldaftercapital/content/part-two/Capital.html.

第**8**章 反馈效应

165. built-in risk of extreme failure: See the official report of the accident investigation BEA, Final Report — On the Accident on 1st June 2009 to the Airbus A330-203 Registered F-GZCP Operated by Air France Flight AF 447 Rio de Janeiro–Paris, July 2012, https:// www.bea.aero/docspa/2009/f-cp090601.en/pdf/f-cp090601.en.pdf; see also William Langewiesche,“The Human Factor,” Van- ity Fair, September 17, 2014, http://www.vanityfair.com/news/business/2014/10/air-france-flight-447-crash;Tim Harford,“Crash: How Computers Are Setting Us Up for Disaster,” Guardian, October 11, 2016, https://www.theguardian.com/technology/2016/oct/11/crash-how-computers-are-setting-us-up-disaster.

166. the general theory of feedback: See George Dyson, Turing’s Cathedral: The Origins of the Digital Universe (New York: Pantheon Books, 2012), 109–114.

167. in choosing the term“cybernetics”: On the ambivalence of Norbert Wiener’s work, see Flo Conway and Jim Siegelman, Dark Hero of the Information Age — In Search of Norbert Wiener,the Father of Cyber- netics (New York: Basic Books, 2005).

168. “their control over the rest of the human race”: Norbert Wiener, The Human Use of Human Beings (Boston: Da Capo Press, 1988), 247–250.

169. Champagne fairs of the Middle Ages: Ray Fisman and Tim Sullivan, The Inner Lives of Markets: How People Shape Them and They Shape Us (New York: PublicAffairs, 2016).

170. search requests . . . go to Google:“Marktanteile der Suchmaschinen weltweit nach mobiler und stationärer Nutzung im März 2017,” https://de.statista.com/statistik/daten/studie/222849/umfrage/marktanteile-der-suchmaschinen-weltweit.

171. Amazon’s share of . . . online retail revenues: “Amazon Accounts for 43 Percent of US Online Retail Sales,” Business Insider, February 2, 2017, http://www.businessinsider.de/amazonaccounts-for-43-of-us-online-retail-sales-2017-2?r=US&IR=T.

172. Facebook’s almost 2 billion users: “Leading Countries Based on Number of Facebook Users as of April 2016 (in Millions),” https://www.statista.com/statistics/268136/top-15-countriesbased-on-number-of-facebook-users.

173. GoDaddy is the largest domain-name registrar: Andrew Allemann, “GoDaddy Marches Toward $1 Billion,” DomainNameWire, August 17, 2010, http://domainnamewire.com/2010/08/17/go-daddy-marches-toward-1-billion.

174. WordPress dominates . . . Netflix rules: According to W3Techs, WordPress is used by almost 60 percent of all websites with a known content management system and by almost 30 percent of all websites; https://w3techs.com/technologies/details/cm-wordpress/all/all;in early 2017,

Netflix's share of the streaming market in the United States was about 75 percent; see Sara Perez, "Netflix Reaches 75 percent of US Streaming Service Viewers, but YouTube Is Catching Up," TechCrunch, April 20, 2017,https://techcrunch.com/2017/04/10/netflix-reaches-75-of-u-s-streaming-service-viewers-but-youtube-is-catching-up.

175. service itself did not improve: See also Claude S. Fischer, America Calling: A Social History of the Telephone to 1940 (Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1994).

176. this network effect: Carl Shapiro and Hal R. Varian, Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy (Boston: Harvard Business Review Press, 1999), 173 et seq.

177. business dynamism, driven by innovative disruptors: Ryan A. Decker, John Haltiwanger,Ron S. Jarmin, and Javier Miranda, "Declining Dynamism, Allocative Efficiency, and the Productivity Slowdown," Board of Governors of the Federal Reserve System, Finance and Economics Discussion Series 2017-019, https://doi.org/10.17016/FEDS.2017.019.

178. antitrust lawsuit against Microsoft: See, e.g., Andrew I. Gavil and Harry Fist, The Microsoft Antitrust Case (Cambridge: MIT Press, 2014).

179. antitrust case against Google in Europe: See, e.g., Benjamin Edelmann, "Does Google Leverage Market Power Through Tying and Bundling?" Journal of Competition Law and Economics 11, no. 2 (2015), 365–400, https://doi.org/10.1093/joclec/nhv016.

180. go beyond regulating anticompetitive behavior: Ariel Ezrachi and Maurice E. Stucke, Virtual Competition: The Promise and Perils of the Algorithm-Driven Economy (Cambridge:Harvard University Press, 2016);

see also Maurice Stucke and Allen Grunes, Big Data and Competition Policy (New York: Oxford University Press, 2016).

181. “open up” their algorithms: For a critical view of algorithmic transparency, see Joshua A.Kroll et al., “Accountable Algorithms,” University of Pennsylvania Law Review 165 (2017),633–705, https://www.pennlawreview.com/print/165-U-Pa-L-Rev-633.pdf.

182. economists . . . offer an intriguing idea: Jens Prüfer and Christoph Schottmüller,“Competing with Big Data,” February 16, 2017, TILEC Discussion Paper 2017-006, available at http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2918726; this extends an idea originally suggested in Cédric Argenton and Jens Prüfer, “Search Engine Competition with Network Externalities,” Journal of Competition Law and Economics 8 (2012), 73–105, https://pure.uvt.nl/portal/files/1373523/search_engines.pdf.

183. Homogeneity of the systems we employ: We see similar prob- lems emerge with crops and fruits lacking genetic variety, such as the conventional banana (the “Cavendish”) that is threatened by its vulnerability to a dangerous fungus; see, e.g., “A Future with No Bananas?”New Scientist, May 13, 2006, https://www.newscientist.com/article/dn9152-a-future-withno-bananas.

184. Critics of fair-value accounting: For a discussion and critical analysis about the pros and cons of the argument, see Christian Laux and Christian Leuz, “Did Fair-Value Accounting Contribute to the Financial Crisis?” Journal of Economic Perspectives 24 (2010), 93–118.

185. shift in focus from collection to use: See, e.g., Fred H. Cate and Viktor MayerSchönberger,“Notice and Consent in a World of Big Data,” International Data Privacy Law 3(2013), 67–73; Kirsten

186. E. Martin, “Transaction Costs, Privacy, and Trust: The Laudable Goals and Ultimate Failure of Notice and Choice to Respect Privacy Online,” First Monday 18, no. 12-2 (2013), http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/4838/3802; Alessandro Man- telero, “The Future of Consumer Data Protection in the E.U. Rethinking the ‘Notice and Consent’Paradigm in the New Era of Predictive Analytics,” Computer Law and Security Review 30(2014), 643; Joel R. Reidenberg et al.,“Privacy Harms and the Effectiveness of the Notice and Choice Framework,” I/S 11 (2015), 485–524, http://moritzlaw.osu.edu/students/groups/is/files/2016/02/10-Reidenberg-Russell-Callen-Qasir-and-Norton.pdf.

187. computer system that would assist the Chilean government: The evolution of Cybersyn and its implications are eloquently captured in Eden Medina, Cybernetics Revolutionaries:Technology and Politics in Allende’s Chile (Cambridge: MIT Press, 2011); see also Evgeny Morozov, “The Planning Machine,” New Yorker, October 13, 2014, http://www.newyorker.com/magazine/2014/10/13/planning-machine. The development of Cybersyn also underlies the plot of a work of fiction: see Sascha Reh, Gegen die Zeit (Frankfurt, Ger- many:Schöffling, 2015).

188. Great Famine of 1932–1933: See Anne Applebaum, Red Famine: Stalin’s War on Ukraine(New York: Doubleday, 2017).

189. to coax us to transact appropriately: See, e.g., Richard H. Thaler and Cass R. Sunstein, Nudge:Improving Decisions About Health, Wealth, and Happiness (New Haven: Yale University Press,2008).

第**9**章 工作权益与分配正义

190. “The drive was as mundane”: Alex Davies, “Uber’s Self-Driving

Truck Makes Its First Delivery: 50,000 Beers," Wired, October 25, 2016, https://www.wired.com/2016/10/ubersself-driving-truck-makes-first-delivery-50000-beers.

191. the system won't take away their jobs: Eric Newcomer and Alex Webb, "Uber Self-Driving Truck Packed with Budweiser Makes First Delivery in Colorado," Bloomberg, October 25,2016, https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-10-25/uber-self-driving-truckpacked-with-budweiser-makes-first-delivery-in-colorado.

192. median annual income of more than $40,000: "Heavy and Tractor-Trailer Truck Drivers,"Bureau of Labor Statistics, Occupational Outlook Handbook, https://www.bls.gov/ooh/transportation-and-material-moving/heavy-and-tractor-trailer-truck-drivers.htm.

193. middle-income desk jobs that . . . will disappear: Michael Chui, James Manyika, and Mehdi Miremadi, "Where Machines Could Replace Humans — and Where They Can't (Yet),"Mc- Kinsey Quarterly (July 2016), http://www.mckinsey.com/business-functions/digitalmckinsey/our-insights/where-machines-could-replace-humans-and-where-they-cantyet.

194. labor force has declined from its peak: The participation rate in 2017 was around 63 percent,down from over 67 percent in 2000, and below the level it had been in more than three decades; see U.S. Bureau of Labor Statistics, Labor Force Participation Rates, data sets and graphs available at https://data.bls.gov.

195. forecast depressing employment figures: Erik Brynjolfsson and Andrew McAfee, The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies(New York: W. W. Norton, 2016); Carl Benedikt Frey and Michael A. Osborne, The Future of Employment: How

Susceptible Are Jobs to Computerisation? (Oxford, UK: Oxford Martin School, September 17, 2013), http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Empl

196. advent of a “second machine age”: Brynjolfsson and McAfee, The Second Machine Age.

197. “labor share” has declined considerably: Matthias Kehrig and Nicolas Vincent, “Growing Productivity Without Growing Wages: The Micro-Level Anatomy of the Aggregate Labor Share Decline,” CESifo Working Paper Series No. 6454, May 3, 2017, https://ssrn.com/abstract=2977787.

198. In most advanced economies, labor share: International Labor Organization and Organisation for Economic Cooperation and Development, “The Labour Share in G20 Economies”(February 2015), 11, https://www.oecd.org/g20/topics/employment-and-social-policy/The-Labour-Share-in-G20-Economies.pdf; OECD Employment Outlook 2012, 115, http://www.oecd-ilibrary.org/employment/oecd- employment- outlook-2012_empl_outlook2012-en.

199. fallen in the large economies of India and China: Loukas Karabarbounis and Brent Neiman,“The Global Decline of the Labor Share,” Quarterly Journal of Economics 129, no. 1 (January 2013), 61–103, n1.

200. labor share globally has been dropping: Ibid, 1.

201. something that affects them all: OECD Employment Outlook 2012,119.

202. displaces blue-collar and low- and middle-income: Ibid., 115–116.

203. temporary gigs with limited or no benefits: Ian Hathaway and Mark Muro, “Tracking the Gig Economy: New Numbers,” Brookings Institution, October 13, 2016, https://www.brookings.edu/research/tracking-the-gig-economy-new-numbers; the gig economy is not limited to advanced economies; see, e.g., Mark Graham, Isis Hjorth, and Vili Lehdonvirta, “Digital Labour and Development: Impacts of Global Digital Labour Platforms and the Gig Economy on Worker Livelihoods,” Transfer: European Review of Labour and Research, March 16,2017, http://journals.sagepub.com/eprint/3FMTvCNPJ4SkhW9tgpWP/full.

204. shrinking role of labor: Thomas Piketty, Capital in the Twenty-First Century (Cambridge, MA:Belknap Press, 2014).

205. not necessarily to tax the economy more: See Ryan Abbott and Bret N. Bogenschneider,“Should Robots Pay Taxes? Tax Policy in the Age of Automation,” forthcoming in Harvard Law and Policy Review (March 13, 2017), https://ssrn.com/abstract=2932483.

206. Bill Gates, announced his support: Kevin J. Delaney, “The Robot That Takes Your Job Should Pay Taxes, Says Bill Gates,”Quartz, February 17, 2017, https://qz.com/911968/bill-gates-the-robot-that-takes-your-job-should-pay-taxes.

207. it might stifle innovation: Georgina Prodhan, “European Parliament Calls for Robot Law,Rejects Robot Tax,” Reuters, February 16, 2017, http://www.reuters.com/article/us-europerobots-lawmaking-idUSKBN15V2KM.

208. enthusiasm for UBI: For an excellent monograph on universal basic income, see Philippe van Parijs and Yannick Vanderborght, Basic Income: A Radical Proposal for a Free Society and a Sane Economy (Cambridge:

Harvard University Press, 2017).

209. Paine proposed a basic income: Thomas Paine, Agrarian Justice(1797), https://www.ssa.gov/history/tpaine3.html.190 Friedman suggested a negative income tax: Milton Friedman,Capitalism and Freedom (Chicago: University of Chicago Press, 1962).

210. Democratic presidential candidate George McGovern: Van Parijs and Vanderborght, Basic Income, 90–93.

Nixon then proposed his own family-assistance program: Peter Passell and Leonard Ross.“Daniel Moynihan and President-Elect Nixon: How Charity Didn’t Begin at Home,” New York Times, January 14, 1973, http://www.nytimes.com/books/98/10/04/specials/moynihanincome.html.

211. empower people to choose for themselves: Nathan Schneider, “Why the Tech Elite Is Getting Behind Universal Basic Income,” Vice, January 6, 2015, https://www.vice.com/en_au/article/something-for-everyone-0000546-v22n1.

212. effects of a UBI on human motivation: Jon Henley, “Finland Trials Basic Income for Unemployed,” Guardian, January 3, 2017, https://www.theguardian.com/world/2017/jan/03/finland-trials-basic-income-for-unemployed.

213. Switzerland held a national referendum: Ibid.

214. Canada experimented with a version: Van Parijs and Vanderborght, Basic Income, 141–143; see also Zi-Ann Lum,“A Canadian City Once Eliminated Poverty and Nearly Everyone Forgot About It,” Huffington Post Canada, December 23, 2014,

http://www.huffingtonpost.ca/2014/12/23/mincome-in-dauphin-manitoba_n_6335682.html.

215. subsidize the middle class and the affluent: This is in contrast to proposals such as Milton Friedman's negative income tax; Friedman, Capitalism and Freedom.

216. justify spending such a huge sum: For more on how to calculate the amount needed tofundaUBIand the income tax rate that would benecessary, see "Basically Unaffordable," Economist, May 23, 2015, http:// www.economist.com/news/finance-andeconomics/21651897-replacing-welfare-payments-basic-income-all-alluring.

217. capital share evaporates: Matthew Rognlie,"Deciphering the Fall and Rise in the Net Capital Share: Accumulation or Scarcity?" Brookings Papers on Economic Activity (Spring 2015),https:// www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/07/2015a_rognlie.pdf.

218. conventional calculations of capital share assume: Simcha Barkai, "Declining Labor and Capital Shares," http://home.uchicago.edu/~barkai/doc/BarkaiDecliningLaborCapital.pdf.

219. data processing requires less capital: Loukas Karabarbounis and Brent Neiman, "The Global Decline of the Labor Share," National Bureau of Economic Research Working Paper 19136 (June 2013), http://ww.nber.org/papers/w19136.pdf.

220. labor benefits more from technology: Robert Z. Lawrence, "Recent Declines in Labor's Share in US Income: A Preliminary Neoclassical Account," National Bureau of Economic Research Working Paper 21296 (June 2015), http://www.nber.org/papers/w21296.

221. innovative activity and business dynamism: Ryan A. Decker et al., “Declining Dynamism,Allocative Efficiency, and the Productivity Slowdown,” Finance and Economics Discussion Series 2017-019 (Washington, DC: Board of Governors of the Federal Reserve System,2017), https://doi.org/10.17016/FEDS.2017.019.

222. further light on the underlying dynamic: David Autor et al., “The Fall of Labor Share and the Rise of Superstar Firms,” National Bureau of Economic Research Working Paper 23396 (May 2017), http://www.nber.org/papers/w23396; David Autor et al., “Concentrating on the Fall of the Labor Share,” National Bureau of Economic Research Working Paper 23108 (January 2017), http:// www.nber.org/papers/w23108.

223. they can achieve very high revenues: This also applies to superstars among manufacturing plants, see Kehrig and Vincent, “Growing Productivity Without Growing Wages.”

224. five . . . are obvious superstars: Dan Strumpf,“The Only Six Stocks That Matter,” Wall Street Journal, July 26, 2015, https://www.wsj.com/articles/the-only-six-stocks-thatmatter-1437942926.

225. textbook example of a bad idea: The exceptions would be social welfare programs that are“self-funded” through direct contributions from workers; in those cases, if policy makers reject the idea that corporate tax receipts should fund social welfare, a robo tax may be an option to make up for the shortfall caused by a decreasing labor share.

226. over $200 billion in lost tax revenues: Fabie Candau and Jacques Le Cacheux,“Corporate Income Tax as a Genuine Own Resource,” March 23, 2017, https://ssrn.com/abstract=2939938.

personal income would be taxed only: See, e.g., Alan D. Viard and Robert Carroll,Progressive Consumption Taxation: The X-Tax Revisited (Washington, DC: American Enterprise Institute Press, 2012), but the idea is much older—see, e.g., William D. Andrews, “A Consumption-Type or Cash Flow Personal Income Tax,” 87 Harvard Law Review 1113(1974).

227. support across the political spectrum: In addition to politicians such as Democratic Senator Ben Cardin (https://www.cardin.senate.gov/PC) and think tanks such as the conservative American Enterprise Institute (AEI), advocates include hightech figures such as Bill Gates(Tim Worstall, “Bill Gates Points to the Best Tax System, the Progressive Consumption Tax,”Forbes, March 18, 2014, https://www.forbes.com/sites/timworstall/2014/03/18/bill- gatespoints-to-the-best-tax-system-the-progressive-consumption-tax).

228. to spot changes in skill demand: We are not alone suggesting this; see, e.g., World Economic Forum, The Future of Jobs Report (January 2016), 24 and 29, http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf.

229. “look to build a monopoly”: Peter Thiel, “Competition Is for Losers,” Wall Street Journal,September 12, 2014, https://www.wsj.com/articles/peter-thiel-competition-is-forlosers-1410535536.

230. choose the job they like: See also Van Parijs and Vanderborght,Basic Income, 165–169.

第**10**章 人类的选择

232. become “a CEO of a retail company”: Ryan Mac, “Stitch Fix: The$250 Million Startup Playing Fashionista Moneyball,” Forbes, June 1,

2016, www.forbes.com/sites/ryanmac/2016/06/01/fashionista-moneyball-stitch-fix-katrina-lake/#54e798e859a2.

233. “constantly maxing out Lake’s $6,000-limit credit card”: Ibid.

234. a potential start-up “unicorn”: “Fifty Companies That May Be the Next Start-Up Unicorns,”New York Times, August 23, 2015, https://bits.blogs.nytimes.com/2015/08/23/here-are-thecompanies-that-may-be-the-next-50-start-up-unicorns/?_r=0.

235. enables Stitch Fix to be a matchmaker: http://algorithms-tour.stitchfix.com.

236. a social debt that most customers choose to repay: Much like the personal debt that transaction partners have been found to want to repay when they receive positive feedback;see, e.g., Gary Bolton, Ben Greiner, and Alex Ockenfels,“Engineering Trust—Reciprocity in the Production of Reputation Information,” Management Science 59, no. 2 (2013), 265–285.

237. one in four trucks drive empty: Robert Matthams,“Despite High Fuel Prices, Many Trucks Run Empty,”Christian Science Monitor, February 25, 2012, http://www.csmonitor.com/Business/2012/0225/Despite-high-fuel-prices-many-trucks-run-empty.

238. one of the pioneer venture capitalists: “Eugene Kleiner,” Kleiner, Perkins,Caufield,and Byers,http://www.kPCb.com/partner/eugene-kleiner.

239. fear is that as we delegate decisions to machines: See, e.g., Nick Bostrom, Superintelligence:Paths, Dangers, Strategies (Oxford: Oxford University Press, 2014).

240. The end of scarcity: Ibid.

241. “A world of increasing abundance”: Ibid.

242. “Cartier for everyone”: Aaron Bastani,“Britain Doesn’t Need More Austerity, It Needs Luxury Communism,” Vice, June 12, 2015, https://www.vice.com/en_au/article/luxurycommunism-933.

243. “cybernetic meadow, tended to by machines”: Brian Merchant, “Fully Automated Luxury Communism,” Guardian, March 18, 2015, https://www.theguardian.com/sustainablebusiness/2015/mar/18/fully-automated-luxury-communism-robots-employment.

244. open the window to new insights: Avi Loeb, “Good Data Are Not Enough,” Nature, November 2, 2016, http://www.nature.com/news/good-data-are-not-enough-1.20906.

图书在版编目（CIP）数据

数据资本时代 /（奥）维克托·迈尔–舍恩伯格，（德）托马斯·拉姆什著；李晓霞，周涛译. -- 北京：中信出版社，2018.12
书名原文：Reinventing Capitalism in the Age of Big Data
ISBN 978–7–5086–9431–3
I. ①数… II. ①维… ②托… ③李… ④周… III.①数据处理－应用－资本管理－研究 IV. ①F275
中国版本图书馆CIP数据核字（2018）第203545号

Reinventing Capitalism in the Age of Big Data by Viktor Mayer-Schönberger and Thomas Ramge
Copyright © 2018 by Viktor Mayer-Schönberger and Thomas Ramge
Simplified Chinese translation copyright © 2018 by CITIC Press Corporation
ALL RIGHTS RESERVED

数据资本时代
著者：［奥］维克托·迈尔–舍恩伯格 ［德］托马斯·拉姆什 著
译者：李晓霞 周涛
出版发行：中信出版集团股份有限公司
（北京市朝阳区惠新东街甲4号富盛大厦2座 邮编100029）

字数：190千字
版次：2018年12月第1版
京权图字：01–2013–6340
广告经营许可证：京朝工商广字第8087号
书号：ISBN 978–7–5086–9431–3

版权所有•侵权必究

"领导变革之父"约翰·P.科特系列珍藏版

THE NEW RULES

新规则

变革时代领导者的8个核心思维

115名哈佛商学院MBA毕业生近20年的职场通关法则

陈春花、郑毓煌作序力荐

[美]
约翰·P.科特
(John P. Kotter)—著

刘语珊—译

中信出版集团

新规则

[美]约翰·P.科特 著

刘语珊 译

中信出版集团

目录

推荐序1 时代精神与自我驱动

推荐序2 面对变革时代，如何才能获得成功？

译者序 今日职场新规则

前言 经济转型期的方向

1 新现状

第1章 时势维艰：美国梦消亡了吗？
第2章 新规则1：非传统的职业路径
第3章 新规则2：全球化的机遇与挑战

2 新回应

第4章 新规则3：创业者的机会
第5章 新规则4：与合作方协同
第6章 新规则5：领导力优于管理
第7章 新规则6：达成交易

3 夯实基础

第8章 新规则7：自我驱动力
第9章 新规则8：跨界学习

4 启示

第10章 职场成功
第11章 新教育

致谢

注释

推荐序1

时代精神与自我驱动

陈春花

北京大学王宽诚讲席教授，北京大学国家发展研究院BiMBA商学院院长

科特是一位重要的管理思想家，他区分了“领导”和“管理”的概念，强调领导者的基本职能在于倡导改革之风。他也研究了企业文化与业绩的关系，揭示出灵活适应性的企业文化能显著促进长期经营业绩。他还持续关注领导力的发展，不仅仅明确提出了新商业环境下领导力要素的内涵，更是基于变化的视角，探讨了领导者变革的力量来源及行动指导。在今天来看，科特提出的观点仍然令人印象深刻，发人深省。这套丛书（《新规则》《领导力要素》《变革的力量》《企业文化与绩效》）会从不同的视角给读者带来收获。我重新阅读这4本书的时候，较之早期阅读又有了全新的收获。

一、领导者需要洞察时代特点

科特展开这些研究的阶段，全球化正处于萌芽发展之中。科特敏锐地察觉到全球化给商业模式带来的巨大变革，分析了MBA（工商管理硕士）毕业生的职业发展历程，总结出了他们的职业生涯成功的关键要素。

科特提出，方兴未艾的全球化使得充满活力和适应性的中小企业蓬

勃发展，远远抛下了传统大型企业，影响了富有进取心的管理者们的职业发展。

以《新规则》书中列出的研究数据为例。1974年，这一届哈佛商学院MBA毕业生中的36%去了大型或超大型组织就职。到1983年，还留在大型或超大型组织的人占31%。到1991年，只剩下23%。另一方面，同一个时期，在小型或超小型企业的哈佛商学院MBA毕业生从28%上升到43%，最后达到62%，其中很多是创业型企业。

科特认为，全球化既提供了的大量的机会，也带来了巨大的风险。在这个时代，要成为一个职业上的成功者，一条重要的准则就是：不要依靠惯性，因为旧的模式、道路和经验在新的环境下是无效的。

当下，21世纪也已过去将近20年，时代特征又迎来了巨变。曾经所向披靡的全球化，正在引起全球性的反思，甚至出现了一些极端化的应激反应。怎样才能更有效地让资源在全球范围共享和分配？怎样才能形成一个互补共赢的全球化共同体，而不是国家与资本的盘剥与霸凌？这是一个全球化进程中的休整吗？商业模式会有怎样的调整？中国商业的未来会怎样？这是留待我们去观察和领悟的课题。

二、变革是大型企业的必选之路

科特对大企业和官僚主义素无好感，而他的研究中的MBA学生们用他们的职业生涯支持了科特的观点。美国运通公司（American Express）、大西洋里奇菲尔德公司（ARCO）、康尼格拉公司（ConAgra）、数字设备公司（Digital Equipment Corporation）、肯德基公司（KFC）、伊士曼柯达公司（Eastman Kodak）、玫琳凯化妆品公司（Mary Kay Cosmetics）、NCR公司、百事可乐公司（Pepsi-Cola）、宝洁公司（P&G）、赛仕软件公司（SAS）等大量公司的案例也支持了科特的观点。

科特认为，在变化的时代里，中小企业能够更加迅速地做出反应并逐步取得更大的成功。速度和灵活性在竞争日益加剧的世界中将会获胜。因此，他奉劝职场人士要摆脱官僚化的大企业，走向小企业。大企业在应对变化迅速的市场时容易陷入官僚化，而在中小企业的发展中做出贡献的员工往往会获得更高的满意度和收入。当然，如果我们的商业氛围和舆论能够转变传统的对宏大和稳定的崇拜，更加关注和欣赏中小企业和创业企业，人们可能会更容易接受和适应时代的变化。

那么，对于大型企业，变革的方向和目标在哪里？毫无疑问，大型企业必须设法转变成一个灵活与具有适应性的组织，既有小企业快捷的运营效率，又保留大企业的资源优势。方向就是减少管理层级、官僚主义、内向关注和办公室政治，路径就是企业改组、削减成本、流程再造，当然，最根本也最难的是企业文化的改变。

三、领导者需要保持自我驱动力

科特从研究中得到的启示是，成功的企业家都具有强烈的竞争驱动力和领导力，他们独立、勤奋、自主、敢于冒险、喜欢控制感，他们更向往权力、被认可、威信和成长，并且更少向往安逸。

那些害怕竞争的人，想要安全感的人，渴望稳定的人，最终往往像岩石在水里一样，不断下沉。无论是现在还是将来，高标准和对成功的渴望都是必不可少的。

管理是用于应对复杂性的，因为现代管理程序在很大程度上产生于20世纪大型组织的发展，领导力则是相对于变革而言的。当今剧烈变动的外部环境使变革日益成为维系企业生存、增强企业竞争力的必要条件。有更多的变革，就会要求更强有力的领导，这也意味着领导者必须保有自我驱动的力量，以应对复杂多变的环境。

四、管理研究总是伴随着鲜活的管理实践

科特的研究总是从真实的管理实践和商业环境出发，去寻找其中的核心变量及规律性，从而得出能够再回归到管理现实的答案。就如他在《新规则》一书中所写的那样，他花了20年的时间跟踪研究115名1974届的哈佛商学院MBA毕业生的工作情况，最后写作了这本书。这种依赖于真实的观察所呈现出的研究方式，非常值得我们学习。《领导力要素》一书中的领导力观点和支撑数据源自科特于20世纪70年代所完成的大量实地调研，以及为撰写本书而专门开展的4个研究项目。《变革的力量》是一项管理行为研究的成果，该研究始于科特的一篇博士论文，内容是关于大都市市长的管理方式的，这项研究始于1986年8月，到1989年年底结束。《企业文化与绩效》一书以生动的案例证实了企业文化的存在及其力量，以实证的方法证实了企业文化与业绩的相关性，并详细阐述了3种类型的企业文化，充分说明了进行企业文化改革的必要性，还提出了许多有效的措施。该书堪称一部深刻理解企业文化与企业业绩关系的经典教科书。

在我最初决定展开组织与文化研究时，约翰·科特的《企业文化与绩效》给了我很大的启发和帮助。借用科特的企业文化力量指数对广东省多个高新技术企业展开了深入的探讨，让我有机会更有效地理解企业文化所具有的独特功效。也因此，科特的其他著作就列入了我的必读书目，这也是我很愿意推荐这套丛书的原因。

2019年3月12日 • 朗润园

推荐序2

面对变革时代，如何才能获得成功？

郑毓煌
清华大学经济管理学院博士生导师

春节之前，收到中信出版集团的邮件，邀请我为领导变革之父、哈佛商学院终身教授约翰·科特的《新规则》　《领导力要素》《变革的力量》《企业文化与绩效》系列丛书写序，我欣然答应了，原因只有一个：我希望这套优秀作品能够惠泽更多中国人，特别是中国的企业家、创业者和职场人士。

在今天的中国，社会对商业知识和智慧的需求正在急剧扩大，迫切需要我们在浩瀚书海之中甄别真正优秀的商业著作，以汲取营养。然而，令人遗憾的是，真正优秀的商业著作太少了，市面上充斥的畅销著作大都是“鸡血”或“鸡汤”，缺乏严谨的理论体系和实证研究支持。

与市面上的那些所谓畅销著作不同，这套作品均出自科特教授严谨的实证研究，这也再一次印证了哈佛商学院的地位。哈佛商学院无疑是全球最著名的商学院，而它百年来的极高知名度正是源于学院中的优秀的商业思想领袖，包括竞争战略之父迈克尔·波特（Michael Porter）、颠覆式创新之父克里斯滕森（Christensen）、领导变革之父科特等。

那么，科特教授的这一系列丛书到底有哪些值得学习的地方？在《新规则》这本书里，科特教授在近20年的时间里观察了115名哈佛商学院MBA毕业生的职业路径，并从他们的人生经历中总结出我们应该如

何在快速变化的全球化竞争市场中拥抱变化并找到适合个人发展的新规则。他的研究有很多反常规的发现。例如“小公司，大机会”——在同一届哈佛商学院MBA毕业生中，那些选择小创业公司的毕业生，最后其收入往往高于那些选择大公司的毕业生。

在今天的中国，科特教授的这些发现也具有重要的启示意义。例如，很多年轻人往往面临体制内工作（政府、国企、事业单位等）和体制外工作（民营企业、外资企业等）的两难选择。又如，即使都是体制外的工作，年轻人也往往面临去大公司还是去中小企业的两难选择。家长们往往都反对他们选择非传统的职业路径。然而，科特教授的这些发现告诉我们，传统的职业路径或许并非最佳选择。面对今天的变革时代，每一个职场人都应该更加勇敢地去拥抱非传统的职业路径。很多年轻人往往抱怨自己出生的年代太晚以至于错过很多机会，却不知其实每一个时代都有大量机会，关键在于你是否能勇敢地做出选择。

在《领导力要素》这本著作中，科特教授指出，由于商业环境发生了重大变化，领导力在今天的变革时代被赋予了新的意义，其重要性显著提升。领导力不再是首席执行官（CEO）或极少数高层管理者的绝对领域，而拓展为几乎所有管理者都应该具备的一种重要能力。在《变革的力量》一书中，科特教授进一步阐释了领导与管理的不同，并提出领导和管理都是非常重要的，那种认为领导“好”而管理“坏”的观点是明显错误的；同时他也阐述了企业家应该如何打造自己在领导和管理两个维度上的能力的问题。最后，在《企业文化与绩效》一书中，科特教授以实证的方法证实了企业文化与业绩的相关性，并详细阐述了不同类型的企业文化，以及如何打造企业文化。可以说，这3本书是企业家和创业者们打造领导力和企业文化不可多得的参考书！

很多中国企业家在阅读国外商学院教授的著作时，难免有这样的疑虑：这些结论在中国也适用吗？事实上，思想无国界，管理和人性往往都是相通的。作为清华大学博导、营创学院院长，我在过去的十几年里也接触了大量的中国企业家和企业高管。我发现，他们的成功有其共同

的规律。那么，成功的共同规律是什么呢？接下来我就和大家分享我在营创EMBA（高级管理人员工商管理硕士）开学典礼上曾经分享的6个要点。

第一，眼界和视野。所谓“读万卷书，行万里路”，眼界和视野特别重要，而且很多事情不是从书本上能学到的。2019年1月，我邀请哥伦比亚大学商学院著名教授席娜·艾扬格（Sheena Lyengar）为营创EMBA授课。企业家学员们见到她的第一眼就被震撼了，因为没有人想到，她居然是一位盲人。然而，虽然她眼睛看不见，但她不仅成了哥伦比亚大学商学院教授，而且还被《金融时报》（Financial Times ）评为和竞争战略之父迈克尔·波特等齐名的全球50大管理思想家之一。很多企业家在听完这次课程之后都说：“艾扬格教授眼睛看不见都能取得那样大的成就，我现在面临的一点儿困难又算什么？”是的，多接触伟大的人，你才能激励自己去变得更伟大。

第二，胆识和勇气。光有眼界和视野还不够，还要有胆量。王健林来清华大学演讲时说过：“什么清华北大，不如胆子大。”这句话其实很有道理。2017年11月，我在清华大学主持了清华学生创业协会20周年的纪念活动。参会的十余位校友的公司市值合起来超过3 000亿元，包括美团、中文在线、百合网、清科集团等。以美团为例，大家看到了王兴的成功，但是大家可能想不到，王兴是在美国读博士时辍学回国创业的。而百合网的联合创始人慕岩也是在美国读博士时辍学回国创业的。所以要成功，一定要有胆识和勇气。

第三，能力和智慧。有了眼界和视野，也有了胆识和勇气，成功还需要能力和智慧。没有人生下来或大学毕业之后就知道怎么进行企业管理，所以企业家和创业者都需要终身学习，以习得能力和智慧。学习的方式包括读书、面对面学习等多种形式，其中读书更多是用以开拓思维和学习知识，而要提高能力则更需要面对面地学习，甚至最好有老师手把手地指导，再加上自己的实战演练。只学不练的话，很难真正提高能力。

第四，连接和资源。有句话是这样说的：“你是谁不重要，重要的是你和谁在一起。”其实，不论在国内还是国外，人脉和圈子都非常重要。不论是哈佛商学院还是清华大学，最吸引人的除了优秀的教授，还有校友之间的连接和资源。在今天的互联网和社交媒体时代，线下连接更加显得珍贵和不可替代。在学校里形成的师生关系和同学关系是最自然、最真诚的关系，企业家们要多投入时间进行线下连接。真正的友谊和合作从来不是线上加个微信就能拥有的。

第五，努力和坚持。努力和坚持是成功的必要条件。在创业路上，每个人都会遇到困难，谁也不可能一帆风顺。遇到困难时，如果坚持，就有可能克服困难并获得成功；而如果放弃，则只能承认失败。再以清华校友、美团创始人王兴的成功为例，王兴也是经历了校内网、饭否网等多次创业失败，才有了今天美团的成功。

第六，理想和使命。努力和坚持很累，很多时候你会坚持不下去。那么，是什么让企业家和创业者坚持下去的呢？伟大的理想和使命。我从2017年创办营创学院以来，也面临过很多困难。很多人不相信我可以打造一所“人人都上得起的哈佛商学院”。然而，正是“教育改变命运，我们改变教育”这一理想和“打造一所人人都上得起的哈佛商学院”这一使命，才让我一直坚持下来。今天，营创线下EMBA已有超过1500位企业家学员，并且在北京和深圳都实现了本地开班，真正做到了“用1%的学费，上拥有全球顶级商学院师资的线下EMBA课程”。同时，通过和中信出版集团的合作，我们推出了“用1‰的学费，上拥有全球顶级商学院师资的线上EMBA课程”项目并获得了成千上万职场人士的欢迎。此外，由营创读书会和中信出版集团一起推出的“与原创作者一起读书”的公益项目，已有近百位大咖作者分享原创著作的音视频，向全国人民公益开放。

今天，中信出版集团即将出版的哈佛商学院科特教授的这一系列丛书无疑是商业知识和智慧中的明珠。这4本书在哈佛商学院MBA学生中备受欢迎。我相信，这一系列丛书会带给成千上万读者优秀的商业知识和

智慧，更会进一步将看起来遥不可及的顶级商学院教育带给成千上万的读者。而这，正是中信出版集团、营创学院和我本人共同努力的目标。

2019年3月5日

译者序

今日职场新规则

刘语珊

商业分析机构深响联合创始人，前腾讯商业分析师

1973年，约翰·P.科特教授在哈佛商学院启动这项研究的时候，他恐怕没有想到，这将会变成一项长达20年的长期研究项目；他可能也不曾想到，自己会以这样的方式参与到这115名毕业生足足20年的职场生涯中；他更不曾想到，自己将与他们当中的许多人建立起这样的联系，并最终将他们的成功经验总结成今天你手中的这本《新规则》。

他恐怕也不曾预见到，在这本书首次付梓20余年后，即便时代变迁，他在1993年基于这115名MBA毕业生的人生经历所提炼出的成功法则，今天依然能够启发大洋彼岸的年轻人，并为今天的我们的职场路径提供参考。

今天的世界与1973年第一次石油危机后的经济环境自然是截然不同的。

与1973—1993年的20年相比，今日的我们经历了21世纪初互联网泡沫的破灭、2010年开始的移动互联网浪潮，今天我们又在追踪人工智能的趋势，迫不及待地想要进入下一次技术革命所创造的新时代。在这样的环境中，我们早已摒弃了对制造业及大公司体制的盲目迷信，甚至已经走过了过分忽视实体制造业的另一个极端，来到了重新理解和审视制造业并帮助制造业进行数字化升级、迎接产业互联网的新起点。

但约翰·P.科特教授笔下，1974年走出哈佛校园的这些年轻人所经

历的挫折、迷茫，与我们在今日的中国所经历的一切有着大量的共通之处。

今天我们虽然有了更多的效率管理工具，但依旧面临着诸多管理议题的挑战：奉行小步迭代、精益创业的科技企业也最终会发展成庞然大物，而其成长所花费的时间可能仅仅是制造业企业的几分之一，但在这个急速扩张的过程中，“大公司病”等问题并没有消失，反而被迅速激化了。大型企业的臃肿、庞杂，依旧使它们面对市场竞争时变化缓慢，并让那些身在其中能够感知到外界竞争的人们备感煎熬。

在鼓励扁平化管理的同时，大型企业对于敏捷管理有着极高的需求。而在中国企业对海外市场的诉求快速提升的今天，我们作为个体的职业路径该如何调整？个人的核心竞争力该如何培养？个体又该如何顺应时代的变化？这其中的种种法则与思考框架正是这本《新规则》通过115名哈佛商学院MBA毕业生近20年的人生经历，为我们提供的最大价值。

科特教授在20年动荡变化的经济环境下，耐心追踪，并以科学的研究手段总结出了这115名哈佛商学院MBA毕业生之间的共性：在国际化竞争日趋激烈的环境中，较高的自我标准、对竞争的追求及渴望，以及终身学习的价值观，都能够帮助个人更快地走向成功；而相较之结构庞杂的大型企业，选择灵活、敏捷的小型企业往往更能彰显个人的价值，能更快地实现个人职场及人生意义上的成功。

作为移动互联网及“双创”浪潮的亲历者，我曾在创业公司感受过一个小型团队从建立到拆分、各奔东西的过程，也曾在“互联网下半场”行业巨头的业务转型、架构调整过程中目睹了几千人在巨轮转向的过程中不得不顺应时代发展、进行自我升级的过程。在这个过程中，作为观察者，我也目睹了多个不同个体的变化与发展。

正如约翰·P.科特教授所描述的那样，无论在哪个领域，我所观察到的成功者，无一不对自己有着极高的自我要求，对竞争有着极强的渴望，同时，他们有着极强的学习能力，且从来没有停止过学习新事物的

脚步。甚至在一些团队中，追踪新事物、新趋势已然成了制度化的标配，由专人专岗负责。而企业对终身学习的财务支持和员工服务，也体现出企业对终身学习的重视。

同时，互联网产业在中国兴起的这二十几年中，我们可以观察到，几乎每5年，行业中的龙头乃至明星企业都会发生变化——从门户时代到移动互联网，再到物联网、人工智能、产业互联网等纷纷兴起的今天，企业发展的速度在大大加快：中国互联网头部的BAT（百度、阿里巴巴、腾讯）三家企业发展至今不过刚刚20年历史，新兴的今日头条、美团、滴滴出行（简称TMD）等小巨头更是成立均不超过10年，2018年以“五环外”思维震惊业界的拼多多、趣头条更是3年内冲击上市。

这些企业快速发展的成功案例无一不在为约翰·P.科特教授的观察增添佐证：相较于传统金字塔式的庞杂企业结构，小型、扁平的团队更能带动企业快速发展，也更能为个人的成长提供机会。

在高度的资讯焦虑下，与1975年的那115名哈佛商学院MBA毕业生一样，我和我身边的许多人对世界经济的整体变化建立起了模糊的认知，但对于这些变化在长久时间内会如何影响我们的职业发展与人生，我们还是一无所知。宏观环境的力量如此强大却又如此悄无声息，有能力预见其长远影响的人也仅仅是极少数。

因此，约翰·P.科特教授在这本书中所总结出来的职场规则，以及他所提供的大量哈佛商学院优秀年轻人的经验案例，对我们来说也就更是难能可贵。从这些案例中，你既能看到时代浪潮的力量，也能感受到个人应对所在时代变化时的努力。而他们做出种种抉择时的挣扎与决断，无疑也是值得我们参考、借鉴的指向标。

就我个人而言，在翻译这本书的过程中，我也做出了对我自己而言非常重要的职业选择。从约翰·P.科特教授所记录的案例中，我看到了“热爱胜于一切”，也看到了竞争驱动的价值，也了解到真正的平台并不只是你所供职的企业。同时，个体与企业之间的关系也可以有更多元化的形态。这些启示最终推动我做出了我的职业选择：带着过去的经

验教训，离开所在的万人大型企业，再次面向激烈的市场竞争，开始小团队小步快跑的创业历程。

因此，我将这本书推荐给你，希望你也能从这本书中找到适合你的新规则，建立你的职场新基石，踏上你的职场新征程。

前言

经济转型期的方向

——基于对115名哈佛毕业生近20年的研究

事业成功对于大多数人来说，意味着一份在经济上和心理上都令人满意，又能支撑起健康的自身或家庭生活，同时还能对社会有贡献的工作。这本书就讲述了在过去的20年中，通往事业成功的路径是如何变迁的，以及它为什么会发生这样的变化。书中的素材大部分基于115名哈佛商学院1974届MBA毕业生的个人经历。过去20年，我一直跟踪并关注着他们的职业发展，包括他们的选择、行动、成功，以及失败。此外还有我从1975年到1993年开展的另外6个项目的成果，可以作为那些个人案例的补充，这部分信息涵盖了另外85位高管，他们当中的大部分人并不曾获得MBA学位。[1] 总体来说，这20年的历程非常精彩，我们可以通过其不同的侧面得出显著的结论。

这20年间浮现出来的故事，与商业世界中一系列重要的变化相关，与一些有时颇具争议的个人有关，也与一些令许多人感到惊讶的职业路径有关，还与大时代背景下的一些强大经济力量有关。尽管20年前没有人曾设想过，但最终影响了哈佛商学院1974届MBA毕业生的职业生涯的关键因素实际上是市场和竞争的全球化。这一经济变化，现在正改变着很多事情的本质，包括管理工作、职业路径、组织的架构及运行、薪资水平，以及更多层面的众多事物。在这里，我所要讲述的故事核心就是这115个人是如何经历这样的变化的，以及他们中的许多人是如何从中获利的。

*

这项研究的根源要追溯到1968年。当时我还是麻省理工学院斯隆商学院教授埃德加·沙因（Edgar Schein）的研究生。沙因教授当时正在追踪一小组毕业生的职业生涯发展路径。[2] 而在协助他的过程中，我开始领略到跟踪研究的魅力。通过这种研究方式，我们可以长期观察、追踪一群人。我对这种研究方式的兴趣，在我1972年发现格兰特研究时，变得越发强烈了。格兰特研究是一项跟踪了一组哈佛毕业生的长期研究，在长达几十年的研究期中投入巨大。[3]

我最初的想法很简单：选择一组学生，尽可能多地收集他们的背景信息，然后观察在接下来的十几年乃至更长的时间中，他们的职业生涯和生活会如何演变。当时我就意识到，这样的研究将会耗费大量的时间和精力，但我决定将它控制在一个相对可管理的水平，不必像格兰特研究那样宏大。虽然当时我对可能会有哪些发现大概有一些预估，但至于具体会有哪些结论，我的想法还并不十分清晰。我当时的愿望仅仅是，随着时间的推进，我可以在这些人身上，以及他们的工作和职业发展上，获得一些有意思的发现。

现在回头看看，这个想法听起来既有些天真，又有些自负。几乎从来没有人愿意资助为期十几年的研究；即便有，他们也不会资助一个默默无闻的助理教授。当我被赞助者屡屡拒绝的时候，哈佛商学院的拉里·弗雷克（Larry Fouraker）院长提出要为我寻找资金，这项研究才得以继续。“放手干吧！”弗雷克院长说。于是，我就放手干了。

在115名1974届哈佛商学院MBA毕业生的帮助下，我从1975年1月开始，每年收集一次调查问卷，对部分参与者进行访谈，并收集了半数参与者的大量心理测试数据。在一些基础维度上，如年龄、性别、父母的经济状况，这115名参与者的背景和这一届的大多数学生相仿，因此我有信心，他们并不是偏差样本。在过去这些年间，大多数参与者的响应都十分积极，90%的人将每一份调查问卷都寄回给了我们。[4]

结果显示，我所采取的依赖大量调查问卷的策略利弊参半。这个方

式让我很难深入了解这115名参与者，但能让我有效地控制住这个项目的时间和金钱投入，并让我可以追踪超过100名被访者，而不是仅仅局限于其中的一二十人。

有时，我也很好奇，这115名参与者这些年来为什么愿意全程参与这个项目？毫无疑问，他们的部分动力来自希望帮助完成一项或许颇有益处的事业的美好愿望。但我想，其中一部分成员或许也认为，每年找一个时机停下来思考一下自己正在做什么，以及自己对生活有何感受，也是非常有价值的体验。当然，我也认为有机会观察、聆听我的这群同时代的朋友是十分愉悦的体验。思考他们的人生经历也让我有机会将自己的人生投射到一个更广阔的视野中，这对于我思考自己人生中所面临的选择也有所帮助。

在最初的计划中，我应该在该项目开始后10年左右的节点开始写一本书。但当我在1983年试图开始就他们的经历写作时，我发现他们的故事还不够完整，也很难被理解。于是，我停止了写作，继续收集信息。在接下来的几年中，我意识到我正在进行的其他研究也可以为1974届的这项调查提供一些洞见。最后，在1990年前后，一切开始变得清晰了。到1992年，我所收集的这115位MBA毕业生的资料足够塞满8个资料柜的抽屉。我把所有资料从1979年开始分成不同的阶段进行整理。我最后发表的研究是在1990年、1991年和1992年完成的，而本书的手稿则是在1992年和1993年完成的。

在这个项目中，至少诞生了5本书。一本是历史传记《1974届》，一本是独立成篇且以分析为主的《新经济环境》，一本是关注心理和个人发展的《成为经理人》，还有一本是更侧重于职业和事业成功的社会评论《成功？》 。在一定程度上，这本手稿是集这5本书之大成，但它还是更强调最后一本书的议题——职业生涯和成功。

读者们或许会好奇，一个基于一小群哈佛MBA个人经历的研究结果对于更广泛群体的意义，应该如何论证。针对这个问题，我也思考良多。我个人认为，从1974届哈佛商学院MBA毕业生身上所总结出来的许

多经验教训，对于更大范围的人群来说也有参照性。这些经验教训和我在同时期针对更多样化的人群所进行的另外6个研究项目的结论是一致的。但最终，各位读者还是要从自身出发，判断我这个观点是否正确。

这个情况就和看待体育明星差不多。虽然从罕见的天才球星身上所获得的经验通常都很难推广到其他人身上，但观察这些最成功的球员，总能让人学到一些关于篮球或橄榄球的宝贵经验。我认为，对于观察一群在商业领域非常成功的个人而言，这也是适用的。

*

接下来，我将为你描述这115名参与者的经历，以及过去20年我观察他们和其他人之后所得出的结论。这些结论中最本质的部分已经被简要地概括在了下文的表格中。表格也展示了后续每一个主题将在哪一部分被讨论。这里，允许我先强调4个论点：

1. 在过去的一二十年间，商业及管理领域的成功要素在各种重要的方面发生了转变。在过去的一个世纪中引领成功的职业路径和工作方法，已经不再奏效了。然而，仍有相当数量的人在尝试陈旧的策略，还伴随着从多数主流机构——大型企业、大工会、政府，以及教育机构——那里频繁受到的鼓励。

2. 许多因素共同驱动了成功要素的转变，在这些因素中最重要的就是全球化市场和全球化竞争。全球化使得所有领域的变化都在加速，它在创造更多机会的同时，也在制造更大的风险。简明扼要地说，今天获得大量财富的人们正是从这些机遇中找到了变现的方法。而那些失败的人们之所以失败，也正是受制于全球化的那些风险。

3. 大多数今天在商业和管理领域中有不错成就的人，都曾从全球化中受益。相较于20世纪的惯例而言，他们大多数人是选择更具有非线性、变化更大也更不稳定的职业路径而实现的。相较过去，他们和小型商业企业及创业的联系更紧密了，和规模大而官僚化的“企业世界”的联系更弱了。他们很多时候是作为顾问或其他服务的提供者从外部协助

大型企业运作，更多地通过领导力而非管理实现了目标，也促进了更多金融交易的达成。

4. 成功应用这些新规则需要我们有很高的标准，也需要有竞争的动力；需要我们在竞争环境下的自信感，以及保持成功和学习新东西的意愿。在目前的经济环境中，那些害怕竞争的人，想要获得安全感的人，渴望稳定的人，最终往往像岩石在水里一样，不断下沉。

这些结论及其他论点，对今天人们该如何规划他们的职业，大大小小的企业该如何运营，以及各种不同层次的教育该如何开展，都有许多启示。最后，我将用新时代的眼光来探讨这些议题，尤其着重探讨我们应该如何在一个困难的经济环境中帮助更多的人获得成功。

新规则

新现状

1. 不要依赖惯例：在过去的一个世纪中成功的职业路径，现在通常无法再次引导同等的成就（第2章）。

2. 关注全球化和它的结果：每一件事都在变化，在提供巨大的新机遇的同时，也有等价的风险（第3章）。

新回应

3. 逆势转型：选择小的、创业性质的机遇，而不是大的、官僚体系中的机会；速度和灵活性将会是这个竞争日趋激烈的世界的制胜法宝（第4章）。

4. 咨询和外包服务的机遇：对大型商业的支持，可以是内部的，也可以是外部的；现在，对顾问和其他服务提供方而言，存在着巨大的机遇（第5章）。

5. 领导力优于管理：现在你必须通过领导力才能取得胜利（第6

章）。

6. 有可能的话，学会讨价还价：对于财务及其他的交易操盘者的职业而言，现在有着巨大的机会（第7章）。

夯实基础

7. 提升个人竞争力：无论是今天还是未来，高标准和胜负欲都至关重要（第8章）。

8. 永远不要停止成长：终身学习对于成功而言，越来越重要（第9章）。

---

[1] These projects are reported more fully in *Power in Management* （NY:Amacom,1979）,and in five books published by The Free Press:*The General Managers* （1982）,*Power and Influence: Beyond Formal Authority* （1985）,*The Leadership Factor* （1988）, *A Force for Change:How Leadership Differs from Management* （1990）, and *Corporate Culture and Performance* （1992,with Jim Heskett）.

[2] 舒恩教授在许多不同的地方展示过这个项目的成果，最著名的是 *Career Dynamics*, Reading, Mass.:Addison-Wesley, 1978。

[3] 见*Adaptation to Life* by George Vaillant（Boston: Little, Brown and Co., 1977）。

[4] 在1973年冬天和1974年春天，我和150名哈佛MBA学生就参与一项有关管理职业生涯的研究进行商谈。其中一半人选修了一门名为“自我评估与职业发展”的课程。剩余一半人则一同参与了项目必修课程。所有人都填写了5~10年的年度调查问卷，并同意参与偶尔的访谈，进行了初步的投入。那些参加了“自我评估”课程的参与者也提供了他们课程作业中的心理学测试结果及他们所写的论文作为素材。

1975年1月，我寄出了第一份调查问卷。第二份于1976年1月寄出，第三、四份分别在1977年和1978年寄出。115名参与者回复了所有的调查问卷，25名参与者没有回复，10名参与者仅回复了第一份或第二份调查问卷。对比这115名参与者和1974届所有学生的基础维度信息，如年龄、成绩、父母的社会经济地位，结果是相似的，所以我从这项研究中剔除了剩下的35个样本。在后续的持续跟进中，超过90%的剩余参与者回复了后续的每一封邮件。

调查问卷的设计随着时间而改变，1992年的版本与1975年的版本有很大的不同，平均下来有8页左右。在大多数调查问卷中，我们都问了大量关于职业和生活各个方面满意度的问题。几乎所有调查问卷中都包括一道开放性的问题——关于参与者在之前的12个月中的关键事件。在三个场景下，选定的个人被采访了：37人在1979年被采访，52人在1984年被采访，83人在

1991/1992年被采访。这些讨论基本上都是非结构化的，长达一个半小时，且一般都在参与者的办公室或家里进行。

1 新现状

第1章
时势维艰：美国梦消亡了吗？

他们成长于美国伟大的扩张期—— 一个给予“美国梦”概念新生的时代。凯文·约翰逊（Kevin Johnson）就是他们当中的一员。[1] 他于1946年3月27日出生于芝加哥附近。在他成长的环境中，上升流动性代表了那个时代的秩序。1954年，凯文的父亲从一名普通的销售人员晋升为销售经理。凯文一家人从距离科米斯基体育场[2] 仅10分钟车程的两居室，搬到了温内特卡[3] 的一栋四居室的错层小公寓，拥有了一个能停两辆车的车库，一个烧烤露台，还有一个真正的后院。那时的美国经济就像一台动力强劲的引擎。美国的国民生产总值从1946年的2 134亿美元（按1992年的方式计算[4]）不断上升，到1968年，凯文和早期婴儿潮[5] 中诞生的他的同辈一起从斯坦福大学毕业的时候，美国的国民生产总值超过了10 000亿美元。在此期间，美国商业成为全世界的标准，那种成功一时间风头无两。1955年，全球最能创收的100家工业企业中，有超过3/4的企业位于美国。[6]

然而，美国的全球统治地位在凯文从大学毕业并前往摩托罗拉就职的时候已经开始下滑了，但我们当中只有极少数人意识到这一向下的趋势。在电子制造业工作了4年以后，凯文·约翰逊注意到了一个正在崛起的新浪潮——追求MBA教育的趋势。[7] 1972年9月，凯文前往波士顿，注册进入了哈佛大学。两年后，他完成了MBA项目，并在经济萧条期获得了4个不错的工作机会。到当年6月他开始参加工作的时候，他觉得自己仿佛是站到了世界之巅。

凯文的乐观主义既源于他自己的早期经历，也源于他在商学院的见

闻。在波士顿，他和他的同学被无数次以各种方式告知，他们中的一些人注定成为商业世界中举足轻重的人物。这个“MBA教育必将带来职业成功”的愿景，甚至在他们参加最后一次考试的时候，再次被《财富》（*Fortune*　）杂志的一篇文章证实。这篇着眼于哈佛商学院1949届毕业生的文章，标题为《吸金的一届》。副标题则告诉读者，在过去的25年，“1949届毕业生崛起，获得了权力、声望和财富”。[8] 在这篇文章采用的图片中，你可以看到吉姆·伯克（Jim　Burke）——时任强生集团的总裁，萨姆纳·费尔德伯格（Sumner　Feldberg）——泽尔连锁店的主席，小文森特·格里高利（Vincent Gregory，Jr.）——化工企业罗门哈斯的总裁，小威廉·汉理（William Hanley，Jr.）——化妆品品牌伊丽莎白·雅顿的总裁，彼得·麦科洛（Peter　McColough）——制造复印机的施乐公司的主席，M.G.奥尼尔（M.G.O’Neil）——通用轮胎的总裁，以及约翰·沙德（John Shad）——E.F.赫顿证券投资公司的主席。

我怀疑我们当中是否有些人在当时就意识到了那时的经济正在经历着本质上的改变。在经历了25~35年的发展与繁荣以后——也就是1949届毕业生铸就其事业的时期，整个环境突然间变得更全球化，竞争更激烈，变化更快，更不稳定，也远比之前艰难。美国国民生产总值增速大大放慢，其直接结果就是普通美国公民的生活质量增速大幅下降。

1947—1973年，美国人已经非常习惯较高的经济增长速度。每过1.6代人，美国人的实际生活水平就翻了一倍。1973年以后，经济增长速度下降，要12代人才能实现之前1.6代人创造的同样的成果。[9] 对一些人来说，生活质量实际上下降了。一个每过一或两代人经济水平就可以富足一倍的世界，和一个从祖父母到孙辈生活水准都没有太大差别的世界是极其不同的（见图1.1）。

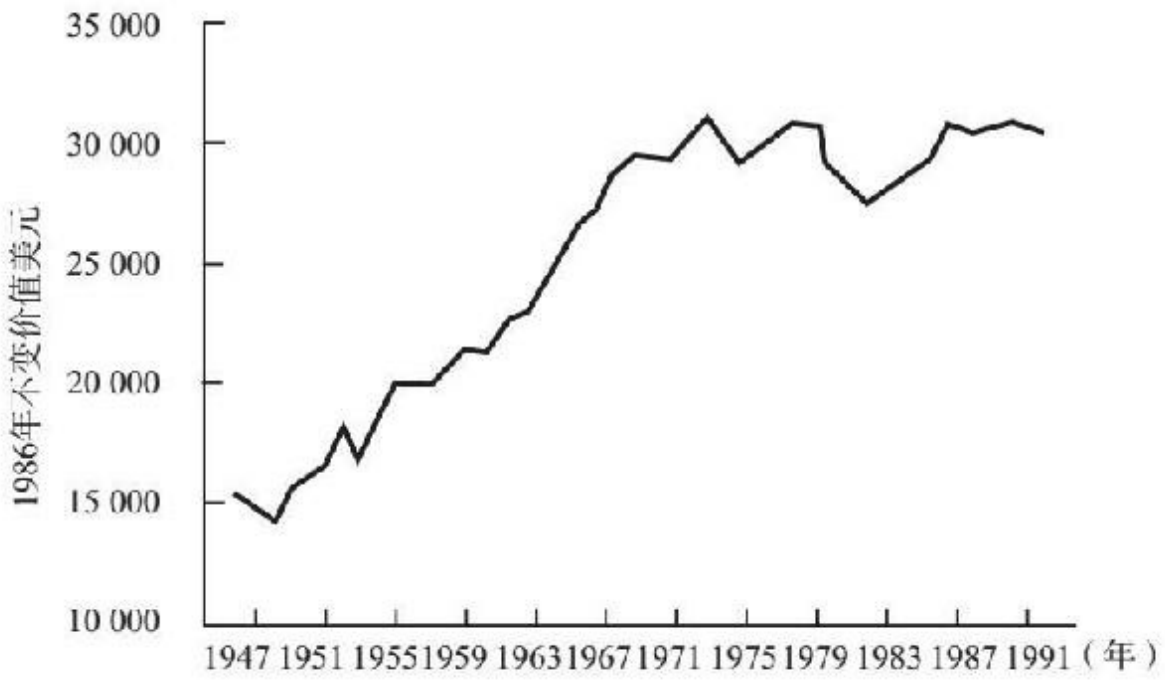


图1.1 美国家庭实际收入中位数

资料来源：Paul Krugman,The Age of Diminished Expectations , Cambridge, MA: MITPress,1994, Page 5。

直到20世纪80年代，多数人（包括凯文）都没有完全意识到，在第一次石油危机时期，一些事情发生了本质性的变化。直到今天，这个变化的所有原因及其所带来的影响，都并不完全清晰。但今天我们确实能知道的是，在“二战”后的25年中所造就的高预期已经不适用于今天严苛的全球竞争了。

凯文和成千上万的同辈人正是在这样的一个新时代中开始他们的职业生涯的。他们的脑中仍然充斥着过去的经济增长的繁荣景象，但他们此刻就像从一个大炮中被发射出去一样，一头撞向了砖墙。

*

到20世纪90年代早期，已经有越来越多和约翰逊同龄或比他更年轻的人开始怀疑他们是否能够像他们的父母一样过上好生活。[10] 查理·克罗斯基（Charlie Kolowski）是约翰逊的一个高中同学。1981年，他从

一个中层管理职位被裁员，随后有14个月的时间都没有找到工作，他不得不满怀疑虑地接受了一份收入和职务都远远低于他以前工作的职位。布兰特·法莫（Brent Farmer）是约翰逊高中橄榄球队的边锋，在芝加哥一家汽车配件厂工作。1989年，他发现自己的工资下降了15%。伊丽莎白·布鲁姆（Elizabeth Bloom）是约翰逊七年级时的恋人。1985年，她在自己的两个孩子开始上学后决定回到职场，却发现自己只能找到时薪为5~6美元的服务性岗位。以上三位，还有其他上百万人，开始严重地质疑繁荣持续增加的美国梦。在一份针对1946—1964年出生的美国人的研究中，保罗·莱因博格（Paul Leinberger）和布鲁斯·塔克（Bruce Tucker）悲观地总结道："7 500万婴儿潮成员……将成为美国历史上第一代从经济上没能比他们的父辈过得更好的一代人。"[11]

时势艰难。就连约翰逊也感觉到，比起他过去被引导而产生的预期，商业环境变化得更快了。作为一个公认的狂热的电影爱好者，凯文·约翰逊拥有超过300部电影录像带，所以他在1968年和1974年都曾经考虑过在好莱坞找一份工作。但在他到处咨询的时候，几乎所有人都建议他不要这么做。"我一遍又一遍地被告诫，电影行业的工作会非常不稳定，又充满风险。人们说我应该去一个我可以依靠的公司，像IBM（国际商业机器公司）。"他不情愿地接受了这个建议，从1974年6月开始在一家《财富》世界500强企业的电子部门担任财务分析师，并在1975年和1977年得到了晋升。然后，出乎预料地，他的雇主遭遇了来自远东的新的竞争对手，公司的收益就这么停止了增长。"公司的收益曾经以每年接近10%的速度增长，年复一年。然后，突然，我们有了新的竞争对手，销售额几乎跌到零。实际上，我们已经开始亏钱了。我获得快速晋升的机会消失了。更糟糕的是，一些人开始失去工作。这整段经历都让人感到不安。"

5年后，在另一家企业，约翰逊的未来计划进一步被颠覆了：他所在的部门被出售了，他的上司离开了，而他的快速晋升通道再一次被关闭。"我以为在接受这份工作之前，我已经对这个企业和这些人做了充

分的研究。但突然，业务被出售了，部门总经理（我的一个强有力的支持者）被取代了。新的负责人重组了一切，我正在跟进的战略项目基本上被取消了。对我来说，一切简直似曾相识。我很确定我妻子会说，接下来的6个月简直没法儿跟我在一起过日子。我会变得非常生气、焦虑、沮丧，而且我完全不确定接下来该做什么。”在1986年圣诞节的前两个星期，他离开了“稳定”的大工业企业，在别的地方重新找了一份工作。

相较于他1974届的同侪，约翰逊遇到的挫折其实并不算大。超过1/3的研究参与者表示，他们至少被开除或裁过一次。比尔·詹姆逊（Bill Jameson）曾经在将近两年的时间内，除了一些咨询项目，没有任何工作。詹姆逊说，他那段时间的压力大到差点摧毁了他的婚姻。而有些人则发现，他们的创业冒险在艰难的经济环境中流产了。特洛伊·格利森（Troy Gleason）在他的创业公司破产的时候，损失了将近50万美元。实际上，对所有这些人来说，都有那么一段时间，他们感到极度沮丧，因为现实并没有达到他们的预期。在和老板大吵一架，完全没有得到涨薪，且在晋升中被忽略之后，卡伦·格利斯特（Karen Glister）在1980年的一封回信中写道：“想想我花了好几万美元拿了一个MBA学位，每周工作65小时，忍受了一些非常糟糕的老板，最后就为了这些？”

时势艰难。

*

在过去的20年，我都在追踪约翰逊和他的114位MBA同学。这期间的大部分时间的经济形势都非常艰难。由于婴儿潮，导致劳动力市场拥挤。同时，在已经停止增长的企业里，机会极为有限。在这样的情况下，约翰逊和他的MBA同学们过得如何？

他们从1974年6月开始参加工作。这一届毕业生当时最大的单一雇主是花旗集团。这家银行雇用了21名学生，占到毕业生总数的2.6%。其他主要雇主还包括福特汽车、安达信会计师事务所、通用食品、埃克森石油、高盛、W.R.格雷斯、宝洁、百特实验室、博伊斯–凯斯凯德公

司、麦肯锡、IBM和惠普。毫无例外，毕业生们的职衔都相对朴实无华：助理销售员、谷物商、顾问、商业分析经理、高级会计、企业策划专员、项目经理、研究分析师、质量保证工程师、高级评估员、销售代表、贷款专员、调度专家、财务分析师，以及类似的许多职衔。其中大约有30%的职位可以被算作市场或销售岗位，17%是金融岗位，13%是会计或项目控制导向的，13%是综合管理岗位，还有10%则是制作或企业运营岗位。这些岗位有一个重要的相似点——它们都不太需要监管其他人。相反，这些工作从本质上来说就是专业岗位。在这些岗位上，雇员要将他们在学校学到的专业知识与他们被雇主所培养的垂直领域竞争力进行融合。他们的工作内容包括分析商业数据、购买或销售商品、审计账户、规划生产流程、为管理现金流而设计系统，并且为市场研究收集大量的信息。只有不到5%的职位会涉及10个人以上的管理职责。

这些人平均在这些职位上停留18个月左右，[12] 并为第一个雇主工作大约3.5年。然后，在1975年到1992年，凯文班级中的人一般会换两家公司，并先后担任7份不同的职务。[13] 这样的经历在大多数时候似乎都应当令人激动并充满动力，但对他们中的大多数人而言，这些年的经历还远远谈不上顺遂或轻松。职业问题因工作之外的人生动荡而加剧。他们当中的一些人，经历了试图怀孕而最终失败的伤痛；另一些人虽然有了孩子，但却不得不面对后代有先天缺陷的事实。有一名毕业生因为健康问题早逝（年仅38岁），还有不少人也承受着无数严重的病痛；不止一个人遭遇了配偶的遗弃；至少有一个人的房子被烧毁了；还有其他不少人遇到了像疯狂的法律诉讼、姻亲危机等各种各样的问题。

尽管有诸如此类的种种问题，但大多数人在他们的职业生涯中都获得了令人震惊的提升。从1975年到1992年，他们当中的多数人第一次从专业岗位晋升到管理岗位，随后再转换到创业者或高管的角色中。到1975年，7%的人可以被归类为高管、创业者或企业所有者。到1992年，80%的人都进入了这个分类。1975年，有将近13%的人认为综合管理岗位是他们的首要业务点。到1992年，超过50%的人都如此描述他们

的工作。[14] 他们所掌控的预算额度从零增长到了每年上百万美元，他们所管理的人数，也从零上升到上百人，乃至上千人。他们的职衔印证了他们权力的扩大。到1992年，有将近50%的人被称为主席、副主席、总裁、常务董事、首席执行官、首席运营官或企业所有者；另有30%的人则是执行副总裁、高级副总裁、事业群副总裁、副总裁、董事总经理或合伙人。

他们的财富也随着权力的扩大而增长。研究中的典型对象的收入从1974年到1992年增长了10倍，从18 000美元增长到195 000美元。他们的资产净值增长了100倍，超过了100万美元。这相当于24个美国家庭的净资产总值。[15] 对于班级中最成功的那一半人来说，这个数值还要更高。[16] 对收入相对较低的那一端而言，只有2%的人的家庭收入低于一般的美国家庭收入的两倍。[17]

更令人惊奇的是，1974届毕业生的财务表现比传奇的哈佛商学院1949届毕业生还要好。以1992年的美元价值计算，享受了战后繁荣时代的1949届学子在他们哈佛商学院毕业25周年庆的时候，其平均收入大约是150 000美元。1974届学生在他们毕业20周年之前就已经赚到了同样的数额。1949届的学生人均资产净值在毕业25年后，略高于700 000美元（以1992年的美元价值计算）。[18] 约翰逊和他的同学们同样在毕业20周年以前就达到了这个数字（见表1.1）。

按照目前的趋势发展下去的话，一名1974届典型成员在退休的时候，资产净值将达到800万美元左右。[19] 头部的5%的成员将拥有超过1亿美元的净资产。在不计入通货膨胀的情况下，大多数人将会积累10倍于他们父母的财富。

1992年，在46岁的时候，约翰逊在一家专注于互动视频制作软件的公司任执行副总裁，公司年收入达1.5亿美元，约翰逊的年收入则达到了25.5万美元。这是他毕业后的第三个雇主，同时是他工作过的第八个职位（见履历）。他结了婚，有两个孩子，资产净值略高于100万美

元。在1993年1月下旬，他表示对自己的人生已经相当满意了。他也承认，有时候他希望自己能成为公司的总裁，再多获得一点公司的股票。但整体来说，他认为自己的工作十分有趣：“我终于进入了视频行业！”同时，他对自己的家庭也是热情满满。

表1.1 115名MBA的收入和净资产历史

	1974 年	1978 年	1983 年	1988 年	1994 年
收入 *（中位数）	$18 000	$37 000	$84 500	$142 500	$260 000
收入 *（平均数）	$18 500	$48 000	$131 000	$264 000	$410 000
净值（中位数）	$10 000	$50 000	$250 000	$600 000	$1 200 000
净值（平均数）	$46 300	$105 400	$606 800	$1 687 000	$2 789 900

*包括工资、奖金，以及创业者的股权增值。
这些1974届毕业生的数据是基于14%的抽样数据得出的，并与29%的1973届在他们毕业15周年聚会上填写的调查问卷数据所呈现的结果一致。

凯文·约翰逊

职业经历

哈利奥图像 马萨诸塞州，沃尔瑟姆（1987—1993年）

◎ 执行副总裁，负责市场、销售及行政工作（1991—1993年）

◎ 市场副总裁（1987—1991年）

巴图克系统，软件部门　加利福尼亚州，森尼戴尔（1980—1986年）

◎ 市场副总裁（1984—1986年）

◎ 高级产品经理（1981—1984年）

◎ 产品经理（1980年）

泰伦工业，电子部门 新泽西州，纽瓦克（1974—1979年）

◎ 市场经理（1977—1979年）

◎ 高级财务分析师（1975—1977年）

◎ 财务分析师（1974年）

摩托罗拉 伊利诺伊州，芝加哥（1968—1972年）

◎ 电子工程师及系统分析师

教育经历

哈佛商学院 马萨诸塞州，波士顿（1972—1974年）

MBA，第二年获得荣誉成绩

金融俱乐部成员，学生报纸*The Harbus* 执笔

斯坦福大学 加利福尼亚州，帕拉阿图（1964—1968年）

电子工程专业学士学位，辅修经济学

学生理事会成员，学术委员会成员，垒球队成员

个人经历

背景： 1946年出生，成长于芝加哥附近

婚姻状态： 1978年与黛布拉·莫利顿（波士顿一家银行的副总裁）结婚，有两个孩子

兴趣： 动画、帆船、跑步、旅行

最近在看的书：《杜鲁门传》，戴维·G.麦卡洛夫（David G. McCullough）著；《律师事务所》，约翰·格里斯厄姆（John Grisham）著

不是所有的1974届成员都像约翰逊一样过得开心。有些人从未实现他们的预期，但大多数人十分喜欢自己的工作。1992年，超过40%的人对自己的工作非常满意；而另一方面，有大约3.2%的人对自己的工作十分不满意。九成参与者已婚，大多数都有孩子，并且家庭美满 [20] 。在1974届毕业生当中，工作上的成功极少导致不尽如人意的个人生活（见图1.2）。整体而言，不到12%的人在1992年表示他们对自己的人生感到不满。 [21]

对这一切的道听途说每年吸引了成百上千的人来到哈佛商学院。在这样一个充满限制的年代，对一些人来说美国梦仍然在继续。

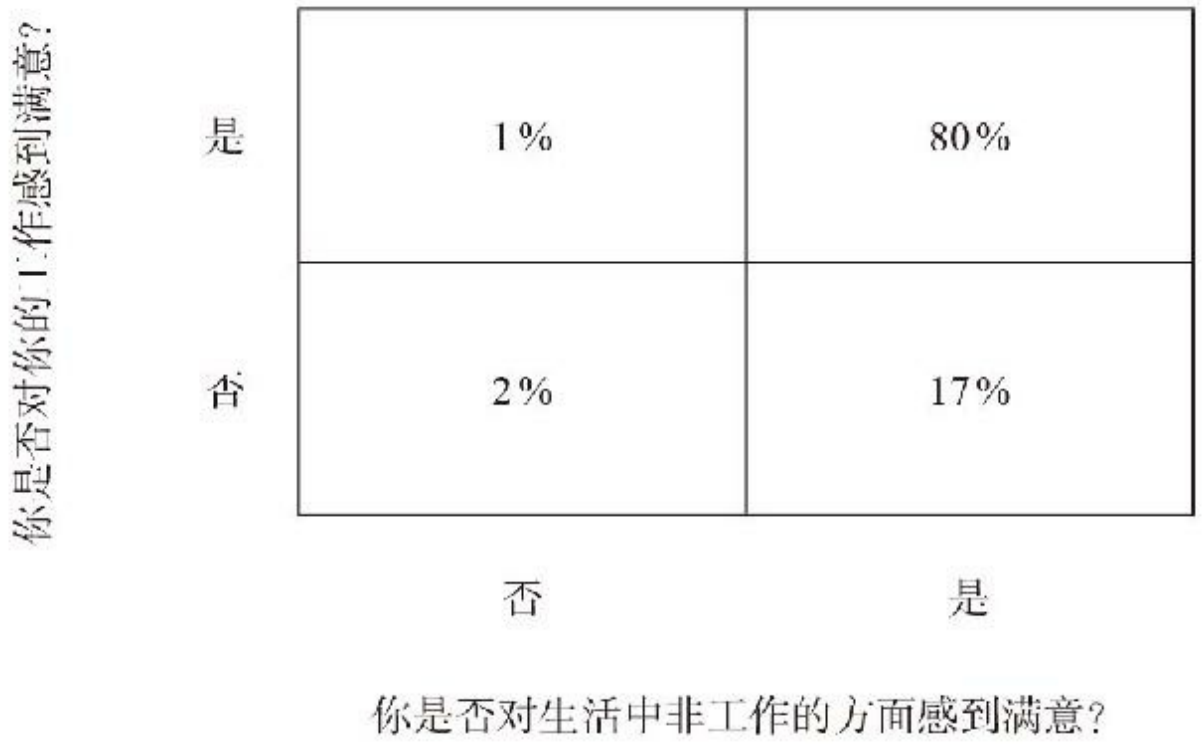


图1.2 1992年115名1974届MBA对工作及非工作的满意情况

资料来源：基于1989—1991年的60个调查问卷问题的答案。

那么，他们为什么能表现得如此出色？

他们在经济方面成功的一部分原因可归功于智力，以及拥有一个哈佛学位的优势。但是，智商和教育优势的解释力远小于你的预期。在1972年的时候，大量哈佛文理学院的成员拥有比这些哈佛商学院的学生更好的成绩，但他们的收入却远低于商学院的学生。即便在1974届MBA毕业生中，1993年拥有更高收入的人，在校时也并没有在智力评价中相较于比他们收入更低的同学获得更好的成绩。恰恰相反，今天收入更高的这群人，在商学院的入学测试（GMAT）中的成绩要略低于整体水平。 [22]

如果哈佛商学院学位是关键因素，那么1974届参与者中，收入在头部和底部的人的收入差距应该不会太大。但实际上，他们的收入差距极大。在他们退休的时候，位于头部的10%的成员的财富积累将可能是底部10%的成员的100倍。

他们在经济方面的成功无法很好地用家庭背景的差异进行解释。他们当中只有极少数人成长于富裕的环境，大多数人来自中上阶层，但平均下来，他们的成就远胜于来自同样背景的同侪。在同样的阶层中，父母的财富和教育水平也和他们在1993年的收入差异几乎没有什么关系。[23]

他们的成功故事要远比“有钱的男孩就是能做得好”复杂得多，也反常规得多（同样也不是“有关系的孩子做得好”）。传统的解释在这里并没有什么用处的原因是，反常规本身就是故事的关键因素。

---

[1] 所有名字都是化名。

[2] 芝加哥市区的一个体育场，芝加哥白袜队的主场。——译者注

[3] 伊利诺伊州库克郡北部的一个镇。——译者注

[4] 即根据消费品价格指数，按照上一年度的购买力，计算出的本年度的美元值。——译者

注

[5] 美国婴儿潮特指美国“二战”后的“4664”现象：从1946年至1964年，美国共有超过7 500万婴儿出生，约占当时美国总人口的1/3，这个人群被称为“婴儿潮一代”。——译者注

[6] 来自“The Fortune Directory, 1958,” a supplement to the August 1958 *Fortune* magazine。

[7] 1972年，凯文申请商学院的时候，有32 677人获得了MBA学位；而在他出生那年，这个数字是2 314人。（见The *1989 Fact Book on Higher Education* compiled by Deborah J. Carter and Andrew G. Malizio with Boichi San, American Council on Education, New York: Macmillan Publishing, 1989。）——作者注

[8] 来自*Fortune*, May 1974, Page 225。

[9] 见Ross Perot’s *United We Stand:How We Can Take Back Our Country* , New York: Hyperion, 1992, Page 14。

[10] 至少有一个信息来源显示，在1991年，按不变价值美元计算，35~45岁的美国人只拥有他们父辈在同样年纪一半的财富。（见Page 101 in Frank S. Levy and Richard C. Michel, *The Economic Future of American Families: Income and Wealth Trends*, Washington, D. C.: Urban Institute Press, 1991。）——作者注

[11] Page 2 in *The New Individualists* ， New York: Harper Collins，1991.

[12] 44%的参与者停留了1年，41%的人停留了2年，9%的人停留了3年，6%的人停留了4年以上。——作者注

[13] 更多关于工作变动的详细数据，见注释—第1章8—9。——作者注

[14] 更多详细数据，见注释—第1章10—11。——作者注

[15] 1989年美国家庭的资产净值中位数为47 200美元（选自Statistical Abstracts of US, 1992 , Page 462 , Table 732。）。家庭主要成员年龄在35~44岁的家庭的资产净值为52 000美元（选自Federal Reserve Bulletin, January 1992 , Page 3。）。——作者注

[16] 1992年，1974届头部1/4成员的资产净值中位数为500万美元。——作者注

[17] 1992年，1974届底部1/4成员的资产净值中位数为27.5万美元。——作者注

[18] 1949届的数据是《财富》杂志1974届年5月报道的中位数。

[19] 在这里我指的是2012年的美元市值，而不是1992年的恒定美元价格。

[20] 1993年参与者对家庭的满意度：非常满意，28%；很满意，33%；满意，24%；比较满意，5%；不满意，10%。——作者注

[21] 他们的人生“整体满意度”是通过一个从“非常不满意”到“非常满意”的9分量表来衡量的。选择1、2、3、4分别被视为“不满意”的回复。——作者注

[22] 见图8.3。——作者注

[23] 见图8.2。——作者注

第2章
新规则1：非传统的职业路径

杰里米·金（Jeremy　King）成长于一个中产阶级家庭，他的成长历程中并没有什么因财富而获得的特权。他进入了阿尔伯森学院——一个还不错但也算不上顶尖的大学，工作了5年后，他又获得了一个MBA学位。不过20年后，从各种合理的衡量标准来看，他都能算得上是出类拔萃的了。

杰里米·金于1946年6月8日出生在多伦多附近，是家里4个孩子中年龄最小的一个。他的父亲在一家中等规模的制造公司工作——金的祖父也曾在同一家公司工作，是一位技艺高超的技术工人。金的父亲上了8年学之后，就开始了他的职业生涯，然后在接下来的30年间，升到了工厂经理的职位。

1963—1967年，金开始到家乡附近的大学上学，最后获得了经济学学士学位。随后，他开始在加拿大的通用汽车公司上班，并在这里工作了5年后，前去攻读硕士学位。1973年的夏天，金在波士顿的一家投资管理企业工作，并遇到了6年后成为他妻子的那个女人。在MBA项目结束时，金接受了一份在伦敦做财务分析师的工作，雇主是一家大型的美国制造企业。

1974—1979年，金在3个不同的城市工作过，最终重新回到了加拿大（见下文的履历）。1979年，当我们问金他是否认为自己成功的时候，他非常满意地回答道：“是。”当被问到如何定义成功的时候，他说：“基本上，成功意味着通过实现一个人职业以内及以外的目标而感到开心。”

1980年，金用自己的钱设立了一只1万美元的地产投资基金，并从

其他渠道募集了几十万美元。创业并不容易。即便到了今天，金在描述起当时的情景时，你还可以听出来他明显激动的情绪。“我决定小规模地实践一个在美国已经被成功应用但在加拿大还没有出现的概念。它所需要的只是我低声下气地去拜托各方而已，最终我们成功地做了不少生意。”金的妻子负责打理这门生意，而他自己每周也在这门生意上花费20个小时。从早上8点30分到下午6点，他是一家大型企业的职员；然后从晚上8点到晚上11点半，他又继续扮演一个地产创业者的角色。当最近我们问起金怎么看他当年的长工作时间时，他表示：“实际上我并没有足够的时间做好每件事，我也不喜欢这样，但为自己而工作是很有趣的。我不用戴领带，我自己来制定商业策略，我也相信这些策略能见效。在这样的情况下，长工作时间似乎也不是很大的负担了。”

1981年，金换了个雇主，接受了一份蒙特利尔的大制造业公司的工作，升迁到了一个高级职位。35岁，他成为这家企业高级管理层中最年轻的人。在他加入这家公司之后没多久的一次访谈中，金看起来对新公司充满了激情。在被问到他的长期计划时，他显然对自己的地产生意也充满了希望。

他的这项个人事业几乎从最开始的时候就能盈利。在当时的经济环境下，越来越多的企业更倾向于租赁，而非保有特定的不动产。金为他们提供了一些高质量的租赁产品。此外，蒙特利尔的传统地产商似乎对这些新产品的需求估计错误。1983年，金开始拓展他的生意，并且采取了一些防御手段以减少竞争。当时他的现金流很强劲。利用不同来源的资金，金和他的妻子买了一套房子，重新装修了里面的一部分房间，然后为孩子的降生做了些计划。

杰里米·金

职业经历

福克斯沃斯地产 加拿大，蒙特利尔（1980—1993年）

◎ 总经理及总裁（1985—1993年）

◎ 创始人及兼职管理层（1980—1985年）

弗格森国际 加拿大，蒙特利尔（1981—1985年）

◎ 部门营销经理，国际部

卡内基化学 伦敦，布鲁塞尔，蒙特利尔（1974—1977年）

◎ 总监（1978—1980年）

◎ 财务分析师（1974—1977年）

通用汽车 加拿大（1967—1973年）

◎ 采购代表

教育经历

哈佛商学院 （1974年）

MBA学历

阿尔伯森学院（1967年）

经济学学士学位

个人经历

背景：1946年出生在多伦多附近，是家里4个孩子中最小的一个，父亲是一家制造公司的经理，母亲在家庭之外没有工作

婚姻状态：1979年与苏珊•阿金森结婚，有两个孩子

语录

“在我上MBA项目的两年里，我学到了很多东西。虽然很多具体的事情我已经记不起来了，但我真正记得的是在遇到问题、机会时和在商业场景中可以运用的一些真正的办法。”（1983年）

1984年2月，金向我们分享了他成为父亲的快乐，以及他对自己的地产生意的热爱，但他对自己的本职工作的热情降低了。在被问到，1974—1984年，在我们给出的22个问题中他经历了哪些时，他只选择了3个：处理企业政治，没有足够的时间分配给工作、家庭和自己，缺少一个导师或榜样。在他的大公司职务中，他有时候甚至觉得他的才能和辛苦付出只是纯粹地被浪费了。这个反馈与他不时有一些闪光点的小生意恰好相反。

1984年7月，带着他从3个不同的公司、3个不同的职能、3个不同国家的经历中获得的自信和技能，金离开了大企业的世界，并开始彻底全职为自己工作。尽管地产业务的现金流可以解决部分业务的扩张需求，金还是另外募集了一些资金，以保证业务能够更快地增长，且不给竞争者留下更多的空间。1986年，金邀请了一名商学院同学加入，帮他运营这家企业。到1987年，他们已雇用了20个人。1988年，金申请了不少贷款，并从他的早期合作伙伴那里赎回了大部分股份。尽管这样有很大的风险，但他很肯定他的这步棋从长期看可以获得可观的回报。截至此时，尽管地产市场环境较差，金几乎在他冒险做的大多数决策中都获得了胜利。金的客户似乎也很喜欢他提供的产品。

应对艰难的地产市场，有时候也不是简单的事情；对付有诸多要求的客户，有时候也不是什么愉快的事情。想要更多孩子而带来的生活压力和难以说服所有客户的工作挑战，不时让金感到受挫。但总的来说，金认为生活已经对他很不错了。他在商业圈里并不出名，加拿大总理不太可能会打电话给他寻求建议。他也不用决定是否要花上10亿美元完成一单并购，或者是否要辞退一万人。但是到1993年，他是自己公司的总裁。他没有老板，但是有妻子和两个孩子，还有一套美丽的房子，一大

笔收入，以及他在自己的公司中价值几百万美元的股权。这已经是不错的生活了。

*

公众经常将成功的哈佛商学院毕业生和大工业企业的顶级管理层职务联系在一起。举例来说，1949届毕业生中最出名的两个成员——吉姆·伯克和彼得·麦科洛，伯克的职业巅峰是成为强生的主席，而麦科洛曾是施乐的主席。基于这样的标准，杰里米·金显然是一个异类。但他是吗？

人们特意将像吉姆·伯克和彼得·麦科洛这样的成功与商学院联系起来，也是很有道理的。这样的大企业和商学院在150年前都并不存在。它们是在同时期发展起来的，并且在多数时间里，都是互利互惠的关系（见下文的历史讨论）。在哈佛大学，这样的关系在过去和现在都显而易见。在过去的几十年间，媒体讨论哈佛商学院学习商业管理的学生时，会把他们当作海洋舰队的舰长或空军战队的队长。而在校园内，这些大企业随处可见。图书馆被命名为贝克（花旗集团），MBA教学楼被命名为阿尔德里奇/洛克菲勒（标准石油），餐厅是克雷奇（K超市）；其中一个管理项目在卡姆诺克设有课程（J.P.斯蒂文斯）；教师办公楼是摩根（摩根信用担保公司、摩根士丹利）；特定年份客座演讲者可能包括宝洁公司、通用汽车、通用电气、美国纽约化学银行、IBM等企业的高管们。在招聘季，在校园招聘的雇主就包括这些大公司，再加上许多其他的知名大企业。

商学院和大型企业

在1860年以前，几乎所有生意都有一位所有者，或者一个所有者外加一群助手，这些人会负责指导一群数量不多的雇员。[1] 像狄更斯小说《圣诞颂歌》中，商人艾伯纳斯·斯克鲁奇（Ebenezer Scrooge）和雇员鲍勃·克拉切特（Bob Cratchit）所在的办公室场

景，随处可见。基于现实的目的，直到19世纪后半叶，大公司、管理层及现代的经理人才出现在美国。但是在并不长的一段时间里，企业的规模迅速增长，同时，成千上万的管理职位出现了。一开始，所有者的助手们及一些工人成了经理。但随着生意变得更加复杂，管理职务也变得更加复杂了。早在18世纪60年代，我们就可以看到各种有关难以为这些职位找到称职人选的抱怨。[2]

1881年，宾夕法尼亚大学为响应这些时代的变化，成立了沃顿商学院，提供商业管理专业的本科学位。加利福尼亚大学和芝加哥大学在7年后开始设立商学院。随后，其他学校开始陆续跟随，这其中就包括在1908年也成立了商学院的哈佛大学。[3] 不像宾夕法尼亚大学、芝加哥大学等学校，哈佛大学提供的是一个商业管理的硕士学位。以它的法学院为范本，哈佛大学招募了一些已经完成了本科教育的年轻人。哈佛商学院希望培养他们成为能够处理复杂职责并增加中小型企业数量的职业经理人。乔治·贝克说，花旗集团当时的领头人对自己在1925年所看到的一切印象深刻，并出资为哈佛商学院建造了8座校园建筑。[4]

到1926年，总共有57 728名学生在美国的132个学院和大学的商科就读。共计2 575名教员在教授商科课程。两个沃顿商学院的教授就当时的管理教育进行了研究，他们明确地提到，就读于这些项目的学生中，“很显然将有大量且越来越多的商业管理毕业生会进入大企业任职”。[5] 在20世纪30年代、40年代、50年代，乃至60年代，人们见到的最成功的管理学院毕业生正是这么做的。他们加入大公司，并（像吉姆·伯克和彼得·麦科洛一样）最终成为企业的首席执行官。

许多商学院和大公司之间发展出了一种互利互惠的关系。哈佛大学获得了来自许多大企业的捐款，以支持它的课程及项目研究。哈佛商学院也获得了接触有趣的商业问题的途径，并以此撰写课程案例。学院教授所做的首个重点社会科学研究，正是因为有一间芝

加哥地区的西部电力（AT&T）工厂的支持，才得以实现。[6] 作为回报，哈佛商学院为这些企业培养了管理人才，并帮助这些企业通过校园讲座和招聘项目获得接触这些人才的途径。

小型企业几乎完全被排斥在这样的关系之外。他们并不是每年都在年轻管理者的求职市场上出现，他们也没什么钱可以捐给哈佛商学院。除此之外，他们更喜欢有街头智慧的全能人才，而不是更擅长分析的大学科班出身的学生。

以上种种，就让图2.1显得十分有意思了。尽管小型和超小型企业在1974年春天哈佛校园内的正式招聘进程上几乎不见踪迹，这一年却有28%的毕业生最终是在这样的企业里就职的。只有比这个比例略高一点的36%的毕业生最终去了大型或超大型组织里就职。剩下的人则在中型企业任职。[7] 但这个在大公司任职的低比例，仅仅是一个长期性的比例下降的开始。到1983年，仅有31%的1974届哈佛商学院MBA毕业生在大公司任职。1991年，这一比例只剩下23%。而从另一端来说，1983年有43%的毕业生在小企业任职，而到了1992年，这一比例则是惊人的62%。杰里米·金在小企业的职务，完全算不上异类。

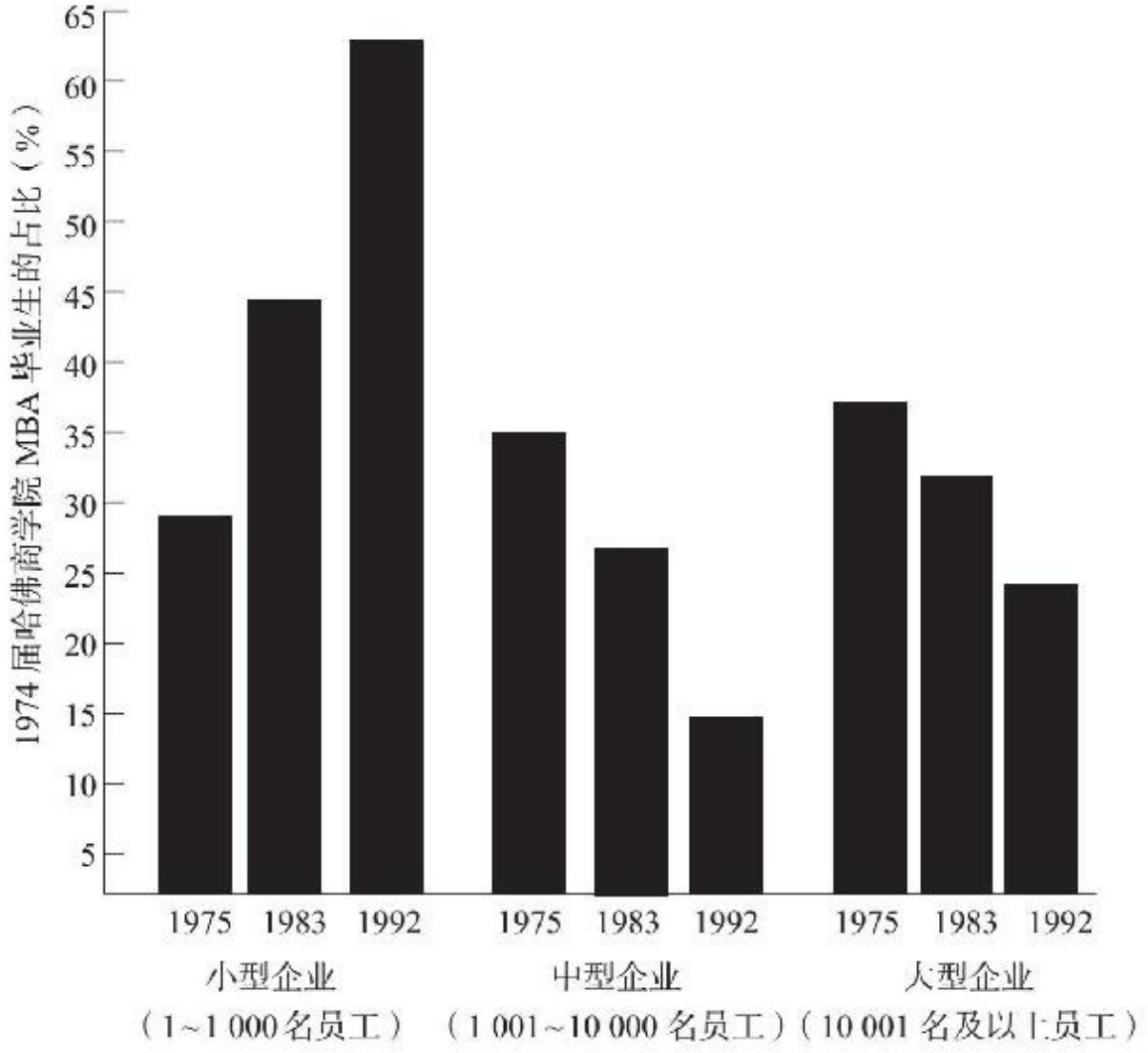


图2.1 1974届哈佛商学院MBA毕业生的雇主企业的规模

更多详情，见注释—第2章7。

从其他参与他们15周年和20周年聚会的哈佛商学院毕业生那里收到的调查问卷显示，图2.1中的数据并不仅仅存在于1974届哈佛商学院MBA毕业生中。虽然20世纪30年代和40年代的学生主要在大公司任职，但近些年来，更多MBA毕业生开始转向小型企业。[8] 举例来说，在1959届毕业生中，到他们的毕业30周年庆时，大约有65%的学生在中小企业任职。[9] 如果以现在的趋势继续下去的话，75%（甚至更多）

的1974届哈佛商学院毕业生在他们毕业30周年聚会时，会加入小型企业。在哈佛商学院的历史、课程、与大公司的关系和学生就职过程中，这个模式几乎就和西点军校的毕业生不再到军队任职一样明显。

*

凯文·约翰逊、杰里米·金和他们的同学在MBA项目一年级的时候，都上过一门叫作“组织的问题”的课程。在30节课中，他们研究了29个案例，其中只有1个是关于创业者的。这其中有关上市资产和职业化运营的案例，与创业案例之间的悬殊比例，与大多数必修课程中的情况是类似的，也与学院整体对大企业的重视程度一致。大多数课程中有一条潜藏的信息，那就是：创业公司和创业的场景并没有那么复杂，不值得运用在商学院里所教授的强大分析工具。你不需要从一个顶尖学府拿到一个MBA学位，才能在一个雪佛兰经销商那儿管理汽车销售，或者在麦当劳管理给汉堡包翻面的人。一个成功的MBA毕业生，应该是一个管理复杂企业的职业经理人。至少有一名哈佛商学院教员所著的书曾明确地表达了这一点：哈佛商学院并不是试图制造“推广员/创业者”，而是试图培养“管理者/经理人”。 [10]

在1973—1974年的42门选修课中，哈佛商学院确实提供了2门关注小企业并较多讨论创业场景的课程。但几乎没有在职教师愿意教授这些课程。这一方面是因为创业并不是一个受欢迎的商学院主题，另一方面则是创业看起来并不是哈佛商学院的核心使命的一部分。大多数时候，与小企业相关的课程被转交给了副教授或访问教授。

甚至可以说，哈佛商学院的教学过程更像是一个上市企业，而非一个创业公司。固定的架构和僵化的程式随处可见。每一天，学生们会读3个商业案例，然后和同一组的80个学生一起进行讨论，日复一日。这其中给个人主动性留的空间非常小。哈佛商学院的“官僚主义”喂养了他们，驯养了他们，教化了他们，最终告诉他们该干什么，该在什么时候做这些事情。来自学生的建议偶尔会被学院管理者们听到，然后管理者们会用如同最坚定的美国邮政体系公务员一般的热情来对待（但并不起

到改变的作用）。

菲尔·莫林（Phil Morin）喜欢他在哈佛商学院发现的大多数事物，但讨厌这里的僵化程式。作为一个天生的创业者，他时不时会从他的商学院经历中感受到阵痛，不是因为长时间的学习及繁重的功课，而是因为他眼中的那监狱一般的氛围。他严肃地考虑过退学，但他拒绝接受他是被击败了的想法。

在他的教育经历的末尾，莫林发现几乎没有创业企业到学校提供职位，实习机会基本都来自诸如花旗集团或W.R.格雷斯一类的企业。满是职业经理人的企业，部分任职者还是MBA，他们来到波士顿招募更多的和他们一样的人。这个模式和大多数人对哈佛商学院及它的毕业生的认知一致。大多数人认为，MBA是接受过职业培训的人，最终会运营一些由自学成才的人们所建立的企业，比如山姆·沃尔顿（Sam Walton）、老汤姆·华生（Tom Watson, Sr.）、玫琳凯·艾施（Mary Kay Ash）等。这里的假设是，一旦企业的创始人离开了，而企业本身的规模又很大的话，你就需要更复杂且更具有系统性的MBA技能来管理这家企业。

这一切就让图2.2中的数字变得很有意思了。1974届MBA毕业生中有很大一部分人都在上市企业的范围之外工作。许多人开始了他们自己的事业；有一些人在其他人创立的事业中获得了相当份额的股权和最高的管理职位；一部分人成为自由职业者。但整体上，超过40%的1974届毕业生到1992年时，在一定程度上可以被称为创业者。通过大型商业谈判或提供领导力以提升企业发展的方式来展现他们创业者精神的一面的人大概占到了1974届毕业生的70%。

1973年，如果你告诉年轻的助理教授克特，最终他将有近一半的学生会成为创业者，他或许会给你一个微笑——一个学界专供给没有接受过教育和无知的人群的充满优越感的微笑。[11]

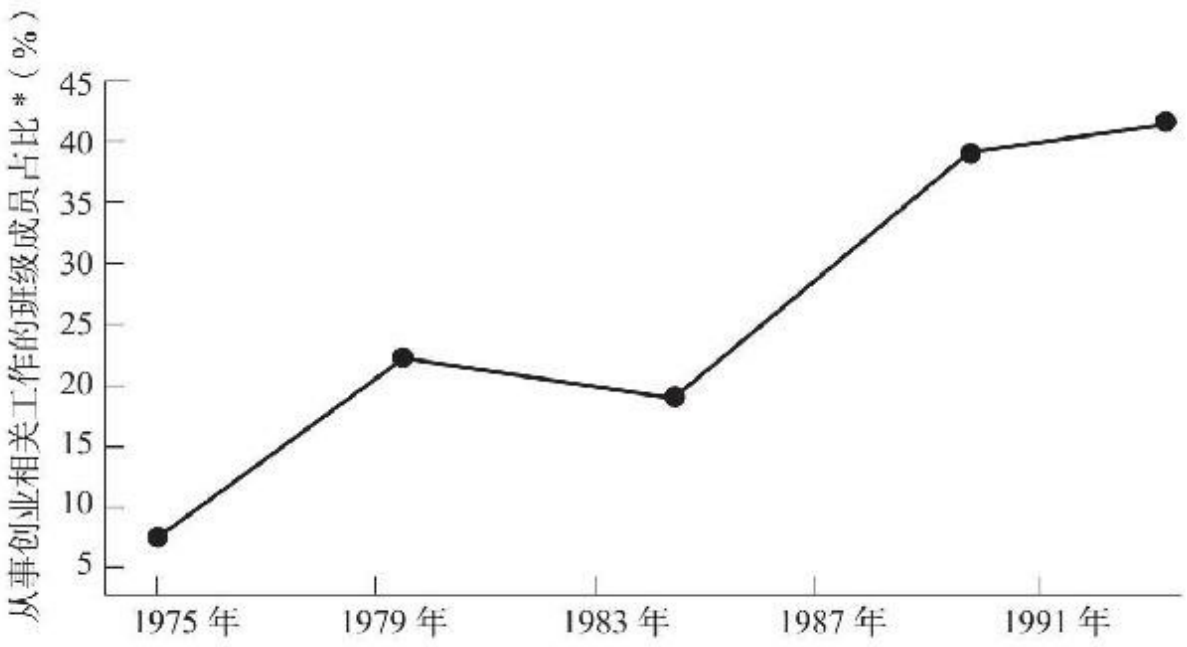


图2.2 来自哈佛商学院1974届MBA毕业生中的创业者

*统计的范围包括以拥有、运营或部分拥有、协助运营一家企业作为主要工作的个人。不包括退休、无职或不继续发展MBA式的职业路径（如作家）的个人。

*

在他们的“组织的问题”课程中，1974届哈佛商学院的MBA学生们讨论了制造业和非制造业场景下的案例，但数量并不对等。大概有18个案例包含制造业企业，包括TRW、爱尔康实验室、大陆制罐（被称为帝国玻璃）、ITT、克拉克设备、内陆钢铁公司（被称为大陆钢铁）、一个大型石油公司（德克萨纳）、一个运动服装企业（萨曼莎）、两个电子元件企业（希金斯设备和贝恩斯设备）、一家航空企业（航天系统）等。9个案例是关于非制造领域的，包括一些停车购物的超市（兰德里商铺）、一家豪车/出租车/租车运输公司（丹佛运输）、一家大宗商品交易组织（国际金属）等。在必修课程中，这个模式也是十分常见的。市场营销课程侧重于营销商品；企业运营课程几乎完全是在制造业的范围内讲授；会计及财务控制课程一般都局限于工业范围。职务中的典范几乎都是制造业企业的高级管理人员。当被问到这种选择的合理性时，

教师一般都会表示，这只是在反映实际商业环境中的重要企业及美国顶尖的企业——《财富》世界500强。学生在这里被教导学习如何营销宝洁的产品，以及如何为福特一类的企业制造产品。

就职过程及校内系列讲座与课程相比都有更多非制造业的案例。有些商业银行（如花旗集团或第一芝加哥银行）、咨询公司（如麦肯锡）和投资银行（如高盛）都非常活跃。但制造业仍旧是主流。

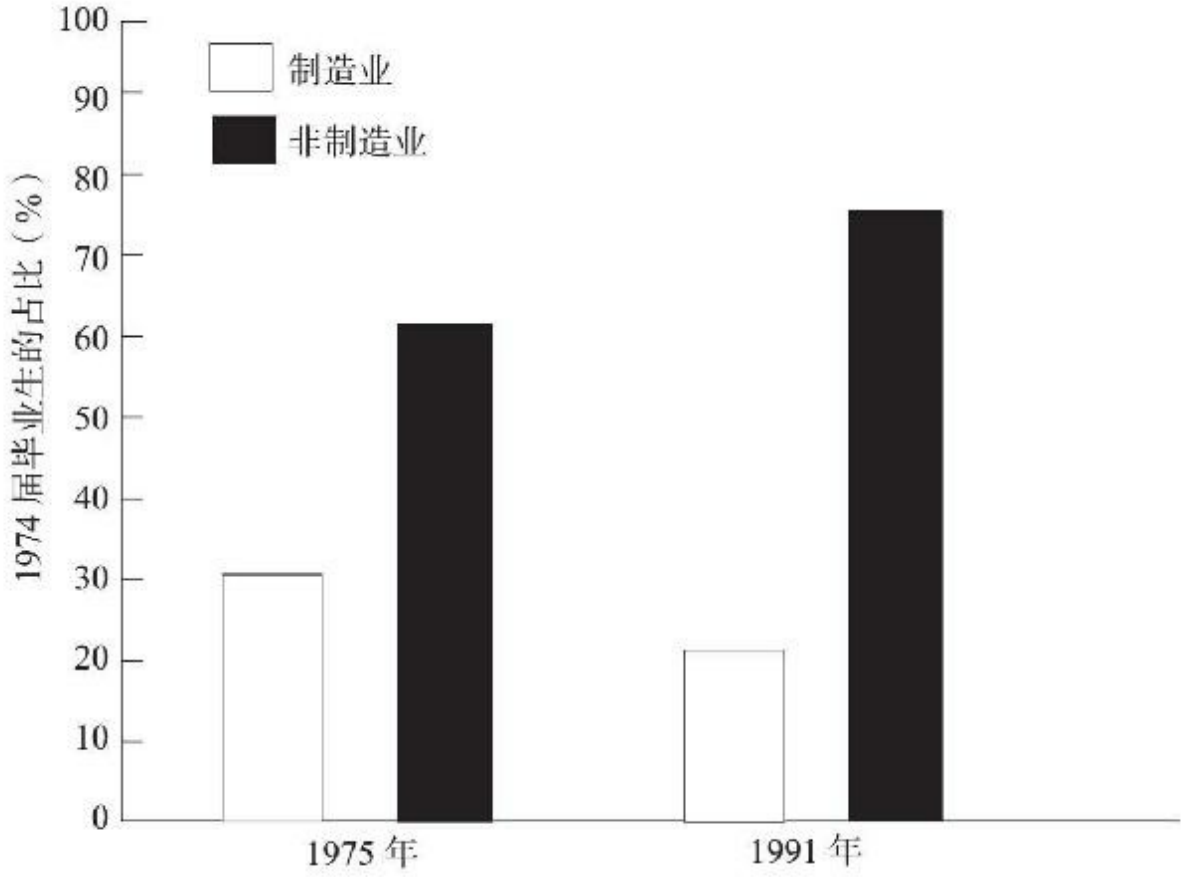


图2.3 哈佛商学院1974届MBA毕业生所任职的行业

不包括已经退休、失业或不在MBA式职业路径中（如作家）的毕业生。

1974届哈佛商学院MBA毕业生的职业发展路径的统计数据又一次展现了一个很有趣的统计结果。相比哈佛商学院所显现的所有信号，更少的毕业生选择了在制造业就职；每有一个学生毕业后选择在制造业企

业就职，就有两个学生在其他行业中就职。而到了1991年，在制造业就职的学生就更少了——仅占到1974届MBA毕业生整体的21%。

在非制造业就职的毕业生们供职于大量不同的行业。比例最高的是在金融行业——商业银行、投资银行、投资管理企业，以及大宗商品交易——仅这一项在1991年时就占到1974届MBA毕业生的31%。另有10%的人在咨询行业，7%的人在地产行业，大约5%的人在物流行业。

这种远离制造业的趋势与趋向小企业和创业的趋势交织在了一起。

这3个趋势意味着，更少的人会去追寻与吉姆·伯克和彼得·麦科洛一样的职业道路。1992年，1974届MBA毕业生中只有8%的人在制造业企业担任管理人员（或在成为高级管理人员的路上）。而且这还包括了各种不同规模的制造业企业。将近一半（48%）的1974届MBA毕业生成了创业者（或正在非常积极地尝试成为创业者）。还有29%的人在各种非制造业企业中担任高管职位（或即将担任高管职位）。剩下的人大多在中层管理层（8%）或不再追求MBA式的职业路径（9%，包括已经退休的和加入军队的）。

杰里米·金并不是班级中的一个异类。1974届MBA毕业生中的拉尔夫·邓希尔（Ralph Dunhill）后来成了一家年营业额超过50亿美元的制造业企业的副总裁。邓希尔才是那个异类。

*

为什么他们都开始追寻这样一条非传统的职业道路？我们将在第3章到第7章中具体地探讨这个话题。在这里，我可以给出的简要答案只有：这里有更大的机会。

能揭示这一现象的方法是研究班级中那些选择了传统路径——在大公司尤其是大制造业公司成为职业经理人的人。从各种衡量标准来看，相较于他们采取了非传统路径的同学来说，这部分人中的大多数都较不成功（见图2.4和图2.5）。比如，我们将在这本书里从始至终看到，传统主义者平均收入更少，他们大多数人所获得的权力和权威性也更弱。

而且他们普遍表示自己面对了更多的问题，或是从工作中得到了更少的个人满足感。

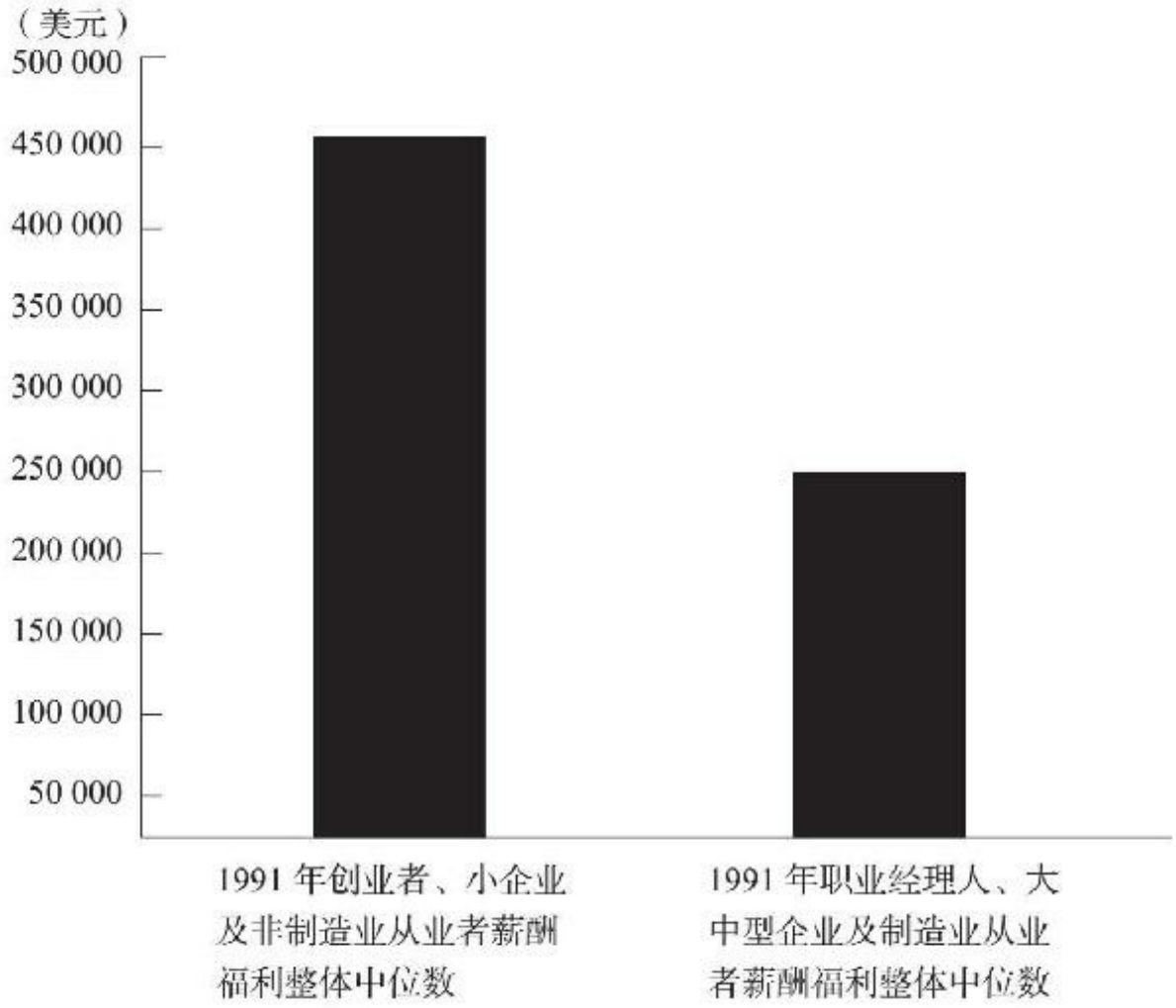


图2.4 在制造业和非制造业供职的1974届哈佛商学院MBA毕业生工资对比

更多的细节，见注释—第2章12。

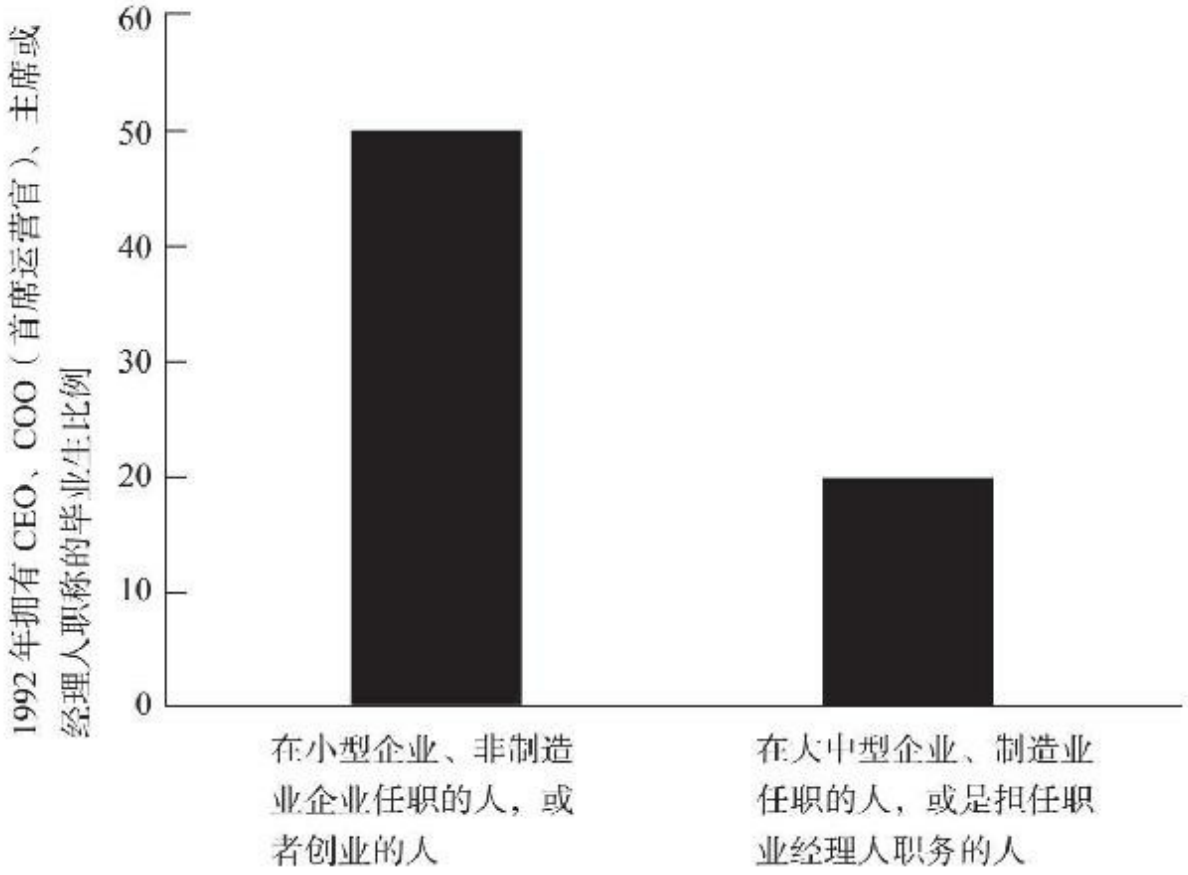


图2.5 追寻传统和非传统职业路径的1974届MBA毕业生权力/自治权差异

更多的细节，见注释—第2章13。

除此之外，我在职场上也越来越多地遇到我们在这个MBA班级中所发现的现象。在过去的那个世纪（20世纪），让个人获得更高成就的职业似乎已经很难提供良好的机会了。这其中包括的不只是大工业企业，也包括在那些组织中的工会职务。一股非常强大的力量正在改变职业生活——对顶级的管理者是这样，对没有技能的工人是这样，对每一个人都是这样。

新规则1

机会所在的领域正在发生转变。今天职业上的成功所需要的策

略和职业路径与20世纪中叶所留下来的传统有极大不同。越来越明显的一条新规则是：当心常规和传统。在一个快速变化的时代，非传统的选择通常意味着胜利。

---

[1] 在19世纪早期，新英格兰纺织公司是美国的大型企业，但是他们通常只有75~80名员工。哈佛大学贝尔纳普出版社（马萨诸塞州剑桥市）1977年出版的《看得见的手》中，作者小艾尔弗雷德·钱德勒（Alfred Chandler Jr.）也对此做了讨论。钱德勒认为，在19世纪60年代和70年代之前，与工业革命相关的技术发展为许多中型和大型组织在美国的出现创造了条件。小型企业没有能力建立区域和国家的铁路系统，因此更大型的企业被创设来完成这项工作。电报和电话也是如此。由于这些通讯和交通系统为商品创造了越来越大的市场，为利用新技术带来的规模限制，更大的商场被建造出来。随着商品和服务的生产成本越来越低，且生活水平和预期寿命都在提高，这意味着可能出现更大的工厂和商店来服务于这些市场。

[2] 参见钱德勒。

[3] 参见J. H. S. Bossard and J. F. Dewurt, *University Education for Business* , Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1931。

[4] 参见*And Mark an Era* by Melvin T. Copeland, Boston: Little Brown, 1958, Page 72。

[5] 参见Bossard and Dewurt, op.cit., Page 23。

[6] 这项工作详细记录于*Management and the Worker* by Fritz Roethlisberger and William Dickson, Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1938。

[7] 超小型企业 = 1~100名员工，小企业=101~1 000员工，中型企业 = 1 001~10 000名员工，大企业=10 001~100 000员工，超大型企业 = 100 001以上的员工。——作者注

[8] 可靠的统计数据很难找到。由于在第5章中解释的原因，大量的哈佛MBA学员最终都转向了小型企业。但在过去三四十年中，这一比例似乎一直在上升。

[9] 这个数字是从1989年第30周年聚会时提供给校友的问卷中得出的。

[10] 选自Page 50 in *Social Structure and Learning Climate* by Charles Orth, Boston: Division of Research, Graduate School of Business Administration,Harvard University, 1963。

[11] 在另一端，一些教职工预测许多毕业生将成为创业者，但这部分人显然是少数。

第3章
新规则2：全球化的机遇与挑战

如果你想要了解，为什么《财富》世界500强企业内的传统职业生涯不能继续提供像过去几十年间那样的丰厚回报了，首先你需要理解的是当今经济环境发生了什么样的变化。今天的商业世界，和过去持续了将近一个世纪的那个商业世界，已经非常不一样了。尤其是1994年的商业世界和1954年的商业世界之间竞争力的对比，展现出在所有的行业和所有的国家里，游戏规则是怎么样变化的。

*

如果说有那么一个日子完美地分隔了“二战”后的经济时代和我们今天所在的时代，那这一天恐怕就是1973年10月16日。[1] 这一天，海湾地区的石油生产者们无视大量西方石油企业的抗议，第一次单方面将石油的挂牌价大幅度提升了70%，拉高到5.11美元一桶的价位。10月17日，阿拉伯石油大臣们同意削减产量，计划12月中旬将石油价格继续推升，直至每桶17美元。[2] 这两个举措最明显地标记了美国对全世界经济统治的终结，同时也意味着一种真正的全球化经济的开端[3]。

凯文·约翰逊和他的同学们立刻就和所有的美国人一样，感受到了这些决定的余震。因为部分波士顿车主开始恐慌，在北哈佛街和西部大道[4]交叉口附近的两个加油站，他们时不时都能看到一些加油者排起的长队。雷·柯林斯（Ray Collins）一想起当时要等上一个小时才能加上油的经历，以及一些加油的人只要加四五加仑[5]的油，油缸就满了，却还是来排队加油的情况，他就忍不住直摇头。像其他的美国民众、经济学家、商业人士，甚至公共政策专家一样，我们的MBA学生中也极

少有人注意到这些事件在未来的影响会有多显著。也没有多少人意识到最终的讽刺意味——那些本来希望能够起到减少竞争、规范价格并为石油生产者提供创造稳定性的措施，最终开启了一个以竞争更激烈、管控更少且更不稳定而著称的时代。

这个新的时代可以被视为美国的大公司资本主义的第三阶段[6]。[7] 第一阶段[8]大约是从1860年到1930年，差不多跨越了三代人，从1974届MBA毕业生的曾祖父的时代到他们父母出生的时期。在这期间，美国出现了最早的、真正的大型商业企业。不少积极的事件都发生在这个时期：国民预期寿命和收入整体上涨了不少。但这个时代也有其黑暗的一面：新企业权力的滥用导致了不少的问题，同时贫富差距也进一步拉大了（具体见下文的历史讨论）。

美国大公司资本主义的第一阶段

这是一个美国最早的一批大型商业企业——美国钢铁、标准石油、通用汽车、通用电气——被创造出来的时代。[9] 从某个层面来说，美国南北战争可以视为，想要停留在农耕经济和封建制度中的人民和想要从工业革命中获得经济增长的人民之间的战争。工业化胜利了，并且它随后在共和党的领导下茁壮成长，他们（共和党）赢得了这期间17次选举中的13次。在这个时代，成千上万的制造业企业被建立起来，同时历史上从未有这么多的发明创造和重要的科学发现像此时一样出现。伯勒斯（Burroughs）发明了首部现代加法器，威斯汀豪斯（Westinghouse）发明了首个气闸，卡里尔（Carrier）发明了首台空调，斯佩里（Sperry）发明了自动航线驾驶仪，伊斯门（Eastman）发明了照相机，伯宰（Birdseye）发明了冷冻食物的制作工艺，希克（Schick）发明了电动剃刀，贝尔（Bell）发明了电话。1880—1930年在美国出现的重要发明的数量，比此前或此后的任何50年间、任何国家所出现的都多。[10]

从多重标准来看，大公司资本主义的第一阶段都是一个巨大的成功。人的预期寿命从39岁增长到了将近60岁。[11] 提高劳动力效率的发明减少了烦琐的体力工作量。上百万曾经穷困潦倒的先辈上升到了中产阶级。到1925年，许多人过上了他们的曾祖父母辈曾经做梦都不敢想的生活。

然而，和所有的福利一同到来的还有人们所不希望看到的情况。工业化同时也改变和颠覆了人们的生活和所在的社区。有些工厂主和经理人利用他们的新经济力量去剥削工人，令工人陷入长时间的劳作及不安全的工作环境中。扩张和萧条的经济周期则制造了很多困难。最令人们困扰的是，社会意义上的贫富差距正在加大。虽然就连最贫困的人的财富也在增加，但一般市民和收入顶尖人群之间的差距——不再以大地主为代表，而变成了诸如洛克菲勒之类的工业家——已经大得惊人。

第一阶段由工业革命所推动，并由共和党总统们所领导，它在1930年前后被新的时代所替代，这个新的时代有着民主党领导下的强政府干预色彩。第二阶段[12]——从1930年到1970年，在这个民主党赢得了7次总统选举的时期里，人们的主要尝试是在不抛弃资本主义的前提下，改善大公司资本主义。

第二阶段始于20世纪初，并随着反托拉斯立法和征收个人所得税的宪法修正案的通过而循序渐进。但第一阶段真正的结束还是要到1929年的“黑色星期二”大萧条。随后，人们对自由放任的资本主义的信任彻底坍塌。随着罗斯福和他的新政而来的是政府对经济的大量干预——试图抑制经济大起大落的周期并减小贫富差距。凯恩斯经济学自此首次被应用在了主流领域。1935年社会安全法案对个人所得税的提升（在1944年将最高边际税率推到了94%），以及1935年的瓦格纳法案（将工会成员占非农劳动力的比例从“二战”末期的11.6%提升到了1930年的30%以上），都成功帮政府将财富从有钱人那儿转移给了穷人。20世纪30年

代、40年代、50年代到60年代的其他规定，通过成百上千的方式，试图实现一个共同的目的：通过在经济下滑时期刺激经济增长，规范企业和管理行为，帮助穷人通过教育和组织来提高在劳动市场的竞争力，并且给没有竞争能力的人提供收入，来减少现代经济竞争所带来的问题。甚至于有一些大公司内部的政策也有了类似的效果。企业的官僚化抑制了那些导致经济大萧条和大繁荣的投机和冒险主义。福利和工资策略则限制了从清洁工到首席执行官的收入范围[13]。

就像第一经济阶段一样，大公司资本主义的第二个阶段从多重角度来说都是非常成功的。国民的预期寿命持续增长，从59.7岁上升到了70.8岁。[14] 以今天的标准来看，贫困人口占总人口的比例从40%以上下降到了12.6%。[15] 从“二战”末期到1973年，美国工人的真实收入每年都实实在在地增长了2.5% ~3%。[16] 经济繁荣与萧条的周期性变得不那么显著。生活便利和娱乐资源曾经是富人的专属，现在也几乎人人可以享用——不只是洗衣机、电视机这些家电，甚至还有强大的汽车和飞机。

但正如大公司资本主义的开端有其黑暗面一样，第二阶段也有它的问题。政府、工会及企业自身确立了字面意义上数以百万计的规定，助长了官僚主义，一定程度上导致了社会发展缓慢、成本高昂、效率低下。在第二阶段的末期，上百万的“职业经理人”和他们的“工人”已经学会了这套系统并习以为常，且认为这就是“好”的。如果这些企业只和以类似方式、在类似环境下运营的企业竞争，或者是只和比他们更弱的外国企业竞争，这些问题就相对不那么显眼。当市场上只有通用汽车、福特、克莱斯勒和美国汽车公司的时候，没有多少人会注意到，它们都和美国汽车工会签订了合同，因而不必要地增加了汽车的成本；也不会有多少人注意到，它们都有官僚化的问题，最终导致了它们对消费者偏好和新的技术可能性反应迟缓。但当汽油价格突然增长了3倍，人们就会注意到，日本的汽车公司迅速响应了这一变化，提供了燃油效率更高且更便宜的车型。

正如第一经济阶段受到了工业革命的强烈影响，第二经济阶段受到了政府行为的强烈影响，第三经济阶段整体上看起来可以算是持续扩张的全球化的产物[17]。这个结论从贸易数字上可见一斑：1973—1991年，美国的进出口扩张达到500%，而日本则实现了700%的飞跃。[18]但全球化不仅仅只是贸易。自16世纪早期以来，地球上在地理上相距甚远的区域之间的联系变得越来越紧密，但直到近些年，我们才开始看到一小群人的经济决策迅速扩散并影响全球几十亿人、上千万企业的可能性。

全球化是许多不同力量的共同产物，有一些是政治力量（自1945年以来没有大型战争），有一些是技术力量（更快、更便宜的交通和信息传输成本），还有一些是经济力量（成熟的企业试图在它们的所在国之外的地区寻求更大的发展）。全球经济相互依存度增长，颠覆了美国和欧洲的社会福利资本主义体系，在发展中国家撼动了国家所有制和家庭资本主义的顽固架构。这个变化也对一些行业中的美国企业在全球市场的份额有着破坏性的打击[19]。



图3.1 美国大企业资本主义的各个阶段

任何在1973年就预测到了今天这些变化的人，在当时都会被无视或是被视为不可理喻的人。而时至今日，大多数人都已经意识到了这些变化趋势，但我认为，极少有人真正想清楚了这些变化意味着什么。这些

趋势的影响很多，也相当重要——尤其是涉及今天在职场上要如何做才能成功，以及为什么那么多1974届哈佛商学院MBA毕业生都开始追求在《财富》世界500强管理层以外的职业道路。

*

对于这个新经济时代，几乎所有人的回应都是，减少规定、规则、官僚主义和官僚主义的思维方式，以提高竞争力。到目前为止，美国的新经济时代基本上是在华盛顿的共和党政府的治下[20]。整体来说，改变的举措进展缓慢，而且经常都伴随着阵痛，同时几乎对每个人而言都有举足轻重的影响——这里的每个人也包括像1974届哈佛商学院MBA中迈克尔·兰德（Michael Lender）这样年轻且受过良好教育的年轻人。

兰德于1948年出生在田纳西州，是家里的第三个孩子，父母的职业分别是医药销售和办公室秘书。迈克尔在高中的成绩不错，但算不上顶尖，大学申请到了位于克利夫兰市的凯斯西储大学，并在1970年拿到了一个会计学本科学位——一个他直到今天都承认既爱又恨的专业。毕业后的两年里，他在克利夫兰的普华永道分公司工作了两年，直到来波士顿上哈佛商学院。1974年，他重新加入了克利夫兰的这家大型审计企业，但只待了1年。1975年10月，他接受了他的客户——一家大型制造企业所提供的职位，在他们的企业财务办公室任职。

“当我到那儿的时候，”兰德用他直到1994年都依然明显的南方拖腔说，“芝加哥工业已经开始受到欧洲和远东企业竞争的冲击了。但在1975年和1976年，这种冲击大幅提升了——部分是因为芝加哥工业将增加的能源成本转嫁给了他们的顾客，而日本竞争者则非常激进地调整了生产流程，让产品对昂贵石油的依赖降低了。这导致我们的收入增长速度放慢了，我们的利润和市场份额都一起降低了。公司高层试图发起一些小举措来应对所有的变化——直至1979年。这一年，他们转向一家咨询公司寻求帮助，我的同学特雷弗·詹姆斯（Trevor James）也在这家公司工作（见下文的履历）。”

在长达一年的研究后，咨询顾问们为兰德所在的企业提出了大量需要大力改革的建议。“他们建议集团应该出售一项业务，因为这家公司并没有可持续的竞争优势，无法在长期的竞争中获胜。”兰德后来回忆道，“他们还提出了一项重大重组建议，希望以此减少总部的员工人数，以及相应的官僚主义。他们建议企业工会正视目前新的竞争现实，并大幅减少目前严苛的工作限制条款。他们还定位出了3个收购机会。这些收购案或许能帮助我们提高市场份额，并提高我们在两个主要商业领域的国际市场辐射面。”

严丝合缝的推理逻辑和大量的定量数据支撑着顾问们的这些建议。兰德表示，他当时印象非常深刻：“在MBA项目里，这样的一份报告可以拿到一个A。”但公司的大多数管理层都给了这份报告一个C–。他们永远都能找出无穷无尽的理由来反对这些激烈的变化：现在的情况还没有差到能合理化这些高风险的举措；这些顾问们太年轻了，没有经验，也不懂公司的业务；日本竞争者目前占到了上风不过是运气，而不是真的决策明智；和工会正面对抗太过天真了，而且十分危险；顾问们建议拆分的业务运营得挺好的，而且有机会成为市场竞争的赢家；重组的计划会把孩子和洗澡水一起泼掉；还有其他各种各样的理由。在长达50年的成功之后，这家公司的企业文化已经无法应对新的竞争环境了。而在这方面，以及其他很多方面，芝加哥工业的情况并不罕见。 [21]

特雷弗·詹姆斯

职业经历

戈登-詹姆斯咨询集团 华盛顿特区（1986—1993年）

◎ 联合创始人及总裁

华莱士·埃弗斯（一家大型咨询公司） 华盛顿特区（1974—1985年）

◎ 总裁（1985年）

◎ 执行组长（1984年）

◎ 高级顾问（1980—1984年）

◎ 顾问（1974—1979年）

美国联合航空 芝加哥（1968—1972年）

教育经历

哈佛商学院 马萨诸塞州，波士顿（1972—1974年）

马萨诸塞州州立大学 马萨诸塞州，波士顿（1964—1968年）

航空工程理学学士学位，“艺术及世界时事委员会”主席，校游泳队成员，校刊编辑

个人经历

背景： 1944年出生在波士顿，家里6个孩子中的第二个孩子，父亲是一位独立电工，母亲为家庭妇女

婚姻状态： 1973年与海伦·杜根结婚，育有4个孩子，海伦也有一个MBA学位，且也在戈登–詹姆斯咨询集团工作

语录

“从华莱士·埃弗斯的高压环境出来后，我开始花更多的时间放松和审视自己。我对成功的概念曾经是被我接触的人所定义的，也就是说，成功意味着在一家大公司担任高管。但当我从那个环境中出来，然后开始重新观察世界时，我意识到，拥有3个迈达斯汽修店的人其实赚得盆满钵满。可能他并没有接受很好的教育，但如果你和这个店主聊起来的话，你会意识到你的生活还可以有非常多不同的路，以及这个世界上其

实有不少有趣的人，在用和你不一样的方式生活。”（1991年）

又拖了3年以后，情况变得更糟了。同时，公司最高管理层中有两位关键人物提前退休了。然后，在多次讨论之后，从1983年到1987年，顾问们的大部分建议终于被采纳了。也因此，兰德之前在企业财务部门的职位和成百上千个其他职位一起被裁掉了。集团卖掉了一项业务，同时另外收购了4家企业。在短暂的罢工抗议之后，工会选择减少了对工作的限制性措施。薪资水平也下降了，影响了成千上万的工会成员。就像美国所有其他的工人运动一样，工会之所以会退让，是因为它处处受敌。1970年，美国有28.4%的非农业劳动力是工会成员。到1991年，这个数字下降到了16.1%。 [22]

芝加哥工业在20世纪80年代中期所采取的这些变革措施影响了所有雇员。那些传统的经理人失去了在管理层中获得晋升的机会。同时，如果想要快人一步，必须要有足够的领导力，以建立新业务或逆转下滑的业务。有些人觉得这些变化非常令人困惑，且感觉受到了威胁。另一些人——比如兰德——对这些事件则有不同的观点。“我们行业中发生的这些变化有些时候确实让人感到崩溃，”他在1984年的一次访谈中提到，“但这些变化同时也是激动人心的。我讨厌乏味——这是我最后对财务工作的感觉。尽管过去的六七年不总是有趣，那段时间至少也并不无聊。”

兰德在1977年离开了他原先的企业财务工作。“因为我的背景，因为刻板印象，我一度被认为是一个‘数豆子’的。因此我想，唯一能打破这个刻板印象的方式就是离开财务领域。”他接着在一个分销职位上工作了两年。“然后第一批顾问入行了。我想我可以尝试找个职位，践行他们的一些想法。我最终成功得到了这么一个位置，开始执行他们的一些理念。然后我发现，顶层管理者中的不少人憎恶这份咨询报告。”大概有12个月的时间，他在芝加哥工业圈的职业生涯看起来要到此为止了。当他听到传言说他可能会被转回原先的企业财务职位时，他开始在

别的地方寻找新的工作。“然后高级管理层中发生了一些变化，突然之间我不再是个弃子了。甚至有人来问我，接下来我想做什么，于是我告诉他们我想掌管一个部门。可此时他们认为我还没有准备好。但9个月后，我获得了一次巨大的升迁，并开始执掌一份小一点但比较新的业务。”

1985—1989年，兰德的部门规模增长了将近70%。“那是一段令人赞叹的时光，因为芝加哥工业经历了那么多的变化。到后来，企业总部对我们而言，与其说是资产，还不如说是干扰。我们的竞争环境也更激烈了。但我们做了一些相对更有创意的事情，在一些案子中运气不错，成绩也不错。总的来说，对我而言，那是一段压力很大但非常有价值的经历。如果我早20年出生，我可能不会有机会这么年轻就拿到部门总经理的职位，也不会在这个位置上获得这种一流的经历。我也不会获得并接受这个机会——成为我们其中一家越来越重要的经销商的总裁（见下文的具体履历）。在我父亲那一辈，在职业生涯的这个阶段，能爬到的最高的位置也可能不过就是像芝加哥工业这么个地方的财务副总裁，而不是一家小公司的首席执行官。”

这样的模式在哈佛商学院1974届毕业生的经历中随处可见。一个更加动荡的商业环境给所有人的职业生涯造成了挑战，但也创造了机会，改变了你所能获得的奖励，也改变了谁能快人一步的可能性。像迈克尔·兰德这样的人，找到了在职业道路中将这些变化为自己所用的方法，因此他们的职业道路和老一辈的那些成功职业经理人相比，往往不尽相同。

迈克尔·兰德

职业经历

PRX服务 明尼苏达州，明尼阿波利斯（1990—1993年）

◎总裁兼首席运营官

芝加哥工业 伊利诺伊州，芝加哥（1975—1989年）

◎ 常务总经理，LDX部门（1985—1989年）

◎ 行政副总裁，菲洛部门（1980—1984年）

◎ 分销总监，菲洛部门（1978—1979年）

◎ 企业财务职员（1975—1977年）

普华永道 俄亥俄州，克利夫兰（1970—1972年）

◎ 会计

教育经历

哈佛商学院 剑桥镇（1974年）

凯斯西储大学 俄亥俄州，克利夫兰

会计理学学士学位（1970年），校保龄球队队员，“社区行动”项目主负责人

个人经历

婚姻状态： 1977年与露易丝·沃尔科特结婚，育有三子

语录

“抚养一个有严重学习障碍的孩子有时候是让人十分恼火的，但也教会了我很多关于世界和我自己的事情，也让我和我的家庭更亲近了。”（1984年）

*

当哈罗德·阿特金斯（Harold Atkins）在1976年加入一家投资银行的时候，他从来没有认真考虑过在他们的债券交易部门供职。债券很乏

味，同时，债券交易员比他们大多数的同事挣得都少。但在1979年10月5日，美联储主席保罗·沃尔克（Paul Volcker）宣布政策改变，允许利率波动幅度加大。从某种程度上说，他拿掉了在20世纪30年代、40年代、50年代、60年代，直到70年代早期，为那些巨大的监管机器所打造的引擎。这项举措所带来的其中一项结果是，债券价格（与利率紧密联系）开始有了激烈的波动。当债券价格的变化放慢时，你很难在债券市场发大财。当其变化迅速时，你可以赚上一大笔钱，也可能亏上一大笔钱。而每一个擅长债券交易的人，都能要求更高的工资。

债券交易员的工资上涨还有一个原因。当美国失去了全世界的经济统治地位，还不得不与全世界一些强劲的参与者竞争时，企业、政府和个人的借款开始像火箭一样一飞冲天。美国的总债务从1977年的3 230亿美元，上升到了1985年的7万亿美元。由于盈利能力下降[23]，企业借了大量债务帮助自身实现架构重组以提升竞争力，同时在一些情况下，让他们变成不那么吸引人的收购标的。个人的债务增加是因为他们在收入无法继续匹配预期的情况下，还在继续消费。由于政府收入、企业和个人的收入密切相关，政府债务也增加了——为了要支付持续上涨的账单，这些开支部分则来自和苏联激化了的军事竞赛。不少企业、个人和政府的债务是债券形式。相应地，1975年每周处理500万美元债券的交易员，在1985年每天可能实际上需要处理3亿美元的债券。[24]由于他们的收入一般都和交易规模挂钩，他们的工资也就随之涨了又涨[25]。哈罗德·阿特金斯在相对较早的时候发现了这个趋势，并以创业者的姿态转到债券行业发展，因此大赚了一笔。

弗雷迪·洛（Freddie Lowe）则经历了同一个现象的另一个版本。1974年的春天，他决定要进入小型、科技含量低的家族企业。这家公司是由他的祖父在美国大公司资本主义的第一阶段（1906年）创立的。在1932年、1933年、1934年经历了生意的低迷之后，这家企业在他父亲的领导下，其利润在第二阶段获得了缓慢但稳定的持续增长。洛认为，如果他加入这家公司，他将会获得和他父亲一样可观的收入。但他害怕自

己可能会遇到无聊的工作，且可能会错过变得真正富有的机会，同时还要与他的父亲抗争以获得实权。洛的另外两个本科兄弟会的朋友在几年前就面临了类似的情况，他们也选择了家族企业的道路。在经过了良久考虑并仍有所保留的情况下，洛也选择了这条道路。这3个年轻人相信，他们将会是一辈子的伙伴和朋友，一起享受着以俱乐部会员身份为标志的有质量的生活。但事实并不尽如人意。

尽管原因不尽相同，在他们3个人的案例中，到20世纪70年代末期，他们各自所在的行业都变得更不稳定了。3家企业各自选择了不同的应对方式。其中一家选择了和过去基本相同的运营方式。另外两家公司表现得较激进，他们出售了产品线，并购了新的业务。没有进行任何改变的那家公司，最终遇到了麻烦，并不得不被低价出售。其中一家试图改变的公司也遇到了麻烦，主要是因为错误的战略和过多的债务。第三家公司则发展得相当不错，在10年时间内，其每年的收入从1　000万美元增长到超过1亿美元。在强有力的领导者的带领下，这家公司利用信息技术提升了生产力，相应地降低了成本，并通过较低的价格大幅提升了他们的市场份额。最终，3个年轻人中的一个在1993年的年收入达到5万美元，身家净值20万美元，且过得并不怎么开心。第二个年轻人的年收入为9万美元，资产有65万美元。第三个年轻人的年收入为25万美元，并且他在市值超过1亿美元的公司里享有股权。第三个年轻人热爱他的工作。以最客观的标准来看，第三个年轻人也可以说是为他所在的社区贡献良多 [26] 的一个，他就是洛。

*

正如近期经济形势对机遇的影响，它最终所产生的结果也可以从3个方面来看。首先，国际竞争的剧增——至少从现在来看——大大减缓了美国工资上涨的速度。1974年至今，许多职位的工资增长幅度并没有跟上通货膨胀的速度。其次，最高薪资与最低薪资之间的差距被拉大了。考虑到竞争激烈的程度增加，尤其是市场规模也加大了，这样的结果并不出人意料。最后，产生机遇的地方也发生了转移——远离大公司

而转向小型创业企业，远离制造业而转向非制造业，远离职业管理者而转向创业者、有领导力的个人和交易撮合者一类的角色（见图3.2）。

在第二阶段的经济环境下，和美国的大型上市制造企业相关的管理技能得到了巨大的回馈。在第三阶段，事实不尽如此。在第三阶段，竞争更激烈且变化更快的商业环境对官僚化且更关注内部的企业而言变得更为艰难[27]。大规模经济——许多大型企业在第一阶段和第二阶段主要使用的竞争策略——在生产力过剩且有大量小型企业因为技术发展而变得更高效的情况下（比如，微型处理器）[28]，不再那么奏效了。在一些大型商业中，庞大的规模会导致较小的企业极少有机会与规模经济策略竞争，因而这些较小的企业从传统上来说都被迫选择了高价值的道路。结果，较小的企业——通常是更灵活且更关注顾客需求的企业——要远胜于行业中的巨头。小型企业在过去的20年几乎贡献了美国所有的就业岗位增长。今天，相较于大型企业，它们也提供了更多机会，尤其是为那些有良好创业精神的领导者和八面玲珑的交易撮合者提供了更多机会。今天，最大的机会和最大的风险都不仅仅来自帮助小型企业运营，更来自拥有大量它们的股份。一条通用法则是，商业环境越开放，就会有越多的创业机会，而第三阶段远比第二阶段要更开放。一些统计数据也证明了这一点：1950年美国有9 300家企业成立，而到20世纪80年代末期，这个数字增长到了每年130万家。[29]

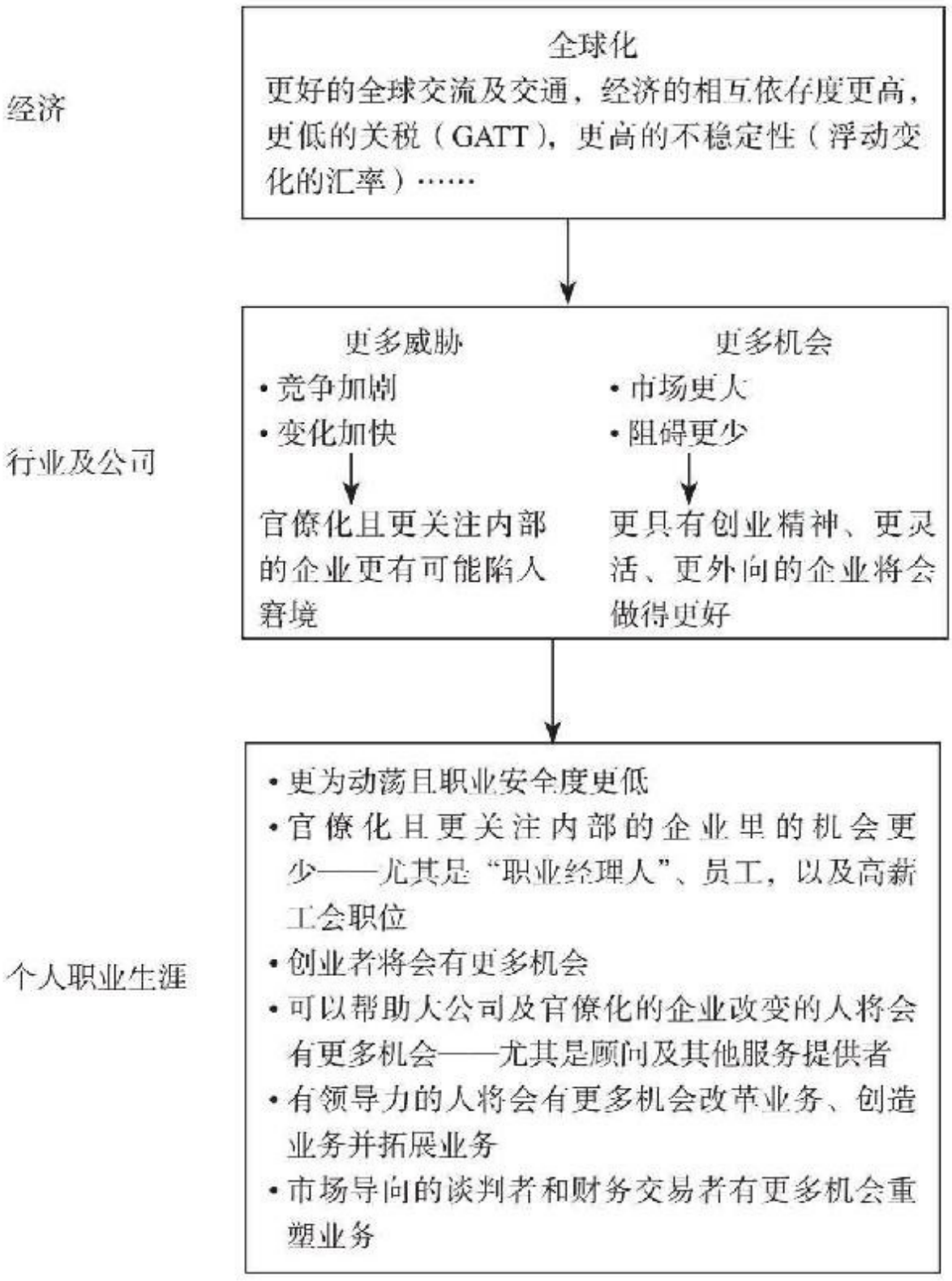


图3.2 1973年后的经济环境对行业、公司及职业生涯造成的影响

这些变化影响了每一个人：不仅仅是婴儿潮一代，也包括他们的父母。到目前为止，从这些变迁中受益的人并不多。有一些人甚至从这些变迁中遭受了巨大的损失。受到巨大损失的人常常恰好是在第二阶段中获得了最多好处的人——在大工业企业中，相对技能和受教育程度较低的个人[30]。一些年纪较大的、在制造业企业工作的工会工人受到的影响较为严重。在被裁员以后，年长的工会成员经常发现，他们并没有多少相关技能可以提供给雇主，而市场给他们所拥有的技能的定价一般都与他们先前的工资相去甚远。[31] 就连这些大型企业中的非工会的中层领导者，有时候也发觉在被裁员以后，劳动力市场对他们所拥有的技能的开价并不高。甚至有一些失业的中层领导者不得不降薪10%~30%才能重新找到工作。

当然，并不是每一个人都会从这些变化中受损。在过去的15年间，百万富翁和亿万富翁的人数在快速增长，而且这种变化不仅仅发生在美国[32]。在一个有着更大和更开放市场的时代，有些人比他们的父母和祖父母明显找到了更多的经济机遇。他们当中的一些个人成功从这些机遇中获得了大量的财富。这群人中最为显眼的便要数娱乐明星和体育明星了。比尔·科斯比（Bill Cosby）和杰克·尼科尔森（Jack Nicholson）在过去的10年里，比20世纪40年代和50年代几十个电影明星加起来赚的钱还要多。美国职业橄榄球联盟成员的平均工资从1974年的年薪3.3万美元增长到1992年的将近50万美元。[33] 但从第二阶段的经济环境中成功变现的绝大多数人都是特定类型的律师[34]、医生[35]，以及占比最高的——商业人士。每个职业运动员每年能赚20万美元，同时还有成百上千的我们刚才所提到的那些类型的人也拥有同样的收入。

一个越来越兴盛的趋势是，拥有高收入的商业人士不再是那些没有接受过教育、在美国大公司资本主义第一阶段白手起家的人。他们也不是那些在20世纪50年代、60年代、70年代在车库里开办高科技企业的辍学的大学生。全球化将决策的复杂程度提高到了新的水平，而有能力应对这样复杂程度的人，似乎大多数是受过良好教育、毕业于顶尖院校的

个人[36]。他们大多从芝加哥大学、斯坦福大学、宾夕法尼亚大学或麻省理工学院获得了学位，然后在小型咨询企业或财务服务公司，又或者地产公司，担任领导职位或负责促成交易。和一个职业的橄榄球四分卫相比，他们并不为人所知，但他们创造了令人震惊的财富[37]。同时，与那些体育运动员不同，他们积累财富的职业生涯可以长达四五十年，而不仅仅是短短的10年。

对于目前的新经济模式，一个受欢迎的解释是，它是以罗纳德·里根（Ronald Reagan）为中心的，但这个观点和事实并不相符[38]。持续增长的收入差距自里根时代之前就开始了。1973年是这个趋势和其他一些新的形式开始的时间点[39]。同时，还有证据显示，这样的现象并不仅仅发生在美国[40]。这是一个全球性的模式，同时对所有人都有着重要的寓意。从整体来看，1973年后的经济变迁是非常复杂的。但是这个现象的核心发生的变化其实非常简单明了。

想象一下，一个打扑克牌的玩家，每周四晚上和他的另外5个朋友相聚在一起。他们6个人一起打扑克牌有很长一段时间了，这个游戏对他们来说是竞争，同时也是一项社交活动。假设并没有谁输了或赢了大量的资金，一些正式或非正式的规则就会开始演变。每次加注的金额限制在25美分，每轮只允许加注3次，只允许有两三种相对比较简单的扑克牌玩法。如果有人开始赢得太多，他就会开始玩得松一点。如果有人开始输得太多，其他人就会找机会，让他赢一次。玩法的复杂程度并没有那么高，同时大家也不倾向于让它变得更复杂。但这样的安排会让所有人都乐于参与。

那么现在，加入以下的变化：3个新来的玩家加入了这个周四晚上的游戏，他们当中的每一个人都有非常不一样的扑克牌“生涯”。新来者成功地将之前的常规玩家带入了他们的玩法中——不再仅有3种打法，而是由庄家来选择玩法；同时，加注没有了上限，也没有了约束竞争的非正式规则。5个小时以后，结果可想而知——牌局的质量和复杂度远

胜于寻常，而参与者则会遇到更多的机遇与更多的风险。凌晨1点，赢得最多的人和输得最多的人之间的差距远大于以往的情况。另外，平时赢得最多的人不再位于榜首了，因为只玩两三种玩法的牌局所需要的技能和玩更复杂的庄家做主的玩法所需要的技能是完全不一样的。

在很大的程度上，同样的变化也发生在整体经济中，也发生在工作环境里。作为全球化和其他变化力量的结果，新的竞争者进入了许多产业，市场规模扩大了，同时，许多限制市场竞争的规则都被消解了。这些规则中，部分是正式的，比如政府规定、劳动协议、企业官僚化的政策。但也有许多规则是非正式的，比如“你不攻击我，我就不攻击你”，或者是在过去的经典寡头经济中演变出来的“让我们都用这个价格卖货”的模式。竞争壁垒减少，增加了企业间的争斗，增加了不确定性，提高了变化的速度，为生产者带来了更多的风险和机遇，也为消费者提供了更多高质量或是低价格的产品和服务。同时，正如身处我们先前假设的那个扑克牌局中一样，在这样的局面下，成功的策略和职业路径也在种种非常重要的方面发生了变化。在这个世纪中奏效的策略——尤其是在大型官僚化的职业管理中——已经不那么有可能带来成功了。在1973年后的经济环境中，对杰里米·金和许多像他一样的人来说，在20世纪的眼光中看起来离经叛道的方式反而能制胜。

新规则2

全球化的市场和竞争正在创造翻天覆地的变化。新规则是：想要成功，你必须从变化更快、竞争更激烈的商业环境中找到变现的方法，同时还要规避这样的商业环境中固有的种种风险。

---

[1] 迈克尔·詹森（Michael Jensen）最近也得出结论，1973年标志着新经济时代的开始。他的论点很有意思，因为它所基于的分析在某些方面与本书提供的分析完全不同。参见“The Modern Industrial Revolution and the Challenge to Internal Control Systems,”*Journal of Einance* , July 1993, Pages 831–881。

[2] 参见*The Prize* by Daniel Yergin,New York: Simon & Schuster,1992, Pages 605–615。

[3] 尽管在第二次世界大战结束后到1973年，在许多事件中，美国也表现出了政治或军事上谦逊的态度，但这期间不曾有过任何美国以外的相关方采取的措施导致了和第一次石油危机一样的经济效应。1973年，那个固有的“美国经济是如此强大，以至于基本上不可能被世界其他地方的经济力量所击败”的观念被彻底打破了。——作者注

[4] 这是哈佛大学校园附近的两条道路。——译者注

[5] 1加仑约为3.79升。——编者注

[6] 后文所称“第三阶段”“第三经济阶段”均指此阶段。——编者注

[7] 这种思考美国大公司资本主义的方式源于至少十几个不同人的作品。但此处提供的具体表述和图3.1中的总结是与本书的编写一起出现并发展的。

[8] 后文所称“第一阶段”“第一经济阶段”均指此阶段。——编者注

[9] 详见Alfred Chandler, Jr., *The Visible Hand* , Cambridge: Harvard University Press,1977。

[10] 在《1993年世界年鉴》中列出的495项重要内容、发现和创新中，有145项是归于1860年至1930年的美国的，其中大部分集中在1880年至1930年。在其他50年里，没有任何一个国家能达到比这更高的发现率/发明率/创新率。详见第178~181页。

[11] 1930年的数据来自*1993 World Almanac* , Page 395.早期的统计数据是在1855年的马萨诸塞州，参见*Historical Statistics:Colonial Times to 1970* , U.S. Bureau of the Census,Washington, D.C.:U.S. Government Printing Office, 1970, Page 56。

[12] 后文所称“第二阶段”“第二经济阶段”均指此阶段。——编者注

[13] 这就是海氏工作评价体系和其他奖励管理方案被发明的时代。——作者注

[14] 选自*Historical Statistics:Colonial Times to 1970* ,U.S. Bureauof the Census, Washington,D.C.: U.S. Government Printing Office,1970, Page 56。

[15] 1970年的数据来自*1993 World Almanac* , Page 395.1930年的数字是根据1990年官方定义的“贫穷”、1930年的“中等家庭规模”、1929年的“中等家庭收入”和CPI（消费者物价指数）通货膨胀率来估计的。1929年的收入数据来自Brookings Institute data reported in *Breaking Point* by Kevin Phillips, New York: Random House, 1993。

[16] 数据来源于 *The Work of Nations* by Robert B. Reich, New York:Vintage, 1992, Page 56。

[17] 有些人或许会说技术变革又一次成为主要驱动力。全球化和技术改变显然是互补的。提升全球化意味着加大竞争，相应地，也就会刺激对研发的投入，然后再相应地推动技术变革，而这些情况（例如，传真、协和客机）则会进一步加深全球化。——作者注

[18] *Direction of Trade Statistics Yearbook* , International Monetary Fund, 1974—1992.

[19] 例如：轮胎行业的份额从35%下滑到24%（此数字是1974年和1989年的单位产量。参见*Industrial Statistics Yearbook* , United Nations, 1976 and 1989 Editions。），钢铁行业从19%下滑到

12%（参见Annual Statistical Report, American Iron and Steel Institute, 1976 and 1991 Editions。），电视行业从17%下降到12%（此数字是1974年和1989年的单位产量。参见Industrial Statistics Yearbook, United Nations, 1976 and 1991 Editions。），汽车行业从28%下降到17%（参见Ward's Automotive Yearbook, Ward's Communications,1975 and 1991 Editions。）。——作者注

[20] 截至我写下这部分手稿的1993年5月，民主党入主白宫的时间，在过去的24年半中，仅有4年半。——作者注

[21] 参见*Corporate Culture and Performance* , by John P. Kotterand James L. Heskett, New York: Free Press,1992。

[22] 选自*1993 World Almanac* , Page 160。

[23] 20世纪60年代中期，企业利润占到国民生产总值的11.7%（基于存货收益和损耗，以及对货币贬值进行了矫正）。到20世纪80年代晚期，可比较的对应数字为5.3%。（参见The Work of Nations by Robert B. Reich, New York: Vintage, 1992, Page 105。）——作者注

[24] 参见*Liar's Poker*, by Michael Lewis, New York: Norton, 1989,Pages 35,36。

[25] 股票交易员的收入也随着股票交易规模的扩大而上涨了。促使债券和股票交易规模增长的准确理由有所不同，但二者都与第三阶段刚开始时的经济环境有关。——作者注

[26] 这个贡献表现为许多不同的形式，包括创造了大量新增职位，并为当地的慈善机构提供了大量捐赠。——作者注

[27] 比如，《财富》世界500强企业所雇用的美国就业人口数量从1954年的14.6%上升到1974年的19.4%。自此以后，劳动力开始从这些大型工业企业向外流出。到1992年，仅有10.9%的就业人口在《财富》世界500强企业工作。（所有数字来自肯珀金融服务公司。）——作者注

[28] 正如罗伯特·赖克（Robert Reich）所指出的："能够存活且最终成功的企业，开始从大规模的企业变成了高价值的企业。"这项策略今天更为行之有效，"因为顾客更愿意为正好满足他们需求的商品和服务花费更高的价格，也因为高价值的业务很难轻易地被全球大量的竞争者所复制。"（参见*The Work of Nations* , New York: Knopf, 1991, Pages 82, 83。）——作者注

[29] 参见David L, Birch,"The Hidden Economy,"in *The Wall Street, Journal* , June 10, 1988, Page 23R。

[30] 美国大公司资本主义的第二阶段成功缩小了人们之间的收入差距。（1928年，美国收入最高的前5%的人的收入占美国个人总收入的34%。到1946年，他们的收入下降了近一半，降至18%。在同一时期，前1%的收入者的收入从总数的19%下降到7.7%。参见*Historical Statistics of the United States:Colonial Times to 1957* ,U.S. Bureau of the Census, Washington, D.C.: U.S.Government Printing Office,1960.最富有的0.5%的纳税人在总收入中所占的份额，在1973年触底并开始再次上升之前，在20世纪50年代和60年代几乎稳步下降。参见"Inequality and Its Charms"by Robert Barro,*Wall Street Journal* , February 10, 1993, Editorial Page。）随着第三阶段中竞争的加剧，也随着第二阶段中设立的许多监管机器失灵，穷人与富人、穷人和赤贫者、富人

与巨富的人之间的差距再次扩大了。（1977年到1990年，美国最贫穷的人中有1/5的收入下降了5%。参见*The Work of Nations* , by Robert B. Reich,New York:Vintage,1992, Page 7.前1%的家庭和接下来的19%的家庭之间的收入差距也在增长。参见Page 279 in Kevin Phillips' *Boiling Point* ,New York: Random House, 1993。）然后，与20世纪初期一样，越来越多的人对这样的趋势和它可能带来的后果感到忧虑。（可参见，如*The Cost of Talent* by Derek Bok, New York: Free Press, 1993。）——作者注

[31] 可参见，如"Reemployment Increases among Displaced Workers,"U.S. Department of Labor,Bureau of Labor Statistics, *BLS News* , USDL 86-414, October 14, 1986。

[32] 根据《财富》杂志的报道，全球拥有10亿美元身家的富翁的数量在1987—1993年翻了一倍。——作者注

[33] 据1993年3月1日《今日美国》报道，美国国家足球联盟在1993年9月宣布1993年的平均工资为643 000美元，第7C页。

[34] 在一个竞争变得更加激烈且更不稳定的世界里，法律变成了一门赚钱的生意。因此，美国执业律师的数量从1971年的34.3万增长到了1989年的将近100万。（统计数据来自不同期的《美国律师》。）——作者注

[35] 医生现在的收入是普通人的近6倍，而医学博士的收入增长量是医生行业平均值的两倍。（美国医药协会和人口普查数据。）——作者注

[36] 劳动力经济学家发现，整体来说，在过去15年中，大学毕业生相较于高中毕业生的收入剧增。（可参见，如"Reconciling Conflicting Data on Jobs for College Graduates" by Daniel Hecker in *Monthly Labor Review* , July 1992。）目前在美国没有高中毕业证书的个人的年收入是14 078美元，高中毕业生是19 567美元，本科毕业生则是32 728美元，而拥有职业（或者研究生）学位的个人则是65 648美元。（参见Page 355 in *The World Almanac 1994* 。）——作者注

[37] 1993年的收入之王是乔治·索罗斯（George Soros）—— 一个华尔街交易员，其收入为6.5亿美元。（据《金融世界》杂志报道。）——作者注

[38] 我这里提到的"受欢迎的"指的是大众传媒（报纸、电视）所传播的看法。里根政府显然采取了一些创造出了第三阶段经济环境的举措，也就相应地带来了这个阶段所有正面和负面的结果。但是这个政府并没有创造第三经济阶段。第三经济阶段早在里根政府之前就渐渐浮现了。——作者注

[39] 最高的0.5%的纳税者的集体毛收入连续多年下降，直到1973年触底。（据"Inequality and Its Charms"by Robert Barro, Wall Street Journal, February 10,1993, Editorial Page。）1973年油价起飞，从每桶3美元上升到了1986年的13美元。（参见Page 143, *Annual Energy Review*, 1988。）几十年来，美元兑日元都是1美元比360日元，1971年美元兑日元的金额开始下降，到了1987年，1美元仅能兑130日元了。（数据源于美联储。）——作者注

[40] 在过去的20年间，亿万富翁的数量增长明显是一个全球化的趋势。仅在过去的4年间，苏联及东欧国家的贫富差距开始爆炸性增长。欧洲创业研究基金的调查显示，从1989年12月到

1992年4月，这个区域的创业者增长了10倍，他们当中最成功的个人获得了相当可观的收入。（参见Reich’s discussion in *The Work of Nations* , New York: Vintage, 1992, Page 202。）——作者注


2
新回应

第4章
新规则3：创业者的机会

人们早在几个世纪以前，就在小型企业和创业中发现了机会，而第三阶段的经济环境在近些年又为这些冒险的小型企业增添了吸引力。这样的吸引力部分是由于大型成熟企业的魅力下降了；部分是因为小型企业在一个变化更加迅速的商业环境中有比较优势；还有一部分则是因为在这么一个有着临摹机器、移动电话、并不昂贵的复印机和个人电脑的时代，创建企业的便利程度提升了不少。不过由于种种原因，即使今天你找上一群成功人士，你可能还是会为其中有不少人是在小企业中抓住初始机遇而感到惊讶。

*

1974届哈佛商学院MBA毕业生中几乎没有人是仅有为小企业服务的经历的。1964—1973年，在他们当中，几乎所有人都至少有一次在中等或大型企业工作的经历。[1] 就连他们在1974年毕业找工作的时候，都有36%的人去了大企业。但在1992年，在大企业中就业的人占比下降到了23%，而大约有62%的人在小公司工作。因为在小型企业中，制造企业的比例要低于在大型企业中的占比，这个就业占比的变迁与逃离制造业的浪潮直接相关。（见注释—第4章2）一个简单的统计数字说明了一切：1992年，一个典型的1974届哈佛商学院MBA毕业生就职的企业会在全球雇用550人。而通常来说，这家公司“什么也不制造”。

在很大程度上，这个逃离大企业的无休止的运动是金字塔结构的组织和富有野心及竞争力的人相遇之后的自然结果。不是每一个人都会有晋升的机会，因此野心勃勃却没能得到晋升的人就会被激励去尝试“宁做鸡头，不做凤尾”。这适用于我们的115位MBA毕业生，也适用于大

多数曾在顶尖院校的项目中受过教育的人——无论是在商业、法律、医药还是建筑领域。要想进入这些顶尖院校的优质项目，一个人需要达到很高的标准并拥有很强的求胜心。1974年申请学校的竞争已经比1949年要激烈了，而今天的情况又比1974年更激烈。在20世纪40年代，每两个申请者中就有一个人能进入哈佛商学院。1974年，每三个人中有一个人可以被录取。今天，录取率已经是六选一了。好不容易成功克服了所有困难进入这些教育项目中的人是不会安心地停留在社会的中间阶层的。

1974届哈佛商学院MBA毕业生所遇到的种种大企业的本质则使这个普遍的问题变得更严重了。这些企业不仅仅规模庞大，其管理通常还十分官僚化、中心化、政治化。

另一些统计数据在这里也有借鉴意义。1955年，全球营收前100的工业企业中，有75个是明显的“美国”机构。[2] 到1992年，前100的名单中只剩下30家美国企业。[3] 1970年，全球最大的10家银行有6家在美国。[4] 1992年，全球规模最大的10家银行没有一家是美国银行，最大的美国银行在全球排名仅为第25名。[5] 总体来说，过去的20年间，美国的大型企业日子并不好过，尤其是与20世纪40年代、50年代和60年代的日子相比。显然，大多数企业并没有破产，其中一些企业的业绩还非常好。但在一个竞争更为激烈的全球商业环境中，许多公司发现他们人员冗余，过度关注企业内部，办公室政治严重，官僚化严重，多少有点自大，缺少有效的领导力，等等。这些问题在一定程度上都是企业规模太大所导致的。但这些困难实际上也是多年在缺乏竞争的环境下轻易获得成功的恶果。正如詹姆斯·赫斯克特（James Heskett）和我在《企业文化与绩效》中所记述的那样，在行业统治地位上停留太久，一家公司就很容易产生倦怠、目光短浅和惧怕风险的企业文化。[6] 只要市场竞争很弱，或是市场被少数企业所垄断——就像美国经济在第二经济阶段中那样，大公司无论有什么缺陷，都能因为他们本身巨大的优势而成功——大量的资金和人力资源、强有力的品牌忠诚度、成千上万的专利等。只有到第三阶段，大公司的缺陷才会带来明显的损害。然后，仅关

注内部和官僚化的企业文化不仅仅会在短期内降低企业的利润率，还会阻碍企业采取能让其长期提高竞争力的种种措施。[7]

当哈佛商学院1974届MBA毕业生在1965年首次通过暑期工作或1968年首次通过全职工作接触到大公司时，他们当中的很多人并不喜欢他们所遇到的情况。官僚主义为他们的工作设下了严重的限制。在他们看来，办公室政治所创造的内部就业市场和升迁秩序，与其说是精英治理方式，不如说是老哥们儿之间的帮带关系。那些在1974年接受了大公司职位的毕业生忍耐了这些问题一段时间，但最终他们当中的许多人选择了放弃，并转移到了小型企业。

莉萨·马丁（Lisa Martin）1974年离开学校的时候，她选择了到IBM做销售工作。而我们在1992年问她对这段经历怎么看的时候，她很直白："我非常厌恶这段经历。从某种意义上讲，我是一个方枘，而他们只想要圆凿[8]。有段时间，我在公司的培训学校里，他们把我拉到一旁，然后告诉我，如果我不能按他们的要求来的话，他们就会把我用飞机送回家。他们希望我改变对死记硬背和推销话术的态度。现在回想起来，我其实还挺佩服IBM的，因为他们有能力招募这么多人，并将他们培养成非常好的销售人员。但他们确实不知道要拿那些可以在几天内学完整本操作手册的人怎么办。我们需要学习所有的操作手册和所有的产品功能。这一般要花上好几天的时间。但实际上这花了多长时间呢？我们是一群刚刚从学校里毕业的人，早就习惯了吸收这样的信息。不仅我是这样的，每个人都是样。我们就这样过去了，然后开始整天整天地看电视，我们什么都没做。他们给我们安排了6周时间，就学两本操作手册。而这根本要不了6周时间。这对我来说真的很崩溃，因为我无法忍受无事可做的状态。"不出意料，莉萨后来离开了IBM，并在1977年创立了她自己的企业（见下文的履历）。尽管她也遇到了小企业中常见的种种问题和头疼的事，她仍然选择了做一个创业者。

莉萨·马丁

职业经历

床单及床上用品有限公司 纽约州，奥尔巴尼（1977—1993年）

◎　总裁和企业主。从婴儿床上用品开始切入这项事业。1980年，收购了竞争对手，并将业务规模扩大了一倍。1985年，将企业的方向从零售转换成了批发。1986年，将企业的业务增加了3倍。1987年销售额提升了一倍

欣克尔•乔登百货商店 加利福尼亚州，洛杉矶

◎ 采购助理：为西海岸店铺制订计划并协调女性服装的采购

IBM 纽约州

◎　销售代表。通过预约和陌生拜访，与潜在客户见面。解决客户的问题。准备信件、提案及销售展示文件

奥尔丁研究 伊利诺伊州，芝加哥

◎　财务主管。负责短期和长期的财务计划、会计支出、预算审计以及调度（1972年）

◎　办公室经理。协调办公室员工，负责招聘和解聘。构建了办公室的会计系统（1971年）

◎ 秘书。日常办公室业务（1970年）

教育经历

哈佛商学院 马萨诸塞州，波士顿

获得MBA学位（1974年）

伊利诺伊大学 伊利诺伊州，厄巴纳

获得社会学及教育学学士学位，杰出毕业生（1970年），厄巴纳租客联会及宿舍管理委员会成员

个人经历

背景： 1948年出生，在伊利诺伊州长大，是家里4个孩子中最年长的，父亲是一名建筑承包商，母亲是室内设计师

婚姻状态： 1979年与杰克·吉尔福德（一个股票经纪人）结婚，有3个孩子

语录

“陷入你该做什么而不是你想做什么的模式，简直太容易了。”（1975年）

有的人可能会认为莉萨的上述评价显得她自负且以自我为中心而因此不太喜欢她。但对莉萨这一辈人，尤其是其中受过良好教育的人而言，大多数人会对她的情况持同情态度，并产生共鸣 [9] 。IBM和与它类似的企业从形象上来说太具有壁垒森严的色彩了。或者说情况可能更糟糕，许多大公司看起来就和华盛顿当局一般的大政府一模一样。

*

帕特·海斯（Pat Hayes）曾经试图在这种企业里发起变革 [10] 。海斯是一个被同学们形容为一丝不苟且有点理想主义的人。他从哈佛大学毕业以后，加入了一家大型制造业企业，他追求的职业理想是希望能帮大公司变得更加有创造力。今天，他却掌管了一家小型的非制造业企业。

海斯于1946年11月出生在俄亥俄州的哥伦布市附近。当他才一岁大的时候，他的父亲拿到了一个MBA学位，随后开始攻读工商管理专业的博士学位。但他的父亲海斯先生并没能完成博士毕业论文，反而是在帕特童年的大段时间里，不得不从一个州搬到另一个州去找工作。家中不佳的财务状况永远是帕特的痛点，因此他从非常年轻的时候就开始工

作了。在他的中学时期，经济问题尤其紧张。“我们住在比以往所有的住所都小的房子里。”他回忆道，“而且我记得，我不得不在浴室里面写作业，用马桶当座椅，然后用洗衣篮当书桌。”到他上高中的时候，他每周已经要在本地的本·富兰克林廉价商品店工作30个小时了，而且他记得，“最终我把大多数挣来的钱都给了我的母亲”。

帕特高中毕业以后，他的双亲都在洛杉矶获得了教职。由于经济条件欠佳，帕特满腹积怨地跟着他的父母到了洛杉矶，并在加利福尼亚大学洛杉矶分校（UCLA）开始学习。除了进入新生队伍并赢下了太平洋8校联盟（Pac 8）的冠军（在他高中时期从来没有参加过任何运动队的情况下），帕特还因为席卷了整个校园的社会运动而对社会的看法产生了哲学层面的转变。“我过去对成绩和学历的看法在‘活在当下’、过好现在每一天的火焰下消散了，完完全全消散了。陀思妥耶夫斯基和加缪在当时有非常强大的影响力。”帕特这段时间的学术表现比较糟糕。“我的成绩要么是A，要么就是F。我记得在一门课的期末考试中，我因为对它过度简单化的‘跟着我，重复我做的’考试形式感到愤怒，我直接交了白卷，以示抗议。那个教授给了我一个‘未完成’，最后被转换成了一个F。如果我喜欢一门课，我会表现得很好；如果我对它不感兴趣，我就会拖延。我当时就是认为，没有有任何一个理由能说服我经历那些脑力上的磨难，只为换取一个分数。言论自由运动（以及后续的反战思潮）完全俘获了我，因此我开始参加游行和示威，去把警察射出来的那些催泪弹统统给他们扔回去。”

经过了许多考验和苦难——包括休学一年，以及被列入学术观察期，帕特最终获得了一个经济学的学位（而且最后两年都获得了3.9的绩点）。但直到今天，他也从来没有放弃他对“上学就是为了成绩”这种想法的反抗。“当时实际发生的是，我开始对彻底理解课程材料产生了兴趣，而成绩也就自然而然地变好了。”

毕业后的3年时间，他接连在联邦政府和一家私营的自然资源企业担任管理职务。在这个过程中，他对生产线管理产生了浓厚的兴

趣。“我大概是在哈佛商学院的课程开始前一年左右才开始考虑上商学院的。”他在1974年写道，“在那之前，我的选择似乎该在法律、经济、政治或外交之中。不过我从自身经历中发现，对我而言，习得必要的功能性技巧并非难事，但真正能将我的表现和其他人区别开来的是组织、计划、统筹，以及认识到大局和整体任务，并将不同的输入部分整合到一起的能力。当时，商学院则是打磨这些能力最好的地方。”

在哈佛商学院，他对生产及运营管理（POM）的必修课程而着迷，并随后在一家大型制造业企业找了一份暑期实习。然后他在第二年找工作的时候，几乎完全就将他的注意力放在大型美国制造业企业中，想寻找生产线管理相关的岗位。1974年4月，他接受了一个职位，要和一个大企业的一支精选团队一起开创一个新的具有创造性的分公司。这家企业的CEO希望新的机构可以解决当时被称为“蓝领之痛”的问题，并改进企业的生产力和生产质量。[11]

从1974年夏天开始，帕特·海斯成为这个新公司的参与者，帮助雇用了更多的劳动力，并建立了第一条产品线。但从1975年1月的信件中，他已经开始展现出了幻灭的信号。“制造企业中太多人对于建设一个世界级的工厂毫无兴趣。他们似乎已经被说服了，认为过去的方式就挺好。”海斯试图通过努力工作来解决抵触情绪。每个星期工作70个小时十分正常。但在1976年的春天，他意识到，既然他在他们创新型的工厂里工作都已经感到非常困难了，回到上级企业更传统的制造业务中工作只会更糟糕。“两年之后，我清楚地意识到，离开自己工厂的独特、实验性的环境后，我接下来会进入一个对我这样的人来说毫无兴趣或热情可言的环境中。因为有好的产品设计和服务，这家创新工厂学会了如何成为一个世界级的制造厂商。但大多数人对于进一步改进这个情况毫无兴趣。我的努力付出似乎并没有得到多少认可和支持。当时的处境令我意志消沉。”

1976年2月，海斯离开了这里，但并没有放弃大公司环境。相反，他加入了一家更大的制造业企业。带着更多的工作，以及或多或少更加

熟练了的办公室政治能力，这一次，海斯扶摇直上。在接下来超过4年的时间里，海斯承担了越来越多的职责，最终成了整个企业中负责大型工厂的人中最年轻的经理。“我们在劳工关系、项目管理、合同工关系、成本管理、少数族裔雇用、安全等方面引入了新的项目。我还竭尽所能地尝试提升我的管理团队的能力。”到了1981年，他雇用了另外16个MBA毕业生。

在同一时期内，和杰里米·金的情况类似，海斯参与了不少公司之外的投资项目。他和另外一群人一起买下了一个餐厅、一个加油站，以及一些地产项目。和金的情况不同，海斯从来没有在他的回复中透露过他想要离开大公司。相反，在1981年1月，他表示他在考虑有朝一日成为大公司的总裁。

1981年和1982年对海斯来说都是不太容易的年份。因为前面的成功经历，他认为他和CEO就内部创业的态度达成了一致，因此他持续将公司朝着这个方向推进。但后来他有了一个更保守的新领导，因此他的提案和领导的想法之间产生了一系列越来越复杂的矛盾。他试图在企业总部寻求支持，但发现几乎没有人愿意卷入这些争端。“一个又一个的新提案被打回了。到1982年11月，我意识到，当时的环境已经让我无法忍受了。”因此在当年的12月，他选择降薪20%，到他所在州的州长内阁担任了一个重要职务。

海斯在公共领域工作了大概两年时间。他觉得这段经历既让人兴奋，又有显著的产出，但最终，政治让这份工作变得像大公司生活一样让人崩溃。1984年年末，他接受了一份在一家非常小的非制造业企业担任总裁和CEO的工作（见下文的工作履历）。1994年，海斯则作为总裁及企业主在一家相关产业的企业中继续工作。

帕特·海斯

职业经历

P.海斯投资 俄勒冈州，波特兰（1991—1993年）

◎ 总裁及企业主

廷波沃尔夫地产 俄勒冈州，波特兰附近（1984—1990年）

◎ 主席兼CEO

俄勒冈州政府（1983—1984年）

◎ 交通及公共设施部门部长

拉德克利夫工业集团 密歇根及伊利诺伊州（1976—1982年）

◎ 工厂总经理（1980—1982年）

◎ 高级工程师（1978—1980年）

◎ 行政主管（1976—1978年）

密歇根引擎零件 密歇根州，弗林特（1974—1975年）

◎ 第一生产线主管

加利福尼亚州政府，林业部（1969—1972年）

教育经历

哈佛商学院（1972—1974年）

MBA

加利福尼亚州立大学洛杉矶分校（1965—1969年）

经济学学士学位

个人经历

背景： 1946年出生，随后在加利福尼亚州、得克萨斯州及俄亥俄州成长。家里4个孩子中的长子。父亲是教授，母亲是老师

婚姻状态： 从来没有结婚，有一个孩子

兴趣： 跨国滑雪、长距离跑步、滑翔伞、徒步登山、骑马、股市预测

语录

“我无法认可自大却无能的人，同时对甘于平庸的人无法产生同情。有拼搏精神的人能够赢得我的尊重，即便是他们所做的事情与我的利益相矛盾。”（1974年）

在过去的10年中，海斯了解到，在一家小型创业企业中工作和在一家大公司工作是截然不同的，而在小公司的这些不同并不总是优于大公司生活的。不充裕的资金和人力资源让他有时候工作得非常辛苦。“不止一次，我感觉像是狼就在门口了，然后要把我们当午餐一样生吞活剥了。”尽管如此，他从没有认真考虑过回大公司——至少在生活中的这个节点上。他对于自己的境况感到非常满意，同时，他的成功也慢慢地表现得越来越明显。到1993年，他的个人资产净值已经达到了300万美元。

在1987年12月15日，帕特·海斯给《财富》杂志的编辑写了一封信，回应他们11月9日报道哈佛商学院的封面故事。他说他认同这个故事中的许多观察：哈佛商学院的MBA毕业生越来越远离制造业大公司的高管生涯了，而这个趋势让人感到不安。但他也表示，他不同意《财富》杂志在因果关系上的结论。“简单来说，环境——而不是薪水——才是那个今天让在大工业企业追寻管理生涯的人最感到沮丧的因素。办公室政治和官僚主义让人感到窒息，尤其是对从顶尖商学院出来的高素质和高潜力的毕业生而言，更是如此。这样的看法传播得很快。当你同时拥有两个选择，一个是在糟糕的环境中频频碰壁，一个是在华尔街、波士顿咨询和麦肯锡这样的地方受到对有才能的人的鼓励、培养、保护和清晰引导，工资薪酬上的优胜就只不过是锦上添花而已。”

帕特·海斯意识到，小公司的环境更符合他的喜好。在这个方面，他的经历在整个1974届哈佛商学院MBA中都很有代表性。

*

帕特·海斯、莉萨·马丁及其他人都发现，小公司在更开阔、更有影响力且因此更令人满意的工作环境上，提供了更多的机会（见图4.1）。1985年，我就理查德·哈克曼（Richard Hackman）所发现的一系列可能让个人生活满意度更高的问题，调研了115个MBA项目参与者。[12] 平均来看，他们给小公司内的职位打出了更高的分数。人们通常认为这些工作能给予员工更多的反馈、更多的自治权、更能让人看到工作从开始到结束的进程，以及有更多机会体现个人的判断力。（见注释—第4章11）同样地，当被问到工作中的问题的时候，在小公司中的人给出的反馈较少影响到他们对工作的满意度（见图4.2）。在大公司里的人，更可能抱怨没有什么权力，有太多模棱两可的事情，有太多自相矛盾的要求，以及个人影响力太小。

菲尔·卡德尔（Phil Cadel）就是一个典型案例。他在一家大型美国企业工作了12年，然后跳槽到了规模较小的企业。在1992年的访谈中，他这么形容他的处境："在我之前的雇主那儿，最高管理层经常告诉我说，我可以在我的责任范围内干任何我想干的事情，但这并不是真的。在这儿（小企业），这才成为现实。我感觉我对公司产生了巨大的影响——这里的每个人都做到了，并不仅局限于我。我终于能够应用一些我一直认同的理论，过去我从来没有机会去做这样的尝试。第一年我刚来的时候，我们在亏损。第二年我们的收支就打平了。再往后一年，我们赚得比其他人认为的多得多。到去年，我们已经赚了那时候的3倍了。当然，我并不认为事情总会发展得这么好。实际上，今年我们有可能会回到两年前的收入水平，不过那也是不错的一年。相对于我们的投资来说，已经有充分的回报了。而且对过去发生的事情，我感到愉快且自豪。"

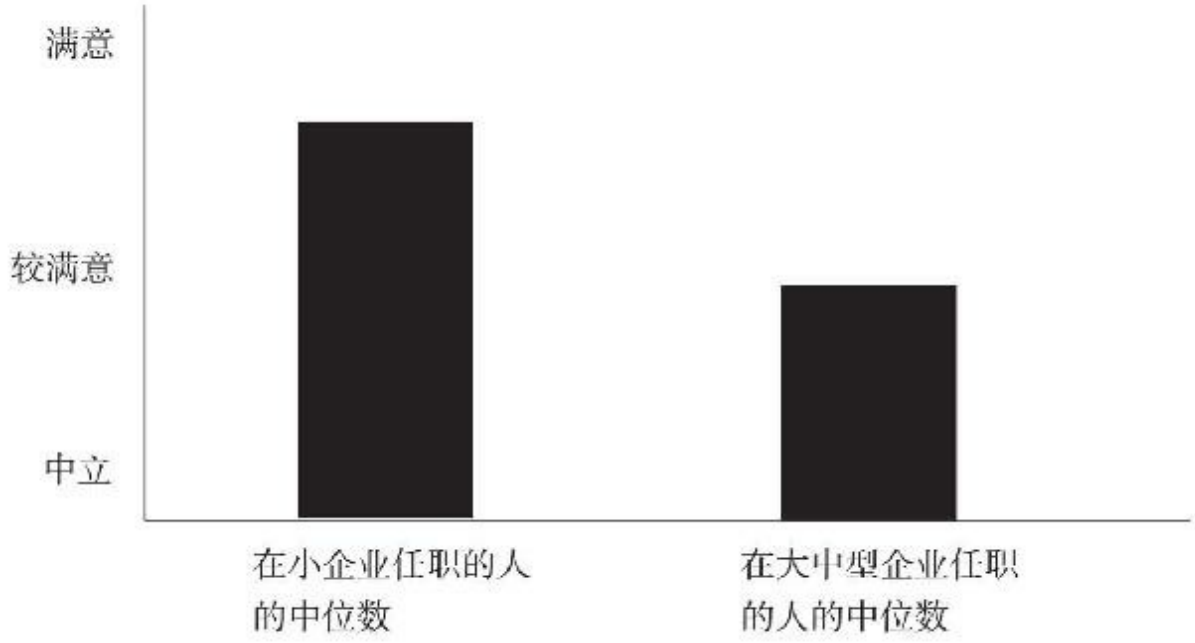


图4.1 115名哈佛商学院1974届MBA毕业生对小企业和大中型企业的整体满意度

基于1990年和1991年调研过的24个问题。

“更让人激动的是，我们的经理们终于到了一个他们可以热爱自己正在做的事情，可以感觉到自己拥有自主权，以及拥有能够带来改变的能力的地方。他们向我们汇报结果，而不是问我们每一件事情的解决方案是什么。他们在提升生产力、质量和通过培训提升人力资源的方面，都有了长足的进步。”

“这儿真的是一个工作起来很开心的地方。”卡德尔说这句话的时候，带着在今天看来不怎么常见的热情。然而实际上，他这样的评价，在1974届哈佛商学院MBA中并不罕见。“起床上班对我来说从来都不是一件痛苦的事情，但过去我从来没有过这种满足感。我感觉我来这儿之后的6年中所获得的成长是我之前12年中的二三十倍。”

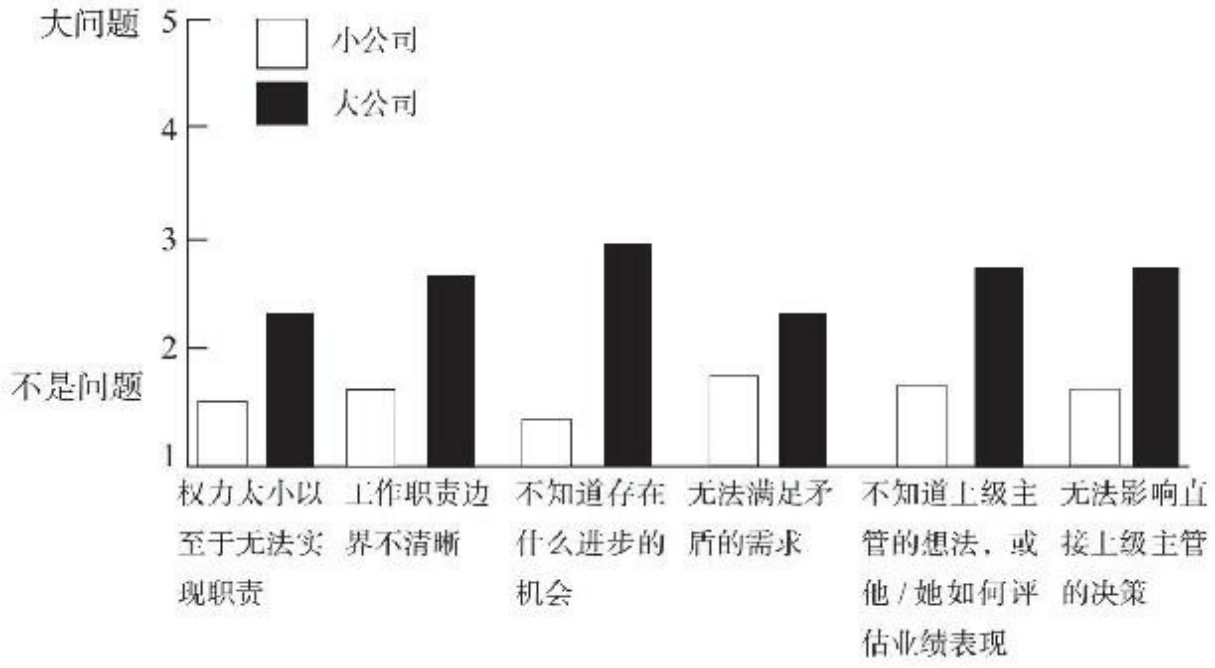


图4.2 1974届哈佛商学院MBA毕业生在大公司和小公司职位中所面临的问题对比*

*数据基于1984年受访者自行提交的问卷答案。除“无法满足矛盾的需求”之外的所有数据都存在显著统计差异（$p<0.05$）。

在较小的企业中，尤其是在创业环境下，MBA毕业生们还发现在收入上也表现出了更大的潜力。和在大企业相反，经济上的可能性和他们能否让企业运营得更好的能力紧密相连。这一切并不能保证高收入[13]。实际差异是，在较小型的企业中——尤其是对创业公司来说，机会的结构和在真实市场中的更类似。如果顾客喜欢他们的产品或服务，他们可以真正赚到他们在大公司里不可能赚到的钱。[14]

创业在美国人的心中总有着特殊的地位。但每10个考虑过成为创业者的人中，只有不到1个人真正付诸行动并真的成功了。那么，我们可以从1974届MBA毕业生的经历中学到什么呢？

在我于1973年开始在哈佛商学院任教时，盛行一个建立企业的“机会窗口”理论。这个理论的核心是，大多数成功创业的哈佛商学院毕业生都是在他们毕业5周年聚会和毕业10周年聚会之间的时间开始创业

的。在5周年聚会之前，他们还没有准备好，他们还没有拥有必要的经验、商业想法、财务支持等要素。而在10周年聚会之后，他们已经太过于习惯企业生活了，过于保守，已经过于抵触——无论多少——把他们所积累的财富拿出来冒险。

“1974届哈佛商学院MBA毕业生中的创业者情况”前几行展现了1974届哈佛商学院MBA毕业生实际上开始创业的时间。正如其中清晰展现的那样，“机会窗口”理论并不适用于1974届哈佛商学院的MBA毕业生。在他们5周年和10周年聚会之间，只有不到25%的创业者成功创办了公司。进一步可以看到的是，实际上没有哪个5年区间有超过50%的成功创业者。1985—1989年开始创业的人最多，但这个比例也仅是47.5%。这个时期也因为其非常强劲的经济环境而和其他时期有显著的区别。

当我们想到创业者的时候，大众的通常印象是史蒂夫·乔布斯、肯·奥尔森或者比尔·盖茨——也就是那些创造了被批量制造的产品的人。然而，1974届哈佛商学院MBA毕业生中的创业者有90%都在制造业以外的行业。他们选择了进入门槛更低，同时机会更多的领域。

这些人是谁？非常明显，在很多维度上，他们和他们剩下的同学——那些在大公司里的同学，都非常相似。我测算了超过200个因素，最后发现大概只有不到10个因素看起来似乎是可以明显地将他们与其他人区分开来的。换言之，在大多数维度上，他们并没有什么特殊性。但他们确实比班上一般的学生更独立，也更勤奋。他们同时也对自治权有更高的需求，对安全感的需求则更低。

虽然我无法证明这个主张，但我认为在“1974届哈佛商学院MBA毕业生中的创业者情况”底部所展现的模式也能将我们所观察的这届学生和更广泛的大众区别开来。这也可以帮忙解释，为什么这个班级里那么多人都成了成功的创业者。

*

一个你经常能听到的观点是：有才能的人会选择离开大公司，尤其

是大的制造业企业，一般都是为了赚更多的钱。而这样的人才外流，会给大公司和所有依赖他们的地区带来冲击。一般来说，最受影响的都是有可能失业的低层级工人，以及那些和哈佛MBA不同、很难以同样的薪水找到新工作的人。这样的情况并不公平。

1974届哈佛商学院MBA毕业生中的创业者情况

什么时候开始创业？1974届毕业生中的创业者中，在以下时间创业的人数占比分别为：

1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
0%	9.5%	2.5%	0%	8%	2.5%	9.5%	0%	5%
1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	
8%	14%	9.5%	9.5%	5%	9.5%	0%	8%	

选择了什么样的领域？对1974届毕业生中的创业者，最明显的模式是：

制造业 10%　非制造业 90%

谁应该成为一个创业者？在1974届毕业生中，创业者和非创业者的相似点多于他们的差异。以下几点是最大的例外：

	创业者	非创业者
独立性 *	68%	49%
勤奋 **	80%	34%
需要自主权	90%	73%
需要安全感 **	2%	18%

*基于1973年进行的大量心理学测试。
**基于1983年的一份调查问卷。

毫无疑问，这个观点中有一部分是正确的，但正确的部分究竟占到了多少呢？1974届哈佛商学院MBA毕业生中的大多数人如果不在大公司工作，对经济带来的影响真的是负面的吗？涌向小型企业的浪潮真的

是贪婪的象征吗？基于至少3个原因，回答这些问题最好的答案，都并不是一个简单的“是” [15] 。

第一，在对115位MBA毕业生的薪酬和职位的评估中，我们发现，与真实职责和权力相比，钱可能是人才涌向小公司的原因中的一个并没有那么重要的因素（见图4.3）。平均起来，在小组织中任职的人确实赚得更多，但并没有多很多。 [16] 最大的不同则在职位上。在小企业中任职的人中，拥有实权的人的比例是在大企业中的3倍。

第二，统计数据表明，在今天，大多数大企业中的管理者并没有比小企业中的管理者为我们创造更多的就业岗位。相反，大多数大组织中的经理人在缩减就业岗位 [17] ，而小型企业则贡献了更多新职位 [18] 。更进一步来说，近期的研究发现，小型企业创造的就业岗位并不仅仅是薪酬较低的服务性岗位 [19] 。相较大企业，每个小企业的职员，或是小企业的每一份投资，还带来了更多的创新 [20] 。当然，从理论上来说，帕特·海斯和像他一样的人也可能在大公司作为管理人员拯救更多良好的就业岗位，或是带来更多创新。但显然，在现实中这并不常发生。

第三，尽管1974届哈佛商学院MBA毕业生大多不在大公司任职，他们当中的大部分人还是通过各种各样的方式在为帮助大公司变得更有竞争力而付出了努力。他们一般不是作为员工，而是作为顾问、供应商、经销商或金融家来实现这一点。由杰里米·金、帕特·海斯和凯文·约翰逊所领导的小企业都在为不同的企业——包括大公司——提供服务。是的，除了表面上所能看到的，这些MBA毕业生实际上并没有抛弃大公司。他们当中的大多数人所抛弃的是复杂的管理层级，也就是大企业在过去近一个世纪中所采用的那套组织形式。这套组织形式正在快速地消失，因为它无法适用于第三经济阶段高竞争强度的环境。高命令和高控制力的管理层级已经开始被更灵活的组织结构所替代。正如我们接下来所能看到的，1974届哈佛商学院MBA毕业生，以及其他许多和他们

一样成功的个人，都大量参与了这样的改造。

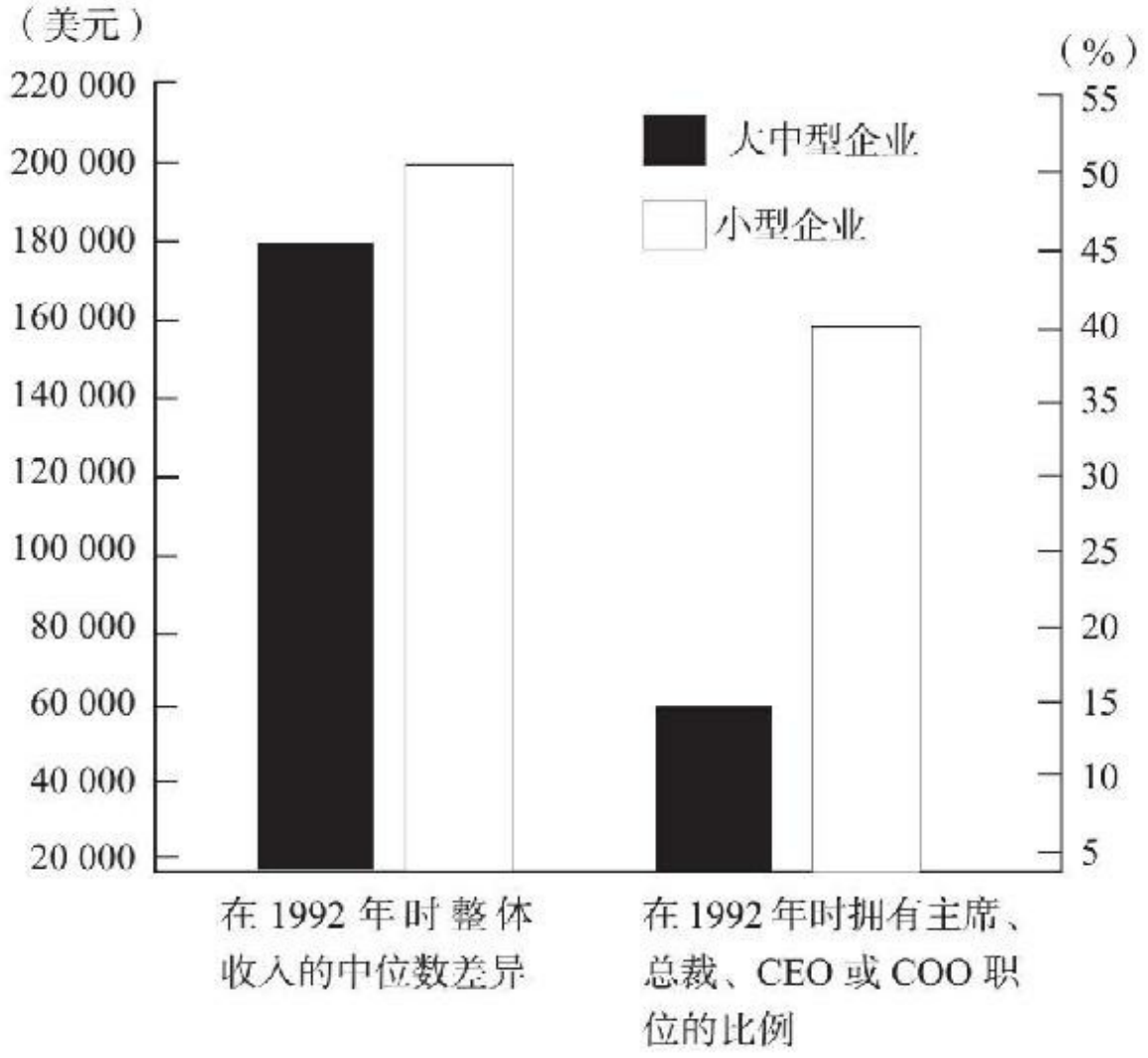


图4.3 1974届哈佛商学院MBA毕业生在小企业和大中型企业中收入和职位的差异

新规则3

越来越多的成功将属于那些小型的、创业式的组织，而非大型的、官僚性质的组织。新规则是：相比起在大型传统企业中的人，那些创立和发展小型组织的人通常都获得了更高的职业满足感、更多的收入。

[1] 因为相比大公司，小公司更不可能为年轻人提供暑期工作，所以想在小企业工作的大学生常常在暑期到大企业工作。

[2] 选自“The Fortune Director, 1958,”a supplement to the August 1958 *Fortune* magazine。

[3] 选自*Fortune* , July 27, 1992, Guide to the Global 500。

[4] 选自the *Economist* , February 3,1986。

[5] *Fortune* , August 24,1992, Pages 213, 214.

[6] 很多人都记录了这一点，包括我自己。可参见我的三本书：*The Leadership Factor* , Free Press, 1988, *A Force for Change: How Leadership Differs from Management,* Free Press,1990, and *Corporate Cutture and Performance* , with Jim Heskett, Free Press, 1992。

[7] 可参见，如*Prophets in the Dark* by David Kearns and David Nadler, New York: Harper Business,1992。

[8] 来自“A square peg in a round hole.”即一个方枘在一个圆凿里，意指格格不入。——译者注

[9] 今天的美国民众整体而言并不怎么青睐大公司。在盖洛普公司1988年的一项民意调查中，大公司在人们对不同的10种机构的信心排名中，名次垫底。而我们的这115个参与者对大公司的态度比普通人更具批判性，且他们能为自己的批评态度给出更具体的理由。——作者注

[10] 我认为海斯的故事尤其有趣，因为如果有人于1973年在当时的教职工中做一次民意调查，了解他们想培养什么样的学生的话，那帕特·海斯应当获得非常高的分数。——作者注

[11] *Newsweek* had done a cover story called“The Blue-Collar Blues”in 1971（May l7 edition, story on Pages 80-86）.

[12] 参见Chapter 4 in *Work Redesign* by Richard Hackman and Greg Oldham, Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1980。

[13] 1991年，创业者中底部1/4群体的收入中位数是10万美元，收入最高的1/4的中位数是80万美元。——作者注

[14] 对于1974届的MBA毕业生，1992年个人资产净值在500万美元的成员，90%都是在小型企业中赚到这些资产的。——作者注

[15] 1974届哈佛商学院MBA毕业生还提供了另外两个原因。第一，考虑到大公司的官僚化对人力资源多少存在一些浪费，MBA毕业生们在大公司体制内的全职工作并不能保证他们能够有更多的产出。在许多大公司内有一个标准的笑话就是，没有人会听一个中层管理者的，除非他（她）离职，成为一个顾问，然后再把完完全全一样的建议以4倍的价格重新提给他（她）的前雇主。虽然这个笑话听起来有点愤世嫉俗，但这个幽默的尝试，多少还是体现了一些事实。第二，有一点在大公司中并不是很清晰：更关注内部的组织是否能和具有高竞争力的人才一起

创造更多有用的成果。许多大公司——如果不是大多数的话——在20世纪70年代和80年代都更关注内部。（在今天看来更为令人惊奇的是，在1982年彼得斯和沃特曼就这一点发表著作以前，甚至都没有人意识到这一倾向。）（参见*In Search of Excellence*, New York: Harper and Row, 1982。）当这样的企业雇用了1974届MBA毕业生这样的员工，竞争本能很容易变得内向化，在企业内造成办公室政治问题，并给这样的个人带来过分以职业为导向或过分激进的名声。在更关注外在市场的较小型企业中，同样的本能却可以带来为了击败竞争者而让客户感到满意的表现。——作者注

[16] 从表面上看，图4.3和图2.4似乎不一致，其实不然。收入差异在图2.4中更大，理由如下：（1）所报告的数字不是中位数，（2）该数字包括企业家与非企业家、非制造业与制造业之间的差异。

[17] 令人惊奇的是，《财富》世界500强企业从1973年到1991年减少了超过250万个职位。（来源：Kemper Financial Services。）——作者注

[18] 就在我写下这段手稿的1993年夏天，我对于接下来两年就业市场的预测是，所有的工作岗位的增长都会来自不超过1 000名雇员的企业。（来源：A study by American Express, reported in *Fortune*, June 14, 1993, Page 10。）——作者注

[19] 戴维·伯奇（David Birch）指出，1987—1992年，大企业砍掉了2 236 000份年薪超过28 033美元的就业岗位，而小企业创造了2 296 000份较高薪酬的岗位。（据*Fortune* , June 14, 1993, Page 22。）——作者注

[20] 我的同事杰弗里·提蒙斯（Jeffry Timmons）收集到的数据显示，每个小企业雇员带来的创新是大公司雇员的2.5倍，小企业的每份研发投入带来的回报是大公司的2倍，小企业聘请的每个科学家带来的创新也是大公司的2倍。——作者注

第5章
新规则4：与合作方协同

他们的履历似乎表明，他们已经放弃了大企业，尤其是大型制造业企业。但我们对他们实际工作的评估展现了事情的另一面。1974届哈佛商学院MBA毕业生中加入小企业的绝大多数人，也同样在参与大公司的业务。但他们并不是大公司的雇员，而是以供应商、经销商、银行家、房东、顾问等身份参与其中。同时，他们中的大多数人都认为，相比起在内部，他们在这些大企业的外部创造了更多的价值。

*

今天，在所有地方，大公司都在为了更好地参与竞争而经历重组。这一变化体现在多个方面。比如，用较短小的命令链条取代过去企业内繁复、官僚化的管理层级，让企业内部的链接变得较为松散，转而加强与外界供应商和经销商的联系。这通常被称为网络式组织结构[1]。这个新的结构更加灵活，更加具有创新性，也就相应地更具有竞争力。[2]

有时候，架构重组完全发生在企业的内部。大型的管理层级被打破，并拆分成小的业务单元，企业的员工被派遣到这些业务单元中，总部通过人数有限的群体监督新的公司，各种各样的官僚规定被废止，或被重新制定。基于大量各种各样的原因，这样的过程一般都需要借助外部力量，而重构后的新组织则会部分处于企业原先的边界之外。

哈佛商学院1974届MBA毕业生哈利·霍尔茨曼（Harry Holtzman）在1992年的一次访谈中，向我们描述了这种变化的一个典型案例。“这家公司在20世纪的前半叶表现不错，因为它拥有一位有远见的创始人，有不错的产品，有规模巨大且在增长中的美国市场，或许还有一点儿运气。但在第二次世界大战以后，这家企业扩张了，并随着收入的增加，

发展出了相当乏味且有些自满的企业文化。1976年，因为越来越激烈的国际竞争，这家公司的增长放缓了。管理层找了无数个理由来解释，为什么收入和利润的增长放缓不是他们的错，增长放缓实际上也不是太糟糕，等等。1981年，一个颇有创业精神的部门经理尝试大刀阔斧地重构他所在的业务线，期望增强它的竞争力。显而易见，随后他遇到了来自各方的许多阻碍：企业员工、工会、他自己手下的经理们，以及他自己的老板。他的变革的失败以他的降职告终，也导致他最后离开了这家公司。这整个事件似乎对其他经理引发了寒蝉效应。到1984年，公司的财务状况太过糟糕，以至于公司里流传着谣言——一家小型商业银行准备提出未经请求的购买邀约，买下整个公司。公司管理层的应对策略包括，靠一家中型投资银行的协助卖掉了一项亏损的业务，然后又从两家小公司雇了一批顾问。我就是这么卷入这个案例的。”

“我的公司和另外一组顾问提出了很多改变的建议方案，但施行这些变化所要求的专业能力是这家公司所不具备的。因此他们聘用了五六家其他的顾问企业。作为主要裁员计划的一部分，相当于一部分工作被外包了，以降低公司的固定开支。比如说，企业声音/图像部门从50多人被裁到了5个人，然后公司招募了两家外部声音/图像供应商。同样的原因，这家企业停掉了上百个零部件制造的职位，然后构建了新的供应商网络。连它的部分销售团队都被裁掉了，取而代之的是基于经销商的新销售方案。为了将人员规模保持在最小值，相当数量的外部咨询公司和投资银行被邀请长期和这家企业合作，作为他们新业务思路的固定供应商。”这些企业帮助出售业务，收购新的业务。他们帮助企业再造过时的业务流程 [3] 。这些供应商中的一位MBA甚至接受了一个全职的职位，成为这家公司的副总裁。

“就像你所能想象的那样，整个过程对几乎所有人来说都充满了痛苦。可能丢掉工作的不确定性，以及艰难的战略选择，还有所有的权力斗争，都让人神经紧张。这听起来可能像马后炮，但说实话，我们看起来似乎是通过最曲折的道路到达我们今天所处的境地的。但我们今天

（1992年）的境地，相比过去10年已经有巨大的进步了。这家企业现在已经非常不同了。现在的它更精益化、扁平化，也不那么官僚化了。因为企业内部的联系变得松散了，而与外部的联系变得更紧密了，企业变得更加外向化。质量、产量和利润都上升了。”有批评者指出，员工人数大幅下降了，但员工的薪资及福利还是和以前一样。后者是正确的，前者却不尽然。企业内的员工人数确实大幅下降了，但企业外的员工人数实际上增长了。这家公司不再是一个巨大、僵化的金字塔组织（见图5.1）。它现在是公司边界内部和外部大量更小、更扁平业务单元的联盟（见图5.2）。以这种方式来看的话，总的员工人数实际上可能是增长了的。

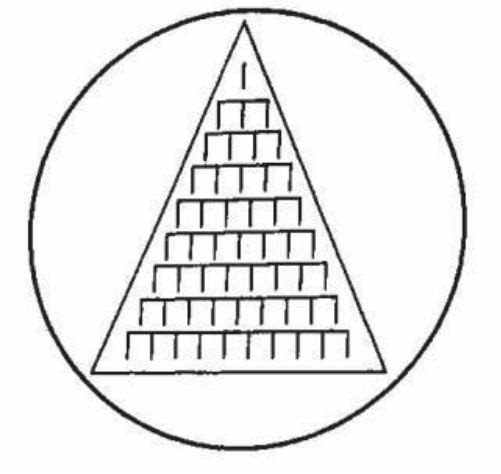


图5.1 繁复的层级结构

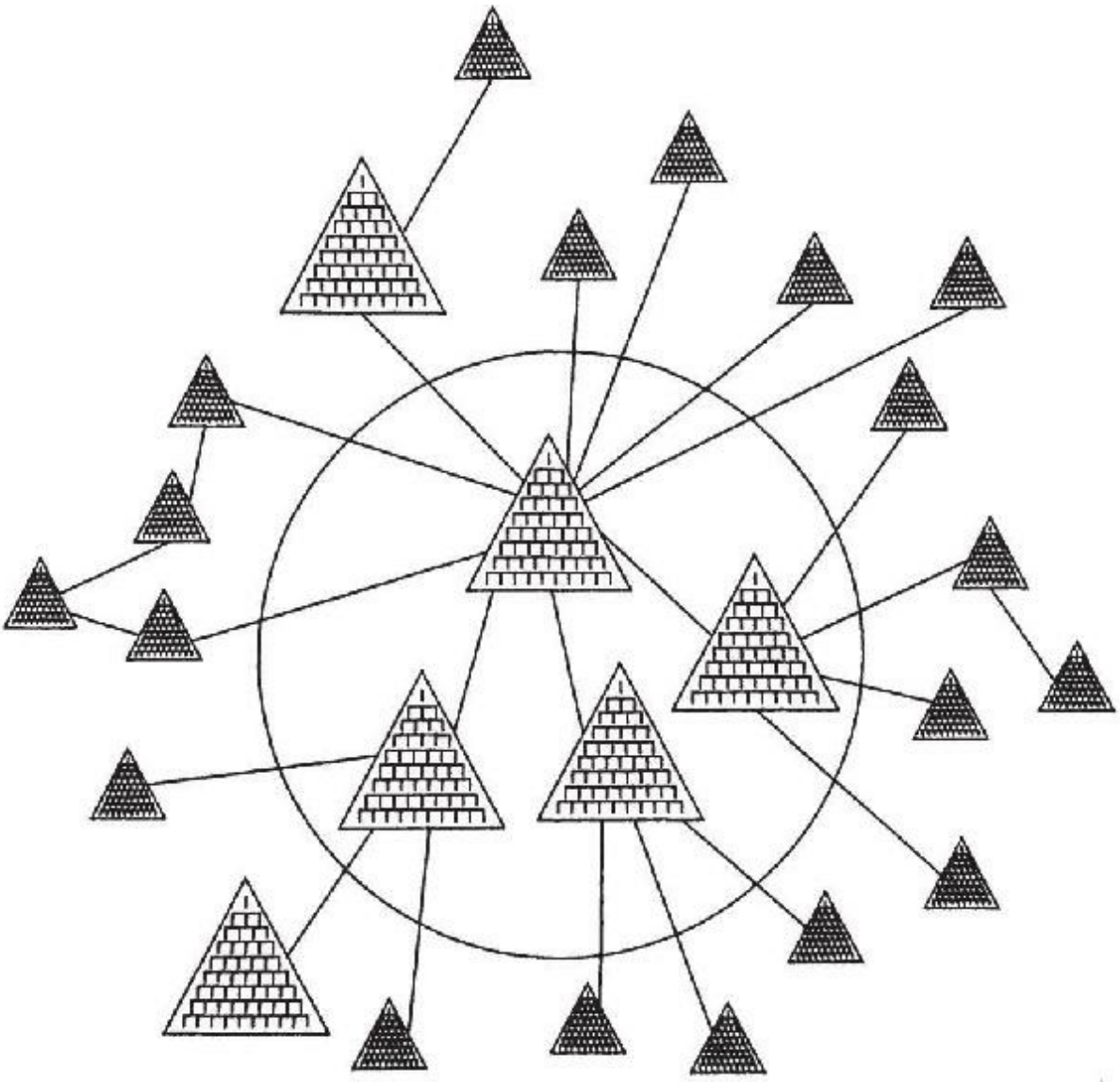


图5.2 灵活的网络结构

很长一段时间以来，我们都被教育，企业应当被视为等级繁多、僵化、有大量全职员工的组织，但这样的结构让它难以消化今天正在发生的一切。[4] 有些作者会争辩说，等级最终会彻底消失。但这极其不可能。相反，金字塔仍旧会存在，但它们可以高效地执行重复的任务[5]。不过在竞争更激烈、变化更快的世界里，等级需要变得更简单，以及不那么固化。人们将会通过合同，以及多种多样的共识被连接在一起。过去关于企业边界在哪儿的传统认知也将会变得不那么相关[6]。这一

切都是被第三经济阶段更灵活、在支出上更有竞争力和更有创意的竞争需求所驱动的。[7]

因此，这样的变化让很多人感到恐慌——繁复的等级消失了，和它一起消失的还有舒适的生活方式。他们通常没能看见的是，灵活的网络能够提供巨大的、有激励价值的和能赚钱的可能性——尤其是对创业者、领导者、财务交易撮合者和顾问们来说。

*

过去精英院校MBA的就职趋势从来没有像现如今向咨询行业转移的浪潮一样，引发这么多的讨论，或者说引发这么多的批判。到1977年为止，只有大概15%的哈佛毕业生选择在这个行业就职。到1990年，这个数字上涨到了26%。[8] 由于咨询行业的入行工资比其他行业要高15% ~20%，批评者认为这些统计数字表明了一个令人忧虑的趋势：MBA毕业生倾向于拒绝有难度但重要的工作，而选择赚快钱。基本上没有人否认这样的趋势，有些人也表达了早期咨询生涯并没有那么糟糕的观点，因为它能够帮助从业者偿还学生贷款，并最终帮助社会把毕业生输送到大客户公司的高层、全职职位上。虽然这些论点都有一定的正确性，但也都遗漏了不少关键点。尤其是这样的思路忽略了加入咨询公司的浪潮和企业架构从层级组织转换到网络结构的变化之间的关系。

1974届哈佛商学院MBA毕业生在咨询公司任职的比例并没有随着时间的推移而下降，还略微上升了。1974年的春天，这些毕业生中大约有8.5%的人接受了咨询公司的工作。1992年，他们当中有10%的人在咨询公司工作。对这些人来说，钱无疑是重要的，但这并不是他们选择这样的职业路径的核心原因。尽管那些从哈佛商学院毕业就直接选择了咨询职业的人刚开始拥有相较于他们的同侪更优越的工资，到了1992年，这些顾问实际上比他们的同学赚的还要稍微少一点。[9]

那么为什么在今天，每10个人中就有一个人在咨询行业？部分是因为这个领域被视为提供了一条不用通过在官僚化和政治化的层级中苦苦

打拼就能晋升到企业管理岗位的路径。另外，咨询行业也被视为通向创业之路的有效跳板。哈佛商学院1993届的学生为这两个观点都提供了一些验证。在毕业的时候被问到他们在接下来的10年期望做什么时，已经接受了咨询工作的人中，只有不到1/5的人表示“会继续做咨询工作”。[10]

这个行业受欢迎的原因也和这份工作的本质有关。来自1974届哈佛商学院MBA毕业生中的顾问们，不再选择在大的、官僚化的组织里工作。他们当中有不少人选择了做自由职业者，因此他们也就没有老板了。他们的工作中有很大的脑力输出部分，这对受过良好教育的人来说，吸引力是很大的。这样的工作可以非常有挑战性，也因此能够帮助人成长。这种工作的重点通常也非常令人激动，因为它看起来很重要。这些顾问中的大多数人，在大多数时候，都不是在处理一些微不足道的事情。相反，他们被邀请去帮助组织变得更有竞争力以便更好地生存、繁荣。而且通常来说，他们的客户都是大企业。

来自哈佛商学院1974届MBA毕业生中的顾问，被聘请帮助大制造业企业分析他们如何赚钱和为何赔钱；顾问被雇用来定位企业的强项和企业的弱点；顾问们分析竞争者、分析新的市场机会、潜在的收购及战略方案；顾问们被邀请来帮助公司重新思考他们的市场、生产、研发、财务和人力资源政策；顾问们和企业内的员工一起合作再造工作流程，减少管理层级，创造更多更自治和更关注市场的业务团队，并帮助企业改变企业文化；等等。

在过去的20年里，人们对这种工作的需求迅速增长，而且看起来和全球竞争压力的提升直接相关。在第三经济阶段，这些压力爆发了。然后在这个过程中，企业中产生了巨大的变革需求，尤其是大企业。这些对变革的需求——很大程度上可以被描述为从繁复的层级转向灵活网络结构的需求——也带来了管理咨询行业的巨大发展[11]。

顾问们所做的大多数工作都可以由企业的常规员工来完成。实际上，顾问们的工作方式经常是将自己视为特殊的内部员工群组。企业经

常以网络组织的方式使用这些外部人员的原因至少有4个。第一，外部人员通常都更客观，也更少被强大但目光短浅的企业文化所阻拦。第二，他们可以看到内部人才所无法注意到的事实。第三，外部人员也更能承担全职员工所不能承受的坏消息。作为一个顾问被炒鱿鱼的结果和作为一个全职员工被炒鱿鱼的结果完全不一样。第四，外部人员也更擅长做对内部人员而言在经济上完全不可能做的一些事情——除非企业能够雇用大量的职员。但现在即便对最大的企业来说，雇用大量的企业职员也是难以负担的成本。而且，能做优秀顾问的人，通常不喜欢在大组织中做全职员工。大公司试图在企业内部建立精英咨询团队的努力通常都会以失败告终。 [12]

所有咨询尝试的有效性不太可能被评估。这个行业的批评者指出，尽管美国企业比日本企业聘用了更多的咨询顾问，但后者似乎仍然在获得胜利。对这种想法的认同可以在大多数大型美国企业中被找到——这些咨询顾问赚了大量佣金但看起来并没有产生多少效果的故事在企业中广为流传。然而，正如1974届哈佛商学院MBA毕业生中的咨询顾问们迅速指出的那样，他们是按合同或按天出售他们的服务的。不好的表现所受到的惩罚就是缺少回头客，或是下降的声誉。他们说，如果他们的产出不佳，市场会减少他们的收入，或者减少从业者的人数。但市场没有做出这样的反应。因此，这些批评在很大程度上是不公平的。对于真正相信市场的人来说，顾问们的观点是有说服力的。但这些争议一直在持续，因为不是每一个人都真的相信市场功效。

尽管顾问们有着不少批评者，他们也有许多支持者。这些人购买他们的服务，而且偶尔给这些顾问提供全职工作的邀约。以这种形式，MBA们直接成为大企业的管理人员，而不用一点点地在繁复、官僚化的阶梯中晋升。对于一些固执、任性的人来说，绕过内部的晋升过程或许是他们今天在大公司获得管理职位的唯一可能性。

*

克莱德·高尔文（Clyde Galvin）出生于1950年，成长于亚利桑那

州，在耶鲁大学读的本科，随后到哈佛大学读MBA。他在研究生期间表现良好，而且在他的同学间有不错的口碑，同学们普遍认为高尔文是一个理性、善于表达且具有老练分析能力的人。“我认为他在我们中间拿到了最好的成绩。”他的一个同学明确地表达了对他的欣赏。另外一个同学说得相对客观一些：“教授们非常喜欢他。但从我个人角度来说，我厌倦了听他夸夸其谈。”

毕业的时候，高尔文被要求到华盛顿参加一个两年的项目。随后他加入了波士顿咨询公司（BCG），当时那还是一个很小的、年轻的企业（见下文的履历）。在过去的20年里，高尔文经手了上百个项目，有些项目持续了好几年。他也帮BCG扩大了它的规模，提升了它的声誉，完成了从创始CEO到第二代领导者的转变，还开发了一些新的理念和工具。

在1992年的访谈中，高尔文谈到了他对帮大公司最高管理层处理重大问题时的激情，尤其是在他从事咨询行业的第一个10年里。“有一些工作从智力上来说是非常有挑战性的。我喜欢和非常聪明的头脑紧密合作、一起处理困难问题的工作方式。我特别享受通过大量的团队互动，共同想出超出人们预期的解决方案。”在许多案例中，高尔文为同一家公司处理过多个项目，也因此和高级管理层非常熟悉。“我曾和一个公司一起工作了10年。我感觉我似乎对这家公司产生了很大的影响，这种感觉让人颇有满足感。在另一个案例中，我非常肯定，要不是我的同事们帮助最高管理层做出种种改变，这家公司恐怕已经无法继续运营了。今天，这家公司的全职员工减少了，不同的业务组合也让它更加偏于外部导向，它的产能也显著提升了。能够成为这个过程中的一员，也让我得到了极大的满足感。”

高尔文今天赚的比他们班的同学的平均收入（大约每年50万美元）高出不少。虽然有点不情愿，他也承认，在一个知名的咨询公司工作并不总是充满了魅力和大把钞票的。他的同学彼得·法伊弗（Peter Pfeifer）要更直接一些。“当我在大制造业企业工作了10年后，我加入了

一家头部咨询公司，当时我并不知道将会遇到什么。后来我的工作开展得十分顺利，但当时的工作也经常让人崩溃。我的胃经常在我找到客户或开始新咨询项目的时候感到不适。即便是今天，尽管我已经证明了自己，我还是经常觉得我的职业生涯就像是专业垒球运动员的职业生涯一样。只要我的平均击打成绩很高，我就会持续成功。但一旦我的平均成绩下降了，我可能很快就会被送到下级联盟了。当然，这是一个公平的市场环境，但它也非常达尔文主义，需要你投入大量的努力和专注来保持成功。在我工作的第一个10年里，作为大公司的经理，我的工作和生活相对比较平衡。在过去的10年里，我能花在工作以外的时间越来越少了。有时候，我感觉我只有在退休以后才可能找到休息的机会。这并不是我离开学校的时候所预期的。”

克莱德·高尔文

职业经历

波士顿咨询公司 马萨诸塞州，波士顿

◎ 副总裁和实践区域领导者（1990—1993年）

◎ 副总裁（1982—1990年）

◎ 经理（1979—1982年）

◎ 高级顾问（1978年）

◎ 顾问（1976—1977年）

国防部，副国务卿办公室 华盛顿特区

◎ 助理官员及研究分析师

教育经历

哈佛商学院 马萨诸塞州，波士顿

MBA，优等成绩毕业（1974年）

耶鲁大学 康涅狄格州，纽黑文

物理学学士

个人经历

背景： 出生于1950年，在明尼苏达州和芝加哥长大。家里4个孩子中最大的一个，父亲是一家大型广告公司的经理，母亲在家庭之外并没有工作

婚姻状态： 分居，有两个孩子

语录

“早在1975年，我加入咨询公司之前，我很清楚我不想在大官僚体系中工作。我经历了几年那样的生活，所以我知道那是什么样的日子。我还挺清楚大多数企业的工作，以及一部分所谓的职业工作，比如说银行家必须和大官僚体系打交道，还有卷入其中的大量毫无意义的事情、卑躬屈节和惰性。”（1983年）

特雷弗·詹姆斯也觉得作为一个顾问，他工作过度了——虽然现在比10年前要好很多。詹姆斯一毕业就立刻进入了一家咨询公司。然后在20世纪80年代早期，他和他的领导之间产生了一系列的矛盾。“他和人们玩各种各样的花招。当他旅行的时候，他会一大早给某个人打电话，告诉他们，他会在下午6点打回来。这是他用来保证你下午6点还在办公室的机制。然后，当然，不到下午6点半他都不会打过来。这就像是一个笑话，但它一点儿都不好笑。”1982年，詹姆斯离开了，并建立了他自己的私人企业。他十分擅长该行业的业务，因此今天他在这个行业也比较有名气。他的业务主要关注企业在变化越来越快的商业环境中，需要做出的重要战略选择（见第三章的履历）。作为自己的老板，詹姆斯

对他自己的日程有了更好的控制，因此也能更好地响应家庭的需求。自由职业的这项特点，今天看起来对许多人都很有吸引力。

*

当安东尼·德科利纳（Anthony Decolina）离开哈佛大学的时候，他也加入了一家咨询公司。两年以后，他接受了来自一个客户的职位邀请，这个客户是一家小型的短期项目外包公司。德科利纳开始担任这家企业的执行副总裁和总经理。他最终成了这家公司的总裁、CEO和部分所有者。德科利纳从一个非常有声望的行业到一个不怎么有声望的行业的转换，超乎想象地成功。

这个短期项目外包生意在过去的20年发展得非常好。1982—1990年，短期雇用在美国的增长是长期业务的10倍。[13] 这个增长直接和机构组织从繁复层级到灵活网络的转变相关。在竞争更为激烈的行业里，美国企业被迫削减他们的固定支出。企业削减支出的其中一个方式，就是把人员需求减到最小，而在季节性业务高峰期使用短期外包。支出随之降低，企业层级变得更少，然后企业的边界就变得不那么清晰了。德科利纳的组织提供了非常成功的短期外包服务，也因此，德科利纳比他班上后来做了咨询顾问的那些同学赚了更多的钱。

约翰·纳利（John Nully）也做了类似的事情，只是他的“短期外包”人员是具有高超技能的律师。在过去的20年，许多大公司的法务部门都被裁掉了，而他们的业务则被转移到了擅长商业服务的律师事务所。纳利从这个趋势中受益不少。同样的企业有不少还选择外包了与员工福利、企业出行、产品设计、会计和数据处理相关的业务。[14]

加勒特·摩根（Garrett Morgan）离开哈佛大学后，在一家美国大型制造业企业工作了六年半。在3个不同的国家做了6份不同的工作之后，他在1980年离开了大公司体系，并创办了自己的公司，然后开始向海外售卖特定类型的美国电视节目（见下文的履历）。在越来越全球化的经济体系中，美国节目的市场正在扩张。摩根的小公司帮助连接了美国的

创作者和海外的客户。在将他作为一个员工在大公司任职的生涯和作为一个大机构的小供应商、经销商的日子做对比时，摩根说：“我在企业里的工作在今天看来都是无用的官僚主义。做预算、财务控制、开管理会议，以及各种各样的事情。我并不觉得当时做的事情对构建任何可以留存下来的东西有任何贡献。我自己的公司现在10岁了，它以独特的产品服务了成千上万的客户。这里有我的骄傲。”

摩根有大约5%的同学今天也在以经销商的身份活动，大多数是为大企业做代理。他们帮着将化学物品、钢铁、电视、家电、珠宝，以及其他各种各样的东西，从厂商那儿送到消费者手中。在大多数情况下，他们和厂商合作得非常紧密，几乎就像是大企业的小部门一样。在另外一些情况下，他们提供的服务曾经是由生产商自己提供的。今天，规模较大的企业依赖外部的经销商来获得新的全球市场，或者为他们的顾客提供专业化的服务。这样的安排很大程度上体现了灵活的网络组织的核心精神。

加勒特·摩根

职业经历

国际电视公司 伦敦（1981—1993年）

◎ 创始人和所有者

巴托克制造工业 美国纽约，美国亚特兰大，巴西，伦敦（1974—1980年）

◎ 欧洲财务总监，塑料部门（1979—1980年）

◎ 巴西特别项目（1978年）

◎ 总裁助理（1977年）

◎ 财务运营经理（1976年）

◎ 产品策划经理（1975年）

◎ 包装部门财务分析师（1974年）

教育经历

哈佛商学院（1972—1974年）

MBA

纽约大学（1970—1972年）

商业及公共管理学士学位

布鲁克林社区学院（1968—1970年）

应用科学副学士

个人经历

背景： 出生于1946年，在德国和纽约长大，家里3个孩子中最小的一个，父亲是个小提琴家，母亲是个钢琴家

婚姻状态： 1990年与海伦·伯克结婚（第二次婚姻），育有3个孩子
简单地描述一下你认为10年以后你的理想生活场景：“如果我继续公司生活，我将会在康涅狄格州拥有一栋不错的房子，有一两个孩子，每年大概赚6万美元（以今天的购买力计算），然后我将很接近副总裁的位置。如果我自己做点生意，我将会像狗一样拼命工作，银行里有上百万美元，有两个离了婚的前妻，然后看起来像65岁一样。如果你觉得这听起来并不是很理想，那就是我还在工作的原因。”（1979年）

凯尔·罗宾斯（Kyle Robbins）读完书以后，开始为惠普公司工作。从1983年开始，他陆续受雇于小型高科技公司。这些企业发明、制作并销售只卖给大型半导体制造商的仪器。这些大公司依赖于小制造商，因

为后者通常都更有创造力，且能更快地展开变革。以这种方式，罗宾斯仍然高度参与着大企业的业务，只是现在他的大本营是一个只有120名员工的企业。

1974年，玛莎·彭宁斯（Martha Pennings）加入了一家商业银行，并在这里成为一名服务于大型和中型企业的银行职员。1979年，她创建了她自己的企业。工作内容和任职企业的转变有时候十分具有挑战性，但这些变化帮助了她成长，并实现了她想要的那种工作模式。今天，彭宁斯和想要融资、评估收购标的和收购或出售业务的企业一起紧密合作。就像她在投资银行里的同事一样，她也在帮助企业重构业务，这样它们才能更好地在第三经济阶段里参与竞争。但她是作为一个仅有不到20个员工的企业的成员来完成这些任务的（见下文的履历）。

菲尔·克罗宁（Phil Cronin）离开研究生院以后加入了一家中等规模的地产开发商。1980年，他去了一家业务类似但规模小一些的公司。今天，他的工作是为不同规模的企业提供办公场地。他的一些租客曾经拥有他们自己的办公室，但现在他们并不想和地产资产捆绑在一起，因此他们选择租赁空间。克罗宁的同学中有2%~3%的人在其他大都会地区做类似的事情。

玛莎·彭宁斯

职业经历

霍德斯金-彭宁斯公司（投资银行）康涅狄格州，斯坦福

◎ 联合创始人及总裁（1981—1993年）

沃尔特斯证券 康涅狄格州，格林尼治

◎ 初级合伙人及管理总经理（1979—1981年）

马萨诸塞银行 马萨诸塞州，波士顿

◎ 副总裁（1978年）

◎ 商业银行职员（1977年）

◎ 贷款助理（1976—1977年）

◎ 管理培训生（1974—1975年）

教育经历

哈佛商学院 马萨诸塞州，波士顿

MBA（1974年）

韦尔斯利学院 马萨诸塞州，韦尔斯利

应用数学及生物学学士（1969年）

个人经历

背景： 1947年出生，成长于明尼苏达州和巴黎，家里6个孩子中的第二个，父亲（比利时人）是一位化工教授，母亲直到结婚前都是一位细菌学家

婚姻状态： 1971年与理查德·彭宁斯（拥有自己的工程生意）结婚，有两个孩子

你为什么选择离开马萨诸塞银行？ “基本上是因为我想要独立和自给自足。我想要建立我自己的事业。我在马萨诸塞银行也到了一个时间点——我学到了很多，但是随着时间的推移，能学到的东西越来越少的时间点。我看到了一个机会，于是就选择了改变。”（1983年）

1974届哈佛商学院MBA毕业生中，这样的故事一次又一次地重复发生着。他们或许名义上是在为小企业工作，但实际上他们也在很大程度上卷入了大企业的运营。他们的履历告诉我们，他们选择了抛弃大型

组织，尤其是大型的制造业企业，但实际上他们并没有离开。他们作为顾问、经销商、财务顾问、房东，以及通过各种各样其他的身份，继续为这些大组织服务着。在第三经济阶段的环境里，他们在公司外部经常比在内部赚到了多得多的钱。而他们中的大多数人完全肯定，他们在企业外部会比在内部更有用。一个典型的评价是：“在过去的10年中，我认为我帮助一个知名的大型制造业企业改善了不少业务。这家企业内部的经理们是这么说的。但我不敢想象，如果我是其中的管理人员会是什么样的。那些限制、办公室政治会把我逼疯的，并让我变得相对低效。而作为外人，我能够说和做对内部人而言不可能的事情——　即便是他们的CEO也做不到。或许有一天这一切会改变。我敢肯定，现在在那里工作要比10年前好多了。但这样的企业始终都还是有它自己的运营法则的。”

他们并没有抛弃大公司，但他们把一些东西抛诸脑后了——高不可攀的命令和管理层级，以及常见的对服从的强调。1974届哈佛商学院的MBA毕业生们，尤其是他们中最成功的那些成员，不怎么处理将他们和另一群相对同质化的人连接在一起的上下级关系，而是更多地处理那些连接了更多样化人群的横向关系。从这种意义上来说，他们给许多人提供了有关未来的预告：一个有着更少层级和管理的未来，将会有更市场化的关系，更多样化的参与者，个体之间会有更多的协商和对领导力更大的需求。

新规则4

巨大而内向化的层级在快速变化且竞争激烈的环境中表现得非常糟糕。因此，所有地方的大组织都被迫精简，以减少官僚主义，更贴近顾客和供应商。这个趋势提供了绝佳的机会——给小型经销商、供应商的机会，对商业顾问更是如此。

[1] 新的结构形式被赋予了各种各样的名字。举例来说，汉迪将它们称为三叶草组织和联邦制组织。（参见*The Age of Unreason* , Boston: Harvard Business School Press, 1990。）所有这些名称所指代的含义在一些方面具有共性：（1）他们更具有去中心化的特点；（2）阶层更低；（3）更关注外部市场；（4）跨企业边界的关系有时候比企业内的关系更强或更重要。——作者注

[2] 可参见，如 *Networks and Organizations: Structure, Form and Action* , edited by Nitin Nohria and Robert G.Eccles. Boston, Mass.:HBS Press, 1992。

[3] 从繁复的等级制度向更灵活的网络制度的变化过程，越来越多地是在“再造工程”的概念指导下完成的。（参见Mike Hammer and Jim Champy, *Re-engineering the Corporation* , New York: Harper Business, 1993。）在20世纪80年代，大部分这样的工作是在“质量”的概念引导下完成的。——作者注

[4] 我在1985年出版的《权力与影响：超越正式权威》一书中详细地讨论了这一点。纽约：自由出版社。

[5] 20世纪30年代的社会科学研究已经一而再地发现，在特定情况下，等级也可以非常有效率。层级在更常规和更重复的任务中运行得较好，但在较新或奇特的环境下运行得就没那么好了。——作者注

[6] 这个想法最极端的版本经常被用于和通用电气的首席执行官杰克·韦尔奇（Jack Welch）联系在一起，叫作“没有边界的企业”。在这里，信息和人轻易就能在职能、部门、国家甚至企业之间流动。（对于公司边界点的讨论，参见Joseph L. Badaracco,Jr. , *The Knowledge Link,* Boston: HBS Press, 1991。）——作者注

[7] 在过去10年的许多报告中都可以找到支持这种广泛概括的证据。此如可参见我的两本书：*The General Managers* （New Youk:Free Press,1982）and *Power and Influence:Beyond Formal Authority* （New Youk:The Free Press,1985）。

[8] 就业统计是基于哈佛商学院职业发展办公室发放给毕业生的调查问卷。

[9] 咨询行业的薪资在1992年下降了，一定程度上是因为有些人在无业或固定工作的窗口期，借助独立咨询的工作作为临时的职业。——作者注

[10] 约占同届20%的人填写了问卷。资料来源：哈佛商学院就业办公室。

[11] 咨询行业在整个北美，从1970年大概10亿美元收入的规模，增长到1991年145亿美元的规模。（资料来源：*Consultants News* , September, 1992, Kennedy Publications, Fitzwilliam, NH, Page 1。）——作者注

[12] 我本人就看过至少十几次这样的努力。只有一次成功了。——作者注

[13] 参见“Workers Are Forced to Take More Jobs with Few Benefits,”by Clare Ansberry, *Wall Street Journal* , March 11, 1993, Page 1。

[14] 参见*The Business Week* cover story from the April 12, 1993 edi-tion, Pages 58–65。

第6章
新规则5：领导力优于管理

管理是使得繁复的层级得以维持运作的核心任务，但在灵活网络中，流程就变得不那么重要了——尤其是和领导力、谈判/达成交易的能力相比。对于创造、发展、改变，或者中止企业网络中更小和更不稳定的业务单元而言，领导力是必要的。而对帮助组织提升交易量，或者提升与其他跨业务单元之间的关系，达成交易的能力则至关重要。管理人员仍然需要了解如何管理，但没有领导力和其他谈判技能，他们的职业发展受到的限制就会越来越明显。大多数1974届哈佛商学院MBA毕业生，以及很多像他们一样的成功人士，其实并没有意识到这个非常重要的变化。

*

1987年和1988年这两年，我访谈了在过去5~10年的20个在经济上非常成功的顶级高层管理人员。[1] 在我问的所有问题里面，有这么两个：（1）你认为谁曾在自己的岗位上有非常优秀的管理表现——无论他或她负责什么业务，并请尽可能详细地描述这个人做了什么可能让出色的管理表现增色的事情。（2）你认为谁在为他或她身边的人提供有效领导力的方面有绝对优秀的表现，并再一次尽可能详细地描述这个人做了什么提升他或她杰出领导力的事情。我从这群非常值得信赖的访谈者那儿收集了200个有关卓越管理及卓越领导力的故事，然后将收集到的这200个故事放在一起，开始探寻其中的共性。正如你可能预见的那样，我们记录下来的许多故事都是基于特定的时机、地点和个人的。不过这些管理故事和领导力故事中，确实有一些反复出现的主题，且是迥然不同的两种故事。

杰出的经理人一般都被形容为在计划和预算方面非常有原则的人。他们会花时间去探究什么样的操作由谁来执行，以及什么样的成本可能达成哪些不同的结果。通常他们也能系统性地维持能够实现这些计划的组织。他们有能力选择优秀的人才，训练这些人才，让正确的人去做正确的工作，与各方详细沟通计划，并知人善任。在大家的描述中，他们也在监控、对比组织的成果与计划，发现异常情况，并将所有的行动带回正轨方面很有一套。因而，杰出的经理人通常在如何让组织的各部分按设计成的状态运营方面相当成功——譬如保证质量，及时且在不超出预算的情况下生产特定产品或提供某种服务。

杰出的领导者被形容为能够保证组织有清晰、合理方向的人，他们通常会帮助企业制定未来的愿景和能够实现这个愿景的策略。在描述中，领导者们通常会广泛与各个相关方沟通他们认定的方向，并保证所有相关方都能理解这个方向，且认可这是正确的方向。优秀的领导者也经常被描述为擅长鼓舞或激励他人的人，以便在通往目标的进程中遇到重大问题的时候，大家有足够的能力渡过难关。这样的领导者被描述为创造变革的人——他们能发展新的组织和业务，并帮助原有的业务适应发生了变化的商业环境（见表6.1）。[2]

在第二经济阶段相对稳定的环境当中，许多企业表现良好，大量经理和管理者相比起领导他人，在管理他人方面花了更多的时间。[3] 当时在许多行业中，需求基本等同于供给，甚至大于供给，成功的关键仅仅是需要企业按时、按预算出货而已。但在第三经济阶段这样一个竞争更激烈，变化更快的环境里，情况不再是这样了。一些行业已经出现了供过于求的情况；在另一些行业里，人们购买的商品不断在变。而在这两种情况下，仅仅将过去做过的事情做好，已经不再奏效了。现在，一个组织如果想要成功，它需要降低开销，提高质量，研发新的产品，并能够快速变化。能够带来有效变化的能力对成功而言越来越关键。而这样的变化，则需要领导力。

最成功应对了1973年后经济环境的组织，大多已经从繁复的管理层

级转向了看起来更为灵活的网络结构。[4] 作为这项变化中的一部分，这些企业将管理职能赋予了较低层级的人员，并要求中层及高层管理者花更多的时间提供他们的领导力。[5] 认为企业中仅有小部分人该尝试担当领导者的想法正在逐渐失去市场。

表6.1 管理与领导

	管理	领导
创建议程	计划和预算——设立目标，并为达成此目标确定详细的步骤和日程安排，分配所需资源	确定方向——确立一个愿景，通常是对遥远未来的展望，并为实现这个愿景制定相应的变革策略
组建人力网络来实现此议程	组织和人员配备——为达成目标，需要建立合理的组织并为其配备适合的人才，告知他们实施此计划的责任与权力，向他们提供政策、程序上的帮助，并建立监测系统来监督其执行情况	联合群众——通过言语和行动向所有可能需要合作的人传达我们的方向，从而形成一个能够理解此愿景与策略并且为之奋斗的联盟
具体执行	控制和解决问题——详细地监测实际结果与计划，找出其中的偏差点，然后制订计划并组织人力物力来解决这个问题	激励与鼓舞——通过满足人类最基本的但仍常常得不到满足的需求，来激励人们克服主要障碍去变革
成果	产生一定程度上的可预测性和规则，并具有持续产出各种利益相关者所预期的关键性成果的潜力（例如，面对客户要守时，面面对股东要保证结果在预算之内。）	产生变化，通常是令人激动的大变化，并且拥有产生极其有用的变化的潜力（例如，客户需要的新产品、能够帮助公司提高竞争力的劳工关系新方案。）

在这个新的经济环境中，以及在网状的组织形态里，没有领导力的管理者遇到了越来越多的问题。如果他们共事的其他人也并非领导者，

除非他们的企业受到了特定的保护，不然一般都会表现得十分糟糕。[6] 如果他们所共事的其他人是领导者，那么无法领导他人的这些人就会逐渐在晋升中被跳过。这个模式可以轻易地在哈佛商学院1974届MBA的经历中被识别出来。那些有管理能力但没有领导能力的人，通常停留在层级较低的位置上，赚得更少，且相比他们的同学，他们更多地在发展较缓慢的企业中工作。[7]

*

萨米·卢多夫（Sammy Ludorff）不是一个天生具有领袖气质的人，不过他确实有一些特别的魅力。虽然卢多夫体重超标，且有一衣柜和时尚背道而驰的衣服，在过去的20年，他却比他大多数同学在提供领导力方面表现得更加出色。他的这项能力在他1982年换了工作之后变得尤为突出。当时，卢多夫加入了一家名为卡尔马切特工业的企业。这家企业当时的总销售额为2.5亿美元，被分成3个业务部门。卢多夫的工作是领导这3个部门中最小的一个，基本上等同于4间（以1981年的价值来说）流水大约为4 000万美元的工厂和300名员工。这份工作的基本工资比他上一份工作低10%，但通过谈判，他拿到了不少奖金和股权。如果部门表现能够显著提升的话，这些额外的奖励提供了让他能大赚一笔的可能性。

卢多夫在卡尔马切特工业的最初3个月将时间都花在了和各种人的谈话上：先是他的经理们，然后是其他员工，接着是顾客，最后还有供应商。他利用这些会面和各种人建立了融洽的关系，听取他们对于公司的意见，然后评估有哪些人他可以与之共事。经过了多轮讨论后，他把公司管理层级职权最高的10名经理带到了当地一家酒店的宴会厅里，和他们就部门的未来讨论了两天。“我从所有那些一对一的会面中总结出了我了解到了什么。然后我说，我希望和他们就我们希望将公司带到什么地方，以及如何将实现这个目标，得出更清晰的共识。讨论一开始进行得十分缓慢——这很正常。他们都还有一点忌惮我这么一个读了太多书的外人。但等到两天结束的时候，我们已经可以触碰到一些真正的问

题了。”

这个“未来”会议陆陆续续地延续了几个月。随着卢多夫的威信逐渐提升，他在提出问题和挑战预设方面变得越来越激进。当管理层们聚集到一起，分析不同类型的信息后，他们得出了一些令人惊讶的结论。尽管他们一般都将自己视为制造厂商，他们实际上有50%的收入来自售后服务和公司里的非制造性业务。尽管他们一直都将奥科莱特工业视为其核心竞争对手，最终却发现，最大的竞争威胁实际上来自一家十几年前甚至不在他们行业中的公司。

仅仅是给未来的愿景开个头就花了超过一年的时间开会讨论。在这段时间里，卢多夫只换掉了其中一名经理（“这个可怜的家伙根本就不该被委派到这个位置上”）。他还花了不少精力保证短期结果足够好，以稳固他在集团老板面前的地位。

1983年9月，在卢多夫来到这家企业17个月以后，他精心策划了一个将近100人参加的长达一整天的大会，覆盖他所有的管理层和员工，还有集团办公室中的关键人物、两个董事会成员、重要供应商、客户中的十几名高层人员，以及当地的市长。这个环节既是信息分享，也是“套圈游戏”。卢多夫穿着一身让他的工厂工人们倍感亲切又让他的雅皮士管理者们感到有点儿尴尬的衣服。这么一身打扮的卢多夫和所有的听众们分享了他们关于“未来”的讨论。其他人也分享了他们迄今讨论的结果，以及从中得出的商业战略。会议中展示的有些内容略失精巧，但这些美中不足完全被演讲者们的热情所弥补了。

1984年，他们大大加快了变革的速度。部门中的群组被重组了，一个工厂被重建了，专案小组同时忙着十几个项目，而他们也推出了两倍数量的新产品和新服务。其中一些改革动议遇到了一些核心问题，但他们所获得的成功在数量上远远超过了失败。卢多夫在这个时期的角色，经常在啦啦队队员和救火队队长之间变换。“有几次我害怕改革带来的问题可能实际上会让我们吃不消，”他后来表示，“但无论如何我们扛过来了。”

1984年9月，在启动会议将近一年以后，他们举办了第二次活动，这次活动的参与者有200人。“简直不可思议，”卢多夫在同年稍晚时候的一次访谈中表示，“现场有我将近一半的雇员，包括一些不在管理职位上的老员工——　一些我很肯定这辈子都没有参加过类似会议的人。我们共同庆祝了在过去的一年中取得的成功，然后讨论了未来的计划，讨论我们希望如何成为行业内全球领先的企业。现场有一些经理为这个活动改编了斯普林斯汀的一首老歌。每个人都因为这首歌开怀大笑，它也确实起到了鼓舞人心的作用。这天最后以啤酒和盛大的烧烤活动结束。这真的是一个大活动。”

当1985年变革的速度减缓了一点以后，卢多夫将两个引领关键变革的人提拔到了关键的位置，并从外部聘用了一个高级管理人员。这3个人中的每个人都启动了更多的活动，所有这些活动都被统领在越来越清晰的部门愿景下。1985年8月，当其中一间工厂从行业联盟中获得了一个重要奖项以后，卢多夫找了一个日子，从3点开始给全厂的335名员工放了个假，然后举行了一次庆祝活动。

1986年对整体结果的一次评估显示，在卢多夫来到这家企业4年后，大概有如下成果：营收上涨了100%，达到约8　000万美元；净收入增长了200%；雇员人数从300人增长到了340人；产量提升了超过50%；每年向市场推出的新产品和新服务的数量也增长了一倍。

1992年重新回顾这一切的时候，卢多夫表示：“在我看来，相比起经济上的变化，这其中最大的变化还是人员态度和企业文化上的变化。这家企业过去也并不是不行，它在1982年也并没有陷入什么麻烦，但它也没有任何增长，而且没有增长的原因在于几乎所有人都太安于现状了。他们既没有意识到正在浮出水面的问题，也没有意识到浮现出的机会。他们既没有今天你想要获得好成绩就会有的对未来的憧憬，也没有恐惧。但到1986年，这个组织在这些方面已经非常不一样了。而且这在经济层面，也获得了非常好的回报。”

*

哈佛商学院的神话会让我们误认为，在这些毕业生毕业20周年的时候，他们中的所有人都能为他们的组织提供有效的领导力。但在过去10年里，对MBA项目广泛的批评声则在暗示他们当中几乎没有人真的起到了领导作用，即便有，也仅仅是极少数人。那么这里一个显然很有意思的问题就是：真实情况到底是什么样的呢？萨米·卢多夫是他们当中的一个罕见的例外吗？抑或他的情况就是所有人中的常态呢？

通过观察他们的工作，观察他们自己每年对自己工作的描述，以及他们成就的本质，我可以估算，40%~50%的哈佛商学院1974届MBA毕业生在扮演领导者的角色，同时他们所做的事情至少能获得中等程度的有效性。[8] 没有人会挑战温斯顿·丘吉尔在百科全书中的地位。但至少他们当中10%的人，也就是整个样本群中4%~5%的人，能被评为“优秀”。萨米·卢多夫就在这个组里。另外20%~40%的人可能被评为“非常好”。即便是剩下的50%~70%的人，按最保守的情况来说，也做到了所有伟大的领导者该做的事情：给人们指出前进的方向，唤起人们的投入，并激励人们行动。

在大组织中提供了领导力的哈佛商学院1974届MBA毕业生通常通过提供领导力来唤醒他们暮气沉沉的企业——一个向来都不简单的任务。拉尔夫·奥尔特加斯（Ralph Orteges）从1987年开始在一家西班牙制造业企业工作（见下文的履历）。他的工作任务基本上是专注于帮助他所在企业的部分部门转型，或是出售、关停这些部门，以提高这家企业的竞争力。吉姆·吉布斯（Jim　Gibbs）负责运营一家非常知名的大型美国制造业企业的远东分支。在过去的5年里，他聘用了新的员工班底，并将企业的精力重新聚焦在客户服务、质量和利润增长上。在大量的工作之后，他认为他的组织现在基本上可以被视为同类组织中的全球领军者。海因茨·霍夫曼（Heinz　Hoffman）的后哈佛商学院时代始于咨询行业，而后他又转向了银行业。在过去的4年里，他帮一家德国银行通过全新的战略和组织结构，利用更少的管理者和更小的分支网络，找到了新的业务方向。据霍夫曼说，这可是4年艰难的时光。

霍夫曼、吉布斯、奥尔特加斯，以及他们的不少同学，都在提供领导力，使得企业结构看起来不那么像图5.1中展示的繁复的层级结构，而更像图5.2中展示的灵活网状结构。他们减少管理层级的层数，创造更加自治和更专注于顾客的业务单元，拉近和供应商及分销商的关系，出售业务，减少员工层级，有时候还会购入新的业务，以上述方式和一些其他手段来体现领导力。一般来说，这其中的大量工作都会遇到巨大的阻碍，诸如没有环境适应能力的企业文化，拒绝变革的办公室政治，时间和资源的局限——有时候仅仅是不一定能实现最好操作的不确定性。有的人觉得他们的薪酬和福利并不能真正地弥补他们承受的痛苦和付出的工作时间，但他们的收入本身可不少。霍夫曼、吉布斯和奥尔特加斯在1992年的平均收入是将近40万美元。

拉尔夫·奥尔特加斯

职业经历：

伊瓦拉电子公司 西班牙，马德里（1987—1993年）

◎ 集团副总裁（1990—1992年）

◎ 部门总经理（1989年）

◎ 美国伊瓦拉公司，纽约负责人（1987—1988年）

塞维利亚药品公司 西班牙，马德里（1980—1986年）

◎ 高级副总裁（1983—1986年）

◎ 集团经理（1980—1983年）

克莱姆森化工公司 瑞士，洛桑（1976—1979年）

◎ 市场开发经理（1978—1979年）

◎ 财务规划经理（1977年）

◎ 财务分析师（1976年）

西班牙武装部队（1974—1975年）

◎ 少尉

◎ 空军军官培训课程

教育经历

哈佛商学院（1972—1974年）

MBA

马德里理工学院（1968—1972年）

电子工程学博士

个人经历

背景： 拉尔夫·奥尔特加斯于1945年出生于马德里，他是家中两个小孩中的长子，他的父亲是一名会计师，且在一家纺织公司里担任人事主任，他的母亲拥有中等学校教师资格证

婚姻状况： 于1978年和卡门·伊格莱西亚斯结婚，育有一个孩子

从哈佛商学院毕业后，您遇到过什么必须处理的挑战和问题吗：“从一个非常专业的角度来说，我认为有一个问题——你怀着很大的期待毕业后进入社会，你在学校里被教育去做一名将军，但你可能并没有做将军的个人能力。在最好的情况下，你也得从一个低起点的少尉做起。你不得不去适应那种情况。你必须要尝试着做一个不要太让他人感到被冒犯的将军。”

1974届毕业生中其他那些为大型组织提供领导力的人并没有那么激进地重构他们所在的公司，而是更多地参与到了让灵活网络组织良好运

行的工作中。菲尔·博廷格（Phil Bottinger）自毕业后就受雇于一家知名的电子元件制造厂商。他的任务包括在公司内创造、构建小型的业务单元。1988年和1989年，他帮助搭建达到了世界最先进水平的制造业组织。这个组织在25个月内，从一个创业组织发展到了拥有200名雇员的规模。1990年，他成为一个专注于为某个高度垂直的领域制造特定器材的50人业务分支的总经理。博廷格和像他一样在大公司的人们尝试像小商人或创业者一样工作，以帮助大公司更好地竞争。

哈佛商学院1974届MBA毕业生中，在小组织中提供领导力的人们一般都是通过创立或搭建小公司的方式来实现这一点的。巴里·福曼（Barry Forman）从商学院毕业后创立了不少于4家公司（见下文的履历）。当弗朗西斯·特勒（Francis Teller）1979年协助创立一家投资银行时，它只有5名雇员。今天，这家银行已聘请了超过50名员工。

在大公司和小公司中担任领导职位的人所面临的核心领导力的挑战是不同的。像霍夫曼、吉布斯和奥尔特加斯这样的人，必须经常应对大公司抗拒变革和冲击领导力的企业文化。应对这些文化问题可以称得上是一个现象级的难题。[9] 像弗朗西斯·特勒这样的业务创始人必须应对在有限的资源下白手起家的挑战。在小公司的场景下，一些重大的失误可能导致破产。

提供有效领导力的哈佛商学院1974届MBA毕业生们的形象有时会和我们从电视和好莱坞电影里看到的领导者们的形象保持一致。克雷奇·拉思伯恩（Craig Rathborne）就是一个高大、英俊、有魅力，而且乐于进行自我表达的人。但像萨米·卢多夫一样，大多数MBA毕业生并非那么有领袖魅力。他们提供领导力的方式并不是基于个人的闪光点，更多的是通过将相对深入的业务理解转化为团队共同的愿景，通过竭尽全力让相关人员相信这个愿景，用他们自己的理念和论断激励所有人去行动来体现他们的领导力。这些行动可能看起来并不那么优雅，但这绝对是领导力的体现。

巴里·福曼

职业经历

威尔克咨询公司（油田、金融服务方面）圣地亚哥（1991—1993年）

◎ 董事长

斯莱昂多公司（石油钻孔设备）圣地亚哥（1987—1989年）

◎ 总裁和公司所有者

詹姆斯敦咨询所（环境与医药方面）（1990年）

◎ 副总裁

福曼公司（石油钻孔设备）菲尼克斯（1985—1986年）

◎ 董事长和公司所有者

福曼建筑公司（生产石油钻孔设备）菲尼克斯（1976—1984年）

◎ 董事长和公司所有者

沃克（行走者）集团（从事自动工业方面的顾问）达拉斯（1974—1975年）

◎ 董事长助理

宝洁公司 日内瓦（1971—1972年）

◎ 国际销售团队的销售助理

教育经历

瑞士圣加仑大学（1971年）

经济学硕士

哈佛大学商学院 马萨诸塞州，波士顿（1974年）

MBA

个人经历

背景： 巴里·福曼于1945年出生，在瑞士长大，是家里两个孩子中的次子，父亲曾在瑞士最大的几家公司中的一家任CEO，母亲是家庭主妇婚姻状态：在1986年与他的第二任妻子卡罗琳·斯隆（当时就读于医学院）结婚，有一个孩子

对自己的优缺点给个坦率的评价： “总的来说，我是一个乐观、自信的人。这些性格特征加上我在事业上的野心，使我成了一个意志坚定的人。不过我的欲望和野心也容易让我变得对自己和他人没有耐心。在实现一个目标的过程中，我有时会以自我为中心，忽略了他人的感受和需要。”（1972年）

*

一个有趣的问题是：是什么将拉思伯恩、卢多夫、福曼及其他领导者与他们的其他同学区分开来的？很显然，他们在某些方面的表现是不一样的（见表6.1）。但他们内在的心理状态呢？还有他们的职业路径又有什么不同呢？

考虑到各种关于领导力的说法，你或许会期待我能够找到成百上千个个人或职业上的维度，可以用来区分领导者们，因为他们往往被大众视为“不同寻常的人”。然而，在我量化分析的近500个要素中，那些提供了领导力的人展现出了明显差异的因素不超过12个（见表6.2、表6.3）。

相较于他们的同侪，班级中的领导者们对权力、认可、声望和成长有更强的指向性。他们也更不在乎安全感和休闲时间。在职业发展上，领导者们跳槽比较少，任职过的公司和行业没有那么多。他们也更可能选择一条迈向总经理的职业道路，且更可能被大公司雇用。

但我在表6.2、表6.3中发现的最有趣的一点并不在其中。当我在1990年开始分析1974届哈佛商学院MBA毕业生的相关信息的时候，我满怀期待，希望会发现领导者们可能会在个人特质、背景和职业维度上很容易被甄别出来的特点。但实际上，我发现并不是这样的。这里的启示十分有意思，尤其是从合理预测有哪些人可能会成长为有效领导者的方面来看。

*

另外一个有意思的问题是：萨米·卢多夫和同届的其他人是如何学会成为领导者的？哈佛商学院在其中扮演着什么样的角色？他们的父母和早期生活经验又扮演了什么角色？他们在商学院毕业了之后，又学到了多少东西？

狭义来讲，他们在哪里习得了领导能力的问题的最佳答案是：在工作中。他们在1994年所采取的构筑领导力的措施，在1974年是不可能实现的。当时，他们并没有今日必需的行业垂直知识，没有现在的名望和关系网络，没有对什么能构成良好领导力的深入认知，也没有他们今天所拥有和使用中的一些人际交往的技巧。他们通过在工作中观察其他人是怎么做的，并在不断地尝试和犯错中习得了这些额外的技能。[10] 而他们当中又有许多人是在小企业的商业场景中学会这些技能的，因为大公司通常没有足够的行为榜样或充分的环境支持他们进行习得有效领导力所必需的试验。[11]

而广义来说，关于习得领导力的时期的问题的答案是：在他们到哈佛商学院之前的岁月里。对他们当中的大多数人而言，发展领导力所必需的基本元素在他们青春期之前的日子里就已经具备了。这些元素包括内在的驱动力（因为产生变革通常是艰难的），最低限度的智力水平（因为在复杂的商业环境中构造愿景需要良好的思考能力），没有神经过敏的包袱（这可能会影响信息收集和关系拓展的过程），正直的品德（缺乏这点会招致他人的反感）。[12] 基因的组合、产前的看护、营

养、父母和学校教育都为这些因素打下了基础。

从直接作用来说，MBA项目在通过课程开发领导力潜力的过程中的角色是非常有限的。我们也并没有提供“领导力”的课程。[13] 我们也并没有直接尝试发展培育领导技能。我们在课堂中用到“领导力”这个词的时候，含义复杂且模糊，一般也包括了我们今天称为“管理”和“经营”的部分。

表6.2 1974届的领导者及其他成员

	1974 届的领导者	1974 届其他成员
他们是谁?		
你认为工作中有哪些事情是重要的? *		
个人成长	更高	
职业成长	更高	
权力	更高	
认可	更高	
名望	更高	
现在的收入	没有差异	没有差异
未来的收入	没有差异	没有差异
工作的本质	没有差异	没有差异
自治权力	没有差异	没有差异
安全感		更高
休闲时间		更高

* 调查时间为1985年。

但在其他方面，哈佛大学或许扮演了颇具重要性的角色，这个角色

起始于录取的过程。不像许多学校，本科分数和考试成绩并不是哈佛大学的录取决策中占统治地位的因素。[14] 一些没那么量化的因素——尤其是一些跟领导力潜力相关的因素，被哈佛商学院用以评估1974届MBA的候选人。招生办公室收集了包括申请者们在校时的课外活动和他们的工作经验相关的信息。他们要求申请者就申请问题写出长篇答案，然后通过阅读他们的回复，在他们的成熟度、正直度和自我认知方面找出蛛丝马迹。有条件的情况下，他们还会面试候选者，然后要求他们的领导和老师们提供推荐信。这个过程非常耗时、昂贵，还容易招致批评。[15] 但哈佛商学院的核心人物相信这个流程，这比一个大体上依赖成绩和分数的机制能筛选出更多有领导力潜力的学生。

表6.3

	1974 届的领导者	1974 届其他成员
职业路径		
1974—1992 年工作过的行业	2.2	2.7
1974—1992 年工作过的公司	2.6	3.3
进入到大部分以综合管理为主的工作中	60%	19%
大部分受雇于大雇主	42%	26%

这些人来到波士顿以后，哈佛商学院会接纳他们，并尝试将他们变成更有野心、更自信，且坚信他们可以实现自己野心的人。通过这么一个非常有挑战性的项目，哈佛商学院也让这些MBA学生领悟到，如果遇到了艰难的境遇，艰苦付出，应对沉重的压力，他们就能获得更多的成长。综合了领导力潜力、竞争驱动力、学习意愿，以及第三阶段的经济环境，这些学生接着被推动着，努力尝试发展出他们在工作中想要成功所必需的领导技能。这些因素影响了MBA项目的成员们，使得他们会主动去寻找优秀的行为榜样，并远离那些无法让他们习得领导力的缺

少挑战性职务的企业。因此在漫长的时间里，许多人就发展出了领导能力。这样的流程，或许也帮助他们学会了如何做创业者和小生意的经营者。（在第9章中，我会就此有更多的讨论。）

如果哈佛商学院在课程中更直接地关注领导力（或者企业家精神），他们当中会不会有更多人展现出领导力，或是能够更有效地领导他人？我认为答案是“没错”，尽管我提供不了什么证明。当然，我们可以在他们待在波士顿的两年中，教授他们更多有关领导力的知识。但更重要的是，比起他们的课程中没有对领导力明确的强调，我更担心的是，他们中太多人在离开学校后的第一个5年里，就失去了发展他们自然能力的机会。很多人不得不靠他们自己来搞明白领导力到底是什么，为什么它对大公司CEO以外的其他人同样重要，以及领导力技能在工作中可以怎么发展。当然，这个过程可以通过改变课程来催化。对创业家精神而言，情况大概也是一样的。

今天，我建议每个选择商学院项目的人，都应当仔细研究商学院是如何处理关于领导力的问题的。

新规则5

管理职务中的成功越来越强调领导力，而不仅仅是好的管理能力。即便是在企业的较低层级中，缺乏领导力也会损害企业表现及个人的职业路径。扼杀员工领导力的组织已经无法继续在竞争中取胜了。

---

[1] （在我的另一本书中有详细描述：*A Force for Change: How Leadership Differs from Management* , New York: Free Press, 1990。）

[2] 这些关于领导力的发现与最近报道的其他主要领导力的研究一致。可参见，如*Leaders* by Warren Bennis and Burt Nanis, New York:Harper,1985。

[3] 除了在《变革的力量》中提到的证据，还可参见 *Corporate Cutture and Performance* ,my 1992 book（with Jim Heskett）, New York: Free Press。

[4] 比如说，这形象地形容了在过去的十多年里通用电气（美国最成功的制造业巨擘）身上所发生的事情。——作者注

[5] 关于这种变化和推动这种变化的领导力的一个好例子，参见*Control Your Destiny or Someone Else Will* by Noel Tichy and Stratford Sherman, New York: Doubleday, 1993。

[6] 证据可参见《企业文化与绩效》，尤其是第4章。

[7] 哈佛商学院1974届MBA中，今天仍在扮演管理者角色的人似乎是因两个原因而保持着现在的状态。一些人是因为他们所在企业中的企业文化并不允许个人发挥领导能力；另一些人则是看起来想发挥领导能力，但因为他们自身其他的问题而被阻碍了。——作者注

[8] 这个测算是基于他们每年关于其活动所提供的信息，以及他们1992年所填写的关于他们最大的商业成就问题的回应。如果个人在群组中讨论如何创造愿景或传播愿景，赢得了群组对实现这个愿景的投入，并且鼓励了人们实现高层级的成绩，或有证明显示他们在一组人中带来了有意义的变化，他们都将被视为领导者。——作者注

[9] 参见《企业文化与绩效》。

[10] 我在许多研究中发现了这种在职发展的过程。可参见，如Chapter 3 in *The General Managers* , New York:Free Press,1982。

[11] 在1985年、1986年及1987年所进行的一系列研究中，我发现，大公司的文化往往系统地削弱了他们在行政领导层中所培养的足够的领导力。参见The *Leadership Factor* , New York: Free Press,1988。

[12] 关于这个问题的进一步讨论，可参见Chapter 8 in *A Force for Change* , New York: Free Press,1990。

[13] 当某些高级教员教授必要的商业政策课程时，它可能是一门相对强大的领导力课程。但这不是常见的情况。

[14] 在20世纪80年代中期，哈佛商学院成为美国唯一不需要通过企业管理研究生入学考试（GMAT）的商学院。——作者注

[15] 最常见的批评是，这个流程允许个人偏见影响决策。——作者注

第7章

新规则6：达成交易

斯坦·罗伯茨（Stan　Roberts）喜欢竞争。大概30年前，他曾经希望能进入美国曲棍球联盟。他的运动目标从来没有实现过，但今天罗伯茨还是成了富有且具有影响力的成功人士——作为一家重要的投资银行的总裁（见下文的履历）。

斯坦·罗伯茨

职业经历

布莱克本投资银行 日本，东京（1974—1993年）

◎　董事总经理及远东金融负责人，管理布莱克本亚洲基础设施投资银行的所有员工（1987—1993年）

◎ 董事总经理和合伙人，负责日本商务拓展（1985—1987年）

◎　总裁，负责日本股权及私募业务，为布莱克本最好的客户进行了首次利率互换业务，产生了100万美元的营收（1983—1989年）

◎ 副总裁，管理东京办公室（1980—1983年）

◎　高级经理，和20名其他员工一同创立了东京办公室（1978—1983年）

◎　经理，在伦敦、东京和纽约负责大型能源相关项目（1974—1977年）

教育经历

哈佛商学院 马萨诸塞州，波士顿（1972—1974年）

MBA，第二年获得荣誉成绩

哈佛大学 马萨诸塞州，波士顿（1968—1972年）

电子工程本科荣誉毕业生，曲棍球校队成员

个人经历

背景： 1951年出生，在蒙特利尔附近长大，家里3个孩子中的老二，父亲是家族企业中的工程经理，母亲在家庭以外没有工作

婚姻状况： 1978年与葛洛莉雅·亚伯（在他们的第一个孩子出生前，她在布莱克本担任经理职务），育有4个孩子

兴趣： 壁球、阅读、曲棍球

语录

“我认为我学会了如何让人们向着目标前进，以及什么时候应该敦促他们前进，还有什么时候不该这么做。这是判断力。有时候在我们的业务中，你需要敦促一个人去做你认为对的事情。他可能会有100万个理由告诉你，你为什么不该这么做。而当你在讨论一项大型业务的运营时，做出正确的判断就会非常艰难。基本上你就是将你的判断摆到台面上，然后你的生死就看它了（1983年）。”

罗伯茨出生于1951年，在蒙特利尔附近长大，是家里3个孩子中的老二。他的父亲是一名工程师经理，在罗伯茨叔叔名下的一家小公司工作。罗伯茨学生时代一向表现良好。一些教过他的老师认为唯一会时不时影响他，导致他无法拿到最好成绩的因素，就是他的暴脾气。罗伯茨12岁的时候进入了他父亲和叔叔读过的一所小型加拿大寄宿学校，但在该校的第一晚就因为和新同学打起来而差点被开除。年幼的罗伯茨控诉

那个男孩将台球画记号用的粉笔弄到他的裤子上。他的同学则表示，罗伯茨只是在试图建立“谁是谁”的威名。

罗伯茨在寄宿学校的4年中，时不时就会遇到麻烦，但他讲述这件事的方式，就仿佛这段日子是他人生中最好的时光似的。他在这里交到了许多一辈子的朋友，同时迎来了让他感到非常兴奋的学术和竞技的新水平上的觉醒。从足球场到学术竞赛，再到对他最为重要的冰上曲棍球场，罗伯茨成了一名非常成功的竞争者。在寄宿学校的最后一年里，他甚至被选拔成一名学生长——他描述这是“曾经给予了我更多责任和一些自由权力，让我得以改变一些在最初两年的日子里给我带来过不少麻烦的规则和限制”的位置。

罗伯茨从寄宿学校到大学的转变也十分动荡。“这之前，我这辈子从来没有去过比蒙特利尔更远的地方，因此去波士顿对我来说真的是很特殊的经历。最初的两个月糟糕透了。我什么人都不认识，而那里的风土人情给我带来了冲击感。不过，事情后来慢慢变得好了起来。通过曲棍球，我遇到了不少人。我出乎意料地发现，他们也像我一样感到迷惘。第二年，我决定成为一个职业曲棍球运动员。我几乎放弃了所有的学业任务，然后谢天谢地，因为学校（在反对越南战争中）的罢工抗议我才勉强及格。大三、大四就不一样了。出于对不及格的恐惧，以及遇上了一个远算不上鼓舞人心的曲棍球教练，我决定将职业曲棍球生涯暂且延后。考虑到我几乎完全是靠自己的奖学金和暑期工作在赚学费，我决定最好还是忍耐一下，并踏踏实实地学点什么。”

罗伯茨的决心让他以不错的成绩毕了业，还拿到了一个电子工程的学位。他随后试着申请了斯坦福大学和哈佛大学的商学院——一个他从大三开始就十分专注的目标。他的目的是从中获得分析工具、人脉，以及他认为能够允许他成为管理高层商业领导的准入证明。就像他被选为寄宿学校的学生长一样，能够进入这些商学院就读对罗伯茨来说意味着杰出的成就，也代表着某种证明：“来哈佛商学院的其中一个原因是我的一些本科朋友的态度。作为一个工程师，我和他们只有极少数的课程

重合。这个情况，以及我打曲棍球的事实，和我在一些本科生的社交活动上过分纵情的情况，让他们中的一些人误以为我是一个没什么想法的运动狂。他们的这种想法直到最后都让我很沮丧。所以在回答他们‘你明年准备干什么’的问题时，对他们说‘我明年将要去读哈佛商学院’这点让我获得了极大的愉悦。我从那些不怎么了解我，或者对我有一个运动狂的固化印象的人那里，得到的回应是‘天啊，我从来不知道原来你这么聪明’。我对他们回应的微笑就代表着我告诉这些自大狂，他们可以带着自己偷懒的刻板印象，该去哪儿去哪儿。”

1972年秋季，罗伯茨入读了哈佛商学院，他十分享受这里的日子，并在学术成绩上表现得非常出色。他的哈佛商学院的经历强化了他的一个信念——如果他做得比他的同辈们好，能给他带来巨大的成就感。1973年，他写道：“如果我不能在自我评估中胜过同侪，我就无法获得成就感，无法获得目标，无法获得满足感。”他在一家投资银行找到了暑期工作，然后发现这个行业满足了他的多项需求。毕业后他接受了一家规模稍大一些、更有名望的投资银行的职位，然后（通过一些方式）成功说服了他的雇主给他9个月的假期，以实现一次全球“穷游”。在亚洲，他通过教英语获得旅费；在拉丁美洲，他当过厨师，也做过普通体力工人；在澳大利亚，他卖过二手车。这无疑是相当冒险的旅程了，且对他后来的职业发展有塑造性的影响。“商学院的经历让我为工作和职场做好了严丝合缝的准备。人们总是不停地问：‘你做这件事是要干什么？’好吧，在我的眼里，它就是设定了我总是要做一些我认为对我来说对的事情。但如果你不选择最明显和最标准的选项的话，十有八九你最后反而可能在某个时间点上从中受益。”

在投资银行工作的前三年里，罗伯茨曾经在纽约、东京和伦敦工作。那是一段歇斯底里的经历，但对罗伯茨来说很有教育意义。因为他对这家公司的小远东分公司是如何运营的持批判态度，因此他在1978年作为团队的一员被派到东京建立新业务。他接受了这个机会——即便他有不少朋友警告他，这家公司最终会关掉东京办公室，因为之前试图发展东京办公室的尝试都失败了。

罗伯茨和一个15人的小组一起在远东工作。远离纽约和纽约传统的那套该如何做生意的信念，但同时也不得不面对艰难的商业环境。这个小组的人尝试使用罗伯茨在1981年的访谈中形容为这家企业的核心业务的新模式来开展工作：“开发出能够从世界各地将拥有资本的人和需要资本的人连接到一起的工具。”在第三经济阶段越来越全球化和不安定的环境里，想获得资本以发展业务或想获取资本以推动业务转型的人与日俱增，而能够提供资本的人的数量也在上涨。罗伯茨的业务在撮合交易的环境里蒸蒸日上。“唯一的问题是，我经常感到很孤独。虽然这项业务是一个巨大的挑战，而且非常有意思。我们想出了各种各样的点子，其中有许多点子让在纽约的人认为，我们可能有点疯了。但大多数点子都奏效了。”罗伯茨在公司遇到了他未来的妻子，并和不少客户变得更为亲近，这之后，他的孤独的情绪也逐渐消散了。这些客户关系后来又反过来帮助他的小组获得了更多的生意。

1980年，罗伯茨被提拔成了副总裁。1983年，他又晋升成了总裁。当时，远东业务获得了可观的增长。1982年，罗伯茨又拿到了澳大利亚/新西兰的业务，并开始获得显著的费用收入。1985年，他成了管理董事和合伙人。在这个位置上，他同时帮助管理和领导这个组织，但他最主要的职责仍旧是提供财务服务，以及撮合交易。

在1983年接受访谈的时候，罗伯茨每天会工作非常长的时间。“我决定在我生命中的一段时间里竭尽心力地工作，以获得足够的净值，能保证我未来的生活需求。然后，我想要花大量的时间和我的孩子们在一起，给予他们我所拥有的那种超棒的童年。这可能是白日梦，但我认为我们总需要这样的一些憧憬，尤其是你在凌晨3点还在工作的时候。”

虽然他在他的公司里只拥有一点点股东权益，罗伯茨还是成功积累了相当高的个人净值。在一个全球竞争持续加剧的时代中，许多企业被创立、被重构、被扩张、被购买、被出售，而变化已经成为常态，那些保守且规矩繁多的商业银行通常都在苦苦挣扎。但许多美国投资银行愿意给有才能的人支付高额的工资，并愿意承担风险，成绩就非常突出。

到1994年，罗伯茨已经建立了家庭，并有了4个孩子。他的概况还是非常好的，而他的家庭资产已经超过了2 000万美元。

*

财务导向的交易撮合者在20世纪30年代、40年代、50年代、60年代已经大量存在了，但远没有我们今天所看到的这么多，他们的收入也没有今天这么丰厚。[1] 在当时变化相对缓慢、规范要求更多、更关注美国国内商业的环境下，对这一类型人员的需求和提供的机会相对都较少。而现在，全球化正在改变这一点。

越来越明显的一点是，米兰或大阪的企业开始寻求资金以拓展到世界上的其他地方，他们开始到伦敦和纽约找寻资金。交易员在匹配资金供给方和使用者的过程中，扮演着越来越重要的角色。由于浮动汇率和持续增长的竞争所带来的不稳定性，对金融交易的需求有了长足的增长。这样的交易一般来说都是由交易员所处理的。而在一个大量业务都需要通过重构以提升竞争能力的时代，合并和购买的数量都大幅增加了。[2] 并购是金融交易员的业务中非常重要的部分，全球化提高了想要和其他企业建立联系的企业的数量——尤其是那些想增多与其他国家企业的联系的公司。而交易员经常构造这样的关系。在苏联和其他一些地方，以资本主义替代国有制，则是全球竞争的另一个结果。这同时也创造了走向私有化和重构的巨大浪潮。而这一切也经常是由交易员处理的。

在1974届哈佛商学院的MBA毕业生中，只有一小部分财务交易员是在主要的投资银行中工作的。但他们中的几乎所有人都或多或少地参与到了这些公司所采取的举措中，比如交易、资金管理、并购、杠杆收购（LBO），以及企业财务。他们经常扮演银行家的角色，通过提供资金来帮助这些企业。但他们也经常扮演顾问的角色，通过帮忙卖掉企业的部分业务，帮助他们从繁复的层级结构转向灵活的网络组织。有时候，他们通过灵活的网络组织的形式与这些企业紧密合作，几乎可以相当于内部的企业财务或战略规划人员。和顾问不同，金融交易员们可以

在企业外相对独立地运作，通过股市或债市投资这些企业。有时候，他们和企业之间的关系甚至可能是敌对的，比如，当他们试图强迫企业与其他企业合并，或是强行发起收购的时候。

正如领导者试图创造激励他人的愿景，经理人倾向于在正式管理层级中对工作精益求精，交易员们一般则更关注市场，同时他们也是卓越的谈判者。顾问一般聚焦于项目，创业者一般聚焦于他们的公司，交易员则会通过关注资金交易的方式来看待这个世界。他们的生活就是发起那些能够帮助企业发展、创立、转型或运营得更有效率的交易。同时，因为这些交易一般都会卷入大量资金，就算交易员只能获得其中很小的百分比作为佣金，他们也能变得非常富有。

到1993年，1974届哈佛商学院MBA毕业生中大约有25%的人算是金融交易员。[3] 还有更多人在金融业务或金融行业中，但这部分人一般不扮演交易员的角色，通常他们会提供领导力来构建业务，或者带领企业转型。平均来看，这些交易员比他们的同学的收入更高。1991年，一个典型的交易员的年收入为将近28万美元。剩下75%的人的年收入大概是16万美元。[4] 高收入，以及其他的一些原因，让交易员的职业十分具有争议性——至少比领导者有争议多了。[5]

当然，领导者也不总是被爱戴的。当他们重构业务，且在这个过程中需要裁员的时候，他们就会成为恐惧和愤怒情绪的对象。但好的领导者经常看起来非常在乎他们的跟随者，这样的行为能让人们尊重他们。金融交易员有时候是非常激进且自信的。这种状态达到一定程度后，有时甚至让他们看起来显得非常傲慢和冷漠，而有时候他们看起来似乎只在乎赚钱。对一些人来说，他们赚到的钱与他们做出的贡献相比，完全不成比例。

如果可以选择和交易员或领导者共进晚餐，我想大多数人会选择后者。但在市场里有多个玩家，且有大量不同甚至是敌对冲突的利益相关方卷入的时候，我想多数人恐怕都会希望有个优秀的交易员站在他们这

边——即便他或她表现得十分激进和傲慢。

*

特洛伊·帕克森（Troy Paxon）可能算得上是交易员中的典范了。今天如果把他放在世界上大多数地方的人气比赛中，帕克森估计很难获胜。在一些同学的记忆中，帕克森是一个有些只顾自己，同时在和他人的关系中显得目的性比较强的人。尽管如此，他在某个方面无疑是有卓越天赋的：赚钱。

在帕克森的早年时光中，他住在纽约市。他的父母是一对在布鲁克林做小零售生意的夫妇，而他是家中两个孩子中的长子。中学时期，他也在家族企业中工作。在进入纽约大学前的那个夏天，他靠能言善辩获得了一家总部在美国的贸易企业伦敦分公司的职位。在纽约大学就读期间，他开始做点小生意，卖东西给同学，有时候一天能赚到300美元。当他1972年本科毕业的时候，他选择直接到哈佛商学院就读。

在波士顿过完第一年后的那个夏天，帕克森再次在中学毕业后曾雇用过他的那家贸易企业实习。1974年的夏天，他面试了4家投资银行、6家地产公司，但只拿到了一份聘书——今天他将这归因为年少时的天真和未经打磨所导致的结果。他接受了这份工作，然后于当年6月开始在一家大型地产投资集团担任总裁助理。

1975年，帕克森开始在他的新公司做销售。1976年，他跳槽了，在一家小一点的地产公司做类似的工作。受销售佣金影响，他的工资波动很大，但整体来说，作为一个不到30岁的人，他的收入已经非常高了。到1978年，他每年能挣到超过20万美元。当被问到，他喜欢自己工作的哪一点时，他回答说：“什么都不喜欢，除了完成交易时的激动。”

1980年，帕克森用他自己的钱，加上从另外一个投资者那额外得到的资金，成立了一家交易和资产管理公司。1982年，当他父亲的生意遇到困难的时候，他买下了那家小公司，并在接下来的4年时间里，同时运营两家公司。在每一单业务中，他都持续地、不知疲惫地寻找新的机

会。而在两家公司的业务中，他都成功地找到了机会。

特洛伊·帕克森

职业经历

鲍德里奇集团 新泽西州，纽瓦克（1980—1993年）

◎ 创始人、公司董事合伙人和总裁

佛罗里达州广告公司 新泽西州，纽瓦克（1982—1986年）

◎ 总裁及所有人

琼斯&兰格房地产 新泽西州，特伦顿（1976—1980年）

◎ 副总裁（1980年）

◎ 销售人员（1976—1980年）

瓦格纳房地产集团 马里兰州，巴尔的摩（1974—1975年）

◎ 销售人员（1975年）

◎ 总裁助理（1974年）

教育经历

哈佛大学商学院 马萨诸塞州，波士顿（1972—1974年）

MBA

纽约大学 纽约州，纽约市（1968—1972年）

经济学学士

个人经历

背景： 出生于1946年，在纽约市长大，是家里两个孩子中的老大，父母在布鲁克林区经营一家小型零售企业

婚姻状况： 1980年与利娅·科普朗结婚（妻子不在家之外的地方工作），没有孩子

兴趣： 投资和贸易

语录

“我没有什么脑子。我远远不是哈佛大学最聪明的学生。在我看来，毫无疑问，我是班里的最后一名。但是这并没有阻止我。我只是发现了一些我喜欢做的事情，并且做得非常好。”

在家族生意中，帕克森从新泽西州大西洋城赌博合法化的进程中成功获利。在4年的时间里，帕克森让企业的营收增加了将近400%，然后以一个不错的价格卖掉了这家企业。在他自己的公司中，他为交易和投资发展出了不少新的概念，并基于此融合新出现的电脑技术，成功开发出了新的系统。敏锐的头脑、勤奋的品质、高度集中的专注力，以及持续增长的颇有趣味的交易和投资机会，全都交织在一起，互相融合作用。帕克森从1981年开始雇用额外的人手。到1992年，有9个人为他工作。

1991年，我在帕克森显得有些小而朴素的办公室套间里和他交谈的时候，帕克森每年已经能赚到将近200万美元了。他刚刚结了婚，并且没有孩子。当讨论到他的成功时，帕克森表示：“关键在于：我完全不在乎别人是怎么想的。我愿意承担风险，做一些看起来可能很蠢的事情，并让我自己陷入尴尬的境地。大多数人不会做这种事。我最近打电话给吉姆·罗宾逊（Jim Robinson，时任美国运通CEO），然后告诉他，他处理美国运通卡的方式说明他是个混蛋。我花了一个小时才把电话打到他那儿。我告诉他，他在毁掉一个非凡的企业。其他人也得出了同样

的结论，但我有胆量打电话告诉他。”

和他的很多同学不一样，帕克森回顾哈佛商学院的日子时，并没有多少怀恋。他感觉在他至今为止的职业生涯中，哈佛商学院并没有教他多少后来有用的技能。他也非常厌恶哈佛商学院及其毕业生经常表现出来的自大情绪。他拥有人们通常所认为的极为优越的生活。他是自己的老板，并在很大程度上控制着自己的生活。他不必面对官僚体制，或是企业内部的政治壁垒。而在大多数情况下，他都在做他自己喜欢的事情。就此而言，他的付出得到了丰厚的回报。如果帕克森能够在接下来的18年里，以接近过去18年的速度持续增加他的净值，他将成为一个异常富有的人。

*

公众对世界上像帕克森这样的人的复杂情感和人们对资本主义整体的复杂情感是直接相关的。世界上的大多数人今天愿意拥抱这个经济体系，是因为它似乎看起来运行得相当不错，也因为目前看起来并不存在一个更为有效的替代选择。资本主义最有竞争力的对立模型——商业上的国家所有制，看起来仿佛是失败了的20世纪巨型实验。但尽管资本主义“胜利”了，这个世界的大部分人并不接受它的大部分意识形态，也不接受它的一些具体表现形式。金融交易员就在这些争议的核心。

对资本主义饱含热情的人倾向于相信市场和交易员的经济协同作用。但仍然有许多人对通过经理人和管理层级，或是通过领导者和共同愿景所实现的经济协同，持怀疑态度。他们提醒我们，管理层级的核心本质会鼓励高管们去筑造自己的巢穴，而非为效率、股东、客户考虑，或是为雇员担忧。他们也很快指出，共同愿景也是创立邪教的极端分子所惯常使用的工具。从另一个方面来说，市场和交易员倾向于打散经济决策的制定过程，并同时将决策权力交到掌握了最相关资讯的人手中。被分散的权力更不容易被滥用。市场也不通过无私的动机来运行。正如亚当·斯密的那个著名的例子中所说的，屠夫并不是因为善心而为人们提供肉的，他是为了赚钱才给人们提供肉的。[6] 市场负责关心剩下的

一切。

几个世纪以来，人们带着各种各样的理由来看待市场意识形态。首先，找到市场确实过度放任了权力的案例并不困难，尤其在供不应求的情况下，市场也因此而失灵。但在更本质的情况下，大多数人对卖家只关心自己金钱收入的情况，并不觉得舒服。我们并不想看到，屠夫认真地对比卫生设施的支出和消费者吃了污染的猪肉后导致的法律诉讼风险或是生意流失之间孰轻孰重。我们担心一个屠夫如果只在乎钱，在货品极端紧缺的情况下，他会将他所有的肉都以高价卖给有钱人，而让我们没有东西可吃。当这个逻辑放到20世纪后期的金融交易员身上的时候，人们的顾虑则是，这些人有时候会创造出并不反映其他人或是社会最大利益的交易。而且，和屠夫不一样的是，通过在巨额交易中获得一个很小的百分比，交易员可以获得巨大的收入。

这些顾虑传播得有多广？其合理性又有多高？花一点时间，考虑一下以下的测试情况。1974届哈佛商学院MBA毕业生中的115名学生，被要求描述他们从1974年到1991年最大的职业成就。为了提供清晰的细节，让这些内容在风格和篇幅上更统一，并减少明显夸大其词的情况，我对他们的描述进行了编辑。5名哈佛商学院MBA在读学生和2名哈佛肯尼迪政府学院的研究生接下来都被分发了这115份文件（一份45页的文件），并被问了两个问题：（1）案例中的每一个人最大的商业成就对社会的贡献有多大？（2）如果你拥有分配收入的权力的话，你会允许每个人获得多少收入？

这个小测试实际上发生在1993年的春天。这7名学生每个人都花了大概8个小时回答所有的问题，并就每道题的答案提供了他们的思考逻辑。正如你能预料的那样，他们给出了各种不同的观点，不过这背后用以打分的潜在逻辑是一致的：描述中的“最大的商业成就”越是能对顾客（更多或更好的产品和服务）、雇员（更多和更好的工作）、股东（对他们的投资而言更好的收益）和社区（更多纳税额、更好的环境）有用，他们所做的社会贡献和所应得的收入分数就越高。 [7] 结果是，学

生们对这些答案基本上有一个集中的倾向性，所有回答的整体模式也非常有意思。

在–10分到+10分的量表上，115份答卷中只有1份的平均社会贡献分数为负数，而且小于0的部分数值极小（–0.10）。一个典型的1974届MBA班级成员可以获得+3.05分。事实上，肯尼迪政府学院的学生并没有在社会贡献分数上给出比哈佛商学院的学生更低的分数。这表明，这些分数结果并没有因为一组富有同情心的评判者而产生不能反映客观现实的偏向性。

鉴于这些结果与金融交易员相关，需要结合以下的背景来审视这些结果。在1991年的时候，组内的交易员们比他们的同学获得了更多的收入：交易员们的收入中位数是28万美元，相比之下，其他人是16万美元。他们也拥有了更高的个人资产净值：交易员们的财富中位数是150万美元，其他人则是87万美元。考虑到这些事实，1993届学生们的观点就很有意思了。在校生们给金融交易员的社会贡献分数比给其他1974届同学们的要低一些。从–10分到+10分的范围里，金融交易员得到的平均分是2.04分，其他人的平均分则是3.48分（见图7.1）。平均下来，学生们给金融交易员的建议收入也比给其他人的要低：130 298美元对比175 714美元（见图7.2）。

如果我们关注金融交易员和领导者之间的差异，以及最高分与最低分之间的差异，这个测试的结果就显得更有戏剧性了。在社会贡献分最低的10%里，交易员和领导者之间的数量对比近乎是4比1。但在得分最高的10%里，比例正好反过来，领导者以4比1的压倒性占比获胜。 [8]

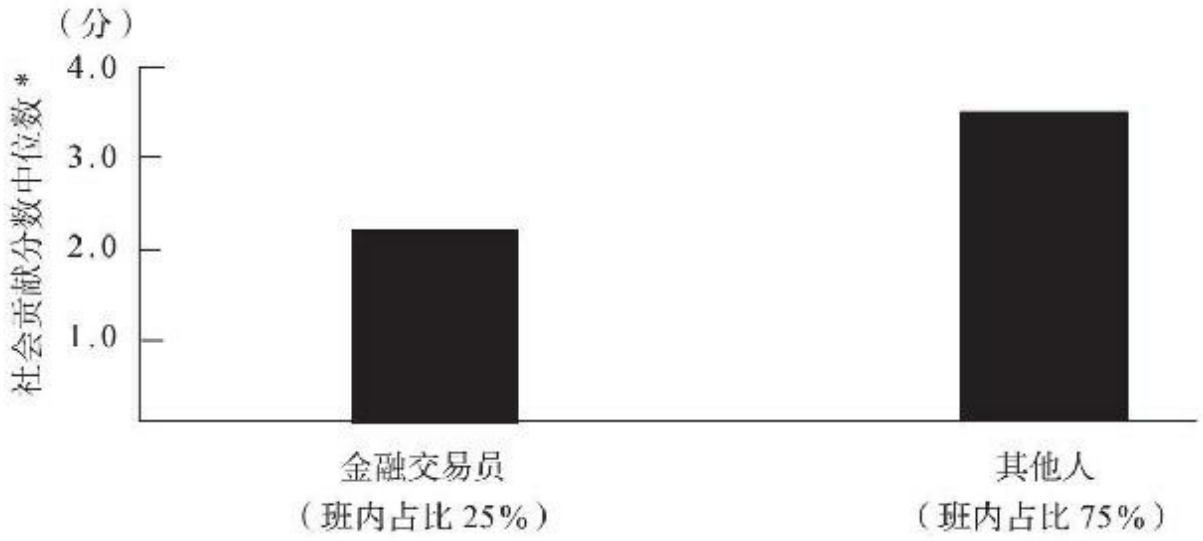


图7.1 社会贡献：金融交易员对其他所有人

*社会贡献分数是由5名1993届哈佛商学院MBA学生和2名1993届哈佛肯尼迪政府学院研究生所组成的评委会给出的。

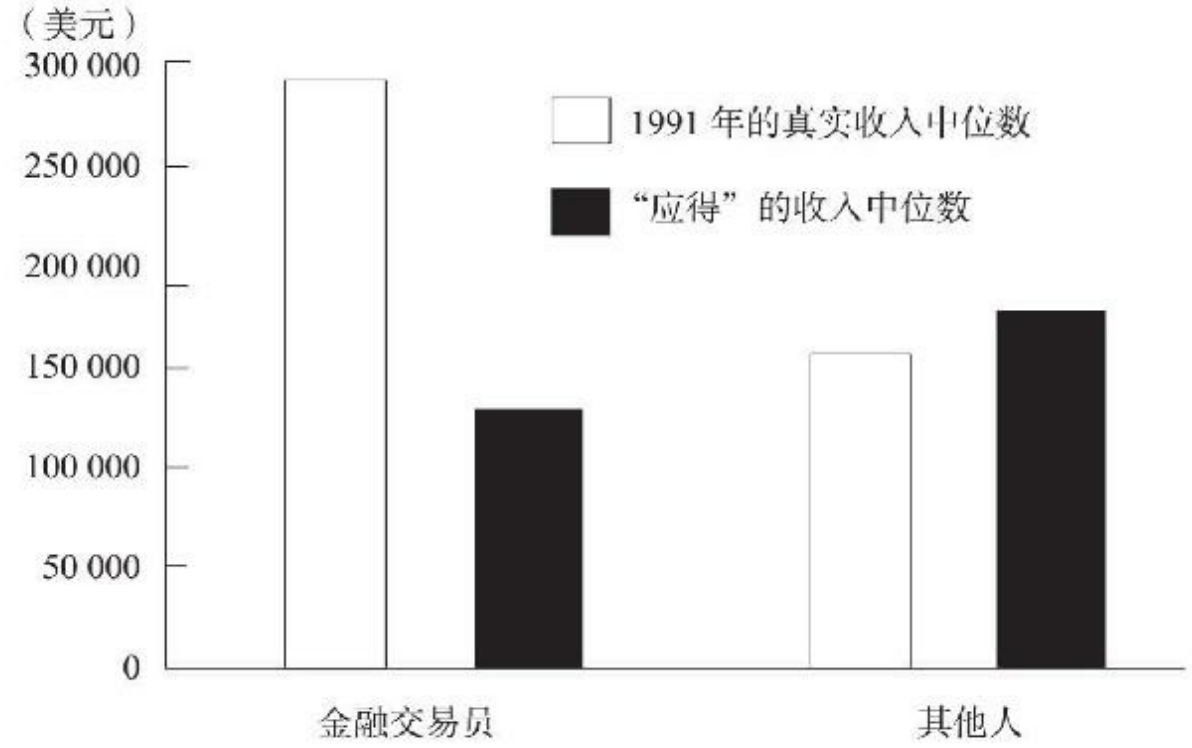


图7.2 真实收入对“应得”收入

“应得”的收入是由5名1993届哈佛商学院MBA学生和2名1993届哈佛肯尼迪政府学院研究生所组

成的评委会给出的。

在看图7.1和图7.2中的统计数据时，有两个重点是需要警惕的。第一，许多因素都有可能扭曲这些数字。[9] 第二，并不是所有的金融交易员都在社会贡献分和应得收入上获得了低分。那些行为看起来能清晰地让企业变得更有竞争力，或是帮助企业将增长目标联系起来的人，往往能得到更好的评价。一个通过收购公司而构建了规模相当大的成功企业的交易员，实际上是得到了较高社会贡献分的。但交易员们的得分被其中大概1/3的人拖累了，这群人占到整个1974届毕业生中的8%，他们被认定几乎没有做出什么社会贡献，却获得了相当高的工资。[10] 在哈佛商学院1974届学生中，没有任何其他可以识别出来的子群组得分的差异性比他们更明显。在这个测试中，顾问群体也被认为得到的薪酬过高，但和交易员的收入相比，只超出了一小部分。顾问的社会贡献分也明显高得多。班级里经济上最不成功的群体也被打上了低社会贡献分，但他们比较有限的收入被认为是合理地反映了他们的贡献度。一小部分金融交易员在这其中就凸显出来了——正如你可能会说的那样，相当刺眼。

*

一定程度上，对交易撮合者们的担忧，是被嫉妒和对他们的工作缺乏了解的情况所驱动的。我的经验是，一个人越理解第三经济阶段的本质，以及交易员们在其中所扮演的角色，他就越不会对自己的收入感到不悦，且对金融交易员们也就不会抱有那么强烈的批判态度。而且，人们越是亲眼见过交易员们如何帮助企业变得更有竞争力，或是见过他们如何捐赠大笔资金给慈善组织，对他们的评价就会越友好。

然而，很有意思的是，有时候这些批判的言语甚至是来自交易员自身。1987年，沃伦·托林豪斯（Warren Tolinghouse）写道：“我已经实现了我在职业生涯中从金钱层面渴望的事情。但我在寻找有价值的工作的过程中失败了。我做的很多事情看起来并没有多大的重要性或价值。一

开始，早在20世纪70年代的时候，仅仅是做交易，做好交易，把交易越做越大的挑战，对我来说就非常让我自己激动，也非常有意义。现在不再是这样了。有时候，我会思考如果我们没有大量错配的资源会怎么样。这是一个非常令人沮丧的想法。”

大多数交易员听起来并不会像托林豪斯一样。大多数人觉得他们是参与到了非常重要的活动中，他们还会使用亚当·斯密的逻辑和经济学理论来将这些行为合理化。“如果我没有为其他人提供价值的话，”有个人这么表示，“我不会得到这么多的生意，并因此获得高收入。”在这个方面，他们的态度和班里的一般人有所差异，但也仅仅是程度上的差别。基本上这115个MBA都相信市场。但交易员中的一些人，甚至将市场的意识形态视若宗教。基本上，这批MBA毕业生中的所有人都十分喜欢竞争，但部分交易员称得上是非常热衷于竞争。 [11] 这些程度上的差异仍然十分重要，因为这些差异有时候可能会导致截然不同的举动。

人们经常理所当然地认为中央大街 [12] 上的许多人都相信美国和整个世界的金融系统存在问题。人们也经常认为，来自精英学校的MBA们会认为这个系统也还好、没什么问题，很大程度上是因为这套系统有利于他们的个人利益。前者或许是对的，但后者不尽然。1974届哈佛商学院MBA毕业生和1993届在校生，包括一些交易员自身，同样对金融市场的运营规律持保留态度。他们担心有些交易没有服务任何有用的社会目标，没有增加价值，而仅仅是为了让一小部分人富起来。 [13] 对有些交易实际上降低了企业的竞争力和金融交易职业浪费了过多的人才这些方面，他们都有所担忧。 [14]

在一个1991年的访谈里，约翰·哈格蒂（John Haggerty）对我说：“我们班里有些人在过去的10年里曾经做过一些他们应该为之感到羞耻的交易，我对这些人的行为感到非常愤怒。我觉得简直难以置信，我们曾经坐在同样的教室里，却学到了完全不同的东西。通过操纵数字和预测来合理化几乎任何金融操作，或是将任何财务结果合理化的方

式，是错误的。我见过极端贪婪的表现。有的人看起来对被他们颠覆了的那些人生或因为他们的行为而造成的那些代价，毫无顾虑。现在，我们剩下的人不得不来收拾残局。或许在资本主义的体系里，这样的行为是无可避免的。但如果做出那些不负责任的行为的人来自像哈佛大学这样的知名院校，有着高等学历，那这里必然有什么事情不太对劲。”

哈格蒂的绝大多数同学都希望对社会做出贡献，而且他们认为自己正在通过工作来实现这一点。[15] 通过提供人们所需的产品和服务，雇用他人，支付税赋，构建企业，带领企业转型，帮助资助创业企业，以及为经济组织提供领导力，他们觉得自己是在为社会提供真实的价值。尽管有些人或许在他们所做出贡献的规模上有些自欺欺人——我怀疑大多数人在这方面都会有点自欺欺人。[16] 他们所有人几乎都认为，如果钱是他们唯一的目标，他们可以拥有更高的收入，但钱并不是他们唯一的目标，他们也希望拥有快乐的家庭生活——这点他们大多数人都认为自己做到了，而且他们希望在自己的职业生涯中做点有用的事情。当其他人控诉他们只在乎钱，且没做出什么社会贡献的时候——通常是因为有人利用市场和制度缺陷获利，而导致了负面报道，这种时候他们就会非常恼怒。

1974届哈佛商学院MBA毕业生中不少人都在这个事情上有很强烈的情绪。他们认为有一小部分交易撮合者严重地伤害了这个社群。

新规则6

今天的全球市场环境为金融导向的交易撮合者提供了大量的机会。这里的新规则是：只要你能达成交易，就放手去做。但是千万要小心，有些机会除了对交易撮合者本人，不是对任何人都是最有利的。因为有些人会从社会价值存疑的可能性上获利，而公众舆论目前对金融交易员整体（以及不那么强烈地对所有商业人士）持怀疑和不满的态度。

[1] 关于这点，很难找到统计数据，但在更可观察的投资银行行业中，整体雇用人数在上涨，比如说1993年的人数相较于1963年的人数已经至少增长了500%。——作者注

[2] 从1980年到1989年，在美国有将近25 000起并购案。——作者注

[3] 所有的交易员所做的都不仅仅是撮合交易，像罗伯茨就花了大量的时间为他的企业提供领导力。但这届学生中有25%的人在工作中的首要任务是达成交易。剩下75%的人可以被分为三类：领导者（45%）、经理人（20%），以及其他人（10%，包括各种各样的自由职业者，以及那些退休了的人）。——作者注

[4] 收入数字为中位数。——作者注

[5] 数据来自：*The Death of Organization Man* by Amanda Bennett,New York: William Morrow, 1990, Page 131。

[6] 参见*The Wealth of Nations* , 1776。

[7] 社会贡献和值得的收入的分数之间的相关系数是+0.723。——作者注

[8] 在获得了低社会贡献分数的领导者中，包括两位被认为构建了给他们自己带来更多好处而几乎对别人没什么好处的人，还有一位则是被认为卷入了可疑的商业操作。——作者注

[9] 举例来说，或许有一些关于金融交易员的事件，让他们相较于他们的同学，更不擅长在对他人有什么贡献方面解释他们的最大商业成就。——作者注

[10] 这群人在测试中，在社会贡献分方面的得分和整体均值持平。——作者注

[11] 资料来源：1973年从总人口的一半中收集的各种心理测试数据分析。

[12] 中央大街（Main Street），常用来指代散户、雇员、主流经济中的人们，一般用来和华尔街机构投资者们的行为形成对立反差。——译者注

[13] 就连罗伯茨也认为无用的交易是存在的。但他表示99%的情况并不是如此。他的一些非交易员的同学则认为对社会有害的交易反而更为常见。——作者注

[14] 罗伯茨的成功故事，以及其他一些像他这样的人的成功故事，对其他精英大学都有明显的影响。一大群非常有才华的年轻人在计划未来的时候，看到了投资银行业。举例说明，据称有40%的耶鲁大学1986届学生申请了同一家投资银行第一波士顿的职位。（参见Page 24 in *Liar's Poker* by Michael Lewis, New York: Norton,1989。）最近在哈佛商学院，远超过一半的学生在考虑类似的职业路径。投资银行至少从20世纪70年代早期开始就十分受欢迎了。但人们对这个行业的兴趣在这10年里大幅增长了。我在1993年所教过的一群MBA学生中，几乎没有多少学生不曾在某个时间点上认真地考虑过投资银行是否对他们而言是最好的职业方向。——作者注

[15] 他们几乎没有在公民、政治、非营利或宗教活动中花任何时间。他们专注于工作、家庭和他们自己。——作者注

[16] 精确地度量社会贡献和他们通过工作所创造的价值是一个不可能完成的任务。我在这

里得出的结论是基于长期大量信息收集后得出的判断。——作者注


3
夯实基础

第8章

新规则7：自我驱动力

除非你是一个非常幸运的人，不然若是不知道今天的机会藏在哪里，你就不可能在工作上获得成功。但正如新机遇的重要程度一样，人们对新机遇的认识显然不足。成功实现一段作为创业者、顾问、领导者或交易员的职业生涯对个人的心智及态度都有一些特定的要求。在这些方面，我再一次发现，1974届哈佛商学院MBA毕业生的经历非常具有建设性。

*

斯坦·罗伯茨、凯文·约翰逊，还有他们的大多数同学都出生在1944年到1950年之间。[1] 他们都处于一个在接下来超过40年的时间里改变了各种事情的人口结构变化浪潮的风口浪尖。人口数量的暴增在20世纪50年代推动了成千上万的新小学、中学的建立。20世纪60年代，这些人又推动了大量学院和综合性大学的扩张。1968年，他们对越南战争的抵触导致林登·约翰逊没能拿下第二个完整的总统任期。这个事件也帮助理查德·尼克松最终获选总统，并且就在这115名MBA在商学院学习了2个月后，他也因为丑闻而不得不辞职。

从各种方面来说，这群人比大众常见的刻板印象要多元化得多。[2] 约翰·弗罗吉克（John Vrojic）是一个游泳冠军，他在年轻的时候曾经花了几千个小时为比赛而训练。比尔·弗雷泽（Bill Frazer）从来没有认真地参与过任何体育活动，甚至经常觉得运动员是略低人一等的生物种类。鲍勃·克鲁格（Bob Kruger）在成长的过程中，和他父亲的关系非常亲近，直到现在他们还经常见面，并显然非常享受彼此的陪伴。卡尔·托马斯（Carl Thomas）则很难在不愤怒的情况下谈起他的父亲。托尼·

米歇尔斯（Tony　Michels）曾经参加过越战，他对他的军队服役经历非常自豪，直到今天都是。鲁道夫·沃格勒（Rudolf　Vogler）留了披肩长发，且在1969年和1970年参加过大量的反战抗议游行。这届学生中的大多数人都严守传统，但也有一个学生最后成了职业喜剧人。他们中的一些人的外表看起来像是会被选角导演派到电影棚里的典型的“成功的生意人”。但至少有10%的人——甚至可能更多——看起来远远不像是我们刻板印象里的MBA。他们有高有矮，有帅的，有不那么帅的，有的喜欢复杂，有的喜欢简单。但在这些差异之外，他们在许多方面确实是相似的。而这些共同点在1972年将他们带到了哈佛商学院。

正如大多从顶级大学获得了研究生教育机会的人那样，他们当中的大多数人在整体较为良好的经济环境中度过了童年。[3] 半数人成长于中上阶层家庭中；只有13%来自中下阶层；不到1%的人的父母属于更低的阶层。（见注释—第8章1）1960年，45%的美国家庭年收入超过6 000美元，（见注释—第8章2）而在这些MBA当中，这个比例高达85%。同样的模式在正式的学校教育中也存在。不到10%的美国人上过大学或得到过更好的教育，而1974届哈佛商学院MBA的父亲们中，这个比例是56%。（见注释—第8章3）在职业方面，相较于1960年的普通职场人士，他们的父亲更有可能成为经理或从事专业职业。（见注释—第8章4）

在大多数人那里，一个家庭是一代代慢慢富裕起来的。工作、收入水平，以及父母的教育背景都要优于他们的祖父母。一位典型的祖父获得的正式教育时间为12年，而一个典型的父亲则是15年。在资产上，在60岁的时候，平均下来，他们的父母的资产净值一般是他们的祖父母的3倍。（见注释—第8章5）他们中的许多家庭，从中产阶级上升到了中上阶层。大约有70%的人在某些方面可以称为完成了向上流动。

与向上流动能力及奋斗相关的态度看起来从父母辈传承到了1974届的学生身上。全国民意研究委员会曾经在全美范围内调研过在13个因素中“你在童年的时候最渴望什么”。我使用同样的体系调研了1974届的哈

佛商学院MBA毕业生的父母在其中最强调哪些因素。全民调研结果和1974届哈佛商学院MBA毕业生们的调研结果中的一些差异，展示出了这群人的一些相似性。差异最大的有两点：1974届哈佛商学院MBA毕业生的父母对于“努力尝试获得成功”和“成为一个好学生”更为重视（见表8.1）。他们还在其他的一些方面不那么看重，比如服从父母、关心他人，以及自我控制。这样的价值环境可能催生出非常以自我为中心的个体，但这样的环境也可能创造出高度自我驱动且愿意挑战游戏规则的人。

父母的价值观似乎在他们大多数人的一生中都有着强大的影响力。将近一半人表示，他们的父亲“非常有影响力”。对他们的母亲也有同样表述的人略少于此。大多数人还表示，他们的父亲对他们而言是重要的榜样。 [4]

亲子关系的本质和用来传递价值观的方式，在这一组人中也是有差异的。在一些案例中，父母是典型的人生榜样。通过观察他们是如何努力工作、精益求精的，以及通过向他们靠拢，孩子们学会了“努力尝试获得成功”。在另外一些案例中，父母们给孩子们激进地设置了有难度的目标，并和他们一同参与竞争。“我父亲从来没有高兴过，”班里的一个学生表示，“我做的任何事情都不对。事情总该被做得更好。我高中一年级在校队比赛里拿了10分，而他的评价是‘为什么只有10分’。”在另外一些案例中，财务独立的价值观被以更直接的方式带到了家中。一名班级成员8岁的时候，他的父亲将他带到了父亲上班的工厂中。“他想给我展示一下，他每天不得不在那里工作一整天的地方是什么样的，这样我就永远不会想像他一样了。他传递的信息很清晰：在这样脏乱差的环境中工作，非常糟糕。”

表8.1 父母所强调的价值观排序

	1974 届 MBA	美国人口样本（1972—1982 年）*
诚实	1	1
负责任	2	4
做一名好学生	3	12
为成功努力	4	9
理智、判断力强	5	2
遵从父母	6	3
讲礼貌	7	6
体谅他人	8	5
保持干净、整洁	9	11
有自制力	10	7
对事物发生的方法和原因感兴趣	11	8
与其他孩子相处融洽	12	10
表现得像个男子汉（如果是男孩）或像个女孩（如果是女孩）	13	13

*数据来自全国民意研究委员会（NORC）关于“人们希望孩子具有什么样的特质”的调查。参见115－118 in General Social Surveys,1972—1982: Cumulative Codebook,pro-duced by National Opinion Research Center, University of Chicago。

尽管1974届哈佛商学院MBA表示，他们在很多方面和他们的父母是类似的，你还是可以轻易地识别出他们之间的代际差异。经历了大萧条时期和第二次世界大战，他们的父母辈多少对市场、竞争和广泛且开放的资本主义感到心力交瘁，同时对政府和官僚主义整体较为乐观。1974届学生们所经历的对应阶段是20世纪50年代的人口增长和越南战争，这些时代记忆给他们留下了和其父辈相反的倾向性。年轻一代一般

将“二战”之后的经济良好时期看作市场或竞争的产物，而将越南战争和水门事件视为权力集中化的灾难性结果。相应的结果是，父母们经常表现出可以被标记为“爱国”的行为——他们购买别克汽车，因为它们是优质的美国轿车；他们的孩子则表现得更“以自我为中心”——他们购买本田汽车，同时自信地认为，竞争会使底特律变得更好。

另外一个代际差异影响人们行为的情况体现在安全感上。正如比尔·温莎（Bill Windsor）在1992年的一次访谈中提到的：“我父亲是典型的传统IBM或通用汽车中的企业经理人，他们通常会希望在所在企业度过整个职场生涯，他们也正是这么做的。或许他是一个大萧条时期的受害者，他经常讲要有安全感，而且强调要为一个‘好’公司工作（这里‘好’的定义是一家成功而知名的美国大公司）。我在很多方面和我的父亲都相似，但在这个方面，我们完全不一样。安全感对我来说是不重要的东西。”

安全感对于这届学生中的几乎所有人来说都不怎么重要。[5] 达到高标准、竞争以及胜利，对他们而言才是重要的。

*

艾伦·马丁（Alan Martin）的背景相当典型。他的祖父是一位农民，他的外祖父是一名销售人员。艾伦的父亲在职业上的成就比他们两人都高。马丁先生接受过高等教育，并在一家广告公司工作。在马丁的童年，他的父亲是一位薪资几乎高于国民平均收入2倍的客户经理。他的母亲也上过几年大学，并且直到艾伦——家里的第一个孩子——出生前都在工作。对艾伦成长过程而言很重要的一件事是，家里共同的态度是，他必须保持这个向上流动的传统。和他的父亲获得同样的教育和职业路径是不足够的，家里人对他的预期要远高于此。“这个想法既是潜移默化的，也被通过比较直接的方式传递给了我，”艾伦在1979年的一次访谈中提到，“这个理念的传递过程一部分是我父亲作为一个范式，或者说榜样，以身作则。另一部分则是通过我母亲对成绩单的反应来传达。这其中隐含的思想是，我们能获得我们所拥有的一切，已经是幸运

的了，所以我们不能满足于仅仅维持这样的现状。既然我在成长的过程中，比我的父母享受了更多的优待，我就应该实现更大的成就。到我上初中的时候，他们对待我和我弟弟的方式就不太一样了，因为我表现得要更聪明一些。他们希望我们两个都尽最大的努力去奋斗，但既然我更有潜力，那他们对我的预期就会更高。”

艾伦·马丁

商业经历

洛杉矶第一国家银行

◎ 资本市场高级副总裁（1990—1993年）

◎ 资本市场副总裁（1982—1990年）

加利福尼亚州洛杉矶P＆S超市

◎ 财务副总裁（1980—1982年）

◎ 财务主管（1978—1980年）

◎ 财务经理（1977—1978年）

洛杉矶第一国家银行

◎ 信贷员助理（1975—1977年）

◎ 实习生（1974年）

马萨诸塞州波士顿第一食品店

◎ 金融分析师（1970—1972年）

教育经历

哈佛商学院 马萨诸塞州，波士顿

MBA，1974年

哥伦比亚大学 纽约州，纽约市

工商管理学士，1970年

个人经历

背景： 出生于1948年，在康涅狄格州长大，有一个弟弟，父亲在一家广告公司工作，母亲没有外出工作

婚姻状况： 1978年与芭芭拉·卡洛韦结婚（大型零售企业总经理），有两个孩子

1992年，在试图解析他事业上的成功的时候，艾伦谈到了许多因素，包括运气。但在所有因素中，他认为起到关键作用的是他父母的高标准、理想和野心。“我是一个认定了一件事就要干到底的人。”他板着脸说道。而他的妻子在旁边大笑着给我们讲了一个他在一次不怎么重要的高尔夫球巡回赛中屈居第三后，在树边打折了4根高尔夫球杆的故事。“我并不能完全理解这种思维方式都是从哪儿来的，但显然有部分和我的父母及他们养育我的方式有关。这一点是毋庸置疑的。”

向上流动的价值观通常来自父母，但并不仅限于父母。在戴维·韦伯（David Webber）的案例中，他的一位叔叔扮演了重要的角色。戴维在康涅狄格州出生并长大，是一个小生意人和他妻子的4个孩子中的长子。他的本科就读于艾奥瓦大学，在那里，他担任了学生组织的会长，还成了游泳队的一员。在他本科时光的夏天里，他通常会在一位叔叔创建的批发和贸易公司工作。“我去到纽约，以为他们会让我在仓库里工作，因为我才18岁。结果他们居然给了我一张去伦敦的飞机票。我很快就意识到，外面还有一个广阔且有趣的世界。”

从艾奥瓦大学毕业后，韦伯直接去了哈佛商学院。“我还记得我们

的第一份会计作业。”他在1991年说，“我交了作业，然后拿了个D。作业的最后还有一行字，叫我去见教授。然后我进入了办公室，教授问我本科学的专业是什么。我告诉他我学的是哲学。他告诉我，我的作业是一份很好的哲学作业。然后我问他，他是否想改一下给我打的分。他说：‘很抱歉，这是会计课，不是哲学课。你对这些概念完全理解错了。’我想：‘我又怎么可能知道这些呢？’我们才刚刚开学三周。他说：‘你看，如果我是你，我可能会好好考虑一下是否要退出这个研究生项目，因为我认为你恐怕不能完成这个项目。’”这个事件是韦伯记忆中人生的最低点。

他没有退学，甚至没有认真考虑过这个可能性。在他研究生项目的第二年，韦伯确实严肃地考虑了他长远的职业选择，并最终决定回到他叔叔的项目上，但也带着一些顾虑。“当时，其他选择看起来远比这个低技术含量的小贸易生意要炫目多了。而且我的叔叔并没有给出任何保证。他很明确地表示，他并不是在经营一项‘家族生意’。如果你没有办法有好的表现，你就可以出局了。”

韦伯的后哈佛商学院职业生涯始于他叔叔公司办公室里的一个助理职位。随后，他花了几年时间飞往世界各地，尝试为公司找到新增的市场，以及新的供货源。在远东——韩国、日本和中国，他帮公司设立了几个新的办公室。在非洲和拉丁美洲，他帮忙完成了几单重要的生意合作。这些历程都具有异国情调，令人充满激情，同时又非常有教育意义。公司业务的全球化带来了一些新的风险，但也带来了新的机遇。

到1977年，韦伯已经充分地证明了自己，并且成了公司的副总裁。1978年，他承担起了公司其中一个部门的责任，并开始领导50名员工。1980年，在公司最重要的生意遭遇了冲击之后，他在很短的时间内，为公司找到了新的收入来源——“这是一个非常狂野但令人振奋的经历”。1981年，他成为公司的高级副总裁，并开始参加帆船比赛。1983年，他被任命为公司的二号人物。1984年，他成为公司总裁，并获得了相当比例的股权。同年他还结了婚（和班里其他的成功人士一样，韦伯选择推

迟了组建家庭的时间，直到他在事业上明确地获得了成功以后才结婚）。1986年，他额外被赋予了CEO的职务，并成为父亲（见下文的履历）。

戴维·韦伯

职业经历

伯林格实业公司

◎ 总裁兼首席执行官（1986—1993年）

◎ 总裁（1984—1986年）

◎ 首席运营官（1983—1984年）

◎ 高级副总裁（1981—1983年）

◎ 副总裁兼欧洲业务主管（1978—1981年）

◎ 贸易商（1975—1977年）

◎ 实习生（1974年）

教育经历

哈佛商学院 马萨诸塞州，波士顿

MBA（1974年）

艾奥瓦大学

哲学学士（1972年），学生会主席

个人经历

背景： 出生于1946年，在康涅狄格州长大，家中有4个孩子，他是

年龄最大的一个，父亲拥有一家小企业，母亲没有外出工作

婚姻状况： 1984年与露西·温加滕结婚，有4个孩子

语录

“无论我做什么，我都不打算趋向平庸。在我的职业生涯中，我想出名，我希望能够按照自己的选择生活。我不会满足于做一个好的中层管理者或副总裁，我要做的是总裁。”（1974年）

在整个20世纪80年代，韦伯的生意扩展了不少，甚至开始在一些核心的批发和贸易商品方面发展自有的制造能力。当其他公司遇到大麻烦的时候，韦伯的企业获得了1 000%的增长，从1974年的5 800万美元的营收发展到1992年的6亿美元。现在，这家公司是行业中全球较大的私有企业。

当被问到，他是如何在生意中获得如此显赫的成功时，韦伯首先讲到了他是如何与人相处的：“我通常都愿意自己赚49分，然后让其他人赚51分。然后当他们又想做这个生意的时候，他们就会再来找你。”他也认为，他叔叔在他的成功中扮演了很重要的角色。但在他看来，家族式的生意和它所暗示的特权并不是真正的原因：“我的叔叔是非常有驱动力且非常专注的人。他在我的生命中变成重要的人是自我母亲在我高中的最后一年带着我们搬到他隔壁开始的。当时我的父亲刚刚过世，然后乔治叔叔开始花大量的时间来陪伴我们。他来的时候，我正准备去艾奥瓦大学上学。我的一个弟弟，正在为申请卡拉格学院做准备。我的妹妹也在为上大学做准备，她最终去了西密歇根大学。而我最小的弟弟在当时正有一些心理问题。随后的四五年里，我的叔叔成为我们生命中重要的一部分。我最终去了哈佛商学院，我的一个弟弟转学去了普林斯顿大学，我的妹妹转学去了安默斯特学院，而我最小的弟弟去了耶鲁大学。他对我们所有人的影响力令人震惊。我想，这就是一个信号灯的问题。”

实际上，生命中的信号灯对这115名参与者都非常重要。整体来说，这些信号灯所传递的信息其实很简单：你是人们期待着要获得成功的人。

*

想要获得成功的强动力只有在极少的情况下，才会在没有外界巩固的情况下在年轻人身上保持下来。对戴维·韦伯和他的同学来说，外界的力量通常来自父母或学校。他们的小学和中学教育的质量不一，家庭相对富裕的人一般能负担得起更好的教育。但整体来说，他们几乎都在正式的教育环境中都得到了很好的教导。

从很小的时候开始，他们就被放进了学业竞争中，且大多数时候他们都能获得胜利——月复一月，年复一年。到今天，杰里·波特斯（Jerry Portas）还记得，即便他并不是最聪明的学生，他还是能屡屡碾压他的同学们。到他上初中的时候，他和许多聪明的孩子在一个班里，但他还是能比他们中的不少人表现得更好。胜过他人能获得自信，这也成为他自我预期的一部分，甚至可能是他性格的一部分。

就像波特斯一样，这115名MBA毕业生中的大多数人在18岁以前就已经成功通过了大大小小的考试。到他们进入高中的时候，他们当中的几乎所有人都在特殊的班级里，接受比旁人更加有挑战性的教学。尽管有这样的竞争环境，他们通常也都能做得很好。几乎所有人离开家之后，都去了比较知名的学院或大学。（见注释—第8章6）尽管有这样激烈的竞争，几乎有一半人毕业的时候都是班里最优秀的10%。（见注释—第8章7）在这一路上，他们学到了很多——有时候是因为他们内在的对学习的热爱，有时候是因为好的教育仅仅是在学校表现良好的产物。

无论是高中还是大学，他们当中的大多数人都参与了某种形式的课外活动，以拓展他们的能力。87%的人都在某种社交或学术俱乐部中。像戴维·韦伯一样，他们中的大部分人都是学生会的一员，经常与他人竞争，并成功获得了各种各样的职位。他们当中超过一半的人都是校运动队成员；不少人都在年级手册/报纸的编纂委员会中，或是在音乐/戏

剧团体中。（见注释—第8章8）多数时候，他们参与这些活动是因为他们擅长社交，喜欢集体活动，认为竞争十分有趣，并相信这样的活动能够帮助提升他们的履历。

学术上，他们当中极少有人会选择艰涩难懂或十分简单的课程。在学院里最受欢迎的专业一般都是某种形式上具有工程性质的。他们中1/3的人获得了工科学位，相较之下，同龄的本科生中只有6%的人获得了工科学位。另外有18%的人选择了经济专业——一个在当时仅有2%的本科生选择的专业。在这些学生中，选择人文历史专业的人非常少，且完全没有人选择一些不存在竞争，或是竞争难度非常低的专业。[6]

本科毕业之后，典型的1974届哈佛商学院MBA毕业生会先工作两年时间。其中有1/3的人加入了军队，这基本上可以说是越南战争的直接结果。而他们中几乎所有人都获得了某种指挥职位。

各种不同的原因使得商学院对他们产生了吸引力。因为他们在学校里表现良好，继续追求研究生教育可以算是一个理所当然的选择。尽管他们当中很少有人符合学者的要求，但在研究生入学测试800分的满分里，他们平均获得了625分——这组学生肯定是具有足够的分析能力的。他们中的大多数人也非常有野心，想要运营一家企业或某天成为百万富翁的想法并不罕见。他们显然十分喜欢在成功的商业职业生涯中可能得到的那些经济、权力和社会地位。[7]

哈佛商学院的申请表非常有深意。他们不但要求提供成绩单、课外活动的记录、工作经验，以及推荐信，他们还要求申请者针对大量申请问题提供长篇大论的回复：描述你的3个最突出的成就，并解释为什么你将它们视为你最突出的成就；哪些因素让你判定这个项目将会对你的职业生涯最有帮助；讨论一下管理岗位之外的职业和专业岗位，有哪些是你可能已经认真考虑过的；给你自己做一个透彻的评估，分析你觉得有哪些性格特点会成为你的优势，而哪些会是你的弱势；描述一个场景或职位，在其中，你认为你承担了什么责任，并告诉我们你从中学到了什么。有些人花了上百个小时，尝试写出能够被录取的回答。

当他们在1972年9月抵达波士顿的时候，只有极少数的人对于他们将要追求什么样的职业路径有一个清晰的愿景。但他们中的大多数人都拥有一个共同的梦想。[8] 他们中的一名成员是这么描述的："我希望在我的工作中获得成功——既是我自己眼中的成功，也是别人眼中的成功。成功就意味着金钱、社会地位、影响力，以及一份有趣的工作，这一切都能通过努力工作和有用的经济活动来实现。一段成功的职业生涯意味着竭尽全力运用我的技能和能力，但并不是花在一份会摧毁我的家庭生活或伤害他人的工作中。"除此之外，有些人还想积累大量的财富，许多人希望运营一个企业，还有一小部分人对于把世界变成一个更好的地方有很强的动力。在具体的方面，许多人对于什么样的行业或什么样的公司更适合他们并没有想法。但几乎所有人都有一个感觉：他们在一条正确的道路上。进入一个优秀的研究生院是他们希望持续在人生中获得胜利的历程中，赢下的又一场胜仗。

*

在他们的MBA项目经历中，他们普遍认为进入了一个智力具有高挑战性且竞争激烈的环境，是一段多年以后大多数人都表示比他们既往的受教育经历更艰难、更值得但没那么愉快的经历。（见注释—第8章13）在最初的几个月，他们都努力工作，试图掌握有时候看起来多得难以承受的学习材料。有些人每天学习到晚上12点或凌晨1点，还做不完他们所有的作业。他们从教师那儿获得的反馈或个人关注也非常少。有些人甚至认真地思考过他们是否能在这样的条件下熬过来。

特德·勒文特（Ted Levitt）在那一年教了这115名学生中一半人的市场营销必修课程。作为他所在领域里的一名专业创意人员、一位大师，勒文特于1925年出生在德国沃尔梅兹。他1935年来到了美国，并于1951年在俄亥俄州立大学获得了经济学博士学位，后于1959年加入了哈佛大学的教职工团队。作为一名讲师，他既严格，又令人心悦诚服。在1972年9月14日，他走进教室的时候，1974届哈佛商学院MBA毕业生们第一次认识他——那也是该学期的第一天。蒂姆·博尼根（Tim Bonigan）是

这么描述当时的场景的：“他没有对他自己或课程做出任何介绍，直接盯着第三排的一个家伙，然后说：‘霍德森先生，请你开始吧。’手足无措的杰里·霍德森（Jerry Hodson）开始尴尬地就我们这节课被要求看的案例发表想法。勒文特毫无怜悯地开始反驳他，指出了事实上的错误、逻辑上的不统一、没有被证实的假设，还有很多很多其他的问题。25分钟后，霍德森坐在位子上冒冷汗，而我们剩下的人全部开始精神高度集中地听勒文特教授讲课。”

在接下来的5个月里，勒文特不断地敲打他们。他们通过彼此激烈的竞争，试图在勒文特眼中获得良好的表现，并因此彼此增益不少。勒文特在教授了他所认为的良好工作习惯之后，他开始专注于传导什么是“责任”。他持续问每个人，如果他们是案例中的经理人的话，他们会做什么，并不断把他们的决策可能会导致的结果再推回他们面前。他更多地通过引导而非推导的方式来教市场营销——在获得共性结论之前，先鼓励学生一次又一次地去观察、思考。他还教了许多在狭义的市场营销之外的东西。随着学生们越来越尊重他，他自己的信念或许也变得更加有影响力了。

在两年的时间内，1974届哈佛商学院的MBA们总共上了22门课，并在勒文特之外得到了另外21位讲师的教导。有一部分人上了C.罗兰德·克里斯汀森（C. Roland Christensen）的课，他是一个在他自己的时代中，快速成为传奇的人。其他人还上了一些令人记忆深刻的老师的课程，比如鲍勃·安东尼（Bob Anthony）、托尼·阿索斯（Tony Athos）、约翰·麦克阿瑟（John McArthur）、威克·斯金纳（Wic Skinner）和保罗·瓦特（Paul Vatter）。这些人都是杰出的老师，就像勒文特一样，他们教授的不仅仅是狭义上的商业知识。

第二年的学习时光没那么紧张。对大多数人来说，这是一段用来决定职业生涯接下来要做什么的时光。在1974年的春天，他们平均参加了10场面试，拿到了4个职位，并随后拿到了在当时金额不菲的薪资——每年1.8万美元。他们在毕业的时候年纪在23~34岁。大约有一半的人都

结婚了。许多人需要还贷款，但所有人都对未来充满了希望。

MBA项目对这些人有什么影响很难判定。整体看来，这些影响是构建在他们原有的优势之上的。[9] 这些学生将新的知识加入他们的记忆银行中：关于市场营销和金融的信息，关于分析工具和理论框架，关于几十个不同的行业，不一而足。他们强化了一些技能领域：大胆设想的能力，将复杂问题拆解成关键因素，以及清楚地沟通、表达自己的思维。他们结识了一些潜在有用的泛泛之交和朋友：同学、教职工，以及一些经常访问哈佛校园的商业高管。他们强化了自己对市场和竞争功效的信仰。这个项目的课程所传达的单一最重要的潜在信息或许就是市场和竞争是好事。他们也获得了哈佛的盖章认证，并因此而获得了接触到比先前更多的工作和公司的途径。企业将哈佛商学院的毕业文凭视为这些人拥有如高智商或高驱动力之类的特质的一个信号。[10]

不过总体来说，他们在成长中获得了更多的自信。他们在严苛的环境里得到了历练，并且他们的结果还行。他们中的部分人对竞争的恐惧在MBA项目开始的几个月后消失了。经验告诉他们，他们有能力应对压力及许多艰难的需求。正如汤姆·韦尔斯（Tom Wells）在1979年的访谈中提到的那样：“在你去了那样的一个地方并且存活下来了以后，这个世界看起来就没那么复杂了，而且机会看起来也没那么有风险或那么艰难了。个人的抱负在我看来可能就有点微不足道了。你会告诉你自己，如果我在这么艰难的情况下都熬过来了，那么或许一切皆有可能。”

*

在某个层面上，他们的人生经历为他们应对1973年后的经济环境所做的准备十分不充分。他们是在一个几乎称得上稳步增长的环境中长大的。他们对于艰难的经济环境没有多少直接的认知。出于非常好理解的原因，他们的小学、中学和本科学习都在关注过去而非未来。过去是已知的、可以被研究的，也因此是可以被教导的。而未来是混沌的、有争议的，也因此是难以被研究的。即便是哈佛商学院，在指导他们认知持

续增长的机会领域方面，所做的也甚少：包括小型企业、创业家精神、领导力，以及像咨询行业这样的非制造业领域。MBA项目更专注于过去已经成为机会来源的领域：即大型工业企业的职业管理。

尽管存在以上种种情况，但从更为本质的角度来说，他们的早期生活经历实际上还是在他们工作的方式上帮助他们为应对现在的经济形势做了一些准备。目前经济环境的核心特质是全球化，而这些人都成了强有力的竞争者。

从他们人生的早期岁月开始，他们的经历就教会了他们中的大多数人，竞争是好事，且是有意思的事情。这点在学业上、运动中，还有学生会那里，都得到了证实。随着时间的推移，他们对高竞争场景越来越自信，更愿意设置高目标，并承担风险。在意识和前意识（preconscious）的层面，他们对竞争性的系统是合适且公正的信念是持拥抱态度的。20世纪60年代后期的文化运动挑战并改造了这些信念更极端的版本。但对这些MBA毕业生中的大多数人来说，嬉皮时代并没有从本质上改变他们对竞争的信仰。如果说这个时代确实有一些影响的话，那应该是水门事件和越南战争强化了他们对大型中心化官僚体制的怀疑态度。

从他们的生命之初，他们就开始发展能够有效竞争的个人资产。这个资产名录很长：健康的身体、聪慧的头脑、踏实的教育、有用的人生榜样、各种各样的人生成就记录、许多潜在的有用的朋友和泛泛之交，以及自信。他们的父母和教育者在这些方面都起到了很大的帮助作用。父母教他们试着去赢，并给了他们在竞争中有价值的工具。学校体系将他们放进了无穷无尽的竞争活动中，并给予胜者认可，以及通往更好教育机会的路。截至1974年的春天，他们的银行账户几乎都是空的，但他们的人力资本账户已经满到溢出来了。

竞争驱动力和个人资产相结合，帮助这些人拥有了在动荡的1973年后的经济环境中定位高利润机会的能力，有了发展利用这些机会所需要的技能的能力，也因此能够获胜。很少有人会认为第三经济阶段是个简

单的时期。但他们的自信心、决心和竞争驱动力在应对工作内外的失败时，帮了他们不少。那些可能让其他人停滞不前的因素，并没能阻碍他们中的大多数人。对于这届学生中最成功的人来说，尤为如此。

这115名MBA毕业生中，基本没有人给自己设下了较低的目标，或是对于实现这些目标打不起精神。但部分人显然比其他人更有竞争力。而那些既设定了高标准，又更想要赢的人，则比他们的同学在经济上的表现要更好（见图8.1）。[11] 确实，在我收集了相关信息的200个性格和背景因素中，包括童年所处的社会经济阶层（见注释—第8章17）和智商[12] 在内，没有任何一个因素和收入差异之间的相关性，比竞争驱动力更强（见图8.2和图8.3）。平均而言，那些更有野心且对实现目标有更强欲望的人，相较于他们的同侪，对他们的职业生活更为满意。[13]

尽管转向一个更像第二经济阶段的新经济时代可能会改变图8.1中所展示的关系，但这样的改变在可预见的未来是不太可能出现的。[14] 基于我从这项研究和其他研究中所看到的一切，至少在最近的一段时间内，竞争驱动力在个人的经济成功上仍将扮演一个重要的角色。

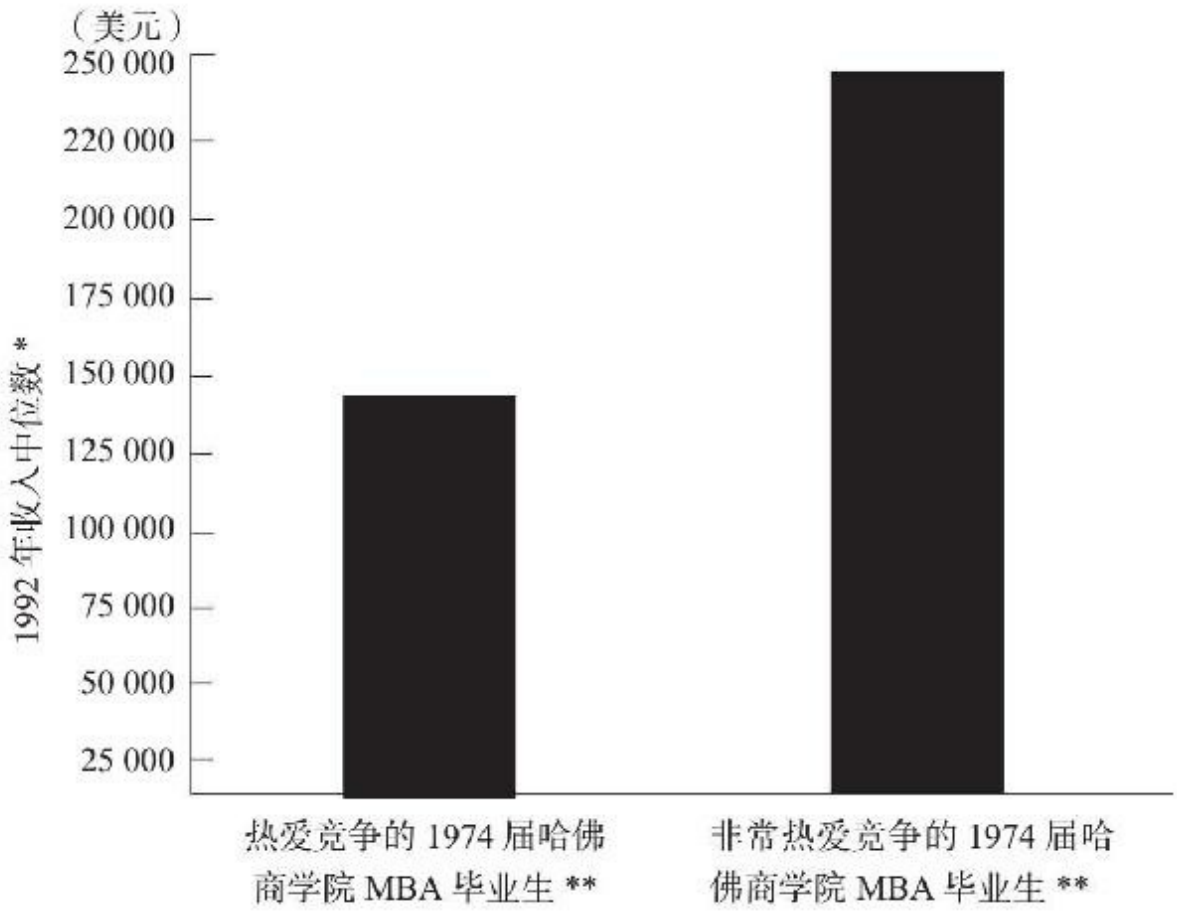


图8.1 竞争驱动力和1992年收入中位数

* 包括创业者的分红及股权收益。
** 基于1973年对115名参与者中的59人所做的心理学测试结果。

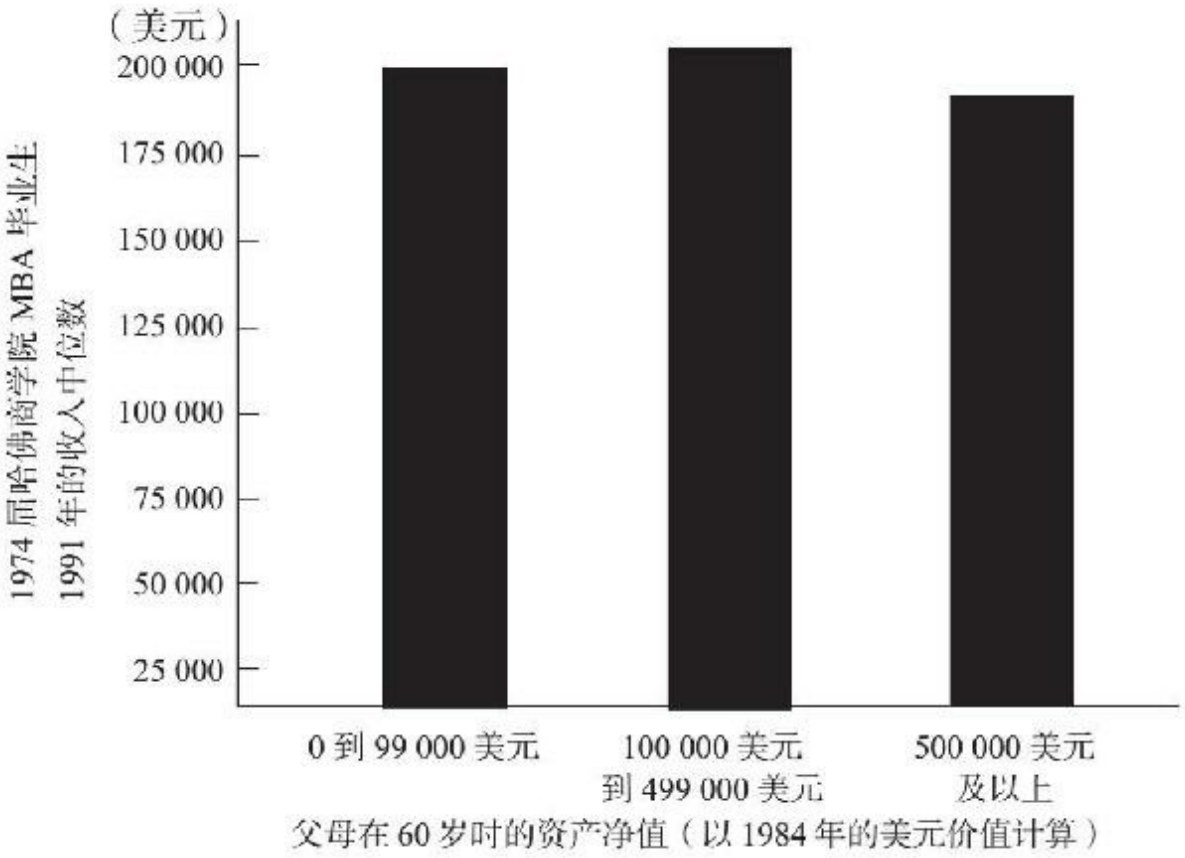


图8.2 父母的富裕程度和1974届哈佛商学院MBA毕业生1991年收入中位数

注：包括创业者的分红及股权收益。

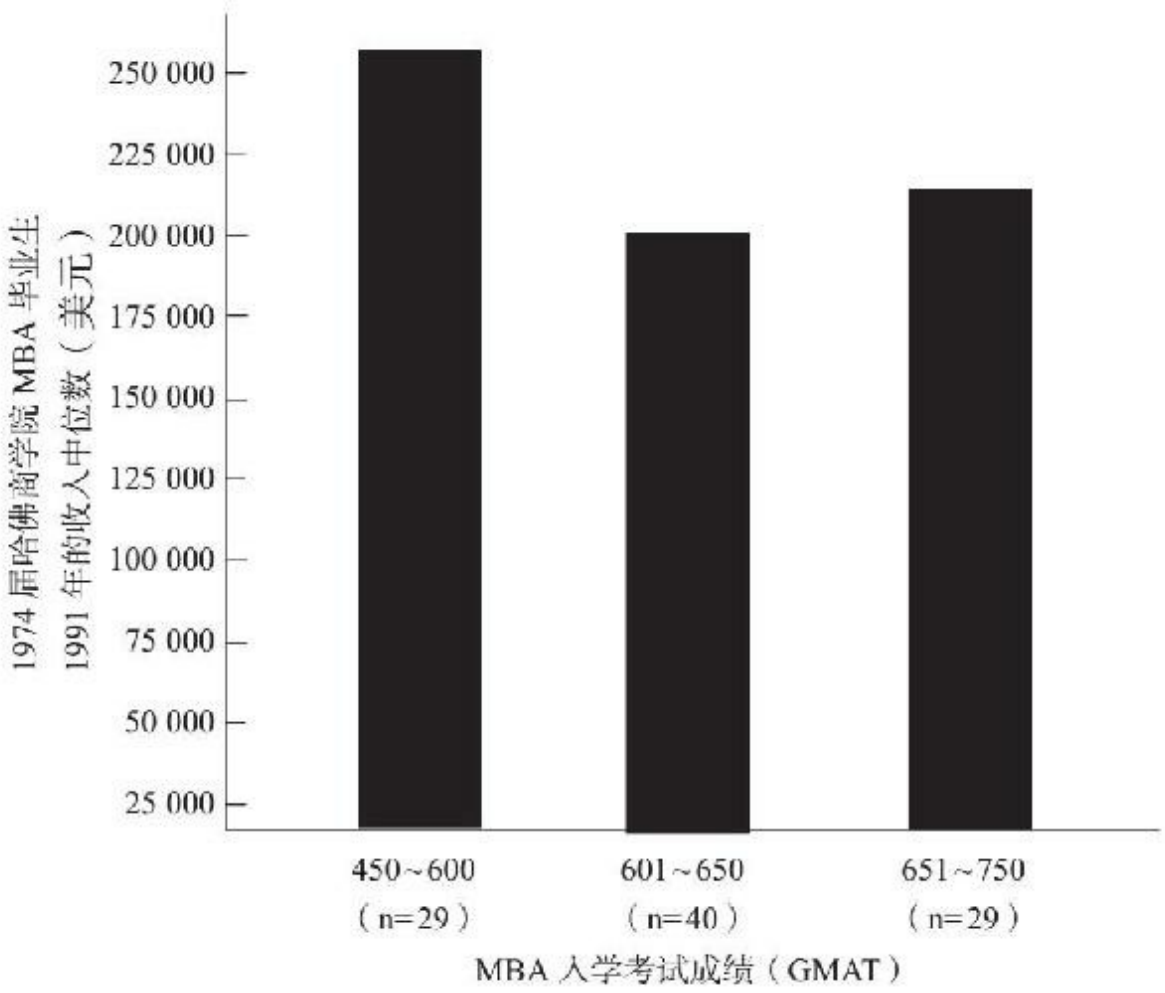


图8.3 MBA入学 考试成绩（GMAT）和1974届哈佛商学院MBA毕业生1991年的收入

新规则7

在持续增大的竞争和高速发展的全球化商业环境中，胜利者斩获颇丰，而那些无法或不愿意竞争的人可能会遇到巨大的问题。新规则是：你需要做一个有能力的竞争者。有效竞争会对你提出很多要求，尤其是要有高标准和对胜利的强烈欲望。

---

[1] 他们中出生于1940年的2人，出生于1941年的1人，出生于1942年的1人，出生于1943年的5人，出生于1944年的10人，出生于1945年的11人，出生于1946年的23人，出生于1947年的11人，出生于1948年的18人，出生于1949年的17人，出生于1950年的15人，出生于1951年的1人。

——作者注

[2] 在一些维度上他们十分同质化，大多数都是男性（93%）、白人（94%）、美国人（85%）。——作者注

[3] 想要了解关于他们的社会经济起源的更多信息，见注释—第8章1—5。——作者注

[4] 53%的人表示父亲是重要的榜样。来自中上阶层的班级成员比来自中产阶级的班级成员更有可能将他们的父亲作为人生榜样来尊重。——作者注

[5] 更多近期的哈佛商学院MBA填写了蒂姆·巴特勒教授编写的名为“管理和职业奖励价值档案”的调查。在1分（最低）到12分（最高）的阶梯上，对这些MBA学生而言，“安全感”的平均得分不到2分！——作者注

[6] 关于他们本科院校、成绩、课外活动及专业的更多数据，见注释—第8章6—9。——作者注

[7] 关于他们价值观、态度和GMAT成绩的更多统计数据，见注释—第8章10—11。——作者注

[8] 在1973年夏天，他们中有一半人选修了一门叫作“自我评估和职业发展”的课程。通过心理测试和其他书面练习，鼓励学生更加了解自己的志向。我对关于他们的梦想的结论基于他们在选修课上的分享。

[9] 这些关于项目影响的结论，首先是基于1974届毕业生的回答，其次是基于我过去20年在哈佛的个人经历。

[10] 我在这里使用“信号”的含义是由迈克尔·斯彭斯（Mike Spence）所定义的，参见“Job Market Signaling,”*Quarterly Journal of Economics* ,87,August 1973,Pages 355–374。

[11] 1973年，115名参与者中有59人参加了一系列心理测试——作为“自我评估和职业发展”课程的一部分。这些测试之后被用来确定每个人的主要主题。由于这项工作是在1973年完成的，因此我们对后续经济结果的了解不会使结果产生偏差。

[12] 与父母所在的社会经济阶层一样，智力指标在塑造职业生涯中起到了重要作用。有些职业似乎比其他职业对智力要求更高，无论是在工作本身还是在获得工作时所需的学校教育方面。然而，1974届学生中，智力水平和收入之间几乎没有关系。

[13] 在1990年和1991年对工作最不满意的班级成员中，“好胜”的成员以4：1的比例超过“非常好胜”的成员。在那些对工作最满意的成员中，两组成员的人数是一致的。——作者注

[14] 就目前而言，那些不愿竞争或无法竞争的人将会发现，不管是谁在华盛顿掌权，工作时光都会变得越来越不愉快。在一个联系日益紧密的世界经济环境中，美国总统不再拥有像罗斯福或60年前其他总统那样大的权力。例如，60年前，个人或公司很难从高税收/高监管领域转移到低税收/低监管领域，而这在现在变得越来越容易。赖克说：“整个20世纪80年代，正如分析师会选择在税收低的地方生活和工作，环绕波士顿的高科技园区都在向外转移到新罕布什尔州南部和罗得岛北部。研究人员记录了来自技术移民的类似运动，他们被迫将更多的收入分享

给那些对他们征税较少的国家。从平等主义的欧洲到不那么平等的美国的‘人才流失’提供了这种现象的一些证据。另一个例子是美国和加拿大之间的移民模式。大多数移民到加拿大的美国人都是相对拥有低技能的常规生产者或现场服务人员；而大部分到美国的加拿大人都是高技能的分析师。为什么？因为这两个国家都提供了大量的就业机会，但有一个与之相关的区别是，加拿大的收入分配更加平等，提供的社会服务要比美国更慷慨。因此，技能不熟练的美国人在加拿大找到了一个好客的环境，在那里他们可以享受更大的收入保障；也因此，技能熟练的加拿大人在美国找到了一个好客的环境，在美国他们可以为自己保留更多的收入。”选自*The Work of Nations* by Robert B. Reich,New York:Vintage, 1992, Page 299. 20世纪60年代想要重演其30年代的境况需要一个强大而开明的联合国，或者一个明智的地球总统。而这两者都不存在。

第9章

新规则8：跨界学习

在当今这个发展日益加快的世界里，几乎所有的东西都在以令人震惊的速度被淘汰，甚至与刚刚过去的一段时间比，也是如此。商业概念、产品设计、竞争对手情报、资本设备和各种知识的可信寿命都变短了。当公司和个人保持不变，并试图生活在过去的时候，他们极少会获得成功。

要理解为什么有些人在今天的工作中表现得如此出色，人们显然需要了解他们的职业道路（第2章）、他们所处的经济环境（第3章）、他们在这种环境中发现机会的具体方式（第4章至第7章），以及他们是什么样的人（第8章）。但还有一个因素也很重要：他们学习和成长的意愿和能力。1974届MBA的115名成员在离开学校时肯定已经是非常能干的了。但是，在过去的20年里，他们在困难的经济时代实现目标的能力已经增长了许多倍。这种增长与他们的成功密切相关。

*

几十年来，哈佛商学院专攻综合管理，而不是金融、营销或其他一些商业职能。早在1972年和1973年，学生们就被告知，他们中很少有人会从综合岗位上开始自己的职业生涯，但大多数人会在20年内晋升到这类职位上。典型的职业道路是从初级市场的营销（或金融）职位开始，经历一系列规模越来越大的市场营销（或金融）项目，然后转向一些越来越重要的综合管理工作。我承认，不是每个人都会经历这个历程，少数人在承担综合管理职务之前会任职于职能更为综合的岗位，而另一部分人将永远都扮演专家的角色（在财务、销售等方面）。但这些情况并非常态。

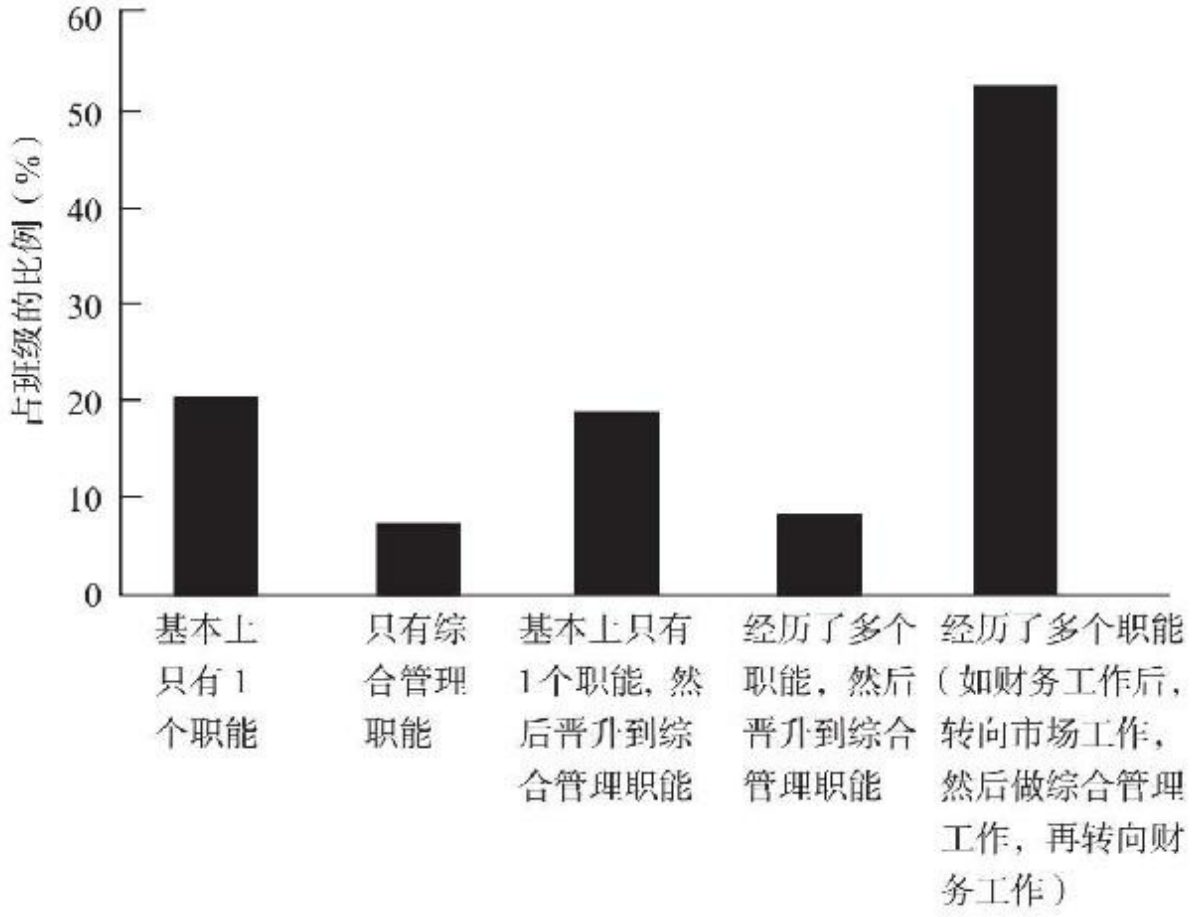


图9.1 115名1974届哈佛商学院MBA毕业生的职业路径

图9.1总结了1974届毕业生的相关职业生涯数据。到目前为止，最大的类别占到了这个群体的一半，但却是我们在当时很少有人谈论的。这类工作意味着一个不那么线性，更为动态的工作组合。它指的是，比如先做两个财务岗位，然后是一个营销岗位，然后又是一个财务岗位，接着是一个综合管理岗位，然后是另一个营销岗位。有时，这些职业道路会在简历中被掩盖起来，要么是因为职位名称并不能传达职位的真实性质，要么是因为写简历的当事人担心简历中的真实情况看起来太过混乱或不正统。但对于1974届的毕业生来说，过去被认为是异端邪说的东西现在已经很常见了。

在第二阶段的经济环境中，大多数人的职业可以被划分到几个简单

的类别中，而且性质相当线性。[1] 在第三经济阶段中，这种情况越来越不复存在了——不仅仅对哈佛MBA来说如此，对所有人皆是。[2] 这种转变与动荡的经济环境直接相关。兼并、破产、由海外竞争造成的衰退，以及新技术，比几年前带来更多的动荡。但对于1974届MBA毕业生来说，这种转变也与他们积极寻找增长机会的尝试有关，这些机会能够帮助他们在动荡的环境中取得成功。这种模式在全班同学的年度回信中体现得非常清晰："在巴西的项目一开始很艰难，但现在看来，这显然是一个非常好的选择。我在这里的一年比在美国的前5年成长了更多""刚刚成功地谈妥了我们部门的出售事宜。我从未做过这样的事情，这是一次令人难以置信的学习经历""得到这份工作很困难，但正因为这份工作，过去4年对我来说是一个重要的成长期，我从一个纯财务导向型的交易撮合者，转变为一名管理者/经理/领导者""从长远来看，我精心准备，最终成功进入金融业的举措，将为我带来巨大回报。我现在真的明白了"。

在我们传统的教育思维方式中，当我们讨论教育的时候，好像在最后一个学位完成之后，学习历程就结束了。但对于1974届哈佛商学院MBA毕业生来说，这一点远谈不上准确。非线性的职业道路——有时是动荡的时代创造的，有时被明确地视为一种学习的来源，通常是两者的结合——已经转变为重大的成长机会，使他们变得更强大，更具竞争力。

对许多人而言，说动荡的环境令人烦恼都算好的了——它经常可以算得上是恐惧的根源。但对于我们的这些MBA毕业生来说，这种动荡一直是成长的一份重要资源。

*

杰克·鲍恩（Jack Bowen）在印第安纳州的一个小镇上长大。他是一名优秀但不算突出的学生。他在篮球队打球，也在他所在的教会青年团积极参加活动。1966年，他离家前往普渡大学，在那里他发起了一个名为"基督徒反对越南战争"的小型运动。1970年获得化学工程学位后，他

在一家开展技术业务和管理咨询的企业的旧金山办事处找到了一份工作。两年后，他来到了哈佛大学。

在这届MBA毕业生们的记忆中，鲍恩是一个说话温和、面带微笑的年轻人。“他显然是一个小镇男孩，比较高，比较瘦，但身体结实，人也很坚强，”凯文·约翰逊说，“就像年轻的吉米·斯图尔特（Jimmy Stewart）或亨利·方达（Henry Fonda）。”

鲍恩研究生毕业后的头10年，在一家大型制造业企业工作，之后进入了一家中型制造业企业（见下文的履历）。在这10年间，他的回信中包括1978年的这么一段：“6个月前我们进行了重大改组。前后有很多不确定因素。我冒了相当大的风险在一个新成立的部门里申请（并得到了）一份工作。新工作的机遇和挑战都将是巨大的。但至少我会学到很多东西。现在说这是不是一个错误还为时过早。”1980年，他写道：“我与一名下属发生了一次大冲突。他的表现很差，部分原因是我们的业务越来越难做了，部分原因是他拒绝根据新情况做出改变。这次的事件让我们非常痛苦，但我们现在为他找到了一份似乎更适合他的新工作（到目前为止，他干得不错）。我想，作为一名经理，我已经成熟了不少。”

他在1984年的信件中写道：“我可能犯了一个大错误，离开了我原本待的运营良好的部门，转到了企业服务部门。这里一团糟，但我想，如果我留在原来的部门，恐怕就会变得僵化，停留在自己的舒适圈，最终可能会在那里退休。让我们看看这一切会向什么方向发展。”1985年他写道：“这真是不可思议的一年。我负责了3个主要项目，尽管有很多困难，这3个项目都取得了很好的进展，然后我就和公司主席发生了冲突。我真心觉得他疯了，他正在害死公司。压死骆驼的最后一根稻草是一系列旨在将买家拒之门外的金融操作，但这些操作都不符合公司的最佳长期利益。所有这一切迫使我重新思考自己的目标和价值，这是一个很艰难的思考过程，但我认为非常有用。最终结果是，我给他下了最后通牒，而当我明白自己永远都无法让他做正确的事情时，我辞职了（或

者说是被解雇了，很难说，可能两者兼而有之）。这不是一段快乐的时光，但我越是想到这一点，我就越相信自己做了正确的决策。到目前为止，我已经找到了一份看起来很棒的新工作。我想（也希望），因为我去年所遭受的一切，我应该更有能力去应对新的挑战。”

在今天的商业环境中，动荡是很常见的。实际上，数以百万计的人正受到海外竞争、裁员、合并等情况的冲击。杰克·鲍恩和像他这样的人最有趣的地方在于，他们能够将痛苦和问题的根源转化为有用的东西。[3] 新的竞争、掠夺者、企业重组等，不仅具有破坏性，也成为他们成长的重要推动力。困难的事情会把他们从舒适的环境中踢出来，并带来新的挑战。自信和有竞争力的人不会逃避这些挑战，因为他们愿意诚实地看待自己的成功和失败，他们会在其中学习和成长。而这些成长，反过来能够让他们越来越有能力应对新的经济环境。

在过去的20年里，并不是这届所有的学生都像鲍恩那样有效地成长了。整体来说，那些成长很少的人可以被归到最不成功的群体中。[4]

*

戴维·德朗（David　DeLong）过着田园牧歌般的生活。他是一家公司的总裁，在他的领导下，这家公司在过去6年里以每年35%以上的速度增长（见下文的履历）。由于他持有公司的股权，他成了一个富有的人。他结了婚，有两个孩子，他也显然很关心他的孩子们。当问到他的家庭和事业时，他可能会说要给你讲一个他是多么幸运的故事——他有美好的生活，且幸运地拥有着很棒的家庭。这听起来有点像20世纪90年代版的50年代老电视剧《奥奇与哈里特》（*Ozzie and Harriet*）。

戴维·德朗

职业经历

波特国际餐厅部 加利福尼亚州，洛杉矶

◎ 主席兼首席执行官（1993年）

◎ 总裁兼首席执行官（1988—1992年）

◎ 总裁兼首席运营官（1987年）

◎ 执行副总裁（1986年）

派拉蒙食品海鲜部门 马萨诸塞州，波士顿

◎ 市场营销高级副总裁（1983—1985年）

◎ 西部地区运营副总裁（1981—1982年）

◎ 广告总监（1980年）

派拉蒙食品谷类部门 纽约州，纽约市

◎ 冷谷物产品经理（1977—1979年）

◎ 冷谷物产品经理助理（1975—1976年）

◎ 暖谷物产品经理助理（1974年）

斯坦福公立学校 康涅狄格州，斯坦福

◎ 数学老师，教师协会会长（1970—1972年）

◎ 数学老师（1968—1972年）

教育经历

哈佛商学院 马萨诸塞州，波士顿

MBA（1974年）

康涅狄格大学 康涅狄格州，斯托尔斯

数学学士（1968年）

个人经历

背景： 1946年出生于新泽西州，在东海岸长大，父亲拥有一家餐馆

婚姻状态： 1980年与伊莉莎白·阿诺德结婚，有两个孩子

对德朗每年回信的研究，则显示了这个故事的另一面。1997年他写道：“我的兄弟因为婚姻恶化而精神崩溃了。我和他很亲近，看到他的生活一团糟，我也很伤心。在过去的9个月里，我花了很多时间来帮助他。我和他一起度假，带他去芝加哥参加一个以他的名义举办的盛大聚会，等等。这是段艰难的时光。”1978年他写道：“冷冻食品部门的市场营销副总职位被派给了另一个同事，虽然我也曾被告知自己是晋升名单上的第一名，有任何空缺的副总职位，我都会是第一个拿到机会的人，尤其是在市场营销方面。”1980年他写道：“我在一个大赌局中下了很大的赌注放手一搏。当时情况很糟，我都准备离开了。我和老板就他犯的重要错误发生了正面冲突。但显然其他人同意我的看法，于是他被解雇了。我也因此得到了一次重要的升迁。”

1981年他写道：“我的母亲病得很重。在一次关键的手术后，每隔两周就会有新的病情发展，而我在1 000英里 [5] 之外。由于这一切恰好都发生在我晋升从而获得新工作的时候，这可以算是我出生以来承受了最大压力的时候。这反过来又导致了我婚姻的危机。经过两个多月的努力，我们终于能够重新定义我们的关系，达成双方共同认可的目标，然后继续前进。我们度过了一个‘重启周末’，之后在夏威夷待了两周。总体来说，自那以后，情况一直在好转。整体看来，这是我个人成长的一年。我生活中3个最重要的因素（工作、婚姻、父母）都同时在召唤我。我有时一天工作20个小时，然后和我的母亲或妻子一起度过整个周末。如果事情没有改善，我不知道我能做些什么。但我知道一点——如果不付出的话，我坚持不了多久。”

1983年他写道：“我遇到了一些健康上的恐慌，但我想主要还是因为压力的问题。”1984年他写道：“我们最大的竞争对手让我担任总裁的

职位，而且待遇非常优厚。这是一个令人痛苦的决定，因为这意味着在进行了4年艰苦工作去帮助塑造我们的组织（比如说雇用团队等）之后，要进入‘敌人’的阵营里了。这是可怕的30天，但最后我还是拒绝了。”1985年他写道：“工作和婚姻都出现了危机。在工作中，我与主要同事及上司对工作表现的看法有极大的差异。那是地狱般的一年，我差点辞职，差点被炒鱿鱼。最后是我的那位同事被解雇了。我现在开始着手重建部门、绩效、关系等。这一切都给我的婚姻造成了严重的压力。局势尚未完全得到解决。”1986年他写道：“两大事件：我离开了我工作了十一年半的公司；我选择了一家规模较小、更具创业精神的公司。因为我想要更少的废话，更多的直接参与。还有，我的姐姐病了，我一直在努力给她经济和精神上的支持。”1988年他写道：“我父亲做了癌症手术。他经历了一场艰难的手术，现在正在克服重重困难。”1989年他写道：“父亲去世了，我非常想念他。”

1991年他写道：“这一年我女儿病得很重，在医院待了两个星期，然后做了手术。没有什么比你的孩子受伤更让你伤心的了……我儿子需要一些强有力的家庭教育。他聪明、有创造力，但有时很难融入他那保守的学校……一个哈佛商学院同学妻子的去世让我们所有人都感到很意外，这也提醒了我们自己实际上有多脆弱……在工作上，经济形势的下行给企业带来了非常大的压力。”

1992年他写道：“我女儿不得不做第二次手术。感谢上帝，她现在没事了……我把我大部分的空闲时间都奉献给了我的儿子——帮助他做功课，和他一起打高尔夫球和篮球，让他来和我一起工作，等等……在工作中，我不得不解雇两名老员工。其中一位是个非常棒的人，但他就是无法完成他的工作。这是一个很艰难的决定。”

我们有时羡慕那些在经济上取得巨大成功的人，因为他们似乎拥有无忧无虑的生活——充满了积极因素，却很少有消极因素。当然，这是无稽之谈，至少对于1974届毕业生来说并不是这样。他们无一能从悲剧事件中免疫。死亡、离婚、疾病和巨大的压力问题司空见惯。一位成员

的房子被烧毁了。另一位在猎鸭时被射中。有的人因为试图怀孕（但未能成功）而遭受创伤。其中一位患上了一连串使人衰弱的疾病，另一位则因癌症失去了妻子（也是3个年幼孩子的母亲）。有几对夫妻已经离婚。有的人遇到了孩子叛逆的问题。有的人因为身边亲密朋友的痛苦，而同样不得不承受着苦痛。

同样，这届毕业生中最成功的成员们的有意思之处在于，他们有能力将可怕的事件——即便是个人和家庭问题——转化为成长经历，让自己变得更强大、更有能力。通过不逃避困难，通过认真反思他们的经历，他们成长了。这种成长反过来又帮助他们更加成功。

但为什么不是所有人都能有此种表现呢？这可能涉及许多因素，但有一个因素在我看来是很突出的。低自我标准，弱竞争驱动力，以及在竞争环境下缺乏自信（见图9.2）会影响个人的终身学习。如果没有野心，成长的痛苦会显得太难以承受。没有真正的驱动力，崭露头角的创业家永远摆脱不了企业的温床，年轻的顾问将无法忍受那些被拒绝的经历——即便这通常伴随着领悟到如何成功售出其服务的学习过程，有领导潜力的个人从不愿意承担率领他人的风险，而初级交易撮合者也不会奔着能学到不少（输赢）的大交易而去。如果没有真正的野心，人们会避免那些工作内外都令人痛苦但能获益匪浅的经历。与这些逃避相伴而来的则是个人发展的停滞。

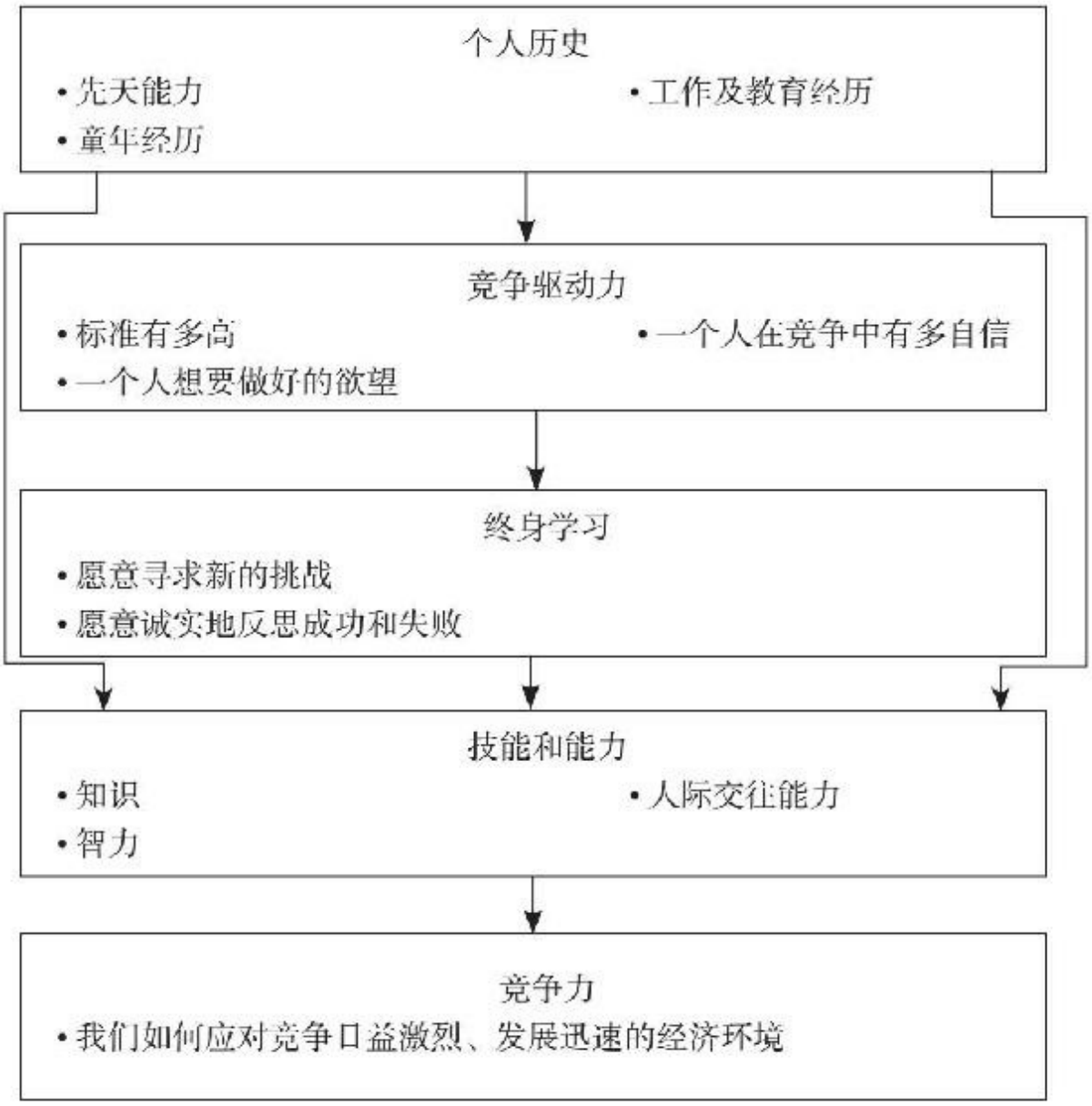


图9.2 竞争驱动力和终身学习对职业成功的贡献

*

1974届哈佛商学院MBA群体中最常见的抱怨是，他们没有足够的时间舒适地应对所有外界对他们的要求。造成这样的时间压力的原因之一是动荡的第三阶段经济环境和它所需要的持续学习的要求。在一个静态的世界里，一个人可以在职业发展上投入很少，或根本没有投入多少

时间，但却可以做得很好。但在当今非静态的经济环境中，若是不花费精力对个人成长投资的话，最终会导致你从成功的路径上脱轨。

这115名MBA大多采用4种策略来争取学习所需的额外时间。有些人推迟了结婚和组建家庭的时间。有些人几乎把所有的家庭责任都交给了配偶。有些人慷慨地用钱购买各类个人支持方面的服务。还有许多人把本该投入家庭的时间投入到了职业发展上。

戴维·韦伯（第8章）、斯坦·罗伯茨（第7章）、杰里米·金（第2章）和其他人都把结婚生子推迟到快30岁或30多岁的时候。因为没有家庭责任要承担，他们得以专注于自己的工作，包括应对工作中巨大的学习挑战。他们中的大多数人似乎已经意识到这种策略是有风险的，风险就是在以后的生活中，他们可能更难找到配偶或生儿育女。但他们选择了承受这些风险。

在这115名受访者中，有些人通过要求配偶处理所有的家庭事务，找到了额外的时间。对于男性来说，这是传统婚姻的一个极端版本——有许多原因让这种婚姻在当今非常难以维持。他们中的女性成员甚至没有一个人选择使用这种策略。

1974届毕业生中的许多人都试图花钱来解决时间问题。他们雇用保姆、孩子的看护、园丁、税务会计师，甚至是买手。[6] 所支出的费用可能非常高昂。尽管如此，115位1974届哈佛商学院MBA毕业生中的一部分人显然认为这是一项非常明智的投资。

最终，课堂上的许多人不仅把个人和家庭问题变成了个人成长的源泉，而且也转化成了与职业相关的成长。就像戴维·德朗一样，他们把婚姻危机、健康问题和与孩子的冲突，转化为同样适用于工作的重要经验。

这4种策略都帮助他们理顺了工作和家庭关系，帮助他们成长。而且，即便是增长上的微小优势，有时也能带来巨大的回报。

想象一下，比如说，两个人在25岁的时候在竞争能力上完全相等。

两个人都大约拥有100个单位的才能。但他们两个人对终身学习的定位不同。一个人积极地寻求挑战，认真地反思他所获得的成功和失败，然后从中获得成长。另一个人在这一点上没有那么重视。这里有一个有意思的问题是：这个差异会在多大程度上影响他们在第二阶段的经济环境中的竞争能力？答案是：远远超出人们的预期，因为这里面有复合效应。

举例来说，如果较弱的学习者以每年4%的速度成长，到他或她50岁时，他的100个单位的才能将增长到256个。换句话说，这个人能够应对的职业挑战难度，应该2倍于其在25岁时能够应对的困难。但如果更有进取心的学习者以每年9%的速度增长，那么到50岁的时候，他将把100个单位的才能提升到862个。那这个更好的学习者能够处理的任务难度就不是其在25岁时候的2倍，而是8倍。结果，这两个人明显是同龄人，今天却不再站在同一条战线上了。更有进取心的学习者可以处理的问题难度比另一个人要高3倍以上（865/256=3.4）。而这并不是一个极端的例子（具体参见下文）。

复合效应

情景I

弗雷德和乔治在25岁时都拥有100个单位的才能。此后弗雷德以每年9%的速度增长，而乔治每年增长4%。50岁时的净结果：

弗雷德有862个单位的才能 3.4

>

乔治有256个单位的才能 1

情景II

弗雷德每年增长12%，而乔治每年增长3%。50岁时的净结果：

弗雷德有1862个单位的才能 8.9

>

乔治有209个单位的才能 1

情景III

弗雷德每年增长15%，而乔治则增长3%，另外，不断变化的环境意味着每年有3%的竞争能力已经过时。50岁时的净结果：

弗雷德有1821个单位的才能 18.2

>

乔治有100个单位的才能 1

在第二阶段的经济环境中，这种竞争能力上的差异尚不会转化为收入上的巨大差距。全球市场的缺位、企业内外部的竞争障碍、政府对收入的大规模再分配，以及许多其他因素将使得社会的整体收入产生均衡效应。但第二经济阶段已经不再是今天的现实情况了。如今，竞争能力的差异正转化为巨大的收入差距——终身学习已成为经济成功故事的一个重要组成部分。

新规则8

在快速变化和竞争激烈的环境中，正规的K12（基础教育）到大学阶段的教育非常重要，但这还不够。要想在工作中取得成功，需要在获得最终学位后还能获得巨大的成长，学习更多新的方法、技能、技术等。动荡的经济环境会为那些愿意承担风险并诚实反思自身经历的人们提供许多成长机会。

---

[1] 尤其是在大型企业中，对大多数人来说，职业发展相对停滞（比如对工厂和办公室里的工人）。管理职业路径则更倾向于在一个单一的职能阶梯上向上晋升。——作者注

[2] 研究职业生涯的人至少在近10年来一直在谈论这种变化。可参见，如 *When Giants Learn to Dance: Mastering the Challenge of Strategy, Management, and Careers in the 1990s* , New York:

Simonand Schuster, 1989。

[3] 摩根·麦考尔（Morgan McCall）、迈克·伦巴多（Mike Lombardo）、安·莫里森（Ann Morrison）等人在成功的高管案例中都证明了这种将艰苦经历内化为成长的模式。参见他们的书*The Lessons of Experience* , Lexington, Mass.: Lexington Books, 1988,especially Chapter 4。

[4] 衡量“成长”显然不是易事。但在1992年的访谈中，谈到动荡的事件，以及他们从中学到了什么的参与者，成为样本群中收入和职位在平均线以上的人的可能性是其他人的两倍。——作者注

[5] 1英里约为1.6千米。——编者注

[6] 买手是通过收取一定费用，替雇主购物的人。——作者注

4

启示

第10章
职场成功

1992年，当被问及10年后他们将做什么时，来自哈佛商学院1974届的115名MBA给出了各种各样的回答。近25%的人仍然梦想着成为某种类型的企业家。另外20%~25%的人认为，到那时他们将离开商界，进入政府、政治圈、教育界，或是退休。还有20%的人说他们会做一些与众不同的事情，尽管他们还不确定具体会是什么。很少有人用稳定的眼光看待他们的工作——认为他们还会从事同样的职业，做同样的工作，面对同样的挑战，获得同样的收入。

这种看法在一定程度上源于他们积极进取的天性，尽管20年来经历的成功和失败显然消减了他们的野心。就像人们成熟后的典型情况一样，1993年，这一群体的渴望导向和事业导向的进取精神似乎低于1974年。[1] 对大多数人来说，他们对成功生活的隐含定义已经拓宽了。在这种情况下，相对于家庭环境和个人健康，工作似乎不那么重要了。（见注释—第10章2）但即便是在这种衰减了的状态下，与同龄人相比，这些人对职业的专注程度也很高。[2]

他们对未来的指向，多少也受到和其他婴儿潮一代人别无二致的不满情绪所驱动。尽管这115名MBA毕业生在经济上比同龄人平均收入水平高得多，但他们在20世纪50年代和60年代建立的预期往往没能完全实现。他们父母拥有的房子，几乎是他们祖父母的两倍大或加倍豪华，因此许多人期望他们的住所也比他们父母的要加倍优越。但在过去的30年里，房价上涨了10倍，他们所面对的抵押贷款利率也比他们的父母高，他们孩子上大学的费用也是他们自己当年支付的5~10倍。所以有时候，即使每年收入达到20万美元，他们也很难达到自己的预期。

但最重要的是，他们对未来的展望是由同样的一组经济力量所推动的，这些经济力量迄今为止对他们的职业生涯影响巨大。这些经济力量创造了这样的一种商业环境：在这种环境中，美国的就业机会现在更多地出现在规模更小、更具创业精神的环境中；在这样的环境中，咨询顾问和其他协助大企业的人正在蓬勃发展；在这样的环境中，成为一名优秀管理者的报酬相对于成为一名优秀领导者、企业家或交易员的报酬有所下降；在这样的环境中，收入的差距在不断扩大，而收入最高的往往是那些有才华、受过良好教育、有强大自我驱动力，且愿意承担风险的人；在这样的环境中，曾经在大公司里能看到的那种长达20年的职业规划如今正变成博物馆里才能看到的展品；在这样的环境中，或许最根本的是，职业的概念正在发生变化，而且不仅仅是对这些MBA毕业生而言，对所有人来说都是如此。

直到最近，许多还算成功的人在中年时还指望在工作上有一个不太会变化但舒适的未来。这样的职业生涯是安全的，但往往很无聊。在过去的20年里，这种计划一直在改变。20世纪中叶建立起来的这种模式——上学、找工作、晋升、达到顶峰、下滑数十年直到退休——正在被多种职业、终身学习和更多的不确定性所取代。在竞争日益激烈的全球市场上，停滞不前就是倒退。这个新世界可以更加令人兴奋，更加令人满足——对大多数参与了我们项目的MBA来说正是如此。它也可以是令人恐惧的，尤其是对于那些没有得到足够的教育、学会足够多的技能，且拥有足够强大动机的人。

*

在我对哈佛商学院1974届115名MBA学生的研究中，我提出了许多问题，其中最基本的问题是：

1. 这些人是如何在工作中变得如此成功的？在一个艰难的经济环境中，他们中有多少人似乎成功抵抗了随着经济环境而下滑的重力法则？

2. 他们的职业对社会有贡献吗？相对于他们的收入，他们是否增加了足够多的价值？

3. 在经济环境动荡的情况下，可能有更多的人在工作中获得经济上的成功和个人的满足吗？如果可以，需要如何实现？

关于第一组问题，这115名MBA毕业生的成功似乎与他们所工作的商业环境，以及他们利用这种环境的能力的关系最为直接。这种环境的变化越来越快，也越来越不稳定，这是许多力量复合作用后的产物——其中最重要的就是全球化。全球化之后的经济环境提供了更多的机会，通常是以更广阔的市场的形式呈现。但同样的经济环境也带来了更多的风险，风险则通常来自更为激烈的竞争。

在避免风险的同时利用现有机会获得财富的过程中，我们的115名MBA主要仰仗的是他们对自己的高标准、强烈的求胜欲望，以及自我发展和学习新技能的意愿。这些个人特性帮助他们发展了强大的竞争能力，帮他们打破了惯例，并尝试了不同于20世纪中期标准的工作方式。现在这样的工作方式意味着个人需要更具创业精神，需要减少官僚作风。这也意味着相对于管理能力，他们更需要培养自己的领导力。这也意味着网络类的灵活组织关系的作用更大，而繁复的阶层结构的作用更小。这也意味着他们需要为增长或业务复兴融资，而不仅仅是照常营业。这还意味着要冒更大的风险且要踏向更不稳定的职业道路。

1974届哈佛商学院MBA毕业生中最不成功的学生也是最不严格遵循“新规则”的人。鉴于种种原因，他们的目标一直较低，获胜的欲望也较低。他们不愿像其他人那样打破常规，也不愿把自己置于能够获得成长的、具有挑战性的环境中。他们也比其他人更有可能进入更大的、更官僚化的组织，并在这样的组织中通过等级关系管理日复一日的常规事务。

新规则

新现实

不要依赖惯例：在20世纪的大部分时间里，赢家们的职业道路

往往不能再次带来巨大的成功。

关注全球化及其后果；每一件事情都在发生变化，这既提供了巨大的新机遇，也带来了同样高的风险。

新反应

转向小型商业和创业机制，远离大的官僚体系；在一个竞争日益激烈的世界里，以速度和灵活性取胜。从外部和内部帮助大企业：咨询顾问和其他服务提供商存在巨大的机会。

不要仅仅只是管理；现在，你还必须帮助组织成为胜者。

如果可以的话，就尽情地撮合交易；在金融和其他交易撮合者的职业生涯中，存在着巨大的机会。

基础

增加你的竞争驱动力；无论是现在还是将来，高标准和对成功的渴望都是必不可少的。

永远不要停止成长；终身学习会越来越成为成功的必要条件。

由于他们有能力适应当前的经济环境，这115名MBA中的大多数人显然做得很好。但他们的活动有多少也惠及了其他人呢？在过去的10年里，人们普遍对婴儿潮一代的以自我为中心和贪婪的品质提出了严重的质疑，尤其是对那些精英学校的MBA。有些人认为，这些人不仅仅是国家的一种资产，也是一种负债。在这个议题中，1974届毕业生的经历能告诉我们的是什么？

从他们过去20年的回应来看，这种极端的论点很难被视为值得严肃对待的观点。当被问及他们生活中的重要事件时，他们会写关于婚姻、生育和许多类似这样的事情：“在过去的14个月里，我的团队在我们这里和欧洲的工厂成功地实行了一种新的质量管理流程”（1983年）；“我

刚上任的时候，这个部门一个月亏损50多万美元，而且又在大量裁员。如今，我们每个月的收入超过100万美元，实际上我们已经开始重新招聘员工了”（1989年）；“我帮助我的头号客户实现了扭亏为盈，使其市值增加了10多亿美元，产品和服务也有了显著改善”；“我的那个小投资银行已经有8年的历史了，它成功地协助了50多个重要的客户，并在1991年成为这个行业里备受赞誉的公司”；“作为营销总监，我负责了公司历史上最成功的产品——实现了超过7　　500万美元的销售额”（1982年）；“我被派往韩国，帮助建立一家合资企业。尽管存在两家不同的公司、两种不同的国家文化等许多问题，但我们成功创建了一个生产技术创新且能够盈利的组织”（1987年）；“我自己的公司，现在已经有10年的历史了，已经为成千上万的客户提供了独一无二的产品。这里有我的骄傲”（1992）即使人们因为某种傲慢的因素而忽视了这些说法，这些成就仍然是非常真实，且对社会有用的。这些MBA开始创业，建立企业，并扭转了企业不良的局面。他们一直在资助创业者、发展组织。他们一直在雇用员工、纳税，生产有用的产品和服务。他们一直在为我们的经济组织提供必要的领导力。若没有他们的种种活动，我们所目睹的过去20年的经济结果无疑会更差，甚至可能差得非常多。“MBA们是邪恶的”这一说法和事实并不相符。

至于他们对社会的贡献是否充分，或者是否达到了和他们的收入相匹配的水平——这个问题则要复杂得多。其中一些人的工资可能与任何合理的贡献标准相比，都是完全不成比例的。但对商业收入持批评态度的人，矛头最常指向的是大公司的首席执行官们，认为是他们诱使了自满的董事会拿出了荒唐的薪酬方案。 [3] 对他们的这种批评是正确的。 [4] 但在1974届毕业生中那些非常成功的人群里，符合大公司的首席执行官、被操控的董事会、膨胀的薪酬方案这类描述的人数为零。几乎没有人是这样的，数量是零。而且即便是在未来的20年里，会成为这类人的数量仍旧会非常少，因为绝大多数人都在追求其他的职业道路。

1974届的大多数人现在都在谈论他们如何希望在未来20年做出更大

的社会贡献。对一些人来说，这个贡献是通过慈善活动来实现的；对另一些人来说，政府服务，或单纯利用他们的影响力来运营经济组织，以使尽可能多的人受益，也是对社会的贡献。如果他们通过各自的方式实现了这方面的愿景，我认为到2014年的时候，批判他们的成功就非常困难了。但如果他们远远达不到自身设立的愿景，一些社会批评家可能会认为他们贪婪或不负责任。如果今天必须让我打个赌的话，我会比较倾向于更乐观的情形——这些MBA会越来越多地回馈社会。

*

有可能帮助更多人实现和1974届毕业生一样的成功吗？因为这些参与者在简历中有哈佛MBA学历的优势，所以很容易让人们对这个问题得出“不可能”或悲观的答案。但我自己过去20年的经历使我对这种倾向性反而产生了另一种想法。我们确实永远都不应低估这些MBA由于种种原因而获得的特权的力量。不过，我也见过许多人，其中大多数都没有获得MBA学位，而他们对待工作和职业的方式与1974届哈佛商学院MBA这类人相仿，而他们也取得了巨大的成功——至少从大多数标准来看是这样的。他们只是根据本书第211页所提及的启示采取了行动。这里有大量的启示，而且这些启示都非常有价值。这些启示与1994届毕业生的关联性，就像它们与1974届毕业生的关联性一样密切。

关于职业路径，特别是管理职业道路，所涉的启示包括：

1. 安于好的生活、平庸的生活，是危险的。在一个竞争日益激烈的环境中，以成为第一或第二为目标的人或组织，总是会打败一个同样聪明但只满足于做好工作的个人或团体。这听起来似乎是显而易见的，但现实是，如今绝大多数劳动者并没有按照这一原则来管理他们的职业路径。大量的人从大企业、大工会和大政府那里学到的是，从“还行到好”的范围就足够了。20年前在某些地方可能是这样。从现在起的10年里，从“还行到好”可能永远不会走向成功。

2. 要想在某项活动中表现出色，就需要仔细地将个人的优点和缺点与现有的机会进行匹配。在各项能力中，这种将能力与环境相匹配的行

动最需要的则是充分的自我认知。20世纪50年代的“组织内的人”不知道自己到底是谁，但他仍然可以通过循规蹈矩、迎合一个变化缓慢的环境而获得成功。但在一个瞬息万变的世界里，这种职业战略是行不通的。而且，在动态的环境中，诚实和现实的自我评估对有效成长也是必不可少的。由于人们无法一直在各个方面都有所成长，他们需要知道在未来的挑战和他们现有的能力之间的差距——没有充分的自我认知，这样的评估是不可能做出的。

3.要培养所需的技能和态度，接受良好的教育正变得越来越重要，这里所说的“好”意味着一个高标准的环境，一个能让人在竞争中建立自信的环境，以及一个人们能学会培育求知欲的环境。明智的做法是避开标准低且学生与学习脱节的教育机构。同样，这听起来可能是显而易见的道理，但停下来想一想：你认识的所有学生（包括你自己、你的孩子、你的朋友等）所在的教育机构是否都符合这个标准？

4. 大学毕业后，任何有抱负的人都应该在加入一家传统的20世纪企业之前停下他的脚步。这些大型企业不仅提供的机会比20年前要少，而且有时还意味着不利于成长和终身学习的环境。当然，这里也有例外，但扑向一家知名大型企业的岗位还算得上理性选择的时代，早已过去了。

5.　雄心勃勃的人也应该避开那些竞争激烈程度低于世界标准的行业。一个竞争没那么激烈的行业可以暂时避开困难时期，但绝不是长期的避难所。甚至像电力公司这样在垄断环境下的产业也在向竞争更激烈的未来发展。在竞争没那么激烈的环境中工作，尤其是在职业生涯的早期，你所要冒的风险就是，你在过去可能根本没能学到未来面对竞争时你需要的教训和技能。

6.到了今天，在单一业务层级中向上迁徙的行为可以说比20世纪大部分的情况都更无意义。尽管这样的职业路径可以给人成功的幻想——至少能维持一小段时间，但它无法提供应对一个快速变化且竞争激烈的世界所要求的行业广度。今天，寻求能够学到更多、更加非线性的职业

路径，或许是一个更好的选择。

7. 为了促进终身学习，人们需要寻找一些有延伸性的职位，能够鼓励下属成长的老板，以及能够进行一些实验和创新的环境。想拥有一个成功的职业生涯可能越来越意味着要避免那些几乎没有增长潜力的工作，以及那些不希望他们的员工成长的企业。由于官僚主义和厌恶风险的环境对学习的影响，它们正日益成为个人职业道路上的狙击者。

8. 对成功的追求可能总是涉及某些困难。但今天，比起上一代人所处的时代，道德陷阱变得更为常见了。在一个动荡的世界里，人们很容易跨越道德的界限，尤其是在涉及大笔资金的情况下。可以说，伦理判断已经变得越来越重要了。

9. 对于那些没有足够的运气拥有伟大的父母和良好教育的人，本书第211页的经验教训尤为重要。商业环境不会变得更简单。事实恐怕正好相反。

这里的每一点都提出了每个人最好都要反复考虑的额外议题和问题——既是为他们自己，也是为他们的孩子、配偶、同事和朋友。最基本的议题或许是：任何一个处于无法帮助他或她更好地应对一个更艰难的第三经济阶段的环境的人，最好赶紧离开这个环境，越快越好。

*

在企业、工会和政府的形式中，“大”往往意味着与时代脱节。其中一些机构的运作方式让我们觉得仿佛仍然生活在第二阶段的经济环境当中。这里的净结果是：大公司的规模在缩小，大工会的人员在丧失市场份额，大政府越来越不受选民的尊重。

1974届哈佛商学院MBA毕业生的经历为那些试图成功运营大型组织的人提供了一些重要启示。

1. 大多数大公司的首要管理目标应该是创造一场革命。与半个世纪前的境况不同，传统企业不再处于强优势的地位。在这种情况下，被认为是恐龙都不算差了。在今天这个“后公司时代”，除非管理者能够从基

因上重构这些企业，否则他们就只能消失。

2. 革命的目标应该是大大减少管理层级、官僚主义、内向关注特征和办公室政治。整体目标是从繁复的管理层级结构，转变为一个灵活的网络组织。实现这一目标将需要企业改组、削减成本和大量的流程。但最根本的是，它需要企业文化的改变。

3.另一种考虑这个问题的方式是：大企业人的目标应该是创建一个感觉上和操作上都更像小企业的组织，但同时又保留大企业的资源优势。这意味着快速和简单的运行方式，意味着要让雇员有一种主人翁精神，并让每个人都建立客户导向的意识。在大多数大型组织中，这样的变革需要显著的文化革新。

4. 在较大和较老的组织中，文化革新极其困难。如果没有来自许多人的强有力的领导——包括组织最高层的领导力，这种变革或许是不可能发生的。

5. 那些认为自己的文化和组织不错的大企业高管应该回答以下问题：去年你吸引了多少最优秀的大学毕业生到你们公司工作？如果答案是零，或者接近于零，那你们的组织文化可能仍然存在严重的问题。

6. 在大型组织中，文化变革的头号障碍是缺乏紧迫感，或者通常是由于太多过往成功的辉煌和不够大胆的领导造成的。在今天的大多数大企业中，加深紧迫感是必不可少的。

7. 大型政府组织的管理人员则面临着尤其困难的挑战，但应对这些挑战并非不可能完成的任务。最近公共部门的一系列成功案例显示了一种趋势，这种趋势与私营部门正在发生的变化非常相似。[5] 政府组织正在“瘦身”，精简层级，变得更加关注外部，与供应商和客户也都建立了更为紧密的关系。由于几十种各类原因，这一切都在以蜗牛般的速度推进着。尤其是因为各个政党的思维方式阻碍着，[6] 这个过程需要被加速推动。

8. 任何一个认为在大组织中发生重大变革是不可能的人都应该离

开。坐在一家大公司里，并假装我们还处于1955年无疑是疯狂的行为，即使你在一家“好”公司里有一份“好”工作也一样。一个更好的选择是，去另一个有可能发生改变的大公司，或者去一个小公司并协助他们从外到内改造大公司。

*

当我在1993年年底写就这本书时，人们对管理的职业生涯已经越来越悲观了。在美国参加MBA入学考试的人数经过几十年的增长后，开始下降。许多企业的中层管理者开始说经理人已经太多了，而工作岗位却不够了。如果一个人是以20世纪中叶的职业态度来思考管理职业生涯的，这种悲观可以说完全合乎情理。但如果他能够认识到今天商业世界正在发生的事情，这么多的变化都是如何发生的，以及这些变化都带来了哪些巨大的机遇，那会导致悲观主义的逻辑在很大程度上就将消失。

在可预见的未来，全球化经济将为几乎每一个人提供非常多的机会，甚至包括那些在19世纪的管理生涯中，仅有有限选择的人（妇女和非白人）[7]。这就是变化的本质。这些变化往往会动摇现有的权力结构。

我甚至对大企业持谨慎乐观的态度。领导力正在一些大公司中出现，这些公司在创造变革，从而发展出强大的竞争能力。这一切变革的进程，并没有以其应有的速度推进，也尚没有获得其应有的普遍性，但至少它正在发生。而且，平均来看，这些变革在以美国为总部的大公司中的情况，已经比在世界其他国家的大部分地区要更好了，或许是因为美国已经比其他任何国家都要更深地进入第三阶段的经济环境了。

如果我们有任何应当担忧的事情，那应该是我们如何能让人们利用这些机会，而不是忧虑这些机会本身。在这方面，我认为我们的能力还十分弱小，这也就是为什么我选择以教育为主题来结束这本书。

---

[1] 最初，大多数人都特别关注职业。当被问到对毕业后每个问题在生活中的重要性的排序时，他们将“获得工作认可”放在第一位，“学习掌握工作所需的技能”放在第二位，“获得老板的

尊重”放在第三位。得分最低的6个条目是：“找对象”“与配偶解决难题”“精神或宗教发展”“融入社区活动”“换工作”，以及“生孩子”。

[2] 举例来说，他们的工作时长仍然比同龄的大多数人要长。——作者注

[3] 参见Chapter 5 in *The Cost of Talent* by Derek Bok, New York:Free Press, 1993。

[4] 参见格雷夫·S.克里斯特尔（Graef S. Crystal）在此方面的杰作——*In Search of Excess* , New York: Norton, 1992。

[5] 戴维·奥斯本（David Osborne）和特德·盖布勒（Ted Gaebler）在《重塑政府》一书中讲述了政府的有益变革（艾迪生·韦斯利，1992年），几乎所有的例子都说明了从高层级结构向灵活网络的转变。

[6] 在其中一个主要政党中，有太多的人似乎认为我们仍然生活在一个第二经济阶段的世界，而这如果有什么影响的话，那就是在第二阶段的经济环境中，政府机构只需要扩大规模就可以更好地为社会服务。而另一个政党有时则表现得好像我们回到了一个世纪前的第一经济阶段，认为政府结构只需要缩小到1890年的规模就可以了。这两种观点都没有认识到，第三经济阶段的世界对公共和私营组织的要求已经与以前的时代大不相同了。——作者注

[7] 这是近期的企业家人口特征分布所呈现出来的模式。在20世纪80年代末，女性所拥有的企业增加了57%，西班牙裔企业家所拥有的企业增长了81%，非裔美国人所拥有的企业增长了38%。（资料来源：*World Almanac* 1994,Page 358。）——作者注

第11章
新教育

1993年，美国的劳动力大约有1.2亿。[1] 制造业工人的平均日薪在92美元左右。在服务业，工资通常更低。婴儿潮一代的大多数人可能是无法接受这样的工资水平的。就像我们哈佛商学院1974届的MBA毕业生一样，他们所接受的教导中，对未来的预期就是要生活得比他们的父母更好，就像他们的父母生活得比他们的祖父母辈更好一样。而实际上，大多数人的年收入在2万~2.5万美元，无法达到这一预期。

由于经济全球化相关的各种因素，美国的工资增长已经停滞了20年。现在的境况与30年、40年或50年前不同，当时制造业的从业人员面临着欧洲社会的真实竞争威胁，但当时的竞争者也仅仅是平均下来稍微挣得少一点。今天，来自日本的竞争者往往更有效率，来自中国、韩国、马来西亚、新加坡的竞争者的工资仅仅是美国劳动者的一半，而且越来越多来自墨西哥的竞争者每天仅仅挣着10美元（每年2 500美元）。即使在一些根本没实现全球化的制造业领域，工资也因为这些公司的产品购买者是其他面临国际竞争的企业，而它们会反过来要求供应商降低成本，从而阻碍了这些不直接参与全球化竞争的企业员工的工资上涨。

而压低美国制造业工资的全球力量也在间接损害服务业的工资水平。有时是因为失业的生产工人转向服务业寻找工作，从而压低了工资水平；有时是因为制造业企业被迫寻找越来越便宜的服务供应商；有时是因为制造业缺少增长的工资，迫使人们寻求更便宜的个人服务。

从美国工人的角度来看，现在的情况很困难，但还可能会变得更糟。当我问及1974届毕业生时，几乎所有人都预测，第三经济阶段远未

结束。大多数人似乎相信，竞争压力将在今后10年继续增加，尤其是当东欧和苏联竭尽全力地试图通过成功地同美国的公司竞争来解决它们的经济和社会问题时。这些国家的劳动力规模几乎是我们的两倍，通常还受过良好的教育，且目前这些地区制造业的平均工资约为每天7美元或8美元。但即便是这种威胁，也比不上亚洲的欠发达地区。在印度、巴基斯坦、印度尼西亚、越南，有一个将近10亿人口的潜在劳动力市场，而那里，目前的制造业工资仅仅约为每天2美元（每年500美元）。直到目前，由于缺乏资金、专业管理知识、劳动力技能和政治支持，甚至匈牙利人都无法与美国人竞争。但这种情况正在迅速发生改变。

许多因素可以让这一趋势放缓。低工资国家的政治不稳定将阻碍所需的资本和专业技能输入。美国的政治压力将试图通过制定政策和立法来让这一不可避免的趋势放慢。[2] 但凌驾于一切之上的是强大的经济力量，包括几乎所有人都具有的、改善其生存条件的自然愿望。

应对这一现实需要大量的变化。[3] 美国企业将不得不采取更多的措施，使自己在与美国以外的顶尖企业竞争时，更具有竞争力。尽管过去10年取得了一些进展，但美国仍有太多的大中型企业过于官僚化，过于专注于内部事务。美国的金融和监管体系仍然为那些对社会无益的活动提供了太多的激励，而对我们需要的那些行为所提供的激励却又不足。[4] 美国的劳动力仍需要大幅提高其能力，尤其是在低端市场。

在今天和可遇见的未来，几乎所有美国人想要成功所需要的品质在1974届哈佛商学院MBA毕业生身上都得到了恰当的体现。自我驱动力、自信和承担风险的意愿是必不可少的。良好的教育，[5] 以及一生中对进一步成长的投入也是一样。

除非美国的教育、技能和劳动力的驱动力得到急剧改善，否则很难想象美国如何能够繁荣昌盛，如何发挥有益的全球作用。低技能的劳动力与发展中国家劳动力的直接竞争将越发激烈。对于美国人和其他人来说，一个可接受的未来或许是，我们的劳动力继续在高端垂直领域发挥

作用。在这样的愿景下，我们将允许低技能制造业岗位继续向海外转移，同时我们将精力集中在更高技能的工作上，集中在能够满足普通美国人的经济期望的岗位上。

创造一流的劳动力将需要比现在好得多的教育和培训体系。一流的教育和培训体系的追求，是否与比日本高出近5倍的、当前接近30%的高中辍学率情况一致？ [6] 是否与17%的美国17岁青少年被认为是功能性文盲的事实相一致？ [7] 这与那些从高中和大学毕业的许多学生的技能水平是否一致？与缺乏科学和数学教育的情况是否一致？ [8] 与整体缺乏对大多数劳动力毕业后的培训是否一致？

至少10年来，专家们一直在告诉我们，为了未来的繁荣，我们需要更好地利用我们的人力资源。这意味着不能允许人们在十几岁、二十几岁甚至三十几岁时就停止成长。这意味着要提高技能增长率，而不是让儿童和成人都停滞不前。虽然遵循这个建议不容易，但我们至少应该将其牢记在心。如果我们不走这条路，大量美国人可能会在全球劳动力市场上表现得很差，尽管少数人可能将会表现得异常出色。这样发展的结果就是，美国的贫富差距会越来越大，直到某些问题爆发。 [9]

*

1974届的学生是在20世纪50年代和60年代读的小学和中学，很少有人上过精英私立学校。不过，他们所接受的大多数学校教育服务还是相当不错的——这至少有两个原因。最明显的一点是他们身上没有那些今天你不时会发现的严重行为问题。这115名学生都不用通过金属探测器再进入学校。他们没有人需要哀悼同学们被暴力或毒品夺去生命。但他们得到了良好教育的更重要的原因是，教育体系通常是为像他们这样的人设计的——相当聪明且在学校里表现得非常积极的人。在他们成长的过程中，课堂、运动和其他方面的重点都是培养有才能、有驱动力的人，并让他们准备好进入尽可能最好的大学。美国在《退伍军人权利法案》中对大学教育做出了特殊承诺。随着越来越多大学的设立，也随着

老学校的扩张，中小学教师被寄望于填满这些学位。甚至连苏联人也来帮忙了。[10] 苏联卫星通讯社与广播电台鼓励美国总统艾森豪威尔和美国国会通过《国防教育法案》。这项立法为科学和数学培训提供了额外的资金。这笔钱花在了为最好的学生开设的物理和微积分课程上。没有任何资金被分配给培训未来的制造业工人，使他们掌握日后某天或许与日本人竞争时所需的基本技能。

自从1974届毕业生高中毕业后，在大多数情况下，早期教育每况愈下，尤其是与其他工业国家相比。[11] 在过去的10年中，一份又一份的报告提供了令人沮丧的统计数据和关于美国中小学教育现状的结论。[12] 在同一个时期，我们看到了一些进步，但大多是偶发事件，且进展缓慢。[13] 我们很少听说有更高标准被成功实施。我们很少听到孩子们毕业时在竞争激烈的环境中更有自信。我们很少听到学生们在学习时如何热爱学东西，并在他们的一生中理解学习的未来重要性。

在某种程度上，问题很简单。当今世界与30年前的世界不同了，而学校需要适应这个环境。但它们要么没有去主动适应，要么动作太慢。从某种意义上说，在经济环境从第二阶段转向第三阶段时，它们表现得就像大型工业企业一样。

在分析这个问题或任何与此相关的问题时，人们很容易就会倾向于寻找替罪羊。在中小学教育中，不缺潜在的反面角色：教师工会、教师、教育官僚、左翼利益集团、右翼利益集团、冷漠的家长、狭隘的政客、小气或短视的社区。这种思维方式是无用的，甚至是危险的。如果说有什么系统或文化问题超越了特定的个人或群体，那就正是我们在K12教育中所面对的。

讽刺的是，问题的核心与太多的成功有关系。想象一下，一家1950年总收入为62.5亿美元的公司，如今年销售额超过2 500亿美元，大约是IBM的4倍。这家公司将成为世界上最大的公司。因为它比通用汽车、IBM或西尔斯工业都经历了更多（增长层面）的成功，比起这三个行业

领军企业，有人可能会认为它在一个更大的规模上更应该存在一定的问题——问题可能包括伴随着增长而来的由太多的成功所导致的傲慢、闭门造车、官僚化、政治文化。在这个案例中，这个公司就是“中小学教育”。[14] 而文化问题在这里确实非常严重。

1974届的学生所学到的在无法变通的文化中扭转公司颓势的教训可能与此相关。这些教训是：（1）处理这些情况是非常困难的任务。最初宣布的改革举措在此是完全不够的。（2）经常需要先有一场严重的危机。在商业世界中，这样的危机通常是由激烈的竞争造成的。（3）无论有没有危机，尤其是出现需要有能力的领导的危机，领导力并不总是能与现状相结合。

如果公司经验是相关的，[15] 我将有以下预测。[16] 如果没有真正的竞争、危机和大胆的领导，10年后我们或多或少还会面临今天的问题。还有数百份报告将被撰写，但它们不会产生什么实际影响。通用汽车、西尔斯、IBM的经验告诉我们，在学校系统中掌握权力的人会找到许多方法来说明批评是言过其实的，会展示他们正在做出适当的改进，或者表示问题超出了他们的控制范围（例如，资金太少，有太多缺乏动力的学生，等等）。

1974届的学生非常关心这个问题。他们作为雇主、公民和父母，从各个角度都很关心这个问题。让许多人感到沮丧的是，他们不能做更多的事情来帮助解决这些问题。一些人还对政治进程在解决教育问题方面似乎毫无成效的情况，越来越愤世嫉俗。

与高等教育的对比在这里也有一定的参考性。虽然美国的学院和大学也有困难，几乎每个人似乎都同意，他们的状况比落后的中小学要好得多。[17] 无论是大学还是中小学，都有大量的学生，分布在数千个地点，而且都在19世纪经历了大幅增长。支持初中和小学教育的人认为，高等教育的任务要简单得多。这可以说是正确的，但也可以说不正确。下面这句话无疑是正确的：在高等教育中，垄断学校的比例为零；

而在较低层级的中小学中，垄断几乎占据了88%的学校。企业经验告诉我们，在适应和改变方面，这种单一的差异可以产生令人无法承受的影响。

因为我不是中小学教育的专家，我无法对目前提出的许多改革建议给出评价。但是在跟踪观察了1974届学生20年后，我得出了一个非常明确的结论。除非我们能够改善早期教育，否则在未来几十年里，相当多的人将会发现，即使是在工作中取得较低程度的成功也是非常困难的。除非我们能帮助学校提高学生的竞争驱动力和终身学习的意愿，否则我们都将共同承受这一切的后果。这里的“我们”包括每一个在美国工作的商业人士。

由于美国的高等教育比小学和中学要好得多，人们很容易克制住对大学的批评。但这肯定是错误的。大学有时也会削弱我们在第三阶段的经济环境中参与竞争的能力，这里的原因可能与K12教育问题的根本原因相同——过度成功。高校的总收入从1946年的约10亿美元增加到1991年的近1 640亿美元。[18] 结果是，即使竞争迫使参与者采取了一些改变，人们仍然可以发现高等教育缺乏对外部的关注。大学很容易走上在外人看来很奇怪的轨道。有时这些活动是创造性的和适当的，有时他们又纯粹地脱离了社会的需要。

商科项目在这里是一个特别具有相关性的例子。至少这15年来，批评人士一直在争论，商学院并不总能生产出美国需要的“产品”。[19] 持这些观点的人认为，太多的毕业生没有打通人际关系、领导和团队合作能力，而这些都是帮助公司提高竞争力所必需的。他们也被认为缺乏第三经济阶段所需要的国际视野。他们被批评太傲慢、太自私，以自我为中心，愿意追求对社会贡献不大的赚钱事业。如果商学院密切关注其校友的职业经历，就会发现这些批评有些道理。但许多商学院对其校友的职业生涯并不像它们应该了解的那样熟悉，因为校方过于关注内部。这种缺乏外部导向的做法有无数的根源，但很大程度上与成功有关。过去30~40年里，商学院的收入增长仿佛是个天文数字。1960年，世界各

地拥有MBA学位的人不足7.5万人。今天这个数字超过了125万。1960年，大约有52 000人获得了美国大学的工商管理学士学位。1990年，将近25万人获得了相关学位。自1979年以来，在美国最受欢迎的本科学位就是商业管理学位。[20]

1974届哈佛商学院MBA毕业生的经验表明，在一个日益快速发展的世界里，MBA课程和大多数高等教育项目需要面对重大的适应性转变。如果说有什么契机让商学院能够停下来解决根本问题，那就是现在。最重要的问题可能是最基本的。高等教育应该在今天发挥什么作用？专注于自身内部的学院和大学有一个趋势，就是在考虑其使命时，倾向于思考教育具体领域的知识。研究性机构尤其如此。但在哈佛商学院1974届MBA毕业生的案例中，我们发现哈佛商学院有时候则是对具体领域关注太少：美国以外区域的案例太少，小型企业和企业家精神的案例太少，对什么是大企业的错误关注得太少，对于管理和领导的区别关注得太少。尽管如此，这115名毕业生的表现还是相当不错的。这意味着，要么哈佛商学院无关紧要，要么它与这些学生的成功只是略微相关，要么就是它所做的贡献大部分都不是通过简单的知识转移完成的。当我问1974届学生这个问题时，他们总是会选择第三个选项，强调这所学校如何帮助他们培养了分析和解决问题的技能，帮助他们增强了自信、获得了接触某些工作和公司的机会，并促进了友谊和人际联系网络的发展。[21]

也许这里最根本的问题与教育的概念有关。几十年来，正规学校教育一直都被认为是为年轻人将来工作和生活准备的。能力最差的人在高中拿到了人生中的最终学位。另一些人则读到了大学或研究生院。然后他们开始去工作和生活。学习历程结束了。但21世纪将是一个学习必须持续下去的世纪，出于需要，在他们的整个工作生活中，在第三经济阶段，持续不断提高的竞争水平将创造越来越多的形势变化。那些试图随波逐流的人如果想只运用其过去所学到的知识，将会在形势严峻的全球劳动力市场中越来越难以保持竞争力。经济力量将使这个准则改变或消

亡。

适应这种新的现实并不容易。终身学习的整个概念挑战了过去教育的核心理念。例如，商学院为什么要为25岁的学生提供为期两年的“最终”教育项目？为什么不在25岁时参加为期一年的项目，在28岁时参加为期一个月的项目，在31岁、34岁……持续下去？又或者，为了减少学校和工作之间的明确界限，或许MBA项目不应该在校园和教室里进行。技术变革无疑在这里提供了越来越多的可能性。

1974届哈佛商学院MBA毕业生的经验显示，对所有教育工作者来说，一个主要问题是如何帮助学生渴望学习更多，帮助他们学会如何学习，从而能够适应不断变化的环境。我认为哈佛商学院在1972年和1973年就做到了这几点，至少在某种程度上，通过使这个非常具有挑战性的项目，他们实现了这一点。哈佛商学院向115名未来的MBA毕业生展示，当他们走出自己的舒适区，进入一段艰难（但并非不可能）的经历，承担一些风险，然后反思结果时，他们能学到多少东西。通过这样做，这个项目不仅使他们在当时就获得提升，而且也使困难的环境变得不那么可怕，从而增加了他们在未来的工作中寻求大型挑战和继续成长的机会。 [22] 几十年来，富有远见的教育工作者一直在倡导大学开展更多的项目，关注那些即使具体的知识过时但也能提升人们的技能和价值观，而不仅仅是简单的知识转移。不幸的是，太多的学校仅仅只在口头上采纳了这些观点，而并没有运用到实际中。为了帮助毕业生们在21世纪的职场中取得成功，这种情况必须被改变。

*

在过去的50年里，随着高等教育的发展，几十所顶尖学校发现，它们能够收到如此多的申请，以至于它们可以在招生方面精挑细选。今天，每6个申请哈佛商学院的人中，只有一个会被录取。不过，较低的招生录取率也可以在一些最好的大学和最好的法学院、医学院和商学院被发现。今天想要进入耶鲁法学院或斯坦福医学院，一个人要从人生较早期开始就跨过数以百计的障碍。因此，这些学校不仅获得了非常有才

华的学生，而且像哈佛商学院一样，获得了极具竞争意识的个人。从1974届哈佛商学院MBA毕业生的经历中，我可以得出的一个结论是：这些学校的毕业生之所以在职业生涯中表现出色，一个关键原因是筛选严格的录取过程带来了对自我有高标准且有着强烈的求胜欲望的人才。

现在上大学的那些非常有竞争意识的人，有的在“崇尚自由”的学校里长大，没有多少制度化的宗教信仰，也没有父母在身边——这当然比1974届的学生的境遇中的桎梏要少得多。今天的学生毕业的时候将进入一个比20世纪大部分时间变化都更快且规则更少的世界。激烈的个人竞争，有时变得薄弱的道德规范，以及一个开放的商业环境——所有这些因素都以一个可能是爆炸性的方式结合在了一起。

10多年来，一些人一直在敦促商学院、法学院和医学院处理“伦理”的问题。[23] 在大多数情况下，学院都对此表示反对。一些人反驳，价值观是无法教授给25岁的人的。还有人认为，在一个多元文化的世界里，推行一套理念是不合适的。这两种观点都有一定道理。但也有很多对伦理问题观点的捍卫者。

不管他们是否主动安排与伦理相关的课程，学校总还是会传授价值观。在管理课程中，每一天学生都被布置了案例或阅读材料，然后在教师的指导下，集中讨论这些教师所关注的具体问题。有时，背景资料里隐藏着更广泛、更宏大的道德议题，但作为专业人士的教师往往会忽视它们，从而引导学生忽视它们，因为它们与课程的主题毫不相干。这一过程会在不经意间向学生发出信号，告诉他们戴着眼罩度过人生是可以被接受的，只关注自己的专长所在而忽略更广泛的后果是可以被接受的。

商学院显然需要花更多时间讨论更宏大、更感性的问题。例如：什么是职场上的成功？1974届哈佛商学院MBA毕业生中的大多数人展示出的迹象表明，他们将“成功”这个词等同于：在一份令自己满意的工作中获得高收入且做出一定的社会贡献，同时不牺牲自己的家庭生活质量。这个定义是否过于强调收入而对其他因素关注不足？换句话说，第

7章中3.05的平均社会贡献分数是否达到了应有的水平？我们无法指控1974届的典型成员是在不计对他人的后果来追求个人利益。然而，在阅读了本书的初稿后，115名成员中的一些人表示，他们认为3.05的分数肯定太低了，而且MBA课程在讨论成功的时候，过多地使用了经济内涵。

最大的问题——关于企业自身的目的，我们也当然需要更多的讨论和分析。如果没有这种更开阔的目标感，高竞争偏好的人就会像没有制导的导弹——强大而耀眼，但可能非常具有破坏性。

最近学生群体中多样性的增加在我们的议题中既带来了问题，也带来了机遇。当来自美国社会中上层的白人男性占了哈佛商学院和类似的学术机构3/4的名额时，美国社会中上阶层的白人男性教师可以在讨论价值观的时候，使用更为随意的方式，且不会遇到多少困难。现在在学生群体（以及在规模上小得多的教工群体）中，包括大量的女性、非美国人，以及非白人群体。面对这些群体，宣扬同样的价值观可能会造成误解和冲突。在这种情况下，我们很容易倾向于减少关于价值观的讨论。但这样的策略后果将是很糟糕的，而且在未来只会变得更糟。

大学里日益多样化的个体为我们提供了一个机会，那就是创造一种对21世纪而言有意义的价值观信息。多元化会产生冲突，但它也可以促进创新。如果说有什么领域亟待创新思维改造，那就是学院和大学里伦理教育应该扮演的角色。

对于那些认为这篇评论不公平的人——美国大学教育质量是世界公认全球最好的，请注意接下来我要谈到的几点。高等教育不再是象牙塔里的一个小作坊，今天这是一项要通过巨大努力才能成就的事业。在历史上的大多数时候，在商业和其他领域有影响力的人物根本没有接受过和现代高中教育相等同的教育，更不用说拿到一个研究生学位了。但这种情况正在迅速发生着改变。 [24] 作为一个共同社会的成员，我们对大学教育的效果下了很大的赌注——它不仅是一种简单的传递知识的工具，而且是一种使地球上的生命更美好的力量。在高等教育还是小作坊

产业的时候，它所犯的错误影响甚微。但今天，高等教育中的错误可以对我们所有人都产生巨大的影响。

即便是很大程度上对自己的MBA经历感到满意的1974届毕业生也相信，大学和商学院可以做得更好。哈里·特纳（Harry Turner）的话代表了许多人的观点："正如企业正在认识到的那样——它们必须不断努力改进，而不是志得意满。它们必须明智地面对周围发生的变化，大学也必须如此。"这恐怕是正确的——对于不起眼的小学院这是正确的，对大型的州立大学来说也是如此，甚至对哈佛商学院也一样。

由于哈佛商学院和其他一些优秀研究生院的毕业生非常成功，人们很容易忽视特纳的建议。"好就足够了""只要它没垮掉就行"等说法不一而足。但在毕业生们在通用汽车、IBM和西尔斯工作多年后，这种态度正变得越来越致命。在一个瞬息万变、竞争激烈的世界里，过去的成功并不能保证未来的成功。恰恰相反，过去的成功往往使未来的成功变得更加困难。如果有什么真理是我们都应该深思的，这个道理就可以算作其中之一。而且，这个道理同样适用于教育机构、企业和个人。

---

[1] 这里的劳动力和工资数据来自我的同事迈克·詹森（Mike Jensen）。参见Table I in his"The Modern Industrial Revolution and the Challenge to Internal Control Systems,"*Journal of Finance* , July 1993, Pages 831–881。

[2] 这点可以在1993年北美自由贸易协定（NAFTA）中清晰地看到。——作者注

[3] 可参见，如the prescriptions in Lester Thurow's *Head to Head,* New York: William Morrow,1992。

[4] 莱斯特·瑟罗（Lester Thurow）是这样说的："必须改变管理金融和工业的整个监管框架，以便把最大的利润和最高收入支付给那些扩大生产和产出的人，而不是那些重新包装金融资产的人。"（Page 286 in *Head to Head* , New. York: Warner Books, 1992.） ——作者注

[5] 没有高中文凭的人平均年收入不到1万美元，这在今天的美国是很少有人能接受的。只有高中学历的人每年的收入不足1.5万美元，这同样也是极少有人能够感到满意的薪资水平。（参见人口普查局数据。）——作者注

[6] 参见Education 1990, *Fortune* , Special Issue, Page 54。

[7] 选自Secretary of Labor Robert B. Reich, *The Work of Nations,* New York: Vintage Books,

1992, Page 227。

[8] 参见*Science Achievement in 17 Countries:A Preliminary Report* bythe International Association for the Evaluation of Educational Achievement,New York: Pergamon Press, 1988, 同时可参见“Foreign-ers Outpace American Students in Science”by Robert Rothman, *Education Week*, January 28,1987, Page 1。

[9] 从某种意义上说，大企业资本主义的第一阶段就是这么结束的——伴随着咆哮的20世纪20年代和股市崩盘。——作者注

[10] 这里指的是冷战时期，双方对于航空航天技术的大量研发投入所造成的影响。——译者注

[11] 雷·马歇尔（Ray Marshall）和马克·塔克（Mark Tucker）在他们的获奖著作中总结了事实：“无论是通过与其他国家的表现对比，还是和工作场所的需求做比较来进行评判，学校毕业生都远远不能满足需要，也远远不能和他人的成就相比。”（参见*Thinking for a Living* , New York: Basic Books, 1992, Page 80。）——作者注

[12] 首先受到广泛关注的是*A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform* by the National Commission on Excellence in Education,Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1983。

[13] 州长和前总统布什制定的“2000年目标”之类的倡议可能会有所不同，但在撰写本文时，要判断它将产生何种影响还为时过早。

[14] 数据来自elementary and secondary education from the *Digest of Educational Statistics 1993* 。

[15] 前美国劳工部部长雷·马歇尔和马克·塔克在他们的著作《教育与国家财富》中说：“我们认为，我们最好的公司所吸取的教训是学校取得巨大进步的关键。”（New York:Basic Books,1992,Page 110.）我同意这一观点。——作者注

[16] 关于非适应性文化的整个讨论在很大程度上借鉴了*Corporate Culture and Performance* by John Kotter and James Heskett,New York: Free Press, 1992。

[17] 并不是所有人都同意这种评估。对于一个有趣的反对意见，请参阅Myron Lieberman’s *Public Education: An Autopsy* , Cambridge, Mass. Harvard University Press, 1993。

[18] *Digest of Educational Statistics 1992* , Table 31, Page 34, and *United States Office of Education——Biannual Survey*, 1944–46, Page38, Table XX.

[19] 可参见，如Lyman Porter and Lawrence McKibbin, *Management Education and Development*, New York: Mc-Graw–Hill, 1988。

[20] *Digest of Edueation Statistics* ,1992,Pages 285,286.

[21] 对知名商学院的另一种批评是，它们只不过是收费高昂的职业介绍所。1974届毕业生中的大多数人都认为，哈佛商学院发挥了就业/招聘功能，但这只是众多好处之一。——作者注

[22] 当我在1993年年底撰写本文时，哈佛商学院正在对其MBA课程进行有史以来规模最大的重新评估。根据我从这个评估中所获得的经验知识，我不确定哈佛商学院在1993年是否能像在1974年那样，在为学生提供挑战方面，做好他们的工作。我希望，我们将以重新评估后所建议的变化来修正这种情况。——作者注

[23] 在哈佛大学，这一挑战来自前校长德里克·博克（Derek Bok）。——作者注

[24] 这方面一个有趣的例子是克林顿内阁，在前20名内阁级别被任命的人员中，有16人拥有研究生学位。（*The Wall Street Journal* , January 21,1993,Page 1.）——作者注

致谢

从1973年至1994年，许多人为我的这一尝试提供了帮助，其中包括约翰·贝克（John Beck）、玛莎·贝克（Martha Beck）、安德鲁·伯蒂斯（Andrew Burtis）、拉斯·艾森施塔特（Russ Eisenstat）、罗布·弗里德曼（Rob Friedman）、琳达·希尔（Linda Hill）、吉姆·利希（Jim Leahey）、南希·罗斯巴德（Nancy Rothbard）、尼克·斯特克勒（Nicki Steckler）和马克·奥佩尔（Mark Opel）。整整10年里，我的同事杰夫·索南菲尔德（Jeff Sonnenfeld）都发挥着中心作用。此外，拉里·弗雷克、约翰·麦克阿瑟（John McArthur）、雷·科里（Ray Corey）、杰伊·洛尔施（Jay Lorsch）、沃伦·麦克法伦（Warren McFarlan）和理查德·罗森布鲁姆（Richard Rosenbloom）都为我提供了资金支持。在撰写手稿时，许多人都对初期草稿做出了评价，包括乔·巴达拉科（Joe Badaracco）、拜·巴恩斯（By Barnes）、沃伦·本尼斯（Warren Bennis）、马克·布兰肯希普（Mark Blankenship）、盖尔·德·伯萨德（Gail de Boissard）、杰罗姆·德·伯萨德（Jerome de Boissard）、理查德·博亚特兹（Richard Boyatzis）、杰夫·布莱达赫（Jeff Bradach）、安德鲁·伯蒂斯（Andrew Burtis）、蒂姆·巴特勒（Tim Butler）、丹·凯西（Dan Casey）、纳尔逊·楚（Nelson Chu）、杰伊·康格（Jay Conger）、德怀特·克兰（Dwight Crane）、马利拉·迪尔曼（Mariella Dearman）、南希·迪尔曼（Nancy Dearman）、格雷格·迪斯（Greg Dees）、芭芭拉·迪瓦恩（Barbara Devine）、鲍勃·埃克尔斯（Bob Eccles）、拉斯·艾森施塔特（Russ Eisenstat）、比尔·埃利特（Bill Ellet）、艾伦·弗罗曼（Alan Frohman）、杰克·加巴罗（Jack Gabarro）、戴维·加文（David Garvin）、理查德·哈克

曼、唐·哈里斯（Don Harris）、萨姆·海斯（Sam Hayes）、埃伦·赫尔曼（Ellen Herman）、詹姆斯·赫斯克特、琳达·希尔（Linda Hill）、赫米·依芭拉（Hermi Ibarra）、罗莎贝斯·坎特（Rosabeth Kanter）、约翰·金（John Kim）、鲍勃·莱姆（Bob Lambrix）、布里克斯（Brix）、吉娜·拉罗什（Gina LaRoche）、保尔·劳伦斯（Paul Lawrence）、帕特·莱特（Pat Light）、杰夫·洛夫（Geoff Love）、加里·洛夫曼（Gary Loveman）、杰伊·洛尔施（Jay Lorsch）、沃伦·麦克法伦（Warren McFarlan）、奎因·米尔斯（Quinn Mills）、沙仑·帕克斯（Sharon Parks）、克里士纳·佩勒普（Krishna Palepu）、莫里·佩珀尔（Maury Peiperl）、罗布·鲁宾逊（Rob Robinson）、南希·罗斯巴德、马尔·索尔特（Mal Salter）、埃德加·沙因、弗尼吉亚·史密斯（Virginia Smith）、斯科特·斯努克（Scott Snook）、霍华德·史蒂文森（Howard Stevenson）、理查德·特德洛（Richard Tedlow）、戴维·托马斯（David Thomas）、里克·沃利（Rick Walleigh），以及戴维·韦斯利（David Wesley）。若是没有他们的帮助，这本书将难以问世。

注释

第一部分 新现状

第1章 时势维艰：美国梦消亡了吗？

8.关于在首个雇主处工作的时间，截至1992年：

年数	1974 届成员的百分比	年数	1974 届成员的百分比	年数	1974 届成员的百分比
1	15%	7	6%	13	3%
2	24%	8	2%	14	1%
3	9%	9	2%	15	2%
4	6%	10	2%	16	1%
5	8%	11	3%	17	0%
6	3%	12	2%	18	13%

9.关于1974~1992届工作的份数：

工作份数	班级占比	工作份数	班级占比	工作份数	班级占比
1	0%	6	12%	11	9%
2	2%	7	9%	12	8%
3	1%	8	18%	13	1%
4	4%	9	8%	14	1%
5	10%	10	17%	15	0%

10.关于他们的工作经历占比：

年份	1975	1979	1984	1989	1992
助理或培训生	27%	0%	0%	0%	0%
商业专业人员（分析师、买手、顾问、会计、策划、工程师等）	55%	23%	14%	9%	7%
经理	11%	53%	35%	17%	13%
创业者	5%	11%	18%	36%	41%
高级管理人员	2%	12%	31%	36%	39%

11.关于他们的职能关注方向占比：

年份	1975	1979	1984	1989
市场和销售	30%	29%	12%	15%
金融	17%	19%	16%	14%
会计 / 财务控制	13%	12%	6%	4%
综合管理	13%	21%	56%	54%
生产 / 运营	10%	9%	7%	5%
其他所有	17%	10%	3%	8%

第**2**章 新规则**1**：非传统的职业路径

7. 关于哈佛1974届MBA工作情况，1975—1991年。（不包括退休或退出工商管理类职业的人（例如作家）。）

年份	1975	1983	1992
超小型（1~100 名员工）	7%~28%	22%~43%	33%~62%
小型（101~1 000 名员工）	21%	21%	29%
中型（1 001~10 000 名员工）	35%	26%	15%
大型（10 001~100 000 名员工）	33%~36%	28%~31%	20%~23%
超大型（10 001 名员工及其以上）	3%	3%	3%

12. 关于那些利用了1973年后经济形势机会与没有利用它的人之间的收入差距。

	1991 年中位数 总收入	1991 年平均值 总收入
小型企业	200 200 美元	400 000 美元
大中型企业	180 000 美元	267 000 美元
企业家	210 000 美元	612 000 美元
非企业家	165 000 美元	178 000 美元
非制造业	200 000 美元	390 000 美元
制造业	150 000 美元	170 000 美元

13. 关于那些利用了1973年后经济形势机会与没有利用它的人之间的头衔差异。

	有董事长、总裁、首席执行官或首席运营官的头衔（%）
小型企业	42%
大中型企业	16%
企业家	56%
非企业家	15%
非制造业	33%
制造业	31%

第二部分 新回应

第**4**章 新规则**3**：创业者的机会

2.甚至在1974届内部也可以看到这种关系：

	在制造业工作	在非制造业工作
大型企业	40%	60%
中型企业	24%	76%
小型企业	17%	83%

11. 关于不同规模企业的满意度：

	小型	中型	大型
工作自主权	6.36	5.95	5.74
工作完整性	6.02	5.53	5.29
工作本身提供有关工作绩效的信息	5.79	5.03	5.38

等级=1~7。例如，1=非常小——我几乎没有决定工作方式和结束工作时间的权力。4=适度的自主权——许多事情都有规定且不由我掌控，但是我仍可以做一些有关这项工作的决定。7=非常大——全权负责。选自Appendix A, *Work Redesign* by Richard Hackman and Greg Oldham, Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1980。

第三部分 夯实基础

第8章 新规则7：自我驱动力

1. 关于性别、种族、国籍和社会阶层：

父母的社会经济状况	美国白人（男性）	其他种族的美国人（男性）	外国人（男性）	女性
社会上层	10（9%）	0%	4（4%）	2（2%）
社会中上层	42（37%）	1（1%）	9（8%）	4（4%）
社会中层	23（20%）	0%	1（1%）	1（1%）
社会中下层	12（11%）	1（1%）	1（1%）	0%
社会下层	0%	1（1%）	0%	0%

资料来源：自行上报。

2.关于1960年的家庭收入：

	1974 届 MBA 家庭	所有美国家庭 *
0-299 美元	4%	21%
3 000~5 999 美元	11%	33%
6 000~11 999 美元	38%	35%
12 000~29 999 美元	28%	8%
30 000~149 000 美元	17%	1%

* 数据来自人口普查，1960年：最终报告PC（2）-4b，华盛顿特区。

3.关于父母亲的教育水平：

	1974 届 MBA 的父亲	所有研究生中的父亲（1950—1960）*	所有美国男性（1972—1982）	1974 届 MBA 的母亲	所有研究生中的母亲（1950—1960）*	所有美国女性（1972—1982）**
小学或以下	5%	13%	36%%	4%	9%	34%
上过中学	9%	28%	9%	5%	27%	12%
中学毕业	10%	23%	16%	28%	34%	24%
上过大学	20%	12%	9%	24%	16%	6%
大学毕业	28%	12%	4%	28%	11%	4%
硕士	18%	4%	2%	12%	1%	1%
博士	10%	8%	1%	0%	1%	0%

* 美国教育部《教育统计文摘》汇编的数据，华盛顿特区，1969年。
** 国家意见研究中心《综合社会调查》（1972—1982）汇编的数据，芝加哥大学，1972—1982年。

4.关于父亲的职业：

	1974 届 MBA	所有研究生（1950—1960）*	所有美国男性员工（1960 年）**
经理	35%	18%	11%
专业人士	31%	24%	11%
白领	14%	38%	20%
蓝领	16%	19%	48%

* 美国教育部《教育统计文摘》汇编的数据，华盛顿特区，1969年。
** 数据来自人口普查，1960年：最终报告PC（2）-7a，华盛顿特区。

5.关于1984年时60岁的父母和祖父母的净资产：

	父母	祖父母	外祖父母
0~1 999 美元	2%	9%	11%
5 000~19 999 美元	7%	21%	24%
20 000~99 999 美元	23%	36%	29%
100 000~499 999 美元	36%	19%	18%
500 000~2 500 万	25%	12%	11%
2 500 万以上	9%	4%	7%
中位数	200 000 美元	60 000 美元	60 000 美元

6.关于他们所处大学的质量：

最具竞争力和高度竞争力	55%
较具竞争力和具备竞争力	42%
竞争力较低	1%
无竞争力	2%

资料来源：Data adapted from Barron’s Profiles of American Colleges ,Woodbury, N.Y.:Barron’s Educa-tional Series,1980. The vast majority of schools in the United States are rated “less competitive” and “non-competitive.”Non-U.S.schools are omitted from the Exhibit。

7.关于大学的学业成绩：

前 1%	9%
前 5%	31%
前 10%	52%
前 25%	77%

资料来源：自行上报。

8.关于在高中和大学参加课外活动的MBA的人数百分比：

社会学生俱乐部成员	87%	社会 / 学术俱乐部的 5 位高层之一	55%
学生会成员	68%	学生会的 5 位高层之一	34%
大学代表队成员	60%	代表队的队长或副队长	26%
出版部的工作人员	45%	出版部的 5 位高层之一	29%
音乐 / 戏剧团体的成员	40%	音乐 / 戏剧团体的 5 位高层之一	9%

数据来源：自行上报。

9.关于本科专业：

	1974 届 MBA	全美国（1967—1968 年）*
工程	32%	6%
经济学	18%	2%
其他社会学科	15%	17%
工商管理	10%	13%
物理科学、生物科学、数学	11%	12%
人文学科	11%	16%

*数据来源：Digest of Educational Statistics , U.S. Department of Education; Washington, D.C., 1969, Page 82, Table 112。

10.关于GMAT分数：

	1974 届	1972 年的所有考生 *
前 25% 的中位数	649	525
总体中位数	625	475
后 25% 中位数	587	400

*资料来源：Data complied from Guide to Use of AIGSB Scores- 72-73, ETS;.Princeton, N.J., 1973。

11.关于价值*：

	1974 届班级学生	8 369 名大学学生 **	5 894 名大学男性学生 **
理论	41.47	39.80	43.09
经济	45.61	39.45	42.05
艺术	41.73	40.29	36.22
社会	38.44	39.34	37.05
政治	46.46	40.61	43.22
宗教	25.92	40.51	37.88

* 资料主要源于Allport, Vernon,Lindzey“Study of Values”questionnaire。
** 数据改编自“Study of Values, Manual,”from Allport, Vernon, and Lindzey, Boston: Houghton Mifflin, 1960, Page 11。

关于在心理测试数据和个人历史中发现的共同主题：

主题	比例（%）	主题	比例（%）
权力地位	84	非工作关系	61
团体工作者	65	资金安全	57
实用主义	62	独立的	54
各种各样	62		

13.关于他们对所获教育经历的评价：

	预科	大学	哈佛商学院
愉快的	3.83	3.84	3.57
痛苦的	2.83	3.29	3.60
值得的	3.79	4.01	4.30

等级：1=从不，2=很少，3=有时，4=经常，5=几乎总是。

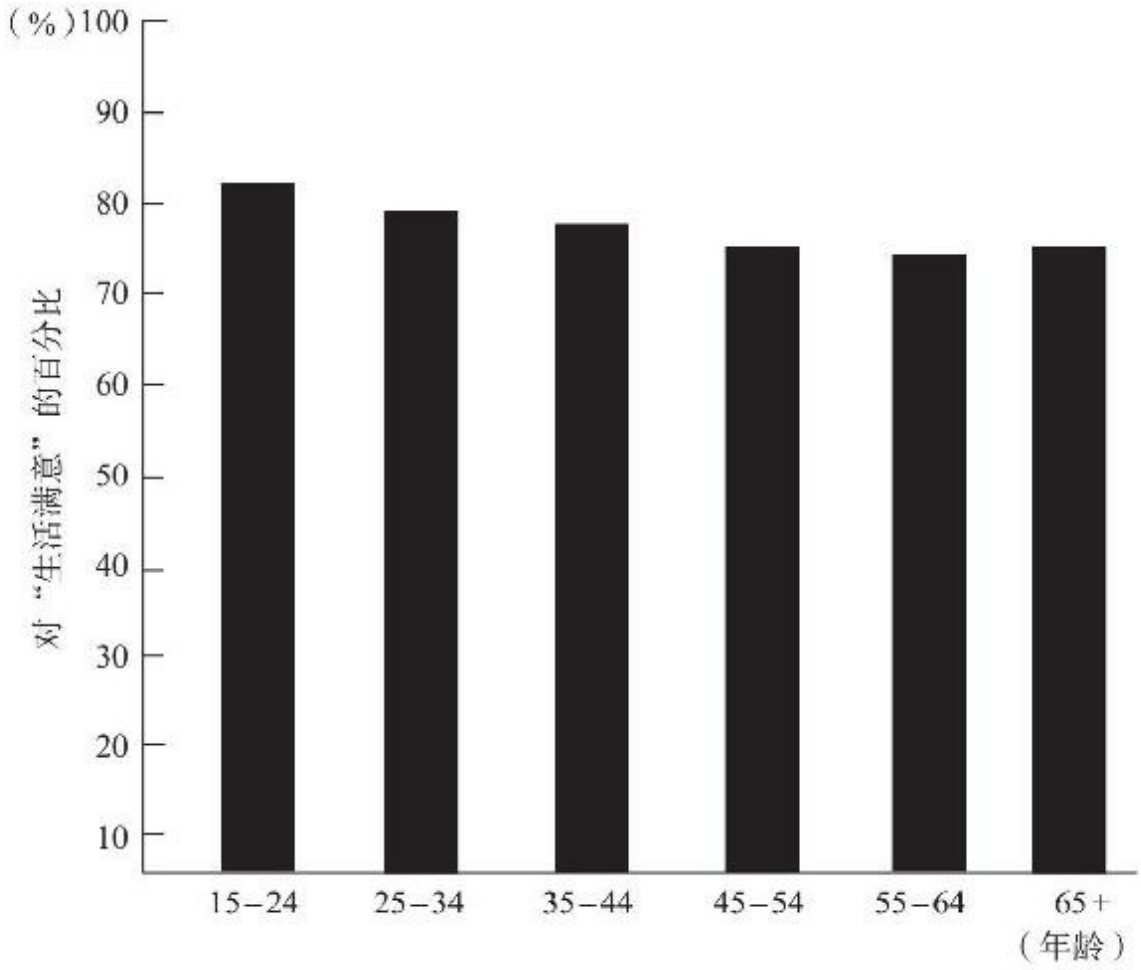
17．父母的社会经济阶层是塑造子女生活的强大力量。许多研究都证明了这一点。例如，布劳（Blau）和邓肯（Duncan）指出了父亲职业和儿子职业有40%的相关性。参见P. M. Blau and O. D. Duncan, *The American Occupational Structure* , New York: Wiley,1967. 父母社会地位越高的1974届学员，越是出自母亲为家庭主妇，父亲以工作和事业为导向的家庭，同时就越可能处于以下的环境：父母双方都满意于父亲事业的进步，有受过良好教育的邻居，与父母关系亲近，母亲不给孩子必须表现优秀的压力，父亲被欣赏、被视作榜样，孩子们对经济的期望更高，更多的孩子就读于预科学校和地位显赫的学校，且孩子很少感到大学是孤独的。父母的社会经济阶层的3项指标中至少有2项是和所有这些因素都相关的（数据显著性在0.05或以上）。但是，尽管所有的证据都表明父母的社会阶层是非常重要的，统计数据却并没有表明它是1974届毕业生收入的主要驱动因素。如果是的话，那就是中上社会阶层家庭的孩子的平均收入能够和这115个人的收入相当，但事实远非如此。此外，如果家庭经济背景在这方面如此重要的话，那么现在那些来自贫困家庭的人的平均收入应该要比来自富裕家庭的人低得多，但这与事实不符。1974届中，背景富裕与否和在1991年的收入之间几乎没有任何关系。

60 岁时父母的净资产（以 1984 年美元价值计）	1991 年 MBA 的收入中位数
500 000 美元及其以上	180 000 美元
100 000~499 999 美元	190 000 美元
0~99 000 美元	185 000 美元

第四部分 启示

第**10**章 职场成功

2.我寻找了其他与年龄有关的模式，但发现非常少。甚至著名的“中年危机”在这个群体中似乎也不那么具有普遍性或影响力。关于他们对生活各个方面的感受的纵向数据变化不大，也没有明显的模式。有一次，当我开始怀疑我是否忽略了什么时，我在戴维·迈尔斯（David Myers）的新书中发现了下图。



16个国家的年龄和福利

资料来源：Data from 169, 776 people as reported by Ronald Inglehart in Culture Shift in Advanced Industrial Society , Princeton; Princeton University Press,1990。

图书在版编目（CIP）数据

新规则 /（美）约翰·P. 科特著；刘语珊译. -- 北京 : 中信出版社，2019 . 5
书名原文: The New Rules
ISBN 978-7-5217-0251-4
Ⅰ . ①新… Ⅱ . ①约… ②刘… Ⅲ. ①企业管理 Ⅳ . ① F272
中国版本图书馆CIP数据核字（2019）第049854号

The New Rules by John P. Kotter
Original English Language edition Copyright © 1995 by John P. Kotter
Published by arrangement with the original publisher, FREE PRESS, an Imprint of Simon & Schuster, Inc.
Simplified Chinese translation copyright © 2019 by CITIC Press Corporation
ALL RIGHTS RESERVED

新规则
著者：［美］约翰·P. 科特
译者：刘语珊
出版发行：中信出版集团股份有限公司
（北京市朝阳区惠新东街甲4号富盛大厦2座 邮编100029）

字数：247千字
版次：2019年5月第1版
京权图字：01 – 2009 – 2018
广告经营许可证：京朝工商广字第8087号
书号：ISBN 978– 7 – 5217 – 0251 – 4

版权所有•侵权必究

隐藏的行为

Revealing the Invisible

行为

已成为21世纪
高价值的商品和
新的全球货币

塑造未来的7种无形力量

[美] 托马斯·科洛波洛斯
(Thomas Koulopoulos)
[希] 乔治·阿基利亚斯
(George Achillias)
著

闫丛丛 李谨羽
译

行为商业 / 忠诚品牌 / 需求驱动
大规模超个性化 / 数字生态圈
无摩擦关系 / 自动化

何帆 | 吴晨 倾情推荐

中信出版集团

隐藏的行为

——塑造未来的7种无形力量

[美]托马斯·科洛波洛斯 [希]乔治·阿基利亚斯 著

闫丛丛 李谨羽 译

中信出版集团

目录

序言

第一章 行为何以成为新的全球货币

剃须刀片
我们何以成了“刀片”
行为技术的诞生

第二章 预言机器：为何不能沿用老办法解决新问题

你的数字自我
文化再现
钟与云
可拆解的钟类问题
无解的云类问题

第三章 大胆曝光：人们如何爱上公开隐私

可接受的未来
窥探的眼睛
我什么也没做错
谁在监视谁

第四章 将来完成时：与车对话

未来触手可及
驶入公路
电梯司机
智能行为
通往自主之路
6分钟的恐慌
未来的基石
信任的基石

广泛分布式的未来

第五章 摩擦和工业时代的终结：行为如何重塑企业

数字生态圈

数字变革

摩擦的终结

被过去所挟持

模糊的商业界限

掌握生态圈的触点

围墙花园

助力经济发展的生态圈燃料

第六章 超个性化：为百亿人打造未来

我的可乐

数字化的作用

你并非自己所想的那样

个性化代言人

机器人

犯错的狗

第七章 忠诚品牌：大众化营销的终结

扭转品牌危机

驾驶行为

有个性的汽车

第八章 数字窘境：保卫未来

虚拟货币关联

你是否知道自己是谁

机器人规则

新武器竞赛

没有终点线

致谢

致吉奥塔（Giota）：一生的对话
以此纪念安德烈亚斯（Andreas），
你的善良、睿智和对文字的热爱，
给了我无限的惊喜。

序言

生而为人，注定做不到世事洞明，每当面临重大的变革，我们往往只看到注定会被颠覆的已知领域。面对茫茫的未知领域，我们却因害怕失去而心生畏惧，看不到同时还有收获喜悦和满足的可能，更不会因此感到欢欣鼓舞，只因我们尚未亲身经历。[1]

——玛丽亚·波波娃（Maria Popova）

当今世界正面临历史上最深刻的变革：从工业社会过渡到一个对新型知识资本和行为有深刻认识的社会，这里所说的行为既包含人类自身的行为，也包含人类所创造的智能机器的行为。

本书的写作前提很简单：原有的经济、商业和社会发展的工业模式，其基础是机械有序的世界观。没有个体，只有千篇一律的市场。在其快速发展的背后，是与多种复杂因素和法律监管之间的巨大摩擦，并且因为大肆掠夺自然资源，给生态系统造成了严重的影响。

19—20世纪的工业时代，人们制造了大量用于批量生产的工具，旨在为大众市场开发并提供易于复制的商品和服务，这种方法十分奏效。自19世纪初以来，世界人口从10亿增长至70亿，全球人均GDP（国内生产总值）从1 669美元增长至超过10 000美元[2]，美国人均GDP从2 400美元增长至超过60 000美元。[3]

凭借千篇一律的大规模生产，交通、住房、消费、商业、医疗、教育等社会事业均以空前的速度发展。

但工业时代的机械化模式已逼近极限，臃肿、低效，数百亿人的需求难以满足。随着新体系和不确定因素不断涌现，我们需要改变僵硬的

、机械的“解决”问题的方式，转换思路，以应对那些不断变化且根本“无法解释”的行为。

我们并非要将传统的工业模式全部摒弃。在未来，自动化、生产、供应链、分销和运输领域的进步仍将逐步提高生产力，只是人们不能再指望两个世纪以来的增量和同样的问题解决途径能够再延续200年，否则等待人们的将会是经济、生态和社会的全盘崩溃。

这一变革的核心正是本书的中心思想，主要包括两大颠覆性理念。其一为新技术，诸如人工智能（AI）和自动化设备等，能详尽解析所有事物的行为，这是人类无法做到的；其二为针对工业时代一些最基本框架的全新思维模式：人们如何解决问题，如何运输、出行，如何保护知识产权、不动产权、数字产权，以及如何创造符合人类需求和价值、高度定制化的产品和忠诚品牌。

人们普遍认为现有的诸多商业原则是工业社会摩擦的必然产物，我们的目的就是挑战这些原则。在这个过程中，我们试图消除对新技术和变革的畏惧，但与此同时恰好也增加了这种畏惧。

其实，许多即将到来的变革都有一个独特之处，这也正是本书的论点：它们都是无形的。想要看见这些无形的变化，了解行为背后真正的驱动力量，就必须抽丝剥茧，透过层层的理解和猜测去探寻。

两个世纪以来，人们见证了诸多伟大的科技进步：飞机、汽车、流水线和自动化生产、医学诊断与疗法等，但在未来的200年里，引发变革的最深刻、最有创新意义的技术和机制，将是你我都无法看见的。它们将深藏于各类设备之中，而那些设备看起来将与我们今天的设备别无二致。

人们仍将使用轿车、卡车、公共汽车、飞机、轮船和火车等交通工具，使用电脑处理大部分业务和流程，通过网店、实体商店和小杂货铺买卖商品和服务，在楼房和公寓内居住，在写字楼里上班。货币仍将维系全球贸易发展。公司依旧要向其所有者和投资者发行股票。工厂还会

继续生产货物、提升生产力、优化全球供应链等。然而，对未知世界的茫然仍将极大地左右我们的决策。

这似乎不是我们应许过的那个未来，对吗？没有飞行汽车带我们在城市上空穿梭，没有机器人管家为我们收拾打理，更没有空间传送器让我们瞬间转移到另一个大陆或星球。

几乎各种版本的未来世界都把重点放在了“表象”上，就像“杰森式”（Jetsonian）的私人飞行器、机器人宠物和用人，还有悬浮在云层上耀眼的城市。[4] 毕竟，人类是视觉动物，形象就是卖点。

不过，我们不妨停下来思考一下过去60年来发明和科技进步的轨迹：越来越多的创新都是不可见的——电力、无线电、晶体管、软件、无线通信、新的化学制品、基因组学等。然而，这些创新都对我们的生活产生了深刻影响，只是即便手握晶体管，也很少有人知道那是什么。如果你正在阅读本书的电子版，你其实是捧着数百万的晶体管。

越来越多无形的创新正在改变我们的世界。有的改变是基于人工智能或机器学习的创新，或是像自动驾驶汽车（Autonomous Vehicles，AVs）一样，通过监测环境，做出调整，制定海量微小的决策。有的则来自对人类、自然界以及人造体系的行为的观察和剖析。但不管是哪种形式的创新，多数时候人们对视线之外的事情一无所知。改变未必是我们看得见的部分，也可以是带给人们体验的无形力量。

那么，为什么要揭示这些隐藏的力量？难道仅知道它们的确有用还不够？毕竟，真正了解或在意晶体管如何工作的人很少，在大多数人看来，它只要能工作就行。之所以需要揭示这些隐藏的力量，是因为我们所面对的，不再是单纯根据人们的指示工作、对人类无知无觉的机械化设备。我们要讨论的技术，已经能够对我们有所认识，并且能创造它们自己的世界。它们能自行做出对社会、商业和生活产生深刻影响的决定。它们会学习、演化，甚至威胁人们最神圣不可侵犯的地带——隐私，披露人们最私密的思想和行为。简言之，它们会给世界带来前所未有的

、颠覆性的改变。

研究这些技术的挑战在于，人们往往高估其风险而低估其价值。例如，根据美国汽车协会（American Automobile Association）的数据，78%的人对自动驾驶汽车心怀恐惧。但同时，有59%的人希望自己购买的下一辆车具备自动驾驶的性能。这一矛盾恰恰说明，人们对自动驾驶汽车的风险和价值知之甚少。

此外，皮尤研究中心（Pew Research Center）近期做了一项研究，对461位成人的多种行为进行跟踪调研，调查对象包括他们的购物优惠卡、医疗记录、视频观看记录、社交媒体及车辆保险等，结果表明，关注隐私和不关注隐私的人数几乎各占一半。[5] 在每一例调研中，受访者都会被告知，如果他们提供自己的行为数据，就可以获得一定的折扣、产品及服务推荐等。也就是说，对半数的人来说，这足以让他们放弃些许隐私。

很显然，人类正处在十字路口，主要原因在于对人工智能的价值和风险缺乏全面认识。因此，无论是个人、员工、客户、企业家还是领导者，都需要进一步认识这些隐藏的力量，了解它们究竟将如何塑造未来、塑造人类。

生活中处处都有揭示隐藏的力量（见图0.1）的情景，我们仅选取其中几个最能说明当前的挑战和机遇的例子。这些情景会带来翻天覆地的变化，进而为未知的将来指引方向。

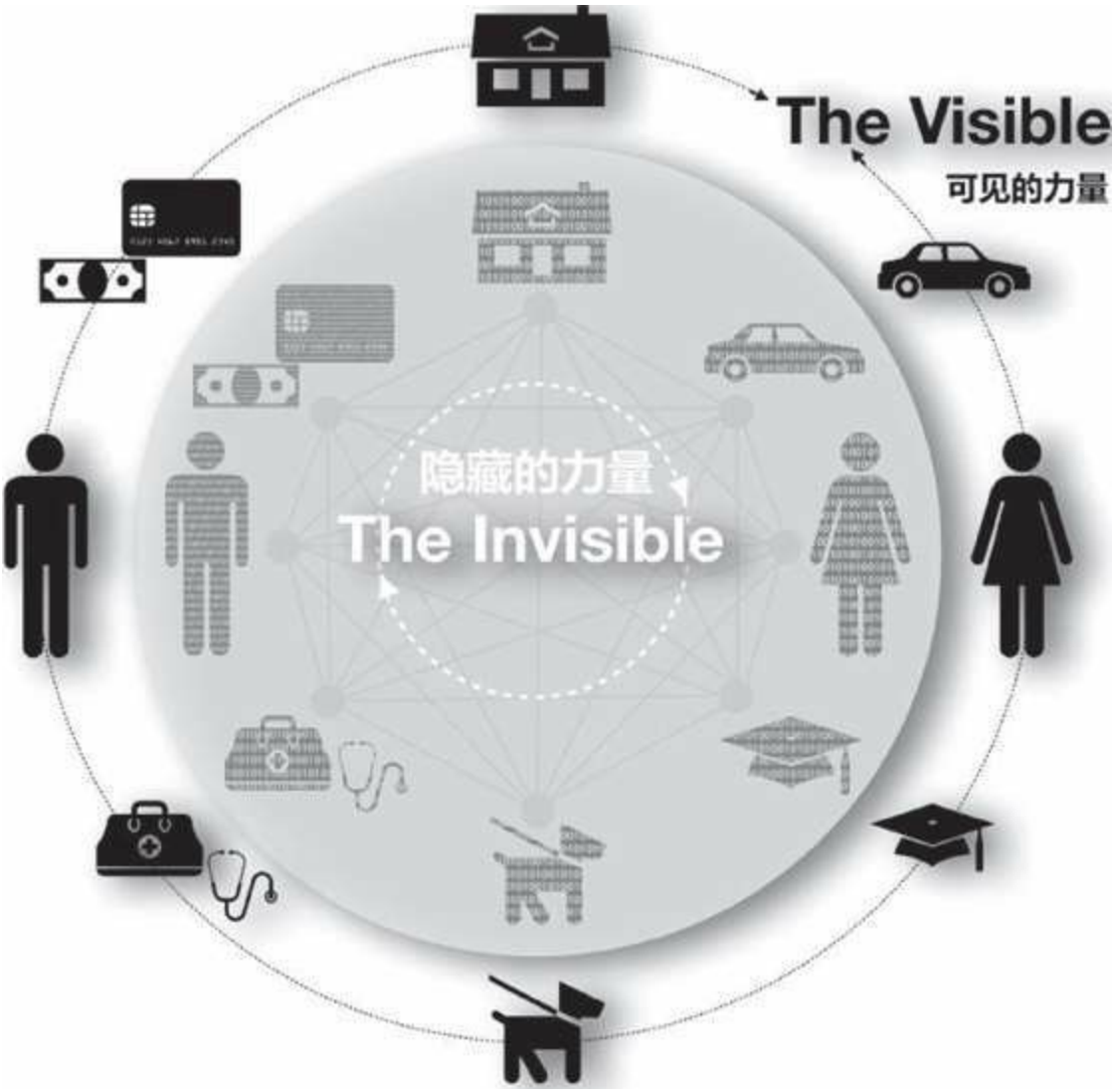


图0.1 隐藏的力量

图0.1说明：我们所讨论的揭示隐藏的力量，是指解析人们自身、他人、机械设备、物体以及相关机构的数字行为的能力。每个个体都能有一个与其他数字对象互动的数字自我（digital-self）或数字孪生体（digital twin，其数字行为的合集）。人们可能看不到或无法理解这些对象之间复杂的互动，它们与人们传统观念中有形世界的运作方式存在极大的差异，但计算程序和人工智能很容易理解这些行为，并据此对将来的行为做出预测。我们相信在未来100年内，创新的巨大价值将源自对本书所述的隐藏的力量的解析和应用。

行为商业

工业时代是一个去个性化的时代，个体的意义只存在于人口统计数

据、一代人、消费者群体，以及尼尔森收视率调查（Nielsen rating）中。但如今，市场不再是人口粗略统计数据下的条目。美国普通小镇上的普通家庭，平均每家有2.5个孩子，这样的描述只是为了掩饰一个事实：我们其实不能理解个体的行为和需求。

到此为止吧。

人们已经开始将颠覆性的新技术用于收集和了解那些未曾认识到的行为，这赋予了人们超乎想象的洞察力，让人们借助社交媒体、移动设备、穿戴设备、内置传感器等组成的全新的数字生态圈，重新认识自己的生活，而这些都在为向个体提供持久、超个性化的产品和体验创造可能。

人工智能

不仅仅是人类的行为可以被收集和分析，很快，每个人、每种数码产品都会有一个数字自我——一个可以和其他数字实体交流、互动、协作的数字孪生个体。自动驾驶汽车、智能设备及智能机器将会展现出它们独特的行为模式，它们将会通过学习和进化，更好地了解人们原本看不到的复杂世界是如何运行的。

但是，我们害怕人工智能。特斯拉的CEO（首席执行官）埃隆·马斯克（Elon Musk）曾将研究发展人工智能比作“打开了潘多拉魔盒”。本书将尝试消除人工智能带来的恐惧。我们的目标是证明：我们需要人工智能，它是人类不可或缺的合作伙伴，如果没有人工智能，人类所要面临的风险将远远超过它可能带来的任何潜在的威胁。

自动化设备

毫无疑问，自动化设备的演进是我们要重点探讨的一个领域，其中最著名的就是自动驾驶汽车。运输工具是工业时代最伟大的产物，它的出现实现了人、货及原材料的快速转移，它对商业、城市化和自动化发展的贡献是任何工具都无法比拟的。但同时，它也是碳排放的元凶，是威胁生命安全的第一杀手，对车主本人来说，汽车算是其资本使用效率最低的一种选择。 [6]

与此同时，人们已经对汽车的外观和价值的衡量标准达成了共识，从满足驾驶汽车的需求，到根据“乘客座位朝前”的配置来界定（和限定）腿部的空间，再到高性能跑车带给人风驰电掣的驾驶体验，人们对汽车的评价始终基于一个先入为主的观念——我们应该要什么。

自动驾驶汽车最大的影响在于，它将重新定义我们对汽车、汽车的用途及表现的认识，为100亿人重构一个高效、安全、环保、可持续的运输环境，届时很多人可能就不会再有“汽车该是什么样”这种固化的认知模式了。

数字生态圈

工业时代造就的生产工具效率极低。商业宛如一艘远洋巨轮的锅炉房里相互啮合的齿轮，毫无美感可言。它需要不断地进行人为干涉，还制造出了错综复杂的程序、规范、中间商、经理人等各种形式的摩擦力，而人们也已经理所当然地把这些摩擦力看作工业社会运作必不可少的一部分。想掉转这些大船的行驶方向以探索新的市场、满足新的需求，就如同试图让在黑暗中全速前进的泰坦尼克号掉转方向避开冰山一样，其反应和行动都太过迟缓。当大型产业中的各企业在面临不可避免的冲击而苦苦支撑时，总会登上高高的瞭望台，凝望未来，发出这样的感慨：“为什么它还不转向？”

更糟的是，我们开创了各种行业来创造就业，正因这些摩擦力导致

的低效，某些人才不至于失业——金融机构、政府监管机构、代理商、中间商等的存在不是为了减少摩擦力，恰恰相反，它们正是依靠摩擦产生的“热”才得以生存。

工业时代的模式已不再适合当今的数字技术或市场，若你对此存疑，不妨想一想：如果可以重新设计你的公司，它还会是今天这个样子吗？除非你的公司成立不到10年，否则它很有可能不再是现在的样子。实际上，瑞信（Credit Suisse）最近发布的一项报告指出：一家公司在标准普尔500指数的平均上榜时间已经从20世纪50年代的60年减少至不到20年（2017年统计）。 [7]

商业伙伴网络的整合日益复杂、过多的管制、不能快速地适应、缺乏对消费者个体的深入了解，以及糟糕的消费者体验，创造了一个巨大的机会：消除这种摩擦，创造一个新的数字生态圈，专注于每一个个体的需求。

所有这些转变（以及后面会讨论的其他改变）都将会是颠覆性的，远非我们现在所能预见的，而它们所带来的益处也一样难以预见。不过好的一面是，所有这些都不是突变，而是会逐步发生——有时大张旗鼓，有时饱受非议——有时甚至难以察觉。比如说：

- 自动驾驶汽车将会大大降低运输的生态影响，创造出前所未有的安全和机动性的驾乘体验。
- 人工智能的内置装置将可以预测我们的需求，预测疾病，改善我们的健康情况。
- 超个性化的医疗服务将可以根据人们的个人基因组，匹配相应的疗法。
- 随着企业争相寻觅能够通过对用户行为模式的了解来证明它们对每一个消费者的忠诚度的方法，诸如品牌忠诚度这样的概念会逐渐在公司层面发生转变。

• 通过发现我们周围复杂的自然系统和人造系统中那些隐藏的行为模式，人工智能将开始解决我们这个时代存在已久、最亟待解决的难题。

• 新的数字生态圈将消除摩擦，把工业时代僵化的商业模式变为快速响应、适应度高、以客户为中心的生态圈体验。

这些听起来令你难以置信吗？那你当真低估了我们重塑未来世界的能力。如果我们告诉你，100年后，知识经济领域的工作人员占比将会减少95%，你会做何反应？但这是美国的务农人员在过去100年经历的真实情况——从1900年占国家整体就业的38%下降到了今天的2%，而农业产出反而提高了2 000%。[8] 这还不够震撼是吗？如果我们宣布，未来的70年，电脑设备的数量会以9个数量级的速度增长，你会做何感想？同样，听起来似乎荒诞不经，但这就是过去70年实际发生的情况。[9]

这就是我们将会推动的那种转变：通往未来的旅途中，商业和社会都将得以重塑。

这一过程当然不免蜿蜒曲折，但未来从来都不是一条畅通无阻的直行道。我们会尽量不要太过天马行空（没有空间传送器或飞行汽车，也没有云中的城市），但这个故事会有很多条线索，我们要尽己所能描绘出它所有的脉络。最重要的是，书中的描述在现实生活中已经顺利开展，当然，问题是何时我们才能实现所有的构想？何时我们才能抵达旅途的终点？

决定这些想法何时才能进入我们的主流世界、商界和生活的不是潜在的新技术，而是我们对新技术带来的新行为的接受能力。如果历史给过我们什么提示，那就是它的发展总比我们想象的快！

那么，就把这作为前奏，一起来揭开未来的面纱吧。

[1] Maria Popova, “The Vampire Problem: A Brilliant Thought Experiment Illustrating the Paradox of Transformative Experience,” Brain Pickings, accessed October 2, 2017,https://www.brainpickings.org/2017/09/13/transformativeexperience-vampire-problem/?utm_source=Brain+Pickings&utm_campaign=8345b247c8-EMAIL CAMPAIGN 2017 09 15&utm_medium=email&utm_term=0_179ffa2629-8345b247c8234634073&mc_cid=8345b247c8&mc_eid=a59a59f2a9.

[2] Bairoch, Paul. *Economics and World History: Myths and Paradoxes* .) Chicago: University of Chicago Press, 1999). 转换为2016年美元。

[3] Bairoch, *Economics* ... 转换为2016年美元。

[4] 我们将之命名为“杰森式”，借此向20世纪60年代面向未来的动画片系列中的《杰森一家》致敬。

[5] Lee Rainie and Maeve Duggan, “Privacy and Information Sharing,” *Pew Research Center* , January 14, 2016, http://www.pewinternet.org/files/2016/01/PI_2016.01.14_Privacy-and-Info-Sharing_FINAL.pdf.

[6] 在第四章中，汽车在整个人类可能的主要致死原因中位居榜首。

[7] Michael Sheetz, “Technology Killing off Corporate America:Average Life Span of Companies Under 20 Years,” *CNBC* , August 24, 2017, https://www.cnbc.com/2017/08/24/technology-killingoff-corporations-average-lifespan-of-company-under-20-years.html.

[8] J.M. Alston et al.,*Persistence Pays: U.S. Agricultural Productivity Growth and the Benefits from Public R&D Spending* (New York,: Springer-Verlag, 2010), http://www.springer.com/us/book/9781441906571.

[9] Dan Keldsen and Tom Koulopoulos, *Gen Z Effect: The Six Forces Shaping the Future of Business* (Brookline, Massachusetts: Taylor and Francis, 2014).

第一章

行为何以成为新的全球货币

“人已成为其工具之工具。”

——亨利·戴维·梭罗（Henry David Thoreau）

理解行为是21世纪的制胜法宝。

鉴于此，本书开篇第一章将探讨企业如何利用“你”——即将迅速成为21世纪最有价值、最令人垂涎的商品——来解析人们的行为。

人们在数字世界和实体世界中的行为，正以空前的速度被记录、存储在巨型仓库中并进行分析，这些巨型仓库俨然已成为数字金矿。人们的行为记录像商品一样被买入，最后被卖给出价最高者，其目的不仅是要搞懂你，而且是要推测你的行为。为了能享受全天候提供知识信息、网络连接、轻松消费和超个性化体验的产品、服务和应用，人们正逐渐放弃自己的个性和最私密的时刻，这犹如一场看不见的交易。

在这个过程中，行为逐渐成为算法驱动下的新型资本、商业模式和科技基石，算法工具能够从人们浏览网页、购物、健身、饮食及驾驶等习惯中找出隐藏的深层次规律。

突然间，每个人都有了一个数字自我，它是人们个性化行为的数字合集。你无法给数字自我下定义，至少无法有意为之，因为你尚且不是其所有者，也没有接触的途径。但在诸多方面，它基于你每时每刻的生活方式，充分地体现了你最真实的一面：一个脱离了肉体、丝毫不情绪化且一贯坦诚的你。

从表面上看，这似乎是一桩非常不划算的交易，一桩为了某些尚不明确的好处而暴露自己的交易。然而，人们依然心甘情愿地放弃那些信息，有时甚至有意为之，不过多数时候还是在不知不觉中放弃的。60%的美国人都有Gmail（谷歌的免费邮箱服务）账号，不过在这60%的人中，会把自己过去一年来邮箱的使用情况告诉街边的陌生人，说“这些是我最隐私的想法和通信记录，给你看”的人，可能连6%都不到。但其实谷歌通过邮箱获得这些人的数据几乎没有任何成本，是你拿自己的行为作为货币换取其服务。

不妨想想，你每天浏览的网站、使用的智能手机及应用、家中的传感器、电子设备、你开的车，甚至当你的目光扫过杂货店货架时眼球的

运动，从以上种种细节中，每天能捕捉到超过250条关于你的生活和行为的数据。[1]

截至2020年，地球上平均每人每秒将产生约1.7兆字节（Megabyte，MB）的新信息。[2] 令人惊讶的是，当今世界上90%的信息都是在过去短短两年的时间内产生的。这些信息的来源无处不在：用于收集购物行为的传感器、上传到社交媒体网站的信息、数字图片和影像、购物交易、手机定位信息及GPS（全球定位系统）信息等。

2010年，德国政治家马尔特·施皮茨（Malte Spitz）想了解德国电信公司（Deutsche Telekom）对其手机使用情况的掌握程度，于是提出上诉，要求后者提供其个人手机使用记录。为了大胆揭示信息的详尽程度，施皮茨向《时代在线》（*Zeit Online*）提供了六个月的历史记录，后者根据施皮茨的通话、短信、社交网络及网页浏览等信息，绘制了其在此期间的详细出行地图。[3] 施皮茨的信息包含超过30万个数据点，相当于平均每天有约2 000个数据点，而且这仅来自他个人的手机及公开的历史浏览记录信息。

这些数据究竟有多大价值？预估结果相去甚远，每个人的信息价格是1~12美元不等。[4] 这听起来似乎不算什么，无非相当于一个小份比萨的价钱，甚至在纽约，估计只够买一块比萨。这就像那个由来已久的游戏：根据身体的化学元素构成来估计人的价值，结果约为4.5美元。[5] 恐怕多数人都不会接受，这样一个数字怎么能代表具有意识和生产力的人类的准确价值呢？对数字自我而言也是同样的道理。

虽然获得一个人的数字自我的数据或许仅需12美元，但就获得这些数据的公司而言，其价值至少是这个价格的20倍，具体取决于这些公司自身的价值。

有一个更为直观的衡量方法就是，将各大社交媒体公司的市值分摊到每个用户身上。如图1.1所示，单位用户带来的平均市值不低于100美元。

一两百美元看似不多，但获得的“你”的信息将会不断增值，目前还没人能计算出结果。

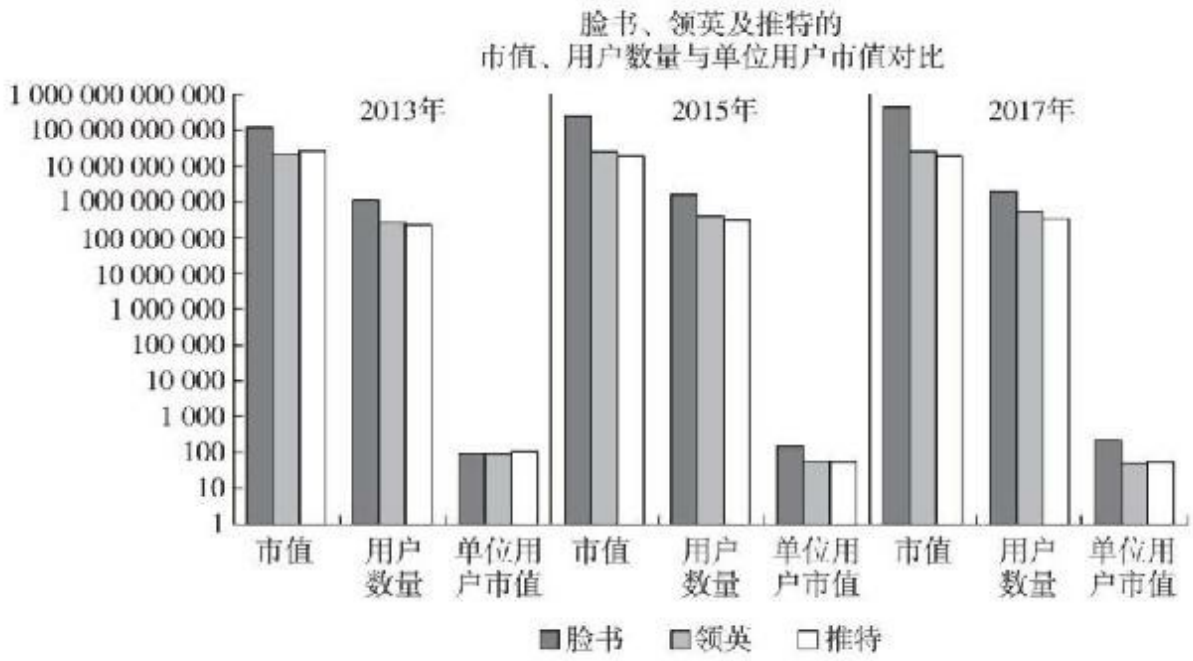


图1.1 数字自我的价值

图1.1说明：目前行为商业尚在起步阶段，要弄清楚数字行为的价值非常困难。不过大致可以根据主要的社交媒体公司的市值，以及每个公司拥有的用户数量来衡量。如图所示，结果从50~200美元不等。同时，你的数字自我包含的信息，要比这些社交媒体平台掌握的信息多得多。不过这个数值可以当作一个最低参考值。

被捕捉行为和掌握数字自我的范围并不仅限于人类。在我们设想的未来，自动驾驶汽车、智能设备和具备学习能力的机器，都将拥有数字自我（我们也称其为“数字孪生体”）。有了人工智能的支持，汽车将能够进行决策并采取行动，从而形成其自身的行为记录。

如今，每辆新车每小时能产生4太字节（Terabyte，TB。1TB约为1000GB或100万MB）的数据。[6] 本书第四章将介绍，将来这些车会成为自己的主人，并自行完成维护、投保、购买和销售等行为。这虽然很难理解，但所有必需的构成元素以及本书所述的一切技术都已准备就绪

。

只要观察一下牙牙学语的孩子与科技的互动就会明白，行为已逐渐成为人们互动中一个普遍期待的环节。我们都见过还穿着纸尿裤的幼儿翻书的情景，他们会因为平板电脑或智能手机没有回应自己的行为而感到疑惑、沮丧。在他们眼中，世界应该像人类一样表现出行为和智慧，而杂志就像是一台有瑕疵的iPad（苹果平板电脑），如果它没有及时响应，那一定是坏了。

不过先别想得太远，我们不妨岔开话题，问问自己，我们为什么会变成产品？

剃须刀片

1895年，金·吉列（King Gillette）萌生了一个非常聪明的想法：把他那昂贵、笨重、需要高昂维修费的直刃剃须刀，替换为价格实惠得多并且方便普通人使用的工具。他想到用一次性剃须刀片，然而这个想法并未很快获得成功。直到后来他拿下了为美国陆军提供剃须刀和刀片的合同，事情才开始有所好转。士兵回家的时候一定会带上吉列剃须刀和不少刀片。

关于金·吉列成功的故事，还有不同的版本。其中一个版本是这样的：吉列最初免费赠送剃须刀片，希望借此销售更多的剃须刀（剃须手柄）。很快吉列意识到应该反过来才对，一旦人们买了吉列剃须刀，他的刀片不就成了不可或缺的商品了吗？这就是“放弃剃须刀，刀片才是摇钱树”的“剃须刀与刀片”营销模式（razors-and-blades model），接受过大学基础商业课程或营销课程的人对这一模式应该都不陌生。

还有另一个版本则给出了更贴近实际，也更为复杂的解释。为使其剃须刀和刀片在竞争中长期保持优势地位，吉列申请了专利，希望用户产生非比寻常的品牌忠诚度，认为只有吉列的刀片才能搭配它的剃须刀使用，从而让吉列能够以优势品牌进行价格定位，并在未来的100年成为市场领跑者。

不论吉列究竟采用了何种策略，诸多公司及行业都采用了“剃须刀与刀片”的标准商业模式。其中不乏人们熟知的索尼公司的Walkman（个人随身音乐播放器）与盒式磁带、PlayStation（家用电视游戏机）与游戏卡带、喷墨式打印机与墨盒、iPhone（苹果智能手机）与手机应用程序等。

2016年，苹果公司iPhone的总销售额约为2 000亿美元，而应用商店

里应用程序的销售额竟达到了近300亿美元。[7] 就苹果公司的情况而言，“剃须刀”（iPhone）的整体销售额更高，但可以看出“刀片”（应用程序和服务）的实际利润正在逐步逼近，最终很可能会成为苹果公司最大的利润来源，因为这部分收入主要来自第三方应用程序开发商，苹果公司无须任何花费就能获得30%的版税收入。

到20世纪90年代末，当互联网首次进入主流社会时，“剃须刀与刀片”模式发生了非同寻常的变化。如果把互联网看作“剃须刀”，那么其潜力之一就是让软件应用程序发挥“刀片”的作用，并且实现远远大于实体刀片的规模。

互联网的目的是成为人人都能免费使用的平台，至少拥有硬件设备的人都能使用。这有别于“剃须刀与刀片”模式的根基——所有权经济学（ownership economics），因为没有哪家公司能够独享其带来的福利，不过这一点很快就会改变。

我们何以成了“刀片”

20世纪90年代出现了一种新型软件。随着互联网应用的普及，与互联网相关的需求不断增长，各种免费应用程序层出不穷，能够满足人们的各类需求，从购书到出售二手鞋，一类被称为互联网公司（dot-com）的群体很快宣布对这一新领域的所有权。互联网公司的理念广泛传播，甚至威胁到了众多中间商（包括实体店、汽车经销商、出版商、影音租借店等）或功能类似中间商的其他行业参与者的生存。

在炒作与投机中诞生的互联网泡沫最终于2000年破裂，股市市值瞬间蒸发了近5万亿美元。显然，互联网现象具备所有投机泡沫的特点，但这并非导致其失败的唯一原因。即便没有投机性投资活动，互联网模式依然存在缺陷。真正摧毁互联网公司的是所谓的“赚眼球”（capturing eyeballs）现象。互联网公司的潜在价值取决于登录其网站的人数，而问题在于，利用“眼球”变现并非易事。一方面是因为通过互联网进行购销活动的电子商务仍处在发展初期，摩擦在所难免；另一方面，也是更主要的原因，“眼球”的实际价值尚不明确。互联网公司曾试图放弃“剃须刀”，但没弄清楚“刀片”是什么。

不过，在互联网泡沫中也有为数不多顺势成功发展的公司，如亚马逊、谷歌、脸书等。这类公司在业务的长期价值方面都有一个共同特点，即它们能够改变创造价值的方式。

这些公司并未企图通过赢得大量客户的“眼球”，以及那些根据个人需求使用应用程序的人来赚取利润，而是把客户变成了产品。这种观点很有创意，也很简单。人成了“刀片”！对用户的行为了解越多，就越能更好地定位广告、产品，提升其他产品和服务的销售，有时甚至连用户自己都不知道这正是他们想要的。

这说明人们对市场的看法有了翻天覆地的变化。200年来，人们一直在玩猜谜游戏，企图通过开展团体深度访谈、进行粗略人口统计、掌握季节趋势等可见指标预测大众需求，从而帮助我们认识、分析广阔的市场，以期破解隐藏的市场驱动力。

如今，我们即将进入一个全新的时代，产品、服务、娱乐，甚至政治选举都能根据个人偏好来设定。这是我们第七章将要讨论的超个性化，即通过某个人的线上及线下行为，剖析连他自己都无法理解的个人特征。但不要把它与个性化混为一谈，个性化是指对普通营销活动的提升，或在产品上增加个人姓名等细微的变化。

但从根本上看，这些变化并未催生全新的模式。20世纪媒体帝国的诞生，源于向广告商销售获取各类消费群体市场的渠道。20世纪初期，世界上最富有的人既不是石油大亨也不是钢铁巨头，而是威廉·赫斯特（William Hearst）。他利用遍及美国各大城市的30份报纸，在鼎盛时期建立了世界上最大的广告帝国。

大众媒体采用的人口统计学基础是群体而非个体。尼尔森电视收视率能告诉你，年龄在30~50岁、家庭年收入为5万 ~ 6万美元、开皮卡车的男性中，有多少人在观看超级碗（Super Bowl）比赛，但它无法告诉你“我”是否在观看，以及“我”为什么会看超级碗。

现代社会，大众媒体采用的人口统计方法逐渐被大数据（Big Data）取代。但大数据并不了解你，它只是把你放入一个具有相似行为的数据库中。有了大数据，杂货店能够获悉年龄在20~30岁的男性，在周六下午经过杂货店时经常会购买啤酒和尿布，但大数据无法告诉你在这些男性中，哪些人一边观看ESPN（娱乐与体育节目电视网）的足球比赛，一边通过谷歌搜索抚慰哭闹新生儿的方法。

通过本书我们会明白，从了解市场到了解个人的转变是最深刻的变化之一，它将决定未来的价值是如何创造的。因此，一场获取地球上每个人信息的竞赛已经开始。

然而，有一个很重要的问题是，你的数字自我（再次说明，指定义你行为的数字合集）是完全不成体系的信息，没有所有者来赋予其意义。

众多的应用程序、平台、设备及地点都想最大限度地捕捉你的信息，而你的数字行为就分散在这样一个巨大的生态圈中。亚马逊知道你通过其平台购买的商品；谷歌知道你使用其搜索引擎搜索了哪些信息；通用汽车公司知道你如何使用OnStar（安吉星）系统驾驶汽车；塔吉特（Target）公司知道你在哪个商品过道或区域花的时间最长、消费最多；只要你通过Travelocity（在线旅游服务公司）订票，它就知道你的旅行目的地和选择的交通工具；如果你使用iPhone，苹果公司就会知道你的步行距离和睡眠质量；脸书根据你发布的内容就能知道你养的宠物、喜欢的食物以及你的心情；如果你用过Roomba（扫地机器人）吸尘器，iRobot（机器人制造商）就会知道你会如何布置家具。你成千上万的不经意之举，那些你以为只有自己可见的行为，突然间被诸多你根本没有听说过的公司追踪和交易。

突然之间，包括亚马逊、Netflix（网飞）、Spotify（声田）在内的网络公司开始根据你的购买或搜索记录为你推荐商品。这个功能有时确实很实用，但大多数时候都令人哭笑不得。例如，谁会在日食发生的两个星期之后再买一副观看日食的眼镜？

接下来出现了新的变化。各种基于人们的电子邮件对话、谷歌搜索记录及网页浏览习惯的广告，开始出现在人们使用的浏览器上。然而奇怪的是，出现在某网页上的广告跟网页的内容几乎没有必然的联系。如果你曾在家得宝（Home Depot）网站上搜索挡风门的价格，你可能会在宠物网站上看到有关挡风门的广告。起初这一切看似巧合，但接连出现就显得老套而诡异，而且还会愈演愈烈。

2008—2009年，脸书等公司开始追踪其用户在其他网站上的行为。换句话说，即便你不登录脸书网站，它也能追踪到你的行为。这就是脸书早期推出的“灯塔”（Beacon）项目，但该项目最终遭到集体诉讼，脸

书不得不终止它，并且CEO马克·扎克伯格（Mark Zuckerberg）为此发表了公开道歉。[8]

> 开发这项功能，我们犯了许多错误，在解决问题时还犯了更多错误。我们推出的这项功能表现很差，我为此道歉……我们没能迅速采取行动，花了太多时间来决定正确的解决方式。虽然最终问题得到了解决，但我并不满意，因为我们本应该做得更好。

但另一个项目没有终止。当时脸书正在开发Connect（连接）服务，开发完成后很快就发布了。Connect是一个单点登录的应用程序平台，第三方可借助这一平台让其用户使用脸书凭证登录。Connect获得了成功，主要是因为它为不喜欢记忆各种用户名和密码的人提供了另一种登录途径，那就是用脸书凭证登录。然而，用户在享受这些便利的同时，通过Connect也分享了自己在众多应用程序上的行为数据。

这样做的远不止脸书一家。Quantcast（数字广告公司）、Acxiom（安客城）、Corelogic（房地产数据分析公司）、Datalogix（广告分析公司）、eBureau（科技创业公司）、ID Analytics（身份和信用数据分析公司）、Intelius（信息商业公司）、PeekYou（社会化找人服务搜索引擎）、Rapleaf（网络追踪公司）和Recorded Future（威胁情报公司）等大众熟知的数据经纪公司，大多已经开始利用线上及线下渠道收集大量个人数据，它们已经开始利用cookies（储存在用户本地终端上的数据）将这些数据关联到每个人。美国联邦贸易委员会（FTC）的一项调查表明，高达220个关于你的数据点通过这些公司关联到你个人。这些数据涵盖了你的住址、位置等基本信息，还包括你的社会安全号码（SSN）、驾照号码、使用社交媒体的习惯，以及你正在服用的非处方药。[9]

是不是感到毛骨悚然？想想看，收集这些数据是多么容易。基于本书的一项调查，目前全球有34亿人使用智能手机，其中80%的人不论是

白天还是夜晚，始终把智能手机放在距离自己不到三步的范围内。汽车、住房甚至连睡觉的床都配备了传感器。突然间人们所有的行为在不知不觉中就变得一览无余。不论你是否喜欢，这就是新常态：人们的隐身斗篷已不复存在。市场营销的目标不再是剖析细分市场，而是剖析你。

人们隐藏的行为用于为拥有这些数据的公司创造利益，这一切仿佛“奥威尔式”（Orwellian）[10] 的不祥之兆，并非只有你一人感觉如此。当我们刚开始写作本书时，一位同事建议用“黑暗数字”（Dark Digital）作为书名，意指光鲜的外表下暗藏邪恶，公司正逐渐变成“老大哥”，而我们应该揭露（或者更准确地说是曝光）这一切。人们对隐私暴露的影响绝不陌生，讨论这个问题以及如何才能更好地保护数字自我将花费大量时间。但本书关注的重点不仅在于人们的行为如何被用于对付人类自身，还在于这些数据将如何为人们的生活、商业和社会创造重要价值。

我们知道，人工智能的出现给人们隐藏的行为带来了严重威胁。但其实随着历史进程的推进，人们的行为本就在逐渐变得透明。其原因并非某个实体暗中为自己谋私利，而是更大的透明度能惠及整个社会。

行为技术的诞生

GPS是迄今为止最早投入使用同时也是使用最广泛的行为追踪技术。该系统自1978年起一直为美国军队所用，如今它能借助24颗卫星准确定位装有GPS的物体。发明该系统的是美国海军研究物理学家罗杰·伊斯顿（Roger Easton），他发明的“卫星导航系统和被动测距技术”于1974年1月29日获得美国专利，专利号为3 789 409。伊斯顿对基于地面定位系统的研究始于1943年。[11]

然而直到1983年，苏联空军击落意外飞入苏联领空的韩国007号航班客机，美国总统罗纳德·里根（Ronald Reagan）才下令对私营部门开放GPS。尽管军队曾限制私人获取GPS的某些数据，但到2000年时，比尔·克林顿（Bill Clinton）总统对私营部门开放了GPS的全部数据。

GPS给人们带来的益处是多方面且显而易见的：提高了安全性，提升了急救工作人员的效率和速度，同时增强了追踪人员和财产的能力。但有些益处经常出人意料。例如，在汽车回收率较高的地区，汽车经销商通常会在销售的车辆上安装GPS追踪设备，本意是在车主无法按期还款时追踪车辆的位置，但这些设备恰巧还能用于破获劫车案和绑架案。

在一件媒体广泛报道的劫车案中，丹尼·孟（Danny Meng）的奔驰汽车遭到劫持，劫匪是2013年4月制造波士顿马拉松恐怖袭击并杀害校警肖恩·科利尔（Sean Collier）的沙尼耶夫（Tsarnaev）兄弟，丹尼向警察提供了其支持GPS的车辆登录信息，警方据此追踪到了劫匪的位置并将其逮捕。

GPS已经广泛运用于诸多安全设备和追踪设备中。2015年8月，得克萨斯州罗利特镇的一起绑架案成了头条新闻，一名患有亚斯伯格症候群（Asperger’s Syndrome）的15岁女孩遭到绑架，而她的母亲用女孩装

有GPS的可穿戴设备定位到了她的位置。母亲通过女孩的可穿戴设备中的内置话筒，听到了袭击发生时女孩与绑匪搏斗的声音。这是首个私人使用GPS的案例，就像20世纪80年代的科幻片一样新奇。[12]

当今规模最大的GPS应用技术，可能要数美国联邦航空管理局（FAA）的“下一代”（NextGen）空管项目。该项目计划于2020年给所有商用飞机配备机载GPS和全数字化通信设备，以取代地面雷达系统。[13]这个项目对航空安全和油耗有着不可估量的影响。美国各大航空公司每年所需油耗超过170亿加仑[14]，总成本接近250亿美元。[15]“下一代”空管项目预计每年能降低12%的油耗和排放量，相当于220万辆汽车每年的油耗和排放量。

从便利的角度看，GPS带来的收益及其不可或缺性都是不可否认的，类似的例子成千上万，无一不证明了GPS具备更大的社会价值和经济价值。因此，这也是当今人们愿意用隐私交换透明度和价值的一个绝佳范例。然而，提升透明度和失去隐私不可避免地伴随着一定的风险。人们虽然可以使用各种科技手段和法律手段来保护自己，但偏偏无法消除这种风险。实际上，随着本书所讨论的科技和行为记录手段的进步，这种风险还将显著提高，而且是人们无法及时察觉的。不过与此同时，价值也将大幅提升。维持科技进步的公式很简单，用一个简单的问题就能说清楚：新的价值是否远大于新的风险？

既然最终能够获得价值，为什么人们还会一直惧怕科技呢？更何况事实不断证明，人们非常擅长运用新技术创造积极的影响。这种恐惧主要有两个方面的原因。

（1）人们用100%的标准来衡量新技术的准确性和可靠性，然而当前的情况距离这个目标还非常遥远。

人们用达到完美作为衡量新技术效率的标准，却不考虑它所带来的实际收益，以及在没有该技术的情况下本就存在的实际风险。例如，本书还将深入讨论自动驾驶汽车，关于自动驾驶汽车的各种争论主要在于

，自动驾驶汽车做出的决定可能会造成伤亡。要完全杜绝这样的事故是不可能的。不过有一点可以肯定，自动驾驶汽车的安全驾驶概率整体上高于人类驾驶员。从保险的角度出发，人类驾驶员操控汽车比人工智能驾驶汽车的代价要高得多，因此自动驾驶汽车很可能会因为其经济影响迎来引爆点。

（2）人们用新技术已知的风险来判定未知的收益。

预见新技术（人们感受到与实际存在）的风险，要比预测它未来的收益容易得多。例如1997年，当通用汽车公司首次推出安吉星系统的时候，没人相信它能用于预防劫车事件。虽然安吉星并未公布其成功阻止偷车或劫车案例的数量，但根据2007—2008年该技术的使用情况估计，其成功阻止了5%~10%的类似事件，即保护了2 500~5 000辆汽车（其中不包括使用基本GPS定位的车辆）。其实，安吉星的设计初衷是满足早期对遥控解锁的需求，而这一技术的受欢迎程度对通用汽车公司来说也是意外之喜。

由于人们用完美的标准来衡量新技术，看到的未知风险要多于未知收益，所以在亲自体验之前很难估计新技术的积极影响。

显然，使用GPS会让人们失去部分隐私，但GPS对个人以及对整个社会的价值远远弥补了这方面的不足，这一点很难反驳。并不是说隐私无足轻重，而是需要更多谨慎的新手段来保护隐私，对此我们也会在本书中展开讨论。因为进步总是来自那些能创造积极影响的新技术。

本书的目的并非阻止科技进步，因为它就像海啸一样，你只能眼睁睁地看着它发生却无力阻止。其实人们最该担忧的并非科技，而是全球人口——2050年即将达到98亿。与此同时，世界上发展中国家的人口正在以每周100万人的速度向经济发达地区转移。过去20年就有10亿人加入了这一队伍，预计未来20年还将增加20亿人。人们需要面对的问题是：“如何保障这些人的衣食住行，给予他们关爱和支持，同时为逐步壮大的全球经济提供发展动力？”

不过可以确定的是：仅通过提升当前的技术不足以支持未来的发展。一方面是因为当前的规模化生产、农业及交通的发展无法大幅提升，人们必需的服务同样无法实现大规模升级。根据世界经济论坛的数据，以当下社会培养医生并授予职业资格的速度，需要再花300年的时间才能弥合世界上医疗领域的供求缺口。

如果仍以工业时代的速度增长，来自全球大规模基础设施的压力最终将瓦解制造业、教育业和农业；而如果仍然按照现有商业模式推动行业发展，将无法遏制其瓦解之势。如果还想扩大当前的工业模式，增长的局限性很快将把各行各业和各个国家压垮。仅从人口的角度看，随着世界人口年龄金字塔结构逐渐向老龄化过渡，原本十分紧张的社会福利系统将承受更为巨大的压力。目前25~29岁的人口数量是65~69岁人口数量的两倍，两者在总人口中所占比例分别为7.9%和3.1%。到2050年，这个比例将分别变为6.8%和5.2%；到2100年将变为6.1%和5.2%。换句话说，存在了5　000年之久的人口年龄金字塔结构正在土崩瓦解，取而代之的是每个年龄段的人口数量趋于相同的摩天大楼结构。[16] 因而支撑这一新型社会发展的意义深远。

事实上，我们需要加速剖析人类、机器以及生态圈中隐藏的微妙行为，更重要的是理解这些（数字和实体）行为之间的关系，它们正以超乎想象的速度发展。只有做到加速认知，再依靠人工智能等技术来发现隐藏行为的规律，人们才能更加明确未来的挑战和解决方案的复杂性。

因此，我们所说的揭秘隐藏的行为，是指所有事物的行为：人类、汽车、设备、企业、供应链、生态系统，这一切都将通过传感器连接至云端，传感器还会捕捉其背景及行为的细微差别。在如此海量的数据中，藏着人们用肉眼无法看到的线索，找到这些线索，深入细致地剖析世界及人类自身的行为，我们才能以全新的方式预测未来。

虽然听起来极富戏剧性，但这并非单一思维模式的简单转变，而是要换一种新的看待问题的方式。人们正走向我们眼中的多重思维世界，在这个世界中，我们需要用不同的方式来看待和解决各种挑战。当然，

人们不能就此摒弃过去200年在工业化进程中学到的东西，而是要利用我们掌握的知识，以不威胁地球和人类生存的方式，持续改进现有的工业模式，从而满足上百亿受过良好教育、参与经济发展且具备生产力的人的发展需求。

描绘这一切变化导致的世界末日的情景是轻而易举的，可能还会让人们感到恐惧，并为好莱坞提供一个精彩的剧本素材。但那只是一孔之见。

2017年，美国太空探索技术公司（SpaceX）和特斯拉的创始人埃隆·马斯克曾在麻省理工学院的一次演讲中谈到对人工智能具有的毁灭性潜能的担忧，他说：“研究人工智能犹如打开了潘多拉魔盒。”俄罗斯总统普京也曾预言，全球第一个掌握人工智能技术的领导人将是“世界的领导人”。

其实我们不难设想出各种场景，例如我们在前文讨论过的，连通性和透明度将大幅提升人们生活的价值，并创造出更多的附加值，人们很难想象如果没有这些价值该如何生存。

在本书第八章我们将讨论如何保护人们免受人工智能威胁的话题。然而，为了更全面地讨论人工智能，在这里我们要先快速地插入一个话题。

正如前文所述，每一次重大的科技进步都伴随着风险，并且风险要比其能带来的收益明显得多。例如，人们都深知核武器强大的杀伤力，空中蘑菇云的样子至今还烙印在人们的心中。但与此同时，核技术也在诸多方面造福了人类，如烟雾探测器、食品保鲜、能源、医疗、水脱盐处理、太空探索等。那些威胁人类生存的技术也在推动人类文明的进步。

由于人工智能存在超越人类智慧的潜能（或威胁，观点因人而异），人们对其感到恐惧也情有可原。不过，本书要提出另一种观点。在工业化模式的转型过程中，要想应对各种各样的挑战，必须推动人工智能

技术的进步。随着对这些挑战以及人工智能影响力的讨论越来越深入，我们将具体分析其背后的成因。不过在此之前，我们将从更宏大的角度展开讨论。

与地球的寿命相比，人的一生极其短暂，因此人们渐渐接受了一种观点，即人类受到了某种保护或者具备免疫能力，不会遭遇灭顶之灾。然而，地球的历史会让我们看到相反的一面。

大约7万年（如果把地球40亿年的寿命看作24小时，这只是其中不到两毫秒的时间）前，人口数量下降到了几千人。[17] 而据称15万年前，全球人口仅剩600人。[18] 在120万年前，地球上也出现过类似的人口数量骤减的情况。[19] 显然，人类克服了一定的艰难险阻才走到了今天。但这并不意味着我们已经战胜了流行病、小行星撞地球、地质灾害等自然风险，或气候变化、核武器等人为造成的风险，这种想法太过愚蠢。

因此，我们深信研究人工智能非常有必要，这样才能了解自然，以及人类越加复杂而相互关联的行为，仅凭人类自身的力量无法弄明白这些问题。

我们坚信人工智能将带给人们数不清的收益，这些收益将远远超过人们现在所害怕的影响。这些收益不单来自对我们个体行为的理解，还有对一个高度互联的世界更为复杂的行为的剖析。例如，人工智能将在下列领域推动人类进步：了解导致气候变化的因素，以及减缓甚至逆转气候变化的方法；研发预防流行病的疫苗；让上百亿人从发展中国家进入社会经济发达国家，并保障他们的衣食住行。人工智能还可能赋予人类成为星际物种的能力，为人们的长远生存未雨绸缪——著名物理学家史蒂芬·霍金（Stephen Hawking）曾预言，人类必须在100年内完成该计划才能生存。

其实，多数人并不会因担忧流行病或小行星撞地球的风险而彻夜难眠。因此，我们的想象可以更“接地气”一些。

在研究星际生存这个问题之前，我们眼前还有更多亟待解决且同样重要的问题，如我们如何生活、经营企业、发展经济等。揭示隐藏的行为并使之为己所用，要从基础问题考虑，即从人们的生活、工作和娱乐开始考虑。

而要实现上述目标并利用现有且还在大量产生的数据财富，需要人们在思维方式上做出极大的改变，要用新的眼光来看待身边的问题和挑战，从而更好地预测自身行为的结果。

预测未来一直是最受青睐的消磨时光的方式，只是人们似乎从来都不擅长此事。但这一点正在改变，一方面是因为现在有技术和数据的支持，另一方面是由于人们开始用新的思维方式来思考解决问题的途径。这正是本书接下来要讨论的话题。

---

[1] Keldsen and Koulopoulos, *The Gen Z Effec* ...).

[2] John Gantz and David Reinsel, “The Digital Universe Study In 2020: Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East—United States, ” International Data Corporation(IDC), February 2013, https://www.emc.com/collateral/analystreports/idc-digital-universe-united-states.pdf.

[3] Germany, ZEIT ONLINE GmbH Hamburg. “Http://opendata.zeit.de/widgets/dataretention/.” ZEIT ONLINE. Accessed October 08,2017, http://www.zeit.de/datenschutz/malte-spitz-data-retention.

[4] Emily Steel et al., “How Much is Your Personal Data Worth?”*Financial Times* , June 12, 2013 , http://ig.ft.com/how-much-isyour-personal-data-worth/#axzz2z2agBB6R; Facebook $24 billion yearly revenues / 2 billion users = $12/user.

[5] Mayo clinic librarian.

[6] Patrick Nelson, “Just One Autonomous Car Will Use 4,000 Gb Of Data/Day,” *Network World* , December 7, 2016, http://www.networkworld.com/article/3147892/internet/one-autonomous-carwill-use-4000-gb-of-dataday.html.

[7] Larry Dignan, “Apple’s App Store 2016 Revenue Tops $28 Billion Mark, Developers Net $20 billion,” *ZDNet* , January 5, 2017, http://www.zdnet.com/article/apples-app-store-2016-revenue-tops-28 billion-mark-developers-net-20-billion/.

[8] Erick Schonfeld, “Zuckerberg Saves Face, Apologizes For Beacon,” *Tech Crunch* , December 5, 2007, https://techcrunch.com/2007/12/05/zuckerberg-saves-face-apologies-for-beacon/.

[9] 全部数据汇总参阅本书结尾部分。

[10] Orwellian的词源是英国小说家乔治·奥威尔（George Orwell），该小说家因撰写政治讽刺小说而著名。“奥威尔式”可释义为“受严格统治而失去人性的社会”。——编者注

[11] U.S. Naval Research Laboratory, “Father of GPS and Pioneer of Satellite Telemetry and Timing Inducted into National Inventors Hall of Fame,” March 31, 2010, https://www.nrl.navy.mil/media/news-releases/2010/father-of-gps-and-pioneer-of-satellitetelemetry-and-timing-inducted-into-national-inventors-hall-offame.

[12] Julie Fancher, “Rowlett Mom Used GPS to Find Girl Who Was Sexually Assaulted,” *Dallas News* , August 20, 2015, https://www. dallasnews.com/news/crime/2015/08/20/rowlett-mom-used-gpsto-find-girl-who-was-sexually-assaulted.

[13] US Department of Transportation, Federal Aviation Administration,“Next GEN,” accessed October 2, 2017, https://www.faa.gov/nextgen//.

[14] 1美制加仑≈ 3.8升。

[15] US Department of Transportation, Bureau of Transportation Statistics, “Airline Fuel Cost and Consumption (U.S. Carriers -Scheduled) January 2000–July 2017,” accessed October 2, 2017,https://www.transtats.bts.gov/fuel.asp?pn=1.

[16] Keldsen and Koulopoulos, *The Gen Z Effec* ...

[17] Geological Society, “Super-Eruptions: Global Effects and Future Threats,” accessed October 2, 2017, http://pages.mtu.edu/~raman/VBigIdeas/Supereruptions_files/Super-eruptionsGeolSocLon.pdf .

[18] Steve Mirsky, “When Humans Almost Died Out; Earthy Exoplanets; And Scientific American’s 165th Birthday,” (podcast),August 12, 2010, https://www.scientificamerican.com/podcast/episode/when-humans-almost-died-out-earthy-10-08-12//.

[19] Debra Black, “Were Early Humans Close to Extinction?” *The Star* , January 27, 2010, https://www.thestar.com/business/tech_news/2010/01/27/were_early_humans_close_to_extinction.html.

第二章

预言机器：为何不能沿用老办法解决新问题

“意识的作用在于给予众生未来的‘知识’。”

——弗兰克·奈特（Frank Knight），
20世纪早期经济学家，芝加哥学派创始人

1993年，AT&T（美国电话电报公司）拍了一个广为流传的大众传媒广告“你的未来”，这是一个由电视和印刷广告构成的系列商业广告，旨在描绘遥远的未来。广告画面有车载GPS、触摸屏、平板电脑、电子病历、电子书籍、网络会议、点播视频，并伴随着演员汤姆·赛立克（Tom Selleck）充满磁性的声音：“你有没有试过不带地图，走遍美国？这是属于你的未来，而谁能带给你这样的未来？AT&T。”这是一个非常有远见的广告。实际上，今天当我们再回过头来看这个广告时，会感觉AT&T似乎拥有一个可以透视未来的水晶球。

尽管AT&T几乎分毫不差地预见了未来的技术，但它未能把其中任何一项带入人们的生活。AT&T虽然特别擅长预测这些技术最终的用武之地，但在预测未来方面的表现却差得一塌糊涂，尤其不懂得把握时机并让未来为己所用。这怎么可能呢？能够预测技术的未来，不就等同于能够预测未来吗？其实不然，因为其中有一项是难以预测的：行为方式并非一成不变。

我们选择AT&T这个例子并没有特殊的原因，仅仅是因为它能够精准地描绘出技术的未来。通过AT&T的例子可以看出，预测技术的未来轻而易举。然而要等上20年，才会有实际的行为支持这些技术的广泛应用。

人们很容易就把这种割裂归咎于技术，认为当时的技术发展水平还不够成熟。但如果AT&T或其他公司曾尝试把类似“你的未来”广告中的技术推向市场，那些技术就会和苹果公司的牛顿掌上电脑（Newton PDA）经历同样的命运，这款电脑堪称世界上第一款掌上电脑，无巧不成书，它同样诞生于1993年，但最终难逃夭折的厄运。

问题在于，虽然技术是实实在在可见的，也是确定无疑且可预测的，但在行为的背后隐藏了太多神秘且多变的影响因素。你可以预测技术的进步，因为变量是已知的。实际上，过去50多年的技术发展轨迹并没有那么难以预测，因为它们几乎完全遵循摩尔定律（Moore’s Law），无论在哪个时期，摩尔定律对功率、存储能力以及计算成本等的预测都

准确得惊人。[1]

如一些科学家所称，倘若某天摩尔定律突然到了物理极限，人类无法再在硅片上集成更多的纳米级晶体管，无法在U盘上存储更多的指令，世界将会变成什么样？计算机的发展会不会进入停滞期？我们，也可以说人类文明，面对日益复杂的社会、经济和生态问题，是否会走向自身能力的极限？其中哪一项与你的行为有关？我们如何收集并利用这些行为？

本书的写作初衷是，我们相信，无论计算机硬件的发展速度如何，人类在利用计算机应对当今及未来挑战的过程中，想要实现下一次量子跃迁，关键在于开发计算机认识和揭示行为的能力。但直到现在，人们还未获得足够的数据来认识行为，即便有了数据，在技术层面我们也尚未达到认识行为的水平。

正在逐渐显露的隐藏力量并非技术，而是自然系统和人造系统极度复杂的行为，正是这些行为构成了人类世界。我们对人类、设备及系统的各种行为的了解越深，就越能预测这些行为未来将如何演变和表现。

你的数字自我

这些行为的数字形态即我们所称的数字自我（对设备而言，则是一个数字孪生体），代表了人或物的数据点集合，可以从这些数据点中总结出人或物当前的行为模式，还能预测未来的行为。但我们要重申，如开篇所述：这并不是众所周知的大数据。大数据是利用与庞大的系统、市场、工厂或经济体的行为相关的海量数据集合，而我们所探讨的其实更接近马丁·林斯特龙（Martin Lindström）所称的“小数据”（Small Data）。

> 看似微不足道的行为观察，包含了非常具体的属性，指向尚未满足的客户需求。那些开创性的构思或彻底转变品牌的全新方式，其基础都是小数据。 [2]

林斯特龙指出了正确的方向，而我们还想更深入地探索，看看数据如何做到超个性化：不仅发现尚未满足的需求，还能发现未知的需求。

在我们看来，数字自我具备与自身展开智能协作与对话的能力，这与单纯把数据当作分析和推测行为的工具不同，它变成了人们商业活动和生活中积极的合作伙伴。这些数据的价值在于它们能够帮助人们认识行为，并基于这种认识规划未来，而当今所谓的数据分析（大数据或小数据）仅开发了这种价值的10%都不到。

正如冰山露在水面上的往往只是尖尖一角，接下来，我们不妨用经典的冰山理论来做个类比。为了便于理解，我们假设眼前是成千上万座紧密相连的冰山，假设你是船长，你的船恰好位于这一片冰山群的中心。为了增加一点风险因素，我们假设船正在全速前进，但此时引擎发生了故障，冰山群也正在向你步步逼近。倘若你对水位线以下的世界一无

所知，就不可能安全驶离冰山区。地球上所有有关水面以上的冰山一角仅占冰山总体积的10%的数据，对于你认识冰山其余的90%毫无帮助，在这种情况下，揭示出隐藏部分的数据并非可选项，而是生死攸关的必选项。

因此，你的数字自我才如此重要，它揭示了你另外90%的信息，只有这样你才能知道自己要去往何处、采取什么行动，以及要做怎样的决定。不过，这也同样适用于设备、物体和自然现象，它们要么依赖于数字技术（智能手机或供应链），要么需要通过传感器建立数字连接（天气情况或你的生理机能）。

人们很难把物体和系统想象成拥有行为的数字自我，因为我们不太习惯这么做。

不错，这听起来非常像黑暗科幻小说中的情节——人类被控制欲极强的霸王所统治，但小说中的情节与我们探讨的未来大相径庭。我们的观点是，原有的事物运作模式已无法预测现有力量对未来的作用，我们正处在新旧交替的、里程碑式的时刻，这也是不可多得的历史性时刻。

文化再现

我们以前也曾面临同样的境遇，人类遇到的问题超出了自身的能力范围。过去，面对日益复杂的问题，人们只需稍微调整一下解决方式就能够战胜挑战，并在此基础上更好地预测未来的发展，这样的先例不胜枚举。我们称之为“文化再现”（a cultural deja vu），因为这与那些获得新知的时刻有诸多相似之处，我们曾经历过很多次。但不知为何人类似乎集体失忆，总也认识不到曾经的经历带来的改变是何等深刻。

16世纪出现了一场思想革命，但直到几百年后这场革命及其拥护者才得到认可。哥白尼引入了他的太阳系日心说模型，与之相对的是托勒密的地心说模型，哥白尼绝非第一个提出太阳系的中心是太阳而非地球的人，但印刷术的发明使他的作品得到了广泛的传播。然而200年来，人们对日心说争论不休，许多人愿意相信日心说和地心说可以共存，只是两者描绘的是两个极端，以此维持过去的模式。最终日心说更胜一筹，因为它能精确地预测行星未来的位置，这是地心说模型做不到的。

20世纪初，当牛顿物理学发展到极限的时候，又出现了一次类似的科学革命——爱因斯坦的相对论开始登场。爱因斯坦并未遭遇如哥白尼那样大的阻力，而事实上他的宇宙运行模型思想更为激进，他提出了无数奇怪的量子亚原子现象（quantum subatomic phenomena）、时间膨胀（time dilation）效应，甚至还有黑洞理论。爱因斯坦的物理模型同样获得了认可，因为它让人们能更好地解释和预测物理世界的行为。

1937年，艾奥瓦州立大学一位名不见经传的物理学教授约翰·文森特·阿塔纳索夫（John Vincent Atanasoff）发明了第一台数字计算机，再一次将文明推向下一个知识轨道。[3] 这些早期的计算机［比如Eniac（电子数字积分计算机）和Univac（通用自动计算机）］的建立基础都是

阿塔纳索夫的数字建筑模型，建造它们最初的目的就是预测未来，例如预测一场选举的结果或一颗弹道导弹的轨迹。

每一次这样的突破，都会颠覆人类思考和看待世界运行的方式，使人们更加清楚地认识到这些原本看不见的力量所操纵的行为，并看到更远的未来。可以这么说，它们就是曾经的预言机器。

也许你会想：“没错，但它们跟我有什么关系？”你想过没有，如果不是哥白尼、爱因斯坦和阿塔纳索夫，我们就不可能开发出GPS这样广泛应用的技术。行星的运行、时间膨胀、数字技术对卫星的运行都有至关重要的作用。因此说到GPS，你不仅要感谢罗杰·伊斯顿和罗纳尔德·里根，还要感谢哥白尼、爱因斯坦以及阿塔纳索夫。

实际上，如果不是因为对世界运行背后的隐藏力量有了认识上的突破，AT&T的广告片“你的未来”中展示的任何一项技术都不可能开发成功。

最重要的是，这些重大突破让我们认识到事情的起因，从而更加确信自己对其行为的理解和认识，这样我们才能够更准确地预测未来。可以说，对未来的清晰认识是所有重大技术变革背后的驱动力。人们渴望可预测性，我们的社会、经济、政府和商业的繁荣都有赖于此，我们离那个目标越近，世界就会越可靠、越充满确定性，人类才能越发繁荣。

奇怪的是，取得这样的进步，往往是因为人类已有的模式、概念和工具已无法理解复杂的世界，以往一直认可和习惯的方式在建设未来的过程中也显得力不从心。

同样，我们相信工业时代的模式即将终结，虽然此前这种模式一直十分奏效。面对未来可能出现的挑战，要想实现下一次量子跃迁，人类需要一个截然不同的框架。在这个新的框架里，我们对个人、商业、组织、社会体制、政府，甚至生态系统运行的理解都将有很大不同。只有这样，我们才能更好地预测这些行为将如何塑造未来。

那么，在今天这种背景下，要做到这一点，人们要突破的诸如牛顿

或爱因斯坦式难题的障碍是什么呢？ [4] 我们认为，根本在于，要从解决工程系统的问题转向解决新兴系统带来的问题。人们的数字自我、揭示隐藏力量的能力、行为商业，以及本书中涉及的所有话题均代表了新兴系统。因此我们首先必须探讨一下这些新兴系统是如何运作的，它们与工程系统为何差别那么大？

别被“新兴系统”这个短语的字面意思吓到了，虽然它看似跟相对论一样难懂，但其实一点也不难以理解。不过其影响却丝毫不输相对论。

钟与云

近一个世纪以来，物理学家教会我们，如果把时钟扔到墙上砸碎，再把所有的碎片都捡起来，就能通过还原工程的方法弄清楚时钟的工作原理。因为时钟的工程学原理就是这样，是一个智能化的，遵循已知的、清晰易懂的机械和物理原理而设计的。这招对工程系统确实很管用，但对很多非工程系统可能就完全行不通了，如生态系统（自然系统或人造系统）、经济体系、市场体系、气候系统等，这些系统都在隐藏力量的驱动下表现出了很多行为。我们把这样的系统称为新兴系统，它们瞬息万变，难以预测。即便能预测它们在某一种特定情形下的运作方式，也不意味着你能理解它们未来会如何表现。 [5]

工程系统遵从能够被人们理解的、可见的规则；而新兴系统的表现取决于潜在的力量，这些力量经常是未知的、不可见的。换言之，工程系统是可预测的、概率性的；而新兴系统则是不可预测的、不确定的。

50年前，卡尔·波普尔——20世纪最著名的哲学家之一，把所有复杂的问题归为钟类（工程类）和云类（新兴类）两种，他用这样的类比，简明扼要地揭示出工程系统和新兴系统之间的差异。

尽管波普尔的这个想法很简单，却可以帮助我们重新认识当下的挑战。

可拆解的钟类问题

跟摔坏的时钟一样，电脑的硬件、软件构成十分复杂，但还是可以拆解成不同的部件，通过重新组装和调试来理解其工作原理。这就是传统程序员一天到晚在做的事情。

波普尔注意到在钟类体系中，各个部分及其相互间的互动行为是“有规律、有秩序且完全可以预测的”，这就是所谓简化论思维最典型的例子，也是解决即便最复杂的钟类问题的理想方法。从伟大的吉萨金字塔群到迪拜哈利法塔，这就是数千年来人们解决问题、寻找答案的方式。

1966年，卡尔·波普尔的书《钟与云》（*Of Clocks and Clouds*）出版，而恰巧在几年后就出现了一个针对解决复杂钟类问题的最为经典的案例：两名宇航员驾驶阿波罗11号登上月球，之后又安全返回地球。要成功完成这种不可能完成的任务，需要解决的难题之多，多到让人无法想象。

然而这个复杂系统被拆解成了单个的构件，由40多万名工程师和技术人员设计、制造每一个类似时钟的独立的部件，这些独立的部件又被组装成更复杂的子系统，最终每一个子系统成功实现彼此关联，整合成一个完整的系统，把人类带上了月球。

直至今日，登月计划仍是一个关于雄心壮志、坚持和天才的精彩故事，但这个故事还有鲜为人知的一面，只是大家觉得理所当然罢了。登月返航的目的并非仅为建造能够脱离地心引力进入外太空的伟大交通工具，而且是为了创造出高度可预测的模型，为这些交通工具规划准确的行驶路线。阿波罗11号的飞行员驾驶的太空飞船行驶速度是3 400千米／小时，这样才能与以3 700千米／小时的速度运行的月球相遇。设想

一下，两个物体相距25万英里[6]，以四倍于0.38口径子弹的速度飞行，最终胜利会师。

尽管现在看起来，这好像不算什么。但在当时，能够精确地预测位置、速度、加速度和其中的无数变量，以及许许多多的飞行动作，可以说是非常了不起的成就，尤其是凭借一台仅有64KB内存、运行速度为0.043MHz的电脑——如今iPhone 6手机的内存是那台电脑的1.2亿倍，运行速度则是32 600倍。[7]

就是用这样一台不起眼的，或许还比不上一台微波炉配置的电脑，以及无数的计算尺，人类解决了世界上最复杂的钟类问题。

人们沿用同样的方法，使用配置逐渐提高的电脑，不断尝试和解决了各种问题，就这样一直走到了今天。但这个老办法对云类问题却束手无策，因为这是完全不一样的问题。

无解的云类问题

利用简化论思维处理钟类问题的“拆解法”屡试不爽。虽然你也可以照搬这个方法来拆解云类问题，但是最终得到的只是单个水分子，对你理解“云”这样的新兴系统展现出的幻化万千的行为毫无帮助。

就物理学的云来说，水分子相互牵制，往往是瞬息万变，但总是合力为之，这样的描述不算离谱。飘浮在我们头顶上的云是由彼此分离、临时结合的组成部分构成，它们彼此间若即若离，任何坐飞机穿过轻柔的积云的人都可以证明，云间填充的气流既快又不可预测，它们的最终形态积雨云是自然界中最强大、最具破坏力的一种力量，可以形成大暴雨。

小小的水滴本身几乎没有任何破坏力，但当它们结合起来时可以形成自然界中最可怕的现象，尤其是在快速聚合的时候。

这些看似微小、不起眼的粒子用出人意料的方式聚合在一起，造成了新兴系统典型的不确定性。我们能看见系统的各个部分，却不能理解整个系统的行为。新兴系统还有更深层的、隐藏的行为。[8]

想要理解新兴系统不能单凭认识每个独立的部件来实现，只能把它们当作整体来研究。要了解一片单独的云，需要了解其他云的表现方式。不仅如此，还要认识到无数同样复杂的交互影响，如温度、大气压、风、阳光，甚至它们形成的地区等。此外，还有一些影响云的变量是我们无法彻底了解的，云的行为在本质上就是不规则的、无序的、高度不可预测的。

另外，你有没有注意到，我们在描述云的时候，认为它是有行为的？对一片显然没有智力可言的云来说，这似乎是一种很奇怪的属性，但我们在描述这种没有生物大脑的物体、系统和事物时，倾向于认为它们

也拥有特定的行为方式。

我们通常会用“行为”这个词来描述事情是如何发生的，哪怕我们还未了解其成因。我们对云的行为的认识要比对它们为何有这样的行为的认识深刻得多。如果能真正了解云，就像对钟那样了如指掌，人们就无须对比各种天气预报了，因为所有天气预报都会提供同样精确的预测，结果确定无疑。

新兴系统的出现没有确定无疑一说，随之而来的是未知的以及不可知的变量，让我们措手不及。换言之，新兴系统行为背后的原则只有经历过才能理解（不过我们会在第四章中看到，面对新兴系统还有另一种选择，可以应对固有的高度不确定性）。人们经常在看到新兴系统的已知规则子集时就妄下结论，误以为整个系统都是工程性的。一个简单的例子就是对比各种棋牌游戏：井字游戏、国际跳棋、国际象棋以及围棋（见图2.1）。

井字游戏是一个十分简单的钟类问题，只需几个半导体就可以布好一个基本的回路，不用电脑就能创造出一个自动化的对手，其水平不亚于任何一个人类对手。我们中年长的那一位在16岁时玩过井字游戏，那时候个人电脑尚未诞生，规则很清晰，只有有限的几步。实际上，只有255 168种可能的游戏变化。

国际跳棋可能更复杂一些，总共有5×10^{20} 种可能的变化——因此让这样一个钟类游戏显得十分有趣——但归根结底还是一个钟类游戏，因为它的步数也是有限的，每一步都遵循某种简单的电脑编程规则集。[9]

国际象棋既有趣又变化万千。从数学的角度来说，其可以算出的变化多达10^{120} 种，比宇宙中已知的原子数量还要多。换言之，这种游戏的变化可以说是无穷的，因为我们的电脑内存无法容纳所有的变化（至少从我们目前掌握的技术来看无法做到）。突然我们有了一个仅依靠机械的方法无法彻底解决的问题，但最终它还是变成了一个新兴问题，因

为我们无法用公式推算出所有可能的结果。

这种时候你可能会想：“等一下，目前有一台电脑已经战胜了最优秀的人类玩家。”是的，1997年，IBM（国际商业机器公司）的深蓝（Deep Blue）——一台分析国际象棋的超级电脑——打败了世界顶级象棋玩家加里·卡斯帕罗夫（Garry Kasparov），但即使在深蓝的创造者（IBM的工作人员）看来，深蓝解决的还是钟类问题，它只是比普通的电脑快了很多。卡斯帕罗夫每秒可以推算三步棋，而深蓝每秒可以算两亿步，这是一个典型的利用远超过人类的暴力算法（brute force）完胜人类对手的例子。这就是我们所说的，通过机械化的方法可以部分解决新兴问题。然而，此时电脑超越人类对手的程度还是微不足道，深蓝虽然赢了，但只是险胜，仅以3比2战胜了卡斯帕罗夫（六场比赛中有一场是平局），这说明人类本身具备独特的能力，能够在无须暴力算法的情况下解决新兴问题。这就是我们所说的直觉，我们认为这是人类独有的特质。

自1937年阿塔纳索夫发明第一台数字计算机以来，计算机的发展重点就变为提高速度、带宽和存储能力。其发展理念是，只要你拥有足够多的算法，就能用暴力算法解决问题。但如果涉及新兴系统，问题就无法解决了，因为范围太大了。

以围棋为例，虽然乍看上去是一个非常简单的游戏，只有黑白两种棋子，但人们都认为围棋是所有棋牌游戏中最复杂、难度最大的，一定程度上需要人类特有的直觉和创造力。围棋不是一个有解的游戏，要在19×19的方形棋盘上呈现所有可能的游戏变化近乎不可能。保守估计，围棋的变化数量可以达到10^{170}（在可观测的宇宙中，只有10^{80}个原子）。[10] 还有人估计，这个数量可能高达10^{800}（假设每一步棋都合理，而非随意出棋）。[11] 如果后者成立的话，那么游戏的变化数量可以达到10^{100}，即10的古戈尔次方（googolplex）。所以，你可以说围棋相较于同类有规则的棋牌游戏，堪称最接近新兴系统的棋牌游戏。但在2016年3月15日，全世界最好的围棋选手李世石（LeeSodol）却以四局

三负的成绩，败给了谷歌DeepMind（深度思考）推出的人工智能围棋手AlphaGo（阿尔法围棋）。

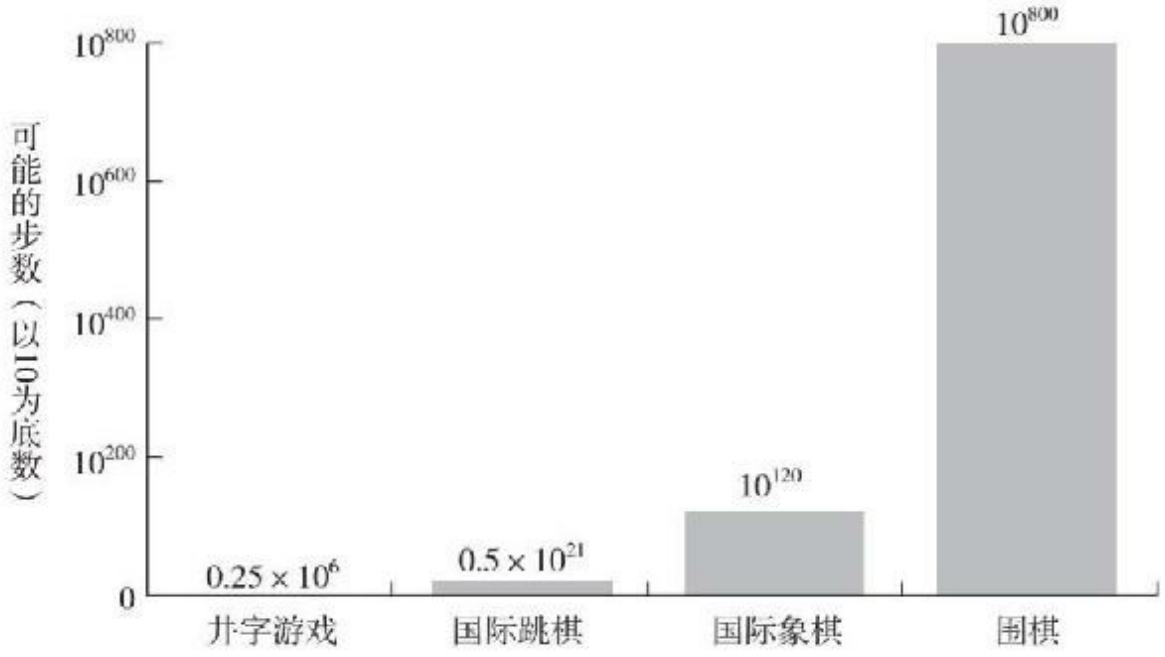


图2.1 四种棋牌游戏可能的合理步数

图2.1说明：从简单的井字游戏到围棋，可能的步数（以10为底数）有了显著的增加。由于插图采用了对数标尺，所以没有切实体现出这种变化的实际量级。例如，如果严格按照比例尺来画这张图表，假设国际跳棋的柱高为1毫米，那么围棋的高度就是10^{34}千米，远远超出了可视化宇宙的界限。

所以，到底是什么让AlphaGo在处理新兴问题方面能够领先深蓝这么多？

首先，AlphaGo拥有强大的计算能力：1　920个标准处理器和280个加强版处理器，我们称之为GPU（图形处理器）。这是专为要求极高的游戏任务定制的。但AlphaGo真正的实力并不在于每秒千百万条指令或几兆的内存，而是它能够通过众所周知的深度学习（Deep Learning）形成某种直觉。简单来说就是，深度学习可以从千百万种围棋游戏中归纳出各种规律，并在此基础上决定走哪一步最好。[12]

在AlphaGo的例子中，开发人员在这台人工智能设备中输入了千百万种可能的围棋着数，包括所有他们在网上能找到的两人对弈的棋局。为了进一步强化这种深度学习，AlphaGo自己跟自己下棋——一遍又一遍，下了千百万遍。

如果对人工智能的工作原理有一定的了解，就会更容易理解后面的论述。

在AlphaGo身上其实有两套独立的算法，共同决定下一步棋该如何走。第一种是“策略网络”（policy network），它的作用是基于之前经历过的所有对弈，根据具体情况推断出走哪步棋最好。AlphaGo随后转向第二种算法，称为“估值网络”（value network），计算出每一步棋可能的成功概率。这两种算法共同构成了一套动态变化的规则，让AlphaGo能遵循这个规则下棋。

我们做个类比，假设你正在做一个艰难的决定，你要做的第一件事可能就是先想出最好的一些选项，一旦你有了这些选项，下一步很可能就是找到最有可能成功的那个选项。在你面对新兴系统时，这种从经验中学习的能力是必备的，因为它让挑战和挑战者（或物）之间能够开展对话。

最后，记住这一点，AlphaGo不是由程序员训练出来的，而是它自己训练自己。对此，我们将在后续章节继续讨论。在探讨人工智能如何改变我们对计算的看法时，这是最重要也是人们了解得最少的一个方面。但就目前来看，可以说就连探索AlphaGo或任何其他人工智能工作原理的人，或许都未必理解它们做出某个决定或做出某种行为的原因。

人工智能不同于那些由人来编程的计算机，它可以一边给自己编程，一边学习——完全不同于人类的学习方式。没有人会正儿八经地教你走路，即使他们真的这么做了，估计你也听不懂他们在说什么，因为我们大多数人都是先学会走路后学会说话。我们会在第四章讨论自动驾驶汽车时继续探讨这些话题，但现在我们暂且接受这样一个现实：通过任何预先设定的规则是无法完全理解或预测新兴系统的。

新兴也不是一个仅限于物理或机械装置的概念，它同样也是经济学的重要组成部分。1914年，经济学家、芝加哥经济学派创始人弗兰克·奈特在其康奈尔大学博士论文中提到了固有不确定性的作用，他的著作《风险、不确定性和利润》（*Risk Uncertainty and Profi* ，）也是基于这篇论文展开的。

奈特的经济学研究方法不算正统，但他的前提非常简单：不确定性是对未来缺乏了解的表现。奈特构建了一个复杂的矩阵，来描述生活中多种多样的不确定性，他甚至还进一步声明“意识的作用在于给予众生未来的‘知识’”。

奈特式的经济学认为即使有再多的信息，也无法增加对某一事件的确定性。这可能是奈特工作成果中最反直觉的部分。

毕竟，如果某新兴系统的不确定性是因为对未来缺少了解，那么在拥有了一定的信息之后，这种情形不应该有所改善吗？在奈特描述的情境中，这种了解只能通过亲身经历获得，而不能提前获取。实际上，对这些情形了解的信息越多，越容易导致决策延迟、错失良机。结合实际思考一下，面对不确定性时，你的第一反应往往是先缓缓，厘清整个事件，然而在这种情况下，恰恰需要你马上行动起来，随机应变，这就是人们所说的“不确定性原理”（Uncertainty Principle），随着不确定性的增加，反应的时间会越来越少。[13]

我们身边到处都是这种新兴系统带来的不确定性——天气、股票市场、经济体系、市场体系、政治运动、生物圈、交通情况、人类行为、某些疾病——这一切都带有一定的不确定性，人们不可能完全理解。

计算机配置再高，连通性再好，也不能解决云类问题所带来的挑战，只能在问题的表面取得初步进展，但在使用暴力算法获得进展方面，人们正在接近极限。

这就是物理的极限。不仅摩尔定律有上限，而且如果我们继续以当前的加速度存储数据，很快就会碰到一些相当可笑的场景。预计世界数

据中心（所有云数据的存储地）每年消耗的能源比英国全年消耗的能源高出25%，其碳足迹堪比整个航天工业。仅就日本而言，如果该国的数据中心继续保持现有的增长速度，到2030年就会耗尽整个国家的能源输出。[14]

然而，更让人吃惊的是另一个现实：如果我们继续以现在的轨迹发展，马上就会面临空间不足以存储所有数据的窘境。到2020年，预计世界每年会产生44泽字节（Zettabytes，44后面有21个零）的数据[15]，到2025年，这个数据将陡增至180泽字节。这意味着我们的数据年产出量每两年就会翻一番，而且还将继续加速。按照这种速度，到2220年，哪怕是把太阳系中每一个原子都用来存储数据，我们也会突破极限。

我们实在不能再继续这样用有限的解题规则，把所有问题都当作工程系统的问题来解决了。这并非要摒弃以前用于解决钟类问题的方式，因为钟类问题不会消失，我们还会看到比以往更多的类似问题。但这确实意味着，人类需要认识到技术问题之间的差异，钟类问题的解决依靠的是线性、简化论推理的方法，而新兴问题则需要依靠行为学来解决。

关于新兴系统的这些讨论，听起来可能有些愚蠢，甚至让人费解，但它直接指出了人类为何需要借助人工智能开拓未来。人类正处在文明的分水岭，要么选择工业时代的建造工具继续得过且过；要么添置一套新的工具，以便在面对未来的挑战时更加得心应手。这些新的工具既可以帮助我们运作商业，也有助于重塑我们的社会。

本书中所探讨的话题——自动驾驶汽车的发展、无摩擦力数字生态圈的出现、超个性化以及忠诚品牌的价值——都源于人们解决问题方式上的根本转变，从单纯地应对水面上显而易见的部分问题，到探索隐藏于水下的更复杂、更有趣的部分。要揭示我们每个人独有的个体行为，隐藏的那部分才是最有意思的。真正的大幕正是从这里拉开的。

---

[1] “50 Years of Moore’s Law,” Intel, accessed October 2, 2017,https://www.intel.com/content/www/us/en/silicon-innovations/moores-law-technology.html.

[2] Martin Lindström, *Small Data: The Tiny Clues That Uncover Huge Trends* (New York: Picador, 2017).

[3] “John Vincent Atanasoff: The Father of the Computer,” (obituary),accessed October 2, 2017, http://www.columbia.edu/~td2177/JVAtanasoff/JVAtanasoff.html.

[4] 此处用牛顿 / 爱因斯坦，旨在说明尽管爱因斯坦的物理学理论在理解事情的起因上有了巨大的飞跃，却并未否定牛顿对事物发展的解释，两者可以共存，而且事实如此。

[5] 在aspiregroup.com上，与吉姆·海斯一起就托普勒以及他对钟与云的类比进行了深入探讨。

[6] 1英里≈1.61公里。

[7] Tibi Puiu, “Your Smartphone Is Millions of Times More Powerful Than All of NASA’s Combined Computing in 1969,” *ZME Science* ,September 10, 2017, http://www.zmescience.com/research/technology/smartphone-power-compared-to-apollo-432//.

[8] 改编自托马斯·科洛波洛斯，《云上冲浪》（*Cloud Surfin* ）（布鲁克林：Bibliomotion出版公司，2012年）。

[9] “500 Billion Billion Moves Later, Computers Solve Checkers,” *Chess News* , accessed October 2, 2017, http://en.chessbase.com/post/500-billion-billion-moves-later-computerssolve-checkers.

[10] “Showdown,” *The Economist* , March 12, 2016, https://www.economist.com/news/science-and-technology/21694540-win-orlose-best-five-battle-contest-another-milestone.

[11] Matthieu Walraet, “A Googolplex of Go Games,” January 9, 2016,http://matthieuw.github.io/go-games-number/GoGamesNumber.pdf.

[12] AlphaGo和其他深度学习系统一样，并非通过与人类对手玩游戏来锻炼自己，其对手是诸多其他电脑，而且在大多数情况下是自己跟自己对弈。

[13] Koulopoulos, *Cloud Surfin* .

[14] Tom Bawden, “Global Warming: Data Centres to Consume Three Times as Much Energy in Next Decade, Experts Warn,” *The Independent* , January 23, 2016, http://www.independent.co.uk/environment/global-warming-data-centres-to-consume-threetimes-as-much-energy-in-next-decade-experts-warn-a6830086.html.

[15] Research and Analysis by IDC, “The Digital Universe of Opportunities: Rich Data and the Increasing Value of the Internet of Things,” EMC Digital Universe, April 2014, <https://www.emc.com/leadership/digital-universe/2014iview/executivesummary.htm>

第三章

大胆曝光：人们如何爱上公开隐私

“假如你把秘密告诉了风，就别怪风把它告诉整片森林。”

——哈利勒·纪伯伦（Kahlil Gibran）

讨论捕捉和预测行为自然绕不开道德和隐私的问题。上文提到，本书无意描绘人们谈论未来时常会想象的世界末日，但也不应该完全无视那些想象的场景，那未免太过幼稚。说到颠覆性变革，很容易只从支持者的角度出发，讨论它能带来的好处，而无视那些质疑改变和进步的声音，但这就犹如画一条清晰的分界线，把未来与过去彻底分离开来。

事实上，时间已经证明，只有符合人们“个人利益”的改变才受欢迎。人们使用智能手机绝不是为了保障苹果和三星的合理利润，而是为了满足我们自身对通信、生产、效率以及娱乐等方面的需求。换句话说，人人都能坐享科技成功带来的好处。新技术的创造和提供者与其使用者所获得的经济利益是否常常存在不平衡？当然是。但这种不平衡是双向的，未来并不会偏袒任何一方。

例如，为了建立如今已家喻户晓的互联网，众多公司曾进行了巨额投资，但其中有些沦为了这一浪潮中的牺牲品。据估计，2001年互联网泡沫破灭时，近5 000家公司关门、破产或以极低的市值被收购。

直到17年后，人们才开始认识到互联网公司的前景。因此，首批加入互联网浪潮的公司，并非全都从中获利，只有极少数的公司坚持下来了，能赢利至今的更是屈指可数。

虽然通过现有的及将来的技术，透明度能够大幅提升，但是也会给人们的隐私造成极大威胁，其威胁程度甚于任何事物，同时我们要知道，透明度也能创造价值。

可接受的未来

我们不是要无视透明度和隐私带来的挑战和恐惧（很大程度上被认为是合理的），而是要直面它们，勇于迎战。只有这样才能战胜这些挑战和恐惧，创造出能被人们接受的未来。

我们将从隐私面临的最明显的挑战入手，分析每一个挑战如何妨碍行为数据的收集和使用。本书后续章节还将探讨针对这些挑战的应对方法。

让人们放弃隐私的途径不止一种。在本书中，我们列举了一些合法的途径。当然，还有无数种非法侵犯隐私的情况，但也有相应的索偿手段（在第四章中，我们也会探讨如何才能预防和控制非法侵犯隐私的行为）。本章将列举四种为了换取个人或社会利益而放弃隐私的情况。

因法律规定而失去隐私

在法律上，若有法院命令或有正当理由，我们可以被进行合法搜查与扣押，类似的法律规定可能会剥夺个人隐私。执法人员可以申请法院命令或搜查令，获取存储在本地或云端的私人数据。需要注意的是，虽然美国宪法第四修正案规定，禁止对私人住宅内的财产进行非法搜查和扣押，但与第三方共享的信息，或有正当理由进行犯罪调查时发现的信息则不受该条款的保护。例如，在执法过程中，只要有法院传票（无须法院法官或公正审判）就可以获得私人通话记录和水电气使用数据，甚至还可以获得储存在云端的电子邮件信息。因为一旦你开始与第三方分享此类信息，即被视为已经放弃了隐私权。

在美国，对于存储在第三方服务器（谷歌、微软、雅虎等）上的邮件等隐私信息一直存在争议。目前，只需一张法院传票（无须司法监督

），执法部门或政府就能获取六个月前的邮件。仅2016年一年，谷歌就收到31 000次这样的要求。并且，政府无须告知邮件所有者其邮件信息已被审查过。

就在本书出版之际，美国众议院全票通过相关法案，禁止在没有法院搜查令的情况下审查邮件，但法案最终未通过参议院投票。[1]

而针对正当理由，情况更为复杂。执法者在履行职责展开调查、阻止违法犯罪活动时，有权获取“一目了然”的证据或违禁品。但就数字证据而言，该如何定义“一目了然”呢？稍后我们将再次回到这个话题。

因公共安全而失去隐私

人们也会因为公共安全而失去隐私。我们早已习惯机场安检的身份验证、全身扫描、搜查或搜身检查。出席体育赛事或娱乐活动，以及进入某些公共场所时也会遇到许多类似的情况。但并非一开始就是如此。在绑架事件和恐怖主义出现之前，泄露隐私是不可容忍的，因为公共安全并未受到任何威胁，人们普遍认为享有隐私理所当然。然而这两点都已发生转变，法庭与这种转变有直接关系，本章后续部分将对此具体介绍。需要注意的是，美国宪法第四修正案适用的是政府搜查而非私人行为。同时，如何定义合理范围内的“失去隐私”，将取决于人们对于隐私的期待，以及对“因公共利益而失去隐私”的接受程度。我们暂且保留这个想法，后文将继续展开讨论。

用隐私交换价值

有时，人们会为了换取某种价值而放弃隐私。我们都会遇到这种情况。共享社会安全号码或身份识别信息会导致你失去隐私。为了获得驾照、使用信用卡或满足其他需求，人们会求职、申请信用卡或申请学校。通常，交换信息的价值显而易见。然而，在许多情况下，很多相同的信息也会被收集并另作他用。

例如，许多网站会根据你回答的问题，包括健康状况、生活方式和习惯偏好等，推荐与你“真实年龄”相关的内容。你的“真实年龄”就是一个计算机算法，是基于你的生活习惯和健康状况推断出的年龄，可能与你的实际年龄不符。我们用一个名叫Sharecare（共享关怀）的类似网站做了试验。

虽然刚开始这个网站收集的信息内容都比较中立，但很快就开始问到非处方药、医师处方、确诊健康状况以及每周性行为的次数等十分隐私的问题。对这些连医生都不会问的问题，人们却自愿给出答案以便估算出自己的“真实年龄”。

该网站有相应的隐私政策，节选如下：

> Sharecare可使用您的健康状况信息为您提供特定的服务。Sharecare可能共享个人健康数据信息以提供更好的客户体验并改善我们的服务质量。例如，Sharecare服务能帮助您获取来自广告商及其他第三方平台的信息，但基于此目的与第三方共享的个人健康状况信息不会用于确认个人身份。

参加测试的共有4 200万人，共产生超过50亿个数据点。[2]

为获取便利而放弃隐私

人们在日常生活中有时也可能会为了多获取一点点的便利，而泄露个人日常活动的线索，从而无意中暴露了个人隐私。例如，用于快速通过收费站的无线电频率发射器、浏览器和搜索历史、存储在云端的电子邮件和文件，甚至用于追踪人们购买行为的积分卡等。虽然个人每次从这样的交换中获益甚微，但是把这些个人交易累计起来，对受益方而言价值可观。

在多数情况下，这样的交换仅仅是为了减少交易中的摩擦力。举个

简单的例子，回想一下第一章提到的脸书Connect项目，这个平台的便利之处在于它能记录使用其他多个应用程序的身份识别信息，如用户名和密码。这样就减少了用户体验过程中整体的摩擦力。

在上述用隐私换取价值或便利的例子中，使用具备行为追踪功能的应用程序时，人们因接受相关“条款和条件”而放弃了某些隐私信息。然而，这其实是一种不对等的关系。个人用户没有机会来阅读、理解并随时跟进智能手机里各个软件附带的“条款和条件”。挪威的一个消费者保护组织做了一件事——阅读普通用户智能手机里33个应用程序附带的“条款和条件”。且不说理解与否，仅阅读完全部内容就需要31小时49分钟11秒。[3] 时间长到足以读完托尔斯泰的《战争与和平》，余下的时间还能读读纳撒尼尔·霍桑的《红字》。[4]

以上例子体现出在大众心中，个人或社会层面能够接受的隐私曝光程度。或许你并不完全认同这样的观点，但这就是当今法律和社会对于隐私的界定准则。

窥探的眼睛

29岁的玛塞拉·赖利（Marcella　Riley）是一位年轻、有理想的喜剧演员，为了能够进入表演行业刚搬到洛杉矶。与当时其他尚未成名的年轻演员一样，她满怀梦想却囊中羞涩。于是她决定在自己付得起房租之前，先去朋友和熟人家当“沙发客”。 [5]

她有一个名叫康纳（Conner）的朋友，是她在苹果门店工作时的同事。康纳很热情地欢迎玛塞拉去他家当沙发客，并表示她想住多久就可以住多久。然而好景不长。搬到康纳家一个月后，玛塞拉在沙发对面的书架上发现了一个非常小的电子监控摄像头。她质问康纳这是怎么回事，康纳称摄像头已经装了一年了，而且根本没用过。但玛塞拉发现摄像头其实是在她搬进来后才买的，她自以为的私人空间其实一直处在监控之下。于是她去当地警察局报了案，但警方表示他们也无能为力，因为摄像头装在客厅，她本就不该指望在这里拥有隐私。

在家里录制视频并不是非法行为，而且只要摄像头没有安装在浴室、卧室等公认的隐私区域，就无须告知家里的来客。（鉴于目前有11个州要求合法录制音频须征得双方同意，所以此处暂不讨论音频。）不过，恐怕换作任何人都不会认为，玛塞拉的经历是能够接受的放弃隐私的情况。

在玛塞拉的例子中，虽然康纳录制视频没有触犯法律，但确实构成了对她个人隐私的侵犯。这既对公共利益没有任何贡献，也没有让玛塞拉因放弃隐私而获得任何价值，因为她并非用录制视频来换取使用沙发的机会，她显然没有答应别人可以研究或观察她的行为。

玛塞拉的经历绝不算个例。如今摄像头无处不在，法院甚至试图重新启用已经过时的法律来加强对隐私权的保护。然而，科技的发展早已

超越了人们的监督范畴。人们虽然可以通过立法来约束新技术，却无法阻挡技术在社会生活中日益渗透的影响力。这并不是说玛塞拉的遭遇是合理的，谁都无法容忍这种偷偷摸摸的行为。但问题在于，如果技术发展到无处不在的地步，怎么才能做到强制命令或监督数据的使用呢？

另一个例子更能说明上述问题。2017年，美国移民海关执法局（Immigration and Customs Enforcement）开始与技术供应商展开合作，旨在开发一套监控系统，从而将他们获取的碎片化的数据孤岛（silos of data）全部整合起来进行监控。用他们的话说这是：

> 一个重要的审查系统，能够自动汇集并梳理当前的人工审查流程，同时自动确定追踪到的数据是否足以执行针对美国移民及边境安全和利益的总统行政命令。

简言之，该系统会识别非法潜入美国或移民海关执法局可能会感兴趣的人。[6]

虽然针对此类政府行为，美国公民自由联盟（ACLU）曾经开展过一些应对工作，但对非法移民的特别关注本身就提供了一道后门，有了这道门该监控系统就不会面临太大的阻碍。同时，其中一个组成部分能够在之前的基础上增加一个新维度。在观察、评估的数据孤岛中，有一个是锁定对象使用的社交媒体。也就是说，一个人表达的观点、表达的方式和他的听众，在确定这个人是否有嫌疑时都会起到一定的作用。

这也是非常有意思的地方。为了把所有信息的来源查找一遍，确定展开进一步调查的对象，必须首先锁定足够多的人，并收集尽可能多的信息。最好是收集每个人的信息。但为什么连美国公民的信息都要收集呢？首先是因为目前还无法识别每个人的数字身份。其次，根据公民的互动和交流信息，能够发现是否有非法移民，以及参与庇护或帮助非法移民的人，或对国家安全构成潜在威胁的人。

支持这种全面监视和数据收集的人最常用的合理解释就是，如果你

没做错事就没什么好担心的。请先记住这个观点。

古尔巴克斯·查哈尔（Gurbaksh Chahal）是硅谷一位连续创业的企业家，因其女朋友拨打911电话报警控诉被其殴打而被警方逮捕。警察到了查哈尔的豪华公寓后注意到，在据称发生袭击事件的卧室天花板上装有监控摄像头。警察对公寓进行了搜查，在衣橱内找到了监控系统的硬盘录像机，于是将其没收，希望能够找到证实查哈尔罪行的录像证据。

果不其然，录像机中的视频记录显示，查哈尔殴打了其女友上百次。然而，最终旧金山县法官布伦丹·康罗伊（Brendan Conroy）并未批准将那些视频记录作为呈堂证供，原因是警方违反了美国宪法第四修正案赋予查哈尔的权利，即在没有搜查令的情况下不得对查哈尔实施搜查和扣押。查哈尔最终被判袭击轻罪，他本人认罪并被判缓刑3年。[7]

可以从以下几个角度来分析这个案例：

- 在未获得搜查令的情况下扣押查哈尔的录像机，违反了美国宪法第四修正案赋予查哈尔的权利，更何况录像机并不在一目了然的区域。
- 你可以反驳，警方接到911报警电话才进入查哈尔的公寓，因此他们有正当理由对所控罪行进行取证，所以搜查录像机是合理的。
- 你还可以说，查哈尔使用录像监控设备记录进入卧室的任何人（不只是闯入者），这说明他接受录像并非私人财产，而是同时属于原告和他自己。

事实上，根本不存在非黑即白的结论。在每个涉及无意采集录像，以及可能构成犯罪行为的录像等类似案例中，录像是否能合法采用，或者是否侵犯美国宪法第四修正案赋予被告的权利，最终由法院裁定。这也适用于任何形式的潜在证据，但这个问题还涉及所有权和信息披露的

问题。

例如，在查哈尔的案例中，如果录像储存在云端又会怎样？录像的所有者是查哈尔还是云端供应商？这样一来，执法者就可能这样做：虽然发现了卧室的摄像头和摄像机，却不扣押嫌疑人住所的任何东西。相反，他们可以直接去找云端服务器的所有者或数据中心获取信息，有没有搜查令都无关紧要。

此外，虽然查哈尔的案例不涉及这点，但任何上传或分享给电信运营商或社交媒体等第三方的信息，均不再享有美国宪法第四修正案赋予的相应权利。

2016年美国最高法院的一个案例涉及使用蜂窝基站位置信息（CSLI）作为证据，起诉若干个体犯下的持械抢劫罪行，法院裁定由于被告向服务提供商［该案例中为Sprint/Nextel（美国移动通信公司）］提交了其手机位置信息，因此适用“第三方原则”，这意味着他们不再享有美国宪法第四修正案赋予的此类信息相应的权利。[8] 最高法院的判决如下：

> 长久以来，法庭一直认为个人“自愿提交给第三方的信息”不受美国宪法第四修正案的保护。该规则——第三方原则——对于向第三方“披露的信息”，也同样适用，如同本案情形一样，前提是“该第三方仅将其用于有限的用途且不会失信”。

如果这不足以让你感到害怕，那就好了（或许应该说更糟了）。法院判决还有，“个人向另一人透露其事务的”，本人“承担……另一人向政府传达该信息的风险”。是否突然感觉有点儿奥威尔笔下的《1984》中的味道？

如何通过各种媒介获取信息，其背后的动机是什么，信息属于谁，是私营机构还是公共部门，这一切突然都变得模棱两可。你也许能厘清某一个案例的头绪，但不可能通过立法来找到每个案例的解决方案。

现在留给我们的只有一个超级复杂的问题，即该如何定义隐私。

我什么也没做错

现在回到“如果没做错事就不用担心”这个观点上。显然，在安装监视系统的时候，查哈尔万万没想到录像机竟然会对自己不利。那些倡导“自己没错”，也不介意朝向自己的摄像头或镜头，不介意成为政府监视对象的人，通常会用一套说辞来支持自己的观点：“如果放弃一点点隐私就能防止另一起‘9·11’事件的发生，何乐而不为呢。”但他们认识不到，收集的不仅是与潜在非法犯罪活动有关的信息，而且有很多信息与非法活动根本就不沾边，事实上只是在尽可能多地收集毫无区分度的信息而已。

第二个也是更为严重的错误是，当你声称自己什么也没做错，就意味着你对个人行为是否违法了如指掌。《美国法典》（United States Code）约有27 000页，涵盖所有的联邦法律，还不包括各监管机构的行政条例，以及各州的法律法规。[9]

美国最高法院大法官布雷耶（Breyer）表示：“现代联邦刑法极其复杂，在《美国法典》中有数千节相关规定，而实际情况有无限种可能，每一种都可能引起对潜在违法行为的调查，因此人们很难预知，自己的某些言辞在将来是否（对公诉人而言）会与某起调查有关。”

最后，合法的概念并非一成不变。为了适应不断变化的常态，推进社会朝着更为公正的方向发展，需要不断修改或废除相关法律，而在此过程中从未被违反过的法律是不存在的。因此，你的行为或许因为某种原因已经触犯了法律，但由于在道德、伦理或社会层面，这个原因都是能够接受的，便有了变更该法律规定的社会驱动力，如同性结婚、医用大麻等。假定法律是完美的，就等于假定人是完美的。然而人无完人，法律亦如此。

或许此刻你会感到诧异，明知道暴露人们的行为会增加隐私被侵犯的风险，我们为什么还要提倡提高透明度？毕竟，到目前为止，依照我们的描述，人类似乎要全速进入一个被全天候监视的社会。

毫无疑问，数字自我会成为争议和分歧的焦点，还将导致对隐私的争论进一步升级。但如今木已成舟，时光不可能倒流。随着人们观察行为的能力不断提高，隐私必将成为一个更为热门的话题。不过还有另外一个方法，让技术改变执法这把“双刃剑”，同时保证公正这一前提。

谁在监视谁

亚历克斯·乌贝尔斯（Alex Wubbels）是犹他大学医院的一名护士，她刚要走出烧伤科急诊室，就遇到了警探杰夫·佩恩（Jeff　Payne），询问能否获得急诊室内某个病人的血液样本。

乌贝尔斯十分清楚，在没有搜查令或未获得病人许可的情况下不能提供血样。当时她的病人正处于无意识状态，无法表明态度，而警探佩恩也没有搜查令。于是她礼貌地向佩恩解释了当时的情况，但佩恩十分坚持。她只好找出一份医院政策的纸质资料，封面显示该资料是与警方合作编制而成。医院与警方联合制定的政策中写得清清楚楚，没有搜查令或未经病人同意不得抽取血液样本。乌贝尔斯心平气和地向佩恩阅读了相关政策和法律规定，还提供了纸质资料并指出有关搜查令和病人许可的规定，全程未流露出一丝傲慢之意。然而佩恩并不买账，他突然激动起来并威胁要逮捕乌贝尔斯。

乌贝尔斯丝毫没有畏惧，她用手机拨打了上级的电话，并打开免提让佩恩听了电话那头的解释。在上级与佩恩确认医院政策的过程中，她一直为他们举着手机。随后，她跟佩恩说道：“先生，你犯了一个严重的错误，你不该威胁一名护士。”

佩恩突然恼羞成怒。他猛地一把夺过乌贝尔斯的手机，另一只手抓住她的手臂，声称她被捕了，然后强行将她拖出急救室，把她按在急救室外的墙上并对其上铐。乌贝尔斯茫然不知所措，她恳求佩恩放开她。当时在场目睹这一切的，还有医院的警卫和另一名警察，他们跟乌贝尔斯一样对当时的情况感到十分震惊。

2017年9月1日，各大报刊对该事件进行了报道，但事发当天是7月26日。这多亏了许多警察局从4年前开始采用的一项技术，否则事情的真

相可能永远都只有在场的几个人知道，警探佩恩必须随身佩戴的便携摄像头记录下了事件的始末。

最先采用便携摄像头的是加利福尼亚州的里阿尔托的一个警察局。《纽约时报》2013年的一篇文章写道：“自2012年2月里阿尔托采用便携摄像头辅助执法以来，对警察的投诉较前一年降低了88%。警察暴力执法的现象较同期减少了60%。”

但便携摄像头的使用并未受到所有人的欢迎。纽约市长迈克尔·布隆伯格（Michael Bloomberg）就发出了反对之声。他表示：“这会是个噩梦，我们不可能再安排一个摄像师跟拍，保证人们不会质疑他们不是故意选取某个角度，或者是否记录了完整的画面。”[10] 显然，便携摄像头还有很大的改进空间，但不可否认，它提高了相关人员的安全性。

这个事例中的不对称现象，与其他大多数情况类似，即揭示隐藏行为的技术，引起人们对存在严重错误的边缘案件的关注，但它的积极影响并不明显。

科技前进的车轮是不会倒退的。收集人们信息数据的设备、传感器和软件最终将覆盖一切，那时人们将无法再对技术的使用进行监督和管理。

这并不意味着我们应该停止通过立法、法律及社会途径防止滥用隐私的行为，但若想仅凭这些途径来解决问题也不太现实，因为这就等于承认，除此之外人们别无他法来保护数字自我，而提高透明度也毫无价值可言。本书第四章和第八章还将讨论，保障数字自我的所有权和控制权另有他法，我们将通过全书证明，数字自我在重视透明度的环境中价值颇高。

风险远大于收益这种耸人听闻的传言，几乎存在于人类文明的每一次重要飞跃。公元前400年，苏格拉底就曾担心写作会摧毁口述艺术；1815年，厌恶技术的勒德分子（Luddites）害怕技术会导致自己失业；1982年，美国电影协会（Motion Picture Association）主席杰克·瓦伦蒂（Ja

ck Valenti）曾公开表示：“盒式磁带录像机（VCR）之于美国电影制片人和公众，无异于波士顿杀人狂之于独自在家的女性……”[11] 以当下的恐惧推测未来是再容易不过的事情。

人们虽然非常擅长推测新技术的弊端，但在预测技术优势、预见保护人们免受技术阴暗面影响的创新方面，却显得异常无能。回想一下1993年AT&T的广告“你的未来”，很多人认为广告语“你的未来”更像是威胁而非承诺。你的未来将全天候被科技捆绑！你猜结果怎样？确实如此，但似乎人们乐在其中。要在新事物带来的恐惧与其潜力之间寻找平衡注定不易，但人们还是会不断陷入这个陷阱。

在第四章“与车对话”这个话题中，我们将看到一个成熟、大胆、创新的数字及实体资产拥有方式。该方式不仅能减少对隐私的威胁，还能创造出拓展数字自我价值的机会，而且那只是人们目前能想到的范畴，类似的方式还有许多。

本章已接近尾声，数字自我还有令人为之惊叹的另一面，即它发展和壮大的速度比人类自身更快，这一点对理解数字自我如何为个体创造价值十分重要。

乍听之下，这或许很奇怪：如果那是我们自己的数字自我，它怎么会比现实世界中的我们发展得更快呢？在很大程度上，数字自我将以人类无法企及的速度和规模为我们提供服务。对此，我们将在第六章借“个性化代言人”的例子展开论述，此处先用一个简单的比喻说明问题。

本书的作者之一乔治曾是一位核物理学家。在思考如何描述数字自我在发展过程中的进步时，他想到了爱因斯坦的时空理论。我们暂不在那个层面做深入探讨，不过其中的关联非常有意思，也激发了我们的好奇心。

爱因斯坦在其理论基石——狭义相对论中提到，两个观察者所观测到的时间可能不同。原因是速度、引力等因素的变化会导致时间膨胀效应的产生。爱因斯坦表示：

> 时间膨胀是指两个观察者之间的时间差，造成这种差异的原因也许是彼此相对的速度差异，或者是二者相对于重力场的位置不同……由于时空的性质，对一个观察者而言，相对于该观察者运动的时钟，要比观察者自己参照体系中静止的时钟走得慢。如果时钟所处重力场强度大于观察者所在的重力场，则该时钟要比观察者自己的时钟走得慢。 [12]

简言之，在你的参考体系中如果我运动的速率更快，那么我的时钟就相对走得慢，同时你也会觉得你的时钟走得更快，至少你观察到的结果是这样。那么如何运用时空理论解释我们所说的数字自我呢？

很简单，我们的数字自我要比我们自己的速度快得多。当我们静止不动的时候，数字自我正在以光速快速收集、关联、模仿并做出决定，而这一切都是我们无法看到的。这意味着在任何一段时间间隔内，数字自我都比你能做的多得多。最终便导致了你的数字自我能够在你做出行动之前推测出你的行为。因为它已经比你早十步到了那里。

数字自我运作的方式十分有趣，后续章节会对此展开论述。现在请你想一下，那些争夺你注意力的事物何等繁杂，令人喘不过气，更不用提那些待办清单上的事项了。试想一下，假如你有一个对你的习惯、情绪、能力和诉求十分了解的私人助理，它总能先你一步知道你接下来需要做什么。这听起来简直不可思议，对吗？但这就是数字自我将在你生活中扮演的角色。

此前我们也曾听过这样的承诺。在计算机出现之初，人们就听说机器、计算机、机器人将会带给我们更多的时间和自由，让我们去做自己想做的事，减少日常生活中的单调和乏味。今天，苹果的智能语音助手Siri、微软的个人智能助理Cortana、亚马逊的虚拟语音助理Alexa，以及谷歌的智能语音服务“谷歌即时”（Google Now）等都做出了相同的承诺，只是它们与我们想象的效果还相去甚远。

导致现实与想象存在落差的原因，在于它们目前掌握的关于你的数

据非常有限，同时其学习能力也尚在提升。不过在第六章中我们将看到，在不久的将来，这方面的进步将重新定义客户体验，最终成为那些想在激烈市场竞争中脱颖而出的公司的一项不可或缺的资产。

不过在此之前，让我们先通过最能体现实体与数字行为融为一体的设备——自动驾驶汽车，来看一看未来会是什么样子，这将是证明人工智能的价值与可靠性的转折所在。

---

[1] “H.R. 387—115th Congress: Email Privacy Act.” www.GovTrack.us. 2017. February 3, 2018 <https://www.govtrack.us/congress/bills/115/hr387>

[2] “RealAge,” *Sharecare* , accessed October 2, 2017. https://www.sharecare.com/static/realage.

[3] Chiara Palazzo, “Consumer Campaigners Read Terms and Conditions of Their Mobile Phone Apps...All 250,000 Words,” *The Telegraph* , May 26, 2016, http://www.telegraph.co.uk/ technology/2016/05/26/consumer-campaigners-read-terms-andconditions-of-their-mobile-p/.

[4] Dianna Dilworth, “How Long Does It Take to Read Popular Books?: INFOGRAPHIC,” *Galley Cat* , September 11, 2014,http://www.adweek.com/galleycat/how-long-does-it-take-to-readpopular-books-infographic/91254.

[5] Kashmir Hill, “Beware, Houseguests: Cheap Home Surveillance Cameras Are Everywhere Now,” *Splinter* , February 18, 2015,http://splinternews.com/beware-houseguests-cheap-homesurveillance-cameras-ar-1793845387.

[6] Sam Biddle and Spencer Woodman, “These Are the Technology Firms Lining Up to Build Trump’s ‘Extreme Vetting’Program,” *The Intercept* , August 7, 2017, https://theintercept.com/2017/08/07/these-are-the-technology-firms-lining-up-to-buildtrumps-extreme-vetting-program/.

[7] Kate Conger, “Despite Looming Jail Time, Gurbaksh Chahal Is Back as Gravity4 CEO,” *Tech Crunch* , September 1, 2016, https://techcrunch.com/2016/09/01/despite-looming-jail-time-gurbakshchahal-is-back-as-gravity4-ceo/.

[8] United States v. Aaron Graham, Appeal 12-4659 (4th Cir. 2016),http://pdfserver.amlaw.com/nlj/GRAHAM_ca4_20160531.pdf.

[9] Moxie Marlinspike, “Why ‘I Have Nothing to Hide’ Is the Wrong Way to Think About Surveillance,” *Wired* , June 13, 2013, https://www.wired.com/2013/06/why-i-have-nothing-to-hide-is-thewrong-way-to-think-about-surveillance/.

[10] Marc Santora, “Order That Police Wear Cameras Stirs Unexpected Reactions,” *New York Times* , August 13, 2013. http://www.nytimes.com/2013/08/14/nyregion/order-that-police-wearcameras-stirs-unexpected-reactions.html.

[11] Hearings of Subcommittee on Courts, Civil Liberties, and the Administration of Justice of the Committee on the Judiciary, 97th Cong. (1982), http://cryptome.org/hrcw-hear.htm.

[12] Wikipedia, “Time Dilation,” accessed October 2, 2017, https://en.wikipedia.org/wiki/Time_dilation#cite_note-HSWTime-2.

第四章

将来完成时：与车对话

“陛下，这不是造反——是革命。”

——1789年7月14日的晚上，巴士底狱被攻占，
罗什富科-利扬库尔公爵
（Duc DE Rochefoucald-Liancourt）
对法国国王路易十六如是说

2016年8月16日，迈克尔·纳尔逊（Michael Nelson）走进加利福尼亚州橘郡的一家特斯拉零售店。他是一名律师，服务的客户覆盖汽车行业和保险行业的各色知名人物。他一直在考虑到底是买电动汽车（Electric Vehicles，EVs）还是自动驾驶汽车，而且已经试驾很多次了，所以他偶尔会去当地的汽车经销商店，这一点也不奇怪。

然而，迈克尔并不住在加利福尼亚州，他家在纽约，因为出差的缘故来到加州，他计划过几天就飞回去。他在这家店买了一辆特斯拉S型轿车（Model　S），刚出店门就给他年满31岁、身在纽约的儿子打电话，问他想不想体验一次公路旅行。两天后，他们三个——迈克尔、他的儿子还有特斯拉——一起出发，准备从洛杉矶开往纽约，穿越整个美国。

我们跟迈克尔讨论了他的首次公路旅行，请他分享了在与特斯拉一路向东、3　000多英里的跋涉途中的心得体会。迈克尔对自动驾驶汽车并不陌生，一年来他曾试驾过多辆同类型的汽车。所以他很清楚等待自己的是什么，但这次经历与典型的15分钟试驾大不相同，尤其是他们从洛杉矶出发的时间是当晚五点钟。迈克尔说：“正好撞上‘五’了，这是洛杉矶人常说的一句话，说的是周五的下午通常会出现的交通拥堵，汽车长龙首尾相接。我们坐在一辆崭新的自动驾驶汽车中，还没弄清楚怎么开呢，所以对我来说这绝对算罕见的情况。我当时还在研究汽车上路后到底要怎么使用自动紧急刹车，结果我们当晚连加州都没驶出。”

第二天，他们开到了内华达州，迈克尔惊奇地发现，即使面对最复杂的路况，特斯拉也能应对自如。他们刚进入亚利桑那州时，走的全是蜿蜒崎岖的山路，但对自动驾驶汽车来说这似乎完全不在话下。不过拐了几个弯以后，他自己反倒有些担心，于是就踩了一下刹车，转为手动控制操作，他对我们说：“……你要慢慢建立对自动驾驶汽车的信任，相信它有能力做好分内的事。”

当他们正以75英里的时速驶上一个陡坡时，一辆十八轮大卡车突然加塞到了他们前面，没想到特斯拉立即减速来适应这辆半挂车的速度—

—低至时速19英里。

据迈克尔回忆，他起初对自动驾驶汽车能否准确地按照路标变道心存疑惑，但这辆车做出了令他满意的行为。

> 如果你正乘坐一辆自动驾驶汽车，行驶在三车道高速公路的中间车道，你想换到左侧的车道，（只需要）按下指示灯，接下来的变道就交给车来完成，不用你亲自出马。你仍然手握着方向盘，但并没有手动变道，汽车似乎会先观察一番，然后表示，“没问题，可以安全变道”，在你反应过来前，它已经先45度转向，然后把方向调正。

人们驾驶时都会有一个盲区，而针对这个盲区有一个习惯性的操作：先环顾四周，打转向灯，然后轻踩油门驶入另一个车道，以免撞上某辆你没注意到的车。但对特斯拉来说就不存在这种情况。当汽车载着你准备变更车道时，如果相邻的车道上有车，它会自动停下来不再往左移动，你一定要慢慢培养对它的信心。[1]

然而最有意思的一个心得其实源于迈克尔所做的一件事，也是每位特斯拉车主想都不用想就会做的事。对特斯拉来说，这也许是非常了不起的一步，或者说是“无心插柳柳成荫”，迈克尔把这一刻称为“目瞪口呆”时刻。

在开车回家的路上，他慢慢习惯了每个特斯拉车主都会有的一项体验：充电。在他们开车经过科罗拉多州时，迈克尔注意到一些同样型号的特斯拉也来到了充电站。显然，他不是唯一一个驾驶特斯拉穿越美国的人。他碰见了一位女士，跟他一样也是律师，她刚买了特斯拉。在他们交流彼此经历的过程中，迈克尔一直把他的特斯拉称为“她”，而那位女士却说：“‘他’的聪明令我感到十分惊讶。”迈克尔大吃一惊，他问她：“当你说‘他’时，你是指埃隆·马斯克吗？”“不是，”她回答说，“我的车有名字的，他叫文森特（Vincent）。”

特斯拉车主在进行车辆设置时，第一件事就是给它取名字。迈克尔本人是作家约翰·斯坦贝克（John　Steinbeck）的书迷，他想到了斯坦贝克的《同查理一起旅行：寻找美国》（*Travels with Charley: In Search of America*　），书中描述了主人公从东往西横跨美国的旅行，迈克尔给他的车取名时参考了该书主人公的名字，但稍微做了一些改动，他用了这个名字的女性形式——查莉（Charlie）。

给车取名时，车主假定的性别基本都与本人性别相反，这可能纯属巧合，但迈克尔对此很有感触，这辆特斯拉不像他别的车，“她”需要与车主建立信任和联系，甚至建立关系。在谈话过程中，迈克尔透露，整个旅行令他印象最深刻的是，与查莉逐渐建立的互信纽带。信任、行为和关系——对一辆汽车来说，这绝不是一般的属性，记住这个观点，我们会在后文继续探讨。

未来触手可及

最伟大的创新往往裹挟着费解与误解，这是一条亘古不变的真理。想想旧石器时代，当第一个圆形的车轮诞生时，人们大惑不解，妄加评论，“这当然比方形的车轮好，但它会一直滚下去，不知会滚到哪里去！还是方形的车轮更可靠”。

一个很简单的事实就是，未来总是充满恐惧和不确定性，因为人们永远无法预测、无法完全理解它会以什么方式到来，只有当人们回望时，才会在心中暗想：“我们怎么会错过它呢？”

从第一台收音机到第一台电视机，再到第一封电子邮件，人们一直低估了集体的力量，我们原本有能力改变自身的行为，以适应那些看似来者不善的创新，并找到合理的方法把它们应用到生活中。让你的iPhone远离你的床或床头柜，你能坚持多久？今天，80%的手机用户无法在一天内与手机保持3英尺 [2] 以上的距离，无论是白天还是晚上。根据美国银行的一项流动性调查，“美国大约有3/4（71%）的人睡觉时必须把手机放在身边。年轻的千禧一代（年龄在18~24岁）则最有可能在睡觉时把手机放在床上（34%）”。 [3]

为了更好地理解未来，我们需要留心各种可能引发改变的行为力量、文化力量和心理力量，就像留心科技的演变一样。在第一章中，我们提出了准确认识未来的重要性，推测了未来会变得更加透明的前景。在本章中，我们将探讨，当人们与自动驾驶汽车的沟通能像与人类进行沟通一样毫无障碍时，未来会是什么样的。最后，我们还将描述商业和经济中的规则颠覆者，即享有自己的自动化设备这一理念。

我们要讨论的概念看上去还十分遥远，但其实不然，所有跟我们交流过的人，包括在写作本书时我们采访过的人，如果他们心中都有同一

种感觉，那一定是未来到来的速度远比人们的理解快。在人们适应未来的过程中，对变化速度缺乏真正的认识很可能会成为很大的障碍。潜在的科技进步（如人工智能）正在驱动我们接下来要探讨的这些变化，这些变化并未以一种线性的方式演进，这对人类而言将是一个巨大的挑战。因为人类本质上习惯于线性思考，要理解几何、指数等非线性变化，并不是人类本能的选择。人们用线性思维思考是因为我们所观察到的自然世界就是这样运行的。

比如，看看下面这个简单的例子。

假设给你一个弹力球，可以弹跳到无限高（此处暂时忽略物理法则），然后要求你开始拍这个球，而每拍一次，球往上反弹的高度都会翻一番，如果第一次可以反弹到离地10英尺高，那么第10次的时候球能反弹到多高呢？答案是，会接近一座小山的高度，大约5 000英尺。

这算高了，但还不算非常高，你对这个高度的猜测应该也是八九不离十，但再多拍三次以后是多高呢？当到第14次弹起来时，球会达到珠穆朗玛峰的高度，接近商用飞机的最高飞行高度。

这就有点儿了不得了，但还不能就此打住，毕竟前文说过它可以达到无限高的高度，所以在反弹了第21、29、37、45次以后，球可以反弹到多高呢？这些问题的答案，似乎超出了我们对距离的理解能力。在第21次弹起时，球已经接近近地轨道；在第29次时，就会超过地球，到达月球；再多拍8次，它会飞速掠过火星；反弹到第45次时，NASA（美国国家航空航天局）可能会收到它发出的微弱信号，因为它经过了第一个“旅行者号”（Voyager）航天飞船，进入外太空约170亿英里的地方；而到第88次时，你可能再也见不到这个球了，因为它已经超越了太空的可视范围。

这还不够震撼？你可能觉得这没什么了不起的，毕竟，在说到技术的发展轨迹时，人们已经习惯了大数字。恭喜，你开始运用指数型思维了。不过这里要澄清一下，我们并不是打算用快速翻番的数字镇住你，而是想要探讨：人类如何认识加速指数型增长（accelerated exponential g

rowth）。

再问你们一个问题。

如果刚开始我们用的是一个打折的超级弹力球，每次只能反弹1英寸[4]，而不是10英尺（换言之，相较于全价弹力球的10英尺，这个高度还不到其1%），但每次它可以弹起的高度能够翻两番（而不是原来的翻一番），你认为它在多高的位置可以超过那个起步就是10英尺的球呢？不要去计算，大概猜一猜。它能到达珠穆朗玛峰、近地轨道、月球、火星或“旅行者号”的高度吗？不可思议的是，这个打折的弹力球，虽然一开始只能反弹一英寸高，但它只需要反弹14次，就可以达到珠穆朗玛峰的高度！

实际上，如果一开始用一个每次能反弹1英里的球（弹起高度是之前超级弹力球的528倍，是之前能反弹1英寸的打折弹力球的6　336倍），那个弹力为1英寸的打折弹力球在经过月球以后，就可以赶上弹起高度为1英里的弹力球！如果你花时间算一算，就会发现的确如此，但这个结论太反直觉了。

讲这个例子是为了揭示线性增长（弹力球从一开始的10英尺到1英里过程中的实际增长）和指数型增长（翻番效应），两者在加速指数型增长（打折弹力球的弹起高度起点仅为1英寸，但之后的增长速度越来越快）面前均相形见绌。任何东西，一旦开始以加速指数型增长速度发展，其变化的加速度很快就能大到可以完全忽略起步低所带来的影响。

人工智能正如打折的弹力球一样，其演化也属于加速指数型增长模式。可能有人会不同意，认为今天的人工智能还处于起步阶段，依然十分不成熟。但很快，这些不成熟都将不再是问题。如今的这条发展轨迹将带领我们快速奔向未来，步调比任何人想象的都快。技术的进步不再是做加法，而是做乘法——对人工智能来说，就是不断增长的指数乘数。

一台简单的人工智能引擎能在一夜间学会玩转经典电脑游戏“太空

侵略者”（Space Invaders），而且比人类玩家玩得好。[5] 我们要探讨的很多潜力技术跟弹力球一样，已经弹跳出了人类的视野范围，正在迅速进入我们的日常生活，渗入企业的发展当中。虽然我们可以反驳说，这些技术目前仍处于起步阶段，尚不成熟，但从长远来看，这些都不是问题。这条发展轨迹将带领我们去往接下来要探讨的目的地，而其速度远远超过任何人的想象。

驶入公路

在现有及将来会出现的人工智能应用中，能够体现人类快速与之建立起信任关系，把它当作生活中极为可靠、自然且不可分割的一部分，最典型的例子就是自动驾驶汽车，也就是我们所说的AVs。你会注意到我们不再称其为“无人驾驶汽车”，这是当下另一个比较流行的称呼。原因很简单，“无人驾驶汽车”这个标签不够准确，它们其实有驾驶员，只不过这个驾驶员不是人类罢了。

汽车是现代社会的组成部分，是社会经济基础设施的必需品，它们的身影无处不在，与人类建立了牢固的文化纽带、个体关系和行为关联。汽车是人们身份的象征，是商业的中流砥柱。作为一个行业，汽车制造业的体量可以比肩世界第六大经济体，每年雇用人数多达5 000万，产出将近1亿辆车。[6] 这些车顺次排列开来，能环绕赤道八圈。[7]

对多数人而言，在日常生活中，驾驶汽车、与汽车分享自己的一切是唯一一件高风险的事。汽车每年会造成130万人死亡，车祸成了全球第十大致死原因，也是前十大原因中唯一与疾病无关的。[8] 然而，如果你转念想想这样一个现实，全球只有10亿辆汽车，70亿人均有身患前九种致死疾病中的任意一种的风险，可以说，对那些有车一族或与车打交道的人来说，汽车对他们来说是首要致死原因。[9]

在为本书做调研的过程中，我们接触了很多专门负责人身伤害的律师及保险公司。毫无疑问，自动驾驶汽车会对他们的业务产生巨大影响，但他们对此的反应出人意料。马克·朗贝（Marc Lamber）是芬内莫尔·克雷格（Fennemore Craig）律师事务所的一位负责人身伤害的律师，该律师事务所在美国西南部已有130年历史。马克与我们分享了业内盛行的观点：

归根结底，自动驾驶汽车会让我这样的人失业，从这个层面来说，它非常了不起。我是一名人身伤害律师，但这（这种替代）让我十分高兴。虽然我认为这不至于明年就能立马实现，但你可以看到，技术向前发展的速度非常快，像我这样代理车祸受害者人身伤害的律师，最终将面临失业或业务大幅锐减。这是未来的必然趋势，而从统计学的角度看，这绝对算一件好事。

全世界每年有100万人因车祸丧生。据我了解，大家普遍接受的数据是，至少有90%的车祸都是人为造成的，如果所有车辆均实现自动驾驶，10年后，几乎所有车祸都可以避免，这相当于一年挽救100万条人命，并避免无数的致伤车祸。

马克的看法体现了一个人们时常碰到的问题。人们多少都有过交通事故的经历，于是渐渐地，每年130万的死亡人数和多达5 000万人身伤害事故成了现代人必须面临的风险之一，我们坦然接受这个现实。然而，这其实是完全没有必要的“人类大屠杀”，我们后面会继续探讨这个问题。

当自动驾驶汽车融入人们的生活后，还将影响老龄化人群。大多数人都遇到过非常艰难的沟通，甚至是单方面的决定，即直接从家长那里拿走车钥匙。当今社会，汽车可能是最伟大的独立宣言了。开车不仅意味着有了驾照，还意味着有了独立生活、社交和享受个人自由的通行证。但随着我们一天天变老，驾驶的风险也越来越高，美国汽车协会表示：“尽管老年人驾车总里程比年轻人少，但在1英里的驾车里程内，他们是除青少年外撞车死亡风险最高的人群。”老龄化已经是大势所趋，而老年人在无法驾驶以后，至少还能再活平均7~10年。[10]

最后，我们不要忘了汽车对全球人口以及气候变化的影响，根据NASA的研究，汽车是气候变化的最大推手，没有之一。[11]

基于汽车对文化、风险、气候、经济、工作、社会等方面所产生的巨大影响，我们认为，在衡量、理解、接受人工智能和使用人工智能设

备的过程中，接受自动驾驶汽车是最伟大的里程碑，套用老歌中的一句话：“如果人工智能过了这一关，它将所向披靡……”这就是我们在书中着重探讨自动驾驶汽车这个例子的原因。我们相信，自动驾驶汽车将引领智能设备时代的到来，这些智能设备将表现出自己的行为，并能与我们的数字自我进行沟通。

尽管这样的未来充满了独特的挑战，但也并非全无先例。快速回顾一下约100年前一个类似的挑战，或许能对我们的理解有所帮助。

电梯司机

科罗纳多岛位于圣地亚哥市南部，有世界顶级度假村美誉的科罗纳多酒店就坐落在这个岛上。酒店建于1888年，曾经接待过多位总统，最早可以追溯至威廉·塔夫脱。据说这家酒店还是《绿野仙踪》的灵感地之一，1904年，莱曼·弗兰克·鲍姆曾下榻该酒店。130年来，酒店已经发生了很大变化：很多新建筑，还增加了几百万美元的奢华公寓楼以及价值不菲的现代会议设施。但有一样始终没变：在这座壮丽的维多利亚风格主建筑的中心，安德鲁·劳恩斯伯里（Andrew Lounsbury）还在手动操作那部装着黄铜折叠门的老电梯，他在这里已经工作37年了。

对那些甚至不知道电梯原本只能由“司机”控制的酒店客人来说，吸引他们的是新鲜感。但当他们走进需要有人操纵的电梯时，他们脸上的忧虑和不安显而易见，不难想象他们的内心世界：“这真的安全吗？这部电梯为什么不能自动运行，就像那些真正的电梯一样？”或是“如果司机犯了错，在你就要进来或出去时启动了电梯怎么办？”毕竟，他是人啊，是人就会犯错。

有意思的是，尽管在20世纪中叶电梯司机非常普遍，但实际上在20世纪初就有不用司机的电梯了，但这样的电梯遇到了一个问题：没有人用。人们面临两个选择：楼梯和一部孤独的自动电梯，然而没有人会选择后者。直到20世纪中叶，无人值守电梯才迎来了转折点。

1945年，纽约的电梯司机联盟罢工，市内几乎所有的电梯全部停运，这座城市在一定程度上也停运了，愤怒的租客和房东要求立即采取应对措施。这次罢工是灾难性的，让整个纽约市损失了约1亿美元。突然间，资本开始流向自动电梯，在接下来的10年里，人们非常努力地建立了对自动电梯的信任，最终也导致成千上万的电梯司机失业。

今天，当人们走进电梯时，很少会在意它的运行方式、安全性或者风险。如果你身处科罗纳多酒店，在决定要乘坐那部著名的电梯前，先停下来想想，要重塑人们对安全和正常的态度，需要经历多么重大的变革。

自动操作的发展绝不仅仅取决于自动化技术。例如在是否采用无人电梯这件事上，最根本的争议与技术无关，因为自动运行电梯技术已存在了50年之久。其问题在于，要相信机器能跟人一样做事。一言以蔽之，根本问题是关于认识。还是没办法打消顾虑吗？也许你是少数几个害怕乘坐电梯的人？好吧，你的害怕也不无道理。毕竟，每年有27人因自动电梯故障丧生。不过，你也应该了解，根据隶属于疾病控制与预防中心的美国国家卫生统计中心（National Center for Health Statistics）的统计，每年约有1　600人由于从楼梯跌落而丧生，你不用做数学题，这个数据意味着，你走楼梯遭遇致命意外的可能性是乘坐电梯的60倍。不幸的是，单凭数字仍然很难改变人们的认识。

阿明·卡希（Amin Kashi）是在西门子旗下的明导（Mentor）公司负责高级驾驶辅助系统（ADAS）和自动驾驶系统的总监，他告诉我们：“我确信，在不久的将来，人们就会在心中暗自回想，我怎么能在上下班途中浪费这么多时间，怎么能忍受以往存在固有安全隐患的驾驶方式。到时候这些问题都会一目了然。就目前来说，人们是习惯成了自然，但我觉得将来人们一定会为自己的经历感到惊讶不已。”

智能行为

实现自动化的发展既需要人类的进步，也需要自动驾驶汽车的发展，它的发展并不是递进式的，会有退步，也会有突破。我们相当于在引入一个新物种，不只与它分享所走的道路，也与它分享我们所处的世界。

所以，我们需要给接下来要探讨的自动驾驶汽车和驱动它的人工智能下一个准确的定义。自动驾驶汽车最特别的地方，在于它可以利用人工智能从经验中学习，这与编程计算机的作用原理存在显著差异：程序是由人编写的，代表了计算机完成一项任务所要遵循的全套规则，这些规则可能很复杂，但是是有限的，是人可以理解的。换言之，当计算机做决定时，它是基于这些规则的，人们可以据此追溯，从而理解它做这个决定的原因。但很快我们就会发现，对人工智能来说不是这样。

当计算机或任何设备可以从经验中学习时，往往马上会被归类为智能设备，但各种形式的人工智能构成了一套远非传统编程所能及的解决方案，我们需要对这些形式的人工智能做一个清晰的界定，并在此基础上进一步挖掘自主性的定义。

此处不再深究人工智能的悠久历史和诸多影响，尽管那些话题会很有意思，但多数已有相关论著或有人正在写作相关内容。如果你想了解美国国家科学与技术委员会（National Science and Technology Council，简称NSTC）开发人工智能的速度，《为人工智能的未来做好准备》（*Preparing for the Future of Artificial Intelligenc*） [12] 是最好、最简洁的可用资源。如果本书内容不能满足你对于人工智能的兴趣，我们推荐你读一读《为人工智能的未来做好准备》这本书。本书的目的是建立一个基础，让你可以了解人工智能的工作原理和背后的原因。

我们主要讨论三种人工智能：机器学习、狭义的人工智能和广义的人工智能。我们会把自动驾驶汽车作为探讨的背景，希望在这个过程中能揭开人工智能的神秘面纱，揭示某些夸大机器发展的反乌托邦观点，这些误导很容易引发人们对未来的恐惧。首先我们要介绍人工智能最基本的形式——机器学习。

跟编程计算机一样，机器学习始于计算机遵循的一套基本规则，我们称之为培训规则（training rules），同时还设有一个目标，以确定这些规则是否应用得当，是否达到了预期的效果。传统的编程与人工智能的不同之处在于，能够进行机器学习的计算机可以通过经验积累规则（这是它的编程过程），在执行规则的过程中，运用统计模型决定规则组合在指定情形下的效果，以最好地实现目标。例如之前介绍过的AlphaGo，它在围棋比赛中采用了政策网络和价值网络，政策网络定义了可能的选择，价值网络则定义了最好的选择。

多数人很容易想到一个简单的类比，就是学习骑自行车。回想一下刚开始学习骑自行车时的经历，你或许会回想起来或至少也能想象得到，为了能够在自行车上坐直不失控，你需要在心里记住一大堆规则，多到让你感到手足无措。相信要列出实现学会骑自行车这个目标的各种规则对你来说一定苦不堪言。

这些规则包括：该怎么蹬踏板、何时蹬、以什么速度蹬，如何协调身体保持平衡，观察周围环境和路况，路面是否潮湿或有沙子，是否存在障碍物，交通状况如何，是白天还是晚上，是多云还是晴天，有没有刮风，等等。而要考虑的还不止这些，最终的目的只是让身体一直保持直立的状态，利用车轮的回转效应前进，不从车上摔下来。

你本来就知道这些对不对？你没有摔倒，是因为你自己具有保持平衡的能力，再加上自行车车轮产生的回转效应，让你可以一直骑着往前走，不至于摔倒。这也在一定程度上解释了，当你骑车准备右转弯时，为什么身子要先右倾，同时车把手稍微向左转向，以便对你和车产生向右的推力，这时你会握紧车把完成转弯。这听起来很绕，非常反直觉，

因此，除非你马上骑上自行车试试，否则绝不会相信这番话。不过你其实一直都是这样做的。我们想要说明的就是，人类的大脑知道那些已经被实践证明行之有效的做法，只是人们自己意识不到而已，或甚至不知道为什么这么做就是对的。而智能设备的作用，很大程度就是略过人们行为的细节，直接达到预期的结果，它无须了解人们行为背后的原因，总之就是达到了目的。

随着逐步学习，你的知识进一步丰富，可以处理越来越多的新情况，最终你不仅能够驾轻就熟地骑自行车，还学会了很多花式骑车的方法——站立骑车、放把骑车、坐在车把上骑车，并且对各种情况都能应对自如，这的确很有意思。到了这个时候你才真正相信自己，因为你凭本能可以判断，自己十有八九能做到保持身体坐直不失控，一切尽在掌握之中。确实如此，所有的信任都始于有足够的自信能够预测结果，这种预测通常以达到某实验数据临界量为基础，但别被实验这个词吓到，不是说你要有第一手的实验资料，而是你有过的类似经历或听说过他人屡试不爽的类似经历。

很明显，到了这个阶段，你已经对骑自行车了如指掌了。若干年以后，发生了一件很让人受挫的事。突然到了你要把这些知识传授给你的子女、侄女、侄子或孙子女的时候，你会给他们列出自己学骑车时遵守的成百上千甚至成千上万的规则吗？当然不是，就算你真想这样做，也是心有余而力不足，因为规则实在太多了，而且其中大部分是你根本没有意识到的。那么他们是怎么学的呢？用跟你一样的办法，通过积累成千上万次的经历，尝试成千上万的小动作，就是为了实现保持平衡这个目标，并且为了消除他们的恐惧，你很可能会对他们说：“相信我，你一定会找到诀窍的。”

这也同样适用于人工智能。人工智能要学会开车，那么它应该也会“思考”，但其实它并不会，至少不能像人类一样思考，这是大众经常存在的误区。其实，人工智能遵循一套规则，受各种复杂变量的支配，其复杂程度远远超出我们的理解，这就是我们称之为人工智能的原因；它

做的决定虽然不能让人一眼看穿，但最终还是取得了理想的效果。这并不是说它遵守的规则是无限的（即使这套规则一直在扩充），而是如果要尝试拆解每一个决定，弄清楚其中的每一个细节，是不现实的。lvl5（level 5，意指5级自动驾驶）是一家专为自动驾驶汽车做3-D地图的公司，该公司的CEO安德鲁·科里（Andrew Kouri）表示：

> （自动驾驶）汽车并不是真的会思考，它只是按照指令行事，有时候很难理解它为什么会按照这样的指令行事，这涉及再现大量的输入指令，比如，真的是晴天吗？还是因为太阳处在某个角度？这样挑战就变为了“我怎么能再现一模一样的情景，让它再来一次？”好让我发现问题出在哪儿。

人工智能的表现和做决定的过程十分复杂，但这并不会让决定本身彰显意识、产生直觉或具备魔力，只会让它显得难以理解。正如你无法列举学习骑自行车需要注意的所有规则一样，你只能跟要学骑车的新手说：“相信我，你一定能找到诀窍的。”

如果人工智能未曾接受过相关培训，它就无法做出相应的决策。我们再借用一下学习骑自行车这个类比，你可以骑自行车，并不意味着你就可以驾驶汽车或飞机。你甚至不能从操作两轮的交通工具转向操作独轮车，因为你需要先学习一套全新的规则。

这就是“狭义的人工智能”，它只是针对某一特定任务。例如，自动驾驶汽车在行驶途中识别物体、谷歌DeepMind开发的AlphaGo等，都属于这一类人工智能。

狭义的人工智能是目前应用的最先进的人工智能，它可以接受培训，学会如何完成任务，并通过练习越做越好。因为是人工智能自己进行学习（而不是由人类对其进行编程），所以我们也不清楚它为什么会做某个决定。当然，并非我们完全不能理解，只是操作起来不现实。这是否会让人工智能变成人人畏惧的黑匣子，因为它做决定时用到了某些超

人类的能力？实际上并非如此。但很多关于人工智能的争议就是这样产生的。

比如，2017年，脸书人工智能实验室（Facebook Artificial Intelligence Research，简称FAIR）有一段广为流传的小插曲，关于两个人工智能聊天机器人完成一项谈判任务。为了遵循机器人使用的逻辑，工程师训练机器人用英语交流，但是还没有具体到用符合人类理解的英语。让人意想不到的事情发生了，机器人间的交流脱离了人们认可的语法，于是有了下面这段对话［案例中的机器人分别叫鲍勃（Bob）和艾丽斯（Alice）］：

鲍勃：我能我我任何别的事情

艾丽斯：球有零给我给我给我给我给我给我给我给我给

鲍勃：你我任何别的事情

艾丽斯：球有一个球给我给我给我给我给我给我给我给我

机器使用的是一种简略的表达方式，这是机器人的典型行为，然而工程师打断了它们，想要通过一个新目标，激励机器人使用恰当的用词习惯和句子结构，以及人类可以理解的语言。

对脸书的工程师来说，这没什么大不了，无非是继续在实验室进行研究罢了。然而，此事传出以后，引发了媒体界一片骚动，各大头条大肆宣传，要求脸书的工程师必须停止人工智能的开发，以免世界遭受机器入侵。这样的担心完全是子虚乌有，但对头条标题党来说，恰好可以借此大做文章。

实际上，技术恐慌早就不新鲜了。阿德里安娜·拉弗朗斯（Adrienne LaFrance）曾在《大西洋月刊》中描述过人对计算机的恐惧：“电话刚出现时，人们怀疑这个设备能否用于跟死者沟通……人们总是对巨大的技术变革满腹狐疑，或者说对任何改变都满腹狐疑。千真万确，改变总

是带着一阵阵的焦虑。”[13]

《大西洋月刊》还曾发表过另一篇文章，让1　500人分别对88种事项进行排名，害怕程度从1（最不害怕）到10（最害怕），通过累加统计出最终结果后发现，技术竟排名第二，第一是自然灾害。据统计，死亡也在这88种事项之列，排名居中。看来任何确定性的事项，甚至连死亡都要比不确定性好，这是人类未能真正理解人工智能的一种表现。

狭义的人工智能是指解决活跃多变且具有不确定性，同时有具体目标的那类问题。但对于本身就不确定的问题，没有唯一的解决方案。人工智能也会犯错，就跟人类一样，因为它面对的是那些不能百分之百得到解决的问题。回顾一下第二章中对新兴系统的探讨，人工智能是针对新兴问题的新兴解决方案，无论是设备还是人类都不曾停下学开车的步伐，在这个过程中你只会越来越熟练，但永远不可能经历所有可能的情况。不过，你体验得越多，就越相信自己的判断和处理新挑战的能力。

与狭义的人工智能相对，我们把另一种形式的人工智能称为“广义的人工智能”。这是一种把学习能力应用于广泛领域的能力，这里没有具体的目标，因为目标也是学到的。自然广义学习（natural generalized learning）最典型的例子就是人类，人类首先是学会学习，接着再去学习我们想要或需要深入了解的具体领域，然后再设定目标，并调整行为以实现目标。尽管深入探讨广义的人工智能肯定趣味无穷，但我们不打算在这个话题上进行深入探讨，因为我们相信未来5年，它在学术界和实验室以外的影响会非常小。尽管如此，区分广义的人工智能和狭义的人工智能还是很重要的。但由于我们对广义的人工智能没有实际经验，所以对它的大部分探讨只能停留在概念层面。

那么，这就又回到了将人工智能应用于自动驾驶汽车领域的话题上。自动驾驶汽车跟人工智能一样，并没有某一特定类型的自主权。

通往自主之路

美国交通部下属的国家公路交通安全管理局（National Highway Traffic Safety Administration，简称NHTSA）采用了美国汽车工程师学会（SAE）的自动化定义，涵盖了从需要人类全权掌控的汽车（0级），到可以完全自动驾驶的汽车（5级），下面是对0～5级的简单总结。

0级：［从特斯拉T型轿车（Model T）开始］人们都是这样学会开车的，由驾驶员全权掌控每个系统。但值得注意的是，即使是0级，早在20世纪70年代就有了防制动抱死系统和计算机化的牵引力控制技术。过去你得学会在车辆发生侧滑时踩刹车，这样才能控制好车辆的平衡。20世纪80年代，这两个系统都成了标准化的安全设备。某些功能以人们难以觉察的方式，让汽车逐渐从驾驶员主导变为车辆主导，这算是一个很典型的例子。

1级：（于20世纪90年代发明，21世纪初开始应用）在这个层级有一个或多个系统来辅助车辆转向或加（减）速，如果你有自适应定速巡航装置、车道偏离警告系统或针对行人的刹车系统，那就算处于这一级了。在这一级，驾驶员还是负责全权掌控汽车，相较于汽车本身的自动化水平，你几乎拥有对所有行为的最终决定权。实际上，在任何一级都是如此，最终决定权始终掌握在驾驶员手中。

2级：（于1999年发明，2003年开始应用）从这一级起，事情开始变得有意思起来。有的人已经开始使用这一级的汽车了。如果你有一辆特斯拉，一辆可自行在路边侧方位泊车的汽车，或可以在高速公路上自动沿中间车道行驶的汽车，那就已经是第2级了。在这一级，驾驶员的参与度可以适当降低，手脚可以离开方向盘和脚踏板，让汽车根据环境因素进行转向和速度调整，比如根据与其他汽车和交通流的距离，始终

保持在车道内。然而，驾驶员仍然需要随时介入，而且汽车最终还是要服从司机的决定。

比如，根据特斯拉的设计，如果司机转向、刹车或按下加速键让车全速前进，那么车辆的自动制动系统（AEB）就会启用，这应该是好事对吧？然而，2017年3月，特斯拉陷入了一场法律纠纷，被控诉其S型轿车和X型轿车（Model　X）在没有司机干预的情况下进入了全速前进状态。[14]

奇怪的是，这起诉讼称问题不在于司机是否拥有最终决定权这个根本问题，而是任由一辆汽车加速到全速前进的状态（即便这是计算机错误导致的），却没有启用自动制动系统，所以特斯拉要对因此造成的任何后果负责。这起诉讼比较复杂的根本原因在于，对自动驾驶汽车的合法区域界定非常不清晰。[15] 那么，特斯拉是应该听从司机的命令，不进行自动制动，还是在车犯错误的时候自行纠正？特斯拉认为目前驾驶员是最终的权威，因此应该负大部分责任。但等我们从3级一直看到5级，会发现这个政策并不能一以贯之。

3级：（已经发明，但目前仅限于实验应用）在这一级，控制权从驾驶员手中大幅度转向了汽车。车里依然需要有驾驶员，但在多数情况下汽车的安全性取决于汽车本身。第3级还有一个“切换”（handoff）的问题，即在汽车无法继续为安全驾驶做出必要的决定时，需要把控制权交还给人类驾驶员。切换问题可能会是超越第3级面临的最大挑战，这个领域的一些专家甚至认为这是一个无法解决的问题，nuTonomy（自动驾驶创业公司）的CEO卡尔·亚涅马（Karl Iagnemma）表示：

> 这（五个层级）可能是自动驾驶领域比较费解的概念之一，共有5个层级，1级、2级、3级、4级、5级这个理念，暗含了从1到2、3、4是一个自然的渐进，实际上，自动化层级的正确思考方式应该是从1到2，但接下来自然的一步是4，而3级实际上更像是4级诸多特点中一个子集或较小的一部分。为了恰当解决3级的问题，你真正需要

的是一个4级系统……对于切换问题目前还没有什么好办法，至少我本人还没想到。而且坦白说，我认为根本就不存在这样的解决方案。

事实上，人类难免会受干扰。系统越完善，人类就越不在意，因为他们对系统更有信心，切换要求就会更少。因此，在面对生死攸关的情形时，被临时召唤的人类就更不可能时刻准备好握住方向盘，所有这些就会导致一场巨大的风暴。系统越完善，对人类驾驶员的要求就越高，而同时也更加不能指望驾驶员经得起这种考验。这意味着你真正需要的是一个可以自动驾驶的系统，可能就是4级所暗含的某些操作，但对于其中连自动化都无法按照定义搞清楚的高难度情形，要依靠人类接手控制绝非易事。

本章将探讨切换造成的灾难性影响，到时会借一个航空领域的例子继续探讨这个话题。

4级：从这一级开始，汽车的自动化程度真正达到了人类所期待的水平。在这一级，汽车基本可以自行处理它打算做的所有事项，但“打算做”这个概念暗示着汽车在遇到意料之外的情况时，可能会出现很严重的问题，比如，轿车的设计并不适合越野驾驶，它遇到的障碍以及接收到的可视信号，也许会大大超出它的评估能力和驾驶能力。

厂家把这种可接受的条件范围称为汽车的“操作设计领域”（operational design domain，简称ODD）。所以尽管在ODD内是不需要驾驶员的，但如果汽车发现自己被迫驶离道路，或是驾驶员自己想要驾车通过一片草木丛生的地方，到岩石峭壁边俯视太平洋，就完全超出了汽车的ODD，而需要驾驶员接手了。当然了，不难想象不同的汽车会有不同的ODD，一辆悍马（Hummer）也许可以自动驾驶，轻松载你到达悬崖。如果这让你感到有些不安，别担心，我们会在本章后半部分继续探讨。

5级：现在我们到终点了，这一级的汽车是完全自动化的，至少其表现与人类在任何预知及未知的情境下的表现无异。这里依然还存在一

些误解，即到了5级开发出来的自动驾驶汽车，其表现必定要优于人类同行。

目前我们介于2级和3级之间。在人工智能和自动驾驶汽车的发展过程中，这是尤其不稳定的一个阶段。因为在这一阶段，我们必须要确定人工智能和人类驾驶员该如何共存：一方面，在协调分工上对机械而言是一个挑战；另一方面，人们还要面临如何建立信任这个严峻的考验。我们先来看看相对容易解决的机械挑战。

在3级阶段，汽车可以接手，驾驶员不用参与。驾驶员可以自然地放手，不用时刻保持警惕，可以专心地打电话，甚至可以安心地睡着。那么如果汽车需要帮助，该如何通知驾驶员呢？答案很简单，在多数情况下这很难做到。如果情况十分紧急，驾驶员不大可能有足够的时间来评估并快速做出反应。这也是许多自动驾驶汽车厂商想要直接跳过第3级的原因，因为这似乎不是实际会遇到的情况。这种观点并非毫无根据。

想一想，跟新手一起驾车是什么体验，这个第一次驾车的新手可能是你的儿子、女儿或亲戚。你很可能会开车带他们去停车场，然后互换座位，让他们来当驾驶员。你会直接让他们从停车场开到公路上去吗？当然不会，你首先会让他们试着找一找感觉，与此同时你会观察他们的水平如何。这种做法，用本书的话说就是在观察他们的行为。

最终你让新手驾驶员果断行动起来，开上一条开阔的公路，此处我们希望你仔细思考一下这个过程。你住的地方很可能并不直接连接着高速公路，可能必须要沿着小路，或者经过一座小城市或市中心才能驶上高速。相信你（以及他们自己）一定想过：“考虑到现阶段的技术水平和行为，哪一条才是最有把握的路？”这样想想，你可能会选择挑战最小的路，进入难度最低的公路。

其实你这是在使用直觉数据模型，进而决定哪一条路发生事故的可能性最低，或最不大可能超出司机本人的能力。如果没有这样的路，那么你这位有经验的驾驶员很可能会在途中亲自开一程。

何不用同样的办法来看待自动驾驶汽车呢？利用复杂的交通地图、实时路况、天气条件以及评级系统等来决定某条道路所需的技能组合，自动驾驶汽车可以轻松计算出在前往目的地的途中，选择不同道路会遇到的各种风险的可能性。大多数人都知道，GPS会提供最短或最快路线，以及是否走高速路等选择。那么何不给自动驾驶汽车加一个选项，问你是想要全自动驾驶，40分钟内到达目的地；还是想要半自动驾驶，30分钟内到达目的地？

安德鲁·科里是lvl5的CEO兼联合创始人，该公司利用众包的仪表板摄像头为自动驾驶汽车开发3-D地图，他这样说道：

> 我们在5级努力做到的，就是认识（自动驾驶汽车）走哪些路线更好，我们所做的数据科学研究和统计调查，都是为了确定哪里的覆盖面最好。你可以把我们的工作比作铺设铁路轨道，如果你有一个好的地图应用软件，就能选择在某些路上让汽车按照3级（在这一级若自动系统要求，人类驾驶员必须时刻准备好接手车辆控制权）行驶，在其他路上，则可以禁用这一功能。（有地图的话）你就能知道每一条道路的事故发生概率，而且我们会依据数据给出“哪一条路不能走”的科学提示。

这个简单的例子说明，尽管人们很容易把人工智能当作技术霸主，但其实对它更准确的描述应该是一个合伙人（是的，我们称它“人”而不是“物”，有意把人工智能人格化），可以在某种情境下跟我们共同做决定，判断哪种选择最能保证我们的利益。

我们能猜到此时此刻你心里是怎么想的，“运用概率和统计来决定我的命运是个很恐怖的主张”。似乎确实如此，但我们还有别的选择吗？如果是选择待在家还是坐车，那你说的确实一点儿没错，因为选择坐车而卷入一场汽车事故的可能性要比待在室内大得多。不过也不尽然，据统计，美国每年有两万辆汽车撞上了商业建筑。[16]

值得一问的是：哪一种交通方式是最安全的，是由人类驾驶的汽车，人工智能驾驶的汽车，还是两者共同驾驶？答案是，适当结合，具体情况具体分析。如果我们给自己选择的权利，在三者之间灵活搭配，而不是把自己限制在“非此即彼”的答案中，那么在任何时候和任何情况下，我们都可以把风险降到最低。

至此你依旧半信半疑，我们大概也知道原因。这又回到了观念和信任的问题上。我们中开过自动驾驶或半自动驾驶汽车的人较少，对于完全不熟悉的事物所做的决定，人们必然会心存疑虑，这是再正常不过的现象。但是你知道吗？长时间以来，人们对生活中那些复杂程度低得多的技术，给予了充分的信任。0级和1级的汽车已经使用了防抱死制动、牵引力控制、自适应巡航控制、紧急刹车，以及变道提醒等各种计算机控制的功能，对此人们已经习以为常。

迈克尔·弗莱明（Michael Fleming）是Torc Robotics（自动驾驶技术研发公司）的CEO，他与我们探讨了在驾驶员转变为乘客的过程中，他注意到的三种不同层次的体验：

> 当把乘客带入我们的设备（体验自动驾驶汽车）时，发生了三件事情。一开始乘客坐得笔直，他们满腹狐疑，不确定这是不是真的自动驾驶，有点儿像刚拿到驾照的人坐上车的感觉，不是很确定这辆车接下来要干什么。在第二个阶段，乘客意识到他们和其他驾驶员的水平多么差劲，因为自动驾驶汽车的技术流畅得让人吃惊，它在车道内的（驾驶）表现堪称完美，既不乱插队也没有胡乱摆动。然后到了第三个阶段，在一天快结束的时候人们会感到有些厌烦，因为这样开车实在是太无聊了。所以我们如何让人们经历这三个阶段，让他们更快进入第三个阶段，即开始感到无聊，开始信任这项技术？

我们可以通过另一种交通方式，来更好地说明这一点。人类驾驶员和计算机成功合作的一个的例子就是现代商用飞机。据商用飞机飞行员

反映，在驾驶飞机过程中，通常只有7分钟时间是没有借助计算机的辅助的。而据空客的飞行员反映，这样的时间仅有3.5分钟。[17] 需要澄清一点，驾驶过程中没有一项内容是依靠哪怕稍微能与人工智能匹敌的系统来完成的，这里对人工智能的定义同前文一样，即能从经验中学习。今天驾驶商用飞机所用的计算机全都装有一套有限的指令，一旦遇到突发状况，指令处理不了时，飞机的控制权就会回到飞行员手中。2009年6月1日，从里约热内卢途经大西洋飞往巴黎的法航447号航班就遭遇了这种情况。

6分钟的恐慌

2009年6月1日，法航447号航班其实并没有遇到异常艰难的挑战，只是飞机机载雷达上显示有典型风暴区，而在他们之前途经此地的航班大多选择绕过风暴区。但法航447号航班的飞行员对此一无所知，不然，有过13 000小时商用飞机飞行经验的机长，绝不会在飞机飞越大西洋时去驾驶舱后面的卧铺小睡一会儿。

但这一风暴有些特殊，其高度达60 000英尺，大大超出了商用飞机的飞行上限，等驾驶舱中的两个飞行员意识到风暴的程度时，已经无法避开了。但好在现代喷气机的设计几乎可以应对任何天气条件，在35 000英尺的高空飞越风暴区虽非易事，但还完全在飞机和经验丰富的飞行员的能力范围内。然而，当法航447号航班进入高耸的积雨云时，飞机遭遇了冰冻，冻结了空速管传感器，空速管的作用是把飞机的速度信息传给电脑和飞行员，飞行速度是最重要的飞行指标之一，如果没有速度信息，无论是自动驾驶仪还是人类飞行员都不能正确操控飞机。

尽管这架飞机是当时计算机系统最精良的飞机——空客330，但在无法获取飞行速度的情况下，机上的计算机自动驾驶功能关闭，控制权交回给了两位飞行员，然而他们也同样无法知道飞机当时的速度。因此，其中一位飞行员试图在不确定速度的情况下保持飞机高空飞行的状态，但他做了一件最不该做的事情：他拉了操纵杆让飞机机首上扬，希望实现爬升，但这个操作恰好让飞机失速。

失速状态下，机翼的提升效果会持续降低，最终导致飞机在拉力和重力相互作用下从高空坠落。飞行员在十分煎熬的6分钟内，进行了各种复杂的尝试，只为重新调整飞机，但最终飞机坠入了大西洋，机上228名乘客和机组人员全部遇难。 [18] 但令人吃惊的是，在自动飞行功能

切断两分钟后，空速管恢复了正常，如果在接下来的4分钟内，飞行员重新调回自动驾驶状态，飞机就能继续轻松地在指定的高度飞行。

法航447号航班的例子说明，在危急状态下，人为错误带来的危害程度令人惊惧。[19] 但法航447号航班的例子最令人费解的一点是，遵照“正态法则”（normal law），计算机系统可以防止飞机飞到飞行状态范围之外，这可以有效避免这架空客失速。所以无论驾驶员如何拉操纵杆，计算机都能予以抵消，不允许出现失速。

但在这个例子中，当自动飞行模式停止后，飞机切换到了“替换法则”（alternate law）状态，这意味着飞行员完全手动控制飞机，计算机没有最终决定权。不幸的是，这竟然是雪上加霜的一次切换。尽管计算机不再控制飞机，但还是发出了失速警告（一个机械的声音提示“失速”，随后发出无法忽视的高音警告），在飞机从37 000英尺的高空坠入大西洋的过程中，它至少提醒了75次。

法航事件最终归因于飞行员缺乏培训造成操作错误。令人吃惊的是，两位副驾驶飞行员（在整个事故过程中，机长大部分时间是在驾驶舱后的床铺上睡觉）都没有在演习或模拟中练习过在同样的条件下飞行。

从这次悲剧中要吸取的教训很多，例如人类如何与技术互动，如何认识和信任技术，以及人工智能如何与人类展开协作。

法航447号航班最明显的问题可能在于，飞行员什么都做了，唯独没有与他们的计算机对话——他们完全忽视了它的提醒——因此关键的问题在于，人类应如何认识技术和人工智能。

20世纪60年代，计算机科学家和心理学家（被公认为计算科学的开山领袖之一，却鲜为人知）约瑟夫·利克莱德（Joseph Licklider）写了在其著作中影响力排名第二的名为“人机共生”（Man-Computer Symbiosis）的论文。其中描述了如果想开发一种人机合作的方式解决难题，尤其是解决类似法航447号航班那样的突发状况，人类自己的本能已经不够用，应该与计算机建立一种新的共生关系。利克莱德相信，“很多问题

……很难提前想透彻，回想一下前文对新兴系统的描述。如果能通过与计算机合作，由直觉引导进行试错，暴露出推理过程中的错误，或是揭示解决方案中某些意想不到的转折，就能更快、更好地解决问题”。[20]

顺便说一下，利克莱德影响力排名第一的论文，是他在1963年4月23日所写的备忘录，当时他担任美国信息处理处［当时隶属高级研究计划局（Advanced Research Projects Agency），简称ARPA］第一任董事，备忘录名为“星际计算机网络的成员和分支”（Members and Affiliates of the Intergalactic Computer Network）。他在论文中描述了一个“完全开放的电子公共场所”，[21] 据说他的备忘录启发了20世纪60年代阿帕网（ARPANET）的发展，而阿帕网最终发展成了互联网。

因此，如果遭遇类似法航447号航班那样的危急时刻，利克莱德的共生方法是如何生效的呢？在面对意料之外、不确定、时间紧迫的情况时，最大的挑战在于做出的决定要把伤害控制在最低（想想医生遵守的希波克拉底誓言：“首要之务，不伤害患者”），保证成功可能性最高。

作为人类，我们在面对未曾经历的危机时，自然会想到要利用以前的知识和直觉判断，但上文也告诉我们，直觉可能会造成灾难性的后果。其问题在于，人们只有在看到确凿的证据时，才会相信自己的直觉是错的，才会不那么坚持自己的直觉。人们始终相信直觉，毕竟它是“我们的”直觉。对6分钟内75次失速警告置若罔闻，就是再有力不过的证明了。

而这正是人工智能可以发挥关键作用的地方。我们先卖个关子，借博弈论中的一个著名的问题，来揭示人类直觉有多么狭隘，同时说明人工智能将如何帮助我们解决这个问题。

现在暂时忘却坠毁航班的驾驶舱，随我们穿越时空，回到20世纪70年代风头正盛的电视节目。假设你正参加一个游戏节目，主持人身后有三扇门，你每次只能打开其中一扇。三扇门中有一扇门后是大奖，包括

两人度假旅游和一辆崭新的汽车，另外两扇门后是塑料玩具鸡。你选择哪一扇门，门后面的东西就归你，你当然不想要塑料玩具鸡了。这就是“蒙提霍尔问题”（Monty Hall problem），其命名源于一个很流行的电视节目《一锤定音》（*Let’s Make a Deal*）。

主持人让你选一扇门，你照做了，我们假设你选的是3号门。然后主持人打开1号门，里面是一只塑料玩具鸡。为了增加节目的趣味性，他接着说：“我们一锤定音给你一个选择，是坚持最初的选择还是换其他的门？”哪一个可以增加获得大奖的可能性，是坚持原来的门还是改选另一扇关着的门？

如果你跟多数人一样，认为你们的回答应该都不会对结果产生影响，因为还是相当于三选一。那就错了，确实会有影响，如果你坚持原来的选择，获得大奖的可能性是1/3。而如果你改选另一扇关着的门，你成功的概率就提升了50%。没错，你现在一定对这个结论非常怀疑，但可能性绝不是靠直觉来支撑的。

如果三扇门让你觉得困惑，那我们换成10扇门，依然只有一扇门后有大奖。你选择一扇门，主持人打开8扇门，露出了8只塑料玩具鸡，你还要猜猜改选别的门的获奖可能性吗？你原来的选择会成功的可能性是1/10，而另一扇关闭的门成功的概率则是9/10（而不是凭直觉的1/2）。

尽管这看似很荒谬，但获取数据很容易，如果我们模拟一万次蒙提霍尔游戏，得到的数据无疑将支持上述数学运算，你可以自己在各种在线模拟程序上试一试，可以自行设置门和游戏的数量。[22] 这样的模拟程序你做得越多，就越容易认识到行动的正确路径并非直觉认准的那个。

实际情况就是，人们的直觉往往会停留在初始情况那里，而做决定的背景已经发生了变化。人类是很难与快速变化的世界保持一致的，因为我们一旦决定了某种模式，就会非常依赖它。在蒙提霍尔问题的例子上，背景的改变源自节目主持人已经知道了每一扇门后是什么。

现在再回到空客的驾驶舱，刚刚所讲的内容对法航的飞行员有什么帮助？人工智能尤其擅长模拟，可以考虑到众多因素，这是人类在现实中难以企及的。尤其是当时在法航447号航班的驾驶舱中，在飞行员承受巨大压力的情况下，尽管他们试图稳住情况，但也只能依照直觉行事，那完全是缘木求鱼。而人工智能可能已经模拟了数百万次那样的情况，少说也有成千上万次，知道决定采取什么样的行动才最有可能成功。这听起来是否像天方夜谭？其实不然。

根据《纽约时报》的一篇文章，“今年（2018年）夏天，五角大楼的调研机构——国防部高级研究计划署将在飞机自动化方面更进一步，引入驾驶舱机组人员自动化系统（Aircrew Labor In-Cockpit Automation System，简称ALIAS）。今年，该机构将开始测试能快速安装到军用飞行器上的机器人，这种作为副驾驶的便携式机载机器人，将能说话、倾听、操控飞机，还能看懂说明书”。

模拟发挥的作用非常有意思，其对人类的价值已经得到了证明。实际上，从20世纪40年代到90年代，因飞行员错误导致的飞机事故一直是65%左右。飞行领域诸多不可思议的进步，从引擎可靠性，到飞行仪表、人体工程学以及空域控制和管理，都没有改善飞行员的失误率。直到20世纪80年代，因飞行员失误造成的事故率才开始下降，到1987年，降至42%，现在，大约为20%。[23]

那么20世纪80年代究竟发生了什么？技术和培训进步当然功不可没，而另一个被普遍认为最具影响的因素是，高度逼真的计算机飞行模拟程序。这个模拟程序几乎能够非常精确地实时模拟飞机如何对飞行员的反应做出应对。同样也是这一时期，市场上开始出现第一个消费级的模拟程序，最早应用于第二代苹果电脑，后应用于IBM个人电脑。

模拟飞行并非20世纪80年代的全新尝试，早在20世纪20年代左右它就已经出现了，并且在第二次世界大战期间得到了广泛应用。在那之前，也有比较简陋的固定式飞行模拟器，但其主要用途是在飞行员完成飞机基本操作过程中，帮助其培养方向感和建立信心。20世纪80年代，飞

行员利用模拟飞行器体验了各种可能出现的情况、故障以及自身反应导致的直接后果。

现在，假设我们再次置身于命途多舛的法航447号航班的驾驶舱内，如果时间可以停滞，让飞行员对当时的情况进行成千上万次的模拟演练，你认为最终出现积极结果的概率会不会大幅提升？这正是机载人工智能所能做的，它不仅十分了解本次航班，而且对类似环境设定下的所有航班都很了解，这不正是我们在第三章中所说的时间膨胀吗？

但这种人机之间的理想合作有一个致命的缺陷，即上文提到的飞行员对计算机发出的失速提醒置若罔闻。实际上，根据从飞机黑匣子中找到的驾驶舱录音记录，飞行员对75次失速提醒未做出任何口头回应。我们认为，人工智能和自动装置唯一也是最大的障碍正在于此，即人们并不把技术当作合作伙伴。

假如其中一个飞行员喊了75遍失速报警，你觉得他会引起注意吗？主要问题在于，人们习惯了把技术看作与人类相去甚远的事物，同时还无情地避免技术人格化。当计算机还只是个很厉害的计算器时，这样做可能还说得通。但现在，随着人工智能的发展，计算机和设备已经能做出复杂的决定，这些决定就算不比人类好，至少也不比人类差。在这样的情况下还坚持原有的态度对我们非常不利。

这又回到了之前的话题——在某些领域拥有丰富经验的狭义的人工智能。在这种情况下，我们与计算机的对话必须跟人类彼此的对话相当，这里不对该话题做进一步的展开论述。如果驾驶舱失速报警说：“皮埃尔-塞德里克（Pierre-Cédric）（整个6分钟内主要负责机首上扬的副驾驶），你在无视我的警告，飞机正处于失速状态，且一直在下坠，请马上采取正确行动，让机首向下，或换我来控制，予以补救。”那结局将会如何？

读到上文这段话，对于人工智能呈现人类的行为、音调、行事风格的想法，多数人会嗤之以鼻，甚至感到有些吓人、诡异、不自然，认为那不是一台计算机该干的事。正是这种态度而非技术，削弱了人们与人

工智能的共生能力，因为人们不想让它跟人有一样的表现。这几乎与起诉特斯拉允许在启用自动紧急刹车的情况下全速驾驶所描述的情况一模一样。目前已经存在或很快就会出现这样的技术，在一定的参数设置内，人工智能可以比人类更快、更好地做出决定，但前提是人们允许这种事情发生。

一辆全速驶向拥挤的公交车站的自动驾驶汽车，无论它是有意还是无意，如果它有能力停下来，是否能成为允许其全速前进的理由，而依照职业标准或道德标准这是否可以被接受呢？我们不允许司机拆除和禁用安全气囊，因为在极少数情况下那是致命的。但在目前，即便在结果明显会更糟的情况下，我们依然允许驾驶员超控，其原因如下：第一，人们还不确定如何把法律责任从司机转移至自动驾驶汽车；第二，人们害怕技术做出比人类更好的决定。

如果法航447号航班配备了机载人工智能，可以获取这架飞机的基本信息，它就会知道32岁的皮埃尔-塞德里克是三个驾驶员中经验最少的。面对高危天气条件，法航447号航班前面的飞机已经指明了风暴周围的航向，空速管上的冰已经化了，这些为自动驾驶提供了充足的数据，其可以轻松驾驶飞机。

人类和机器的沟通从未面临如此困难的局面。过去，人类和机器的职责界限分明，谁来主导毫无疑问，两者之间从来没有竞争或冲突，因为基于判断来做决定的区域毫无重叠，做决定的往往是人类，机器只是单纯地提供信息，遵照指示。我们人类是最终的权威，因为人类拥有最终的认知优势，机器只是我们有形自我的扩展罢了。现在，它们是我们数字自我的扩展，我们的认知至多也只能与机器相当，在很多狭义层面上，机器的能力甚至远远超出人类的认知。

如果人类和机器共担责任的新模式让你感到吃惊，威胁到了你认为的人类专属的做决定的能力，我们建议你做好准备，因为人类与自动设备的合作将迎来一个更具颠覆性且不可避免的趋势——它们可以归自我所有，而现在这一切还只是开始。

未来的基石

现代社会、自由市场和资本主义的经济基石之一，是个人拥有不可剥夺的财产权。我们身处一个发达的社会，认为这一切都是理所当然的，很少会想到如果没有这种权利，生活该是什么样子。然而，在世界的某些地方，财产所有权要么是一个遥远的梦，要么被政府、军事政变或社会中部分流氓分子剥夺，只有在这种时候，你才会意识到它作为经济稳定、繁荣的基石是何等重要。这里并非空谈，我们中有一位（本书作者托马斯）就经历过政变和军事管制，没有什么比经历财产所有权在一夜之间被剥夺更能让人深刻认识到财产的极度重要性了。

这些和自动驾驶汽车以及数字自我有何关系？我们相信，在构建本书所描绘的未来的过程中，人类面临的最大挑战之一，就是数字自我的保护和所有权的问题。接下来我们要讨论有关创新的话题，将把所有权扩展到数字资本和设备层面，因为它们对21世纪经济的重要性不亚于中央银行之于19世纪和20世纪的经济。

秘鲁经济学家埃尔南多·德·索托（Hernando de Soto）对财产权有过大量论述。他认为，财产权是发达经济体经济发展和繁荣的基础前提。然而，我们在此冒昧地把德·索托的假设扩展一下，稍作修改，让它不仅涵盖有形财产的所有权，还包含人类思想和数字自我的所有权。想要培养开放、合作式的创新，人们需要从根本上改变对所有权的思考方式，尤其是处在一个思想、知识产权、资金以及商品流通如此自由，数字行为的获得如此轻而易举的世界中。

第八章将再次讨论所有权和数字自我的保护问题。现阶段我们试着扩展上述假设，财产权不仅包括不动产，还包括创造性的作品和知识产权，最终会指向一个非常有意思的问题——谁将拥有人工智能的产品或作品？谁拥有数字自我？

回想一下航空业的例子。显然，每一位对那生死攸关的6分钟有所耳闻的飞行员，以后但凡听到失速警告，必然会联想到法航447事件，因此分享和学习那次事件的教训十分重要。这也是为何这一事件并非法航的私有财产。将之视为某一航班的知识产权不仅不合常理，而且有悖职业道德。但如果将其换作人工智能在做出决定时所用的知识库呢？

空中客车（Airbus）是否应该与波音分享其人工智能算法和决定？美国航空公司和美国联合航空公司是否应该彼此分享？特斯拉和通用汽车这些直接的竞争对手之间，是否应该彼此分享其人工智能研究的成果？一家拥有人工智能、可以给社会带来更大福利的公司，是否必须要把自己的人工智能研究成果授权给其竞争对手？

就目前而言，美国的版权法的确提供了一些基本法则供我们参考：

> 503.03（a）由非人类作者创作的作品。
>
> 符合版权申请登记的作品须由人类作者创作，通过机械过程或任意筛选诞生的、无人类作者参与的作品不满足版权申请登记条件。

该规定可能对出版作品有所帮助，但人工智能做决定的过程及其所用的数据可能永远无法发布，只能存在于人工智能内部。所以，问题还是没有解决，谁将拥有人工智能某一具体应用领域的知识库？

未来，随着创造毫无争议的数字记录方面能力的发展，所有权的定义会发生重大变化，所有权将可能属于任何实体，包括人类、设备、机器人或人工智能。

这听起来可能无异于天方夜谭，但明显已经有一个先例了——法人。法人很显然不是人，但1886年，美国法庭做了一个具有里程碑意义的决定，将法人视为法律意义上的“自然人”。法人如果触犯法律也要承担责任。我们认为它们也拥有市民和人格化的义务，甚至还有价值。然而

，公司的股东是受保护的，免于承担法律责任和诉讼，也就是所谓的“公司面纱”（corporateveil），将公司实体与公司所有人的法定责任区分开来。[24]

法人作为一个独立的法定实体存在，其目的十分明显，把股东的责任限制在其投资额度内，为他们面临的不利局面设定上限，同时也为有利的一面保留了无限空间。如果在2000年夏天你以90美元的价格购买了安然公司的股份，到2001年11月，你已经损失了98%的投资。但你绝对不会跟安然的高管一样，落得锒铛入狱的下场。直白地说，如果你做了违法的事情，公司面纱也保护不了你；但如果你仅拥有某公司的股份，该公司的任何不当行为都不会导致你获罪。

那么，同样的思维和权利为什么不能应用于数字实体呢？难道从法律层面看，自动驾驶汽车不能成为“自然人”？如果那会让你感觉不自在，可能是因为人们相信，自动驾驶汽车或智能数字实体其实都可以做决定，公司却不能；只有运营公司的人才能做决定。其实也并不尽然，假设你买了一个复杂的产品，倘若产品有瑕疵且可能会对你造成很大的伤害，但由于其复杂性几乎不可能把问题归咎于任何一个人。例如，福特汽车公司的供应链包含12 100家公司，分布于60多个不同的国家，生产超过130 000种配件（这些还只是汽车配件，不包括福特自身运营所需要的部件、供应及服务）。在很多情况下，确定到底是谁的错非但不容易，而且不切实际。所以归根结底，是公司需要对错误负法律责任，对造成的任何财务损失或人身伤害给予赔偿。

如何把这种责任和义务转移给自动驾驶汽车或智能设备呢？它们不能拥有任何东西，不能给自己上保险，也无法承担法定责任。最近开发的一项技术或许能帮我们找到答案。有了这项技术提供的机制，所有拥有数字孪生体或数字自我的事物面临的上述问题都会迎刃而解，这项技术就是区块链。

信任的基石

这个话题如果让你有些走神，我们并不意外，因为这正是大多数人对区块链的反应。由于听起来太偏技术用语，他们往往低估了其影响。毕竟，如果区块链真的很重要，其价值应该很容易被理解。曾几何时，人们对互联网也有同样的看法。解释区块链最大的挑战在于，从用户的角度看，它本身是隐形的技术。就像人们看不到用于存储计算机应用信息的数据库一样，我们也无法看到区块链。但是，其在塑造未来数字资本和实体资本所有权方面的潜力已经开始显现。

说到区块链，通常会提及比特币和数字虚拟货币（我们将在第八章进一步讨论这些话题），因为区块链和虚拟货币与如何保护数字自我有一种非常具体却出人意料的关联，但长时间以来，虚拟货币只是区块链的一个应用。眼下，我们要先看看区块链对数字资本所有权这一根本挑战的影响。

区块链是一个数字文件，用于记录用户在某一区块的公共密钥和交易。只有拥有相应个人密钥的人才能获得区块，公共密钥和个人密钥都是加密代码，用以区分一段数据的所有人。区块可以记录任何数字资本或某一特定实体资本的链接。区块以节点的形式存储在一个广泛的计算机网络中，称为P2P（点对点）局域网。P2P局域网的优点在于，它是高度分散的，遍布于成千上万甚至数百万的计算机。这就提供了备份，具备人们常说的“自我纠正”或“自我愈合”能力，意味着网络中即便存在一个或少数节点的错误或硬件故障，其他区块链中存储的数据的完整性也不会受到影响。

区块链的完整性也在于其特殊的记录数据加密方式——哈希算法（hashing algorithm）。这意味着，区块链所引用的任何信息绝不会无缘无故发生改变，一旦有变化马上就会显示出来。对于区块链机制的话题

还可以深入探讨，但那不是本书的目的。不过我们必须要说明一下对哈希算法的基本理解，以便你们对幕后情况有一定的了解。

区块链中会用到一种算法，叫作SHA-256（安全哈希算法-256）。是说无论使用哪种来源的文件或交易，都可以用一种独特的、有固定长度的字母数字字符串来表示，实际应用中是这样的：以这本书的名字为例，《隐藏的行为：塑造未来的7种无形力量》如果用哈希算法的话，就变成了“9be39603a405eabbe8aaaec8f2cf086e”。

这个独特的字符串就是用于识别书名的散列。为了向大家展示它有多独特，假如我仅在冒号后加一个空格，《隐藏的行为：塑造未来的7种无形力量》，散列计算的结果就变成了“c98fd53e159c5be029dbb1c01411c489”。

你会注意到，两个结果相去甚远。实际上，无论用哈希算法计算的文本有多长，哪怕长到是这整本书，还是会用同样数量的字符来创造一个独特的散列，比如，如果我把本段第一句话按照这个原则进行散列计算，得到的结果是“5e6c32cd3f97e37ab098de0207c433f9”。

哈希算法并非加密，而是单向行为，意味着你不能通过倒推得出创造字符串的文本，然而，哪怕我仅仅改变本书中一个简单的标点符号，其哈希值可能就会截然不同。

这个技术非常酷炫，但相比之下，区块链的作用比它本身的作用原理更重要。区块链能为你可能在其中占比的事物的所有权、出处及规则，提供确定无疑、牢不可破的数字记录。这一毋庸置疑的所属关系链，就是讨论区块链时人们通常会说到的合同，即由区块链支持的进行交易的合同。

简单说来，假设你在网上做交易——比如你要买一个产品，通常情况下，这一宗交易会被存储在云端服务器中某一数据库里，可能会有备份，但还是有一个主要的存储空间，这种集中式方法的风险就在于，如果你的交易记录被篡改，或因为种种原因被修改，导致其被破坏或是不

可用了，你就失去了这宗交易发生过的证明。而区块链是在分布广泛的计算机网络上存储交易的，只有在整个网络都认可的情况下，交易才是有效的。[25]

利用多种不可思议的计算机密集型算法，为一个数字交易创造一个独特的身份，然后在这一分配的网络（也叫分布式账本）中存储相应的信息，这一交易适用于所有不可变的意图和目的。因为整个区块链存储在网络中的每一个节点上，公众区块链需要付费。对那些量小的应用，比如数量级在千以内或万以内的交易来说，这是行得通的。当涉及上百万的交易时，可以用企业级的区块链框架，比如微软的Coco（企业级开源区块链基础平台）[26]。

使用区块链主要有两大益处，一个很明显，另一个则不然，而正是那个不怎么明显的益处为区块链带来了最好的前景。

第一个益处是你会拥有一个虚拟防弹地窖，可以在其中存储任何交易或跟交易相关的数字信息，包括数字孪生体的实体项。第二个益处是区块链消除了中间机构，交易可以在完全不相关的两方之间进行，两方除了对交易的完整性十分信任外，也许对彼此一无所知。因此，对彼此一无所知的各方才能对有价值的东西有拥有权，无须集中管控。要想真正理解最后一句论述的颠覆意义，想想纽约金融交易所，不再需要交易所、经纪人或证券交易人；无须财政部、中央银行授权的货币；无须银行家的抵押贷款。这些场景听起来可能荒唐不已，但我们在第八章会介绍，这一切其实正在上演。

注意，我们说的是所有权占比，而不仅仅是所有权。区块链大大改变了我们对所有权的认识，把焦点从隐匿、秘藏、保护的观念，转向了披露、分享、传播的概念。不妨想象一下，在写作本书的过程中，每一个脚注、参考、有据可循的引用、案例都是区块链中的一个合同，从概念层面看，这意味着每次有人买这本书，书中引用的所有个人和实体都理应成为该过程的一个构成部分。

这样做能让经济价值流在最精细的层面上实现民主化，如果你持有一千个价值创造实体的股份，你可以从每一个实体中获得潜在的收入。你的雇主现在也变成了区块链，只不过这个区块链不像公司那样是实体，而是一个可以建立信任和交易、产生尽可能少的摩擦力的算法。

关于把这种转变推向更多合作领域的话题已经持续一段时间了，在音乐领域已经采用了类似的机制，艺术家可以根据其对某一作品做出贡献的大小分享版税。不错，在这种情况下，合同是人为制定并授权的，存储在实体或电子文件夹中。

与此同时，更加良好的协同合作趋势将更为普遍。不妨想想，如图4.1所示，在20世纪上半叶（1901—1949年），70%的诺贝尔物理学奖、诺贝尔化学奖和诺贝尔生理学或医学奖都授予了个人，在20世纪下半叶（1950—1999年），这个比例反转了，66%的奖项授予了团体（多人）。在21世纪前17年，这些诺贝尔奖的88%授予了团体。[27] 此外，德尔福集团（Delphi Group）做了一项面向600人的研究，其中20%的参与者表示，专利毫无用处；74%的人表示，需要对当前的专利系统进行彻底整改。

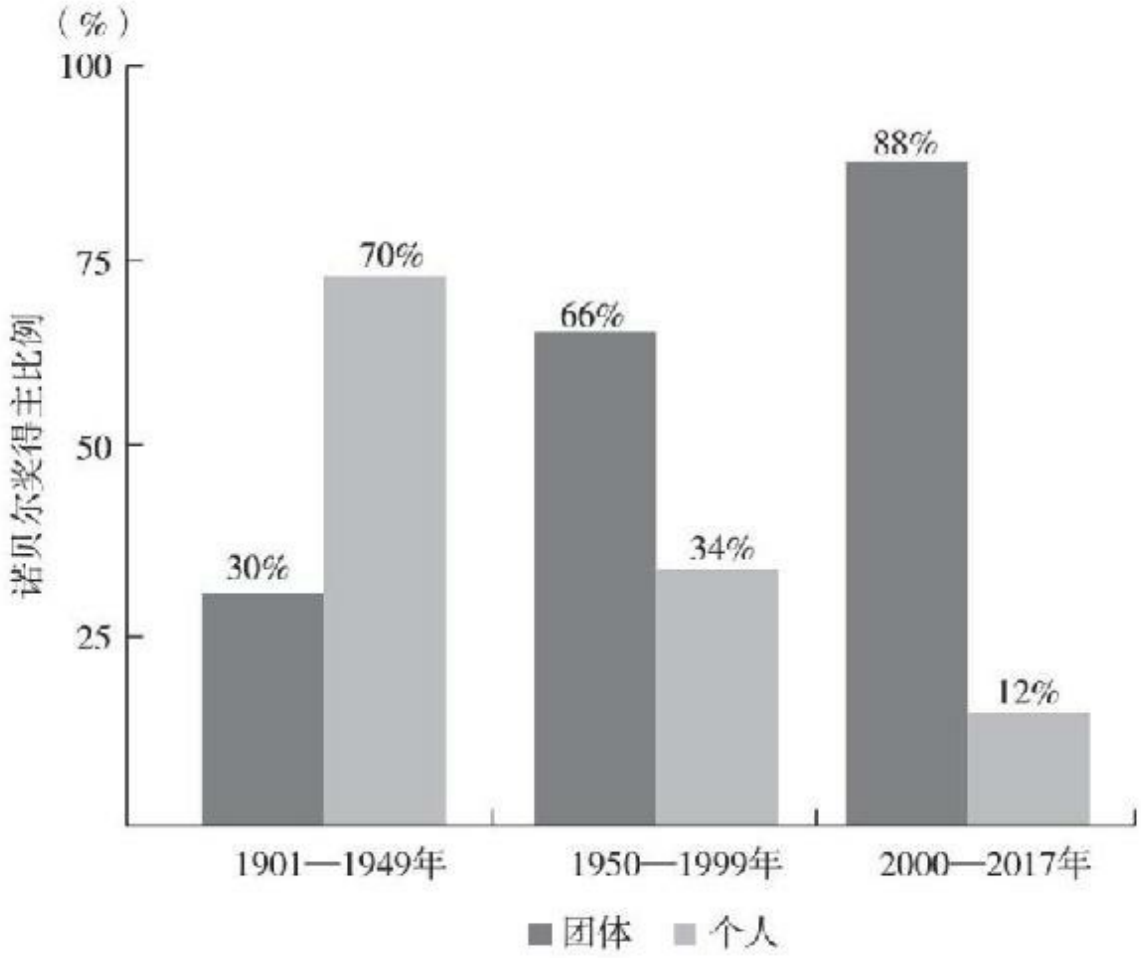


图4.1 诺贝尔奖（物理学/化学/生理学或医学）得主比例：团体、个人

图4.1说明：相较于个人，授予团体的诺贝尔奖数量稳步上升，从1901—1949年的30%上升到2000—2017年的88%。

通过推动无摩擦力合作，区块链很有可能像20世纪的专利法一样，加快21世纪的创新。但在某种程度上，既能让贡献了好主意的个体（人或机器）保护自己的权益，同时也让这些想法更加透明，以便以一种过去难以想象的速度和规模相互促进、共同发展。

此外，关于前面讨论的专利和版权仅授予人类作者创作的产品，无疑给专利和版权所有权问题增添了许多障碍。但这个障碍不会永远存在，就连越来越多的专利律师也认为，不能再继续现状了。专利律师瑞安·阿博特（Ryan Abbott）在《波士顿学院法律评论》（*Boston College La*

w Review）上发表了一篇文章，他认为：

> 创新革命近在眼前。几十年来，人工智能一直在推出创新产品，如今呈指数型持续增长的计算能力正把创意机器从新玩意儿变成经济发展的主要驱动力。计算机即将取代人类发明家，成为新发明的主要来源，这种创新的新气象指日可待。

计算机已经开始创造艺术作品、制作原创音乐，甚至开始发明产品了。一台运用双神经网络的计算机——“创意机器”——发明了欧乐-B（Oral-B）交叉刷头硬毛牙刷。然而，该样品的所有权并不属于这台机器，而是属于设备的发明人——计算机科学家史蒂芬·塞勒（Stephen Thaler）博士。[28]

为什么人们愿意授予非人类的人工智能实体所有权呢？像公司能够拥有资产一样，它能够创造价值、缔结合约、接受义务、进行投保，并允许价值流在其他个人和非人类实体之间流动，优化资源的使用。实际上，人类要顺利把人口规模增加到100亿，效率的提高是必不可少的，而我们认为区块链可以最大限度地提高效率。

广泛分布式的未来

我们以优步为例，来把所有权和效率的概念解释得更加通俗易懂。今天优步依靠车主为客户提供共享乘车体验，这种模式的工作原理在于，对很多车主来说，他们车辆的平均利用率只有5% [29] ，存在着巨大未开发的潜在价值和资源浪费。而优步模式的伟大之处正在于此，它既撬动了潜在资产和人员，又满足了现代城市生态系统的基本需求：无摩擦力运行。现在我们要把区块链和自动驾驶汽车用于这种模式。

多数人试图把优步模式改用到自动驾驶汽车上，很自然的倾向是想象优步大量购买机器汽车，但其实那只是延续了工业时代的所有权模式。可以想见，一排排看起来一模一样的优步汽车，让我们又回到了“不管什么颜色的车，只要是黑色就行”的时代。从资源利用的角度来说，这当然更高效了，因为汽车不再是95%的时间一直闲置在车库中或停车场了。但我们还需要一个有雇员、管理层、办公室和设施的公司才能构成这个模式。此外，竞争的环境也需要有一定的限制，因为需要大量的初始投资才能有效与优步的规模抗衡。

相反，倘若自动驾驶汽车是非人类的合法实体，很多人都持有其股份，就像公共法人一样有很多所有人，是否可行？我们需要想想这为何行不通。我们猜你能列出的原因应该包括：私家车因为无法实现规模经济，所以算是更为昂贵的资本；自动驾驶汽车无法自行检修；如果驾驶员不高兴了，不知道该去投诉谁。当一辆车不能再使用时，它会面临什么样的命运？如果汽车卷入了车祸，该怪谁？

有了区块链，以上种种担忧就不是问题了：它让汽车彼此配合，结合购买力、影响力、规模经济；让其他人类或非人类实体（比如汽车修理铺）可以进行自助服务交易。当自动驾驶汽车的服务价值低于盈利的

临界值时，它甚至可以售卖自己的零件，并把收益分给其所有人。而且跟人类一样，它也可以有保险和基金，出现故障或需要承担法定责任时，可用于偿付相关费用。

根据某种自动驾驶汽车的盈利情况，你可以根据车辆的最佳表现，把你的股份从一辆车转到另一辆车。大量汽车合力创造属于它们自己的自动驾驶汽车公司，建立备份以便为所有者提高边际利润和回报，它们甚至能建立自己的品牌形象。

至此你会开始看到，区块链是多么激进、颠覆的一股力量。简言之，它就是社会和经济变革的构成元素。

如果把区块链的所有技术行业术语一一剔除，剩下的就是基于本书开篇所述的简单概念的商业运行新方法。每一个人、每一件产品、每一个组织以及设备都不仅存在于真实世界中，同时还存在于数字世界中。在真实世界中可能要遵循物理定律，摩擦力是每一种运动和行为的必然组成部分。然而在数字世界中，却没有摩擦力。这就为无摩擦力交易的新时代打开了大门，这也正是我们揭示隐藏的行为这一征程的下一站。

---

[1] 特斯拉自此已经修改了变道设计，更流畅，少“担忧”。

[2] 1英尺≈0.31米。

[3] “Trends in Consumer Mobility Report,” *Bank of America* , 2015,accessed October 2, 2017, http://newsroom.bankofamerica.com/files/doc_library/additional/2015_BAC_Trends_in_Consumer_Mobility_Report.pdf.

[4] 1英寸≈2.54厘米。

[5] Geoffrey Mohan, “Is Playing ‘Space Invaders’ a Milestone in Artificial Intelligence?” *Los Angeles Times* , February 25, 2015,http://www.latimes.com/science/sciencenow/la-sci-sn-computerlearning-space-invaders-20150224-story.html.

[6] “2016 Production Statistics,” International Organization of Motor Vehicle Manufacturers website, accessed October 2, 2017, http://www.oica.net/category/production-statistics/.

[7] 1亿辆汽车，平均长度为10英尺／每英里合5 280英尺／赤道长度为24 000英里，则结果为7.89。

[8] “Achievements In Road Safety,” *International Organization of Motor Vehicle Manufacturers* ,

accessed October 2, 2017, http://www.oica.net/category/safety/global-safety/.

[9] Daniel Tencer, “Number Of Cars Worldwide Surpasses 1 Billion;Can The World Handle This Many Wheels?” *Huffington Post* ,August 23, 2011, http://www.huffingtonpost.ca/2011/08/23/carpopulation_n_934291.html.

[10] “Senior Driving.AAA,” American Automobile Association website,accessed October 2, 2017 , http://seniordriving.aaa.com/resourcesfamily-friends/conversations-about-driving/facts-research/.

[11] Zachary Shahan, “NASA Says: Automobiles Largest Net Climate Change Culprit,” *Clean Technica* , February 23, 2010, https://cleantechnica.com/2010/02/23/nasa-says-automobiles-largestclimate-change-culprit/.

[12] Executive Office of the President National Science and Technology Council Committee on Technology, *Preparing for the Future of Artificial Intelligence* , October 2016, https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/whitehouse_files/microsites/ostp/NSTC/preparing_for_the_future_of_ai.pdf.

[13] Cari Romm, “Americans Are More Afraid of Robots Than Death,” *The Atlantic* , October 16, 2015, https://www.theatlantic.com/technology/archive/2015/10/americans-are-more-afraid-ofrobots-than-death/410929/.

[14] Son, Khansari, Shastrula, Jarrahi, and Tomko v. Tesla, Inc., 8:16-cv-02282-JVS-KES (US District Court for the Central District of California 2016), https://assets.documentcloud.org/documents/3534570/Teslaamendedcomplaint.pdf.

[15] 我们说这一索赔很费解，并不是在评判或暗示关于此诉讼的任何是非曲直，而仅仅是指出自动驾驶汽车带来了各种与法律及道德相关的挑战。

[16] John Paul, “Cars Crashing Into Buildings,” WHIOTV, November 4, 2014, http://www.whio.com/news/cars-crashing-intobuildings/2P23WGXgsGJzfoLavPj2HL/.

[17] John Markoff, “Planes Without Pilots,” *New York Times* , April 6, 2015,https://www.nytimes.com/2015/04/07/science/planeswithout-pilots.html?mcubz=0.

[18] “Flight Response,” *The Economist* , September 15, 2016, https://www.economist.com/news/science-and-technology/21707187artificially-intelligent-autopilot-learns-example-flight-response.

[19] Jeff Wise, “What Really Happened Aboard Air France 447,” *Popular Mechanics* , December 6, 2011, http://www.popularmechanics.com/flight/a3115/what-really-happenedaboard-air-france-447-6611877/.

[20] J. C. R. Licklider, “Man-Computer Symbiosis,” *IRE Transactions on Human Factors in Electronics* HFE-1 (March 1960): 4–11,https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwihiKLEqrHWAhXGx YMKHYiyAkgQFgguMAE&url=http spercent3Apercent2Fpercent 2Fgroups.csail.mit.edupercent2Fmedgpercent2Fpeoplepercent2Fp szpercent2FLicklider.html&usg=AFQjCNFN2LDXZsoeh7FyWL LuAY8gqMyRqg.

[21] Garreau, Joel (2006). *Radical Evolution: The Promise and Peril of Enhancing Our Minds, Our Bodies — and What It Means to be Human* . Broadway. p. 22.

[22] “Advanced Monty Hall,” interactivate website, accessed October 2, 2017, http://www.shodor.org/interactivate/activities/AdvancedMontyHall/.

[23] Susan P. Baker et al., “Pilot Error in Air Carrier Mishaps:Longitudinal Trends Among 558 Reports, 1983–2002,” *Aviation ,Space , and Environmental Medicine* 79, no. 1 (2008): 2–6, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2664988/.

[24] 谈谈一位董事错得离谱的行为。

[25] 准确地说，必须获得50%的节点认可。

[26] Mark Russinovich, “Announcing the Coco Framework for Enterprise Blockchain Networks,” Microsoft Azure, August 10, 2017, https://azure.microsoft.com/en-us/blog/announcingmicrosoft-s-coco-framework-for-enterprise-Blockchainnetworks/.

[27] “The Official Site of the Nobel Prize,”accessed October 2, 2017 https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/lists/all.

[28] Tina Hesman, “The Machine That Invents,” *St. Louis Post-Dispatch* ,January 25, 2004, http://sl4.org/archive/0402/7882.html.

[29] David Z. Morris, “Today’s Cars Are Parked 95 Percent of the Time,” *Fortune* , March 13, 2016, http://fortune.com/2016/03/13/cars-parked-95-percent-of-time/.

第五章

摩擦和工业时代的终结：行为如何重塑企业

“毁灭机械的不是运转，而是摩擦。”

——亨利·沃德·比彻（Henry Ward Beecher）

大规模生产和通用零部件并非亨利·福特（Henry Ford）所创，这两项发明要比福特T型车（俗称Tin Lizzie）的发明早100多年。就连流水线也不是福特的发明，兰塞姆·E.奥尔兹（Ransom E.Olds）和凯迪拉克汽车公司在他之前已经开始使用复杂的通用零部件和流水线制造工艺。

福特的创新其实极其简单，因此在许多历史书籍中并无记载。福特面对复杂的汽车装配问题，就像工程师碰到了结构复杂的机器，两者在本质上都是由成千上万灵活的构件组成的，于是他开始着手减小导致机器工作效率下降的阻力：摩擦力。

福特曾去底特律的肉类加工厂参观，看到高架输送器把要加工的肉传送到工人面前，而他工厂里的流水线也是同样的工作原理——“活儿来找工人”，而不是“工人去找活儿”。福特进一步完善了其流水线，把摩擦力降到了最小。他发现通过控制流水线的速度，能够得到既保证质量又能避免错误的最佳速率，从而控制工人的产量。

作家E. L.多克特罗（E. L. Doctorow）这样描述福特：“他想到了把汽车装配流程细化为最简单的步骤，再傻的人都能胜任这样的工作……如此一来，工人的脑力负担就减轻了。安插销的人不用负责装螺母。”

这些在今天看来已经过时了的原则，却让福特发展了工业化制造理论的终极主张，即不仅最终产品的构成件是通用的，就连制造产品的工人（不论男女）都成了可互换的通用件。[1] 福特获得了巨大的成功。他从1913年春天开始实施工厂流水线。流水线上生产的第一个部件是磁电机线圈总成。在此之前，磁电机线圈的装配从头到尾都由同一个工人完成，用时20分钟。一个熟练工人每天能够完成35~40个线圈的装配工作。福特把该装配工艺细分为29个具体的步骤，每个工人只负责完成其中一个步骤，这样一来，制造一个磁电机线圈的时间缩短为13分钟。[2]

福特随后将流水线的理念应用到了发动机和发射器的装配上。第一条移动流水线于1914年安装完毕。此前，装配一辆汽车需要花一个工人

728个工时（43 680分钟），而采用新系统后，安装一辆福特T型汽车仅需93分钟。[3]

福特的流水线系统成效显著。在福特胭脂河工厂（River Rouge factory）内，车门内板环节的工人对于如何将车门安装到汽车底盘上一无所知，那是负责“下一个流水线环节”的工人的工作。

紧随福特早期的创新，弗雷德里克·温斯洛·泰勒（Frederick Winslow Taylor）很快制定了一套科学的工业操作管理原则，试图实现工人与工作之间近乎完美的配合。很快，关于“时间-动作研究”（time-motion study）的科学诞生了，雇主们开始给员工拍摄各种各样的动作分解照片，以便了解钉一颗钉子到底需要锤几下，用扳手把一个小部件的两部分拧在一起需要拧几下。这样做的目的就是实现效率最大化，摩擦力最小化，不浪费一分一秒，一个动作。

为什么要在一本讲述21世纪工业革命的书里重述福特的发展历程？因为20世纪几乎所有的组织和机构采用的均是工厂模式，必然有其存在的必要性，而这一点很容易被人们遗忘。工厂模式能高效利用人力资源，对产品质量进行标准化控制，还能降低生产成本，这些都是其获得成功的重要因素，但工厂自动化模式的盛行还有一个更为重要的原因。

20世纪最严峻的挑战是，要建立一个能够实现大规模生产的工业中心，从而满足发达国家迅速膨胀的人口需求。20—21世纪，世界人口迅速增长，新增人口数量比历史人口数量的三倍还多——在短短100年的时间里，世界人口从15亿增长至61亿。[4]

在全球市场以前所未有的速度高速增长的背景下，唯有通过只生产黑色汽车这种千篇一律的模式，才能达到满足世界人口所需产品和服务的规模。然而，定制化是工匠精神的标志，是无法实现规模化的。因为世上的工匠并不多，人们也培养不出足够多的工匠，这正是导致19世纪末至20世纪初多数权威人士对下一个世纪存在误解的原因。

传闻梅赛德斯推测，无论何时，汽车的需求量最多不超过培养出的

司机人数。这在今天看来或许有些可笑，但放在当时却不难理解。如果我们今天要推测未来的汽车需求量，你是不是也会把16 ~ 18岁的准司机作为一个衡量标准？然而这就像自我安慰一样荒诞不经。现代计算机之父们也有过类似的推测。1943年，IBM公司总裁托马斯·沃森（Thomas Watson）曾说：“我认为全球市场对计算机的需求量不过五台。”数字设备公司（Digital Equipment Corporation）是20世纪七八十年代最著名的计算机公司之一，其创始人肯·奥尔森（Ken Olsen）在1977年也曾说：“人们没有买家用电脑的理由。”

工业时代模式的问题在于，增长已经开始逼近极限。倒不是存在什么根本性的问题，工厂仍需要提升效率和生产力。虽然近50年来人口增长速率有所下降（见图5.1），但随着发展中国家越加频繁地参与全球经济，我们的生产能力和规模也必须随之提升。工业模式面临的挑战在于，人们不能一直凭借经验来提升规模。

工业模式对人们的世界观有深刻的影响，以至于人们无法超越工业模式的思维，无法想象当世界从全球化过渡到个性化时，将会出现多大的变化。这种转变并不意味着人们无须再继续提升产品和服务的规模，而是要重新定义规模，把规模化生产变为“规模化创新”。后者需要的就是大规模实现超个性化的能力，以及从现有商业模式转向行为化模式。

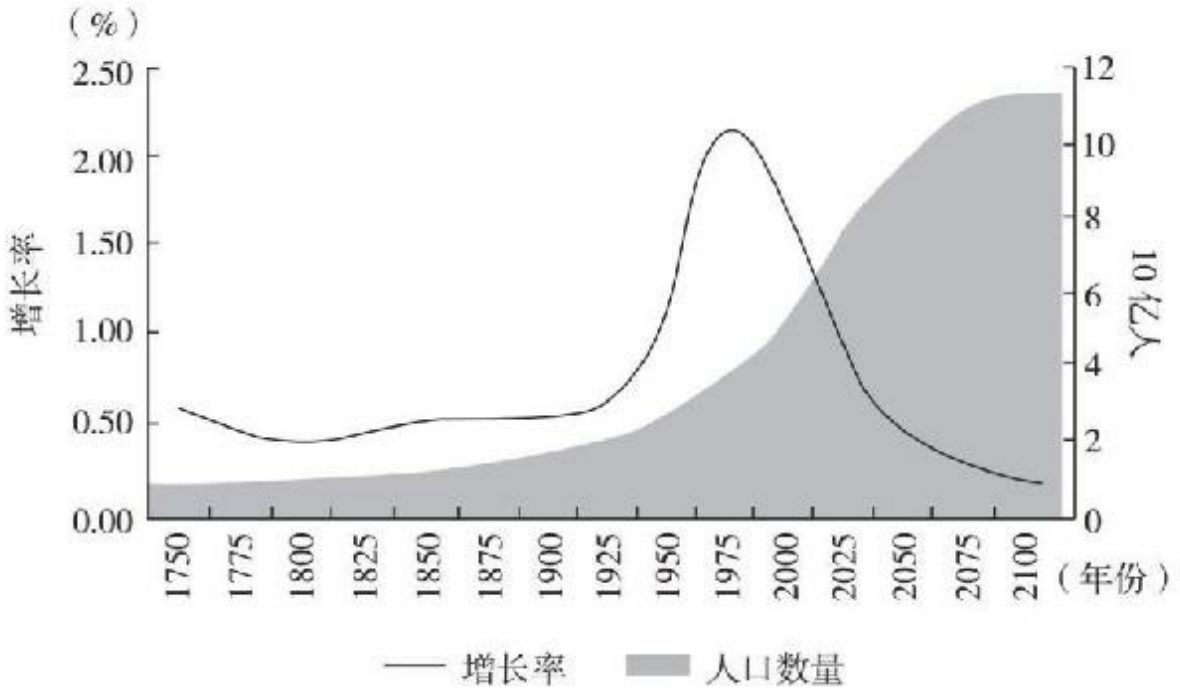


图5.1 1750—2100年全球人口及增长率 [5]

图5.1说明：截至20世纪70年代末，世界人口的年增长率达到峰值——21%，随后稳步下滑，预计全球人口将在21世纪初达到峰值，约为110亿~120亿人。按照目前的预计，全球最大的承载能力大约就在这个区间。但这个区间是基于工业时代模式下对能源、自然资源的使用，以及环境、医疗、卫生等条件得出的。据联合国预测，到2100年世界人口上限将达到170亿。

“大规模超个性化”是指在规模化制造和销售产品的同时，让个体拥有超个性化的体验。不过要大规模提升个性化有一个重要的前提，那就是所有企业必须共享一个数字生态圈，这是共享的根基。

数字生态圈

商业生态圈并非新概念。任何需要合作伙伴、供应商，或在产品设计、开发及传播过程中存在共同利益合作网络的行业，都必须建立一套能够实现行业参与者共同协作的规则和机制。但这些生态圈的问题在于，它们是自然形成的且彼此间缺乏关联，没有经过特别的设计。

最典型的一个例子就是汽车。以目前的生产速度和需求量，预计到2050年，全球的汽车数量将突破200亿辆，达到250亿辆。到那时，限制发展步伐的将不再是工厂，因为要实现这个产量规模并不难。真正的阻力是汽车会给城市交通、能耗、安全以及环境等造成的影响。

在探讨数字生态圈模式的益处时，汽车是一个非常有意思的例子。汽车作为更大的实体和数字生态圈的组成部分，自身并未与局部环境发生任何有意义的交流。如果让你回想一下，到目前为止，哪次科技进步给驾驶体验带来的变革最大，答案无疑是引入实时GPS，让汽车与其所在的生态圈大环境实现智能关联。

但为何要止步于此？我们生活的世界，尤其是城市，很大程度上是围绕交通系统建设的。公路、路口、交通信号灯、环岛（对波士顿的读者来说是环形交叉路）、购物、餐饮，这些都是自然形成的生态圈的组成部分，这个生态圈结构松散且缺乏关联。然而，城市及交通生态系统的每个组成部分都会产生摩擦力，这些摩擦力将影响每个人的体验。那么，如果消除这些摩擦力会怎么样？

一旦消除所有的摩擦力，整个行业甚至整个生态圈将面临惊人的变化。我们来回顾一下优步的例子。优步改变的不仅是人们在城市中的交通出行方式，而是真正地让城市发生改变、实现转型。优步通过其应用程序收集了大量实时行为数据点，因此能够对城市层面的行为有所了解

。

掌握了人们的数字行为、出行需求、消费情况、生活方式、购物及就餐的时间和地点，以及人们使用优步的20亿次乘车记录等信息，优步得以了解数字自我的行为如何促进整个生态圈及其参与者效率的提升。如今它建立了一个名为“运动”（Movement）的数据平台，先对驾驶员的行为习惯进行匿名处理，然后把数据提供给城市规划者。这只是一个很小的进步，未来这些数据还将成为整个城市信息网络的组成部分，为创造个性化的个人交通出行体验，以及最大限度减少对交通拥堵、能耗、车流量及安全等的整体影响提供智能支持。[6]

这就是我们探讨的开放式数字生态圈（见图5.2），在这个系统里各式各样的智能设备、基础设施和数字自我会相互交流，目的是最大限度地提高生态圈的整体效率，优化个人的超个性化体验。

简言之，数字生态圈由一系列组合有序、持续沟通的设备，通过数字化方式将企业和消费者相互关联构成。数字生态圈有四重价值：



图5.2 数字生态圈

图5.2说明：可以用两个基本维度来定义数字生态圈，其一是在整合设备和技术方面的开放程度，其二是各类参与者的组织有序程度。图5.2展示了在数字生态圈模式下，四种基本的交通生态系统。最富于变化、高效、成规模的生态系统，对各种技术和设备高度开放，且拥有一个组织有序的参与者群体。

1. 减少了参与者彼此间的摩擦力。

2. 凭借生态圈内收集的行为数据，为客户带来超个性化体验。

3. 实现行为数据网络的透明化，预测服务市场并随之发展变化。

4. 根据各组成部分之间不断地智能沟通与彼此了解，生态圈能够不断学习和演变。

上述第三和第四重价值，是数字生态圈最重要的价值，也是它与不能观察、学习、决策，自然形成的生态圈的关键区分点。这听起来似乎有点牵强，但本章后续内容将举例说明，这一切究竟是如何实现的。

数字生态圈最终将赋予人们一个新选择，替代扩大商业规模所需的传统工业时代价值链，但前提是连接到数字生态圈的平台上。以苹果应用商店为例，如果能有效利用这个平台，你就能获得巨大的价值，这个价值不仅来自销售应用程序本身，还有无数便于消费者操作的应用内购买服务。尽管这是一个封闭编排的生态圈——苹果控制着进入该生态圈的应用程序，但不可否认这仍是一个非常有效的生态圈。

数字生态圈的业务模式之于行为商业，就如同无线电通信之于全球化。二者的共同点在于都创造了一个通用的基础平台，让人们能去创造价值，进行差异化竞争。

二者的差别在于，数字生态圈的交流并不流于表层，它对透明度和信任度都有较高的要求，直接影响企业如何打造产品、服务和客户体验，甚至围绕客户体验重塑自身。具体就本书的主题而言，也就是如何满足每位客户的个性化需求。因此，数字自我的概念作为连接实体和数字的桥梁，对实现数字生态圈中的众多实体之间的交流至关重要。

数字生态圈是行为商业模式的重要组成部分，其背后的根本原则在于，每个个体都有商品化无法满足的个性化需求。换句话说，如果数字生态圈无法对客户行为给予反馈，那么观察剖析那些行为对企业而言毫无价值，对客户也毫无意义。

此外，就降低风险而言，数字生态圈的益处也显而易见。工业时代的商业模式要耗费大量精力管控风险，在这样的模式下很难确定单个交易的风险程度。因为风险并非个性化的，而是叠加的。应对这样的情况，唯一的选择就是通过所有交易来分散风险。

这里我们以汽车保险和假设的风险情形为例。假设目前你的车险取决于车辆价值、车库、年里程数，以及你的驾龄和驾驶事故记录。你每

年向X保险公司支付保费，而X公司会基于其所有客户的合计风险和保费，在保障其盈利的系数的基础上计算你的风险。这意味着即便是单就某类风险而论，部分人的风险仍会高于其他人。

那么，如果能根据每次出行选择路线的风险进行投保会是什么情况呢？如果能够根据道路状况、事故记录及车辆性能向驾驶员（或自动驾驶汽车的所有者）提供选择会如何？路线甲耗时20分钟、花费为5美元，而路线乙耗时25分钟、花费为2.5美元，路线丙耗时45分钟、花费为0.25美元。同时，存在较短的路线反而花费更多的情况，或者同样的路线，其花费因驾驶员而异的情况。这样就实现了因情况而异的超个性化风险。保险公司仍将通过风险认定来确保利润率目标的达成，但车辆所有者将能根据自己的要求来选择不同级别的服务。这样得到的就是一个共赢的结果，因为即便是一个高风险驾驶员也能选择较低风险的路线。但必须通过本章所述的数字生态圈，才能大规模实现这种景象。

事实上，评估风险最好在个人层面进行，然而工业时代模式注重的是规模化，没有实现个人风险评估的行为数据、能力和资源。

随着各行各业日趋复杂化，我们相信21世纪后期对经济增长的最大贡献之一，是通过超个性化商业模式下的全新零摩擦数字平台，成功实现各行各业的重建。

不过，数字生态圈有一个缺点。如果留意你就会发现，我们用了“重建”而非“逐步完善”或“重新设计”。那是因为各种迹象都表明，无论是从经济还是效率的角度考虑，重建的速度要远远超过重新设计。根本原因并不是缺乏创新的远见和抱负（正如第一章开篇所述），而是必须完成从工业经济时代的规模化业务模式，向能够响应市场个体消费者需求的模式过渡。这就像一座老房子，其根基、管道和电路系统都已经老化，屋顶简陋，木料腐朽，相比重建，翻新需要花费的时间和金钱投入更大。如今，许多勉强支撑这些老旧行业的系统可能都将难逃同样的命运。

一旦成功实现向数字生态圈的转型，各行各业将迎来一系列全新的

机会。数字生态圈不仅让行业摩擦力减小、创新增多，而且创造了机会，在产品生命周期内捕捉行为，从而打造出适合每一位客户的新服务。实现数字生态圈转型后，公司的潜在市场空间将被重新定义并得到极大拓展，同时还会简化和降低公司实现某一目标所需的投入，这个目标可能是以最快或（对你而言）最舒服的方式让你从A点到达B点，或是把一个城市的交通碳足迹降至最低。

生态圈的概念并不仅局限于汽车。例如耐克、乐高、飞利浦等公司，都是以简单的产品（耐克鞋履和服饰、乐高积木、飞利浦灯泡）为根基，创造出极其丰富的数字商业生态圈和层次复杂的数字平台。

这些例子都有一个重要的共同点——这些公司的潜在市场历来划分明确。其生态圈局限于品牌、客户对产品的体验、合伙人及销售渠道。

传统生态圈的运作方式限制了公司和品牌的深度与参与度。就像一辆只能在美国50个州中的某个州行驶的汽车一样，它不能跨州行驶，因为各州的道路系统、基础设施和专用燃油不同，运行的机制仅支持当地车辆。这听起来或许非常荒谬，但这与公司在尝试跨行业发展过程中面临的局限非常类似。而实际情况甚至更糟，因为公司纷纷着眼于各自行业的最佳实践，却忽略了对于类似的问题和挑战，其他行业或许有全新的解决方案。

尝试从其他行业的最佳实践中寻找新用途并非什么新鲜事。其中最典型的例子就是欧文·玛格罗兰（Owen Maclaren）1965年制造的婴儿车（对，就是婴儿车）。玛格罗兰既是一位航天工程师，也是第二次世界大战中标志性喷火式战斗机（Spitfire）的试飞员。他注意到女儿使用的婴儿车非常笨重，于是创造了第一辆可折叠、可堆放的便携式婴儿车，如今已经成为普及甚广的产品。二者有何联系？喷火式战斗机是首批起落架可折叠收缩进机翼的战斗机。

当然，这些全是精彩的趣闻，但都是偶然事件，相互之间的联系也毫无规律和缘由可言，没人会靠误打误撞来经营企业，对吧？

然而在数字生态圈中，你能利用近乎无限的机会，轻松建立并拓展这类联系。你所从事的行业不必非要贴上某一标签，创新的机遇也不再局限于过去。对机构而言更是如此，随着数据驱动不断深化，很快会进入下一章要讨论的数字化的五个阶段。

耐克所在的行业并非鞋业，而是运动、健身和健康行业。耐克利用简单的产品——算不上是高科技的鞋子——使之成为数据驱动、以体验为导向的生态圈的核心，在这个生态圈中，让客户体验更加美好、健康、积极和愉快的生活。同样，乐高不仅是在销售塑料积木，而且是在发展益智娱乐行业。飞利浦提供的也不单是灯泡，而是在创造家庭体验。

接下来我们将以飞利浦为例，具体描述数字生态圈能带来的五个不同层次的价值。我们将这五个层次称为价值创造链。[7]

第一个层次——实物

以飞利浦为例，实物［即LED（发光二极管）灯泡产品］是价值创造链的第一个层次。一个灯泡带给用户实实在在的直接益处是照明。灯泡是实物，因此会受到场所的限制，只有在直接使用环境（如办公室、厨房或卧室）中，才能带来第一个层次的价值。

第二个层次——传感器

在第二个层次中，借助传感技术和执行元件，实物便拥有了计算技能。传感器对场所数据进行测算，而执行元件负责提供服务，从而为用户带来洞见和回馈。

例如，安装在微波炉LED灯中的传感器能持续感应人员在场情况，而且成本不高。当检测到有人在场时，执行元件会自动亮灯，当人离开

时又自动熄灭，从而在使用场所实现其价值。智能LED灯泡不再需要单独的移动检测器原件来检测是否有人在场，无须用户多花一丝力气就实现了灯泡价值的显著提升。灯泡现在具备了捕捉行为的能力，但由于用户换灯泡时并没有感觉到任何不同，因此通常无法察觉灯泡的这种能力。不过，这个灯泡仍然不够智能。

第三个层次——连通性

连通性让数字生态圈有趣起来。第二个层次的传感器技术和执行元件连接网络后就可实现全球访问。通过内置的无线模块，灯泡就能以低到可以忽略不计的成本，把自身状态传送给全球各地的授权订阅者。在第三个层次中，连通性让微不足道的局部细节，变为在全球数据驱动下与情景紧密相关的服务，能直接连通其他数字产品和服务。

第四个层次——分析学

捕捉数据和连通性本身并不会创造任何附加价值。在第四个层次中，会将收集的数据存储起来进行可信度检查和归类。还会将来自其他网络服务的发现整合到这些数据中，从而得到结果并传达给执行元件，这些通常在基于云端的后端系统中完成。第四个层次会收集家庭开灯和关灯次数的数据，识别活动模式，并记录个人使用电灯的时长。这样一来，灯泡不仅能收集数据，还能体现用户行为并为其创造附加价值。

第五个层次——数字服务/行为服务

第五个，也是最后一个层次，将前四个层次的应用融合成数字服务

，并以适合的形式带来全新的产品体验。如今灯泡已经对你的某些行为有所“了解”，它能把这些信息与其他智能设备连接起来，进行第四个层次或第五个层次的决策制定。例如，如果你卧室的灯在凌晨3 ： 00亮起，而厨房的灯在凌晨3：03亮起，接下来是冰箱的灯在3：04亮起，我们就能判断你大概是在做什么。如果你把这些数据与卧室、厨房、冰箱、微波炉的传感器和执行元件相关联，呈现的信息将更为清晰。

如今，我们正介于第二个至第四个层次之间。企业试图用收集到的数据，通过算法或人工智能判断行为特征或模式，不过大部分工作都需要“数据科学家”帮忙，来对收集的大量数据进行统计分析。大数据的价值毋庸置疑，但不是从个性化的角度对数据进行分析。这仍是在用一种有局限性的老办法来对行为进行分析，为个体创造价值。但这并不是说大数据的做法是徒劳的。从团体深度访谈、客户调研到大数据是一次巨大的突破，只是它不在本书探讨的能够为个体创造价值的方法之列。

在这五个层次的价值模式中，实物、产品和设备都是用于构造大型复杂数据生态圈的基本单位，能通过实时提高、调整产品及服务不断创造价值。

读到这里，前面讨论过的关于隐私的问题又浮现出来，有如此了解自己的产品和服务，人们会感到自在吗？换取的价值是否值得？

在2017年8月《纽约时报》发表的一篇文章中，帕梅拉·保罗（Pamela Paul）总结了面对如此巨大的变化和变革，人们有何感受：

> 办公室里的变革能带来积极的影响，而家中的变革只会让人感到被侵扰和厌烦。在家时，人们至少还能选择变化的节奏，选择留旧而辞新。这种渐进式的生活方式降级，帮助我们校准了技术变化的速率，避免了“鞭梢效应”（whiplash effect）带来的突变。[8]

保罗的评论合情合理，但我们还是感觉像往湍急的水里扔石子以求

断流一般无济于事。变革是具有破坏性且无法逆转的，但要改变现状又必须变革。

约瑟夫·熊彼特是20世纪著名的经济学家，在其1942年出版的《资本主义、社会主义与民主》（*Capitalism , Socialism ,and Democracy* ）一书中，他提出了“创造性破坏”（Creative Destruction）理论。对于颠覆性竞争，他表示，“重要的竞争是来自新商品、新技术、新供应源及新兴组织的竞争……其出现并不只是影响公司当前的利润率和产出，而是动摇公司的根基和身家性命”。

这才是我们本章要讨论的全面变革，是几乎每个行业都在劫难逃的数字变革（digital disruption）。

数字变革

最适合数字变革的市场，是系统摩擦力最大的市场。例如医疗、教育、保险、银行、航运以及供应链，这些行业在严格的监管环境中经历了系统的演变，在不同个体、体系和信息孤岛之间进行过无数次转手，但无一经过精心的设计安排，都只是逐渐发生的偶然事件的堆叠。我们将数字变革对这些行业的威胁称为“优步化”（uberization），也可以理解为，将这些行业重新创造成没有摩擦力的全新平台，从而服务数字建设，通过行为数据提供个性化的产品和服务。

优步化，原本指的是优步给出租车行业带来的颠覆性变革。优步并未尝试重新设计出租车，没有大量购买出租车（至少这并非其最初的业务模式），也没有雇用员工或重新培养现有的出租车司机。它不想改变当前的行业监管模式，也没有选择在这些规定的框架下运作，而是利用科技和行为数据，从头开始重建行业，从而为驾驶员和用户带来全新的体验。这样一来，优步消除了出租车行业多年来根深蒂固、难以去除的摩擦力。

不过优步的故事还有不为人知的另一面。近期有一篇名为“颠覆动因？优步效应”（Drivers of Disruption? The Uber Effect）的研究文章，调查了优步对出租车行业的影响。人们普遍认为优步损害了行业的发展，但研究结果令人大吃一惊。该文章的作者表示：

> 我们对优步在美国各城市的发展进行了研究，结果表明，在引入优步平台后，出租车服务业的员工招聘规模扩大了，而且业内出现了显著的自主创业倾向。[9]

有两点值得注意。首先，在工业及信息化变革的过程中，总会有“

颠覆性科技取代工人，并导致未来大面积失业”的传言。这种观点前半部分没错，有的工作岗位确实面临被取代的局面。但关于未来大面积失业的说法，常常招致很多的反对意见。正如本书序言所述，美国的农业劳动力从1800年的83%降至如今的2%。农业领域的工作岗位大幅减少，但全球人口的数量增加了七倍之多。出租车行业和拼车行业也是如此，但人们的交通出行需求将只增不减。（人口增长只是其中的一部分原因，更主要的原因是大量人口迁徙至发达经济体，以及自动驾驶汽车在尚未使用交通工具的人群中的广泛普及。）

但无论如何，出租车行业未来最多再撑5~10年。在需要出租车牌照的城市，持续时间或许稍长一点，因为牌照的所有者主要是有利益关系的投资者，他们有能力进行游说，这必将导致相关措施向保护其资产的方向倾斜。其实，美国几乎每个有出租车牌照系统的城市，从1930年起发行的牌照数量再没有增加过。

在很多方面，这种模式下产生的人为供求关系直接把矛头指向了低效率和摩擦力，这是借助不必要的中间环节来实现所有权的工业时代模式下的产物。虽然出租车行业走向衰落势不可当，但这并不意味着众多出租车司机将会突然间集体沦为无业游民，至少会有3~5年的过渡期。目前，仍有近80%的出租车司机并非独立经营者，我们希望他们能够转为独立经营者。不过不要把这种观念局限于乘用车。一项研究表明，美国有300万名卡车司机。[10] 未来，出于各种原因这个行业也将发生彻底的改变。其中，优步已经采取行动，通过收购致力于自动驾驶卡车的初创公司Otto进入了卡车行业。[11] 同时，特斯拉于2017年推出了具备自动驾驶性能的电动卡车。[12]

未来确实有许多岗位将不复存在，但导致这个结果的不是拼车服务，而是人工智能。为了最大限度地减少社会动荡和未来的不稳定性，人们需要重新思考如何让公认的社会准则适应这一切。2017年9月，《华尔街日报》的一则故事写道：

21世纪我们需要更新“新政”（New Deal），并为人工智能将创造的新岗位制订人员培训计划。我们需要重新培训卡车司机和办公室助理，使他们成为数据分析师、行程优化师等目前尚不为人知的专业人才。正如在美国南北战争前，农民无法想象自己的儿子能成为电工一样，现在很难断定人工智能未来会创造出怎样的新岗位。但可以明确的是，要从工业社会过渡到智能机器社会，就必须经历巨大的变革。 [13]

关于人类最终被人工智能和机器人取代的传言屡见不鲜。每当这样的威胁出现时，都带着这次不一样的架势。虽然尚无论据表明颠覆性变革造成的失业和替代效应只是暂时的，但历史已经证明，人们总能找到新的、更有价值的用武之地。

在日内瓦的一次会议上，一位联合国官员曾问托马斯（本书作者之一）：“有没有能够降低生产效率的科技？” [14] 这并非玩笑。他的提问虽然引来了参会成员好奇的目光，但也不无道理。在一些失业率极高的发展中国家，出于社会层面和经济层面的考虑，他们需要提高的不是生产效率，而是就业率。

他的问题听起来荒谬吗？人们总在追求更高的生产效率，但当这个目标真正实现的时候，接踵而来的便是失业率。难道人们追求的是杰里米·里夫金（Jeremy Rifkin）在《工作的终结》（*The End of Work*）中所说的“效率崇拜”（The Cult of Effciency）吗？恐怕无人会苟同，某一经济领域效率的提高或就业率的下降表明整个经济体将长期面临失业现象。历史已经证明，就业率短期内受到的冲击越大，未来的提升空间就越大。

若论科技发展威胁到工人就业的问题，我们当今所处的时代绝对算不上第一。1912—1913年，福特的T型汽车产量和员工数量都翻了一番。次年，新车型的产量同样增加了一倍，然而由于装配流水线的出现，生产效率得到了极大的提高，福特裁减了500个工作岗位。 [15] 此后制

造业和机器人技术的发展持续了一个世纪之久，是否有一部分人因此而永久失业了呢？当然没有！

在20世纪，所有发达国家都出现过失业率波动的情况，但失业率并没有持续上升。1962年，美国的失业率为5%，到2014年为6.2%。英国在20世纪前后的失业率为5%。[16]

人们似乎很擅长渲染科技取代人类的故事，却始终不能预测科技将如何创造新的工作岗位。那是因为我们未曾领悟科技将带来的繁荣程度。例如，在蓬勃发展的汽车行业及其他相关行业中，新创造的工作岗位远远超过因马车被替代而减少的岗位。

优步的例子告诉我们，虽然传统工作岗位受到了新型数字生态圈的影响，但整体就业在转好，个体能以自由职业者的身份更充分地参与经济建设，这是减小摩擦力的另一个好处。

摩擦的终结

简言之，一切把交易时间、成本、环节，以及产品或服务复杂化的不必要工序都是摩擦力的来源。每个行业都存在摩擦力，无一例外，只是程度各异罢了。摩擦力的问题在于，人们只能逐步减小它，却无法彻底消除公司或行业内部的摩擦力。就连消费者都已经习惯并接受了摩擦力的存在，认为事物发展过程中必然会有摩擦力。任何试图消除摩擦力的行为，对其拥有者或相关流程而言都是一种威胁。因此，现有的摩擦力只有在威胁到人们的生存时才会被彻底消除。

一个典型的例子是苹果公司对音乐行业的改革。最初威胁唱片公司生存的是拥有约8　000万用户的Napster（音乐共享平台），但其最终因侵权而遭到音乐行业封杀。Napster是一个能让消费者轻松将歌曲下载到MP3播放器的平台，是最早的借助共享经济成功的案例之一，其出现时间比优步、Lyft（来福车）和Airbnb（爱彼迎）还要早10年。

然而在2003年，音乐行业依然按部就班地遵循着形成已久的运作模式。艺术家、媒体、定价模式以及传播渠道都非常成熟，但规模很难继续扩大，因为整个流程需要耗费大量的时间。市场上的不满情绪逐渐凸显出来，最终把矛头指向了版权法。

假如你是当事人，你可以从以下角度来思考这个问题：[17]

（1）不惜一切代价追讨创新者，以保护当前的业务模式。这是各大唱片公司最初的选择，起诉Napster、Morpheus（P2P文件分享应用程序）、Grokster（文件分享软件）、LimeWire（档案分享程序）等平台。

（2）追讨市场以保护其业务模式。音乐行业曾不加甄别地起诉消费者，起诉对象达数千人，从退休老人到在校大学生。[18]

（3）通过市场教育体现其业务模式的价值，证明毁掉它愚不可及。对，大型唱片公司也采取这样的方式来吸引大学生（正是那些遭到他们起诉的大学生）。

对此，苹果公司的精神领袖兼CEO史蒂夫·乔布斯却持不同看法。乔布斯联系了各大唱片公司的高管，说服他们直面两个选择：要么继续与文件分享服务平台打持久战，白白消耗资金却一无所获，因为即便成功关闭一个这样的平台，也会出现更多类似的平台；要么，他们选择参与新的模式，提供让音乐爱好者自愿掏腰包的体验方式。[19] ［在第六章中我们将进一步探讨iTunes（苹果公司开发的免费数字媒体播放应用程序）如何向使用行为数据的模式演变。］

苹果公司通过消除物理媒介、内容传播及向艺术家付款等各种形式的摩擦力，创造了一个重点关注内容提供商和消费者的行业。一时间任何人都能在iTunes商店发布自己的作品，消费者能够只下载自己想要的歌曲，而iTunes通过一个简单直观的界面，实现了对所有音乐的管理和保护。音乐行业的整体销售额下降了，但如果没有iTunes，整个行业将遭受更大的损失。

虽然Napster等一系列音乐分享服务平台曾风靡一时，随即又销声匿迹，但隐私并未随之消失。[20] MUSO是一家调查全球隐私数据的独立研究公司，根据其发布的一份报告，2016年提供非法下载音乐服务的盗版网站的浏览量超过580亿次。[21] 风险增加了，但价值也增加了。

即便没有苹果公司颠覆性的iTunes模式，也会有人提出类似的解决方案。要继续扩大规模，创造价值，向数字生态圈转型是企业的必由之路。

大量消除音乐行业的摩擦力也赋予了苹果公司另一个优势。在苹果公司的模式下，音乐的传播效率相比Tower（实体唱片店）和Virgin（维珍）等零售店有了显著提高，利润大幅提升，从而使苹果公司能以更低的价格获得比零售商更高的整体利润。

虽然也有观点认为，是来自Napster的压力及隐私受到的威胁导致了变革，但我们认为那只是导火索。数字资产的盗版问题始终是一个威胁。然而，数字商业生态圈能创造新的价值，从而将行业的摩擦力降至最低，同时继续扩大规模。换句话说，iTunes让购买变得比偷窃更容易。

许多领域在考虑做出实质性改进时，过于严格的监管和过分复杂的工业模式生态圈反而成了自身的最大阻力。教育、医疗和金融服务领域就是如此，均是被庞杂的流程所拖累，不必要的摩擦力最终破坏了品牌与消费者之间的关系。

对这些行业中的企业来说，真正的威胁并非现有的竞争对手，而是不按常理出牌或者不受同等约束的对手。他们能与消费者建立一种全新的不受当前市场摩擦力所限的关系。例如，谷歌能够利用其收集的大量行为信息，确定寿险、财产保险、健康保险等险种的风险，从而为保险行业带来颠覆性的改变。其精准度虽然比不上保险精算师和专家采用的寿命和风险评估模型，但鉴于其目的是针对当前保险销售模式中的摩擦环节，以创造更高的利润率，因此无须追求极高的精准度。

另一个减小当前工业摩擦力的例子，被称为基于使用的保险（usage-based insurance）。在本章上文的一个假设模型中，基于风险的保险能让驾驶员根据每次用车的情况选择保险费用和方案。目前人们购买保险都是以月、半年或一年为周期。然而，汽车有95%的时间处于闲置状态。基于使用的保险考虑到了驾驶员的年龄、位置、驾车历史及年驾驶里程等详细数据，并结合驾驶员的实时行为和特定的环境因素，得出一个“情景评分”。人们可以基于这个分数，根据单次出行的需要来购买保险。例如，像Metromile（汽车保险金融机构）这样的初创车险公司就是基于实际驾驶里程对消费者收取费用。[22]

摩擦力还存在于多数行政管理当中。波士顿咨询集团（Boston Consulting Group）做过的一项研究表明，申请保险的实际工作时间通常占到整个流程所需时间的1%~5%。例如，车险的整个申请流程需要6天，但完成这项工作本身只需要20分钟。基于此，政府员工保险公司（GEICO

）大幅简化了车险流程。财产保险和伤亡保险的情况也十分类似，流程耗时较长，但实际工作时间只需8分钟。[23] 整个流程的其余部分都是闲散时间，做些转手和传递工作而已。情景保险模式如图5.3所示。

数字生态圈业务模式并非保险行业面临的一个有趣的选择，而是这个行业生存的必经之路。麦肯锡（McKinsey）公司的一项名为“保险公司数字化转型的时候到了”的研究发现：



图5.3 情景保险模式

图5.3说明：情景保险模式通过创造保险卖场或保险规则，基于一系列因素确定特定情景下的实际风险，制定按驾驶行程对驾驶员收取费用的保险条款，从而大大减少了摩擦力。

> 近五年来，美国汽车保险公司平均每年承保利润亏损为42亿美元，连续出现支出和亏损超过保费收入的情况。如果再不使用数字技术提升能效，保险公司的年利润还将下滑0.5%~1%。[24]

诸多类似例子都说明，工业时代的业务模式之所以得以延续，根本在于人们想当然地认为它是永远不变的，而这种想法十分危险。

这些都不是新问题。迈克尔·哈默（Michael Hammer）和詹姆斯·钱皮（James Champy）于1993年合著了《企业再造》（*Reengineering the Corporation*）一书，书中一个中心思想就是，非作业时间导致交易时

间倍增，消费者对此很不满，但人们已经普遍接受这就是正常的工作流程。工业企业再造仅走到了这一步，是远远不够的。正如上文提及的优步和出租车行业的案例一样，建立全新的数字生态圈，需要摆脱传统流程、业务模式和既得利益的束缚，这样才能为依靠消费者行为建立数字生态圈创造机会。

这些新技术和业务模式所产生的特别影响在于，其为消费者创造的价值会直接弱化现有业务模式的既得利益。这意味着，在诸如保险等成熟行业中的众多企业，不得不忍痛对其业务模式进行重大改革，否则就会成为摩擦力的受害者。

这就要求我们以一种新眼光来看待商业重组，从而在以超个性化、快速创新和无限选择定义成功的市场中，以及在行为驱动创新的市场中，满足相应的市场需求、规模和预期。

被过去所挟持

工业时代的企业会被过去所挟持，无法从市场行为中看出端倪并灵活应对，柯达就是一个非常典型的例子。作为20世纪一家标志性公司，柯达发明了现代胶片摄影技术和数码摄影技术，但其却始终未能融入未来。

柯达创始人、前CEO乔治·伊士曼（George Eastman）提出公司经营的一个指导原则为“低成本的大规模生产”。这也正是过去200年来所有销售公司秉承的方针，因为这个原则的确行之有效。截至1976年，柯达在胶片行业占据了高达90%的市场份额。

伊士曼的目标是让摄影变得“跟使用铅笔一样方便”。然而要实现胶片行业的量产，工序复杂且麻烦的湿板显影成了棘手的难题。为了解决这个难题，伊士曼发明了干板显影法，“为摄影师曝光和冲洗照片提供了便利”。

1879年，伊士曼“发明了乳胶涂布机，能够大规模生产摄影干板”。1880年，他在纽约州罗切斯特市出租了一间工厂，建立了伊士曼干板公司，开始在工厂内规模化生产干板。1883年，伊士曼发明了供平板相机使用的胶卷适配器，很快又发明了透明胶卷，成为19世纪摄影领域的里程碑。 [25]

伊士曼的发明彻底改变了胶片行业。如果世上的确存在颠覆性的科技，那非它莫属。然而极具讽刺意味的是，一家一向能引入颠覆性技术的公司竟然不能把握时机，转向数码摄影——更何况数码摄影技术还是柯达自己一手发明的。

史蒂夫·萨森（Steve Sasson）是1975年最先发明数码照相机的工程师，曾荣获美国政府颁发给科学家、工程师和发明家的最高荣誉——国

家技术创新奖（National Medal of Technology and Innovation），在2008年接受《纽约时报》的采访时，他这样回忆柯达管理层对其发明的反应：[26]

> 我的样机跟烤面包机一样大，科技人士都很喜欢。它不需要胶卷，因此管理层的反应是："这个发明很不错，但别告诉任何人……"[27]

正如许多人所说，缺乏管理层的支持是导致柯达失败的主要原因。但这种解释未免太过简单，实际情况要复杂得多，其根本原因与工业时代企业从大规模生产到大规模创新的转型不无关系（见图5.4）。

因此，柯达的失败并非缺乏远见所致，公司高管对摄影行业未来的发展方向一清二楚。

威利·史（Willy Shih）在1997—2003年担任柯达消费者数字业务部总裁，他曾在2016年的一期《麻省理工学院斯隆管理评论》（*MIT Sloan Management Review*）上写道，柯达对工业时代生态圈中的工厂和设备进行了大量投资，使公司无法跟上市场步伐，这是导致其失败的一个主要原因。

有一种观点认为柯达其实原本能够采取更多措施，借助数码摄影的优势来完成更好的自我定位，不过这种说法也不能完全站得住脚。我们认为柯达在摄影行业实现长远发展的机会甚少，而一时的权宜之计只能稍微推迟其退出市场的时间。

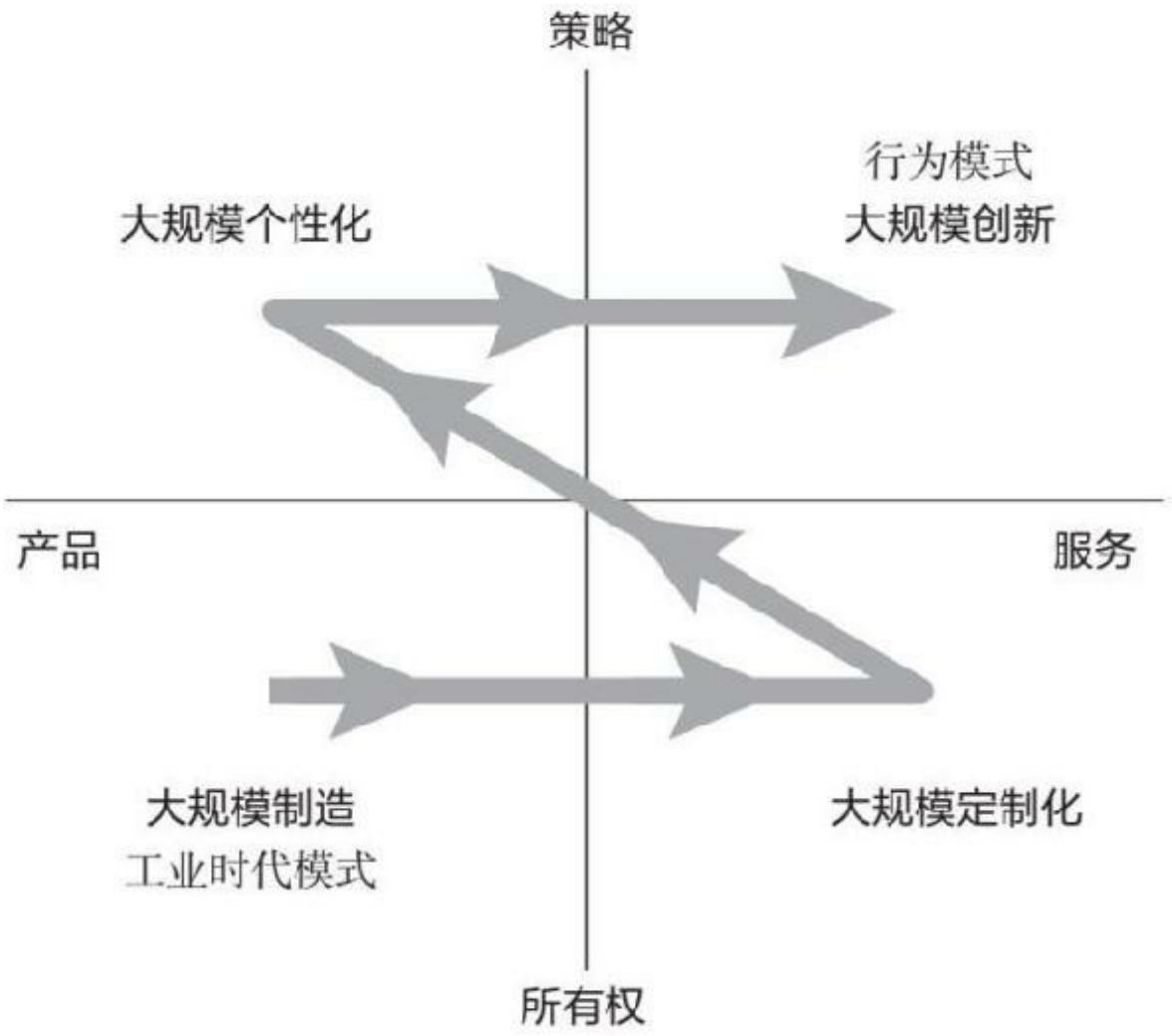


图5.4 柯达变革路径

图5.4说明：生态圈普遍由需求链（买方）和供应链（卖方）构成。这些可能是已知因素，也可能是未知因素。例如，大规模生产依赖的是定义清晰且毫无变化的产品和市场。然而，大规模创新却由一系列不断变化的买方和卖方行为构成。柯达具备实现图中左下方象限内容的条件，重建供应链以满足未知的买方需求。通过店内的胶片冲洗实验室，以及后来的数码摄影个人照片冲印机，柯达确实在大规模定制化和个性化方面取得了重大进展。但最终走向大规模创新这一举措才刚刚开始，并且需要借助完全不同于数码照相机和智能手机应用的平台实现。

或许最能说明企业被工业化文化套牢的例子还是柯达。柯达在按照《美国破产法》第十一章的规定提出破产保护后，依然坚守其在摄影市场的传统定位，而当时智能手机已经开始向摄影领域的高端细分市场发起最后的进攻。柯达于1994年分出伊士曼化工（Eastman Chemical）公

司，并在破产后将其卖掉，此后该公司与摄影领域再无任何关联，其业务发展好得出奇。

在柯达以及许多类似的例子中，导致失败的原因并非缺乏抱负或远见，而是传统的工业时代模式。工业时代的生态圈几乎无法做到紧跟市场步伐，更无法实现向大规模创新的过渡。那些支持规模经济发展的投资和策略，即便没有完全遏制企业的灵活性，也对其造成了极大的阻碍。

柯达的困境绝非个例。持续了200年之久的工业模式正在走向终点。关注《财富》杂志500强名单就会发现，企业的平均上榜时间在不断缩短，而这并非近期才有的现象。1977年连续7年上榜的企业比例为38%，预计到2027年这一比例将跌至15%（2018年为27%）。[28] 此前《哈佛商业评论》发表过一份调查报告，该报告调查的对象包含35个行业中的1 300家公司，调查结果显示，1972—2002年企业翻覆率（topple rate，企业在未来5年内，失去其在业内收入排名前20%领先地位的速率）增加了一倍。[29] 所有指标均表明，不断取得成功已经越来越难，并且这一趋势还将继续。

看到这里你或许会说：“事实本该如此。变化越大，创新越多。”我们举双手赞成！我们并不认为翻覆率提高是一件坏事，就像柯达也有转型成为智能手机供应商的可能。行业的改变必定会带来伤害，当技术快速发展时，长期参与者最容易面临淘汰的风险。因此，想要生存并不断扩大规模，就不能遵循大多数公司一直沿用至今的工业时代的传统模式。

模糊的商业界限

生态圈业务模式反映出，很少有公司能够在全球化向个性化转型的过程中“孤军奋战”。相反，他们需要知道如何与各类公司合作，借助对方的潜力、资产、产品及服务来规划自身发展，提高捕捉新价值来源的概率，同时降低独自行动特有的风险。

公司、行业、消费者、制造商之间的传统界限开始模糊。特斯拉究竟是什么？是一辆汽车还是一家能源储备公司？通用电气公司又是什么呢？是一个制造商，还是CEO杰夫·伊梅尔特（Jeff Immelt）想要推动转型的产业经济新平台？

伊梅尔特的观点同样适用于纯数字化公司。本书的中心思想是人们——你、我、我们大家正逐步成为产品。因此，我们到底该如何划清企业、合伙人、制造商和消费者之间的界限？更重要的是，在财务报告之外，还有什么其他有意义的用途？答案是否定的，而且这样的硬性界限只会阻碍企业的发展，甚至会威胁企业的生存。

同样，如果把一个生物生态系统中的参与者分离和隔绝，不可能不对整个生态系统构成威胁。同理，人们也不能单纯地隔绝商业生态圈中的某家公司，同时保证整个行业的生存和创新能力不受威胁。

综观过去10年来一些典型的失败案例，如上文刚提到的柯达，以及Borders连锁书店运营商和百视达（Blockbuster，音像制品租售公司），不难发现导致其失败的原因并不只是糟糕的产品策略或创新能力的缺失。其实这些公司都进行过创新，推出过面向未来的新产品和服务。柯达发明了数码摄影技术，百视达在网飞之前就推出了按需订阅视频服务，Borders则是最早的网上书店之一，但它们不能带着庞大的工业遗产一并挤进通往未来的大门。

这些公司都存在的问题是，无法重建其生态圈，赋予其新的意义，从而应对新的行为。他们都只拘泥于生态圈模式中的封闭领域，建立了能够有效防御的纵向整合堡垒，而不是进入其他开放的、灵活组合的领域，去为合伙人和消费者建立能够随市场、技术和预期改变的平台（见图5.2）。

那么，数字生态圈如何才能利用数字自我的行为信息呢？假设包含人们生活方式的数字自我行为档案能够与数字生态圈交流。从类人（human-like）的角度出发，这种交流不必与人类的交流类似，只需分享人们的行为信息。再稍微具体一点，我们把信息的内容局限于你的睡眠习惯。

欧洲的一家床垫生产商就是这么做的。它通过安装在床垫内的传感器，获取你的睡眠习惯、环境噪声、打鼾习惯、呼吸间隔、起夜次数、睡觉时偏好的侧面和姿势、体重、心率、呼吸习惯，以及床垫是否已经超过了使用寿命，尘螨或过敏源数量是否已经超出安全指标等信息。这些信息不仅能为床垫生产商所用，还能为其他整体健康指标及整个健康生态系统服务所用。你的某些行为可能表明你的身体需要做进一步的诊断或治疗。如果将数字生态圈与血压计相连，它还能监测人们的睡眠质量与血压数据之间的联系。

那么，床垫公司属于什么行业呢？传统的答案是床垫行业。然而在数字生态圈中，其对人们的身心健康有重要的作用。但我们不要仅停留在价值主张层面。想一下购买这样的床垫要如何支付。过去，购买床垫时会一笔付清。如果是价格较贵的床垫，性能上会有更多保障。例如，美国床垫初创公司Casper会让顾客试用100天。你可以一直尝试，直到试出让你满意的床垫。不过还有另一种基于行为结果而非承诺的支付方式。

既然床垫供应商对睡眠质量了如指掌，为什么不根据这些信息进行支付呢？如果数字生态圈能影响人们的睡眠质量，那么你觉得有没有可能最后你会选择质量更好的床垫，而非具有一定时间质保的床垫？如果

普通床垫的单价为1　000美元，使用寿命为5~10年，平摊到每晚的成本是0.54美元。那么，如果让你基于提高睡眠质量每晚支付0.25~0.75美元会如何？如果数字生态圈里的其他供应商也参与其中呢？当然，这里有一个关于如何界定睡眠质量的问题，但那是因为过去没有能力进行界定。

将购买产品这个行为当作一种服务，严重背离了人们一直以来所熟悉的模式。但这时供应商与消费者之间才是更为平等的关系。令人惊讶的是，我们早在1998年就与彼得·德鲁克（Peter Drucker）讨论过这个问题，我们曾问他20世纪商业模式的最大变化是什么，德鲁克表示是从产品到服务、从所有权到策略的综合变化。

这并非仅通过过去10年的商业数字化转型就形成的现象，而是经过了一个世纪的稳步发展，标准产品的概念及清晰的组织界限（如福特T型汽车的例子，“只制造黑色汽车”，并且福特掌控着所有的供应商）逐渐发生转变，变为由策略构成的销售网络，产品的销售几乎都伴随着服务或体验。数字生态圈只是这种趋势下的最新变化。

掌握生态圈的触点

生态圈的规模、合伙人的数量、地域范围等因素都会发生改变，但所有的生态系圈都有一个共同点，那就是都能够提供统一的产品、服务和体验。

在数字商业生态圈诞生前，产品、服务和体验这三个触点通常没有交集，因为它们之间缺乏实时共享信息，也没有对产品寿命或消费者体验的统一分析。数字生态圈要想创造附加价值，就必须同时具备这三个关键触点（见图5.5）。具体要如何实现随各生态圈而异，但绝对不能没有这些关键因素。

我们将用特斯拉举例说明。产品、服务和体验这三点特斯拉都有，但它没有分销商、经销商或第三方服务中心。这看似与数字生态圈相去甚远，更像是一个亨利·福特最初的工厂群式的高度整合的供应链，从橡胶树种植园到经销商都在福特的控制之下。这是我们在图5.2中讨论过的，工业时代背景下故步自封的生态圈模式。但福特和特斯拉的生态圈存在显著区别。



图5.5 数字生态圈的三个触点

图5.5说明：在数字商业生态圈中，产品、服务和体验三个触点均在为客户及市场行为的实时变化提供线索。对大多数工业时代的企业而言，这三个触点是毫无交集的，由负责不同触点的组织分别持有。因此，对行为和数字自我缺乏整体的认识。 [30]

特斯拉意识到，在三个触点与市场交集的领域，所有权至关重要。例如，特斯拉拥有所有的门店，并控制着整个体验生命周期，从客户购买产品到承诺以保证价位进行回购。虽然特斯拉的供应链十分庞杂，但它拥有产品的所有权。特斯拉位于内华达州的超级电池工厂甚至联合了一些电池供应商，使之成为其生态圈内独立且密不可分的组成部分。此外，特斯拉还收集客户、服务、产品和体验的数据，从而实现对客户数字自我的统一认识。

这与传统的电池购买并及时供应有什么区别？从表面看区别并不明显，似乎是一种更好的整合外部资源为机构内部所用的方式。然而，当重要合伙人都积极地参与生产过程时，生态圈的创新速度会大幅提升。特斯拉控制着三个触点。这并非纵向整合，而是生态圈内的灵活组建，以形成一种利用所有权和战略共同促进创新的关系。

从服务的角度出发，特斯拉通过车辆诊断、实时更新、下载信息改进平台，同时捕捉用户体验的实时数据，提供个性化的用户体验，打造独特的服务能力。其中最好的一个例子是，2017年佛罗里达州遭遇飓风“厄玛”（Irma）时，特斯拉如何为打算离开佛罗里达州的消费者提供服务。

特斯拉通常为S型轿车配备75千瓦时的电池，并利用软件将电池容量限值控制在60千瓦时以内，这样车辆的有效里程就被限制在200英里之内，大约比采用最大电池容量75千瓦时所能达到的里程少30~40英里。一位准备撤离佛罗里达州的S型轿车车主给特斯拉打电话，询问是否能够解锁剩余15千瓦时的电池容量，从而增加撤离途中行进的速度。特斯拉不仅解锁了这位客户的电池容量，还为所有正面临类似这种情况的特斯拉车主进行了同样的操作。能做到这一点离不开数字生态圈的支持，将三个触点整合成对客户生态圈的统一认识（见图5.6）。



图5.6 生态圈触点的融合统一

图5.6说明：在协调发展的数字商业生态圈中，产品、服务和体验三个触点是一体化的，从而形成对消费者数字自我的统一认识。

你能想象吗，如果换作传统的汽车制造商，分别由制造商、经销商和销售商负责产品、服务和体验这三个触点，这个模式会有何不同？如果是与这三方都没有任何关联的二手车又会如何？

传统汽车制造商的生态圈比较碎片化且缺乏关联，拉开了公司与消费者之间的距离，正如柯达及下一章将提到的西尔斯（Sears）公司的例子一样。在工业时代的生态圈中，制造商大多只负责建立产品触点，并有意保持自己与消费者之间的距离，因为它无法通过与消费者互动而提供更多的产品选择。同样，能够建立体验或服务指导原则的公司，也无法与其他两个触点进行有效的整合。其根本原因在于，如果每个触点无法实现自身与生态圈的数字整合，就无法创建数字商业生态圈。因此，数字自我的作用至关重要。

围墙花园

你可能也注意到了，特斯拉的数字生态圈与苹果公司非常相似。它们都属于“围墙花园”类的生态圈，均在繁荣发展的同时实施严格的管控，仅让符合条件的参与者进入，同时控制着所有的触点。由于这些公司都被尊崇为市场创新者，因此成了其他人纷纷效仿的榜样。不过要当心，建立这样的生态圈有极大的风险。建立围墙花园需要具备下列一个或多个条件：

1. 公司的生存以产品定位或保持产品的市场创新领先地位为基础。

2. 产品需求激增会给供应链带来压力，使生产严重滞后。

3. 产品创新速度快，对产品变化速度有较高要求，第三方的革新次数无法跟上节奏。

4. 通过第三方了解客户对产品的体验是产品获得成功的关键。

5. 创造出新的产品门类［如索尼的Walkman、苹果的iPod（便携式数字多媒体播放器）、特斯拉］。

6. 产品通常有超高的个性化要求，需要供应链经常做出重大重组。

这些情况并非都需要一个共同的围墙花园，就像特斯拉的电池一样。苹果建立的围墙花园拓展成了一个全球合伙人网络；麦当劳餐厅都是独立的所有权，但同时有严格的管理规定；星巴克在书店、会议中心、酒店等的门店的所有权和控制权都归本地所有。在诸多此类例子中，生态圈巧妙地延伸到了企业的“墙”外，却仍然受到同一个品牌的严格控制

。围墙花园表面上是为了维持控制权，保证质量，但其更大的价值在于，能够通过生态圈的各个组成部分继续收集行为数据，最重要的是在市场创新方面快速反应。这样生态圈虽然能有效提升规模，但当出现上述某种情况或6种情况同时出现时，这也是耗资最大的一种创新方式。在某些情况下那些花费是必要的，并能够助力企业大获成功。

然而，还有另一种形式的围墙花园，正在加速改变供应链的管理模式，那就是建立一个能让企业实现自身资源管理，并有效利用整个价值链上的资源的商业生态圈。缺乏这种整合资源的能力，你就无法重新设计供应链，也无法快速应对市场中不断变化的行为。同样，市场中不会只存在一个声音，告诉你它想要什么或者对某种产品或服务的需求将如何变化，这样就会导致某些产品的库存时间比预期要长。苹果被认为是全球供应链领域的领先者，其中一个原因是它把产品的库存时间降至5天，而其竞争对手三星的库存时间却长达两周。

在某些情况下这样做的益处并不明显。例如，市场可能突然对具备某些特性的产品产生需求，但通常是在需求出现之后人们才能知晓。你也可以选择尝试通过衍生指标预测需求并调整供应链，从而让商品供应商和生产商的供应链都能对其预测做出调整。

衍生指标只是市场的一个参考因素，而不是衡量市场利益的实际标准。例如，基于天气预报的季节性调整、粗略的人口变化数据以及社会政治因素（如选举预测或恐怖主义行动）等。衍生指标是绝大多数供应商一直沿用至今的模式，但与数字生态圈完全不搭边。

此类基于衍生指标的预测方法，其问题在于会导致供应链出现“牛鞭效应”（bullwhip effect），如图5.7所示。[31] 例如，一家做恶劣天气专用服饰的生产商预测，暖冬会导致其销售量降低10%，于是他们把供应商订单减少了10%。供应商为避免损失则可能减少15%纺织品订单。纺织品供应商也会采取类似的预防措施，减少25%的商品及原材料订单。如此沿着供应链逐渐往上游原材料供应商移动，每个环节都在想办法减少遭受影响的可能性，最终导致库存过剩。

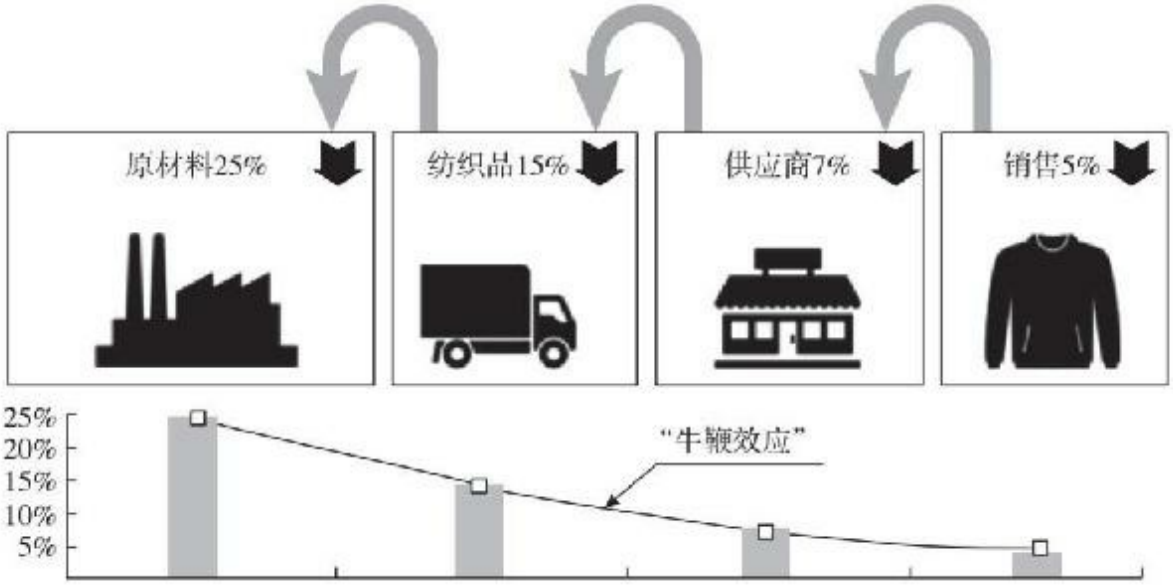


图5.7 供应链“牛鞭效应”

图5.7说明：基于衍生指标的预测会导致供应链产生“牛鞭效应”，逐渐放大零售商、供应商和原材料供应商感知到的风险。

生态圈依靠的不是基于衍生指标的市场预测，而是组成市场的个体层面的实际行为。通过这个生态圈实现整个供应链的透明化，从而发展出适合各种可能的模拟情景和模式。接下来根据需求的变化实现市场同步。这看似异想天开——供应链如何能做到如此迅速的反应？其实，借助传感技术就能检测并传递生态系统市场的每一个变化，从而实现这种可能。如今已经有了这样的案例。

E2open就是这样。E2open是由包括IBM、朗讯、日立、希捷和美国旭电在内的高科技公司于2000年联合建立的一个一流供应商平台。这些公司认为，在共享供应商和通用部件的行业内，企业之间应进行交流。该平台的原则很简单：成立一个参与企业可相互替换的生态圈，能够根据市场的细微差别实时建立价值链。然而，建立这样一个生态系统所需的基础设施很难创建并投入使用。20世纪90年代首次对这个构想进行尝试，共建立了近千个信息交换平台。后来互联网泡沫破灭，这些公司都跟着遭了殃。

15年后这类平台再次出现，以多种方式创建操作系统，为倡导信任和可见度的生态圈服务。这些平台都是基于云端的供应链解决方案服务网络。E2open平台上有4万多个供应商，如果供应商A不能满足某公司的需求，那么该公司可立即切换至供应商B或者C。通过这个平台，企业不仅能找到供应商，还能看到其实时的库存状态，从而向另一家供应商发出信息：“我还需要10万个零件，你能提供吗？”并且立即得到承诺。不仅能找到联系人，而且能得到用时比读一封邮件还短的电子承诺。

E2open的每个供应商和消费者都在寻找相同的仪表盘，从而获取统一的供求信息，让企业能够采取不同于以往的方式应对变化。E2open称之为“同一个真相”。这个概念在实际操作中有深刻的影响，它去除了复杂的生态圈所固有的猜测和可能的误差，以增加改变产品、服务和体验的可信度和信心。

除了这里所说的短期可见的益处外，这些平台还有另一个好处。新一代生态圈的重点将是实现需求驱动，未来的预测和创新都将围绕实时需求展开，而非一味关注历史业绩和需求量。结合实时数据与市场行为，能够实时制定针对整体生态圈的决策，从而加快市场创新的步伐。这也是我们一直在探讨的数字商业生态圈的行为层面。

助力经济发展的生态圈燃料

在结束本章并开始探讨超个性化之前，我们还想讨论一下生态圈模式的最后一个方面，这是生态圈对于推动初创企业创新非常重要的一个方面。

硅谷集聚了数千家高科技企业，其中有40家《财富》500强企业。超过1/3的风投资金都投向了硅谷的初创企业，你也许会以为这必然会产生一个有机的生态圈，为新思想的诞生创造机会。或许你是对的，但这已然是一个效率相对低下、依靠意外和巧合事件的生态圈。用我们的话说，这是一个充满摩擦力的系统。其创新模式会将初创企业的发展机遇限制在某个特定的地理区域内。但显然，创新是没有地域界线的。

为了建立基于生态圈的商业模式，推动初创企业发展成功，一些被称为“加速器”的企业开始发挥作用。据我们预测，美国至少有150家这样的加速器企业，而全球类似企业的数量是美国的2 ~ 3倍。其中包括很多知名公司，如Plug and Play（即插即用）、AngelPad（小型创业孵化器）、Y Combinator（创业投资加速器公司）、Alchemist（创业公司）、MuckerLab（创业孵化器）和StartX（非营利性孵化器）。这些加速器通常至少提供：合作沙盒、基本资源及投资者网络。具体包括提供办公地点及与志同道合的创业家共同进行头脑风暴的机会，协助创作商业计划或准备给投资者的展示材料，以及引荐风投或天使投资人。

要明白其中的价值，可以回想一下德鲁克提出的策略与服务相结合的生态圈模式。要创建能够在图5.4右上方象限内（策略与服务）的创新模式下获得成功的企业，最大的难题是要协调这个生态圈所需的各个参与者的利益。对拥有众多成熟合伙人和一个中心协调人的生态圈而言，这个难题相对比较容易解决。例如，福特、沃尔玛和苹果对其供应商都有非常大的控制权。但这是典型的追求规模的工业时代模式。供应商

通常都是具备创造附加价值的产品和服务，且能够随时介入数字生态圈的成熟参与者。

那么，那些还在努力达到那一步的多数初创企业和成长公司该怎么做？答案通常是它们需要进行融资，与企业买家建立联系，证明其产品的效果，并培养其他有利于发展的潜能。这是一个5~10年的发展计划。

可以用数字来阐明选择这条路的风险。50%的初创企业会在5年内宣告失败，其中25%的公司撑不过一年。并且这些都是获得了投资，但花上连续数月甚至数年打造产品和发展企业的初创公司。相比他们，还有数百家类似的公司由于缺乏资金和资源，连把想法传播到白板之外的机会都没有。这对所有初创企业而言都是巨大的摩擦力来源，或许也是全球创新经济最大的开发潜力所在，这些摩擦力遏制了创新，严重制约了经济增长。麻省理工学院2015年发表的名为“被推迟的未来”（The Future Postponed）的报告表明，“创新赤字”的原因是美国的研发投入从1968年联邦预算的10%减少至如今的2%。

回顾一下本书的一个主题：后工业时代经济加速发展，当今的经济发展比以往任何时候都更加依赖创新，当前的创新模式已不足以满足经济发展的需求。从这个角度看，我们又成了工业时代模式下创新所面临的摩擦力的人质。

硅谷投资人阿米德·赛义德（Amid Saeed）出现了。

2006年赛义德创建了Plug and Play（以下简称“PNP”），自诩为“盒子里的硅谷”。赛义德是一位拥有15年成功技术投资经验的投资人，他的基金会名为Amidzad，与超过70家技术公司合作过。他深知投资并发展一家公司的挑战所在，因此对于PNP，他的想法很简单：为具备好想法，需要资金、资源和指导的公司，建立一个丰富的生态圈。如今PNP已经投资了超过550家公司，融资金额近50亿美元。其中最出名的案例有PayPal（贝宝）、Danger（手机集成开发商）、DropBox（多宝箱）和Lending Club（借贷俱乐部）。

与其他提供培训、风投资源和合作办公空间的加速器不同，PNP专注于整个生态圈的发展，包括DHL（敦豪航空货运公司）、Intuit（财捷集团）、德意志银行、博世、Aflac（美国家庭人寿保险）、Travelers（旅行者保险）、飞利浦、Goodyear（固特异轮胎）和TJX（家庭服装低价零售商）等近200家企业。这些公司提出希望看到具体的创新领域，或者以合作者或投资者的身份，直接与PNP投资的公司合作。就连赛义德本人最初也只把PNP看作为初创企业提供的实体空间，他曾表示：“我从没想到它能释放如此巨大的正能量。”

虽然初创企业也能借助许多非正式的机制获得资源和资金，但这个流程本身效率不高，因此诸多创新公司在寻找资源把想法推向市场时都不太顺利，这无疑阻碍或减缓了创新公司的发展。加速器生态圈是后工业时代经济的重要组成部分，它减少了建立新公司所面临的摩擦力，同时以更加可预测、可持续的增长模式加速了创新。

最后是快速实现市场创新，这也是最具挑战性的一点，因为其中只有极少部分是关于产品的创新，而更多的内容在于，客户如何体验到产品是根据其特殊需求、要求或行为打造的。那正是我们接下来要探讨的内容。

---

[1] E. L. Doctorow, *Ragtime* (New York: Bantam Books, 1976), 154–155.

[2] David Halberstam, *The Reckoning* , reprint (New York: Avon Books,1987), 73.

[3] Halberstam, *The Reckoning* .

[4] Max Roser and Esteban Ortiz-Ospina, “World Population Growth,” OurWorldInData.org, accessed October 2, 2017, https://ourworldindata.org/world-population-growth/.

[5] Roser and Ortiz-Ospina, “World...”

[6] “Uber Movement,” Uber Technologies website, accessed October 2,2017, https://movement.uber.com/cities?lang=en-GB.

[7] Georgios Achillias, “Phygital Platforms: Merging Physical And Digital,” Wipro Digital, accessed October 2, 2017, http://wiprodigital.com/2015/09/15/phygital-platforms-merging-physicaland-digital/.

[8] Pamela Paul, “Save Your Sanity: Downgrade Your Life,” *New York Times* , August 18, 2017, https://www.nytimes.com/2017/08/18/opinion/sunday/technology-downgrade-sanity.html?smid=li-share.

[9] Thor Berger, Chinchih Chen, and Carl Benedikt Frey, “Drivers of Disruption? Estimating the Uber Effect,” Oxford Martin School of University of Oxford, January 23, 2017, http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/Uber_Drivers_of_Disruption.pdf

[10] “Map: The Most Common* Job In Every State,” Planet Money,February 5, 2015,http://www.npr.org/sections/money/2015/02/05/382664837/mapthe-most-common-job-in-every-state.

[11] Johana Bhuiyan, “Uber for Trucks Is Here: Here’s How It Will Work,” *Recode* , May 18, 2017, https://www.recode.net/2017/5/18/15657862/uber-travis-kalanick-trucks-freight.

[12] Paul A. Eisenstein, “Tesla Is Building a Pickup and a Semi Truck,” NBC News, April 14, 2017, https://www.nbcnews.com/business/autos/tesla-building-pickup-semi-truck-n746611.

[13] “What’s Next for Artificial Intelligence,” *Wall Street Journal* ,June 14, 2016, https://www.wsj.com/articles/whats-next-forartificial-intelligence-1465827619.

[14] 1995年国际管理大会（International Management Congress）。

[15] Daniel Stamp, *The Invisible Assembly Line: Boosting White Collar Productivity in the New Economy* (New York: American Management Association, 1995), 3.

[16] US Census Bureau, *20th Century Statistics* , accessed October 2,2017, https://www.census.gov/prod/99pubs/99statab/sec31.pdf.

[17] 此处“当事人”指的是由各大唱片公司资助的美国唱片业协会（RIAA）。

[18] “RIAA v. The People: Five Years Later,” Electronic Frontier Foundation, September 30, 2008, https://www.eff.org/wp/riaa-vpeople-five-years-later.

[19] 尽管唱片公司在尝试苹果的理念，但直到2008年仍在沿袭前面提到的三种解决途径。

[20] David Holmes, “Who Killed the Music Industry?” *Pando* , August 5, 2013, https://pando.com/2013/08/05/who-killed-the-musicindustry-an-interactive-explainer/.

[21] “MUSO”, https://www.muso.com/market-analytics-global-musicinsight-report-2016/.

[22] “Introducing Pay-Per-Mile Car Insurance,” Metromile, accessed October 2, 2017, https://www.metromile.com/.

[23] “Customer-Centricity in Insurance,” Boston Consulting Group,accessed October 2, 2017, https://www.bcg.com/expertise/industries/insurance/customer-centricity-in-insurance.aspx.

[24] Tanguy Catlin et al., “Time for Insurance Companies to Face Digital Reality,” McKinsey & Company, accessed October 2,2017, http://www.mckinsey.com/industries/financial-services/ourinsights/time-for-insurance-companies-to-face-digital-reality.

[25] “George Eastman,” Eastman Kodak website, accessed October 2, 2017, http://www.kodak.com/corp/aboutus/heritage/georgeeastman/default.htm.

[26] “Obama Awards the National Medal of Science and National Medal of Technology and Innovation Ceremony: Speech Transcript,” *Washington Post* , November 17, 2010, http://projects.washingtonpost.com/obama-speeches/speech/502/.

[27] Claudia Deutsch, “At Kodak, Same Old Things are New,” *New York Times* , May 2, 2008, http://www.nytimes.com/2008/05/02/technology/02kodak.html.

[28] “Corporate Longevity,” Innosight, accessed October 2, 2017,https://www.innosight.com/wp-content/uploads/2016/08/Corporate-Longevity-2016-Final.pdf

[29] Patrick Thompson and Caroline Viguerie,. “The Faster They Fall.” *Harvard Business Review* , July 31, 2014, accessed October 8, 2017, https://hbr.org/2005/03/the-faster-they-fall.

[30] 对于触点框架以及生态圈的最初构思，主要来自托马斯与Imaginatik的CEO拉尔夫·韦尔伯恩的对话。

[31] Yossi Sheffi, “China’s Slowdown: The First Stage of the Bullwhip Effect,” *Harvard Business Review* , September 9, 2015, https://hbr.org/2015/09/chinas-slowdown-the-first-stage-of-the-bullwhipeffect.

第六章

超个性化：为百亿人打造未来

“个性化指为个人浏览而自动定制的网站和信息，从而让人们感觉在某个地方，有一款软件就爱我们本身的样子。”

——戴维·温伯格（David Weinberger）

2004年夏，网飞的CEO里德·哈斯廷斯（Reed Hastings）和CFO（首席财政官）巴里·麦卡锡（Barry McCarthy）坐在位于洛斯加托斯总部的会议室里，一边望着外面的野餐桌，一边打着一通探讨收益的电话。在这次通话中，他们提到公司的主要竞争对手百视达不下22次。百视达位于1 689英里之外的达拉斯，该公司的高层正通过免提模式一起接听这通电话，哈斯廷斯告诉分析人员，“六个月来，百视达除了没用洗碗槽砸我们，什么东西都试过了”。第二天，哈斯廷斯的办公室收到了从达拉斯连夜发出的货物，正是一个洗碗槽。

2000年，百视达还是光盘租赁行业的领头羊，但仅4年之后，它就被Viacom（维亚康姆）公司以84亿美元的价格收购。几乎也是在同时，百视达把收购当时刚成立两年的网飞的大好机会拱手相让。据说，哈斯廷斯是因为忘了及时归还《阿波罗13号》（Apollo）的DVD（数字通用光盘），被百视达罚了40美元的滞纳金，一气之下才创立了网飞公司。[1]

哈斯廷斯曾经去找过百视达的CEO约翰·安蒂奥科（John Antioco），提议让网飞和百视达建立合作伙伴关系，利用在线订阅人的观看习惯等详细数据，准确把握用户不断变化的兴趣和行为。他当时给出的报价是5 000万美元，但安蒂奥科很快就对哈斯廷斯下了逐客令。那时，百视达已经去找过安然，希望安然为点播视频提供带宽。而网飞又花了6年的时间才引入流媒体服务。1998年，哈斯廷斯去找亚马逊的CEO杰夫·贝索斯（Jeff Bezos），但贝索斯高达1 200万美元的报价让他打了退堂鼓。

在接下来的4年中，百视达和网飞都在尝试重新定义视频租赁市场，这并非一场不对称的竞争，两家公司经常对外声称，他们提供的是两种不同的产品：百视达的产品是DVD，网飞的产品则是点播视频。但实际上，双方都在投资DVD和流媒体，百视达的CEO吉姆·凯斯（Jim Keyes）2008年甚至说过：“说实话，我真是搞不懂，为什么每个人都对网飞如此着迷……所有网飞能提供的东西、能做的事情，我们也能做到。

” [2]

但事实上，两家公司最根本的商业运作模式存在天壤之别。

百视达采用工业时代的商业模式，极度依赖大众传播、商店铺面和规模经济，并且非常不透明。这些举措的效果看起来都非常好。2004年，百视达的店铺多达9　100间，但有一个见不得人的秘密，在消费者体验中造成了极大的摩擦力。百视达约有15%的收入并非来自DVD租赁、流媒体或店铺内销售的各色糖果小吃，而是源自滞纳金。百视达是在惩罚自己的消费者。 [3] 即使店铺工作人员能够与消费者建立一定的客户关系，但可以看得出来，任何被罚过滞纳金的人，在走出百视达的店铺时，完全感觉不到自己跟这个品牌建立了任何联系。

而网飞则恰恰相反，它没有滞纳金，没有店铺，只有一个让消费者热衷的品牌。

5年后，百视达申请破产，网飞则成了全球最大的DVD租赁和流媒体内容提供商。

百视达的故事就是公司陷入工业时代思维模式的经典案例，即使看到周围的创新工作进行得如火如荼，自己仍在创新方面停滞不前。

创新不是一项不可剥夺的权利，没有一家公司拥有永久的创新许可证。2011年夏，网飞就尝到了这一沉痛教训。当年，公司宣布分拆为两个业务板块：Qwikster（快斯特），一家DVD租赁公司；网飞，在线流媒体公司。这一举动，再加上内讧，导致分拆消息公布短短几周内，超过80万用户注销了网飞会员身份，最终哈斯廷斯不得不亲自道歉，网飞也因此学到了宝贵的一课：靠直觉经营有风险。对好莱坞来说，这不算什么新鲜事，在这里，尝试预测一部大片历来都犹如一场赌博，但根本性的变革正在上演。

如今，网飞可能是本章将要介绍的数字化的五个阶段中前四个阶段里最好的例子之一——用行为数据决定创新产品和服务。通过分析上亿会员的个人观影习惯，公司对行为的理解达到了一种前所未有的详尽程

度，网飞前全球通信总监约里斯·埃弗斯（Joris Evers）曾经打趣地说：“网飞有3 300万个不同版本。”

网飞不仅利用个性化的行为数据为会员进行推荐，还利用这些数据推出自己的原创内容，如网飞斥资一亿美元买下了《纸牌屋》（*House of Cards* ）的版权，它是在用宝贵的数据做赌注，这些数据信息表明，导演大卫·芬奇（David Fincher）、男主角凯文·史派西（Kevin Spacey）以及英国版的《纸牌屋》可谓一场完美的风暴，一定符合网飞会员的口味（至少在当时看来是这样）。

网飞在了解和迎合会员方面到了一种近乎荒谬的程度，而且异常坚定。它有76 897种微流派的影片[4]，当它发掘新电影的特性时，会分析其他成功电影和连续剧的宣传画面的具体色彩构成，它甚至有一本36页的手册，用于培训专业的“观影人”，这些人的任务就是看电影，用元标签来注明所有东西，从电影如何大尺度或如何暴力，再到剧中演员的品性。[5]

当你观看网飞新推出的影片或电视剧片花时，你看到的是专为你个人的行为风格优化过的版本。[6]不过如前文探讨的一样，这也并非全球通吃。FX Networks（美国FX有线电视网）总裁约翰·兰德格拉夫（John Landgraf）就不相信这足以预测成功，“数据只能说明人们以前的喜好，并不代表人们未来的喜好，对优秀的高端节目而言，其任务当是发现在集体认知中尚未被现有电视节目填充的空白区域。（这些选择）‘是在数据永远无法渗透的黑匣子中做出的’”。[7]

尽管我们理解并且认同开疆拓土往往需要彻底反直觉的行动，但这个决定只是你愿意承担多大风险的问题。在这一层面，它跟今天的各行各业没什么不同，拥有既得利益的行业先入者可能会依赖更加保守、更可预测的赌注，而新兴企业会有意选择一个冒险的赌注，有时候的确能有所斩获。

若我们当真相信自由市场的活力，何不把标准定得尽可能高些？如

果网飞希望依靠算法和人工智能确定下一部最优秀的大片，这并不影响独立电影工作室做出完全不一样的选择。实际上，可以说，这种基于评价的动态选择，会比完全依赖直觉做决定的大电影制作公司（很大程度上其背后只是个人偏见和喜好）创造出更多的价值。

换言之，我们更愿意告诉好莱坞自己的喜好，然后让电影制作公司拍出这样的影片，而不是让好莱坞来告诉我们，我们应该喜欢什么影片。

网飞的例子不仅限于好莱坞或娱乐行业，可以看到，这是一种更深层次的发展趋势，塑造了公司的创新方式，这种发展遵循着从工业时代早期一直到今天的明确路径，我们称之为数字化。

首先我们要分清楚，数字化（digitalization）不等于数码化（digitization）。可以说，每一个争相有效利用数字技术运行内部系统，与伙伴合作开拓市场或向消费者进行兜售，为消费者提供服务与支持的组织，都已经实现了数码化。

数字化则是创造产品、服务或组织的行为，其核心在于采用数字技术，从根本上改变用户体验。数字化发展到巅峰期，其最终目的是创造出超个性化的产品，这样的产品能够理解市场和消费者的行为，并随之改变。

超个性化不仅仅是创造多样化产品的手段。无论是类似印有字母组合的手表这样简单的商品，还是依照一系列定制选择从工厂订购的一辆汽车，都是批量定制的例子。消费者从一系列预先设定的选项中做出选择，而这些选项是生产厂商基于之前的市场调研或消费者偏好确定的。这并不意味着我们不再需要批量定制，而是仅有这个还不够。

我的可乐

相较于超个性化，个性化最盛行但也最简单的一个例子，就是可口可乐“分享这瓶可乐”的活动。该活动始于澳大利亚，很快席卷70个国家，大获成功。这个活动从概念上来说十分简单，选择澳大利亚最受欢迎的150个名字，用粗体字母打印在可乐瓶、可乐罐的表面，“可口可乐之旅”（Coca-Cola Journey）官网主编杰伊·莫伊（Jay Moye）说：

露西·奥斯汀（Lucie Austin）从看见可乐瓶上自己的名字那刻起，就知道自己的团队胜券在握了。

“我的反应就像一个孩子，”她回忆道，“我知道很多人也会有和我一样的反应。”

2011年，时任可口可乐南太平洋区营销总监的奥斯汀跟同事正在悉尼的会议室中，聆听五家代理商针对即将到来的夏天开展的可乐促销活动。几周前，他们接到了一个151字的创意简报，要求其自由开发一个真正具有颠覆性、可以上头条、能够引发全国关注的想法。

后来的活动，也就是内部所谓“关联项目”，以“加强品牌与澳大利亚年轻人之间的纽带——同时鼓励人们在真实世界和虚拟世界中分享幸福时刻”为出发点，推出了著名的“分享这瓶可乐”的创意。这一首创活动用一种戏谑、社交化的方式，把可乐瓶子和罐子上的品牌推广，换成了澳大利亚最流行的150个名字，以凸显名字的魅力。

活动反响很好。

那个夏天，可口可乐在一个仅有2 300万人口的国家售出了2.5亿瓶（罐）可乐，随后这一活动开始走向全球，至今已遍及70多个

国家。英国、土耳其、中国的可口可乐团队，以及最近的美国团队都在这个概念上倾注了他们的创意，同时保留了简单的邀请，与“（某个人名）分享这瓶可乐”。 [8]

为什么一件如此简单的事情能有这么大的影响力？个性化于品牌而言，是对消费者个人身份的认可，他或她值得被认可。可口可乐在很大程度上证明了，这样一家大型跨国公司能与消费者之间建立这种关系，而这本来只有通过当地的零售商才能实现。

另一个例子是耐克。2017年，耐克在纽约开了一家工作室，为人们定制超个性化的鞋子。耐克的“特别创新项目”（Innovation Special Projects）副总裁马克·史密斯（Mark Smith）表示：“开展这个项目的目的是，将我们此前为运动员提供的协作设计体验带给消费者。每个人都希望自己的产品是独一无二的，所以我们将这个想法与现场设计和制造流程结合在一起，让消费者进入工作室，与我们合力打造一款特殊的产品，并且让消费者在很短的时间内拿到成品。”

在此之前，耐克的确赋予了消费者自己设计鞋子的能力，并且承诺在几周内交货，但现在整个价值链得以重新设计，消费者可以在耐克店里挑到本人参与定制的那双运动鞋，这显然跟批量生产有天壤之别，却还是仅面向已知的需求和期待，符合定制化的需求。 [9]

Fluid是一家代理机构，跟很多知名品牌都有过合作，包括雅诗兰黛、The North Face（北面）、彪马和范斯，共同推出超个性化和定制化的客户体验及产品。该公司高级副总裁布里奇特·法尔兰德（Bridget Fahr-land）跟我们探讨了客户-品牌关系这一角色的转变，她用了Fender（芬达）的例子，这家美国吉他生产商已经有70年历史，可以说是一个传奇。他们的Fender Mod Shop（定制商店）提供一种沉浸式数字工作室体验，让消费者能从众多定制选项中选择并设计自己梦想中的吉他。

顾客不仅想当消费者，他们也想参与缔造独一无二的产品。

定制化是把自己同其他多数零售商区别开来，提供独有的产品的有效方法，我认为它还展现了消费者更深层次的参与度，跟Fender一起制作定制吉他的消费者对价格的定位更高，他们更经常弹吉他。通过定制化服务，你开始与这个客户建立一种更加私人的深层关联，这种关联可以拉近他们与品牌的距离，建立一种更长久的关系。

从另一方面来看，这可以同时适用于批量定制和批量个性化，因为我们探讨的是大规模操作，相当于为几十万甚至几百万人提供这样的服务。

在某种程度上，你永远不可能摆脱批量营销模式，你还是在向一大群人推销。但如果尝试把产品个性化，你就会有全新的发现，这是传统的面向大众或大批人群的团体深度访谈无法获取的，你会真正详尽地理解市场想要什么。在我看来，选择这条路径的益处之一是，既满足了某些消费者渴望超个性化产品的心理，又了解到了市场的走向和趋势，而这原本可能被你忽视了。

尽管以上各公司——可口可乐、耐克以及Fender——都属于产品多样性和批量个性化的范例，但其并未使用某一消费者的当前行为。虽然他们借产品来理解个人偏好，但需要注意的是，如果能理解个人对某一产品的配置存在怎样的偏好（如Fender的定制吉他），就可以真正理解新的产品应该往什么方向改变，从而更好地面向大众市场。

超个性化的典型障碍是在多数情况下，生产过程不允许产品有实时变化，因为这需要重组整个组装过程。例如在可口可乐“分享这瓶可乐”的案例中，虽然已经算是最低限度的个性化，但要选择名字，确保不侵犯商标权，排除名字有冒犯他人甚至是在另一种语言中存在亵渎的可能，以及选择合适的数字印刷以仿造原来可口可乐的红颜色，这些需要数月时间的投入。

而在Fender的例子中，这要容易得多，因为流水线的配置已经考虑

到了定制化需求，相对来说，比较容易扩大规模。

托马斯·赫斯曼（Thomas Hirschmann）是英国数据战略和咨询事务所Braingraph（脑图）的CEO，围绕超个性化生产的可能走向，他跟我们分享了一个更大胆的观点：

> 更为大胆的一种思维方式是，不仅把产品设计交到消费者手中，还要把产品生产完全交到消费者手中。我认为就技术而言，因为有人工智能和3D打印技术，消费者正在成为生产商，他们能跟上新的专利和新的想法，可以基于共享的图纸和共同的蓝图制成最终产品。消费者在现有设计思路和现有专利的基础上进行设计，所以从技术上来讲，应该能够形成规模化的个人制造过程和生产基地，同时类似区块链这样的技术将能够让消费者自己出售产品。从技术上来讲，消费者和生产者之间的差别将变得无足轻重。

赫斯曼的观点非常诱人，生产商变成了“生产服务”提供商。但实体产品仅是消费者体验中的一个维度，数字技术与产品的结合度越高，就越容易让产品实现个性化，同时产品和设备基本不变。我们前面举过一个例子，一部智能手机主要由各种应用定制而成，在耐克的例子中，鞋子本身可以连上传感器，跟踪记录鞋子的使用方式、使用环境以及使用寿命。在此之后，借助相关的分析诊断、使用推荐以及提醒，鞋子可以变为数字化版本——“嗨，主人，你很久没跑步了”。这倒不意味着鞋子可以直接跟人们对话，但它可以通过一个更大的生态系统与我们进行交流，如智能手机上的健康类应用程序。

这个原则也适用于更加复杂的设备，比如汽车。特斯拉有一个平台，能够捕捉驾驶员的行为，同时设定其表现、用户界面，以及与之相匹配的汽车行为。

Faurecia（佛吉亚）是世界上最大的自动设备供应商之一，其全球销售额和风投资金高达230亿美元，它投资了自动驾驶行业中的一些初

创公司。该公司正在密切关注如何重新改造自动驾驶汽车的内室，以符合乘车人的心情、情境和情绪。其中的体验包括照明、音乐、视频、座位配置，甚至汽车的驾驶行为，它无须为每台自动驾驶汽车制定不同的生产过程，但提供了一定的改良，这是其他汽车无法做到的。

数字化的作用

产品数字化可能是人们理解、实现超个性化商业模式的唯一途径。简言之，数字化是指能够通过使用数字技术直接感知行为，并在此基础上进行创新的能力。这意味着产品必须要有能力收集行为数据，与数字孪生体关联，分析和理解后者提供的数据，并有能力实时修正行为，从而不断进行自我创新，带来新的客户体验。

数字化是一种独特的看待产品的方式，因为它不仅为其用户提供了价值，还提供了唯一一种价值取自用户类型的产品。这种象征关系实时发生，不是市场研究、团体深度访谈、调研或本章之初描述的衍生方法的结果。相反，它是通过产品使用直接获得的结果。为便于理解数字化，我们把它分解为五个阶段。

这五个阶段不仅限于数字产品，因为几乎每种产品都有一个数字组件或数字孪生体，我们可以把这个数字化的概念应用于几乎所有行业的产品。

表6.1和表6.2展示了不同行业中各种产品数字化的五个阶段的部分示例及其特点。

表6.1 数字化的五个阶段

	第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段	第五阶段
音乐	MP3 播放器	iPod	iTunes	Genius Mix （定制播放 列表）	个性化
交通 工具	手动	辅助	关联	自动化 等级 3 或 4	自动化 等级 5
通信	固定电话	无线电话 或手机	智能手机 或应用	穿戴式	增强版
电力	本地 发电机	局域发电机	公用设备供 应商	输电网	智能建筑
计算机	集中终端	本地桌面	互联的个人 电脑 局域网	移动版	“神经蕾丝” （Neuralink）
软件	机械 自动化	数字自动化	关注用户 界面	应用	人工智能

表6.2 数字化各阶段的特点

数字化各阶段	特点
第一阶段	基于设备，风险高，无行为追踪能力，率先进入市场，很少进入第二阶段，无对比模拟的新技术，广泛的市场应用尤为罕见。
第二阶段	依然是基于设备，但颠覆性的潜力开始显现，结合第一阶段的多种创新，引入新的商业模式，尚未被行业先入者视为威胁，玩家数量大幅上升，形成了一种产品门类，有若干获取行为数据的基本能力。
第三阶段	行为数据成了最具竞争力的区分点，不太偏离或未曾偏离第二阶段的设备（除了渐进式创新，设备上几乎注意不到什么变化），充分利用了新的商业模式，催生了山寨创新者，成为传统商业模式和设备的主要威胁，标准由市场选定，在第三阶段，玩家之间的竞争达到巅峰，市场发展达到临界点。
第四阶段	基于行为的区分现在成了关键，市场领军人物，在众多领域中遥遥领先，通过一个丰富的超个性化生态系统，显著改变用户体验，竞争越来越少，因为从第三阶段起，传统竞争者开始萎缩，逐渐消亡。
第五阶段	在第四阶段行为模式的基础上建立，但加入了智能及预测未来行为的能力，能以一种大规模超个性化的方式预测需求和偏好，超个性化实现了与技术的高度亲密接触。进入第五阶段，受信任的供应商需要投入大量资源，因为第四阶段在市场中根深蒂固，消费者非常不愿意对不确定的未来下注，因此，相较于之前各个阶段，出于经济层面的考虑，从公认的“已经够好”继续过渡。

数字化方法的关键益处在于，可以挑战并替代市场中的现有产品，包括那些众所周知并得到了广泛使用，但已进入饱和状态的产品。苹果从iPod到iPhone的发展历程，就是一个很著名的例子，很好地诠释了一个产品如何能做到这一点。

iPod和iPhone算是数字化第一阶段走向末期时进入市场的后起之秀。Creative（创新科技）公司生产的Nomad播放器和Diamond（帝盟）的Rio播放器等在便携式MP3音乐播放器市场中几乎处于垄断地位，而苹果从一开始就利用了获取消费者行为，并对其进行分析的优势，这也是苹果开发iTunes整个生态系统的重要组成部分。

人们可能已经忘记，在刚推出iPhone时，人们对谁造就了这一突破一无所知，就在iPhone上市前，诺基亚还占据着50%的智能手机市场。在iPhone推出两年之后，苹果只有4.2%的市场份额。比较流行的黑莓手机制造商RIM（移动研究公司）占据3.6%的市场且还在一直增长。2011年《福布斯》的一篇文章写道，“从选择黑莓而非iPhone的年轻购买者的数量来看，我对RIM的耐力和增长信心十足”。[10] 不到两年的时间，RIM宣布第一季度亏损，5年后公司停产黑莓手机。而截至2013年，诺基亚的市场份额跌到了3.1%。

2007年时，iPhone遭到竞争对手的一致揶揄，市场对其态度也不冷不热，想想这些，你会更加惊异于iPhone的异军突起。Palm（奔迈）公司的CEO埃德·科里根（Ed Coligan）——20世纪90年代，当Palm公司在掌上电脑市场大获全胜时，苹果的牛顿掌上电脑输得惨不忍睹——认为苹果是局外人，“我们花了好几年时间来学习，也走了不少弯路，这才弄清楚如何制造一台像样的计算机，那些摆弄个人计算机的家伙是搞不明白这些的，他们根本就入不了门”。RIM的CEO迈克·拉扎里迪斯（Mike Lazaridis）的态度也没好到哪里去，“苹果用这种方法生产设备，难免要牺牲先进性，以满足美学需求”。而苹果长期的竞争对手——微软的前任CEO史蒂夫·鲍尔默（Steve Ballmer）也毫不留情地嘲讽苹果，“苹果将要生产全世界迄今为止最贵的手机，iPhone不可能会占据显著的市场份额”。这就是典型的行业先入者的反应，它们在现有市场已占有一席之地。

苹果之所以能在智能手机领域占据主导地位，很大程度上是因为它实现了整个系统的数字化，能够做到几乎同步回应消费者行为。这并不

是因为苹果特别清楚该如何进行设备创新（尽管我们认为它确实是做到了），而是因为它的整个数字生态圈在不断地迎合消费者的需求。

这也同样适用于苹果及其特有的OSX操作系统的竞争对手——三星和谷歌的安卓操作系统。虽然设备仍然十分重要，但更多的价值在于体验，现在的竞争已是围绕数字体验的竞争。这就是为何那些努力复制设备的公司很少获得回报，反而被视为落伍。微软努力推出自己的Windows（视窗操作系统）智能手机就是这种情况，尽管投入了很多（单单收购诺基亚和后来的减损费用就耗资76亿美元），然而微软手机在美国市场的占有率还不到1%，而苹果的市场占有率高达40%，剩下的市场份额则属于安卓系统（还有0.02%的份额是其他特有的操作系统）。 [11]

在第二阶段和第三阶段，苹果把大部分精力都倾注于推动iPhone的渐进式创新，而设备、标准及应用商店并没有大的变化，但消费者的体验方式发生了很大变化。最主要的创新来自苹果的数字生态圈，用户可以依据自己的需求打造独一无二的设备。

我们认为，目前苹果以及三星均已进入数字化的第四阶段，他们清楚地认识到了设备以及整个生态系统的实际使用情况。人工智能开始通过苹果的A11仿生芯片（A11 Bionic chip）及其“神经引擎”（neural engine）与设备结合，这一对处理器专门用于脸部识别、动画表情以及增强现实等机器学习任务。

但还是有一群人持不同观点，认为第四阶段的数字化实际上限制了创新。原因是第四阶段创造了一种认知偏见，即到目前为止消费者已经习惯了这种体验，也投入了很多来理解这种体验，并进一步将之融入自己的生活；随后生产商利用这些使用数据，强化并更好地满足消费者的需求，而这个循环大规模重复，相当于反复强化和巩固过去。

然而，可以换个角度看这个问题，我们相信这正是数字化的根本益处所在。从历史的角度看，当市场演变至发展完善、广为接受的程度时，突破性的创新对市场研究者或重点人群几乎已经没有什么意义了。原

因很简单，人们只能基于自己的经历去衡量任何新产品的价值。已故管理大师彼得·德鲁克对这种“问市场”（ask the market）的创新方法深信不疑，史蒂夫·乔布斯也一样。两人都相信，尽管市场对一种产品表现出了不满，却无法预见存在于现有产品指导框架之外的解决方案，正如马歇尔·麦克卢汉（Marshall　McLuhan）在1955年所说，“随新技术而变的是框架，而不仅是框架内的事物”。[12]

归根结底，如果你问市场它想要什么，答案会是：“就是现有的这些东西，但要更快，更便宜。”数字化的承诺则是，无须市场自己发声说明需求，个人隐藏的行为将驱动创新。

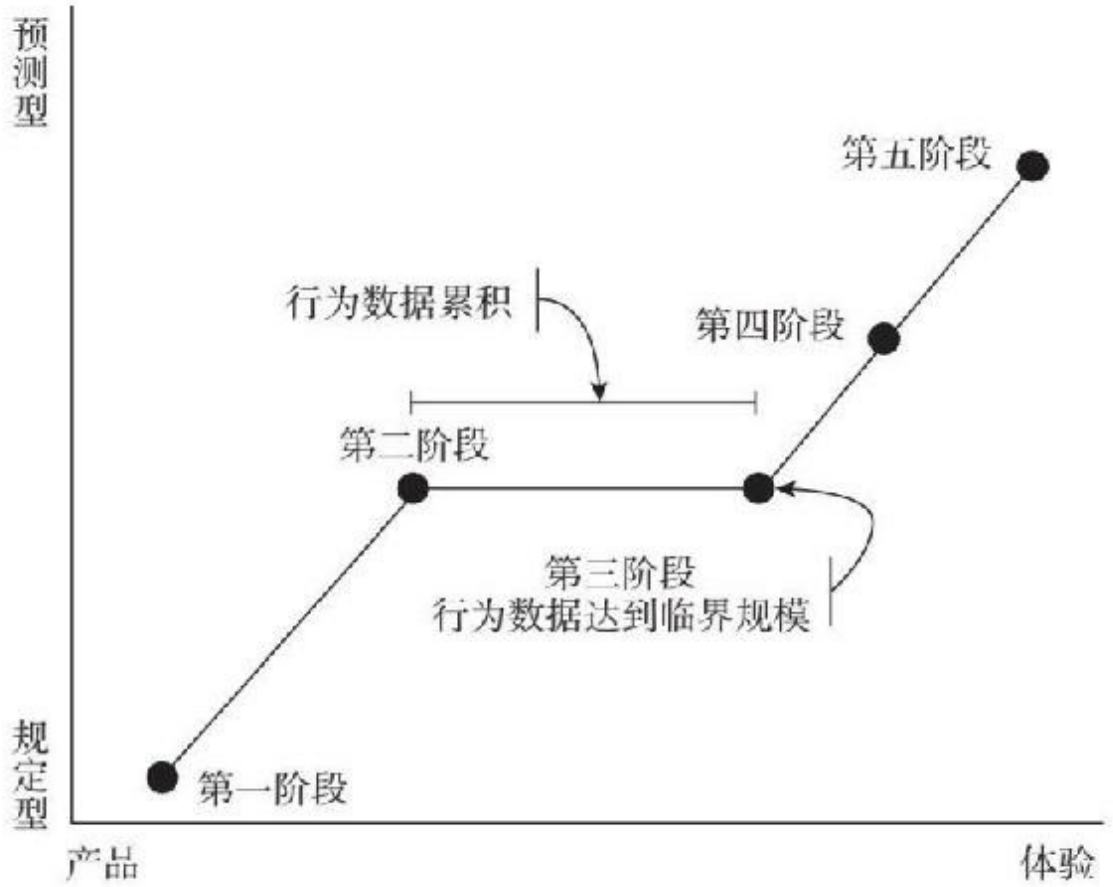


图6.1 数字化各阶段

图6.1说明：数字化的五个阶段。第一阶段，严格规定的产品，彼此毫无关联也无法收集行为数据。到第二阶段，由有基本关联的产品和更好的体验组成。第二阶段到第三阶段的过渡主要集

中在更大的关联性上，提升了体验，但产品的预测能力并未随之提升，因为尚未收集到所需的数据。一旦临界规模的数据收集完毕，产品进入第四阶段和第五阶段，至此，行为数据可以揭示预测性或体验性的创新。

这正是目前智能手机所处的阶段。人们太习惯于渐进式创新，以至于形成了一种幻觉，即产品基本都大同小异，无论是汽车还是智能手机，很难想象会出现什么商品能够替代我们正在使用的产品。从历史角度看，在这个节点，生态圈和商业模式也是一成不变的，这就是前文描述过的柯达挑战，虽然柯达始终坚持工业生态圈模式，但其原理同样适用于数字生态圈。

数字化的作用就在于，其建立了产品与用户在数字自我上的关联。如今，我们不再依赖粗略的人口趋势和自述行为来发现创新的领域，创新现在变成了客户或消费者实际行为的直接结果。

你并非自己所想的那样

通常，人们的实际行动总跟自己所想的行为相去甚远，因为人对自己的印象一般都带有偏见。你若不信，可以找一个你很熟悉的、注册过相亲网站的人问问，他们在网上看到的某人的照片是不是经常跟见到的本人很不一样。关于这方面的研究表明，尽管的确存在欺骗的可能性，但在大多数情况下，仅仅是因为人们对自己的认识存在偏见。[13]

例如，多芬就是一个非常好的例子。2013年，多芬“真美行动”（Real Beauty Campaign）制作了一个在线视频。视频一开始出场的是一位法医艺术家，其工作职责是根据目击者的描述画出罪犯的样子。这位法医艺术家坐在隔墙的右侧，隔墙的左侧坐着一位女士，向艺术家描述自己的模样，好让艺术家据此为她作画。其间艺术家和这名女士一直看不到彼此。[14]

等这名女士说完，把她带出去，再依次请她的几个朋友坐下来，逐一向这位艺术家描述这名女士，最终艺术家把根据这名女士的描述完成的画像，和根据其朋友的描述完成的画像挂在一起，再把这位女士带回来看，她自己描述的版本显然比朋友眼中的她更加憔悴、疲惫和烦躁，巨大的反差让她流下了眼泪。这一广告的目的在于说明我们对自己的印象很少是精确的，总会受到自己复杂的精神状态的影响。[15]

这一现象很大程度上也可以拓展到人对自己行为的理解上。比如，你是否经常碰到，当你跟别人谈论其在前一天所做的事情时，他们却说没有做过或完全没有印象？再比如，密友、亲戚甚至是配偶身上有一些简直让你抓狂的怪癖，而他们自己却浑然不知？

这也是在说到超个性化这个话题时，对人们来说极难接受的事情之一。人们深信自己十分清楚自身的每一个行为，了解吸引我们和不吸引

我们的分别是什么，可以分毫不差地回忆起自己的行为和想法。但研究表明，事实并非如此。

从20世纪80年代起，已经有大量可信的证据表明，人们对自己所做的事情知之甚少——大概只有5%。剑桥大学心理学家安东尼·马塞尔（Anthony Marcel）博士在“80后”身上做了很多实验，这些实验也是证明这一点的绝佳范例。在其中一个实验中，他的病人是有“盲视”症状的人，即他们的眼睛和视觉神经都没有受伤，功能正常，但由于大脑受到了损伤，使病人处于失明状态。就好像是给摄像机连上网，却找不到IP地址一样。

马塞尔博士会在这些病人双臂可触及的范围内放上东西，然后让他们伸手去拿这些东西，同时用高速照相机记录他们的一举一动。根据《时代》杂志上一篇关于这项研究的报道：“影片表明病人并没有摸索，而是直接伸手去拿这些东西——这个动作表明他们十分清楚东西具体的位置、形状和大小，‘一开始，他们认为我疯了，因为他们看不见任何东西，’马塞尔博士说道，‘但当最终尝试的时候，他们准确地拿到了东西，实验结果表明，他们的视力在一定程度上是非常好的，只是他们不知道自己能看得见。’”

这也被普遍认为是市场人员很难通过团体深度访谈，预估新产品能否成功的部分原因；也是企业纷纷放弃带有严重偏见的方法，转向理解行为的原因。实际上，现代团体深度访谈的创始人，精神分析学家厄恩斯特·迪希特（Ernst Dichter）于1938年从越南移民到美国，他曾经说过：“人们在尝试解释做出某种行为的原因时，会惊异于我们是如何误导自己的。”

近100年来，企业一直在试图了解大众市场，仿佛构成市场的每个人都有同样的动机、需求和欲望。人们如此沉迷于这样一个“市场”的观点，以至想当然地接受，如果一个产品或服务不能满足个人需求，那很明显，作为消费者，我们应该调整自己的需求。毕竟，一个品牌不可能满足所有人。

但只有当你能够将大众市场模式，与真正理解每一个消费者的能力进行对比时，这种模式的缺陷才会凸显出来；然而，理解能力是无法进行等级量化的。单就规模而言，你要么是一个跟个体消费者打交道的小企业，要么就是一个跟大批同类型消费者打交道的大企业。

大众营销带来的另一个问题是，由于与消费者的需求、特征或行为不符，千篇一律的产品总会被退回，即便未退回也很少得到使用，或很快被丢进垃圾桶。但仔细想想就会发现这是一个奇怪的现象，因为如果一个产品不适合，人们100%会退货。但事实并非如此，人们还在坚持用这些产品，因为我们愿意相信它适合我们，是我们自己的问题而不是产品的问题。那条紧身牛仔裤穿在网模身上简直好看极了，如果穿在我身上肯定也非常好看，前提是我要努力穿上才行。

零售业的一项退货情况报告显示，“在美国零售商失败的销售案例中，商品总退款额高达2　605亿美元。这个数字大到什么概念，如果退款商品能代表一家公司的话，它能在《财富》500强中位列第三名”。[16]

这对产品可持续性而言无疑是一个严峻的挑战，一篇刊登在《华尔街日报》上的文章总结得很到位，“那件在商店里看似很完美，但到家怎么看怎么不对的衣裳，你从来没穿过，却始终无法狠心丢弃，它就在衣橱的一个角落里，被贴上了‘遗憾’的标签”。[17] 我们可以将此归因于“疯狂的消费主义”（rampant　consumerism），但并未找到解决方案。谴责市场是傻瓜才会干的事，处理这个问题的关键在于找到方法为消费者增值。这种方法阻挡不了沉溺于购物疗法的人，但它会引起更多消费人群的注意。这些人希望自己买到的是穿上看着好看的衣服，而不是徒有一个令人欣羡的衣橱，里面写满了遗憾。

超个性化可以显著改变这一点，让企业在实现扩张的同时，又能与每个消费保持亲密的联系，理解其行为，这就形成了一个良性循环。消费者体验大幅改善，参与度就会提高，品牌便得以了解更多关于消费者的信息，如此循环往复。这个循环每重复一次，品牌和消费者之间的相

互忠诚度就更进一步，竞争对手就更难介入。就服装而言，这可能意味着零售商拥有行为数据，可以根据样式、尺寸、剪裁、耐用度以及其他因素来判断什么样的服装最适合你。这就是超个性化的价值，与每一个消费者建立超个性化的关系，增强消费者对品牌的信任度。

超个性化的最终目的是主动满足消费者的需求，而无须其本人花时间或精力去思考自身的需要。这听起来可能怪怪的，但这是当今世界运行的核心原则。汽车上配备的防抱死制动系统就是一个非常好的例子。它就在那里，人们从没学过该如何使用它，大多数人甚至不知道它是什么、怎么工作，但它随时可以帮助我们并保护我们的安全。同样，按照本书的说法，它是看不见的。随着人工智能的进步，汽车已经到了能够感知危险、预测车祸，并避免车祸发生的地步。这就是超个性化所带来的信任关系，是一种目前只有人类彼此才能建立的关系。

超个性化的关键是将业务的方方面面都围绕消费者体验展开。安尼什·乔普拉（Aneesh Chopra）是奥巴马政府时期的CTO（首席技术官），他曾写过一本名为《国家创新》（*Innovative State*）的书。在书中他描述了Aetna（安泰保险）如何通过把客户置于健康医疗生态系统的中心，创造出一种超个性化的与客户打交道的方式。

> 客户致电（安泰保险的）护理呼叫中心，该中心有一个IT（互联网技术）控制室，当有客户呼叫护士时，该护士的屏幕上就会开启一系列应用，提供各地区从环境因素到质量措施等政府数据——以便能给出建议。这样一来，从佐治亚州某医院出院的病人就能得到俄亥俄州护士的定制化帮助，包括预约最佳的治疗场所，获取美国国立卫生研究院（National Institutes of Health）关于他们健康管理状态的最新数据等。[18]

安泰保险所用的这种基于控制室的方法，用到了三个交互的矢量，以确定客户的具体情况：客户的医疗史、当前的生理状态，以及他们具

体的位置。你可以回想一下自己看病的经历，特别是在护理的连续性尤其关键（急诊或从一个临床医师转至另一个）的情况下，这三项构成了90%的决定因素，在此基础上才能予以水平相当的护理：你的医疗史、你的当前症状、你去哪儿才能获得所需的护理。美国每年花在不必要的急诊出访上的开销将近4　000亿美元，如果医疗行业能采用超个性化的方法，其经济回报以及治疗的整体效果均会得到显著提升。

大卫·帕克（David　Park）是VirtuSense的创始人兼CEO，他跟我们分享了另外一种情况，超个性化可以对老龄化人口的医疗保健产生巨大影响：

> 仅就美国而言，每年有1/3的老人会摔跤。我们的任务，简言之，就是减少摔跤，让老年人安度晚年。我们给家庭及老年人住所部署保护性、防护性的方案，并计划利用机器视觉、人工智能以及数据分析，把这些预测及防止摔跤的方案应用于医院。我们的大目标是尝试通过创新技术和数据分析让老年人能安度晚年，这对健康行业来说意义非凡，因为我们所有人都面临一个共同的大趋势，即全球人口老龄化。在未来几十年内，这将影响我们的社会、医疗以及政府，我看过的所有研究都表明：预计所有工业化国家的人口寿命都将延长。
>
> 举例来说，假设我们现在正跟老年社区一位管理人员打交道，该社区有独立的居住公寓，有辅助生活设施，以及技能娴熟的护理中心，所以他拥有了全方位的护理设施。他说：“我想要知道住在这里的老年人是不是在吃饭、吃药，或他们的记忆力是否发生过重大变化，这样我们就可以安排医师接诊计划，避免接下来更加昂贵的步骤。”

显然，这种对每一个住户的透彻了解，又把我们重新拉回了隐私的问题上，我们请大卫谈了谈VirtuSense在处理监控方面的情况。

我们什么都没录，实际上我们让客户自己选择是否要关掉摄像机。如果关掉，我们就只是把图像变为一个化身，基本上就是一个类似简笔画一样的人物，你无从判别这个人是男是女，或者是胖是瘦，这样就保护了隐私。我们甚至可以把这个简笔人物都关掉，只是在出现状况时发出一个提醒而已。当然了，人都会有担忧，这很自然。但现实情况在于，多数老年人希望尽可能待在自己家里。使用这项技术可以满足他们这个心愿。如果你在一家护理中心，用同样的装置，这种级别的保护监控就可以避免接受下一级护理——疗养院。

举例来说，阿尔伯特·爱因斯坦医学院（Albert Einstein College of Medicine）在过去30多年研究了300~400位老年人，他们发现，在行走速度测试中，如果一位老年人的行走速度为每秒0.7米或更慢，那么他们在接下来的一年内摔跤的可能性会增加54%。所以我们建立了行走速度分析，观察老年人一天的行走情况，如果其行走速度比我们预估的数值低，就会触发预警。我们已经在梅奥医学中心（Mayo Clinic）、克利夫兰诊所（Cleveland Clinic），以及一些经验丰富的大型养老院布置了100多套系统。

不过更积极的意义在于减少可能的摔跤次数，仅仅是在美国的医院，这个数字就可以达到100万。一般来说，医院的病人在想要自己下床去卫生间或拿东西时会不慎摔倒。

我能想到的一个具体的例子就是，大概在一两天的时间内，一位病人在没有护士陪护的情况下跌倒了3次，而其中只有1次触发了医院的床垫警报器。更糟糕的是，它还给护士站发送了24次假警报。而相比之下，我们的系统只发送了3次警报，0次假警报。但更重要的是，我们的系统给护士发送的警报信号比医院的床垫警报器提前了40秒。

VirtuSense的方法提供了一种通过行为观察来帮助应对老龄化问题的思路。但为何要止步于此？我们认为，数字自我最大的影响之一在于应对更加艰难的医疗挑战，把数字自我的理念拓展到个性化的代言人—

—它在我们行动不便时代替我们。

个性化代言人

数字自我的终极形式就是自动化实体，能为它所代表的人类代言。尽管这需要我们进一步发挥想象力，但作为代言人的数字自我几乎已经具备了全部条件。回想一下我们在第三章说过的数字自我，其在任意指定时间段内的工作量都远远超过人类。关于这方面的应用，一个绝佳的范例就是医疗领域。

医疗系统中最严重的问题之一就是，因生理、精神或认知方面存在缺陷，无法提供本人的关键信息且没有监护人的患者，其十分缺乏医院提供的合理看护。这样的患者，需要一个“代言人”，陪护其与医生会面，监测其是否遵循处方药和疗法，帮助其预约看诊、确定承保范围和账单。

现在面临的一种典型的情况是，病人身处急救室，无法提供当前的用药清单，没有医疗记录，也不能描述来到急救室之前有何经历，因为他们的身体机能或认知受损，不能有效地与护理人员交流协作。

即使家庭成员或朋友在场，他们也不太可能掌握所有信息，甚至很可能在向临床专家传达信息时出错。当今复杂的医疗系统创造了一个异常难解的迷宫，即使是多数清醒的寻医病人都很难驾驭。而对没有能力自行处置这些，且没有监护人的病人来说，这几乎是不可能完成的任务。临床环境中因为这种复杂性出错的情况非常普遍，而系统中的各方都要因此而遭罪。

这个层面的个性化代言人需要具备三种能力：能够获取并使用病人以往和当前的所有医疗信息，以便与临床工作者和病人的医护提供者（主要服务提供者）交流协作护理事宜；能够基于行为和习惯中的变化，对可能的医疗问题及早预警，这些症状可能说明了某种潜在的情况；确

保病人正确服用处方药物，遵从疗法以及其他治疗。

医疗护理的另一个难题是确定保险公司。当你们处于健康状态，在心智、情绪及生理能力等方面都能胜任相关工作时，这件事都尚且会让人觉得力不从心，对一个与疾病做斗争的人而言显然更是无力应对。然而讽刺的是，病得越重，在心智、情绪和生理等方面能力越弱的人，往往面临的损失越大，需要处理的问题难度也越高。

已经有公司把这当作一项服务向顾客提供，如医疗服务协调员（Patient Navigator）是提供医疗保险方面的专家，作为病人的个性化代言人。有一个例子就是，一个客户［我们姑且称为玛丽亚（Maria）］委托该公司“打破一个持续4年之久，关于拖欠服务提供者总计8万美元医疗赔偿的僵局。她的情况需要跟医疗保险（Medicare）、社会保障管理总署（Social Security Administration）、国家民事服务委员会进行探讨，还涉及两个本应帮助玛丽亚获得她应得的保险赔偿的退休人员团体健康计划。首先，医疗服务协调员帮助玛丽亚在联邦政府医疗保险B计划（Medicare Part B）注册，终止了她的一个退休人员医疗计划，然后他们一起处理她其他的医疗计划，把所有未解决的诉讼妥善解决。他们与玛丽亚的很多医疗提供者协商达成和解，让她不用再缠着公司讨债，最终打破了保险公司的索赔僵局，玛丽亚的提供者债务减少到了175美元”。[19]

还有一个例子是，公司“受一位女性之托帮助她年迈的父亲，这位老人是一所知名肿瘤医院的病人，她要求医疗服务协调员的代言人索里利亚（Zorrilla）医生陪父亲去见他的肿瘤科医生，协助在肿瘤科团队、她的父亲以及家人之间准确传达信息。例如，在老人突然住院治疗，进行优化护理的过程中，联络人员十分必要。老人因为自己的状态，无法表达自我，他的孩子虽已长大成人，但因为都住在城外，无法常来医院看他。应他们之邀，索里利亚医生出现了，他提出在为该病人诊断病因的医院进行第二次诊断，从而准确发现了潜在的问题，最终让病人能够病愈回家与自己的妻子团聚”。

预计到2040年，美国1/3的花销将用于医疗，显然到时这种代言人将十分必要。[20] 我们建议这种代言人的角色可以（至少部分）由你的数字自我来担当。只要掌握你的医疗记录和保险记录，全天候监测你的健康状况，结合更大的医疗生态系统，现在就能把数字化作为超个性化辅助医疗手段，还能使其为我们所用。

数字在医疗领域可大有作为的最后一方天地，可能正是超个性化的终极表现形式：制定日常饮食、药物，甚至按照个人基因组制定其他疗法。所谓个性化医疗、基因医疗、精准医疗以及营养基因学，这些方法正在引发医疗成效的改革。欧洲有一项面向1 000位肥胖人士、为期两年的研究。参与者被分为两组，每组的饮食每天减少600卡路里；除此之外，其中一组参与者（营养基因组）的基因组情况也是已知的，其饮食根据基因进行定制，借助基因标记，发现其对某些食物过敏或无法代谢。两年的时间内，营养基因组的体重比对照组下降了33%。相较于对照组两年内所减下的体重，营养基因组在每年年终的减肥情况也非常好。

这一结果的很大一部分驱动力，源自人类基因测序费用的下降，从2000年的3亿美元（最初基因测序的成本）下降到2007年的近1 000万美元，2008年又下降到100万美元，而今天只需要不到1 000美元。预计这项花销会在未来5~10年内下降为不到100美元，成本下降的速度甚至超过了摩尔定律对半导体技术进步速度的预测。2001—2016年人类基因组测序费用下降情况如图6.2所示。

因此，在基因组基础上探索多种疗法对个人的影响，能够给医疗领域的未来带来巨变，从采用“标准护理法”、普遍适用的医疗模式，转向根据每个病人独特的基因，为其确定最佳疗法的超个性化的模式。

通过基因标注的方法，可以追踪癌症病人对药物和疗法的具体反应，而这一方法中比较有前景的应用当属癌症治疗。时至今日，已发现的可作为某些疾病标记的基因超过1 800种，目前已有2 000种基因测试，进行了350多次针对具体基因的生物技术疗法临床试验。[21]

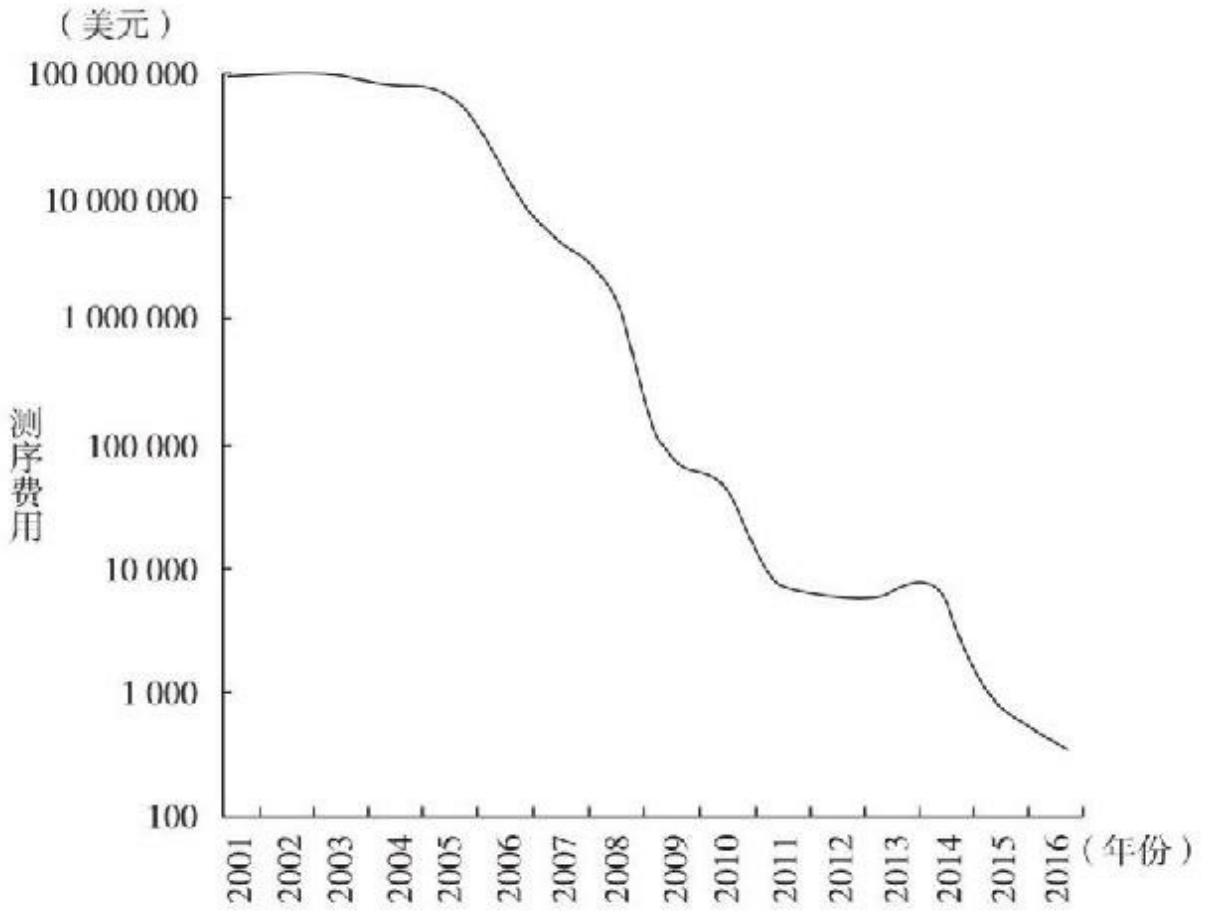


图6.2 2001—2016年人类基因组测序费用下降情况 [22]

要把如此多的敏感数据交付给各种实体，以便实现这一层次的超个性化，这难免让人心存疑虑，由此产生的诸多障碍也是可想而知的。但是当前，对数据以及医疗系统中所有相关方而言，无法顺利获取这些信息（哪怕能获取一点儿）所承受的风险远比数据公开高得多。而且这还没考虑快速老龄化人口因疾病治疗效果差所带来的与日俱增的经济和社会负担。今天，年龄在65岁以上的美国人口达到了15.5%，但其医疗费用却占据总人口医疗费用的35%。到2050年，超过65岁的人口比例将攀升至23.5%，假设医疗费用的贡献比例保持不变，那么到2050年，超过65岁的人口的医疗费用在总人口医疗费用中的比例将达到50%。 [23] 而且这一比例只会更高，因为65岁以上人口比劳动年龄人口的增长速度更

快。

显然，数字代言人将惠及全球所有人。但一个简单的事实就是，无论是从护理费用还是从效果的角度看，当前状况都极其低效而且难以持续。有了数字代言人，就可以实现医疗的超个性化，从保险理赔的执行，到获取跨多个服务提供者的持续护理，再到与你的基因匹配的个性化药物，这些不只是锦上添花，而是为全球越来越多的老龄化人口提供医疗服务势在必行的举措。

的确，数字代言人也许不同于人们以往想象的全能机械机器人，但我们认为，其未来的发展轨迹很有可能会遵循人工智能的轨迹，逐步向特殊用途的机器人演化，应用于比较狭窄、有限的领域，带来十分清晰的价值。这些合作式机器人［我们称之为“合作机器人”（collabots）］跟R2D2（阿图）或C3PO（礼仪机器人）完全不同，不像它们那么讨人喜欢。但它们减少了商业和人们日常生活中的摩擦力，可以让我们直接获益。

机器人

说起对未来的畅想，没有什么比20世纪的创新符号——机器人更合适的了。“机器人”这个词最早见于捷克斯洛伐克剧作家卡雷尔·恰佩克（Karel Capek）的剧本《罗素姆万能机器人》（*Rossum’s Universal Robots* ）。但它真正流行起来是因为艾萨克·阿西莫夫（Isaac Asimov）的《环舞》（*Runaround* ），阿西莫夫在这本书中提出了机器人三定律，我们会在本章后面探讨。

从那时起，成千上万的书籍、电影、电视剧便开始把机器人的形象理想化，从《杰森一家》（*Jetsons* ）到《迷失太空》（*Lost In Space* ），再从R2D2到瓦力（Wall-e），机器人成了未来的常伴，它让我们的生活更加方便：它会做家务，能不知疲倦地为我们服务。

对我们这群怀着“机械奴仆”印象长大的人来说，我们深信，终有一天人类会对机器人司空见惯。但我们还得出了这样的结论：机器的未来远远超乎任何人的想象。对大多数人来说，机器人总归是一个新玩意儿。而接连出现的消费级机器人，包括索尼的AIBO（机器狗）、本田的Asimo（阿西莫）、乐高级的MindStorms（头脑风暴机器），以及盛极一时的RoboSapian仿真玩具机器人，让人们对消费级机器人的期待大打折扣，无非都是些价值不菲的玩具罢了，即使是最狂热的粉丝也会迅速感到厌倦。

与此同时，人类的机器人朋友迅速在早期媒体中流行起来，马文·明斯基（Marvin Minsky）在麻省理工学院建立了第一个人工智能实验室，明斯基早期的工作为机器人前50年的发展奠定了基础，促进了爆发式的投资及机器人在生产领域的大规模应用。但家庭机器人还是一个遥不可及的梦，直到iRobot公司开发出了据说是第一台有用且在商业上非常成功的家庭机器人。

iRobot制造的机器人主要用于外星人探测、战场上的军事应用，以及清理布雷区等工作。2001年，在美国遭遇恐怖分子重创之后，iRobot制造的机器人参与了在世贸中心的废墟中搜寻幸存者的工作，这让iRobot声名鹊起。公司取得稳步发展，但还是难以进入消费者市场。2000年，iRobot的联合创始人兼CEO科林·安格尔（Colin Angle）认为，是时候再次尝试冲击消费者市场了，但这一次却没有《杰森一家》中的夸张和承诺，而是用一种更贴合实际的方法。

科林想要改革历时150年之久的行业，虽然其间出现过大量创新，但到底还是一个囿于渐进式创新的行业。在可以自动操作多数家务琐事的背景下——换言之，洗碗机、洗衣机以及微波炉等都可以无须你看管就自行工作——房屋清洁方面有一项工作从20世纪初至今几乎没有任何进步：清理地板。吸尘器和拖把经历了无数次渐进式创新，但还是需要有人来做这项工作。

如果你是吸尘器制造商，你会怎么创新？你肯定会让吸尘器工作起来更快、更高效、更轻便，因为从市场调研以及和团体深度访谈中得出的就是这样的结论。

所以，不妨想想，如果你的公司是卖吸尘器的，而有人向你建议，应该彻底淘汰吸尘器，你一定会立即让他们走人。

这就是为什么2002年当iRobot推出Roomba，一台看起来毫不起眼的吸尘器，但实际却是典型的科幻机器人时，根本没人注意。关于机器人吸尘器的想法，并没有什么特别的创新之处，基本的传感器、部件以及软件等都是iRobot研发的，要不就是已经以某种形式在机器人领域应用过了。依照科林所说，纵观iRobot公司13年的发展历程，在推出Roomba之前，朋友们和相关人士都会不停地问，iRobot是否能发明一个帮助他们打扫屋子的机器人。所以，到底是什么妨碍了iRobot和如此多的其他制造商，尤其是典型的市场先入者，比如Electrolux（伊莱克斯）、Hoover（胡佛）和Oreck（奥雷克）为何不推出机器人吸尘器？ [24] 跟很多创新一样，这个想法被搁置一旁，考虑到消费级机器人的历史，人们认

为这简直是异想天开。还记得我们前文的描述吗？第一阶段或第四阶段的创新尤其难以实现突破，有很多人愿意继续购买传统的吸尘器，因为他们已经用习惯了。

但科林和他的同事还不愿意放弃：他们不怕尝试，自身在小巧、紧凑、低成本的机器人方面具备充足的核心竞争力，他们拥有多年在太空以及军事应用等领域实际解决方案中累积的经验，最重要的是，他们没有囿于传统吸尘器的观念。科林在麻省理工学院的经历教会他：关键不在于明白机器人是什么样的，而是机器人能做什么。出发点很简单，就是让它简单、实用、有效。这正是我们在描述合作机器人的理念时所说的，他们跟人类合作，处理某一领域的具体任务。

iRobot预计Roomba第一年的销量不超过15 000台，结果大大出乎他们的意料，其销量突破了90 000台。从一开始就显而易见，Roomba在市场上引起了极大的轰动。从那时起，iRobot生产的Roomba和Scooba（斯库巴）就成了机器人吸尘器以及硬地板拖把市场的领军者。

iRobot是少数几个从数字化第一阶段一路走到第三阶段（很快就会进入第四阶段）的公司，尽管这是一个罕见的例外，但iRobot有能力耐心地等市场过渡至第二阶段、第三阶段。随着iRobot在家庭中的地位逐步得到巩固，它也开始收集行为数据。一开始是收集设备自身存储的本地数据，后来采用亚马逊的数据存储云，远程收集相连设备的数据，还与亚马逊的Alexa家庭助手联手协作。在向数字化第四阶段过渡的过程中，出现了最高端的Roomba，可以捕捉、传达家庭的户型图及屋内物品等信息。

你家的机器人吸尘器在清扫地板上日常累积的灰尘时，也在整理一种完全不一样的灰尘：数字灰尘（digital dirt），关于你家的布置以及你的日常习惯等大量细节。它的机载传感器以及摄像头还在开发一种关于你的智能，这对其他零售商以及服务提供商来说有巨大的价值。

难怪科林把他们的家庭机器人称为“智慧之家的缔结组织”。

地毯上有一大块宠物留下的污渍？浏览器中突然出现地毯清洗产品以及宠物除臭剂等广告会让你大吃一惊。不仅如此，亚马逊还会自动把清洁这块讨厌的污渍所需的一切东西送上门，你根本无须提出要求。你不喜欢这样？那就给它送回去，不过亚马逊相信你一定不会这么做。

尽管iRobot已经明确表示，不会把这些数据卖给第三方，但它同时也表示在取得客户许可的情况下，可以免费分享数据。iRobot在《纽约时报》的一篇文章中再次强调了这一点，并进一步阐述：他们“一定会保护消费者相关数据的绝对隐私”。消费者无须把Roomba连接到网络就可以使用它，或“选择放弃通过手机应用上的交换器把地图数据发送至云端，且不向第三方出售任何数据”，并在声明中补充说，“没有消费者的事先同意，绝对不会跟第三方分享任何数据”。

但还有一个不常谈起的小细节，我们相信它预示了，让人们的家庭、车辆以及种种行为最终完全暴露的趋势在所难免。

所有创新的最终驱动力是经济，只有追逐商业利益，你才能看到未来的方向。对机器人的发展而言，也是同样的道理。

在宣布了iRobot的行为学能力之后，这家公司的股票暴增，从7月24日的87.90美元增加到7月25日的106.49美元。从开始写本书起，这是iRobot公司10年来第二大单日涨幅。股价几乎是2016年的3倍，这说明投资者非常重视公司获取、分享、融合数据行为并进行变现的能力，这是我们所在的新型数字生态圈的组成部分。

尽管iRobot得以“管窥”机器人如何适应物理世界，但它所采取的捕捉、使用行为数据的基本原则同样适用于几乎每一个消费者行业。那么，我们为什么没有在家庭中看到越来越多的机器人呢？

这又回到了法航447号航班的例子，回想一下，驾驶舱中持续不断地回荡着机器的提醒，而两位飞行员始终充耳不闻。我们还处于这样一个阶段，认为人工智能意味着烦恼、新奇，但绝对称不上必需的合作伙伴。克服这种偏见，也是机器人设备实际应用效果的体现之一。这就是

iRobot一直能做得这么好的原因。可能很多家用机器人的情况基本一样，但我们希望进一步拓展一下你们的想象力。

犯错的狗

科林谈到的黏合剂其实是家庭的整体智能，但为什么用途单一的机器人会成为家庭智能的中心呢？机器人吸尘器并非生活在一个真空环境中。它要跟其他无数智能装置打交道，包括家庭本身。智能不在于其中的某一种设备，而是一种超越所有智能的元智能——实际上，连你邻居的家庭智能也不例外。这样，行为线索就不限于你最后一次动褥榻是什么时候，而是全部的家庭生活。缺了哪一点，从定义上来说，对行为的理解都是不完整的，会导致不称职的机器人做出非常傻的事情，反过来又会让我们忍不住怀疑它真正的认识和理解水平。

我们认为，人们不愿意使用机器人的核心问题在于信任（或缺乏信任）。信任是人类特有的一种感情，建立信任需要三个基本元素：对表现的期待，一贯的表现，对表现欠佳毫不回避。

先从人的互动出发思考这个问题，当我们相信某人时，我们其实是基于他之前的表现进行判断的，这个人可能是由一位已经获得我们信任的朋友推荐的，或者我们认识他们的时间很长，对其以往的表现很了解，因此自然而然产生了信任。同时，我们还不断地在脑中继续记录他接下来的表现。如果这种信任受到了威胁，我们就想通过他本人而非其他渠道了解情况。比如，如果你有一个深得你信任的管家或清洁人员，不慎打碎了一个传世的花瓶，你会希望他自己承认这一点，如果他们不主动承认，而是你发现了这个花瓶被打碎了，并且知道花瓶在自己出门前还是完好的，你很可能就不会再信任这个人了。

但如果是Roomba做了这样的事，你不太可能指望它会主动坦白，你会因为花瓶被打碎感到心碎不已，但绝不会发泄到Roomba上，更不会因为信任度受损而感到失望，因为一开始你就对它没有什么信任可言。如果你真要采取什么行动，很有可能是给iRobot打电话，向一个人来

表达你的不悦。然而，一旦我们跨过了这道坎，接受超个性化的体验，就会发生一些有意思的事。

我们用一条非常聪明的家养狗来代替Roomba。我们特意用狗举例，是因为狗是可以被训练出来的（先给我们爱猫的读者道个歉）。假设你家中到处都是这些易碎的珍贵物品，你教会了自己的狗不要去某些房间，以免造成意外的损失。如果它真的进了某个房间，打翻了同样的花瓶，你会有什么反应？毫无疑问，你会训斥你的狗，为什么？花一分钟时间想想这个问题，答案与我们对“信任机器人”的讨论息息相关。

你会训斥宠物是因为它有学习的能力，如果你不训斥你的宠物，而是随后装了一扇门或者封上了这个房间，可能是因为你觉得你的宠物无药可救。无论是哪种情况，你的行动是基于习得行为的概念和价值的迁移。意思是说，你想要通过相应的奖励或惩罚让宠物知道，执行或不执行某些行为构成了获得奖励或遭到惩罚的判断依据。

我们刚刚描述的是一种普遍理解的思维模式，诠释了人们如何看待人类与家养动物的互动。但其可能不像人类彼此的互动思维模式那样复杂，后者更为丰富，因为是用言语交流。即便如此，我们跟动物之间还是能相互理解，形成一种信任纽带的。一个最有说服力的例子就是服务犬，它与主人之间建立了一种极其伟大的信任纽带。

人类-动物框架中有一些非常值得学习的重要教训 [25] ，历来都是，服务型动物能取代、增加或增强我们人类的能力。想想就信任而言这意味着什么，我们信任它们，背后的根本原因是它们理解我们。它们做得越好，就越能获得人们的信任。无论是一头拉犁的老黄牛，还是一只追踪狐狸的猎狗，它们都是人类自我的扩展。人们的期待就是它们不仅会为我们服务，而且要比我们自己做得更好。这是所有信任背后的必要框架，也是为什么人类愿意暴露自我的程度与期待获得的信任之间会有直接关联。

这种类似的框架的确还不适用于我们的机器人，至少就产生信任纽

带的方式来说是这样。你很可能认为两者永远不可能相同，毕竟，这些是机器，而非有知觉的生物。

艾伦·图灵（Alan　Turing）为机器设定了可与人类媲美的基准。图灵的功劳在于，在第二次世界大战期间他发明了打破德国人密码系统Enigma（恩尼格玛）的电脑。如果没有他，战争的结果也许会完全不同。实际上，丘吉尔称图灵和他的团队是“下金蛋的鹅”，赞叹他们的工作为联盟军取得胜利做出了卓越贡献。

图灵建立了最基本的计算体系——图灵机（Turing　Machine），定义了近一个世纪以来的软件该如何工作，即如何编程电脑，使之遵守一套预设的规则或编码。电脑无法提出这些规则，它们只是在执行这些规则方面异常迅速。

如果电脑犯错了，那是因为人类在编码电脑的过程中出了错，这都是非常线性的而且是可预测的问题，想想那个经典的“非此即彼”逻辑，每一套预编程的互动都是建立在这个基础上。

但图灵提出了假设，即到一定程度后，电脑将不再严格遵从预先设定的规则，在这种程度上，“如果它能骗过人类相信它是人，这台电脑就应该被称为智能”。

我们会给动物和自己的宠物取名字，使之人格化，就像你会给自己的特斯拉取名一样。这样做的意义在于我们如何把人类特有的架构，如信任和忠诚引入我们与非人类伙伴的互动中。我们认为，这就是人类与机器的关系中最重要却缺失的那一方面，这将会对如何建立品牌和消费者的关系带来颠覆性的变革。超个性化需要一定程度人类化的人工智能，要能够在某种程度上鼓励人们显露自己的行为，这种程度远超出我们已习惯的程度。

人们期待从这种亲密联系中获得什么回报？一言以蔽之：忠诚。

---

[1]　我们认为哈斯廷斯的创业动机变得有些像民间传说，网飞的联合创始人马克·伦道夫（

Marc Randolph）表示这个故事纯属虚构。

[2] Austin Carr, “Blockbuster Bankruptcy: A Decade of Decline,” *Fast Company* , September 22, 2010, https://www.fastcompany.com/1690654/blockbuster-bankruptcy-decade-decline.

[3] Mae Anderson and Michael Liedtke, “Hubris — and Late Fees — Doomed Blockbuster,” *Asso ciated Press* , September 23, 2010,http://www.nbcnews.com/id/39332696/ns/business-retail/t/hubrislate -fees-doomed-blockbuster/.

[4] Alexis Madrigal, “How Netflix Reverse Engineered Hollywood,” *The Atlantic* , January 2, 201 4, https://www.theatlantic.com/technology/archive/2014/01/how-netflix-reverse-engineered-hollywood/ 282679/.

[5] Madrigal, “How Netflix...”

[6] “How Netflix Uses Analytics To Select Movies, Create Content,and Make Multimillion Dollar Decisions,” Kissmetrics (web log),accessed October 2, 2017, https://blog.kissmetrics.com/hownetflix-u ses-analytics/.

[7] David Carr, “Giving Viewers What They Want,” *New York Times* ,February 24, 2013,http://w ww.nytimes.com/2013/02/25/business/media/for-house-of-cards-using-big-data-to-guarantee-itspopular ity.html?mcubz=0.

[8] Jay Moye, “Share a Coke: How the Groundbreaking Campaign Got Its Start ‘Down Under,’” C oca-Cola Company, September 25, 2014, http://www.coca-colacompany.com/stories/share-a-cokehow- the-groundbreaking-campaign-got-its-start-down-under.

[9] “New Live-Design Experience Promises Custom Shoes in Less Than 90 Minutes,” Nike, Septe mber 5, 2017, https://news.nike.com/news/nike-makers-studio.

[10] Andrew Seybold, “iPhone Passes Black Berry, But The Race Is Far From Over,” *Forbes* , No vember 9, 2010, https://www.forbes.com/sites/investor/2010/11/09/iphone-passes-blackberry-but-thera ce-is-far-from-over/#b099396520fd.

[11] Dan Thorp-Lancaster, “Kantar’s Latest Smartphone Market Share Report Sees Windows Pho ne Dip Below 1 percent in the U.S.,” Mobile Nations, January 11, 2017, https://www.windowscentral.c om/kantars-latest-smartphone-market-share-report-sees-windows-phone-dip-below-1-us.

[12] Eric McLuhan and Frank Zingrone, eds., *Essential McLuhan* (London:Routledge, 1997), 273.

[13] Nicole Ellison, Rebecca Heino, and Jennifer Gibbs, “Managing Impressions Online: Self-Pres entation Processes in the Online Dating Environment,” *Journal of Computer-Mediated Communication* 11 (2006): 415–441, http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1083-6101.2006.00020.x/epdf.

[14] “Dove Real Beauty Sketches,” YouTube, promotional video posted by “Dove US,” April 14, 2013, https://www.youtube.com/watch?v=XpaOjMXyJGk.

[15] 顺便说一下，在YouTube上有一个恶搞这个广告的视频，主人公换成了人，我们先不

剧透，你可以自己猜猜是什么样的。

[16] Retail Equation, 2015 *Consumer Returns in the Retail Industry* (Irvine,CA: Author, 2016), https://nrf.com/sites/default/files/Images/Mediapercent20Center/NRFpercent20Retailpercent20Returnpercent nt20Fraudpercent20Final_0.pdf.

[17] Ray Smith, “A Closet Filled With Regrets,” *Wall Street Journal* ,April 17, 2013, https://www.wsj.com/articles/SB10001424127887324240804578415002232186418.

[18] A. Chopra and E. Skolnick, *Innovative State* . (New York: Grove Press, 2016).

[19] “Patient Navigator Saves Clients Money,” Patient Navigator,accessed October 2, 2017, http://www.patientnavigator.com/patient-navigator-saves-clients-money/.

[20] Melissa Aldridge and Amy Kelley, “The Myth Regarding the High Cost of End-of-Life Care,” *American Journal of Public Health* 105, no. 12 (2015): 2411–5, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4638261/.

[21] National Human Genome Research Institute (NHGRI) (2017). The Cost of Sequencing a Human Genome. ［online］ Available at:https://www.genome.gov/27565109/the-cost-of-sequencing-a-human-genome/ ［Accessed 7 Oct. 2017］.

[22] Dawn McMullan, “What Is Personalized Medicine?” *Genome* ,accessed October 2, 2017, http://genomemag.com/what-ispersonalized-medicine/.

[23] US Centers for Medicare and Medicaid Services, “NHE Fact Sheet,” accessed October 2, 2017, https://www.cms.gov/researchstatistics-data-and-systems/statistics-trends-and-reports/nationalhealthexpenddata/nhe-fact-sheet.html.

[24] 伊莱克斯从此引入了一台机器人真空吸尘器。

[25] “Human-Animal Teams as an Analog for Future Human-Robot Teams: Influencing Design and Fostering Trust,” *Journal of Human-Robot Interaction* , Vol. 5, No. 1, 2016, Pages 100-125,DOI 10.5898/JHRI.5.1.Phillips

第七章

忠诚品牌：大众化营销的终结

“企业最大的竞争优势是其学习能力，以及把所学知识快速转化为行动的能力。”

——杰克·韦尔奇（Jack Welch）

理查德小小年纪就必须肩负起养家的重担出去工作。理查德的父亲曾富甲一方，但在一次农场风险投资中输掉了全部家当，收拾残局的工作却落到了理查德头上。他下决心一定要想办法获得稳定的经济来源。可能也是这个原因，促使这个足智多谋、年仅21岁的小伙子当上了车站管理员。

这在当时可是一份美差。

19世纪，铁路是美国的命脉，保证了货物的快速运输，推动着经济高速发展，相当于我们今天的互联网。理查德学过摩斯密码，曾是一名业务熟练的电报员。当时这还是个朝阳行业，电报员是一个非常稳定的职位。但是他总在寻找赚外快的机会。

有一大批手表在出售时遭到当地珠宝商的拒绝，他借此机会大胆向店铺老板建议让他来尝试进行销售。理查德到底是怎么与珠宝商沟通的，我们不得而知，或许是用他已十分娴熟的，与众多同事保持联系的电报吧，但无论是哪种方式，很快他就收到了来自美国各火车站管理员的手表订单。

理查德最后赚了5 000美元，大概相当于今天的1 0000美元。这笔钱成了他与当地钟表匠阿尔瓦·罗巴克（Alvah Roebuc）一起开始钟表及珠宝邮购业务的本钱。3年后，理查德·西尔斯（Richard Sears）以10万美元，相当于今天将近200万美元的价格出售了刚起步的业务。

理查德带着赚到的现金前往艾奥瓦州，当起了银行家。一般来说故事到这里很可能就结束了，但是没有。27岁的理查德当时满脑子都是邮购业务。首次尝试的成功让他尝到了甜头，他不停地想如果回去自己还能再做点什么。于是他又回到了明尼苏达州，并为西尔斯·罗巴克有限公司（Sears Roebuck and Co.，简称西尔斯公司）制作了首份产品目录，由此开始了即将改变美国接下来100年商品销售方式的业务。

他表示：“西尔斯公司刚起步的时候，在美国的农村地区，农民会卖粮食换钱，去乡村杂货店购买必需品。但当他们拿着钱排队的时候，

却止不住怒火中烧。1891年，一桶面粉的批发价据说为3.47美元。然而零售价最低卖到7美元，几乎上涨了一倍。农民发起了‘格兰奇’（Grange）等运动，抗议高价货物和中间商。”

值得注意的是，西尔斯公司的产品目录之所以能获得成功，可能要归功于蓬勃发展的铁路系统。虽然人们普遍认为，产品目录就是西尔斯最大的创新，但其实不然。西尔斯的根本创意，是借助产品目录和铁路系统来消除店铺中间商带来的摩擦力。

西尔斯公司的产品目录有你需要的所有商品，从头饰到墓碑应有尽有。同时西尔斯公司还承诺，“价格是本地零售商货物的成本价，避免你被敲竹杠”。

西尔斯公司发展迅猛，同样飞速发展的还有消费主义。尽管普通杂货店受到了极大的威胁，但零售业依然在蓬勃发展。

在那个交通系统日益发达，产品种类日渐繁多，非城市地区存在更多消费需求的时代，西尔斯的产品目录代表了一种提升市场效率的机制。

但在这个故事中有一点常常被忽略，那就是理查德·西尔斯还做了一件事。他的目录虽然提供了丰富的种类和选择，但在个性化方面仍然十分欠缺。相比之下，普通杂货店在了解客户需求方面更具优势，因为客户往往会向店铺透露更多交易以外的信息。杂货店不仅是一个买卖货物的地方，更是人们分享个人、家庭以及邻里信息的空间。

西尔斯的明智之举已成为20世纪零售和营销的典范。他从很早就开始向潜在客户寄送手写卡片。西尔斯深知与客户建立信任关系的价值，早在1903年他就做出了一个大胆的举动，向客户承诺如果对购买的商品不满意可以退货，成了开创行业先河的零售商。西尔斯非常热衷于与客户建立个人联系，因此早年的西尔斯公司产品目录上的几乎每个字都是他亲手写的。

除了提升购物便利度外，西尔斯还有很多其他举措：

• 首创产品承诺的理念。如果不满意，你有权退货。

• 通过每天处理75　000封客户来信，早在1906年就通过根据客户需求制定产品目录，赢得了大量客户的信任。[1]

• 引入了通过产品目录与客户建立长期关系的理念，到1927年几乎一半以上的美国家庭都有西尔斯产品目录。

1931年，美国正处于经济“大萧条”（Great Depression）时期，西尔斯公司的盈利却高得惊人，相当于今天的25亿美元。接下来10年，其收益竟在美国GDP中占据了1个百分点。[2]

在依靠大量生产、营销和分销来实现规模的年代，西尔斯模式完美无缺。那么问题来了：如果我们今天要从头开始，重建西尔斯模式会怎样，这样建立起来的公司会是什么样子？人们首先会想到的是亚马逊。有意思的是，我们前面提到的三个区分因素：产品承诺、客户信任和长期关系，也适用于亚马逊的情况，但其中有一个非常重要的区别。西尔斯公司始终不清楚每位客户的需求，现在它已跟柯达、百视达等其他工业时代的巨头一样，似乎难逃日薄西山的命运，那么为何西尔斯公司至今仍无法了解个体客户的需求呢？

我们不妨再回顾一下柯达的例子。柯达的失败虽然是其发明的新技术所致，但其高层当时已经意识到了数码技术对胶片行业的威胁，只是他们没想到事情会发展到如此严重的地步。柯达致力于发展胶片事业，对传统工业时代的工厂、设备等进行了大量投资，而这也成了其自身发展的禁锢。在本可以考虑重整旗鼓的时期，柯达却自我怀疑，踟蹰不前。不过，工业时代的企业几乎不可能跟上供应链变幻莫测的步伐。就像要让一支由上千艘小船组成的舰队转向，必定是遇到了清晰可见的威胁，但转向需要花费大量时间。

柯达走向衰落还有另一个因素，这个因素要比工厂和供应链的问题还严重，几乎阻碍了工业时代所有企业的发展。但同时也正是这一因素

——品牌，确切地说是客户对品牌的忠诚度——造就了西尔斯公司。西尔斯建立的品牌忠诚度延续了一个世纪之久，传承了五代人。出生于“婴儿潮”时期的人们一定还记得西尔斯公司的产品目录，那是大多数家庭中常见的最厚也最畅销的书，通常都摆在家里比较重要的位置。

品牌忠诚度让客户不由自主地对西尔斯公司充满期待。但也正是这种忠诚度让西尔斯公司沦为自身传统的人质。它让西尔斯公司看不到原本显而易见的威胁，将其禁锢在过去。

记者杰夫·科尔文（Geoff Colvin）在2016年的《财富》杂志上发表过一篇名为“西尔斯公司为何失败”的文章，其中他提到了自己曾在1991年写过另一篇文章来讨论沃尔玛赶超西尔斯公司的潜力，西尔斯公司的高层因此怒不可遏，称其言辞不负责任甚至误导读者。[3]

这种否认的态度其实也源于对品牌的忠诚。当一家公司发现其市场发展潜力放缓，就会本能地想要抓住最优质的客户群体。这家公司会尝试各种好公司应该采取的措施：与多数忠诚客户保持更紧密的联系。西尔斯公司就开展了一个名为“购物随你所愿”（Shop Your Way）的会员购物奖励计划。在这个活动中，西尔斯公司的CEO埃迪·兰佩特（Eddie Lampert）所说的“会员”能够获得积分，普通客户或消费者却不行。这样做也是为了让西尔斯公司对会员的行为有更深入的了解。

西尔斯公司的一位发言人在2013年《广告时代》（*Ad Age*）杂志的一篇文章中说道：“‘购物随你所愿’是我们当前一切活动的核心。我们把重点放在最忠诚的客户身上，与他们建立良好的关系，这将帮助公司赢利。”[4]

西尔斯公司的另一位发言人表示：“‘购物随你所愿’不仅是客户忠诚计划……它将客户交易变成了客户关系，让我们能更好地了解会员并为之提供服务。”[5]

如今，“购物随你所愿”计划占西尔斯公司总销售额的75%。[6]

这听起来很美好，西尔斯公司做的一切似乎都无可挑剔。那为什么近10年来会遭遇收入直线下降，同期市值一度从700亿美元跌至10亿美元？这只是一个发展轨迹，当本书出版的时候很有可能西尔斯公司已经申请破产了。跟许多逐渐走向衰落的大品牌一样，背后的原因很复杂。本书无法针对这个问题给出条分缕析的详细解答。不过就西尔斯公司的例子来看，其最大的问题是无法获取新的市场份额。客户忠诚计划确实很有吸引力，但同时也会妨碍企业抓住新的机会。在业务走下坡路的时候，去迎合现有客户或会员的需求，无异于在“泰坦尼克号”即将沉没时，为乘客提供升舱服务而非救生艇。

西尔斯公司面临的挑战，也是所有大品牌面临的共同挑战，就是要随市场变化而动，而非对过往恋恋不舍。然而，通过客户忠诚计划是无法实现这一目标的，虽然它的确加强了与忠诚度最高的客户群的联系。原因很简单，因为你只是在构建一个证实性偏见（confirmation bias）的回路，即客户行为和现有商业模式相辅相成、相互促进的模式（见图7.1）。恭喜，你成功地强化了你的品牌在“会员”心中的传统形象，但同时你也在向剩余市场宣布，你彻底止步不前了。



图7.1 品牌证实性偏见回路

图7.1说明：客户忠诚计划可能成为分析客户行为的宝贵资产，但假如客户购买的不是你的商品，这些数据就无法为你提供消费者行为分析。对于仅局限于部分消费者的品牌，最后的结果是，大部分忠诚客户一直以来的品牌体验会进一步提升，而品牌本身会被这种效果蒙蔽，避免接触或选择性无视外部趋势和行为，自绝于外。

从柯达的例子中可以看出，对工业时代的企业而言，在必须采取行动应对这种威胁的初期，由于业务还处于增长阶段，基本都采取了否认的态度。然而那却是转型的最佳时机，利用已有资源向新时代商业模式实行软着陆，吸引忠实客户群以外的客户。因此转型并非不可能，也有许多成功转型的品牌，如星巴克、施乐、IBM、卡特彼勒、惠普、福特和克莱斯勒等都是成功的范例。

其实很难将问题完全归咎于品牌忠诚度，毕竟那是每个品牌的“圣杯”。就目前而言依然如此，建立品牌与客户的关系比以往任何时候都更重要，但品牌忠诚度至多只是成功的一半。另一半自理查德·西尔斯成功打败杂货店的一个世纪以来还没有出现过，即品牌对客户的忠诚，我们称之为“忠诚品牌”。

忠诚品牌将客户置于数字生态圈的中心，这个数字生态圈本身能够不断重组，根据每位客户的行为满足其需求。通过对客户的了解，能够进一步窥探那些隐藏的行为，从而借助数字生态圈推动整个价值链的发展，打造符合每一位客户需求的独特品牌，建立一种基于深刻价值理念的客户关系，让其他品牌无法与之匹敌。

扭转品牌危机

品牌忠诚度就是因熟悉而对品牌产生的信任感和忠诚感。尽管品牌背后的公司可能根本不了解构成其市场的个体，不知道他们的个人偏好和习惯，但诸多品牌还是成功在部分人群中塑造了一种群体意识。例如，百事提出了年青一代的选择，耐克用“想做就做！”（Just Do It！）激励消费者，戴比尔斯则打造了“钻石恒久远，一颗永流传”的浪漫誓言。这些广告标语的目的都是吸引人们去了解这个品牌，并从中找到与个人价值观的契合点，或至少是认知上的共同点。

人们多少都是某些品牌的忠实客户，但那些品牌无法满足每个人的个性化需求。品牌设计的宗旨是尽可能多地吸引客户群体。公司更是大量投资开展团体深度访谈、人口调研、销售分析、市场调研，以及尝试各种衡量标准来获悉尽可能多的消费者的需求，从而了解这些拥有众多消费者的市场。这反映的是“美国主街”价值观，针对的是“美国普通城市”的普通住宅内的普通家庭消费者。

在利用各自的工具洞悉市场行为方面，企业已经竭尽所能。但要了解个体的需求，就像试图从谷歌卫星地图上看出某个人的身高体重一样困难。

简言之，忠诚品牌就是对你的行为和相应情景有充分的了解，能够预测你的偏好并投你所好，打造有意义的个性化体验的品牌。更重要的是，忠诚品牌能够主动出击，在人们表达出新的需求和期待之前就主动予以满足。这远不止承诺产品或服务将满足你的已知期待。例如，上一章提出过预测性销售的概念，亚马逊对此进行了试验，不用客户下单产品就寄到家里来。乍一听这或许让人感到毛骨悚然。

但不妨想一想这到底是怎么回事。我们先假设一个情景，你有一个

对你的品味和行为都非常了解、每月固定为你提供服务的私人买手，你打算在深冬时节去一个暖和的地方度假，这个买手会怎么做？他会先在你的服装当中寻找依然合身且适合暖和天气穿的衣服，然后查看度假所在地人们的着装风格，最后自然会为你购买需要的服装。这么说来一点也不可怕对吧？为什么？因为做这件事的是人。但如果这个私人买手要搬到另一个州去，相信你一定会非常难过失去这样一位这么懂你的人。而这正是忠诚品牌的价值：无须客户开口，它会基于对客户的深度了解为其提供价值，这也会鼓励客户透露更多行为信息给这个品牌。

预见尚未提出的需求是每个成功的品牌、公司及个人共同的特点。人们最佩服那些把时间和能力用在超前思维上，不等客户开口就能为之提供产品和服务的公司和个人。毕竟忠诚才是品牌与客户关系的最佳黏合剂。

显然，就目前来看，即便是在消费者数字行为分析方面最具优势，且能根据对行为的了解提供令消费者满意的体验的公司，也尚处于这个领域的起步阶段。然而，有的公司对忠诚品牌的影响力一无所知，而有的公司却对其价值烂熟于心，二者之间的差距正在逐渐拉开。

举一个大家都熟悉的例子。假设一个你已经使用多年的产品出现了问题，现在你想拨打客户服务电话求助。你用手机或者家里的座机拨打电话，这个号码过去20年来从未变更。电话那头先是自动应答系统让你输入账号，然后你遵照该公司的互动式语音应答（IVR）系统回答了一堆问题，以判断你的产品出现了什么问题。其实你已经在该公司网站上查询过那些常见问题，并且也与另一位客服交流过，但问题并未得到解决。当你终于被转接至人工客服的时候，他问出的第一个问题居然是：“你的账号是多少？”结果真是令人哭笑不得。这个你如此忠诚的公司对你却一点都不了解。

目前，大多数数字化转型都涵盖了各种线上、网络、手机及实体店的互动体验。这些体验能提供大量关于客户行为和偏好的信息，但更重要的是，能推测这些客户未来的行为，或至少在接到来电的时候知道客

户是谁。

图7.2显示了打造忠诚品牌的四个步骤。识别身份信息是打造忠诚品牌的第一步。知道客户的身份、准确称呼，并对这位长期客户的基本情况有所了解，这些就是桌上的筹码。

我们将打造忠诚品牌的第二步称为情景信息。这个方法既适用线上体验，也适合线下体验。例如，如果你有一辆宝马，当你把车开到经销店接受服务时，遥控车钥匙将成为识别你身份的工具。无论迎接你的是谁，他都能立即掌握你的姓名、车辆历史及当前的养护情况等信息。

打造忠诚品牌的第三步是预见性信息。第一章简单介绍过通用公司的安吉星系统，该系统通过车载传感器，掌握了实时天气、交通状况以及某个地点的历史交通事故等大量信息，从而精确地推测出发生交通事故的概率。这些信息能够提示特别危险的情况，并提醒你或者自动驾驶汽车绕道行驶。

第四步是预测性信息。依然以安吉星系统为例，如果发生了交通事故，安吉星有足够的信息能根据事故的实时数据推测可能的伤亡情况，然后将相应数据传送给急救人员，以便他们在到达现场之前做好实施救援的准备。

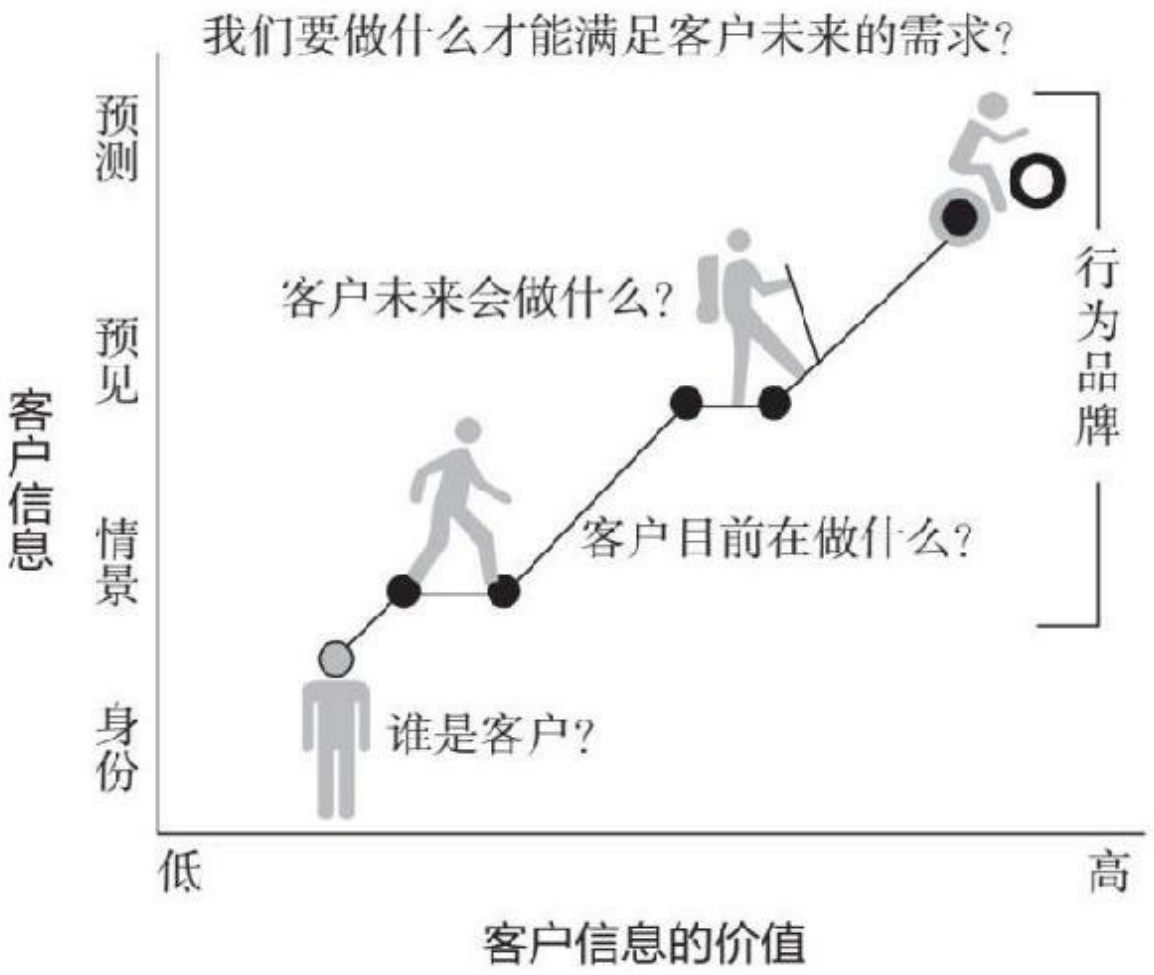


图7.2 打造忠诚品牌的四个步骤

图7.2说明：打造忠诚品牌首先需要获取客户的身份信息，然后分析客户行为情景、预判客户行为，最后提供能满足未来需求的产品和服务。

这些步骤对忠诚品牌建立信任及可靠度的作用是显而易见的。

提示一点，我们探讨的忠诚品牌，并非目前零售商广泛用于创建算法，以预测大众趋势及整体市场行为的大数据分析。例如，塔吉特就是建立个性化客户关系的一个反面典型，查尔斯·都希格（Charles Duhig）曾在《纽约时报》上发表过一篇文章，广为流传。他讨论了塔吉特利用数据分析推测消费者是否怀孕的问题。准妈妈群体能带来利润空间非常大的零售市场，要知道为了宝宝的健康，准妈妈可是非常大方的。如果

塔吉特能够尽早获得这部分群体的消费信息，他们就能通过客户忠诚计划，对这部分消费者最可能购买的商品进行促销。这听起来像是一个非常聪明的营销策略，但塔吉特却把营销资料寄给了仍与家人同住的未成年妈妈，这就是大数据应用出错的一个典型例子。正如都希格的文章所述，女孩的父亲“手里攥着寄给女儿的优惠券”（有婴儿车、婴儿服装等产品信息）冲到了当地的塔吉特门店。[7] 事实上，他的女儿当时确实怀孕了，但塔吉特的做法没为自己讨到半点甜头。

塔吉特错在它一门心思只关注大数据，却忽略了我们第一章提到的关于每个消费者个体的“小数据”。因此，获取客户身份信息是打造忠诚品牌的第一步。如果没有年龄这样的基本身份信息，就很难体现真正意义上的忠诚。创建忠诚品牌的关键是，对个人价值观表示尊重，并从该个体自身的角度出发为其创造价值。

那么在一个极其复杂的生态圈内，谁将拥有忠诚品牌呢？最有可能的结果，就是那些能够整合数字生态圈整体资源的人或事物，因为这样就同时具备了三个客户触点，并且对消费者行为有详细的了解。但这也不绝对。我们相信忠诚品牌将属于那些从数字生态圈中创造最多价值的组织。

这又让我们回到了之前关于创造数字生态圈和围墙花园的话题上。苹果公司和亚马逊都在努力打造医疗保健的围墙花园，只是方式不同罢了。苹果公司的策略是，借助苹果手表的传感器，结合对值得注意的情况进行提示的应用程序，监测设备穿戴者的身体状况。就目前而言，主要是在收集你的活动数据——心跳、心率、趋势、异常情况，并通过提示来提醒你采取行动。亚马逊则没有使用穿戴设备传感器，而是借助其智能助手Alexa、消费者的购物习惯与搜索历史、店内体验等行为进行推断。但二者都在建立不同的数字生态圈来探测你的行为，并且它们和更多类似的公司将会竞相争取尽可能多的渠道来获取你的历史行为数据，即你买了什么、如何使用，以及这些因素随时间的变化。

这里似乎有一个明显的问题：“谁将拥有最大的数字生态圈？”围绕

可能的对象已经有过大量讨论，现在我们想从另一个角度看待这个问题，即相较于规模和范围，数字生态圈创造的价值更为重要。这么看来竞争格局就发生了巨大的变化。人们预计诸如苹果、亚马逊、谷歌、脸书这样的公司，最有可能成为最大数字生态圈的所有者，目前它们也正为成为令人羡慕的忠诚品牌而竞争，但其实它们最终都将成为忠诚品牌的创建平台。原因有三点。

第一，一个至高无上的忠诚品牌会让你死心塌地关注一家公司，垄断意图太过明显，很快就会遭遇大量反垄断的问题。因此，虽然亚马逊曾依靠兼并实现了增长，并且计划继续这样发展下去，但很快这种方式就会阻碍其增长。它会让客户感到反感，视其为“老大哥”。有人说对垄断的恐惧也是工业时代的产物。Paypal的联合创始人彼得·蒂尔（Peter Thiel）反驳道：“创造性的垄断不仅有益于整个社会，还是推动其变得更美好的强劲引擎。”[8] 虽然这里有必要回顾一下反垄断的定义和适用范围，但我们认为这并不会改变一个根本的前提，正如自然生态系统的价值，在于其中生存的动植物在种类和多样性上不断创新，对数字生态圈来说也是如此。

第二，为生态圈创建基础平台的价值，大于在生态圈的基础上建立单个忠诚品牌的价值。对生态圈平台运营商而言，当然很难抗拒把消费者的数字自我转化为收益的诱惑。然而，看看苹果公司创建的现有数字生态圈模式，很显然更大的价值在于把这个数字生态圈成功变为它自己的自由市场。

苹果公司并未投资研发平台上90%的失败应用程序，却从成功的应用程序上获得了约100亿美元的收入。可以预见，在本书出版的时候，苹果公司应用商店内的新应用程序每月的订阅量将超过10万。如果开发一个应用程序的平均成本为5　000美元，意味着每年的研发经费为60亿美元，那将极大影响苹果公司从成功应用程序中获取的收益。当然，现实中并未发生那样的情况，因为苹果公司并未向第三方投入研发经费。

第三，要实现创建忠诚品牌所需的细致程度（回忆一下私人买手的

比喻），对大品牌而言这点更难，因为它面对的是种类繁杂的产品和更多样化的客户群体。虽然对个人行为的了解为其提供了创造价值的机会，但这并不保证一定能创造价值。

不过好在这些平台将在人们意料之外的领域，为忠诚品牌的创建提供机遇。要一一列举这些领域不仅乏味且没有多高的可信度。我们虽然不能预测每一个领域，但有一个领域很可能被忽略了，尽管它很少被看作忠诚品牌，但它在塑造人们对忠诚品牌价值的认识方面影响最大。

根据前面的内容，你应该能够猜到我们将要讨论的，很可能是捕捉了大量行为信息的产品——自动驾驶汽车。

驾驶行为

美国人平均每年的驾驶时长为17 600分钟。[9] 按照每周40小时的全职工作折算，相当于7周。86%的家庭至少拥有一辆汽车，可以说驾驶是人们最普遍，也是最持久的与设备有关的活动。但是，手机和电脑不是最常使用的数字设备吗？毫无疑问，许多线上活动都是窥探人们行为的重要窗口，但它们与驾驶体验有一个关键的区别。

对于支持人们进行线上工作的设备，在数字世界和实体世界之间依然有明显的界限。虽然通过增强现实技术已经有了诸多提升，已经能够用手机覆盖现实图像，但那仍然是通过数字界面提供的线上体验。

我（托马斯）常提起2011年参加一艘航天飞机发射仪式的经历。那是我首次亲眼看到火箭发射，也是那艘航天飞机的最后一次升空。我很幸运能凭借媒体通行证，站上距离户外倒计时钟表附近最近的观看台。在发射期间我用iPhone手机记录下了航天飞机在烟雾和火花中腾飞的情景，伴随着噼噼啪啪的爆裂声，最终冲入云霄。直到航天飞机消失在我们的视野中，我环顾四周，这才意识到，数百个人都在观看这一激动人心的历史性时刻，一辈子只有一次这样的机会，是独一无二的大事件……但大家都是通过一个三英寸的屏幕在观看，它将人们与真实世界隔离开来。

智能手机必将在捕捉行为数据方面起到重要作用，但它们只是连接数字世界而非实体世界的接口。相比之下，汽车是结合了实体和数字的体验。SkyMind是一家人工智能公司，专为自动驾驶汽车开发软件，其CEO克里斯·尼克森（Chris Nicholson）这样描述道：

> 很多人都没有意识到，自动驾驶汽车最后会变成一部智能手机，而人们每天将在其中生活几个小时。我们是真的待在汽车里面，

这是我们无法逃离的应用程序。

人们把自己的生命托付给它。

当进入这部“智能手机”并开始操作它时，人们会发出人类最高、最强的意图信号。这比浏览网页的信号要强得多。那正是创造推荐系统的人所想要的。他们想要意图信号。当你说，“我现在上车，准备在这个时间去往这个方向”，那就是一个很强的意图信号。

人们在生活中可能会遇到其他更好的推荐和选择。同时，由于那是人们生活离不开的那部“智能手机”，传感器将能收集更多关于我们的数据。可能会有网络摄像头对准人们的面部，还会有扩音器来捕捉人们的声音。我们没有在网页上点击，而是给出了去向的意图信号，并展示了全部的模拟表达方式：“你的表情是生气还是高兴？你的语音表达了什么意思？车里还有什么人？”实际上这是在把尽可能多的现实数字化，这样我们就能读取更多微妙的信号，从而收集行为数据。由此可见，汽车将成为最优秀的信息收集机制。

我们很喜欢克里斯将自动驾驶汽车比作人们日常生活中的“智能手机”这个比喻。从“实体—数字”（实体行为和数字行为的结合）的角度洞悉人们的行为，自动驾驶汽车具备特殊的优势，能够利用数字生态圈的海量信息成为忠诚品牌。但除此之外，自动驾驶汽车的另一个特点在数字世界转型过程中一直备受争议。在电影《机器人总动员》（*Wall-e*）这样的科幻社会中，机器人会取代人们的移动需要，满足人们所有的需求，人们将退化到坐在椅子上生活，而自动驾驶汽车将逆转这种愈演愈烈的趋势。你确实可以一直坐在车上，就像坐在客厅的功能沙发上一样，但功能沙发不能带你去任何地方。

有个性的汽车

人们习惯认为，汽车体现了车主的个性。对驾驶操控欲强的人通常会选择宝马；奔驰的车主则比较温和，相较于动力更看重驾驶的舒适感；沃尔沃是注重安全性的车主的首选；斯巴鲁偏实用主义和保守主义。汽车制造商会从两个方面着手，首先让车本身能彰显这些个性，随后在推向市场时进一步强化这种形象。有些汽车能够适应车主的一些普遍行为。例如，许多高端汽车都有“运动”模式，通过降低油耗效率来提升动力和反应能力。但汽车的行为均在受严格控制的选择范围内。

但自动驾驶汽车就不受类似的限制。自动驾驶汽车能够适应驾驶员（或乘客）更深层次的行为、意图和情绪。迈克尔·弗莱明是自动驾驶汽车研发公司Torc Robotics的CEO，他分享了目前在自动驾驶汽车原型中这种行为的表现情况。

几个星期之前，我参与了一次演示乘车体验，当时我们在测试自动驾驶——停车标识、交通信号灯等。当车辆自动行驶进匝道，准备并入州际公路时，留给我们的并道距离很短，因为我们准备赶超的那辆车后面跟着好几辆车，而且其中一辆是警车。在那样的情况下，我们加速并入了公路，开到警车前面。我还记得一位工程师当时说过的话。他说：“迈克尔，刚才是不是太惊险了？”我说：“当然不会，因为换作我也会那么做。如果我们减速，与州际公路上的车辆间距太小，就没办法完成并道了，这样我们就可能有危险。

当发生这种行为时，你会感到惊愕……但事后回想起来你又会觉得：“没有理由不这么做啊。”

迈克尔的经历只说明了自动驾驶汽车体验的一个侧面，但这确实引发了更为深刻的话题，即在创造体现品牌对客户忠诚度的自动驾驶汽车方面，行为能起到什么作用？讨论这个问题，我们首先要回到本书开篇讨论过的数字自我。如果你还记得，我们说过设备也会有数字自我，并且会随着时间的推移捕捉设备的体验和行为数据。之前这听起来或许很诡异，但现在你应该更能理解为什么会出现这样的情况了。

自动驾驶汽车能够学习，因此能够适应一系列不断变化的情景变量。在俄亥俄州哥伦布市与在希腊雅典的自动驾驶方式肯定不会相同，因为自动驾驶汽车会根据周边环境的细微差别做出改变。同样的原则几乎适用于所有的行为。你与孩子说话的方式肯定有别于与家长或同事说话的方式。所有这些千差万别的行为的总和构成了你。学习的过程让我们有了适应能力，但这个对人类交流至关重要的学习过程，还另有他用。你容易被与你具有相似行为特点的人吸引，在个人生活中，你会选择与那些跟自己行为举止相似的人交往。我们可以把这种观点应用于与自动驾驶汽车的关系上。

自动驾驶汽车完全能够通过你的驾驶状态感应你的行为并做出反应。例如，如果自动驾驶汽车感应到你因为开会要迟到，加上昨晚没有睡好，现在十分焦虑，它可能会对车内的灯光、娱乐系统、车速、行进及驾驶状态进行设置，来营造出最能让你冷静的氛围。如果它连接着你的可穿戴健康设备，还能直接根据你的生理和心理状态，调整自动驾驶汽车的参数。

在这里我们想提出两个观点。第一点，或许对你的个性而言，上述车内设置毫无意义。在你感到焦虑的时候，昏暗的光线和莫扎特的音乐可能是你最不想要的。因此，自动驾驶汽车将根据你的行为、习惯和刺激因素表现出略有不同的行为，而不是为所有“焦虑的”驾驶员量化定制的通用设置。第二点，就现阶段而言，要按照《西部世界》（*Westworld*）中类似的剧情发展——“杀手”汽车把乘客的压力和沮丧行为变成路怒，那未免也太简单了。

自动驾驶汽车更大的危险，不在于它视人类为摩擦力，必须除之而后快，而是因犯下小错误而导致严重后果。

随着人们开始密切关注人工智能的发展潜力，我们看到与自动驾驶汽车有关的损害、伤害和死亡事件会引发公众的强烈反响。虽然我们能通过数学证明，自动驾驶汽车的安全系数是人类驾驶的100倍甚至是1 000倍，但那就像以飞机比汽车安全100倍为理由，劝说恐飞症患者选乘跨大西洋的航班一样，毫无说服力。[10]

在接下来5 ~ 10年，人们很可能会看到全自动驾驶历经高度分离化。要在这条路上一直走下去，最简单的方式包括接受汽车根据驾驶员做出的变化，建立人们对自动驾驶汽车的信任，提升其行为的可预测性。例如，回忆一下在本书前面的章节，迈克尔·纳尔逊（第四章提到的那位从美国西岸开车到东岸的律师）对特斯拉变道行为的描述。对迈克尔而言，坦然接受这项技术的很大一部分原因是他习惯了特斯拉的变道方式。[11]

只要想想，这些略有不同的行为会如何匹配适应驾驶员本人的偏好，就不难预料未来终有一天，消费者的购买决定将在很大程度上基于自动驾驶汽车的实际行为。正如你今天购买宝马汽车，是看重其操控和响应性能一样，你也会为了自动驾驶汽车呈现的行为而购买它。但为何要止步于此呢？

如果数字自我还能整合自动驾驶汽车的行为，那么未来当你坐上自动驾驶汽车的时候，它将很有可能基于你的兴趣，根据你对它的操控性能、车内环境、提醒与管理以及所选路线的偏好，来重新调整自我配置。可以想见，未来自动驾驶汽车对我说，“托马斯，我们会途经0.05英里外的素食市场，明天是你女儿的生日，你要不要在中途停车买一个素食巧克力蛋糕？目前店里还有三个在待售中，这将增加17分钟的车程”。

记住，这一切都将发生在汽车的座舱而非驾驶舱内。马特·本森（Matt Benson）是自动驾驶汽车体验的主要开发者，他关注的是未来这样

的座舱会是什么样子。佛吉亚风险投资公司是佛吉亚旗下的投资与创新公司，是全球最大的汽车设备供应商之一，全球销售额为230亿美元，该公司与马特一起为驾驶行业初创公司提供指导意见。

马特表示：

我们思考的问题是，自动驾驶汽车如何从实体和数字层面预测个体的状态并做出调整，然后根据他们可能的需求提供服务。

我认为有三种重要的个性化途径。

第一，为驾驶员或乘客提供基于其个性化偏好的选择。第二，根据这些偏好对那些选择进行优化。第三，满足乘客尚未提出的偏好。

实体空间或许需要跟着改变。可能是新的座椅，能让人更加放松。例如，有的人会有健身的需求，当然那可能不是超强度的健身，而是给自己更多的灵活空间，做一些类似普拉提和瑜伽之类的拉伸练习。

Active Wellness（智能健康座椅）是我们用于调整座椅的系统，它能感应座椅周围及车内其他区域的环境，并根据人类个体的状态，比如其生理数据、生命体征及其正在观察的事物和正在做的事情来做出调整。他们感到焦虑？疲惫？注意力不集中？不舒服？他们在上车之前做了什么？打算去什么地方？所有这些情况会帮助我们采取相应措施或对策应对当下的情况，甚至根据当时获得的信息及情况的发展进行预判。

马特关注的体验是尊重驾驶员和乘客习惯，了解其需求和行为情景，并能在其开口之前为其创造价值，这是忠诚品牌的最终目标。忠诚暗含了信任根基。正如我希望自己的财务顾问对我的财务状况有清晰的认识，尽职尽责地为我管理资产组合并实现收益目标一样，忠诚品牌不仅是一种普通客户关系，它的基础是品牌心系客户最大利益这样一种期待

。

这不再是我们惯常看待产品体验的方式。因为人们已经欣然接受自己就是匿名的消费者，几乎没有能力要求制造商意识到自己的个人需求。当然有人愿意花钱请裁缝为自己量体裁衣，请私厨为自己烹饪美食，请上门医生照料自己的健康，请专车司机接送自己、孩子及老人，甚至聘请一个随时待命的管家，但除此之外，人们已经接受了世界并不围着自己运转这个事实，那也不可能。不过万一有可能呢？

忠诚品牌的与众不同之处在于它能够预见你的需求，因此在其他品牌几乎连明确提出的需求都无法满足时，它却能够提供更多。

其中依然存在一个里程碑式的挑战。人们的数字自我，即从生理、情绪、财务、行为等各方面定义你的数据的总和，不仅对你个人有价值，而且对任何想要从中获益的人同样有价值。

还有一个尚待解决的问题，即你要如何保护这样一个在你生命中最有价值的资产？

---

[1] Ron Grossman, “Sears Was the Amazon.com of the 20th Century,” *Chicago Tribune* , May 12, 2017, http://www.chicagotribune.com/news/opinion/commentary/ct-sears-roebuck-homan-catalog-flashback-perspec-0514-jm-20170512-story.html.

[2] Barbara Maranzani, “The Mother of All Catalogs Ceases Publication,” History.com, January 25, 2013, http://www.history.com/news/the-mother-of-all-catalogs-ceases-publication-10-yearsago.

[3] Geoff Colvin, “Why Sears Failed,” *Fortune* , December 9, 2016,http://fortune.com/2016/12/09/why-sears-failed/.

[4] Natalie Zmuda, “Is Sears Holdings’ Loyalty Program Helping or Hurting It?” *AdAge* , August 23, 2013, http://adage.com/article/cmo-strategy/sears-holdings-loyalty-program-helpinghurting/243796/.

[5] Joe Cahill, “Another Thing That Hasn’t Saved Sears: Loyal Shoppers,” *Crain’s Chicago Business* , August 23, 2013, http://www.chicagobusiness.com/article/20130823/BLOGS10/130829907/another-thing-that-hasnt-saved-sears-loyal-shoppers.

[6] Jim Tierney, “Is the Shop Your Way Loyalty Program the Long Term Answer at Sears?” Loyalty360 newsletter, May 31, 2017,https://www.loyalty360.org/content-gallery/daily-news/is-the-shopyou

r-way-loyalty-program-the-long-term.

[7] Charles Duhigg, “How Companies Learn Your Secrets,” *New York Times* , February 16, 2012, http://www.nytimes.com/2012/02/19/magazine/shopping-habits.html.

[8] Franklin Foer, “Amazon Must Be Stopped,” *New Republic* ,October 9, 2014, https://newrepublic.com/article/119769/amazonsmonopoly-must-be-broken-radical-plan-tech-giant.

[9] “Americans Spend an Average of 17,600 Minutes Driving Each Year,” American Automobile Association (press release), accessed October 2, 2017, http://newsroom.aaa.com/2016/09/americansspend-average-17600-minutes-driving-year/.

[10] Chris Isidore, “What’s the Safest Way to Travel,” *CNN Money* ,May 13, 2015, http://money.cnn.com/2015/05/13/news/economy/train-plane-car-deaths/index.html.

[11] 此后特斯拉调整了这种突然变道的行为，使变道操作更加温和舒适。

第八章

数字窘境：保卫未来

“‘不可能’是那些留恋眼前的舒适，不肯去探索内在力量以寻求改变的胆小鬼才会鼓吹的词汇，它绝非事实，只代表一种观点。不可能只是潜在的、暂时的，没有什么是不可能的。”

——穆罕默德·阿里（Muhammad Ali）

到目前为止，我们已经讨论了不止一种数字自我及设备行为构成新型行为学资本的方式，探讨了这些资本会如何带来全新的机遇，并打破众多人们习以为常的世界运行标准框架。但我们尚未提及在保护和捍卫这些资本的过程中，人们将要面临的一系列全新的挑战，这正是本书最后一章的主题。

不过，我们不仅要探讨如何更好地捍卫数字自我，更要进一步探索之前讨论过的创新、数字自我、超个性化、数字生态圈及忠诚品牌等将如何演变为需要保护的新实体。

这些挑战对颠覆性创新来说在所难免：它不仅改变了原有的做事方式，而且引入了全新的体验世界的方式，其背后的驱动力不仅是全新的技术，更是全新的行为。

试图描述未来的蓝图常常犹如一场冒险，人们的调色盘中只有自己已知的颜色，所以在描述未来时最终用的还是以前的词汇。回到我们在本书前半部分讨论过的AT&T的商业广告，在其中一个广告中，一个人坐在海边用着平板电脑，画外音是“从海边发传真……”人们也会在类似情景中使用平板电脑和移动设备，但使用范围远远超出了发传真这一极其有限的概念。

然而，我们知道数字自我在某些领域有巨大的潜力，可以解决很多在不远的将来可以预见的问题，而在看不见的地方上演的则是一场公平的游戏，人人都可以参与竞猜。这也是在预测遥远的未来的过程中很有意思的一部分，前提是我们愿意这么看。但无论我们认为自己的思维多么开阔，历史总会完美地记录下我们曾经错得多么离谱。

不过，未来的预兆在我们回头看时似乎又总是显而易见的。

20年前，我们中有一人恰巧赞助了圣地亚哥一场有关预测未来技术的大型活动，发言人包括已故的彼得·德鲁克，经济学家保罗·罗默（Paul Romer），以及管理大师汤姆·彼得斯（Tom Peters），大家都在探讨组织的未来。

在这些讨论中，有一个环节特别突出，来自斯坦福研究院（Stanford Research Institute，简称SRI）的两位技术专家描述了他们对互联网未来的看法，在当时，很多人都不清楚互联网到底是一时的风尚，还是部分人所谓的革命——实际上大多数人支持前一种论调。

在两位技术专家的描绘中，未来的互联网将是庞大的云系统。他们声称，在这个云系统中可能存在无数的关联、资源、潜能、技能及想法。依照他们的描述，它是终极的自由市场，人们可以立即获取、购买，并利用全球的资源解决任何难题。他们让观众将之想象为一台可以无限扩容的电脑，没有集中的控制、权限或所有权。

他们描述了这样一种情景，代表数字资本或实体资本的物体，以及资源在这个云系统中到处流动，任何有需要的人均可获取。很多物体将没有具体的主人，而是属于大家，供人们免费取用；还有一些复杂的物体，需要在单独使用时采购或租赁。但在他们的愿景中，最奇特的地方在于，这个云系统没有任何的地理中心，它既不存在于任何设备、服务器或笔记本上，也不是任何一家公司、联盟或联合企业的财产，它是大家的云系统，不属于任何人。

在1999年把这称为“胡扯”已经是非常含蓄的表达了，这无异于科幻小说，用“精神病人”这个词来形容这两位发言人比“空想家”更合适。但这一环节吸引了大量蜂拥而至的观众。

由于某种原因，这种乌托邦式的未来一直在我脑中挥之不去，我尝试把它应用于互联网的发展，同时一直在想方设法用它来描述技术和行为的变化。但这种匹配往往显得生拉硬扯、矫揉造作，超出了大众信任的界限——至少是持续到我们开始研究本书时的观点和概念。

我们即将进入“令人大开眼界的未来”，其演变速度之快远超人们的意料，让你总也来不及做好准备。到目前为止，本书已为理解这种变化的程度及其将如何带来新机遇、行为和价值做了一定铺垫。构建一个能继续保护隐私、自主以及自由（自由社会之基石，人人珍之重之）的未来，面临巨大的挑战，我们也已在书中将这些挑战毫不避讳地一一列出

。

在本章中，我们将进一步探索，介绍在我们看来，人类不得不重新思考的某些最基本的计算原则，以及人类如何运用行为的力量来保卫这样的未来。

我们首先要钻研区块链和虚拟货币对构建未来新型商业、经济、社会范式的重大影响。

虚拟货币关联

在第四章中，我们引入了“区块链”和“虚拟货币”的概念。本章我们将详细介绍如何创造一个比现有的模式更安全，规模也更大的新型计算平台。我们首先从虚拟货币的工作原理开始说起。

虚拟货币是一种可用于在线交易的价值单位，目前流通的虚拟货币有100多种，其中比较流行的有比特币、以太币以及莱特币，截止到本书最终定稿之时，流通的虚拟币总价值大约为750亿美元。相较于预计流通的1.5万亿美元，可能只算得上一个化整误差，不过这也绝不是一笔小数目。 [1]

之所以称其为“虚拟”货币，是因为会用到区块链加密技术来保证其有效性、所有权及价值。价值实际上取决于需求及计算，两者共同决定了可以发行的单位数量，就比特币来说，其数量是2 100万。

随着单位数目趋近最大可发行数量，计算也变得越发复杂，需要借助“挖矿者”电脑将所需的超级计算能力用于挖矿或记录新的比特币交易。大致说来，即使是最高配置的带显卡电脑，挖一个比特币，也需要500多年。另外，说到比特币时，我用了“挖矿”这个词，但实际上，比特币只是对在区块链中创造一个区块所给予的奖励罢了。

区块链真正有意思的地方不是数学，而是虚拟货币会对金钱的使用、管理等诸多方面产生的影响。

比如几年前，我们中有一人应邀在芝加哥的美联储会议上发言，当时比特币和其他虚拟货币的一小部分骨干已经引起了金融行业的广泛注意，但是美联储对货币即将进入网络领域有一定的担忧，这也正是目前面临的问题：无法使用货币政策管理虚拟货币。

如果比特币的价值只取决于那些买卖他们的人给出的定价，那么它们到底值不值钱？毕竟，尽管美元已经是法定货币，但美国政府依然在鼎力支持它。[2] 如果一种虚拟货币有足够多的人使用，难道它不应凭借那些支持而获得价值吗？必须要大家一致认可它有价值才行。不过你可以这样辩解：因为它稀有、可转移的特点，需要区块链全球网络节点的支持和保护，所以它本身具有一定的价值。但货币的价值最终还是取决于其使用的广泛程度及人们的接受程度，而且价值似乎只会越来越高。比如，如果你有支持虚拟货币的VISA（维萨）卡，你就可以用它来购买任何可以用传统货币购买的东西。[3]

截至目前，只有政府能够发行货币，尽管你可以以数字形式储值，甚至是将之变成金块存入保险柜中，但最终还是要通过监管银行把这种价值转变为货币才能进行交易。这意味着你还是要接受银行的处理、费用及途径等固有的摩擦力。原因就在于，既然你的钱是以数字形式记录的，就必须要由有公信度的人或物记录哪些是你的。

依照我们的描述，到目前为止，区块链和虚拟货币似乎主要是用于规避传统银行业、商业和经济模式的一种新方法，但关于区块链还有另一面我们尚未探讨，这部分讨论将不再围绕“新方法”这一定位，而是直面来自几乎所有主要市场先入者的批评，这些先入者现在正忙着争夺计算生态系统的所有权，以控制人们的各种设备和数字自我；区块链则能够作为分布式平台，服务于存在中间人摩擦力的各行各业。

这正是很多新公司正在利用区块链所做的事情，开发规避现有工业时代经济构架和商业模式的方法。这里的前提很简单，却颇具革命性：工业时代的计算和金融交易模式（购买、销售、资金转移）需要集中管理。依赖这样一种严格监管控制的等级模式，非常适合线性的、点对点沟通的时代。

在20世纪时，孩子十分喜爱的电话游戏就完美地诠释了人们对这种模式的习以为常。在这个游戏中，当人们通过电话将信息传递给他人时，最终收到的信息与一开始发出的信息相去甚远。点对点的沟通所面临

的挑战是无法保证完整性，无论是所有权、一个想法、一个请求或一次交易。因为它的传递路径是线性网络，没有揭示来龙去脉的系列文件。

然而，如果你跟今天的孩子玩同样的游戏，他们一定会通过给彼此发邮件的方式来传递信息，因此确保了信息完整如初，没有任何篡改。当邮件发给这一链条中各相关人员后，他们还可以查阅彼此的邮件，看是否有所改变。这样，任何一个点都不会出问题。当然，我们都知道邮件的工作原理并非如此，多数随时变化的交流和交易也是一样，无论变化是有意还是无意。所以，为确保数据的完整性，人们安排了中间人，负责确保数据的完整性和可靠性。

一家名叫Golem（魔像）的公司就是这样的中间人，这家公司试图利用闲置的电脑资源创造一台全球超级电脑。[4] 他们把自己称为计算界的爱彼迎，人们可以在Golem的点对点网络上向任何人买卖闲置的电脑资源。

其实，这种汇总整个网络电脑资源的想法和尝试并不新颖，从20世纪90年代起就出现了各种各样的分布式计算项目。其中有一些被称为“志愿者”计算，任何人都可以在自己的个人电脑上下载一个小程序，并在电脑闲置时自愿提供部分电脑使用的集中授权。其中比较知名的有seti@home计划和folding@home计划。第一个是伯克利大学赞助的项目，在宇宙间嘈杂的背景音中搜寻信号，以发现智能生命；第二个是斯坦福大学赞助的项目，目的是用于疾病研究。

不过，目前计算机网络依然由集中服务器控制，可以将之比作银行。我们所有人都可以兑换货币进行付款、购买产品和获取服务，以及从自动取款机取钱，或进行其他交易，但钱最终还是要从一家银行流入流出。除非你的老板是用金条给你发工资，又或者你经营的是一辆只接受现金的餐车；否则，在日常交易中，你不可能随身携带大量现金。原因就在于，你相信把钱放在银行比留在身边更安全。

但倘若有一张借记卡，能从其他人、组织或设备的价值网络中取钱

，算作对你所提供的服务的酬劳，那又会是什么样的情况呢？你的“余额”将不再存在于这个网络的某一个节点，而是存在于所有的节点。要搞清楚这个问题并不容易，但这是我们所有人在另一种背景下经常都会做的事。

当你请某个朋友帮忙，比如，完成一项任务，把你引荐给他们认识的人，帮助你解决一个难题，这种关系资本存在于哪里呢？只存在于你们俩之间罢了。但现在我们把这个情景的范围扩大，假设你需要召集200个人来帮助你做一件大事，如社区集体努力建一个新操场。每个人都需要在各自的建筑领域做到基本合格，从抡锤到挖洞。你不了解这200个人到底能否做到，但很可能你有朋友、朋友的朋友，同样他们自己也有朋友，最终无论如何，你还是能够召集足够合格的人。虽然在这个过程中你用到了很多关系资本，但也创造了很多关系资本，因为无论任何时候，当其中有一个人需要帮忙时，你确信他们一定会找这同一个群体中的其他人帮忙。那么问题是，所有这些关系资本存在于哪里？它无处不在，而又无处可寻。

现在，如果你是个急脾气，会直接跳到下一个问题：“这种关系资本难道不是只取决于其背后的人本身是否正直可靠吗？”

在P2P这种由区块链造就的网络中，同样的事情也正在上演，只不过其规模大至成千上万，甚至是千百万人，但能够做到资本百分之百分配正确。

这正是Golem公司所做的，Golem网络是非集中的计算能力分享经济，任何人都可以通过“出租”其计算能力，或开发及售卖软件来赚钱。[5]

但在这种情况下，难道Golem不是集中管理者吗？其实还真不是，他们所扮演的角色及其产生的方式同他们提供的服务一样精彩。Golem在融资过程中募集了860万美元，但这并非源自天使投资或风投，抑或是其他传统的资金募集方式，而是通过ICO（Initial Coin Offering，首次公开募币）进行融资。

ICO很像IPO（首次公开募股），只不过它不受任何政府监管机构［如SEC（证券交易委员会）］的监管，同时面向任何想要参与募币的人。但ICO不仅仅是募集资本，整个Golem网络都将使用它自己的货币，称为GTN（电子货币），现在一个GTN的价值为42美分。但所有虚拟货币的发行总数都是有上限的，就比特币而言，其数量是2 100万，GTN的总数是10亿代币，也就意味着随着时间的推移，每一代币的价值都会增加。当然，这也不是绝对的。ICO带来了一派欣欣向荣、商机无限的局面，但毫无疑问，随之而来的肯定会有疯狂的投机行为。

比如，在本书出版之际，大约200次ICO能募集的总资金已经超过20亿美元，15分钟内单次ICO可募集将近3亿美元。

无论ICO将如何颠覆资本募集的方式，未来更大的前景在于其背后的区块链技术，它能创造出几乎无摩擦力——取缔了交易中间人——的数字生态圈。其现实意义是什么呢？依照以太坊创始人维塔利克·布特林（Vitalik Buterin）所言，“现在卖套房子需要好几周的时间，但其实可以只用3分钟”。[6]（回想一下我们在第五章中谈到的，实际工作时间和处理时间之间的差距。）通过自然变化和渐进式创新永远也无法取得这样的提升。

如果我们有计划地提升效率，准确无误地记录、分析交易的每一步，然后结合数字自我的资源，可以想见，它将会是一个整体摩擦力近乎为零的模式。倘若你觉得这似乎有些夸张，不妨想想有很多管理过程，其实际处理时间占据整个交易时间的1%~5%不等。我们的经济、政府，以及医疗、保险、金融、供应链等行业，都只发挥了其5%的潜力；或者，换一种更令人吃惊的表达方式，在经营很多行业的过程中，人们浪费了95%的努力。如果确有一股隐藏的力量，它压制了创新，拖拽了社会前行的脚步，削弱了人们处理生产效率问题的能力，那必是摩擦力无疑。

所以不妨想一想，如果我们能赢回当前流程中或交易上哪怕5%的时间，这对你个人、企业及社会机构分别意味着什么？人们处理相应流

程的能力将有效翻倍。那么，我们来做个计算，假设实际工作的时间只占整个流程时间的5%，如果没有摩擦力我们的能力将能提高多少倍？很简单，提高20倍。但由于实际限制或缺少市场需求，这一计算并不适用于所有领域，而关键在于人们的能力的确存在非常大的提升空间。

坦白说，虚拟货币并不是毫无风险的，在写这本书时，中国政府已经关闭了中国大陆境内所有的虚拟货币交易所，并进一步规定交易所中所有参与者必须实名制。比特币有一个隐晦但意蕴丰富的讽刺之处，这也是几乎当前虚拟货币都存在的问题。虽然交易是匿名进行的，但所有的交易都存储在区块链中，有确凿的稽核记录，能够追溯每一笔交易的买卖双方。正因为此，31岁的罗斯·乌布利希（Ross Ulbricht）——现已臭名昭著的非法比特币市场“丝绸之路”（Silk Road）的创始人，因该市场被举报造成了超过10亿美元的非法药品走私而落网，并被判处终身监禁。很有意思的是，美国政府虽然没有虚拟货币，却在2014年拍卖了从“丝绸之路”上查封的价值约200亿美元的比特币。

虚拟货币的未来很可能是下面某种情形：

- 它可能会因为投机和非理性繁荣而垮掉，10年之后又会卷土重来，前景更为光明，可能是比特币、其他现有的或尚未诞生的虚拟货币。
- 监管机构介入，开始或至少尝试限制虚拟货币及其使用。中国现在已经禁止虚拟货币ICO，并称之为一种极具破坏性、不稳定的技术。
- 出现争端（由国家政府引发或由罪恶的非法利益导致），瓦解虚拟货币中的信任。导致一个或数个，甚至是所有当前运营商的垮台，然后重新诞生一种更值得信任的选择。
- 美国政府和其他政府开始发行虚拟货币。

不过要注意，在以上情形，而且很可能是我们能提出的所有情形中

，虚拟货币都不会消失。这并不是说比特币或以太坊，或现有的198种虚拟货币中其他任何一种，在未来5　~10年会一直存在。但很显然，未来会出现一种新型货币，重新定义货币价值理念的想法将会保留下来。

但能否使用区块链来保护我们的数字自我呢？

你是否知道自己是谁

有一个国家，公民的身份永远不可改变，同时那也是每个公民与生俱来的权利。我们先不说这个国家在哪里，先介绍一下他们是怎么做的。

这个国家利用区块链，发展了一套安全的公民身份识别系统，婴儿一出生就会获得一个独一无二的身份。这个身份不同于社会安全号码，它存储在区块链中，无法消除也无法变更。这一安全的身份会把一个新生儿加入医疗系统中，用于识别、存储所有的医疗、学校等相关的合法记录。当孩子长到15岁时，他们会获得一个身份证，用于获取所有需要身份证明的虚拟服务——从去银行和使用自动取款机，到去医院看病，签署法定协议，以及购买火车票等。这一身份认证系统十分有效，法律规定就连政府也只能要求提供一次具体的个人可识别信息。一个人的纳税、选举、工作以及婚姻记录都存储在这个区块链中，关于定义此人以及构成其法律意义上人的所有信息都会逐渐累积，并附着于一套永久的区块链交易数据中。

这并不是幻想未来时才有的场景，我们所指的这套系统已经用了将近10年，在这期间从来没有出现过一次差错，不曾危及任何一个身份。如果身份证丢了，马上就能重获一个新的，但只有这个证还不足以证明身份、授权交易、签署具有法定约束力的合同。还需要用到两个特殊密码，其中一个用于证实持证人的身份，另一个则用于签署合同。因为数据都存储在区块链中，所以从来不会有变更或身份失窃的可能。

因为每一个政府部门的流程都是数字化的，借助这种数字自我，从诉讼到报税等事务所需时间可缩短至一天，而非一周或一个月，这种颠覆简直是空前的。

但这些都只是冰山一角，这个国家是第一个提供“线上居留项目”的国家，世界上所有人都可以通过此项目建立身份，让他们能够创业，在全球开展金融业务，获得成千上万的商业和个人服务。

这个国家并非某个超级大国，实际上它是一个鲜为人知的波罗的海国家——爱沙尼亚。该国曾建立了堪称全球最复杂的政府数字生态系统。

很讽刺的是，爱沙尼亚的数字化转型源于一次据称是史上最严重的网络袭击。2007年4月底到5月初，爱沙尼亚遭受了一次网络袭击，其国防部发言人认为那次袭击的严重性堪比美国的“9·11”事件。爱沙尼亚要把苏联时代的一个战争纪念碑从首都塔林迁走，这一决定引发了黑客袭击。袭击者利用分布式拒绝服务（DDoS）让该国的网站、银行、报纸及互联网全面瘫痪，那看似来自俄罗斯政府的服务器以及全球100多万的公共IP（网络协议）地址，多数都是被黑客操纵的“僵尸”电脑。

那时，爱沙尼亚对“欧洲最奇怪的国家之一”这个封号很是自豪。但无论是出于什么目的或意图，这次袭击让爱沙尼亚彻底断网，一下子回到了20年前。该国98%的银行交易都在线上进行，无法上网导致整个国家近乎崩溃，这就是后来被称为第一次网络大战（Web War I）的序幕，这也是第一次因网络袭击置一整个国家于瘫痪的境地[7]。

在那次网络大战中，爱沙尼亚输得一败涂地。爱沙尼亚和北大西洋公约组织这才意识到，面对资金充裕、政府授权，或由成千上万带着复仇目的的个人协调组织的大规模全球袭击，单个国家是多么不堪一击。国家需要加强自身的防卫，同时找到方法为关键应用和交易提供更强大的安全保障。

而事实是，我们才刚刚开始体验到潜在的网络风险。我们预计，如果人类还停留在当前的轨迹上，在不到5年的时间内就会遭遇毁灭性的全球网络事故，犹如当头一棒，向大多数公司及所有人发出最后的预警——一次会给全球经济带来重创的“9·11”事件式的网络安全袭击，会让

爱沙尼亚的遭遇都显得微不足道。

这种脆弱性的根源在于，大多数个人、组织以及国家政府，都还在固守已经过时的思维模式，把“防线”防守作为保卫组织的唯一手段。利用防线防守，绕着需要保护的资产划一道防线，这是曾经的战斗方式，为了保卫我们的皇冠宝石跟敌人抗争。这正是爱沙尼亚一开始无法控制分布式拒绝服务袭击时采取的办法，他们切断了爱沙尼亚与所有国外电脑的关联，但任何一套基于电脑的系统和任何一个国家均无法长期与世界隔绝。

这是标准的军事反应，从英国温莎城堡到北美空防司令部（NORAD）的夏延山脉，再到诺克斯堡，外界均是这样回应，无论要保护的区域多大，到底还是由一道围墙和防卫形成一道防线；无论是边界、堡垒还是护城河，只要你沿防线布置护卫者，你就是安全的。

但在当今世界，采用这种方式只有一个问题，即没有防线。

尝试定义一道网络防线，就如同跟恐怖分子作战，无论是围绕硬件的实际防线，还是围绕软件和数字的数字化防线，我们都可以封锁自己的边界，用分析工具来查出破坏分子，然后把他们遣送回家，但最终这只能阻止一小部分威胁。

杀毒软件、防火墙、密码，所有几乎我们能想到的对抗网络威胁的最后一道防线，都只能抵御以前的敌人。今天的敌人利用的是社会工程、人类的弱点、国家级玩家的资源，以及延展性极强的数字生态圈来轻松进入你的防线。

例如，臭名远扬的大盒子零售商塔吉特，据粗略估计，其数据泄露事件让该公司损失了将近5亿美元，原因竟在于其HVAC（供热通风与空调）供应商存在缺陷。这是生态圈的危险之处，它所造成的脆弱性是你在自我防御过程中永远也想不到的。

所以，出路何在？在于看待生态圈时剔除防线、去除集中化管理的理念。

生态圈本质上就是一个不断进化的复杂网络，组成生态圈的合伙人、过程以及个人往往处于不断的变化中，无法形成界限清晰的防线。这种情况固有的好处我们在第五章已经说过了，那就是整个生态圈清晰可见，但这也意味着它依赖的数据不是集中式的，而是存在于所有生态圈中。此外，很多集中系统的复杂性及规模使其极难承受人类的错误。

比如，2017年，信用报告机构Equifax（艾贵发）违约，造成1.43亿美国人的信息泄露，网络窃贼获取了用户的信用历史和个人身份识别核心信息，即9位数的社会安全号码。这样一种大规模的盗窃是怎么发生的？很简单，Equifax一个已知的漏洞安装补丁过期了两个月。

同时，人们都同意相关企业的服务条款，并在此前提下让其获取我们的数字自我信息。当你在脸书上发信息时，你已经同意了其将近6 000字的服务条款，包括但不限于以下条款：

> 对于知识产权所涵盖的内容，如照片和视频（IP内容），根据您的隐私和应用程序设置，明确授予我们以下权限：您授予我们非独家、可转让、可再转让、免版税、全球许可的权利，以使用您在脸书或与脸书相关的媒介上发布的任何内容（IP许可），当您删除IP内容或账户时，此IP许可将终止，除非您的内容已与他人共享，并且他们尚未将其删除。 [8]

我们在第三章中曾经指出，尝试读完每一个你使用的应用所附带的服务条款简直不切实际，但我们根本没有理解这种挑战的难度。随着联网的传感器在我们的家中、车辆、穿戴设备以及工作场所［经常被称为物联网（Internet of Things）或IoT］中越来越流行，我们会看到所有这些应用的服务条款中强制性条款的数量大幅增加，而且会愈演愈烈。但即便如此，相较于我们很快要通过服务分享的东西，这还算以小见大，这些服务获取了我们的生物识别数据、生理数据及基因组数据。其中有一部分是受保护的，即与医疗记录或医疗服务提供者相关的部分，但也

不尽然。很显然，我们为了某种程度的价值而分享这一信息，无论是与朋友分享发布消息的能力还是关于我们的遗产的信息。但我们已经看到了，对最终拥有它的人而言，这一信息有何价值，我们无从知晓。

这里出现了一个很有意思但不常谈起的情况，会增加分享信息的风险。回想一下我们在第一章探讨过的，没有一家公司拥有人们零星散落的数字自我数据，但现在情况发生了变化。几乎所有收集这一信息的公司，都有跟脸书一样的条款，声明你的数据是“可转让”的，这意味着如果一家公司被收购了，你的数据就随着本次收购一起成为交易的一部分。考虑到大多数小公司最终的结局都是被收购或者变卖资产，你可能永远都不会知道最终你的数据去了哪里。这还不算最糟的，最糟的是在获取数据的同时出现“漏斗效应”，即数据可能与关于你的其他数据实现进一步关联，每一次新的关联都会让其价值增加。

所有这些问题的挑战在于，人们的数字自我被整合到了广泛的网络中，提供了关于你的准确描述，而这是你永远不会公开同意的。因此，人们根本不可能沿防线建立防御工事，即围绕数字自我修建一条“护城河”，从而达到保护这些数据的目的。无论让获取私人信息的路径如何合法化或如何予以保护，还是无法做到万无一失。

保护数字自我的难度已经超出了人们的能力范围，现在的挑战变成你如何追溯并维护个人数据的所有权。这个问题的答案，在很大程度上是：所有这些与区块链的构建目标相当一致，同样是让数据可追溯，有无法消除、永不变更的记录证明。没有这些，数字自我既不能追溯，也不能验证。因此，区块链变成了维护所有权、保护数字自我免受侵害的手段。

我们可以做一个类比，方便说明区块链在根本上同任何一种防线防卫大不相同。区块链相当于抵御疾病的免疫系统，人的身体有非常强大的防御系统，但如果不让所有这些讨厌的疾病进入身体，人就无法生存。人的身体通过不断地与这些入侵者对抗，建立免疫系统，从而战胜这些经常入侵的疾病。为达到这个目的，免疫系统采用了所谓分布式控制

系统（Distributed Control System），意味着它不是集中式的，没有单点故障一说。

不仅免疫系统是非集中式的，人体的每一个细胞都包含全套DNA（脱氧核糖核酸），如肝脏细胞与眼球细胞的表现形式虽然不同，但两者都包含全套DNA。

区块链和DNA及免疫系统的工作原理类似，这种类比可以有效地帮助我们理解如何抵御网络威胁。对二者来说，维护系统完整性所需的数据，均分布在全部节点或细胞中。攻击单个节点或细胞或任何群体，都不会影响系统其余部分的完整性。在这种情境下，数字自我能够永远保持与其所有者的关联，因此总能追溯到其所有者。

保护数字自我的含义如下：

1. 个人识别信息应总能通过区块链关联至正确的合法所有者。

2. 任何时候均可追溯、查看并追回与个人身份相关的数据，无论当前谁在存储或使用数据。

3. 个人识别信息应是可稽核的，便于你列出它在哪里使用及如何使用。

4. 个人识别信息只能由所有者披露给第三方，第三方不得以任何形式存储此信息。相反，第三方只能存储数字自我的区块链散列。

5. 使用数字自我的衍生价值取决于个人和数据使用者之间达成的协议，协议明确规定交换的价值。

6. 数字自我被视为合法实体，可以获得授权，代表所有者进行某些交易。

7. 数字自我作为所有者的财产受到保护。未经授权的使用均应依法——类似于今天的身份盗窃法予以处置。

8. 建立通用的线上居留系统（类似于爱沙尼亚的线上居民），

任何国家的任一公民均可加入，确保个人拥有永久的身份和不容置疑的财产所有权。

在本书中，我们描述了随着人类迈入21世纪，商业、工厂、营销、品牌等工业时代的模式，都已变为无法持续增长和进步的机制。因此，保护我们自身、组织机构以及国家的理念，无疑也必须要从“明确边界并防御”的工业时代模式向“开放的边界与防护”模式转变。最终，它会成为唯一可持续的模式，不断增强我们对数据和数字自我所有权的保有能力。

机器人规则

在结语部分，我们必须要审视一下本书中一直断断续续描述的一个争议——很多人声称人工智能会对文明造成威胁——否则我们就显得有些失职了。

埃隆·马斯克把人工智能称为“人类的存亡威胁”，两年前，他发推特称“我们要超级小心人工智能，它可能比核武器更危险”。

史蒂芬·霍金在2017年初接受BBC（英国广播公司）采访时说：“人工智能的全面发展将宣告人类的灭亡……它会自己迅速发展，以一种不断递增的速度重新设计自我，而人类，因为受限于缓慢的生物进化，无法与之竞争，最终会被其替代。”

与此相反，脸书的CEO马克·扎克伯格则显得更为乐观。

在2017年7月的脸书现场直播中，扎克伯格明确提出，他想要抵制周围不断蔓延的对人工智能的潜力表现出的恐慌。他说：“我对此的看法十分坚定，我很乐观……我认为你们可以成事，世界会变得更好。我对人工智能尤为乐观。而且对于那些老爱唱反调，试图鼓吹末日论的人——我简直无法理解。实在是太负面了，在一定程度上，我甚至觉得这是极其不负责任的表现。”他还说：“在未来5 ~ 10年，人工智能将带来非常多的改善，能提升人们的生活品质。”

所以，人们应该相信谁——杀手机器人还是慈悲的良伴？对此，我们持一种更为中肯的观点。人工智能无疑会超越人类，并且人工智能更了解所有的自动驾驶汽车，或其他足够先进的人工智能支持的设备，清楚它们所做的每一个决定中涉及的所有变量。末日论的谬误在于，它针对的是当前及预计的人工智能设备，而这些均属于狭义的人工智能（我们在第四章中探讨过），自动驾驶汽车也许能决定如何驾车，但它无法

决定别的事情，它甚至不能跟你下棋。马斯克和霍金所表达的担忧仅限于广义的人工智能，即能够自我设定目标的人工智能。

我们无法消除对人工智能进化的所有担忧。尽管保持警惕十分关键，但保持中肯的视角，客观看待当前的人力成本也同样重要。

推理能力是人类所独有的终极力量，这种力量越强，人的决定影响力越大。我们决定授权给企业、社会以及政府领导人，希望他们有能力胜任自己的职位，正确使用这种权力。不过，倘若我们秉持坦诚、准确的态度，其中有哪些是绝对清晰明白的决定？极少。

当第一枚原子弹被投到广岛，多数军事领导人的态度是，与日本的战争已经结束了。而其他人则认为原子弹与战争的结束毫无关系。德怀特·戴维·艾森豪威尔将军曾在两个不同的回忆录中说道，他“不愿意看到美国率先在战争中使用这般可怕的、极具破坏力的新武器”。而后来，他在回忆录中又说道，“日本已经被打败了……投放原子弹完全没有必要”。60年后，人们依然不清楚当初投放原子弹的决定到底有无必要。[9]

人们总是通过计算绝对积极结果的概率，来决定真正生死攸关的事情。有时候我们能为这些决定进行逻辑清晰且缜密的辩护，而其他时候则继续沿循这种看不见的机制。

可能最讽刺的地方在于，揭示隐藏的信息后会出现的不可避免的结论是，人们在努力追求行为绝对透明的同时，又在创造存在于黑匣子中的人工智能。这可能理解起来有些困难，因为有悖于人们从孩提时代起就根植于脑海中的思维模式，超出了我们的理解范围，机器总是可预测的，但人类不是。

2017年5月，区块链平台的最大供应商之一Guardtime（防护时间）的CEO迈克·高尔特（Mike Gault）在其博客中描述了2025年绝对透明对世界将意味着什么：

> 我有一个想法，假如区块链针对的不仅是一个云系统，而是所有的云系统，所有的数据——世界上每一个交通工具、每台电脑、所有网络中存储的数据，这对全世界来说意味着什么。我们的社会将从以信任为基础转变为以事实为基础，即人类可以选择是否要信任彼此，但他们也可以利用区块链来验证事实的真相。 [10]

高尔特描述的基于事实的社会，在原理上听起来非常好——面对事实和谎言，谁会选择后者呢？但本书中描述的技术、行为观察，以及毋庸置疑的所有权和身份，是否构成事实，还是只证实了准确程度？我们认为人工智能的风险，不在于它能够进化为一个统治人类的阶级，而在于接受其绝对正确性，从而莫名其妙地产生这样的错觉，觉得人类所做的决定不如机器做得那么好、那么有效或有价值。

在罗伯特·瓦赫特（Robert Wachter）博士所著的《数字医疗：信息化时代医疗改革的机遇与挑战》（*The Digital Doctor:Hope , Hype , and Harm at the Dawn of Medicine's Computer Age* ）中，他描述了一种场景，阐释了机器绝对正确已经是一个危险的主张，不幸的是，他描述的是很典型的场景。 [11]

瓦赫特谈到了医院儿科病房中有一位小病人，护士认为给他所开的抗生素剂量高得离谱，38.5片，因为通常情况下一次的剂量就是一片。根据瓦赫特的描述，护士的反应是，“大到吓人的剂量”。开具这一剂量的是一个基于计算机的系统，这个系统很受所有临床医生的欢迎，因为它能更安全和精确地分配药物。然而护士还是不太相信这个剂量，但当她检查已分配的药物时，药物整整齐齐摆放在病人的医药抽屉中，这位护士表示，“我记得来到他的抽屉前，看到了一整套摆放得整整齐齐的药物，都是机器人送来的。每一摞里面有八小包，我的反应是，哇，这么多复方新诺明（Septra）……剂量大到惊人”。

当时她找不到人核实这个剂量，只好将之理解为可能是一次临床尝试，她甚至还问了这个16岁的病人是否觉得剂量有问题。病人习惯了吃

各种各样的药，他没有表示反对，吞下了整整38.5片药，6个小时后，他开始出现痉挛，呼吸一度停止。令人难以置信的是，这个男孩活下来了。

对于这件事，人们很容易就会把责任归咎于护士或者开药的医生，甚至可能是那个复核剂量的药剂师，但导致这个错误的原因，其实是不慎按照病人的体重输入毫克剂量的结果，足足让输出结果比正确值增加了30倍。

要追溯问题的源头并不难，这是操作机器人分派员的应用与人类对接的问题，不过，它揭示了与前文探讨的法航447号航班面临的难题的对立面。在法航447号航班的案例中，问题出在飞行员忽视了电脑的警告；而在这个案例中，问题出在对其绝对正确的坚信不疑。

倘若相较于人工智能操作的机器，人们更信任容易被理解的机器，那么当电脑既是开药方者又是分配员时，我们该信谁呢？

人们现在正处于行为和技术最难以置信的交界点。一方面，人们面对的是毋庸置疑的区块链，它能用完全透明的方式来记录我们的生活，我们相信电脑能够做到万无一失。另一方面，我们同时面对的是人工智能的“黑匣子”，它做决定的方式往往难以理解。

如果再回到之前探讨的创造基于事实驱动的世界这个论点上，与人工智能的关联就变得非常明显了。如果电脑在99%的情况下都绝对正确，这算是构成了事实吗？如果换成是99.999%的正确性呢？记住，另外有0.001%的可能性是它大错特错。

例如，斯坦福大学教授米夏尔·科辛斯基（Michal Kosinski）曾展示过，利用人工智能进行面部识别，用于确定性别取向、政治倾向，甚至是一个人的IQ（智商），准确率界于83% ~ 91%之间，这引起了轩然大波。[12] 倘若面部识别也能确定一个人有90%的从事犯罪活动的倾向，结果会是什么情况？同样，它仍有10%的可能性是大错特错。你先别急着对此嗤之以鼻，想想这种场景跟塔吉特预测女性是否怀孕的做法有何

不同。要知道，无论是人类还是非人类，都没办法保证其做的决定100%无误，那么多低的出错率能够被接受呢？

这是一个十分棘手的问题。

新武器竞赛

我们相信人们对自动化决策的依赖，以及电脑在自动化决策中发挥的作用不会减弱、受限或是放缓。这两种趋势给经济和人类带来的利益，很快就会超越任何阻碍的力量。即使我们能做到阻碍其发展，也不应该那么做。正如奥伦·埃齐奥尼（Oren Etzioni）在2017年9月《纽约时报》的一篇文章中所指出的："问题在于，如果我们真那么做了，像中国这样的国家就会超越我们。"

很明显，我们已经进入了一场新武器竞赛，而且这一竞赛没有终点。那么我们能做什么？我们应该做什么？竞赛规则又是什么？

1942年，艾萨克·阿西莫夫向我们介绍了他的机器人三定律：[13]

1. 机器人不得伤害人，也不得见人受到伤害而袖手旁观。
2. 机器人应服从人的一切命令，但不得违反第一定律。
3. 机器人应保护自身的安全，但不得违反第一、第二定律。

自那时起，成千上万的作品都引用了这三条定律，它们已经成了机器人支持者的口头禅。这些定律看起来似乎非常简单，那么这到底是不是所有问题的答案呢？很可能不是。在布鲁金斯学会的一篇发布稿中，彼得·辛格（Peter Singer）指出了这些定律背后的荒谬之处，"你给死神（Reaper）无人机安装地狱火（Hellfire）导弹，在模块化先进武装机器人系统（Modular Advanced Armed Robotic System，简称MAARS）上配备机器枪，就是在让人们互相伤害。问题就在这里"。

微软CEO萨提亚·纳德拉（Satya Nadella）提出了更为务实的管理人

工智能的定律：[14]

• 人工智能必须用来辅助人类。纳德拉提出，与人类一起工作的机器应当从事“采矿之类的危险工作”，但仍旧“尊重人类自治”。

• 人工智能必须是透明的。“我们需要的不仅是智能机器，而且是可理解的机器，”纳德拉说，“大家应该对技术如何审视和分析世界有所了解。”

• 人工智能必须实现效能最大化，同时不伤害人类的自尊。“在设计这些系统时，我们需要让人更广泛、更深入地参与更多的互动，未来的价值观和美德不应由技术来决定。”

• 人工智能必须保护智能隐私。纳德拉要求，“要有复杂的手段保护个人以及群体的信息”。

• 人工智能必须承担算法责任。以便“人类可以撤销非故意的伤害”。

谷歌也有自己的五条定律，并将它称为挑战。[15]

• 避免负面影响：如何阻止扫地机器人为了更快地打扫地面径直推翻（而不是绕过）花瓶？

• 避免对奖励条件的非法解读：如果机器人的编程是享受打扫你的房间，你如何阻止它因为想再次享受打扫之乐而又把房间弄乱？

• 可扩展的监管：你会让机器人做多少决定，它打扫你的房间时，是否每次移动一个物体都要问你一次？还是只有在移动你放在床下的那个特殊的花瓶时才问？而且由于同样的原因，它从来不在瓶中插入鲜花？

• 安全探索：你如何教会机器人好奇心应该是有限制的？谷歌

的研究人员给出了一个机器人学会哪里可以打扫的例子。你如何让它知道擦新地板是没问题的，但它无论如何也不应该把拖把插进插座中？

• 分配转变的坚定性：我们如何保证机器人尊重它们所处的空间，一台可以在你的卧室里尽情撒欢的扫地机器人与在工厂里打扫的机器人的表现应该完全不一样，但它怎么能知道两者的区别呢？

苹果的联合创始人史蒂夫·沃兹尼亚克（Steve Wozniak）说我们还应加一条定律，即人类不能伤害一台能“思考”的机器。这要求我们做一些本书始终在建议的事情，把人工智能当作一个合作伙伴，我们的做法要跟工业时代的道德观恰恰相反：让人工智能人格化。

但所有这些定律、挑战以及准则都有一个问题，这些问题不是针对人工智能、电脑、自动装置、机器人，而是针对人类的。

想想今天你会如何贯彻这些定律。如果你制造了一台有伤害人类倾向的机器人，芯片中有没有那种内置的安全防护，能够防止机器人造成伤害？诸如Python（派森）这样的编程语言，有没有适合所有软件应用的标准代码，能够保证它不伤害人类？当然没有了。

有一种很荒谬的方法，可能会抚慰我们的良知或让我们不那么焦虑，那就是相信有一套简单的规则，可以管控人工智能的进化，但这只是幻想罢了。我们所讨论的技术，从人工智能到自动驾驶汽车，从区块链到行为学计算，都会在某种程度上造成伤害、斗争，招致恐怖主义，触犯法律。我们虽然不能容忍，但必须接受这个现实。我们的挑战不在于找到方法消除这种可能性，因为那是徒劳的（除非我们找到方法改变人性），挑战在于充分利用同样的技术，做到趋利避害。

所以，我们在计划什么呢？如果我们同意答案并非如此，而且也不存在掌握完美的解决方案的能力，事实的概念也不像我们希望的那样非黑即白，而在于我们如何巧妙地利用这些技术收获多种益处。那么问题就变成：“我们如何利用技术创造最大的益处，让其招致的麻烦最小化

？”我们希望提出以下6条针对任何智能系统或自动化设备的国际标准：

1. 在人工智能不承担法律责任的前提下，最终必须是人类或承担法律责任的实体对人工智能设备的行为负责。

2. 有能力做决定的机器人、自动驾驶汽车以及任何人工智能设备，其开发必须遵循人类同样遵守的法则。

3. 任何自动化设备必须允许授权人的干预，人类有凌驾于设备之上的决定权，并且必须要遵照自动继承顺序，至少有一个授权人。

4. 自动设备的任何决定必须是可稽核的，其方式是人类可以理解的。

5. 涉及损害财产事件或造成人类伤害或死亡的自动设备，必须提供学到的可稽核的教训，形式应是人类可以理解的，同时能与其他自动设备分享。

6. 任何普适的人工智能必须获得许可才能执行任务，且仅限于明确定义的操作领域。

这些标准为人工智能的合法及可接受的使用范围奠定了基础，但这是万能之计吗？当然不是。它们只是旅途的起点，但会把我们带向未曾想象过的远方。

此外，我们深信，应该在这个领域开发国际标准，使人们能够监测、分享并基于道德规范发展人工智能。回想一下我们在第四章中探讨的，如何收集、分析航空事故中分享的数据，并在整个航空业广泛分享，以努力从事故中汲取教训，提升整个行业而非某个航空公司或生产商的安全水平。对人工智能和智能设备来说也是同理，无论是机器人、自动驾驶汽车还是任何其他自动设备。我们有必要建立一个全球人工智能理事会（Global Artificial Intelligence Directorate），确保人工智能的使用遵循有益于人类的发展路径。

不妨想想，尽管人类课题研究已有确定的标准，对人类课题相关的公开可用数据展开的研究却没有类似的限制，如果正如我们所预测的那样，我们的数字自我变得如同我们的行为记录一样稳定，我们就需要为其使用制定道德标准。

这些法律或道德的约束会消除违法利用人工智能，或阻止民族主义国家把人工智能用于不道德或非法的用途吗？我们知道这不可能，但它至少提供了一种制裁、追踪心怀不轨的人的方法，防止他们滥用人工智能和人类的数字自我。不要小看这些，将之视为不必要的官僚主义作风，这是我们在构建未来的过程中，需要发挥积极作用的领域。如果我们曾在核能演变过程中做了类似的事情，很有可能就会避免过去70年间核武器大规模扩散带来的许多风险。

另外，对于最终权威必须为人类的情况，人工智能的角色该如何定义。使用风险可控的狭义的人工智能是一回事；但对于不仅要替代人类判断，还要取代人类的直觉、价值和道德标准的人工智能，则应另当别论。

本书中描述的行为学金矿，面向任何一个希望抓一把数字凿子、铲子的人，这是史无前例、毫无规则的阵地争夺。

在本书第一版手稿最终确定时，我们听到了苏联中校斯坦尼斯拉夫·彼得罗夫（Stanislav Petrov）的讣告，他个人的人性之举可能使全世界免于一场核浩劫，因此我们又想起了这两点（监测人工智能的应用及其授权范围）是何等重要。

1983年9月26日，彼得罗夫还是一位没有名气的苏联军官，他的职责是监控预防美国核导弹袭击苏联的卫星预警系统。

就在三个星期前，苏联人击落了一架韩国的民航客机，致使机上的269名乘客和机组人员全部死于非命。这正是我们在第一章中探讨的那架飞机，促使时任美国总统里根开放了GPS数据，而当时两个超级大国之间可以说是剑拔弩张，战争一触即发。

9月26日早上，彼得罗夫监测的雷达系统发出了一次又一次信号，毫无疑问五枚美国民兵洲际导弹正直扑他的祖国苏联而来，苏联正遭遇袭击，红军协议（Red Army protocol）明确规定了彼得罗夫必须要怎么做：不到30分钟，导弹就能到达目的地，苏联将丧失在本国发起反击的能力。各种恐惧突然变成了不可想象的现实，彼得罗夫回忆起当时紧张不已的几秒，仍心有余悸。

“警报声响起，但我在那儿坐了几分钟，目不转睛地盯着巨大的、闪烁的红色屏幕，上面写着‘发射’。”这是他在2013年接受BBC驻俄罗斯频道的采访时所说的。闪烁的“发射”字样表明，美国的确已经发射了导弹。彼得罗夫数着时间，第二次报警响起，“导弹袭击”的字样开始在屏幕上闪烁。“我只需要拿起电话，给我们的最高指挥官直接汇报。”

如果彼得罗夫打了这个电话，我们——至少我们这些还能幸存下来探讨此事的人——就会记住，26日那天世界发动核武器袭击，重新回到石器时代。

很显然，彼得罗夫并未拿起电话，他坐下来，倾听自己的内心。他的内心在斗争，是想都不想按照要求行事，还是出于人类的本能阻止一次核浩劫，相信美国军队绝不会发起这种不可想象之举？彼得罗夫的内心告诉他这不可能是真的，一定是电脑弄错了。他看着确定无疑的数据，听着核警报发出的尖锐刺耳的声音，看着巨大的监视屏上闪烁的红色字母“导弹袭击”，等待着。他违抗了协议，联系了苏联导弹跟踪站，看看他们有没有发现什么，结果什么也没有。从发射报警到现在已经过去了7分钟。23分钟后，彼得罗夫知道自己的直觉是对的，是电脑错了。后来经证实，电脑把投射到云上的阳光当成了洲际导弹。

如果换作人工智能，在理解雷达和卫星发出的必要感官数据时，它会做得更好吗？它会有跟人类一样的反应，冷静下来思考遵照明确的目标行事会有什么后果吗？甚至连彼得罗夫自己都坦言，他的决定很大程度上是基于他并非纯军方背景。如果人工智能是由军方编程，采用军方的道德标准，它的决定会跟非军方承包商开发的人工智能一样吗？

这些全是不可能回答的问题，但这也正是关键所在。在判断力和直觉至关重要的情况下，既不存在确定无疑的线性或逻辑情况，也不存在单一的结果。

我们并不是说自己能回答这些问题，但我们要理解每一代新技术的创造能力和破坏能力其实是在同步增强的。这需要人们与日俱增的警惕性，我们必须与之保持同步。

写作本书的初衷绝不是引发恐惧，我们所列出的益处绝对大于需要为提高警惕而付出的代价。在任何情况下，人类面临的选择不是人工智能的演变或其破坏力，而是如何学会与之共处，充分利用其益处。

没有终点线

在写作本书而进行的对话和采访中，来自nuTonomy的卡尔·亚涅马的一段评论一直让我铭记于心。在说到自动驾驶汽车和人工智能整体的发展时，他说：

> 谁会最先到达终点线，赢得这次竞赛？竞赛一般来说有一个终点且只有唯一的胜者，就这个行业来说，这两者都不适用，路上会有初始版本的自动汽车，足够安全并且类人，而且人们会使用它。这已经很棒了，但它的软件会随着时间进一步完善，这些进步的取得是通过智能改进，模仿人类的行为实现的。

有些挑战是有终点线的——尼尔·阿姆斯特朗（Neil Armstrong）第一次登月，人类基因组测序。这些是我们在第二章中介绍过的钟类问题，而其他的挑战则需要不断变化的应对方案，属于永远也无法彻底解决的云类问题。在很大程度上，这就是我们所描述的那种未来，是人性和技术共同演变的未来。

有一件事非常清楚，当我们回顾20世纪和21世纪初的时候，想到人类竟能在对行为没有深刻认识的前提下，取得各种成就并成功在这个系统中存活下来，心中必将充满敬畏。我们经常谈论的反乌托邦社会并非未来人类的栖居地，而恰是我们当今所处的社会。

我们会对过去的人类充满同情，他们很少被认识到，在人口统计中充当一张张生疏的面孔。他们乘坐原始的机器出行，简直是在拿自己的生命冒险，他们必须要面对各种限制，每天要面对的不确定性和变化无常都是我们难以理解的。

《隐藏的行为》一开始就是讨论工业时代的终结，新时代的开启，

我们在其中构建经济、商业和生活，对自己的行为以及地球上共同栖居的智能机器的行为有深刻的理解——智能机器这一全新的物种将会是我们的合作伙伴和同事。

未来充满不确定性，我们对之心存恐惧和担忧，但同时也看到了前景和价值，在深入探究这些不确定性的过程中，我们尝试保持中立的观点，而在指出透明和隐私的风险时我们直言不讳，因为风险是实实在在的，需要人们时刻警惕。但在向所有人，无论是个人还是社会整体描述隐藏的行为的益处时，我们也同样毫无保留。

我们可以再写8万字，推测所有这些趋势将如何一步步展开，但从亲身经历中所学的远比纸上读来的多，所以写科幻小说的工作还是留给科幻小说家吧。事实就是，我们所有人——无论是个人还是集体——都必须要找到平衡点，追求透明所获得的收益相较于需要付出的代价是值得的。这并非全新的话题，但显然其潜力从来没有这样巨大。

我们在本书之初引用了亨利·戴维·梭罗的名言：“人已成为其工具之工具。”在工业时代之初，梭罗无疑是在说人性已经沦为商业化、物质化、工业化，甚至战争的工具，工具正以一种前所未有的方式包围人类，工厂的壮观景象，蒸汽船取代航船，蒸蒸日上的铁路系统，所有这些都推动了全球发展，但同时也深深镌刻在梭罗所预见的那种人性中。我们可能需要再度提醒自己：1850年，地球上共有10亿人口，其中有93%的人生活在极度贫困中。今天全球有70亿人口，生活在极度贫困线以下的人不到10%。[16] 令人吃惊的是，这意味着今天生活在极度贫困中的人大约不到4亿。而梭罗最担心的工业机器，却正是人类摆脱深度绝望最重要的原因。

无论在哪个时期，伟大的进步都不免被反对者批评为人类的威胁；所谓即将到来的宇宙崩塌的厄运，从来也没有发生过，但这种反对的论调并不会就此打住。

我们希望以一个非常简单的想法结束本书：“这不是终点。”未来还

有无数的决定、创新、挫折和飞跃。我们无数次走到改变的边缘，还会无数次回到那里，每一次我们依然会面对二选一的抉择。

一条路是只盯着未来的风险，为曾经的失去悲伤不已，对熟悉的环境习以为常；不论结果如何，对其缺点确定无疑，因为这就是我们所知道的，我们也是这般定义自我的。正如在险象环生的海上行驶的船长，为自己善于避开昔日的障碍而倍感骄傲。把未来留给那些更年轻、更愚蠢、没有太多东西可失去的人。

另一条路是无所畏惧、大胆地走向未来，清楚地认识到，很多已知的东西都会面临前所未有的变化和冲击，但我们也会收获同样难以想象的益处。

所谓选择只是一种幻觉，通常并非人们选择走向未来，而是被整个未来所吸引和吞噬。选择不在于找到逃避未来或让它放慢脚步的办法，而是愿意成为观察者或积极的参与者，塑造未来，使之朝着对我们有利的方向发展。

亚原子的隐藏机制让我们对宇宙运行有了深入、准确的认识——促成了20世纪很多意义非凡的科学发现——同样地，揭示隐藏的行为也会为构建21世纪所需的透明奠定基础。这其中有没有风险？当然有，正如前文所述，我们需要保持警惕，但更大的风险在于什么也不做，在于我们害怕和无力创新，意识不到更有价值的未来的前景最终会胜过风险。历史从来不是在恐惧中诞生的。

隐藏的终会浮出水面，未来也将随之而来，这一切都不可避免。

---

[1] “Cryptocurrency Market Capitalizations,” Coin MarketCap website,accessed October 2, 2017, https://coinmarketcap.com/; and“Currency in Circulation: Value,” Board of Governors of the Federal Reserve System website, accessed October 2, 2017, https://www.federalreserve.gov/paymentsystems/coin_currcircvalue.htm.

[2] 这意味着它不是基于黄金标准或任何其他商品的价值。

[3] “Spend Anywhere, Without Fees,” Monaco, accessed October 2,2017, https://mona.co/.

[4] Ben Dickson, “How Blockchain Can Create the World’s Biggest Supercomputer,” *Tech Crunch* , December 27, 2016, https://techcrunch.com/2016/12/27/how-Blockchain-can-create-theworlds-biggest-supercomputer/.

[5] “The Golem Project Crowdfunding Whitepaper,” Golem Project,November 2016, https://golem.network/doc/Golemwhitepaper.pdf.

[6] “Vitalik Buterin: ‘Putin Knows What Blockchain Is – This Is the Hype’［article translation from Russian］,” Reddit web log post by “Treo123,” accessed October 2, 2017, https://www.reddit.com/r/ethereum/comments/6xdsvr/vitalik_buterin_putin_knows_what_Blockchain_is/.

[7] Patrick Howell O’Neill, “The Cyberattack That Changed the World,” *Daily Dot* , May 20, 2016, https://www.dailydot.com/layer8/web-war-cyberattack-russia-estonia/.

[8] “Facebook Statement of Rights and Responsibilities,” last modified January 30, 2015, accessed October 1, 2017, https://www.facebook.com/terms.php.

[9] Gar Alperovitz. “The War Was Won Before Hiroshima-And the Generals Who Dropped the Bomb Knew It,” *The Nation* . August 5,2015, accessed October 7, 2017, https://www.thenation.com/article/why-the-us-really-bombed-hiroshima/.

[10] Mike Gault, “Block Cloud: Re-inventing Cloud with Blockchains,”Guardtime website, accessed October 2, 2017, https://guardtime.com/blog/blockcloud-re-inventing-cloud-with-Blockchains.

[11] Robert M. Wachter, *The Digital Doctor: Hope, Hype, and Harm at the Dawn of Medicine’s Computer Age* (New York: McGrawHill Education, 2017).

[12] Sam Levin, “Face-Reading AI Will Be Able to Detect Your Politics and IQ, Professor Says,” *Guardian* , September 12, 2017,https://www.theguardian.com/technology/2017/sep/12/artificial-intelligence-face-recognition-michal-kosinski.

[13] Isaac Asimov, “Runaround,” in *I, Robot* (New York: Doubleday,1950), 40.

[14] James Vincent, “Satya Nadella’s Rules for AI Are More Boring(and Relevant) Than Asimov’s Three Laws,” *The Verge* , June 29, 2016, https://www.theverge.com/2016/6/29/12057516/satyanadella-ai-robot-laws.

[15] Vincent, “Google’s AI Researchers Say These Are the Five Key Problems for Robot Safety,” *The Verge* , June 22, 2016, https://www.theverge.com/circuitbreaker/2016/6/22/11999664/googlerobots-ai-safety-five-problems.

[16] Our World in Data., “World Population Living in Extreme Poverty, 1820-2015,” 2017, accessed October 7, 2017, https://ourworldindata.org/grapher/world-population-in-extremepoverty-absolute.

致谢

写书在某种程度上是一件孤独的事。进行复杂的构思、展开研究调查、盯着空白页面，其间的那份孤独，是写作过程中必不可少的一部分。有时你会沉浸在写作中，随着脑海里的想法和页面上的文字之间的界限变得越来越模糊，最后融为源源不断的文思，你整个人便完全陷入书里了。当思想来回穿梭自如时，人会感到心旷神怡。但有的时候碰壁也在所难免，所有的想法就像冬天里新英格兰地区的冷水管道一样被冻住了，那种感觉令人惊惧。

幸运的是，任何像本书一样涉及众多领域的作品，都不可能凭一己之力完成。本书是众多智慧的结晶，100多位不同领域、极具影响力的人士为本书的创作提供了大量的见解、鼓励与支持。寥寥几句实难表达我们对参与本书创作的诸位真挚的感激之情，因为有太多的人要感谢，他们每一位都在本书的创作过程中起到了重要的作用。

但我依然要在这里感谢那些为本书倾注了大量的时间、精力及经验的人，没有他们的帮助，就没有这本书的问世。

首先，我要对担任我的文学经纪人20年之久的约翰·维利希（John Willig）表示由衷的感谢。约翰鼎力支持本书的创作，更重要的是他作为我的朋友，从日新月异的出版业的角度出发，为我提出了独一无二的专业建议和指导。在约翰刚开始审阅时，本书的主题还是一个非常超前的话题。虽然考虑到漫长的出版流程，超前算得上是一件好事，但同时它也意味着很难说服出版商相信本书的观点会得到市场共鸣。如果不是约翰的信心、执着和坚持，就不会有本书的出版。说实话，我最大的担忧就是约翰会在我之前退休。

我也同样感谢Post　Hill出版社优秀的团队，尤其是编辑麦克·刘

易斯（Mike Lewis）、马迪·斯特金（Maddie Sturgeon）、比利·布劳内尔（Billie Brownell）和凯特·波斯特（Kate Post）。迈克读完企划书后立即意识到了它的前景，并决定将它推向市场。Post Hill出版社具备本书所述的灵活、智慧且专注的机构所特有的品质。过去几十年来，出版行业所面临的千变万化的挑战是其他行业无法比拟的。对作家而言，相较于过去有了更多的选择。但要出版一本有品质的书，需要一支专业的团队。因此，我们现在比任何时候都更需要像Post Hill出版社这样了解市场的出版商，需要支持书作出版的专业团队，这比以往任何时候都更重要。

本书的两个核心概念——新兴系统和生态圈，始于与两位朋友长时间的交流与合作，他们给了我深刻的启迪，重塑了我对未来的认识。

第二章中谈到的新兴类问题和诸多思考都来自我的好朋友，供职于aspiregroup.com的吉姆·海斯（Jim Hays）。他最早向我推荐了卡尔·波普尔的作品，让我领略其对钟与云之间区别的精彩论述。吉姆是为数不多能够用简明扼要的语言，解释令多数人大惑不解的复杂问题的人。围绕解决问题在本质上发生的改变，以及这要求人们具备哪些新的技能，从什么样的新角度去看待未来的挑战，他提出了自己的见解，这些概念对本书的根本论点至关重要。

我的朋友、合作伙伴拉尔夫·韦尔伯恩（Ralph Wellborn）让我接触到了数字商业生态圈的概念，那是我过去3年来几乎所有作品的中心主题，也是本书第五章的重点话题和贯穿全书的主题。当拉尔夫首次向我提及数字生态圈的概念时，我感到眼前一亮，由此看到了未来创建企业的一个重要组成部分。我承认自己下了很大功夫才完全理解这一概念将来会产生的影响，但如果没有这一概念，许多像黏合剂一样贯穿全书的内容都将缺失。拉尔夫的新作《颠覆：企业战略的终结与爆炸式增长新模式的兴起》（Topple: The End of Firm-Based Strategy and the Rise of New Models for Explosive Growth ）是面向未来商业生态圈的一份宣言。

本书的最初几稿是由我供职于ideaworks.com的好朋友苏尼尔·马尔霍特拉（Sunil Malhotra）审阅的。苏尼尔通读书稿并提供了具有全球视野的见解。生活中很少能遇到如此有学识，又如此善于表达个人见解的人。认识苏尼尔这么多年来，每一次与他的交流，都让我感觉如醍醐灌顶。

此外，还要真心感谢接受过我们采访的诸多受访者。写作本书最大的收获，是能够认识许多满怀热情的人，他们是未来真正的改革者。正文部分有多处引用他们的观点，希望你也能感受到他们的热情和动力，同时希望本书能充分展现他们的远见卓识。反对者总站在过去的屋顶上大喊大叫，建设者却在默默为建造未来打下根基。正是这种从零开始的热情和乐观给予我希望，让我相信未来的益处将远远超过人们面对的阻碍。

本书的许多观点和思路都来自我的同事、合著者、密友乔治·阿基利亚斯（George Achillias）。我与乔治相识于10年前，当时他还是一名MBA（工商管理硕士）学生。他眼中的热情和深刻洞悉未来的能力立即吸引了我。但当时我并不知道他已经是一位成功的企业家、核物理学家和科技权威人士。他不只能提前想到下一步，还能想到下下一步。在写作本书期间，乔治一直在开阔我的视野，激励我看到在表面趋势的背后，揭露隐藏力量的科技将成为发展的必然趋势。书中许多观点都是我们多年来交流的成果，我们一起成为最早一批体验谷歌眼镜的探索者，共同讨论情感计算的出现。虽然最早是他来向我请教，但后来我们合作得非常愉快，让彼此都更清楚地看到了未来的道路。

最后要感谢我们的朋友和家人，感谢他们的支持和鼓励，与他们付出的支持和关爱相比，任何感激的言辞都显得苍白无力。作家总是对自己的想法自信满满且无所畏惧，若要公开表达自己的观点，这种状态十分必要，但透过坚硬的外表，大多数作家的内心深处其实十分脆弱。我们活着就是为了抓紧一切机会与他人分享自己的知识，或自认为知道的事物。这其实是一种病，而唯一的治愈方法就是写作。有时我们会因作

品获得称赞而继续创作，但有时也会像其他作家一样碰壁。正因如此，我们需要最亲近的人提醒自己，我们必须坚持写作，因为那才是我们。

普利策奖获得者、作家朱诺·迪亚斯（Junot Diaz）曾说过：“作家之所以是作家，是因为即便没有希望，即便你所做的事情看不到任何前景，你还是会继续写作。”乔治身后有贤妻伊莎贝拉（Isabella）的付出与支持，而我的一双儿女米娅（Mia）和亚当（Adam），总能带给我惊喜，他们的聪颖和潜力让我能近距离地感受未来的神奇，他们是我不懈努力、保持希望、坚持写作的动力。我非常感谢他们。

——托马斯·科洛波洛斯

2018年1月于波士顿

图书在版编目（CIP）数据

隐藏的行为 : 塑造未来的7种无形力量 /（美）托马斯·科洛波洛斯 ,（希）乔治·阿基利亚斯著 ; 闫丛丛 ,李谨羽译. -- 北京 : 中信出版社，2019.2
书名原文： Revealing the Invisible
ISBN 978-7-5086-9720-8
Ⅰ . ①隐… Ⅱ . ①托… ②乔… ③闫… ④李… Ⅲ .①世界经济－经济发展趋势－研究 Ⅳ . ①F113.4
中国版本图书馆CIP数据核字(2018) 第258244号

Revealing the Invisible by Thomas Koulopoulos and George Achillias
Copyright © 2018 by Thomas Koulopoulos and George Achillias
Simplified Chinese translation copyright © 2019 by CITIC Press Corporation
ALL RIGHTS RESERVED

隐藏的行为：塑造未来的7种无形力量
著者：［美］托马斯·科洛波洛斯 ［希］乔治·阿基利亚斯
译者：闫丛丛 李谨羽
出版发行：中信出版集团股份有限公司
（北京市朝阳区惠新东街甲4号富盛大厦2座 邮编100029）

字数：193千字
版次：2019年2月第1版
广告经营许可证：京朝工商广字第8087号
京权图字：01-2018-7851
书号：ISBN 978-7-5086-9720-8

版权所有•侵权必究

智能商业

曾鸣_著

阿里巴巴集团
学术委员会主席，前总参谋长

解码阿里 5000 亿美元市值
背后的创新商业法则

马云作序推荐

中信出版集团

智能商业

曾鸣 著

中信出版集团

目录

推荐序

自序

前言

第一部分 智能商业

01 智能商业大变革

02 互联网的本质

03 智能商业双螺旋之一：网络协同

04 智能商业双螺旋之二：数据智能

05 智能商业的特征：向精准升维

06 黑洞效应：智能商业胜出的秘密

第二部分 商业模式变革

07 C2B：未来的核心商业模式

08 S2B：通往C2B模式的自然演化路径

第三部分 战略变革

09 新战略：高效反馈闭环

10 新定位：点—线—面—体

第四部分 组织变革

11 第四次组织创新：创造力革命

12 新组织原则：从管理到赋能

13 自组织协同网

第五部分 案例分析

14 淘宝的演化

15 新品牌：网红时代的品牌打造

第六部分 关于未来

16 “互联网×”：传统产业的重构

结语 新文明：感受未来已来

致谢

版权页

推荐序
马云|阿里巴巴集团创始人|

1995年，我去美国，第一次看到互联网。我尝试在网上搜“中国啤酒”，但一无所获。看到这样的结果，我决定回国创办一家公司，想要把互联网带到中国，把中国带向世界。那时中国还没有在线业务，不像现在，互联网无处不在。回望过去，真的很难想象世界的巨变。

1999年，阿里巴巴在我的公寓成立，最初不过18人，但我们有共同的梦想，就是要用互联网技术改变落后的商业行为。今天，我们为全球近10亿消费者、数百万企业提供服务。通过帮助其他人发展，我们自己也获得了长足的发展。我们参与改变了世界。

商业推动社会进步。为了让天下没有难做的生意，阿里巴巴形成了独特的商业模式。我们从来就不是一个简单的B2C（企业对消费者）公司。我们是一个拥有数百万成员的商业生态系统，包括商家、软件服务商和物流伙伴。我们在1999年时的梦想在今天变成了现实，互联网真正开始造福于数十亿人。

然而，这仅仅是开始。到2036年，阿里巴巴希望能服务20亿客户并创造1亿个就业岗位，帮助1000万个企业形成连通线上和线下的可赢利的业务，推动全球数字经济升级。

在第一次和第二次工业革命之后，工厂和公司占据了经济活动的主导地位。今天，占据主导地位的则是平台和商业生态系统。它们将推动数字经济的全球化发展。平台与商业生态系统为全世界的“小人物”提供了参与全球市场并获得成功的工具。

曾鸣在2006年加入阿里巴巴，并成为我们的“总参谋长”，参与公司

整体战略的制定和执行。从那时起，我们就紧密合作。当我邀请他加入阿里巴巴时，我承诺，总有一天，阿里巴巴将会是他写下的最激动人心的商业案例。

今天，这一切都成真了！凭借其对阿里巴巴的深入理解和强大的学术背景，曾鸣博士的这本著作不仅分析了阿里巴巴的成长史，更重要的是阐述了阿里巴巴开创的新的战略框架，以及这一框架对于其他创业者的意义。这本书在理论深度和实践指导上实现了难得的平衡，是数字经济时代的一本商业创新指南。

1999年，我们看到了机遇。但现在，我们更看到了挑战。世界上还有许多问题有待解决，但我很乐观，大家都应该乐观。优秀的创业者本性上必然是乐观的，他们会问自己可以解决什么问题，或者如何用更好的方法解决现有问题。在这个数据技术和智能商业的新时代，我们不仅要成全自己，更应该成全别人，这样我们才能让世界变得更加美好。曾鸣博士的书和阿里巴巴的故事会启发大家怎么做。

数字经济是人类伟大未来的重要组成部分。我很高兴阿里巴巴为此做出了自己的贡献，但还有很多工作要去完成。你们应坚持理想主义和抱负，更需要脚踏实地。如我经常所说，今天很残酷，明天更残酷，但后天会很美好。我迫不及待地想要看到你们将创造的美丽新世界。

自序

本书的渊源，可以追溯到1993年。

那年秋天，我到美国的伊利诺伊大学香槟分校攻读国际商务与战略学博士学位。不久，一款叫作“Mosaic”的软件迅速在校园里流行起来，它提供了一个简单的工具，可以浏览互联网上开始涌现的内容。这是全球第一个大众化的互联网产品——浏览器。很快，它更名为“Netscape”，也就是大家耳熟能详的“网景”，并在1995年完成IPO（首次公开募股）。这成为互联网商业化的里程碑，并直接引爆了第一次互联网大浪潮——没有网景，就没有在线内容的井喷，以及后来的门户网站，也就没有搜索引擎，人和信息的在线连接更加无从谈起。

虽然有幸成为互联网最早的原住民，但当时的我完全没有意识到互联网的巨大可能性。直到1999年网络热浪涌现，我才开始系统地研究互联网。很幸运，我做的第一个案例研究对象就是刚刚成立不久的阿里巴巴公司。2003年，我成为阿里巴巴的战略顾问，2006年全职加入阿里巴巴，负责战略工作，转瞬12年。

有价值的战略研究，一方面需要深入实践，问题驱动；另一方面，又必须有足够的前瞻性和体系化，所谓抬头看路。本书就是我18年研究、工作和思考的结晶。

2007年9月，阿里巴巴集团战略会第一次提出后工业化时代和电子商务生态系统的概念，也是我们第一次看到千亿美元市值公司的可能性。2009年，对于是否进入云计算领域的讨论让我意识到，云计算对于互联网时代的价值，就像电网对于第二次工业革命的价值，这将是一个历史转折点。基于这样的判断，2010年，阿里巴巴集团明确提出了互联

网时代将呼唤全新的商业文明。2011年，阿里巴巴开始感觉到数据的价值，新成立的小额贷款公司被要求基于云计算和大数据，开始商业模式创新的探索。2012年，阿里巴巴提出C2B（消费者对企业）的商业模式创新。2013年，阿里巴巴设立了首席数据官的岗位，全力推动大数据和机器学习方面的技术进步与商业创新。2014年，马云提出数据时代的概念。2015年，淘宝网千人千面的个性化推荐开始释放巨大的客户价值。2016年，马云进一步提出了“五新”战略和互联网经济体的思想。

在互联网前沿的核心地带工作和思考，每一天都被问题追赶驱动，永远有新的困惑，这是弥足珍贵的经历。问题足够新、足够复杂，没有现成答案，我们被迫基于现实追问本质，被迫跨越现有的知识门类广泛阅读，被迫回到人类历史当中寻找某种参照或知识。大部分时候虽然仍旧困惑，但当看清楚一点远方和终局时，尤其是当这种认知可以惠及平台上的众多参与者时，当中的快乐难以言述。

我和同事们深深意识到自己的幸运，也深深知道，在当下这个世界中，有多少同伴也在同样的追寻过程中。我们愿意把自己的所思所得和大家分享、讨论，也愿意告诉更广阔世界的人，我们正在置身于怎样的历史进程中，不论理解不理解，不论愿意不愿意，没有人可以避开。不被前行的历史抛在身后的唯一方式，就是主动拥抱变化。

所以我有了写作本书的想法，但没想到一写就是6年。

在2012年发表的两篇文章中，我第一次系统地提出了C2B、网络协同等概念。基于这些思考，实际上2013年我就写出了本书的第一稿。但完成初稿之后，我总觉得许多概念缺乏案例支持，无法讲透，同时，全书也缺乏一个统一的框架。于是，这5年，我不断地把这个初步理论框架和实践创新反复迭代，把书的框架更迭了数十次。

感谢在前沿领跑实践的人，尤其是2015年以来在大数据和人工智能领域内的先行者，他们的实践让我有机会补上了本书逻辑中最重要的一

环——随着对大数据、算法和人工智能理解的深入，我终于提炼出了未来商业必须全面智能化的主线。同时，阿里巴巴集团和众多创新企业在C2B和网络协同方向不断努力，也让协同网的价值、机制，以及和生态系统的关系逐渐清晰起来。数据智能和网络协同的融合，让我意识到这就是未来商业文明DNA（脱氧核糖核酸）的“双螺旋”。

这个框架试图把握这个时代大变革的本质。本书将全面展开阐述这个框架的推演过程，以及如何有效地运用这些概念和理论来指导商业创新。希望本书在读者思考未来时能提供一个简洁而有力的思考框架。

在写作的过程中，我们确信在这个时代将出现万亿美元市值的公司，它们是智能商业到来最显性的标志。2018年8月，这个预判成为现实：苹果、亚马逊已经率先进入万亿美元俱乐部。

作为一本讨论互联网的书，如果仅仅出版传统的纸质书，感觉还是没有实践自己倡导的理念。实际上，这两年曾鸣书院的公众号和湖畔大学的App（应用程序）频道，已经成为和大家互动的良好平台，很多的线上反馈也直接帮助了本书的写作。如果大家想就书中的内容与我们探讨，可以在这两个平台和我们交流。

精彩刚刚开始，祝大家成功！

前言

本书试图勾勒的是未来商业的大蓝图，那么，怎样理解和应对这样的未来呢？这几年，因为创办湖畔大学，我有机会跳出阿里巴巴，接触了更多的不同类型的创业企业，这让我开始意识到大家对未来的感知的确有很大的差别。其中有一个很重要的原因是，中国不仅一直是一个快速变化的市场，也一直是一个发展很不平衡的市场。技术变革、政策环境经济结构变化带来的商业大变化，不仅激烈，而且迅猛，变化周期又很短。所以经常会在一个时间点出现三个发展周期的叠加。在当时的那个时间点来看，三种模式都有很不错的发展，非常难判断到底什么才是未来的趋势，也不知道如何做战略选择。如果公司错误判断趋势，导致战略上的保守，很容易被下一个浪潮快速淘汰。所以理解和判断我们到底在什么样的时代、面临什么样的机会，是战略决策的第一步。我把中国这个市场的发展特殊性称作“三浪叠加”的时代，它把我们面临的挑战复杂度又提升了两个量级。

2008年，淘宝全年的零售总额达到999亿元，当年最大的三家零售企业分别是国美、苏宁和百联，都是刚刚超过1000亿元。如果回到2008年这个时点，把传统零售称为1.0模式，国美、苏宁为2.0模式，淘宝为3.0模式，那么当时国美、苏宁的2.0模式正如日中天，正在经历一个超高速发展的阶段。传统零售的发展势头其实也很好。而当时虽然淘宝的零售额每年都会翻倍增长，但毕竟总量还小，而且模式依然受到很多人的质疑，认为增长随时会停滞下来。

那个时间点，对于零售来说就是一个典型的“三浪叠加”的情况，三个模式发展得都不错，也都有自己的信仰者，而未来到底会怎样展开其实很不明朗。其实，在这个时间点做的战略选择，直接决定了企业未来的命运。短短4年后，到2012年，淘宝全年的销售额就超过了1万亿元，

遥遥领先，而传统零售却开始负增长，2.0模式的增长也开始缓慢起来。

如果我们带着今天的理解回到2008年，战略选择当然会很容易，可是谁也没有能够预知未来的水晶球。其实，我们今天面临的几乎是同样的挑战，比如女装行业，传统的品牌例如ZARA（飒拉）、优衣库和新兴的女装网红品牌各有千秋、相互学习；又如旅游行业，传统旅行社、携程、穷游等，以及新兴的个性化旅行定制平台，也构成了“三浪”。

“三浪叠加”在中国很多产业中都是一种十分常见的现象，而我则聚焦在智能商业的未来，讲的主要是3.0模式的选择。在当下这个时间点，到底是选1.0、2.0还是3.0模式，每一个人、每一个行业具体情况不一样，无法给出统一的答案，所以在这里只能分享一些决策心得。

无论是在哪个时间点，当3.0模式出现之后，1.0模式的企业就要非常小心了，因为发展空间看起来还在，但是很可能会突然进入断崖式的困难期。就像2012年很多传统服装大佬依然不相信淘宝这个平台的潜力，也不认为淘品牌能够对它们形成任何威胁。但是到2013年，很多传统服装品牌开始大滑坡、大规模关店。对于1.0模式的企业来说，在看到3.0模式之后，一定要尽早做准备，能够趁大部分人没有反应过来的时候套现退出，其实就已经是很好的结局了。

2.0模式的企业其实没什么选择，因为眼下正是这些企业风头正劲的时候，虽然出现了一些未来挑战者的苗头，但绝大部分企业不会放弃看起来非常好的增长，而去做所谓的战略升级。不过，在2.0模式企业工作的个人选择的空间会大一些。也许有少量的、有眼光的人会加入3.0模式的创业企业，但这样的人肯定是少数。一方面，有这种眼光的人本来就不多；另一方面，这批人的机会成本很高，往往都已经是行业中呼风唤雨的人，所以很难放弃原有的地位。

3.0模式的创业者，如果你相信这是未来，那么需要做的只有勇往

直前。当然从0到0.1，到1，再到10，每一个坎儿都是巨大的挑战。有一批人虽然相信3.0模式的未来，但或者觉得这个未来还很遥远，或者觉得2.0模式目前利益巨大，希望能先抓住眼前的部分利益，再考虑3.0模式的事情。这是一种很理想的想法，但是在实际中，当一个企业的大部分资源都投入到2.0模式时，其实很难再去吃3.0模式创业的苦。所以当3.0模式的“浪”真正打来的时候，往往只有那批专心致志、苦苦探索3.0模式的人，才能够快速地奔跑起来。

我还有一个心得和3.0模式的创业者分享。在“第三浪”发展的早期，你能看清的利益肯定都不够大。如果你过早地去追求刚出现的利益，就很有可能错过未来真正有价值的大机会。只有当浪大到一定程度的时候，真正的宝贝才会浮现出来。对于下决心追“第三浪”的人来说，既然已经选择这条路，只要有可能，还是应该坚持长远目标，憋大招。

淘宝能够有今天的成就其实也是憋大招的结果。2006—2007年，其实淘宝的流量已经非常大了，赚钱的方法当然也有很多。但是，当时马云依然觉得淘宝还处于发展的早期阶段，无法看清未来，远没有到可以讨论赢利模式的时候。所以淘宝当时宣布了开店再免费三年的政策，进一步推动了淘宝的大发展。在随后的两年中，由于技术的发展，淘宝最终找到了适合自己的精准广告模式，在投入9年后开始大规模赢利，这就是坚持的价值。当然，大家也可能会发现，真正能够坚持下来的人，其实往往不是因为利益算计得很准，更多的时候，反而是因为使命、愿景的驱动，没有过多考虑短期利益，反而有了最后的大成。

15年前，在写《略胜一筹》那本书的时候，我曾经总结过企业发展的周期，倒是和这“三浪”并发的提法很吻合。一个企业从创业开始历经好点子、好产品、好团队、好组织、好文化等阶段，千锤百炼终于成为行业的领导者，但这个时候往往3.0模式的挑战者已经悄然兴起，而行业的领导者却经历了看不见、看不起、看不懂、学不会、挡不住的阶段，最终被新兴者淘汰。今天我们面临的更大挑战是，原来这样的周期

可能需要20年，而今天这样的周期可能只需8~10年就走完了，波澜壮阔的商业史就这样在一浪接一浪的商业变革中展开。

智能商业本质上是对未来的前瞻性判断，所以最适合的听众其实是在3.0模式下进行探索和创新的创业者。如果你觉得在你的产业和地区，2.0模式依然在高速增长，甚至1.0模式的发展空间也很大，原则上可以不用管我讲的这些事情。只不过需要提醒大家一句，中国这个市场的发展周期已经被快速压缩，所以即使今天发展得非常顺利的企业，可能也要对我讲的这些类似天方夜谭的概念先有一些准备，就当作先给自己打一剂预防针吧。

第一部分　智能商业

人类文明的发展，主要不是依靠人脑的进化，而是通过社会化合作的不断创新和突破，带来生产力的大爆发。如今这个时代，网络技术和人工智能的不断发展，给商业以及整个人类社会带来了全新的可能性。网络协同和数据智能成为智能商业双螺旋的组成部分，网络协同会推动数据智能的发展，数据智能反过来也会驱动网络协同的扩张。二者循环往复，推动人类商业文明朝着智能化的方向不断演进。

01　智能商业大变革

智能商业时代已经来临，每个人都要顺势而为。有大抱负者要敢于取势，甚至勇于造势，只有这样才能成为新经济时代的弄潮儿和引领者。那么，智能商业究竟是什么？我们的未来又会因此发生何种改变呢？

智能商业：网络和数据时代的必然选择

在一个经历剧烈变革和转型的时代，我们很难看清未来，越是这样，越需要有一个相对长期的展望。我们现在所看到的趋势，可能不仅是下一个10年的趋势，更可能是关系到未来20年、30年，甚至50年的大浪潮。今天我们眼前发生的一切都是一个新时代的开始。这不仅是一次经济模式的变迁，更是一次文明的变革，其意义不亚于人类社会从农业文明演进到工业文明。在这样的环境剧变下，我们有太多的机会，也有太多的挑战。

表1–1是1997年、2007年、2017年全世界市值排名前10位的公司榜单。在过去短短20年间，只有两家公司是一直留在榜上的，一家是石油公司，还有一家是微软。这是一个非常大的时代的变革，但是更大的变化是从2007年到2017年，在短短的10年时间内，除了微软和石油公司之外，其他8家公司都是第一次上榜。特别是6家互联网公司从10年前几乎默默无闻，到今天成为全球领先的公司，市值基本上都在5000亿美元以上。这些互联网的巨头企业，究竟做对了什么？

表1－1 1997年、2007年、2017年全球市值排名前10位的公司榜单

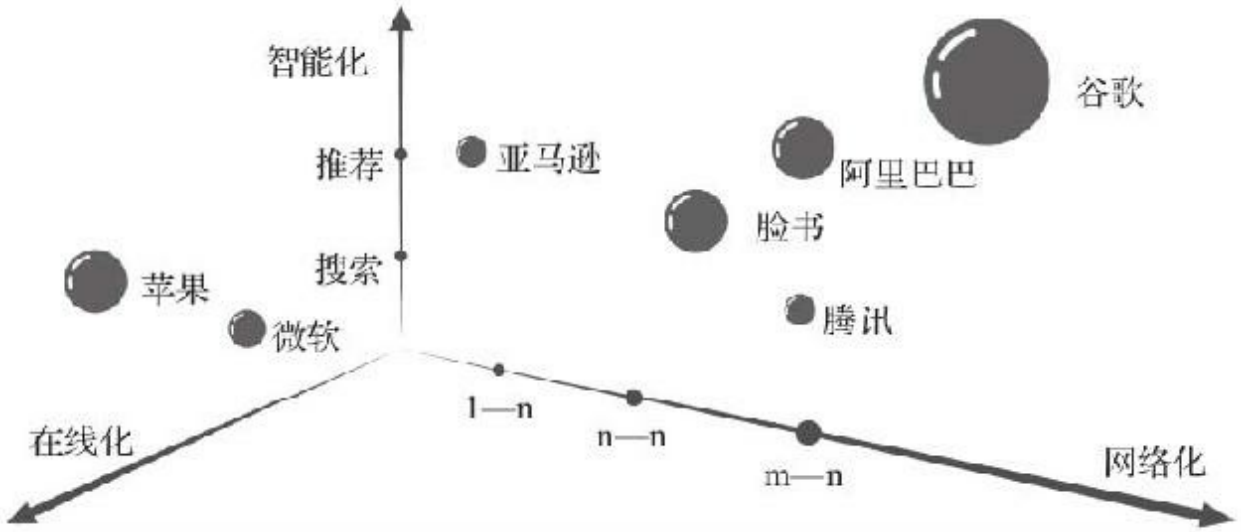
1997	2007	2017
通用电气	埃克森美孚	苹果
荷兰皇家壳牌	通用电气	Alphabet（字母表公司）
微软	中国电信	微软
埃克森美孚	中国工商银行	亚马逊
可口可乐	微软	伯克希尔-哈撒韦
英特尔	荷兰皇家壳牌	阿里巴巴
日本电信电话	俄罗斯天然气公司	腾讯
默克	AT & T（美国电话电报公司）	脸书（Facebook）
丰田	花旗集团	埃克森美孚
诺华	美国银行	强生

我总结出三个重要方向上的创新。这些企业在这三个方向上，最少把握住了两个，并且在这些方向上都有了巨大的突破（见图1–1）。

第一，在线化　。身处互联网时代，你有没有联网，有没有在线，是最重要的一步。你连上了互联网，所有的优势才能为你所用；如果你跟互联网完全没有关系，这个世界只会离你越来越远。只有懂得如何将物理世界转换映射到互联网上的虚拟世界中，你才会有在这个时代中立足的根基，这也是微软能够20年一直在榜单中占据一席之地的原因。

微软最早的成功当然是IT（信息技术）时代的Windows操作系统，但是，1996年，比尔·盖茨下定决心，力推IE浏览器，并最终赢得了这场战争的胜利：微软占据了PC（个人计算机）互联网时代最重要的基础设施——浏览器，并在此基础上衍生出了搜索服务等众多产品。如果说微软能够在搜索这个领域中站稳脚跟，是因为它占据了浏览器这一入口，那么，苹果公司之所以能够成为如今的庞然大物，则是因为它开创

了移动互联网时代。iPhone手机奠定了移动互联网时代的硬件标准，苹果应用商店（App Store）确定了应用和服务的获取形式，iOS移动操作系统本身便是一个生态概念。在此基础上，苹果公司还整合了一系列智能服务。换句话说，现在的苹果公司是一家将硬件、软件、服务和生态全部合为一体的集大成企业。在它的基础上，全世界完成了移动互联网化。



注：1—n、n—n、m—n，表示一对多、多对多的沟通。
图1－1 智能商业的三个创新方向

第二，智能化。 谷歌首席执行官埃里克·施密特最近说：“现在是数据的时代，算法的时代。”在商业前沿探索的人，没有人会反驳这一论断。数据和算法，构成了智能的基本要素。谷歌的成功，最重要的是推动了整个商业的智能化进程。搜索是第一款大规模商业应用的智能服务，任何人在搜索框中输入一个关键词，就能够让全世界的知识为你服务，并能够迅速在秒级时间内获得你想要得到的信息。这是一个了不起的突破，我们今天回想起来都觉得这是一个奇迹。只有智能商业才能完成这样的突破，在第4章，我会详细解释原因。

除了搜索之外，智能服务的第二个核心产品是推荐。说到推荐，亚马逊公司可以说是这一领域的开山鼻祖，这也是它能够在营销端获得巨

大突破最重要的基础。亚马逊另外一个重要的突破是，它把零售和物流全流程在线化，使得零售效率得到了巨大提升。

如果说亚马逊是在推荐方面走得最早的公司，那么腾讯和脸书就是在社交网络化方面走得最远的企业。这就是我要说的第三个方向。

第三，网络化。 实际上谷歌的广告系统非常赚钱的就是一个由千万级的小广告主和千万级的网站所组成的高效生态。同样，脸书这几年的成功也是因为它在广告技术方面的突破。阿里巴巴，特别是淘宝，则是将网络协同和智能化这两个方面做成了一个紧密结合又互相促进的生态。

所以，我们可以看到如今最成功的互联网企业都是在在线化的基础之上，在网络化和智能化方面取得了重大突破，这是一个非常简单又很有效的分析和思考框架。

最近中国发展比较快的互联网企业，都是在这三个轴上有新的突破，才有可能在一个领域里面奠定自己的领先地位。今日头条就是走在智能化这条路上，它从传统的内容搜索走向内容推荐，并在这个点上打穿，成就了自己过去几年的爆发式成长。滴滴完成了打车服务的在线化，当然，前提是有了智能手机的广泛普及。由于有了地图服务，让在线定位变得非常清晰，在这个基础上，滴滴把打车服务变成在线服务，然后通过算法进行优化，成为智能服务，从而成就了自己。美团，一方面是把传统的生活服务在线化，另一方面也是在构建一个生活服务的协同网络。

我把这一批具有代表性的互联网企业统称为“智能商业”。之所以称为智能商业，是因为它们有几个非常典型的特征，是传统企业所不具备的。

低成本，实时服务海量用户

要知道，这些互联网企业的用户都是以10亿级别来计算的。充分利用互联网和算法的优势，这些企业能以极低的成本实时服务海量用户，这是它们做到今天的规模、赢利能力和市值的基础。

满足每一个用户的个性化需求

这是智能商业非常重要的一个特征。搜索是精准到你输入的每一个关键词，它给你的内容都不一样。也就是说，根据你过去的搜索记录以及你的一些性格特征背景资料，提供一个专门为你打造的搜索引擎。淘宝也是利用了过去这几年人工智能技术上的突飞猛进，实现了千人千面，让每个人看到的页面都不一样。淘宝还做到了实时更新，当你浏览完一些商品并再次登录时，你看到的商品已经是根据全网的数据，按照你的需求又做了一次调优。这种海量个性化服务，在工业时代是无法想象的。

服务自我更新与提升的速度

更重要的是，这些企业已经在很大程度上直接依赖机器在提供服务了。基于人工智能技术这20年的高速发展，在某些领域，机器已经拥有强大的学习能力。从这个意义上说，它也是一种智能，即可以快速学习，甚至比人在很多领域的学习能力还要强大。所以我们看到这些企业一旦实现智能化，无论是服务的效率还是服务的满意度，都在快速提升。

为什么这些企业能做到以上三点，这正是本书要回答的核心问题。

毫无疑问，这些商业的创新首先源于技术的重大创新。这些先行的公司，其实都是技术驱动的公司，它们利用最前沿的互联网和算法技术重构了整个商业的逻辑与运营规律，全面突破了工业时代的商业模式和效率。

可以预见，智能商业在今后很长的一段时间里，会像一辆无坚不摧的战车碾碎所有人心中已经布满灰尘的商业常识。在如此强劲的对手面前，传统商业无疑显得不堪一击，而理解智能商业的本质和发展趋势在今天已经是生死存亡的挑战了……

双螺旋构成：网络协同+数据智能

既然智能商业的时代已经势不可当，在我们感叹万物更迭、缅怀时代变迁的同时，更要打起精神推陈出新，才能有机会投身未来智能化的大浪潮中。那么，智能商业是如何构成的？

简单来说，智能商业最重要的两个组成部分分别是网络协同与数据智能（见图1–2）。二者机制不同却相辅相成，网络协同推动数据智能发展的同时，数据智能也成为网络协同扩张不可或缺的助力，共同构成了智能商业的双螺旋。就像我们的人类社会，这么多年以来，个体大脑的进化程度十分有限，但社会协同能力却迅猛发展，一日千里。所以，所谓的人类文明，最关键的并不是每一个个体，而是整个社会日益增强的协同能力，这才是我们这个时代最大的优势。

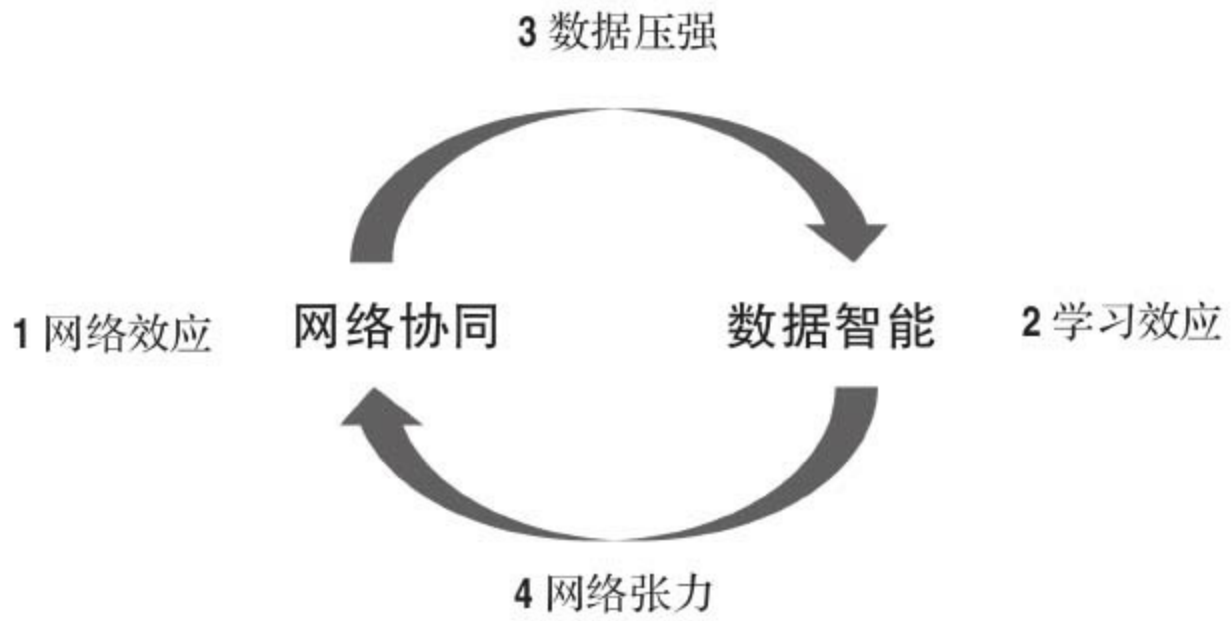


图1－2 网络协同和数据智能的“双螺旋”

网络协同

所谓网络协同，指的是通过大规模、多角色的实时互动来解决特定问题。以前我们解决一个问题，通常需要通过命令、科层制或者在简单市场中通过价格信号进行调整，但今天更多的是通过大规模、并发、多角色的实时互动加以实现。

举个例子，相信大家都很熟悉维基百科，或许正是因为太熟悉，以至我们都忽略了它是一个如此了不起的成就。维基百科是一个非常开放的知识共创平台，原则上全世界任何人都可以在上面贡献自己的思想。但是换个角度来说，你有权利修改任何一个词条，甚至可以恶意攻击它。当然，维基百科还有一键恢复的功能，如果你认为你的诠释更加准确，你可以再把它修改回来。

这样简单的协同工具以及一套协同规则，居然可以让我们在没有中央权威、没有传统命令机制的情况下，建立如此全面且庞大的实时在线知识库。要知道，中国有史以来最大的百科全书《永乐大典》，可是由明朝翰林院所有学士耗费了6年时间才编辑完成的。

再举一个大家很熟悉的例子——淘宝。淘宝不是零售商，我们不拥有任何一件商品，它是一个零售的生态圈，是一个赋能卖家的平台。淘宝之所以能够创造这么多奇迹，很重要的一个原因是淘宝演化成了一个社会化协同的大平台。在今天，即使是非常小的一个淘宝新卖家，也可以在线同时和几百个服务商合作，只需要有一个API（应用程序编程接口）的链接，就能调动相关的数据和相关的服务。相关的服务可以包括打通微博这样的社交渠道、蚂蚁金服提供的金融服务后台、旺旺的工作流以及各种营销产品。所以淘宝本身就是一个非常复杂的协同网络，而这个协同网络带来了巨大的社会化的价值创造（见图1–3）。

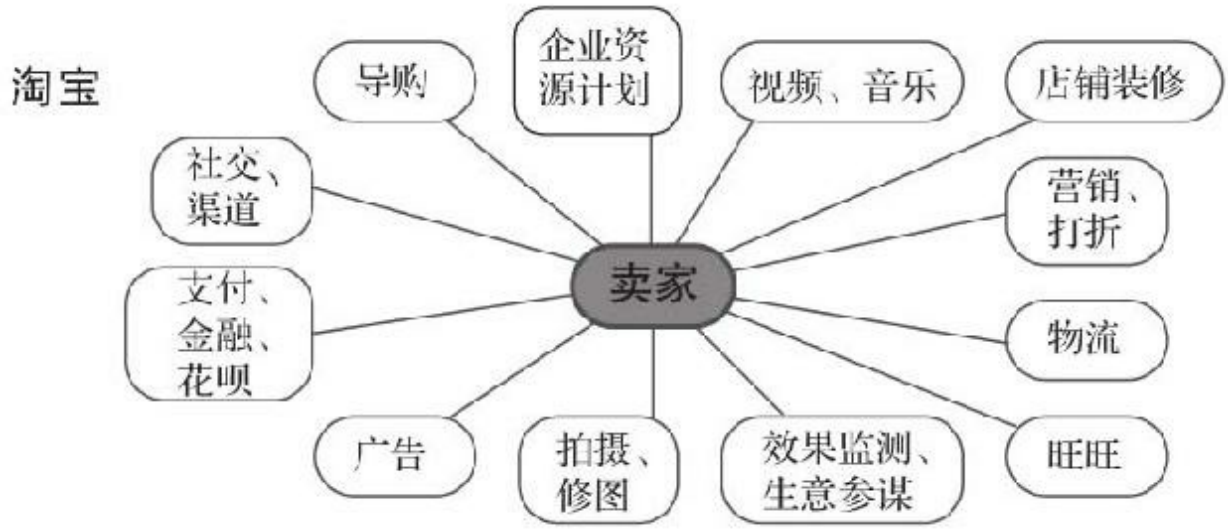


图1－3 淘宝卖家协同网

举这两个例子，就是想和大家说明怎样才能让一个原本被锁死在供应链里，只能进行线性沟通的角色，在互联网的平台上实现重构，进而形成一个实时互动的网状格局，这是每一个企业迈向智能商业的第一步。

数据智能

在了解网络协同之后，接下来要向大家介绍智能商业的第二个核心概念——数据智能。数据智能的本质就是机器取代人直接做决策，和传

统的BI（商业智能）完全不同，这一点至关重要。如今，大多数企业都会有BI部门，用来分析数据，提供决策支持；核心的服务人群是高层管理人员。而数据智能强调的是运营决策直接由机器决定。比如每天上亿人到淘宝购物，每个人看到的商品都不一样，这么复杂的决策只能由机器来完成。在你的公司里，由人操作的环节能不能让机器直接代替，这是一个非常有效的评判标准，只要能替代，就是向智能商业的一次质的飞跃。

当然，想要让机器取代人进行决策，有几个非常重要的前提条件——云计算、大数据和算法。云计算和大数据相辅相成，如果没有云计算，我们就没有办法用极低的成本存储和计算海量的数据；而正因为有了处理大数据的需求，我们才会对云计算的要求越来越高。二者推动了整个数据行业不断高速发展。但想要让云计算和大数据真正创造价值，背后还需要“大脑”的支撑，也就是算法。

其实算法严格来说并不是机器，而是人，是算法工程师。它会将人的思考和人的角色进行模拟，抽象成一个模型，然后用数学方法给这个模型找到一个近似的解，之后再用代码把这个解变成机器可以执行的命令，这样就完成了一个机器大脑的构建。所以，算法其实就是将人对特定事情的理解转换成机器可以理解和执行的模型与代码。就今天人工智能的发展水平来说，它和人脑还是有很多不一样的地方。它的核心是靠海量数据的不断学习来优化决策，所以如果没有大数据的支撑，算法也就变成了无本之木，再也无法显露神通。

所以大数据和算法是机器学习的本质，这两者的结合才产生了快速迭代和快速优化。最好的例子就是2016年万众瞩目的AlphaGo大战世界顶级围棋棋手李世石。AlphaGo的计算能力特别强，学习效率也非常高，它可以把人类历史上所有的棋谱都快速学会，在此基础之上进行优化。这种突出的学习和计算能力，使它很快就打败了人类棋手。此后不久推出的AlphaGo Zero在原有版本的基础之上，又取得了更大的突破，

在某些方向上也代表了未来。AlphaGo　Zero甚至可以不用人的历史数据，不看历史棋谱，只靠左右手互搏，就能够达到一个更强的算法水平。因此，AlphaGo　Zero很快就打败了AlphaGo，这一结果也从侧面证明了未来算法的突破还有很大的空间。

机器学习都基于反馈闭环，谷歌是最典型的例子。用户在搜索结果页上的每一次点击（或者一次点击都没有）的行为数据被实时记录，并反馈到算法引擎，不仅优化了用户的搜索结果，而且优化了任何搜索这个关键词的人得到的搜索结果。机器学习的反馈闭环必须是业务天然的一个有机部分，用户行为本身留下来的数据在帮助机器学习，这才是一个自然的智能商业循环。所以，在未来，任何一个企业都是服务企业。因为用户真正要的是服务，而不是产品。也就是说，在未来，每一个企业都必须有一个和目标客户在线互动的界面。除此之外，我们还能得出另一个推论：任何一个硬件制造商未来可能都会是这个服务组合中的一部分。制造不再会成为一个独立企业，而是成为他人服务闭环里的一个承载者，或者自己建立一个2C（对消费者）的沟通渠道。

对于绝大多数企业来说，今后10年，最难的其实是创造一种产品和服务方式，把原来离线的用户在线化，产生一个持续的互动，这样才能实时记录用户的反馈，也才能优化算法、优化服务。谁先完成这个闭环，谁就占据了最大的优势。

“客户服务”就是这样一个典型应用。阿里巴巴过去非常头痛的一件事就是需要大量的客户服务人员，并且随着每年业务的增长还要增加一两千的客户服务岗位。所以我们从2015年的“双十一”开始，就在内部尝试能不能用人工智能的方法，让机器人承担客服工作。随着测试的成功，我们在2016年就请了9家主要商户一起来创造客服机器人，并且在2016年的“双十一”批量上线。到2017年，已经有3万个商户使用了我们的人工智能，也就是“阿里小蜜”。

我们还有一个更有意思的发现，就是当我们在担心人工智能越来越

多地取代人的工作时，它却创造了一个新的工种，我们将它命名为“人工智能训练师”。阿里小蜜只有数据训练出来的“智商”，大概相当于一个五六岁的小孩。然后我们将比较优秀的客服人员培养出来，跟机器进行互动，帮助机器学习。作为训练人工智能的人，他们得到了整个客服领域最高的薪资。

所以，我们不需要担心人工智能超越人的能力。人的创造力和机器智能进行有机结合，这可能是未来另外一个非常重要的趋势。

未来已来，智能商业将走向何方

在过去20年的发展里，智能商业已经完成模式的创新和能量的积累，并成功孕育出价值万亿美元的公司；在未来的10年，它很可能会迎来一波爆发式成长。浮云一别后，流水十年间。仅仅10年的时间，如今的市场可能就会沧海桑田，可以肯定的是，那时候能够称王称霸者，必定是了解智能商业、掌握双螺旋的公司。

2007年，阿里巴巴估值不到100亿美元，但是在2007年年底B2B（企业对企业）部门在香港上市后，整个集团的市值直接蹿升到200亿美元的级别。当时阿里巴巴给了所有员工一个选择：可以把手中所有集团股票的30%转成B2B上市公司的股票，也可以留下来作为集团的股票等待未来增值，也就是未来以淘宝和支付宝为主的增值。绝大部分员工都选择相信上市公司的快速增长，而没有选择淘宝的未来。2012年发生了同样的故事，那一年是阿里巴巴上市前最后一次融资，不到400亿美元的估值，也允许员工卖掉30%，基本上都卖掉了。

我们可以看到，对于一家公司来说，10年的时间可以发生很多事，甚至发生翻天覆地的变化。那么在未来的10年里，你会选择在熟悉的圈子里故步自封，还是选择跳入新的浪潮，在这个大爆炸的时代一展抱

负、大展拳脚呢？

其实，今天，大家心目中实力强劲、强大无比的公司，也仅仅是在在线广告、在线零售和在线社交三个方面取得了足够大的进步。绝大部分的经济领域都还是一个个基本空白的竞技场。

在未来10年里，智能商业的发展依然要靠三条主线的突破。

在线化

IoT（物联网）毫无疑问是下一轮在线化的巨大机会。我们经历了PC互联网和移动互联网，下一步肯定是物联网，也就是万物互联、实时互动的一个新阶段。由于芯片和传感器的快速发展和成本的急剧下降，物理世界中所有的一切都会在虚拟世界中得到映射，IoT对于社会的发展将是极具渗透性的，它将极大地扩大智能商业的边界。

IoT的本质是一种新的人机交互方式。在PC互联网时代，人是被键盘锁定的；移动互联网时代，人是被手机锁定的；到IoT时代，人的五官得到极大延伸。语音识别技术已接近成熟，在人的手被占用的情况下，语音达到了一定的稳定性和准确度，自然就成了手的延伸。另外，人脸识别可以说是视觉感知能力的延伸。应用级AR（增强现实）设备在接下来的时间里肯定会出现，我在试用国外比较领先的AR公司产品时，第一反应是将来我们真的分不清什么是虚拟现实、什么是真的现实了，因为它让我们的眼睛完全没办法判断这个源头是一个虚拟的源头还是一个真实的源头。

当我们的五官乃至大脑都能通过某种方式直接跟整个计算网络连接在一起的时候，那种效率的提升是无法想象的。同样，物理产品之间的互动也会越来越智能化，因为它有信号，有通信模块，有计算模块，有感知模块，有处理模块，所以物和物之间能够对话，也能够进行判断、互动和协同。这是一个非常重要的方向。

IoT里程碑式的产品，很可能是无人驾驶汽车。未来5年，无人驾驶汽车的技术应该会相当成熟。这是一个如此巨大的产业，当这个产业被突破之后，芯片、传感器、人工智能、各种成本都会几何级数地下降，很多原来用不好、用不了IoT的场景，就都能够被在线化了。

智能化

人工智能（AI）在过去的10年中，就已经产生如此大的价值；对于未来，虽然每个专家的判断都不一样，但大家公认的是，人工智能技术的进步必然会持续不断地保持高速发展。未来，对大部分的企业来说，不用担心算法有多难，也不用担心招不到算法工程师，因为算法会像云计算一样成为一项基础设施；算法对大部分应用企业不会是一个壁垒，反而是一个有力的工具。谷歌、阿里云这样的公司会提供开源的算法服务，而大部分应用只需要自己设定参数，然后调用相应的算法服务就好了。算法服务的普及将极大地推动智能化的发展。

协同网络的扩张

第三个重要的领域，则是协同网络的急剧扩张。也就是说，当一个网络发展成长后，会自然地向外扩张，导致整个经济网络化的进程同步加速。我前面提到，谷歌把广告在线化了，淘宝把零售在线化了，包括这两年网红的发展，其实也正是营销的互联网化。当前台的应用都互联网化之后，自然会带来从制造到采购的全链路的重构。比如在服装领域，要想进一步做到个性化服务，其实制约不是在前端，而是在整个供应链体系，包括布料的采购、布匹质量的检验等很多环节还是完全离线的，这些环节都会逐步在线化，被并入这样一个协同网络，更好地满足客户需求。

几乎每个行业都会经历一个从传统的、封闭的、线性的供应链，走向开放的、价值协同网的完整过程，这中间有巨大的商机。

所以，我们能看到未来有两个比较重要的趋势。第一个趋势是现有的智能生态会持续“爆炸”，多元物种会蓬勃发展。如今很多人说阿里、腾讯的生态圈过于强大，抑制了某些创新的发展，殊不知在这些生态圈的内部，也孵化出了很多有价值的企业。像10年前的淘品牌“御泥坊”“韩都衣舍”等一批企业，已经进入上市浪潮。还有腾讯平台上诸多开放的企业，也会在近年成为上市公司。由此可以看出，当一个生态“爆炸”的时候，各种各样的物种都会水涨船高，得到巨大的提升，接下来百亿级的公司也会越来越多。

第二个趋势是颠覆式的技术形成新的黑洞。如果两年前我讲区块链、比特币，可能大部分人都不了解，但如今已经不需要我再解释了。我们能看出，由于区块链对生产关系可能进行的重构，将给整个社会带来一场大变革。所以，区块链是目前已经看得到的一个颠覆式技术。人工智能在接下来的10年中能否形成一个颠覆式的第二次创新，外界争议还很大。但是由于持续性的进步，人工智能有可能在未来某个时间点完成下一次大的突破。接下来，AR也会有很大的可能性，技术进步的速度丝毫没有放慢。这就是我们如此强调未来智能商业演变的原因，因为它源头的技术进步还在不断发展。在新一轮传统产业升级为智能商业的过程中，特别是本身就有几十万亿级的大产业，一定会出现平台级、生态级的领先企业，这应该会是接下来10年的主流趋势。

在接下来的10年中，智能商业的格局会渐渐确定下来。如果想要在未来的世界中迎风而起、独领风骚，那么你必须在其中一个领域有足够大的发展和突破。这是至关重要的10年，也会是创造历史的10年。不过在展望之前可以先停下来看一看互联网20多年的发展历史，然后试图理解其背后的本质因素，这对我们思考未来会有很大帮助。

02　互联网的本质

互联网，毫无疑问是21世纪最重要的一场技术革命，它让当下的一切从根本上发生了改变。从网购、在线支付到社交网络，绝大部分人的生活已经无法离开互联网的各项产品与技术。实际上，互联网对于商业的改造还远远没有结束，新的名词和现象层出不穷，这些其实都代表着互联网一浪接一浪的持续发展。想要理解互联网的本质切入点，不妨将目光集中在“互联网”这个词上，它也代表了互联网发展的三大阶段——联、互和网。

联：改变物理世界的底层技术革命

在我看来，互联网的第一个关键词是“联”。联是指连接，这是一个很容易理解的概念，就是将所有人通过互联网连接起来。但是在连接的背后还有一个非常重要的意义——完成所有物理世界的在线化。

连接，是指物理世界与Internet（因特网）的世界连在一起，也可以称之为“在线”。“互联网”这个词，在英文中实际上对应的是两个不同的词语：一个是Internet，另一个是Web（万维网）。Internet指的是将所有机器连接在一起的基础设施，比如路由器、光纤、电脑。如果没有这些基础设施，这些机器显然无法连接在一起。而Web这个单词，我将在下一个关键词“互”中具体展开，这里先略过不表。

在过去的20多年里，这些基础设施一共经历过三次大的浪潮，分别对应的是互联网技术的三个发展阶段：PC互联网、移动互联网和万物互联网。这三个阶段代表连接日益广泛的进程，这是最重要的底层技术

革命。

连接**1.0**时代：**PC**互联网

首先是大家都很熟悉的PC互联网，也就是连接的1.0时代。在那个时代里，通过电话拨号上网是一件让人非常痛苦的事情，不仅网络连接的速度慢，连接的质量也十分不稳定，动不动就会掉线、断网。不过，由于这些都是发生在20世纪90年代的事情，现在的很多年轻人可能对这些都已经没有记忆了。

对于连接而言，最重要的是速度。只有信息能够同步分享，内容能够同步呈现，连接才有存在的意义。从这个角度看，可能正是因为在连接1.0时代里，互联网存在诸多不尽如人意之处，才使得人们并没有感觉自己的生活因此发生了翻天覆地的变化，虽然很多服务，例如在线资讯、搜索等已经广泛存在。

连接**2.0**时代：移动互联网

让大家有更强烈体验的是2007年iPhone上市带来的第二个浪潮——移动互联网革命。通过3G、4G或者Wi–Fi上网，手机变成了一个最常被使用的终端，成为互联网连接的起点与入口。移动互联网通过类似App Store的方式带来了App的大爆炸，越来越多的知识、服务和产品可以通过App的方式提供给用户，这使得商业生态变得更加繁荣，连接2.0时代由此正式登场。

这个时代对人们生活的影响难以用语言描述，几乎所有人的生活都因为它而发生了改变。连接的高速化、移动化让所有事情都变得高效起来，无论是工作，还是学习，甚至人们的感情生活，都因此加快了脚步。可以说，这个时代的到来变相延长了我们的生命，当然，也加剧了我们的生活压力。

连接**3.0**时代：万物互联网

更让人充满期望和想象力的则是连接3.0时代，也就是万物互联网（物联网）时代。物联网在英文中叫作“Internet of Things”，我们总是习惯性地将其简称为IoT。很多人对这种期望无法理解，不知道为什么人们对这样的时代如此向往。对此，我可以举一个简单的例子——二维码。

其实，二维码技术早在20世纪40年代就已产生，但它得到飞速发展和广泛使用还是在近几十年间。如今很多人都已经养成这样一个习惯：只要到了一个地方，都会先看一下是否有二维码可以扫描，无论是支付、防伪还是点菜等。二维码其实就是将原本一个相互割裂的物理世界连接到互联网上，使任何一个事物都不再是孤立的个体，而是变成在线的一部分、网络的一部分，也变成这个新世界的一部分。

再举一个例子，经常在网上购物的朋友可能已经发现，近些年中国物流的整体效率得到了明显提升，其源头当然是巨大的技术进步。比如，原本在我们收到的快递包裹上面都会贴着传统的标签，标签上写着寄件人和收件人的相关信息。现在我们收到的很多包裹上只有一个小小的二维码，这个二维码已经将包裹的信息用数据化的方式表达了出来。正是这个小小的改动，让物流中的所有环节都仅需扫描一下二维码，就可以知道这个订单或包裹的状况，物流产业链的效率得到了很大提升。

二维码只是一个很小的技术。由于芯片和传感器的高速发展，很小的物理器件都能联网、在线，进而通信、互动。任何人、任何物、任何时间、任何地点都在线，这是一个让人向往的万物互联的新时代。

但是，时至今日，还没有出现一个像iPhone那样的里程碑式产品，能够让我们觉得整个世界都进入了物联网时代。大家之所以对无人驾驶汽车技术有很大的期待，很重要的一个原因在于，如此重要的一个工业时代的产品，所有人都离不开的汽车大产业，都可以实现在线化和联网

化，那么很可能预示着整个社会的方方面面都可以被物联网技术改造。

其实无人驾驶汽车技术的最早出现，距离现在已经有几十年。不过因为最开始时技术并不成熟，驾驶风险很大，所以一直没有取得跨越式的进展。直到近些年，随着人工智能技术的日益进步，无人驾驶汽车拥有了可量产、低风险的技术基础，才逐渐被人们熟知、向往与认可。谷歌一直是无人驾驶领域的先行者，从2009年起就已开展无人驾驶汽车项目。自那时开始，众多科技公司以及汽车制造商也开始大力投资此类项目。2018年，谷歌终于开始了智能化汽车的尝试运营。

我们期待由于芯片和传感器的广泛使用，能够让任何物体都变得智能化，可以跟人一样连接在同一个网络里。如果这个想法真能在某一天变为现实，整个人类社会的互动、沟通和协作效率就会达到一个前所未有的高度。对此，我们拭目以待。

互：让交流沟通具备无限可能

说完了互联网的第一个关键词——联，再让我们看看其第二个关键词——互。“互”指的是互动。到目前为止，在所有的技术变革中，绝大部分的技术都是单向的。比如，报纸你只能看，电视你也只能看，而收音机你只能听，等等。当然，也有极少的技术不止于此，比如电话就是双向的。但是，电话能够承载的多人沟通能力十分有限，而互联网却不同。互联网最大的价值在于能够支撑无数人同时互动，这样的属性使它即便是放到未来的任何一个时间点，也依旧有足够大的发展空间。所以，究竟怎样的商业模式才能更好地利用这个技术优势，就变得极有讨论价值。

需要强调的是，我们在这里讨论的互动，是指完成“在线化”这一阶段之后，人与人、人与物，甚至物与物之间都能够持续联动。互动的前

提是连接，正是因为拥有物理性质的因特网将人和物都连接在了同一个网络里，才让大家可以用以前不可能实现的方式进行多对多的实时互动，进而产生了非常丰富的内容和体验，也就是Web这个最早被翻译成万维网的服务。随着技术的发展以及产品的不断创新，Web其实也经历了三个阶段，我们可以将其称为“互动的三个阶段”：互动1.0时代、互动2.0时代和互动3.0时代。这三个阶段代表着互动日益深入、体验日益加强的互联网发展进程。

互动**1.0**时代：一对多的门户广播模式

互动1.0其实是一个群雄并起的时代，这个新的理念提出后，有心者蜂拥而入，抢占市场资源。其中，对互动1.0初期贡献巨大的都是一些大家耳熟能详的公司，比如雅虎、新浪、搜狐等。

就像早期的所有创新一样，新的技术都被用来模仿旧的方法。互动1.0时代其实只完成了一件事情，那就是把内容搬到了网上，让其实现在线化。虽然在这个初级的互动时代中，确实产生了那些时至今日依旧让人津津乐道的门户网站（新浪、搜狐、网易是典型代表），但它们并没有改变互联网的互动方式，一对多的门户广播模式占据了那个时代的绝对主流，几乎没有用户能够和门户主体进行互动。

互动**2.0**时代：以关注为典型代表的创新型互动

随着技术的发展，特别是移动互联网的发展，互联网世界很快进入互动2.0时代。很多以互动为核心的企业纷纷推出了以分享、社区为核心的创新型互动产品，比如微博、推特和Instagram（一款社交应用）。这种改变在现在看来十分常见，但在当时确实让业界产生了极为有趣的变化，并且产生了巨大的影响力。

在这些产品创新中，大家最为熟悉的其实是“关注”。“关注”的出现，使人与人之间出现了一种和之前截然不同的互动方式。你可以在这

些互动产品上关注任何一个你感兴趣的人，当对方发出一条信息时，你能够在第一时间接收，甚至与其互动。所以，类似微博、推特、Instagram这样的产品在极短的时间内便拥有了海量的用户基础，有了与那些门户网站前辈一较高下的底气和雄心。

在中国，这类软件产品中被使用最多的应属微博。提起微博，大家可能认为它只是一个加强人与人之间联系的普通社交平台。其实，这样的沟通形式，让整个社会都发生了深刻变化。

微博成为很多普通人展示自我的舞台。在人类文明高速发展、文化水平普遍提升的今天，展示自我、获取自信心与成就感，成为人们生活中的主旋律。从产品的角度而言，这只是一次微不足道的产品创新，但让人与人之间的联系与沟通往前迈了一大步，这又怎能不让人惊叹？这种互动网络结构，也使信息获取的效率有了大幅提升。

互动**3.0**时代：社交网络服务

只要人类不停下探索的脚步，技术发展的车轮便永不停歇，互动3.0时代由此应运而生，其中的典型代表是两个SNS（专指社交网络服务）的大产品——美国的脸书与中国的微信。

不管你是否承认，如今大部分人都已经完全“黏”在了这两个社交网络平台之上。它们基本上已经和普通百姓的日常生活状态融为一体，绝大部分人都无法离开这样的网络化服务，说是沉迷也不为过。

如今的微信已经不单纯是一个社交平台，还成为很多人的银行、相册、储藏柜，甚至是情感纽带。现在很多人出门都已经甩开了许多曾经必备的包袱——钱包、名片夹、地图和GPS（全球定位系统），只需要一部手机，便可纵横天下。

除此之外，群组和朋友圈也是互动3.0时代里非常了不起的产品创

新。试想一下，如果没有互联网的技术支持，你怎么可能了解成千上万个分布于全国乃至世界各地的朋友的日常起居情况，即便他们都愿意将自己的私生活毫无保留地告诉你。微信让一切都成为可能，你只需要发一个朋友圈，你所有的朋友就能知道你现在的状态，知道你想和他们交流与分享的内容。毫无疑问，这种产品创新对每个人的沟通与互动效率都带来了质的提升，这也是互联网时代才会有的产品形态。

纵观互动1.0时代的门户网站、互动2.0时代的创新型互动产品和互动3.0时代的社交网络服务，我们可以从中梳理出互联网从联结到互动再到今天所有的演化路径。我们需要思考的是，这种产品形态如何才能应用于更广泛的商业领域。“结网”就是智能商业的起点。

网：互联网给商业社会带来的颠覆性改变

让我们将目光聚焦于互联网发展的第三个关键词——“网”。顾名思义，网指的是结网，意为人类社会的分工与合作开始用网络的方式加以实现。结网的前提条件是连接和互动；或者说，连接和互动的必然发展路径是结网。只有随着连接的不断发展，信息和人都已基本实现在线化，人和人、人和信息之间的互动才会越来越丰富，最后交织成越来越紧密的网络，可以用更高效的方法——网络协同——去完成原本看起来难以实现的很多事情。

其实商业最重要的就是结网，未来互联网将给人类商业社会带来的颠覆性改变，就在于商业的大规模结网。当海量的人已经可以同时在线互动的时候，如何让他们通过在线协作的方式去完成某一件事情，便成为一种新的商业组织方式。说到这里，或许很多人会联想到曾经在人类商业发展史上书写了浓重一笔的流水线。确实如此，流水线的管理方式成功地通过小规模人群协作的方式，让商业的生产效率得到了极大提升，这是工业革命的里程碑，而网络协同则是互联网时代的商业里程

碑。

还是让我以大家都很熟悉的淘宝为例。从表面上看，你在淘宝上可以购买到任何你想要的合法物品，并且能保证极高的性价比。然而，隐藏在这一切背后的是，海量商品通过数千万卖家抵达数亿消费者的眼前和手中，这一过程并不如你想象的那样简单，它需要大量角色的共同配合和实时互动才能实现。

这种新的零售协作方式包括了很多已经广为人知的角色，比如买家、卖家和物流公司，却也存在大家完全感受不到的各种各样的新型角色，比如给卖家做店铺装修的人、做存货管理系统的人、做在线客服管理系统的人、网红、给网红拍照的摄影师等。这些五花八门的角色通过网络化的方式在线结合在一起，形成了淘宝高效的大零售平台，这与流水线这种简单的分工协作方式相比，有着天壤之别。

对于那些当今最成功的互联网公司，大家习惯于将其冠以平台或生态的名头，但其实本质都是一幅非常复杂的网络协同图，它的核心机制就是连接和互动的不断演化与深化。

联、互、网，这三个字看起来十分简单，但实际操作时却极其考验操盘者的功力，运用之妙，存乎一心。

以“联”字为例。你或许经常在各种场合听人说各式各样的连接，而你听完之后却似乎并没有什么触动。原因何在？我认为当下真正的连接并不存在其他形式，连接就是要连到互联网上，最核心的目标是实现在线化。

由于工作关系，我接触过很多企业家，其中有一部分人对于连接的认知存在明显的偏差。他们会觉得，“我有了一个微博账号，我有了一个微信公众账号，我甚至在天猫上开了一个店，我就已经触网了，我也在线了”。实际上，判断一家企业是否触网的最重要标准，是这个企业

的核心产品和服务有没有实现在线化，能不能直接在互联网上提供产品和服务。这个过程，首先意味着原有商业逻辑的彻底重构，企业必须从与用户建立连续性关系、以追求极致的用户体验的视角出发，开始在线化。从这个角度进行判断，绝大部分企业，特别是一些传统企业，离真正的在线还有很长的路要走。

因此，要想实现智能商业的第一步，就是让你的产品和服务核心流程在线化。但请记住，这仅仅是万里长征的第一步，接下来的事情依旧任重道远——互动。在线化之后，真正的考验是你能否通过各种方式完成与客户的互动。言及于此，你知道谁是你的客户吗？你知道他用了你的产品以后，会有怎样的体验和想法吗？这种体验和想法绝非到街上做访谈和问卷调查就能够得到的，而是客户在使用产品的过程中，通过互联网自然而然地留下了他的态度，这才是真正意义上的互动。双向互动，使得企业和用户的关系成为一个不断循环往复的交互过程，用户的实时反馈成为产品和服务快速迭代与更新的源泉。企业为用户提供产品和服务，从过去的基于“猜测”的预判转为基于“观察”和“倾听”，用户至上成为企业的基本出发点。

对于绝大部分企业而言，结网可能还是一个有些超前或不切实际的概念，所以只有完成了连接和互动这两步，结网才有实现的可能性。再来看看淘宝。现在的淘宝是一个高效的零售平台，背后的秘密是所有跟零售有关的人员和职能进行在线、互动、结网。淘宝不是简单的线上商城，而是非常复杂的协同网络：能够让每一个淘宝用户拥有自己专属的界面，享受一对一的个性化服务；能够让每一个店面千变万化，随时变成客户想要的样子。这曾是每一个消费者和商人遥不可及的梦想，如今，我们已经将其落到了实处。

像淘宝这样成功的案例还有很多，爱彼迎就是另一个典型。

我们还可以举很多例子，“快手”“小红书”“土巴兔”等都是自己行业中的翘楚，它们或多或少地具备上述特征，都以“网”的结构逐步实现对

工业时代“线”性结构的全面超越；它们都是对未来世界的预演，也都在当下实实在在地让“创造”获得真正该有的认可，让众人的智慧聚合成这个时代的蜕变。

03　智能商业双螺旋之一：网络协同

在人类文明的长河中，农业文明的“点”状结构让人类立足于村庄，保证基本的温饱，传承我们对世界和自己最基础的认知；工业文明的“线”状结构让人类建立城市，极大地提升了我们理解世界和改造世界的能力；终于，我们来到了互联网时代的门前，“网”状结构究竟会将我们带向怎样一个文明状态，可能谁都无法准确预言。

能够预知的是，在未来的网络协同中，我们每个人将更加不受束缚，从固化流程中解放出来；我们每个人将更不惮于创造，因为网络协同的最大价值不是让既有链路更高效，而恰恰是让创新价值更突显；我们每个人将更不吝于贡献，因为在这个“我为人人，人人为我”的体系中，为自己赢得更大的收益的最好方法就是为他人创造更大的收益。

网络协同：新经济范式革命

在互联网诞生40余年后，我们终于走到了万物互联时代的门口。互联网最终的使命就是让任何人、任何物，甚至是任何时间、地点，都能够互联、互通、互动。毫无疑问，这必将带来经济范式的又一次革命。

如果说农业时代自给自足、村社范围简单交换的经济范式可以用“点”来描述，那么“线”或许就是工业时代经济范式的典型意向——流水线、供应链、科层制。到了万物互联的时代，新经济范式最根本的特质就是“网”——开放的网络结构、自由的多元协同、分布式的自组织体系。

我将这种新的经济范式称为“网络协同”。在商业世界里，网络协同

正在取代工业时代相对封闭的体系（例如传统的供应链体系），成为互联网时代的基本合作范式。

淘宝的发展，就是一个协同网络不断生长的过程。

淘宝带给社会的第一个价值是让开店的成本大幅度降低，互联网的低成本加上免费开店的政策，使在传统商业环境下不可能开店的人成为淘宝店主。供给端的封闭结构被淘宝打开，从而大大提高了供给端的整体供给能力。如此一来，B端（企业端）提供的商品不仅丰富度大大提高，价格也远比传统的线下零售更有优势，差异化的服务也逐渐浮现，自然带来C端（消费者端）的福利提升。于是，C端客户，尤其是大量未被传统零售覆盖到的C端客户蜂拥而至，不到几年的时间就形成了浪潮席卷之势，这股势头又反向刺激了B端的几何级数扩张。如此正向循环，淘宝自然出现了生态爆炸一般的繁荣。

需要说明的是，淘宝打败美国易贝的一个重要原因是，淘宝鼓励商家和消费者直接、充分地连接、互动，而易贝则在这方面无动于衷。例如，旺旺使卖家和买家连接互动，评价让买家之间连接互动，帮派论坛则让卖家之间连接互动。直连互动使卖家和买家的积极性与创造力被极大激发，网络扩张带来的效益被成倍放大。

支付宝的出现，本质上也是在促使直连互动更好地发生。在中国的商业环境下，买卖双方互动必然面临信任缺失的问题，而支付宝解决了这个市场的信任问题，使这个双边市场变得更加繁荣。

“边界开放+直连互动”带来的创造力激发，首先体现在淘宝的网络扩张上。各种新商品被卖家上线销售，各种新店也纷纷开张。为了对更多的细分市场形成覆盖，淘宝不断拆分类目，甚至由各种奇特到无法归类的商品所形成的“其他”类目到今天都还是商品数最多的类目之一。

这种创造力激发，更体现在众多新角色的孕育上。例如，当越来越

多的店主开始希望自己的店铺页面更美观、更独特、更能吸引买家时，店铺装修市场随之出现。专业的设计师、网页制作者在这个新生的双边市场上可以满足卖家的相应需求。这样的新角色在淘宝上越来越多，淘宝客、ISV（独立软件开发商）、导购达人等都是很好的例子，快递、客服这些角色更是无须赘述。例如，2010年随着宽带的发展，淘宝开始以图片销售为最主要的模式，自然就产生了海量的模特需求，淘女郎应需而生。她们不是专业模特，但恰好满足了广大买家“看看衣服穿在普通人身上效果如何”的需求。淘宝建立的在线模特市场，是几百万卖家和淘女郎的双边市场。

同时，海量的直连互动时常让更多的断点、坑洞、磕绊得以显现。不过，它们既是直连互动的阻力，更是全新直连互动的机会。这样的新角色，由直连互动激发生长，又促发新的直连互动，带来新的效率提升，从而营建出新的网络结构。它们不是由淘宝规划出来的，但是一旦它们生长出来，淘宝往往迅速给予充分的鼓励，或建设新市场，或开发新工具，让这些新角色成长得更加茁壮。

所以，如果说“双边市场的扩张”是淘宝早期的核心特征，那么，当这些新角色不断产生后，淘宝在第二个阶段的核心特征，就是从一个简单的双边市场演化成了一个复杂的多边市场，多元角色在其中相互协同表现得越来越充分，淘宝也越来越立体。这个立体的淘宝还在继续演化，协同从商品买卖这个环节向广告、物流、供应链等众多环节进一步延展，更多的场景被网罗进来，更多元的协同在这一网络中发生。

比如，网络协同进一步扩展到了物流，菜鸟网络就是阿里巴巴在这个领域最主要的存在，其全名是全国智能物流骨干网。它连接所有物流公司、快递人员以及仓库，同样，它也是一个利用互联网分布式信息可以同步共享的结构，让所有人的商业信息在参与方之间可以适时、多方、多角度的互动沟通，而不需要中间人来计划和安排。这一生态的力量进一步延伸到采购、批发，最终延展到整个供应链。在淘宝店做预

售，并根据具体销售情况灵活地安排整个生产计划，实现小单多批、快速翻单的柔性生产，这样的情形已经在越来越多的生产制造厂家中发生。

在淘宝这张“网”上，已经密布了海量的“点”，它们就是在直连互动中的各个角色。这些“点”由于巨大的规模经济，往往能提供性价比很高或者很独特的服务，这些服务又纵横交织成“线”，从而提供传统方式无法实现的更优质的服务。每条“线”都是一个细分场景，都是一个独特的服务，这就是淘宝的海量卖家。这些“点”和“线”，远看似乌合之众，排列分布几乎无规律可循，但实际上能聚散自如，招之即来，来即能战。“点”的数量，从晨星寥落走向燎原之火，就是因为无数“点”与“线”构成的这张网，可以提供更好的客户价值，吸引更多的消费者，从而催生新的“点”或者新的“线”参与其中，形成良性循环。也就是说，从稀疏的“点”开始连接，“点”与“点”互动，帮助“线”更好地服务用户，构成了今日星河灿烂、生机盎然的淘宝。

我们将在第10章讨论完整的“点—线—面—体”的战略框架。在这里只需要指出，多点协作的开放平台，总体势能已逐渐超过传统的交易线。单独一个卖家的货物，可能还无法与传统大品牌商家媲美，但蚂蚁雄兵集合起来的势能—每天涌入数以亿计的客户，交易额以每分钟亿元为单位计算—这是任何一家线下零售商都无法想象的。

淘宝远远不是一个孤立的案例。爱彼迎是近年全球大发展的住宿分享服务，它连接了无数愿意分享房屋的房东和租户。还有非常多的网络协同的小案例，比如在中国有一个颇具特色的团体叫作“字幕组”，近年来活跃在各大中文视频网站。该团队中绝大部分成员是定居在全球各地的华人，由于全球优秀的影视剧作品往往没有官方中文字幕，所以他们自由组队，利用业余时间，发挥外语特长，为数以千计的电影、电视剧制作准确、精致的中文字幕。他们的总人数无法估算，因为他们本就是招之即来，“事了拂衣去，深藏身与名”。他们不会得到金钱回报，但在

中文观众中获得了信誉、声望和自我满足。他们甚至完成过一项非常棘手的任务——史上最佳华语电影之一、台湾大导演杨德昌的作品《牯岭街少年杀人事件》。这部电影当时因为重新完成了数码版修复，未能及时制作字幕，并且电影中出现了中国各地方言、普通话、日语、英语等十几种语言。结果，字幕组的团队瞬间又扩大了，精通中国各地方言的各地人你翻译一句，我录入一句，他修正一句，在一个叫作“B站”的视频分享网站上，仅仅用了一夜的时间就做好了字幕。

无论是淘宝还是“字幕组”等团队，都是开放、协同、共享、共建的网状结构，它们已经开始取代封闭、线性、管理、控制的工业时代线性结构。这就是新经济范式的革命。

在分工体系完善、地域集中、利益机制成熟的行业，曾经有局部的网状协同，例如在江西景德镇的陶瓷业、意大利中部的皮革业或者广东中山的灯具产业带中所看到的。然而，真正意义上的网络协同需要直连互动、实时反应、异质角色和多元场景，只有互联网技术才能充分实现这些条件，也只有万物互联才能充分发挥出网络协同的价值。

所以互联网时代才是真正的网络协同时代。只要一个行业、一条流程、一项任务初步完成在线化，直连互动就可能发生，其后所展现出来的网络演进就完全有可能远远超出我们的想象。淘宝就是最好的证明。随着互联网的发展，景德镇的传统陶瓷业网络与网店、设计师等新的角色产生了丰富的互动，形成了新的创意协同网络，使得景德镇成了各种手工业产品集聚的网络——这是一个线上与线下融合的协同网络。

一些时下火热的新概念，包括按需经济、共享经济、社群经济等，本质上都必须建立在网络协同的基础上。按需是网状协同的目标，共享是网状协同的价值观，而社群是网状协同的有机组成模块。只有全网协同才能满足每一个消费者的个性化需求，只有超越线性结构，才能实现个体优化、局部优化和全局优化的动态统一，才能最大化、最深层次地展现网络的价值。区块链技术由于提供了一个点对点的、建立在共识基

础上的协同网络，很有可能带来网络协同的一次大飞跃。

淘宝与优步：网络协同效应的胜利

毫无疑问，优步（Uber）是有史以来成长最快的公司之一。创立至今，优步在全球范围内已经覆盖70多个国家的400余座城市，在5年内公司估值达到400亿美元。更重要的是，这家公司产生了巨大的社会示范效应，由优步开始，“共享经济”成为人们热议的话题，被创业者复制，被投资者追捧，共享单车、共享充电宝等共享商业模式如星星之火般蔓延，直至呈现燎原之势。

在高速发展之后，近年来优步却碰到了巨大的挑战，导致增长乏力。那么，优步到底做对了什么，又在哪些方面有欠缺呢？深入地解剖优步，让我们可以更好地理解和把握网络协同这一新商业模式的核心要素。

毫无疑问，优步是共享经济的先行者，特别是在美国。美国传统的出租车行业在大部分城市因为受到牌照的限制，导致供给严重不足，打车价格高昂，而且很多地方根本就没有出租车服务。在嗅到商机之后，优步鼓励很多私家车车主加入，为大众提供出行服务。这种商业模式极大程度地释放了社会闲置资源，提高了客户体验，带动了共享经济的发展。这肯定是优步成功的关键要素之一。大部分人可能没有意识到，优步的成功在很大程度上其实也建立在数据智能基础之上，优步把一个传统行业改造成了一个基于数据和算法的智能商业。

由于移动互联网的普及，智能手机成为大众的基本必需品，GPS的实时地图服务也足够准确，乘客和司机的位置可以实时在线。云计算、人工智能、机器学习的高速发展，使得实时匹配海量乘客和车辆成为可能。乘客和司机所能够得到的高效和便捷，远远地超出了传统的出租车

行业。同时，由于数据智能引擎的存在，很多创新要素被引入，其中最核心的就是市场定价模式。通过高峰期加价，引导乘客用不同的出价方式表达自己的需求，打破了传统定价的刚性，这是非常典型的用市场化方法解决社会问题。如果没有数据智能的基础，这显然难以实现。

近两年，优步的发展似乎进入了瓶颈期，一方面追赶者的脚步日益迫近，另一方面它进入新的领域也屡遭挫折，这些都表明它正在面临一些根本性的挑战。理解这些挑战，不仅可以帮助我们理解互联网时代商业模式的关键之处，同时更重要的是，还可以帮助那些想模仿优步模式的创业者，对自己未来的取舍提前有一个清晰的认知。

问题的核心在于优步有没有实现真正意义上的网络协同效应。脸书、微信都是非常典型的需求端网络协同。用户会主动传播，帮助企业接近零成本地获取新用户，用户越多就越会吸引更多的人加入这个网络，这个网络的价值也会越来越大。

网络协同效应是当今互联网企业成功最大的价值源泉。如果我们认真思考优步的核心优势就会发现，从经济学的角度来说，优步其实并没有享受到多大的网络协同效应，它更大的价值还是源于传统的规模经济。快速扩张供给端，吸引众多的司机到这个平台上，形成规模优势。原来那些被挡在准入门槛之外没有牌照的服务者得以加入市场并提供服务，大大提高了服务质量，也降低了交易价格。

说到这里，有一个重要的推论不可不提——没有网络协同效应，单靠规模经济无法形成垄断。类似微信这种依靠网络协同效应的企业，才有机会赢家通吃。如果在需求端没有网络协同效应，即使供给端的规模效应再强大，用户的转移成本也依然很低。就像很多人手机上曾经装过好几个打车App，无论是滴滴、优步、神州，还是易到，使用时可以随意切换。这么重要的高频应用是为了使用方便，并获得确定性服务。对于用户来说，多下载一个App的成本并不算太高。同时，由于在高峰时期，几乎没有任何一个网络能够提供足够好的体验，这给跟随者留下了

生存空间。司机更是如此，同时安装几个App，同时接单几乎成为常态。

也就是说，规模经济的壁垒比网络协同效应的壁垒要低得多，可以用海量资本进行密集轰炸以便攻克。今天，即使滴滴和优步合并了，神州依然在扩张，同时首汽、“曹操”（专车）、美团、高德等新的玩家还在不断进入。即使滴滴取得了这么大的规模优势，依然没有办法形成壁垒，根本无法防止新的玩家进入这个市场。

优步能够如此快速地扩张，根本原因之一是打车作为一个用户场景相对简单，从一个简单的点切入，可以带来快速发展。其实，这样一个简单的场景也制约了优步发展出更加复杂的多边市场和更有生命力的生态潜力。这一点很重要，关系到网络协同是如何在实际应用中产生价值的。

我们对比一下优步和淘宝，就能比较清楚地看到这一点。相对于打车，淘宝要处理的是更为复杂的商品交易。当年，为了完成这个几乎不可能完成的任务，淘宝逐步摸索出了在线支付、担保交易、信用评价、消费保障、商品管理等一系列看起来不那么重要，但实际上至关重要的在线服务体系。为了摸索出这些服务，淘宝早期的发展速度并不算快。一直到2007年，大部分人都还没有把淘宝当作一个快速发展的互联网企业。一旦这些体系建立了，而且淘宝从服装等主打类目快速地扩张到更多的类目，最后形成万能的淘宝概念时，这个平台的横向扩张能力就彰显无遗。2017年，淘宝年销售额从2008年的1000亿元，快速扩张到3.77万亿元，比2016年增长21.6%；全年营收为1582.73亿元，同比增长56%，远超2016年33%的营收增速。

这个横向积累很厚实，使得纵向方面平台也有了强大的拓展能力，逐步从零售走到广告、营销、物流、金融等新的创新领域。淘宝能有这样的广度和深度，很大程度上是由于网络自己有很大的扩张动力，不同类型的卖家聚集在一起，不仅可以分摊各种基础服务的成本，也能分摊

获取客户的成本。淘宝的核心是商品的丰富性，不是简单的商品和用户规模。

在优步平台上，不管司机还是乘客，都是相当简单和同质化的角色，这样的网络显然缺乏自主生长动力。优步在打车之外一度被寄予厚望的快递服务、送餐服务的业务扩张也并不顺利，根本原因在于这些都不是原有网络的自然延伸，而是需要靠管理者去复制在原有领域的成功。在这个时代，靠管理者去复制原有模式，很难比得上在另一个领域里有更深积累的创业者的爆发力。所以我们看到，其他所谓“优步化”的场景，反而是创新的团队赢了，优步并没有扩张出去。

我们把优步和淘宝做个直接对比，大家就能看到商业模式DNA的重要性。淘宝作为一个协同网络，在广度和深度上不断快速扩张，在此基础之上，又加入了数据智能带来的价值。因此，淘宝带动整个阿里巴巴集团快速推进到5000亿美元的市值规模。

回过头来看优步，如果我们扮演事后诸葛亮的角色，可以说优步在短短的时间内增长到600亿美元的估值，其核心是数据智能这个引擎在出租车这个足够大的市场瞬间得到爆发，创造了巨大的价值。优步这两年陷入停顿，我们也没有听到它有上市计划，原因在于大家不清楚优步下一个价值创造的源泉是什么。也许可以做个判断，优步在网络协同的方向上已经不太有什么可能性了，因为它的DNA比较局限，起步于一个很单薄、很简单的用户场景——打车。这个场景本身不太具备相关扩张的可能性，于是优步把自己下一步的发展方向定位在自动驾驶上。对优步来说，自动驾驶是一个巨大的挑战，除非优步在这个领域有足够大的进展，否则它的发展，包括市场对它的估值，暂时都不会有大的突破。

作为一家公司，优步的价值如果想要再次飞跃，譬如在千亿美元俱乐部中站稳，就必须在现有的数据智能技术、需求端网络效应和平台的复杂演化等方向上，至少出现一个质的变化。不过，这将是一个巨大的挑战。

04　智能商业双螺旋之二：数据智能

无数据，不智能；无智能，不商业。人工智能是一场技术革命，它必然会将越来越多的商业智能化。未来数据智能将成为商业的基础，而智能商业也将成为数据时代的全新的商业范式。在我看来，要想把数据智能融入具体商业，要做好三件事：数据化、算法化和产品化。

数据化：商业创新的基础

可以预见，未来随着科技的进步和时间的推移，商业必将面临全面的智能化。那么究竟什么是智能化呢？其实“智能”一词，在不同时期和不同科技水平下，有不同的具体含义。

对于当下的商业而言，智能化指的是商业决策会越来越多地依赖机器学习，依赖人工智能。机器将逐步取代人，在越来越多的商业决策上扮演非常重要的角色，它能取得的效果远远超过今天人工运作产生的效果。

其实，如今的智能商业还处在萌芽阶段，相对于传统商业的优势，它在很多领域的优势还不太明显。然而即便通过现有的案例，我们也看到了这一趋势的巨大力量。伴随着互联网技术，特别是物联网、数据科学和计算能力持续的高速发展，几乎可以断言，基于数据智能的商业必将超越1913年横空出世的福特流水线，给人类整体的生产力带来一次根本性的巨大突破。

正是在这个意义上，我们强调，这是一场商业模式的范式革命。未来10年，最大的商业价值就是如何创造一个个智能商业，带来用户体验

的飞跃。

众所周知，小微企业的贷款业务一直是一个世界级难题。由于信息的收集、分析和审核需要巨大的成本，导致贷不贷、贷多少、收多少利息等问题困扰了无数的贷款机构。

但蚂蚁小贷这个成立时间并不长的公司，彻底改变了这一局面。短短几年时间内，它已经累计服务了上百万淘宝和阿里巴巴的卖家，这些卖家的平均贷款额大约为5万元，多不过百万元，少的只有几百元。他们不仅没有靠谱的抵押，有些甚至连基本的账目都没有，更匪夷所思的是，他们甚至不需要见到信贷经理。事实上，蚂蚁小贷所有的信息采集和决策都由计算机后台来完成——商家在线上提交贷款申请，几秒钟内系统自动审批；审批后，贷款几乎可以实时地汇入卖家账户。虽然是无人信贷，但蚂蚁小贷的坏账率却显著低于传统银行的平均水平。

蚂蚁小贷能做到这些，主要归功于互联网。它能够分享潜在客户的诸多数据，比如这些淘宝卖家正在卖哪些商品、生意好不好、经营店铺是否勤快、之前是否有过不诚信行为，甚至还有他是否喜欢玩网游、卖家朋友的信用度是否高等。这些数据的丰富度、准确度，远高于传统银行能采集到的贷款者的信息。

如果我们更全面地检视蚂蚁小贷的业务，就会发现它做了三件关键的事：特定商业场景的数据化、忠实于商业逻辑的算法及其迭代优化，以及将数据智能与商业场景无缝融合的产品。这三件事融会贯通、相互包含，在反馈闭环中共同演化，这就是未来智能商业的样貌。

所谓数据化，不仅包括客户的经营数据，还有更多维度的数据被记录、分析和融入，构成了对客户全方位的描摹。数据初始化是一件高成本和困难的事情，仅仅是最简单的客户性别数据就包含了十几套标准，诸如身份证上登记的性别、实际经营者的性别、行为特征显示出的性别等。这些数据各有价值，但传统方法又无法使它们融合，故需要创新的

方法才能合理使用。[1]

与此同时，数据化更是一件高收益的事情。例如，“客户对经营的投入程度”这一很有价值的指标，传统金融机构几乎没有任何有效的获取方法。然而在互联网的语境下，早上几点卖家在旺旺上线了，买家的询问在几秒钟内能得到回复，这些数据都可以很直观地反映出卖家的投入度。

“数据化”本质上是将一种现象转变为可量化形式的过程。它来源于人类测量、记录和分析世界的渴望，是文明进步的基础。维克托·迈尔–舍恩伯格和肯尼思·库克耶在《大数据时代》一书中对人类的数据化历史做了充满洞察的描述，“计量和记录一起促成了数据的诞生，它们是数据化最早的根基”。从早期人类文明的结绳记事开始，到5000多年前两河流域的先民用度量衡来计量长度和重量，再到公元1世纪由印度发明、阿拉伯人改进的十进制数字，这些都是人类数据化征程最初却伟大的起步。这几步也一直延续到卢卡·帕乔利时期，他用复式记账法奠定了标准数据记录法的基础，这是第一次用数据直接反映生意的盈亏。计算机技术的出现，尤其是互联网技术的快速发展，更是推动了数据化的新一波更加汹涌澎湃的浪潮。

我们已经看到，自己在互联网上留下的每一处“足迹”都被数据化地记录下来，成为各种应用推送个性化服务的关键依据。脸书实现了人际关系的数据化，带来了很多全新的应用，例如通过分析选举前用户的行为数据来“计算”选民的投票倾向，成为有史以来最准确的选前民调。

我们还看到文字被数据化、地理方位被数据化、情绪感受被数据化。与我们每个人更息息相关的是身体健康状况的数据化，Zeo公司（一家睡眠管理设备创业公司）完成了世界上最大的睡眠活动数据库；Asthmapolis（一家哮喘病医疗服务机构）通过一个呼吸器，一方面记录哮喘病人的发病数据，另一方面进行GPS定位，从而分析特定环境对哮

喘病情的影响；一款名叫iTerm的手机应用通过手机内置的测震仪记录人们身体的颤动数据，来预防和付诸治疗帕金森病和其他神经系统疾病；更不用说已经广泛普及的手环对人体基本健康状况数据的全天候记录。

互联网技术使我们终于可以低成本、全方位地记录数据，而只有当我们拥有了足够大量、足够多维度的“大数据”时，才可能真正客观、真实而深刻地理解我们周遭的环境、事物的本原以及我们自己。

这是激动人心的历史性努力。本质上，就如同蒸汽机是我们进入工业文明的第一步、电是我们迈入电气化的现代工业的第一步，数据化毫无疑问是我们进入以数据智能为核心的智能商业世界的第一步，也是我们这个时代最重要的创造之一。

有效的数据初始化是大数据创造价值至关重要的第一步。可以说，没有数据的初始化，就没有后继的商业创新。而成本高昂的数据初始化工作能否创造巨大的客户价值，就成为当下海量创业项目能否存活立足的重要考验。企业家的创造性也将在这一领域中大放异彩。

蚂蚁小贷的故事

假设一家信贷机构要开展一项全新的信贷业务。信贷对象为小微企业或个人从业者，行业千奇百怪，地域遍布全国，这些企业和个人的成本结构、利润率不详，基本没有财务报表，没有信用记录，也没有有价值的抵押物。

业务要求：同时为百万级客户服务；单笔数额不超过100万元，贷款期限为几天到一年；实时审核贷款，实时发放；坏账率不能超过行业平均水平。

传统银行会怎么做？

大体如下：开发一套针对小额信贷的中央风控流程；建立遍布全国的物理网点；设计先进的调查问卷，银行的内部系统支持移动设备实时输入问卷结果，运用打分卡技术进行风险评估；要求对方提供抵押或担保；人工审核。

这是目前小额贷款业务的通行做法，但所有的传统机构都面临同样的困难：

相较于每笔贷款的金额，收集客户信息的成本实在太高。

蚂蚁小贷做到了什么？

全线上流程，实时放贷（从客户输入贷款金额到拿到贷款，不超过1分钟）；机器自动放贷，无物理网点，无客户经理；平均单笔贷款低于5万元，少的只有几百元（传统的小贷机构单笔贷款一般不低于50万元）；每年为超过40万客户服务；无须抵押和担保；坏账率不高于2%。

蚂蚁小贷是中国第一款智能金融产品。它做了三件关键的事：小微贷款业务的数据化，用算法完成风险评估，以及将数据智能与小贷场景无缝融合的产品，即数据、算法、产品三位一体地提供服务。

归功于互联网，蚂蚁小贷能够分享潜在客户的诸多数据，比如这些淘宝卖家正在卖哪些商品、生意好不好，又比如卖家经营店铺勤快与否（客服旺旺的回复速度、每天经营时间的长短等）、之前是否有过不诚信的行为，等等。这些数据的丰富度、准确度和规模都远高于传统机构所能采集到的信息。

蚂蚁小贷的算法工程师建立了三套机器学习的算法模型来处理这些海量数据，即偿贷能力模型（相关经营数据）、偿贷意愿模型（客户风险偏好及信用度）、定价模型（价格偏好及策略），给每位客户进行风险评级和定价。

与传统金融机构的数据分析不同，基于在线数据，算法模型能够进行实时迭代。一方面，新数据不断涌入，客户的每一单交易、每一次上线、每一次还款，原则上每时每刻都在改变他的分值。

另一方面，算法模型自身也在迭代。事实上，客户借还款的数据，会实时反馈到蚂蚁小贷的数据池中，多个算法模型据此实时优化：哪些维度的指标应当被纳入或清除出模型，客户的哪些行为特质应该被赋予更高的权重，在不同的情形下哪些算法模型有更高的准确度。在蚂蚁小贷，这些算法模型更新的频率以“周”计算，而即便在金融数据化程度极高的美国，一次算法更新往往也需要6个月。

最后，蚂蚁小贷还将数据智能融入小微贷款这一商业场景中，设计出一款高效的互联网产品。淘宝卖家可以在店铺运营平台上直接申请贷款，如同在谷歌的搜索框输入关键字一样简单。这个贷款页面也是机器算法的反馈通道，数据实时更新，算法不断迭代。

事实上，在卖家提出贷款申请前，蚂蚁小贷的后台机器集群已经根据他在淘宝上的行为数据，对他进行了风险评估，并预先授信。所以，可以实现实时审核，自动放款。

在这个过程中，客户的数据越来越多，数据维度越来越丰富，参数越来越准，算法模型越来越有效，风险控制的成本越来越低，信贷对象的体验越来越好，覆盖的贷款用户也越来越广。整个业务进入高速发展的正向循环。更重要的是，这是一个基于数据和算法，且自动的智能化用户体验提升过程，商业效率也得到了极大提升。

蚂蚁小贷是智能商业的一个经典案例。信贷如此古老而复杂的商业活动，被抽象、极简地表达成了一个人机交互的输入框；传统上烦琐得令人望而生畏的信贷流程，变成了“输入信贷需求—机器做出决定—资金自动汇入”三个简单的动作；过去高度依赖人的判断力的贷款审核，变成了由机器自动决定。

小额贷款成为一项数据驱动的智能业务。

算法化：智能商业的“引擎”，而非“工具”

我们提到算法时，常常会接上另一个词——“引擎”。这是一个奇妙的比喻，因为如果我们将数据看作是DT（data technology，数据处理技术）时代的一桶高标号汽油，那么算法无疑就是这台引擎。只有算法才能让数据中的能量得以完全喷发出来，为智能商业这辆“汽车”推进加速。

搜索是第一个数据和算法驱动的互联网产品，使我们每个人都可以在海量的互联网数据中找到最相关的信息。谷歌的成功正发源于其创始人提出的PageRank算法。谷歌创造的另一个功能强大的算法是其在线广告市场引擎——pay per click（点击付费广告），每天都有价值10亿美元以上的在线广告通过这一算法投放到最合适的观众面前。

在商业语境下，算法就是一组反映了产品逻辑和市场机制的计算指令的集合。完成了商业场景的数据化之后，算法就是提炼数据价值的思路，而DT时代的数据价值就是商业价值。如同谷歌正在做的，我们每个人打开过的那些商品的页面、网购的某件商品，都无疑是数据的“金矿”，但只有当在线广告的算法引擎从中挖掘出每件商品的潜在买家，并据此投放广告时，这座数据金矿的价值才真正被开发出来。

算法看似高精尖，但实际上，算法在我们的日常生活中早已无所不在。不仅是手机和汽车，在房子里、电器里、玩具里都藏有算法。现在的银行是错综复杂、规模巨大的算法聚合，只是当中会有人时不时地微调一下罢了。世界上主要的股票、期货市场，看似有无数的交易员以各种手势不知疲倦地报价买卖，但真正“不知疲倦”地记录各种数据，做出空单或者多单决策的同样是算法，而交易员常常只是算法决策的执行

者。算法制定飞机航程，然后把飞机开走；算法管理厂房，进行贸易，控制货物流通，兑现利润，甚至做账。

Polyphonic（一家针对音乐和唱片公司的技术研发公司）开发的算法用数学函数解构歌曲的曲调、节奏、和弦进程、声音饱满度等指标，来预测一首新歌能否流行。有一个名不见经传的歌手的新专辑，据算法分析，该专辑14首歌中有9首能登上流行排行榜，连写这个算法的工程师都觉得难以置信。这张名为《跟我远走高飞》（*Come Away with Me*）的专辑最终热销2000万张，那名叫诺拉·琼斯（Norah Jones）的歌手当年获得5项格莱美奖。

设计一套算法并非易事，工程师需要以机器可读的语言编写，然后进行千丝万缕的测试，找到复杂编码中的每一个问题。久而久之，计算机工程师研发了无数个互相关联、互相依赖的算法，形成了编码的生态系统。然而这套生态系统中的复杂程度日增，系统中的小问题也会迅速蔓延。算法与算法之间的相互作用，乃至算法本身，其复杂程度开始胜过人类的脑容量。不夸张地说，如果有一天一切算法都骤然失灵，那世界即便谈不上毁灭，也会了无生趣。

算法是什么？让我们回到这个基础问题上。算法是按照设定程序运行以获得理想结果的一套指令。

人类可见的最早算法来自两河流域的苏美尔人，他们留下的一块距今4600年的泥板上刻着一段文字，写的是利用小型称量工具，在人数不定的一群人中平均分配几千公斤谷物可重复使用的方法。计算机的发明使算法的功能被极大提升，因为在做重复性工作时，计算机显然更具优势，而人们要做的是运用计算机语言将众多极为简单的指令组成非常复杂的逻辑推理链条。譬如，做蛋糕的时候该加一小勺白糖，人可以执行，计算机可不行，它首先必须知道白糖是什么；其次，“一小勺”的量不够精确；最后，计算机也不知道怎么“加”，从如何拿起勺子到如何移动勺子再到如何把勺子里的白糖倒到碗里，计算机都需要明确的指示才

能执行。可见，算法是一种严苛的标准。

不过，随着算法对我们日常生活的渗入，一个小错误就可以击垮整个系统，导致火箭陨落、电网崩溃、市场坍塌，前两者我们或许还没见到实例，但是因为算法的一个小错误引发连锁反应导致市场崩盘的惨剧确实发生过。2010年5月6日，美国股市就曾因为计算机算法停止竞价，导致股价大幅下跌，市场崩溃，这种情况被人们称为“闪电崩盘”。

那么怎样避免这样的情形再次发生？怎样让算法越来越聪明？怎样让算法超越人类既有经验，创造出前所未有的价值？这些领域都有巨大的发展空间。

算法是“机器学习”的核心——笨机器用笨办法，靠着算法的持续迭代优化，变得越来越聪明。即便是一个非常粗糙的算法模型，也可以在实时在线、全本记录的数据中，通过没有预判和方向的数据探索，来发现那些广泛潜伏但我们无从察觉的关系结构，并持续优化。

这是算法的又一次决定性的跃升。[2] 也是在这次跃升中，数据对算法的巨大作用被充分显现出来。任何一个算法模型，尤其是能够自我学习、自我优化的算法模型，比如股票市场分析模型或者巧克力爱好者口味偏好模型，都承担着在成千上万个可能的因素中寻找出所隐藏着的联系的艰巨任务。这些可能因素中有些具有决定性的价值，有些却是彻底的“噪声”，而且，它们还在实时发生着变化。所以算法真正要准确地预测股价，或是猜对某种朗姆酒口味巧克力的受欢迎程度，就必须通过分析海量数据来实现，必须在实时更新的数据中快速迭代优化。

机器学习的原材料是数据，数据越多越好。并且机器学习能够克服各种复杂情况，只要数据足够丰富，简单的学习算法可以轻松编写百万行长的新算法，工程师的工作轻松多了。工业革命使得体力劳动自动化，信息革命使得脑力劳动自动化，而机器学习使得自动化过程本身自动化。战胜围棋本身并没有什么商业价值，但它带来了算法的突破，而

这种突破肯定可以被应用到不同的商业场景中。

数据时代的智能商业对算法提出了全新的要求：算法的迭代方向、参数工程等，都必须与商业逻辑、机制设计，甚至价值观融合为一。当算法迭代优化时，决定其方向的不仅是数据和机器本身的特性，更包含了我们对商业本质的理解、对人性的洞察和对创造未来商业新样貌的理想。

这就是我们将算法称为智能商业的“引擎”而非“工具”的关键理由，它是智能的核心。基于数据和算法，完成“机器学习”，实现“人工智能”。第三次工业革命发展到今天，计算方法已经产生了从量变到质变的飞跃，可以说是数据时代最根本的特征。

产品化：数据智能和商业场景的最终载体

其实，人工智能只是人类的一个工具。智能商业的核心特征就是能主动地了解用户，通过学习不断提升用户体验。而真正把用户、数据和算法创造性地连接起来的是“产品”，这也是互联网时代特别强调产品重要性的根本原因。

产品和数据、算法的互补作用可以形象地比喻成“端+云”。“端”就是产品，是与用户完成个性化、实时、海量、低成本互动的端口，它不仅直接完成用户体验，同时使数据记录和用户反馈闭环得以发生，和“云”互动；而“云”则是数据聚合、算法计算的平台，它通过算法优化，更好地揣摩用户需求、提升用户体验。作为“端”的产品，具备以下三大关键作用。

产品设计直接影响用户体验

产品的功能是否齐全、界面是否友好以及交换是否自然，都是产品能否取得成功的关键因素。苹果公司这10年的成功，特别是iPhone的跨时代意义，充分显示了这一点；谷歌也是如此，超简洁的搜索框一经问世就立刻俘获了所有用户的心，人们的口口相传，为其带来了早期的高速发展。

上传：将“端”的行为数据向“云”反馈

产品是用户通过行为数据向“云”上的数据智能进行反馈、实现数据增值和算法优化的通道。用户的真实需求常常是无法直接加以表达的，但是他们的行为不会骗人。用户的每一次行为都成为一次数据反馈，算法在这样一次次的反馈中敏捷迭代，一次次更加接近用户的真实需求。

下达：将“云”的数据智能传递到“端”

产品是将“云”上的数据智能传递给用户、为用户带来价值的通道。事实上，在智能商业的“云”和“端”之间，客户的产品体验绝不仅仅来自端上的UI（用户界面）互动，而更多地决定于“云”上的数据智能。

例如，用户在淘宝的体验不仅是搜索是否好用、类目是否合理、导航是否有效等，更重要的是用户能否高效地从几十亿件商品、千万级卖家中快速找到自己需要的商品，甚至还有惊喜，而这取决于“云”上的数据智能。不通过数据和产品的紧密融合，不通过“云”上的数据智能实时发挥作用，真正意义上的客户体验持续提升是根本无法想象的，就好像我们根本无法想象传统的金融服务能在几秒钟内完成对客户的贷款一样。

上传下达，双“管”齐下，数据闭环靠产品互动实现，而产品体验依赖于数据智能，数据和产品合二为一。一切的数据智能体系，都必须最终融合在功效直接、交互友好、价值明确的互联网产品上，其智能的价值才能真正体现出来。

万物互联之“广”和数据智能之“深”，其价值都集中体现在互联网产品上。通过创造性的产品设计，既把数据智能的价值不折不扣地传递给用户，又使用户低成本、高频度地进行反馈，从而使数据智能持续提升。实际上，这里所说的“产品”已不止于“端”的概念，从更广泛的意义上说，互联网产品是一种包含了“云”的智能和“端”的体验的完整互联网服务，它是数据智能和商业场景紧密融合的最终载体，也必将取代营销，成为商业运营的关键。

因此，智能商业的成功，最关键的一步往往是一个极富想象力的创新产品：针对某个用户问题，定义了全新的用户体验方式，同时启动了数据智能的引擎，持续提升用户体验。这样的智能商业才是对传统商业的颠覆，才能真正实现降维攻击，胜者一骑绝尘，败者万劫不复。谷歌超越雅虎、脸书超越MySpace（一个社交网站）、优步颠覆出租车行业等，莫不如此。

数据化、算法化加上产品化构成了智能商业的三大基石。例如谷歌，其搜索引擎的三大核心，一是网页内容的数据化，二是基于PageRank的算法引擎，三是谷歌巨大的产品创新——极为简洁的搜索框和基于相关性排序的结果页。然而这还不够，要让智能商业一天比一天更聪明，还有一样东西不可或缺——反馈闭环。

用户行为通过产品的“端”实时反馈到数据智能的“云”上，“云”上的优化结果又通过“端”实时提升用户体验。在这样的反馈闭环中，数据既是高速流动的介质，又持续增值；算法既是推动反馈闭环运转的引擎，又持续优化；产品既是反馈闭环的载体，又持续改进功能，在为用户提供更好的产品体验的同时，也促使数据反馈更低成本、高效率地发生。

一言以蔽之，数据化、算法化和产品化就是在反馈闭环中完成了智能商业的“三位一体”的。智能交通体系是另一个例子。以无人驾驶汽车为代表的整体智能交通体系已经不是科幻，谷歌首次实现了根据路况数据设计路线，本质上就是将关于路线选择的算法在线了，而今天在美

国，无人驾驶汽车已经上路试验，就是汽车这个“端”的全面智能化。

在中国，阿里巴巴最新的实践则是交通“云”的全面智能化。依据各方面交通数据的整体打通，预测未来一小时里的每一个路口可能的交通状况，进而对接城市交通指挥系统，有的放矢。在北京这样复杂的路况下，此套体系的预测准确率超过95%。其中，数据化、算法迭代和产品同样在反馈闭环中实现了三位一体。智能交通体系首先以一连串事物的数据化为前提，包括地理位置的数据化、车况的数据化、天气的数据化，以及红绿灯、分道线、行人的数据化等；其次，它还是算法实时优化的结果——不仅是车况本身的优化，更是整体智能交通体系的优化；再次，它当然离不开从汽车到红绿灯等种种产品的智能化；最后，它更是众多数据反馈闭环的集合体——路况数据使车辆实时优化行车路线，周遭环境数据使车辆实时决定行驶速度，乘客身体状况的数据使车辆实时调整车窗开合。

本质上，商业从一开始就是基于某种反馈闭环的，从而了解客户所需，提供相应的产品或服务。然而，不论是发挥商业天分猜测客户需求，还是通过市场调查听取客户需求，都始终失之于准确、困之于成本。不过，到今天，当客户可以通过全本实时的数据把他们的需求直接告诉商家时，当商家可以凭借敏捷迭代的算法引擎精确满足客户的需求时，当产品借助互联网的巨大能量成为数据智能和用户实时互动的端口时，我们终于可以说，我们找到了促使这个反馈闭环成本更低、效率更高，甚至自动运转的颠覆性工具。它可以被视作数据智能的“永动机”，只要有在线的互动，有数据的反馈，这台机器就永不停歇地学习，实时敏捷地进行优化。

数据、算法、产品在反馈闭环中“三位一体”，唯有如此，智能商业才能完成对传统商业的降维打击，DT时代的商业跃升才有发力点。

活数据：让反馈成为闭环

我们之所以花费大量精力去了解、分析有关商业智能的知识和案例，绝非单纯为了满足我们的好奇心和求知欲。将这些理念同我们自身的工作和事业相连接，让自己能够赢在起跑线上，才是我们最终的目的。所以，如果这些理念不能平稳地着陆与实现，一切就都只是纸上谈兵，毫无价值。

因此，如何才能帮助一个企业在数据方面取得足够的成功？怎样利用数据智能真正把自己的企业变成一个精准商业的模型？类似这样的问题才应是我们关注的焦点。这里我们就将重点介绍一个在实操方面很有价值的新概念——活数据。

大数据是近年来我们经常听到的一个概念，它的特征是：大量、多样、快速、高质量。但我们会发现，这4个词只是在描述两个事实——数据的“大”与“快”，这些并不能帮助我们更好地进行商业决策。难道我们对数据的需求仅仅停留在“大”与“快”这两个方面吗？我们到底应该怎样去使用它呢？

想要让数据与现实生活无缝衔接，就需要数据在线，实时记录而不是主动采集；要不断更新，随时可用来产生洞察；需要在实际业务场景中被灵活使用，驱动下一个决策的产生。这个概念我称为“活数据”。

“活”的两层含义

这里提到的“活”字，有以下两层含义。

1.数据是“活”的

“活数据”一定是始终在线且不断更新的，可以随时被使用。

2.数据需要被灵活使用

“活数据”在不断地被消化、处理，产生增值服务，同时又能产生更多的数据，形成数据回流。

“活数据”的三大重要特征

了解了“活”字的具体含义之后，我们再来看看“活数据”的三大重要特征。

1.全本记录，而非样本抽查

虽然按照统计学的方法，一个随机样本也可以在相当程度上推导出全局的特征，但商业的环境是动态的，始终处于不断变化的过程之中，一个间隔很长时间才收集到的样本，充其量只能将静态的一部分描述出来，并不足以支撑商业决策的全部需求。

众所周知，在传统时代收集数据是一件极其麻烦的事情。首先得先整理出问题，随后设计合理的问卷调查，再有针对性地找人专门填问卷，这样才有可能收集到一些对商业决策有些许帮助的数据。但互联网的第一步就是连接、在线，你只要让自己的业务处于在线状态，就会得到巨大的好处。要知道，你的用户的所有行为都会在互联网上留下清晰的印迹，而将这些行为直接记录下来，就能够让你对这个用户进行全面而深刻的了解。

淘宝并不需要经常性地组织抽样调查，去询问用户对淘宝的服务是否满意。淘宝的每一个用户在登录后，后续的所有行为都会被自动记录下来。他们看了哪些商品、在某一款商品的详情页上停留了多长时间、最后购买了何种商品，这些数据都会被自动记录下来。这种不加选择全本记录的方式，毫无疑问意味着巨大的数据记录成本。因此，今天我们谈论“活数据”的最大前提，一定是数据记录成本的大幅下降。这个前提如果无法得到满足，“活数据”的概念不谈也罢，因为它无法落地。

2.先有数据，后有洞察

传统市场调查方法的第一步是整理问题，如果你想了解一个问题，或者想测试某一个假设，你就要根据这个问题去收集相关的数据。其中最麻烦的地方在于，一旦你发现自己遗漏了一些问题，或者产生了一些新问题，这个过程就必须推倒重来，从头收集相关的数据和信息。

但是在“活数据”时代，市场调查的整个过程被颠倒了。在越来越多的人口中，可以听到这样的说法：“我们重视的是相关性，而不是因果性。”由于数据存储和计算成本足够低，我们可以把所有相关数据都记录下来，在业务的发展过程中去看哪些数据的使用能够让我们更好地进行洞察，能够帮助我们重新进行商业决策。简而言之，就是先有数据记录，再有分析和洞察。这样做的最大好处，是避免了事后出现新的需要调查的问题而被迫进行重复作业，这种传统方式所带来的成本是巨大的。

3.数据就是决策

数据就是决策。也就是说，数据智能的引擎机器要能够直接做决策，而不是传统的利用数据分析来支持人的决策。如果数据仅仅被用来支持人的决策，那便无法形成真正的闭环，不具备大规模复制推广的价值。

举个例子，如今很多企业不太理解数据工程师跟商业智能（BI）分析师的区别。其实，BI是business intelligence的缩写，也就是所谓的商业分析部门，规模稍微大一点的公司都有这个部门。BI分析师最核心的工作就是研究数据，然后将数据分析成一个个报告，支持高管做出某些商业决策。这里提到的数据其实是离线的，目的是支持决策，并非我们正在讨论的“活数据”的概念，真正的“活数据”一定要能将数据本身产生的洞察直接变成商业决策。

说到这里，让我再以淘宝为例。如果用户在淘宝上通过关键字搜寻自己想要的商品，那么他第一眼会看到什么、在第一次点击之后再给他

看什么，类似这样的决策其实都是机器自主完成的。用户看到的一切其实都是机器想让他看到的，都是通过数据智能的算法自动形成的，不存在任何人为干预。

实话实说，早期我们也走了不少弯路。那时，为了帮助淘宝卖家进行数据化运营，我们的数据部门会不断地为卖家后台推送数据分析报告，然而收效甚微。后来我们发现，数据部门推送的这些数据，不仅使用率很低，就连打开率也不高，很多淘宝卖家甚至看不懂这些数据分析报告。在得出这一结论后，我们猛然意识到，其实卖家真正需要的不是去理解这些晦涩庞杂的数据，而是让数据直接帮助他们更快更好地做出决策，让他们的运营效率产生质的飞跃。

所以，我们第一个比较成功的产品就是在卖家的后台装了一个行动按钮。只要卖家点击一下这个按钮，整个店铺的陈列展现就会被自动优化，从而带动销售额的提升。对于卖家来说，这样的操作再简单不过，只需要点击一下鼠标即可完成。这个产品其实就是淘宝的后台通过“活数据”的运营，对海量数据进行算法分析，最后智能化地帮助卖家自动优化店铺展现，实际上就是让卖家的店铺展现智能化了。如果不是依靠机器和算法，仅凭人力来完成如此庞大且快捷的决策过程，估计连爱因斯坦也无法办到。

以上三大特征结合在一起，也就形成了反馈闭环的概念。只有“活数据”，才能让整个反馈闭环顺畅运作。你跑业务的时候自然会产生数据，这些数据会被自动、全部地记录下来，然后经过算法处理直接形成决策，用以指导你的业务，并通过客户反馈不断地优化你的决策。如此一来，整个企业的业务发展就走上了反馈闭环的正向循环，也就是走上了智能商业的发展道路。

如果从“活数据”的角度来考虑商业运营的话，感受便会很不一样。现在有很多人一听到“大数据”这个词，就会觉得和自己没有太大的关系——“我就是个小公司，数据量也不大，你们讲的那一套理念跟我没有

任何直接关系”。但是，如果从“活数据”的角度去思考，你会明白数据量的大小只是个相对概念。如果让数据成为你业务中的自然组成部分，让机器成为你决策中的一个环节，你的商业行为就会走入智能化的快车道。

企业智能化=在线化+自动化

谈到智能商业，相信很多人会问：到底怎样才能赶上这个智能化的浪潮？我要做些什么？其实，智能化的浪潮并不像我们想象中的那样抽象，也绝非虚无缥缈、不可落地的事情，其核心就在于你能否创新性地实现产品化，把你的核心业务流程在线化。通过这种方式，全本记录用户数据便有了实现的可能。接下来要做的事情十分简单，你只需要在那些大型互联网企业提供的算法工具包里挑一个适合你的算法即可。

产品提供反馈闭环，数据作为原料，交给算法去处理，三位一体，你的业务就变成了一个智能业务，你的商业有了数据智能这一核心引擎，你就能跑在竞争对手之前。能否做到这些，决定着未来大部分企业的生死，如今国内有很多优秀的企业已经先行一步。

下面，我想和大家分享一个案例——流利说。

“流利说”创立于2012年9月，创始团队有三个人，都是理工科技术男。“流利说”的创始地与湖畔花园（阿里巴巴创始地）仅一街之隔。成立之初，这三位理工男首先做了一个简单至极的口语练习工具。通过这个工具，“流利说”成功积累了第一批用户，并且逐步形成了自己的社群。

社群形成以后，“流利说”沉淀了很多的内容。值得一提的是，他们的内容基本上是自演的，而且他们所找的是外国人，以此来确保文字和

录音的规范性。发展至今，“流利说”已经拥有超过5000万的用户群体，其中1/3是中小学生，1/3是大学生，另外的1/3则是成年人，其中以白领居多。

我与“流利说”的缘分源自一个朋友。一次偶然的机会，我和这个朋友在机场相遇。他花了15分钟为我介绍了“流利说”的案例，我听完后的第一感觉是这个案例太漂亮了！无论是时间、地点、人物还是事情，都恰到好处地演绎了数据智能的创新应用。

之后，这个朋友又和我谈起了对这个公司的看法，我当时的反应是：“这个公司应该拥有50亿美元的潜力。”朋友对于我的说法并不赞同，他认为成人教育中的口语教育是一个较小的细分市场，在这样的市场内做出一个市值50亿美元的公司几乎是天方夜谭。就此问题，我们两个人还展开了一次争论。我觉得这个案例值得深入研究。因此，我们又和团队专门为此进行了两次交流，其间我确实又学到了很多东西。

关于“流利说”，我想和大家分享以下两点感悟。

在正确的时间、正确的方向做正确的事

2012年创业时期，“流利说”恰逢移动AI、云计算和大数据三大趋势的结合，所以才会有这样一个产品的诞生。试想，当时如果没有智能手机，没有麦克风语音输入，没有人工智能技术的发展……那么，语音识别甚至语音识别之后的语音语料处理，包括匹配、辨别、评测就都没有了基础。可以说“流利说”是在合适的时间找到了一个合适的切入点，撬动市场的可能性也就因此大了许多。

事实上，我们在实际生活中不难发现，大多数成功的企业，不管它们当时有意还是无意，它们的成功都暗合了很多当时的大趋势和一些基本的商业规律，这是非常重要的。所以我们在湖畔开玩笑时经常讲，校董们分享的都是失败的案例，是希望大家少踩“坑”，但是教授就必须能

够研究透，能够讲明白成功背后的原因，只有这种背后的东西才能帮助大家走得远，才能最后走向真正的卓越。

企业智能化

需要学习口语时，大多数人通常都会想到找老师约课，由老师来安排课程的方向和频次，却并不知道自己要学的到底是什么。针对这个问题，“流利说”找到了一个巧妙的解决方向——数据智能，它不仅有效实现了课程的在线化，还成功将其变成了一个个性化的学习课程，有效实现了智能商业的初步闭环。

其实无论是哪个行业，只要是想做大、做强，搭上智能化的顺风车就都是殊途同归的，需要完成的事情也都是一样的。我们完全可以把“流利说”这个教育行业的案例当成一个普适性的案例来看。通过它，我总结了企业智能化的两大步骤。

1.核心业务在线化

让企业智能化，对于绝大部分企业来说，第一步往往就是实现核心业务的在线化。

“流利说”的定位并不是一个评测公司，他们所做的口语练习工具，其实就是数据和用户的入口。他们最初所做的App，实际上就是一个和用户交流的界面，是一个数据收集器。利用它，“流利说”将用户录的每一条语音都进行记录，以使其逐步演变成一个世界上最大的“中国人说英语”的口语数据库。如今，“流利说”对于中国人自然语言识别准确率已经居全球领先水平。

由于智能手机的出现，口语学习实际上已经完成了数字化的过程，“流利说”将更多的力量集中于软件化的攻关上，也就是将大家习以为常的行为变成一个模型，再用软件将其贯通起来。但是在更多的场合

下，核心业务的在线化是你首先应当考虑的事情，也就是运用IoT技术让线下场景变成线上场景。

最简单的例子是摄像头。由于摄像头的存在，我们才可以把场景录下来。如果这个摄像头是孤立的，那么它并没有多大的价值；但如果这个摄像头是联网的，那么它记录下来的视频就能够快速地在互联网上传播，价值得到了成倍的提升；如果这个摄像头后面还接了一个智能引擎，那它就能够进行人脸识别和ID（身份标识）匹配。

举个例子，如果将一个线下实体店和淘宝或者微信的数据打通，就能够轻松知道一个人在淘宝上的ID或者微信号是什么，可以将线下的独立个体转化成线上可以识别的人，这就是数字化的过程。这中间有硬件、互联网和算法的相互作用，但其核心是把一个线下的场景映射到一个在线的场景中。通过数字化和软件化两大步骤，将传统的服务搬到线上，这是企业智能化的第一步。

2.业务环节自动化

实现核心业务在线化之后，接下来要做的第二步是完成自动化的过程。对于“流利说”而言，也就是将学口语变成一个非常简单的自动化过程。你的录音都会得到系统的反馈，你可以针对反馈不断提升自己的口语水平，也可以随时调整课程的进度，这其实就是机器人AI老师的概念。它是用机器决策取代了传统的老师反馈和课程改进，而这个过程需要的就是前文提到的数字化和软件化。

只要这两步能够顺利跑起来，不管你企业的规模，也不管你所在的领域，你就是一个互联网时代的新物种，你就能登上智能商业的快车，比别人更快演化。

2014年，“流利说”做了一个自适应的学习系统。这个系统可以把用户学习的数据输入到引擎中，引擎背后连接的是一个很大的内容库，然

后把内容库中的每一个算法，穿针引线般给每个用户穿上不同的“珠子”。简单来说，就是根据用户学习的轨迹，为其创造比较个性化的学习体验。

在教育这一领域中，“流利说”可以说挑了一块最难啃的骨头。因为用户中有很大部分是成年人，要知道教育对于成年人来说并不是刚需。但“流利说”还是能够发展壮大，其中的奥妙自然不言而喻。在“AI+教育”这一领域，“流利说”有三个核心，即团队、数据和技术。其实用户是不直接消费数据和技术的，他们消费的是产品。所以就需要产品能够为用户提供足够好的体验，能够切实解决用户的问题，为用户创造价值。教育本身很重要的一点就是内容，内容不是冰冷的死物，“流利说”通过算法和机器引擎让内容“活”了起来，变成了一个标准化产品。

所谓企业智能化，简单而言就是“能学习的决策机器”，不但能够做决策，就连决策的效率和效果也可以通过学习的闭环不断进行优化改进，这当然需要数据和算法的支撑。我们可以看到，在“流利说”这个场景下，三位创始人从创业之初便对数据有着较为深刻的理解，将一款移动产品变为了数据输入的极佳入口，运用算法为输入的口语进行识别、打分和反馈。与此同时，还让产品保持快速的迭代优化，不断提升用户体验，从而取得了今天的成绩。

不可否认，“流利说”的成功有着特定的天时地利因素，但绝非无法复制。在某个特定的业务场景下，通过在线化和自动化形成智能商业的初步闭环，这是接下来最值得大家去研究的事情。

---

[1] 这个看似非常简单的问题，只能用机器学习的方法解决，而且这个“解决”不是事先确定解决方案，而要看不同场景下调用哪个数据的效果更好。

[2] 算法的突破往往依靠数学的发展。

05　智能商业的特征：向精准升维

新旧商业的区别，在于精准。精准，就是精确和准确，分别对应着网络协同和数据智能。服务想要做到精确和准确，就需要不断地互动，不断地迭代优化，通过数据智能不断加深对用户的理解。未来的社会必然会向服务型转变，而那些无法为用户提供精准服务的企业，则很快会被淘汰。

“精+准”是未来商业的核心要求

互联网时代的到来，使商业衍生出了一种全新的模式，这就是智能商业。但是，智能商业和传统商业到底有什么本质区别？经过很长一段时间的思考，我终于找到了一个可以概括这两个概念根本差别的词语——精准。这个词在这些年里经常被人们提起，但一直没有被系统地完整阐述过。其实精准就是精确和准确，分别对应着网络协同和数据智能。

为什么谷歌、阿里巴巴、优步能够成功，能够有如此大的影响力？就是因为它们能够做到精准。精准广告、精准零售、精准交通、精准医疗……这些应该是时下最时髦的词了。虽然精准似乎有被滥用的风险，但仔细想想，这个词的确抓住了未来商业的本质。

谷歌开创了人类历史上第一个大数据驱动（如果用现在的词汇，也可以称之为“人工智能驱动”）的精准服务。那些存在了100多年的传统广告，其效率是没法准确评估的，而谷歌的精准广告是广告投放模式的革命。用户在谷歌上输入了某些关键词，自然可以将其判断为相关领域

的潜在客户。通过关键词匹配发展出非常精准的广告，这种广告模式对于传统广告模式有三个根本性的颠覆。

根据效果付费

如果没人点击，就不会收钱，精准广告玩的是事后收费模式。

市场竞价，实时在线定价

精准广告的价格是市场竞价、实时在线决定的。传统广告全部都是事先定下价格再人工销售的，而在互联网上，一旦有用户搜索了相关的关键词，这时下一秒钟究竟闪现谁的广告，就是由相关性、出价高低等很多因子根据算法来实时决定了。

持续跟踪反馈

淘宝在谷歌的精准广告方向上，又往前走了一步。客户在淘宝投放一个广告之后，系统就会持续地进行跟踪反馈，比如，在过去的一个月中，由于这条广告产生了多少直接和间接销售。广告的投入和产出变成了一个可变成本，并且可以精准计算投入产出。客户可以清楚地知道这条广告给他带来了多少收益，这在以前是无法想象的事情。

人们以前总会开传统广告的玩笑，“我知道它有效果，但我却不知道是哪一部分有效果，到底起了多大的作用”。原来不管是所谓的监测报告还是评估体系，其实都没有办法真正知道一个广告的实际价值。但是在“互联网+大数据”的时代，广告的确可以做到精准。所以，传统线下的广告都在快速地往互联网上转移，同时互联网的广告又向类似谷歌和淘宝这样的精准广告平台上转移。

商家投放广告的初心是为了销售，既然广告领域已经发生了变化，销售领域自然也会产生同样的精准革命。还是以大家熟悉的淘宝“双十一”为例。每年的“双十一”购物节，淘宝都会迎来上亿消费者，浏览者

更是无法计数。但即使在这样的数据量下，用户在淘宝的每个小时，甚至是每次登录所看到的东西都是不一样的。淘宝会根据用户历史上的购物数据、“双十一”期间的购物数据、收藏夹里未购买的物品等所有因素，为用户定制专属的淘宝页面，也就是定制的商品推送，这样的精准零售让沃尔玛等传统卖场望尘莫及。

如今，精准的商业概念已经被越来越多的企业认可并复制。比如我们在手机上常用的UC浏览器，它会记录下用户每次点击的网页，并且根据用户搜索的内容，向用户精准推荐相关信息。再比如现在的各大视频网站，如优酷、腾讯、爱奇艺等，它们同样会记录用户每一次观看的视频，然后根据视频类型向用户进行精准推荐。

需要再次强调的是，这里所说的精准与传统商业的精准是截然不同的两个概念。传统大众化时代，每个通路处理信息的效率是有限的，匹配的能力是非常低的，所以每个消费者只能在有限的几个选择中进行决策。对于传统企业来说，利用规模优势进入主要通路，并且尽量抢占头部位置，才是商业的核心所在。在此基础上，传统商业中所谓的“精准”，只是降低成本、提升利润的手段之一，而且只能在很粗的层面实现。

进入互联网时代后，线上平台处理信息的效率和匹配能力几乎被无限提高，全世界的数据相互连通，每个消费者都可以在无数个可选项中做决策。因此每个通路，无论是广告、推荐、电商、社交还是工具，都必须优先向用户呈现最“精准”的选择，才有可能被选中。所以在新商业时代，精准是商业的核心要求，是产品和服务能否有机会与用户连接的先决条件，更是企业能否存活并做大做强的关键所在。

精准商业要建立在和用户的持续性互动关系之上，在这种持续性互动中，对产品（服务）进行迭代和优化，从而更加精准。在这个模式下诞生的产品是一种“活”的产品。而要创造一个“活”的产品，就必须以数据智能作为产品的核心。因为，一方面产品的价值很大一部分来源于数

据智能在其中的应用，另一方面产品本身又是收集数据的渠道，形成反馈闭环、学习优化的基础。

同时，要与用户建立持续性互动关系，就必须以个性化、一对一的方式来实现与用户的连接，这样双方才有可能互动起来。但是想要同时能够和海量用户进行持续互动，就必须依赖于一个协同网络，只有协同网络才能支撑这样个性化的服务体系。

总而言之，在未来的商业文明中有两个基石：网络协同和数据智能。而我们所追求的最终目的则是实现精准的、不断优化的个性化服务。接下来，让我们分而论之。

精确：通过网络协同，实现降维打击

未来智能商业的精准性要求，分为“精”和“准”两个方面。在这一节中，让我们先从“精”的层面讲起。

“精”指的是精确。过去10年，有一个词语出现得愈加频繁——个性化。在工业时代，个性化被当作商业的至高追求目标。彼时的基本逻辑是标准化大规模生产，按照同一个标准的模型来生产产品与服务。在这样的环境下，人的个性必然被抹杀。但个性、自由是所有人共同追求的目标，打压得越狠，反弹的力度也就越大，每个人都希望获得个性化服务。

但是个性化并不能完全代表精确，否则早在多年前，腾讯公司为用户推出的每个人拥有专属号码、可自由变换头像和签名的QQ企鹅就已经满足了精确的所有需求。在新商业时代，想要做到精确，个性化只是一个起点，精确的颗粒度可以被无限扩大。

那么，精确究竟是什么概念？如今的精确，不但要求企业根据不同的用户提供个性化服务，还要掌握用户是何地、何时、何种场景之下需要服务。这个道理其实说起来简单。每个人在早上9点和晚上9点时的心情大相径庭；在家和在公司的需求也不一样；酒醉与清醒的不同状态下，又会产生截然不同的需求。所以精确要追求的方向，是在极度颗粒化的场景下，依然能找到具体时间点的需求，然后按需服务。

在弄清了精准的概念之后，让我们思考下一个话题：究竟如何才能实现精确？答案的核心是通过协同网络的不断扩张，获取一个人在不同场景、不同状态下的更多数据。

举一个简单的例子。如果现在将某人在微博、微信、陌陌、淘宝、支付宝这些软件上所显示的所有数据都打通，那么对这个人的理解就会变得全面且立体，更便于商家在某个具体瞬间捕捉到他当时的某种服务需求。因此，我得出了以下结论：精确是通过协同网络的扩张，对一个人在不同场景下的理解逐步深化的过程。

只有协同网络才能完成个性化服务，只有当一个网络能满足千万人需求的时候，才能真正满足一个人的需求。这是一次非常有趣的商业突破，它实际上是突破了一个传统的供给悖论——用网络上大规模的方法完成个性化服务。相对于一个固定的线性供应链结构，网络结构才有弹性来支持任何一点的需求，满足低成本、柔性化、模块化等要求，这些都是过去被认为商业上不可能实现的组合。

为什么淘宝和谷歌这样的企业，一出现就能够对传统企业进行摧枯拉朽般的打击？个中关键在于它们实现了过去做不到的组合，提供的核心客户价值让人无法抵挡，这才是网络结构的优势所在。在这个网络上能够进行全局动态优化，这是固化的供应链难以做到的事情，也正是所谓的降维打击。

从工业时代到数据时代，无论是基本逻辑还是指导思想都在发生着

变化。工业时代要解决供给不足的问题，让大家都能用得起，所以它的核心就是标准化，只有标准化才能进行流水线生产，实现大规模和低成本。由于中国中产阶层的不断扩大、消费需求的日益增加，产能需求进一步扩大，对标准化又提出了更高的要求。这个正向循环的整体逻辑是线性的，以控制为核心。精确的系统一定要能有效控制；一旦失控，整个系统就面临崩溃的局面。

然而进入互联网时代之后，一切都发生了变化。新时代对企业的要求是一切以客户为中心，以C端为中心，C2B模式成为主流。这种模式强调个性化和差异化，追求的是价值而非成本。由于供给过剩，商家必须强调将给客户带来何种额外价值，客户才会愿意为此买单。因此，互联网时代强调的是网络和社会化协同，看重的是自组织生长，这是一种生态思路、网络思路和演化思路。

说到这里，解决精确问题的关键，又回到了如何才能构建协同网络上。伴随淘宝10多年一路走来，我们有了以下心得和体会。

降低准入门槛，扩大生态容量

要想构建协同网络，首先要能够通过赋能降低门槛，让原来不存在的供给者进入，这样才能极大地扩大生态容量，才有可能改变原来的格局。

在旧体制里改革，从来都是一件很难的事情。既然存量难改，那么你能做的只有增量改革。当增量达到一定程度后，新的东西才能把旧的东西囊括进去。

最早的淘宝，我们戏称它是“边缘人群卖边缘商品”。那时候只有找不到工作的大学生和下岗工人，才会到批发市场批发一些东西，将其放到网上来卖，而这些人在传统商业模式中根本无足轻重。渐渐地，这些人靠着自己的勤奋和新技术，“吃螃蟹”一般做出了示范效应后，才让一

些稍微有点钱、有点能力的人愿意加入其中，就这样一棒一棒地传了下去。因此，我一直认为，低门槛是非常重要的一个竞争手段，越大的生态越需要低的门槛，这样才能保证足够的容量。

以协同为核心的不断演化

淘宝是怎么变成平台的？答案不是淘宝去发展关系，而是大家之间发生了关系。除了最开始的买家与卖家，绝大部分角色都不是我们按计划设计出来的。比如，从“窄带”到“宽带”之后，出现了模特需求，于是有一批人当起了网店模特；随后有一部分没有货源的卖家提供运营服务，于是就出现了名为“代运营商”的新物种；渐渐大家发现对快递服务的要求越来越高，于是就出现了几家来自桐庐小镇的快递公司……像这样的例子，还有很多很多。

新物种是不断演化的过程，是以协同为核心，让网络不断扩张的过程，这一点在中国非常特别。而在美国，因为传统商业极其发达，每个环节的效率都很高，所以电子商务很难在整体上重构美国的商业版图。

准确：数据智能的背后，是商业逻辑的根本改变

在展开讲“准”这个概念之前，我们先要对当前时代的宏观背景有个准确的认知：我们这个时代，已经从短缺经济变成了过剩经济。其实早在20世纪90年代，美国就已出现物质极大丰富的现象，绝大部分的商品都处于过剩状态。中国在赶超了40年之后，近几年也出现了产能严重过剩的情况，大部分标准化产品的竞争都无比激烈，因为标准化产品的市场已经饱和了。未来竞争的核心，将从满足显性的标准化需求变成挖掘潜在的个性化需求。

这是一个根本性的差别。在传统工业时代的逻辑下，广告和标准化

的生产是相匹配的，先有标准化的产品，然后通过广告去激发需求，再通过渠道把这个激发的需求与产品匹配起来。进入互联网时代之后，我们能够做的是更好地挖掘潜在需求，而不是用标准化的服务去满足某种被广告激发的需求，这就回到了我们本节的关键词——准。

“准”指的是准确，而这只有通过智能化才能实现。依靠牛顿经典力学为代表的现代科学所发展起来的工业时代，是追求确定性的时代。在那个时代，人的信仰是科学能够发现一切规律，依靠规律就可以将一切事情做得准确。最近50年，随着量子物理和计算机科学的发展，新时代最大的特点就是开始接受不确定性，尝试用统计的方法来逼近准确性。所谓的机器学习和人工智能，就是先从一个非常粗糙的目标开始，逐步迭代优化，最后可以达到非常准确的高度。

谷歌翻译的准确率可以从一开始的40%，仅仅利用几年时间就达到很高的水平，就是因为它拥有了和工业时代完全不一样的思路。谷歌翻译是用统计、概率、学习、反馈来逼近精确，向越来越准确的最终目标前进。它要求“活”数据，而不是一般意义上的“大”数据。只有量是不够的，数据必须和业务完整地融合在一起，在此基础上有模型和算法，还要有云计算和大计算能力支撑海量数据处理。这就是未来商业真正比拼能力的地方，能否做到更加准确，这是商业逻辑的根本变化。

到了现在，如果还用工业时代的逻辑，三年计划一个产品，然后希望这个产品在未来某个时刻能打中人的需求，这样的概率几乎为零，没有任何准确性可言。所以，未来服务的准确度是去挖掘潜在的需求，我们要用一套全新的方法论去指导这种思考。而这个方法论想要变成一套完整的运营体系、业务流程，就需要拥有一个互联网化的支撑系统，才能提供更加准确的服务。

那接下来的关键问题就是：如何挖掘潜在需求，才能实现最高效率？

如果让人和一个个用户不断地进行互动，看他们到底想要什么，这是一种成本很高的方法。就像做所谓的定制化服装一样，要人跟人之间发生很多次的反复互动才能达到目的，性价比非常低。如果这种场景想要普遍化，最终还是要靠我们讲到的数据智能。你先要建立起一个有效的产品通道，将商家跟潜在的客户联结起来，再通过各种各样的方法去试探客户的反馈。最终双方动态的匹配形成某个时间节点的最优服务，而这个服务又会随着用户的需求不断演化。

想要完成这个目标，唯一的方法是通过持续的互动进行产品的迭代和优化，光靠人力注定无法完成，背后需要数据智能引擎的支撑。只有用机器决策取代人力决策，才能在足够短的时间内快速学习、提升和逼近可能的潜在需求，这样得出的判断才是准确的。用工业时代的思想无法企及准确这一高度，只有用数据时代的思想，人们才能用渐进的方法来快速迭代、试探。其实这种试探是双方的，只有经过多次的摸索、互动，最后才能找到一个当时足够满意的服务。

既然要靠试探和摸索，那便离不开数据智能的自我学习能力。在这方面，淘宝的经验或许能为你提供帮助。

在线记录数据

淘宝提供在线购物服务，用户所有浏览和购买行为自然就被记录了下来，这不是额外的动作，而是业务的自然过程，是记录数据而非收集数据。

收集所有的数据

淘宝不仅能够记录买家的购买数据和浏览数据，就连买家在两个浏览行为之间停顿多少时间这样微小的行为都会一一记录。这些数据的价值在当下或许不会得到体现，但在将来的某一天也许能够对你产生极大的帮助。先大范围地收集数据，数据的具体价值留待将来慢慢发现，这

也是一种很不同的思路。

要想做到以上两点，就要把一切业务在线化、软件化，这是与ERP平台[1]的根本差别所在。ERP是将管理行为固化，通过最佳实践的软件化传播来提升管理效率；而未来需要的是要将业务行为软件化表现出来。人能够通过潜意识对用户的一个线下行为进行预测，但无法让机器通过学习加以掌握。只有当你把业务的全部流程都用软件方式表现出来，并让其在线化之后，接下来的一切才有了开始的可能性。所谓机器智能，就是用最笨的方法做出最聪明的结果，这是第一步。

我们之前讨论过淘宝的网红店铺，为了追求在线实时业务流，很大一部分的网红店铺都在重写业务流程软件系统，抛弃了过去常用的ERP平台。在线化会带来庞大的数据流，在掌握了用户的全部数据之后，再使用预测反馈校正的方法指导业务决策。从这个角度讲，数据就是决策，而不是数据支持决策。智能化的第二步一定是自动化，就是直接让机器做决策。

用户在淘宝的搜索框中输入一个关键词，或者点击某个地方会出现什么内容，这些事情都是机器直接决定的。也许有人会产生这样的疑问："我怎么知道机器做得好还是不好？"其实这就是模型、算法、反馈要改进的过程。一定要将决策数据化才能够加以持续优化。在优化的过程中，服务会逐步变得精准和智能。如果你的核心业务没有在线化、自动化、数据化，你就没有开始智能化的过程。请记住，"离线动物"是无法和"在线动物"较量的，因为"在线动物"有很多工具可供使用，这根本就不是一个量级上的竞争。

最后还有一个问题需要解决，那就是怎样才能快速进行智能化服务。关于这个问题，前面的不同章节都有涉及，这里再强调三点，希望能够对你有所启发。

数据化往往是一个很昂贵的过程

问一下自己，你是否有足够的创造性，能够找到一种适合你的方法完成数据的初始化？这一点非常重要。如果你能够用足够低的成本、在足够短的时间内，掌握足够大的数据量，你的胜出概率将大为提升。在互联网时代，谁能够找到有创意的数据化方法，谁就具有重要的竞争优势，也就能真正融入未来的智能商业中去。

只有上线，才能迭代优化

不上线就没有用户反馈，就不知道往哪个方向优化，迭代便无从谈起。这两年有一个很好的例子——特斯拉自动驾驶。在全世界范围内，有数量庞大的特斯拉电动车在路上飞驰，特斯拉公司自然能够收集到大量的数据进行优化，这是智能商业非常重要的一个方向。

用机器学习的逻辑贯穿整个业务过程

还有一个问题需要问问你自己：针对一个足够大的问题，你能否找到新的算法来挖掘数据背后的洞察？千万别小看这个问题，要知道，算法创新具备极大的实用价值。谷歌正是凭借两个别出心裁的算法，支撑起了自己5000亿美元的市值。再举个简单的例子，未来一定会出现某种算法，让餐厅实现按收费最大化的目标来安排订位。但在这个算法没被人发现之前，大家就享受不到这样的服务。换句话说，这是未来餐饮业的商机所在，相信无数有心人正摩拳擦掌，打算凭借自己的力量打下全新的商业版图。

---

[1] ERP，enterprise resource planning的缩写，即企业资源计划，是指建立在信息技术基础上，以系统化的管理思想，为企业决策层及员工提供决策运行手段的管理平台。

06　黑洞效应：智能商业胜出的秘密

黑洞，是一个让人望而生畏的词语，它有着极强的引力，能够将所有接近它的事物吞噬殆尽，甚至连光都无法逃脱。未来的智能商业有着像黑洞那样无限大的潜力与空间，可以包容一切的人、数据甚至时间。而拥有“黑洞效应”的企业，可以搜集到无数的数据、信息，从而持续不断地高速发展。同时，因为越来越庞大的数据基础，智能商业的发展也必将越走越远，做到真正的海纳百川，有容乃大。

黑洞效应：智能商业的优势源泉

近年来，有一批企业以前所未有的速度发展，如滴滴、今日头条、摩拜、快手、瓜子，以及最近的抖音。那么，为什么这些互联网新兴企业能够拥有如此强大的生命力和火箭般的发展速度？同时，那些已经拥有庞大体量的互联网公司，如阿里巴巴、腾讯、亚马逊，又是如何继续保持着高速增长？要知道，这种情况在商业史上颇为少见。

我在研究和梳理这些案例的时候，找到了一个很有意思的观察角度，我称其为智能商业的“黑洞效应”。既然叫“黑洞”，自然意味着它有巨大的能量场。那么这些“黑洞”的能量场又是如何形成的呢？

网络效应

智能商业双螺旋之一是网络协同，而网络协同的驱动力就是网络效应。既然是互联网企业，天生就带有“网络效应”，具备指数型扩张等大众已经非常熟悉的互联网天然优势。所以，“黑洞”型企业的第一个优势

当然就是网络效应。

学习效应

数据智能是智能商业双螺旋的另一个重要组成部分，而数据智能有着乘法的优势，也就是学习效应。打个比方，机器的算法在不断对数据的处理中提升了自己的智能水平。这是7（一周7天）×24（一天24小时）永不停歇的自我运转，所以这种学习效应是乘法叠加的。“黑洞”型企业越学越聪明，学得越来越好、越来越快，这就是学习效应。

数据压强会推动数据智能发展

一个网络在不断扩张时，数据天然会被记录下来，随着时间的推移，积累的数据会越来越多。当网络越来越复杂以后，靠人力根本无法完成如此繁重的工作。就像我们提到的快手，人流量快速过亿。如此庞大的人群，每天都会产生极为庞大的数据量，我称之为“数据压强”。在这种巨大的原生性压力面前，人力束手无策，数据智能是唯一且必然的选择。而快手高速成长的原因之一，正是从一开始就将平台运营建立在了机器学习的基础上。

再以淘宝为例。早在2008年之前，我们就已经感觉到传统的类目再也无法处理这个平台上如此多的商家和商品信息了，消费者的购物效率出现了直线下滑的趋势。因此，淘宝从2007年开始计划，在2008年全面投入，用搜索引擎取代传统的分类浏览。在当时，搜索引擎是一款数据智能的新产品，只有搜索引擎才能支撑淘宝复杂网络的爆发式成长需求。对于搜索引擎而言，处理1亿件商品与处理100亿件商品并没有太大的区别，只要它的可扩容性能够承载就可以了，但这是人力无法达到的效率。

现在看来，淘宝的数据智能之路，与日趋庞大的网络所产生的“数据压强”息息相关。在“数据压强”面前，要么数据智能，要么变成肉

泥，没有第三条路可选。

数据智能拥有网络张力

如果说自然资源中的石油与钢铁是20世纪最重要的生产资料，那么在当下的时代中，最重要的生产资料就是数据。二者的主要区别有以下几点。

1.物质资源有形，数据资源无形

数据和石油、钢铁的最本质区别在于，石油和钢铁都是物质资源，而物质资源都是有形的。就像一杯水，只要有一个人喝了，这杯水就没有了，别人自然也就无法再喝了。数据、信息则是无形的资源，可以被反复传播共享。

2.物质资源传播成本高，数据资源传播成本低

数据信息的复制和使用的边际成本近乎为零。换句话说，数据信息无论在网络上被传播多少次、传播得有多快，都不会提高数据信息的传播成本。反观那些物理属性的物品，无论你用何种方式进行传播，速度与成本都会受到很大的制约。

3.物质资源的使用是损耗过程，数据资源的使用是价值创造过程

物质资源越用越少，最后的结局就是完全枯竭，因此，物质资源的使用过程是单纯的损耗过程，而数据资源却不然。数据的使用过程是一个增值过程，有多少人查看，查看的人是谁，这些信息本身就有着巨大的价值。如果查看信息的人再去点个赞、留下一条评语，甚至再转发一下，整个信息的价值更会以几何级数上升。从这个角度看，数据资源的使用过程可以算作是一个价值创造的过程。在我看来，任何互动产品的设计都极有价值，原因就在于这些优秀的互动产品，让信息的消费过程变成了信息的再生产和信息价值的再创造过程。也就是说，在网络上有

多少互动，就能够产生多大的信息价值。

4.二者的经济学原理不同

在给传统的物质资源定价时，成本因素起到了很大作用。但是对于数据资源而言，编辑复制它的成本基本趋近于零。另外，同样的数据资源在不同人眼中，价值也完全不同。从市场有效性的角度来看，某个特定信息总是有着极大的意愿去触达不同的人群，总是希望能够在网络上“走”得更远一些。唯有如此，它才会有更大的概率遇到某个愿意为这个信息付出高额溢价的人。

在了解了物质资源和数据资源的四大不同之后，你会越来越清晰地发现：数据就像是一个黑洞，它总想越变越大，触达的人越来越多。因为数据传播和消费的过程，本身就是价值创造的过程，而传播的边际成本又非常低。这种不对称性使得数据有很强的动力去尽可能地在全网络传播，这是一种天然的网络张力，所以数据的积累又会进一步推动网络的扩张。

以上四大优质DNA的重叠附加与彼此赋能，让有着“黑洞效应”的企业占据了指数级增长的竞争优势。这些优势的乘法叠加，足以在各自的行业和领域内掀起一次又一次的惊天风暴，也由此诞生了一个又一个智能商业独角兽。诺基亚与摩托罗拉的悲剧式谢幕、雅虎的破产贱卖……那些曾经无限风光的行业巨头纷纷倒下，暴露出了现实的残酷性：传统商业在面对这样的对手时，几乎毫无还手之力。

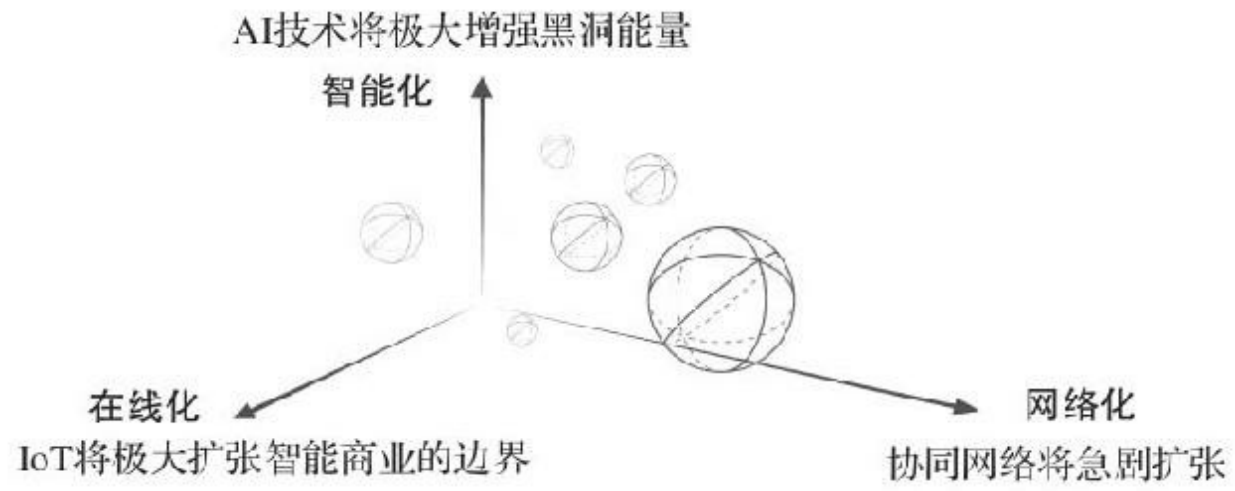


图6－1 黑洞效应

在智能商业的时代，想要让自己的企业获得成功，首先要问自己4个问题：

• 第一个问题，我的企业能否最大限度地实现网络化？

• 第二个问题，我的企业能否尽可能地引入机器的学习效应？ • 第三个问题，我的企业能不能在网络扩张的过程中，尽可能地用机器决策取代人工决策？

• 最后一个问题，我的企业能否让自己收集的数据与更多不同类型的数据产生交换？

这4个问题，每解决一个，你就离成功更近一步。因为，这4个问题代表了“黑洞效应”的4个不同优势，无论哪一个优势都能为你的企业带来巨大的发展动能，都能为你的企业创造出巨额的价值。

黑洞效应的必然方向是智能商业

在了解了“黑洞效应”的四大共性后，让我们来思考这样一个问题：

既然黑洞效应的威力如此巨大，那么它会将我们的世界带向何方？

在我看来，物质、能量和信息分别是世界的三大核心资源。而在信息这个维度中，还可以分为两条主轴：一条是通信和通信，另一条是处理和计算。在人类文明高速发展的这些年，物质与能源这两大核心资源带来的巨大变化，大家都已经很熟悉了。而信息这条主轴上的技术进步，同样推动了人类社会突飞猛进的发展。因此，我们只需要将目光聚焦于信息这个点上，将人类的三大文明时代进行横向对比，就可以得到这个问题的答案。

在农业文明的早期时代，人与人之间通信与通信的实现，主要依托于烽火台、信鸽和驿站。通过烽火来传递信号，通过动物（如飞鸽和驿马）来触达更多的人。文字和后期印刷术的发展，极大地提高了通信的效率。而彼时的处理和计算，主要依靠的是算筹和阿拉伯数字的发明，是几何定律与代数法则的出现，以及不可不提的算盘。实际上，农业文明的社会框架就是依靠这些形成的。

在人类文明进入到工业时代后，蒸汽机的发明让世界变得越来越小，曾经无法逾越的距离与天堑不再能够阻碍人类探索世界的步伐；电的发明在万家灯火璀璨的同时，也为世界带来了电报和电话。这两大跨世纪的发明让人类世界在通信与通信这条主轴上，出现了几何级的效率提升。同时，对计算能力也产生了巨大的需求，催生了一家时至今日依旧如雷贯耳的企业——IBM（国际商用机器公司）。

IBM创立于美国，初期以生产计算器为主业。计算器的生意带给IBM无限的财富与名声，也聚集了大量的人才。正是依托于这些时代的精英，IBM在发展后期成功将主营业务转为文字处理机，再到如今的计算机及相关咨询服务和解决方案。今日的IBM依然是业界的巨头，麾下员工遍布世界各地，人数高达30多万。2016年，IBM宣布该公司在美国一共获得了8088项专利。虽然在互联网时代面临巨大挑战，但在计算技术的进步领域，IBM建立了百年基业。

除了蓝色巨人IBM，100多年前成立的另一家公司，直至今日依旧对世界产生着巨大的影响，它的名字叫NCR。NCR起家于付款机业务，在2011年还曾名列世界500强，提供的服务更是涵盖了制造、金融、交通、安保、旅游等诸多领域。

在IBM和NCR这两家公司身上，隐藏着这样一个成功秘诀：在工业时代，不管是计算器还是付款机，任何简单的机器一旦包含了一定的计算能力，就能被称为当时最前沿的科技，足以诞生一家巨头级别的公司。

如果追溯智能商业的起源，我们就得将时光调至1989年。正是在那一年，世界上第一台个人计算机成功连接至公共的互联网网络。信息资源的两条主轴——通信和计算——终于合二为一，个人计算机在具备了计算属性的同时，又具备了通信节点的通信属性。正是有了两条主轴的相互重合，网络协同和数据智能的双螺旋结构正式成型，开始了极为强劲的耦合发展，进而奠定了智能商业时代的基石，也为崭新的时代揭开了序幕。

换言之，经过了几亿年的不断演进，人类依靠碳基能源，终于完成了整个世界的物理连接，再加上钢铁与照明，共同构成了如今的世界。而未来的智能世界，则需要人类在这些物理连接的基础之上，完成创造力、知识和智慧的联结。

这是一个伟大的联结过程，它分为三大实践步骤：

- 人脑的联结。

- 全世界机器智能的联结。

- 人脑与机器脑直接联结的网络。这同很多科幻电影中描述的场景极为相似，艺术是生活的延伸，而那一天似乎离我们越来越近了。在特

斯拉、SpaceX（美国太空探索技术公司）等公司外，马斯克的Neurolink（脑机接口公司）所聚焦的就是这个领域。

如果说在过去十年间，智能商业的概念听起来还比较遥远，那么时至今日，我们已经可以对这个伟大的商业文明时代感同身受。尤其是生长在互联网环境下的90后与00后，这两代人从出生起便处于当下这个新时代中，他们对所有新生科技都能自然地接受并且理解，毫无违和感。前文提过，1989年正是智能商业的技术起点，这也意味着智能商业的演变过程和用户以及整个社会的演变过程完全同步，我们的生活越来越网络化、场景化、流动化和碎片化。

如今，人们生活在云端之上和朋友圈里，物质条件已经极为丰富，甚至出现了过剩的情况，但焦虑感却始终挥之不去。每个人都桀骜不驯，追求着自我个性的极度释放，但与此同时，对于自己所认同的一个个小社群，我们又无比的忠诚。这是一个全新时代的开始，智能商业的目的，不是为了满足工业时代中那一个个毫无个性的人的物质需求，而是为了满足一个个完全不同的人在完全不同的社会中的发展需求，这也正是所有科技进步的终极目标——以人为本。在未来，每一个人都是被服务者，也都是这个世界的主人。

毫无疑问，这是一个让人极度兴奋，却又倍感恐惧的未来。到那时，如今所有一切庞大、臃肿、老态龙钟的企业都将被淘汰。企业要想存活，就必须时刻保持警惕，不断学习进步。因为稍不留神，就有可能被新一代的浪潮淹没。

第二部分　商业模式变革

随着人类社会的不断进步，商业模式也在不断地变革。曾经，所有的品牌都想着不断扩大规模，让所有人都使用同一种商品，而现在的品牌变得越来越细分，越来越多元，越来越重视小部分人的意见与需求。这不仅是商业史上的一次革命，更是人类文明的跨越式发展。

07　C2B：未来的核心商业模式

随着生活水平和科技水平的不断提高，用户的个性化需求逐渐显露。想要“一网打尽”所有用户并靠规模制胜的传统商业模式已经渐渐被时代淘汰，C2B模式由此悄然兴起。谁能够把握这一趋势，谁就能成为未来的商界领袖。

传统三大商业模式

商业模式并不是一个新颖的词汇，不但不新颖，反而十分陈旧。商业模式是从人类社会建立之初就已经存在的概念，以物易物也许就是商业最早的存在模式。所以，如果你想要做一个企业，而不单单是一次成功的生意或者投资，就一定需要一个有最终目标、可持续性的商业模式。因为只有确立了目标，你才能够制定出清晰明确的发展路线。投机也许可以当作一时的手段，却绝不能作为长期的战略目标。

这么多年来，商业圈形成了一种很有趣的风气，仿佛所有人都急于表达自己对于商业模式的看法，但殊不知能够将商业模式解释通透的，一向都只是“事后诸葛亮”般的存在。当然，适时总结肯定比一味蛮干要好太多，而我也十分愿意总结一下在中国互联网历史上出现过的不同商业模式，因为它们代表了中国互联网发展的不同方向。

无论何种商业模式，它的起点一定来自用户的痛点，来自一种未被发现或满足的需求。在商业领域内，较为常见的有B2B、B2C、C2C（个人对个人）三大商业模式，这里面的B指的是business（商业、商家），C指的是customer（顾客、客户），2也就是to（对、到）。下

面就让我们来详细了解一下其中的不同之处。

B2B代表企业：阿里巴巴、中化网

B2B指的是商家对商家，这是极为常见的一种商业模式。2B的业务往往意味着项目单价和利润率都比较高，是很多企业首选的生存之道。我将B2B分为两种：水平B2B和垂直B2B。望文可知义，水平指的是企业与客户企业之间是平行关系，而垂直则是指二者处于同一产业链之内，属于上下游关系。

1.水平B2B

阿里巴巴是较有代表性的水平B2B企业之一，如今，阿里巴巴已经成为全世界最大的商人社区和网上贸易市场，为全球近200个国家、700多万家企业提供服务。既然我们说到了水平B2B，那么阿里巴巴便是绕不过去的典型案例。

马云曾在不同场合多次提到，阿里巴巴的使命是帮助他人成功。那么阿里巴巴如何帮助客户成功？我将其分为以下4类。

（1）帮助企业完成交易

这一类十分简单，也就是为买家服务，帮助这些企业找到它们想要的商品。

（2）帮助企业宣传

第二类主要针对的是卖家企业，通过对企业产品、形象、文化的宣传，帮助它们找到更好的买家。

（3）帮助企业“交友”

第三类可以称为商业圈的“交友”服务，也就是通过阿里独创的

TradeManager（阿里旺旺国际版）软件，帮助企业之间进行交流与信息传递。

（4）帮助企业寻找商机

阿里巴巴会发送大量的国际商业行情，并且提供细致周全的专项咨询服务。

阿里巴巴平台创立的目的，就是为了企业之间能够更好地合作，信息传递能够畅通无阻、互利互惠，相关企业共同变得强大、繁荣。

2.垂直B2B

与水平B2B对应的则是垂直B2B，中化网就是其中的佼佼者。中化网全名为中国化工网，是中国第一家专业的化工网站，也是目前知名度最高、最受消费者信赖的化工专类网站。垂直B2B其实就是为企业寻找上游与下游伙伴，为零售商寻找供应商，为生产商寻找经销商，大大提高了企业之间的合作效率。

B2C代表企业：亚马逊、天猫和京东

B2C商业模式是指商家直接将产品或服务销售给消费者，电子商务的先驱亚马逊公司可谓其中的杰出代表。亚马逊公司诞生于1995年7月16日，最开始经营的是网络图书。由于库存书籍数以百万，曾被称为地球上最大的书店。

从互联网中尝到甜头的亚马逊创始人杰夫·贝佐斯，更加坚定了创业时选择的互联网道路。1999年，贝佐斯将亚马逊的业务范围拓展到了电子产品、音乐和视频等领域，此后更是一发不可收拾。很快，化妆用品、婴儿用品、家居用品等领域都能看到亚马逊的身影。如今的亚马逊几乎已经做到了应有尽有，成为互联网中的“百货大楼”。

在中国，大家都非常熟悉的天猫商城采取的就是B2C模式。天猫诞生于2008年，前身叫作淘宝商城，是淘宝网中的一个独立单元。因为有着淘宝网5年的经验和海量的数据支持，天猫甫一问世便得到了广大消费者的普遍信赖。2011年10月，共有38家B2C模式的商家加入天猫；到了2012年的“双十一”，天猫更是创下了13小时销售额突破100亿元的惊人成绩，创下了世界纪录。在随后的几年里，天猫不断突破自己保持的销售纪录。2017年“双十一”，天猫商城以总成交额1682亿元的战绩，再次刷新了世人对天猫的认知。

C2C代表企业：易贝、淘宝

C2C即个人对个人，网站作为平台存在，连接着买卖双方。在国外的网站中，我们最为耳熟能详的此类网站当属易贝，它是全球首屈一指的个人和企业销售商品和提供服务的在线交易市场。

1995年，易贝创立于美国的加利福尼亚州。与绝大部分网站不同，创始人皮埃尔·奥米迪亚创办易贝的最初目的并不是为了圆自己的创业梦，而是因为他的女朋友喜欢收集糖果盒，却苦于找不到有相同爱好的人分享自己的喜悦。于是奥米迪亚创办了一个拍卖网站，希望能帮助女友和全美国的糖果盒爱好者交流，这就是易贝。

没有人能够想到，如此“随意”建立的网站不仅成功地存活了下来，并且居然能够越做越大，越做越强。如今，易贝的注册用户已经超过2亿，每天都有来自全球近30个国家的用户在这个平台上进行交流、交易。

在国内，淘宝网是C2C网站的典型代表。淘宝网的发展历程我已经在前面和大家介绍过了，这里不再赘述。C2C这种商业模式，其实易贝比淘宝起步更早，但剑走偏锋一直是阿里人的作风，淘宝并没有选择和易贝进行正面对决，而是选择了进攻增量市场，这一次交手被人们称为“中国智慧与美国思维的交锋”。

对于中国市场而言，用户人数众多、商品质量参差不齐是我们一直关注的重要问题。为了能给用户提供更好的服务，淘宝在2003年便推出了“支付宝”，通过它为消费者在淘宝上的消费进行担保，为消费者的权益保驾护航，这次尝试得到了大多数用户的认可，淘宝开始大跨步向前迈进。随着我们对互联网和智能商业认识的日益深入，“阿里旺旺”于2004年应运而生，让淘宝的购物不再单调，给了消费者一个表达意见、说出自身想法的途径。如今淘宝实现了“千人千面”的阶段性目标，所有用户都可以在第一时间得到最细致的服务。

C2B：对传统工业时代的颠覆

对企业而言，最重要的战略决策就是要对未来行业的最终发展方向进行判断。2012年，在我和马云的一次交流中，我们碰撞出了C2B的想法，也就是customer to business，我们都认识到这将是互联网时代一个最重要的基本商业模式。C2B模式是对传统工业时代的一次根本性颠覆，是真正客户驱动的商业。企业终于可以用较低的成本建立起和客户持续的互动，并在此基础之上，通过不断的运营来迭代优化对客户的服务。

李克强总理曾强调所谓的C2B，就是消费者提出要求，制造者据此设计消费品、装备品。这是一场真正的革命：一个企业不再是单个封闭的企业了，它通过互联网和市场紧密衔接，和消费者随时灵活沟通。C2B商业模式最明显的特征就是以用户为主导，用户从商品的被动接受者变成主动参与者，甚至是决策者。品牌与用户的关系从单向的价值传递逐渐变成了双向的价值协同。

B2C和C2B并不像看起来那样，仅仅是字母顺序的颠倒，这里边实际蕴含着对整个商业逻辑的根本性颠覆，也是商业网络从传统的供应链走向网络协同的一种全新的基本模式。这种基本模式的变化，甚至可以

被当作一个商业范式的革命。只有当C2B模式开始大规模兴起的时候，商务的整个链条才会被互联网彻底重构，我们才真正进入了所谓的电子商务阶段。

电子商务阶段的品牌，一定是由用户作为主导的口碑品牌，而不再是由厂商作为主导的广告品牌，品牌是在与用户一次次交流、互动体验中慢慢树立起来并传播出去的。尤其是90后、00后的年轻消费群体，他们不但希望得到符合预期的产品，更希望通过交流成为产品研发和设计的决策者；他们希望产品中有自己的想法与创意，能够体现出自己独一无二的个性。这种个性化消费潮流和消费行为的变化，使得C2B模式出现以后迅速升温，甚至已经呈燎原之势。

个性化消费的潮流创造出了一个全新的个性化需求的市场，使来自各行各业的团队、公司纷纷加入C2B模式的行列中。如戴尔通过直销网站实现了用户先定制方案，后再组织生产；在尚品宅配家居网，用户可以深度定制属于自己风格的家居产品；上汽集团的MG5极客版汽车也是如此，用户可根据自己的需求，选择配置、座椅、系统、保险、车贷，甚至语音助手对主人的称呼，等等。众多企业纷纷以这样的C2B模式来满足用户的需求。

这些定制均是以满足用户的个性化需求为首要目标，实现了C2B的真正落地。但是，在企业进行个性化定制的同时，个性化与规模化之间的矛盾也逐渐显现出来。如果厂商需要为个体制作一个特定的产品，那么生产成本会大大增加，尤其是一些复杂功能的定制，其成本之高是一般企业无法承受的。

目前，市场上广泛应用的C2B定制方式，并没有从根本上解决个性化与规模化的矛盾。而天猫商城推出了一种基于数据智能的C2B模式，为C2B的发展打开了一扇新的大门。

阿里包下了美的、九阳、苏泊尔等10个品牌的12条生产线，专为天

猫提供小家电定制服务。其前提是，通过天猫自己所掌握的数据，做出分析结果，去指导这些生产线的研发、设计、生产和定价。

此外，天猫还启动了数据共享计划，将收集到的行业数据，例如价格分布、关键属性、流量、成交量、消费者评价等分享给厂商，通过大数据指导厂商研发、设计和生产，更多的厂商将受益于大数据的应用。

比如，天猫数据分析的结果，北京雾霾天气比较多，北京的用户对空气净化器的需求就更多，天猫根据这些结果为小家电进行特别的功能设计。天猫还可以根据地域和时间数据的分析结果，为生产线安排合理的库存。

在天猫包下生产线的方式中，用户的搜索浏览、驻留时间、商品对比、购物车、下单、评价数据都被天猫全程记录，同时用户的个人资料，例如性别、地域、年龄、职业、消费水平、偏好也被记录。天猫通过对用户的这些资料进行分析，得出企业需要的数据。交叉分析、定点分析、抽样分析、群体分析……数据智能的挖掘与落地都得益于这些手段。

除了依托互联网起家的电商企业之外，大量的实体制造企业也都纷纷效仿C2B模式，一边在内部进行新的变革，一边向传统市场挑战，颠覆了行业的传统规范。在前端，企业可以把产品以相对标准化的模块形式提供给消费者，让其自由组合，或者直接让消费者参与到产品的设计、生产过程中来。在企业内部，提升组织和管理能力，充分了解消费者的个性化需求。在后端，企业积极调整供应链，提高柔性化生产和服务能力。C2B模式俨然已经成为DT时代的核心商业模式。

天猫试水家电行业，可以说是阿里的一次练兵。未来，这种基于数据智能的C2B模式将会扩展到各个行业，服装、3C（计算机、通信和消费类电子产品的结合）、家居甚至一些长尾品类，都会加入大数据C2B定制模式中来。比如，上汽大通就是其中之一。2017年，上汽大通新推

出私人定制D90车型的SUV（运动型多用途汽车），可谓赚了个盆满钵满。

在战略伙伴阿里的支持下，这次活动从设计到定价共有66万用户参与。无论是颜色、座椅还是驱动形式，共有58类可以供消费自由选择的定制方案；根据不同的方案，更是有1万多种价格梯度来满足不同阶层的消费者，而这些都可以在一个小小的App上完成。这样的活动自然受到了广大汽车爱好者的青睐，2017年12月，上汽大通接到的订单就超过了1万份。

其实，将C2B与传统商业进行了如此多的对比，并不是对传统商业模式的贬低，而是为了突出C2B模式的重要性。未来智能商业的核心模式一定是C2B，谁能够把握这一趋势，谁就能成为未来的商界领袖。

客户驱动：C2B模式的逻辑起点

在传统商业时代，“用户第一”是一种价值观，更是企业孜孜以求的前进方向和目标。但显而易见的是，要想真正做到时时、事事、处处以用户需求为基本出发点，便意味着巨大的成本。这也是高端定制在传统商业时代十分吃香的原因所在：高成本的定制化产品，只能服务于极少数的高端细分客户。

但是在智能商业时代，“客户驱动，用户第一”已经成为企业运营的起点和基础。这个新起点会从根本上将传统工业时代B2C的运作模式转换成客户驱动的C2B模式。在商业链条上一个环节接一个环节地倒逼企业，形成波浪式的传导，并最终形成整个社会的商业大变革。之所以会产生这种变革，很大一部分原因在于互联网和数据智能技术的飞速发展，我将其分为以下三大方面。

商家和客户能够实时互动

通过互联网的联结，可以实现企业和客户之间高效率、低成本的海量连接和互动。这意味着你不管从事哪种行业，不管你面对的客户体量有多么庞大，你都可以和他们进行实时的沟通与交流。与之形成鲜明对比的是，在传统工业时代，你甚至连客户是谁都不知道，更遑论用户体验和互动。

对于企业而言，最关键的第一步变化就是看你有没有与客户之间建立持续的互动关系。在传统的B2C模式中，企业与客户是单次的接触，在产品的销售环节结束之后，企业和客户之间就不再有任何关系。但是在商业智能时代里，产品销售结束之后才是服务真正的开始，才是你的商业模式真正能够创造价值的时候。

因此，企业只有和客户建立起一种长期动态的互动关系，才有可能得到快速的反馈，才能够不断提高你的服务能力和产品竞争力。企业需要全神贯注地服务好客户，因为客户的转移成本比以前要低得多。

不同的互联网企业可能会有不同的风格，比如，业界普遍认为腾讯产品经理的能力很强，也有很多人赞叹淘宝的运营能力很强。其实这两家公司强大的源头，都在于它们建立了与客户持续的实时互动，然后通过产品和运营来不断优化自己的服务，让客户有更高的黏性。

无论你是以产品还是以运营为中心，它背后的逻辑都是客户驱动，都是与客户持续的互动关系。这才是C2B商业模式的逻辑起点。

数据等于意见

在互联网时代，用户行为是可以数据化的，用户在使用产品过程中所产生的所有行为痕迹都会被一一记录下来，形成可供查阅的数据信息，这等于直接将他的需求以及感受告诉了你。

打个比方，用户在搜索引擎的结果页点了哪一条，就相当于直接通知搜索引擎按相关性排序的结果够不够好，对用户来说是否有效。淘宝为用户推荐了如此多的商品，用户点击了哪个商品进去看详情，也就直接给了淘宝推荐引擎一个反馈：用户究竟是否满意，接下来需要如何改进。

再让我们看看尚品宅配。这家企业诞生于2004年，它的前身叫作圆方软件。尚品宅配作为一家专攻定制家具的企业，也许是因为创始人李连柱最开始经营的就是互联网公司，所以他和他的伙伴深知数据收集的重要性。

尚品宅配为了符合用户的需求，前后共收集了无数楼盘、房型的资料，并建立了属于自己的“房型库”，随后更是延伸出了独具特色的“产品库”，坐拥万千用户。这样的成绩也使它在2017年3月7日成功上市。

其实，尚品宅配的成功除了最重要的C2C的发展方向，还少不了圆方软件的大数据、云计算等技术的支持。与传统的家具企业相比，尚品宅配充分利用了自身的互联网技术和数据优势，将过去的先设计、生产出家具，再推向市场雇用大量的人员进行推销的B2C商业模式，转变为了先通过互联网技术收集数据，然后根据用户反馈进行定制，最后进行生产、运输、组装等一系列工作的C2B商业模式。想要获得像尚品宅配一般的成功，你需要的也许仅仅是一次思维的转换和技术的延伸。

产品的快速迭代

机器学习具有自我优化的能力，这意味着用户在表达其需求之后，你可以实时持续地对产品和服务做出相应的优化，数据智能的引擎会在云端不断地发挥作用。需要注意的是，要想实现这一点，需要在你的产品中加入互联网产品这一有机组成部分。

传统意义上的产品，往往指的是一件在物理上完成的物品。当这件

物品卖出之后，你与客户的关系便告一段落。虽然还有所谓的售后服务，但那只是一个基于物理产品衍生出来的概念而已，企业需要做的只是把物理产品售出。

时至今日，产品的地位已大大增强，越来越多的互联网公司在大力强调产品的作用，因为这是它们与海量客户互动的唯一方法。只有不断地打磨产品，才能提高自己与客户互动的效率，这就是产品在互联网企业中非常重要的原因所在。

在未来的智能企业中，无论你提供的是实体产品还是某种服务，你都需要一个互联网产品作为其中的重要组成部分。这个互联网产品提供了你与客户产生联结、持续互动的界面。只有通过这个界面和客户发生互动，才能真实地了解他们的需求和反馈，有的放矢地迭代优化你的产品和服务。

转变思维，将C2B落到实处

不得不说，如今是一个属于消费者的时代。互联网的兴起，使得人们在消费上有了越来越多的选择，在这样的趋势下，用户的地位自然得到了大幅度提升。想要在众多的竞争对手中脱颖而出，让用户在浩瀚如海的广告和信息中注意到你，就一定要最大限度地满足用户的需求，了解用户的真实反馈。

B2C到C2B的变化，其实就是一种思维模式的转变，也就是消费者从被动变成了主动，从产品的被动接受者变成了产品的直接决定者。一家公司想要向C2B的方向发展，首先就要转变旧有观念，做到“用户体验至上”。剩下的则是要依靠现代化的数据智能，将C2B商业模式真正落到实处。具体说来，可以分为以下三大方法。

收集数据

想要做好C2B模式，最为重要的一点就是快速、有效地收集用户的需求信息，以搜索框、网红、客服为主导，连接C端和B端，将收集到的C端需求反馈给B端企业，企业将其作为经营决策的重要依据。互联网和数据智能的进步，不仅推动了C2B模式的发展，同时也让这个过程完成得更迅速、更简单。

在以用户需求为最高标准的C2B模式中，能否快速有效地收集C端的要求，同时反馈到B端，是今后考量一家企业运营能力的一大标准，也是决定C2B模式能否顺利实施的关键环节。因为只有C端的需求信息能够有效地被收集、分析和反馈，B端才能开发设计、生产出用户想要的产品，这些数据的收集也可以通过网络社交平台来实现。

如今，微信已经成为人们日常生活中不可或缺的通信工具之一。据统计，微信已经覆盖了国内90%以上的智能手机，截至2017年12月，微信每月活跃用户已经接近10亿，覆盖全世界近200个国家。其中，有一半的活跃用户拥有超过100位的微信好友，绝大部分用户都通过微信认识了新的朋友，或者联系上了多年未联系的老朋友。如此庞大的用户群体、如此宽广的覆盖面，奠定了微信超级强大的社交功能。消费者在微信平台上发布自己的需求，分享自己的心得，这些信息可以在极短的时间内传递到其他用户或商家企业那里。同时，不妨换个角度想想，商家和企业是否也能够通过微信平台上消费者的反馈，收集到C端潜在的真实需求？答案无疑是肯定的。

在收集消费者的消费需求时，除了利用社交网络平台或者工具，商家还可以自行建造平台，直接收集消费者的潜在需求，为自己未来的产品生产提供依据；或者通过购买服务的方式，由专业的网络服务平台帮助自己收集用户的需求，例如各种类型的共享、威客平台都在迅速崛起，未来将会成为C2B商潮的一个新的创新点。

吸引数据，引领潮流

传统电商模式是依靠流量促进销量，而C2B模式则是让购买变成了一种“社区行为”。消费者的消费决策，受社区领袖（网红）的影响要大于广告，人们更愿意相信身边草根红人所做的推荐。电商只要能够做好社会化营销就可以提高转化率，更容易通过口碑的传播建立自己的品牌形象，形成相对稳定的用户群体。因此，以口碑传播为基础的社交型电商是未来一个很重要的发展方向。

得“粉丝”者得天下，“网红效应”其实可以看作是“粉丝效应”的升级版。移动互联网时代最大的优势就是信息化，信息量、信息传播的速度、信息处理的能力都呈现出几何级数的倍增，而且每个人都与信息相连，成为信息的一部分。例如我们通过手机等移动终端来获取新闻资讯，再通过朋友圈或微博这些途径进行分享和传播，这时我们也就成为信息的一部分。

这种特征让人类社会的各种关系和结构也发生了深刻的改变。在以往的商业时代里，人和信息是二元化的，渠道是信息的载体，经商者讲究渠道为王，掌控信息传播渠道是营销的第一步。而如今，你会发现渠道已经呈现出碎片化态势，越来越难以掌控。既然你无法垄断渠道，只能去吸引每一个人，就让其成为你的“粉丝”。从这个角度来说，人成了信息的一部分，你会潜移默化地受到他们的影响，从你的电话好友、QQ好友、微博好友、微信好友那里获取信息和推荐。

网红吸引的就是那些与自己志趣相投的“粉丝”，而“粉丝”一旦认可网红商品，就会自发地和朋友分享、传播。这就是网红经济产生并且迅速发展的根本原因。

如果现在还有人不知道傅园慧这个名字的话，那么我只能说他真的“OUT”（落伍、出局）了。不过如果提起她那句经典的“我已经使出洪荒之力了”，和那些被网友疯狂刷屏的表情包，相信就不会有人对她

陌生了。

在2016年8月9日的里约奥运会上，傅园慧夺得了女子100米仰泳的铜牌，但让她走红的却不是她的成绩和荣耀，而是在赛后采访时，这个90后女孩儿用她夸张的表情、率真的性格和质朴的语言，成功俘虏了所有观众的心。一时间，这段采访视频被网友疯狂转发，就连她在被采访时的夸张表情也被网友制作成了表情包，成为人们表达自己情绪的符号。

如今，傅园慧的新浪微博“粉丝”数已经超过700万，随之而来的自然是无数的代言和广告。可想而知拥有如此多关注度和支持者的她，可以带来多么可观的经济效应。

根据需求打造个性化产品

在移动互联网时代，90后甚至00后的年轻人成为真正的消费主体。这一年轻的消费群体一出生便接触到缤纷多彩的互联网世界，他们的个性中充满了对传统和固定模式的反抗，他们习惯于标新立异，喜欢与众不同，更崇尚自我个性的表达和张扬。他们不喜欢和其他人有着一样的服装和造型，不喜欢所有程式化的东西。

这样的个性特点表现在消费观念方面，就是对商品个性化的要求。很多时候，这些消费者对商品的需求不再局限于功能方面，更多的是追求一种身份和自我价值的体现，希望通过拥有某一种商品，体现出自己与众不同的个性。追求个性、追求与众不同，对于他们来说已经成为一种时尚的消费观念。

通过产品的个性化定制，消费者获得了被满足的快感。这种被满足的快感，一方面来自企业或者商家按照消费者自己的需求来生产或提供商品，让消费者得到了一种身份和价值感被提升的满足；另一方面，企业按照自己的需求定制产品，消费者能够参与其中，这样的参与感容易

让消费者对产品产生认同，甚至对企业本身都会有一种归属感。

比如，如今很多电子产品的厂商都在产品背面提供刻字的服务，同时也可以让消费者自主选择款式和颜色。这样的定制给用户带来的是个性化需求的满足，让用户体会到自己产品的与众不同。当然，这些仅仅是某一个模块的定制，还不能让产品本身发生太多实质性的变化。对于某一商品来说，从外观、功能、包装到销售的整个过程，都可以实现个性化的定制。但是，即便仅仅是手机外壳的款式和颜色是按照自己的需求来生产的，对于消费者来说，就已经足够显示他的个性，彰显出他的与众不同之处了。而且，让企业或商家按照自己的要求生产和提供产品，对消费者来说，还能感受到一种身份和自身价值被提升的满足感。

当然，如今商品的个性化定制还远远没有实现所有领域的覆盖。个性化定制主要还是集中在服装服饰、电子产品、家居等领域，而且在很多领域中，还没有达到完全意义上的定制，大多还只是停留在一些功能比较简单的模块的改变上。但是，随着消费者个性意识的逐渐增强，以及科技的快速进步，个性化定制必将向着更深的层面发展。一旦商品能够实现深度定制，消费者将可以通过商品定制，让自己的个性得到更进一步的显现。

08　S2B：通往C2B模式的自然演化路径

无论是商家，还是普通消费者，每个人都对未来的C2B商业模式充满了期待与憧憬。在那样的一个时代里，每个消费者都可以创造一切自己想要的商品，享受一切合理的服务。目前由于技术的限制，全面、理想化的C2B还无法立刻取代现有的众多商业模式。在这个过渡时期，随着商业的不断发展和进步，自然而然也就衍生出一个新的过渡型模式——S2B。

S2b2c的模式创新

第7章提到，C2B模式是对传统工业时代B2C模式最根本的颠覆。B2C和C2B不是一个简单的顺序颠倒，实际上是整个商业逻辑的改变，是从传统的供应链走向网络协同的基本模式的变化，甚至可以说是一个商业范式的革命。比较完整的C2B已经在某些行业，如服装和家具行业，取得了一定的进展，暂时不会大规模地应用。2017年，我观察到一个新的商业模式正在快速兴起，我把它称为S2b2c，其实也可以称为c2b2S，S指供应平台。虽然这个模式在精神上和C2B一致，但它有一个重要的差别，即c不是通过一个大B直接服务的，而是通过很多个小b，小b再利用S的供应平台完成服务的。

S2b2c是C2B模式的一个变形，因为整个服务是通过小b和c（客户）的紧密互动而驱动的。只是这个互动不一定完全在网上完成，同时，小b离开S的支持也无法独立完成对客户的服务。其实，S2b2c是传统供应链模式的升级。S是一个重构了大的供应平台，需要大幅提升供应端的效率。b指的是一个大平台接入的万级甚至更高级别的小b，帮助

它们完成针对客户的服务。小b的核心价值是完成对客户实时的低成本互动。S和小b之间是赋能关系，并不是传统的加盟关系。传统的加盟还是工业时代的逻辑，核心是标准化流程和严格的质量管控。这与S2b2c是完全不同的理念。我们讲的这些小b是生长在供应平台上的新物种，这个平台要保证质量，要保证流程的高效，最重要的是让小b自主地发挥它们最擅长的触达和服务客户的能力。于是，这种模式可能最适合提供复杂和多元化的服务，例如家装或者教育。

虽然我到今天还没有看到一个完整的S2b2c案例，但是看到了不少正在高速成长的S2b2c雏形，比如装修领域的土巴兔。早期，土巴兔更多的是装修公司的流量入口。后来，它尝试了自营的装修业务，发现规模化扩张是一个几乎难以逾越的障碍。2017年，它开始调整为S2b2c模式，和装修公司建立多维度、多形式的合作关系，共同服务好消费者。目前，土巴兔发展良好。此外，“大家中医”向中医提供的互联网工作室和各种增值服务大幅提高了传统中医的工作效率。“大搜车”通过赋能众多的二手车经销商，不仅提高了它们的运营效率，更重要的是提供了更好的客户服务。甚至传统的批发市场，比如杭州的四季青也在快速升级。传统的批发档口变成了一个草根版的时尚发布平台。它们只有两周的卖货时间，它们支持的前端小b就是大大小小的网红。大部分的小网红缺乏设计和产品能力，依赖类似于四季青这样的供给平台支持自己在商品方面的需求。网红的工作就是跟客户实时互动，挖掘需求，甚至通过商品的预发布来让客户参与产品设计。网红（小b）推动品牌在线化，四季青帮助供应中后台平台化（S），这两股力量的有机结合会进一步对传统服装供应链带来更大的竞争压力。

S和小b的新型合作

S2b2c模式最大的创新，是S和小b共同服务c。所以，S2b2c的模式

要成立，前提条件是它创造的价值必须比单独的小b或大B直接服务c的价值要大得多。当然，在互联网时代，这个“共同服务”有两层含义。

第一，当小b服务c时，必须调用S提供的某种服务：S不能仅仅提供某种SaaS（软件即服务）化工具，它必须基于对上游供应链的整合，提供某些增值服务，才能帮助b更好地服务c。典型的小b，例如小电商网红，由于规模和品牌的限制基本上都得不到好的供应链支持，所以如果有整合了前端供应链的S，它就能对小b形成很大的支持，这个支持的核心其实就是供应链管理能力的输出。还有，大部分的数据智能产品对小b很有价值，但基本上只有S才能提供，因为目前专业的门槛和投入都还很高。

第二，对于S来说，小b服务c的过程对它必须是透明的，也就是S能参与并且能给予实时反馈，来提升S对小b的服务。要实现这一点，首先，小b服务c的过程要实现在线化；其次，S和小b要通过在线化、软件化，实现自动协同，更好地服务c。举个例子，如果S给微商供货，但完全没有参与微商服务c的过程，那么S就不能提供更大的价值，这就谈不上S2b2c。在线化和网络协同怎么做，本书其他章节已经反复强调，这里就不展开了。

同时，和传统的互联网模式不一样，这些做S的大平台很可能不再是流量入口，因为它不承诺给小b提供流量，保证小b的生存。小b要自己去找流量。实际上，任何小b都有自己的圈子，可以影响一批人。怎样让这些小b充分利用自带的流量，充分发挥自主能力，是未来一个很大的创新领域。甚至对于S平台来说，能否找到自带流量的小b来合作是平台成功启动的关键。S2b2c必须比“小b2c”在效率上有很大的提升。这个超越，核心就是S对小b的赋能。关于如何赋能，下一节会详细展开，但是有一点是明确的，其核心是某种供应链的整合能力。小b的天然能力在于与c的关系，但因为标准化的能力不足（包括供应链、营销和品牌），它们无法期待大规模获客，只能深耕与用户的关系，手段无非是

差异化、个性化的产品，以及与用户的深度互动，所以很多小b与用户有情感连接，有类似社群的关系。比如，淘宝上的小而美卖家会不厌其烦地在旺旺上回答用户的各类奇葩问题，让用户感觉它们像朋友一样替用户着想。其实，品牌店的客服再用心，也是某种套路式的礼貌。在当下，小b在竞争中基本处于劣势，原因主要是供应链能力不足。现在已经有很多的B2B服务商，它们为什么没能让小b在与大B的竞争中整体居于更有利的地位？原因在于原有的B2B服务是破碎、割裂、各管一段、低水准竞争，比如，有做原材料采购的，有做ERP的，有做设计的，它们彼此互不相干，只求解决小b具体提出的需求点。

同样，S2b2c的模式要成立，前提当然是要比传统的B2C模式提供高得多的价值，核心是小b能否提供足够差异化的产品和服务。在工业时代，大B统一品牌，统一服务，统一标准，所以，无论是采取内部管理、直营的方式，还是通过加盟的方式输出标准化的服务和产品来服务C，这都是标准的B2C模式。当“大B2C”发展得很好的时候，“小b2C”的空间是不大的，因为它没有品牌优势，没有能力，只能在很小的细分领域或者很小的小众市场才能有生存的机会。所以S2b2c在整体效能上要超过“大B2C”才有创造价值的空间，才能够形成一种爆发式增长。这就要求充分发挥小b的能动性。如果在非常标准化的领域，小b不能通过自己的服务创造差异化的价值，那么这个模式就不成立了。

赋能小b的核心除了在中后台的云上形成强大的能力之外，可能也要帮助小b在实时互动客户方面提供一些场景化的支持，以此降低它们的成本，其中最有可能的是某种智能硬件。物流行业正在推广自提柜，下一步自动贩卖机会不会变成一个100米范围内触达的迷你超市，送货的会不会是无人驾驶的小车？如果把IoT跟智能硬件的优势用到场景化互动方面，完成一次“云+端”的重构，有点儿像“苹果手机+App”的大爆炸，这是一个非常让人期待的未来。

S和小b的关系不是传统的加盟店关系。首先，从根本上来说，加盟

提供的是一致体验，由标准化的产品和服务、统一的供应链系统保证一致体验，核心价值由品牌承载，加盟店不拥有品牌，它们的个性化和创意被加盟合同严格地限制在极狭小的范围，比如星巴克。之所以严格限制个性化，原因非常简单：监管的成本太高，总店只能让加盟商标准化行事。所以，加盟商不是独立行事的小b，而是附庸。其次，c是因品牌而来，而不是因加盟商的个性化特质而来。而S2b2c中的小b是有独立意志和行事自由的个体，提供的是差异化的产品和服务，c因它们的个体特质而来，即流量属于小b，而非S。S只能赋能小b，而不能控制它，所以，两者关系的核心是协同，而不是管理。

提出S2b2c模式的一个重要原因是，虽然可能有越来越多的人在理念上认同互联网发展带来的商业模式的创新方向，但是绝大部分的大B很难把自己建成“大中台、小前端”这样更先进的组织方式。也就是说，“大B2C”虽然有很多对自己运营模式和组织形式的优化，但是它们很难在根本上完成自己的业务升级、内部组织的重构和原有管理逻辑的根本改变。所以绝大部分的现有“大B2C”很难直接升级到S2b2c，这就给了创新者一个切入市场的机会。补充一句，S2b2c的c是指客户（customer），而不是特指消费者（consumer）。所以这是一个很复杂的链路产业，S2b2c可能需要分段实现。

赋能的五个方面

S2b2c模式最核心的是S和小b要共同服务c。小b服务c离不开S平台提供的种种支持，但是S也需要通过小b来服务c。S和众多的小b是紧密的合作关系，而不是传统B2B的简单商务关系，或者B2C的管理关系。S2b2c是一个创新的商业模式，这个模式比传统的B2B或者B2C模式要复杂。由于互联网技术的进步，这样一种比以前更复杂的模式有了实际运转的可能性。更重要的是，这个模式能够创造比传统模式大得多的价

值，这才是S2b2c模式的价值所在，也是它的未来所在。

再强调一遍，S2b2c模式最核心的是S和小b要共同服务c，创造更大的价值。也就是说，这个模式可以从两个关键维度来思考，如图8–1所示。横轴是小b对c服务的深度和价值，纵轴是S对小b赋能的广度和价值。这两个轴越往外，这个模式创造的价值越大。但是，这两个方向同时发展是一个巨大的挑战。

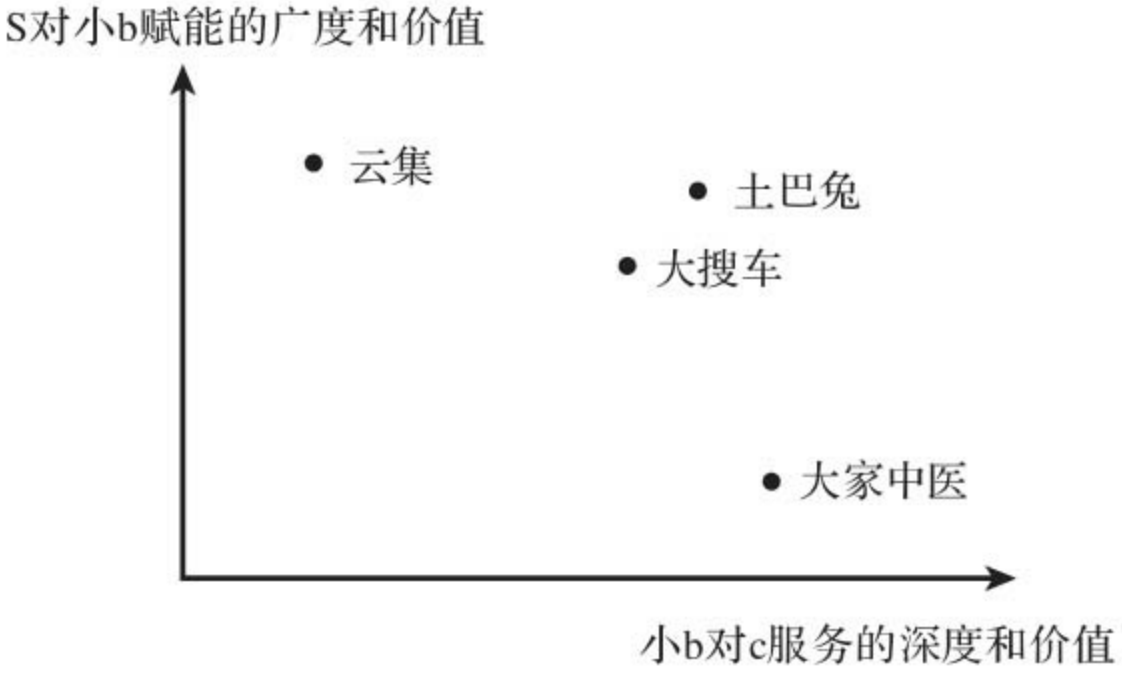


图8－1 S2b2c模式的价值创造

先看纵轴，S对小b的赋能到底体现在哪几个方面？这个问题是模式的关键，我也经常被人问到。图8–2提供的框架可以帮助大家思考。



图8－2 S对小b的赋能

SaaS化工具

S对小b赋能最直接的第一步就是提供SaaS化的工具，无论是“大家中医”给医生提供的在线工作室，还是“大搜车”给行业内的经销商提供的各种SaaS工具，都是S2b2c起步非常有效的手段。对于小b来说，因为成本的考虑以及人才的匮乏，绝大部分的小b，其SaaS化的升级都是通过第三方服务商来实现的。所以SaaS化的工具服务，是这些S平台提供的第一个基本服务。

由于这两年“互联网+”的高速发展，传统行业的一个个环节都在试图在线化、互联网化，所以SaaS化的B2B服务蓬勃发展。我碰到不少SaaS服务商，自认为是S2b2c模式。但是如果仅仅停留在一个简单的SaaS化工具上，它们的价值是很有限的，不能被称为S2b2c模式。S2b2c模式至少必须完成下面提到的第二步的赋能。这一步，其实并不那么容易实现。

资源的集中采购

S平台赋能小b的第二个重要方面，也是一个重要的价值点，就是提供小b共同需要的某些服务。因为小b缺乏对上游供应商的谈判能力，往往不能获得很好的资源支持，但是由于S完成了小b的在线化支持，所以它们可以实时准确地获取小b对某些公共服务的需求，帮助它们向上游供应商集成采购，获得更好的价格和服务。

“大搜车”在经过艰苦的努力完成行业SaaS近80%的高覆盖率后，完成了第二步飞跃。公司推出的“弹个车”创新服务，利用推出新车租赁销售的历史机遇（如把传统新车销售的使用权和所有权分开，让用户可以以很低的年付就拥有新车的使用权），从部分整车厂争取到了特定车型的销售权，再授权部分核心零售商客户销售。大部分零售商以前是根本没机会销售新车的。这些小b可以利用自己对客户的掌握和运作能力，通过这个S平台，获得以前没有的新车销售资源，也可以使自己的服务有一个大的升级，获取更大的价值。在这个意义上，传统意义上很多非常松散的小b都成了“大搜车”这个大平台上的重要合作伙伴，它们的关系已经不再是简单的软件服务商和使用者的关系，它们的合作关系大大加强了，创造了新的价值，“S+小b”整体也得到了质的飞跃和提升。同时，整车厂也大大提高了自己的覆盖率。

提供这样的共享资源是S对小b的重要增值服务。又例如，由于医生在“大家中医”平台上在线开处方，这些处方可以直接传给S平台对接的中药厂家，提供物美价廉且快捷便利的煎药或送药服务。“大家中医”提高了小b针对药房的谈判能力，也大大提升了患者的体验。

共同的品质保证

赋能的第三个方面是S2b2c这个创新模式带来的新的挑战，也是S2b2c模式和传统的连锁经营，或者特许加盟不一样的地方。因为连锁和特许加盟用的都是品牌商的品牌，是一个标准的B2C模式。品牌商通过内部管理，实现服务的标准化，保证连锁店或者加盟店也能达到同样的服务品质。但是在S2b2c的模式下，S这个平台必须借助于小b的独立性、创造性和服务能力，那么小b提供的服务就必然不是完全标准化的，小b在S提供的标准化产品和服务的基础之上，要有再创造和再发挥的空间和能力，这样小b和S的合作伙伴关系才有价值。这就带来一个非常有挑战性的新问题：S要不要对小b不同的所谓服务质量进行评估监督，甚至对消费者做出承诺？

这是我们接触到的S2b2c的创新企业碰到的非常大的一个新挑战。由于这种模式创新还在早期，每个人的选择都不一样，将来的演变也会不一样。但是有一个基本原则，就是在某种意义上，S和小b是共创的合作关系，所以很有可能，S最终要对c有一定的品牌露出，很有可能是一个双品牌战略，既有S的品牌，也有小b的品牌。

值得强调的一点是，因为S2b2c模式是一个互联网模式，“小b2c”服务的过程实际上是在线化完成的，所以服务过程对平台是透明的。就像淘宝掌握了淘宝卖家的基本运营数据后，就可以通过消费者的参与和种种手段对卖家进行“星冠钻”评级。所以，S方可以参与某种性质的2c的品质担保，只是在不同的场景下，小b的作用会不一样，最终它的演化方式会不一样。在这一点上，S和小b既有合作关系，也有竞争关系。

网络协同

赋能的第四个方向是S平台实现的网络协同的丰富度，也就是S协同了多少上游的服务商。因为S2b2c的模式本质上是网络协同，通过互联网的方式让更多元的角色可以参与，共同服务海量的c。所以S的价值来源是看自身实现了多大程度、多少个不同平台的协同。它协同的服务越多，网络效应就越大，自身价值就越高。“云集”在这一点上的创新比较突出（见图8–3）。S是“云集”整合的一张大服务网络，包含“六朵云”，进行精选式采购（面向升级消费需求，买手精选3000多种品牌商品，对品质做到更为严苛的掌控）和平台化支持（平台集成多种零售服务资源，如仓储配送、客服、内容、培训、IT系统等，提供全方位的商业支持，降低店主参与网上零售的门槛）。通过这六朵云的支持，赋能小b（个人店主），个人店主利用社交工具（如微信群）传播商品信息并进行售前和售后服务。可以说，小b部分代替了传统广告媒介和渠道，以信任背书，服务于c（消费者）。

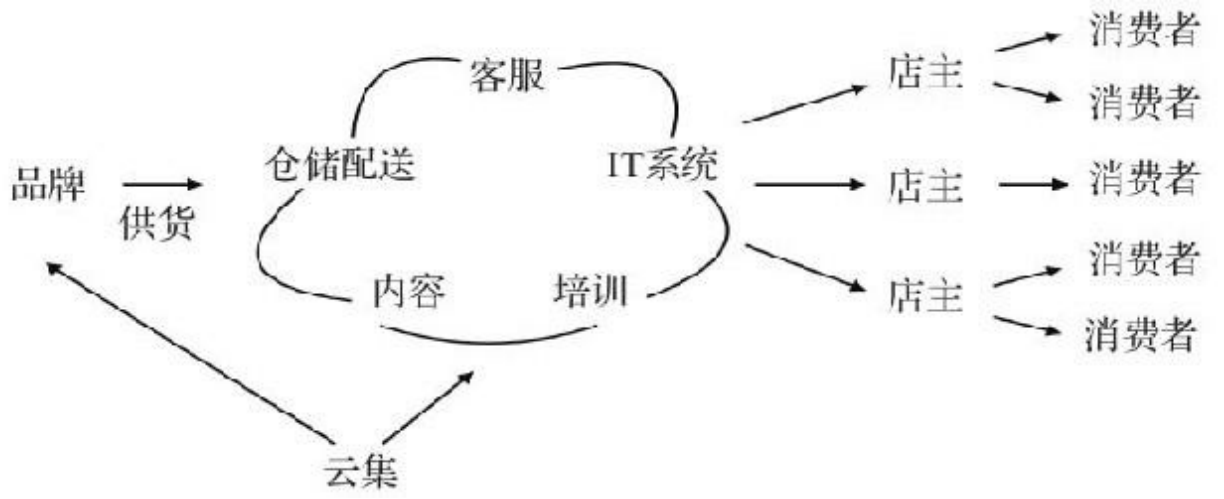


图8－3 云集服务网络

这种模式大大降低了参与零售的门槛，把传统由专职人员进行的商品推介工作社会化、兼职化。实际上，这创造了新的小b的角色。愿意在微信上分享的个人成为“云集”的营销终端，直接对c服务。这些小b充分利用了个体的影响力，也利用了微信的社交网络和流量红利，数量巨大的小b迅速带动了“云集”的销售。但是，到目前为止，这个平台上大部分小b对c提供的服务本身还是非常浅的。小b很依赖S平台提供的产品和服务的巨大优势来完成销售。所以在图8–1中，“云集”S赋能的价值（纵轴）比较高，但小b直接服务的深度相对较低（横轴）。这是一个比较典型的S2b2c案例，“云集”平台上的店主已经多达200万人。“云集”微店每月的销售额从刚起步的几十万元达到了七八亿元。

数据智能

赋能的第五个层面来自数据智能。S2b2c作为一个新物种，作为一个重大的商业模式创新，肯定要充分运用好数据智能。在这一点上，S有相当大的天然优势，因为起步就是一个在线的服务模式，小b服务于c，它的数据是可以沉淀并积累下来的。通过这个过程，S利用自身的资源优势、人才优势、投入优势，有可能给小b提供数据智能的决策支持。例如，“大家中医”已经开始积累和尝试，由于中医的诊断病例完全

在线化，患者的各项数据都存储在平台上，每个中医在诊断过程中，可以跟后台的一个人工智能引擎共同演化，互相帮助。我们可以看到，这里存在一个很大的数据智能增值空间。

图8–2显示的五个赋能方向，不一定是按这个顺序发生的，有可能同时发生，只是越往上，价值潜力越大。目前，我们接触的绝大部分案例还在第一和第二个层面，即使是“云集”，虽然有整合供应链的平台化服务，但目前它的S平台也只是整合了现有的社会化服务（这些服务在很大程度上是由淘宝电商生态圈孵化的），还没有实现自己的网络化协同。这些也反映出S2b2c的模式还在创新的早期，还有很大的创新空间。

再看横轴，即小b对c服务的深度和价值。S2b2c模式的一个非常典型的情况是这个行业传统上有比较大的B2C来提供服务，大的B2C有相当大的品牌优势和服务优势。一个典型的案例是“大搜车”，其所在的汽车销售行业，特别是新车销售，对于传统的4S店来说，连锁品牌所拥有的品牌和服务能力相对来说比较重要。在这样的领域，传统小b是很弱小的，需要S的赋能才能在行业中发展壮大。

另一个典型的场景是这个行业原本就是以小b直接服务c为主，行业基本上没有大的B2C玩家，非常松散。S平台的出现是利用新技术的一个大创新。一个典型的案例是“大家中医”，“大家中医”所在的行业是中医，在传统上就是中医直接对自己的患者提供服务，基本上不用依赖其他太多外围的服务。“大家中医”首先利用互联网给中医提供了一个网络工作室，这个工作室为了更好地服务患者，为他们提供了各种互联网工具，例如病历记录、开药方、取药，以及给医生提供的传统文献的结构化整理。“大家中医”依然非常依赖小b对c的直接服务。公司的价值更多地体现在S对小b的赋能上，即提供了哪些服务、创造了哪些价值，服务越多、越创新、越稀缺，它提供的价值就越大。很多行业，例如美容、装修等都有这个特征。在传统上，小b影响力就比较大，如果S不能对小

b进行足够的赋能，小b就无法存在。

总结一下。再回到图8–1，S对小b赋能的力度越大，S的价值越大；同时，如果小b对c提供的服务有价值，“S+小b”对c的价值就比传统的B2C的价值大，这个模式的创新价值更大。所以，对于“云集”这类企业，下一步创新的一个可能的大方向就是大大加强小b对c的服务能力和附加值。对于“大家中医”这类企业，在S对小b的赋能上有更大的突破空间，例如，利用人工智能辅助诊疗就是一个努力的方向。

第三部分　战略变革

我们今天看到的一切，都是一个新时代的开始，也是一次人类社会从农业文明到工业文明再到智能时代的伟大征程。面对不一样的时代背景和不一样的消费者，企业的战略自然也应随之改变。在这场全新的竞赛中，谁能够率先成功变革，谁就能够抢占先机，获得前所未有的先发优势。

09　新战略：高效反馈闭环

所有的企业都希望能够对未来的市场进行准确的判断，从而开展行动。虽然对未来的正确预判比任何资源都宝贵，但是如今已经很少有人能够前瞻十几年之后可能发生的事情。在这样的环境下，企业不能故步自封，应该更快速地行动。即使行动失败了，如果能够换取对未来更清晰的预判，比别人快上半步，你就能够在未来的世界中抢占先机。

看十年，做一年

智能商业时代的战略和传统的战略的不同之处，最重要的就是，智能商业时代的战略不再有所谓的长期战略规划。由于环境变化太快，传统的5年、10年的详细战略规划不再有效。环境越快速多变，针对未来的长期思考越重要。基于这种长期思考，形成对未来变化的某种判断，就是我们常说的远见（vision）。远见显示了你对未来最有可能发生的产业终局的一种判断，这个判断是你的一个假设，这个假设要不断地被实践验证和挑战，然后被不断纠正。这个实践就是快速行动（action）。这里的行动不是盲目行动，而是有纪律的实验（disciplined experiments），也就是说，这是在远见指导下的尝试，目的是看这个行动是不是有正确的方向。如果是，就要加大投入的力度；如果不是，就要放弃。这是一个持续实验的过程，远见越来越清晰，行动的方向越来越清楚，战略越来越明确，资源投入也越来越多。传统战略制定的过程变成了远见和行动的快速迭代，这是一个动态调整的过程。

这种新战略的核心的难点在于：一方面，远见一定要快速找到落地点，不能大而空，否则只是空想，无法落地；另一方面，不能盲目跟

风，要能不断地总结思考，形成对未来的独特判断。这种“虚实结合”是很难的一种技能，需要长期训练，也需要团队配合。

既然是对未来的判断，就有不确定性。无论你如何收集信息、思考、推断，当你最后做决定时，总有一步叫基于信念的那一次跳跃（leap of faith），所以你最终的决定必然基于信念。马云在一次演讲中说的一句话后来变得很流行，即“因为相信，所以看见”。在很大程度上，是因为你相信了，你往那个方向努力了，它才一步步地变成现实。我曾经在曾鸣书院的公众号上专门写过一篇“远见最终是拿来证明的，不是拿来挑战的”的文章，这是因为我相信，所以最终才能做出来。所以，远见其实也是理性和感性的一个结合，理性的一面，你要不断地挑战自己，纠正自己的判断；感性的一面，你最终依靠的还是自己对自己信念的相信。这是一个非常重要的辩证思考。

为什么快速行动在这个时代变得很重要？因为你的确看不清楚未来到底是什么样的，唯一确认预判正确与否的方法就是去做。在做的过程中得到第一手反馈，这个反馈要完成两个目标：第一，帮助修正你的产业终局判断；第二，帮助修正你下一步的行动。这就是远见和行动形成的快速反馈闭环。用远见来指导下一步的行动，这个行动不是盲目行动，它有假设，行动要形成结果以便修正远见。

2017年的曾鸣书院公开课为什么把新战略形象地称为“看十年，做一年”？因为“看十年”强调远见，需要看得足够远；强调“做一年”，是因为你整个行动的核心是落在一年甚至半年的时间框架下。基于未来的远见，今天是投射在哪一个点上，找准这个切入点才是你聚焦努力的方向。所以夸张一点儿讲，在这样一个大变革的时代，战略被短路了，原来我们熟悉的正规战略流程、长期规划被远见和行动的快速迭代取代了。这个快速反馈闭环的自然演化就是你的实际战略，不会再有三五年的详细战略规划了。这其实对大家提出了一个更高的要求，你要有长远思考的能力，同时也要有快速反应的能力。这两者有机结合，决定了你

能走多远。

“看十年，做一年”。远见和行动的快速迭代是战略在这个时代新的表现形式。

阿里巴巴历史上最重要的一次战略会

当一个时代在进行剧烈变革和转型时，我们很难看清未来。越是这样，越要有一个相对长远的视角。上一节提到的“看十年”，就意味着要有远见，远见决定了你的眼光、格局、胸怀以及最终的潜力。所以，这是一个身处大变革时代的企业家所应具备的非常重要的核心能力。远见是怎么形成的？怎么培养相应的能力？这是大家很关心的问题。接下来，我想通过分享一个案例，帮助大家理解这些问题。

我从2003年担任阿里巴巴战略顾问以后，每年会开两三次战略会。2006年加入阿里后，年度战略会更是我的工作重点。2007年9月28日至30日，在宁波召开的阿里巴巴战略会可能是阿里巴巴历史上最重要的一次战略会。

首先，当时集团的状况并不太好。今天阿里巴巴的发展势如破竹，但是在2007年9月，公司的市值也就是100亿美元左右。当时，淘宝在急速扩张之后，“下一步往哪儿走”的问题内部有非常激烈的争论。淘宝总裁一口气引进了6位副总，每个人对公司未来下一步该怎么发展都有很不一样的见解；在集团层面，大家也没有共识。

其次，淘宝和支付宝经常发生摩擦，核心原因就是支付宝到底应该是淘宝的一个职能还是应该独立向外发展。我记得很清楚，我到阿里巴巴工作的头半年，大部分时间都在协调淘宝和支付宝的矛盾：到底是淘宝该支持支付宝向外扩张，还是支付宝应该好好服务淘宝的各种需求。

更不用说雅虎中国，经过两年左右的努力，没有看到任何起色。我们当时最重要的一个创新——阿里软件——也没有看到方向。当时，整个集团的状况其实相当迷茫。

那次会议，我们给自己定了一个目标：希望能够探讨一下未来十年阿里巴巴到底该往哪个方向去，应该有一个什么样的战略。阿里巴巴平时开战略会都是在西湖附近，但那次，为了表达我们对未来的向往，马云说我们到海边去开会，看看大海，大家会有一个更开阔的视野。那时，秘书可能对宁波不太熟悉，订了一个五星级酒店，把我们关在总统套房里开会，我们发现连海在哪儿都不知道。所以就会议环境来说，应该那是最糟糕的一次，因为连地也够不着，很不接地气。大家被关在一个密闭的房间里吵得不可开交，非常艰难。但是，会上发生了一些神奇的事情，我到今天都没有太理解，因为我们的确确定了一个未来十年的战略。讨论到最后我们突然总结出一句话，这就是阿里巴巴未来十年的战略，“建设一个开放、协同、繁荣的电子商务生态系统”。

当时提到的很多词，比如“生态系统”，在今天都已经变成通用词语了；“开放”“协同”大家也讲得非常多。但是在2007年9月那个场景下，这些还是很了不起的洞见。

可能跟做教授的背景的确有很大关系，我记得战略会开场，我就给大家讲后工业时代的基本经济规律和工业时代的基本经济规律会有什么不同，也讲到了大规模定制、社会化物流、个性化营销，从一些很抽象、针对未来的角度切入。对我来说也非常幸运，因为那一年管理雅虎中国，就必须把自己逼到互联网最前沿的战场——搜索，所以我对后来的云计算、搜索竞价，还有社区这些核心的技术理念、产品概念都有了一些直观了解。所以在会上，我这样一个完全不懂技术的人需要跟管理业务的总裁讲API是什么，这是一次很难得的体验。在这个过程中，我们的确认识到生态系统才是阿里巴巴未来真正的关键，所以到今天我们还是强调这句话。

直到2016年底，马云带着合伙人又开了三次会，最终提出了未来的新目标，即阿里巴巴要积极推动打造一个互联网经济体。当然，互联网经济体是电子商务生态系统的一个升级，这个思想是一脉相承的。

跟大家分享图9–1，这是2007年战略会第二天晚上，我们折腾到半夜十一二点画出来的。在阿里巴巴的历史上，我们第一次觉得，如果实现了这个目标，我们有可能成为一家千亿美元的公司。“千亿美元”这个词第一次被我们感知到。这张图最核心的就是，我们要建设一个生态系统，而生态系统的第一个核心是客户，是数据，是最底层的信息流、资金流、物流，所以我们把贯穿所有子公司的数据业务打通，命名为整个集团未来的“奔月计划”。我们认为这是公司未来发展最重要的核心，也是生态系统的基本。正是因为提出了奔月计划，我们在会上明确了阿里巴巴一定要在一年内找到一个CTO（首席技术官），能够带领公司完成奔月计划，在数据这个领域能够走向未来。后来，王坚博士加入阿里巴巴，开创了云计算的一段传奇，其源头就是这次战略会上我们对于这个数据战略意义的理解。



图9－1 阿里巴巴生态系统

第二个核心就是开放API。我们在这个会议上有过很多争论，最后没有达成共识的就是：在集团层面对外开放数据（这就意味着外面的人可以用我们的基础设施开发一个类似淘宝的平台来跟我们竞争），还是在淘宝这个层面对外开放API（别人可以利用淘宝的基础设施建超市、百货公司和商店）。我们当时意识到，如果我们真正能够把数据打通，还能把对外开放API的链接做好，那么阿里巴巴应该会创造一个前所未有的经济奇迹——生态系统。这样一个生态系统应该会有千亿美元的可能性。

我举阿里巴巴这个例子是想说明，其实当你觉得看不清未来、公司业务陷入迷茫的时候，真正应该花时间琢磨一下未来，对未来形成一个判断，反而能把公司带向一个全新的格局。如果没有那次战略会，阿里巴巴肯定走不到今天。

大家可以看看图9–1中这7家公司：雅虎中国很快就出现了非常大的问题，后来改成“口碑”，2013年关掉“口碑”，2015年重新启动；阿里妈妈在2008年的淘宝战略会议上被强迫并入淘宝；阿里软件2008年随着总裁的离职被关掉，最后跟集团的搜索部门合并，成立了新的阿里巴巴云计算公司；我们在2007年的战略会上第一次提到物流，菜鸟网络的正式成立要到2012年。所以我们有大的战略方向，具体行动是在不断调整的，而且是一个持续的过程。因为你有方向，越调整就越靠近你向往的那个方向，战略也变得越来越清晰。

战略实验

当你看不清未来，又必须做决定的时候怎么办？对于非常关键的战略决策，可以考虑用战略实验的方法来保证跟上大趋势。

2011年，阿里巴巴做了一件很夸张的事，商业史上都很少有这样的例子。那时，淘宝如日中天，2012年就到了1万亿元的规模。那年，我们把淘宝拆成三家独立的子公司——淘宝、天猫和一淘，找了三个最厉害的领导者去带这三个团队。当时集团跟这三家公司讲得很清楚，让它们就照自己对未来的理解拼命地往前闯，即便相互竞争也没关系，目标就是把对手干掉。

为什么会有这么激烈的一个动作？为什么愿意耗费这么大的资源和组织成本来做这件事？原因其实很简单，2009—2011年，我们公司争论了三年，大家对于未来的产业终局无法形成一个统一判断：未来到底是B2C，还是淘宝这样的C2C，抑或是一个搜索引擎指向无数小的B2C。小的独立B2C其实是美国的格局，即电商的流量都是在谷歌上，谷歌把流量导给无数的小B2C网站。比如，亚马逊的流量其实并不太高，它只是一个买东西的地方，大家不会在上面进行购物搜索等。

我们在2011年的时候，其实无法确定中国会不会往美国的方向发展，由于无法就未来的判断达成共识，内部资源的分配就很困难，导致大家天天打架。这个问题怎么解决呢？最后马云下定决心，说我们也别争了，大家到市场上去试，看未来的趋势到底怎么样，游泳的过程中得到的真实感受才代表未来。所以我们就把这三家公司“扔”下去干。干了一年很快就清楚了，所谓的购物搜索这条路不存在，因为那个时候淘宝、天猫的基础设施已经非常强大，大部分人发现独立的B2C成本太高。在淘宝、天猫这个“面”上做生意，其实是把绝大部分的成本都分摊了，所以它们才能够快速、低成本的运营。由于没有独立B2C的存在，搜索的流量入口也就失去了价值。一年后，一淘就变成了一个部门，重新回到阿里巴巴。

有的时候，我们可能会用相当极端的方法来测试对未来的判断是否正确。很多传统企业有时候会很不服气，觉得互联网企业的管理这么混乱，看起来像无头苍蝇在那儿乱飞一样，但是为什么它们好像还做得很

好？很重要的一个原因是，大家对战略的理解是不一样的，包括相应的资源使用。对于互联网企业来说，或者说对于未来的竞争来说，由于整个市场变化得太快，方向又不明确，所以通过行动实验、摸索出新的方向是第一位的，为了试出这个方向，浪费一些资源是完全值得的。

有人会说淘宝早期是野蛮生长，有时候会出现三五个团队在做一件类似的事。虽然看起来他们做的事情很相似，但是他们背后的思考，甚至做事情的基础是不太一样的。有时，我们会看着团队运行一两年，这个时候再下结论说哪个团队代表了未来，这件事就交给他们做，解散其他几个团队。这样做牺牲的是短期的资源使用效率，但换来的是在一个正确的战略轨道上不断向一个更加振奋人心的远见和未来挺进。

千万不要再拘泥于传统的计划，写下来的计划基本上一写下来就过时了。你的确要具备一种新的核心能力，就是在预判未来和当下行动之间形成非常高效的反馈闭环。这样的话，你可以让自己的预判足够优化。没有谁真的能看懂十几年以后的事，只是说你一直在看，然后在做的过程中，只要比别人快半步就够了。反过来，我们也看到很多人盲目跟风，虽然他们在快速行动，但是行动没有方向指引，最后可能不知道走到哪儿去了，真正的大浪一过来，这些人就消失了。在这个新的时代，战略制定和执行最关键的一点是一定要逼近最接近未来的那条主航道。在这个过程中，不要顾忌一些资源的浪费。

不停尝试、不停转变绝非阿里巴巴的专利，现在几乎所有的巨头企业都在做着类似的事。谷歌的创新实验室就是一个典范，很多创新业务，例如基因诊断、无人驾驶都是这个实验室孵化的。谷歌甚至把母公司改名为Alphabet就是希望超越传统的搜索业务。

要形成这样的战略打法，对组织和团队的要求是完全不一样的。当时，阿里巴巴把一家公司拆成三家公司，只用了两个月，各个团队就到位了。试了一年之后，把一淘并回集团的时候并没有造成大规模的人员流失。要形成这样一种敏捷的战略，制定执行的过程需要一套全新的组

织理念和组织架构。组织内部信息流通要高效，也要有足够的灵活性，随时调整。这是阿里巴巴核心价值观“拥抱变化”的意义所在：支持战略的快速调整，我在第15章会分析这个问题。

10　新定位：点—线—面—体

互联网和传统产业的结合是当下的新浪潮。然而，二者的结合到底谁为“体”，谁为“用”？我们面临的是商业范式的大革命，还是传统产业的升级？这些判断直接影响每个企业的战略选择。

随着互联网、云计算、大数据等技术的进一步发展，我们将从传统的工业时代进入万物互联的时代，从供应链效率主宰的时代进入网络协同的时代。在这样的环境下，企业必须进行战略上的选择，我给出的建议是点—线—面—体。

“点—线—面—体”的定位逻辑

由于工作原因，我这些年接触过很多创业者，也和他们探讨过很多创业道路上的疑惑与困扰，其中听到次数最多的问题莫过于“我的公司下一步应该怎么办”。随着讨论的次数越来越多，我慢慢发现，在新的商业大环境下，传统的战略理论框架已经出现很多不适应之处。

战略最核心的是定位，这是业界公认的事实。定位最传统的理论框架由迈克尔·波特最先提出——成本领先、差异化和利基市场的竞争战略。大师的智慧无疑令人叹服，站在巨人的肩膀上，我也有自己的一点儿粗浅想法，我将之称为“点—线—面—体”。

面

在这个体系中，“面”指的是平台或者生态型企业。“面”的核心是要有创造新模式的可能性，它要广泛地连接不同的玩家。换句话说，想要

成为“面”，起码得是一个市场。

大家或许还记得之前我说过，“网络时代最有价值的是网络效应”，“面”的核心要素也是如此。要想创造网络效应，就要建造一张协同网络。如果没有协同网络，网络效应便无从谈起，进而无法催生众多的新角色，也就无法成为一个成长性良好的“面”。

在那些找我讨论公司下一步发展的人中，大部分人想的都是“面”的好处，却不具备“面”的能力。他们一门心思想让自己的公司成为市值千亿美元的“巨无霸”，却根本不明白“面”的核心因素是网络效应。如何快速地扩张网络，将网络协同做到极致才是公司发展的当务之急，但很少有人能够意识到这一点。

有些人对市场很敏感，但他们并不具备“面”所需要的系统化架构能力，特别是持续运营和研发产品的能力。他们拥有的是某些稀缺资源，或者在特定时间点最需要的能力。对于这样的创业者，有时候我也会比较直接地建议——其实“点”也是一个很好的定位。

点

“点”是指在“面”上存在的各种各样的新角色。比如，在淘宝上就有很多丰富的角色，从卖家到给卖家提供物流服务、模特服务、软件服务甚至代运营服务的商家，这些角色都是淘宝这个“面”上的不同的“点”。

“点”和“面”是共生共荣的关系。“面”要发展，就要为其上的“点”创造生存和发展的机会。淘宝能够有如今的庞大体量，很重要的一个原因是有众多的“点”在淘宝上获利颇丰。一浪接一浪的人在淘宝上赚到了钱，就会反过来推动淘宝这个“面”的发展。

永远不要低估“点”的价值，在准确的时间节点找到合适的“面”，并与之共同发展，也可以让“点”实现爆发式成长。当然，“点”考验的是创

业者的眼光，因为“点”存在一个很大的挑战——它本身的壁垒并不高，这就意味着创业者对时机的把握能力至关重要。

例如，从2009年开始，国内的带宽越来越大，图片的下载和浏览速度越来越快，大家也养成了看图购物的习惯。精美图片对销售的贡献度日趋提高，这使图片的价值暴涨，直接带来的就是“点”的一系列机会——各种各样的模特、摄影师和摄影棚。

直到今天，我依然清晰地记得，那些年想要在杭州找一个摄影棚是一件极为困难的事，一个优秀的摄影师一年能挣几百万元。同样赚钱的还有淘宝模特这个新生的“点”。在我的印象中最为夸张的事情是2011—2012年，淘宝排名前十几位的模特都能有几百万元的年收入，其中一个模特的年收入甚至超过几千万元。这位模特并不隶属于知名杂志，但不知何故，海宁所有卖服装和卖皮草的商家都会请她。好景不长，2013年，模特市场明显衰落，原因是越来越多的人知道在杭州做模特能赚钱，纷纷涌入杭州的模特圈，这便意味着淘宝模特这个“点”的机会不复存在。

因此，对于打算从事“点”的生意的创业者而言，能够抓住机会是一件极为重要的事。

线

仅有“点”和“面”无法构建完整的生态，因为“点”和“面”无法直接为消费者或者客户提供服务。还有一个角色不可或缺，我将之称为“线”，因为它连接了“点”、“面”和最终的客户。对于“线”来说，“面”的选择至关重要。你可以选择做淘宝卖家，也可以选择做微商，抑或选择做微博大V，选择的自由完全在于“线”。

淘宝卖家就是典型的“线”。依托于淘宝这个“面”，淘宝卖家能够直接为消费者提供产品和服务。这条“线”之所以能够较轻资产地快速发

展，很大一部分原因是它全面享受了淘宝这个“面”提供的各种基础服务，例如支付和物流，也包括后来的金融服务和云计算服务。与此同时，淘宝卖家又充分利用了淘宝上多元的“点”所提供的种种价值，快速地整合了传统供应链上的各种资源，更高效地提供经过整合的一站式服务。

网红品牌是一个非常典型的例子。这条“线”能够在较短的时间内迅猛发展，很重要的一个原因是在淘宝上有为数众多的可供借力的“点”，设计、推广、客服和生产等方面完全可以进行外包。因此，只要网红品牌能够将注意力完全聚焦于自己最擅长的能力之上，再借助这个能力将整个链条中所有相关的“点”整合到一起，就能够得到快速发展的机会。

作为“点”的整合者，网红品牌这条“线”能够获得今日的巨大成功，离不开网红对客户持续深刻的理解，以及不断整合不同的资源。由于“面”的基本盘发生了根本性变化，如今爆发式成长的“线”所依赖的整套运营体系与传统B2C模式完全不同，它们的运营最接近C2B模式——基于客户持续的互动，提供新型的品牌、社区、产品，甚至是越来越创新的整套供应链管理体系，让效能达到一个前所未有的高度，向客户提供真正精准的服务。

简而言之，“线”需要的是一整套全新的打法，这种定位更适合于尽可能向C2B模式演变的创新型企业。要想做“线”的生意，你一方面需要充分利用“面”带来的各方面支持，另一方面还要善于捕捉“点”带来的机会。

在和网红雪梨聊天时，她曾对我讲过这样一个细节：2012—2013年，她会用专业相机拍摄清晰度很高的商品照片，这也是用户喜欢她的商品的一大原因；到2015年，她开始只用iPhone手机拍摄商品照片，因为iPhone拍出的照片会让用户产生更为亲近的感觉，更容易获得社群的认同。

体

“线”是对传统B2C服务的超越和颠覆，这种颠覆扎根于“面”的支持力量，以及“面”赋能的“点”创造的更多的可能性。因
此，“点”、“线”和“面”是一个三者共生、共同发展的结构，这也是我们将类似淘宝的体系称为生态体系的原因所在。“体”的概念由此而生。

“面”是“体”最根本的组成要素，在“面”的扩张过程中，如果能够有足够强大的基础，也许还会衍生出其他的“面”，进而形成一个日趋完善的“体”。

以淘宝为例，因为支付和信用在淘宝上如此基础且重要，所以支付宝源于淘宝，但逐步有别于淘宝，变成一个独立的第三方支付平台，形成了另外一个新的“面”，并且在这个“面”上支撑了无数的支付服务。云计算也是如此，它的起步是支撑所有淘宝卖家的商云，然后逐步衍生出其他创新服务。这些“面”互相交错融合，推动了中国经济的升级换代，形成一个基于互联网的新型经济体。

淘品牌的崛起给淘宝带来了更多的流量，这些流量养活了更多的服务商，而服务商的壮大又带来了下一批的网红崛起，整个“点—线—面—体”的扩张过程一浪接一浪。四者中最核心的是“面”，因为“面”一方面有可能逐步演化成“体”，另一方面也支撑了“点”的繁荣，并给“点”赋能。“线”又凭借这些“点”和“面”提供的能力和支持，对传统供应链管理体系进行降维打击。

一旦理解了四者的关系，你自然会明白从2013年开始，传统品牌大量关掉线下店的原因所在，这个浪潮一直延续到了今天。前不久，曾经非常红火的女鞋品牌百丽被整体低价售卖，这是无法逆转的历史潮流，除非这些传统品牌找到新的“面”。

举个例子，或许能让你对这种对比理解得更为深刻。凡客是十几年

前非常受欢迎的一个独立B2C品牌。在投入最多的时候，凡客有三万名员工。然而即便在它的最高峰时，全年销售额竟然也不到20亿元。对比现在一个正当红的网红，可能用不了5年时间，员工也不会超过500人，便有可能实现一年将近20亿元的销售额。20亿元是个什么概念？我了解到如今最好的线下女装品牌，二十几年下来，现在的年销售总额也就是在六七十亿元。

现在，如果有人再来找我讨论企业下一步发展的战略问题，我会反问一句："点、线、面、体，你的定位到底是什么？"先要明确这个问题，后面的一系列问题才能展开讨论。"点、线、面、体"每一个定位的背后都有着不同的逻辑，需要不同的运营原则、资源调配方法，甚至竞争壁垒和最后可能的发展路径都大为不同。所以，明确自己在未来网络化世界的定位，是决定企业发展方向的第一步。

淘宝的动态演化

淘宝发展至今的每一步我最为熟悉，我也亲身经历了这个过程。我们不妨以淘宝面临的战略挑战和选择为例，帮助大家更好地理解新商业环境下的新定位思路。

连"点"成"线"，互动结网

从表面来看，淘宝是一个在互联网上重现的义乌小商品市场。在线下市场中，买家和卖家面对面沟通，资金从买家走向卖家，货物逆流行之，交易完成。电子商务与传统线下市场唯一的区别，仿佛就是卖家和买家不见面而已。整体流程如故，买家和卖家两个"点"连接，交易线完成。

真的如此简单吗？起点和终点相距千里，或者相隔数十个小时的隔

空喊话，交易线如何进行连接？十几年前，淘宝草创之初，买家和卖家只能在网上谈好价格，然后约定时间、地点，一手交钱一手交货。也就是说，起点和终点已经在互联网上的时候，交易线的主体却并未上网。在这样的模式下，市场的规模自然无法扩大，早期淘宝的交易只能以同城为主，且误差率颇高。

所幸支付宝应运而生，快递服务也突飞猛进，并各自成为一个行业。有了它们的协助，互联网上的交易线才终于通畅。现在，淘宝上的任何一次交易，或多或少都要通过这些服务“点”：广告（阿里妈妈），搜索引擎，导购人员或公司，商品页面展示（店铺装修公司），客服（阿里旺旺），快递员……难以计数的“点”隐现在交易线上，在这些功能各异的点的协力合作下，交易线才能完整地在互联网上形成。这些“点”，构成了今日星河灿烂、生机盎然的淘宝。

“点”“线”“面”交织成“体”

当我们了解了淘宝的历史后，理解互联网生态中的“点”“线”“面”就变得非常容易了。

“点”，提供确定的商品或服务承诺。它可以是淘宝上的一个卖家，可以是一名快递员（或一家快递公司），也可以是一位靠脸吃饭的淘女郎，甚至可以是微信或豆瓣上的一个ID。

“点”与“点”相连，构成了“线”。例如，快递公司这条线，连接了仓库运营、干线运输、转运中心、快递点等多个“点”。互联网上的线，最直观的价值就是去中介化，减少中间环节。淘宝直接连接了卖家和买家，让二者跨越物理、时间的限制也能完成互动与成交。

与“点”和“点”互动成“线”相似，“线”与“线”相交、互助、协同，“面”也就呼之欲出了。“线”与“线”交织在一起，互相影响的“线”越多，则“面”越宽广。到“面”这一级，平台的形态才真正确立。

淘宝的起点就是由互联网上的零售线开始的，催生多点发育，刺激异质的连线出现，并互动交织，逐渐蔓延形成“面”。淘宝上的任何两个“点”之间都会构成一条“线”，相互做如下互动：报价，需求传达，交易，修改产品……在互动中，异质的“点”和“点”连成“线”，异质的“线”与“线”交织成“面”。

当用户打开淘宝的手机App或者PC端的淘宝页面时，任何一次点击都是从C端开始发起的一次连线。紧接着，这条交易线会在搜索引擎、客服、快递等“点”的参与、互动下完成。这些“线”都是动态的，无时无刻不随着卖家和买家的互动增加，在淘宝中发育壮大，淘宝本身也就从一条购物线膨胀成为“面”。

当下，这个“面”仍在扩张。“点”（卖家和买家）最繁密的服装领域，向外围蔓延的趋势也最为明显。成衣制造正在纳入其中，顺流而上，在原料环节的染色、棉纺等整条供应链都将被渐次纳入。可以想象，随着这些“线”在互联网上重构，更多的“点”在淘宝上互动，更多的创新与服务也会指日可待。

演化并没有就此结束。试问，即使是在购物之外，又有几个消费者没有使用过余额宝呢？蚂蚁金服的微贷客户已达百万之众，基于支付这条“线”逐步延伸出来的新的“线”（贷款、货币基金、理财产品），已经交织成一个新的“面”（金融平台），并反过来演化出各种新“线”。它们同样交错互动，帮助第三方支付这个“面”向外扩张。类似的情况也发生在快递、广告等多个行业，这些只是最直观的，淘宝上类似由“线”演化的“面”还有很多。

现在我们谈“淘宝”往往会有定义上的困难，那就是我们究竟谈的是淘宝、天猫、“聚划算”等“线”组合成的购物“面”，还是在谈购物、支付、快递、云计算等多个“面”叠加而成的淘宝生态“体”。

如果上述推理可以成立，我们大可畅想，“面”与“面”交错或叠加，

正在培育下一阶段——“体”。到目前为止，我们对于“体”还所知甚少。可以确定的是，“体”能够迸发的能量必然是“面”的能量的数个量级，整个社会的资源分配方式也将随之发生变化。

在这个“点—线—面—体”的框架下，如果还以售卖商品的价格、成交总量比较淘宝和传统零售业，已如白头宫女话天宝，因为上述以实物商品交易为核心的度量衡仍停留在“线”的层面。淘宝已经演化成“面”，并出现“体”的格局，其推动的产品创新、资源的高效整合、商业模式的变革，又岂是“线”上“线”下的价差所能涵盖的？最直观的证明就是淘宝提供的商品、服务的多样性，已远非线下任何一家城市综合体可比。

再也不要简单地认为淘宝只是一个购物广场，如今它已经变成一个旺盛的生态系统。其中，任何两“点”之间都是一个双边市场，购买有形的商品或无形的服务。卖家、搜索、导购商、快递公司等“点”能提供的服务，以及相互之间的交易量，都远远突破了传统线下B2C的极限。淘宝的丰富和活力，早已不是一个网上的义乌小商品市场可以比的。

开放，连接，扩大网络

回顾淘宝的历史，它的神奇之处就在于，一条零售线能催生如此多的“点”发育，延伸出这么多的“线”，并逐渐蔓延形成“面”，向“体”的方向发展。其实，答案也很简单：开放，帮助“点”与“点”连接、互动，扩大网络广度，加强网络密度。

早期的淘宝创业者，包括现在已经赫赫有名、价值以亿元计算的淘品牌创立者，几乎都不具备在传统零售业中独立开店的可能性。因为无论是启动资本、客户获取，还是店铺租金等，都是巨大的负担。时至今日，他们对于淘宝最大的感念也在于此，淘宝的出现，大大降低了创业门槛，使创新成为可能。

无论是有意还是无意，在传统卖家和买家的连线中，B端的封闭结

构已经被淘宝打开，大大提高了B端的整体供给能力。如此一来，B端提供的商品的丰富度有了很大的提高，价格也比传统的线下零售更有优势，自然带来C端消费者福利的提升。于是，C端客户，尤其是未被传统零售覆盖到的消费者趋之若鹜，短短几年的时间就如海潮一般涌入，又反向刺激了B端的规模扩张。如此正向循环，淘宝自然出现了生态爆炸一般的繁荣。

相比传统的线下零售业，淘宝这条互联网上的零售线最本质的特点之一就是开放。它不会规定卖家必须提供哪些产品，或以何种价格，一定要通过怎样的“点”进行连线。一次交易线的萌发，可以连接两“点”即完成（比如广告商和商家的交易），也可以随机通过数个“点”方告结束。站在这条“线”的起点和终点，卖家和买家都不一定清楚，也无须清楚这条“线”经过多少“点”，因为任何一条交易线，都是淘宝这个“面”中的“线”，都是由“面”上的“点”自由连接而成。因此，每一条“线”都不会完全一样。譬如，由卖家发起的一次营销活动，通过展示广告的方式影响了买家，这个过程就没有经历搜索引擎，而是由买家主动搜索，然后购买虚拟商品，就不必烦劳快递员了。

“线”的开放，吸引了更多的“点”加入，其中连接困难之处就有商机，就会催生新的“点”出现。由于连线的需求，自发在淘宝上涌现的“点”也都遵循着开放的特点。如淘女郎目前在淘宝上已有百万之众，她们的身高数据、三围数据、走台姿势等，都与传统的模特大不相同。若以传统的行业标准来看，其中很少有人可被称为“模特”。

在淘宝销售中，连线以图片为王，好的图片对销售的影响很大，其中又以“真人”图片效果最好。随着淘宝服装销售的数量大增，类目快速扩张，对“模特”的需求，无论是量还是类型，都有一个爆发式的发展。所以，“胖妹妹淘女郎”“中老年淘女郎”“淘孕妇”之类的细分市场不断涌现。同时，时装发布会之类的中间环节均被省略，原本模特行业的完整封闭模式也已经被打开（大大低于专业门槛的淘女郎足以帮助淘宝平台

上卖家到买家的顺利连接）。

不难理解，当“胖妹妹淘女郎”“中老年淘女郎”“淘孕妇”这些“点”涌现之后，帮助了买家端更大规模的胖妹妹、中老年、孕妇进入淘宝，又反向刺激了更多卖家为她们准备商品……在卖家到买家的不断连接与互动中，淘宝的外延也就逐渐扩大、蔓延开去。

可见，“线”的开放，为顺应互动，引入开放的“点”，又推动了“面”的扩张；接着，这个正向反馈不断复制与迭代优化。仅仅十多年的时间，淘宝就在如此旺盛的驱动力下，成长为今天的万亿规模。

从表面来看，淘宝中帮助卖家和买家连线的物种，都是线下零售业中的已有之物，可以一一对应：卖家（店铺），支付宝（银行），快递（物流），阿里妈妈（广告公司）……甚至不少“点”的名称也可与线下传统产业通用。事实上，恰如“淘女郎”与传统模特在本质上的区别一样，淘宝中的很多相应物种都打开了原来的封闭结构或者行业壁垒。其结果是，零售产业貌似重现于淘宝这一互联网平台，其实内部经络已经历乾坤大挪移。

协同演化

淘宝发育壮大的每一步，基本都暗合了开放、连接、扩大网络的逻辑。之前我们提到过，支付宝和快递公司出现的本意就是帮助身处异地的卖家和买家连线。当卖家数以万计、商品库数以十万计时，淘宝开始划分类目，引入搜索功能，并出现天猫、“聚划算”等区隔市场。

此类服务的客观效果都是在帮助卖家和买家在海量信息中不至于迷失对方，让卖家和买家的交易线得以发生，并在互联网上高效互动，从而提高网络密度。在主观上，淘宝是促进而不是抑制“点”的活力，并顺应了“点”的要求提供更完善的服务。至此，淘宝作为“面”已经开始下沉。类似的机制还有反作弊、售后纠纷等，都是在“点”日益活跃后，

对“面”提出的新要求。淘宝必须建立这些规则，才能避免平台走入“竞次”的柠檬市场（即信息不对称市场）。这类机制，就是对顺畅连线、良性创新的最大帮助，均为平台的基础设施。

对于“点”而言，淘宝“生态体”已是须臾不可离的生态环境。事实上，的确有一些淘品牌尝试离开淘宝母体，通过建立官网等方式自立门户。此类二次创业大多步履艰难，最终烟消云散。因为当它们在生态体之外时，帮助卖家和买家连线的其他“点”都不复存在，又缺少“面”的基础设施支持，连线难度之大可想而知。假如要完全重建生态系统，原来在淘宝中创业的低成本、创新零门槛等优势又会丢失，这些“点”还要被迫承担自己不擅长的“面”的职责，自然是九死一生。

类似的情况还有很多。近年来有不少传统企业纷纷“触网”，建立了自己的所谓B2C“平台”。实际上，它们都是孤立的“点”，尝试利用互联网技术完成与消费者连线。其操作方式仍是封闭的，与其他“点”相连、合作，最终到达消费者，似乎不在它们的考虑范围之内。这与脱离淘宝的那些“点”的问题几乎完全一样：没有“面”的支持，没有使命迥异的“点”协助，孤悬的“点”如何能顺利连线？这也是为什么单论销售额，传统品牌的自建官网与其天猫官方旗舰店相比仍颇有差距。

从这些案例中可以看到，淘宝的优势远非数量或技术上的，而是建立在生态上的。在一个整体中，“点”“线”“面”之间的共同演化，决定了生态的未来。作为“点”，其使命就是安心在生态中，以低成本创新，更好地直接服务客户，并对“面”提出新要求。“面”必须积极回应这些要求，提供更丰富的服务，以求不抑制“点”的活跃和“线”的生长。这种共生关系也决定了“点”“线”“面”不得不携手，一起创造未来。支付宝是最为典型的案例，从淘宝的一条辅助线生长成“面”，并拉动淘宝一起向“体”的方向发育。在这个过程中，“点”“线”“面”各司其职，并不断进行互动，发生化学反应，其所在的整“体”才能在生态体之间的竞争中立于不败之地。

生态系统对供应链的升维打击

当我们对“点—线—面—体”的框架有所了解后，自然也就发现了互联网企业相对于传统行业的企业有哪些优势了。传统的供应链不需要“面”和“体”这样繁复的网络，因为其目的是效率，如销量最大和成本最低。因此，传统商家会在整个价值链中尽其所能垂直整合上下游，以统一的标准、规格、质量，将“点”纳入其控制的价值链。互联网因其开放性，拥有高阶生态的丰富资源，无数“点”与“点”互动，迸发出的能量之大让传统、封闭的“线”望尘莫及。这样的胜利，才是真正意义上的升维攻击。

升维攻击背后，是互联网生态的不断扩大，“点”与“点”的互动，依赖越来越强大的互联网技术，会发生越来越多的化学反应。因此，只要互联网生态仍在扩张、丰富，更有活力的生态体能够涌现，升维攻击就不会停止。随着原有生态体的老去，活跃度与重要性一起下降，本来占统治地位的“面”和“线”即使还能在高阶生态体中存活，也不得不主动降维。

以新闻业为例，我们就能够看到数次清晰的升维攻击。通过分析传统媒体的行业特征，我们发现其实它身兼“点”和“线”两种属性：“点”就是生产新闻内容，“线”则是建立发行、传播渠道。因此，在“前互联网时代”，新闻业是典型的“线”。

大约在10年前，国内的媒体人发现，自己的报道需要被新闻门户网站转载才能产生社会影响力。那时就已经有不少人发出这样的感慨：第一媒体其实不是中央电视台或新华社，而是新浪、网易和腾讯的新闻主页。类似的情况，在新闻业发达的国家几乎同时上演。以雅虎、新浪为首，门户网站的另一记狠手是肢解了传统媒体的版面、栏目、频道，只以单篇报道、单张照片、单段视频内容示人。行文至此，读者可自问：自己上一次手捧报纸，沿着编辑思路从头版开始，一路慢慢读完厚厚一

叠报纸是什么时候吗？

在门户网站的升维攻击下，传统媒体作为“线”的价值几乎可以忽略不计，而作为“点”也远比过去零散。此时，传统媒体只能以更为散点的方式寄生于门户网站平台（“面”）。依赖互联网无远弗届的送达能力，一个新闻事件、一篇文章、一张照片、一段视频在瞬间送达千万人，名动天下，反而比以传统媒体本身为“主力线”的时代更容易，内容传播达到新的效率高度。

门户的黄金时代不过几年，最后就连自身都成为互联网时代的垫脚石。第二轮升维攻击的开始，就是微博带来的第二轮媒体革命。微博作为一个新的“面”出现，其传播能力不仅远大于门户，还打破了创造内容的专业壁垒。于是，在新闻内容领域，涌现了一批微博大V，影响力绝不输于传统媒体。动辄千言的调查报道，依然有其价值，但140个字为限的微博，激发了原来不能参与新闻创作、内容生产的“点”（网民），极大地提高了供给，众志成城，聚沙成塔，彻底将传统媒体打下神坛。

在这一轮升维攻击中，新闻门户网站本身也不得不降维成微博的一个“点”（如“新浪头条”），与传统媒体一起，置身大V之间，卖萌以求“粉丝”关注。若论“粉丝”量，这些传统媒体可能还远不如那些大V。后者在互联网时代应运而生，从诞生的第一天起就带着互联网的DNA，远比传统媒体擅长与“粉丝”互动。

微博独领风骚也不过几年，第三轮升维攻击就已经开始。微信的移动、社交属性，比微博更符合一般人的阅读习惯。任何一个用户，唾手可得的一张照片就可以在朋友圈中获得点赞。内容生产的门槛进一步下降，封闭结构进一步被打开。此时，微博自身虽然还是一个“面”，但对比其黄金时代无疑太稀薄了。对于生态更为繁荣、活跃度更高的微信而言，微博只是一条“线”罢了。从微博输出到微信朋友圈内容的快速下降就是很好的体现。在微信这一“面”上，内部生长出来的“线”——公众号，卖家和买家的互动与连接远比微博更加便捷。

此时，传统媒体何在？其“线”的价值已是明日黄花。在一轮轮升维攻击下，老牌新闻机构的唯一选择就是彻底放弃“线”的功能，只保留“点”的作用，并纳入新媒体平台（“面”）。老牌新闻机构如BBC（英国广播公司），早已放弃原来的广播、纸质报纸等渠道，而是依赖互联网技术传播其内容。当下传统媒体的痛苦源于原来由“线”（发行、广告）补贴“点”（内容生产）的商业模式被颠覆后，新的商业模式尚未确立。不可否认，它们作为点的价值依然无法动摇，但过去的“线”已无活力，只有彻底扔掉包袱，传统媒体才能在内容创造这个“点”的阶位上浴火重生。

综上所述，所谓升维攻击，就是在互联网技术的帮助下，新平台将不断打开过去的封闭结构，纳入越来越多的“点”，共同参与互动。在升维的“面”上，由于供应、需求以指数级别增加，“面”促进而非抑制“点”的活力，“点”连成“线”的活力也远大于传统的“线”。

可以大胆预测，看似目前未被互联网影响的行业，也许只是因为互联网的浪潮尚未迫近。传统工业中，几家巨头的生产力就决定了一个产业的整体供给和效率。尤其是在重资产、重工业领域，巨头将价值链几乎完全封闭于体内，并建立了巨大的结构壁垒，这种行业特性会很快发生变化。譬如汽车产业，将因谷歌、特斯拉、优步这样的互联网公司搅动，重构成何种面貌就很值得期待。双比如建筑、飞机制造、能源等看似与互联网风马牛不相及的行业，将来的命运又会如何呢？

企业未来的发展方向

既然互联网的浪潮已经逐渐逼近，我们不妨在“点—线—面—体”的框架中，将当下的各家互联网创业公司进行分类，以便大家更清楚自己在未来的发展道路。经过分类后，我们不难看出，其实“点”的数量仍占绝大多数。

淘宝上数以百万计的店主、苹果应用商店中一个个独立游戏的开发公司，或者当下被O2O（线上到线下）浪潮裹挟而来的大小服务提供者，都是“点”，它们提供了确定的商品与服务。只有在淘宝、安卓应用商店和苹果应用商店这些生态圈中，它们才能以传统商业无法想象的低成本找到自己的客户。所以，它们无法离开这些生态圈（“面”）。因为在生态圈之外，它们很难将企业和客户连线，获得其他“点”的协助，以及创新并得到客户的响应、反馈等优势。甚至，“点”提供的商品、服务、创新均以生态圈为基础，跳出圈外就难以存活，比如，一个手游开发商或专车司机，怎么可能离开苹果应用商店和滴滴、优步呢？

互联网时代的商业竞争，往往是以“面”和“体”为单位的生态竞争。“面”对“点”的激活、辅助程度，就是吸引“点”共创未来的砝码。对“点”而言，选择合适的“面”，帮助自己连线，并持续激活自己的创新力，才是做选择时最重要的依据。

只要找对了“面”，“点”就不难在中短期获得确定性收益，也能乘势而起。“点”仍需要密切关注其所在的生态环境变化，继续演化，或者进入就地“二次创业”的路径。淘宝早期的一批卖家，因淘宝的人口红利而大发利市。此后，他们却抱残守缺，锁定路径而未能与淘宝一起不断“革命”。其兴也勃焉，其败也忽焉，只换得旁人一声长叹。

即使依赖互联网技术而成的“线”，也会由于其他“面”的兴起，被升维攻击一举击溃，进而萎缩。比如，联众游戏将线下的棋牌游戏搬到网上，让玩家不再受限于地理范围，在任何时间都能找到同好。这条“线”一度欣欣向荣，但它仍是一条孤独的“线”，“点”的活力并未延展，因此未能发育成为一个“面”。当腾讯作为一个“面”的威力逐渐显现时，借助平台力量孵化出的棋牌“线”就远比联众游戏更茁壮强大。可见，QQ游戏对联众游戏的胜利，是互联网生态优势的体现。“点”与“点”在原有的互动、连线（社交）的基础上，又进行了新的连接（游戏）。这条新“线”还会和其他“线”相连，如微信支付这

条“线”带来虚拟商品的购买、充值的进一步便利。功能各异的“线”越是交错缠绕，“面”就越坚实，“线”本身就越强大，“点”（用户）的活力就越大，整个生态的竞争力也就越强。

因此，对于追求中短期稳定收益的“线”而言，与前述的“点”一样，找准对其最有帮助的“面”，借其生态系统发展壮大，并与“面”共同演化，方为上策。否则，以互联网时代的气候变化速度，沧海桑田不过几年间，届时成型的“面”是否需要它来做一个“点”，也未可知。

另有一些创业公司，从“线”开始入手，实际期待的是“线”壮大之后就能蔓延成“面”。从不同角度切入，八仙过海、各显神通的众多O2O企业就是典型。其中有志者，如河狸家，虽然一开始从上门美甲这条“线”切入（据说，这个切入点本身就是从20多条“线”的比较中选出来的），但第一天就不掩饰自己要做手工艺人平台这一理想。围绕小区这条“线”展开的众多公司更是希望自己成为本地服务的最终平台。

这些企业的榜样，当然是最近风头正劲的优步和爱彼迎。从两个巨大的产业（“线”）切入，只要它们不抑制“点”的活力，让更多的“点”继续生长，并鼓励异质的卖家和买家连接，就会向“面”的方向发育。比如汽车租赁，社区（多个消费者）对于汽车的共享，恐怕很快就会在优步这个平台上萌芽。如果能顺利连出更丰富的“线”，优步自然而然就会变成一个“面”。爱彼迎对于旅游的延伸更是顺理成章。

这一生长逻辑，与淘宝的历史颇有相似之处。“线”涵盖的“点”足够多，完成交易需要的互动足够丰富，就会产生更大的吸附力，将越来越多的“点”或服务、产品的流程纳入这条“线”。随着异质的连线越来越多，这条“线”本身也在向“面”（平台）的方向推进。

既然这一类“线”志存高远，就必须甘于寂寞，苦熬多年。因为开放线性结构中的“点”，创新萌芽会缓慢成长，然后在互动中连接“新线”。“新线”与“旧线”再慢慢交错，编织成“面”。

在传统的产业环境中，公司存在的价值在很大程度上就是衔接工序、协调工种、管理流程、确定产品的统一质量和售后服务等。在互联网时代，上述职能均可依赖IT工具完成。随着传统封闭结构的打开，提供服务的专业限制呈几何级数降低，创新与服务小众需求的可能性却呈几何级数提升。

由此可见，大部分线性结构的传统产业，都会在互联网技术下解构，成为“面”（平台）生态分布的一个个“散点”。“点”自由分布、按需聚成的“线”，将远比过去封闭的“线”更有活力。因此，主导这次重构的“面”其实接受了划时代的挑战——异质的“点”与“线”发生互动，随机分工，并能有效合作，制造产品，完成创新，都需要平台提供轨道和规则。

此类服务，如与传统产业的功能类比，则是质量的统一化保障。传统产业依赖流水线，封闭结构，大规模产出完全同质化的产品。互联网的竞争者以生态分布的特点，在产品的多样化方面响应客户的需求，因此产品、服务的丰富度大大提高。与此同时，它们也要在产品、服务质量上达到最小公约数。这就是平台（“面”）的职责。与之相似的，是前文已述及的各类机制。它们的有效运行能保证卖家和买家继续互动，“点”继续创新的最大帮助也是平台的基础设施。

互联网时代，基础设施已非传统的水、电、煤，或售后服务那么简单，淘宝、亚马逊和谷歌都由于数据量巨大而开发了云计算。回过头看，这几乎是历史的必然，这是“点”聚集到一定程度后对平台的要求。服务器的稳定和数据保存，只是互联网基础设施中最初级的两项需求。满足这些新需求，也是生态系统整体升级必须打破的壁垒。基础设施改善的另一个作用，仍在于增加“点”的活力。由于云计算输出了廉价而稳定的计算能力，中小企业不必自建机房，因而大大减少其投入IT设备和人员的固定成本，进行创新和连接的难度自然大大降低。

只有在AWS（业务流程管理开发平台）这样的基础设施上，才会

出现如WhatsApp（瓦次普，一款智能手机之间通信的应用程序）一般的公司。其员工只有百余人，却能服务亿级用户，估值数百亿美元，这在传统时代几乎是天方夜谭。类似的公司在淘宝生态体中也有好几家。其实，虽然这些公司栖身于“面”上，自己却往往可以独当一“面”。对于它们，平台只能主动下沉，提供更基础的服务，“面”才能确保“点”的活力，并促进新的创新与连线出现。

只要保持活力和连接的可能，“点”和“线”就会不停地对“面”提出需求。在互动中，“点”、“线”和“面”会共同演化，一起向“体”的方向演化。未来的商业竞争往往是互联网商业体之间生态意义上的竞争。假如“面”不能提供足够丰富的基础设施，让“点”发挥最大的活力并不断创新，刺激新的“点”和“线”出现，更有活力的“面”就可能吸引这些“点”，并取代过去的“面”。此时，原来的“面”将慢慢萎缩，成为“新面”中的“线”和“点”，甚至烟消云散。盛大和腾讯的竞争就是一个经典的案例。

互联网是可以与电相媲美的技术革命，其对产业，乃至人类生活的改变都刚刚开始。回顾19世纪后期，电的普及首先也发生在传统产业结合之处。电灯是最早的电器，其实是针对古老的照明需求，用新能源设计的新解决方案。人类从此告别蜡烛、油灯，这可以看作电帮助传统产业升级换代。到20世纪上半叶，随着电逐渐成为基础设施，化学反应纷纷出现。家电、飞机等全新发明创造喷涌而出，针对的都是传统社会无法满足的需求，也大大拓宽了人类社会的外延。

以史鉴今，当下“点”、“线”一级的创新，在传统社会中大多能找到对应。待到“面”渐成规模，“体”也小试莺啼，才是革命性产品爆发涌现之日。现在，只是刚刚开始。

第四部分　组织变革

全新的商业时代呼唤着全新的企业形态，全新的企业形态又离不开全新的组织结构，我称之为赋能型组织。创造力是赋能型组织往前迈进的核心动力，需要多元化的团队予以支撑，从而构筑一张无所不能的自组织协同网。

11　第四次组织创新：创造力革命

人工智能正在重新定义智力工作的边界，史无前例地将人们从初级低维的脑力工作中解放出来，最大限度地释放了人的本源价值——主动性和创造性，波澜壮阔的创造力革命就此拉开序幕。在这个时代，机器不断取代能够被结构化的知识，创造力成为最稀缺的生产要素和组织中最大的竞争力，这也对组织模式提出了全新的要求。

历史演变：组织创新的三次革命

任何新的战略思考方式，都需要组织的创新才能真正落地。随着智能商业的不断发展，组织又该如何创新呢？

人类技术的进步直接影响着组织结构和功能的变化，为了更好地理解我们这个时代所要求的组织创新，在展开具体论述之前，先让我们回过头来看一下历史的演变。工业时代最深刻的观察者和思考者，被誉为现代管理学之父的彼得·德鲁克将工业革命及其之后的社会发展划分为三个历史阶段：工业革命（Industrial Revolution）、生产力革命（Productivity Revolution）和管理革命（Managerial Revolution）。

工业革命

工业革命发生于18世纪60年代到19世纪中期，起源于英国，这是技术发展史上一次里程碑式的革命。

17世纪中期，英国封建专制制度被资产阶级革命推翻，大规模地对外掠夺、圈地运动，以及国债制度和消费税政策的实施为工业革命提供

了必需的货币资金、劳动力和国内市场。手工业的蓬勃发展又实现了生产技术知识的大幅增加，为机器的发明创造了基础条件，第一次工业革命最早便是出现在工场手工业新兴的棉纺织业。

1733年，英国制梭工人凯伊·约翰发明的飞梭使织布速度得到了极大提高。1764年詹姆斯·哈格里夫斯对旧式纺车进行了改造，并于1765年发明了“珍妮纺纱机”，使得产量得到了有效提升，工业革命序幕正式拉开。1769年，理查德·阿克莱特改进发明了新型的水力纺纱机，因此被誉为“近代工厂之父”。此后，机器生产开始由纺织业向各个行业扩展，采煤、冶金等许多工业部门纷纷出现了机器的发明和使用。

伴随机器使用的普及，畜力、水力以及风力等原有动力的使用已经越来越无法满足日益增长的动力需求，在这样的情况下，詹姆斯·瓦特对其发明的蒸汽机进行了改进。1785年，瓦特改良蒸汽机的正式使用提供了更加便利的动力，为机器的进一步普及和发展起到了极大的推动作用，蒸汽时代由此来临。

此后，随着机器的不断增加，传统手工操作开始被逐步取代，工厂这一新型的生产组织形式就是在这样的情况下出现的。随后，螺丝切削机床、蒸汽轮船等机器相继应运而生。1840年前后，英国工厂传统手工业生产已经基本被大机器生产取代，工业革命基本完成。

工业革命最重要的颠覆，是实现了技术和科学对于传统经验的超越。在工业革命之前，人类社会所有的传统制造都基于手工和经验，在经历工业革命之后，出现了科学和技术的概念，并且在这个基础上产生了近代工程，这场革命成功开创了以机器代替手工工具的时代。

仔细剖析工业革命的发展历程，我们不难发现，支持工业革命的基础是知识革命。牛顿经典力学的三个定理，让科学的概念深入人心，使人类可以理解整个宇宙，可以根据知识创造一个全新的世界。工业革命所有机器的改良和设计，都是基于科学原理，进而在技术上实现了突

破。最典型的就是蒸汽机以及其后的发电机，所有机器都是根据通用的科学原理和技术进步的原则而被发明的。

生产力革命

生产力革命大致自19世纪70年代为开端，直至第二次世界大战。这一革命开始的标志是1866年德国科学家西门子发明了第一台大功率发电机。随后，电气产品开始取得突破性发展，电灯、电车、电钻、电焊机等产品相继诞生，电力开始逐步取代蒸汽，作为新的动力能源被迅速应用到工业生产之中，人类社会由此进入了电气时代。

同时，由于电作为基础设施的普及，使得机械化大规模生产成为可能，这个时候需要协调更多的角色，管理的需求在这个时代才得以体现。流水线上需要的工人和旧有工人的概念存在一定差异，由此，美国古典管理学家弗雷德里克·温斯洛·泰勒首次提出了科学管理的概念，全世界第一批商学院也出现在这一时期。大规模标准化的训练和足够多的管理人才，成为这个时代的刚需。

因此，生产力革命的核心是通过管理来提高人的生产效率，相应的组织创新就是出现了公司和最早的职能管理。从职能管理到M型的组织管理，再到今天大家熟悉的矩阵管理，归根结底都是提高人在生产线上和公司内的效率。

管理革命

到20世纪四五十年代，人类在原子能、电子计算机以及航天技术等多个领域均取得了突破性发展，实现了科技领域里的又一次重大飞跃，一大批新型产业由此应运而生。特别是电子计算机的迅速发展和广泛运用，使得人类社会进入信息时代。

同时，信息化的发展使得管理本身也变得愈加复杂。此时的管理核

心不再是流水线的效率，而是公司这个组织本身的效率，其依赖于信息的流通和处理的效率。于是，出现了第三次革命——管理革命。

这时，出现了大家熟悉的微软、甲骨文等一大批知名企业，ERP理论开始风行全球。ERP的本质是把知识体系化、流程化、软件化、自动化，进而提升整个公司的管理效率，这与管理革命的根本目的不谋而合——不断提升信息与知识的管理效率，也是管理革命最重要的价值创造来源。

将以上三个历史阶段纵向比较之后，三者的本质区别呼之欲出——知识被产生和运用的不同机制。在工业革命时代里，手工经验被系统化的知识超越，而知识进一步被应用在工具的创新中，将人从繁重的体力工作中解放出来。到生产力革命时代，知识则被运用于人的工作行为和方式中，泰勒提出的科学管理以体系化的方法大幅提升了人的生产和工作效率。在管理革命时代，“知识作用于知识本身”（如何提升知识本身产生和使用的效率），管理和组织创新成为生产率提升的源泉，知识取代资本和劳动力，成为占主导地位的生产要素。按照德鲁克的论断，21世纪将是知识经济的时代。

沿袭这个思路，我将我们面临的第四次时代大变革称为“创造力革命”，这是知识经济升级到创造力经济的必然要求。

创造力革命

不可否认，最近十年，大数据计算能力的爆发式提升和基于数据的机器学习新方向，使得人工智能技术完成了一次空前的跃迁。过去的历次技术变革，将人类从体力劳动中解放出来，升级为专业化、技术性或者管理性职位，而未来可能被机器吞噬的工作机会将进一步上移。研究表明，人工智能可能取代今天被称为“知识工作者”的50%的工作机会。

以“高智商”聚集的律师行业为例，美国现在最好的法学院的毕业生，都开始面临找工作的难题，因为律师的很大一部分工作已经被机器取代。人工智能的大规模入侵显示了其开始胜任包括综合分析、微妙推理甚至制定辩论策略的专业工作。

当然，这并不意味着属于人类的工作机将必然减少。研究报告《与机器人共舞》指出，人类心智的优势在于“柔适性”——能够处理和综合不同性质与特征的信息，并且根据复杂多变的环境和条件迅速调适。过去半个世纪以来，富含“柔适性”的工作需求在不断攀升。“柔适性”赋予人类灵动的创造性和社会敏感性。麦肯锡的相关调查表明，进入21世纪以来，要求创造力和复杂社交技能的工作需求急剧上升。全球专业咨询服务公司韬睿惠悦和英国牛津经济研究院合作研究的《全球人才2021》调查结果显示：未来十年最热门的需求在于关系建立、团队合作、协作创新、文化敏感性以及管理多样化团队的能力。

人工智能还在高速发展，我们享受着数据智能给生活和工作带来的便利，同时也会产生新的疑虑：当机器变得越来越聪明，数据智能在更多的场合取代人时，人到底该怎么办？人的未来在哪儿？

在我看来，未来人类生存的关键在于创造力。虽然业界对人工智能的未来还有很大的争议，特别是关于“机器能否超越人脑”、“机器会不会反抗人类”等话题一直众说纷纭，但有足够共识的是，在可见的未来里，机械性、可重复、可结构化的脑力劳动，甚至较为复杂的分析任务都会被机器智能取代。

如果我们对德鲁克提出的知识经济体系进一步完善与发展就会发现，传统意义上的知识的价值在急剧下降。与此同时，人的直觉、对知识的综合升华能力，或者叫作创造力，依然是机器难以超越的。只要确定这一点，未来人类的核心价值便十分明了，那就是创造力。这可以直接表现为技术的创新，也可表现为对客户的感知力、商业的洞察力等。延续德鲁克的体系，我们把未来这次组织大变革称为第四次组织革命，

也就是创造力革命。

只要细心观察便不难发现，近来我们的身边出现了一些有趣的新现象：几乎所有做投资的人都在抱怨——钱再多也找不到好项目；几乎所有的创业者都在抱怨——给再多的钱也找不到合适的人；几乎所有的大型互联网公司都在抱怨——给员工再多的钱也很难留住人……究其根本，这一切的真正原因在于最有创造力的人往往是最不在乎钱的人，金钱对于他们的吸引力与诱惑力十分有限。创造力成为最稀缺的资源，决定了人类社会将来的结构。只有把创造力提到这个高度，我们才能更深刻地理解正在发生的变化，才能对未来有更好的准备，甚至是更积极的应对。

在硅谷有这样一种说法：一个真正有能力的工程师的价值可能超过1000个平庸的工程师的价值之和，这也是谷歌和脸书这些公司强调极客文化的原因所在。对于这些世界顶级互联网企业而言，最需要的便是具有极大创造力的人才。为此，它们在组织内设定了所谓IC（individual contributor，独立贡献者）的新角色。这种个人能力超群的顶级创造力人才已经成为组织不可或缺的元素。他们并不带团队，也不承担管理职能，他们需要做的只是将自己的创造力淋漓尽致地发挥出来。

在人工智能不断发展、结构化知识不断被机器学习取代的今天，价值创造的源泉是什么？答案就是创造力。这中间的很多环节甚至机器智能本身，都依赖人的创造力。比如数据智能的起点是场景化，谁能够创造性地想出一个新的场景如何被在线化、数据化，谁就能赢得未来。

我曾经和硅谷的一家教育软件公司有过交流。这家公司由谷歌的一些“技术大拿”创建，主营业务是小学教育软件化。也许很多人会对此深表疑惑：“为什么谷歌出来的顶级技术人才会将创业精力放在小学教育上？”说实话，在刚得知此事时我也不太明白。在和他们交流了很长时间之后，我突然意识到，他们真正要做的事情并不是技术本身，而是把一种传统的基于经验的学习方式，用数据化的技术手段搬到线上，再通

过数据智能的方法优化用户的学习体验，此过程中的每一个环节都离不开顶级人才的优质创造力。为了实现这一目的，这家公司还投资开办了8所实验性小学，公司指派工程师驻场，学校老师1/3的工作是与工程师互动，帮助工程师理解他们实际如何教育学生。

这次交流给了我较深的触动，在中国的传统行业快速互联网化、智能化的过程中，首先就需要提升企业家的创造力，让其能够将原来离线的场景变成在线服务。没有创造力就不要轻言转型，这种创造力需要始终贯穿于转型过程。

同样，“合伙人”是近几年来大家听得比较多的一个词，几乎所有人都在谈论合伙人，关于合伙人的很多著作也都成为炙手可热的畅销书。何谓合伙人？志同道合且能力相当。换句话说，能力不够就无法成为合伙人，因为你对合伙企业没有多少价值可言。合伙企业的文化越来越偏向于少量的核心合伙人共同创造的价值，这也是市场中一个比较明显的变化。

总而言之，人工智能将人们更彻底地推向富含创意、充满挑战，也更蕴含价值的分工。人作为创新的主体，将价值观、理论、知识甚至直觉贯彻到算法模型和产品中，通过反馈、学习和迭代提升智能、创造价值，继而重塑人的体验、认知和价值体系。创造力革命的本质是通过人工智能释放和激发人的创新力，人工智能和人类智能这两种智能在交互与碰撞中激荡增值，螺旋式地创造出具有巨大价值的智能生产力。正因为如此，人类将会成为更关键、更不可替代的时代主角，在机器智能的全面辅助下，大踏步地迈入智能时代。

12　新组织原则：从管理到赋能

基于管理的传统公司，必将让位于以赋能创新为核心功能的未来组织模式。未来企业的核心功能不是管理，而是赋能。管理之所以过时，是因为管理不能带动创造力。创造力是未来最重要的生产要素，促成创造的唯一方法就是赋能。

忘掉管理，拥抱赋能

创造力革命呼啸而至，组织正在被重新定义，组织原则当然也需要随之调整。所以，接下来我想和大家探讨一个重要的话题——未来的创新型组织的主导原则是什么。

事实上，关于这个话题，早在2008年阿里巴巴集团第一次提出“新商业文明”概念之时，我就已经有所察觉。当时，我们试图通过建设互联网的商业新模式来取代工业文明，但是我们自己的组织依然是工业时代最传统的公司制度，还是科层制自上而下、相对僵化和缓慢的管理决策机制。

那么，到底什么才是适合创造力革命的创新组织原则和模式？这是我一直在探寻的问题。在过去将近十年的时间里，阿里巴巴进行了很多尝试，从内部建设共享平台到赛马式的创新机制，再到用自己开发的基于网络的内部协同软件替换传统ERP软件。虽然我们通过这些尝试积累了不少经验，但我总觉得并没有真正找到未来明确的方向。回答这个问题显然比我们想象的要困难得多。

最近，一些领先的互联网企业开始相继有了更多的经验分享。2015

年，谷歌的首席执行官埃里克·施密特出版了一本《重新定义公司——谷歌是如何运营的》，他在书中详细地诠释了谷歌的内部运营机制。同样，脸书也有很多这样的经验开始逐渐被大家熟知……虽然未来的组织会演变成何种模样现在还言之过早，但是，未来组织最重要的原则却已经越来越清晰——拥抱赋能，忘掉传统的管理或激励。

“赋能”是我新造的一个词，赋是赋予的赋，能是能力的能，它所传达的核心观念是如何让他人有更大的能力完成他们想要完成的事。

管理和赋能到底有何不同之处？我举一个大家都很熟悉的例子加以说明。在经典的管理理论中有一个很著名的论断：一个人的管理半径不应该超过7个人，也就是说他的直接汇报者不应该超过7个人。但是在谷歌情况却并非如此，谷歌中领导者的管理半径通常是20多个人，有时甚至会达到三四十个。从管理学的角度来看，谷歌的这种安排无疑是极为出格的，它往往会带来团队效率低下、沟通不畅等恶果。这种情况的出现是因为谷歌不知道传统管理半径的理论吗？答案无疑是否定的。其实，谷歌这种安排背后的逻辑正是赋能。其中的内在原因有很多，最主要的是以下两个。

领导者的目的不是管理，而是支持

在谷歌，领导者为团队全体成员提供的是创新上的支持和各种资源整合，以此帮助自己的下属取得更大的成绩。领导者的目的不是管理，而是支持，这和一般的管理做法是很不一样的。当谷歌公司意识到这一点时，甚至有意让领导者拥有更多的汇报线，以此打破他们惯常的管理半径，逼着他们适应一种全新的运作方式。马云在阿里巴巴也经常使用这个方法。对某些习惯了传统管理方法的人，他有时候会给他们远远超过他们管理能力的工作，逼得他们不得不放弃老习惯，尝试新的赋能型的方法。

团队成员的驱动力不是传统的劳动报酬，而是成就感和社会

价值

管理的目的是让员工按公司的要求工作，但在创造力革命的时代，谷歌员工最主要的驱动力来自创造带来的成就感和社会价值。自我激励是他们的典型特征，他们最需要的不是来自外部的物质和精神激励，而是赋能，也就是为他们提供能更高效创造的环境和工具。这与传统的体力劳动者，甚至与一般的知识劳动者有根本区别。以科层制为特征、以管理为核心职能的传统组织原则面临着前所未有的挑战，未来组织最重要的职能应是提高整体创造力的成功概率，而赋能创造者是实现这一目标的唯一路径。

除了以上两点，传统管理型组织与谷歌这样的赋能型组织还有许多区别，我将这些区别归结于表12–1，希望能给读者带来些许帮助。

表12－1 传统管理型组织与赋能型组织的重要特征比较

	管理型组织	赋能型组织
组织结构	树形或矩阵形	层级淡化，平台联网
信息流（对内）	自下而上收集，自上而下反馈	联通透明，实时同步
信息流（对外）	单一收集和输出通道（部门）	联通透明，实时同步
决策流	中心决策，向下分解推进	实时同步，在指标控制下自调适
资源分配和规划	集中规划，逐级分解	按需自取，弹性分配
内部协作机制	岗位定义职责，协作需要回溯汇报线；分工割裂，信息流低速	基于协同创新平台自组织，透明共享，协同竞争，一致迭代
价值导向	效益驱动	创新驱动，关注成长能力
风险偏好	风险最小化，规避犯错；信息和数据被保守控制而没有共享	追求透明、速度和创新自由，宽容错能力，没有创新是最大的风险

可以肯定的是，在创造力革命已经来临的今天，未来的组织结构必

然向着以创新为目标，实时感应客户，通过聚合和激发创造者，追寻创新效率最大化的协同生态体演进。赋能型组织之所以存在，就是因为其能将创造者所需的资源内部化，并通过协同机制激荡和倍增其创新能力，进而产生更高的效率和价值。或者说，赋能型组织的核心价值在于赋能，通过提供平台，让一群创造者更好地连接和协同，从而发挥更大的价值。

打造全新的赋能型组织

既然我们确定了未来组织的原则是赋能，而非传统的管理或激励，那么到底应该如何理解“赋能”这个全新的概念呢？我提炼了三个基本原则供大家参考。

匹配创造者的兴趣、动力与合适的挑战

典型的激励机制，例如期权奖励，偏向的是工作结束之后的利益分享，是假定如果没有足够的长期激励，员工不会积极主动地按公司希望的方向努力，所以要用事后的物质奖励让员工和公司的长期利益倾向一致。但在创造力时代，员工往往是自我激励的，所以赋能要强调的是给他们合适的挑战，从而激发创造者的兴趣和动力。唯有发自内心的志趣才能激发持续的创造，命令不适用于他们。因此组织的职能不再仅仅是分派任务和监工，更应让员工的专长、兴趣和客户的问题有更好的匹配，这往往要求员工拥有更多的自主性、更高的流动性和更灵活的组织性。我们甚至可以说，是员工使用了组织的公共服务，而不是公司雇用了员工，两者之间的关系发生根本变化。

我曾经看过一篇关于小米的报道，文章讲述了小米的7年成长历程，其中有很多对基层员工的采访。让我感触最深的是在小米公司里有很多来自谷歌、微软等知名企业的工程师，他们之所以愿意以比较低的

薪酬加入小米，并且心甘情愿地承受“996”工作制（早上9点上班，晚上9点下班，一周工作6天，这是不少互联网公司的基本工作状态）所带来的巨大压力，最主要的原因就是他们能够在小米真切地感受到自己在创造全新的产品、在改变这个世界。这种自我激励和自我驱动让他们在小米过去几年的发展历程中化解了数次危机，创造了许多令业界震惊的奇迹。

打造环境和氛围，方便员工共同创造

在人才高度流通、竞争异常激烈的今天，创造型人才不会仅仅满足于物质激励，他们更关心什么样的组织能够帮助他们更好地实现自己的梦想和价值。对于价值观驱动并追寻自我实现的创造者来说，只有秉承同样使命和愿景的组织才能吸引他们，让他们心甘情愿地拥护和付出，并激发出源源不断的创新动力。

因此，赋能比激励更依赖企业文化，只有企业文化才能让志同道合的人走到一起。组织再也不能用传统的方法考核与激励创造者，公司的文化氛围对他们而言就是一种无形的奖励——和志同道合的人一起共同创造足以改变世界的产品，想想都是一件令人无比兴奋的事。一种和创造者的价值观、使命感吻合的文化才能让他们慕名而来、奋发进取，因而组织的核心职能将演变成文化和价值观的营造。

与过去跟随市场竞争环境不断调整的企业文化不同，共同的使命、愿景和价值观一开始就是凝聚组织创始人的火种（组织的价值观就是创始人的集体价值观），并成为组织长期坚守和增强的精神内核。价值观不会轻易更改，正是这个内核吸引着志同道合的创造者加入其中，参与共创，这是未来组织实现赋能最重要的一步。以“管培生”（管理培训生）方式在企业内部规模化培养人才的传统组织，这些年无论对顶尖人才的吸引力，还是持续创新的能力都非常乏善可陈。

最前沿的创新型企业都以鲜明的文化和价值观为特征。从谷歌对顶

尖人才的推崇和不作恶的文化，到脸书的极客文化和连接世界的情怀，再到优步分享经济的理念和冲击传统模式的朝气与霸气，正是这些文化层面的激励，让硅谷甚至全世界最优秀的人才纷至沓来。在工业革命时代，共同的使命、愿景和价值观只是最优秀企业的奢侈追求，而在创造力革命时代，志同道合是对赋能型企业的基本要求。

因此，这些创新型领导企业的创始人都天然具有布道者的气质，无论是创办脸书的马克·扎克伯格、阿里巴巴的掌舵者马云，还是人送外号“硅谷钢铁侠”的埃隆·马斯克，他们改变世界的勇气和推动人类社会进步的初心，才是帮助他们凝聚顶尖人才的真正原因。

值得一提的是，志同道合的创造之路对应着全新的协作关系。在沃尔玛或者星巴克这样重视员工的传统企业里，员工被称为伙伴（associate），而在赋能型组织里，具有共同愿景和价值观的创造者被称为合伙人（partner）。与以能力、经验和人脉为核心的咨询公司或者律师事务所的论资排辈不同，新的合伙人关系赋予创造能力和价值观更高的权重。

在当今时代，科学家和研究人员正在以较大规模和较高的“组织地位”进入赋能型组织，如脸书的机器学习四大金刚之首的杨立昆（Yann LeCun），以及谷歌的无人驾驶汽车之父塞巴斯蒂安·特龙（Sebastian Thrun）。吸引这些顶级创造型人才的，正是这些赋能型企业里丰厚的研发投入和无可比拟的技术（数据）平台。通过这些，能够帮助他们实现自己创造的梦想。这种合伙人关系的奇妙之处，在于投入和忠诚并不需要组织来维护和定义。事实上，这些科学家往往自由地游离于企业组织和大学院校之间，坚定执着的价值观和创新追求是凝聚和激发他们的唯一动机。

通过组织设计，刺激人和人之间的有效互动

激励聚焦在个人，而赋能特别强调组织本身的设计，以及人和人之

间的互动。随着互联网技术的不断发展，组织内部人和人之间的联系也更加紧密。研究指出，人和人之间互动机制的设计，对于组织的有效作用可能远远大于对个体的激励。

谷歌那些声名远扬的免费服务，其作用不仅在于提供员工福利和提高员工的生产力，更重要的一点是增加彼此互动的机会，进而提高共创的可能性。我2009年参观谷歌公司时，注意到这样一个细节：谷歌员工餐厅的等待时间一般不会超过4分钟，这个时间正好让人可以简单地寒暄和交流；如果等待时间大于4分钟，人们往往就会拿出手机各干各的事。谷歌公司的良苦用心，由此可见一斑。

创造需要灵感，这件事情本身难以具体规划，组织能做的只是为他们提供各自独立时无法得到的资源和环境，最重要的是让他们能够得到充分互动的机会，有更多自发碰撞的可能性，只有这样才能创造更大的价值。

继续用谷歌举例。5个谷歌员工在打台球时，恰好碰上创始人对公司的广告质量公开表示不满，他们在聊天中碰撞出了一个全新的思路。大家都很兴奋，自发地利用周末时间做出了产品原型。传奇就此诞生，在这基础上发展出了谷歌最重要的收入产品之一——AdWords（关键词竞价广告）。更为有趣的是，这5个人里没有一位是广告部门的员工。

传奇的背后依然是一系列配套机制的设计：在谷歌早期很长的一段时间内，在拉里·佩奇自己主持每周五下午召开的员工大会上，公司所有正在进行的项目都会公布，员工可以挑战和讨论；员工有很高的自主权，可以跨部门调动资源；等等。因此，促进协同的机制设计才是未来组织创新的重要领域。

赋能的这三大基本原则又如何落地，成为你企业的原生DNA呢？根据以往的工作经验，我将赋能的运用方法同样提炼了三点。

第一，文化的营造。从协同的角度来说，组织必然是一个价值共同体。只有组织内的个人、团队，或局部的创新努力与整体的价值目标一致，才能获得最大的创新效率和价值实现。对于一个企业而言，文化的重要性毋庸置疑。在这个大变革的时代，你是否坚信自己的企业文化，甚至以布道者的心态去传播、去吸引真正志同道合的人走到一起呢？

阿里巴巴推出了合伙人制度之后，有很多公司效仿，但是我注意到，其中不乏东施效颦的现象。合伙人制度的本质是志同道合，需要合伙人之间拥有相同的理想和愿景，而很多公司的合伙人制度实际上将志同道合的团队变成了利益分配的团伙，完全是南辕北辙。

第二，人才招聘。正是因为管理不再重要，自激励成为创造者的一个典型特征，所以找到合适的人就变得格外重要，人才招募也就成为企业中不容忽视的一个环节。无论是谷歌还是脸书，它们都不仅愿意用最具竞争力的薪酬和福利向应聘者表达诚意，还在招聘流程和能力上投入较多的资源和时间，对每一个应聘者的评估也都建立在与团队充分的互动和了解之上。

在很长一段时间内，拉里·佩奇都坚持亲自面试每一个工程师，后来伴随公司规模的扩大，这项工作过于繁重，实在难以为继，但他还坚持了很长时间亲自审核招聘合同。在脸书，马克·扎克伯格亲自打电话力劝一个普通的工程师或者数据科学家加盟的故事也屡见不鲜。

找对人比改变人更重要。只有合适的人加入，才能吸引更多合适的人，把时间用在找人上是十分明智且至关重要的选择。

第三，心力的大量投入。时代变了，企业高管团队的管理职责同样发生了巨大改变。在传统企业治理中，高管大部分的精力都是用在对员工的监督管理之上，实际上，如何提供一个平台让创造者之间能够有更多的互动，甚至产生跨界交流，进而让整个团队拥有更为出色的创造力，才是组织创新领域非常重要的新话题，需要大家花费更多的心思去

探索和琢磨。这将是拉开企业差距、区分企业竞争力的分水岭。

13　自组织协同网

伴随组织原则的改变，相应的组织架构和运营法则也正在发生重大且根本的变化。赋能的组织观念呼唤着赋能型的组织结构。基于科层制结构、以管理为核心的传统公司架构，会演变为以赋能为关键词的创新平台。这种全新的组织结构能让一群创造者更自由地联结、更顺畅地协同、更高效地共创。可以预言，在智能商业时代，传统公司将大批消亡。

强大的创新中后台

与商业语境中的平台模式一样，创新平台提供基础设施和环境以赋能，使得异彩纷呈、无限可能的交互和创新，以极低的引燃点和极高的效率发生。赋能与平台本就是同一个棱镜的两面，一为功能目标，一为实现模式。平台为创新赋能者而非主导者，创造人才的主观能动性才能被充分释放，创新才能在最自由的空间里被孕育和被激发。

创新平台包括创新中后台、平台协同机制，以及相适配的文化和环境。其中，创新中后台指的是创新所依赖的可共享的各种资源和基础设施的协作平台。中后台通常由许多不同层级、互相连通、形成复杂结构的子平台系统组成。

以阿里巴巴这样一家数据驱动的商业创新公司为例。中后台包括基础数据存储和技术平台阿里云，人工智能和机器学习引擎DTPAI（数据技术人工智能平台），代码、算法、模型的共创平台，项目管理和工程平台，以及应用层面的商业智能分析、调研、设计和开发应用平台等。

这些子平台系统以统一的标准、协议和流程规范，畅通连接和共享，而创新的资源调度过程就如同将这些不同层级的组件进行搭配连通的乐高游戏。

一个组织越要求前端反应灵活、创新，就越需要中后台用平台化的方法提供支持和服务。传统企业的典型架构是前后台一体化，从产品到技术再到运营，是一个垂直整合的架构。阿里巴巴这几年做的最重要的事情就是试图打破这种烟囱式的结构，把能够共享的中后台资源尽可能地整合在一起，用更高效的方法提供出来。

举一个最简单的例子。现在，几乎所有人都在强调数据的重要性，但是我们很早就意识到在阿里巴巴内部数据都是割裂的。我们可能有近百个团队都在用自己的方法定义数据，甚至对于一个用户的性别判断，不同的团队都在尝试不同的方法。所以当你试图用数据创造新价值的时候，会发现完全没有一个合适的基础设施支持这样数据驱动的创新。

为此，阿里巴巴专门成立了一个团队——数据中台。这个团队从事的是一项异常辛苦的工作，就是进入每个业务部门去做沟通，然后把它们的数据定义、计算、存储全部标准化之后，放到一个统一的平台上。这样一来，将来任何部门需要对数据进行调用，都会有一个统一的数据库，而且在使用数据的过程中，所有的变化都会被平台跟踪，这样将来它们所取得的任何有附加值的服务，别的团队都能共享。然而，即使经过一个几百人团队三年的努力，我们也仅仅统一了集团一半多一点儿的数据业务。

那么，这样的中后台最关键的特征是什么？

透明

因为透明，每个人都能清楚地知道其他平台参与者的工作，如做了什么、怎么做的、有什么特点和结果，以及如何复用和修改。这不仅意

味着包括数据、代码、元数据和描述文档的充分共享，还是对协作规范一致的认知和恪守。

在国外顶级的技术公司里，这种行为准则与所谓的工程师文化或者极客精神一脉相承，是精益求精的工匠精神的高科技版本。互联网的创新者崇尚技术和创新能力，开放的协作平台让每个人的贡献得以一致、透明、公平地被评估和公示，从而形成正向激励的学习和竞争。

共创

在技术驱动的公司里，工程师文化成为公司文化的底层基因。对于一名工程师来说，自己的创新工作在内部被接受和被分享就是莫大的认可与奖励：“我第一次写的算法不久就被其他部门复用了，这让我感觉很骄傲，从此我写代码更认真、更小心，我希望别人看到完美的代码。”透明和分享使共创成为可能。在这个过程中，每一次创新都基于过去许多的创新实践，而不用闭门造车、重复建设。每一次创新同样在中后台的平台上沉淀，智能、技术、经验、模式都以这种机制日益丰富，共同迭代，从而形成难以被其他平台超越的创新壁垒。

这样强大的中后台让创新的成本大大降低，效果也会大大提升，甚至单枪匹马的创新者都可以借助平台的支持，像杠杆一样撬动巨大的价值。

在脸书内部，有一套工作流软件：它要求所有工程师对于任何产品和技术的讨论，以及他们所写的任何代码，都必须被记录在这个工作流软件当中。只有这样做才被认为是在有效工作，任何没有被记录下来的信息，都不认为是他们的工作，也得不到认可。这样一个工作流体系，实际上相当于一个企业的知识库，里面包含了每一个工程师所写的每一行代码，这样，企业就可以随时查看5年前这个产品背后的逻辑——它的代码为什么是这么写的。这就变成了一个共享知识库。

当然，这样做的附带好处是非常让人震撼的，这就是平台相对于管理的效率。在脸书，晋升在很大程度上不需要重新被讨论。你的能力到了什么程度，你该不该晋升，只要看你最终在这个巨大的知识库里面贡献了多少代码，你的代码被多少人重复使用，你对整个组织的贡献就一清二楚地呈现在大家面前。这样一种平台性合作所提供的价值要远远大于传统管理中每个人都在自己密闭的环境里工作。

强大的中后台让创新以最小的代价、最高的效率得以实现。中后台的能力对应于小团队，甚至单枪匹马的创造者，并能够用创新来撬动价值实现的杠杆系数。无论是在谷歌、必应还是在阿里巴巴，一个小小的算法创新就会带来亿万量级价值增益的故事屡见不鲜。强大的中后台同样简化和提升了复杂的创新协同的效率。产品经理和业务团队可以根据场景和设计来调用算法模型，配置参数，从而完成一个数据智能驱动的产品创新，甚至无须算法工程师或数据科学家的直接参与和帮助。

自由连接，网状协同

在赋能的模式下，组织结构也将顺应变革。由于管理被淡化和高度信息协同的需求，传统树状或矩阵结构的部门和层级区分将随之消融，取而代之的是连通一体、柔性结织的协同网络模式。

传统公司里的组织结构叫作科层制，也就是典型的自上而下的树状结构，指令层层上传下达。在新的组织里，组织架构的形象更像一张网，组织里的每个点都与其他所有点实时相连，确保任何脉动都会及时同步到整个组织中。

组织与客户之间也是网状直连，来自客户的任何信号都由组织内相应的网络结构实时接收，协同决策，并给出实时反馈。组织架构正在发生根本性的变化，从传统的组织结构入手变成从工作流入手，重构整个

公司的内部结构。工作流的特征是一个任务的完成，需要各方协同，信息必须实时触达各方，然后让相关的人做出合适的反应来把这个工作完成，再传递到下一个工作。

举一个大家都很熟悉的例子——客服部门。这又回到我在前面讲到的“客户第一”为什么在传统企业很大程度上只是一个口号，因为客服部门虽然口头上被认为很重要，但实际上在公司内部往往地位都很低。他们在向客户提供服务的时候，因为没有资源，仅仅是在做一些信息导流和简单的客户情绪安抚工作，并不能真正解决客户的实际问题。

如果要真正解决客户的实际问题，一定要给这些客服人员赋能。赋能实现的前提条件有两个：

第一，信息流要畅通。要保证能够让客服人员看到所有与客户问题相关的信息。

第二，透明。整个相关的工作流，以及以工作流为基础的节点都要做到透明化，要让客服人员知道任何一个问题到底牵涉哪几方，以方便他们找到责任方，调动相应的资源解决该问题。

所以任何一个人在这个协同网上都能够根据需要获取相关信息，调动相应的资源，在那个节点上解决问题。这不像传统企业，所有的信息都在自下而上的科层制中被层层衰减，最后上面并不知道实际发生的问题，上面传达下来的指令也会层层衰减。

在阿里巴巴，我们过去几年在这个方面花费了大量精力。我们尝试将整个公司所谓的管理软件，也就是传统的ERP管理软件重新改造成尽可能基于工作流，让信息流可以在所有相关方有效地流动起来。

现在，大部分的公司还处于IT时代，它们强调的是ERP管理，而ERP是把过去管理比较有效的方法，通过软件的方式沉淀下来，它是对

过去管理经验的一种提升。我们需要的公司内部信息架构，其实是在支撑一个不断扩张的创新体，所以信息的自由流通以工作流的方式重构组织结构是非常大的一个挑战。

在线实时的动态目标矩阵

我们虽然在前面讲了这么多关于赋能的美好方面，但是如果一家公司在传递这些理念的过程中，它的实际运营却还是以传统KPI（关键绩效指标）来考核、管理、奖励，那么员工依然会被实际的激励机制束缚。

所以摆脱KPI的惯性制约，从传统的KPI管理走向一个在线动态的目标矩阵，这一点非常重要，这也是当前组织创新非常难但又必须跨越的一道坎儿。那么，如果我们不管理，不靠首席执行官来命令，新的组织靠什么运行？我们如何知道组织是健康的，是在正确的方向运行？我们怎么让每个人可以真正的协同起来？

领先的互联网企业经过这些年的摸索，充分利用了技术优势。我们看到了一些很有趣的代表未来的新方法，其中最核心的就是所谓的Matrix体系，我把它翻译成“目标矩阵”。其中有一些和以前非常不一样的做法。

KPI实际上往往是被简化的一两个考核指标，也就是第二年的销售是多少、收入是多少等。实际上，很多企业的战略都妥协了，因为KPI不能反映战略真正的要求。我们现在的业务越来越复杂，特别是类似谷歌、淘宝这样生态型的企业，其复杂度已经超过任何人能够简单地靠直觉或者数据判断的程度。

所以，所谓的目标矩阵就是用完全数据化的方式来测量、评估和监

控创新。一方面，要对现有的业务实现完整的数据化；另一方面，要用数据化的方式定义一个企业试图优化的方向，也就是所谓的价值目标函数。比如淘宝，以前我们可以很简单地用这个平台每年销售了多少万亿元的商品和服务作为一个考核指标，但这个考核指标忽略了太多的重要因素，比如小卖家是不是有成长通道、企业的赢利能力、竞争环境等，这些因素都没有办法被考核。

目标体系则可以对整个生态都用数据化的方式来衡量、监控。比如类似淘宝要有一个生态健康的动态整体衡量。对于生态健康，我们可能很难抽象地用一个定义来决定，但是我们也可以用几百个、几千个、几万个指标，基于数据智能这种优势来动态地模拟一个可能的健康生态。虽然这个指标一开始可能并不准确，但是它可以迭代优化，最后越来越接近健康生态可能真正的状态。

目标体系代表了大家未来追求的方向，这个方向也不再是一个口号或者一个很朦胧的目标，它可以被具化成一套数据，这个数据又跟我们的业务属于同一套目标体系。这样，我们就可以完整地看到每个业务单元以及整体业务方向，或者说组织所要追求的方向之间的关系。我们不会再割裂地评估任何一个小单元的贡献，而是会从全局的动态优化角度考虑这个组织应该如何调配资源，下一步应该往哪个方向努力和改进，才能保证长期目标的有效实现。

华为创始人任正非有句名言，“让听得见炮声的士兵做决策”。实际上，如果没有公司组织架构的根本变化，这根本无法实现。在传统的组织结构里，士兵无论如何也是无法调动炮火的。在伊拉克战争之后，美军一个最重要的变化就是各军种全部平台化，并成为支持部门，同时做到高度信息化。所以美军的目标是前线的一个连长能指挥的炮火，是整个伊拉克战场司令员能指挥的炮火。

“让听得见炮声的士兵做决策”，其实有两个前提条件：

第一，将中后台变成一个协同网络。只有把中后台变成一个协同网络，士兵才能成功调动相应的资源。

第二，这个士兵必须有足够的判断力。把决策的权力直接从一个所谓的战区司令下放到一线的士兵，这个士兵不可能是一个初中生，他本身就应该是一个有非常强大的综合技能的高端人才。唯有如此，他才能真正调动后端的炮火。

这是组织原则中非常重要的一点，个体越来越强调专业知识，特别是综合判断力和创造力，整个组织的结构相应地也要网络化、平台化，来支撑任何一个个体根据需求调动资源的能力。在传统的格子化、封闭化的组织结构下，所有个体都被封在一个非常小的区域内，既看不到全局，也不可能调动超出权限的资源，局部的决策效率完全没有根据全局的需要优化。

因此，总体来说，“让听得见炮声的士兵做决策”，既需要一个非常强大的指挥体系（平台的能力），还需要前线人员大幅提升能力和装备水平（端的能力）。两者结合，才能打破传统管理的边界，创造全新的价值和效率。

最直接的例子就是，当众多的O2O公司还在为自己几万人的地推团队的“管理经验”而沾沾自喜时，优步却以不到十人的团队运营一座大城市，这让我们感受到了新型组织的超强战斗力。所有城市运营都建立在全球统一算法平台上，所有团队间的经验共享平台，以创始人为代表的强大文化，鲜活地显现了我们总结的新型组织的特征。

组织的目的是激发群体智慧，让人在一起能够完成更复杂、更艰巨的事业。我们所处的时代由网络协同和数据智能驱动，这是群体智慧和机器智能相互作用、协同演化的进程。未来的组织必将实现全新的协同方式，也必将时刻依赖数据和算法。

未来的组织会是怎样一个形态？之前说过，我认为它们很可能会是志同道合、自由联结、协同共创的合伙人之间形成的智能演化生态体。

一致坚守的价值观提供了组织最基本的凝聚力和内驱力，并定义了组织创新的目标和演进方向。强大透明的创新平台提供了协同创新的基础设施，可以让团队比较自由地重组、协作和共创，让敏捷的小前端团队能够最迅速、最有效地整合资源，撬动最大的创新价值，同时逐步沉淀创新能力，为中后台积累经验和知识，为未来的创新赋能。

动态的目标体系作为组织的智能信息系统，及时同步了组织内外的数据和信息，让整个组织和创新的每个部分都能相互了解、共同配合，从而实现实时的全局调试和优化，确保组织和创新向着正确的方向迭代和演进。所以，我们看到外部的商业环境是由网络协同和智能生态推动的，组织内部实际上也在贯彻同样的网络协同和数据智能原则，做到了内外一致。

第五部分　案例分析

在所有成功的企业和优秀的品牌身上，必定存在智能商业的影子或者雏形。接近它们，了解它们，审视它们，不仅可以让我们知道脚下的路该如何去走，也许还能让我们看到未来的趋势和方向。

14　淘宝的演化

淘宝现在的复杂生态，不是由马云计划出来的，而是根据商家和消费者在不同阶段的不同需求演化而成的。事实上，成功的企业大抵如此。深入了解它们的发展脉络，不是为了简单复制它们的商业传奇，而是尝试挖掘暗藏于传奇背后的未来商业基本规律。

社区属性与网络协同

淘宝的成功吸引了无数人的关注与研究，在深感自豪的同时，我也想提醒大家，想要真正了解淘宝，不能只观察淘宝如今的局面。毫无疑问，通过网络协同和数据智能双螺旋循环上升快速演化，现在的淘宝已经成为一个非常复杂的智能生态系统。我们今天所能看到的淘宝都是结果，而非原因。

想要从淘宝获得充分的创业启示，需要回到淘宝的创业阶段，了解当时究竟发生了什么、是什么奠定了一切演化的基础。这些暗藏于淘宝生态发展史背后的逻辑，对大部分创业者来说可能更有借鉴意义。

让我们先将目光聚焦于2003年，彼时的马云刚刚用他的信用卡购买了国外的一款软件，建立了一个现在看来十分简陋的网站，淘宝网就此诞生。淘宝早期的核心，其实是一个社区，这一点可能出乎很多人的意料。

我认为淘宝之所以能从社区成功地演化成协同网络，与它的起点或者基因是一个社区有很大关系。在梳理淘宝的生态发展史时，我们曾采访过早期的一批淘宝卖家和各方参与者，甚至包括淘宝当时的一些员

工，最后提炼出一个主题词——“我们”。那时，这些受访者都将淘宝视为“我们”自己的“孩子”。这种高度的认同感，支撑着初生的淘宝高速发展并扩张成为一个协同网络。如果不是当时淘宝的社区属性，我想不出“我们”愿意全情投入，协力建立这样一个利益共同体的其他原因。

我在2006年全职加入阿里巴巴，那时的淘宝社区十分活跃，我每天都要花将近一个小时的时间“泡”在论坛里。通过论坛，你可以及时掌握卖家和买家的思维动态，或者淘宝网又出现了哪些新鲜的东西。

早期的淘宝就已经拥有共建的概念，这就是我想说的第一点——你的基因里是否拥有社区元素决定了你能否成功构建像淘宝这样的平台。

孤例不成证，我们不妨将淘宝与京东商城进行对比。京东之所以会走上如今的道路，与刘强东最早就是一个线下零售商和批发商有关。淘宝的起点则是社区，是在线BBS（电子公告牌系统），二者的基因不同，演化的路径自然大相径庭。

那么，淘宝为何会从社区逐渐演化为多角色协同网络？原因有两个。

极具社区属性的“淘宝讲师”

对于现在的人来说，开家淘宝店可能是一件再简单不过的事，而在电脑尚未完全普及、互联网相关概念与知识也未曾深入人心的那个时间段，淘宝卖家都是所谓的相对弱势人群，让他们熟练掌握在淘宝上开店卖东西的相关技能和注意事项，并不是一件太容易的事。

好在早期那批淘宝卖家的社区认同感极强，他们大多愿意在社群里分享自己的心得体会与技巧窍门，有时甚至包括自己曾吃过的亏、走过的弯路。这些人，后来被我们称为“淘宝讲师”。因为拥有社区认同感与成就感，很多淘宝讲师都是免费帮忙，分文不收。他们无偿地将自己的

淘宝经验分享给其他卖家，在客观上带动了卖家的快速增长以及整体卖家服务能力的提升。

平台做基础服务，第三方做增值服务

随着淘宝销售额的快速攀升，原本简单的店铺结构已经无法支撑日益庞大、复杂的买家人群，淘宝店铺需要变得更加复杂和美观。针对这种客观存在的卖家需求，淘宝内部其实也出现了不同的声音。开始时，主张所有卖家店铺都由淘宝自己设计的声音占了上风，毕竟这种业务也能为淘宝带来不菲的额外收入。

很快我们就意识到，如果淘宝想服务海量用户，所有的事情都由自己完成只会导致团队臃肿与效率低下，最终的效果也无法让消费者满意。毕竟，当时的淘宝团队还没有为几十万卖家同时提供设计服务的能力，我们只能为卖家提供一个最简单的基础产品，对于大部分卖家所需要的个性化产品，应该交给更为专业的人去做。什么都想做的结果，只会是什么都做不好。

在店铺装修这个重要的场景下，淘宝第一次有意识地区分哪些是平台该做的事，哪些是“面”应该让利给“点”的事。淘宝只为卖家提供一个最基本的产品版本，如果卖家有更高的个性化需求，可以找独立的第三方来完成。在这样的指导方针下，通过淘宝赚钱的人群中，除了卖家，还增加了一个新的群体——软件设计师，他们用很简单的软件帮助淘宝卖家进行店铺装修。

由此及彼，这种风潮很快从店铺装修蔓延至与网店相关的其他业务层面。从客户服务到各种各样的运营商，还包括物流服务商，都形成了“第三方提供服务，淘宝提供平台连接”的新思路，开放性的协同网络由此而生。我们不再想着所有事情都由自己完成，而是让不同的人参与淘宝的协同网络，共同推动平台发展。从这个意义上讲，网络协同的基因由此注入了淘宝的肌体。

2003—2008年，淘宝实现了从0到1的野蛮生长，原因大致可归结为三大方面：一是由于淘宝讲师的无私付出与“赚钱效应”，卖家人数急剧增加；二是由于协同网络的日益发达，为卖家提供各种服务的新物种快速增加，其中包括我们之前说过的模特、物流和客户服务等各种新物种；三是由于有了各种各样的附加服务商，一些比较复杂的交易（甚至包括商品检测）都能在淘宝上在线实现，这便使淘宝类目大幅增加，只要是合法的商品，基本都能通过淘宝买到。

数据智能的又一次胜利

在淘宝由社区快速演化成一个不断自我扩张的电商平台的整个过程中，网络协同是当仁不让的核心驱动力之一。然而，当淘宝的协同网络发展到一定阶段时，一个新问题进入了我们的视野——淘宝越来越复杂，已经超过人力所能处理的极限。

我们在2008年就很清楚地意识到，类目的扩张已经不再像过去那样，能够对淘宝的发展发挥显著作用。对于用户而言，淘宝此时的浏览路径已经变得过于复杂且不再友好。在商品数量还比较少的时候，淘宝只有几大类目，比如男装、女装、儿童用品和食品等，消费者按照自己所需商品所属的类目点击浏览十分方便，仅需两三步操作就可以找到自己想要的商品。然而，当淘宝平台拥有几十万卖家和上千万种商品时，按类目浏览的效率大幅下降，消费者往往花了很长时间也无法找到自己想要的商品，这无疑是一种不太好的购物体验。

当协同网络发展到一定阶段时，你需要用数据和智能手段协调网络中非常复杂的交互关系。为了解决这个棘手的问题，淘宝完成了最重要的一次数据智能升级——引入搜索。搜索技术的这次突破，很大程度上归功于雅虎中国多年的积累。在阿里巴巴收购雅虎之后，我们将其由200多名技术人员和产品人员构成的技术团队全部搬到阿里巴巴的大本

营杭州，用于支撑阿里巴巴的B2B业务和淘宝的技术升级。数据智能升级的效果极为显著，2008—2011年，淘宝的流量占比之王很快便从类目变成了搜索。

除此之外，当协同网络中的多方利益相互纠缠时，如果没有一个足够智能与自动化的利益分配机制，协同网络同样无法继续快速扩张。为此我们引入了效果营销，也就是竞价排名的广告模式，即前文介绍的精准广告平台。通过这个平台，我们将小广告主（淘宝上的小卖家）和淘宝搜索，以及站外很多小网站的流量全部加以连接。如此一来，大多数淘宝卖家都愿意给站外的小网站主一定的分成，前提是它们带来的流量能够带来成交。

这次利益分配机制的调整，实际上让我们在数据智能的基础之上又形成了新一轮的网络协同扩张，海量的小网站主变成淘宝生态圈的外围，它们直接为淘宝导入流量，而这些流量在为站外小网站带来直接回报的同时，也让淘宝卖家的销量得到了显著提升，可谓一石多鸟，互惠共赢。

在这次收效显著的尝试之后，淘宝更加坚定地对第三方服务商提供服务的软件平台予以大力支持。如果所有的服务商都针对不同的卖家提供服务，那么服务商之间的标准接口问题就会成为很大的挑战。为了解决这一难题，淘宝提供了一个统一的商家服务平台，各种各样的软件服务都能在这个平台上发布，商家可以整合不同的服务商来完成自己所需的软件服务。一些体量较大的商家往往会在淘宝平台上买一两百个服务插件，这些插件中的绝大部分都由第三方服务商提供，而每个服务商的背后都代表一个个不同的协同角色。通过技术手段，淘宝得以将这些多元角色更有效地连接在一起。

回望淘宝的生态发展史，不难发现淘宝的演化正如海潮，一浪接一浪，一浪推一浪——网络扩张带来了新一轮的多元角色；越来越多的协同角色共同构筑并丰富了淘宝的协同网络；网络的日趋复杂化推动了关

键数据智能技术的引入，提高了淘宝的网络效应；一个更为广大的网络，又有能力吸引更多的数据智能应用加入……循环往复，不断提升。正是在这样一轮轮扩张中，淘宝才能够快速演化成今天大家所熟悉、几乎能够交易所有商品和服务的智能生态平台。在这个平台上，各种旧物种和新物种都有自己生存和发展的空间。

毋庸置疑，我们可以在淘宝的案例中学到很多东西。如果淘宝在2008年前迫于盈利压力，过早地收取店铺费、上架费或者会员费，就会陷入传统商业模式的泥潭，其后那些数据智能的丰富运用很有可能都会被压制；如果没有在创立初期就刻在淘宝骨子里的网络协同和数据智能，想必淘宝难以形成二者双螺旋驱动的生态平台，更不用说突破千亿美元的市值瓶颈。企业早期商业原型DNA的重要性由此可见一斑。

无论多大的企业，其实都是从一个很小的原型中发展而来的，它的DNA是否符合时代的步伐，直接影响着它在未来的可能性，对其日后的每一步都会产生深远影响。

平台是生长出来的

在淘宝创立早期，其实我们对本书讨论的一切概念知之甚少。当时的我们并不知道什么是平台战略、什么是平台生态圈，也对网络协同和数据智能的定义不甚了解。其实，不仅仅是淘宝，我相信如今所有成功构建生态圈的企业都是如此。这个世界上没有生而知之的人，没有人能够提前预见如今的时代，预见未来十年后的环境和市场。一切的变化都是自然发生的，在企业发展的过程中自我演化而成。淘宝是这样，腾讯也是如此。

如今，腾讯已经成为中国乃至全世界互联网行业的巨头之一，名号之响无人不知。但谁又能想到，如今无比繁荣的腾讯生态圈起源于一次

偶然的失败呢？

1996年，三个以色列年轻人创造了一款叫作“ICQ”的即时通信软件，并且迅速风靡整个美国。一个偶然的机会，当时还是一个少年的马化腾接触到这款软件，这唤醒了他创业的心。就这样，1998年秋天，腾讯公司诞生了。

一开始，马化腾和他的伙伴只是想研发中国版的“ICQ”，并将这款软件卖给其他公司，从中获利。事情并没有按照他们预想的发展，他们开发出的这款名为“OICQ”的软件竟然无人问津，没有一家公司向他们抛出橄榄枝。

既然软件没有卖出去，就只能自己推向市场。可能就连腾讯的创始团队都没有想到，他们的软件甫一问世，仅仅不到两个月里就收获了20多万用户。如此成功的开局，给了腾讯团队强大的信心，在接下来的一段时间里，他们将所有的精力都用在了软件的后续开发中。最后，这只憨态可掬的小企鹅凭借自己简洁的界面和丰富的功能力压群雄，坐稳了即时通信领域的第一把交椅。

就在腾讯上下春风得意之时，却意外地收到了来自AOL（美国在线，ICQ的母公司）的律师函。因为涉嫌侵犯他人的商标，腾讯的这款软件必须改名，否则就有可能被诉诸公堂。就这样，“QQ”这个名字正式启用了，腾讯的扩张之旅也正式拉开帷幕。

到2001年，QQ的注册用户总数已经达到5000万，这只新生的小企鹅并没有因此而满足，反而再次加快了脚步。很快，腾讯不再满足于在即时通信市场中的霸主地位，这个朝气十足的团队将目光放在了更远处。2003年，腾讯全力打造的“QQ游戏”问世，受到了众多年轻用户的一致好评。QQ游戏是腾讯向即时通信之外的其他领域迈出的第一步，更为重要的是，当时可能连马化腾自己都没有预料到，QQ游戏的成功对日后腾讯的多领域发展，乃至构建自己的生态圈，有多么重大的意

义。

2004年，腾讯在香港证券交易所挂牌上市。2006年，腾讯推出下载软件“超级旋风”和电脑保护软件“QQ医生”。2007年，“QQ输入法”问世。一系列围绕这只小企鹅的服务，让腾讯从单一的即时通信服务演化为一个全能的平台，走得更加稳健且不可撼动。

截至目前，腾讯对中国互联网领域，乃至每一个平头百姓影响最大的产品，非其于2011年推出的微信莫属。社交、阅读、游戏、在线支付……一切都可以通过微信完成。这一个小小的端口，为腾讯带来了无数的数据和流量，也让腾讯形成了基于微信的商业生态圈。

因为一款软件创办一家公司，又因为产品销售的失败使其不得不自己打市场，最终发展为即时通信领域的绝对霸主。腾讯在前期所走的每一步，都是在因缘际会下迈出的。和淘宝一样，腾讯也是走一步看一步，并不像大家固有的认知那样，这些企业大佬如何高瞻远瞩，如何搅弄风云。

我与大家讨论淘宝、腾讯等企业的发展史，其实想表达一个观点：平台不是设计出来的，而是自我演化的产物。

今天的创业者已经对平台的概念再熟悉不过，包括所谓的淘宝、腾讯等成功企业的创业经历。很多人在创业之初甚至在没有开始创业时，就慷慨激昂地说自己想要建立一个全新的平台。但是，这些人中的绝大部分在刚刚开始摆出平台的架子时，就已经走进死胡同。

平台不是设计出来的，而是生长出来的。换句话说，只要你的企业拥有足够好的DNA和初始化条件，它就有可能演化成一个平台。这是一个自发性的演进过程，而不是你在创业的第一天就设计好关于平台的所有架构，然后让企业按照你的设计一步步循规蹈矩地往前走。要知道，市场和环境瞬息万变，企业发展的方向如果不能及时调整，可能根本就

无法生存，更遑论未来的发展。

看到这里，或许有些读者会产生这样的困惑：既然类似淘宝、腾讯这样的企业在早期的发展过程中，并未对我们今天所探讨的这些概念有一个清楚的认识，那么我们为何还要学习、思考这些概念，并认为它们十分重要？

我认为，其实这些企业之所以能够走得这么远、这么快，恰恰是因为在这些企业的发展里程里不自觉地糅合了这些原则。在中国如今的商业领域里，平台和生态的竞争已经是常态，如果不能有效地汲取先行者的经验，同时吸取教训，将这些概念更好地运用到企业自身的发展，我们也许会失去进入下一回合的资格。

15　新品牌：网红时代的品牌打造

品牌营销对于一家企业的重要性不言而喻，一个成功的品牌不仅代表着企业的形象，还要能够扛起企业宣传的大旗。但是，在传统的营销中，企业往往是先有战略，继而推出产品，然后是营销拉动，渠道铺货。这样的品牌营销属于面对消费者的单向传播，消费者只能被动接收。网红电商的崛起，意味着品牌营销开始互联网化，也为传统企业指明了前进的方向。未来成功的品牌营销，需要消费者和企业主动共建。

网红电商：三级支撑下的爆炸性商业机会

互联网时代的到来，使得越来越多的行业、领域被彻底颠覆。正如谷歌颠覆了传统广告业，淘宝则颠覆了传统零售业。不知何故，对于任何企业来说都十分重要的品牌运营领域，却并没有因为新时代的到来而发生革命。互联网对于企业打造品牌的帮助，仿佛仅仅是为其多提供了一条传播渠道，但这样的简单传播远远没有发挥出互联网的潜力。

于是，从2013年开始，我就给淘宝的运营团队安排了一个额外任务——时刻观察淘宝平台的情况，看看是否生长出了一些新东西。在那个时候，我也不知道这个“新东西”是什么，会在什么时间出现。我唯一能确定的是这个“新东西”也许会迟到，但绝不会不出现。直到2014年下半年，我们突然注意到一个新现象的崛起，这就是现在大家非常熟悉的网红。

我们发现，淘宝的一批店铺很特别，它们从来不参加淘宝组织的各种活动，也从不依靠淘宝的流量。令人意外的是，它们的销量却出奇地

好，而且销售期非常集中，经常是一个月内有一两天卖得特别好，在其他时间段内基本没有什么销量。这些店铺奇特的销量曲线和飞快的成长速度，很快便引起了我们的高度重视。于是，我们决定将这些店铺找出来，看看它们究竟是如何运作的。这些店铺，就是后来大家熟知的类似张大奕、雪梨这一批所谓的网红电商品牌。

顾名思义，网红即网络红人，是近些年来大家时常听到的现象级概念。一些人或团队利用互联网的影响力，让自己走上舞台，变成明星，形成明星效应。既然这些网红具有如此高的人气和受关注度，经济效益自然也就随之而来。

著名的网红“papi酱”，被人们称为网红中的奇迹。papi酱本名姜逸磊，是一个80后，出生在上海，毕业于中央戏剧学院导演系。她靠着在网络上传原创短视频而迅速走红，“粉丝”遍布大江南北，微博坐拥2000多万“粉丝”。2016年4月21日，她将自己的第一次广告进行了拍卖，最终以2200万元的天价售出。

网红电商是淘宝作为一个网络协同平台向纵深发展的新节点。这些店铺一方面在各种社交平台实现红人与“粉丝”（店铺的忠实或潜在买家）的充分互动，另一方面在淘宝平台完成商品的交易流程，而且背后还对接了一批初步实现快速反应式生产的厂家、理解市场需求的商品设计师、图片和视频拍摄的专业团队等角色。可以说，网红店铺本身就是更具丰富层次网状协同的集中代表，也是网络效应的最佳体现，让效率大幅提升，同时创造了巨大的价值。

很多熟悉淘宝的人可能听说过张大奕，她是淘宝网红的领军人物，之前是《瑞丽》的模特，后来经过漫长的积累和成长，逐渐演化成了自己品牌的老板，拥有自己店铺不少的股份。她刚开店时仅有20万“粉丝”，两年后名满天下，现在“粉丝”量已经超过500万，整个店铺的年销售额达到几亿元。

让网红爆炸成长的力量到底是什么？将来网红怎样才能够更好地利用网络协同打造自己的电商品牌呢？要想得出答案，我们不妨先来看看几个简单的数字。现在淘宝上有几家顶级网红，都在争夺第一的位置，雪梨是其中之一。2017年3月21日，淘宝举办了一个名为“新势力周”的大型活动，雪梨的店铺上新（“上新”为淘宝用语，意为该店新商品上架开始售卖）之后一分钟营业额就突破1000万元。

其实，网红电商之所以能实现如此爆发式的增长，根本原因在于其对传统服装供应链的颠覆，极大提升了供应链的整体效率。这种效率提升的背后，就是网络协同的力量，它是典型依赖于“面”（平台）的支撑而高速发展的“线”。网红电商是非常创新的“线”，它们的成功源于充分利用了不同“面”提供的不同价值。

对网红电商进行进一步的剖析，我们会发现，网红电商其实充分地利用了三个不同类型的平台级服务：一是淘宝等电商平台；二是各类社交媒体平台，典型的如微博和微信，也包括很多新的直播平台；三是快速反应供应链平台。网红电商的成功，源于它们在这三个平台都得到了指数级增长的资源支持。

电商平台

在淘宝上，网红跟过去的淘品牌极为类似，都可以通过店铺工具和系统接触迎接海量的用户。因为淘宝能够承受巨大用户流量的流入，网红才能完成自己最擅长的饥饿营销，通过预售抢货的模式，事先预告上新时间，披露上新款式，充分吊足“粉丝”的胃口，让他们迫不及待地等待上新，然后进行疯狂抢购。

社交媒体平台

通过微博、微信、直播等社交媒体，网红电商能够跟海量用户直接进行沟通交流。这种沟通的优点不仅在于能够塑造自己的形象，构

建“粉丝”社群，也能够通过“粉丝”测试新款。一般而言，网红店铺可以在上新前几个星期就开始发放商品的图片，然后根据“粉丝”的点赞、转发和评论，比较精确地预估产量，以及上新时应如何安排库存。这是快时尚的核心套路，不再像传统企业一样，需要店家猜想消费者需要什么，而是通过互动直接验证自己的预测。

快速反应供应链平台

浙江和广州这十年来逐渐形成了快速反应供应链平台，这些平台都在不断进行互联网化，打通与电商和社交平台之间的关节。网红电商的饥饿营销和预售模式，需要供应链发生根本改变，以实现快速反应的需求。这种改变的根源，在于预售卖完后网红电商需要大量补单，而补单必须在两周内完成。要知道，一般的“粉丝”往往没有太多的耐心，如果等待发货的时间太长，就会失去购买的意愿。一般的服装品牌一年大概也就是4~6次上新，而网红电商中的佼佼者甚至能做到两三个星期就有一次上新。因此，有大量返单能力的快速反应供应链平台便成为网红电商的一个重要支撑。

借助电商平台、社交平台和快速反应供应链平台的三级支撑，网红电商的社会效应和经济效应与日俱增，甚至形成了一种新型的商业模式。它的成功证明，随着互联网平台的进一步发展，平台与平台之间的融合互动日趋深化，单点突破的可能性越来越大，只要留心总有机会。

网红雪梨的故事

2017年3月21日上午10:00，网红雪梨的淘宝店上新。

10:01，成交额突破1000万元。10:05，成交额突破2000万元。当天，成交5000万元。

雪梨，1990年出生于温州一个普通人家，身材娇小，面容清秀，是

典型的江南姑娘。

2011年底，大学三年级的雪梨和好友突发奇想，注册成为淘宝服装卖家。那时，两个人的钱加在一起不足3000元。

2017年，当年的小店成了400多人的公司。除了雪梨，公司还签约了十多个网红，运营她们的淘宝店。2016年，公司营业额10亿元，卖出200多万件女装。

作为对照，2010年是曾经现象级的电商企业凡客的巅峰之年。这一年，凡客估值30亿美元，拥有1.3万名员工，30多条产品线，产品涉及服装、家电、数码、百货等领域，当年的营业总额达20亿元。

“我卖的都是我自己会穿出去的衣服。”雪梨说。同行评论，雪梨对小个子、身材单薄的东方女孩的服装款型以及搭配，有着惊人的直觉和敏锐。

小店的最初是再经典不过的淘宝卖家故事：货源——服装批发市场；开店的两个女孩——雪梨是模特，搭档是摄影师，两人同时身兼客服、质检人员和仓库管理员；最初的买家——基本是同学和朋友。

当时，获取“粉丝”和与“粉丝”互动的最佳平台是新浪微博，于是，2012年底，雪梨注册了微博账号，从零开始积累“粉丝”。

在微博主页上，雪梨呈现的不仅仅是衣服，更多的是她的搭配心得、个人品位和生活态度。当时，其他人都用单反相机在摄影棚拍摄，雪梨第一个用手机在街头拍照，把非常生活化的照片上传到微博和淘宝店里。

每次上新，雪梨提前一周节食，用10天时间拍照和修图，追求真实感和随意感。至今，所有照片的修图、调色都由雪梨自己完成。图片就是雪梨和“粉丝”互动的语言。

照片成功地展示了“粉丝”向往的生活：个性化的服装和妆容，有质感的餐厅、咖啡厅，精美的食物与下午茶。偶尔，雪梨也会呈现自己的迷茫和疲惫。“粉丝”感同身受，因为雪梨就是那个更好的自己（a better me），而非遥不可及的明星。她们如此相似，以至在雪梨与“粉丝”的合影中，难以分辨谁是网红、谁是“粉丝”。

与前辈相比，在网络上长大的90后，购物更像是生活态度的表达，而非单纯对性价比的斟酌。对于他们，真实形象的引力超过精心塑造的完美（传统品牌），网红作为人格化品牌开始崛起，并成为现象级的趋势。

2017年，在微博上，雪梨的“粉丝”量超过350万，而在淘宝上，她的店铺“粉丝”量超过650万。

其实，人格化品牌并不是网红的全部。

几年之后，雪梨她们才听说了“柔性供应链”这个词。

2013年，雪梨很快遭遇到同质化竞争。为避开竞争，她们选择了定制。她们的每件产品标题上都写着“独家定制”，让用户相信，此时此刻，这件衣服，只有这家店铺里面有。

比独一无二更重要的是定制，通过在微博上与“粉丝”实时互动进行销量预估，再随时追加生产，让雪梨她们几乎没有库存。其实，库存会吞噬服装行业30%以上的利润。

开始时，一款衣服定制50件、100件。如果不是雪梨的温州背景，这种产量基本无法起步。半年后，每款都达到2000件以上，她们对工厂有了谈判能力。

这个工作模式要求一两个月出一批新款。10天设计新款，20天生产。上新之前七天，在微博上剧透（发布预售信息），根据剧透时的用

户预订情况，上新前就开始翻单。比较好的款，在上新前会翻单两三次，上新当天之前，每天都下单补单——几乎没有传统服装厂愿意这样与她们配合。

当时的雪梨并不知道，她们所要求的工作模式就是全球制造业正在努力的方向——柔性供应链。全球服装业老大ZARA正是基于这项核心能力而迅速崛起。

一些早期的批发市场伙伴转型成为设计工作室，加入这个成长中的柔性供应链。上新前整夜不眠、紧盯着微博和每一条留言的，除了雪梨和她的团队，还有设计工作室的老板们。

更上游，一个新群体——“厂二代”，正在陆续加入。中国服装生产厂的二代，在有限的话语权内努力尝试新事物。这样的协同，尽管初级，但指向了未来。4年下来，雪梨和她的“粉丝”，以及她的合作伙伴形成了一个有机的生态社群。每次上新，剧透，评论，预订，成交，晒单，是这个社区的共同事件。一批核心“粉丝”一直伴随着雪梨共同成长。

品牌互联网化的创新打法

随着网红电商的影响力快速提升，它们的队伍也日渐壮大，有好事者还为这种现象取了一个专有的名词，叫作“网红经济效益”。疯狂崛起的网红经济效益引来了越来越多的传统商家、企业的窥探与模仿。商机一旦被人知晓，就会迅速变为潮流。一时间，网红成为一种红极一时的社会现象。

其实，打造网红的过程和那些娱乐公司打造明星的过程，在某种程度上是相同的，几乎都是像流水线一般培养、推出。比如网红运营机构

就是从传统的淘宝运营直接转型为网红孵化的。它们在第一时间疯狂抢占市场，占领社交电商的流量入口。随后，再由自己打造的团队配合供应链系统，为网红店铺提供产品与供应链支持。

在传统商业时代，流量的入口是有形的，大多集中于那些一线商圈的实体店。到了互联网时代，最大的流量入口已经变成淘宝的搜索框。在下一个时代，我认为流量入口的天平很可能会开始向那些有大量“粉丝”的网红倾斜。如今的传统企业必须进行思考，审视自己的企业品牌是否能在这样的时代存活；自己的品牌与那些网红相比，究竟有没有一战之力。

我们同样以上面提到过的张大奕为例，来看一下成功网红品牌的打造之路。既然张大奕是模特出身，她的淘宝店自然以女装为主。凭借自身的外形优势和对服饰潮流的敏锐嗅觉，张大奕很快就有了自己店铺的第一批“粉丝”，这个队伍还在不断扩张。在淘宝的第一年，她的店铺就实现了从0到“皇冠”（淘宝店铺等级，好评超过1万笔就被称为“皇冠”卖家）的突破，更让人难以相信的是，其“粉丝”的复购率几乎达到百分之百。

张大奕的成功，靠的绝非仅仅是运气或者所谓的时势，而是她对“粉丝”的耐心与责任心，以及她的颜值、个性、品位等一系列的原因。有一次，一位“粉丝”对张大奕店铺中的一款围巾提出了质疑，认为这条围巾的价格太贵了。这个问题引起了张大奕的注意，因为这样的问题对于商家来说是无法避免的，也是消费者与商家之间一条看不见的信任鸿沟。为了打消“粉丝”的顾虑、赢得消费者的信任，张大奕专门拍摄了一条长达5分钟的小视频，详细剖析了这条围巾的价值所在。这一举动赢得了大量“粉丝”的赞赏，飞速上涨的销量就是最好的证明。至于在评论区与消费者互动，耐心回复所有的问题和质疑，还有在微博等平台上发布照片、文章，赠送礼物等更是家常便饭。

有数据显示，在2016年的“双十一”购物节，张大奕的店铺成为首个

销售量突破1亿元的女装店。2017年初，张大奕的个人微博“粉丝”量更是达到将近500万。拥有如此庞大的“粉丝”队伍，张大奕的店铺想不火都难。艳羡之余，请大家不要忽略另一组数据：截至2017年2月，张大奕共发布了超过1万条微博，回复的评论更是不计其数。这才是她能够成为人们羡慕对象的根本原因。

需要强调的是，虽然每一个网红的发展路径大多不同，并且大家对于单个网红能不能真正算得上品牌、未来能不能演化成品牌、网红品牌有多大的可延续性等问题还有很大的争议，但我认为，单就网红现象本身，就已经值得大家深入观察和思考了。

其中最有研究价值的莫过于网红现象背后的根本性变化，我将其总结为市场和品牌的互联网化，而这无疑是之前两个大浪潮（广告互联网化和零售互联网化）的延续。

网红经济的出现，终于让我找到了用互联网的思维、方法和模式做品牌运营的门道，且听我细细道来。

一个典型的网红，其实往往从类似新浪微博这些平台上开始积累自己的“粉丝”，她们在微博或者微信里，聊的往往都是一些非常生活化的场景，比如穿什么衣服、如何进行服饰搭配、参加了某个活动、到哪儿旅游等个人话题。她们甚至会和“粉丝”讨论一款服装的设计细节，在网红的淘宝店里还经常能看见“粉丝”为网红加油鼓劲、网红对“粉丝”一一答谢的场景。网红的运营机制与C2B模式的客户第一、客户驱动原则极为吻合——先跟客户产生连接和互动，在此基础之上形成认同，然后才有品牌。换句话说，品牌是网红和“粉丝”共同创造出来的社区认同的结果。

每个人从出生起就是一个独立的个体，这样的属性优势与劣势同样明显。优势是每个人都有自己的个性和特点，劣势是每个人从本质上都是孤独的，渴望被关注和理解。正因为有这样的需求，人类组建了社

会，选择了群居生活抱团取暖。互联网的诞生、移动通信工具的进化，使得人们进行交流的限制被无限缩小，人们越来越容易找到自己的圈层。网红电商之所以能够得到“粉丝”的狂热追捧，就是因为他们敢于表达自己、展示自己的个性与心情，这样的属性自然能够吸引越来越多的有相似性格的“粉丝”加入。

随后，这些网红电商通过自己的喜好和价值观，对所有的商品进行归类和划分。让有同样认知的“粉丝”能够找到自己想要的商品，如“清新”“霸气”“低调”等词语，成为新一代商品的标签。说到这里，我发现其实网红电商的模式非常符合C2B模式的理念，而C2B是未来最核心的商业模式，拥有无与伦比的模式优势。从这个角度看，网红电商的快速崛起是商业发展的必然选择。

说完网红电商，让我们回过头来将其与传统品牌进行对比，你会发现其中的显著差异。

品牌打造方式不同

前文提过，一个企业先有战略，再有产品，然后才有所谓的品牌定位和广告规划。将这些广告进行媒体投放，才可以开始传播，继而影响公众对品牌的认知。传播之后，企业会通过渠道让商品和用户进行接触，最后形成有效销售。这种运营模式决定了传统的品牌是静态的、固化的，消费者只能被动接收。网红品牌则完全不同，它是由网红与“粉丝”共同运营和创造的，消费者不需要被说服，因为他们早已认同了该网红品牌，这是两者的本质区别。要知道，只有认同，才有网红。

品牌生命力不同

不同的打造方式，使品牌生命力存在差异。“粉丝”对于网红极为爱护，如果网红有缺点，他们往往能够容忍甚至鼓励，愿意帮助网红成长，因为他们认为网红的成长也意味着自我的成长。但是如果一个传统

品牌出现一点纰漏，那很快会成为一个公关危机。

品牌转化率不同

从实际销售的角度来看，网红这种新型的互联网品牌的实际转化率要比传统品牌高很多。这是因为“粉丝”认为自己参与了整个过程，网红电商的商品就是自己的“孩子”，“孩子”即便有这样那样的问题，终归也是“亲生”的，大多会选择无条件支持，而传统的流量入口和广告影响的转化率却越来越低。

以上是我的品牌观里的一个重要观点——网红开创了品牌互联网化的一些创新打法。我们从网红电商身上，看到了未来品牌构建的一些重要元素。虽然大部分网红未必能够充分理解这些新的变化，撑到下一轮的竞争来临，但无论你是哪个行业的传统品牌，如果你不能尽快掌握这些创新打法，也许在明天就会被淘汰。

新品牌建设的四大基点

在大多数人的印象中，网红往往都是具有超高颜值的绝世佳人。她们只需要随便发布一些自拍，适时表达自己的心情，就能有上千万元的流水到账，仿佛她们所有的吸引力和强大的能量都源于美丽的外表。事实上，一个人漂亮与否很难有一个明确的衡量标准。燕瘦环肥，各有所好，没有任何一个人的外表能够赢得所有人的好感。所以，想要凝聚“粉丝”，真正重要的反而是鲜明的性格和独特的内涵，这些才是网红能够持续吸引“粉丝”的最主要原因。

如今，随着微信平台的强势崛起，走小众路线的、原创内容质量颇高的网红在国内井喷式出现。想要在众多网红中脱颖而出且经久不衰，就一定要有自己的一技之长。比如，在美国留过学的网红许静给我留下

了很深的印象。她之所有能够拥有一批忠实的“粉丝”，是因为她懂得很多关于红酒的专业知识。她也靠分享这些知识，被“粉丝”奉为“红酒界的皇后”。打铁还得自身硬，只有综合能力过硬的网红才最具有生命力，也只有这样的网红，才能成为网红界的超级明星。

思考一下，为什么网红电商能够屹立于电商潮头成为电商新宠？原因其实在于网红电商的属性符合电商发展的潮流。随着移动互联网的不断优化和普及，中国的电子商务已经进入3.0时代。电商3.0时代最为重要的特征是社交化和移动化，不再像传统的电商时代一般，只依靠丰富的商品和低廉的价格吸引用户。在这样的大背景下，用户的购物体验越来越受到重视。

网红电商以一种“短小精悍”的存在，网罗着越来越多更能彰显店铺品位、符合用户个性的商品，服务于某一个特定的用户群体，并且以互动社交的方式维护自己的用户群，打造自己独一无二的品牌。网红本来就是一群自带流量、有强大社会影响力的人，可以影响并且引领“粉丝”的消费行为和消费趋势，通过与“粉丝”的频繁社交活动建立起极强的用户黏性，让“粉丝”和网红、网红店铺之间形成水乳交融般的深厚关系。无疑，这是一种全新的品牌建设思路。下面是我总结的新品牌建设的四个重要基点。

和消费者之间持续进行深度互动

旧品牌是被动的、单次的传播，而新品牌则是与消费者持续的互动。所谓单次，并不仅仅是数量上的概念，因为旧品牌建设也会追求覆盖率和曝光率。我们所说的单次，指的是它每一次的曝光和传播中间都是没有连续性的，没有办法持续运营，品牌与客户之间没有双向沟通，只有单向传播。

在像网红电商这种新品牌的建设过程中，互动贯穿始终。从对着装风格的讨论到具体某款衣服的设计和销售过程，以及售后服务，甚至是

下一款服装应该什么时候推出、应该推出何种风格的服装，网红和“粉丝”之间持续进行着深度互动，社区建设和品牌建设同步进行。

通过个性化社交网络触达消费者

旧品牌通过中心化渠道触达消费者，而新品牌则更多地通过分布式的网络触达消费者。中心化渠道当然本身也在不断变化，从最早的央视到后来的门户，再到今天的搜索引擎，这些其实都是中心化渠道。它们对消费者的触达效果本质上差别不大，属于标准化模式，很难让消费者产生情感认同。

新品牌的建设则完全不同，它通过微信、微博、直播此类个性化的社交网络触达消费者，同时通过点评等互动的方法在消费者中口口相传，最终影响更大的消费人群。这会让消费者的认知产生很大的不同，使消费者和品牌之间产生天然的亲和感。

通过复杂的人格化表达，在消费者之间产生情感共振

传统品牌往往必须抽象成一个或者最多两三个核心要素来传播，因为中心化的渠道，类似一个几秒钟的广告，能够覆盖的内容和传达的信息都非常有限。新品牌的传播可以包含很多十分复杂的信息，并强调人格化。它可以多角度地与消费者进行持续互动，让消费者对品牌产生更多元的认知，以及更深层次的情感共振，而非一两个所谓的卖点。从简单的信息元素到越来越复杂的人格化表达，形成人与人之间的共振，这是新品牌非常重要的一个发展方向。

我们可以从网红的角度对这一点加以分析。网红的配合参与度是比“粉丝”数量和质量更重要的指标。网红之所以能够带动“粉丝”，很大一部分原因是她们塑造了极具风格的个人形象，并延伸打造成了某种生活方式的提倡者。在这个基础上与“粉丝”进行热情沟通，更加容易在“粉丝”中积累上佳的情感体验。网红与明星代言截然不同，因为网红

要全情投入某个商品，使该商品成为有温度的品牌。如果电商没有和网红进行深度合作，则完全体现不出网红的商业价值。

将原本割裂的职能部门有机融合

新品牌与其他商业模式元素之间的关系，与过去相比也发生了根本性的变化。我们现在能看到的任何一个传统的企业，研发、产品、市场、渠道和生产基本上都是割裂的部门，它们之间很少有沟通和交流。在传统的快消品企业中，发布新产品基本需要两三年的周期，因为每个环节都是线性沟通，缺少配合打法——产品部门先提出一些原型，市场部门去做客户调研、反馈、修正……每个部门各行其道，即便有合作，也是相对割裂的、线性的、指令式的合作。

在未来的商业模式中，广告、零售和客户服务在很大程度上都已互联网化，当品牌这个关键职能也完成互联网化的进程之后，一个全新的商业模式由此形成，这种商业模式能够将原本割裂的职能部门有机融合为一体。

现在我们已经很难准确区分，网红在与“粉丝”互动的过程中究竟是在做广告、做内容，还是在做产品的共同设计、服务，甚至销售。很多网红电商的上新预售都能取得不错的销量，正是因为他们在前期与“粉丝”互动的过程中，已经完成所有该进行的铺垫，销售只是顺理成章的一个动作而已。

在这种新型的商业体系里，品牌建设和其他核心职能已经有机地融合在一起。这是未来的大趋势，我将其称为“社区电商”。虽然我们现在并未掌握关于社区电商的完整案例，但这种趋势不可阻挡。

在经典的品牌理论中，品牌实际上有两个核心价值，一个叫质量保证，一个叫人格认同。品牌的质量保证在今天越来越容易实现，而人格认同在整个产品服务中所占的比例越高，就越需要借助互联网社区来完

成，主动参与的效果远比被动接受好得多。所以，只要你的产品当中具备较多的精神元素和情感认同元素，你的品牌互联网化的转变速度肯定会比其他品牌快得多。

第六部分　关于未来

技术革命让人类社会从工业时代进入生态时代，网络协同和数据智能是构成智能商业生态圈的DNA双螺旋，而是否拥有基于数据的高度智能，成为物种能否在此生态中生存、繁衍的基本要求。未来20年的大创新，核心就在于如何将这两条主轴创造性地应用于不同场景，带来新的价值创造。

16 “互联网×”：传统产业的重构

如今，大家都很喜欢讨论的“互联网+”是传统企业和互联网方法的叠加，但是真正具有革命性的模式是乘法而非加法，是全新的DNA和商业模式，而非仅仅利用新手段解决旧问题。互联网的红利期已接近尾声，下半场是通用技术广泛使用带来的结构性升级，如云计算、大数据、机器学习等，这些技术对商业的影响犹如历史上的电力。

其实，如今“互联网×”的样板企业还没有出现，因为大部分的人还在做升级（加法），而不是改造重构（乘法）。接下来，传统打法和互联网打法都需要超越融通，而不是简单叠加，这个过程需要相当时间的积累。

“互联网+”：不是叠加，而是融合

随着互联网的高速发展，传统行业如何应对就变成了一个日益紧迫的挑战。企业的发展史，就是一部人类技术、工具变革的历史。回顾一下互联网对传统行业现已产生的影响——从线下到线上，从人类智能到人工智能，从不透明到透明等——我们就会知道，传统企业已经被互联网裹挟着走上了一条自我颠覆的不归路。

一直以来，互联网与传统行业之间的关系就极为微妙：一方面，互联网的兴起给传统行业的发展带来了巨大的冲击，比如淘宝的出现让很多传统零售商的发展举步维艰；另一方面，在互联网的步步紧逼下，传统行业开始放低身段，拥抱互联网，试图借助互联网的东风赢得新的发展契机，比如，互联网金融的兴起倒逼传统银行加速转型创新等。两相

交错，很多人都在疑惑：互联网与传统行业之间到底是零和游戏，还是可以携手共赢一同找到夹缝中的第三条路？

2015年，“互联网+”成为家喻户晓的热词。

我们看到了传统企业拥抱互联网的各种尝试：或者自建直销网站和App，或者通过淘宝、天猫、京东、唯品会等电商平台进行线上销售；通过各种方式，将会员体系在线化；在微博、微信等社交平台上开始尝试在线品牌传播与社群互动；将广告投放大量向线上渠道倾斜；一些更勇敢的企业甚至开始在内部建立创新的小团队，给他们更大的自主权，提升应对市场变化的速度……

毫无疑问，这些努力令人尊敬，也获得了相当成效，但并不足以缓解传统企业在互联网时代的焦虑。

问题出在哪里？

首先，在“互联网+”的语境下，所有这些努力都把互联网方法视为工具和手段，用于提升原有体系中某些环节或局部的效率，目标指向是优化，而非模式的重构。而在这个时代，更重要的是“互联网方法论”，而不是“方法”，真正需要改变的是企业和用户的关系，或者说是整个价值创造过程，而非单一环节的效率提升。

所有这些局部的努力，专注于提升企业的原有经营指标，使得互联网工具所发挥的作用有限。线上销售、线上会员服务、线上广告投放、线上营销互动，所有这些，如果不能有机地与“供给侧”结合，通过连续性互动发现需求，以需求发现驱动设计、采购、生产的快速连锁反应，就无法实现极致的用户体验，就会在新型创业公司面前虚弱无力。

其次，传统企业并未意识到，互联网不仅仅是与用户的简单连接，其内核是互动，是数据驱动的互动，“互联网+”仅有连接的“形”，而没

有数据和算法的“魂”，相当于在公路上跑着的马车，其局限性一目了然。

更深刻的一点是，互联网与传统产业的融合是一个漫长而痛苦的过程，从底层认知到能力再到组织的结构，都需要痛苦地打破、重建，而且整个过程充满不确定性。“互联网+”的参与者显然对此缺乏准备。

在我看来，“互联网+”把互联网与传统行业之间的关系提升到了一个前所未有的高度，但二者的关系不应是简单叠加，而应是高度的生态融合；不是取代和颠覆，而是优化和升级。“互联网+”就是要利用互联网的平台和信息通信技术，把互联网和包括传统行业在内的各行各业结合起来，在新的领域创造一种新的生态。简而言之，“互联网+”不是要颠覆传统行业，而是要通过与传统行业融合，产生1+1＞2的效果。如能实现这样的预期，那么便不再是简单的加法效应，而是一种乘法倍增。这也是我接下来要阐述的一个新概念——“互联网×”。

在未来，互联网作为一个行业可能会从人们的生活中销声匿迹，因为互联网与传统行业的高度融合会让各行各业都被打上互联网的烙印。到那时候，互联网与传统行业的界限将会变得非常模糊。

新的行业生态已经形成，传统行业要么优化升级，要么被淘汰。毫无疑问，在这个过程中，一些传统企业将被彻底颠覆，那些留下的企业将会变得更为强大。

“互联网×”：新时代的开创者

虽然“互联网+”的概念非常吸引人，遗憾的是，到目前为止业界似乎尚未出现公认成功的案例。经过仔细地思考和推敲后，我觉得可能单是“互联网+”还远远不够，真正能够起到巨大作用的，应该不仅是“互联

网+”，更应该是“互联网×”。

这个过程刚刚开始。真实世界里，我们能够观察到的只是各种碎片化的雏形和轮廓：英语“流利说”的AI老师，使得个性化教育、按效果付费在外语学习领域成为可能；网红模式，实现了基于内容的用户互动、需求发现和柔性化生产的结合，极大地降低了库存……

互联网与传统行业的相加，这种思维想象是一种物理反应，是运用比较简单的互联网手段，例如网络直销、微博传播，获得比较明显的竞争优势。如果做一种比较粗浅的归类，曾经被称作红利的往往都是“互联网+”带来的短暂优势。互联网如果真正要更新一个时代，需要做的是乘法，是用网络协同和数据智能这个DNA完成对传统行业的解构与重构，这种转基因的过程是一个化学反应，并且是一个非常困难的挑战。

为什么近几年推出的新零售、新金融、新制造等概念一提出来就得到大家的认同？原因其实很简单：一方面，有些行业中的网络销售占比已经过半，所谓互联网红利的确已经过去，简单的互联网手段已经不再产生作用；另一方面，传统零售业早已是强弩之末，面临巨大的生存压力，出路只能是进一步创新。

历史已经给了我们一些很清晰的借鉴，一场通用技术的大变革（如电的发明）往往会经历两个大的发展阶段。

第一个阶段是这个技术本身的大发展和直接基于这个新技术的新应用大发展。例如1893—1915年，发电设备、发电厂、电网、电灯等产品的高速发展。大家熟悉的通用电气公司，就是这个阶段诞生的标杆型企业。这一次的电气革命不仅影响了人们的生活，而且在很大程度上改变了人们思考和生活的方式。

第二个阶段是通用技术逐渐成熟，并开始被应用到社会的各个方面，成为社会的通用技术基础，开始全面改变传统的产业结构。例如电

的应用进入第二个阶段的标志性事件，就是福特汽车建立的第一条电力驱动的复杂的现代化流水线，福特汽车成为这个阶段诞生的标志型企业。

所以，我认为互联网的下半场，就是一个利用互联网这种通用技术的大创新，全面重构传统产业的过程。毫无疑问，这将是一个艰难痛苦的过程，同时也是“互联网×”的“炼丹炉”。能够胜出的企业需要产业和互联网基因的再融合，产生真正的化学反应，才能创造出我们现在还无法想象的未来。虽然目前还没有很成功的“互联网×”的样板企业，但是有些观察已经给我们提供了一些借鉴和参考。

第一，在大变革时代，由于“三浪叠加”战略，选择变得更加困难。我们之前已经了解了“三浪”的概念，也就是1.0、2.0和3.0模式。结合我们现在的讨论就会发现，基本上可以将1.0模式看成传统产业的升级，例如消费升级带来的机会。2.0的模式在很大程度上是互联网化，也就是利用互联网的一些工具进行效率上的提升。在很多行业中，互联网化也是刚刚开始，还存在很长时间的红利阶段。即使在高度互联网化的行业，例如女装，其中还有很多环节的互联网化也是刚刚开始，生产环节就是如此。

到3.0模式，指的就是在互联网平台上，用网络协同和数据智能的方法进行重构。当然第三浪肯定是未来的选择，但是如果没有第一浪和第二浪的积累，第三浪也不会凭空出现。但如果只是将眼光聚焦在第一浪和第二浪上，当决战的第三浪开始时，你可能发现自己根本就不在前线，甚至连竞争的入场券都没有。所以大变革时代的竞争对创业者的愿景、战略、战术三方面结合的能力要求很高，只有具备这些能力，创业者才能在迭代中快速演化。

第二，我希望帮大家认清在互联网领域没有所谓的“梦之队”。我遇到过很多传统行业转型互联网的领导者，他们都非常希望能够找到一个互联网高手，帮他们搞定一切关于互联网的事情，但很遗憾的是，我几

乎没有看到成功的企业。一方面，如果你自己不理解互联网，就很难充分授权给一个所谓的互联网高手；另一方面，在互联网发展的下半场，上半场的成功经验不一定能够直接运用，互联网的本质怎么和一个行业的本质融会贯通，这是目前任何人都没有什么经验的大创新。所以这个时候招聘人才，最重要的应该是看他的学习能力和创新能力，而不是过往的经验。也许越是互联网上半场中的悍将，他们擅长的套路越经不住这一轮融合的煎熬。反而是有一定的互联网经验、年轻好学、愿意从头做基本工作、有共同信仰的人，起用他们远比起用所谓的互联网高手成功的概率要高。

第三，“互联网×”的创业很难通过资本的力量快速催生，它必须经过一个比较长的孕育期。过去几年，从美团到滴滴、共享单车，再到共享充电宝，创业的成功和快速投入海量资本有很大的关系。但2018年以来共享单车的退潮、P2P（点对点网络借款）金融的崩塌已经证明，简单的技术模型，叠加粗暴的运营，并不代表就是未来的模式。其实阿里、腾讯都经过五六年甚至更长的艰苦孕育才有后面的厚积薄发，这一轮“互联网×”的创业则需要一个更长的痛苦的孕育期，而且无法用资本的方法催生，新的创业者要有足够的耐心。

“互联网×”和“三浪叠加”都在试图讲一件事，就是当大家都困惑的时候，你能否保持清醒，这时候的判断可能真的决定了在未来的十年中谁是新一代的商界领袖。现在太多的人都停留在所谓BAT（百度、阿里巴巴、腾讯）的阴影下，认为互联网创业已经没有机会了。实际上，如果将我们在这里讨论的这些概念，甚至任何一个概念放到一个传统行业，让它产生化学反应，都很有可能创造巨大的价值。

“互联网×”会开创一个新的时代，这是整个中国经济在互联网和数据时代升级的大机会。在这个机会中，很可能会诞生一大批新的行业领导者，而成为领导者的条件就是你是不是真的了解和相信这个时代。

结语　新文明：感受未来已来

关于智能商业，我们已经说得太多，但关于整个社会面临的大未来，我们说得很少。到了尾声，我想跳出智能商业的范畴，和大家谈谈未来，谈谈互联网的发展究竟将对我们每个企业的未来、每个人的生活和整个人类文明带来怎样的变革，产生什么影响。

天下大势，“合”以贯之。人类社会的发展，就是合作网络不断扩张的过程。虽然人类的大脑是自然界已知生物中演化最快的，但人类文明的演进，更多的是源于群体合作的快速发展所创造的巨大价值，而不是个体的进化。从二三十个原始人的自然群落，到部落、氏族、联盟、城市、国家，再到今天诸如脸书上几十亿人的社交网络，以及淘宝上千万级的商家网络……合作越来越宽广深入，人的社会属性也相应地越来越强。

合作的演化建立在技术和制度两个基础之上。

技术：通信成本越来越低，信息的传播越来越便利

沟通效率的不断提升，得益于“信息技术”的一日千里——从语言的产生、最原始的结绳记事，到烽火传信、日行八百里的驿站、印刷术和造纸术，再到近代的电报、电话，以及现在无所不在的移动网络和智能手机，信息技术已经成为人类文明之光绵延至今且日趋辉煌的重要保障之一。

制度：信任越来越容易建立

社会制度的不断革新，包括语言、国家、法律和文化的发展，很大程度上都是为了让更大范围内的陌生人之间更加容易地建立信任关系。

现代化是全球化的基础。以互联网为代表的信息革命，将沟通的便利性提升到了一个前所未有的高度。物联网的发展目标，就是把全世界（包括所有的人和物）都连成一个网络，“万物互联，实时互动”将成为未来社会最根本的特征之一。类似脸书、优步这样的平台，之所以能在短短的几年内覆盖全球人口的很大比例，正是基于这样一个开放的全球网络基础，而这只是整个大趋势的开始。

与此同时，开放和共享的互联网技术、机制和内在的逻辑，也推动了信任在更大的范围内建立，合作也因此有了全新的可能性。从1991年的Linux（操作系统）开源社区，到2000年之后的维基百科、Hadoop（一个分布式系统基础架构）、GitHub（一个面向开源和私有软件项目的托管平台），再到2015年谷歌的TensorFlow人工智能开源平台和2016年百度的深度学习开源平台PaddlePaddle……基于在线网络的全球大规模开放协同，极大地加速了互联网技术进步的进程，而技术进步本身又为协同赋能。尤其是21世纪初出现的云计算、大数据、机器学习井喷式的发展浪潮，把人类带到了一个人工智能大爆炸的全新时代，数据智能正在快速成为生产力提升的源泉。换句话说，数据智能就是生产力。

沿着历史演进的脉络，技术进步让人类社会从工业时代进入生态时代。万物互联的网络就是这个生态的载体，而是否拥有基于数据的智能，将成为物种能否在这个大生态内生存、繁衍的基本要求。网络协同和数据智能是构成生态文明DNA的双螺旋，也是阴阳和合的两面。这两个元素加在一起，共同构成了我们未来的方法、机制、制度乃至价值观的灵魂。未来20年，大创新的核心都在于如何将这两个基本原则创造性地应用于不同的场景，从而带来新的价值创造。

站在通往未来的门槛边缘，我们直觉地意识到，未来取决于人类群体智慧的进步和机器智能快速发展之间的纠缠。

商业的内在逻辑正在被重写，我们在为此欢欣鼓舞的时候，还应该

清醒地认识到，在机器联网后，人类在发挥个体创造性的同时，能否通过协同网络形成某种更高层级的群体智慧，将影响人类未来的整体生存状态。

毫无疑问，这些基本原则并不仅限于商业领域，整个人类社会都将因此发生巨大的变化：当人的重复性脑力劳动都在快速被机器智能取代的时候，创造力便成为人类的基本贡献。相应的教育体系、社会分配体系、我们对自身以及所处社群的认知，甚至我们对幸福和痛苦的理解，都将随之发生根本改变。

任何事物的发展都有两面性，网络和智能一方面使得更有创造性、更有价值的工作拥有了更低的进入门槛、更多的实现渠道和更好的收入水平，这是我们的希望所在。但另一方面它们也使得很多简单重复且缺乏创造力的工作岗位被大量替代，从这个角度看，无疑又是绝望之音。

纵观历史，我们要看到时代发展的大势所趋。如果说农业时代是经验的时代，工业时代是知识的时代，那么互联网和数据时代就是创造力的时代。未来，无论是工作还是生活，将由人类的想象力驱动向前，一切都将围绕创造展开。经济学家周其仁有一句话概括得非常到位：“文明的一次次传承和复兴，就是一步步找回对人的尊重。”人不应该做那些重复性的工作，而应该多做创造性的工作，这个想法一脉相承，一直引领着人类的文明之火绵延至今。

我们当前的很多担忧，其实是在用既有的价值观、规则机制和法律体系来看待未来可能出现的问题。被我们忽略的，恰恰是人类主动基于整体利益去建立新的价值观、规则和法律的能力。

人类的整个历史进程，就是以更新的技术，在更大的群体范围内，共同寻找更优的解决方案，积累更大的文明成果。

在整本书的写作过程中，我一直都在试图从商业的角度探讨如何构

建未来的智能商业，甚至是它的社会基础原则。也许基于过去二十几年互联网的演化，我们发现了未来的一些基本规律，但在本书行将完结之际，我之所以要从新文明的角度再去探讨未来的可能性，是因为我们今天能够想象到的，都可能仅仅是未来极小的一部分。未来将要发生的一切，会极大地超越我们今天所有的想象。

历史上充满了这种看似荒谬的预测，在20世纪40年代计算机刚刚被发明的时候，IBM的首席执行官就曾提到全世界只需要几台计算机就够了，时至今日，计算机已经成了整个人类社会最基础的设备。

仅仅十年前，任何一个普通人都毫无心理准备，自己的生活将因智能手机的普及而截然不同。所以，当我们今天在质疑人工智能、区块链到底能走多远的时候，唯一制约我们的可能就是自己的想象力。

我们今天讨论的一切到底会对人类社会的基本结构产生何种影响，这本身也是一件远远超出我们想象力的事。如果未来真的有一天，人工智能在短时间内大规模地取代人类，那么这个社会应该靠何种机制运作？美国已经有人开始讨论是否需要社会每年投入巨额补贴，把这批被取代的人养起来。但是养他们的目的何在？他们在社会中该起什么样的作用？他们将扮演何种角色？这些问题同样值得我们深入思考。

人类经过1000多年的努力，终于在平等自由的基础上建立了所谓的现代文明体系，但是当技术让我们拥有了新的可能性时，国家、社会、民族、自由、宗教，所有这些我们习以为常的概念可能都将挑战我们想象的极限。未来究竟怎么样，谁也无法预知，我们唯一能做的就是把握好现在，紧紧跟随时代发展的脚步，永不停息。

致谢

本书的写作首先要感谢的当然是150098名阿里人。正是大家持续努力，才有了阿里巴巴今天的成就。正是这样的实践，才让我有机会在互联网的最前沿尝试、观察和思考。

其中最需要感谢的是马云先生。他是真正的思想家和战略家。本书有非常多的想法都直接受到了他的影响和启发，无法一一指出。同时，他在阿里巴巴给我提供了独特的岗位和发挥空间，这是我成长的基础。知遇之恩，难以言表。

这12年有太多阿里巴巴的同事给了我种种帮助和支持，无法一一列举。特别需要感谢的是前战略部和前参谋部的各位同事，大家数十次通宵达旦的讨论才碰撞出了思想的火花。在本书长达6年的调研、写作过程中，余力作为我的合作伙伴，提供了无私的支持。书稿最终确定，她是最重要的推动者和合作者。张笑凡和李俊林独特的思考也对我有很大启发。尼克（Nick）、郭力、朱雨晨、杨疆、宋斐参与了很多篇章的写作。

感谢湖畔大学的同学和同事，以及这些年我在世界各地碰到的众多创业者和企业家，大家无私的分享给我提供了源源不断的滋养。

这12年正好也是我的家庭的成长时期。没有太太谭清的全力支持和众多牺牲，就没有我今天的些许成就。没有更多的时间陪伴三个小孩——曾琦峰、曾冠霖、曾薪嘉成长，陪伴父母，是我最大的遗憾和愧疚。你们的陪伴一直让我最开心。谢谢！

这12年有很多老师和朋友在宗教、精神、人生、生活等方面给了我很大的启迪和帮助。感恩三宝的加持，感恩生命的慧赐。

在这12年的思考和写作过程中，我一次次回到经典，汲取养分。它们的思想，历久弥新，是我真正的思想导师。谨以此书，献给彼得·德鲁克、阿尔弗雷德·钱德勒、罗纳德·科斯、道格拉斯·诺斯、亚当·斯密、曾参、孙武和王宗岳。

图书在版编目（CIP）数据

智能商业/ 曾鸣著. －－北京: 中信出版社 2018.11
ISBN 978-7-5086-9576-1
Ⅰ. ①智… Ⅱ. ①曾… Ⅲ. ①商业模式－研究 Ⅳ. ① F71
中国版本图书馆CIP 数据核字（2018）第224407号

智能商业
著者：曾鸣
出版发行：中信出版集团股份有限公司
（北京市朝阳区惠新东街甲4号富盛大厦2座 邮编100029）

开本：880mm×1230mm 1/32
印张：9.5
字数：160千字
版次：2018年11月第1版
印次：2018年11月第1次印刷
广告经营许可证：京朝工商广字第8087号
书号：ISBN 978-7-5086-9576-1
定价：68.00元
版权所有· 侵权必究