

揭开社会网络复杂行为背后隐藏的简单规则

THE
PERFECT
SWARM

完美的群体

如何掌控群体智慧的力量

[美] 兰·费雪◎著 邓逗逗◎译

LEN FISHER, PH.D

 浙江人民出版社
ZHEJIANG PEOPLE'S PUBLISHING HOUSE

洞悉社交网络，从研究群体行为开始

王煜全 | 海银资本合伙人、互联网研究专家 |

社交网络时代，利用社交网络、利用无线互联网、利用大数据分析等最先进的科技手段，我们在人类历史上第一次对人类社会的整体行为有了全面而细致的了解，也第一次有机会利用群体智能解决好社会面临的方方面面的问题。研究社交网络必须从研究社会性动物、研究群体开始，这也正是《完美的群体》一书真正的价值所在。

陈文光 | 清华大学计算机科学与技术系副主任、教授 |

群体到底是能够产生智慧，还是乌合之众？其背后的原理是什么？蜂群、蚁群和蝗群的行为对理解人的群体行为有什么启示？本书结合了对动物行为的观察和简明的数学方法，揭示了群体行为背后的一些原理，并给出了在相关场景下（如紧急逃生时）如何做才是最优化的选择。

袁晓如 | 北京大学信息科学技术学院教授、信息科学中心副主任 |

复杂的现象可以用简洁的规则刻画，群体的智慧源于个体的简单决策和参与。从某种程度上说，本书和《乌合之众》并不冲突，它们各自描绘了复杂的社会群体行为的不同侧面。

李 淼 | 中国科学院理论物理研究所研究员 |

我相信历史的细节甚至某些宏观进程是无法预测的，但带有自组织机制的集体行为，例如群体的智慧，是可以在统计意义上预测的。也许有一天，虽然我们不能预测类似2008年金融风暴来临的具体日期，但我们能够大致预测到它会到来。这是复杂性科学带给我们的最大福利。

周涛 | 电子科技大学教授、互联网科学中心主任 |

本书所展现的，是还原论的力不从心和系统论的优美从容。孕育于群体中的力量和智慧，是本世纪想要成功的每一个科学家、企业家和政治家必须学会的。

彼得·葛洛 | 麻省理工学院集体智慧研究中心研究员 |

《完美的群体》一书绝妙地解释了决定我们日常生活的网络效应。我极力推荐给那些寻求日常生活中复杂性问题解决方案，以及对群体智慧、群体商业和群体创造力感兴趣的人。

《自然》

兰·费雪没有用叙事手法掩盖复杂性科学的真相，而是聚焦于此，用紧凑的节奏展示了一个宏大的主题。《完美的群体》一书贡献卓著。

慧声文化
Cheers Publishing

上架指导：群体社会学 群体

ISBN 978-7-213-05280-0



9 787213 052804 >

定价：49.90元

The Perfect Swarm

The Science of Complexity in Everyday Life

完美的群体

如何掌控群体智慧的力量

[美] 兰·费雪 (Len Fisher) ©著 邓逗逗©译

图书在版编目 (CIP) 数据

完美的群体：如何掌控群体智慧的力量 / (美) 费雪著；邓逗逗译.
—杭州：浙江人民出版社，2013.2
ISBN 978-7-213-05280-4

I. ①完… II. ①费…②邓… III. ①群体社会学—研究 IV. ①C912

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 300081 号

浙江省版权局
著作权合同登记章
图字:11-2012-221号

版权所有，侵权必究

本书法律顾问 北京诚英律师事务所 吴京菁律师
北京市证信律师事务所 李云翔律师

完美的群体：如何掌控群体智慧的力量

作 者：[美] 兰·费雪 著

译 者：邓逗逗 译

出版发行：浙江人民出版社（杭州体育场路347号 邮编 310006）

市场部电话：（0571）85061682 85176516

集团网址：浙江出版联合集团 <http://www.zjcb.com>

责任编辑：朱丽芳

责任校对：杨 帆

印 刷：北京京北印刷有限公司

开 本：720 mm × 965 mm 1/16

印 张：16.75

字 数：17.8 万

插 页：4

版 次：2013 年 2 月第 1 版

印 次：2013 年 2 月第 1 次印刷

书 号：ISBN 978-7-213-05280-4

定 价：49.90 元

如发现印装质量问题，影响阅读，请与市场部联系调换。

推荐序

THE PERFECT SWARM
The science of complexity in
everyday life

洞悉社交网络，从研究群体行为开始

王煜全

海银资本合伙人、互联网研究专家

我对社会性动物的兴趣始于 20 年前上大学的时候。那时，社会生物学还是一个相当生僻的概念，把人类社会当作蚂蚁、蜜蜂这样的社会性动物来研究，在当时还是相当惊世骇俗的。因此，一个有着共同兴趣的小团体半私密地讨论这样的话题，反倒变成了一件相当有意思的事情。

直到近年研究和投资于社交网络，我才突然发现大学期间的小小兴趣竟然成了研究中的重要工具。我们迎来了社交网络时代，利用社

交网络、利用无线互联网、利用大数据分析等最先进的科技手段，我们在人类历史上第一次对人类社会的整体行为有了全面而细致的了解，也第一次有机会利用群体智能解决好社会面临的方方面面的问题。研究社交网络必须从研究社会性动物、研究群体开始，这也正是《完美的群体》一书真正的价值所在。

人真的不是具有完全的自由意志的独立个体，而是时刻居于群体之中、时刻受到群体强大影响的社会动物。对人类社会的理解，真的可以因为对动物群体的理解而获益良多。有时候，对群体而言很复杂的事情，个体只需遵守很简单的行为准则即可实现。《完美的群体》一书正是揭示了很多这样的简单规则。

鱼群在遇到天敌时会表现出一定的群体智能。例如，有一只海豹想吃掉鱼群，当它朝鱼群冲过去时，鱼群会突然散开，留出一个出口正好让海豹穿过去。没有一条鱼会停着不动，最终海豹一条鱼都吃不到。鱼群作为一个超个体似乎是有生命、有智慧的，它知道如何觅食、如何躲避攻击。计算机实验室的模拟证明，只用三条规则就可以把鱼群的复杂行为模拟出来。第一是避免碰撞到其他个体；第二是按照最接近自己的个体前行的平均方向前进；第三是向最接近自己的个体的平均位置移动。鱼群只是遵循了一些非常简单的规则，就体现出高度智能，这也正是《完美的群体》中特别提到的“柏德三规则”。

这种情况在整个社会网络里层出不穷。在社会网络中，个体会受

到很多局限,无法表现出很高的智能。例如,我们只能看到周围的事物,看不到全局。甚至可以说,个体对复杂的事情缺乏理解。但是当我们从整体角度看整个群体的时候,智能不高的个体往往表现出超凡的群体智慧。我们称之为“涌现特性”,即智慧是涌现出来的,不存在于每个个体之中。“涌现特性”是社会行为的一个重要特征。一个真正好的社会一定会有很多优秀的东西涌现出来。

群体智慧的形成机制是因为有竞争、有选择,然后通过选择中的净化稳定策略将一些行为策略保留下来,所以群体中存在各种不同的行为方式。从这个意义上讲,有一句话说得非常道理:“存在即合理。”今天我们看到的所有东西,都是经过亿万年选择进化保留下来的,它们的存在都是合理的。

从全球的角度来说,人们都逐渐接受了进化论,相信人是进化来的,并进而相信情绪、心智、理性等都是进化的产物。进化就是更好地适应环境。从个体的角度看,人类确实比其他动物具有更强的适应性,但随着我们适应环境、改造环境能力的大幅提升,个体进化以适应环境的速度明显远远落后了。人类社会依然到处都有贫困、杀戮、歧视……

其实,作为群居动物的我们,处处都留下了适应群体生活的印记。进化也是如此,不光有个体的进化,还有群体的进化。从群体的角度看,我们的进化仍然有巨大的潜力。通过对群体行为的研究,特别是

对社会性动物的研究，我们有希望从群体进化的角度，解决个体进化没能解决的问题。

进化永远不能使我们达到完美，但可以使我们更加趋近完美。从这个意思上来说，人类永远也成不了完美的群体，但使人类社会无限趋近于完美的群体，本就是我们自身存在的重要意义和我们努力的主要方向。

而首先，就要从对群体行为更加深入的了解开始……

中文版序

THE PERFECT SWARM

The science of complexity in
everyday life

探寻群体智慧的力量

本书讲述的是“群体智能”在自然界中的演变，以及人类如何师从大自然，利用群体的力量在复杂的环境中制定最完善的决策。受邀为本书中文版撰写新的序言让我倍感荣幸，因为在社会经济进步日新月异的今天，这个领域的发展步伐极其迅速，中国读者对此也一定怀有浓厚的兴趣。

本书的英文书名其实隐含了一个文字游戏——它与西方人耳熟能详的短语“完美风暴”的读音颇为相似。完美风暴是指导致状况出现戏剧性恶化的一系列事件的叠加。许多读者都听说过好莱坞大片《完美风暴》，剧中两气流迎面相遇，共同制造了一场飓风。飓风

正好和一艘捕鱼船不期而遇，将其困在其中。这部电影象征着现实生活中的许多灾难，即许多发展缓慢的事件表面看似波澜不惊，但若它们通力协作就能掀起腥风血雨。

为了规避或摆脱这种劣势，我们通常需要让自己融入“完美的群体”，也就是能够利用群体智慧和协作思维的超群力量的社会团体，从而避免“完美风暴”或者亡羊补牢。下面我将叙述群体的运作模式，以及我们该如何利用群体智慧开发更有效的群体决策过程。

向大自然学习群体智慧

大自然教给我们的第一课就是鱼群、蜂群和鸟群利用极其简单的规则完成它们的自组织，让群体行动整体划一。我将在本书前3章讨论这条规则，并在第4章描述人群如何仿照、利用稍稍复杂的社会规则完成人类的自组织。

举例来说，在大街上相向而行的人群会不自觉地列队前行，这种简单的社会规则可以帮助他们轻松地避开彼此。但是如果迫于压力打破这条规则，就会造成群体恐慌。科学家们正在以这些规则为宗旨建造楼房和主干道，确保它们的几何形状可以维护这些规则，使危险的拥堵情况大大减少。

说到群体决策，我们从大自然中受益更多。例如，蚂蚁会利用一种叫做“蚁群逻辑”的甄选过程做出极其明智的决策，在这个过程中，优秀的决策被不断强化，较差的决策被逐步淘汰，直到最佳决策浮出水面。我将在第3章论述：计算机科学家如何利用类似的逻辑形式，即所谓的蚁群优化探寻有效的交通和信息网络设计方案，我们又如何利用这类逻辑在朋友和邻居的协作下解决生活当中的一些疑难杂症。

群体智慧，总体大于部分之和

自组织和网络问题通常可以接受群体决策过程的检验，在这个过程中，群体所有成员的思想基本一致。但是人类所拥有的独立思考能力，能帮助我们解决其他动物无法解决的问题（不仅是动物个体，也包括动物群体无法解决的问题），还可以帮助我们得出具有多样性、独立性的结论，从而达成群体共识。由此得到的群体智慧将会成为一种强大的决策工具。

群体智慧在两类情形下尤其有效。第一种情形：我们需要在少数几个备选方案中选出最佳方案。数学演算方式告诉我们，最好的方法就是少数服从多数（参见第5章）。

但多数人的意见并非总是最佳选项。在第二种情况中，如果可以获得不同人对于最佳行动的意见的平均值，则取平均值通常是最佳答

案。可以采用这种方式的情形通常涉及大量的（甚至是无限的）备选方案，我们称之为状态估计问题。适用的例子包括：

- 取多少比例的共同收益投资公共事业，如防洪救灾；
- 当一群人迷路时应该向哪个方向前进；
- 估计罐子里有多少粒米。

在这类问题中，数学演算的结果告诉我们：群体的估算均值总是比绝大多数个体成员的答案更加准确。这个结论并非偶尔适用，而是“总是如此”。

虽然这种数学演算方法堪称完美，但是在通往最佳决策的道路上仍然荆棘丛生。而我所指的这类群体智慧能够发挥作用的前提是群体内所有成员均能保持自己的独立判断。但问题是我们应该如何确保结论的独立性。人通常有一种倾向，即容易被群体内的一两个强大的声音所左右，而我们又希望被看成是这个群体的忠实成员。我将在第6章中论述这个问题，并探究我们应该如何做出和分享自己的独立判断。我们的行为很大程度上取决于社会环境和个人处境，但是基本原则都是一样的，特别是下面这个令人诧异的结论：在一个社会团体内，思维方式的多元化是群体作为一个整体完成有效决策的关键。

要执行独立判断并不需要一并掌握所有可能的资料。科学家已经证实，通常我们只需要掌握少数信息就可以制定不错的决策。我们可以把

科学家的结论归纳为一套简单的决策规则，不仅要了解这些规则，还要在日常生活中运用它们。我将在本书最后三章列举和探讨这些问题。

预测与规避完美风暴

我并不是说决策制定变成了一道自动程序。人们还是必须运用自己的判断力和理解力应对社会经济环境日趋复杂所带来的各种问题。当系统各个部分看似无关且变化缓慢的事件共同作用，制造出一场完美风暴时，一些突发的意外变化就会令情况急转直下，我们要预测和处理的正是这一类问题。

完美风暴的形态各异。举例来说，恶劣天气与疾病或传染病爆发的联姻可能导致粮食歉收，甚至造成饥荒。

2010年4月14日至4月20日，一次小型的火山爆发遭遇了高层大气不同寻常的气流，造成了全世界的空中交通中断。银行间的联接模式导致整体网络容易受到个别环节崩盘的影响，所以近年来不断出现银行破产的报道。特定的社会与经济压力的关联也会导致整体经济的滑铁卢。

现代经济和社会的复杂互动让完美风暴的发生势不可当。自从撰写本书以来，我接触了一大批世界各地的研究学者，他们急于知道这

些戏剧性的事件是如何发生的，以及如何才能规避或应对这些事件。

研究沿两条主线铺开：

- 如何及时地预测这些事件，采取有效的应对措施；
- 如何设计我们的经济、社会和商业系统，尽可能降低这些事件的发生概率。

作为本书的作者，我的工作就是整合这些研究成果，让决策者能够信手拈来，方便应用。我们首先要做的事情就是加入到“完美的群体”，发挥群体的力量，制定最有效的决策。如此一来，我们才能确保未来尽在掌握。

THE PERFECT SWARM: The Science of Complexity in Everyday Life by Len Fisher

Copyright © 2009 by Len Fisher

Simplified Chinese translation copyright © 2013 by Cheers Publishing Company

Published by arrangement with Basic Books, a Member of Perseus Books Group through Bardon-Chinese Media Agency.

ALL RIGHTS RESERVED

本书中文简体字版由 Basic Books, a Member of Perseus Books Group 通过 Bardon-Chinese Media Agency 授权在中华人民共和国境内独家出版发行。未经出版者书面许可，不得以任何方式抄袭、复制或节录本书中的任何部分。

版权所有，侵权必究。

目录

THE PERFECT SWARM

The science of complexity in
everyday life

前言 完美的群体，超凡的智慧 /001

- 为什么音乐会结束时，只要一个人开始鼓掌，就能带动整个音乐厅的观众一起鼓掌？为什么屡获格莱美大奖的纽约奥菲斯室内乐团竟然没有一名指挥？
- 正是人类自组织与超个体的形式提升了群体的智慧，利用这种智慧，群体可以作出集体性决策，因此，超个体比简单的个体叠加更加强大。

【关键词】 超个体 自组织 动态次序
复杂自适应系统 涌现特性

| 第一部分 | 发现群体智慧的力量

第1章 寻找隐藏的秩序 /013

群体智能的产生

- 对人类而言，获得群体智能的关键，不是丢失个体性，而是让个体学会如何与邻近的其他个体适当地互动。
- 究竟是什么让群体保持着凝聚力，并做出看似理性的决定？个人之间的相互作用如何转化为复杂的行为模式？

【关键词】 群体智能 正反馈 福特效应 连锁反应
负反馈

第2章 5%的核心领导者=90%的成功 /035

蚁群与蜂群模式，同步与无形的领导者

- 一个团体中，只要有5%的领导者知道目标，就有90%的机会成功领导团体其他成员达成目标。
- 如果路上有一个人凝望某处，可以诱使40%的行人一起凝望；有两个人凝望，“模仿者”的比例为60%；有五个人凝望，“模仿者”的比例上升至80%。

【关键词】 柏德三规则

第3章 永远会有最短和最快的路线 /053

蚁群模式，最佳实践的正反馈

- 选择一条非正式的捷径越过田野或公园时，不要盲目地跟随前人的脚步，应该为自己找到最短的路线。实验表明，总会有更短的路线出现。
- 执行任务时，注意附近执行类似任务的人。如果他们比你表现得更好，放下你的骄傲，效仿他们的行为！

【关键词】 蚁群优化 粒子群优化

第4章 非自愿力量与自愿力量的结合 /071

人类群体模式，社会力与物理力连接的自组织

- 如果你和一群人同处于一个危险环境中，你应该用60%的时间跟随人群，用剩余40%的时间找到自己的逃生路线。
- 在人群中穿行的最好方法就是保持与人群流动的同步性，随着人群一起流动而不是打乱它的秩序。

【关键词】 社会力 恐慌指数0.4

人群行为的社会关怀模式

| 第二部分 | **掌控群体智慧的力量****第5章 少数服从多数，还是取平均值** /095**群体决策**

- 即便每个个体都只有 60% 的机会得出正确答案，但在一个 17 人的群组中，多数人正确的机会将会上升到 80%；而在一个 45 人的群组中，多数人正确的机会将会上升到 90%。
- 电视答题节目中，“询问观众”一直都胜过“询问专家”。因为观众回答问题的正确率为 90%，而“专家”的正确率却只有 66%。

【关键词】 多样性预测定理 多数意见 陪审团定理

第6章 从乌合之众到群体智慧 /117**群体共识**

- 如果饭店门前没有停靠任何车辆，我们选择这家饭店用餐的概率很小；如果有一两辆车，我们兴许会停下来想一想；如果有许多辆车都停在那里，我们几乎会马上义无反顾地走进这家饭店。
- 选择最可行的表决方法，而不是最接近理想的表决方法。没有理想的投票方法，而且永远也不可能有。

【关键词】 法定人数响应 投票悖论 不可能定理 群体思想

第7章 一张没有蜘蛛的网 /147**网络世界里的群体智慧**

- 信件传递实验中，有 24 163 条关系链参与实验，其中 384 条关系链完成任务，完成率只有 1.5%，因为大部分人缺乏完成传递的动力。
- 关注网络中的核心比关注个人更加有效，让个人节点“更适合”自己的目标，从而为关系链延续下去提供永久动力。

【关键词】 六度分隔 节点 马太效应

第8章 做个“淘金者” /183

复杂群体信息的10大筛选规则与5大对策

- 如果给你两个选择，而你只能识别其中一个，那就选择可以识别的那一个；如果你了解一个以上的选择，那就选择你最容易确认的那个。
- 在不能重新选择已拒绝过的选择时，着重考虑有效选择中的37%，然后挑选下一个最好的选择，你将有1/3的机会作出最佳选择。

【关键词】 经典决策理论 启发式 力场分析

第9章 穿越复杂性的迷宫 /213

复杂群体信息的两大量化模式

- 在一个有540个人或事件的群组中，我们总是可以建立一个拥有7个节点长的关系链。
- 用什么可以判断一个人是否想用伪装的形象欺瞒我们？用什么可以证实是否应该相信我们有时自以为看见的模式？

【关键词】 本福德定律 后此谬误 拉姆齐定理

结语 群体的智慧，复杂中的简单之美 /229

- 让我们从受困的复杂性泥潭中挣脱出来，利用规则，为自己提供一个最佳机会！
- 融入“完美的群体”，利用群体智慧和协作思维的超群力量，掌控我们的未来！

THE PERFECT SWARM

The science of complexity in
everyday life

前 言

完美的群体，超凡的智慧

- 为什么音乐会结束时，只要一个人开始鼓掌，就能带动整个音乐厅的观众一起鼓掌？为什么屡获格莱美大奖的纽约奥菲斯室内乐团竟然没有一名指挥？
- 正是人类自组织与超个体的形式提升了群体的智慧，利用这种智慧，群体可以作出集体性决策，因此，超个体比简单的个体叠加更加强大。

当 97 只蝗虫坐观星球大战

就在《星球大战》创下票房纪录后不久，97 只蝗虫也被迫观看了这部影片。就这件事而言，蝗虫们没有太多选择的余地，因为它们不仅被五花大绑，还被紧紧地夹住了头部。当蝗虫看到从屏幕另一侧飞过来的飞船舰队时，大脑会作出反应。实验人员正是对其大脑在这一过程中发出的脑电波进行监测。

科学家们试图解释为何在密密麻麻的一群蝗虫中，每一只都不会冲撞其他蝗虫。有关这一群体行为的研究为解释人类的群体行为提供了宝贵的经验，例如，解释我们如何在人群中走自己的路，如何为汽

车设计一套防撞系统。人类还可以从动物，如一群蝗虫、一群飞鸟，或一群鱼儿的群体行为中，学到很多东西。本书将要讲述的便是人类应该如何借鉴这些宝贵经验来做出更好的群体决策，以及作为群体中的一员如何做出更好的个人决策。

超个体比简单的个体叠加更强大

群体中的每一个个体都会遵循一些规则，这些规则有助于它们从群体中获得最大的利益。一些规则使它们聚在一起形成一个团体，另一些规则则允许它们像超个体中的一员那样行事。超个体中没有个人领导者，但这种组织形式能够提升群体的智慧。利用这种智慧，群体可以做出集体性决策。因此，超个体比简单的个体叠加更加强大。

现代科学对复杂性的研究表明，动物群体的集体行为，尤其是蝗虫、蜜蜂和蚂蚁等昆虫的集体行为，^①来自于相邻个体间互相作用的一组简单规则。这一科学研究还显示，人类社会中的许多复杂行为模式也来自于一组相似的个体间的社会互动规则。我写书的最终目的就是要找出这一过程的运作机制，引导我们走出时常笼罩在生活中的那团复杂性迷雾。

^① 昆虫学家将蜜蜂和蚂蚁称为“社会性昆虫”，因为它们显示出了生殖分工体系，而蝗虫却没有。尽管如此，蝗虫成群飞行时会显示出高社会性行为。——作者注

THE PERFECT SWARM 超个体

The science of complexity in everyday life

超个体是指一个由许多个体组成的有机体，它拥有个体身上并不具备的特性，这种特性源于个体之间的互动与连接。超个体中没有个人领导者，但这种组织形式能够提升群体的智慧。利用这种智慧，群体可以做出集体性决策。因此，超个体比简单的个体叠加更加强大。

自组织

简单规则产生复杂模式的过程被称为“自组织”。在自然界中，原子和分子自发地聚集在一起形成晶体，晶体又组成了带有复杂图案的贝壳，都是自组织过程。风吹过沙漠表面勾勒出形状复杂的沙丘，也是自组织过程。我们的身体发育时也会经历自组织过程：单个细胞聚集在一起，形成心脏、肝脏等组织。人类聚在一起形成家庭、城市和群体等各种社会组织形式，同样是自组织过程。

我们无须一个核心指挥者来监督整个自组织过程，需要的只是一套适当且简单的局部规则。一粒粒沙子在重力、风以及互相之间摩擦力的联合作用下自行形成沙丘。原子或分子与相邻的原子或分子相互吸引或排斥，这些力量自身足以形成一种长程有序^①，其影响可向四周扩散至数十亿个原子直径的地方。

^① 长程有序指整体性的有序现象。——编者注

THE PERFECT SWARM 自组织

The science of complexity in everyday life

自组织是指不需要依靠外部的指令，系统按照相互默契的某种规则，各尽其责而又协调地自动形成有序结构。简单来说，简单规则产生复杂模式的过程被称为“自组织”。

人类社会结构正处于混沌的边缘

人类社会同样也由数十亿人组成，人与人之间的吸引力和排斥力创造了人类的社会结构。当然，这些结构并不像晶体中的原子那样规律。“人类社会结构正处于混沌的边缘”，研究复杂性的科学家的这一说法很生动，但却容易让人误解。

完全无序的状态实际上是很难达到的，不过，我妻子认为我的办公桌上胡乱堆放的文件已经相当接近无序的状态了。但我认为办公桌上的无序中也有次序，尽管我是唯一能看到这一次序的人。

从动态次序到动态互动模式

大多数无序的形式中都存在某种次序，我们称之为“动态次序”。只需往一杯热的黑咖啡中加入少许冷牛奶，你就能亲眼目睹这种“动态次序”。表面的图案反映了表面以下的情况，冷热液体的混合制造

了一系列旋涡，之后迅速自组织成不同寻常的有规律的排列。这一系列旋涡被称为“瑞利-贝纳德对流单体”。你可以在一毫米浅盘所盛的液体中看到这些对流单体，也可以在两千米厚的地球大气层中看到它们。

处在混沌的边缘的系统，不论是动物群体还是人类群体，都具有动态次序，但这种动态次序比一杯咖啡里的旋涡持续的时间要长得多。这一次序来自个体间的互动规则，这些个体制造了大规模的动态互动模式。最终的呈现模式是作为一个整体的社会，而不是组成社会的个体。

这些模式跨越了不同的时间尺度。一些模式可以持续很久，如城市；另一些则如同天空上的云朵，大风一吹就消散得无影无踪；还有一些可以在任何地方发生在任何人之间，如人际关系。

处于混沌的边缘的系统中可能存在动态互动模式。一种模式下，系统在不同位置之间不断反复循环，有时候，这种情况会发生在家庭的争论中，周而复始地争吵却依然无法解决问题。另一种更加富有成效的模式能够适应并满足不断变化的情况，如鱼群遭遇捕食者时的情形。

THE PERFECT SWARM 动态次序

The science of complexity in everyday life

大多数无序的形式中都存在某种次序，这种存在于无序的形式中的次序被称为动态次序，它来自个体间的互动规则，这些个体制造了大规模的动态互动模式。

复杂自适应系统中的非线性行为

当一群人能够共同应对周围环境的变化时，这个群体便成为一个复杂的自适应系统。对人类社会学的学生而言，甚至是对所有研究自然的学生而言，这一系统得以形成以及管控系统中个体行为的规则都是相当有趣的。

成功的生态系统，成功的城市和社会都是复杂自适应系统。根据科学家詹姆斯·洛夫洛克（James Lovelock）的“盖亚假说”（Gaia），整个世界就是一个复杂自适应系统，它的某个长期适应可能会为了自保而将我们赶出门外。这种情况发生与否或许取决于我们是否能够理解支配其复杂性的规则，以及我们是否懂得适应、遵守这些规则。

在一个要发展壮大的复杂自适应系统中，个体成员之间必须存在一种特殊的相互作用。这种相互作用的方式并不是像很多人在拔河比赛中不停拉动绳子一样是简单的相加，这种相互作用是非线性的，也就是说，某个个体的行为将使其他个体或者团队产生不相称的反应。

例如，音乐会结束时，只要有一个人开始鼓掌，周围的一些人就会被带动起来一起鼓掌，而这些人又会带动其他一些人。一波接一波，很快，整个音乐厅的观众便都开始鼓掌了。

这种“群体鼓掌”有时会进入同步状态，这是观众作为一个整体的特性，不属于任何单独的个人。

这种涌现特性会在同时产生多种类型的非线性行为时，出现在复杂自适应系统中。

THE PERFECT SWARM 复杂自适应系统

The science of complexity in everyday life

当一群人能够共同应对周围环境的变化时，这个群体便成为一个复杂自适应系统。

THE PERFECT SWARM 涌现特性

The science of complexity in everyday life

涌现特性是指“整体大于部分之和”的特性，即整体会因各组成部分的相互连接和互动呈现出的新的特性。这种新的特性只有整体才具有，任何组成部分都不具有。

群体智能的产生

一个群体可以获得的最重要的涌现特性之一便是群体智能，它可以使群体在某种程度上应对并解决个体成员无法单独处理的问题。在本书中，我考察了自然界中产生群体智能的简单规则，并探寻了我们是否能够利用这些规则（以及其他与群体智能没有必然联系的简单规则）和群体智能，来引导我们应对生活的复杂性。

本书从群体智能的概述开始：什么是群体智能？它是如何从非线性的相互作用中产生的？哪类动物会利用群体智能？群体智能会给群

体中的个体以及整个群体带来什么样的益处？

接下来的两章阐述了蝗虫和蜜蜂群体飞行时使用的规则，以及蚂蚁的地面逻辑。这三种昆虫利用复杂自适应系统的基本规则，以截然不同的方式发挥群体智能。它们身上都有值得我们借鉴的东西。

蝗虫的碰撞避免策略对我们如何在车流中驾驶和在人群中行走有所启示。蜜蜂用“看不见的引线”来指挥蜂群的行动，我们同样也可以在行走在陌生环境中时利用这种看不见的引线。蚂蚁利用一种特殊形式的群体逻辑找到捷径及最佳路线，我们在步行或驾车时可以效仿它们。而且，你会惊讶地发现，蚂蚁的这种解决问题的方式还被应用于很多其他的情况。

在介绍完昆虫逻辑之后，我便着眼于人群中的个体行为，并阐述了最近对复杂人群动态的研究，这些研究揭示了我们应该如何在危险的人群中应对自如并找到出路。

接下来的两章重点阐述了群体决策。我首先探寻了我们是应该遵循“平均”原则——公平考虑每个人的意见，还是应该以大多数人的意见为准。然后我指出了人类应如何利用群体智能达到最佳共识，以及如何避免危险的“群体思想”风险。

实现群体智能的方式之一便是构建人际网络。我在第7章中探讨了构建人际网络的不同方法，包括著名的“六度分隔”，并且阐明了如何利用新知识得出便于人际网络的构建和沟通的有效策略，以及如何通过人际网络提高预防疾病传播的能力。

我在第8章详述了在面对复杂问题时，利用简单规则作出最佳个人决策的方法。实际上，有些方法十分简单，而且能够为我们提供作出最佳决策所需的大量各类信息。

在第9章中，我进一步探究了作决策的方法——在复杂性中寻找模型。有些时候，这些方法可以引领我们走向正确的方向，但正如科学研究已经证明的那样，社会整体通常比各部分的总和更强大，所以我们必须知道，整体复杂性什么时候可以摧毁掩埋在其中的简单性。简单是好的，但复杂性规则也是好的吗？

THE PERFECT SWARM

| 第一部分 |

发现群体智慧的力量

THE PERFECT SWARM

The science of complexity in
everyday life

第1章

寻找隐藏的秩序

群体智能的产生

- 对人类而言，获得群体智能的关键，不是丢失个体性，而是让个体学会如何与邻近的其他个体适当地互动。
- 究竟是什么让群体保持着凝聚力，并做出看似理性的决定？个人之间的相互作用如何转化为复杂的行为模式？

过去，人们认为群体动物的行为非常奇妙。早期的一些科学家甚至认为，昆虫群、鱼群或鸟群是通过某种第六感，或者是通过某种“群体意识”实现其惊人的协调运动的，而在该群体中的动物往往牺牲了其个体性，成为群体意识的傀儡。

对于人类来说，如果每个人都牺牲了其个体性，成为群体意识的傀儡，那么社会最终将会变成赫胥黎在《美丽新世界》中描述的那样：人们在心理上受到约束，像婴儿一样做着同样的事情，并接受自己在社会中扮演的角色。幸运的是，我们不必如此。有关群体智能的研究表明，对于人类而言，关键不是丢失个体性，而是让个体学习如何

与邻近的其他个体适当地互动。如果我们以正确的方式互动，群体智能便能自然而然地产生。

信息，从个人到个人的快速传递

受到复杂性科学的启示，动物行为学家现已证明，群体行为并不需要如此荒诞的解释。相反，群体行为会自然而然地出现在群体中相邻成员之间相互作用的简单规则中。例如，足球比赛中观众制造的人浪在来访的火星星人看来，就是一项复杂的逻辑运动，但其动态模式却源于一个简单的规则：看到身边的人站起来并举起双手（然后把双手放下），便立即跟着模仿。

这样的人浪包含了信息从个人到个人的快速传递，这一点也是群体行为的主要特征。在人群中，这种行为以邻居们相互聊天“散布流言”的形式存在，而附加信息又通过相同的渠道原路返回，直到每个人都知道是怎么一回事并根据信息采取行动。

有一次，受到朋友的邀请，我和妻子来到一个乡村集市。一位与我们素不相识的女士看了我们一眼，便说道：“你们的朋友在品尝啤酒的帐篷里。”她其实并没有看到我们的朋友，只是听说他们在那里，而他们正在等待相貌特征与我们相符的人的到来。

THE PERFECT SWARM 群体智能

The science of complexity in everyday life

当一个群体可以利用群体行为，利用群体中的任何个体都无法完成的方式共同解决问题时，群体行为就变成了群体智能。

蜜蜂利用群体智能来发现新的巢址，蚂蚁利用群体智能来寻找到达食物来源的最短路线。从互联网的运转到城市的运作，群体智能在人类社会的诸多方面也发挥了重要的作用，只不过你通常没有注意到。

使群体得以形成并指导其行为的自组织在人类大脑的运行、人类免疫系统的运作、人类社会的组建，以及全球生态系统的平衡中的表现同样明显。在所有这些情况下，局部的相互作用（分子、活细胞，人类和各种不同物种的混合之间）产生大规模的复杂性。

复杂性科学先驱约翰·霍兰德（John Holland）指出，复杂性并不意味着混乱，它意味着各种模式的形成，其组成部分错综复杂地相互联系和相互依赖。这种模式可以保持长期的稳定、较短时间的稳定，或瞬时的稳定。在晶体结构、贝壳、活细胞、人类文明和星系中，我们可以找到长期稳定。一些在较短时间内稳定，但长时间不稳定的例子包括政治联盟，供应商、制造商和零售商网络，某些生态系统，以及一些婚姻关系。瞬时自组织模式包括浴缸里漂浮在水面的泡

沫，超市里排着长队的购物者，足球比赛中的人浪，龙卷风的旋涡——当然也包括蜂群、羊群、牛群，以及各种动物的群体，更不用说人群了。

群体智能，利用互动的力量

如今，有些人正在采用令人惊讶的创新方式利用群体智能。人们建立了利用群体智能运行的公司，计算机程序员以激进的方式利用群体智能来解决问题，甚至还有一年一度的“群体狂欢节”^①——科学家们会聚一堂，讨论群体智能的新应用。

使用群体智能的群体不需要领导者，也没有核心规划。

- 究竟是什么让他们保持凝聚力，并作出看似理性的决定呢？
- 个人之间的相互作用如何转化为复杂的行为模式？

为了充分利用个人的相互作用，我们需要找到这些问题的答案。答案来自三个方面：动物的现实世界；科学的想象世界；计算机的虚拟世界。在此，我给这三个世界作一个简单的背景介绍。

^① 群体狂欢节是由一群对群体行为的计算机模拟感兴趣的科学家志愿者团队（群体发展社团，或称作 SDG）组织的一个年度会议。该社团成立于 1999 年 9 月。——作者注

向动物的现实世界学习：跟随与保持同步

动物利用群体智能集体狩猎、相互掩护和躲避捕食者。对动物行为的科学研究（动物行为学）揭示了动物得以产生群体智能的简单规则，不过进行这方面研究的科学家们有时会遇到不寻常的危险。

20世纪50年代中期，德国生态学家马丁·林道尔（Martin Lindauer）在试图了解蜂群如何找到新巢的地点时，遭遇了一个非同寻常的情况。他一直习惯穿着一身实验室专用的白大褂，跟随蜂群一路奔跑。不幸的是，他的白大褂与附近一所医院里危险的精神病人的制服相似。有一次，医院的警卫误以为他是一个“越狱”的病人，对他穷追不舍。幸好他跑得比警卫还要快！这不仅证明他的身体非常健康，同时也显示出蜂群的飞行速度有多快。

我们非常感激像林道尔这样的动物行为学家，他们为了科学，不惜以身涉险。两名巴西科学家不顾会被食人鱼鱼群攻击的危险，潜入水中在鱼群正上方一路跟踪，他们也不太确定能否随时躲避正在附近觅食的凯门鳄的攻击。但在报告中，他们只是用典型的科学式的轻描淡写地抱怨说，凯门鳄猛烈地摇动着尾巴将水搅浑，影响了他们的夜间观察。

巴西科学家并非使用潜水技术跟踪鱼群的第一人，这一荣誉似乎应该属于希腊哲学家亚里士多德。一些历史学家认为他曾经戴着面罩将长满胡须的脸扎进爱琴海，观察“舌齿鲈和鲑鱼不顾种群之间的敌对状态，在一起成群地游弋”。

不过，亚里士多德只不过是弄湿了他的胡子，和我一同在澳大利亚大堡礁研究珊瑚礁生态系统的一名科学家则来了个惊天大冒险，他用脚蹼逗弄一条躺在水底的星鲨。他告诉我们，这种鲨鱼的下巴很虚弱，牙齿又小又钝。但是，鲨鱼却一口咬穿了他的脚蹼，并紧咬不放，以此证明他说的这两点都是错误的。当时水深约 1.5 米，那位科学家身高 1.8 米。他不得不弯腰脱掉他的脚蹼扔给鲨鱼，才避免被淹死在水中。

以上提及的科学家们都在其研究的动物身上有所发现，但迈阿密大学的生物学家布赖恩·帕特里奇（Brian Partridge）是第一个在了解动物群体如何像单独的一只超级动物一样移动、行动，并作出决定方面取得实质性进展的科学家。他研究的是青鳉鱼。

青鳉鱼又名绿鳉，随着鳉鱼和黑线鳉的减少，青鳉鱼越来越多地出现在西方人的餐桌上。青鳉鱼分为两种，阿拉斯加鳉鱼和大西洋鳉鱼，其中，阿拉斯加鳉鱼被称为“世界上幸存的美味鱼肉的来源”。两种鳉鱼身长均在 1 米左右，重达 20 公斤左右。

鱼群整体移动的关键规则

帕特里奇致力于研究大西洋鳕。和许多鱼类一样，大西洋鳕表现出成群聚集的行为。帕特里奇发现，要想知道鱼群是如何聚集在一起并作为一个整体移动的，他必须识别并跟踪每一条鱼。

识别鳕鱼很容易，他只需使用冷冻标记法在每条鱼的背上“打上烙印”，但跟踪鳕鱼却很困难。为了方便跟踪，他将一个由20~30条青鳕组成的鱼群放入苏格兰阿伯丁大学内一个直径10米的环形池塘中。当鱼群在水中游弋的时候，研究者趴在池塘上方的旋转托台上密切注意鱼群的运动，连续记录每条青鳕的运动轨迹。鱼群的游动速度为每秒钟30厘米左右，这意味着，研究者每分钟都要低着头跟着鱼群旋转一圈。这听起来似乎不算什么，但是当我在儿童游乐场的一个旋转木马上重复这一举动之后，我感到头昏眼花。

而且，头昏眼花只是研究者面临的一个小问题。研究完成以后，鱼群被放生了（也许被吃掉了，他在文章中并未提及），帕特里奇和他的助手坐下来，不辞辛苦地测量了超过12 000张胶片中两鱼之间的相对位置。最终，他们发现了鱼群整体移动的关键规则。每条鱼只遵循两条规则：“跟上前面的鱼（如果前面有鱼的话^①）”和“与身边的鱼保持同步。”

① 如果前面没有鱼，那么显然只需遵守第二条规则即可！——作者注

以各种形式表达的这两条简单规则，是目前已知的所有复杂的群体运动的基础。无论是鱼群形状及方向的统一急变，还是鸟群、昆虫群和人群的运动，都以这两条规则为基础。这种复杂性是如何产生的呢？涉及哪些过程？为了找到答案，我们必须求助于科学的世界。

向科学的想象世界学习：正反馈和负反馈

我第一次遇到运用科学解决复杂性的问题是在 20 世纪 70 年代初打桥牌的时候。每当我的搭档罗伯特·梅不玩牌时，他都在桌角的一个笔记本上涂画一些我无法辨认的潦草字迹和标志。当时，我并不知道他正在创造历史。

◀ 逻辑斯蒂差分方程 ▶

一个叫做逻辑斯蒂差分方程的简单方程使罗伯特感到困惑。数学家用逻辑斯蒂差分方程来描述动物种群数量的增长。这是一个非常有用的方程，它可以推导出非常有价值的回答。例如，它预测人口最初呈指数增长^①，但当食物、空间或其他资源变得有限时，人口将达到一个环境可以承受的稳定水平。

不过，罗伯特也发现了一个悖论。当人口增长达到一定的速度时，

^① 人口呈指数增长是指人口数量在每个连续（相等）的时间段里，以之前值的相同比例增长。——译者注

方程会陷入疯狂的状态。它并没有预测出稳定的变化，而是在“繁荣”和“萧条”之间循环或出现混乱，在这种情况下，人口可能出现繁荣，然后突然间崩溃。造成这种情况的原因是因为该方程含有正反馈元素和负反馈元素。现在人们认为这些元素对各种复杂性的出现极为重要，包括自然界中种群数量的剧烈变动、股票市场的大幅波动，以及群体智能中包含的稳定模式的出现。

逻辑斯蒂差分方程看似非常简单，但与历史上其他的方程相比，它可能会让更多的数学家发疯。

该方程最初被应用于人口增长。如果 p 个个体的数量可以以恒定速度 r 无限制地增长，那么我们可以简单地表示为：

$$p_{\text{目前}} = r \times p_{\text{之前}}$$

例如，如果人口以每年 3% 的速度增长，而且在每年的同一天计算人口数量，那么 r 的值为 1.03。

这就是所谓的指数增长，很显然，我们的星球无法一直承受这种无限期的增长。无论我们进行怎样的调整，都会有一个上限。我们将 K 设定为地球可以承受的最大的种群数量。比利时数学家皮埃尔·弗朗索瓦·费尔哈斯特（Pierre François Verhulst）在 1838 年提出一个绝妙想法，他用一个简单的方程式说明了当人口增长接近人口上限时必须放慢速度，而如果人口数量超过上限，则会变成负增长。

逻辑斯蒂差分方程如下：

$$p_{\text{目前}} = r \times p_{\text{之前}} [(K - p_{\text{之前}})/K]$$

这个看似简单的方程式（注意，方程是非线性的，因为 $p_{\text{之前}}$ 本身发生倍增）确实已引发了一些非凡的见解。

公式看起来十分简单。当人口数量远未达到极限时， $p_{\text{之前}}$ 远小于 K 值，该方程可简化为指数增长方程。当人口数量逐渐接近极限时，增长便立即减速，直至 $(K - p_{\text{之前}})$ 的结果越来越接近零。

这个方程简单描述了细菌在有盖培养皿中或藻类在池塘中的增长情况（只要存在食物或光线）。如果根据时间画一个人口数量图表，则会出现一个经典的 S 形线条，开始呈指数增长，经过很长一段时间逐渐达到稳定状态——只要增长的速度不是太快。

一切都保持稳定的状态，直到我们达到“三倍”的增长率（ $r = 3$ ）时，奇怪的事情发生了：平缓的人口增长曲线开始在两个不同的状态：“繁荣与萧条”之间波动震荡。当增长率达到 3.449 5 时，曲线开始在四个不同的状态之间波动。当增长率达到 3.596 时，人口数量在 16 个不同状态之间快速波动。增长率再稍微高一点，便进入混乱状态。

关于“繁荣与萧条”的数学计算准确描述了现实世界发生的许多事件。不幸的是，它并未使预测变得更加容易——2008 年的信贷危机

便是一个很好的证明。这在一定程度上是因为基本模型通常过于简化，同时也因为系统的运行状况非常敏感地依赖于某些精确的条件。

◀ 正反馈 ▶

正反馈是一个周期性过程，是音乐会中扩音器开得太大时扩音系统发出长声尖叫的原因。扬声器的声音被麦克风接收到，麦克风又通过扩音器使声响变得更大，扩音器再将这个声音送回至扬声器，从而形成了恶性循环，最终超过了系统负荷，导致扩音系统发出抗议的哀嚎。第二次世界大战期间，科学情报专家 R.V. 琼斯在一个偏僻的机场观察到了一个精彩的实例。这个机场跑道两侧分别设立了麦克风和扬声器，有人在麦克风附近发出笑声。因为该扩音系统正位于正反馈的边缘，所以当这个人走开之后，笑声便缓慢地放大。琼斯推测，不再需要人的帮助，这个机器便可一直这么独自乐下去。

始于 2008 年的金融危机，为正反馈的效果提供了一个并不那么幽默的例证。人们对金融机构的不信任被放大，直到全世界的金融系统都处于崩溃的边缘。许多个体金融机构在正反馈的压力下一蹶不振。2008 年 9 月 25 日华盛顿互助银行的崩溃便是一个例子，当越来越多的投资者意识到其他人正在撤回资金时，他们也都纷纷撤回资金。在十多天内，债权人撤走了 167 亿美元。

通过正反馈在细微的随机波动上的作用，某个随机选择也能引起

强烈的偏好或成为时尚。例如，当你打算买一辆新车的时候，你发现大部分的朋友都拥有一辆福特或者克莱斯勒，所以你试图在两者之间做出选择。你到处征求建议，而碰巧你遇到的前三个人各拥有一辆福特，并且都觉得这车挺不错的。于是，你也会购买福特汽车。

现在，拥有福特的小组中又多出一人，这将稍微增加下一个四处征求意见的人购买福特而不是克莱斯勒的概率。如果这个人也购买福特，购车群体里就多了两个拥有福特汽车的人。“福特效应”在放大，最终，大部分人都购买了福特。当然，如果你最开始询问的几个人都拥有克莱斯勒，那就应该是“克莱斯勒效应”了。

THE PERFECT SWARM 正反馈

The science of complexity in everyday life

正反馈是指受控部分发出反馈信息，促进或加强控制部分的活动，它会逐步放大微小的影响。

THE PERFECT SWARM 福特效应

The science of complexity in everyday life

福特效应是指在一个动力系统中，初始条件下微小的变化能带动整个系统的、长期的、巨大的连锁反应。一个人想要购买汽车，在咨询其他人意见时，如果他遇到的前三个人都拥有福特汽车，且对福特汽车表示满意，那么他也会选择福特汽车。而他的购买行为增加了拥有福特汽车的人数，进而能够促使更多的人购买福特汽车。最终，大部分人都会选择购买福特汽车。

每个人都拥有福特汽车（或克莱斯勒）的模式来源于一个简单的规则——选择你遇到的前三个人所拥有并对它感到满意的车，再加上正反馈对一个机遇波动的作用——前三个人碰巧都拥有同一品牌的车。

正反馈不是导致“失控”效应的唯一原因。连锁反应也可能引起失控效应，例如詹姆斯·瑟伯（James Thurber）在《大坝崩溃的一天》（*The Day The Dam Broke*）中描述的连锁反应。没有什么值得恐慌的理由，只因为看到一个人在奔跑，俄亥俄州哥伦布市东部的全体市民便都迅速逃离一个并不存在的潮汐。瑟伯和他的家人也在奔跑的人群当中。瑟伯说：“在开始的 800 米，几乎城里所有人都超过了我们。”一个惊慌失措的市民甚至听到了身后奔腾而来的洪水声，后来才发现那是旱冰鞋的声音。

恐慌源于第一个人的奔跑，这使其他人也开始奔跑，每看到一些人奔跑，更多的人便开始奔跑，依此类推。这个过程会一直持续下去，直到所有人都开始奔跑。原子弹的工作原理与此相同：一个原子核的衰变会释放高能中子，这些中子都有足够的能量分解它周围的原子核，而每一个解体的原子核会释放足够的中子，然后造成更多原子核的解体。持续的级联会导致中子数量及被释放的能量总额快速成倍增长，直到发生巨大的爆炸。

THE PERFECT SWARM 连锁反应

The science of complexity in everyday life

连锁反应用来形容相关的事物发生相应的变化。例如，一个人奔跑造成的恐慌会让其他人也跟着奔跑，直至所有的人都开始奔跑。

需要指出的是连锁反应并不总是“坏的”。例如，我们能够复制出多份 DNA 的能力便是一种重要的生物过程，这一复制过程取决于一种被称为聚合酶链反应的生物连锁反应。

在核电站中，连锁反应是通过将镉杆插入分解材料中来控制。镉杆可以吸收足够数量的中子，以阻止连锁反应的发生，并实现能量的受控释放。复杂性科学的重大发现之一便是，通过引入负反馈来抵消连锁反应和正反馈的失稳效应，以使类似的稳定效果可以出现在很多社会情景中。该结果是一个带固有稳定性的复杂动态模式，同时也拥有进化和增长的潜力。^①

◀ 负反馈 ▶

负反馈通过维持现状来发挥其平衡作用。一个简单的例子便是发动机上的调节器：当发动机加速时，调节器将逐渐降低燃料供给的速度，以保证发动机不会失控。

^① 为避免混淆，我们应该注意，物理科学家定义的正反馈和负反馈与心理学家所说的是不一样的。对于心理学家而言，负反馈具有破坏性和不稳定性，而正反馈则是良好且有利的。对于物理学家而言，其含义通常正好相反。——作者注

负反馈通常被用来“纠正”错误。^①当一个错误出现时，现状的改变将启动一个反馈程序，旨在纠正错误。例如，在驾车时，你开始稍微向某一个方向偏移，你的大脑就会自动应用负反馈促使你转动方向盘，以便将你引回正确的方向。而“正反馈”则会逐步放大微小的影响，它会让你转动车轮，使车子更加偏离方向。

在经济学中，亚当·斯密的“看不见的手”的概念讲述了市场具有自我调节性，总能在受到干扰后恢复平衡。这一概念就建立在市场制度中存在负反馈的观念之上。正如我们所看到的，现代复杂性理论发现，在实际情况中，事实远不是这样，复杂的经济系统是由正反馈和负反馈的错综复杂的平衡，以及偶发的连锁反应所支配的。

THE PERFECT SWARM 负反馈

The science of complexity in everyday life

负反馈是指受控部分发出反馈信息，削弱控制部分的活动，它通常被用来“纠正”错误。

◀ 集体适应性的8大标准 ▶

平衡最终取决于个体之间的互动规则，这些规则在技术上被称为“行为算法”。要了解像群体智慧这样的共同属性，必须回答两个关键问题：确定动物个体（包括人类自身）遵循的互动模式，以及动物之

^① 在此，我只介绍基本思想，而不提及其并发症。负反馈引起的一个并发症便是有可能矫枉过正，这样则可能产生与正反馈导致的失控效应一样严重的极端不稳定。——作者注

间信息交流的方式。本书主要介绍了如何识别这些模式，并试图阐明如何让这些模式为我们所用。

对于一个具有集体适应性的群体（例如，群体智能中所展示的，作为一个整体的群体可以应对变化的环境），集体本身的非线性规则通常不够充足。复杂性理论家约翰·米勒（John Miller）和斯科特·佩吉（Scott Page），依照并怀着对佛教八正道的敬意列出了集体适应性的8大标准：

- **正见：**一般而言，群体中的个体（复杂性科学家称之为“媒介”）必须能够接收和理解来自群体或世界上其他个体的信息。
- **正思维：**媒介必须有想要实现的某个目标。例如，一条鱼可能希望避免被吃掉，而人则可能希望通过共同努力来实现政治变革。
- **正语：**媒介不仅要能接收信息，还要能传递信息。这并不需要涉及真正的言语。例如，黏液菌阿米巴虫所共有的细胞通过传递化学信息进行交流，而人类大脑中的神经元则通过电脉冲实现沟通。
- **正业：**媒介必须能够在一定程度上影响其相邻媒介的行动。
- **正命：**媒介必须能够因其在团队中的行动，获得一定的“回报”，如完成任务后获得薪水；或在任务未完成时受到惩罚的威胁，如解雇。

- **正精进**：当预见并对他人的行为作出回应时，媒介需要可以利用的策略。
- **正念**：合理的行动分为很多种类和等级。在复杂的社会中，我们作为一个媒介的任务是选择并使用每一种合理的、正确等级的行动。
- **正定**：为了了解复杂性是如何出现的，我们有时候需要回过头来使用一些旧的科学方法，专注于一到两个重要的过程，暂时忽略其他过程。

所有这些标准都包含在后面的内容当中，有时甚至会出现截然不同的语境中。例如，“正念”涵盖了我们作出良好的个人决策所需的细节，以及我们作为整体达成共识所需采取的思维方式。

其他研究者也制定了类似的标准清单。作为整个领域发展的基础的第一个标准，是约翰·霍兰德在 1994 年的演讲《化繁为简》中提出的。除了媒介之间的非线性相互作用之外，霍兰德认为，作为一个整体的群体还需要：

- **聚集**：个体媒介需要通过某种方式联系在一起。
- **流动**：群体内的媒介之间必须传递一些东西，可以是信息，也可以是更物质的东西。
- **多样性**：并非是必要条件，但往往是一个非常有用的条件。

个体媒介还需要有一些特定的能力：

- 它们应该能够识别其他个体并能够作出回应。
- 在某种程度上，它们应该能够预测一个特定行动可能产生的效果。如果是细菌，那么这种“预测”可能只是一种相当于“如果顺着这个化学梯度一直向上游，我就可以寻找到食物”的本能；如果是鱼群中的一条鱼，这种“预测”则可能相当于“靠边游可能不是一个好主意”这样的概念，因为这可能会使自己与相邻的鱼发生碰撞。
- 它们应该像拥有内在的图像（要么通过学习获得，要么通过硬性连接获得）一样行动，将它们的感官经验同以往的经验联系起来，当相关经验发生时，用来引导它们的行为。

动物行为专家大卫·桑普特（David Sumpter）提出了一份与社会性动物的共识行为尤为相关的、略有不同的清单。桑普特的标准如下：

- **个体可变性：**群体中的所有动物都以同样的方式作出回应，这有时是一种优势，但也可能会导致灾难。例如，如果蜂群总是在同一个地方收集同一种食物，那么群体的营养需求（范畴）可能无法得到满足。
- **响应阈值：**当超过某个特定阈值时，对刺激作出的反应行为可能会改变。例如，当蜂巢的温度过高时，大黄蜂就会选择扇动翅膀的行为方式。

- **不会像电脑一样发生冗余：**“昆虫社会从来没有崩溃过。”这在一定程度上是因为昆虫群是由大量的替换单元组成的，所以，如果有个别昆虫个体死亡或离开，群体的功能也不会完全丧失。
- **同步：**正如行进中的蝗群和军队所知道的，同步有其优势。当个体走乱步伐时，负反馈便会帮助他步入正轨。一些蚁群使休息和活动同步。在活动阶段，如果正反馈增强了其效率，则群体将获得净收益。
- **自私：**群体智能和其他复杂性行为的最终优势在于，群体中的每个个体都得到了在单独行动时无法获得的好处。但是博弈论将此作为一个难题提出：为什么不通过作弊来获得更多的利益？这个逻辑是可行的，直到该群体的所有成员都采用这一逻辑，然后所有成员一起失败。不管怎样，要想用个体互动规则带来有益的、复杂群体行为，必须打破这种逻辑僵局。目前尚不清楚它们是怎样做到这一点的。

向虚拟世界学习

为了了解这些标准如何影响我们在复杂情况下的行为选择，我们通常需要借助于计算机建模。鉴于实际情况和道德因素，没有这种模拟的帮助，预测这些行为的结果几乎是不可能的。

其中一个实际理由便是，人的大脑根本无法涵盖所有复杂自适应系统所固有的变化和可变性。这就是为什么过去我们只能通过极度的简化提炼出问题的本质推动科学的发展。即使涉及太阳、地球和月球的相对运动，我们也只能在忽视第三个星体影响的情况下，计算出任何一对星体间的运行轨道。同时精确计算三个星体的运动规律（即“三体”问题）则超出了我们的分析能力，因此我们只能通过计算机模拟来得到一个近似值。

社会中的相互作用更加复杂，直到强大的计算机诞生，我们才得以模拟出复杂性是如何从简单中产生的。现在，这种模型被用于探讨群体行为、网络以及我们这个复杂社会的其他方面。（道德问题往往会阻碍试验，特别是涉及将个体置于危险处境中的情况。）

这类模型与《古墓丽影》这类游戏的模型相当类似，其中的“虚拟”个体被赋予了特定的行为规则。但是，在复杂性科学的世界里，没有外来的“玩家”可以控制游戏的发展。相反，虚拟的个体只需遵守互动规则，便可以在虚拟世界里随心所欲，而程序员则在一旁观看事态发展。

例如，某个规则可能是猜测群体中的人们是如何相互作用的，而结果则可能是当个体遵循其他规则时，群体作为一个整体又是如何表现的。通过调整规则，程序员不仅可以为个体提供在人群中最有效的行为方式的合理建议，还可以为人群所生存的环境（诸如城市街道、

体育场馆和夜总会) 提供最佳的设计建议。

计算机编程的另一个用途是模仿社会性动物(特别是昆虫)利用群体智能解决问题的方式。一群虚拟个体无拘无束地待在人工计算机环境中, 而设计的环境是为了反映出需要解决的问题。例如, 个体可能被委以重任, 在模拟城市街道或电信网络中寻找最快捷的路线。神奇的是, 虚拟群体采取的解决方案通常比用最先进的数学计算出的方法更出色。

所有这些对计算机编程、科学规则的运用和从动物王国吸取来的经验, 都包含在后面的内容当中。我们将从蝗虫、蜜蜂和蚂蚁提供的经验开始。它们都巧妙地使用了不同形式的群体智能, 而它们使用的每种方法都为我们解决自身世界的群体问题提供了不同的参考。

THE PERFECT SWARM

The science of complexity in
everyday life

第2章

5%的核心领导者=90%的成功

蝗群与蜂群模式，同步与无形的领导者

- 一个团体中，只要有 5% 的领导者知道目标，就有 90% 的机会成功领导团体其他成员达成目标。
- 如果路上有一个人凝望某处，可以诱使 40% 的行人一起凝望；有两个人凝望，“模仿者”的比例为 60%；有五个人凝望，“模仿者”的比例上升至 80%。



蝗虫不同于其他类型的蚱蜢，因为一旦环境变得拥挤，它们的行为就会发生根本性的变化。与其他蝗虫的亲密接触会让平常害羞且喜欢独处的蝗虫变成“派对动物”。对于非洲沙漠蝗虫而言，这是因为这种亲近会刺激它们产生神经传递素——血清素，不仅能使它们合群，还可以刺激附近的蝗虫也产生血清素。随之而来的连锁反应很快会使周围所有的蝗虫成群结队地寻找自己的伴侣。

蝗虫还会变得越来越强大和灵活，开始成群活动，先是在地面，然后在空中。在飞行过程中它们不断“收编”其他蝗虫，最终可以形成覆盖面积达 1 300km² 的密集群体，其中包含一千亿只蝗虫。每只蝗虫的生命周期约为两个月，每天要吃掉和自己的体重相当的食物。

《可兰经》、《圣经·旧约》和其他古代文本中都有关于这类蝗灾的描述。现在，这类灾害对世界约 10% 的人口的生计造成了影响。难怪科学家们希望了解是什么驱使数量如此庞大的蝗虫积聚在一起共同行动。而他们发现的这些行为，也为我们研究其他动物群体（从社会性昆虫到人类）的自组织，提供了关键的线索。^①

从混乱到高度一致

刚开始行进时，蝗虫仍然处在幼年无翅时期。起初，它们都或多或少地随机运动，但随着种群密度的增加，它们的行动方向越来越一致。当种群密度达到每 10 平方分米约 7 只蝗虫这种极高的密度时，便会发生一个巨大而快速的转变——群体中的个体从有些混乱的移动转变成高度一致的集体行进。

爱尔兰喜剧演员大卫·阿伦（Dave Allen）在一个滑稽短剧中为我们提供了一个个体的移动转变成高度一致的集体行进的绝佳例子：人们络绎不绝地出现在门廊处，随后汇入排列紧凑、同步行走的单行人群中继续前进，直到他们到达最终的目的地——一个沙丁鱼包装厂！

在人群中也会发生比较类似的转变。工程师罗伊·亨德森（Roy

^① 幸运的是，虽然各类蝗虫遍布除南极洲以外的每一个大洲，但在我们已知的 12 000 种蚱蜢中，蝗虫还不到 20 种。——作者注

Henderson) 在观察校园里的大学生和游乐场里的儿童的活动情况时发现，人群密度较低时，个人的运动可以看作空气中的分子的随机运动。在上述两种情况下，他还发现表示气体分子速率分布的方程（称为麦克斯韦 - 玻尔兹曼分布）也适用于这类运动。当将这一理论应用于观察学生和儿童的运动时，亨德森发现他们的速率分布符合相同的模式。而学生和孩子之间唯一的区别是，孩子更加活跃，因此其活动的平均速度更高。

通过研究行人的录像可以发现，虽然人们运动的总体方向是将达成目标的愿望与其运动叠加在一起而得出的，但是他们的行动也存在类似的随机成分。不管怎样，当行人密度达到一个临界值时，行人自发的自组织“人流”便开始形成并从彼此身边走过，在同一股人流中的人都会以按相同的速度行进，就像行进中的蝗虫一样。

这种自组织是如何产生的呢？蝗虫和人类的这些基本机制是否相同呢？蝗虫和其他昆虫的集体行为是否能给我们一些关于人群行为的启示呢？在接下来的四章里我将回答这些问题。现在，我们从基本问题开始：是什么力量导致了这种群体行为呢？

群聚的驱动力

对于行进中的蝗虫来说，其中一股力量便是不被身后的蝗虫吃掉的简单愿望！蝗虫行进的目的就是寻找食物，而飞在前面的蝗虫正好

勾起了后面蝗虫想要大饱口福的欲望。而避免被吃掉的方法就是保持前进，保持距离，正如在人群中避免被后面的人推搡的方法就是保持稳步前进一样。

然而，“保持距离”并不足以解释一群行进中的蝗虫的自组织同步性。如果这就是全部原因的话，那么这一群体会轻易解散。必须有一个平衡的力量促使该群体团结在一起。

寻求伴侣的力量是由血清素驱使的，这种驱动力的增强与附近有类似倾向的蝗虫的数量的增加不成比例。换句话说，随着越来越多的蝗虫不断加入，非线性以及越来越多的正反馈增加了这些群体中已有个体的群聚驱动力——复杂的集体行为出现所需的条件。

要了解出现这种集体行为的原因，我们需要使用计算机模拟。动画师克雷格·雷诺兹（Craig Reynolds）在1986年进行的第一次模拟被称为“柏德”。即使在今天，最初的动画仍然值得一看（可以在互联网上观看）。它为我们认识复杂的集体行为的所有后续发展奠定了基础。

柏德三规则

雷诺兹的“柏德”模型实际上是屏幕上的小等腰三角形。它们转动、俯冲并最终消失在远方，这种消失的方式不禁让人联想到真正

的鸟群。动画的第一次公开演示是在一个有关“人工生命”的会议上。在场的观众至今仍对鸟群分成两部分绕过一个圆形的点（实际上是屏幕上的一个圆圈），然后在圆点的另一边重新汇合在一起的画面记忆犹新。更令大家印象深刻的是，当一个“柏德”撞上圆点时，尽管惊慌，它也只是“颤抖”了一下便又重新回到鸟群当中。

模拟这种逼真的行为似乎需要非常复杂和先进的程序。但事实上，这个程序十分简短，而“柏德”个体只需要遵守简单的柏德三规则。

THE PERFECT SWARM 柏德三规则

The science of complexity in everyday life

“柏德”是指克雷格·雷诺兹编制的一个具有生命行为特征的人工生命群体程序，它要满足以下三条规则。

避免（碰撞）：避免碰撞到其他个体。

定向：按照最接近自己的个体前行的平均方向前进。

吸引力（凝聚力）：向最接近自己的个体的平均位置移动。

下次你发现自己身处机场、火车站或是观看足球比赛的人群中时，花一些时间观察你周围那些行走的人。你通常会发现，大多数人也都服从柏德三规则。

雷诺兹的目的是证明这些逼真的群体行为有可能从个人之间简单的相互作用中产生。虽然他那时并不知道这点，但他使用的三个规则与帕特里奇研究鱼群时发现的经验规则是一致的。帕特里奇没有提到避免（可能是觉得太显而易见了），但他提出的其他两个规则

等价于雷诺兹的定向规则和吸引力规则。对于所有的鱼来说，在跟随前面的鱼的同时与身边的鱼保持步调一致的最佳方法，是按照周围的鱼的平均方向，朝着它们的平均位置前进（实际上不会与同伴发生碰撞）。

雷诺兹的原始模型大规模地运用于计算机动画行业，而且一直沿用至今。模型对动画行业的价值不容置疑，但其更大的价值在于，它帮助我们解开了群体行为的奥秘，例如同步行进中的蝗虫的秘密。

同步，蝗群的行为模式

计算机模拟表明，同步的出现是由于每个蝗虫都扮演了一个“自我推进的粒子”的角色。根据一个特定的固有规则，它的速率（即速度和方向）是由它同伴的速率决定的。这听起来像是一条而不是三条规则，但仔细研究便可以发现，这一条单一规则可以被近似分解成柏德三规则：

- 跟随前面的蝗虫；
- 和周围蝗虫的步伐保持一致；
- 与后面的蝗虫保持距离。

群体中的所有蝗虫遵守同样的规则，便会形成同步。在第4章中，我将证明密集的人群中也会出现类似的同步。

当蝗虫长出翅膀开始飞行时，事情就开始发生变化。现在，整个天空任它们翱翔，与它们的蝗虫亲戚相比，它们更畏惧鸟类和其他食肉动物。虽然蝗虫群前进的方向是由风决定的，但它们聚集在一起的冲动仍然强烈，因为跟随群体飞行，降低了个体被捕食的风险。同时，个体蝗虫也需要更多的空间，因为空中撞击可能会损坏它们脆弱的翅膀，使它们掉落在已被蝗虫群扫荡得空无一物的地面上。

新的力量平衡仍然反映在柏德三规则中，但规则的相对重要性却发生了变化。最后两个规则变得相对较弱（虽然依旧足以维持群体的团结），而“避免”规则变得更强。

“避免”规则的执行方式开始于对移动物体的敏感性的增加，特别是那些从旁边过来的物体。早期的星球大战试验表明，在这类物体靠近时，蝗虫会产生“畏惧”心理。在后期的实验中，蝗虫可以自由地飞翔（虽然限制为一根棉线的长度）^①，结果发现蝗虫对侧面接近的物体的反应是，收起翅膀并开始短暂的俯冲滑翔。这一策略使它们能够最大可能地避免碰撞，或在发生碰撞时保护自己的翅膀。

走在密集人群中时，我们也会采取类似的策略。我们使手臂靠近身体的两侧，就如同蝗虫收起翅膀；我们缩短步伐，甚至停止移

^① 在这些实验中，计算机生成的圆盘取代了太空飞船，圆盘先变大然后缩小，看上去就像是正在迫近蝗虫，然后远去。研究人员用这种方法模仿其天敌或蝗虫群中其他蝗虫的接近和撤离。——作者注

动，就如同蝗虫开始俯冲滑翔。与蝗虫一样，整体效果是要尽可能地强化“避免碰撞”原则。

针对柏德三规则的细微修改足以解释群体行为的许多方面，但是对这些规则的简单修改却无法完全解释真正的群体智能的出现。柏德三规则解释了一个群体如何共同应对外部环境，但群体智能需要更多的东西——学习能力。这需要群体内一些其他形式的沟通——例如，蜜蜂表现出的沟通方式。

看不见的领导者，蜂群的行为模式

蜂群中的个体也遵循避免、定向和吸引力规则，但蜂群作为一个整体，有着蝗群所没有的能力——径直飞往一个通过“侦察员”鉴定的目的地的能力。蜂群能做到这一点的原因提供了有关群体智能产生的第一条线索。

你可能认为，蜂群找到目标的方法是很明显的。每个人都听说过蜜蜂侦察兵用“摇摆舞”来告知同伴食物的来源或新家的地点。侦察兵像迪斯科舞厅里的年轻人一样，摇摆着它们的腹部，跳起8字舞。舞蹈的总体方向指向了目标，而摇摆的速度告诉其他蜜蜂目标有多远。所有的蜜蜂都能看到舞蹈，当它们成群结队地离开蜂巢飞向新家园时，舞蹈可以告诉它们飞向何方。

但事实并非如此。蜜蜂是在像迪斯科舞厅一样黑暗的蜂巢中舞蹈的，只有附近的蜜蜂可以看到，约占总数的 5%。大多数蜜蜂都没有看到，只能漫无目的地飞行。那些已经看到了舞蹈的蜜蜂，甚至没有飞在最前面为其他蜜蜂指路。它们在蜂群的中间，和其余蜜蜂一起飞行。那么，蜂群究竟是如何找到目标的呢？

似乎有两个可能性：知道目标方位的蜜蜂可以分泌出一种费洛蒙，或者它们表现得像是被“标记”的领导者。为了检验第一种可能性，科学家在每只蜜蜂分泌费洛蒙的奈氏腺上点上一点儿颜料。他们发现，蜂群仍径直飞向目标，这就推翻了费洛蒙的假说。

蜂群中的“领导者”

马丁·林道尔在近距离观察飞过头顶的蜂群时发现了一条指向可能的“领导者”的线索。他注意到，蜂群中有少量的蜜蜂飞行的速度远远超过其他蜜蜂，它们似乎正向着目标的方向飞去。

50年后，其他科学家通过从下面拍摄蜂群证实了林道尔的发现。将快门打开一段较短的时间，在天空的映衬下，个体蜜蜂的飞行路线看起来像黑色轨迹。大部分轨迹短而弯，但有些比较长（表明有些蜜蜂飞行得更快），也比较直，而且直指目标。

飞出直线的蜜蜂被形象地命名为“裸奔者”，它们就是知道目标地点的蜜蜂，它们的行为是为了引导其他蜜蜂。然而，裸奔者是否是从侦察员那里接收到信息这点仍然有待证实，但蜂群的计算机模拟却得出一个令人惊讶的事实——这一点根本不重要。

模拟显示，了解信息的蜜蜂并不需要通过向群里的其他个体证明或宣传自己来成功引导它们。少量知情的蜜蜂就可以通过快速前进引导更大群不知情的个体朝着合适的方向前进。通过级联效应便可实现指引，不知情的蜜蜂根据邻近的蜜蜂的前进方向调整自己的方向。即便只有少数蜜蜂知道它们的路线，柏德三规则：避免，定向和吸引力，也会使整个群体的移动方向与那些知道路线的蜜蜂保持一致。

计算机模型表示，这些少数个体的领导力“仅仅只是根据了解情况的个体和不了解情况的个体之间的信息差异”而产生的。换句话说，**群体中只需要有个别匿名个体心中有一个明确的目标，并确切地知道怎样去实现它，该群体的其他个体只需跟随它们一起实现这一目标，虽然它们并未意识到自己是在跟着别人走。对于其他个体的唯一要求就是，有意识或无意识地希望留在群体里，并且没有不同的、相冲突的目标。**

换句话说，蜂群有目的的移动是在一个适当规则的指导下，由简单的局部相互作用产生的突现复杂性行为的例子。

日本机器人科学家已经开始利用这一发现设计机器人。当收到指令去执行任务时，这些机器人就会聚集在一个人类领导者身边，高兴地跟随领导者在工厂地板上移动。除了一个希望留在团体里的内设愿望外，这些机器人本身并没有目标，它们只是按照柏德三规则聚集在一起，并追随领导者。

适用于机器人的规则也适用于人类吗？如果我们也是在一个群体中，那么我们会不会盲目跟随不明身份的“领导者”去实现只有领导者才知道的目标？是的，我们会。

5% 的核心领导者 = 90% 的成功

一个由大学生志愿者组成的群体受邀参加了一个试验。他们按照指示在一个圆形房间里随机行走，墙壁上均匀地分布着写有字母 A 至 J 的标签。实验要求学生按正常速度行走，直到通知他们停下时才可以停下。他们可以在房间中的任何位置行走，但必须与至少一个人将距离保持在一个手臂之内，并且不能说话或打手势。实验还要求他们必须留在集体里。换句话说，他们要履行留在群体里的两条规则，但脑海中并没有任何明确的目标。

一部分大学生被赋予了额外的秘密指令——前往一个特定的标签，但不许离开群体，其他学生都不知道这一点。然而，当学生们按照要求停止行走时，他们中的大部分都靠近相同的标签。他们都是被带到标签前的，但是他们并不知道自己被领导了。

我们通常认为领导者都是鹤立鸡群的人，需要拥有特殊的才能才能进行有效的领导。然而，上述实验证明了另一种可能性，有目标便可轻松地领导一个群体，只要该群体中的其他个体没有自己不同的目标。

当然，内部领导是一种著名的战略，浓缩成一个短语就是“王位幕后的权力”，或幕后操纵者。不过，这种领导力并非实验或模拟中所讲的。例如，迪克·切尼、伍德罗·威尔逊的妻子伊迪丝和沃尔西主教施加的影响不易从外表察觉，但是布什、威尔逊和亨利八世分别作为他们的“提线木偶”，却清楚地知道是谁在拉动那根提线。

复杂性理论所预测的以及实验所证明的是虽然群体的领导者带领的成员可能根本无法识别他们是领导者，但他们仍然是领导者。此外，群体确实需要很多“无形的领导者”。

计算机模拟已经证明，“群体越大，以给定的精确度领导群体所需的知情个体的比例就越小”。对于学生来说，200个人组成的小组中只需要有10个人知道目标（只占该群体的5%），就会有90%的机会成功领导该小组的其余人员达成目标。

有时，目标甚至不是真实存在的。1969年，著名的社会心理学家斯坦利·米尔格拉姆（Stanley Milgram）进行了一个经典的实验。^①

大街上的无形的领导者

米尔格拉姆安排一群人站在康涅狄格州纽黑文市的大街上盯着六楼的一扇窗口。他的实验结果与随后发现的无形的领导者这一说法完全符合。即使只有一个人注视窗口，也会有40%的路人停下来与他们一同注视；当有两个人注视窗口时，这一比例上升到60%；当有5个人注视窗口时，比例将增长到90%。

群体行为实践

也许是康涅狄格的人们太容易受骗？但是当我在繁忙的悉尼街头重复这一实验时，我们发现澳大利亚人同样容易上当受骗，或者至少是顺从的。我的“领导者们”也确实是无形的，因为当人群变得非常大时，他们就按照指示离开人群，只留下一堆人自顾自地盯着看。

^① 想更多地了解米尔格拉姆的实验，推荐阅读《电醒人心》。该书简体中文版已由湛庐文化策划、中国人民大学出版社出版。——编者注

更重要的是，群体中存在一些知情的个体，可以使世界展现出完全不同于以往的状态。如果没有这些知情的个体，该群体对外部环境做出的反应就如捕食者靠近时鱼群作出的反应，或蝗虫朝着盛行风方向成群飞行时作出的反应一样。缺乏个体知识和目标的群体智能可以保持一个群体的整体性，并对环境作出反应，但很难，甚至不可能主动应对。

蜜蜂的逻辑改变了这一切。格莱美获奖者纽约市奥菲斯室内乐团提供了一个真实的例子。

奥菲斯室内乐团与无形的领导者

坐在卡内基音乐厅里，之前没有看过奥菲斯室内乐团演出的观众会惊讶地发现，一袭黑衣的乐团成员在舞台上就座后就开始演奏——没有指挥家。这个乐团是 WorldBlu 咨询公司“全球最佳民主工场奖”的得主，他们似乎仅仅通过民主就能奏出如此协调优美的声音。这是如何实现的呢？

这支乐队通过无形的领导者实现了这一点。音乐并没有沦为一团糟的状态，因为 31 名成员中有 6 名核心成员^①，他们为每个人确定音乐的曲谱。领导者不仅对观众来说是无形的，在表演过程中，对其他的成员而言，也是无形的。这些表演者都知道领导者是谁，但他们不会有意识地以注视和服从乐队指挥的方式来看待领导者，而是演奏自己的曲谱，自由地跟随着乐队中那些掌握特定曲谱的核心成员。

① 核心成员很有可能因人而异！——作者注

应用于群体中的“无形的领导者”的思想，和文明本身一样古老。中国道家的创始人老子所说的一句话已道出了这一点：太上，不知有之；其次，亲而誉之；其次，畏之；其次，侮之。信不足焉，有不信焉。悠兮，其贵言。功成事遂，百姓皆谓：“我自然。”

群体效仿的连锁反应

一些理论和实践方面的最新证据证明，一个领导者或领导小组甚至可以在不被发觉的情况下从内部引导一个群体向着一个目标前进。作为一个群体中的个体，我们可以应用这一结论：从内部领导组织（如果有可能，最好是和一个志同道合的朋友或同事组成的小圈子一起），但注意不要让群体中的其他成员知道你在做什么。只管朝着你要去的方向前进，剩下的就交给群体法则来完成。

这种方法在某些群体中行得通，这些群体成员天生或者通过学习而具备一种效仿邻近个体的倾向。只要有少数个体不选择模仿而选择做领导者，就足以引发一个模仿的连锁反应，很快，整个群体都开始模仿。任何偏差都会被负反馈迅速引回正轨——物理压力和社会压力会共同将偏离的个体推回，使之与其他个体共同前进。偏差越大，压力越大。

詹斯·克劳斯（Jens Krause）教授参与了学生在圆形房间随机行走的实验，我问他是否知道一些现实生活中有关内部领导的例子时，他说了一件亲身经历的事。

有一次，我深夜在罗马下飞机。空中乘务员没有帮我们指引航站楼的路。天很黑，乘客相互之间都不认识，没有人交谈，大多数人对航站楼在哪都毫无头绪。但是，突然有两个人有目的地朝某一特定方向走去。随后，群体便自组织起来跟随他们（产生了连锁反应，有几个跟随前面两个人，然后其他人跟随这几个人，依此类推）。果然，他们引导我们找到了正确的航站楼。

克劳斯说：“当研究结果发表后，有几位研究战争的历史学家与我们取得联系。他们指出，小团体的领导能力可以指挥整支军队。警察指出，他们试图通过驱赶一小部分示威游行或在镇上打架斗殴的闹事分子来控制整个人群。在会议上常常发生这样的事，科学家们在一个小团体里专心讨论，却没有意识到根据会议议程已经到了进行下一事项的时间。但是，个别人会开始离开，而且一旦他们开始向某个方向行进，大多数人会跟随他们（通常仍继续交谈）。这时人们甚至没有意识到自己要去的地方在哪里，以及下一个活动是什么——只有到达目的地时他们才会意识过来。”

这些过程听上去显而易见，但是个体信息和行为影响一个群体的方式取决于正反馈、负反馈和级联连锁反应之间的一个微妙的动态相互作用。蝗虫和蜜蜂的逻辑为我们了解这些过程如何通过相互作用产生群体智慧提供了重要的线索，但这些只是拼图中的一小块。正如我将在下一章讲述的，通过对另一种社会昆虫——蚂蚁的研究，我们发现了更多的拼图碎片。

THE PERFECT SWARM

The science of complexity in
everyday life

第3章

永远会有最短和最快的路线

蚁群模式，最佳实践的正反馈

- 选择一条非正式的捷径越过田野或公园时，不要盲目地跟随前人的脚步，应该为自己找到最短的路线。实验表明，总会有更短的路线出现。
- 执行任务时，注意附近执行类似任务的人。如果他们比你表现得更好，放下你的骄傲，效仿他们的行为！

在《圣经·旧约》的《箴言》中有这样一句话：“你们这些懒惰的人应当向蚂蚁学习；去学学蚂蚁的工作方式就会变聪明。”某些种类的蚂蚁的“工作方式”之一就是绑架更小物种的幼虫，将其当作“奴隶”饲养大。不过，说句题外话，研究人员现在发现，奴隶们会发动斯巴达克般的起义，消灭新皇后以及俘虏它们的三分之二雌性工蚁。被绑架的雄性工蚁则单独留在巢穴中，不参与奴隶们的突袭。这一现象引人深思！

现代科学家遵循了《圣经》明智的建议，他们通过观察蚂蚁的工作方式学到了许多关于复杂性演化的知识，甚至将蚂蚁解决问题的方式计算机化。

蚂蚁的直线路线

蚂蚁在生活中面临着诸多困难的抉择——为了在把食物带回巢穴的路上少花精力，它们必须找到巢穴与食物来源之间的最短路线。我观察了我花园里的蚂蚁，它们相当高效地找到了最短的路线，这些路线总是直线，正好是两点之间最短的距离。虽然蚂蚁仅能够辨别约1米以外的物体（这也取决于蚂蚁的大小）^①，但它们的踪迹会绵延数米，而食物来源会被岩石、树叶和树枝阻挡或遮蔽。那蚂蚁是如何找到这条奇妙的直线路线的呢？

科学家对一群阿根廷蚂蚁（*Iridomyrex humilis*）群落进行的实验给出了答案。研究者在蚁群和食物来源之间设置了一条通道，并将通道从中间一分为二，其中一条弧形路线的长度是另一条路线的两倍。第一群离开群落寻找食物的蚂蚁随意地选择了其中一条路线，而在短短的几分钟里，几乎整个蚁群都发现了最短的路线，就像我们迅速地发现一条从家通往办公室的捷径一样。

寻找最短路线

科学家们指出：“寻找最短的路线不仅对于罗马的道路建设者、

^① 红褐林蚁只可辨别0.5米以外的物体；而体型更大更凶猛的澳洲犬蚊可以使用它的立体视觉识别远在1米以外的物体。——作者注

口渴的橄榄球运动员或足球运动员、致力于研究这一问题的应用数学家非常重要，对于任何需要经常在不同地点之间运动的动物，包括人类而言，都非常重要。”他们发现，蚂蚁是靠一种叫做“费洛蒙”的化学信号化合物来寻找最短路线的，而不是看着手表掐指计算时间。蚂蚁在爬行的过程中会释放费洛蒙，其他蚂蚁可以通过跟踪费洛蒙跟随爬行的踪迹。但是，这些信号化合物是如何帮助蚂蚁找到最短的路线的呢？

其实原因很明显。第一群觅食后返回蚁巢的蚂蚁是那些恰好选择了最短路径的蚂蚁。它们肯定会沿着前行轨迹释放出费洛蒙，其他会“跟着费洛蒙走”的蚂蚁便会沿着这条轨迹前进。在选择较长路线的蚂蚁经过较长的时间返回蚁巢的这段时间里，将有更多的蚂蚁采用较短的路线，并在较短的路线上释放更多的费洛蒙。此外，由较长路径出发、但是由较短路径回巢的蚂蚁的费洛蒙也会积累到较短的路径上。最后，较短路径将积累出相对极浓的费洛蒙，并成为所有蚂蚁的首选路径。

利用蚁群优化

蚂蚁就是采用如上所述的选择性强化的“有效”方案，找到了通往食物来源的最佳途径。我们在开车时也可以使用类似的方法寻找捷径。当某个人找到一条捷径之后，另外几个人可能会注意到他离开或

返回的主要路线。假设他已经找到了一条捷径并跟随他。这几个人的行为又会被更多的人注意并跟随，依此类推，队伍逐步壮大。这种正反馈过程意味着不久之后，所有人都会知道这条路线。我们甚至不需要费洛蒙的指引，只需通过观察就可以完成。

对于被称为“蚁群优化”的计算机化蚁群逻辑而言，正反馈的益处也颇多。比如，一个程序员要在多个城市之间设计一条观光巴士路线，她应如何在车速限制各不相同的道路中找出一条最短路线或最快路线呢？

这个问题听起来很简单，但是几个世纪以来，数学家都未能利用精确的数学方法解决这一类问题（一般称为“货郎担问题”）。然而，无论是对于数学家而言还是对实际应用而言，解决这个问题都十分重要，以至于有专门的网站为此提供了历史和应用方面的丰富信息。

在现代计算机技术的辅助下，解决这个问题的方法之一就是简单地测量经过所有可能路线所需的时间，然后从列表中选择最佳路径。如果只涉及几座城市，这种方法是可行的，但很快，计算量会大幅增加。

THE PERFECT SWARM 蚁群优化

The science of complexity in everyday life

蚁群优化即计算机化蚁群逻辑。程序员通过计算机模拟蚂蚁的行为模式，寻找复杂的组合优化问题的答案。

例如，尤利西斯为了计算最优路线，可能需要走完《奥德赛》中提到的16个城市之间所有的路，需要估算653 837 184 000种可能的出发和重返家园的路线。这大概需要进行1万亿次计算，即使是利用现代的计算机也需要花些工夫。

蚂蚁则采用不同的方法来解决这个问题，它们利用正反馈的原则来获取较好的近似解。计算机模拟中的“蚂蚁”是程序员通过想象虚构出的虚拟昆虫，它们被放在一个虚拟的世界里。这个虚拟世界里有16座城市，蚂蚁们需要造访每一座城市然后回到原点。每两座“城市”之间都由假想的直线（即链接）连接在一起，每两座城市之间的距离用直线的长度表示。

蚂蚁的聪明之处在于，当一只虚拟的“蚂蚁”回到家，它会记住自己已经走过的距离，并为链接附上一个数字（相当于现实生活当中的费洛蒙），用以反映旅程的长度。不同的蚂蚁走过同一条链接时，为链接赋予的数字是相同的。旅程越短，链接被赋予的数字越大。随着越来越多的“蚂蚁”在整个网络中爬行，旅程最短的链接获得的数字的总和越来越大（相当于有越来越多的蚂蚁释放费洛蒙，费洛蒙浓度积累总数越来越高）。由于后来的蚂蚁在选择链接时会参考链接被赋予的数字，更多地选择数字的总和更大的链接，因此，旅程短的链接获得的数字总和将越来越大。

而采用这种方法真正聪明的地方在于：作为程序的一部分，链接被赋予的数字的总和会随着时间的推移在“倒计时”中逐渐减小，相当于现实中费洛蒙的缓慢蒸发。这样一来，低效率链接的数值会不成比例地减少（相当于通过费洛蒙的蒸发，较少采用的路径会逐渐不受重视），使得最有效的链接更清楚地呈现。

于是，大家很快就能看到最有效的路径（或非常接近最有效路径的路径）呈现出来，蚁群优化就此完成了它的使命。蚁群优化能够指导很多工作，特别是在电信行业中，货郎担问题变成消息如何在复杂网络中最有效地传播的问题，消息本身成为“蚂蚁”，记录着自己的进程并标记着相应路径。

利用蚁群优化规划公园路径

我们能不能用一个类似的程序解决生活中的交通和网络问题呢？1856年，原中央公园专员罗伯特·狄龙（Robert J. Dillon）提出了一个想法，他建议将公园的路径规划工作推迟，让纽约市的行人按照自己的习惯自由地行走。这样，过了一段时间之后，留下最深足迹的道路就是使用最多、最有效的路径。

狄龙提议的方案最终没有得到采纳,但是德国交通工程师德克·赫尔宾(Dirk Helbing)以及他的合作者最近的研究表明,狄龙的解决方案是一个很好的方案,是蚁群优化在人类社会中实践的好例子。赫尔宾和他的合作者拍摄并分析了许多这样的路径。当我问及狄龙的方法的有效性时,赫尔宾回答说:

如果人们经常使用一条路径,我们就能获得起点和终点之间的直接连接。但是如果路径的使用频率不够高,直接连接就无法保留,那么前往不同终点的行人会形成多条常用的路径,并会不停变换。在这种情况下,行人可以接受路程最多增加25%的绕道。由此形成的路径系统通常可以提供一个有效率并且公平的解决方案,提高行人行走的舒适性,并在保持多条路径的使用频率的条件下将绕道的可能性最小化。

在可以利用蚁群优化时,我们似乎会自发地使用它,它可以帮助我们找到相当接近最佳方案的解决方案。但是,为了得到最佳解决方案,我们必须非常仔细地设立条件,就像社区网站digg.com允许用户浏览互联网提交新闻故事时做的一样。

新提交的故事储存在“即将更新的故事”的页面。其他成员阅读这篇故事,如果觉得有趣就可以给这个故事添加一个“掘客”(digg)。如果这则故事在一定的时间内没有收到足够的推荐,它就会被删除;

如果它在短时间内获得了足够多的推荐，它就会被放到首页，在那里，它可以继续获得更多“掘客”。

随着时间的推移，故事的新鲜感逐渐消失，抵消了这种正反馈。故事受到的关注越来越少，获得的“掘客”也越来越少，这种效果类似于费洛蒙的蒸发和链接的减少。最终它们被更新更有趣的故事所取代，不再出现在首页。这个过程和蚁群优化非常相似，“掘客”相当于费洛蒙，它随着大量的使用而累积，并随着时间的推移而消失。

我居住地的地方报纸有一个栏目叫“给编辑的信”，它也遵循类似的模式。如果一个话题能够吸引足够多的人，那么就可能会有更多的信件涌入，于是编辑们会倾向于刊登这个主题的信件。随着时间推移，读者渐渐厌倦了这个话题，来信就会渐渐减少，编辑就可能会宣布停止对这一问题的讨论。

正反馈的力量

要想吸引和维持公众对某个问题的关注，正反馈发挥着重要的作用。群体行动组织需要投入更多的思考和计划。

- 根据蚁群优化的经验，最好的策略不是一次性刊登一大堆信件，然后置之不理，而是为群体成员制订一项计划，针对这个问题的各个方面持续地、不断

地刊登信件。这一策略相当于在费洛蒙随着时间的推移“蒸发”之前，不断增加它的浓度。

- 当你试图就一个问题引起某个群体或全体公众的注意时，不要企图采用昙花一现的方式“一举成名”；应随着时间的推移慢慢提出这个问题的不同方面，不断使其脱颖而出。

蚁群优化在与其类似的策略中发挥了很多作用，但这并非是蚂蚁逻辑中唯一值得我们借鉴的地方。与我们日常经历更接近的是被称为“蚁群路径选择”的蚁群优化修正形式——像蚂蚁一样的媒介处于虚拟的计算机世界中，它们从经验中学习，找到最短和最快的路线。在下次“执行任务”时，它会调用获得的记忆，而不是依赖以前用户留下的标记。例如，通信网络中的路径，媒介“记住”网络中最有可能拥堵的地方，并寻找新的路线，就像我们在从家到工作地点的路线有很多不同的选择时所做的一样。最终，新开辟的路线也会变得拥挤起来，但蚁群路径可以处理这些动态变化，而原始的蚁群优化版本则做不到这一点。

粒子群优化

利用蚂蚁逻辑解决问题的终极应用是粒子群优化（PSO），它是蝗虫、蜜蜂和蚂蚁逻辑的结合体，没有哪一种单独的昆虫可以与之媲美。这个结合体是寻求计算机化群体智能形式的顶点，具有最高的问

题解决能力，它来自极具创造力的两个人，普渡大学工程技术学院的罗素·埃伯哈特（Russel Eberhart）和美国劳动统计局的吉姆·肯尼迪（Jim Kennedy）。

它工作的方式有点像参加一场允许作弊的考试。每名考生写下自己的“最佳”答案，但可以参考旁边考生的答案，如果认为其他人的答案更好，则可以修改自己的答案。

故事并没有结束，因为旁边考生在参考了与他邻近的另一位考生的答案以后，可能决定采用一个更好的答案。因此，第一个学生可以通过复制这个更好的答案获得进一步的改善。随着时间的推移，最终整个班级都可以通过正反馈过程找到一个真正的最佳答案。

我们从中得到的经验是：如果你看到别人用更好的方法处理好一件事，就向他学习。这让我想起一件事。

有一次，儿子和我一起拖走车道上的枯枝，然后把它们放到街上做护根。我们分头行动，他的枯枝堆越来越多，而我的进度比他慢太多了。我一直没有想明白原因，直到我发现，因为树枝堆在左侧，所以他一直用左臂在拖树枝，这样可以直接把树枝扔到树枝堆上去，而我一直都是用更有力的右臂来拖，所以必须先把枯枝放下，绕枯枝转一圈，再抬起枯枝，放到枯枝堆上去。

这个经验在较大的群体中使用时尤其有效。在较大的群体中，“最佳实践”能通过正反馈迅速传播开来，并重复地向附近的媒介学习。埃伯哈特和肯尼迪用“粒子”代替蚁群优化中的虚拟蚂蚁，用计算机模拟了这一过程。粒子是解决问题的有关推测，例如，根据问题的具体情况，粒子可能是一个方程或者一组指令。这样的粒子群可以在问题的空间中漫游，记住自己是如何解决问题的，同时也注意到附近的粒子是如何解决问题的。

这些粒子遵循克雷格·雷诺兹在柏德算法中使用的类似规则。它们的运动由两种力量之间的平衡来掌控，一种力量吸引它靠近迄今为止由它自己找到的最佳位置，另一种力量吸引它靠近由邻近个体发现的最佳位置。这个规则比看上去要容易，我们可以从许多现有的计算机可视化程序中看到。

粒子群尤其善于在环境中发现突然的变化，如高峰、低谷、边缘或运动。探测高峰和低谷的能力使得粒子群优化成为有效的投资决策辅助工具。检测边缘的能力已应用于磁共振成像（MRI）、卫星图像和数码照片自动裁剪领域，而其对运动的探测能力已应用在入侵检测，跟踪大象迁徙路线，以及诊断帕金森氏病时分析人体颤抖等实际问题中。

这些应用都需要使用功能强大的计算机，但是这并不意味着计算机化的群体智能已经可以超过人类自身的决策能力。更准确地说，它

是为创新方法提供了崭新的、令人兴奋的机会。

UPS 的右转路线

美国联合包裹（UPS）将一款新软件的路线规划能力与公司多年积累的线路“诀窍”相结合，设计出尽可能多的右转路线。

这样做的理由显而易见。每进行一次左转都会遇到迎面而来的车流，这意味着可能需要等待和损失相应的时间，提高发生事故的风险。司机在与蚁群路径十分近似的互相学习过程中长期积累的经验使公司相信，更多的右转更加节省时间。结合新的流量数据包程序（依据蚁群逻辑设计的），仅2006年一年，公司就节省了1 136万升燃料。

如果UPS能够做到这一点，那么我们也可以。UPS利用司机们的群体智慧制定策略，我们可以通过学习这个方法利用群体智慧。因此，另一条规则是：**在穿过整个城市的复杂行程中，选择一条右转比例相对较高的路线。**

人机界面开拓了一个开发人类群体智慧的全新方法。天文学家用它来调整探寻超新星的活动。易趣购物者在结合正反馈、负反馈和中性反馈的情况下不知不觉地利用它来维持评级制度。包括硬件、软件和

人的混合系统也开始出现。系统的相邻个体（人和计算机）通过进行简单的局部互动，产生复杂的群体智慧，改善整个群体的表现。对美国海军自愿者群体进行的一项试验表明，该系统可以良好地应用于海军舰艇的货物运输，并且在管道运输方面具备许多其他潜在的应用。

THE PERFECT SWARM 粒子群优化

The science of complexity in everyday life

粒子群优化结合了蝗虫、蜜蜂和蚂蚁逻辑，用粒子代替蚁群优化中的虚拟蚂蚁，作为解决问题的有关推测。模拟粒子群在问题的空间中漫游，记住粒子自身及其附近的粒子是如何解决问题的。

聪明的暴民，正在进行的社会革命

人机界面最引人注目的用途之一是当计算机变成手机，手机用户就变成“聪明的暴民”。聪明的暴民也被称为快闪族，是指使用手机或其他现代传播媒体来进行某种活动的一个群体。他们符合群体智能的定义，因为他们没有明显领导者的情况下，通过一对一的沟通加强了群体作为一个整体的表现。由于该群体成员之间的网络连接会随着时间的推移成倍增加，所以沟通将更具成效性（见第8章）。

聪明的暴民可能会变得非常可怕，尤其是对政府而言。2001年，抗议者通过短信联系形成了一个自组织的群体，对推翻菲律宾总统约

瑟夫·埃斯特拉达起到推波助澜的作用。2005年的法国内乱和2006年的智利学生抗议都是同样的自组织行为。最近，Twitter在对伊朗总统选举结果表示抗议的活动中发挥了作用。然而，必须指出，这种网络具有“混乱、主观、无法验证”的弱点，而且也无法对消息来源加以验证。

当然，聪明的暴民并不总是和抗议有关。武装聪明的暴民的技术可以形成聪明的暴民规则，有可能帮助我们提高日常生活中的组群效能，Twitter社区信息和微博服务就是一个典型的例子。目前，政治家、知名人士以及家庭成员、儿童和其他社会团体都在通过更新他们的实时状态保持联系。

聪明的暴民的应用

企业正在利用聪明的暴民这一现象。网站 smartmobs.com 认为，思想通过一连串的管道，也就是我们通常所说的互联网，以文字的形式流动。但是，想象一下，如果这些观念不只是通过管道流动，而是聚集起来为公众利益解决问题呢？这正是在线数据库服务 IdeaConnection.com 试图创建的。IdeaConnection 的目的是：

- 为企业提供最具有创造性和创新性的思想。

- 以公众利益为导向，为世界呈现一部由公众书写的解决方案百科全书。

应急组织也在利用聪明的暴民。InSTEED 网站提供的一个例子是 GeoChat (地理互动): “灵活开放的源码组通信技术可以让团队成员通过任何设备, 在任何平台上、在任何网络上进行互动, 持续分享共同的地理资讯, 例如谁在什么地方做些什么。GeoChat 让你和你的团队以各种方式相互联系: 短信、电子邮件或者 Web 浏览器页面。无论你是坐在链接高速互联网的电脑前, 还是在旅途中使用移动电话, GeoChat 都能让你最快捷地掌握现场情况并作出反应以形成交叉组织 (群体智能)。你在飞行中也可以与总部保持联系, 让团队中的每个人都和你保持同步连接, 知道他们在哪里、在做些什么。”

沟通不仅局限于人与人之间。现在, 我们甚至可以与我们的冰箱和洗衣机进行沟通。进化生物学家西蒙·卡尼尔 (Simon Garnier) 是一名昆虫群体智能专家, 他曾经就人类使用群体智能进化中的沟通潜力抒发了自己的感慨:

我们毫不怀疑, 越来越多的群体智能实际应用将不断涌现。在这个很快就能将芯片嵌入每一样物体的世界里, 从信封到垃圾桶再到莴苣头, 我们必须利用控制算法让这些“无声的”硅片与彼此以及我们进行沟通。

虽然如此，但在日常生活中利用群体智能并不意味着我们要成为半机械人。我们也不需要成为蚂蚁，虽然我们的大脑本身就采用分布式的蚁群逻辑。正如我将在下一章写到的，人类群体智慧的出现需要的是人们使用简单逻辑的能力，以及在一些情况下认识到这一逻辑的限制性的罕见能力。

THE PERFECT SWARM

The science of complexity in
everyday life

第4章

非自愿力量与自愿力量的结合

人类群体模式，社会力与物理力连接的自组织

- 如果你和一群人同处于一个危险环境中，你应该用60%的时间跟随人群，用剩余40%的时间找到自己的逃生路线。
- 在人群中穿行的最好方法就是保持与人群流动的同步性，随着人群一起流动而不是打乱它的秩序。

我有一位需要坐轮椅的朋友，他有一个与众不同的应付拥挤状况的方法。他是一名拥有博士学位、令人尊敬的科学家，但每当他因为在拥挤的街道上被人们挡住去路而感到恼怒无比的时候，他总是会做出一副呆呆的表情，拍打挡住他的人的后背，甚至拉扯他们的衣服。大多数人会急忙让路并表示歉意，让他顺利穿过人群，之后我的这位朋友就会带着正常的表情转过身来，并礼貌地说：“非常感谢您。”

英国幽默作家杰罗姆·杰罗姆（Jerome K. Jerome）发现了另一种在人群中获得空间的方法。他携带一个装满了发霉奶酪的旅行包登上

拥挤的列车。他所在的车厢立即变得空旷，因为一位看起来像是从事殡仪业的乘客说，这种气味让他想起了太平间！

除了这些极端的解决方案以外，什么才是在拥挤人群中立足的最好策略呢？我们应该借鉴蝗虫、蜜蜂和蚂蚁的经验吗？预见决策后果的能力能让我们知道如何在人群中独树一帜吗？

物理力与社会力，非自愿力量与自愿力量的结合

过去的十几年里，科学家在解决这些问题的过程中已经取得了显著的进展。这一进展在很大程度上源于以下认识：**人群流动涉及非自愿力量和自愿力量的结合。**

研究人群动力学的科学家将非自愿力量称为“物理力”，这个术语指的是以下一些情况：当我们被人从后面推了一下撞到其他人身时，或发现自己被困在墙角等不能动的东西面前而无法动弹时。

另一方面，我们自愿产生，以帮助自身实现在人群中运动的目标的力量，称为“社会力”。例如，如果想朝某个方向运动，我们就用自己的腿所产生的社会力推动我们朝这个方向走去。如果我们想靠近家人和朋友，我们就会不断改变力量的大小和方向来接近他们。如果我们想避免碰撞到其他人，我们就会侧身来避免相撞。

THE PERFECT SWARM 社会力

The science of complexity in everyday life

“社会力”是指实际使用身体某个部位推动地面或某个物体，产生反作用力来使自己运动的力量。这一力量是我们自愿产生，以帮助自身实现在人群中运动的目标的力量，是身体对社会互动的一种物理反应。

当环境不是特别拥挤时，驱动力和排斥力相结合导致的结果通常可以用雷诺兹定义的“柏德三规则”来解释——避免、定向和吸引力的组合。我们通过调整我们的运动来避免与他人发生碰撞，我们留在人群中是因为无法穿过人群到达想去的地方。

两种类型的作用力对我们的运动产生的总效应，可以用牛顿提出的三大运动定律来描述。

- 任何物体都保持匀速（这个速度也可能为零）直线运动状态，直到其他物体的作用力迫使它改变这种状态。
- 当物体受到外力的作用时会产生加速度，加速度会改变物体运动的速度和方向，加速度的大小与外力的大小成正比，但与物体的质量成反比。
- 每一个行动都存在作用力和反作用力。

现在，科学家们依然在使用这些定律来预测航天器的运动、赛车

的加速以及台球在球桌上的运动轨迹等，他们还在利用这些定律来计算我们穿过人群互相推挤和撞击时的运动状态。描述源自物理力的非自愿运动以及源自社会力的自愿运动的美妙之处在于，我们可以用简单的数学方法添加各种力，然后直接利用牛顿第二定律计算这些力对我们的运动产生的净效应。

牛顿第二定律指出，外部作用力在力的方向上加速我们的运动，我们获得的加速度和作用力的大小成正比，用数学方程表示为：

$$\text{力} = \text{质量} \times \text{加速度}$$

因此，作用力增加一倍，加速度就随之增加一倍。仔细观察，方程揭示了另一个我们从经验中发现的事实：身体越重，就越不容易加速。因此，如果我们不得不从人群中挤出一条路，最好的策略是尽量去推那些相对较轻的人。但是，我们将会发现，采用其他方法也可以达到同样的目标，只有在特殊情况下我们才会使用推挤策略——避免推挤可以避免被一拳揍在眼睛上。

物理力 + 社会力 = 解决拥堵问题

第一个想到这样将物理力和社会力结合在一起的人是数学家社会学家先驱德克·赫尔宾和他的国际合作者团队。计算机模拟的对象是一群体重约 80 公斤的虚拟圆柱形足球运

动员，他们的肩宽在 50 厘米到 70 厘米之间，这样的体形设计对于在寒冷的冬天披上厚重的外套参加足球比赛的成年人而言是非常合理的。

科学家们让虚拟足球运动员沿着走廊走过去，在石柱那穿过狭窄的出口——看看会发生什么。活在虚拟计算机世界的足球运动员是没有能力反抗的，他们能做的就是按照他们被赋予的社会使命，以及他们接受的动作指令去行动。他们按照指令所反馈的动作让科学家发现了很多发生在拥挤人群中的真实事情，而这些在随后都被视频记录证实了。这些研究帮助我们提升了处理可能造成麻烦的拥堵情况的能力。

人群流动的同步性

如果是人群中的个体行为，计算机模型显示想要从拥挤的人群中穿过是不难的。一般情况下，行人会自我组织起来。没人告诉他们应该这样做，这是复杂理论的另一个例子——简单的局部规律变成复杂的整体模式。在这个案例中，行人穿过站立的拥挤人群，这种情形类似于流动的水流导致河床的形成。

行军蚁群在从巢穴前往距离稍远的食物源的过程中也会做同样的事情，它们会自行将队伍组织整齐穿越三车道高速公路。离开巢穴的蚁群占据了高速公路的边缘，而那些要返回巢穴的蚁群则搬运着食物

行进在路的中间。

通常，蚂蚁是没有视觉的，但是它们设法将自己有序地组织起来，沿着先前蚁群通过时留下的费洛蒙痕迹前行，并借助两个额外的社会力。其中一个基本的躲避规则主要考虑的是当两只蚂蚁相向而行时要怎么办。两只蚂蚁都会改变方向，但从巢穴外出的蚂蚁改变得更快。

另外一个规则是针对蚁群中的个体的，蚂蚁在碰到其他蚂蚁时要保持自己之前的行进方向。计算机模型显示这两条规则足以使没有视觉的蚂蚁能够沿着高速公路继续顺利前行。

当然，人类也能够在相向而行的拥挤人群中自发地形成一条人流。在密度极大、面积仅有 0.2 平方米的一条人行道里，前进的人流就像是交叉的“手指头”一样，相向而行。

人类与蚁群的主要区别在于，蚁群中独立的个体都是在预先设定好的模式下沿着它们已经形成的队伍前行，而我们的社会力则更加关注个体的目的性。最终结果大同小异，计算机模型显示：**能够使我们冲着目标前行而不撞向他人的综合社会力使我们有效地形成一道道人流，就像是行军蚁要求自己保持队形一样。**

如果必须相向而行，合为一股人流肯定要比自己在人群中开辟自己的道路更加有效率。但是当我们在一条拥挤的道路上前行时，计算机模型能够帮助我们找到适合每个个体的最佳规则吗？如果我们能够

使用计算机模型制造出对我们有利的人流，那将是一个好的开始。

增加局部行人密度

一个显而易见的方法就是增加局部行人的密度。我决定在大约二十个朋友的帮助下试一试。我们来到一条较为拥挤的道路上开始前进。最初，我们是分散的，但是渐渐地，我们开始靠拢，就像是把其他人装进了一个盒子里，这样就能增加局部行人的密度了。我们成功了！正如计算机模型预测的，其他的行人（以及我们）形成了一股人流，在相对而行的人群中开辟了一条道路，就像是摩西分开红海一样。

这个实验告诉我们：当你与一群朋友在人群中前行时，大家应该聚拢在一起，但是同时还要尽可能多地聚集陌生人，从而形成像“河流”一样的队形，川流前行。

下次，当你在一条拥挤的道路上行走时，你一定会发现这种流动的人群。在双向人流中，人群会分成两股独立的人流（就是所谓的“车道”）。这样的分隔能够起到将摩擦最小化、使人流行进更有效率的作用，例如减少会降低速度的互动。然而，当人口密度太大或者行人不耐烦时，这样的车道就不存在了，道路就会堵塞。

在一个让我感到很抱歉的实验中，我和一群朋友故意在一条很拥

挤的道路上这样做。我们的实验相当成功，但我绝对不建议任何其他人去尝试进行类似的实验。本来行进还算流畅的人群突然间就无法前进了，十五分钟后才得以继续前行。

在不是那么极端的情况下，冲进和挤出人群的人和冲进和挤出车道的驾驶员起着类似的作用。正如很多交通案例显示的，净效应就是减慢行进速度而尽可能不给自己招惹真正的麻烦。同样的道理适用于拥挤的人群。比如，模拟表明，如果人群中的每个个体都试图以两倍的速度前行，净效应就是人群的实际行动速度减半。

欲速则不达

有一次，我在澳大利亚悉尼庆祝除夕夜。当拥挤的人群竞相冲向有利位置观看烟花时，我和我的朋友进行了一个比赛。其中一个观赏烟花表演的最佳位置是处于贝尼朗岬角的悉尼歌剧院，从那里可以看到烟花燃放地。

我们从轮渡码头出发，行进三百米，我的朋友试着冲过人群，而我则慢条斯理地随着人群移动。这样我们就不会影响到对方，我们出发的时间大概相隔五分钟。我不得不承认他确实比我早到了——三秒钟。看来真的不值得枉费力气。

群体行为实践

在人群中穿行的最好方法就是保持与人群移动的同步性，随着人

群一起移动而不是打乱其秩序。但是当我们遇到瓶颈时该怎么做呢？也就是当人群中出现了相向而行的人时我们该怎么办呢？还是跟着人流走，但是要注意人流随时会变化。

群体的自组织

群体的自组织是复杂理论、自组织和群体智慧的另外一个案例。相向而行、仅与相邻的人发生摩擦的人流会进行自组织，以保证人们能够以最有效的方式相互穿越。赫尔宾认为，这些都源于社会力，他说：

一旦一个行人成功穿越一个狭窄的地方，与该行人行走方向一致的其他人也能轻松地跟进。因此，在堵塞道路一侧等待的人数、等待的“压力”和“冲撞的”行人会比另一侧的少。这样就大大减少了他们占据通道的概率。当“压力差”达到一定程度时，就能阻止人流并且在瓶颈处转换行进方向。情况将发生变化，行进方向改变。

当行人相互穿越时，也会出现自组织。在这个过程中涉及两个社会力，想要继续前行的欲望以及避免发生相互碰撞的欲望驱动的社会力。最终结果就是形成一条带状环路（如图4—1所示），行人沿着这条带状环路前进（以接近他们的目的地），并且走在路的一侧（以免与相互穿梭的行人发生碰撞）。这是一个更复杂的车道，蚁群在里面

会自发进行自组织，而以我科学家的眼光来看这非常美妙，许多从简单规律下浮现出的复杂模式都是这样的美。

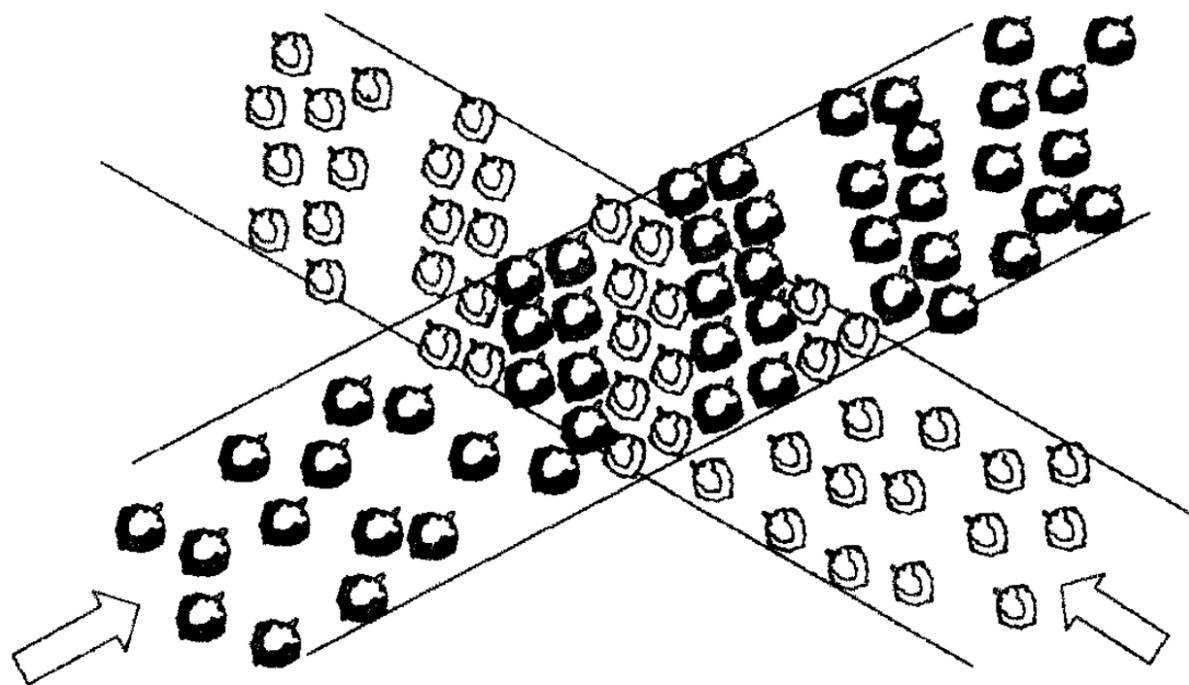


图 4—1 自组织的“带状环路”

注：相互交织的人流，形成自组织的“带状环路”，与两股人流的定向矢量总和保持垂直。

真实人群的视频记录证实了模拟的中等密度人群中人流的各个方面。实际上，这些视频都已被用来对模拟进行微调，以使它们能够尽可能地接近真实情况。群体的自组织使得人流能最有效率地穿过人群。个体所有加快穿越人群的努力似乎都与自组织相悖，并且减慢了每个人的速度，也包括自己。通过关注人流的性质，我们能增加自己的利益，因此我们应该维护这一点，而不是打乱它。

用 40% 的时间寻找出口

当人群的密度很高，又处于禁闭的空间时，情况就不同了。走廊

变得拥挤，出口也被堵死，最终将引起大范围的恐慌。这种情况与液体流动不同，更像是将谷物从开口极小的袋子里倒出来。不可避免，谷物会聚集于开口处，形成堵塞，什么也倒不出来。如果你摇晃这个袋子，或许会掉出许多零星的碎片，但是一旦你停止晃动，出口就又被堵起来了。

模拟实验显示出与人群在试着冲出狭窄出口时类似的情况。由于承受着后方的压力，人口密度增加，出口的弧形出现不规则的连续阻塞，当这个弧形断开，离场的人群便会排山倒海般涌来。在“欲速则不达”的规律下，人群的离场速度反而变得很慢，远不及每个人都慢一点按次序离开的速度。即使是在伦敦大剧院这样很讲究礼仪的场所，也是整日里都可以看到拥挤不堪的人群。表演结束以后，我总能看到人群从侧门涌出（从早前的经验可知这是人们很着急时采取的惯例），他们很自然地就挤成了一团，而不是形成一个稳定的流动人群。

解决这个问题的一個方法就是将拥挤的人群分成几个较小的部分，但这并不是单个个体能做到的。如果你身处一个足够大的群体中，如果后面的人暂时停下来让前面的人先出去，而不是从后面给他们施加很多压力，则群体作为一个整体就都可以受益。

然而，大多数情况下，设计者和建筑师应负责改善入口的几何形状以使退场变得更简单。从人群移动穿过出口的模拟中我们得到一个

更加惊人的发现：逃生路径的拓宽也会导致阻塞的发生。因为人群是扩散的，所以逃生路径的拓宽为其他人留下了填补空隙的空间，当出口变窄后，阻塞就变得相当严重。赫尔宾和他的同事想到了一个聪明的解决方案——在这样的出口前面加置一个不对称的通道。这样的通道可以减少瓶颈前的人群压力，这种不对称性使两侧人流压力不平衡，因此就不会再导致两边都阻塞了。模拟显示这个解决方案是可行的。现在的剧院和剧场的设计者们已开始将之付诸实践。

如果我们很不幸地被困在一个正急于逃脱危险困境的拥挤人群中，而这个地方有许多出口，我们该怎么办？我们应该跟着人流走，还是应该靠自己的力气挤出去逃生呢？

“数”说群体智慧

THE PERFECT SWARM

在发生不好的事情时，研究表明当我们将恐慌指数控制在0.4左右的时候是最完美的——大约60%的时间跟随人群，而剩余40%的时间由自己思考和支配。当然，怎样合理分配时间还取决于具体情境。我的建议就是先个人寻找，然后再跟随人群，但仍然要时刻观察其他可以选择的出口。当然，我希望我永远也不要有这样的经历。

THE PERFECT SWARM 恐慌指数0.4

The science of complexity in everyday life

我们逃生的最佳机会就是优化我们的“恐慌指数”，这个指数是我们允许自己受群体的行动而不是我们自己的直觉指引的程度。

如果我们的恐慌指数是零，我们会自行寻找出口，而不理会群体正在做的事情。

如果这个值是1，我们就总会跟随人群，但那样会导致紧急出口和备用逃生捷径使用低效。

我们有足够的理由使用这种混合战略，尤其是在可视性很差的情况下。单纯的个人主义行为（在没有事先获知信息和知识的时候）意味着每个个体只会偶然发现出口；单纯的羊群行为则意味着整个人群都会涌向同一个出口，这就会导致很多出口可能根本用不到。当有些人愿意花点时间去寻找其他的出口时，所有的出口就都有可能被发现，而部分人群会跟随发现其他出口的个人，这样，所有的出口就都能被有效地利用起来了。

要想有效地利用这个理论，我们就需要面对在所谓的“恐慌”状况下，人们的真实行为的两个事实。

- 一个事实是，通常只有到了事态很严重了，人们才会意识到危险性。

- 另一个事实是，即使觉察到了真正的危险，人们的最初反应也都是先寻找自己的家人和朋友，而不是寻找出口或者上山的路。

我们倾向于徘徊和一直等到非常确定危险的存在，这是非常危险的。2004年海啸事件以后，我和妻子来到斯里兰卡。我们穿过到处悬挂白旗以示哀悼的村庄。我们的司机也像其他人一样失去了自己的朋友。他告诉我们，如果他们对大自然的好奇心没有驱使他们朝着大海跑去，探寻当海水迅速袭来时到底会发生什么事情——他们都不知道那其实就是海啸即将袭来的信号，他们有可能不会死。

后来，我们拜访印度的西海岸时，我们的印度朋友展现出很大的文化差异，这种差异能拯救更多的生命。在海水开始退却时，当地的人们不是先跑出去探查情况，而是逃到高地去。就像斯里兰卡人一样，他们不知道接下来将要发生什么，但他们知道海水不同寻常的变化不合常理，而且也不是他们想要的。

然而，这不是大多数人会有的正常的反应。我们中的大多数人都宁愿接受没能立即引起我们的警觉的警告并对其作出反应。对于危险的认知会被推延，直到为时已晚，海啸中不少人因此遭遇了不幸。我们并没有即时跟进促使我们逃生的社会力。

大多数人都有一种本能，那就是用一些熟悉可辨认的东西去解释那些反常的事物。正在靠近的龙卷风的哀号声常常被误解为是附

近正在通过的火车。即使被确定为龙卷风，也不一定会引起人们的警觉。

作家比尔·布莱森（Bill Bryson）讲述了他祖父在艾奥瓦州的一个故事。有一天晚上，他被一阵宛若“十亿只蜜蜂”飞过的声音惊醒。他朝窗外看，却看不到任何东西，于是就回去继续睡觉了。但是第二天早上醒来时，他吃惊地发现他的车子正停在空旷的地面上。原来整个车库都被刮过的龙卷风卷走了！

另一种情况少了些戏剧性但是很危险：死于一氧化碳中毒的人是因为他们以为自己的虚弱是生病所致，所以没有及时地远离天然气泄露的地方。

詹姆斯·瑟伯（James Thurber）讲的“整个镇上的人都因为一场臆想出来的洪灾而奔跑逃命”的故事可能符合我们对人群行为的定式观念，但是在1955年，当加利福尼亚州马里斯维尔（Marysville）和尤巴（Yuba）的居民受到大洪水威胁时，所有通过媒体收到过官方警告的人中，有39%是“不完全相信的。”在后续的灾难官方报告中，我们发现许多人置官方警告于不顾是因为他们“过去对灾难缺乏经验，有个人不受侵害的奢想，不能接受新的理念预期反常事件，期待官方的保护，以及倾向于抓住令人放心的信息，或者拒绝、不理睬预测灾难的信息”。

整体来说，我们对危险警示的判断不够果断，即使是极端危险的情况。在“9·11”世贸中心遇袭灾难发生后，“大约有 83% 的人在袭击刚发生的最初几分钟里就断定了这个事件的严重性。然而，尽管看到了火焰、浓烟，或是散落的纸片，幸存者中却只有 55% 的人立即开始疏散；疏散以前有 13% 的人开始停下来收拾私人物品，20% 的人在保护文件和搜索地面”。在另外一个例子里，从加拿大温尼伯市（Winnipeg）的一起住房火灾中成功逃生的居民却又遇难了，因为在看到了烟雾和明火的情况下，他们又返回住所收拾物品，结果造成了惨剧的发生。

人群行为的社会关怀模式

在危机中我们展现出来的冷静同样也影响到我们对其他人的关怀，而这一点不符合媒体强加给我们的定式印象——媒体把我们描绘成“恐慌，相互践踏，几乎置我们的同类于不顾”的模样。这是媒体对 1979 年发生的辛辛那提事件所做的报道，在那次事件中有 11 个年轻人在“The WHO”组合的演唱会中因踩踏而丧生。根据媒体的描述，那次惨剧缘自人们想在体育场内抢占到一个比较好的座位而发生的拥挤踩踏。一个国家专栏作家曾谴责他们的野蛮行径：“在他们的大脑受到了大麻、化学品，以及美国南部酒精的麻痹后践踏了 11 条生命……”而另一位喜欢玩文字游戏的编辑则将之视为“蜂拥人群漠不关心的践踏”。

其实另有真相，而且事实也很贴切地反映出了人类的整体行为。事件之后警察所做的调查报告显示，面对拥挤人群压力的人们的反应，是尝试去帮助身边受困的人。一个十几岁的孩子在被人流挤走时因四个陌生人死死抓住他并将他抬离地面而幸免于难。38 个接受采访的人中有 37 人在相似的事件中都有英勇无私的行为。与踩踏他人相去甚远的是，大多数人都在说着对别人的帮助。

THE PERFECT SWARM 人群行为的社会关怀模式

The science of complexity in everyday life

研究显示：在拥挤的状况下，我们有首先寻找家人和朋友
的倾向。社会学家将之称为“人群行为的社会关怀模式”。

人群行为的社会关怀模式并不总是客观的战略，比如这有可能会造成不必要的时间浪费，而这些时间被用来寻找最近的出口会更合理一些。在某些情况下，比如地震以后，焦虑的亲友可能会展开专业的大范围搜救。社会关怀力量是很强大的，尽管他们还没有考虑到人群行为的物理模型。

高密度人群行为

当人群密度较大而行动艰难时，社会力就会变得不那么重要了。所有的证据都指向一个事实，即物理力会造成损失。我们可能会想着

去帮助他人，但是我们无法在人群中行进；我们也许能保持冷静，或者感到恐慌，但是周围人群带给我们的压力却是一样的。

在“The WHO”组合演唱会发生的悲剧中，那些压力都是来自于人群外围的人们，他们想要挤进人群，但是却没有注意到他们给内围的人群造成了多大的压力。拥挤灾难的视频记录能够帮助研究者找出该问题的症结以及应对它的办法。

对此最彻底的研究，是对2006年1月12日米纳市（麦加东部）举行的，“用石头打死魔鬼”穆斯林朝觐仪式上的严重灾难的研究。那次灾难中，至少有346位朝圣者遇难，另外有286名朝圣者受伤，但没有造成灾难的明显原因。

每年的麦加朝圣期间都会有大约三百多万朝圣者聚集在麦加。这场特殊仪式是最高级别的，它代表着亚伯拉罕是否决定按照真主的要求牺牲自己的儿子时所经历的考验。朝圣者需要通过斜坡爬上米纳市内的多层加马拉桥（Jamarat），并向三大石柱之一的哲麦拉特（jamrah）扔石头，这些石头是朝圣者们从穆兹达里法平原采集而来的。在第一天，朝圣者必须向最大的石柱扔7块石头。接下来的两天，朝圣者要向3根石柱分别扔7块石头，3天内一共要扔47块石头。

在这些石柱被墙壁代替之前，朝圣者经常会被从石柱另一边扔来的、没瞄准的石头伤害。但是最严重的问题在于人们会被试图靠近石

柱和靠近自己的人踩踏。

2006年发生的悲剧被固定的监视摄像机拍到。现代的图像分析技术允许科学家们仔细检查这些记录片段，并对个别行人和一小群行人的行为进行评估。因而揭露了许多以前不为人知的高密度人群行为。

不管人群密度多大，拥挤的人群依然作为一个整体而前进。然而，当群体变得足够大时，行人便断断续续地停了下来。这股停停走走趋势显示了反向流动，这在加速视频中清晰可见。

起初，这种停停走走趋势并没有造成什么影响，因为人们依然感觉到他们在这些行动中是有所控制的。但是，人群会变得愈加拥挤，当密度达到每人10平方厘米时，人们就变成非自愿地被人群逼着向前移动。这时，人们便会试图获得更多的空间，例如，将其他人推到一边。在人群中，这种力量能够增加距离。“力量链”一旦形成，就会使施加于个人的力的大小和方向发生巨大变化。视频记录显示出在这种情况下，大的人群会分散成若干小的行人群体，但是又与相近的群体相联系。压力释放是无法预测且无法控制的，所以人们很容易跌倒。这种数学过程与地震非常相像，而最终造成的后果也同样严重。

作为个体的我们遇到这样的情况时并不能做些什么，最好的方法就是避免它。但是，人群组织者却能采取些行动。

沙特阿拉伯当局承诺，针对 2006 年发生的麦加朝圣灾难的科学研究而做出的行动是即时和明确的。当局建立了一座能够容纳更多人流投石的新加马拉桥，并且对大桥附近的广场设计和组织进行了调整，对进出人群作出了平衡控制以保证今后不会再出现大批人群聚集的情况。单向街道能够为人群提供流畅有效的通道。在朝圣的时间内，设置了时间表和通行计划以便更好地分散人群。另外，安装了自动计数系统监控人群密度，并且能够重新安排朝圣人流路线或者重新调整时间安排。最后是预先向朝圣者宣传实施的新计划。

拥挤人群警示规则

拥挤的人群有突变的复杂结构，它由个体间的物理力和社会力产生。在拥挤人群中的最好处理方式取决于当时的人群密度。

第一，当人群密度为低到中等时，最好的办法就是识别这种突变结构（如行人的“支流”或“群体”）并将这点作为我们的优势。如果我们一味想做得更多，很有可能事与愿违。

第二，当我们面对的是一群要寻找逃生出口的人群时，也就是没有其他任何信息时，我们的最佳选择是用 60% 的时间跟随人群，而用另外 40% 的时间根据自己的判断来寻找另外的出口。

第三，当人群密度变得越来越大，情况也会发生变化，这时我们通常不能掌握自己的命运。这种情况下，我们最好的选择就是避免进入这样的人群。如果我们在外边，就主动后退，最好也劝说其他人这么做。这样，我们便能够尽自己微薄的力量避免在中心的人群遭受灾难性的压力。

第四，如果出现危险警报，便要立即作出反应，不要等到置身人群时才采取行动。

大部分规则都可以归结为一条简单的建议，并且同样适用于在拥挤的人群中行走和在拥挤的交通中驾车，那就是：**总是与其他人保持一定的距离。**

THE PERFECT SWARM

| 第二部分 |

掌控群体智慧的力量

THE PERFECT SWARM

The science of complexity in
everyday life

第5章

少数服从多数，还是取平均值

群体决策

- 即便每个个体都只有 60% 的机会得出正确答案，但在一个 17 人的群组中，多数人正确的机会将会上升到 80%；而在一个 45 人的群组中，多数人正确的机会将会上升到 90%。
- 电视答题节目中，“询问观众”一直都胜过“询问专家”。因为观众回答问题的正确率为 90%，而“专家”的正确率却只有 66%。

我们在人群中的行为和决定会因为“我们通常只和周围的人互动”而受到限制。在大多数群体情境中，我们可以与其他成员更自在地进行交流从而做出共同决定。但如何通过加强沟通做出最佳的群体决策呢？

有两种基本方法：采取多数表决制，或是计算平均值，即等权制。作家詹姆斯·索罗维基（James Surowiecki）在《群体的智慧》（*The Wisdom of Crowds*）一书中已为第二种方法列举出众多实例。近期的研究也已经展现了该方法的基本情况，更重要的是说明了它的原理。在本章我将根据以上研究对新旧案例进行分析，并回答一个基本问题：我们应该在何时采取多数表决制，又在何时对每个人的意见予以同等的重视？

我童年时最喜欢的活动之一就是在澳大利亚的灌木丛中野营，而我对于“等权制”的最早记忆则是我的父亲要求我和八个小朋友使用各自的指南针找出东方。当时已是深夜，我们只能依靠微弱的帐篷灯，而且有些指南针已经非常破旧了，指针静止，轴承也不精确。不用说，我们得出的结果五花八门，指哪个方向的都有。父亲将大家测得的各个角度值平均计算后，在泥土上画出平均数所指的方向。当太阳升起时，箭头真的直指东方！

通过平均计算，我们得出了一个让人惊叹的精确答案。在那天稍后的一次远足时，父亲问我们袋熊和袋鼠哪个更重。我们中的六个人认为袋熊更重；另外三个人认为袋鼠更重。这一次算平均数就毫无意义了。（袋熊和袋鼠的平均数是什么？一个袋鼠熊？）在这种情况下应看大多数人的意见是否正确。之后证明了大多数人的意见是正确的。

两种情景下我们都使用了群体智慧来寻找答案。虽然我们的意见各式各样，但我们都试图努力找出正确的答案。事实上，群体智慧中必然存在差异。问题是要找到使用它的最好方法——这取决于我们需要解决的问题的类型。

3 大条件与 3 大结论

对于需要计算数值的问题（如罗盘方位或是计算罐子内豆形软

糖的数量这样的经典例子)，科学家认为最佳解决方案是对所有答案进行平均计算。在可用选择较少的情况下，采用大多数人的意见的效果最佳。为将以上两种方法的优势最大化，我们仅需要满足三个条件：

- 群体中的人们必须想要并能够独立思考、进行交流、得出各自的结论，是计算平均值还是采纳大多数人的意见则取决于问题的类型。
- 问题必须得到确切的答案，以备在最后进行客观实际的检查。
- 群体中的每一个人都必须回答同样的问题。这看起来好像是废话，其实其中隐藏着微妙之处，因为人们会用不同的方式对同一个问题进行诠释。

当满足以上三个条件时，复杂性的数学运算会带给我们三个令人震惊的结论：

- 面对状态估计问题，群体得出的结论通常会优于大多数单个成员的结论。不是偶尔这样，而是一直如此。
- 如果群体中的大多数成员对具备几种可能答案（但只有一个是正确的）的问题相当了解，那么群体中的大多数意见通常趋向于正确。比如，如果 100 人的群体中每位成员有 60% 的可能得出正确答案，那么通过严格的数学公式计算可以得出，群体中的多数观点有 99% 的可能是正确的。

- 即使群体中只有少数人博闻强识，那也足以保证多数人的观点是正确的。

在日常生活中，我们应如何使用这些原则呢？

用很多错误推导出正确答案

两个错误也许无法推导出正确的答案，但很多错误便可以推导出非常接近正确的答案。当面对状态估计问题时，群体智慧通常能用这种方法传递令人惊讶的信息。

我们很容易就可以了解这些原则是如何运作的。例如，在我童年时的“罗盘方位”问题中，有些错误答案指向北，其他指向南，但在我们运用平均计算方法时，这些错误大多被抵消了，因此最终得出的平均数非常接近真值。

统计学家先驱弗朗西斯·盖尔顿（Francis Galton）首先发现：**群体人数越多，猜想越精确**。盖尔顿特别关注统计学在现实生活中的应用。他做过一个有关祷告的力量的著名实验。他试图证明如果祷告的力量与既定的祷告人数成比例，那么英国皇室将活得比其他公民更长久，因为人们总是在教堂为他们祷告。但事实上，统计数据显示他们的寿命要更短一些。

许多错误都是类似的。当百灵鸟、鸭子和家鸽等鸟类成群飞翔时，它们会利用这个原理。整体鸟群飞行的方向其实是个体成员选择的方向的平均值。每个个别方向都会有不同程度的小失误，但是鸟群中的鸟的数目越庞大，失误被剔除得就越多，导航就越精确。

出身上流阶层的盖尔顿是查尔斯·达尔文的半表兄。虽然他不是民主主义者，但他对民主进程非常感兴趣。他曾写道：“在民主的时代，人们都开始质疑流行观点的可信度和独特性。”当有机会使用统计学对这些观点进行分析时，他紧紧抓住了这个机会。

民主判断的可靠性比我们预料的更强

在参观 1906 年在英国海滨小镇普利茅斯举行的英格兰西部食用家畜和家禽展览会时，这个机会出现了。盖尔顿当时已经 84 岁了，但是仍然精神饱满，他被一个约有八百人参加的竞猜比赛深深吸引住了。比赛中，每个人只需花上 6 便士就可以去猜猜一只被屠宰并加工后的大公牛的重量。^①

盖尔顿认为这个比赛就像民主进程的一面镜子，因为“普通竞争者也能作出有效评估……就像普通选举者通过选举来评判大多数政治问题的优点。”他很热衷于将群体的集体猜测与其中的单个成员的猜测进行比较。比赛结束后，盖尔顿说服了裁判让自己把竞猜者写有各自答案的卡片带回

^① 盖尔顿意识到这些数据非常适合用于统计分析，因为“这些判断都是中肯的，没有受到热情的演讲或者其他类似的因素的影响。6 便士费用可以被看作一个玩笑，对奖励的渴求以及竞争的欢乐促使每位参赛者都竭尽全力”。——作者注

家。于是，他得意扬扬地带着一大堆卡片回到家里研究猜测重量的奥秘。

他用自己推崇的民主选择的原则进行分析，即“一张投票，一个价值”原则。“根据民主原则……”他写道，“最中间的看法体现了民意，其他看法会因为过于低俗或者过于高级而被大多数投票否决。”最中间的看法，即我们现在所称的中值(以上和以下的猜测各占一半)。对于公牛重量的猜测，答案从1 074磅到1 293磅不等，中值为1 207磅，与公牛的实际重量1 198磅相差范围在1%以内。

盖尔顿对于群体想法如此接近实际值感到吃惊，他还写道：“我认为，民主判断的可靠性要比我们预料的更强。”然而，大约一百年后，复杂性科学家斯科特·佩奇用数学方法正确解释了其实应该使用平均值，而并非中值。

等待佩奇去解释的不仅仅是盖尔顿的结果。多年来相似的试验都得出了非常相似的结果。比如，伦敦建筑师马特·迪肯（Matt Deacon）曾带了一个装有421个便士硬币的玻璃罐参加了一个建筑会议，并邀请106个与会人猜测硬币的数量。猜测结果很分散，但平均值是419！^①

华尔街投资战略家迈克尔·莫伯辛（Michael Mauboussin）在哥伦比亚商学院对学生估算一个罐子里的糖果数量（大于10个）的能力

^① 与会人猜测的平均值为419，但是中值是335。——作者注

进行了考验，并且进行了大量记录。每年的结果都惊人地相似。例如，2007年罐子里的糖果数是1116个，猜测的平均值是1115个，但73个参与实验的学生中，只有两个人的猜测和正确答案比较接近。

《纽约时报》专栏作家乔·诺塞拉（Joe Nocera）将一个群体猜中其成员数量的能力比做《莎翁情史》的情形。《莎翁情史》排练时总是混乱和灾难不断，但在正式演出当晚的表现却是一流水平。当被问到如何解释这一现象时，该剧的制作人说：“这是一个奇迹。”

群体智慧并非奇迹，而是一个关于统计学的问题。很重要的一点是，所有的猜测都必须是独立的。如果不是，那么群体智慧便会迅速消失。

我曾经在我们当地的旅馆，通过让人猜测一个小罐里巧克力涂层甘草片的数量，小范围地测试过独立猜测的价值。测试过程中，我制定了严格的规则：不能让别人知道自己猜测的数字。人们猜测的数字从41到93不等，但是平均数字是60，与实际数字61仅相差1。20个人的群体中，没有一个人的猜测数字与之如此接近。

接下来的一个星期，我用薄荷糖做了类似的实验，并且鼓励人们就自己的猜测进行讨论。这一次，猜测数字的范围缩小了很多（97到112之间）。很遗憾，罐子里面有147颗薄荷糖。没有了独立的猜测，群体中大多数成员会受到某个强大数字的影响而得出极其错误的估计。

◀ 独立猜测，群体打败个体 ▶

在独立猜测的基础上，群体便可以打败个体成员——不是偶尔，而是一向如此。这个令人惊讶的事实，甚至在天气预报中也能找到。密歇根州的天气预报员约翰·布雷登（john bravender）写给我的一封信中提到：

我们有许多计算机模型（不同的天气预报员设计并信任不同的模型），可以为预测未来的天气将如何变化这一问题提供不同的解决方案。通常，只要计算平均值，就能得到最可能出现的情况。

密歇根大学的复杂性理论学家斯科特·佩奇用多样性预测定理解释了为什么不同的观点会成为获得最佳答案的关键因素。

THE PERFECT SWARM 多样性预测定理

The science of complexity in everyday life

佩奇的多样性预测定理显示了群体里集体误差作为整体与个体成员的平均误差之间的关系，以及个体成员的预测或估计的多样性。定理包含如下等式：

$$\text{集体误差} = \text{平均个体误差} - \text{预测误差}$$

预测的多样性是个体猜测的蔓延。平均个体误差即表面所指——我们的每个猜测距离实际值的误差程度。集体误差是个体猜测的平均值和实际值两者之间的差额。

统计学家们取的是误差的平方值（为了避免有些误差为正值，有些误差为负值的情况，正值还是负值取决于其是高于还是低于平均值），因此计算有一些复杂。我举例说明了计算方法，但是你完全没有必要为了理解等式而亲自去计算。

◀ 佩奇的多样性预测定理 ▶

例如，我们站在街道的拐角处，猜一猜在 5 分钟之内会有多少辆绿色的汽车从这条街道经过。有一个人猜有 5 辆，另一个人猜有 10 辆，而第三个人猜有 15 辆。结果是在那段时间内一共有 12 辆绿色的车经过。

我们的集体误差等于我们的平均答案和实际答案的差值。我们的平均答案是 10，实际答案是 12，所以我们的集体误差是 2，集体误差的平方是 4。

我们的平均个人失误是所有失误平方数的平均值。第一个人的误差数据是 7，第二个人的误差数据是 2，而第三个人的误差数据是 3。所以我们的平均个体误差的平方是 $(7^2 + 2^2 + 3^2) / 3 = 62 / 3 = 20.66$ 。

我们的预测多样性源于分散的个体猜测，得出来的应该是个体猜测和个体猜测平均值之间的平均差值。这听起来似乎很复杂，但实际上十分简单。我们的个体猜测平均值是 $(5 + 10 + 15) / 3 = 10$ 。第一个人

与此相比相差 5，第二个人无偏差，而第三个人也是偏差 5，所以我们的预测误差为 $(5^2 + 0 + 5^2) / 3 = 50 / 3 = 16.66$ 。

我们再来检查一遍。根据佩奇定理：

集体误差（平方）= 平均个体误差（平方）- 预测误差（平方）

即 $4 = 20.66 - 16.66$

正确！

某些人会争辩说，“多项错误”原则只是来自统计学的一个众所周知的结果，标准误差的平均值会随着观测数的平方根而减少。在关于豆型软糖实验和市场效应的经典论文中，杰克·特雷诺表明该模型的准确性“来自于大量单独犯错的投资者的错误意见。如果他们的错误都是独立的话，那么均衡价格中的标准误差大概就会随着投资者数量的平方根下降”。

迈克尔·莫伯辛（Michael Mauboussin）认为这样的阐释是错误的。他说：“我们将这种标准误差的平均值会随着 N（观测数量）的平方根而减少的平方根法则用于豆型软糖实验问题（或市场效应问题）是不恰当的。平方根法应用于抽样理论，在抽样理论中存在独立的观测，而这些观测包括答案和随机噪音项。经过大量的观测之后，失误被剔

除了。相应的一个例子就是观察和测出星星的亮度。平方根法则的一个基本假设就是观测对象应该是独立的，并且均匀地分布在均值附近。这明显与豆型软糖罐或者市场效应不同。我们相信多样性预测定理是此案例中解释群体智慧更好的方法。”

多样性预测定理的等式所要表达的信息很简单：由于答案具有多样性，作为整体的群体误差必须小于我们的平均个体误差。群体预测比任何个人的预测都要准确；群体的力量总是大于个人的力量。佩奇很巧妙地说明了：在状态估计问题中，如果结果要取“平均”意见，那么，与众不同的观点与好观点一样重要。

在处理这类问题时，最好的多样性是认知的多样性。多样性包括以下几种：

- 知识——群体里一系列不同领域的相关知识。例如，在我们的当地测试团队中，我们总是尝试着找一个了解电影和电视的人，一个有着丰富历史知识和一个熟悉地理的人，因为研究总是会涉及这三类知识。
- 观点——审视问题的不同方法。
- 解释——对问题进行分类或对观点进行区分的不同方法。
- 启发——找出问题答案的不同方法。
- 预测模型——推理原因与结果的不同方法。

◀利用多样性▶

确定了这些问题，下面就只需考虑利用多样性的问题了。但是有一点需要记住，多样性预测定理只证明了在状态估计问题中，群体答案比大多数成员个体的答案好。如果群体里有专家，那么成员个体的答案可能要比群体平均值好。当你和一个机械工、一个诗人以及一个气象学者一起旅行时，如果车子坏掉了，最好的方法是咨询机械工，而不是取三个人的意见的平均值。

这并不是说专家的答案永远比平均值好。已经有越来越多的证据表明，群体智慧通常会胜过专家的答案。微软、百思买、谷歌和美国礼来（Eli Lilly and Company）等公司发现，将掌握适当知识的员工进行多样化组合，他们能够比一些所谓的“预算专家”更准确地预测产品的销量和利润。

一群专家的智慧也许不会胜过所有专家的智慧，但肯定会胜过大多数专家个体的智慧。佩奇举过这样一个例子：一群橄榄球记者预测2005年美国职业橄榄球联赛的前12名。这些人中没有一个人的猜测比平均值更接近结果。

在涉及基于规则的决策时，计算机开始取代专家的位置。计算机被用于医学诊断、信用评级、交通管理、汽车故障诊断，甚至是文学分析。那么还剩下什么角色留给可怜的专家呢？

莫伯辛是一个在遵循规则和概率预测领域得到认可的专家，这是一个需要将知识和主动性结合的领域。莫伯辛认为，最优秀的专家是那些在其他领域各方面都有广博的知识，被政治和商务心理学家菲利普·泰洛克（Phil Tetlock）定义为“狐狸”的专家，而不是那些在某方面有很深的造诣但知识面狭窄的“刺猬”。“狐狸”们的优势是能够作出更准确的预测，因为他们自身存在多样性优势。

我想对其观点进行一点修正，因为我观察到，“刺猬”实际上更像突然出现在某处的、有着很深根基并且在地底不断蔓延的树群。这些人有着另一种多样性优势——建立不同连接的能力。

我的一位朋友了解一种特定类型的液体流动——“拉伸流动”的所有知识。他的贡献不仅仅是液体基础物理，他对于塑料制造、食品生产，甚至膝关节外科学也作出了巨大贡献。所有这一切都是因为他的专业技术，使他领会到了这种液体在不同环境里的重要性。这种能力自然而然地提升了他作为一名专家的价值。

如果我们没法找到一个专家，我们就必须再次回归群体的多样性。取平均值并不是利用这种多样性的唯一方法。如果问题的答案需要在几个可能的答案中进行选择，通常多数人的意见会得到认可。

多数意见与陪审团定理

当将多数意见作为决策的指导时，多样性的超凡魅力会得到充分体现。迈克尔·莫伯辛和他在哥伦比亚商学院的学生们制作了一个巧妙的演示。在每年的学院奖宣布之前，他让学生们投票选出自己心目中的12种奖励的获得者——不仅包括一些流行的类别，如“最佳男主角”，还包括一些不太有名的类别，如“最佳电影剪辑”或者“最佳艺术指导”。2007年，群体中个体的平均得分是5/12。而作为整体的群体，12个人中选对了11个！

为什么多数人总是正确的？其中有一个原因可以用《美国宪法》和两个主要制宪者——本杰明·富兰克林和托马斯·杰斐逊的故事来说明。

在设计宪法前，富兰克林和杰斐逊都曾在巴黎待过一段时间：富兰克林在1776—1785年作为美国传教士多次访问巴黎，杰斐逊在1784—1789年作为美国部长多次到访巴黎。他们两人都参与了负责制定第一部法国宪法（于1789年完成）的法国知识分子的讨论。其中一个知识分子叫马奎斯·德·孔多塞，他是美国哲学学会的一个通讯会员，该学会由富兰克林于1743年创立，至今仍在发展壮大。

THE PERFECT SWARM 多数意见

The science of complexity in everyday life

多数意见是指群体中多数人的答案总是正确的。采用多数意见作为决策的指导时，多样性的超凡能力会得到充分体现。当答案是几个选项时，群体中多数人的意见通常趋向于正确。

孔多塞原来是个数学家，但在富兰克林见到他时，受了改革经济学家安·罗伯特·雅克·杜尔哥（Anne-Robert-Jacques Turgot）的促成下，孔多塞已经被任命为巴黎造币厂的总检查员。在这个以路易十六法庭为特点的狡诈虚伪、充满诡计的环境下，杜尔哥并没有坚持多长时间，但是孔多塞成功了。而且，他开始为数学能够被用来支持人权和道德准则这一观念而着迷。

富兰克林到了巴黎后和孔多塞多次相遇，孔多塞在他的“社会数学”方面取得的进展给富兰克林留下了深刻的印象。富兰克林在参加一次晚宴时称之为“必须讨论的问题”。虽然当时尚未形成任何理论上的东西，但是随着1785年孔多塞的文章《按多数意见作出决定的概率分析》的出版，事情发生了变化。

富兰克林受孔多塞观点的影响很大，特别是他的数学证明——即现在人们熟知的孔多塞的陪审团定理。约翰·亚当斯告诉杰斐逊，孔多塞是一个“数学骗子”，但事实并非如此。孔多塞的陪审团定理如今已被认为是我们理解民主决策制定程序的基础。

孔多塞希望通过民主选择为理性公民接受国家权威找到一个数学理由。他认为最好的理由是，公民作出正确决定的个体概率是否小于作出正确决定的群体概率。他的定理似乎证明了，真实情况永远是

这样。

THE PERFECT SWARM 陪审团定理

The science of complexity in everyday life

陪审团定理最简单的表述是：如果群体中的每个成员都有高于 50% 的概率得出问题的正确答案（该问题只有两种可能的答案），那么，当群体人数增加时，多数裁决正确的概率会更接近 100%。

如果每个个体都有 60% 的概率得出正确答案，一个 17 人组成的群组中，多数人正确的概率将会上升到 80%；而一个 45 人组成的群组中，多数人正确的概率将会上升到 90%。

随着群体密度的不断增加，多数裁决趋于正确的概率会迅速接近 100%。当然，如果群体中的个体成员获得正确答案的概率不到 50%，多数裁决趋于正确的概率就会随着群体规模的增加大幅下降。在这样的条件下，找到最佳答案的最佳选择是，接受某个小组成员的意见并寄希望于这个意见就是最佳的。

孔多塞的陪审团定理是证明民主过程中群体智慧力量的极好数学证明，但是它依赖于五个重要的假定，其中有些假定和“群体的智慧”要求的虽不完全一样，但又很相似：

- 群体里的个体必须是独立的，不能相互影响彼此的观点。
- 群体里的个体必须是公正的。
- 群体里的个体必须尝试回答同样的问题。
- 群体里的个体必须见多识广，因而有高于 50% 的概率得出正确答案。
- 必须有一个正确的答案。

尽管陪审团定理曾经是（也将一直是）讨论民主如何能够更好地促进工作，达成一致决定的实实在在的出发点，但这些要求意味着陪审团定理只适用于一个有限的范围内的情况。法国大革命以后，孔多塞还建议将该定理作为陪审团审判国王的最佳方法。但是在关注报偿多于关注公平的环境下，陪审团定理却甚少使用。

孔多塞还将陪审团定理引用到了关于新的美国宪法下政府结构的讨论中。所有的制宪者都坚信的一点是，政府应该由两个议院组成——代表人民的众议院和代表国家的参议院。1787 年 11 月，美国宪法的副本传入巴黎时，孔多塞给富兰克林写信抱怨道，依照他关于决策制定的数学方法，两院制的议会是一种时间和金钱上的浪费。“增加立法机构的数量，绝不可能增加得出正确决策的概率。”

但有一点是孔多塞没有意识到的，即两院解决的问题是有细微差别的。美国最高法院在 1983 年关于两院功能的判断中对此作了明确解释：《伟大的妥协》（条款 I）规定了其中一个议院代表着人民，另

一个则代表着国家。换言之，众议院会提出“某件事对人民有好处吗”这样的问题，而参议院的工作则是询问“联邦政府或州是否很好地贯彻执行了某项规定”。两院解决的是有细微差别的问题这一事实推翻了孔多塞的论点——“两院中有一个议院是多余的”。

表面看起来，陪审团定理与陪审团机能本身有更多的关联，但是这里又出现一个关于陪审团如何设置的问题。为了更大程度地利用群体智慧，陪审员必须完全中立。这意味着，每个人都必须听取双方的辩论，然后在没有和其他陪审员商量的情况下单独作出判决。随后，这些判决将会被集中讨论，获得多数票的判决将会被采纳。

孔多塞曾经建议按照这种方式设置审判路易十六的陪审团，但是他的意见被否决了，而且据我所知，他的建议从来没有在法国或是其他地方试验过。这确实很遗憾，因为在得出结论前的陪审团的讨论缺乏群体智慧的重要基础——具有独立性。讨论有其自身的价值，它允许人们在理由充分的论据的影响下改变想法，但是其他力量也可能会发生作用。其中一种力量是遵从团体其他成员，或者是“群体思想”的社交压力，我在下一章将会对此进行论述。只要陪审员继续在下结论前讨论案情，就像电影《十二怒汉》里描述的一样，陪审团定理将会与他们的审议毫无关系。

游戏节目《谁想成为百万富翁》中可能会用到陪审团定理，尽管

多数时候我们的集体判断会比它更可靠。詹姆斯·索罗维基指出，“询问观众”一直以来都要胜过“询问专家”。因为这群“在周末下午没有其他更好的事做”的观众回答问题的正确率为 90%，而“专家”却只有 66% 的正确率。

这看起来是陪审团定理的理想案例：作出的选择是独立的；观众被认为是没有偏见的；所有的成员都在试着回答同样的问题；而问题是有明确的“正确”答案的。

我们不需要假设所有的观众都有高于 50% 的概率得出正确的答案。近期的调查显示，即使只有少数人知道答案，而其他人都在猜测答案，群体智慧仍然有效。

想要知道群体智慧是怎么工作的，那么就试着请你的朋友回答斯科特·佩奇提出的这个问题：彼得·托克、戴维·琼斯、罗杰·诺尔和迈克尔·内史密斯中，谁不是 20 世纪 60 年代门基乐队（the Monkees）的成员？

“数”说群体智慧

THE PERFECT SWARM

如果你向 100 个人问这个问题，可能会出现这样的情况，多于三分之二（又说 68 个）的人不知道答案，有 15 个人知道某一个门基乐队成员的名字，10 个人可以说出两个名字，只有

7个人知道全部三个成员的名字。非门基乐队成员是罗杰·诺尔，他是斯坦福大学的经济学家，他会得到多少票呢？

68个人中有17个人会随机选择诺尔为答案。15个人中有5个人会选他作为三个人中的一员。10个人中的5个会选他作为两人中的一员。剩下的7个人会选择他为答案。这样的话，诺尔获得的投票总数为34，比起其他人的22票，他算是占了大多数了。

因此，在这个群体里，群体智慧只能在少数有适度知识的人身上发生作用。也有可能就会出现这样的情况，68个人完全不知道答案，而剩下的32个人仅仅知道一个门基乐队的成员名字，因此，平均有28票选择诺尔，24票选择其他人。

分散性统计使得这种预测不太确定，但是随着组织规模的增大，差异性变得更有意义。当组织的规模达到百万时，占大多数的投票将会是一个非常清晰的导向，这就是为什么像谷歌和雅虎这样的搜索引擎，以及像 ditt.com 这样的网站会用它或类似的事物做分级向导了。

在非常严格的条件下使用陪审团定理是可行的，而在不同的情况下考虑多数投票是一个非常必要的出发点。现代分析构建在此基础上，并表示群体智慧可能比定理所展示的更有威力，只要我们确定是在适当的条件下使用它。在下一章我会提到，在要使组员间达成共识的时候，它是非常重要的。

THE PERFECT SWARM

The science of complexity in
everyday life

第6章

从乌合之众到群体智慧

群体共识

- 如果饭店门前没有停靠任何车辆，我们选择这家饭店用餐的概率很小；如果有一两辆车，我们兴许会停下来想一想；如果有许多辆车都停在那里，我们几乎会马上义无反顾地走进这家饭店。
- 选择最可行的表决方法，而不是最接近理想的表决方法。没有理想的投票方法，而且永远也不可能有。

当我还年轻且理想化的时候——我现在是年老且理想化，我参与了澳大利亚一个新政党的组建。我非常想贡献自己的一点儿力量，所以自告奋勇成为该党的政策协调员。

其他政党并没有政策协调员，但我们下决心做到尽可能民主，这就意味着我们必须考虑所有成员的意见。幸运的是我们并没有太多的成员，但即使如此这项工作也并不轻松。我决定利用德尔菲法使工作变得简单又有效率——这是在商业中广泛使用的一个工具，可以引导组织由协商到达成共识。

这个方法的基础就是将协商分为几个步骤：

- (1) 在小组成员间传播这一问题；
- (2) 收集反馈、建议和支持的论据；
- (3) 将收集的信息返回给小组成员并咨询他们的意见；
- (4) 如果可能的话，重复步骤(2)和步骤(3)直到达成共识。

我尽量将这一过程简化。我分发了关于为某些问题提供政策建议的问卷。我们安排了一组人将答案总结在一起，将之归纳成能概括大家主要观点的不同的选项，并将它们发下去以供投票使用。

但即使这样，我们的选项还是受到了质疑。一个组员甚至写到，这些问卷就18世纪词典编纂家塞缪尔·约翰逊写的议会辩论报告一样。这听起来并不像奉承之辞，因为约翰逊虽然抓住了辉格党和托利党辩论中的话语精髓，但是却虚构了实际的对话，并宣称自己“发现辉格狗们没有切中要点”。

我们的组员担心我们会做出同样的事情，写出带有主观偏见的总结。我们尽可能地向他们保证我们不会这样做，并随时欢迎他们来检查我们的问卷调查表。不必说，这并没起到多少作用，而这个政党也很快在民主尝试的重压下解体了。

我们的困惑反映了所有群体都会面临的一个最大的问题——在为了解决问题而不可避免地损失多样性的情况下，怎样将基于多样性的问题解决方法转化为具有一致性意见的实际行动？无论我们是否采用

平均数，是否接纳大多数人的意见，或是否找出知识最渊博的人并听取他们的指导，总是有一些人要牺牲自己的意见以使整个群体能够从群体智慧中获益。

有很多种方法可以使多样性转化为一致性。在这里我主要列举三个：

- 第一个就是顺其自然，并且按我们邻居中的大多数人的做法去做。
- 第二个是围绕这个问题进行辩论以达成一个合理的一致意见。
- 第三个就是使用群体智能。

让法定人数响应

达成一致的一个方法就是按照别人的做法去做，这里的别人是指知道自己在干什么的人。例如，徒步远行时，我们选择一条被多数人走过的路径而不是只有很少有人走的路径，是因为我们假设这条被多数人走过的路径更有可能是一群知道自己要去哪的人走的。同样，当蚂蚁使用费洛蒙来寻找通往食物源的路径时，它们也是使用之前被其他蚂蚁使用过的路径来指导自己的选择。

我们的主要目的是不迷路。蚂蚁和其他的群体性动物则有更重要的目的——寻找最好的食物源，寻找最好的栖息地，以及在寻找过程中避免被吃掉。

这些动物能够通过模仿其他更有经验的邻居的做法来为自己找到机会。但它们怎么知道谁更有经验呢？它们唯一的准确线索就是有多少同类同样在模仿它们。

20世纪80年代，莫斯科出现基本商品短缺时，莫斯科人也用了这样的方法。^①走在街上，如果看到一个或两个人站在商店外面，你或许会继续走。但如果你看到三个或四个人站在商店外面，这就是一种信号，预示着这个商店一定有某种东西在出售，而其他人也会加快步伐赶到队伍中去，瀑布效应使得商店外面很快就出现了一条长龙队伍，尽管并不是队伍中的每个人都知道商店卖的是什么！这种瀑布效应被动物行为学家称为“法定人数响应”。

THE PERFECT SWARM 法定人数响应

The science of complexity in everyday life

法定人数响应是指“动物展示一种行为的可能性是已经展示这种行为的其他动物数量的非线性函数”。简单来说，一个群体达成了共识，每一个个体对某一选择的倾向性随着已经选择了这一选项的其他组员的数目急剧增长（非线性）。法定人数响应并不只是动物们所特有的，人类大脑中的神经元对它们的邻居的行为也表现出同样的响应。

法定人数响应是尚在研究中的复杂性科学的一个例子。其基础在

^① 在第二次世界大战后的经济紧缩时期，英国人也使用这个方法。当时在牛津求学的诗人菲利普·拉金（Philip Larkin）写道：“早餐后到博德利图书馆订书，再去为购买蛋糕或香烟排个队已经成了一种惯例。”——作者注

于局部相互作用，非线性反映，积极反馈，以及整体模式的显现。我们关心的是这个模式是否有用。

在自然界，法定人数响应确实非常有用。它能够保持群体的连贯性，而且有许多好处，如防止掠食以及保持群体决策的一致性。明显的非线性反映同样能够确保选择制定的速度以及准确性（如果先作出反应的个体已知决策的准确性）。

动物可以借助法定人数响应在速度和准确性之间作出选择。如果时间很关键，速度就相对重要了。计算机模型显示，只对少数邻居的行为作出反映就能够达到必要的速度。如果有足够的时间，也可以等待更多的邻居作出选择，然后再作出与其相同的选择。

我们中的很多人在一段长途驾驶之后选择吃饭的地方时就使用了法定人数响应。如果路边餐馆边上没有停靠任何车辆，我们很可能也不过去。如果有一两辆的话，我们兴许会停下来。如果有许多车辆都停在那里，我们几乎肯定会停下来，因为这里存在这样一个假设——停了很多车说明这是一个不错的饭店，或者前面可能没有其他吃饭的地方了。无论我们停在哪里，我们在那里的停车总量上又增加了一辆，因此也就增加了其他车辆也停下来的概率。

我们也可以使用法定人数响应在速度和准确性之间作出权衡。比如，我现在感到非常饿，我可能就会暂时不顾饭菜的质量随便选一家

门口停有一两辆车的饭店。但如果我不是那么饿，我就有可能继续开下去，寻找一家门口停有更多车辆的饭店。

我相信车主将会使用某种独立搜集信息的形式来选择特定的饭店。他们可能以前就到过这里，或者看到过什么说明，或者听他们的朋友说过有这么一个地方。如果他们都使用与我相同的策略，将其他就餐人的数量作为饭菜质量的保证，我们可能都会对饭菜感到失望。在这种情况下，最先到的一批人是随意挑选的饭店，而接下来的我们就是盲目地追随他们的选择，就像电影《白色荒原》(*White Wilderness*) 里从悬崖上如瀑布般倾泻而下的旅鼠一样。^①

个人无可靠的独立收集的信息但相互依赖的现象被称为信息化瀑布（被叫做非信息化瀑布可能会更好一些）。一些无良的店主曾经发起过这样的瀑布，他们在自己的饭店门口停放许多自己的车以吸引顾客。这就引出了法定人数响应的一个基本问题——若要使这个原理有效，我们必须能够信任那些我们决定是否要模仿的人的可信度和知识。

有时这是很显而易见的。如果我们在一个陌生的环境里突然遇到了暴雨而急于寻找一个避雨的地方，跟随人流通常是一个好方法，因为这些人有可能就是知道他们在做什么的本地人。

^① 《白色荒原》讲述了旅鼠自杀的故事。当然，这个故事是虚构的。当一大群迁徙的旅鼠到达悬崖边，真实情况是后面的旅鼠施压并推挤前面的旅鼠跳下悬崖。它们虽会游泳，但精疲力竭之时就会被淹死。——作者注

通常，如果我们有共同的目的，无论是寻找食物、栖息地或者是一个廉价商品，跟随人流都是一个好办法。像蟑螂、蚂蚁和蜘蛛这样的动物不经常购物，但是它们在寻找食物和栖息地时能够成功地使用法定人数响应。我们也可以这样，在其他很多情况下，我们也可以做得更好。^①

法定人数响应有它的用处，但是我们经常能在自行判断时通过分解进一步改善它。正是相互独立和相互依赖给了我们最好的机会。比如，当我们计算有多少人在使用餐馆时，我们可以将查看厨房是否干净，或者观察就餐者的脸色和他们餐盘里的食物外观等信息作为补充。

互相依赖指的是“个人依赖他人的决定做选择”。事实上，这是小组决策制定的基础。实验表明，我们生来就倾向于依赖他人的决定和行为来决定自己如何实行。

“数”说群体智慧

THE PERFECT SWARM

斯坦利·米尔格拉姆的“凝望虚无”实验证明，路上只要有一个人向上凝望六楼的空窗户，就会诱使 40% 的行人同他一起凝望；如果有两个人向上凝望，“模仿者”的比例将上升到 60%；有五个人凝望的时候，“模仿者”的比例为 80%。

^① 例如，一只蟑螂会离开一个栖息地去寻找另一个更好的栖息地，这和可能性会随着使用此地的其他蟑螂的数量而急剧下降。——作者注

然而，这不是法定人数响应。按照法定人数响应，当两个人向上凝望时，行人向上看的可能性会比只有一人向上凝望时的两倍还多。结队行进的僧帽猴的行为更像是法定人数响应，如果选择某一方向的邻居数量翻倍，它们复制邻居的方向选择的可能性也简单地翻倍。

猴子们没有使用法定人数响应，而是由统治集团、先前经验和社交互动混合指导。这与人类的情况非常相似。

相互独立和相互依赖的相互作用

相互独立和相互依赖的相互作用为我们创造了最好的机会，蜜蜂在寻找一个新的巢居地点时也成功地利用了这一点。一个由几百名侦察兵组成的“寻居委员会”视察潜在巢居地点，然后回来表演著名的“8字舞”。它们最初的寻找是随意的，舞蹈也是独立的。但当舞蹈活动建立起来后，它们更倾向于视察别的蜜蜂公告的地点。高质量的地点被越来越多的蜜蜂拜访，然后指引这些地点的舞蹈变得更长，直到最终达成共识。

群体行为实践

我们可以通过询问那些刚从饭店里出来的人对这个饭店的想法，来得到更多的补充信息。当然，他们可能不会告诉我们实话，特别是当饭店的老板是他们的朋友时。如果我的妻子温迪与我一起的话就无

所谓了，因为她好像能够直接从身体语言中辨别谎言。当然，她也能够直接看穿我。她有可能就是科学家们发现的那四分之一的人，这类人能够随时直接识别别人的身体语言。

无论我们如何收集信息并形成我们的思想，当我们是小组中的一份子时，我们就必须将所有人的信息和思想翻译成某些一致的行动。

如果这个小组受控于一个独裁者（可能仁慈也可能不仁慈），那么要达成思想的一致就非常简单。

当我还是个孩子的时候，有一次全家人出去就餐，我们为了要去哪家餐馆吃饭而争论不休，直到我的父亲绝望地说道：“我们就去这家。”但在其他时候，一旦我们把全部的想法都说出来，并附上我们的论据，他就会采取投票的办法。

投票模式

“投票”是达成一致的最民主的办法。然而，在选择合适的投票方法和避免群体思想时却有许多陷阱——这是一种普遍的现象，社会压力会迫使群体成员用扭曲的方式进行思考，过早和错误地下结论。我将审视投票方法里的问题，看看我们该如何应对令人畏惧的群体思想。

证据显示：所有的投票方法都有缺点。因此，我们也可能会选择某些简单的、适合于特定情况的方法，并将之贯彻执行。

将大家集合起来进行投票的想法要追溯到 2 500 年前，当时古希腊的雅典城正在为西方文明打下基础。雅典城的居民有两个伟大的想法：

- 凭运气抽名字选择他们的政治领袖。
- 通过一年一度的否定投票去掉表现最差的人。

否定投票就是在这一块破陶片上写上要去掉的政治家的名字。在事先商定的那天，自愿投票的人来到雅典市政中心交出他们的陶片以供计数。在统计的六千张投票中，那个不幸得到最多票的政治家在随后的十年内被禁止入城——换句话说，他们被以陶片投票的方式放逐了。

这个系统的主要思想就是破除那些阻碍达成一致思想的投票僵局。但是在与斯巴达的战争期间，这些系统都被废除了，当时一个叫尼西亚斯（Nicias）的政治家破坏了岌岌可危的和平状态，但是另外一个叫做亚西比德（Alcibiades）的政治家却想要恢复以前的无战事状态。这样，人们便因为这个问题分为了两帮，一个需要决定放逐哪个人的投票就开始了，这为以后的决定铺平了道路。

尼西亚斯和亚西比德通过敦促他们的支持者投票放逐第三个名叫海柏波拉斯（Hyperbolus）的政治家来作出回应。海柏波拉斯被放

逐了，但是问题依然没有解决。在得到这个灾难性的结果后，人们发现这样的放逐制度是可以被操控的。虽然它依然被保留在法令全书中，但它再也没有被使用过。

而且，操控只是投票系统需要面对的一个问题，另外一个问题是统计，它以投票悖论的形式出现。

THE PERFECT SWARM 投票悖论

The science of complexity in everyday life

投票悖论是由马奎斯·德·孔多塞发现的，他指出当有三个或三个以上的选择时，投票可能会导致前后矛盾的结局。

假设有三个变量 A, B, C。孔多塞要证明的是，即使每一个投票人都有明确的选择顺序，但将所有的投票都放在一起时，依然有可能出现这样的局面：A 打败了 B, B 打败了 C, 而 C 又打败了 A！

当出现三个或三个以上选择时，投票悖论并不是唯一的悖论。如果大多数的投票都已统计了，胜出的选项就是获得最多选票的那一个，但在选举中，少数派胜出的情况不仅可能，而且经常出现。

在识别这些悖论以及它们所产生的影响时，小孩子的反应比成年人更快。伊利诺伊大学数学家唐纳德·萨里（Donald Saari）在将这些悖论数据展现给一班四年级的学生时发现了这点。

萨里使用了下面这个例子。一个组中有 15 个孩子，他们要对今晚收看哪个电视节目进行投票选择，他们每个人只能选择一个节目秀来看。萨里问这些四年级的孩子如果投票结果是下面这样的，他们应该看哪个：

- 6 人选择：第一位 Alf；第二位 Flash；第三位 Bill Cosby。
- 5 人选择：第一位 Bill Cosby；第二位 Flash；第三位 Alf。
- 4 人选择：第一位 Flash；第二位 Bill Cosby；第三位 Alf。

大多数的投票显示 Alf 是获得认可的，但是四年级的孩子们强烈反对这个建议。“Flash！”他们喊到——他们达成了一致。Flash 可能在得票数上排名最后，但是 15 个人中有 9 个人认为它优于 Alf，有 10 个人认为它优于 Bill Cosby。

这个简单的故事说明了投票系统存在的一个问题——投票者中的大多数愿意以他们不想要的选项作为结果。孔多塞的悖论还指出了一个更加令人费解的问题。

假设孩子们的投票是这样的：

- 5 人选择：第一位 Alf；第二位 Bill Cosby；第三位 Flash。

- 5人选择：第一位 Bill Cosby；第二位 Flash；第三位 Alf。
- 5人选择：第一位 Flash；第二位 Alf；第三位 Bill Cosby。

现在 Alf 在投票上以 10 比 5 压倒 Bill Cosby，而 Bill Cosby 则以 10 比 5 的优势压倒 Flash。因此 Alf 应该是压倒 Flash 的，对吗？错了！正如四年级的孩子们指出的（他们是喊出来的），简单的计数显示 Flash 以 10 比 5 的选票计数压倒 Alf！

四年级的孩子们指出的悖论并不仅仅是学术谜题，它们常常出现在真实世界的投票中，无论是投票选择政治家还是委员会投票作决策。而且情况变得更糟了，简直糟透了。

诺贝尔奖获得者，经济学家肯尼斯·阿罗（Kenneth Arrow）发现了一个更加不受欢迎的复杂问题。阿罗是圣菲研究所的奠基人。1950年，阿罗指出投票悖论不仅仅是规则的一个例外，它更是一个更广的悖论的一部分，而这个悖论就是规则。

阿罗首先观察人们想从一个理想的投票系统中得到什么。他的完整的标准清单（已经把他的专业术语简化了）是：

- 完整性：如果有两个选择，投票系统应该总是让我们选择其中一个而淘汰另外一个。

- 一致性：如果每个个体都选择一个而排除另一个，那么他们的综合投票就应该反应这个选择。
- 非专制性：最终结果不能建立在某个个人的偏好上而不顾及其他人的想法。
- 可传递性：如果综合后的投票结果显示社会选择 X 而淘汰 Y，选择 Y 淘汰 Z，则同样应该产生这样的结果，即选择 X 淘汰 Z。
- 不相关选择的独立性：如果有三个选择，那么任何两个的排名顺序不应受第三个选择的排序的影响。
- 广泛性：允许任何可能的个体为选择排序。

这些标准中有许多看起来可能很琐碎，但是它们在民主制的投票下都是很合理的。然而，阿罗在他的不可能定理（也被称为社会选择的悖论）中证明了我们不能同时满足以上六点。比如，如果我们进行多数投票选举，投票悖论显示我们就不能具备第四点可传递性。如果我们在争吵时使用了我父亲的专制方法，我们就不能满足第三点了。

毫无例外。我们不禁困惑了，无论我们采用什么样的投票系统，阿罗的清单上总有一点是要被排除在外的。

阿罗在 1972 年的诺贝尔获奖演说中说道：“社会选择的悖论的复杂性依然不清晰。当然，也没有什么简单的方法。我希望后人能够将其视为一种挑战而不是一个令人沮丧的阻碍。”

在发现悖论的 1950 年以前，民主必须有适当的妥协这一点就已经非常清晰了。前英国首相温斯顿·丘吉尔在 1947 年的演讲中说道：

在这个充满了罪恶与敌人的世界里，人们已经尝试过建立多种形式的政府，而且还将继续尝试下去。没人敢说民主就是完美的或是最明智的。实际上，民主是最差的政府形式，除了所有已经尝试过的政府形式以外。

阿罗的不可能定理的发现，揭开了民主的一个难题。他的发现已经成为自实施民主以来执行民主的最佳折中方案的讨论基石。从小规模的实践民主的观点出发，悖论的意思就是说我们永远不能希望达到完美，我们所能做的就是选择一个简单的、对我们的目标而言合理的投票系统，然后坚持使用它。我父亲最初使用家庭多数投票制来选择餐馆，后来他让我们每个人都“专制”了一次。

当民主的规模稍大时，我个人的观点是简单性有点被高估了。例如，“最高票者当选”很明显要比选择性投票系统简单得多，候选项在选择性投票系统里依次排序，最不受欢迎的候选项就从清单底部被清除出去了，他们的第二选择再从剩下的候选项里选取，然后就是重复同样的过程直至胜者出现。

大多数人都认为选择性系统更公平的。“最高票者当选”更适合于大的党派，对小的党派来说是没有效率的，因此“最高票者当选”将会一直适用于美国和英国这样的国家。

即使是这个世界上最完美的投票系统，仍然有相当多的人为因素要考虑在内。人们可能战术性地投票，形成投票团体，或者受到性格而非事件的影响。所有这些都是游戏理论涉及的，这些在我的书《剪刀，石头，布：趣味博弈论》(Rock, Paper, Scissors) 里面有提到。尽管这样，在各种因素中，有一个人为事件会持续地削弱我们利用群体多样性达到最佳一致性的努力。这个事件就是群体思想。

THE PERFECT SWARM 不可能定理

The science of complexity in everyday life

不可能定理由诺贝尔经济学奖得主肯尼斯·阿罗提出，定理指出，如果众多社会成员拥有不同的偏好，而社会又有多种可选方案，那在民主制的投票下不可能得到令所有人都满意的结果。

群体思想

当群组内的成员由于社会压力而形成一种“自欺欺人，强迫性同意，以及与群组价值观和道德观一致”的思维模式时，这种现象被称为群体思想。小组内的成员被迫同意一个一致的想法，而且无论如何都会坚持下去。最终结果就可能会是 MAD^①(相互确保欺骗)，因为群体内的成员否定了在群体外的人能够清晰看到的证据，而去坚持事实上

① “mutually assured delusion”的缩写，由普林斯顿经济社会事务专家罗纳德·贝纳布(Roland Bénabou)发明。——作者注

并没有多少根据的信念，然后成了“一群盲目自信和故意视而不见的群体的牺牲品”。

人们经常引用的一个例子就是美国总统小布什妄想伊拉克战争会在短期内结束，因为美国军队作为解放者将会受到当地民众的热烈欢迎。根据调查员鲍勃·伍德沃德所说，导致后面这件事情的群体思想因素包括：“……切尼的支持和鼓励，智囊团也说萨达姆持有大规模杀伤性武器……而且小布什将此视为一个绝佳的机会，可以完成一个私人的梦想。”

非军事性的例子包括麦道夫 500 亿美元丑闻，投资者一致自欺欺人地认为他一定会站在他们的立场去行骗而不是只站在自己的立场上。还有信贷紧缩，信贷机构也一致自欺欺人地认为房价会一直无止境地增长下去，那些不良贷款最终也会因为持续增长的市场而失去毒性。

当耶鲁经济学家欧文·詹尼斯（Irving Janis）在 1972 年首次提出“群体思想”这个概念时，他将其主要特征列示如下：

- 一致性的压力，例如，让人觉得如果不同意群体的思维方式和结论就会受到排挤的威胁或实际制裁。
- 群体内思想的封闭性，以致于任何的质疑都将被排除。
- 高估群体的实力，认为群体很强大、很英明、比其他群体都要高级，甚至可以说是无懈可击。

诺贝尔奖获得者理查德·费因曼（Richard Feynman）在加入 1986 年“挑战者号”灾难调查组时就感受到以上三种特征。当费因曼决定亲自去调查而不是干坐着等待开会后，委员会主席、前国务卿威廉姆·罗杰斯评论说：“费因曼变得让人头疼不已。”

费因曼调查的关键是要与负责项目的科学家和工程师谈话。他很快就发现，在美国国家航空航天局内有许多关于航天飞机的安全问题的不同观点。他在最后的报告中说：

对于会造成飞机以及人类生命损失的故障概率，人们有着截然不同的观点。这个范围粗略估计是在 1/100 到 1/100 000 之间。较高的数据来自工程师的估算，而较低的数据源于管理层的估算……

如果管理层人员能够很好地意识到这些不同的意见并且参照它们来作出更好的决定，灾难很有可能不会发生。然而，管理层人员往往会受制于群体思想的第二条：群体内思想的封闭性，以致于任何的质疑都将被排除。这便导致了最后报告中说明的情形：尽管美国国家航空航天局和其承包商莫顿聚硫橡胶公司都知道存在一个设计缺陷，但是在群体思想的第三个特征影响下他们选择忽略其潜在的危害。该特征是：高估群体的实力，认为群体很强大、很英明、比其他群体都要高级，甚至可以说是无懈可击。

由于费因曼独立行事，与科学家和工程师进行了谈话，失败的真

正原因才得以披露。费因曼并没有得到所有的信任。他后来意识到与他交谈过的科学家和工程师都对他最终的结论造成了一定的影响。费因曼的论据和问题都给他们提供了逃离压抑的氛围和国家航空航天局的群体思想压力的信心，但科学家与工程师至少在某一程度上给费因曼指明了正确的方向。

如果费因曼没有摆脱罗杰斯对委员会成员施加的高压手腕独立行事的话，他可能永远都得不到结论。罗杰斯似乎早就决定要关注国家航空航天局的行政管理，并且忽略一些技术性细节。当他发现费因曼与技术人员谈话时，他命令费因曼停止这么做。但是在那时，费因曼已经得到了他想要的全部信息。

费因曼用材料样品做了一个示范，这种样品能够给燃料箱提供柔韧的封口，防止燃油泄漏造成灾难性的爆炸。他用夹钳将样品压缩，并将之浸在一杯用来饮用的冰水中。用他自己的话说：

我从封口那取走这东西，然后放到冰水中。我发现只要在上面施加一段时间的压力然后放开，它就无法再伸展开了。它会保持这个大小。换句话说，如果让这种特殊材料在温度为 32 度的环境中停留几秒，或者是更长时间，它就没有恢复性了。

换言之，这种本来能提供柔韧封口的材料只要浸在冰水中就会变硬变脆，更不用说暴露于外太空的温度下了。

费因曼的行动似乎摧毁了群体思想——群体思想认为委员会仅仅需要处理沟通不畅和基本程序等行政问题。然而，要真正废止群体思想的难点在于：事实证明，委员会的最后报告仍将关注点放在这类问题上。直到费因曼威胁要将自己的名字从报告中去掉时，他才被允许添加一份附录用于阐述技术问题。

美国众议院科技委员会重新审阅了罗杰斯的报告，并得出结论：“导致‘挑战者号’发生事故的根本原因不在于沟通不畅或是罗杰斯委员会指出的基本程序问题。真正的问题在于 NASA 管理层和承包商多年以来的不良技术决策，他们没有果断地解决日益严重的固体燃料火箭助推器接头上的异常问题。”此时，附录才发挥了迟来的作用。

后续事件进一步展示了群体思想实施的隐蔽操控。尽管有这样一份糟透了的内务委员会报告，但是根植于 NASA 管理文化的群体思想仍然继续存在。这一次的技术问题是航天飞机储罐的隔热泡沫碎片不断脱落。根据美国国家航空航天局的规章制度，在发射之前必须解决该问题，但是问题虽未解决，发射仍然被批准了。

让人痛心的、无法挽回的结果就是，2003年2月1日，哥伦比亚号航天飞机失事。灾难中，一块泡沫碎片脱落，击中飞机左翼，破坏了机翼隔热保护系统。结果，在返航中机翼过热，导致整架飞机解体。

后续事故调查委员会再次批判了美国国家航空航天局的决策制定

和风险评估程序。其结论是，组织架构和程序存在众多缺陷，无论谁处于决策制定的关键位置都会作出安全方面的让步。美国国家航空航天局中好像没有发生什么真正的改变，尤其是植根于群体思想的过度自信。

然而，费因曼的例子表明，摆脱群体思想虽然很难，但并不是没有可能。除了要拥有钢铁般的意志，更关键的是要暂时跳出集体环境，独立思考和自我总结，然后再回到集体中分享你的结论。

并不是说这样做很容易。有时候要做到这一点根本不可能，但事在人为。不是说效果总是同人们预期的一样。在费因曼调查研究的过程中，他写了大量短篇科学报告，并发给委员会秘书公布。但当他向委员会成员询问他们对报告的看法时，他发现那些报告被束之高阁。

我做过类似的事，并且更失败。当时我被邀请加入一个由英国科技局组织的科学家座谈小组，“集思广益”讨论未来研究中可能有发展的领域。我们非常严肃地举办研讨会和类似的座谈会，并在危急关头为特定领域投资。

尽管我不相信未来的研究道路可以用这种方式（或任何其他方式）预知，但我为被邀请而感到荣幸并按时参加了这个小组。不仅如此，我很快发现自己满腔热情地融入小组思潮并产生了重大研究进步最可能来自何方的想法。

群体思想的效果如此强大，以致我们大多数人都认为自己小组的表现比其他小组要优秀得多。直到离开小组，我才可以整理思绪开始思考这一切是多么的愚蠢。

我立刻坐下来给组织者和小组成员发了一封邮件，但唯一的结果便是我再也没有被邀请。和费因曼一样，我现在转而以书籍、文章和广播的形式写自己独立的附录，让人们了解科学是如何工作的，而非管理者认为它该如何工作。

然而，群体思想可能以一种弥漫于政府和社会各界的信念形式打败我，现在它已经开始蔓延到科学本身了。这个信念是：有用的科学仅源于从一开始就关注其潜在应用。如果我们总以此信念指导工作，也不问关于物理和生物世界如何运行的尖锐问题，我们可能不会有 X 射线、抗生素、收音机、电视机或有着可充气轮胎的小汽车。我只列出了一小批发明物，它们源于一些看不见答案的问题。

詹尼斯相信群体思想主要是“高智商群体”的一种表现，比如那些政府决策者，成员的好处就是获得“令人陶醉的级别”。詹尼斯同样相信群体思想主要局限于以下三种情况：

- 群体将自身与外界的批评隔绝；
- 外部威胁施加了高压；
- 群体有很强的凝聚力。

但是詹尼斯错了。群体思想无处不在，当我们检查它的特点时我

们就可以轻而易举地看到。

群体思想无处不在

与社会群体思想对人们待人态度的影响相比，社会群体思想对我作为科学家的影响不值一提。这类群体思想的示范出自加拿大麦吉尔大学的心理学家唐纳德·泰勒和印度德里大学的心理学家瓦诗纳·雅奇（Vaishna Yaggi）进行的一项研究。他们要求印度南部志愿参与研究的印度和穆斯林学生阅读故事，这些故事将每个小组中的成员描述成正面或反面人物。然后问学生，他们认为什么是导致故事中人物好的行为或坏的行为的原因。

如果故事是关于自己社会小组中某一成员的坏行为，人物的失败便被归咎于外部原因。如果故事是关于其他小组的某一成员，他的失败便被视为该组的典型失败。描述好行为的故事就正好相反。好行为被视为自己小组的特点，但如果是其他小组某一成员的好行为，那就是由外部因素导致的，与个人无关。

这种态度能反映传统的简单自负和一个社会的态度，或者它们可将我们带离种族歧视，激烈的民族主义和宗教偏见的歧路。它们是我们复杂文化的一部分，但它们会致使文化无法发挥最大潜力，因为其

反映的小组态度是多样性的对立面，而正是多样性赋予我们作出正确小组决策的最佳机会。

不幸的是，社会上充斥着群体思想。它在家庭、地方社区、帮派和党派中发挥着危险的影响。例如，少年科里·德兰尼通过网络组建了一个党派，最终以醉酒的年轻人毁掉他父母的房子而告终。此案例中的社会压力是睾丸素分泌旺盛的年轻人互相推搡，以有趣为名，实施越来越令人麻木的破坏公物行为。这件事的一个离奇和十分矛盾的结局是，一个广告代理商搜索出德兰尼，并将他包装成党派的专业组织者。

我可以做些什么来避免群体思想的毁灭性影响呢？这个问题很有难度，因为小组制定决策时，我们的选择总依赖于别人的选择。我们这样做的时候就失去了部分独立性，小组也失去了部分多样性。如何使得集体在保存独立性的同时又可达成共识？研究共识的专家大卫·森普特（David Sumpter）指出这就是位于集体主义中心的悖论。

这个悖论可以被克服吗？欧文·詹尼斯认为可以，并论证了一个过程，这令人联想到了德尔菲法。他的想法很简单：让小组中每个人独立地收集信息（和费因曼做的一样），然后在向少数集中评估人展示行为过程和行为原因之前，制定出一个推荐的行为过程。

在理论上似乎很完美，但你会相信一个集中评估人，然后真实地展示你的观点吗？我们的政党成员显然不会这么做。费因曼在发现他

的科学报告被束之高阁而没有被加以利用之后，他也不会这么做。两个案例中，他们遭遇了同一个难题，这个难题多年前已被博弈论者破译——一个独立的仲裁者偶尔可以帮忙解决一个难题，但大多数情况下，仲裁者反而会成为问题的一部分。

如果我们无法仰仗领导或独立的仲裁人顾及我们的多样性，我们还可以做些什么使得多样性到一致性的道路畅通呢？有一个选项就是群体智能。

THE PERFECT SWARM 群体思想

The science of complexity in everyday life

当群组内的成员由于社会压力而形成一种“自欺欺人，强迫性同意，以及与群组价值观和道德观一致”的思维模式时，这种现象被称为群体思想。

群体智能企业

群体智能与集体智能只有细微差别。正如前面看到的，集体智能是一条利用小组内的多样性优势解决问题的途径。群体智能是小组内个体成员在局部相互作用中产生的一种自发现象。群体企业显然利用了两者的优势。

典型的示例是万维网。麻省理工学院管理学院的研究员彼得·哥

罗尔（Peter Gloor）和斯科特·库柏（Scott Cooper）认为，早年万维网爆炸性扩张的原因如下：

如果有人因为想要完成一个可以扩展计划的有用想法——例如，加入到万维网的浏览器和服务器的，群体智能可以满足和支持其努力。这个理念里不存在管理结构或者专有所有权。每个人都密切关注这项事业，而非排名、薪水、地位或金钱。他们只想完成工作，最终他们用自己的创新改变世界。

多样性解决了这些问题并提供了创新。复杂性科学的法则完成了余下的工作，它有一个自发产生于行为和局部规则交流的极其复杂的网络。

传统企业纷纷效仿。例如，宝马公司将工程挑战贴到它的网站上，消费者和公司设计师合作找到一个创新的解决方案。福特、波音、宝洁、拜尔斯道夫（Beiersdorf）和雪佛龙-德士古利用了复杂性科学的先进性优势为他们的某些操作设计新的“群体智能”通道。使用这一创新通道的传统公司正在持续增长。

合作企业是集体智能和群体智能综合效应的又一示例。这些企业属于合营性质，并由企业成员民主控制。据全球合作运动的网站称，合作企业是贸易企业，它们提供货物和服务，并产生利润，但外部股东无法获得这些利润，如同许多拥有企业的投资人一样，成员控制企

业并民主决定利润应当如何使用。合作企业将它们的利润投资于商业、社交、成员教育、社区或环境的持续发展或更大范围的社区福利。

今天，合作化运动是“一股全球势力发展着并在全球雇用了近 10 亿员工。据联合国估计，全球一半人口的生计因合作企业得以保全”。

在瑞士，米格罗大型超级市场连锁店的 200 万消费者（总人口为 700 万）是合作企业的员工，帮助该企业从自组织发展起来。

在所有这些案例中，组成群体的个人将自己视为利益相关人而非股东。利益相关人被定义为任何可影响创新或被创新影响的当事人。在一个传统的企业中，当事人不仅包括股东，还包括员工、消费者、供货商、合伙人甚至竞争者。

改变观点即改变平衡。利益相关人将自己视为内部人。因为如果股东看到有利可图，他会卖出股份，或者同意接管。但利益相关人则不愿意这么做，因为作为企业的一部分，他们会改变和失去一些东西。

利益相关人将自己视为群体成员，体会到一种家的感觉。心理学家可能会说这唤起了我们所有人内心深处的某些东西。无论人们因何种理由希望属于一个群体，利用这种力量的企业都飞黄腾达了。其中一些，如维基百科和古登堡计划（Project Gutenberg，一个将古典文学放到万维网上的企业）不是为了赢利。另外一些，如亚马逊，旨在用群体法则赢利，包括允许发帖评论商品以便其他消费者阅读，基于

有相似购买模式的个人购买物向消费者发送其可能喜欢的建议。

群体想法并不局限于单个企业，也可以应用于一组企业，亚马逊就是一例，前提是必须建立良好的环境，提供一个企业可以用群体方式交流的平台。

群体企业与传统企业的法则在三个方面有着根本的不同：

群体企业得到权利是因为先放弃了它。换言之，手握权利的是利益相关人，而非企业本身。类似亚马逊和易趣的企业就是这样赚钱的。它们为更多的传统零售商提供了一个商业平台。它们协助建立一个网络，然后让买卖双方使用这个网络，同时推出产品推介、法规遵从、风险管理和解决冲突等功能。

群体企业愿意同群体分享并支持群体。开放源代码软件就是一个例子。例如，IBM 每年为支持发展可自由获得的 Linux 操作系统花费 1 000 万美元。长期成果是 IBM 从使用 Linux 的设备中获得了更高的销售额。

群体企业将其成员的福利置于赚钱之前。例如，大型生命科学公司诺华公司（山德士和汽巴 - 嘉基的合并企业）在 1996 年成立了一个风险投资基金，用于鼓励因企业合并而失业的研究人员和工程师去创建自己的公司。公司群体最终支付给该基金真实红利，但如果没有起初基于慈善的赌博，这些便不会发生。

群体企业的法则可以应用到个人生活中吗？一条途径是更有效地使用我们所属的各种网络，从家庭到 facebook，从密友到更广的熟人圈子。在下一章中，我调查了如何像操作综合应用系统一样操作这些网络，以及如何最有效地使用它们的指导法则。

THE PERFECT SWARM

The science of complexity in
everyday life

第7章

一张没有蜘蛛的网

网络世界里的群体智慧

- 信件传递实验中，有24 163条关系链参与实验，其中384条关系链完成任务，完成率只有1.5%，因为大部分人缺乏完成传递的动力。
- 关注网络中的核心比关注个人更加有效，让个人节点“更适合”自己的目标，从而为关系链延续下去提供永久动力。

在 我只有十几岁的时候，父亲便与我进行了一次“男人与男人”的谈话。我尴尬地跟着他进了书房，希望他要跟我谈论关于鸟类和蜜蜂的主题，这是一个我确信自己比他了解得更多的学科。但他其实是想跟我讨论我的未来。

父亲的话尽是金玉良言，有的建议我受用至今。我经常记起的一条是“生活中成功的秘诀在于拥有良好的连接”。过去，他一直想要灌输给我的理念就是：如果你不知道谁能够帮助你解决问题，那么你至少要知道谁能够找到帮你解决问题的人。我的父亲正是用这种方式建造了属于我们的第一座房子。

在这项工程中，父亲自己完成了大部分的工作，并召集了多年来他建立的关系网中的朋友，甚至是这些朋友的朋友。这个关系网是一个非常强大的网络，因为这个网络中的人是互相帮助的。他们每一个人都知道我的父亲能够修理手表和珠宝；反过来，他们也非常乐意成为我们家的木匠、管道工和电气技师。

这个关系网覆盖的范围并不是非常广，刚好一百个人。大多数人居住在距离彼此仅几公里的地方，而且他们互相认识。而在我的职业生涯中，我建立的科学方面的朋友和同事关系网并不比父亲的关系网更强大，而且我的关系网中的大多数人也是互相认识的。当我遇到不能独立解决的数学问题时，我知道应该找谁帮忙。反过来，如果有人想要使用我开发的某个工具，他们也会来找我。

尽管我们中的很多人都居住在不同的国家，但是这没有关系。我们依然处在一个紧密连接的小型网络中，并且与无数个更大的网络连接在一起。万维网以及作为其一部分的互联网都是最大的网络。^①同时，我们还使用电话网、运输网、航空网和道路网传递信息、材料和货物。

^① 通常，万维网和互联网是同义词，但它们的含义其实不同。互联网是计算机、电线、软件、卫星等连接在一起的网络，通过其硬件和软件传输信息和资料；而万维网则是一个由各种网站连接在一起的网络，它是互联网提供的服务之一。——作者注

这样的网络在不同程度上属于自组织，引用网络科学创始人艾伯特-拉斯洛·巴拉巴西（Albert-László Barabási）^①贴切的描述即“一个没有蜘蛛的网”。有些网络，如互联网和万维网，似乎呈现出自己的生活。它们共同的特点是：都属于网络这个整体，而非单独的个体。比如，著名的“六度分隔”理论认为世界上所有的人都是连接在一起的。直到最近十年，人们才开始正确理解这些网络的特点以及它们与我们日常生活的关联。

实际上，首次提出“六度分隔”这个概念的哈佛大学和耶鲁大学心理学家斯坦利·米尔格拉姆从没使用过这个短语，他称之为“小世界现象”。此外，社会学家马克·格兰诺维特（Mark Granovetter）认为将这个社会联结在一起的并不是群体之间紧密的联系，而是跨越两个或两个以上社区的人之间脆弱的联系。

匈牙利作家卡林地·傅里杰士（Karinthy Frigyes）于1929年发表的短篇小说《链接》（*Láncszemek*）的基础思想即：世界上每一个人至少与5个熟识的人联系在一起。巴拉巴西制造了一个非常有趣的案例：在卡林地和米尔格拉姆之间或许有一条关系链，沿着这条链，“六度分隔”的概念得以传递。

^① 想更多地了解巴拉巴西的观点，推荐阅读《爆发》。该书简体中文版已由湛庐文化策划、中国人民大学出版社出版。——编者注

THE PERFECT SWARM 六度分隔

The science of complexity in everyday life

六度分隔是斯坦利·米尔格拉姆经实验得出的一个结论，即平均来说，社会网络中任意两个素不相识的人之间，最多只须经过六步即可建立相互联系。

网络就是大连接

塞缪尔·约翰逊博士在他著名的词典中将网络定义为“任何在交点之间以相等的距离形成的，带空隙的网状或交叉结构”。约翰逊对网络的定义反映了与复杂概念真正的斗争。实际上，这正是复杂性的核心。

如果将该定义中“相等的距离”部分去掉，似乎也是一个不错定义。根据《牛津英语词典》的定义：“交叉结构”即“由交叉线形成”；“网状”即“像网状物一样的结构或布置”；“空隙”即间隙或洞。

尽管约翰逊的定义使网络一词失去了真正的含义，但正是交叉点之间的连接使得整个网络正常运转，而不是这些洞。

如果这是一个道路网，那么纽带就是道路本身，而交叉点就是道路交叉的地方。如果这是一个航空网，纽带就是航空线路，而交叉点（技术上被称为节点）则是各个飞机场。如果是人脉网，那么节点就是人本身。假如人们彼此认识，就称他们之间有联系。这种联系不需要是身体上的连接，彼此认识才是关键所在。社会学家将这套连接

绘制成“社会关系网图”，该图使得人们的关系即刻可视化：谁与谁有关联，某人是否处于社交孤立状态，以及整个网络中是否存在其他子网络。

THE PERFECT SWARM 节点

The science of complexity in everyday life

节点在不同领域有不同的含义，道路网中的节点是道路交叉的地方，航空网中的节点是各个飞机场，而社会网络中的节点就是人。

在这些连接上传输的物质取决于网络的组成成分。在国际电话呼叫还需要话务员的时代，笑话也成了话务员连接的传输物之一。至少，我的一个国际话务员朋友是这样告诉我的。

在能够直接拨号和上网的时代来临之前，我曾有一段亲身经历。当时我在英国赶乘飞往澳大利亚的航班，前来送行的人给我讲了个笑话。当我抵达悉尼时，迎接我的人给我讲了同样的笑话。我始终不明白为什么这个笑话能传播得如此快。直到我的话务员朋友告诉我，她和其他话务员经常在空闲时间通过打电话，和彼此分享在别人的谈话中听到的笑话，以及其他吸引人的花边新闻。

无论在网络中传输的是笑话、行李、信息还是一种病毒疾病（如流行性感冒），数学家们都是以同样的方式表示网络，即一种由线

条（联系）连接各个点（节点）的模型。通过这种方式，数学家们便能识别不同网络的相同之处以及这些特点如何影响网络的性能。

在复杂性科学家的眼中，网络就是复杂的系统，如果可以随意添加或删除节点和连接，那么它往往会变成复杂自适应系统。各个节点之间的连接代表局部相互作用，但是不管怎样，新兴的网络整体性能都比那些局部相互作用的总和要强得多。

例如，一个城市可能会被认为是一个居民之间非常复杂的局部相互作用的网络。其中有些人经营时装店，有些人清扫街道，有些人在办公室工作，有些人在本地熟食店购买午饭。还有些人为熟食店供货、为办公室工作人员提供运输工具、安排饮用水、电力和排水设备、制造衣服、教育孩子等。没有人专门指导所有这些活动。因此，这个城市网络是一个自组织系统，并且是一个非常成功的自组织系统。

那么，这个网络中的所有活动是如何正常运转的呢？数学家利用模型提供了一些基本的规则，我们可以利用这些规则来理解我们所在的各个网络是如何运行的。此外，数学家们还开始找出我们应该如何利用这些知识帮助自己更有效地解决日常问题。

连接，网络自组织的形式

网络具有两种极端的形式。其中一种是规定的形式，如电脑的布

线图或军队的组织结构。这样的网络是完全有序的，就像晶格中排列整齐的原子或蜘蛛网的精确图案。

而网络的另一种形式中的连接则是以随机的方式形成的，如杰克逊·波洛克（Jackson Pollock）的艺术品上纵横交错的颜料条纹。

随机的网络能够给数学家带来各种乐趣。在数学领域得出的最著名的网络结论之一即：如果持续为连接数量较少的网络添加任意连接，那么整个网络就会突然呈现出相互连接的状态。

例如，波洛克的画中可能存在一些未连接的区域，此时如果添加一条颜料条纹，意味着你顿时能够从一个交叉点到达任意与该交叉点相连的条纹上的所有点。同样，如果一个人群中大多数人互不认识，那么传闻就不可能在这个群体内传播开来。但假如群体中的所有人都认识其中一个人并会与之交流，那么传闻会像野火一样蔓延。这是因为当网络中的每个节点平均都拥有一条连接时，网络就会突然产生互联性。

随机网络或许是数学家的一种乐趣，但在现实生活中这样的例子很少。公路系统就是其一。在公路系统中，城市就是节点，而公路就是这些节点之间的连接。这个系统中的数学连接的分布遵循经典的钟形曲线（随机分布的特征）。或许有人会认为，如果某个人在公共场合打喷嚏，就会激发一个疾病的随机网络。因为这个人将疾病传染给一

群陌生人，然后这群人也通过打喷嚏的形式将疾病传染给更多其他的陌生人，依此类推。但实际上，因传染病而产生的网络完全不是随机的，稍后我将进行分析。

在现实生活中，大部分的网络介于全然有序和完全随机之间。然而，正是这种完全随机的网络激发了心理学家斯坦利·米尔格拉姆著名的“小世界”实验的灵感。

“小世界”实验

米尔格拉姆非常想了解在两个随机的陌生人之间一连串的联络性中到底存在多少个连接。为了找到答案，他进行了一系列重复的实验，并多次调整实验内容。在实验中，他让一个陌生人通过自己的熟人链（这个人物链上彼此连接的人之间的关系都非常亲密）将一个文件发送给“目标人物”。

在米尔格拉姆最著名的实验中，他要求内布拉斯加州的196人以及波士顿的100人的随机群体尝试着将一封信件发送给波士顿的某个股票经纪人。他们必须将该信件发送给自己的一个很有可能认识目标人物的熟人，并要求他转发给他的某个很有可能认识目标人物的熟人，依此类推。

最终，64条人物链将信传送给目标人物。其中从内布拉斯加州出发的人平均用了5.5步完成任务，而从波士顿出发的人平均用了4.4步完成。

米尔格拉姆的实验为约翰·格尔（John Guare）1990年的剧作《六度分隔》（*Six Degrees of Separation*）带来了灵感。这个剧作研究了“通过一个六个人的组合，我们即与地球上所有的人都连接在一起”的理念，并将这个短语普及化，使得很多游戏、书籍、电影和电视节目采用这一主题。

“数”说群体智慧

THE PERFECT SWARM

关于随机网络的简单统计似乎能够正确解释为什么较短的关系链有可能就是标准。假设我们每个人都有100个熟人，而这100人中的每一个人都与另外100个人关系很好。那么在这两条关系链中，每个人都会与其中任意一个人建立关系。因此，这两条关系链中实际存在10 000个人。假如这10 000个人中的每个人都认识100个人，那么三条关系链中就存在 $100 \times 10\,000 = 1\,000\,000$ 个人。继续使用这个自变量，一直计算到6条关系链，就是1万亿个人。这个数字比地球上大约70亿的人数大得多。

其他网络也存在类似较短的关系链，只是数量稍微有一些不同而已。例如，万维网的特点为19度分隔，这就说明任意网站相对其他网站都存在一个平均差值为19的点击次数。看起来，这个数字有点儿大，但是相对于待售的10亿个页面而言，它其实非常小。如果两个页面之间的链接是随机的，那么只要通过每个网站上的三个链接的平均值便能计算出这个数据，因为10亿约等于 3^{19} 。

尽管有些学者在米尔格拉姆的实验中发现了一些对其结论非常不利的严重缺陷^①，但是六度分隔实验和对万维网的分析都证明了小世界假设的真实性。然而，这两个案例的结论都没有证明我们的全球社交网络或万维网页面是以一种完全随机的方式相互联系在一起的。因此，现实生活中可能存在很多其他的联系方式导致类似的较短关系链。

例如，康奈尔大学的邓肯·瓦茨和史蒂夫·斯托加茨（Steve Strogatz）曾彻底研究了连通性这个难题。他们发现人们的社交世界是由紧密联系的网络组成的，但仍展示出六度分隔的小世界现象。^②

其中的窍门就在于利用不同类型的连通性。并不需要很多处于不同的非结构化网络中的随机连接，而是利用不同的社交网络中成员之间的几个随机连接产生同样的效果，如图 7—1 所示。

当我父亲为他的珠宝商车床寻找专业工具时，正是利用了这一点。当时，他的本地朋友圈中并没有人拥有这个工具，但是有人建议他联系一个可能有这个工具的英国朋友。虽然那个朋友也没有，但最终，父亲通过那个人的本地关系网找到了对的人，需要的工具也按时运送到了澳大利亚。于是，在这两个不同且孤立的社会群体之间远程连接的帮助下，问题得到了解决。

^① 研究者在米尔格拉姆的报告中发现了严重的缺陷。例如，邓肯·瓦茨指出，朱迪斯·克兰菲尔德（Judith Kleinfeld）未发布的，基于她对米尔格拉姆耶鲁大学档案中原始数据的调查研究表明，米尔格拉姆曾选择不公布一些不支持其假设的数据。——作者注

^② 人们的社交世界由紧密联系的网络组成。瓦茨和斯托加茨利用一个“集群系数”测量集群的紧密型，它主要测量一个人认识的所有人中，彼此互相认识的概率有多大。如果有的人彼此不认识，说明只有很少的连接。如果只存在 4 个连接，那么集群系数为 $4/6 = 0.67$ 。——作者注

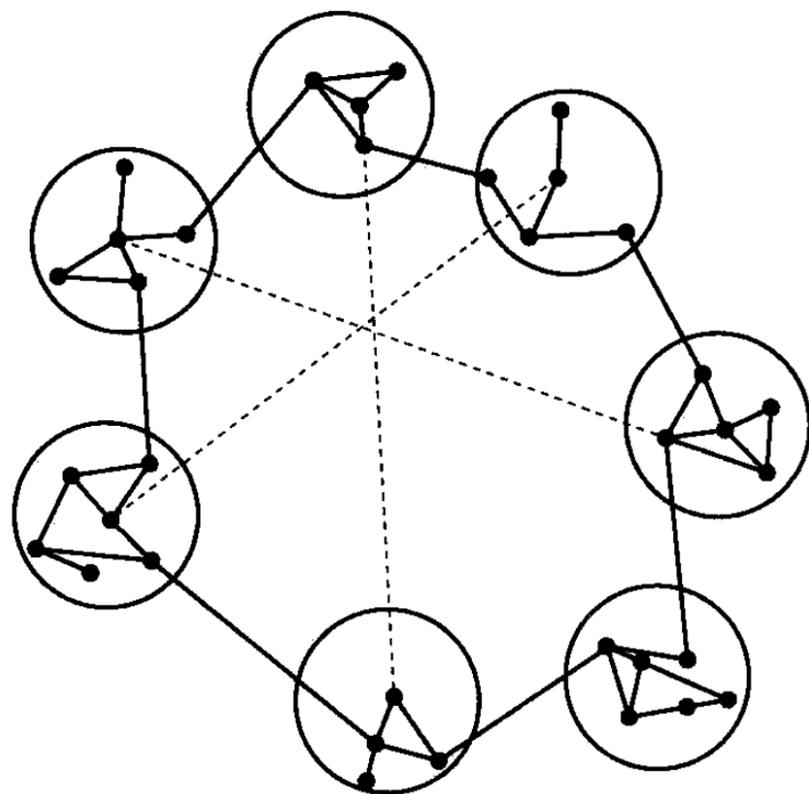


图 7—1 一组七个小世界的网络示意图

注：有些节点之间的连接多达 12 个。如果增加三个远程连接（虚线），则任意两个分离节点间的连接数明显减少。

令我们惊讶的是，缩小世界上各种较大的孤立社会网络仅需要很少几个这样的连接。它们提供了节点之间的捷径，如果没有这些捷径，很多连接就会断开。在数学术语中，全然有序和完全随机的网络之间存在一个较大的区域，在这个区域里，各个节点组形成了紧密的种群，但是由于一些随机连接的存在，不同种群的节点只需要几步就能达到彼此。

其实，区域才是现实世界的特点。例如，友情网络能够显示出紧密的种群。在这个种群里面，任意一个人的朋友都有可能和其他人成为朋友，连接两个处于不同网络的人的关系链中的平均友情数依然非常小。我妻子与邻居的一些友人共进午餐时发现这个友情数真的非常小。

当她们谈及共有的熟人时，温蒂表示，她搬到这个地方之后，惊讶地发现其中有个邻居竟然是她以前英语寄宿学校的女校长。然而，聚会的主人感到更惊讶，他的第一任妻子也曾就读于那所学校。当他说出前妻的名字时，温蒂再一次感到非常不可思议，因为她不仅曾和温蒂在同一所学校读书，而且是温蒂的同班同学。于是，接下来的谈话主要是主人的现任妻子询问关于她丈夫前妻的事情。

这种类型的连通性并不罕见。毫无疑问，我们大多数人都能够回忆起类似的故事。当瓦茨和斯托加茨针对不同的网络，包括演员凯文·贝肯的关系网、线虫（新杆状线虫）的神经网络以及美国西部的电力网，测试他们的想法时，他们发现：在所有的案例中，都存在许多强大的连通性，但是网络作为一个整体依然只构成了一个很小的世界，其中的任意节点之间都仅有几步之遥。

这并不能说明最短的捷径很容易被发现。在本书即将完稿的时候，邓肯·瓦茨告诉我，他和同事最近将“小世界”假设分成了两个版本。“拓扑”版本认为，对于在群体中随机选择的一对个体而言，他们之间的连接是一个短的关系链的概率很高。“算法”版本则认为，普通人自己就可以浏览这些链接。对于第一个版本，现在已经有确实的证据，但是关于第二个版本的证据还很薄弱。

对两个版本进行区分非常重要，因为不同的版本与不同的社会过程相关。瓦茨等人指出：“性传播疾病沿着性关系网络的蔓延不需要

参与者意识到疾病的存在或是有意识地进行传播，只需要参与者之间具有拓扑意义上的连接关系……实现个人的网络化必须积极地遍历被推荐的链接，必须建立算法意义上的连接关系。”

换句话说，网络包含的内容比六度分隔要多很多，因为我们可能会进入很多死胡同然后被迫原路返回，或再试一次，但是猪流感之类的疾病确实通过六度分隔传播了。

米尔格拉姆的实验中，大多数信件没有到达目标人物手中。这是因为在关系链中某个地方的人不愿将信件发送出去。而当瓦茨和他的同事把米尔格拉姆的实验放在互联网中进行时，得出了类似的结论。开始时，关系链有 24 163 条，但只有 384 条关系链完成任务，这个概率只有 1.5%。

参与者没有将信息发送出去，并不是因为他们想不到要传递的人。在面谈过程中，大部分人给出的理由是缺乏兴趣或缺乏发送动力。因此，等待与不认识的人建立关系链的人应该吸取教训。除非开始这个关系链的人能够为传递者提供一个沿着此链一直传递的动力，否则成功的概率微乎其微。

当然，连锁信（如今大部分被连锁电子信取代）通常会提供金钱奖励或者坏运气的威胁，以说服人们将关系链继续下去。20 世纪 30 年代出现的一个非常荒谬的例子就是“幸运俱乐部”链（又名“送你一角硬币”）。图 7—2 便是这封信的全部内容。

幸运俱乐部

这是一个成为幸运俱乐部会员的机会！请务必将5封信发送出去，别让这条关系链因为你而中断。

我们相信上帝。

D.O. 奥斯比女士	北达科他州雪耶内
玛丽·博思威克小姐	北达科他州沃里克
爱丽丝·E·肯尼迪小姐	北达科他州雪耶内
伯莎·A·雅各布森小姐	北达科他州沃里克
梅根茜尔德·拉森小姐	北达科他州雪耶内
奥斯卡·哈顺	北达科他州马多克

若你希望在三天内获得财富，那就立刻开始传递这封信吧。将信中第一个名字删掉，在后面加上你自己的名字，并将全部内容复制5份。然后，将信寄给5个你希望他们能获得财富的朋友。因为你删掉了第一个名字，所以请将10美分夹在纸中寄给他作为慈善捐款。

等到你的名字上升到第一位时，你将收到15 625封信，以及1 562.50美元的慈善捐款。

这是否值得你付出10美分呢？相信你的朋友，将这个关系链永远传递下去。

图7—2 幸运俱乐部的信

这封开始于 1935 年科罗拉多丹佛的特殊信件产生的影响如此之大，以至于丹佛邮局因为成千上万封信件忙得不可开交，这种情况还蔓延到圣路易斯和其他城市。现代能产生类似影响的包括 facebook、YouTube 和 MySpace 等社交平台上的连锁信，以及手机上的连锁短信。

通常，连锁信和收信人会提供一些实质性的奖励，或者提出一些针对中断者的惩罚，以便关系链继续传递下去。

例如，巴林电信公司（Batelco）发布的一篇新闻稿中包含一个恶作剧的短信，短信内容显示，如果收到短信的客户能够将此消息发送给 10 个朋友，那么他将获得一次免费参加节目录制的机会。

瓦茨和他的同事在实验中发现：让关系链传递下去并不需要太多动力，但必须要有。有时仅仅是那种邮件有机会达到目标的感觉，就足够了。事实表明，所有完成的关系链中的 44% 指向了一位知名大学的教授，相对其他 17 个海外目标而言，这“显然”是美国大部分中产阶级参与者的目标。

尽管动力的存在能够延伸一条关系链，但我们仍然需要找出某种有效的方式使其长度更短，更易于管理。一个以数学为基础的方法依赖于将信息转送给距离目标最近的联系（按照“点阵间距”，即与目标之间的连接数最少的）。假如一个人从智者的角度看待整个网络，那么所有这一切都会完美实现。但在现实社会条件下，这几乎是不可

行的。

一个更符合实际情况的方法就是以我们是所有网络中的成员为基础，结合网络联结和社会一致性的知识。我们可以利用这一点，将信息发给与目标的“社会距离”最近的人——他所处的社交位置使他更有可能认识目标，或认识一些认识目标的人。

这就是米尔格拉姆实验的参与者及其接替者完成的工作。也是我父亲在寻找车床工具时采取的措施。他能够非常快速地找到这种工具是因为他的朋友找到了正确的联系人，一个在社会距离上离问题最近的人。

然而，当我的家人想和某个远房亲戚取得联系时，通常会采取一个不同的方式，那就是询问里拉姑妈。

里拉姑妈几乎与我们家族网络中的每个人都保持着联系。即使她没有直接联系方式，她也一定知道联系谁能够获得直接联系方式。只要向里拉姑妈咨询一下，我们就能避免为找亲戚的事情发生多次争吵。通常只需要打一个电话就可以了。

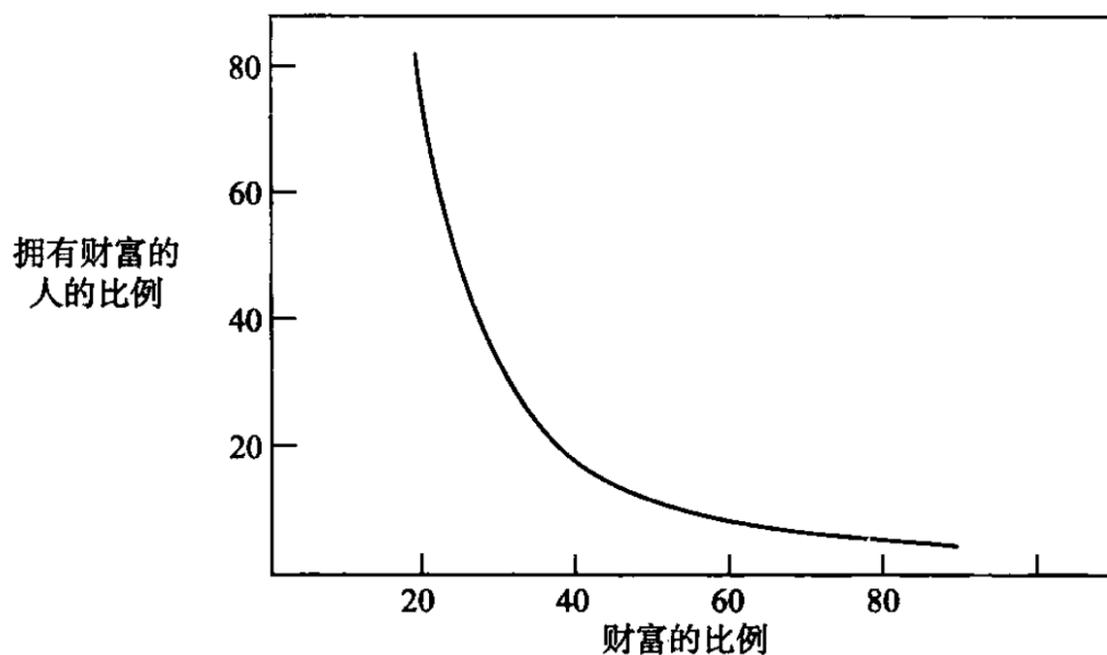
在这个网络中，里拉姑妈处于中心位置。这个节点能够连接到很多其他节点。直到 21 世纪初，人们才开始意识到在较大规模的网络中诸如此类的核心的重要性。

中心化，网络自组织的结果

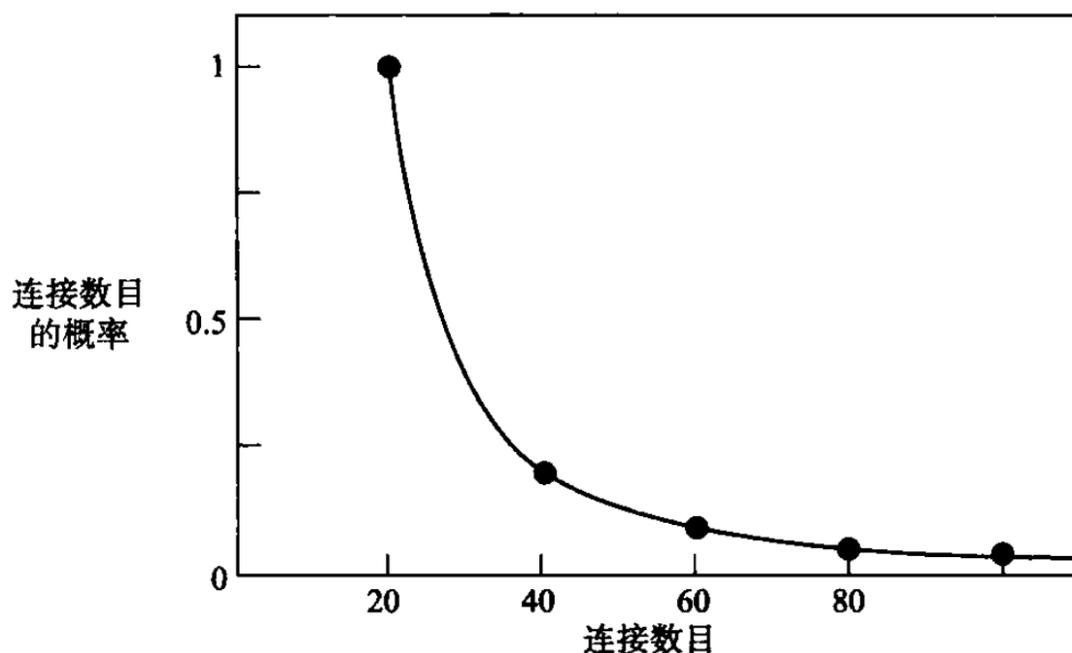
中心是一个网络自组织产生的结果。数学家艾伯特·拉斯洛·巴拉巴西和他聪明的学生雷卡·阿尔伯特（Réka Albert）曾经观察了演员网络和美国电力网格（瓦茨和斯托加茨研究过）的连接分布图，他们预计会发现一个经典的“钟形曲线”。这样的曲线呈悬挂的教堂钟形，其最大值对应部分连接的平均数。然而，他们得到的竟然是一个“幂律法则”。在这个幂律法则中，有的节点拥有很多连接（远远超过瓦茨和斯托加茨模型所能协调的），而其他节点上的连接数却少之又少。

有许多方法能够表示幂律法则。它与管理方面的墨菲定律属于同种类型。墨菲定律告诉我们，80%的工作是由20%的员工完成的。它也类似于客户服务定律，该定律表明80%的客户服务问题是由20%的客户造成的。

通过将墨菲法则绘制成图7—3的形式，人们就可以看到更多细节内容。图7—3（1）的图形呈半个香槟酒杯或半个台克利酒玻璃杯的形状。80:20法则变成了“香槟酒杯”的效果图。该图显示的内容比墨菲法则更加详细。作为联合国人类发展报告的一部分，图7—3（1）表明20%最富有的人囤积了世界上83%的财富，而60%最穷的人仅依靠6%的世界财富维持生活。



(1) 全球财富分布图



(2) 凯文·贝肯关系网的连接分布图

图 7—3 墨菲法则

注：图（1）和图（2）中的指数非常相近，图（1）为-2，图（2）为-2.1。

在数学术语中，图 7—3（1）满足幂律法则，但它更像牛顿的万有引力定律。该定律表明两个物体之间的重力（用 F 表示）与其距离（用 d 表示）的平方呈反比。通常表示为： $F:d^2$ 。

巴拉巴西和阿尔伯特研究图 7—3（2）凯文·贝肯演员关系网的

连接分布图时，发现了一个非常相似的定律。假设 $P(k)$ 表示一个节点具有一定连接数（以 k 表示）的概率，那么 $P(k) = k^{-2.3}$ 。

由于演员并不是因其重力而出名，因此巴拉巴西和阿尔伯特曾寻求一些其他的答案来解释为什么连接的分布图遵循幂律法则，为什么如此多其他的网络中（如万维网）也存在类似的幂律法则。这些已经被发现的案例包括自然食物网、交通网、企业共同所有权网、科学家合作网以及董事会。有趣的是，细胞中蛋白质相互作用网、基因调控网以及大脑神经网络中也发现了幂律法则。

这些网络大多处于开放状态，从这个意义上讲，很多新的节点和连接会被不断添加。换言之，这些网络是复杂的自适应系统：

- 好莱坞会不断有新人出现；
- 航空公司会添加新的航班；
- 万维网上会不断涌现出新页面；
- 科学文献也一直在增加新论文。

这样的网络与渔民的渔网不同，它们更像《汤姆叔叔的小屋》中的托普西。当托普西被问到是否知道那个成就他的人是谁时，他回答说：“我看着我自己成长的，没有人成就我，除了我自己。”

当网络中添加了新的节点时，它们通常会连接那些已经存在的节点。巴拉巴西和阿尔伯特想知道这些连接是否遵循“马太效应”。该效应的名字取自《马太福音》中的诗句：“凡是有的，还要加给他，

叫他有馀；没有的，连他所有的，也要夺过来。”

马太效应强调，新的节点最有可能连接到那些已经存在大量连接的节点上。因此，巴拉巴西和阿尔伯特解释道：

一个新演员更有可能出演知名度比他高的老牌演员身边的配角……新建立的网页会偏爱那些跳转到具有高连通性知名文档的链接。而新的手稿则更有可能引用那些备受赞誉的知名材料，而不是引用知名度较低的论据。

巴拉巴西和阿尔伯特的分析报告表明，马太效应会产生一个关于节点连接数的幂律分布图。至今，我们仍然不知道现实生活中的社会网络是否是以这种形态在发展。但是有很多实际可行的方法能够计算出发展的网络中幂律法则连接的分布情况。

幂律分布图

分析报告表明，马太效应可能会产生一个幂律分布图。这个分布图是“一个自组织产生的必然结果（根据个人节点制造的本地决策），它以那些倾向于可见度更高（更加丰富）节点的信息为基础，与大自然和能见度无关”。

从物理的角度看，网络中心的兴起与混乱中出现的有序（以阶段的过渡形式）是不相上下的，当比较混乱的液体冻结，形成一个非常有序的水晶固体时，就会出现这样的过渡。

巴拉巴西和阿尔伯特了解这一点，并意识到他们新编写的论文只采用了一个非常简单的模型，仅仅是第一步而已。在现实生活中，网络发展不仅包括添加新的节点和链接，现有的节点之间还会出现新的链接、会对链接进行重新排列，有时甚至还会丢失链接。

例如，在我们自己的社交网络中，我们和自己朋友的朋友建立友谊。友情范围可能会扩大或缩小，甚至完全消失。朋友会搬走或者去世，导致友情网中的节点不复存在。

所有这些可能性都已被纳入网络模型的新兴产物中。其中一个特别有趣的想法就是达尔文观点。他强调，节点具有一定的进化适合度，“越适合”的节点吸引的连接越多。因此，在这些条件下，我的里拉姑妈则属于非常适合的一个。其性格外向是部分原因，而另外一个原因是人们都知道她与其他很多人存在联系。

这样的结合正好符合巴拉巴西和阿尔伯特最初的设想：偏好依附受到节点的适合度和连通性产物的驱动。适合度具有很多分支，包括在有些环境下，只有一个节点能够影响所有连接。于是，网络呈现出一种拥有一个中心且无边缘的星星形式。介绍这样的中心时，巴拉巴西以微软的 Windows 操作系统为例（它依然是操作系统的中心）。另外一个例子就是军事审查制度中心。这个制度中，所有信件必须在传给收件人之前交给检查员检查，朋友间的直接个人连接被引入到网络中的检查员截断了。

关于网络的另外一个重要发现就是定向作用。自然食物网是一个定向网络，比如，鸟类和虫类之间的连接，鸟吃虫，但是反过来，虫不可能吃鸟。所以在这个网络中，连接往往是单向的。再比如，你可能会将自己的网页链接到一个非常受欢迎的站点，但是这个站点几乎不可能把链接链到你的页面。

如果连接上的传递是单向的而非双向的，那么整个六度分隔或任意度分隔的想法都将不成立。网络一般分为4个“大洲”：一个核心、一个有趣的“内陆”，一个“外陆”和一组孤立的“岛屿”，如图7—4所示。

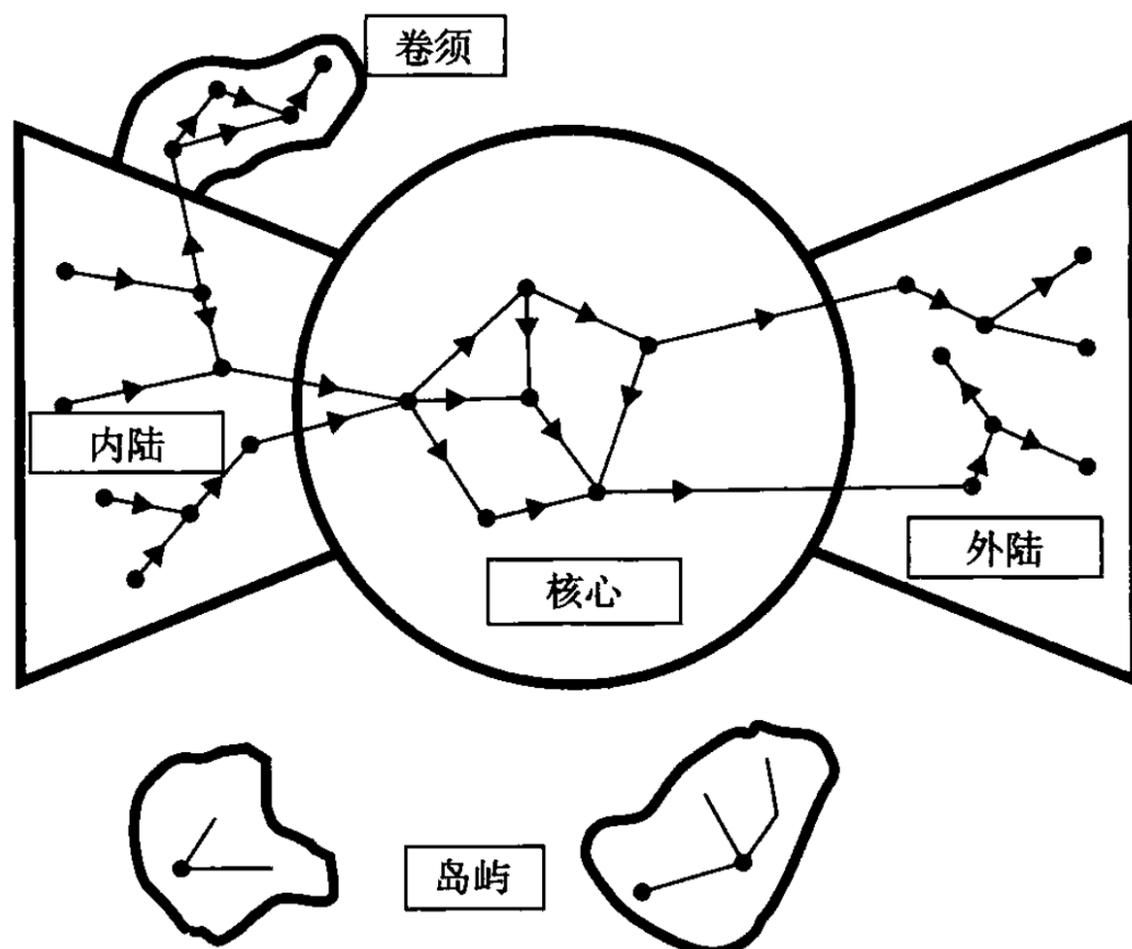


图 7—4 简化的蝴蝶节网络模型

注：箭头表示节点之间的单向链接。

图 7—4 的形状令其成为了著名的“蝴蝶结”理论。乍一看，该图显示我们永远不能从网络的其他区域到达“内陆”地区。实际上，内部很多节点不允许从同区域的其他节点进入。

一旦我们处在“外陆”区域，我们永远也不能后退。同理，假如我们在岛上，那么我们永远也逃离不了这个岛。

这些束缚适用于任意单向连接的网络。但万维网因为具有一些双向连接，所以不受这些束缚的影响，能够在在一个广阔的区域导航。即便如此，仍然存在很多我们无法靠近的页面，除非有人指出准确的网址。

幂律分布网络的一个非常重要的特点就是非常稳定^①，它允许丢失多个节点。即使一些节点丢失或遭到破坏，网络的性能也不会受到很大影响。只有当主要“中心”遭到破坏时才会带来真正的损害。

例如，自然生态系统中，如果一个“重点”物种消失，将引起整个系统的瘫痪。不幸的是，我们往往不知道或没有意识到哪一种物种是重点。

有时，造成的后果呈灾难性的层叠形式，例如，主发电站遭到损

^① 如果将随机网络中大量节点移除，那么其平均连通性就会低于每个节点一个连接数，这样随机网络便会瓦解。而对于幂律分布网络，如果其“幂数”低于 3，那么它并不存在这样的临界点。这也是大多数现实生活中网络的情况。——作者注

坏之后造成邻近发电站和线路过载，引起大范围的停电。于是，这些发电站轮流瘫痪，直到出现更大的问题。持续的层叠实际上能够影响一个非常大的区域范围，例如 2003 年 8 月 14 日发生的美国东北部大规模停电事件。当时，断电范围波及美国东北部和中西部主要地区，以及安大略湖和加拿大，是到当时为止最大范围的停电事件。

THE PERFECT SWARM 马太效应

The science of complexity in everyday life

马太效应指任何个体、群体或地区，一旦在某一个方面（如金钱、名誉、地位等）获得成功和进步，就会产生一种积累优势，就会有更多的机会取得更大的成功和进步。简单来说，就是好的愈好，坏的愈坏，多的愈多，少的愈少，强的愈强、弱的愈弱。

传递，网络自组织的特点

目前，现实生活中的网络具有两大主要特点：

- 很多网络都含有较高的地方集群和较短的全球路径长度。
- 很多网络具有非常不对称的连通性分布图，涉及不同的节点，其中一部分节点（中心）存在大量的连接，而大多数节点只有极少的连接。分布图通常（而非永远）遵循幂律法则。

了解了这两点我们就能在思考两件事情的方式上取得重大的进步，即疾病的传播和信息的传播。我们可以将它们想象成同一件事情。比如，我们认为自己被新的信息“感染了”，当我们将信息传递出去时也是在感染别人。

传染病网络曾被认为存在非常大的随机性，就像我之前提到的：有人在街道上打喷嚏，然后将疾病传染给一群随机的陌生人。然而，网络的新图片让我们对病毒的传播进行了一次彻底的重新思考：流行性感冒之类的病毒性疾病和类似艾滋病的性传播疾病是如何迅速蔓延开来的。

1665年，“黑死病”肆虐英国村庄伊恩的故事就是一个典型的疾病传播案例。在这个案例中，网络捷径是村庄裁缝乔治·维卡斯和他在伦敦的供货商之间的连接。当时，供货商将一包跳蚤横行的衣服发送给维卡斯。而这些跳蚤正是黑死病的病菌携带者，于是维卡斯在收到衣服后一个星期之内便死了。

然而，此时的他也扮演了一个核心，将病毒传染给村庄中的其他人。假如不是在校长和牧师的领导下（他们说服村民隔离整个村庄，不允许任何人进出），村庄本身也有可能成为将病毒传染给周围村庄的中心。最终，这个人口仅800人的村庄有540人因感染黑死病而死亡，周围村庄则幸免于难。

如今，黑死病已经被艾滋病和其他性传播疾病取代。这种疾病传播的“中心”就是那些性活动非常频繁的人以及某些案例中的有意传播者。流感是另外一种致命的疾病，其核心就是那些人群非常密集的地方，如学校、音乐会、机场以及游轮。

数学分析报告表明，从疾病传播角度看，关注网络中的核心比关注个人更加有效。对于控制流感，很多政府正采取数学上的建议。

比如，在猪流感爆发期间，如果英国某所学校的学生被诊断患有猪流感，那么整个学校会立即停课、封校，直到传染风险消失为止。同样，在病毒起源地墨西哥，大型的公共聚会也被禁止。

清除性传播疾病的核心是一件十分困难的事情，因为在处理过程中，会导致传播者和其搭档/受害者之间人权平衡的碰撞。同时，也会面临识别疾病核心的难题。当然，我们可以做一些教育工作，尽管这样的工作有时候会起到反作用。我妻子的同事在一所非洲学校进行关于性传播疾病的演讲时发现了这一点。当时她放映了一段影片，示范一个人将性病传染给另一个人的整个事件过程。然而在影片结束时，有一个小孩问道：“如果我把这个病传染给别人，是不是就说明我体内的病毒不在了？”

很显然，每一个在教室里面观看该影片的小孩都在思考同一个问题，那就是自己是否能够通过将之传染给别人来摆脱性病。我的一个在

非洲从事援助工作的朋友告诉我，这在成年人中是一个非常普遍的错误想法，这些感染了性病和艾滋病病毒的人往往都相信，只要将该病毒传染给别人，自己体内的病毒就会消失。

如果这样的病毒携带者一直试图以这种方式摆脱性病，那么他们便会成为性病传播过程的核心。然而，对于疾病的传播，核心并不是唯一的问题。瓦茨和斯托加茨的研究表明，一个庞大的世界在只添加一些远程的随机连接的情况下，便能收缩成一个小世界。但是如何识别这些连接是一个难以回答的问题，也是人们依然在大范围内持续使用疫苗的原因之一，尽管这有点大材小用。

个人防止流行疾病蔓延的最佳方式就是远离核心，同时注意观察任意可能是远程连接者的人。

在猪流感盛行期间，很多去过墨西哥的人无意识地就做了此类事情（可能是因为恐惧，而非社会意识），当关于猪流感的新闻报道出来时，他们便主动去检查身体。

然而，信息的传播却产生了与疾病传播相反的问题。在信息传播过程中，我们都希望维护核心人物，因为他们保持了网络的稳定性和完整性。例如，假如我的里拉姑妈去世，那么事情就不仅仅是我们不能再问她一些问题那么简单了。没有她，整个家族的通信网络似乎就会瓦解。

此外，我们还希望维护或建立远程连接，因为在受到小世界的影响时，这些连接能够让我们的网络易于管理。

在我曾经居住的英国村庄中就存在一个具有高度连接性的社交网络。如果有人传播了一则有趣的传闻，那么在几个小时之内，这则传闻会散布至整个村庄。

不过，由于各个村庄的人往往都忠于自己的村庄，并且彼此之间的连接很少，所以数天之后，传闻才会传到附近的村庄。但如果有人搬到另一个村庄，而他在我们村有一个关系亲密的朋友，这种情况下便出现了远程连接，传闻就会像在我们村一样，在他们村迅速传播开来。

通常，这种远程连接是自发产生的，并作为网络不断自组织的部分。不管导致幂律法则出现的潜在机制是什么，任何网络中的核心也都是自发产生，并遵循幂律法则的。那么我们如何才能运用这些连接和中心，以便更好地利用现实生活中的网络呢？

构建网络影响力

以上分析表明，要想更加有效地使用网络，可以采用三种主要方式：

- 通过识别和利用远程连接或建立新连接加快信息或其他被传递物在网络上的传播；
- 为人们提供继续传递关系链的动力；
- 识别并利用存在于大多数现实生活网络中的核心。

三种方式中，利用核心似乎是最佳选择，因为这些核心拥有连接到其他节点的最多连接数。这些节点很可能也与核心有连接，因为他们将核心视为重要定律的核心，影响力的核心。

这就是为什么人们会将起诉信发给政客，而我会把上一本关于游戏理论的书的复本发给阿尔·戈尔。因为他是正在进行的有关气候变化辩论的核心人物。我的游戏理论中揭示的一些对问题的理解有可能能够真正帮助他。当然，这件事情之后没有任何进展。并不是因为戈尔不关心这个问题，而是因为他的秘书礼貌地表示他每天都要收到无数的请求和提议。如果他看到我这本书，那也仅仅是巧合而已。

我的失败指出了，在尝试利用有力人士推进自己的事件的过程中遇到的主要问题。他们可能是极具影响力的人，但这意味着他们比大多数人更不容易受到影响，时间限制是部分原因，主要原因则是因为这些人具有自己稳定的工作日程和处理这些日程的明确方式。

20世纪50年代，伊莱休·卡茨（Elihu Katz）和费利克斯·拉扎斯菲尔德（Felix Lazarsfeld）在他们的《个人影响力》（*Personal Influence*）一书中提出了一个理论：舆论领袖发挥作用的方式就是媒

体提供的“流入”到舆论领袖那里的信息，再从他们那里传到他们的追随者那里。他们将那些担当思想原创和社会大众之间中介角色的舆论领袖称为“有力人士”。

很多行销人员都已经采用了这个原理，并用它来计划活动。然而，近期的网络科学作品大肆地揭露该原理。现在看来，如果我们想要在社区开始这一级联的影响，最好选择忘记“有力人士”，把注意力集中在说服大众身上。

计算机模拟显示，这种级联可以分为两种类型。一种是本地级联，比如，我的朋友和他们的朋友对我发表新书感到非常高兴，并到处宣传，从而带来销售热潮。另外一种即全球性级联，这种级联通常发生在大范围畅销的书籍上，如《暮光之城》或《哈利·波特》，这些书似乎一下子就能吸引公众的眼球。

模拟结果显示，本地级联和全球性级联的区别在于全球性级联只有在存在大批因别人提起一本他很感兴趣的书籍而开始关注这本书的个人时才会发生。全球性级联会导致大流行，20世纪50年代的呼啦圈热潮也具有类似的起源。一旦足够多的人看到别人拥有一件物品，自己便也开始追逐，于是便产生了热潮。

需要大批“早期采纳者”（在一次接触后便开始占有的人）开始一段认可的级联的想法并不只是一种热潮，它也是构成新事物传播

的基础，是跨越从创新到成功之间“鸿沟”的能力。然而，病毒式营销的历史显示，我们很难鼓动大批的人持续传播。

传统营销的目标是个人。而病毒式营销的目标则是让人们通过自己的网络传播信息，就像电脑病毒感染计算机网络一样。当然，计算机病毒传播比广告传播简单得多。

传统的营销人员为提高销售业绩通常有两种基本的选择：

- 将自己的产品包装得更加吸引人，这样就增加了个人购买的可能性；
- 利用广告活动提高产品的知名度，从而增加购买产品的人数。

病毒式营销除了以上两种选择之外，还存在第三种选择，那就是通过流言或网络复制他们的信息。如果复制率高于团体（每一个人都将此信息传递给至少一个陌生人），那么该信息（以及产品）的数量就会增长。否则，信息就会渐渐消失。

这种感染力和那些让人沿着关系链发送信件的推动力是一样。每个人都必须有将信息传递下去的动力。这就意味着他们必须非常满意这种产品，并有意将其信息传递下去。

为了让这种情况发生而对环境进行设置并不是一件易事。

传染媒介

邓肯·瓦茨和他的合作者报道了一个由媒体艺术非营利组织 Eyebeam.org 指导的“传染媒介”竞赛。在该比赛中，满房间的主题专家未能预言出提交的 60 个相关主题网站中哪一个会产生最多的页面浏览量。根据这个竞赛以及其他现象，他们得出结论：要创造能够将种子病毒般地传染给数百万人的传染媒介极其困难，甚至不可能实现。

书籍出版商一定会赞成这种说法。如果可以预言最畅销书籍的话，那么这些将全部是他们要出版的书籍。然而，很多畅销书籍的出版历史表明，要做出这样的预言非常困难。例如，在威廉·莫罗出版社接受《万里任禅游》（*Zen and the Art of Motorcycle Maintenance*）一书之前，作者已经将书稿提交给了 121 家出版社。出版商并没有想着能靠它赚钱，只是认为这本书应该问世。最终，这本书在全世界的销量超过 400 万册，出版商也得到了相应的回报。

《万里任禅游》本身就是病毒式的销售，但是瓦茨的研究表明，故意让这种预言发生是相当困难的。瓦茨和一组不同的合作者一起调查了为什么在竞争激烈的音乐下载市场，预言是可以实现的。

预言为什么可以实现

瓦茨和他的同事让超过 14 000 名青少年参与到一个实验中。在该实验进行时，他们根据未知的乐队名对未知歌曲进行评价，没有人知道其他参与者的选择。然后，他们有机会下载自己收集的歌曲。在继续阅读之前，你是否能够想出影响某首歌曲的下载率的原因是什么，是否知道其他参与者如何评价这首歌。

错了！如果你能预言任意关联，那么你错了。知道其他参与者如何评价一首歌的唯一影响就是增加该歌曲成功的不平等性和不可预测性。而唯一的关联就是获得最高评价的歌曲几乎不可能在下载榜上表现很差，评分最低的歌曲则几乎不可能被下载很多次。除此之外，其他任何结果都有可能产生。

根据实际研究和计算机模型产生的结果，瓦茨和他的同事认为，病毒式营销应该拥有一个更加适度的野心，以便在开始阶段建立一个“大种子”。即使在信息传递过程中出现复制率比团体低的情况，也将会有更多的人获得此信息。不需要尝试用一个火苗点燃一场森林大火，应该点燃一块大小适当的区域，这样至少森林周围的圆环域能够在火势减弱之前燃烧起来。

我决定在本书中尝试这种方法，采用免税品、实用建议和其他花边新闻作为鼓励来创建一个“大种子”。在本书创作之时，实验才刚刚开始。因此，在本书出版之前，你将看到它是如何获得成功的。

使用网络的方式有很多，包括：

- 创建一个种子；
- 为关系链延续下去提供动力；
- 让个人节点“更适合”自己的目标；
- 帮助网络建立更多的双向连接。

所有这些方式都涉及建立一个网络，并不是通过上述判断来建立，而是提供网络形成、发展并自发地适应不断变化条件的环境，把当地的相互作用作为动力。我的父亲在建立和使用他自己的小网络的过程中利用直觉做到了。在本章中我已经总结了近期的发展，现在，我们已经可以通过计划有效地利用更大的，包括我们自己的网络。

THE PERFECT SWARM

The science of complexity in
everyday life

第8章

做个“淘金者”

复杂群体信息的10大筛选规则与5大对策

- 如果给你两个选择，而你只能识别其中一个，那就选择可以识别的那一个；如果你了解一个以上的选择，那就选择你最容易确认的那个。
- 在不能重新选择已拒绝过的选择时，着重考虑有效选择中的37%，然后挑选下一个最好的选择，你将有1/3的机会作出最佳选择。

澳大利亚作家爱德华·戴森（Edward Dyson）的著名短片小说《金色小屋》（*The Golden Shanty*）中讲述了一个故事。一家酒吧附近发现了一座金矿，但酒吧老板并不知道自己竟然拥有了一大笔财富。矿工意识到酒吧的墙砖是用含金黏土制成的，于是开始偷酒吧的墙砖。直到酒吧老板偶然打破了一块墙砖，看到里面闪耀的金光，才知道到底发生了什么事。

那些矿工能够发现金砖，显然是因为他们擦亮了眼睛。不过，大多数矿工淘金的方法是盲目地从河床收集岩石、石块和碎石，将它们置于淘盘中，不断用水冲洗将金子从中分离出来。

经验丰富的淘金者还会采用另一种方法，这种方法也是世界各地

的矿业公司所采用的，即远远地观察可能含有丰富矿脉的地表结构。

以前的淘金者在探索的道路上走得相当成功，在几年之内就找到了一些金矿，其中一个在索法拉省，离我在澳大利亚居住的地方不远。如今，你在索法拉附近地区唯一能发现的黄金就是在巴瑟斯特附近出售的“索法拉黄金”冰激凌。它是香草冰激凌和数块蜂窝状脆皮的完美组合。当我向我的小孙子推荐这款冰激凌时，他利用旧时代的勘探技术挑选出了他喜欢的蜂窝脆皮，以下是他的步骤：

- 首先，他挑出了表面的一小块脆皮；
- 然后，用勺子戳附近的冰激凌，以便找到更多；
- 最后，他意识到，有一种可能是大部分的脆皮沉到了最底层，他所需要做的就是**在冰激凌下挖出一大堆脆皮。**

每天，在可能吞没我们的、堆积如山的复杂数据中进行信息挖掘时，我们同样可以采用淘金者使用的方法。

首先，我们可以寻找表面的金块和宝石——这是很容易识别的，是绕过问题复杂性的简单决策规则。

其次，当我们需要考虑复杂性时，我们可以收集所有相关材料，在脑海中像淘金一样把所有信息淘洗一遍，直到我们的思维模式开始形成，金子开始析出。我们的助手就是经典决策理论，这一理论为我们提供了制定决策的规则，其依据就是模式的出现和宝贵信息的收集。

最后，我们可以退后一步置身事外，在未经分类排序的大量数据中寻找模式。利用数据挖掘这样的现代科学可以揭示其中的一些趋势和模式，当需要作出决定时，这些模式可以帮助我们找到金子。但是要当心，其他模式可能包含“假黄金”（黄铜矿）——第一眼看上去十分可靠，但仔细审查后证实是毫无价值的东西。有时候我们能够在拉姆齐定理的帮助下区分有意义的和毫无意义的。但是通常情况下，我们仍然要依靠我们的直觉和判断。

THE PERFECT SWARM 经典决策理论

The science of complexity in everyday life

经典决策理论的主题分为“规范”，即如何合理制定决策的理论和“描述”，即实际过程中如何制定决策。其内容包含了经济学（采购和投资决策），政治学（投票和集体决策），心理学（我们是如何做出决策的）和哲学（制定决策所必须具备的条件是什么）。

10 大简单规则

我最喜欢的漫画镜头之一，是一位愤怒的丈夫对妻子说：“我认为，你觉得你无所不知。如果我说错了，你告诉我。”

如果我们真的无所不知，那我们就总是可以从现有的数据中得到最佳结论。我们考虑所有的事实，权衡所有的选择，考察它们的利弊，并得出最佳行动路线。

这是本杰明·富兰克林在他的“道德代数”里试图完成的，他给英国化学家约瑟夫·普里斯特里（Joseph Priestley）的信中这样叙述：

我的方法是将一张纸用一条线分成两栏，一列的标题为支持，另一列的标题为反对。之后，经过三四天的考虑，我在不同的标题下简短地记录各种不同动机，即我在不同的时间里想到的支持和反对的理由。当我最终把它们放在一起时，我努力权衡它们各自的重要性，如果我在两边各发现一个理由，而它们看上去是等效的，我就把它们剔除掉。如果我找到两个反对的理由和三个支持的理由是等效的，我就剔除这五个理由。经过一段时间，我就可以找到平衡点。

富兰克林的方法背后隐藏的假设是，有更多的信息，就会有更好的决策。如果他发现少量信息往往会导致更准确的决定，可能会感到无比惊讶。

少即是多

德国心理学家歌德·吉仁泽（Gerd Gigerenzer）对“少即是多”假设进行了研究。吉仁泽和他的同事丹尼尔·戈德斯坦（Daniel Goldstein）询问芝加哥大学的学生，圣迭戈和圣安东尼奥两座城市，哪座城市的居民更多。只有62%的学生选择了圣迭戈这个正确的答案。但是，当研究人员要

求德国慕尼黑大学的学生回答同样的问题时，所有的学生都给出了正确的答案。

他们能答对的原因是，他们比美国学生掌握的信息更少。研究人员发现，大部分德国学生只听说过圣迭戈，很少有人听说过圣安东尼奥。由于没有别的好办法，他们认为，他们曾经听说过的城市可能有更多的居民。

德国学生单凭经验得到结论。这种情况中的规则是：如果给你两个选择，而你只知道一个，那么选择你知道的那一个。这个规则在技术上被称为“启发式”——根据有限的资料或在有限的时间内作出正确决定的一个或一套简单规则。

吉仁泽认为，人类使用启发式过于频繁，以至于我们应该给人类冠以“启发式人”（Homo heuristicus，相对于智人、经济人等说法）的称号。吉仁泽和他的同事们认为，即使有堆积如山的信息，“启发式人”也往往能够通过将精力集中在真正的金子上，而不是在一大堆垃圾上，来展示他们的“无所不知”。

THE PERFECT SWARM 启发式

The science of complexity in everyday life

启发式是指根据有限的资料或在有限的时间内，做出正确决定的一个或一套简单规则。

富兰克林作决策的方法是启发式的，但这是一个相当复杂的方法。现代与富兰克林的方法类似的是力场分析，这是心理学家和商业顾问帮助人们理解和实现变革的一种工具。

辅导员或治疗师为了鼓励那些希望生活发生变化的人们准备了一个两栏的“力场图”，一边是动力而另一边是阻力，画上指向相反方向的箭头，箭头长度代表该力量的大小。

利用这样的一个图表，很容易看出其中的主要问题在哪里。再仔细分析，有时可以发现，真正的问题已经完全不存在了。

有些愿意减肥的人，可能会将运动、压力、食品等列为主要因素，却将“舒适饮食”这一可能最重要的因素置于脑海之外，直到治疗师询问是否应将其列入名单之内。

从这个意义上说，与其说力场分析是一种行动工具，还不如说它是帮助人们自省的工具。当涉及人生很多必须要作出的行动选择时，最近的研究表明，简单的启发式往往是有帮助的。

THE PERFECT SWARM 力场分析

The science of complexity in everyday life

力场分析基于以下想法：通过两组对立力的互动维持平衡——即企图推进变革的力量（动力）和企图维持现状的力量（阻力）。

事实上，有时简单的启发式甚至可能比复杂的方法更好。在上面的例子中，美国学生比德国学生掌握的信息更多。在研究中，几乎所有的美国学生都听说过圣安东尼奥。他们大多数都知道圣安东尼奥位于哪里，许多人从自己的途径获取了其他的信息片断。他们可能已经把这方面的资料放入支持和反对列，或列在力场里，但令人怀疑的是这是否会大大改善他们的表现。不过，这肯定不会帮他们将表现提高到德国学生的水平，这些德国学生因信息缺乏而获益。

德国人使用的可识别的线索，不是我们在谈到决策时能够使用的唯一的一个简单启发式。吉仁泽和他的同事们一共归纳了 10 种启发式，其中有许多我们在日常生活中已经使用了，而有些是我们可以更好地利用的。我详细介绍了其中 5 个，用于提供简单的策略，以帮助人们解决生活中的复杂问题。另外 5 个只简单介绍。

1. 识别

如果给你两个选择，而你只能识别其中一个，那就选择可以识别的那一个。

正如我几年前在曼谷迷路时所发现的一样，启发式识别在我们存在一定无知度的情况下效果最好。

我不会讲泰国话，我也不记得我的饭店或其所在街道的名字，所以我遇到了一个相当大的麻烦。幸运的是，我和妻子花了颇多时间在

市区行走，我记住了几个主要街道的名称，因为这些是我们经常经过的。我们在所在地区来回奔波，最终找到了我们记得的那些名称中的一个。沿着这条街散步，我很快就找到了我能识别的另一个名字，加上我建立的方向感，我们安全地回到了酒店。

如果我不记得我曾见过的任何名称，我可能会完全迷路。不过，如果我记得我们曾走过的每一个街道名称，我会一直处在等效的信息拥挤之中，因为我不知道在缺乏其他资料的情况下要选择哪一个。由于部分的无知，即仅仅记住了我们看到次数最多的街道名称，我在解决困境的过程中获得成功。

“数”说群体智慧

THE PERFECT SWARM

吉仁泽和戈尔茨坦发现，“少即是多”的识别原则甚至可以用来指导股票投资。他们将德国股票交易所的上市公司名单带到慕尼黑街头，并询问行人知道哪家公司。他们决定把钱投在他们相信的地方，所以他们动用个人储蓄建立了一个“不平凡”组合用于投资那些最知名的公司。6个月后，他们的投资组合价值增加了47%——远高于同期德国DAX30指标30%的增幅。

为什么“少即是多”原则能使研究者获利？其实并没有什么特别

神秘的地方。大多数人听说过的公司是那些因为在当时强劲的牛市里表现非常好，所以在新闻中出现过的公司。目前还不清楚同样的策略是否会在信贷紧缩的时代获利，不过到那时，投资一个不太成功的公司更有可能“无知获利”。

关键的一点是，我们应该能排除困惑和无关紧要的背景信息来抓住重点信息。例如，在询问人们哪座城市更大的例子里，大城市可能比小城市更容易在新闻中或天气预报中被提及，因此识别度与城市大小有关，我们有比 50:50 更大的机会得到正确的答案。

另一个因素是我们比较难以想起旧信息。如果信息在日常生活中显得十分不起眼，我们更容易记住新的信息。一群加拿大社会学家的惊人之举证明了这一点，他们设法使塞巴斯蒂安·韦斯多夫（Sebastian Weisdorf）一夜成名。

一夜成名

实际上，韦斯多夫是这群社会学家的朋友，研究人员将他的名字列入一个 100 个非著名人物名单中。研究人员向人们展示这份名单，并告诉人们，列入其中的人并不出名。然后，研究人员向人们展示了另一个名单。在这张名单上有 40 个非著名人名，其中 20 个来自第一份名单，另外 20 个是新的非著名人名，还有 60 个可识别的著名人名（不过他们没有著名到人们能说出他们因什么而著名）。

大部分在同一天看到两份名单的人，都可以很容易地识别出第二份名单中那些著名的人和非著名的人。但是那些在第二天才看到第二份名单的人大多认为韦斯多夫是著名的人名。韦斯多夫一夜成名，因为这些人忘记了第一份名单的细节，但依稀记得曾在哪个地方看见过这个名字——塞巴斯蒂安·韦斯多夫，并用这一线索将他归类为著名的人。因此，“塞巴斯蒂安·韦斯多夫”在心理学家心中确实是一位一夜成名的著名人物。

那么，在通过一条线索来完成选择时，可识别是一把双刃剑，特别适合广告公司使用。广告公司会使用这类技巧，动用最大的力量，迫使我们识别一样商品。

技巧之一是在广告中出现众所周知的特征（或人物形象）。最近一个美国服饰的广告在利用这一技巧时弄巧成拙。由于使用了电影《安妮·霍尔》（*Annie Hall*）中的画面来推广新系列，公司遭到了影星伍迪·艾伦的起诉，因为“他们处心积虑地利用我的名字、肖像和画面，来公开推广他们的业务”。

可识别性非常重要，我们有必要像伍迪·艾伦一样，在将它作为一个主要线索之前确定是否存在故意利用可识别性的可能情况。

不过，我必须承认，可识别性帮助我挽救了我的婚姻。我患有相

当严重的面容失认症，失去了识别其他人面孔的能力。曾经，我与自己的兄弟在街上擦肩而过却不认识他。当我的新婚妻子在机场拥挤的人群中迎接我时，我竟没有认出她而径直走过了她，这几乎成为我目前婚姻的灾难性的开端。

我拼命地寻找线索，直到我注意到她的帽子。那顶帽子散发出诱人的、令人倍感熟悉的气息，而在人群中其他妇女戴着的帽子没有这样让我心动。“啊哈！”我想，“她一定就是我的妻子了。”^①

很幸运，她确实是。她从来没有忘记这件事。我也一直没有忘记。不过，遗忘是有好处的。心理学先驱和哲学家威廉·詹姆斯（William James）首次确认了遗忘的好处。他认为：“在实际使用我们的智慧时，遗忘是一个重要的功能……大多数情况下，如果我们记得所有的事情，那 we 和什么也不记得一样惨。我们回忆一段记忆的时间和之前记忆消失的时间一样长，那样，我们就永远无法在思维上取得进展。”

当然，詹姆斯的理论实属无稽之谈，因为记忆和重新体验到一样东西并不会花费和第一次体验时同样长的时间。不过，记忆肯定可以通过忘记的能力来得以增强。

我的一个心理学家朋友告诉我一个餐厅服务员的故事。这名服务员从来不记录顾客点的菜品，但总是可以端来正确的菜，甚至可以准确地将某道菜放在某张桌子上点这道菜的客人面前。出于职业的好奇，

^① 事实上，她在我们的婚礼上就戴着那顶帽子。——作者注

一天晚上，我的朋友让服务员用他非凡的记忆来告诉他，他和朋友们点的菜。但是，服务员不记得其中任何客人点的任何一道菜。进一步询问时，他说，只要他完成了一桌的服务，他立刻从他的记忆中抹去冗余信息。否则，对过去信息的记忆会妨碍他记住新订单。

遗忘还可以帮助我们利用识别来作出选择。当识别是我们的主要线索时，忘记不太理想的选择有助于我们更好地识别出最好选择。

遗忘也帮助我成为了一名科学家。如果能够使用原子之父恩里科·费米（Enrico Fermi）的方法，我将能够取得更好的成果，同时将遗忘我曾学到的大多数方程式。就像我教导学生时，我花了几个小时痛苦地帮助他们记忆考试内容，还要花几个小时更痛苦地将这些内容赶出我的脑子，好继续做研究工作。费米有一个不同的方法。他发现大多数物理问题可以分为七类，他记住了与这些类别有关的方程，然后忘记其余的方程，依靠判断问题属于哪一类别解决问题。

即使我们能够识别所有的选择，识别也可以通过其他的方式来帮助我们。这种方式是使用流畅性，即选择最容易识别的。

2. 流畅性

在面对多个选择时，如果识别是你唯一的办法，而你又能识别出不止一个答案，那么就选择你最容易识别的那个。

你的直觉可能会让你觉得，流畅性看起来很像马尔科姆·格莱德威尔（Malcolm Gladwell）的《眨眼之间》（*Blink*）这类书给你提供的建议。事实上，这里的流畅性和直觉之间有一个很基本的差异。格莱德威尔在各种例子中运用了“直觉”这一概念，但是，流畅性仅适用于识别是主要的或唯一的可用线索的情况。

例如，我们在互联网上寻找一家当地餐馆，我们可能会想到一些餐馆的名字，但是正好跳入我们脑海里那一个很可能是最好的选择，即使我们从来没有去过那里。

我和妻子透过地产代理商的橱窗看见我家附近的一栋新房子，我们遇到过很多出售中的房屋，但是这一栋特别吸引我们，而且和一段时间以来我们想象中的房子一模一样。我们进行了进一步的调查，确认了最初的想法，并买下了它。

流畅性决策的潜在科学是，你最容易识别的选择也可能是你最熟悉的，因此（根据我在上一节中呈现的论点）与你的选择有密切的关系。这一策略似乎违背古训“草率的决定是危险的决定”，但是这句格言假设的是我们可以在不断补充资料的基础上慢慢作出决定。流畅性在信息不可能及时到位的情况下十分有用，至少在我们必须在一定时间范畴内作出决定的情况下十分有用。即使当我们时间充裕时，它通常也是宝贵的第一指南。

3. 计数

寻找可能帮助你作出选择的线索，选择具有积极影响而不是消极影响的线索，无需衡量它们的重要性。

计数是可以让我们使用大量线索来指导我们制定决策的最简单的方法之一。它是富兰克林的道德代数的简化形式。它包括写出各种选择方案的利弊清单，然后梳理最长的清单，它忽略了像赋予不同的因素不同的权重这样的细节。

查尔斯·达尔文在决定是否向他从小就认识的表妹爱玛求婚时使用了这种方法。在标题“结婚”和“不结婚”下面，他列举了生活中可能会出现各种状态的一系列优点和缺点。优点包括陪伴（反正肯定比狗的陪伴好），缺点包括，他不得不减少在购买书籍上花的钱，而且无法在晚上读书。结婚的理由在清单上占据了相当大的空间，于是达尔文和表妹正式结婚。

计数似乎是一个相当愚蠢的想法，因为它没有考虑不同因素的相对重要性。这似乎不符合直觉。实际上，当决策理论家罗宾·道斯（Robyn Dawes）提出，计算有时比复杂的方法表现得更好时，他的结论引起了科学界的公愤。

但是，进一步思考这个问题时我们发现，如果我们无法确认优点和缺点的权重，或当它们几乎同等重要时，计数是一个完全合理的做

法。例如，选择究竟去看哪部电影时，我们可能会考虑到演员的素质、导演是谁、电影在哪儿拍摄，以及其他许多因素。如果我们不知道其中哪些因素比其他因素更重要，最好的选择是当一部电影的优点超过缺点时，就去看这一部电影。

即使存在对于各种不同线索的不同重要性的有力科学分析，如果我们不知道具体原因何在，依然无法让状况得以改善。令人感到意外的是，我们不需要重要性。例如，预测降雨的时候，仅通过一个简单的优势与劣势的计算，如云的类别、云量，以及云能否产生雨等得出的预测结果，与参考更多的可供科学分析的因素得出的预测结果同样准确。

这里的关键单词是“预测”，这是道斯的批评者受到误导的地方。为不同因素赋予不同权重的科学统计方法在数据已知的情况下更加有效。但是，当涉及对未来数据的预测时，一个简单的优势和劣势列表也可以得到一样好的结果（以“抹去”数据的摇摆与波动的方式），有时甚至能做得更好。

“数”说群体智慧

THE PERFECT SWARM

当研究人员尝试对 20 种不同类别因素的预测情况（包括上述降雨预报）进行比较时，道斯规则取得了 69% 的平均预测成功率，而复杂的多元回归统计程序取得了 68% 的平均预测成功率。

下面将 20 种不同类别因素分别列出，从中可以看研究涉及的范围之广：

- （男人和女人的）魅力；
- 居高不下的辍学率；
- 不同城市里无家可归的人所占的比率；
- 不同城市的死亡率；
- 城市的人口；
- 房价；
- 土地租金；
- 教授的工资；
- 车祸发生率；
- 不同的国家汽车燃料消耗量；
- 18 岁的肥胖人群的比例；
- 身体脂肪含量；
- 渔业产量；
- 哺乳动物的睡眠状况；
- 牛粪消耗的氧气量；
- 加拉帕戈斯群岛的生物多样性；
- 降雨；
- 洛杉矶氧化剂的消耗量；
- 旧金山大气中的臭氧浓度。

在每一种情况下，预测都来源于一份公开的线索列表。例如，著名男性的吸引力（没有看到图片的情况下）可以从他们已公开的魅力

度、知道他的名字的人的比例，以及他是否是美国人中预测。

有研究表明，在我们可以区分出哪些因素比其他因素更重要的情况下，我们可以通过使用层次计数，在我们认为尤其重要的优势和劣势因素下加下划线强调。如果其中一列比另一列画出了更多需要强调的项目，我们就可以做出决定了。除此以外，我们可以删去所有我们认为重要性仅为中等的项目。如果这样仍然是平衡状态，回归到计算两列总长度的方法，或者干脆掷硬币来决定——因为最后的决定总归是依赖次要因素的，所以也就没有多大意义了。

研究表明，内在可预测性低的情况下，计数最容易获得成功，线索的数量在选择巨大数量之内，而且线索之间是相互依存的。虽然如此，令人惊讶的是，利用一种名为“选择最佳”的方法，我们往往可以做得更好。

4. 选择最佳

当面临两个选择方案时，寻找若干线索，按你的期望利用它们，它们将引领你找出最佳答案。你应该在能将两个选项区别开的第一条线索的基础上做出选择。

如果你是一条雌性孔雀鱼，进化让你选择最耀眼的橘红色雄性孔雀鱼。橘红色将是你在两个可能的雄性伙伴的选择列表中的第一条线索。不过，如果这两条雄性孔雀鱼的橘红色的深浅差不多，你就不得

不使用第二条线索。在实际中，孔雀鱼喜欢那些自己看到过它与其他鱼交配的雄性。

人们也会使用类似的线索。进化使得我们容易被那些脸部和身体的外观形状对称的人吸引。我们往往也会被别人的合作伙伴吸引。因此，“对称或不对称”以及“有合作伙伴的或无合作伙伴的”提供了两条可供选择的线索，帮助我们寻找潜在的配偶。其他的线索可能是身高、智力、收入、社会地位等。根据优先顺序来排列这些项目，从最重要的线索开始，一旦你找到一条可以区分两个潜在配偶的线索，你就可以停下来了。这就是“选择最佳”的本质。

“选择最佳”可以在相当广泛的范围内取得不错的结果。我们从经验教训和演化中获得的线索是最可靠的，即使是在上面提到的20种不同类别因素预测的实验中，也取得了优于其他方法的骄人成绩。这不仅是一个实际的结果，利用先进的统计数据进行的详尽数学分析已经证明，从一个纯粹的理论观点来看，“选择最佳”也应该可以给出好的结果。只需使用最可靠的第一条线索，如果有必要，也只需利用第二条最佳线索，我们可以完成生活中大多数二元选择，包括两个潜在合作伙伴或两个可能的度假目的地。

5. 满意度

搜索若干选项并选择第一个超过你的期望水平的选项。

“满意度”解开了复杂性的戈尔迪之结（希腊神话中的一个难题）。作为传统和神秘的经济人，我们接受一个合理的满意状态，而不是试图得到最大限度的满意。我们利用期望值，而不是线索，来引导我们完成选择。我们成为智人，接受一个合理的满意状态，而不是绝对的最好状态。还有什么比这更简单的呢？

智人登上历史的舞台后，一切都变得简单起来。智人认为看遍市场上所有的电视机再决定购买哪一台，或测试所有品牌的洗涤剂之后再选择其中最好用的一种永远都是不可能的。不过，智人希望比经济人做得更好，而且不喜欢选择第一个合理的选择，因为在周围可能会有更好的选择。

事实上，确实有更好的办法，好很多。做出决定之前，无须对每一种选择进行检查。事实上，这种方法通常被认为根本不可能。如果你穿过一个拥挤的跳蚤市场寻找一样特殊的商品，希望达成一个好交易。你面临的机会是，如果你继续寻找下一个价格更好的商品却没有找到，当你回去时，第一个已经不在。你现在必须做出决定，购买还是继续寻找。你究竟应该在何时购买，在何时继续寻找呢？

如果你满意了，你的选择很简单。你会在心中设定一个“底价”。如果这件商品比底价便宜，你就买。但是，你的底价可能是根据你已经看到的前几件商品的价格假设的。也许，你应该转而采用简单到令人惊讶的“秘书问题”的统计学方法。

“数”说群体智慧**THE PERFECT SWARM**

一个人招聘秘书，有 100 人到场参加面试，面试官随机面试他们，在对下一个候选人进行面试之前，必须接受或拒绝一个人。一旦拒绝一个候选人，就再也没有办法叫他回来。面试官应该采取什么样的战略才能有机会选到最合适的人呢？

统计学家约翰·吉尔伯特(John Gilbert)和弗雷德里克·莫斯特勒(Frederick Mosteller)于 1966 年发现一个简单到令人惊讶的答案：面试官应该先面试前面的 37 个人，不接受他们中的任何一位，然后接受后面面试的人中第一个比前面 37 位都更好的人。“37%”规则给了他们一个找到最适合这个职位的候选人之一的好机会。日常生活中的许多情况都可以运用这条规则。数码相机发明之前，聪明的统计学家甚至利用这种方法来寻找可以拍摄到最美丽的照片的边远地区。最终，他只能在相机中留下一张照片，而且没有机会返回到曾经离开的所有地方。

智人利用大约三分之一的候选人（或拍照机会）来设定他的期望值，然后利用满意度在剩余的三分之二的候选人中进行选择。你可能认为这是个不错的方法，而且它在寻找到一个好价格的过程中同样适用，只要你对可接受的价格有合理的估计。当然，还有其他的策略可以做得更好，不过，我们要做好降低标准的准备。

在跳蚤市场寻找最便宜的价格

例如，如果我们找到的商品的价格属于市场中最便宜的10%，我们会很高兴。我们不得不去猜测商品的总数。如果有多达100个选择，启发式专家彼得·托德（Peter Todd）和杰弗里·米勒（Geoffrey Miller）的计算表明，我们应该看看其中的14个选择，但是并不购买，然后选择下一个比我们看到的任何价格都更低的价格。这使我们找到了价格属于最便宜的10%的可能性高达84%。这是我们能够做到的最好方法。

如果价格属于市场中最便宜的25%就能令人感到满意，托德和米勒的计算表明，在接受下一个相对较低价格之前，我们只需要看看其中的7个选择，这样做可以让我们有更大的机会找到更便宜的东西（92%）。

查看全部商品的7%或14%就可找到价格属于市场中最便宜的25%或10%的商品，这些数字都是我们真正需要的。如果跳蚤市场只有7种商品，这个数字意味着我们只需要看一个选择，然后选择下一个较低的价格，就有最大的机会获得最好的。

选择生活伴侣时，我们能不能采用同样的策略呢？我们可以，除了两件事情。首先，我们不知道有多少可能见面的潜在伴侣。其次，

当我们在观察一个潜在伴侣的同时，他也在观察我们。他可能符合我们的期望值，但我们符合他的期望值吗？

这种平衡会出现在生活中的很多情况里。关于逻辑的一个典型的例子是英国铁路网络。他们声称，他们大部分的火车准时。他们对“满意度”的定义是在“十分钟内为准时”。这是可以让他们满意，但并不能让通勤者满意。

我们也许可以在社会模式和以往的经验的基础上合理地推测我们可能会和多少人见面。我们甚至可以通过婚姻介绍所或某些机构来和其他人见面。无论在什么情况下，准确的数字都不那么重要。数学计算表明，即使你的“潜在伴侣池”中有1 000人，你仍然只需要与他们中的30人见面，并设置您的期望值，借此让自己获得最高可达到97%的机会来找到最令人满意的10%的人。

但是，当你找到了这个人，他们与你在一起的快乐可能比不上你与他们在一起的快乐。在数学上，这意味着使用你的“预先决定”来设定你的期望值，有50:50的机会是其他人（当你找到他们时）对你的兴趣和你对他们的兴趣一样大。另一方面，也许这个数学方法最好还是仅仅用在寻找更便宜的东西上，在那个场合下，它更能发挥作用。

6. 均匀分散投资

为每个选项平均分配资源，而不是用一种方法替代另外一个。当

对股票组合进行投资时，根据夏普比率的预期收益，这个简单的策略比其他所有平衡投资的努力都更有效（对超额回报的测量，在投资资产或交易策略中的“风险溢价”单位，等价回报或是交易额）。这主要是由于“从多样性选择中的收获能够更好地抵消估计误差”。

7. 接受不作为

如果有一个默认选项是不作为，那么就什么都不做。沉默并不像看上去那么简单。举例来说，涉及器官捐赠时有人建议让不想捐献器官的携带一张卡片（因此捐赠成为了默认选项），这样一年可以挽救成千上万人的生命。

8. 以牙还牙

如果在某种情况下需要在合作与不合作中进行选择，那么在第一次选择合作之后，将来可能会重复这样的情况。在随后几次，按照另一方在第一次选择时的做法行事。如果他们合作，继续合作。如果他们不合作，停止合作。

9. 仿效大多数

采取你团队中的大多数人采取的行动。必须注意，这可能导致一致反应或是群体思想的迷失。

10. 仿效成功者

仿效已经成功的那些人。如果你与仿效的成功人士有相同的特质，那么该策略只可能成功。这些特质通常包括勤劳的工作，但不包括很多年轻人想要成为“名人”……

用简单原则顺利解决复杂问题

很明显，上文提到的规则在应用于合适的问题时可以发挥作用。但它们为什么会发挥作用呢？答案是：我们使用这些规则是为了预测将来可能发生的情况，而不是了解过去所发生的情况。

让我举个简单的例子来说明其中的差异。例如，我们想要知道每天的温度是怎样变化的。如果我们记录温度，温度 VS 时间图表上便会有许多的摇摆与波动。其中一些对我们的整体视图来说是非常重要的，但其他的则只是“突发事件”。例如温度的突然下降可能是因为气候模式的改变，也可能是因为一片云遮住太阳。

通过拟合观察到的变量，如平均云层覆盖率、地面温度、日照时间及其他因素，我们可以设计温度预测模型。模型中拥有的变量越多，匹配度就越好，对于温度的变化与波动的预测也越精确。在预测未来天气情况时，我们要寻找趋势。为了预报趋势，我们需要保持模型的

简单易读——这就是为什么上文说相对简单的规则通常能比复杂规则更好地解决问题。

从技术上来说，可以将之称为偏差 - 方差两难推论，这一推论可以应用在生活的许多方面。公式如下：

$$\text{整体预测误差} = (\text{偏差})^2 + \text{方差} + \text{噪音项}$$

其中，“偏差”仅指我们的预测图与实际图的差异，“方差”指的是我们拥有的数据中所测量到的散点，“噪音项”指的是由于突发事件产生的散点。

按照吉仁泽和亨利·布莱顿（Henry Brighton）的解释：

为在较大范围的问题上实现更少的预报失误，模型必须适应一个丰富的模式。例如必须包含许多因素，以确保偏差较低等。模型需适应丰富模式的多样性，但可能要做出一一定的牺牲，即当模型具有更大的灵活性，不仅可以适应系统模式，同时可以适应突发性模式，如噪音项时，方差会增加。运用突发性模式进行预测时，得出的结果可能会不准确。这就是为什么我们提出两难推论：要降低偏差需使用多种模型，但要降低方差需限制使用模型的种类。我们无法抱着不可知的心态同时来做两件事……

5 大对策应对紧急事件与环境的快速变化

有时我们可以运用自己的策略事先以安全的方式解决困境，这样我们在遇到突发事件时便可以采取合理的措施。如果要制定快速准确的决策，我们需要简便合理的规则来指导我们。

在研究这类规则的过程中，我发现了斯坦福大学的凯瑟琳·艾森哈特（Kathleen Eisenhardt）和哈佛商学院的唐纳德·苏尔（Donald Sull）对现代商业策略的潜在性研究。艾森哈特和苏尔发现，诸如易趣和雅虎这样的公司在现今金融震荡和不可预知的市场中尤其繁荣，遵循小规模简单规则使得它们能够积极抓住转瞬即逝的机会。

这些公司所处的市场就属于混沌的边缘，与我们所见到的克雷格·雷诺兹开发的柏德计算机模拟系统类似。有短期订单和组织，但模式是在快速波动的，因此很难或是无法预测长期趋势。

易趣、雅虎和亚马逊这样的公司就如秃鹰在兽群中捕食般开发着这个市场。它们密切关注着市场的变化，调查寻找机会，建立成功的营销模式，并随着环境的变化来寻找新的机会。艾森哈特和苏尔发现这些规则形成的策略使得我们能够在面对紧急事件和环境的快速变化之前做好有效的准备。他们一共发现了5种规则。

1. “怎么办”规则

“怎么办”规则要求我们提前制定在遇到特殊情况时的行动计划。举例来说，戴尔电脑有一项快速重组规则，当它面对任何利润达到 10 亿美元的业务时必须在企业内将其一分为二。对婚姻来说，当共同收入达到一定数额时也会发生类似的事情。当然，这时应采用一些“怎么办”规则，尤其是在一些特殊事件发生之前。快速浏览紧急事件表便可以帮助人们形成该规则。但如果一个合作者死亡，那么需要采取的就是另一种规则。

2. 范围规则

网络设备供应商思科公司的兼并策略要求公司使用最多 75 名员工，而其中 75% 是工程师。设置范围肯定能帮助公司避免由于不平衡的工作强度导致的延迟问题，同样也可以帮助人们避免私人生活上可能发生的问题，无论是孩子的玩耍事件，还是在没有事先讨论的情况下夫妻中的一方所用的金钱额度。

3. 优先顺序规则

举例来说，英特尔遵循一项简单的规则：根据产品的毛利率调配制造能力（总收入除以产品的销售净额）。通过遵循这一规则，公司

能够从它的核心内存业务发展至高利润的微处理器市场。

这与我们的个人生活也是并行不悖的——根据活动或物品的重要程度分配资源。有些人也许更倾向于将钱花在假期上；其他人可能更喜欢购买新车。在这些选择中进行优先分配通常是我们自动执行的，但是也有必要记住需要进行这样的分配。

不进行资源分配的人很快会发现自己身处困境。我的一个朋友(大学教授)有过一次不愉快的经历，他听到敲门声，开门之后发现一个信用卡公司的代表出现在他的门口。代表要求查看我朋友的信用卡。当他这样做时，这位代表用一把大剪刀将卡剪成两半，然后将这些碎片郑重归还。

4. 时机规则

全球通信公司北电网络依赖于两个简单的时间安排规则：项目小组必须知道何时将新产品送至客户手中来赢取订单，同时产品开发时间必须少于18个月。这样做的优点是：第一可以保持公司与尖端客户的同步；第二可以迫使公司迅速抓住新的机遇并以“追求完美的形象吸引市场注意”。而缺点则是开发团队有时必须放弃产品的功能来保证开发时间。

这与我们的生活又不谋而合了，我们为自己做事与我们做会涉及

到别人的事时，会采取不同的策略。举例来说，在写作时我会记下自己在阅读中发现的也许会写进书中的点子。当我正在写书时，最后期限变得更重要了，我必须抗拒这些有趣的题外话的吸引，而不是做个快速记录之后再关注它们。

5. 退出规则

成功的丹麦助听器公司 *Orticon* 使用了一个简单的退出规则来支配其内部的许多开发项目：如果团队的一个核心成员从一个项目中退出而加入另一个，则立即关闭第一个项目。

退出规则意味着知道何时减少损失。有时我们需要对个人的生活进行清楚的规划，而不是在面对一个决定时想出一些特定的策略。例如，我对汽车的自我规则就是，一直使用直到第一次需要花费大笔金额来维修，那时就马上换车。

总之，简单的启发式可以为复杂情况提供解决策略。最好的选择取决于环境，值得对其提前研究，这样能够找出最好的选择来作决定。

选择简单的启发式是为了在复杂问题中寻找模型。正如我将在下一章中介绍的，这也是在复杂条件下做最好决定的方式。

THE PERFECT SWARM

The science of complexity in
everyday life

第9章

穿越复杂性的迷宫

复杂群体信息的两大量化模式

- 在一个有540个人或事件的群组中，我们总是可以建立一个拥有7个节点长的关系链。
- 用什么可以判断一个人是否想用伪装的形象欺瞒我们？用什么可以证实是否应该相信我们有时自以为看见的模式？

如果我们能够在深刻理解复杂性的基础上区分出各种模型，
如我们或许也可以将这些模式作为指引我们穿过迷宫的捷
径。基本方法有两种：运用想象力，或者利用统计学。

虚拟模式与想象力

《花生漫画》里有一段精彩的情节，查理·布朗和莱纳斯·华·比利在观察云彩时运用了想象力。

露西：这些云朵多美丽啊！看起来像一团团棉花。我可以一整天都躺在这里看着它们飘动。发挥一下想象力，

你就可以从这些云彩的形状中看见很多东西。你看见了什么，莱纳斯？

莱纳斯：呃，那一团正对着我的云彩看起来像一幅悬挂在加勒比海上空的英属洪都拉斯地图。（用手指了指）那一块云彩看起来很像著名的画家和雕刻家托马斯·埃金斯的侧面像。还有那些……（用手指）让我想起了“石击圣史蒂文”。我还看见了站在一边的使徒保罗。

露西：嗯嗯。很好。你在云里看见了什么，查理？

查理·布朗：嗯……我本来是要说我看见了一只小鸭子和一匹小马的，但是现在改变了想法。

莱纳斯和查理的例子说明，想象力可以呈现出多种模式。许多人倾向于将之看作艺术的领域，并在得知想象力在科学中也具有同等的重要性时感到惊讶。在现实生活中，事件和模式这两种情况都会刺激想象力的产生，但有一个重要的区别：**科学的工作便是将想象的模式与现实进行对比。**

在初次面临一系列令人困惑的感官经验时，我们便以孩子的身份开始了科学生涯。鉴于大脑中用于感知视觉模式和听觉模式的区域面积最大，视觉和听觉似乎是最重要的。

声音逐步分解成词语和句子这两种听觉模式，而视觉开始和三维物体联系到一起。这种联想过程是通过某一事实实现的，即用于感知这些模式的大脑区域同时也用于回忆过去曾经感知到的模式。

一旦孩子产生了某种联想，他们会通过实验测试来进行验证——触摸物体，在使用某个词语时观察父母的反应，将词语串起来形成越来越长的句子。

想象力在这一切中起着极其重要的作用。它通过在视觉和物体，声音和含义之间建立一个快速发展的关系构架，使得孩子们有捷径可循。它同样可以让科学家们找到相似的捷径，只是我们没有把它称为想象力，而是称之为推测。这两个词其实是同一回事——虚构一幅事实可能是这样的画面，然后检验这幅画面是否属实。

许多这类画面都来自深藏在复杂性迷雾里的模式感知中。其中最著名的一个例子是关于俄罗斯人德米特里·门捷列夫如何发现元素周期表的。

门捷列夫当时正在写一本名为《化学原理》的教科书，他希望找到一些组织原则，并将其作为讨论当时已知的 63 种化学元素的依据。他首先为每个已知的元素做了卡片。在卡片上，他记录了该元素的原子量、原子价以及其他的化学和物理特性。然后，他试图以各种方式对卡片进行排列，看是否会出现某种模式。

最终，他成功了。当他将这些元素按原子量由小至大的顺序排列时，他发现它们的特性在逐渐改变。非金属硼和碳取代了金属锂、铍，而硼和碳之后又被气体氮、氧和氟取代。不过，又忽然出现另外一种

金属——钠。门捷列夫的灵感是把写上钠的卡片放到标有锂的卡片之下，然后开始另一轮的排列。

他得到了很多行的排列，以及随之而来的一个问题。有几个地方出现了错配，一些不太合适的搭配。于是他产生了第二个灵感。将下一张卡片往右移动一个位置，所有的一切又都匹配了，除了两种元素（钙和钛）间还有一个空白。

最后他发现了三个空白，并且产生了他的第三个灵感——这些将最终由尚未发现的元素来填补。

这些空白不久就被填补了。门捷列夫于1869年出版了他的书，而这三个元素也分别在1875年（镓）、1879年（钪，填补在钙和钛之间）以及1885年（锶）被发现——这些元素的熔点与密度，都和他通过元素表的模式预测的一样。

元素周期表并非是在复杂性深处搜寻模式和规律中产生的唯一发现。许多其他著名的发现都是通过类似的方式实现的。例如，物理学家默里·盖尔曼（Murray Gell-Mann）在观察原子核不同成分之间的关系时发现，只要存在8个基本单位，其中7个是已知的，而另外一个则有待发现，那就能解释原子核的对称模式。的确如此，当时未知的这一个基本单位如今被称为“欧米茄减”粒子。

盖尔曼因其敏锐的洞察力而被授予诺贝尔奖。另一位诺贝尔奖获得者，生物学家吉姆·沃森（Jim Watson）用带图案的硬纸板揭示了DNA双螺旋结构模式。他剪出四个基本分子成分的形状，然后将之置于他的办公桌上四处移动，直到它们的配对模式相匹配。

沃森用“从来没有人通过寻找混乱而获得任何成就”这句话证明了他的简单方法。当他在20世纪50年代初得出这一发现时，他确实是正确的。但在20世纪80年代，复杂性科学家找到彻底解决这些混乱的工具。

当涉及实际生活问题时，本书中的例子表明，我们有时可以利用这种群集或群体智能形式的整体；而在另一些情况下，我们会尽力使用忽略复杂性的简单规则，只集中于问题的一两个本质特征。利用想象力，我们可以更好地在现实生活中寻找模式吗？

离婚公式

当数学生物学家詹姆斯·默里（James Murray）注意到新婚夫妇彼此交谈时微笑的方式和他们婚姻持续的时间长度之间的相关性时，他获得了成功。他与心理学家合作对许多对夫妇进行了研究，最终得出了一个数学“离婚公式”。当验证该公式的预测是否符合现实时，其正确率高达94%。

默里利用统计学得出公式并验证其结论。现代的“数据挖掘者”使用先进的软件，在众多关于我们的信息（如今都储存在各种计算机数据库里）中搜寻动态、模式和相关性时，也在做着类似的事情。但我们是否可以用统计学来解决日常生活中的复杂问题呢？

我相信，在某些情况下，我们可以——不是要找出模式和动态，而是区分真实模式和虚幻模式。有两个特别的工具可以帮助我们，一个叫本福德定律，它可以帮助我们判断一个人是否想用伪装的形象欺瞒我们；另一个是拉姆齐定理，它可以帮助我们证实是否应该相信我们有时自认为看见的模式。

量化模式 1：本福德定律

实际上，本福德定律应该被称为纽康定律，因为它最初是由自学成才的天文学家西蒙·纽康（Simon Newcomb）发现的，只是随后又被统计学家弗兰克·本福德（Frank Benford）重新发现，并在 57 年后以他的名字而命名。

1877 年，纽康已被任命为美国航海天文历编制局主任，并给自己定下了重新计算所有主要天文常数的艰巨任务。他利用华盛顿特区美国海军气象天文台的一台望远镜重新核查恒星和行星的位置，并发现了供员工使用的对数表手册前面的部分出现了许多脏页，而后面部分

却相当整洁。

很多人从来没有见过这本手册，但在计算机诞生之前，对数对于快速计算来说是一个基本要素，因为它们可以将乘法和除法运算转化为更加简便和快捷的加法和减法运算。在这本手册中，数字是由小到大排列的，因此，该书的前面几页比后面脏的事实说明，较小数字比较大数字的使用频繁更高。但是，为什么呢？

纽康能想到的只有一种解释——对数往往由 1 或 2 这样的小数字开始，而很少会以 7、8 或 9 这样的大数字开始。这似乎是一个荒谬的假设，但纽康却发现了一个解释这些数字分布的数学原因。

这个原因是基于这样的认识：当一组数字涵盖了多个数量级时，其对数是随机分布的，数字本身却不是。这一推理尤为深奥，但它却引导纽康得出了一个关于任何一组数字中的首位数的分布公式：

$$F_a = \log_{10} ((a+1)/a)$$

其中， F_a 是数字 a 在该组数字中位于首位的频率。

这意味着，在现实生活中范围广泛的多数数字列表中，各数字出现在首位的概率如表 9—1 所示。

表 9—1 数字出现在首位的概率

数字	概率
1	30.1%
2	17.6%
3	12.5%
4	9.7%
5	7.9%
6	6.7%
7	5.8%
8	5.1%
9	4.6%

如果情况不是这样的，那么你可以确定，该列表被篡改过。

弗兰克·本福德发现该定律适用于街道地址、人口统计、死亡率、读者文摘中的故事，以及不同河流的排水速度。如今已是一位会计学教授的马克·尼格里尼（Mark Nigrini）最近发现，当他还是一个学生的时候，本福德定律就可以用来进行金融诈骗测试，因为骗子视所有的数字同等重要因而趋向“随机化”。这一发现又推出了司法会计学，并为税务人员常规使用。尼格里尼对于这一学科最早的应用之一是总统比尔·克林顿已公布的超过 13 年的纳税账户。它们通过了测试！

THE PERFECT SWARM 本福德定律

The science of complexity in everyday life

一堆从实际生活中得出的数据里，以数字 1 为首位数字的数出现的概率约为 30.1%，数字越大，它在首几位出现的概率越低。

本福德定律的许多其他应用如今也正在探索中，从检查临床试验中的弄虚作假到规划申请的预测现实。所有这些现实应用的产生都是因为纽康和本福德在大量看似随机的复杂数据中发现了模式，并敢于相信他们所看到的现实。

但是，知觉模式并不总是真实的。古代巴比伦人和亚述人相信天空中发生的事情和地球上发生的事情之间存在关联，并用“后此谬误”这种错误的逻辑来支持他们的信念。

例如，如果月食之后有一个好收成，那么在亚述人和巴比伦人看来，很明显是月食造成了好收成。如果火星和太阳一同升起时（黎明时，火星正好位于东方地平线之上），牛患病而死，那么很明显是火星的上升造成了疾病。

这种错误的关系一旦确立，就会被收录到一本预兆书中。我们可能不再相信预兆，但许多人仍然认为，天空中发生的事情会影响地球上的事情。

我的一个朋友就是这样的人，他在一个享有声望的国际组织中担任要职。他总是随身带着一组星象图，甚至声称，它们预测到了他在一个偏僻的机场停机坪被枪口胁迫的时间。

THE PERFECT SWARM 后此谬误
The science of complexity in everyday life

后此谬误是指：A 发生在 B 之前，因而 A 是 B 的起因。

当我问他为什么没有用这一预测来改变他的航班时，他没有作出正面回答。不过，他却对占星术的有效性从未通过科学测试这一问题进行了回答。他说：“只是看看万事万物是如何联系在一起的，就很容易发现所有这些都是以某种模式联系在一起的。”

可惜，他不是数学家。如果他是，我可能已经用拉姆齐定理来说服他相信自己的论点是多么的错误。

量化模式 2：拉姆齐定理

弗兰克·普伦普顿·拉姆齐（Frank Plumpton Ramsey）是剑桥大学的数学家，他将数学灵巧地运用于哲学、经济学和逻辑问题中。他是个体态颀长而瘦削的人，在 1929 年死于一场手术，年仅 26 岁。但在那时，他便已经产生了诸多与如今的一些问题仍有密切关系的想法。

其中一个想法是关于一个国家应谨慎节省的收入比例。经济学家约翰·梅纳德·凯恩斯称之为“数理经济学所做的最显著的贡献之一”。但他接着又说：“这篇文章对于经济学家来说是很难读懂的。”对于非经济学家来说，它也是相当难读懂的。

THE PERFECT SWARM 拉姆齐定理

The science of complexity in everyday life

储蓄率乘以货币的边际效用，通常应该等于效用的总净
享乐率与最大可能享乐率之差。

其实，拉姆齐提出的的是一个复杂但数学上严谨的方法，用来计算我们为备日后不时之需所应该储存金额的比例。如果现代的政治家和商界领导者们听取了他的意见，那么信贷紧缩可能就不会发生。相反，我们就可能处在被拉姆齐称为“幸福”的平衡状态。

通过为数学家们提供一个他们至今仍在研究，且与涉及在大量复杂的数据里寻找真实模式的问题尤其相关的问题，拉姆齐也为他们制造了真正的幸福。位于该问题核心的是一个关于网络连接性和顺序的革命性启示——人际网络、事件网络以及想法网络本身。

这个想法现在被称为拉姆齐定理。拉姆齐证明了，当群体中的人数愈来愈多时，群体中必然会出现模式。例如，在一个聚会上，6人组成一个小组，那么其中必然至少有3人是通过彼此的认识联系起来的，或有3人因不认识彼此而联系起来。

“数”说群体智慧

THE PERFECT SWARM

拉姆齐定理是在拉姆齐研究他的经济理论时，作为一个几乎无关紧要的问题突然出现的。拉姆齐在技术上用一条曲线描述这个定理，在数学上是指，一组由线（边界）连接在一起的点（最高点）。该定理表示：

假设 K_n 是连接 n 个顶点的一条完整曲线（即，每个点都通过数条线与所有其他点连接）。当整数 $m, n \geq 2$ 时，存在一

个最小的正整数 $R = R(m,n)$ ，使得 KR 的每一条着色边（用红色和蓝色），都必须得出一个 K_m （每条边是红色的），或者 K_n （每条边是蓝色的）。

拉姆齐定理更令人惊讶的结果之一便是，当我们将一组整数以任何顺序排列，总会有一些数字形成递增或递减数列（范德瓦尔登定理）。举例来说，如果我们有 101 个整数，无论我们怎样排列，这一系列数中至少会有 11 个数字组成递增或递减的数列。

这可能令人难以置信，但在这个简单的例子中，我们利用常识可以很容易地证明这点。在聚会上任意选择 6 位宾客中的一位，他可能认识或者不认识剩余宾客中的 3 人。如果他认识他们，且三人中的任意两个人都彼此相识，那么他将把这两个人加入到一个相识三角关系中。而另外的三人之间则相互陌生。

对于更大的数字，这个问题听起来仍然很简单，但推理却要复杂得多。这有点像图论，涉及网络中点与点之间的联系，且其进展缓慢，有时又极其痛苦。

直到 1955 年，数学技巧才变得足够先进，得出一个聚会上应该有多少人，才会出现至少有 4 人互相认识或者彼此陌生的答案——18。当相互认识或彼此陌生的人数变为 5 时，数学家还没有得出一个明确的答案——他们只知道答案一定是在 43 和 49 之间。

这些数字（每种情况下可以确信的最小数字）被称为拉姆齐数^①，用 $R(m,n)$ 表示，即出现 m 个互相认识的人和 n 个彼此陌生的人所需的人数。 $R(3,3) = 6$ ； $R(4,4) = 18$ ；而 $R(5,5)$ 介于 43 和 49 之间。

我们也可以有非对称拉姆齐数。例如， $R(4,5)$ 是保证有 4 个彼此陌生的人和 5 个互相认识的人所需要的人数（或反之亦然），其值为 25。

较大的拉姆齐数的计算极为困难，但至少数学家们成功地为很多数字计算出范围。例如， $R(6,6)$ 介于 102 和 165 之间， $R(7,7)$ 介于 205 和 540 之间，而 $R(19,19)$ 则介于 17 885 和 9 075 135 299 之间！

拉姆齐定理对现实世界的意义在于，它让我们知道感知连接链是否有可能是统计学假象，或者是否有可能代表了一种真正的潜在的模式。这一切都取决于群组的大小。

例如，在一个有 540 个人或事件的群体中，我们总是可以建立一个 7 个环节长的链，因此，这种情况下仅凭该链的存在并不能证明它有什么潜在的意义。但如果我们在一个较小的群组里（例如 100 人）发现了一个 7 个环节长的链，那么该链的存在却为潜在的原因提供了一个优先的支持。

^① 拉姆齐数 $R(m,n)$ 解决了聚会问题——至少要请多少宾客才能保证至少 m 个人相互认识或至少 n 个人彼此陌生。——作者注

当我们发现一个用大量数据将点或事件连接起来而形成的链条时（例如星象图，或全球气候模式中所发现的），拉姆齐定理会告诉我们，在得出该链条有意义的结论之前，我们应该寻找潜在原因的其他证据。对于全球气候模式（主要指全球变暖），其他证据即将浮出水面。关于星象图却没有其他证据。拉姆齐定理告诉我们，在后一种情况下，我们应该谨慎地理解感知连接的含义。从数学上说，它们很可能是统计学假象，仅仅是一个机遇的问题。

- 本福德定律告诉我们，当出现一堆涵盖几个数量级的数据时，某个数字出现在首位的概率应该如表 9—1 所示。如果不是，那数据很可能被篡改了。
- 拉姆齐定理告诉我们，在任何足够多的事实、人或事件中，都存在连接链。拉姆齐定理还告诉我们，这些连接链只是统计学的假象，没有任何更深层次的含义。

总之，我们可以有效地将想象力和模式感知添加到自己的工具包中，以解决日常生活中的复杂问题。主要的要求是，我们应该能够核实这种感知模式是否符合现实。就此我们可以使用科学家做实验的方法，也可以使用诸如本福德定律和拉姆齐定理中所涉及的统计学方法。

结合前面章节中讨论的群集和群体智能的使用以及后面章节中列出的简单规则，我为大家提供了一整套解决复杂问题的工具。在下

一章中，我将总结出这些工具的功能，以及我们如何能够最好地利用它们。

我们生活在一个复杂的世界中，而它的突发性行为意味着我们无法总是预测出情况最终的结果。简单的规则、模式和公式常常可以帮助我们找到出口，但最终起掌控作用的还是复杂性，是这样吗？

THE PERFECT SWARM

The science of complexity in
everyday life

结语

群体的智慧，复杂中的简单之美

- 让我们从受困的复杂性泥潭中挣脱出来，
利用规则，为自己提供一个最佳机会！
- 融入“完美的群体”，利用群体智慧和协
作思维的超群力量，掌控我们的未来！

复杂性科学告诉我们，相邻个体之间的简单互动可以导致复杂的群体行为，比如群体智能，其整体比各个部分的总和更强大。有时，我们可以识别并利用产生复杂性的规则。在其他情况下，通过使用群集或群体智能，我们可以利用复杂性本身解决很多问题。我们还可以使用简单的试探法、一致性技术、网络技术、数据挖掘技术、模式识别甚至数学定理，来帮助我们走出生活中的复杂性困境。

复杂性科学的 10 大要点

当我们面临复杂的情况时，我们应该回顾一下复杂性科学并记住以下 10 大要点。

1. 通过提供一个所有人都将自己视为利益相关者，而不是利益瓜分者的平台，在家庭、社区和商业环境中发挥群体智能的优势。也可以利用手机在自己的群体中发挥群体智能，把自己变成一个聪明的暴民。

2. 从内部引导（如果有可能最好是一个由志同道合的朋友或同事组成的小圈子），但要注意不要让群体里的其他成员知道你在做什么。只是朝着你想要去的方向前进，剩下的事情就交给群体智能的法则去完成。

3. 当网络发挥作用时，发现、利用或建立少量的远程链接，可以使一些小群体汇集成一个小世界，且不易分离。

4. 如果你和一群人身处一个危险的环境中，应使用一种混合策略逃生：用 60% 的时间跟随人群，用剩余 40% 的时间找到自己的逃生路线。

5. 在不能重新选择你拒绝过的选择的情况下，如果你想给自己做出最好选择的最佳机会，那么你应该着重考虑有效选择中的 37%，然后挑选下一个最好的选择。这会让你获得 1/3 的机会做出最佳选择，并极有可能找到最佳选择中的最佳选择。您还可以通过稍微降低你的期望值来提高概率。如果你想要所有替代方案中排在前 10% 的一个方案，那么你应该着重考虑可选项的 14%，然后选择一个比你看到的任何一个都要好的方案。

6. 如果你想说服一大群人，甚至是引起异常骚动，不要靠说服具有影响力的个体来传递信息。尝试说服大量关键性的早期采用者——仅仅在接触一次后就接受这一思想或产品的人，这样做的效果要好得多。

7. 当面临大量需要用于决策的数据时，首先使用本福德定律来检查数据是否是伪造的。

8. 不要相信连接链有潜在的意义，除非你找到连接以外的其他原因。

9. 一群行人倾向于自组织成人流。随波逐流，不要在岸上搁浅。

10. 当策划一次穿过城市的复杂公路之旅时，尽可能多地右转（或尽可能多地左转，如果你所在的国家恰好是左侧驾驶）。

社会和行为研究中的 10 大规则

1. 选择一条非正式的捷径越过田野或公园时，不要盲目地跟随前人的脚步。为自己找到最短的路线。实验表明，总会有更短的路线出现。

2. 如果有一个危险警告，一定要相信它，并迅速采取行动。不要

徘徊着等待确认。

3. 如果你在一个密集的人群之外，远离他们，并尝试说服别人也这样做。

4. 如果你获得了两个可选的替代方案，而你只能识别其中的一个（在没有其他信息的情况下），那么选择你能识别的那一个。

5. 如果你识别的唯一的方法，而你能识别不止一个选项，那么选择那个你最容易识别的。

6. 寻找可以帮助你做出选择的线索，选择正线索远远超过负线索的选项。

7. 当面临在两个选项中作出选择时，寻找线索并进行研究，以期可以利用这种方法找到最佳选择。一旦找到区别两个选项的线索，便尽快做出选择。

8. 如果有一个默认选项，最好选择该选项。

9. 最简单的选择就是采取你所在的同龄群体中大多数人采取的做法。

10. 向那些成功的人学习，但要确保你有与他们相同的特质！

自然中的规则

如果在某一情况下，你唯一的线索就是其他人的行为方式，使用法定人数响应，这样你选择其中一个选项的可能性会随着已经选择该选项的人数急剧增加。如果你能补充法定人数响应的额外信息，将给你带来更大的机会。

商业中的 3 大规则

1. 通过暂时回避群体环境、做一些独立思考并在返回群体之前通过自己的思考得出结论，可以避免趋同思维的风险。
2. 对于紧急情况及需要快速决策的情况，应提前决定怎么办、范围、优先顺序、时机和退出规则，以达到未雨绸缪的效果。
3. 不要把鸡蛋放在同一个篮子里。与其选择一种替代方案而放弃另一种，不如在两种选择中均匀地分配你的资源。

计算机模拟中的 4 大规则

1. 与一帮朋友在拥挤的人群中寻找出路时，不仅要彼此紧密地团结在一起，而且要试图让尽可能多的陌生人与你们同行。

2. 当试图将一个问题呈现在作为整体的一个群体或公众面前以引起他们的注意时，不要只是昙花一现。随着时间的推移，将问题的不同方面展示在他们面前。

3. 执行任何任务时，注意附近执行类似任务的人。如果他们比你表现得更好，放下你的骄傲，效仿他们的行为！

4. “赢守输变”。在需要重复合作的情况下，时刻将合作放在第一位，然后在第二轮中采用对方在第一轮采取的行为（合作或不合作）。

数学中的规则

1. 在处理涉及计算某些东西的数值的状态估计问题时，利用群体认知的多样性。只需记住，群体中的个人在权衡其他个体的意见得出结论之前，需要得出自己的独立判断。

2. 对于存在一个明确的答案的问题，群体中的多数裁决提供了找到答案的最佳机会。群体越大，多数裁决正确的概率就越大。

3. 为了通过表决达成一致意见，应选择最可行的表决方法，而不是最接近理想的表决方式。没有理想的投票方法，而且永远也不可能有。

4. 如果你想要在自己和一个根本不认识的人之间建立一种连接链，找到一个可以传递的动机，以便其他人能够维持这条链的延续，选择与目标的社会距离最近的人作为你的第一位联系人。

5. 当建立网络时，选择并利用节点。

6. 如果你正在考虑一系列的替代方案，并且无法再选择自己曾经拒绝的方案，那么请满足于选择首个超过你的期望水平的方案。

最后一点：明智地使用规则。请记住，生活是复杂的，简单规则不会总能预测出突现的模式，尽管它们是由这些简单规则引起的。但是，通过利用本书中揭示的这些规则，你一定能够为自己找到一个最佳机会，帮助自己从经常受困的复杂性泥潭中挣脱出来。