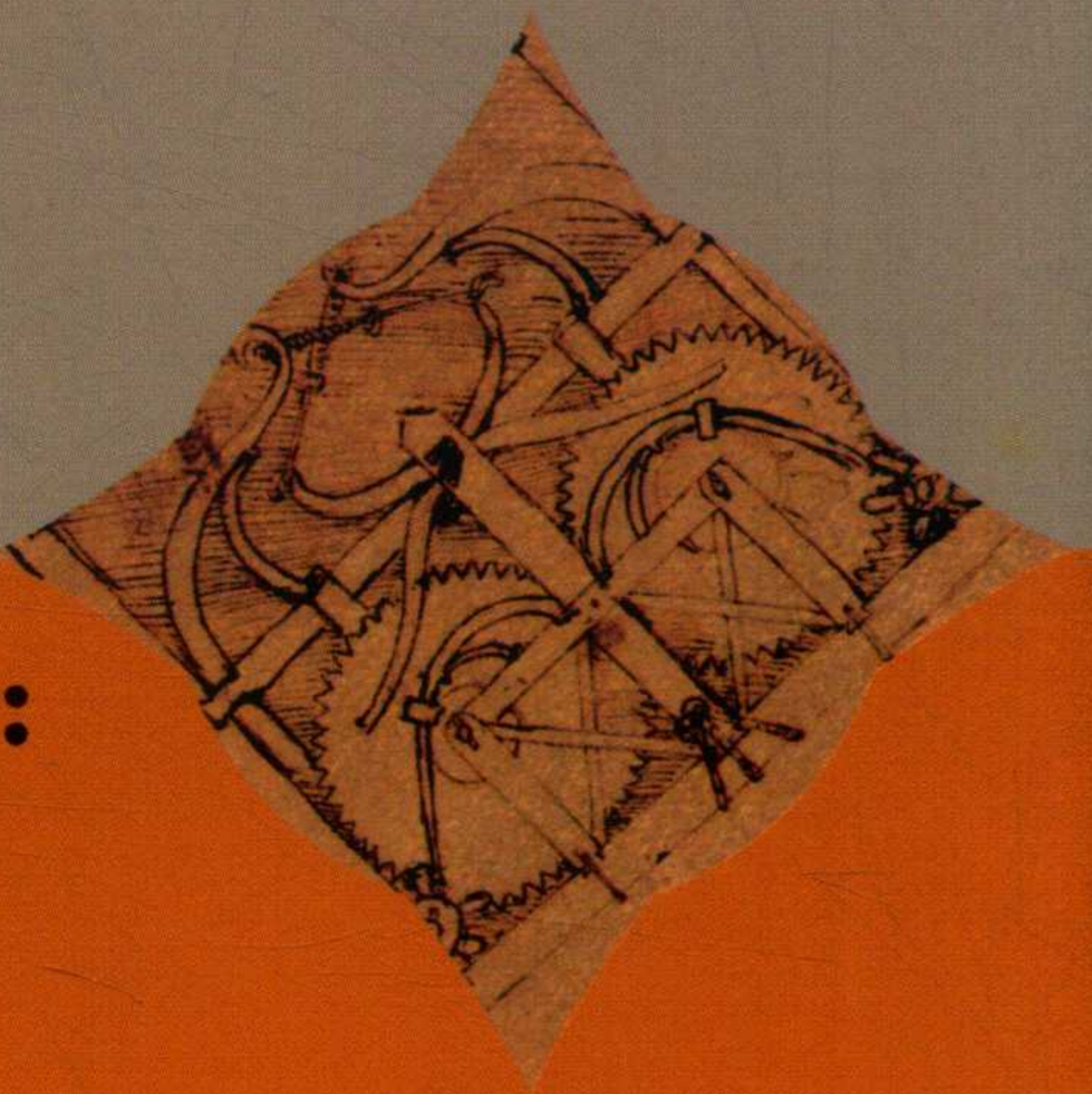


ERFOLGSGEHEIMNISSE DER NATUR

Hermann Haken

[德] 赫尔曼·哈肯 著 凌复华 译

大自然成功的奥秘： 协同学



非外借

上海译文出版社

ERFOLGSGEHEIMNISSE DER NATUR

Hermann Haken

大自然成功的奥秘：协同学

〔德〕赫尔曼·哈肯 著 凌复华 译

上海译文出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

大自然成功的奥秘：协同学/（德）哈肯（Herman Haken）著；
凌复华译. —上海：上海译文出版社，2018.6
（睿文馆）

ISBN 978-7-5327-7702-0

I. ①大… II. ①哈… ②凌… III. ①自然科学—普
及读物 IV. ①N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 307901 号

Herman Haken

Erfolgsgeheimnisse der Natur

Synergetik: Die Lehre vom Zusammenwirken

© Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, 1984. 4. durchges. u. erg. Aufl.

根据斯图加特德意志出版社 1986 年第 4 版译出

根据罗沃尔特出版社 1995 年扩充版修订

本书中文版版权由上海市版权代理公司帮助取得

图字：09-1996-101 号

大自然成功的奥秘：协同学

[德] 赫尔曼·哈肯 著 凌复华 译

责任编辑/莫晓敏 装帧设计/张志全工作室

上海译文出版社有限公司出版、发行

网址：www.yiwen.com.cn

200001 上海福建中路 193 号 www.ewen.co

山东鸿杰印务集团有限公司印刷

开本 890×1240 1/32 印张 8.75 插页 6 字数 158,000

2018 年 6 月第 1 版 2018 年 6 月第 1 次印刷

印数：0,001—5,000 册

ISBN 978-7-5327-7702-0/N·012

定价：58.00 元

本书中文简体字专有出版权归本社独家所有，非经本社同意不得连载、摘编或复制
如有质量问题，请与承印厂质量科联系。T：0533-8510898

中译本修订版作者序

科学技术和社会都在迅速发展。本书中文版的译者凌复华教授不久前告诉我，现存版本即将售罄，他打算修订一部新译本。中国读者对本书的持续兴趣使我十分高兴。但我必须自问，这里阐述的“协同学”现今在什么程度上仍然适用。经过深入探讨以及与不同科学领域同事们的会议和交谈，我得以确定，协同学历经多年仍未失去其有效性。恰恰相反，我在这本书中提到的许多具体应用有了更深入的发展，从而进一步验证了协同学的许多论点。在我看来，发展最快的领域是信息技术，它终于进入了“认知科学”领域。因此我添加了题为“信息、信息、信息”的一节。关于对克服个人矛盾的心理导向的补充，我满足于较少的增添。我衷心希望我的中国读者们在阅读本书时获得很多乐趣。

赫尔曼·哈肯

2016年4月于斯图加特

扩充袖珍版前言

本书的“职业生涯”已经非常成功。1981年首次由德意志出版社出版并多次再版，而后由乌尔斯丹出版社出了两个袖珍版。与此同时，出现了中文、英文、意大利文、日文和西班牙文译本。当皮特森先生建议我为罗沃尔特出版社准备一个新的袖珍版时，我深受鼓舞。这自然同时也是测试那时所写的东西在今天还有多少现实性的一个绝佳机会。对此可以直截了当地说，它甚至比那时更有现实性。协同学导致的一般认识之一是，在特定的情况下，即使环境参数的微小改变，也可能给一个系统带来突然的颠覆性变化。关键词气候灾变可以说明，这种认识是何等及时。

以前版本展示的结果在原则上并无变化，但协同学深入到了许多其他领域，这些在本版的新增章节或段落中有所体现。这样的一章，即第10章，专注于运动协调这个对运动科学很重要的一个领域，但它也在例如康复需求中起重要作用。正如读者将要见到的，协同学在这里提供了崭新的视角。

除了已有的关于混沌的一章，我又添加了新的一章(第13章)，它提供了这一科学分支的理论基础。这在我看来很有必要，因为关于混沌，不仅发表了许多有意义的文章，在有些媒体上也发表了许多毫无意义的文章。同时也很明显，混沌理论与此前已建立的协同学，十分密切地相互联系着，有些如今在混沌理论中描述的东西，早已在协同学范畴

内发现和发展了。

增加的其他较长或较短的小节包括神经网络计算机和协同计算机，它们打开了解释人类感知的一条新途径。如同已为彼得·克鲁斯（Peter Kruse）和迈克尔·斯塔德勒（Michael Stadler）以及本书作者所证明的，这里也很清楚地看出协同学与格式塔理论^①之间的关系。若要介绍协同学应用的所有新结果，那会需要一整套书，而且它们也确实在《施普林格协同学丛书》这个框架下，以专业科学著作的形式出现，这套丛书现已出版了 63 卷。^② 在袖珍版框架的范围内，经常局限于较少较短的提示，例如关于新的管理理论便是如此。有些最新的发展十分热门，但它们是如此之新，也许还不应在这一本供广大读者阅读的书中提及。属于这一类的有西佩克（G. Schiepek）、恰赫（W. Tschacher）、布伦纳（E. J. Brunner）和其他作者借助协同学在临床心理学和临床精神病学方面的工作，或露丝·拜塞尔（Ruth Beisel）应用协同学对一个汽车工厂中团队工作的分析。相应地我也略去了在纯技术领域中的发展，这些虽然使专业人员极受鼓舞，但外行却多半甚少兴趣。属于这类的有基于协同学的半导体元件——对称电阻。

读者从上面的简短概述中可以看到，协同学是一门高度活跃的科学，也可以于其框架内在看来互不相干的不同科学分支之间确立许多重要的横向联系。我没有把这本袖珍书写成一部百科全书的打算；而是更多地致力于通过精选的例子使读者熟悉协同学的基本概念，并说明这些概念如何不断地建立阐释自组织过程的基础，从而生成进一步的关键词。

过去的十年给我们带来如此之多与协同学有关的令人惊喜的发展，

① 19 世纪末，奥地利及德国的心理学家创立了格式塔（Gestalt）理论，它强调经验和行为的整体性，反对当时流行的构造主义元素学说和行为主义“刺激-反应”公式，认为整体不等于部分之和，意识不等于感觉元素的集合，行为不等于反射弧的循环。——译者

② 截至 2017 年 10 月已出版 118 卷。——译者

因此我毫不怀疑，自组织复杂系统的研究还只是刚刚开始。

感谢伊姆加德·默勒（Irmgard Möller）女士对补充内容快速而仔细的录入，以及马尔克·诺伊费尔德（Marc Neufeld）博士和安德烈亚斯·达费特肖费尔（Andreas Daffertshofer）物理学学士完成的新增插图。

赫尔曼·哈肯

1994 年秋于斯图加特

第一版前言

自然界，尤其是动物界和植物界，常以其形态的繁多、结构的精致，以及结构中各组成部分之间极其巧妙的协作，使我们惊叹不已。以往，人们世代都认为这些结构出自上帝所赐。如今，科学日益关注这些结构究竟是怎样产生的，是什么力量在起作用的问题。有鉴于直至近来，结构的自发产生似乎还被认为与物理学原理相矛盾，本书就不啻为科学思想的一个转折点。我们的出发点基于以下认识：即便是在无生命物质中，新的、井然有序的结构也会从混沌中产生出来，并随着恒定的能量供应而得以维持。本书从物理学和化学方面，提供了有关这种发现的极富启发性的实例，诸如激光束的有序排列，液体的蜂窝状模式和化学中的螺线形波。由此可见，结构的形成是以普遍适用的规律为基础的。具此认识，就能研究较为复杂的问题，如动物细胞模式形成的受控，商业公司集体行为方式对经济事务的左右，以及社会舆论的形成所取决的法则。在所有这些过程中，许许多多的个别部分几乎总是以一种富有意义的方式协同行动。确如人们所说，我们面对着“复杂性系统”。对此可从各种角度加以观察：可以考察个别组成部分的功能，也可以对该系统做整体性研究。第一种情况犹如按照一定规则的竞技，这些规则确定了各部分的具体步骤，由此最终得出一种“模式”。曼弗雷德·艾根（Manfred Eigen）和鲁蒂尔德·温克勒（Ruthild Winkler）合著的《竞技论》一书（皮佩尔出版社，1976年版），令人信服地对此做了

说明。

协同学即“协调合作之学”，所取的是第二种途径。这里很少探讨个别的基本规则，而旨在发现结构赖以形成的普遍规律。尽管所有比拟都有不足之处，但不妨用下国际象棋为例，对协同学略加说明。我们可以不时地举棋落子，并跟踪观察每一步棋的走法。但也可以究问：一盘棋的终局如何？显然，众所周知，不是白王被擒，就是黑王就缚，或则握手言和。虽然整个对局中一着着棋非常复杂，但最终结局只需寥寥数语即可说明。协同学研究结构形成时的情况也相仿，探讨的是最终形成的总体模式。我们由此会认识到，存在着普遍的更高层次的必然性，它们导致新的结构和新的模式。在科学领域里所获得的关于集体行为的知识，确定无疑地也与我们的个人事务有关，无论是在经济领域，还是在社会领域。然而，本书并不提供这方面的现成答案。作者希望本书有助于启发思考，但不为我们自己的行为开具万应良方。我们甚至将提出并证明这样的命题：准确无误的答案，往往是完全不可能找到的。这就为认识矛盾的本质和怎样解决矛盾提供了新的思路。

协同学的领域正在迅猛扩展，这既可以见诸国际会议的日益增多，也可以从大众汽车公司基金会把协同学列为科技领域的重点项目而予以促进的举动中得到佐证。施普林格出版社为协同学专门出版了《施普林格协同学丛书》。科学家们对这一新领域早已心仪神往，本书旨在使感兴趣的非专业人员对此也能初涉门径。

在我们的时代，科学“负债”的说法不绝于耳。据我看来，科学与科学同生共存，不可分离。社会之于科学，一如科学之于社会，都是兴亡攸关。因而沟通二者的每一座桥梁都至关重要。对科学家来说，偿还负债并非易事。并非缺乏良好的愿望，但科学的语言——尤其是在用到数学时——与日常用语相差太远，以致转译甚为困难。尽管如此，我倒是认为，无论是在自然科学或者例如在经济学中的一件事情，科学家往

往只有在无需借助任何公式，单凭日常用语就能予以说明时，才算完全理解了它。也正是把自己的思想对非专业人员讲清楚的那种需要，使科学家对更重要的相互关联有了新的认识。

希望我对这一新学科的论述能给读者以鼓舞和启迪，从而应用大自然成功的奥秘为自己和全人类谋福利。

感谢我的妻子，她评阅原稿，提出了宝贵的改进意见；感谢乌尔苏拉·冯克（Ursula Funke）夫人迅速录入了完美的定稿。她不倦的热忱，对我成功地完成全书大有帮助。

对德意志出版社的工作人员，特别是勒伯（Lebe）博士和洛克（Locke）夫人给予的难能可贵的合作，在此一并致谢。

赫尔曼·哈肯

1981 年春于斯图加特

目 录

中译本修订版作者序 001

扩充袖珍版前言 001

第一版前言 001

1 引言和概述 001

为什么这本书会引起你的兴趣 001

探寻一个统一的宇宙观 003

分解或建构 004

生物结构与基本自然规律矛盾吗？ 006

2 无序有增无已？世界的热寂 012

自然界的单行道 012

什么是无序？ 013

能量不断贬值 016

3 晶体——有序但无生命的结构 019

超导性和磁性：微观有序性产生宏观的力量 021

相变：从无序到有序或者从有序到无序 024

028 4 流体模式、云图和地质构造

040 运动模式的梯级

045 5 “要有光”——激光

045 光有多种

049 激光器中的自组织

051 激光器——一个具有相变过程的开放系统

055 6 化学模式

055 化学里的牵线搭桥

056 化学钟

058 化学波和螺线

060 一个新的一般原理

061 7 生物的进化：适者生存

064 生物分子间的竞争

067 8 不是最适者也能生存：专门化并创造自己的生态小环境

075 9 生物有机体是怎样起源的？

075 通过分子进行遗传

079 生物形态形成的典型例子

082 分子基础上的宏观模型

10	生物的运动模式	087
11	矛盾有时不可避免	094
	测试你自己的心境	095
	生活中充满矛盾	097
	在社会领域中矛盾的转移	099
	矛盾也可能用别的方式解决	101
12	混沌、偶然和机械论世界观	102
	确定还是偶然？	102
	既确定亦偶然！	103
	吃角子老虎：计划好的混沌	106
	北方并不总是北方	108
	协同学中的混沌：自相矛盾吗？	108
	天气是否可以预报？圣彼得是否总留着一扇小小的后门？	109
	等离子体可以制服吗？核聚变中也有混沌吗？	110
13	混沌理论背景概述	114
	驯服混沌	120
	混沌研究者的预测	121
14	经济中的协同效应	125
	两个冰淇淋小贩在海滩上做买卖，怎么做最好？	127
	为什么城市越来越大？	128

- 130 …… 经营管理：跟着你的对手亦步亦趋吗？
- 131 …… 经济的繁荣和衰退——一件事的正反两面
- 132 …… 技术革新永远是经济的动力吗？
- 137 …… 经济生活中突发的集体变化
- 139 …… 经济不像亚当·斯密所想的那样简单
- 139 …… 国家控制：是祸抑福？
- 141 …… 考虑不周的控制造成经济混乱
- 142 …… 经济联系越紧密，和平就越有保障吗？
- 143 …… 协同效应的意义与无意义
- 144 …… 用协同学规律为人类造福
- 145 …… 15 革命能不能预测？
- 145 …… 作为序参数的舆论
- 148 …… 人是可影响的吗？
- 152 …… 意见的改变：怎样和通过什么来进行？
- 153 …… 大众传媒：筛选压力下的序参数
- 156 …… 世界的简化
- 158 …… 电视——非同等闲的影响力
- 159 …… 政府与舆论
- 161 …… 专制
- 163 …… 舆论与少数派
- 164 …… 革命
- 167 …… 能定出行动的普遍原则吗？
- 168 …… 对官僚主义的一些思考

16	幻觉能证明关于大脑功能的理论吗?	171
	有没有“祖母细胞”?	172
	大脑的激发模式——假设和实验	175
	整体思维	178
	身与心	179
	大脑是按计划生长的吗?	180
17	计算机的解放: 希望还是噩梦?	183
	二十世纪的神童	183
	程序编制	185
	计算机网络	187
	模式识别	190
	感知与协同计算机	193
	计算机的内部世界	197
	逻辑过程——与材料无关	202
	神经网络计算机和协同计算机	204
	计算机会变幻莫测吗?	205
	不要放弃思维	207
	信息、信息、信息	208
18	科学感知的原动力——科学家之间的竞争	211
	科技杂志之间的竞争	220
	协同学论协同学	221

226 19 回顾

226 一项新原则

228 无生命自然界到有生命自然界之间的桥梁

228 生活在火与冰之间

230 生命的又一特征?

230 知识的界限

233 译校后记

235 译者的话

240 参考文献

254 插图来源

1 引言和概述

为什么这本书会引起你的兴趣

大千世界之组成，品类繁多不可胜数。其中不少出于人类的创造，如房屋、汽车、工具、绘画，但其他许多则纯系大自然的产物。对科学家而言，这包罗万象的世界乃是一个遵循着严格规律、结构有方、秩序井然的世界。把望远镜镜头朝向无限深邃的宇宙空间，我们将看到如图 1·1 所示的旋涡星云，其中给予星云结构和层次的旋臂清晰可见。在旋臂的气体中，新的光芒熠熠的星球不断形成，数目之多难以想象。我们的地球和太阳也属于一个旋涡星云——银河。当夜空澄澈之际，仰望苍穹，银河粲然可辨。银河系中的星球多达千亿，这一数字超过了人的理解能力，而我们的太阳不过是其中之一。地球则和其他行星一起，遵循着不变的规律，环绕着太阳旋转。

然而要看到结构，根本不必骋目天宇。无数实例充斥于日常环境之中。结构规则的雪花晶体如图 1·2 即是其中一例。生物界的千姿百态一再使我们惊讶不已，有些形态可能非常奇特。图 1·3 是热带蝇眼睛的放大图，蝇眼位于蝇头部突出的一根柄上。蝇眼的蜂窝状结构整齐匀称，令人为之倾倒。同时，整个“构造”亦显得颇具匠心，因其能对周围事物一览无遗。我们见到的动植物的形态千差万别，多得难以置信，而各种形态本身又十分和谐协调，常使人心旷神怡。我们往往发现，生物的