



世纪文库

协同学

大自然构成的奥秘

[德] 赫尔曼·哈肯 著

上海世纪出版集团

协同学

大自然构成的奥秘

[德] 赫尔曼·哈肯 著 凌复华 译

世纪出版集团 上海译文出版社

图书在版编目(CIP)数据

协同学——大自然构成的奥秘/(德)哈肯(Haken, H.)著;

凌复华译. —上海:上海译文出版社

2005. 5

(世纪人文系列丛书)

书名原文:SYNERGETIK

ISBN 7-5327-3637-7

I. 协... II. ①哈... ②凌... III. 协同学

IV. N94

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第136618号

图字:09-1996-101号

本书中文简体字享有版权归本社独家所有,非经本社同意不得连载、摘编或复制
本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,请向承印厂联系调换

责任编辑 赵凤珍

装帧设计 陆智昌

协同学

——大自然构成的奥秘

[德]赫尔曼·哈肯 著

凌复华 译

出 版 世纪出版集团 上海译文出版社

(200001 上海福建中路193号 www.ewen.cc www.yiwen.com.cn)

发 行 上海世纪出版集团发行中心

印 刷 商务印书馆上海印刷股份有限公司印刷

开 本 635×965mm 1/16

印 张 14.75

插 页 7

字 数 184 000

版 次 2005年5月第1版

印 次 2005年5月第1次印刷

ISBN 7-5327-3637-7/B·193

定 价 29.00元

出版说明

自中西文明发生碰撞以来，百余年的中国现代文化建设即无可避免地担负起双重使命。梳理和探究西方文明的根源及脉络，已成为我们理解并提升自身要义的借镜，整理和传承中国文明的传统，更是我们实现并弘扬自身价值的根本。此二者的交汇，乃是塑造现代中国之精神品格的必由进路。世纪出版集团倾力编辑世纪人文系列丛书之宗旨亦在于此。

世纪人文系列丛书包涵“世纪文库”、“世纪前沿”、“袖珍经典”、“大学经典”及“开放人文”五个界面，各成系列，相得益彰。

“厘清西方思想脉络，更新中国学术传统”，为“世纪文库”之编辑指针。文库分为中西两大书系。中学书系由清末民初开始，全面整理中国近现代以来的学术著作，以期为今人反思现代中国的社会和精神处境铺建思考的进阶；西学书系旨在从西方文明的整体进程出发，系统译介自古希腊罗马以降的经典文献，借此展现西方思想传统的生发流变过程，从而为我们返回现代中国之核心问题奠定坚实的文本基础。与之呼应，“世纪前沿”着重关注二战以来全球范围内学术思想的重要论题与最新进展，展示各学科领域的新近成果和当代文化思潮演化的各种向度。“袖珍经典”则以相对简约的形式，收录名家大师们在体裁和风格上独具特色的经典作品，阐幽发微，意趣兼得。

遵循现代人文教育和公民教育的理念，秉承“通达民情，化育人心”的中国传统教育精神，“大学经典”依据中西文明传统的知识谱系及其价值内涵，将人类历史上具有人文内涵的经典作品编辑成为大学教育的基础读本，应时代所需，顺时势所趋，为塑造现代中国人的人文素养、公民意识和国家精神倾力尽心。“开放人文”旨在提供全景式的人文阅读平台，从文学、历史、艺术、科学等多个面向调动读者的阅读愉悦，寓学于乐，寓教于心，为广大读者陶冶心性，培植情操。

“大学之道，在明明德，在新民，在止于至善”（《大学》）。温古知今，止于至善，是人类得以理解生命价值的人文情怀，亦是文明得以传承和发展的精神契机。欲实现中华民族的伟大复兴，必先培育中华民族的文化精神；由此，我们深知现代中国出版人的职责所在，以我之不懈努力，做一代又一代中国人的文化脊梁。

上海世纪出版集团
世纪人文系列丛书编辑委员会
2005年1月

作者为中译本写的序

改善每个人的生活是人类当今最重要的任务之一。无论对社会或对个人来说，这个任务所提出的问题日益复杂。自然科学、工程科学和社会科学必须为解决这些问题奠定基础。为此，它们像目前那样仅仅提供许多零星的新成果是不够的；这个任务的复杂性要求各门不同科学之间密切对话。只有通过它们的共同努力，这些复杂问题才能得到解决。鉴于零星分散的成果十分繁多，也鉴于专业术语和工作方法各不相同，看来越益紧迫的是，亟待找到一些基本原理，并从哲学上予以透彻剖析。

这里谨向推出包括本书在内的一套丛书的出版社致以祝贺，它担负起了使各种科学之间的对话成为可能的任务。

现在置于中国读者面前的这本中译本，正好有着刚才简述过的目标，即找出那些能适用于迥然不同的科学领域，也包括社会科学在内的共同原理。提出这些原理的协同学，特别注目于一个系统的结构在性质上发生宏观变异的那些情况。如同我们将在本书中阐明的，这些情况往往是最有意义的，它们可能出现在物理学乃至经济学的极不相同的领域内。

我希望本书能以这种方式对于理解复杂系统有所裨益，并使读者受到激励，对复杂的问题能采用新的思想法则去获得解决，或者哪怕只是使读者能在一个越来越复杂的世界中理出个头绪来。

对本书的译者凌复华教授卓有价值的工作，我理所当然地致以深厚的谢意。

赫尔曼·哈肯

Vorwort zur chinesischen Übersetzung des Buches Erfolgsgeheimnisse der Natur

Die Verbesserung des Lebens jedes einzelnen Menschen ist heutzutage eine der wichtigsten Aufgaben der Menschheit. Diese Aufgabe stellt sowohl die Gesellschaft als auch den Einzelnen vor immer komplexere Probleme. Zu ihrer Lösung müssen die Naturwissenschaften, die Ingenieurwissenschaften und die Sozialwissenschaften die Grundlagen liefern. Hierzu genügt es aber nicht nur, daß diese wie bisher eine Fülle einzelner neuer Ergebnisse erbringen, sondern die Komplexität der Aufgaben erfordert einen engen Dialog unter den verschiedenen Wissenschaften. Nur durch deren gemeinsame Bemühungen können die komplexen Probleme gelöst werden. Angesichts der Fülle der Einzelresultate, der verschiedenen Terminologien und der unterschiedlichen Arbeitsmethoden erscheint es zugleich immer dringender, grundlegende Prinzipien herauszuarbeiten und diese philosophisch zu durchdringen.

Der Verlag, der diese Serie, in dem dieses Buch erscheint, herausbringt, ist daher zu beglückwünschen, daß er sich der Aufgabe, einen Dialog zwischen den Wissenschaften zu ermöglichen, unterzieht.

Mein eigenes Buch, das dem chinesischen Leser hiermit in chinesischer

Sprache vorliegt, hat die eben angedeutete Zielsetzung, nämlich gemeinsame Prinzipien herauszuarbeiten, die in den verschiedensten Wissensgebieten, einschließlich der Soziologie, Geltung haben. Die Synergetik, in der diese Prinzipien erarbeitet wurden, richtet dabei insbesondere ihr Augenmerk auf solche Situationen, wo sich die Struktur eines Systems qualitativ makroskopisch ändert. Wie wir in diesem Buch darlegen werden, sind dies häufig auch die interessantesten Situationen, die in den verschiedensten Gebieten von der Physik bis hin zu den Wirtschaftswissenschaften auftreten können.

Ich hoffe, daß auf diese Weise mein Buch etwas zu dem Verständnis komplexer Systeme beitragen kann, und der Leser selbst Anregungen erhält, um selbst neue Denkansätze zur Lösung komplexer Probleme zu erhalten oder auch nur, um sich in einer immer komplexer werdenden Welt zurechtzufinden.

Dem Übersetzer dieses Buches, Professor Ling Fu Hua, bin ich für seine wertvolle Arbeit zu großem Dank verpflichtet.

第四版前言

本书第一版早于 1981 年问世，现在看来有必要就协同学的进一步发展以及本书的现实意义作几点评述，从而对第一版前言进行补充。本书在这段时间内，已被译成英文、意大利文和西班牙文出版，日文译本也行将面世。

我十分高兴的是，这些版本在德国国内和国外都得到了好评。尽管如此，我还是认为有必要再次检验本书的现实意义，并考察协同学新近的发展。结果表明，协同学的进一步发展只是不断地证实了书中的立论，因此无需对本书的内容作实质性的改动。

不仅如此，这段时间内在物理学、化学和其他领域中进一步发现了一系列现象，它们完全属于协同学的范围。此外，还可以开辟协同学的新的应用领域，特别是在生物学和医学方面。由此得以就运动过程中肌肉与四肢的配合发展新的概念，从而对生理学的这个困难的领域提供新的认识。同时，也能就(例如)群体动力学与(特别是)家族治疗建立有意义的和重要的横向联系。

本书在东亚，在印度、中国和日本，引起了特殊的反响。事实上，协同学与东亚对世界的整体性观察方式颇相一致。看来，对于中医学以及瑜伽术，都能找到有意义的联系。

但最终我不得不放弃把这些全新的内容纳入本书，因为这样一来会

大大超越本书的范围和篇幅。也许，这些将成为一本新书的精髓。因此，我只限于就一些新的研究结果，尤其是在激光混沌方面的，稍微给出几点提示。

此外，我还在书末增添了一些参考书目，以便对此有兴趣的读者也能了解最新的专业文献。

赫尔曼·哈肯

1986年春于斯图加特

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极其巧妙的协作，而使我们惊叹不止。以往，世世代代的人们认为这些结构出自上帝所赐。如今，科学则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。有鉴于直至近日，结构的自产生似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。我们基于如下的认识出发：甚至在无生命物质中，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，液体的蜂窝模式和化学的螺线形波。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态的左右，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以一种富有意义的方式协同行动。

确如人们所说，我们面临着“复杂系统”。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，也可以对该系统作整体性研究。第一种方法有如竞技，按照参加各方据以依次行动的规则开始，由此最终得出一种“模式”。曼弗雷德·艾根和鲁蒂尔德·温克勒合著的《竞技论》一书(皮佩尔出版社，1976年版)，令人信服地表明了这一点。

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。尽管所有比喻都有不足之处，但不妨用下国际象棋作比，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，众所熟知，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，但最终结局寥寥数语即可说明。协同学研究结构形成时的情况也相仿佛，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，确定无疑也与我们的个人事务有关，无论是在经济领域中，还是在社会领域里。然而，本书并不提供这方面的现成解答。作者希望本书有助于激发思考，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：要找到准确无误的解答，往往是完全不可能的。这也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发展，这既可见诸国际会议的日益增多，也可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予以促进一事中得到佐证。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向往之，本书意在使感兴趣的非专业人员对此也能初涉门径。

现在，科学对我们“负债”的说法不绝于耳。据我看来，科学与科学共生共存，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。总的说来，愿望是有的，但科学的语言——尤其是用到数学时——与日常用语相距太远，以致转译甚为困难。我倒认为，无论是在自然科学或者如经济学中的一个过程，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，使科学家对主要的相互关联有了新的洞见。

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

前 言

然构成的奥秘为自己和整个人类谋福利。

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·冯克夫人迅速打出了完美的定稿，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，特别是勒伯博士和洛克夫人给予了难能可贵的合作，在此一并致谢。

赫尔曼·哈肯

1981 年春于斯图加特

目录

作者为中译本写的序 / 1

第四版前言 / 1

前言 / 1

1 引言和概述 / 1

为什么这本书会使你感兴趣 / 1

探寻一个统一的宇宙观 / 3

分解或建构 / 4

生物结构与基本自然规律矛盾吗? / 6

2 无序有增无已? 世界的热寂 / 12

自然界的单行道 / 12

什么是无序? / 13

能量不断贬值 / 16

3 晶体——有序但无生命的结构 / 19

超导性和磁性: 微观有序性产生宏观的力量 / 21

相变: 从无序到有序或者从有序到无序 / 24

4 流体模式、云图和地质构造 / 27

运动模式的梯级 / 36

5 “要有光”——激光 / 40

光有多种 / 40

激光器中的自组织 / 44

激光器——一个具有相变过程的开放系统 / 46

6 化学模式 / 50

化学里的牵线搭桥 / 50

化学钟 / 52

化学波和螺旋 / 53

一个新的共同原理 / 55

7 生物的进化——适者生存 / 56

生物分子间的竞争 / 59

8 不是最适者也能生存：专门化并创造自己的生态小环境 / 62

9 生物有机体是怎样起源的？ / 69

通过分子进行遗传 / 69

生物形态形成的典型例子 / 72

分子基础上的宏观模型 / 75

10 矛盾往往不可避免 / 80

测试你自己的心境 / 81

生活中充满矛盾 / 83

在社会领域中矛盾的转移 / 85

11 混沌、偶然和机械论世界观 / 88

预定还是偶然？ / 88

既前定亦偶然！ / 89

吃角子老虎：计划好的混沌 / 92

北方并不总是北方 / 93

协同学中的混沌：自相矛盾吗？ / 94

天气是否可以预报，气象报告员是否总留着一扇小小的后门？ / 95

等离子体可以制服吗？核聚变中也有混沌吗？ / 96

12 经济中的协同效应 / 100

两个卖冰淇淋小贩在海滩上做生意，怎么做？ / 102

为什么城市越来越大？ / 103

经营管理：随着你的对手亦步亦趋吗？ / 105

经济的繁荣和衰退——一件事的正反两面 / 106

技术革新永远是经济的动力吗？ / 107

经济生活中突发的集体变化 / 112

经济不像亚当·斯密所想的那样简单 / 114

国家管制：是祸是福？ / 114

考虑不周的管制造成经济混乱 / 116

经济联系更紧密些，和平就更有保障吗？ / 117

协同学规律可为人类造福 / 118

13 革命能不能预测？ / 120

作为序参数的舆论 / 120

人是可影响的吗？ / 123

意见的改变：怎样和通过什么来进行？ / 127

大众传播媒介：筛选压力下的序参数 / 127

世界的简化 / 131

电视——非同等闲的影响力 / 133

政府与舆论 / 134

舆论和少数派 / 136

革命 / 137

能定出行动的普遍原则吗？ / 140

对官僚主义的一些思考 / 141

14 幻觉能证明关于大脑功能的理论吗？ / 143

有没有“祖母细胞”？ / 144

大脑兴奋模式——假设和实验 / 146

整块思维 / 149

身和心 / 150

大脑是按计划生长的吗? / 151

15 计算机的解放：希望还是噩梦? / 153

二十世纪的神童 / 153

程序编制 / 155

计算机网络 / 157

模式识别 / 159

感知 / 162

计算机的内部世界 / 165

逻辑过程——与材料无关 / 171

计算机会变幻莫测吗? / 173

不要抛弃思维 / 175

16 科学感知的原动力——科学家之间的竞争 / 177

科技杂志之间的竞争 / 185

协同学论协同学 / 186

17 回顾 / 190

一项新原则 / 190

无生命自然界到有生命自然界之间的桥梁 / 192

生活在火与冰之间 / 193

生命的又一特征? / 194

认识的界限 / 194

参考书目 / 197

插图来源 / 208

补充参考书目 / 211