

新学科译丛



[联邦德国] H·哈肯

# 协同学

——自然成功的奥秘

SYNERGETIK

Die Lehre vom  
Zusammenwirken

Erfolgsgeheimnisse  
der Natur

Hermann Haken

上海科学普及出版社

责任编辑：刘 洪

封面设计：毛增南

Herrmann Haken

Erfolgsgeheimnisse der Natur

Synergetik: Die Lehre

Vom Zusammenwirker

德意志出版社 1983年第3版

## 协 同 学

——自然成功的奥秘

[联邦德国] H·哈肯 著

戴 鸣 钟 译

谢 雷 鸣 审

上海科学普及出版社出版发行

(上海南昌路47号)

各地新华书店经销 上海市印刷四厂印刷

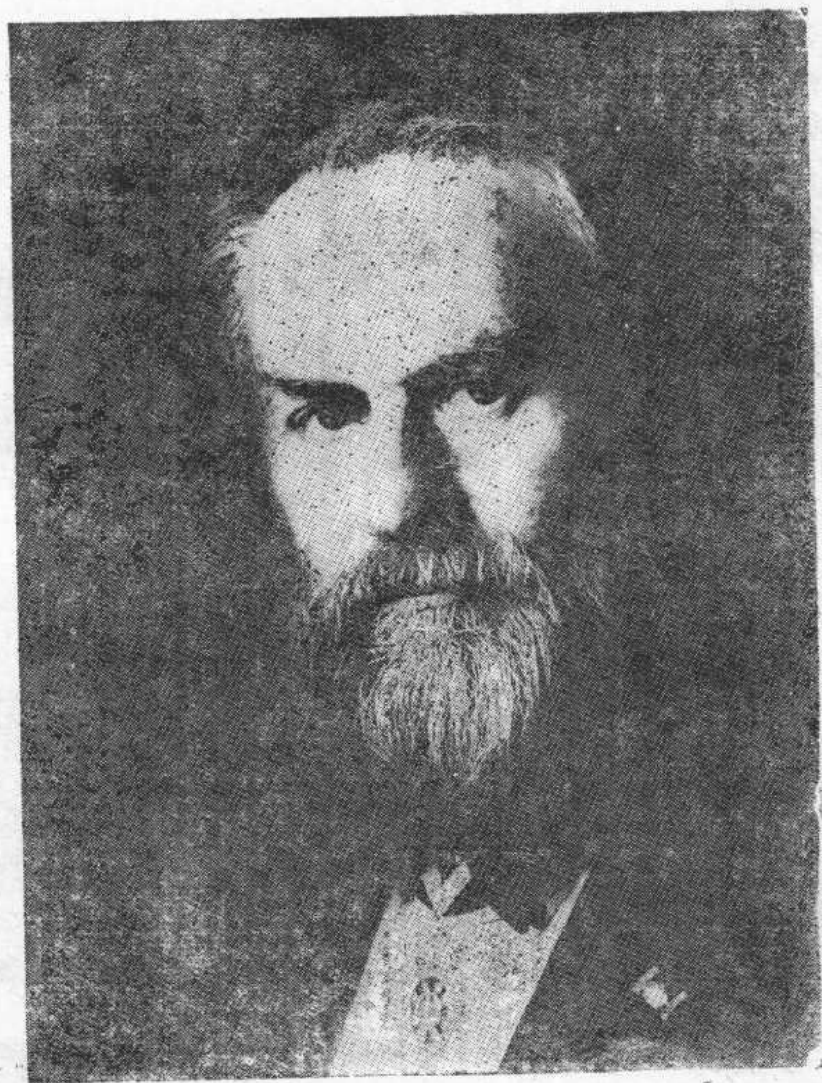
开本787×1092 1/32 印张8 字数175000

1988年4月第1版 1988年4月第1次印刷

印数1~11000

精装本 ISBN7-5427-0031-6/N.3 定价：4.30元

平装本 ISBN7-5427-0029-4/N.2 定价：2.30元



海 尔 曼 · 哈 肯 教 授

## 海尔曼·哈肯教授简历

海尔曼·哈肯(Hermann Haken),德国人,生于1927年,1951年在爱尔朗根(Erlangen)大学获得数学博士学位,1956年成为该校理论物理学讲师。自1960年起他一直是联邦德国斯图加特(Stuttgart)大学理论物理学教授,从1967年起他成为霍恩海姆(Hohenheim)大学的荣誉教授,此外还担任美国、英国、法国、日本和苏联多种研究机构的客座科学家、顾问和访问教授,1969年,创立协同学。哈肯教授的主要研究领域包括:群论、固态物理学、激光物理学和非线性光学、统计物理学、等离子体物理学、分歧理论、化学反应模型以及形态形成理论等,并作出了大量的杰出贡献。其主要著作有:《激光理论》、《协同学导论》、《高等协同学》、《固体的量子场论》、《信息与自组织》以及与H·C·Wolf合著的《原子与量子物理》等。

由于哈肯教授对固体的激态理论、量子光学特别是激光理论作出了杰出的贡献,1976年英国物理研究院和德意志物理研究学会授予其马克思·玻恩(Max Born)奖金和奖章。由于他对激光理论的研究工作和对协同学的开拓性努力,1981年美国富兰克林研究院授予他阿尔伯特A·米切尔森(Albert A·Michelson)奖章。1982年埃森(Essen)大学授予他荣誉博士。他是联邦德国利奥波迪纳(Leopoldina)科学院院士、巴伐利亚科学院通讯院士。1984年他被授予联邦德国功勋科学家称号。

# 作者为中文版作的序

我的著作《协同学——自然成功的奥秘》一书译成中文，使我满怀喜悦。这也是对我的一项无上光荣的表彰。该书是协同学——协同工作之学——的一本科普读物。我在一些中国大学及中国科学院演讲时，发现中国同行始终对协同学表现出浓厚的兴趣。我相信，产生这种共鸣的部分原因在于协同学含有中国基本思维的一些特点。事实上，对自然的整体理解是中国哲学的一个核心部分。在我看来，这一点西方文化中久未获得足够的考虑。直到如今，当科学在研究不断变得更为复杂的过程和系统时，我们才认识到纯粹分析方法的局限性。我们尝试超出系统的部分特性来理解、掌握系统。协同学试图在纯粹分析思维与整体思维，换言之，在微观世界与宏观世界的过程之间架起一座桥梁：协同学阐明部分与整体之间的关系。

我希望本书将对促进中德两个民族之间的了解与友谊有所贡献。

戴鸣钟教授为翻译本书作出了很大的努力，为此我表示衷心的感谢。在交谈中，我知道他完美地掌握德语。我相信，汉语译文将是一项出色的工作。

我希望，协同学也将为解决现代社会所面临的日益复杂的问题作出贡献。

海尔曼·哈肯

1987年5月

# 序 原 文

Die Übersetzung meines Buches "Erfolgsgeheimnisse der Natur" in die chinesische Sprache erfüllt mich mit großer Freude, bedeutet sie doch eine große Ehre und Auszeichnung für mich. Dieses Buch stellt eine allgemeinverständliche Fassung meiner Arbeiten zur Synergetik, der Lehre vom Zusammenwirken dar. Bei meinen Vorträgen an verschiedenen chinesischen Universitäten und der Akademie konnte ich immer wieder ein sehr großes Interesse meiner chinesischen Kollegen an der Synergetik feststellen. Ich glaube, daß diese Resonanz, zumindestens teilweise, darauf beruht, daß die Synergetik Züge fundamentalen chinesischen Denkens in sich trägt. In der Tat war die ganzheitliche Auffassung der Natur ein zentraler Bestandteil der chinesischen Philosophie. Dieser Aspekt ist lange Zeit meines Erachtens nach nicht genügend in der westlichen Kultur berücksichtigt worden. Erst jetzt, wo die Wissenschaft sich mit immer komplexeren Vorgängen und Systemen befaßt, erkennen wir die Grenzen der rein analytischen Methode. Bei dieser versucht man ja die Eigenschaften eines Systems aus denen seiner Teile heraus zu begreifen. Die Synergetik versucht nun, eine Brücke zwischen dem rein analytischen Denken und dem ganzheitlichen Denken zu schlagen oder, mit anderen Worten, zwischen dem Vorgängen in der mikroskopischen Welt und denen in der makroskopischen. Sie beleuchtet also das Verhältnis der Teile zum Ganzen.

Ich hoffe, daß dieses Buch zugleich ein Beitrag zum Verständnis und der Freundschaft zwischen dem chinesischen und dem deutschen Volk ist.

Herrn Professor Dai danke ich für die große Mühe, die er mit der Übersetzung meines Buches auf sich genommen hat. Wie ich aus meinen Gesprächen mit ihm feststellen konnte, beherrscht er die deutsche Sprache in bewundernswürdiger Perfektion. Ich bin daher sicher, daß es sich hier bei der Übersetzung ins Chinesische um eine glanzvolle Leistung handelt.

Ich hoffe, daß die Synergetik zugleich einen Beitrag dazu liefert, die immer komplexer werdenden Probleme moderner Gesellschaften zu lösen.

H. Haken

# 前 言

---

自然界，特别是动物界和植物界，以其千姿万态和结构精微使我们始终惊讶不已。结构的各个部分是如此巧妙地在协同工作。早先人们认为这种结构是由上帝赋予的。今天科学把兴趣日益转向这样一个问题：这些结构究竟是怎样产生的，是什么力量在起着作用？不久以前，人们还认为这些结构的自产生是违反物理学原则的。

本书提出了一个思想上的转折点，它的出发点是基于这样一种认识：在无生命的物质界，也会从混沌中产生出组织良好的新型结构，并能在不断输入能量时维持这些结构。为此，本书从物理及化学，例如从激光束中有序的排列，从液体的蜂窝模式或化学涡流，提供了非常生动形象的例子。从我们所举的例子中不难看出，结构的形成服从普遍有效的规律性。这一见解使我们有可能研究更为复杂的问题：例如动物细胞的模式构造是怎样支配的？企业的共同行动方式是怎样决定着经济事态的？社会公共舆论又是根据什么规则形成的？等等，等等。在这些过程中，很多个别部分都在不断地按一定的意义协同工作。

诚如所言，我们是在研究复杂的系统。这些系统可以从



不同的角度加以观察。人们可以研究各个部分的功能,或者研究事物的整体。在前者,人们可以象游戏那样,从游戏规则出发。这些规则规定了各个方面的玩法,从而最后产生了一种模式。曼弗雷德·欧根(Manfred Eugen)和罗希尔特·温格勒(Ruthild Winkler)的著作《游戏》一书(Piper出版社,1976年)对此作了深刻的阐述。

第二条是协同学的道路,即“协同工作之学”。在这里我们多半不是去探求个别基本规则,而是探求结构是根据哪些普遍法则形成的。虽然每一种比较缺陷都在所难免,但比较毕竟是值得进行的。正如下国际象棋那样,我们可以不断地下一盘棋,看看每步棋是怎样下的。但也可以发问:在这局棋中可以预言哪些结果?大家都会熟练地回答:不是白王败北,就是黑王覆灭,或者构成和局,平分秋色。虽然在全局中,个别棋步扑朔迷离,复杂异常,但判定结果却只需三言两语。

在结构形成的问题上也存在类似的情况。我们所探求的是最后形成的总体模式。我们是这样认识的:存在着超越一切的必然性,导致新的结构和新的模式。在科学领域中对有关集体行为所获得的知识,也广泛涉及人们的个人领域,不管是经济生活,还是社会生活。在这些领域里,本书提供的并不是最后解答,而是一种思路。本书并不对我们自己的行为提出灵丹妙方,而只是提出一个命题,通过论证指出,对此甚至完全不可能找到明确的答案。我们对冲突的本质提出新的见解,并指出怎样处理它们。

协同学这一领域正在突飞猛进,这可从不断召开的国际会议上略见一斑。大众汽车厂基金会把协同学研究列为在科技领域的重点支持项目。斯普林格(Springer)出版社出版了《斯普林格协同学丛书》。本书旨在使这一对科学家具有魅力

的新领域，也为对此感兴趣的外行有所了解。

我们这一代常常谈到科学的“欠债”。在我看来，社会和科学交融共生。社会对科学，正如科学对社会，彼此生存攸关。因此建桥沟通十分重要。把欠债还清，对科学家来说，并非一桩易事。尽管他们并不缺少还债的诚意，但科学语言——特别当它要运用教学工具时——和日常用语如此大相径庭，以至翻译起来殊觉困难。不论在自然科学领域，还是在经济科学以及许多别的场合，只有把发生的过程（也能）用日常用语、不带任何公式来阐述时，才能为科学家所完全理解。也只有使非专业人员也能有所了解，才能使科学家在主要的相互联系中产生新的见解。

我希望本书对这一新领域的阐述能为人们提供鼓舞和启发，以利用自然成功的奥秘造福于个人及全人类。

我感谢我的夫人评阅全稿，提出了富有价值的建议。感谢乌尔沙·芬克夫人（Ursula Funke）为迅速完善定稿所做的工作。她孜孜不倦的热情帮助，使本书能最后出版。

对德意志出版社的同事，特别是雷勃博士（Lebc）及洛克女士（Locke）的良好合作，表示衷心的感谢。

海尔曼·哈肯

一九八一年春于斯图加特

# 目 录

作者为中文版作的序

序原文

前言

第一章 导论与概述.....	1
· 为什么你对本书会感兴趣? .....	1
· 探求统一的世界观.....	3
· 分解或建构.....	4
· 生物结构是否违反自然基本法则? .....	6
第二章 无序在不断增长? 世界的热寂.....	13
· 自然的单行道.....	13
· 无序指什么? .....	14
· 能量——在不断贬值.....	18
第三章 晶体——有序, 但是无生命的结构.....	21
· 超导与磁性: 微观有序产生维持宏观现象的力.....	23
· 相变: 从无序到有序——或从有序到无序.....	26
第四章 液体模式、云图及地质构造.....	30
· 运动模式的规模.....	42
第五章 这是光——激光.....	47

· 有各种各样的光.....	47
· 激光中的自组织.....	51
· 激光——具有相变的开放系统.....	54
<b>第六章 化学模式.....</b>	<b>58</b>
· 化学触媒.....	58
· 化学钟.....	60
· 化学波与化学螺旋.....	61
· 一个新的共同原则.....	64
<b>第七章 生物演化——适者生存.....</b>	<b>66</b>
· 生物分子的竞争.....	69
<b>第八章 不适者也能生存：专门化，创造一个合适的 生态环境.....</b>	<b>72</b>
<b>第九章 生物体是怎样产生的？.....</b>	<b>80</b>
· 分子与遗传.....	80
· 生物形态构成的模型.....	84
· 分子基础上的宏观模型.....	88
<b>第十章 冲突有时是难免的.....</b>	<b>94</b>
· 测验一下你的精神状态.....	96
· 生命充满冲突.....	98
· 在社会领域中冲突的转移.....	100
<b>第十一章 混沌、偶然性和机械世界观.....</b>	<b>103</b>
· 预定还是偶然？.....	103
· 预定和偶然！.....	104
· 幸运游戏自动装置：有计划的“混沌”.....	107
· 北方并非永远是北方.....	108
· 协同学中的混沌：矛盾吗？.....	109
· 天气能否预报？气象员是否始终开着一扇小小的后门？.....	111
· 能否驯服等离子体？核聚变也会有混沌？.....	112

<b>第十二章 经济中的协同效应</b> .....	116
· 两个人想在滩岸上卖冷饮。怎么办? .....	118
· 为什么城市会不断扩大? .....	119
· 企业管理: 对手怎么干, 就怎么干吗? .....	121
· 经济繁荣和衰退——事情的两个方面 .....	123
· 技术革新——始终是经济的动力吗? .....	124
· 突发性, 经济生活中的集体变化 .....	130
· 经济比亚当·斯密想的复杂得多 .....	131
· 国家控制: 灾难, 还是福音? .....	133
· 不良控制会不知不觉地带来混沌 .....	135
· 和平是否会通过经济联系变得更有保障? .....	135
· 协同学规律可以造福人类 .....	136
<b>第十三章 革命能否预报?</b> .....	138
· 公共舆论作为“序参量” .....	138
· 人是否会受舆论影响? .....	141
· 改变舆论——怎样改变? 通过什么来改变? .....	145
· 大众媒介: 在选择压力下的序参量 .....	146
· 世界的简化 .....	149
· 电视——具有巨大的传播力量 .....	152
· 政府与公共舆论 .....	152
· 公共舆论和少数派 .....	155
· 革命 .....	156
· 有没有行动的普遍原则? .....	159
· 对官僚主义的一些看法 .....	160
<b>第十四章 幻觉能证明大脑功能论吗?</b> .....	163
· “祖母细胞” .....	164
· 大脑中的激发模式——假设与实验 .....	169
· 成块思维 .....	172
· 肉体与精神 .....	173

· 大脑是否按某种结构有计划地生长? .....	174
<b>第十五章 计算机的解放: 希望还是梦魇? .....</b>	<b>177</b>
· 20世纪的神童 .....	177
· 编制程序 .....	179
· 计算机网络 .....	181
· 模式识别 .....	184
· 感知 .....	187
· 计算机的内部世界 .....	190
· 逻辑过程——不取决于物质的东西 .....	197
· 计算机会不会变幻无常? .....	199
· 不要放弃思维! .....	202
<b>第十六章 科学发展的动力——科学家之间的竞争 .....</b>	<b>209</b>
· 科学刊物的竞争 .....	213
· 协同学论协同学 .....	214
<b>第十七章 总结 .....</b>	<b>219</b>
· 新的原则 .....	219
· 无生命自然界和有生命自然界之间的桥梁 .....	221
· 生活于冰火之间 .....	222
· 生命还有什么特征? .....	223
· 认识的界限 .....	224
<b>[附录] 协同学的创立 .....</b>	<b>226</b>
<b>译跋 .....</b>	<b>235</b>

# 第一章 导论与概述

---

## 为什么你对本书会感兴趣？

我们的世界由千差万别的事物所组成，其中不少是由人类自己创造的，如房屋、汽车、工具、绘画，其他很多事则是自然赋予的。对于一位科学家来说，大千世界是一个充满着结构和秩序的世界，它受制于严格的法则。

如果把天文望远镜指向无垠的宇宙苍穹，我们能看到如图 1.1 所示的旋涡星云。这类星云的旋涡形悬臂的结构和编排历历在目。为数无穷的新的耀亮星体在旋臂的气体中不断诞生。我们的地球和太阳就属于一个螺旋星云——银河。在晴夜的空中，莫测的银河清晰可辨。在银河系中，太阳只是为数难以想象的千亿星球中的一颗。地球和其他行星根据一个铁的法则，围绕着太阳旋转。

我们毋需向宇宙去寻找结构，日常环境就提供着无数例证。其中一个例子就是雪花的有序结构（图 1.2）。生物界不断以其千姿万态使我们眼花缭乱。这些形态常常十分独突奇异。图 1.3 是一只热带蝇的眼睛放大图。蝇栖息在叶柄上，眼睛突出，结构酷似蜂窝，其均匀令人叹为观止。同时，蝇眼的整个“构造”颇有意义，它使双目得以环视四围。动植物常以

它们和谐协调、丰富多彩纷呈眼前。

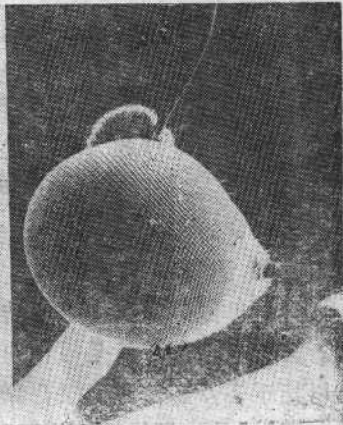
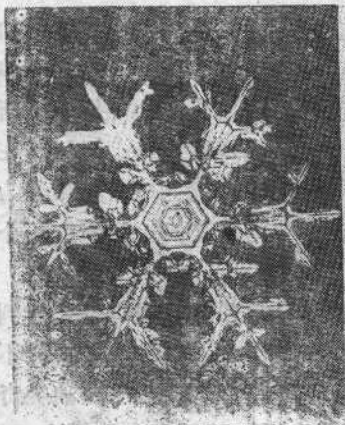
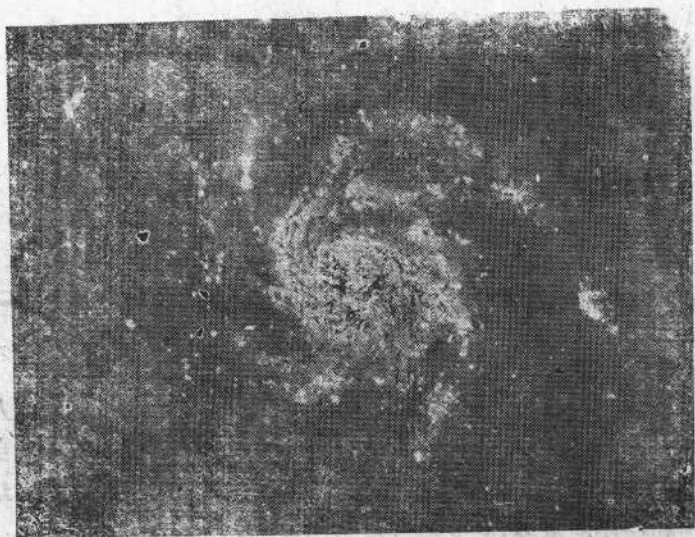


图1.1 螺旋星云。

图1.2 雪花结晶。

图1.3 苍蝇的凝视眼睛。令人注目的是它的六角形结构。



在很多情况下,生物的构造看来具有高度的目的。然而,花朵的绮丽多彩,又使我们感到迷惑不解。

非但无生命的结构令人惊讶不已,而且诸如马在慢步时四足有序的动作或那些优美的舞蹈动作,也使我们为之惊叹。在人类的共同生活中,我们接触到水平更高的结构。社会是组织在一定的国家形态之中的,而国家形态又可能千差万别。在纯粹精神领域,如在语言、音乐或最后在科学世界中,也会碰上结构。这样,从无生命的自然界开始,经由有生命的世界,直到精神世界,我们不断面对结构。只是人们对之已经习以为常,其奇妙之处未被意识罢了。

在较早的年代里,人们把结构看作是由上帝赋予的,如《旧约》“创世记”所说的那样。在科学界,长期以来也只是探讨结构之构建,而不是去探讨结构之产生。只是在近代,研究兴趣逐步转向后一个问题。如果人们不用超自然力来解释结构,而去探求一种新的创造力量,则科学的任务应是解释结构是怎样自发形成,换言之,它们是怎样把自己组织起来的。

### 探求统一的世界观

倘若我们鉴于这些结构的丰富多样而寻问它们是怎样产生的,那么乍看起来,这是一项结局无从预见的工作。要解开结构之谜,已经并将继续费几代人的时间。要了解结构产生之谜,还得做多少辛勤的工作?事实上,如果每个个别的结构遵从完全特殊的法则,而这些法则又只对这一结构有效,那我们不是得为每种结构写本专著,这样的知识丛书岂不要塞满一个望不到底的书库吗?

于是,我们脑中涌现出一种思想,它象红线一样贯穿于科学之中;除了收集实际资料之外,希望建立一个统一的世界