

赫尔曼·哈肯 著
郭治安 吕翎 译

当代科学思潮系列

大脑 工作原理

——脑活动、行为
和认知的协同学研究

哲人石
丛书

上海科技教育出版社

**Principles of Brain Functioning:
A Synergetic Approach to Brain Activity, Behavior and Cognition**

by

Hermann Haken

Copyright © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1996

Chinese translation copyright © 2000 by

Shanghai Scientific & Technological Education Publishing House

Published by arrangement with Springer-Verlag GmbH & Co. KG

ALL RIGHTS RESERVED

上海科技教育出版社业经 Springer-Verlag GmbH & Co. KG

取得本书中文简体字版版权

责任编辑 王世平 潘涛 装帧设计 汤世梁

哲人石丛书

大脑工作原理

——脑活动、行为和认知的协同学研究

赫尔曼·哈肯 著

郭治安 吕翎 译

上海科技教育出版社出版发行

(上海冠生园路393号 邮政编码200233)

各地新华书店经销 丹阳教育印刷厂印刷

ISBN 7-5428-2343-4/N·372

图字 09-1999-003 号

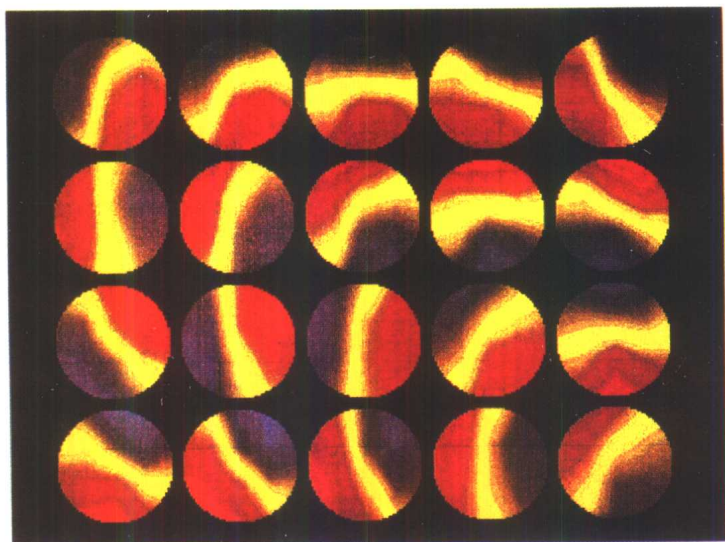
开本 850×1168 1/32 印张 13 插页 6 字数 315 000

2000年8月第1版 2000年8月第1次印刷

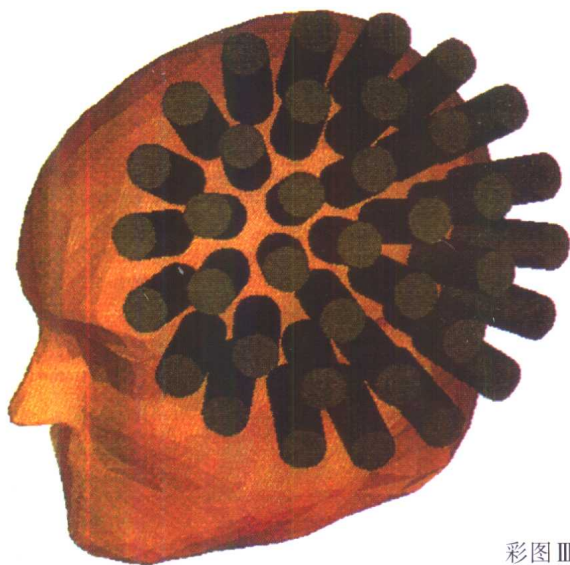
印数 1-5 000 定价:28.50 元



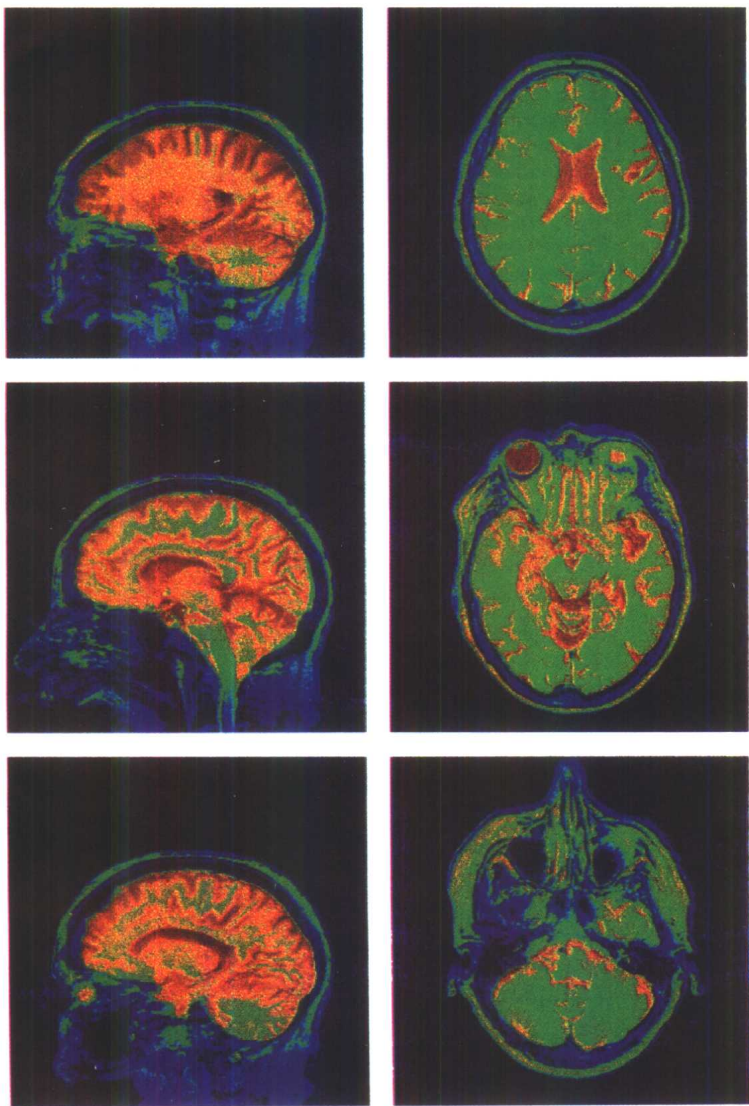
彩图 I (见图 1.1)



彩图 II (见图 2.6)



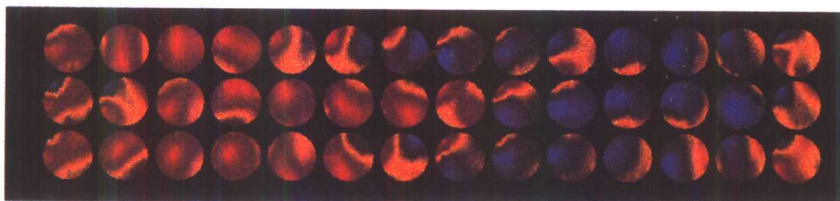
彩图 III (见图 2.7)



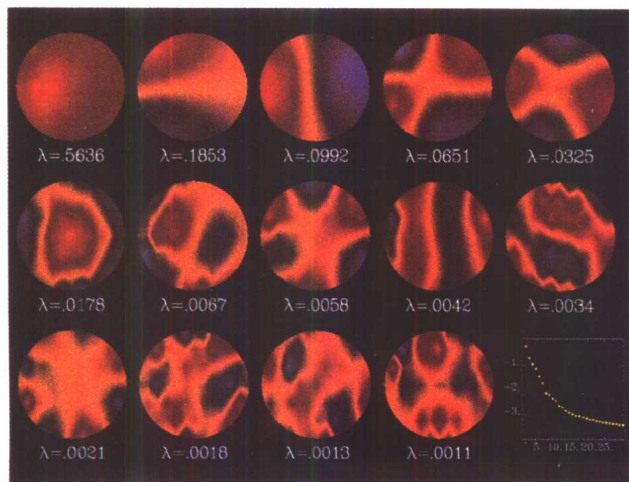
彩图IV (见图 2. 15)



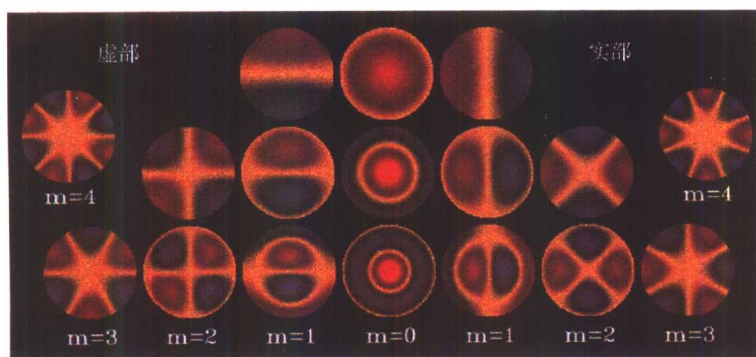
彩图 V (见图 4.7)



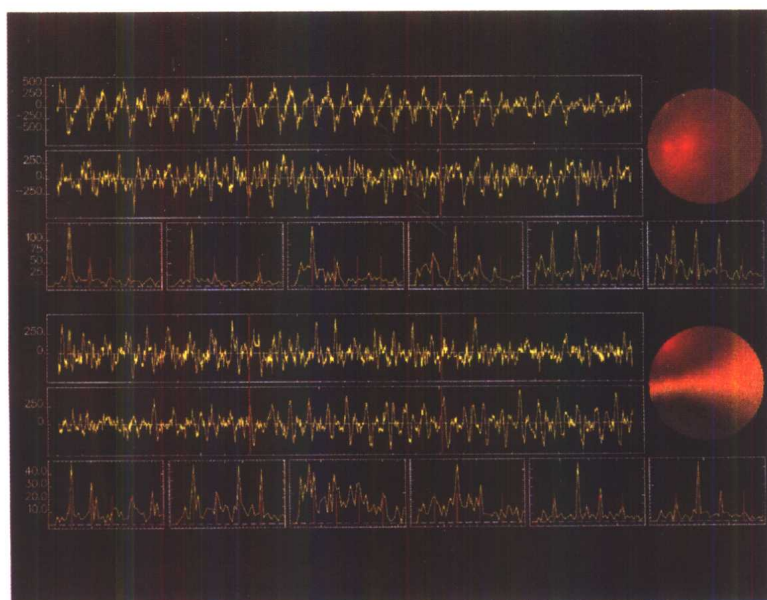
彩图 VI (见图 15.2)



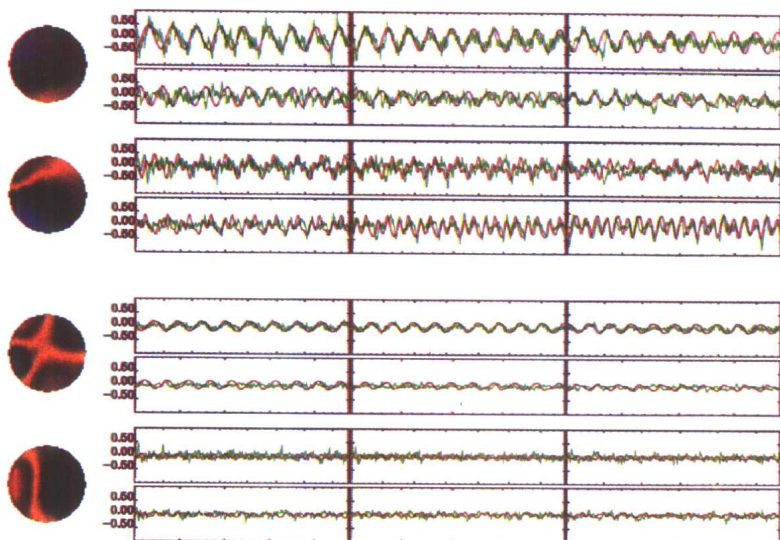
彩图 VII (见图 15.3)



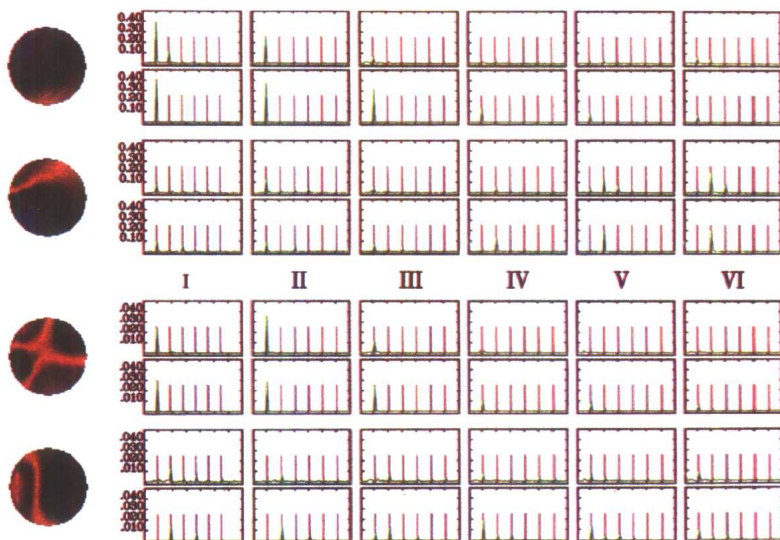
彩图Ⅷ (见图 15. 4)



彩图Ⅸ (见图 15. 5)



彩图 X (见图 15.6)



彩图 XI (见图 15.7)

内 容 提 要

协同学创立者哈肯教授在本书中提出关于大脑工作的一种新见解。基于协同学的一般结果,这种新见解认为大脑是一种具有涌现性的复杂自组织巨系统。在精细的运动控制实验、视觉的各种效果,以及脑电图和脑磁图分析的基础上,作者建立了详尽阐述以上新见解的大量显式模型。本书为从事大脑研究的新手介绍了关于大脑实验探索的入门篇章,同时给协同学的初学者提供了协同学基本概念和理论工具的翔实易懂的引导内容。

作者简介

赫尔曼·哈肯,生于1927年,1951年获埃朗根大学数学博士学位,1956年任该校理论物理学讲师,1960年起任斯图加特大学理论物理学教授。他是美、英、法、日本和前苏联等国多个研究机构的客座科学家、顾问和访问教授,并当选许多国家科学院的外籍院士。哈肯对群论、固体物理学、激光物理学和非线性光学、统计物理学、等离子体物理学、分岔理论、化学反应模型和形态发生理论等皆贡献不菲。他撰写了专著《激光理论》及教科书《协同学导论》、《固体量子场论》,与沃尔夫(H. C. Wolf)合著了教科书《原子与量子物理学》及《分子物理学与量子化学精要》,主编了“斯普林格协同学丛书”。

1976年,英国物理学会和德国物理学会为了表彰哈肯对固体激发态理论和量子光学理论,尤其是激光理论的杰出贡献,授予他马克斯·玻恩奖和奖章。1981年,由于他在激光理论方面的工作和在协同学方面的先驱性影响,哈肯获得美国福兰克林学会授予的阿尔伯特·A·迈克耳孙奖章。1982、1987、1992和1994年,哈肯分别获得埃森大学、马德里大学、佛罗里达大西洋大学、雷根斯堡大学的荣誉博士。哈肯所获奖项甚多,其中有德国物理学会的马克斯·普朗克奖章,本田奖(东京)和洛伦兹—奥肯奖章。

中文版序

人脑是我们所知的最复杂系统,一个极为神秘的器官。它由数十亿个不同的活性元素——神经元构成,这些神经元以非常复杂的方式相互作用。此类相互作用必定是高度协调的,以便大脑操纵我们的运动,识别我们周遭的环境,令我们侃侃而谈,当然,还让我们思考。

然而,是谁或什么操纵神经元产生这些甚有组织的行为呢?本书通过跨学科的协同学研究,为此提供了答案。众所周知,协同学研究的是复杂系统,这些复杂系统由许多元素组成,能够产生空间结构、时间结构或功能结构。实际上,为了回答关于有组织合作行为的难题,仅研究各个元素的行为是不够的,与此同时采纳整体论观点是至关重要的。通过各部分之间的相互作用,复杂系统涌现出全新特征或“性状”。这就需要一种新的观点,一种新的方法论。整体论的整合观点在中国思想中具有悠久历史,因此,我对于我的著作《大脑工作原理》译成中文尤感荣幸与喜悦,对大连铁道学院郭治安教授为翻译此书而付出的辛劳及由此获得的硕果深表感谢。

系统科学和系统工程在当代中国科学中的地位至关重要,我在访问中国期间已觉察到这一点。在访问中,中国人思考和解决问题的方式一再给我留下深刻印象。我确信,这种思考方式将在全世界传

播开来。

既然人脑是人性的核心,就要求我们对其有种深深的敬畏。同时,对大脑工作的深层认识是一个深刻的挑战,不仅对科学家而言是这样,对大众亦是如此。

我希望本书能成为迈向此方向的一个台阶,同时也希望中国读者在以自己的方式探索大脑功能的过程中,能从中获益。

赫尔曼·哈肯

2000年6月16日

译者序

在上海科技教育出版社的大力支持下,《大脑工作原理》的中文版与读者见面了。与以往的协同学专著相比,本书的信息量之大,涉及学科面之广,理论分析程度之深,是前所未有的。尤其通过精心实验和理论分析,作者获得了脑活动、行为和认知的新方法和新见解,为今后大脑研究的微观方法奠定了基础。

自1980年8月全国第二届非平衡统计物理学术会议上,就张纪岳、郭治安翻译的《协同学导论》进行了广泛交流之后,协同学的理论和应用逐渐影响到了我国的自然科学、技术科学以及社会科学的诸多方面,赫尔曼·哈肯(Hermann Haken)教授先后应邀到西安、上海、深圳讲学,中国学者对哈肯及其协同学已经相当了解了。

从1969年秋,自哈肯教授提出协同学概念始,协同学经历了一个发展壮大的过程:1977年出版的《协同学导论》(列为“斯普林格协同学丛书”第1卷)建立了协同学的理论框架。1983年出版的《高等协同学》(列为“斯普林格协同学丛书”第20卷),标志着协同学的微观方法进入了成熟阶段,书中主要证明了役使原理及其广泛的适用性。1988年以中英文两种版本同时出版的《信息与自组织》(列为“斯普林格协同学丛书”第40卷)一书中,哈肯教授建立了

协同学的宏观方法,即最大信息熵原理。至此,役使原理和最大信息熵原理成为协同学的两大理论支柱,协同学理论得以完善。

在此后的协同学应用研究中,最具代表性的成果当属哈肯教授的两本专著:一本是《协同计算机与认知》(列为“斯普林格协同学丛书”第 50 卷),它的理论设计和模式识别效果,都比神经计算机先进许多,应当引起我国学者的注意。另一本专著就是本书(列为“斯普林格协同学丛书”第 67 卷),这是非平衡自组织理论与世界上最复杂的巨系统相碰撞的结晶。试想,电子计算机的计算速度远比神经元反应(毫秒量级)速度快得多,然而,由亿万个神经元组成的神经网络相干发放、识别模式、作出判断却远胜于现代计算机,仅在毫秒之间,大脑的思考过程为现代的任何计算机所不及……对这些机制的探索,将对脑研究和人工智能等学科的发展产生深远影响。

本书在翻译出版过程中,得到了哈肯教授的热情帮助,以及斯普林格出版公司的大力支持。在本书中文版即将面世之际,哈肯教授由因特网传来了中文版序。译者对此深表谢意。

上海科技教育出版社的潘涛同志和我一样,怀着对协同学的热爱,凭着对读者高度负责的精神,投入了本书的翻译出版工作。吕翎副教授参与了部分翻译工作。译稿虽几经校阅,恐难以最大限度地避免纰漏,敬请读者批评指正。

郭治安

1999 年 7 月 15 日于大连

向我的朋友
瓦尔特劳特(Waltraut)和芬克(Achim Finke)
致以深挚的谢意

序

越来越多的人认识到,对复杂系统大脑的实验和理论研究需要多学科的合作,包括生物学、医学、物理学、化学、数学、计算机科学、语言学及其他学科。在此种情况下,脑的研究业已成为一种真正跨学科的事业。的确,在不同学科合作时往往取得最重要的进展。因此,科学家们打破他们学科的界限是必要的。本书正是本着此种精神而写就。本书写给各个领域(诸如生物学、医学和物理学)的大学毕业生、教授和科学家们。除了它的数学表述之外,本书的主要内容都用文字和插图作了充分的描述,我相信,一般读者也会对许多新的基本见解感兴趣。

我利用这个机会,对我以前的学生,其中有些是我现在的合作者,对他们多年来的合作表示感谢。我尤其要提到的是贝斯特霍恩(M. Bestehorn),博兰(L. Borland),邦茨(H. Bunz),达法尔肖法尔(A. Daffertshofer),迪茨因格尔(T. Ditzinger),费希尔(E. Fischer),富克斯(A. Fuchs),哈斯(R. Haas),亨灵格(R. Hönlinger),伊尔萨(V. Jirsa),诺伊费尔德(M. Neufeld),奥西格(M. Ossig),赖曼(D. Reimann),尚茨(M. Schanz),舍纳(G. Schöner),塔斯(P. Tass)和乌尔(C. Uhl)。特别感谢弗里德里希(R. Friedrich)和文德林(A. Wunderlin)在多方面所给予我一贯帮助。也非常感谢各个领域的同事和我进行的极富

启发性的讨论。冒着可能漏掉一些重要名字的风险,我应提到克鲁泽(P. Kruse)和斯塔德勒(M. Stadler)关于格式塔理论(Gestalt theory)与协同学之间的关系的研究;巴沙尔(E. Basar),布洛克(T. Bullock),弗里曼(W. Freeman),莱曼(D. Lehmann),佩切(H. Petsche)和普福尔切勒(G. Pfurtscheller)关于脑电图测量及其解释的诸方面的工作;科恩德尔(H. Kördle)和莱斯特(K. H. Leist)对运动——尤其是踏板轮运动的分析;我还要感谢 P·贝克(P. Beek)和 W·贝克(W. Beek),迈耶(O. Meijer)和佩珀(L. Peper)对运动协调以及序参量作用的讨论;与范格(P. Vanger)关于面部表情识别的合作,以及同波图加里(J. Portugali)关于互联网概念的讨论。我特别感谢我的朋友和同事凯尔索(Scott Kelso),尤其通过他的巧妙设计和精确实验确切地证明,协同学概念在运动协调及其相关领域中起着基本作用。我应该明确地说,这里发生了范式转换,即现在正在研究接近不稳定点的转变,这种转变发生在我们的大脑中,而不再研究稳定状态。

没有我的秘书默勒(I. Möller)夫人孜孜不倦的帮助,这本书是不可能完成的。她打印了包括所有公式在内的数种底稿,并创造了高速与极其准确相结合的奇迹。此外,默勒夫人与我的合作者哈斯一起,使底稿最终成形,以便出版。达法尔肖法尔和我的研究所的其他成员仔细阅读了底稿。他以及哈斯、伊尔萨、赖曼和乌尔提出了许多宝贵意见。书中的插图是由达法尔肖法尔和诺伊费尔德绘制的,我对他们的巨大帮助表示感谢。