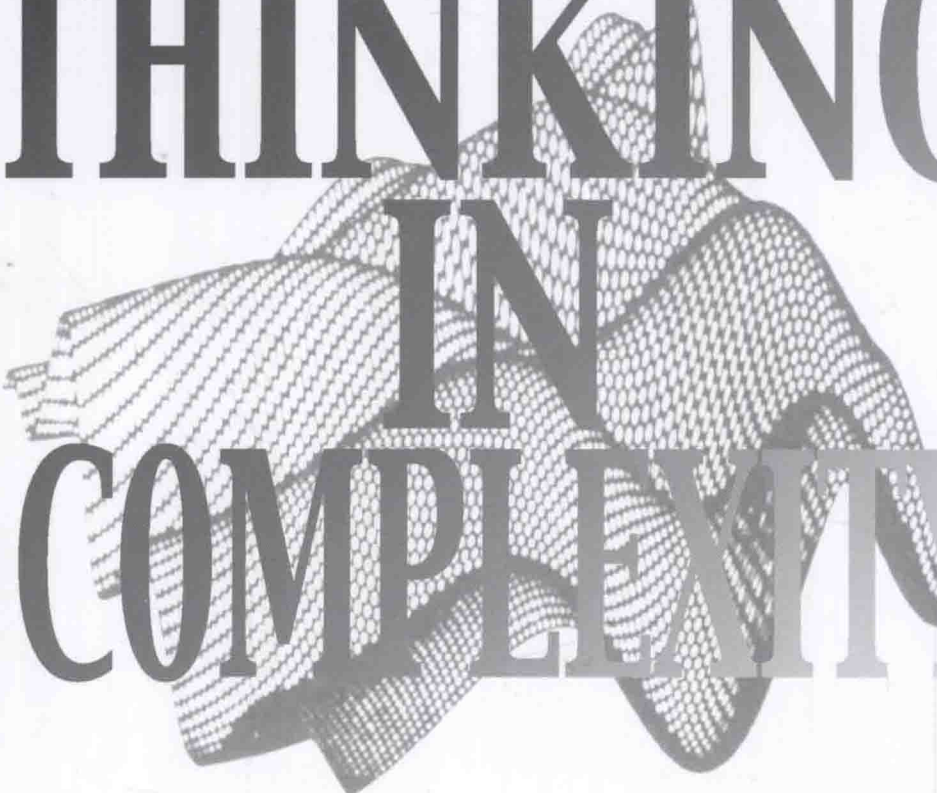


〔德〕克劳斯·迈因策尔 著

THINKING IN COMPLEXITY



曾国屏 苏俊斌 译

复杂性思维

物质、精神和人类的计算动力学

〔德〕克劳斯·迈因策尔 著



曾国屏 苏俊斌 译

复杂性思维

物质、精神和人类的计算动力学

上海辞书出版社

图书在版编目(CIP)数据

复杂性思维：物质、精神和人类的计算动力学/
(德)迈因策尔(Mainzer, K.)著;曾国屏, 苏俊斌译.—上
海：上海辞书出版社, 2013.12

(辞海译丛)

书名原文：Thinking in complexity: the
computational dynamics of matter, mind, and mankind
ISBN 978-7-5326-3892-5

I ①复… II ①迈… ②曾… ③苏… III ①复杂性理论
IV. ①N941.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 067028 号

总 策 划 彭卫国 潘 涛

责任编辑 宋世涛

装帧设计 姜 明

复杂性思维——物质、精神和人类的计算动力学

〔德〕克劳斯·迈因策尔 著

曾国屏 苏俊斌 译

出版发行 上海世纪出版股份有限公司

上海辞书出版社

社 址 上海市陕西北路 457 号 邮政编码 200040

网 址 www.cwen.cc www.cishu.com.cn

印 刷 苏州望电印刷有限公司

开 本 635 mm × 965 mm 1/16

印 张 39

字 数 503 000

版 次 2013 年 12 月第 1 版

印 次 2013 年 12 月第 1 次印刷

印 数 1—2 250 册

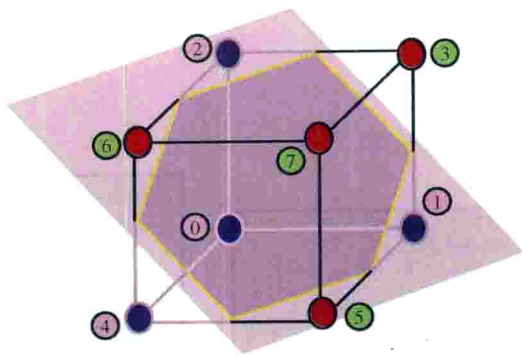
ISBN 978-7-5326-3892-5/B·230

图 字 09-2009-411 号

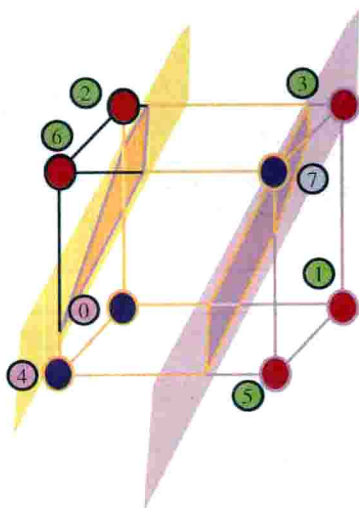
定 价 85.00 元

如有印刷、装订质量问题,读者可向工厂调换,联系电话:0512—66700301

(a)



(b)



(c)

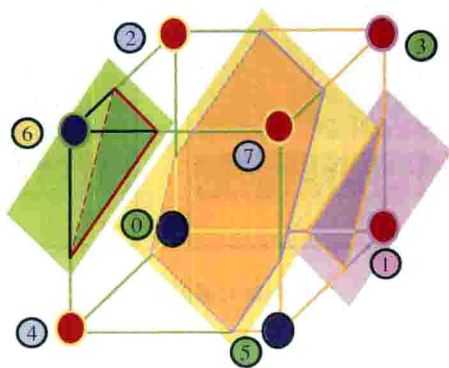


图 6.31 着色布尔立方体分隔平面
(a) 规则 232; (b) 规则 110; (c) 规则 150。

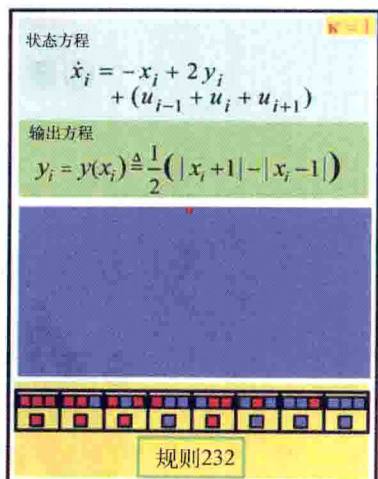
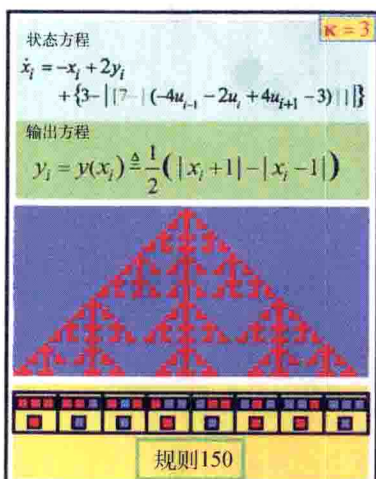
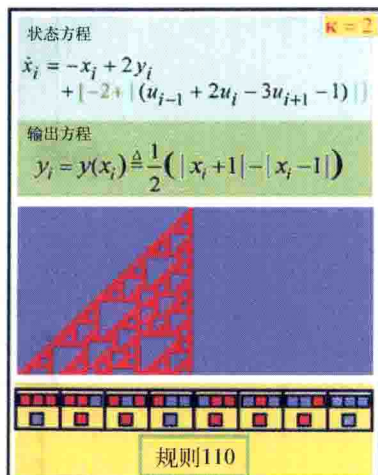
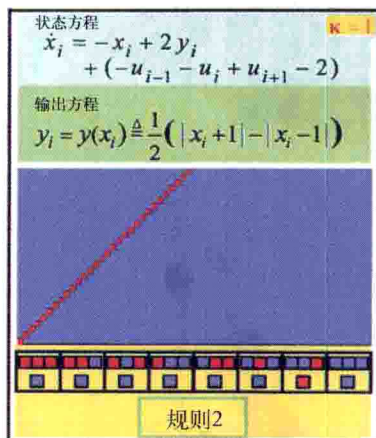


图 6.32 非线性动力系统产生规则 2, 110, 150 和 232

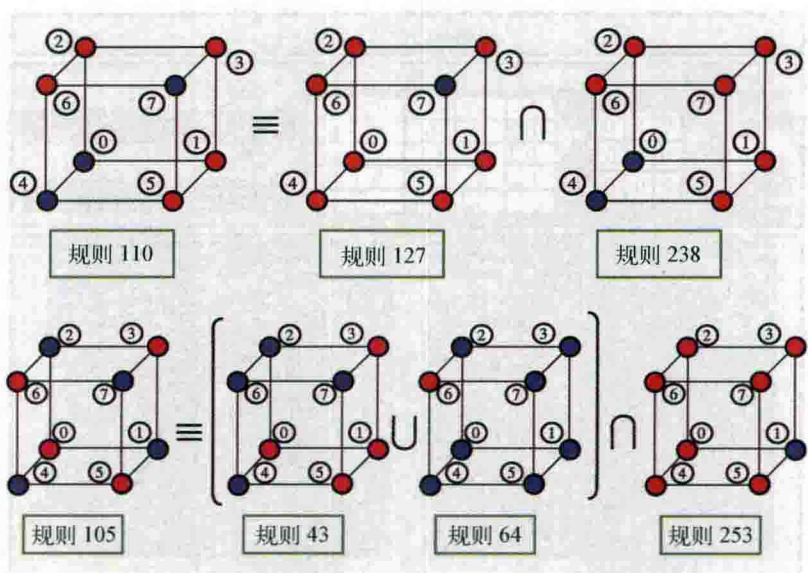


图 6.34 根据线性可分隔规则得出的线性不可分隔规则

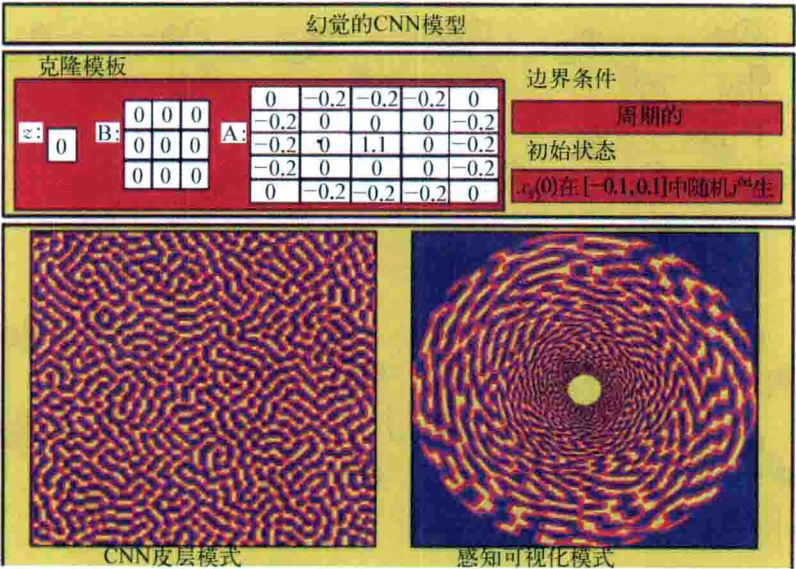


图 6.37 幻觉的 CNN 模型

《辞海译丛》缘起

《辞海》自 1936 年初版以来，风行宇内，历久弥新。本社有幸，负《辞海》修订出版之责，于“十年大修”外，近年亦颇致力于《辞海》品牌之延伸，《辞海译丛》应运而生焉。《译丛》旨在遴选域外学术著作之适于大众阅读者，移译为中文，俾国人快捷获取新知。选目原则有二：一为冶知识性与思想性于一炉，既广见闻，更启深思；二为融学术性与普及性于一体，既具高度，复饶趣味。

《译丛》自 2011 年起陆续推出。初期选目以科学人文类译著为主，今后将尽力拓宽领域，向读者奉献更多佳作。寄望各界博雅君子，以爱护《辞海》之心，垂注《译丛》，助我教我，共育此书苑新葩。

上海辞书出版社谨识

2011 年 6 月

复杂性思维

作者简介 克劳斯·迈因策尔 (Klaus Mainzer, 1947—)

德国科学哲学家。1973 年获明斯特大学博士学位,曾任教于明斯特大学、康斯坦茨大学、奥格斯堡大学。现为慕尼黑工业大学科学哲学中心主席、卡尔·林德学会主任,并任德国复杂系统和非线性动力学学会主席、德-日综合科学学会主席,以及《国际应用科学与工程中的分岔与混沌杂志》等多份国际期刊的编委。研究范围遍及数学、物理学和科学哲学,尤其在复杂系统、非线性动力学等领域多有建树。除本书外,还著有《大自然的对称性》、《对称与复杂:非线性科学的魂与美》等。

但全体只是通过自身发展而达于完满的那种本质。

——黑格尔 《精神现象学》(1807)

中文第 2 版序

我愉快地向您介绍这本由修改增订第 5 版翻译成的中译本《复杂性思维》。我的这本书 1994 年首次出版后不久便被翻译成了中文,并得到了中国读者的好评。中国读者对自然、技术、经济和社会的自组织复杂系统表现出了极大的兴趣。为何尤其在中国读者中是这样呢?在我看来,是中国这个伟大国家在世界上的政治、经济和科学等方面日益扩大的影响和责任使然。也正是因为如此,他们才需要一种更为深邃的眼光去审视未来全球的动力学法则、全球治理以及关于未来危机和风险的预警系统。

总的说来,复杂动力学系统理论是一种对自然和社会的非线性过程进行建模的交叉学科方法论。在全球化的时代,它是对于人类生活和文明(如生命科学、环境和气候、全球化、信息洪流等)不断增加的复杂性和敏感性的一种回答。复杂系统由很多微观要素(分子、细胞或有机体)组成,这些要素之间以非线性方式相互作用并产生出宏观秩序。自组织意味着微观要素的非线性相互作用而导致宏观态的涌现。混沌和随机,增长和创新,都是由临界态的相变来建模的具体例证。模型旨在解释和预测其动力学机制。然而在随机和混沌的情况下,即便我们知道其局部行为的一切法则和条件,去推断复杂系统的宏观动力学机制也是要受到限制的。虽然长期的未来预测办不到,但是动态趋势(如序参量)则是可识别、可施加影响的。在数学模型和计算机辅助建模这一方法论之外,我们还需注意实践和伦理的后果:务必要对自然和社会的临界平衡(蝴蝶效应)保持敏感。在对复杂系统的自组织、控制和治理之间寻找均衡,以支撑起人类的可持续的未来。

这个新版本同时也是科学中数学建模新作用的一个例证。在牛顿时代,数学模型主要是作为实在的确定性映象应用于物理学和天文学(如行星系统)。它们旨在对过去的事件做出解释并预测未来。模型和理论被观察、测量和实验室实验从经验上证实或证伪。数学预测,被简化成方程

的唯一确定解,以及对作为实在映象的唯一模型的坚定信念。依照正态分布的原则,极端事件也被低估成不大可能发生的风险。“正态”这个形容词意味着一种成问题的假定是:高斯曲线表征了忽略极端事件的厚尾状况的风险的一种“自然”分布。尚存的风险显得并不重要。最近的金融危机、地震和核灾难已然用一种惊人的方式表明,上述方法论的视角总体上已经不再适合。

复杂模型作为交叉学科的工具,不仅应用在自然科学和工程科学,也应用在金融、经济和其他社会科学中。是否存在某种同时适用于自然界中的湍流和金融市场中的动荡的普适性方法论呢?分子的微观相互作用和人类的微观经济行为之间又有何不同?显然,我们不可能在实验室中对人和市场进行实验。于是,计算机模拟的新作用也就应运而生。

这些模型主要都是随机和概率的,且不再被看作是实在的确定性映象。究其原因,正如我们不能像预测行星位置一样预测金融危机。由于有着方法论上的误解,金融数学的预测不灵受到了来自政治公共领域的指责。诚然,模型的非单值性并不容许我们将某一个模型当作实在的确定性映象。因此,我们就必须通盘考虑有着不同视角的一系列可能的随机模型。现实世界太复杂,难以靠一盏明灯来照亮。在这些形形色色的模型中,最坏的情形将通过压力测试来发现,并在决策时加以重视。通过这种方式,我们才能克服旧的怀疑论对科学建模的反对,并找到合适的未来情境。在存在限制性条件,以及对模型固有的模糊性具有灵敏度的情况下,鲁棒性的随机工具极其有用。科学哲学的任务则是去评价复杂系统的科学建模,并考量其跨学科应用的可能性。

有了复杂系统的工具,中国会更好地为其在世界中的全球性角色做好准备,更好地面对治理、风险管理和可持续发展的重任。我希望并乐见这本书会激励中国人民应对这些未来的挑战。自从中文第1版出版之后,我已经从奥格斯堡大学转到了慕尼黑工业大学(TUM)工作,这是德

国的一所卓越大学,并和清华大学有着正式伙伴关系。现在,我担任着卡尔·林德学会主任一职,该学会是慕尼黑工业大学的交叉学科研究中心,聚焦于复杂性研究和科学技术学(Science and Technology Studies,缩写 STS)领域。最后我还要特别感谢曾国屏教授及其团队的辛勤工作和细致翻译。我还要借此祝愿清华大学科学技术与社会研究中心早日成为世界一流的 STS 研究重镇,并期待着清华大学科学技术与社会研究中心和慕尼黑工业大学卡尔·林德学会的未来合作!

克劳斯·迈因策尔

2011 年 6 月于慕尼黑

第 5 版序

复杂性决定着 21 世纪科学的精神。宇宙的膨胀、生命的进化、人类经济与社会的全球化无不涉及复杂动态系统的相变。在物理与生命科学、经济与社会科学,以及认知与计算机科学领域中,越来越多的学科开展复杂性研究,产生着新成果与新见解。因此,这本《复杂性思维》势必联系着一个学习过程而必须及时更新。尽管从本书第 1 版起,复杂性研究的主要原则就已经得到了强调,然而,第 5 版对以前版本的几乎所有章节都进行了扩充和修改,还包括有关可计算性的演化和新兴的经济物理学的全新章节。

在第 2 章,关于时间序列分析的方法论部分现在也将分形和多重分形看作复杂性的几何标准。更进一步,幂律揭示了所有生物系统的高度复杂性。它们也是有关分形和多重分形的无标度定律的重要标志,这在第 3 章还另有分析。在第 4 章,传统心物二元论通过诉诸具身心智(embodied mind)的概念来克服,这是神经生物学和神经心理学最近出现的概念,其理由是人们在其环境中亲身向经验学习。在神经医学,心智理论以大脑特定部位作为复杂具身过程来解释人们对自己情绪状态的自我意识。最终,通过自我意识器官与其环境的亲身互动产生了感受性,这可以用复杂系统的非线性动力学来建模。

第 5 章讨论可计算性的演化,是全新的一章。在介绍莱布尼茨的历史背景和可计算性与算法复杂性的基本概念之后,我们讨论了信息论和概率论中复杂性的等级。概率吸引子使我们能够对随机过程进行分类。概率态是量子世界的典型。量子态由量子信息编码,由量子计算机处理。量子可计算性导致不同程度的量子复杂性。宇宙是一个日益复杂的、正在膨胀的巨型量子计算机吗?动态系统所有层次的复杂性也都可以用元胞自动机来进行模拟。第 6 章包括有机计算的新观念和成果。生命与智