

复杂性中的思维

THINKING IN COMPLEXITY

物质、精神和人类的复杂动力学

[德] 克劳斯·迈因策尔 著
曾国屏 译

中央编译出版社

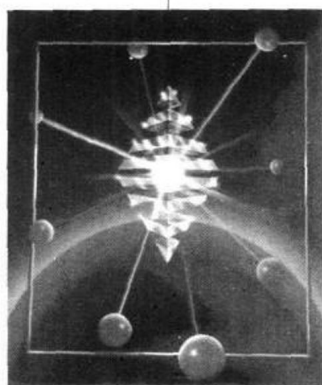
Central Compilation & Translation Press

B8.0
201.2.1

复杂性中的思维

THINKING IN COMPLEXITY

物质、精神和人类的复杂动力学



[德] 克劳斯·迈因策尔 著

曹国屏译

中央编译出版社

Central Compilation & Translation Press

(京权)图字:01-97-0190

Originally published in English under the title:

"Thinking in Complexity" by klaus Mainzer

Copyright © Springer - Verlag Berlin Heidelberg
1994, 1996 All Rights Reserved.

本书中文版权由德国 Springer 出版社授予中央编译出版社独家出版发行。未经许可,不得复制。

图书在版编目(CIP)数据

复杂性中的思维:物质、精神和人类的复杂动力学/
(德)迈因策尔(Mainzer, K.)著.曾国屏译.

-北京:中央编译出版社,1999.7

书文原文:Thinking in Complexity - The Complex
Dynamics of Matter, Mind and Mankind

ISBN 7-80109-329-1

I.复… II.①迈… ②曾… III.思维科学

IV.B80

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 30356 号

复杂性中的思维 [德]克劳斯·迈因策尔 著

出版发行:中央编译出版社

地址:北京西单西斜街 36 号(100032)

电话:66117130(编辑部) 66171396(发行部)

经销:全国新华书店

照排:北京京鲁排印部(63044503)

印刷:北京星月印刷厂

开本:850×1168 毫米 1/32

字数:285 千字

印张:14.125

版次:2000 年 3 月第 1 版第 2 次印刷

印数:2001-5000 册

定价:24.80 元

然而,整体也就只是通过自身的发展而达到完满的那种本质。

黑格尔 《精神现象学》(1807)

中文版序言

《复杂性中的思维》第二版问世一年后,献给中国读者的中文版现在也问世了。复杂性和非线性是物质、生命和人类社会的进化中最显著的特征。本书考察了物理和生物科学、认知和计算机科学、社会和经济科学以及哲学和科学史中的复杂系统。

中国科学家已涉足所有这些研究领域。而且,中国是一个令人印象深刻的复杂社会的例子,它正以极大动力奔向 21 世纪。本书传达的思想是:自然科学、技术、经济学、管理和政治学中,线性思维显然已经过时。此外,中国文化总是具有自己的传统和特色,不同于西方的线性的机械论的世界观。因此,复杂系统探究方式就不仅能战胜自然科学和人文科学之间的隔阂,而且也能缩小西方文化和东方文化之间的距离。

我们生活在同一个复杂的非线性世界上,处在有序和混沌的边缘。因此,对自然和社会中的复杂性和非线性的管理,成为我们共同面临的世界范围的挑战。用德国数学家、计算机先驱和哲学家、对中国文化和科学充满敬意的莱布尼茨(1646—1716)的话来说,我们必须保持全球性“多样化统一”的目标。

我要向译者曾国屏教授的细致工作表示感谢。一本跨学科的著作,涉及数学、计算机、物理学、化学、生物学和社会学、经济

■ 复杂性中的思维

学和哲学术语,翻译时需要特别的努力。他有效地掌握了这些。同样地,我还要向出版者——中央编译出版社(中国)和施普林格出版社(德国)表示感谢。它们使中文版的出版得以实现。

克劳斯·迈因策尔

1996年12月于奥格斯堡

第一版序言

复杂性和非线性是物质、生命和人类社会进化中的显著特征。甚至我们的大脑也表现为受制于我们大脑中复杂网络的非线性动力学。本书考察了物理科学和生物科学、认知科学和计算机科学、社会科学和经济科学以及哲学和科学史中的复杂系统,引入了一种跨学科的方法论,以解释在自然界和精神领域以及经济和社会中有相同原理的有序的形成。

这些方法常常被认为是预示了 21 世纪科学发展特征的新的复杂性科学。本书批判地分析了这种探索方式的成功之处及其局限性,它的系统基础,它的历史背景和哲学背景。最后的跋中讨论了新的伦理学行为标准,这些行为标准是自然和神经、经济和社会的复杂问题所要求的。

本书的“核心”是一篇提交给关于复杂非线性系统的会议的论文,这次会议于 1992 年 10 月在比勒费尔德的跨学科研究中心举行,是由赫尔曼·哈肯和亚里山大·迈克赫罗夫组织的。同年 12 月,安格拉·M. 勒海博士(施普林格出版社)建议我将该文的主题扩展为一本书。因此,我要向勒海博士的友好和有效的支持,以及对赫尔曼·哈肯在复杂系统和协同学上的多次合作表示谢意。我还要感谢德国研究基金对我的“计算机、混沌和自组

■ 复杂性中的思维

织”(1990—1992:Ma 842/4-1)和“神经信息学”(1993—1994:Ma 842/6-1)课题的支持。奥格斯堡大学的关于“复杂系统”的数学研究生项目和关于“经济和管理中的非线性”的经济学课程的教学使我得到了许多灵感。1991年和1993年,北莱茵-威斯特伐利亚(杜塞尔多夫)科学研究中心邀请我参加了两次关于计算机技术、神经生物学和精神哲学的文化影响的国际会议。

最后,我同样特别要向以英语为母语的罗斯(施普林格出版社)对本书的仔细阅读和校正,向胡塞尔和尤塔(奥格斯堡大学)为本书打字表示感谢。

克劳斯·迈因策尔

1994年6月于奥格斯堡

第二版序言

《复杂性中的思维》一书,第一版不到一年即已告罄。显然,复杂性和非线性是自然科学和社会科学都关注的跨学科“热门”话题。伊安·斯图特(沃里克大学数学研究所)关于本书的一篇精彩的书评——《兴起中的新科学》(《自然》,1995年第374卷第834页)对此进行了很好的概括:“非线性并非万能的答案,但往往是一种更好的思考问题的方式。”

借此出第二版的机会,我对本书进行了修订和扩充。在第2.4节,补充了在超分子化学和材料科学中关于保守自组织的最新重要成果。文献中补充了一些从自组织角度对宇宙学进行的新讨论。对于活细胞中的耗散自组织的新成果,增加了一些评注(第3.3节)。对于神经技术中适应性神经修补术的成功和局限,也进行了更详细的分析(第5.4节)。原书的最后一章扩展为“关于未来、科学和伦理学的结语”,该章首先是关于传统预测方法的一个简短导言,接着从自然科学和社会科学受到非线性和复杂性制约的前提,讨论了传统预测方法的局限性和新的预测程序。特别是对科学和技术发展进行预测和建模的可能性,这是当代关于人类的未来和伦理学的争论中的兴奋点之所在。

■ 复杂性中的思维

非线性复杂系统的一般方法必须在与自然科学和社会科学的结合中、在特定的观测、实验和理论条件下加以发展。因此,我希望借此机会对以下这些同事的极有帮助的建议表示感谢:罗尔夫·埃克米勒(波恩大学神经信息系),汉斯-耶尔格·法和沃尔夫·普里斯特(波恩天体物理学系和马克斯-普朗克射电天文学研究所),赫尔曼·哈肯(斯图加特理论物理和协同学研究所),本罗·里斯(海德堡马克斯-普朗克医学研究所),库迪乌莫夫(莫斯科凯尔迪什应用数学所),蕾娜特·迈恩茨(科隆马克斯-普朗克社会科学研究所),阿希姆·米勒(比勒费尔德大学无机化学系)。最后,我同样还要感谢沃尔夫·拜格尔博克(施普林格出版社),他对本书第二版的修订给予了鼓励和支持。

克劳斯·迈因策尔

1995年11月于奥格斯堡



克劳斯·迈因策尔教授
(1947-)，1973年在明斯特大学获得博士学位，研究领域是数学、物理学和哲学。1988年以来为专职科学哲学教授、奥格斯堡大学哲学所主任、计算机科学研究所成员。1996年以来担任德国复杂系统和非线性动力学学会主席。主要著作有：《几何学史》(1980)、《大自然的对称性》(1980)、《复杂性中的思维》(1994)、《大脑、计算机和复杂性》(1997)等。

□ 责任编辑 南 秋



■ 封面设计 / 田聆工作室

目 录

中文版序言	I
第一版序言	III
第二版序言	V
1 引言:从线性思维到非线性思维	(1)
2 复杂系统和物质的进化.....	(18)
2.1 亚里士多德的宇宙和赫拉克利特的逻各斯	(19)
2.2 牛顿宇宙、爱因斯坦宇宙和拉普拉斯妖.....	(37)
2.3 哈密顿系统、天上的混沌和量子世界的混沌.....	(57)
2.4 保守系统、耗散系统和有序突现.....	(72)
3 复杂系统和生命的进化.....	(97)
3.1 从泰勒斯到达尔文	(98)
3.2 波耳兹曼的热力学和生命的进化.....	(105)
3.3 复杂系统和有机物的进化.....	(113)
3.4 复杂系统和群体生态学.....	(132)

■ 复杂性中的思维

4	复杂系统和心—脑的进化	(139)
4.1	从柏拉图的灵魂到拉美特利的《人是机器》.....	(140)
4.2	复杂系统和神经网络.....	(153)
4.3	大脑和意识的形成.....	(186)
4.4	意向性和脑爬虫体.....	(199)
5	复杂系统和人工智能的进化	(212)
5.1	莱布尼茨和通用数学.....	(213)
5.2	从图林机到基于知识的系统.....	(218)
5.3	神经计算机和协同计算机.....	(258)
5.4	神经仿生学和电子空间.....	(290)
6	复杂系统和人类社会的进化	(305)
6.1	从亚里士多德的城邦到霍布斯的利维坦.....	(306)
6.2	斯密的经济学和市场平衡.....	(316)
6.3	复杂经济系统、混沌和自组织	(328)
6.4	复杂文化系统和通信网络.....	(344)
7	关于未来、科学和伦理学的结语.....	(373)
7.1	复杂性、预测和未来	(373)
7.2	复杂性、科学和技术	(383)
7.3	复杂性、责任和自由	(392)
	参考文献.....	(402)
	译者后记.....	(439)

1 导言:从线性思维到非线性思维

在自然科学中,从激光物理学、量子混沌和气象学直到化学中的分子建模和生物学中对细胞生长的计算机辅助模拟,非线性复杂系统已经成为一种成功的求解问题方式。另一方面,社会科学也认识到,人类面临的主要问题也是全球性的、复杂的和非线性的。生态、经济或政治系统中的局部性变化,都可能引起一场全球性危机。线性的思维方式以及把整体仅仅看作其部分之和的观点,显然已经过时了。认为甚至我们的意识也受复杂系统非线性动力学所支配这种思想,已成为当代科学和公众兴趣中最激动人心的课题之一。如果这个计算神经科学的命题是正确的,那么我们的确就获得了一种强有力的数学策略,使我们得以处理自然科学、社会科学和人文学科的跨学科问题。

在这些跨学科的应用中,成功的原因何在?本书表明,非线性复杂系统理论不可能还原成特殊的物理学的自然定律,尽管它的数学原理是在物理学中被发现的,并首先在物理学中得到成功应用。因此,它不是某种传统的“物理主义”,不是用类似的结构定律来解释激光、生态群体或我们的大脑的动力学。它是一种跨学科方法论,以此来解释复杂系统中微观元素的非线性相互作用造成的某些宏观现象。光波、流体、云彩、化学波、植物、动物、群体、市场和脑细胞集合体,都可以形成以序参量为标志的宏观现象。它们不能还原到复杂系统的原子、分子、细胞、

机体等微观水平上。事实上,它们代表了真实的宏观现象的属性,例如场电势、社会或经济力量、情感乃至思想。有谁会否认情感和思想能够改变世界呢?

在历史上,社会科学和人文学概念往往受到物理理论的影响。在机械论时代,托马斯·霍布斯把国家描述成一台机器(“利维坦”),其公民就是机器中的嵌齿轮。在拉美特利看来,人的灵魂归结为自动机的齿轮传动装置。亚当·斯密用类似于牛顿的万有引力的“看不见的”力来解释市场机制。经典力学中,在牛顿或哈密顿运动方程意义上,因果关系是确定论的。保守系统以时间可逆(即对称性或不变性)和能量守恒为特征。天体力学和无摩擦钟摆是著名的例子。耗散系统是不可逆的,举例来说就像没有摩擦项的牛顿力。

而且,大自然原则上被看作一个巨大的确定论的保守系统,一旦确切知道了它的起始状态,就可以预测其未来或追溯过去的每一时刻的因果事件(拉普拉斯妖)。亨利·彭加勒则认识到,天体力学并非是一台可以透彻计算的机械钟,甚至在局限于保守性和确定论情况下亦如此。所有的行星、恒星和天体之间的因果相互作用,在其相互影响可以导致混沌轨迹的意义上,都是非线性的(例如三体问题)。在彭加勒的发现之后,几乎过了60年,A. N. 科尔莫哥洛夫(1954)、V. I. 阿诺德(1963)和 J. K. 莫泽证明了所谓的 KAM 定理:经典力学的相空间轨迹既非完全规则的亦非完全无规的,但是它们十分敏感地依赖于对起始条件的选择。微小的涨落可能引起混沌的发展(“蝴蝶效应”)。

在这个世纪,量子力学成为物理学的基础理论[1.1]。在薛定谔的波动力学中,量子世界被看作是保守的、线性的。用哈密顿算符描述的量子系统,取代了最初用哈密顿函数描述的量子

化经典系统(例如对于电子和光子)。这些系统被假定是保守的,即非耗散的,对于时间逆转具有不变性,因而是满足能量守恒定律的。量子系统的状态用希尔伯特空间的矢量(波函数)来描述,希尔伯特空间的距离与其哈密顿算符的本征值相联系。量子状态的因果动力学由确定论的微分方程(薛定谔方程)所决定,该微分方程合乎叠加原理,因而是线性的,即如同经典光学的情形,该方程的解(波函数或态矢)是可以叠加的。量子力学的叠加或线性原理显示了组合系统的相关(“关联”)态,这在EPR实验(A. 阿斯佩特,1981)中得到了高度确证。在一个关联的纯量子叠加态,一次观测仅可能得到不确定的本征值。量子系统的关联态和测量仪器相应仅可能有不确定的本征值。但是,实验室的测量仪器却显示出了确定的测量值。因此,线性的量子动力学难以解释该测量过程。

在玻尔、海森伯等人的哥本哈根诠释中,测量过程是用所谓的“波包坍缩”来解释的,即把叠加态分裂成两个独立的具有确定本征值的测量仪器和被测量子系统的状态。显然,我们必须将量子系统的线性动力学与测量的非线性作用加以区分。这个世界的这种非线性,有时被解释成人的意识的出现。尤金特·威格纳(1961)建议,薛定谔方程的线性对于有意识的观察者可能会失效,需要代之以某种非线性程序,使两个问题都可能得到解决。但是,威格纳的解释迫使我们相信,线性的量子叠加性仅仅在宇宙的那些出现了人的或类似人的意识的角落才会分裂成独立的部分。科学史上,拟人的或目的论的论证往往表明,科学解释在此软弱无力、难以奏效。因此,一些科学家如罗杰·彭罗斯提出,量子力学的线性动力学不适合于用意识的出现来解释宇宙的进化。他主张,至少是一个把线性量子力学和非线性的广