

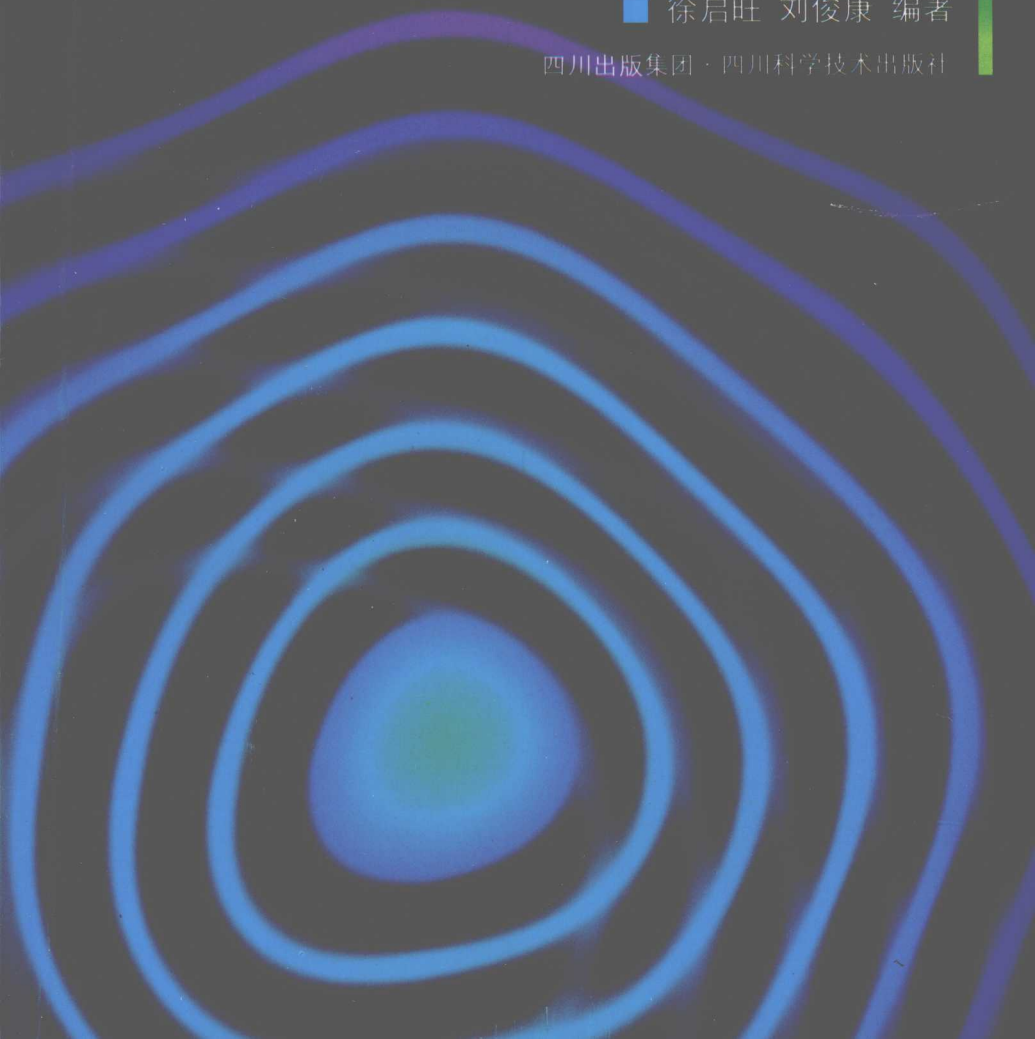


生物复杂性

Biocomplexity

■ 徐启旺 刘俊康 编著

四川出版集团·四川科学技术出版社





BIOCOMPLEXITY

生物复杂性

徐启旺 刘俊康 编著

四川出版集团 四川科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

生物复杂性/徐启旺,刘俊康编著. - 成都:四川科学技术出版社,2008.1

ISBN 978 - 7 - 5364 - 6437 - 7

I. 生… II. ①徐…②刘… III. 生物环境 - 复杂性理论
IV. Q14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 009430 号

生物复杂性 SHENGWU FUZAXING

编 著 者 徐启旺 刘俊康
责任编辑 戴 林
封面设计 韩建勇
版式设计 杨璐璐
责任出版 周红君
出版发行 四川出版集团·四川科学技术出版社
成都市三洞桥路 12 号 邮政编码 610031
成品尺寸 130mm × 185mm
印 张 3.75 字数 100 千
印 刷 达州新华印务有限公司
版 次 2008 年 1 月成都第一版
印 次 2008 年 1 月成都第一次印刷
定 价 12.00 元

ISBN 978 - 7 - 5364 - 6437 - 7

■ 版权所有·翻印必究 ■

■ 本书如有缺页、破损、装订错误,请寄回印刷厂调换。

■ 如需购本书,请与本社邮购组联系。

地址/成都市三洞桥路 12 号 电话/(028)87734081

邮政编码/610031

网址:www.sckjs.com

内容简介

生物复杂性是现代自然科学进入复杂性探索时代以来,渗透到生命科学领域中所形成的一个新的分支。作者在从事近 20 年生物复杂性研究的基础上,通过本书作为开端,逐步把这一领域的进展介绍给读者。本书内容涉及自然界中的复杂现象,复杂性理论背景、生物复杂性、生物波研究,也介绍了圣菲研究所和生物波研究中心及生物复杂性在医学中应用研究的进展。本书可作为医学院校生物复杂性选修课教材,也可供关注生命科学领域进展和对探讨生命奥妙有兴趣的读者参考。

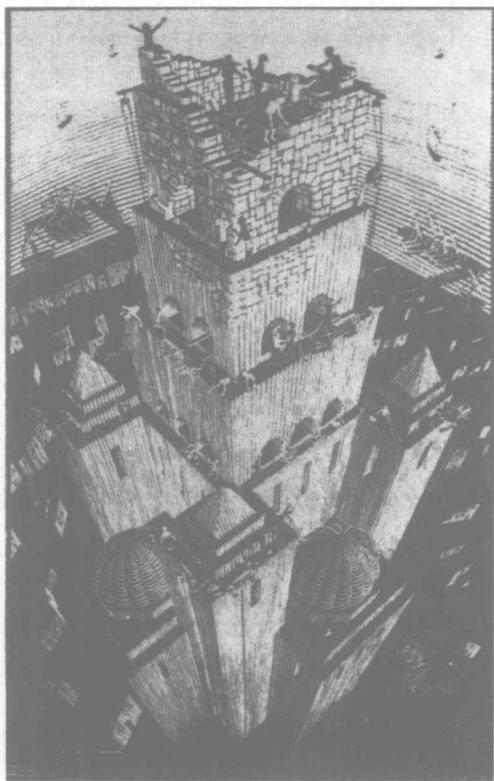
作者简介



徐启旺 第三军医大学教授,博士生导师,生物波理论创始人。开拓生物复杂性研究领域,主要研究方向为非平衡场与抗癌、生物波理论及其应用研究,细胞微生物学与生物波实验研究,肿瘤失控生长的非平衡选择机制。出版专著8部,国内外发表论文90余篇,《生物波科学与应用肿瘤学》杂志主编。作为首席科学家承担国家化学1.1类新药缓激常泰的研究。在国内外申请发明专利71项,已获授权发明专利28项,其中中国18项、美国5项、欧盟2项、香港3项。



刘俊康 第三军医大学教授,硕士生导师。作为徐启旺教授的学生和助手,主要研究方向为生物波理论及其应用研究、功能性疾病的诊治研究。国内外公开发表论文70余篇,参加生物波理论和实验研究18年,是这一研究领域的开拓者之一。



巴比伦通天塔 M. C. 埃舍尔 (木刻, 1928) (转引自乐秀成编译《GEB——一条永恒的金带》)

高耸入云的巴比伦通天塔使上帝感到敬畏。它象征新的生命科学研究体系。难道还会像传说中那样,由于上帝巧施魔法,变乱人们的口音,使他们无法沟通,高塔也最终无法建成吗?

“20 世纪初人们已经知道,从化学角度看你我与一罐汤没多大区别。不过,我们能完成汤无法完成的很多复杂甚至有趣的事。对于生物体如何利用食物创建秩序、如何做功乃至如何计算,那时的人们仅持有极少的正确观念,而这些观念都是来自当时技术领域的并不恰当的隐喻。到 20 世纪中叶,人们才逐渐明白很多类似的疑问都可以通过研究大分子来回答。具有讽刺意味的是,在我们目前所处的 21 世纪开端,局势却逆转了,现在的问题是关于这些分子的信息过多了。我们淹没在信息中,急需一个工作框架将大量事实组织起来。一些生命科学家视物理学为‘还原论’而将其置于一旁,他们企图抽去那些使得青蛙不同于他物(如中子星)的所需细节。另一些人则相信,为寻求总体概貌,某种整合性的框架目前看来是必需的。因此,我相信,正是这股维持在发展的、历史的、复杂的科学以及普适的、非历史的、还原论的科学之间的张力,使得整个科学界的探索工作卓有成效,而且科学的未来一定属于那些对这两种思路都驾轻就熟的人。”

——菲利普·纳尔逊

前 言

阿尔文·托夫勒在为《从混沌到有序》一书所作的序言中指出：“在当代西方文明中得到最高发展的技巧之一就是拆零，即把问题分散成尽可能细小的部分。我们非常擅长这种技巧，以致我们竟然时常忘记把这些细小部分重新装到一起。这种技巧也许是在科学中最受过精心磨练的技巧。在科学中，我们不仅习惯于把问题划分成许多细小部分，我们还常常用一种有用的技巧和方法把这些细小部分的每一个从其周围环境中孤立出来。这种技巧和方法就是我们常说的 *ceteris paribus*，即‘设其他情况都相同’。这样一来，我们的问题与宇宙其余小部分之间的复杂的相互作用，就可以不去过问了。”我们面临的现状是人类仍然面临病毒、肿瘤以及众多疾病的严重威胁，从而促使人类寻找新的解决办法，并逐渐认识到上世纪 80 年代兴起的复杂性探索研究也许能在其中发挥特殊作用，于是生物复杂性这样一个新的分支应运而生。在本书中生物复杂性至少包括两层含义：①生物有机体所具有的复杂性现象、状态；②针对这些复杂性现象、状态或性质而进行的对复杂性方法论探索研究。生物波研究就是在这种探索中成长起来的一个新的研究领域。我们于 2001 年在国内医学院校本科生中率先开设了生物复杂性选修课。本书的编写着眼于传授基本知识、拓展思维能力、增强解决临床难题的能力。初稿在选修课中试用数年，效果较好。书中还列出了相关网站、重点刊物的信息。

本书着眼于生物复杂性基本概念、研究背景、生物波实验内容的介绍,也指出实际应用的前景。尽管作者尽量减少新名词的使用,但是仍然未能避开通篇生疏内容。在目前国内大部分医学院校未经系统理科基础教育的条件下,广大读者阅读时可能会遇到困难,为帮助医学院校学生和医学工作者阅读理解本书,特将其电子文本及网络资源链接和实验动画链接等内容放在 <http://www.bi-otimes-lab.com> 和 <http://www.tmmu.com.cn> 上,方便阅读。另外,在阅读时建议将书中内容与生物医学实际或者自身生命活动相联系,以变枯燥无味的名词术语为生活动泼的生命活动体察。

本书的顺利编写得益于近年来复杂性探索研究的快速发展所积累的丰富素材,文中部分内容是曾在本中心工作的郭刚、袁泽涛、王源、易卫东、邓国宏、黄春基、丛延广、窦君、贾雄飞、章荣华、闫国华等科研贡献的总结,编写过程中得到了生物波中心全体人员的大力支持,特别是何春华、魏海龙同志在收集资料和整理图片方面分别进行了大量卓有成效的工作。此外,吴小兰、陈杰、徐巍巍、郭新明、谢兴堂、文正群、艾德伟、淡洪林等在编写过程中也曾付出辛勤劳动;同时编辑出版工作还得到了第三军医大学学报编辑部张大春教授、冷怀明教授以及四川科学技术出版社编辑同仁的大力帮助,在此一并致以诚挚的谢意。由于这是首次尝试,缺点及疏漏在所难免,请广大读者批评指正。

编 者

2007年10月

绪 言

物质世界的复杂在于运动。一切物体无论个体大小、结构简单与复杂都存在于运动过程之中,尽管速度不同,形式多样,表现出各种特征,但都依据着自身内在条件与外界环境统一,呈现着特有的运动轨迹,形成丰富的物质世界和多样性的生物种群,演化过程始终是不解之谜,而现代物理学进展却揭示出了其中奥秘。

一、物质运动混沌过程

许多相同物体结构单位若不发生群体运动则均质分布呈无序状态,然而常见的物质运动形式都是有序的。从无序到有序,必然伴随能量消耗。在此转化过程中不仅出现有序化结构,而且表现出新的特性。这里突出一个“变”字,现代物理学认为,物质运动过程中“变”是确定的,其变化方向受千变万化的环境因素影响而表现出随机性。因此,物质运动全过程的复杂性主要表现在混沌性。

二、生物混沌双重复杂

混沌在生命有机体活动中十分重要,常说的“天人合一”实质来自生理学混沌过程。生命有机体是一个开放系统,由于代谢,营养的摄入和消耗,废物的产生和排除,细胞经历相应的序性变化,生命活动除受微环境作用

外,也受生存大环境影响,构成生物与环境统一的复杂过程。存在于这种统一过程中的不均一现象显示生理适应的混沌过程不仅受环境影响,而且也受到机体遗传的影响。这一认识十分重要,如果说非生命物质运动混沌过程是复杂的,那么,生命有机体的生理混沌过程则具有双重复杂性。

三、生物波简要概括了复杂性

复杂性与生物学的结合是困难的,人人都说生物复杂性到底复杂在什么地方,应该说不是结构的精细,也不是功能的齐全,而是生命永不停息地遵循着特定规律活动。生物体代谢、组织反应成为生命有机体时空有序的基本形式。生物波最简明地表达了生物时空序性变化本质,生物波原理及研究成为生物复杂性和生物学中复杂性探索研究的具体内容。

四、生物波理论是生物复杂性的最新发展

生物波课题组在对细菌研究的基础上,建立了人体细胞波动的生长模型,且实验结果同细菌生物波表现基本一致,证明了生命活动以一张一弛维持不停的运动。正常生物波呈随机变化的混沌过程,一旦处于周期波动或群体不能协同,则出现异常生物波。目前已建立了生物波相关检测技术,找到了运用调节人的生物波而治疗疾病的基本方法,以解决相关临床医学问题。生物波技术的运用不仅仅体现了生物复杂性的基本内容,更从根本上加深了对生物复杂性的认识。

目 录

第一章 自然界中常见的复杂现象

第一节	流体不稳	1
第二节	本纳德对流花样	2
第三节	雨花石振荡	3
第四节	生物世界的有序结构	4
第五节	同步运动	7
小 结		8

第二章 复杂性探索研究

第一节	复杂性科学论坛	10
第二节	复杂性科学来历	12
第三节	复杂性研究代表机构	14
小 结		18

第三章 有关术语

第一节	自组织	21
第二节	远离平衡与非平衡	22
第三节	开放系统	22
第四节	复杂性与非线性	23
小 结		25

第四章 生物复杂性理论背景

第一节	普利高津与耗散结构理论	27
第二节	哈肯与协同学	29
第三节	洛伦兹与混沌理论	32

第四节	曼德尔布罗特与分形几何	35
第五节	B-Z 振荡与化学波概念	39
小 结		41

第五章 生物复杂性

第一节	细菌的“社会”行为	43
第二节	微生物技艺	46
第三节	免疫调控	48
第四节	协同能量向上变换	51
第五节	视觉振荡	53
第六节	人体生理的混沌与分形	54
小 结		58

第六章 生物波研究

第一节	研究概况	61
第二节	研究原理	62
第三节	实验模型	64
第四节	机制研究	70
第五节	理论基础	72
第六节	应用基础	74
第七节	研究特点	79
第八节	研究意义	82
小 结		86

第七章	生物复杂性探索研究示例	88
-----	-------------	----

附 录	94
-----	----

参考文献	97
------	----

后 记	101
-----	-----

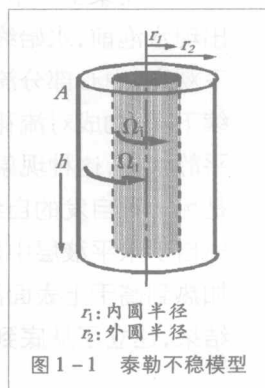
第一章

自然界中常见的复杂现象

“这个世界为我们展示了多层次复杂的‘生态环境’：巍峨雄壮的高山，沙丘表面纤巧的山脊，相互依赖的金融市场以及生机盎然的生命生态环境。”这是两位物理学家为《科学》杂志共同撰写的一篇文章里描述的。这种观念将帮助我们超越时空，确定出在地球系统各级层次轨迹中的运行原理和模式。我们也由此开始，来认识自然界中一些常见的复杂现象。

第一节 流体不稳

在自然界中，流体不稳现象随处可见，如溪流波浪、喷泉柱节、空气湍流等。一般认为一种新模式的出现，标志着原来的状态变为不稳定过程。在流体力学中，泰勒不稳现象就是典型例子。泰勒不稳定性(Taylor instability)的实验装置是由一个内圆柱体和一个同轴的外圆筒组成(图1-1)，当把外圆筒固定而调节内圆柱体转速时，可发生一系列不稳定性变化，内圆柱体的转速较低时，流体



形成同轴的流线;当转速达到临界值时(一般用无量纲的泰勒数表示),便出现一种新型运动形式,沿轴线方向的横向层中,流体周期地趋向和离开轴线,形成滚动形式;当泰勒数增加到第二个临界值时,滚动开始以一种基频开始振荡;泰勒数增加到新的临界值时,滚动形式以两种频率振荡;进一步增加泰勒数时,可观察到复杂的频率模式,最终出现无规则的混沌运动。当人们通过激光散射测量它的速度分布和傅里叶谱时发现,随着泰勒数增加时新出现的频率,其顺序恰好是基频的 $1/2, 1/4, 1/8, 1/16$ 。由于频率减半就是周期加倍,于是人们称它是倍周期现象。泰勒不稳定性过程真切地在实验水平上证明流体不稳定性。

第二节 本纳德对流花样

对复杂性的认识,需从理解普利高津的耗散结构理论(第四章具体介绍)开始。该理论主要涉及物质运动从无序到有序极其复杂的变化过程。为便于理解,可先认识一个称为本纳德对流花样(Benard convection patterns)的简单实验。

三角架上有一个装有半杯水的玻璃烧杯,用酒精灯加热,出现水泡前,水始终是平静的,当水温达到沸点时,从上往下观察,中心部分流动的花纹不断上冒,周边呈多个水柱连续下降,构成对流花纹图样;停止加热,对流立即消失,恢复平静状态,这种现象就叫做本纳德对流花样(图1-2)。这是另一种自发的自组织定态不稳定性现象,这种不稳定性出自于水平液层中建立的垂直温度梯度。液层的下表面被加热到高于上表面温度的某一数值,作为这些边界条件的结果,建立了从底到顶的持续热流。

“本纳德不稳定性”是一个引人注意的现象,所得的对流运动实际上来自系统复杂的空间组织。

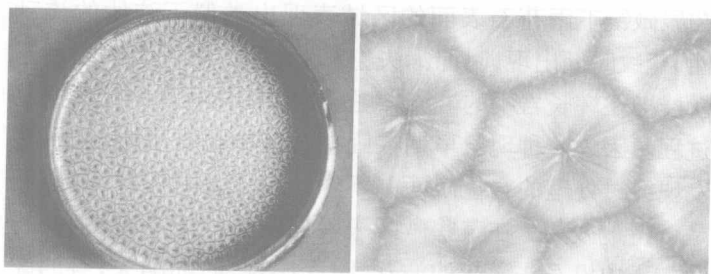
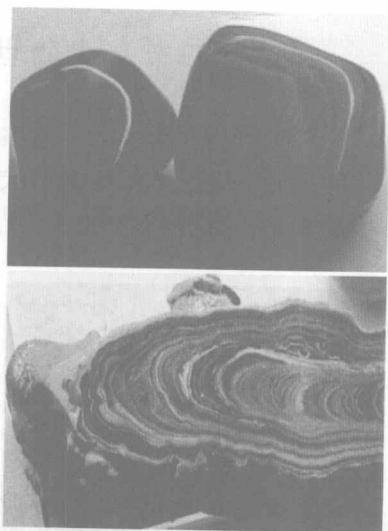


图 1-2 本纳德对流花样模拟图及其放大图样

第三节 雨花石振荡

上面介绍了流体不稳出现的有序现象,一般是可以理解的,然而在固体物质中也见到流动现象就不易被接受,众多的有序结构对我们有所启发,大者如地壳的层次和山岩断层的纹理,小的如沙子和石头显出的美丽花纹。有一种著名的带花纹的岩石叫雨花石(rain-flower pebble),科学家对雨花石进行研究,不仅观察到纹理的有序性(图 1-3),同时也观察到这些纹理无时不在运动,这一现象可解释花纹有序的形成过程。



“雨花石是花形的石,是石质的花”

图 1-3 图示雨花石纹理



对于总能给人们以无限遐想的雨花石天然纹理。我国科研工作者在这些五彩斑斓的石头上观察到了振荡现象。在显微镜下雨花石表面的区域表现出类似于液体的流动性,花纹时而出,时而消失,变幻莫测。天津大学高后秀教授把在辉长岩中的类流态现象称为固体物质的天然振荡过程。因为这种现象早期在固态合金中也曾观察到,偶然发现经过处理的合金表面并不像一般认为的那样平静,而是奇特地振荡。在某些微区表现出明显的流动特性,有的像在水中投石头激起的波花,时而出,时而消失;有的像变化的小泡,不断地收缩、膨胀、破裂。这种振荡伴随着表面晶体的旋转,对比前后观察记录时发现其中一个 V 形的晶体像被人动过一样:旋转约 64° 。这些振荡现象表现出分形特征,具有自相似性,这些自发形成的有序现象,很容易让人联想到化学中的 B-Z 振荡。

第四节 生物世界的有序结构

通过对大自然的细心观察,可以发现众多的生物同样呈现出有序结构。如竹子的节状生长、树干的年轮、鸟的羽翼、蝴蝶的花纹翅膀以及微生物界中各种有序菌落,都是生物有序结构的最好体现。

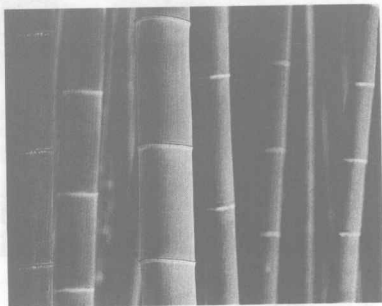


图 1-4 竹子的节状现象

一、植物界有序结构

植物是复杂的有机生命体,其复杂特征由外观即可窥见一斑。一种常见的现象是竹子的节状生长(图 1-4),从