



ISIS文库

科学与时尚系列

江晓原 主编

湍 鉴

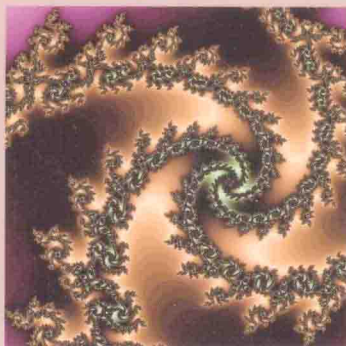
浑沌理论与整体性科学导引

Turbulent Mirror

【美】约翰·布里格斯 【英】F·戴维·皮特 / 著

【美】塔弗尼斯 / 绘图

刘华杰 潘 涛 / 译 朱照宣 / 校



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



ISIS文库
科学与时尚系列

江晓原 主编

湍 鉴

浑沌理论与整体性科学导引

Turbulent Mirror

【美】约翰·布里格斯 【英】F.戴维·皮特 / 著

【美】塔弗尼斯 / 绘图

刘华杰 潘 涛 / 译 朱照宣 / 校



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书系“ISIS 文库·科学与时尚系列”之一,堪称“爱丽丝漫游”非线性科学、复杂性科学“奇境”的史话。作者借助庄子、老子、列子的浑沌和整体性思想,利用紊乱之镜鉴“湍鉴”鉴照神话、童话、诗歌、绘画、小说、艺术、哲学,探讨秩序与浑沌“剪不断、理还乱”之关系,提出老套的还原论科学终将被“紊变与整体性科学”的新范式所取代。非线性、不规则性、不稳定性、不可预测性无处不在,相空间、吸引子、庞加莱猜想、卡姆理论、分形几何栩栩如生,突变、协同、耗散结构、超循环、迭代、反馈、分岔、孤波等概念深入浅出,普里高津、玻姆、马古利斯等“科学异教徒”勇往直前。全书的篇章结构设计,爱丽丝与黄帝互鉴,亦不落俗套,当为一奇。

TURBULENT MIRROR. Copyright © 1989 by John Briggs and F. David Peat. All rights reserved. Printed in the United States of America. No part of this book may be used or reproduced in any manner whatsoever without written permission except in the case of brief quotations embodied in critical articles and reviews. For information address Harper & Row, Publishers, Inc., 10 East 53rd Street, New York, NY 10022.

Published by arrangement with Harper Perennial, an imprint of Harper Collins Publishers.

2015 SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

上海市版权局著作权合同登记号:图字 09-2014-174

图书在版编目(CIP)数据

湍鉴:浑沌理论与整体性科学导引/(美)布里格斯(Briggs, J.), (英)皮特(Peat, F. D.)著;刘华杰,潘涛译. —上海:上海交通大学出版社,2015
(ISIS 文库)

ISBN 978-7-313-10919-4

I. ①湍… II. ①布…②皮…③刘…④潘… III. ①浑沌—普及读物
IV. ①0415.5-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 130628 号

湍鉴:浑沌理论与整体性科学导引

著 者:[美]约翰·布里格斯
[英]F. 戴维·皮特

出版发行:上海交通大学出版社
邮政编码:200030

出 版 人:韩建民

印 制:上海景条印刷有限公司

开 本:787mm×960mm 1/16

字 数:241 千字

版 次:2015 年 1 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-10919-4/O

定 价:38.00 元

译 者:刘华杰 潘 涛

绘 图 者:[美]塔弗尼斯

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:18

印 次:2015 年 1 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:021-59815625 转 8028

总 序

江晓原

ISIS 文库是上海交通大学出版社依托本校科学史与科学文化研究院的科研优势和文化资源,重点打造的科学文化类图书品牌。收入文库的图书,以引进翻译为主,兼采原创作品,力求同时满足如下三大原则:

- 一、与科学技术相关;
- 二、有较高的思想价值;
- 三、有趣。

ISIS 是古埃及神话中的丰饶女神,水与风的女神,她被视为女性和忠贞的象征,又是航海女神,还是死者的女庇护神。其形象为女性王者。科学史之父者乔治·萨顿博士把他创办的科学史专业期刊命名为 ISIS,寓意深远。

ISIS 文库目前下设“科学政治学”、“科幻研究”、“兵器文化”、“科学与时尚”四个开放系列。

类似文库国内出版社已有尝试,最著名者如上海科技教育出版社的“哲人石”丛书、湖南科学技术出版社的“第一推动”丛书等等,珠玉在前,值得重视。但 ISIS 文库与这些丛书的最大区别,或许在对待科学技术的态度。如果说前者看待科学技术的眼光有时仍然不免有所仰视的话,那么 ISIS 文库决心平视科学技术——甚至可以俯视。

科学有过她的纯真年代,那时她还没有和商业资本结合在一起,那样的科学,可以是传说中牛顿的苹果树,甚至也可以是爱因斯坦年

轻时的“奥林匹亚学院”。但是曾几何时，科学技术与商业资本密切结合在一起了。这种结合是我们自己促成的，因为我们向科学技术要生产力，要经济效益。不错，科学技术真的给了我们经济效益，给了我们物质享受。但是，这样的科学技术就已经不再是昔日的纯真少女了。

与商业资本密切结合在一起的科学技术，就像一位工于心计的交际花。她艳光四射，颠倒众生，同时却很清楚自己要谋求的是什么。而且她还非常聪明地利用了这样一种情况：那些围绕在她石榴裙下的倾慕者们，许多人对她的印象还停留在昔日纯真少女的情影中，他们是真心热爱着她，崇拜着她，对她有求必应，还自愿充当护花使者……

今天的科学技术，又像一列欲望号特快列车，这列车有着极强的加速机制——这种机制曾经是我们热烈讴歌的，它正风驰电掣越快越快，但是却没有刹车装置！

车上的乘客们，没人知道是谁在驾驶列车——莫非已经启用了自动驾驶程序？

而且，没人能够告诉我们，这列欲望号特快列车正在驶向何方！

最要命的是，现在我们大家都在这列列车上，却没有任何人能够下车了！

有鉴于此，ISIS文库将秉持文化多元，思想开放之原则，力争为读者提供优秀读物。

“科学政治学”系列，主要关心科学技术与政治的关系及互动，也包括科学技术运作中本身所表现出来的政治。

“科幻研究”系列，主要关注科幻作品的思想性——对科学负面价值的思考、对技术滥用的警示、科学技术对人性及伦理的挑战等等。这个系列以研究论著为主，也会适当包括某些科幻作品的重要选本。

“兵器文化”系列，关注现代武器发展中与文化的联系及相互影响。

“科学与时尚”系列,关注科学在电影、杂志等时尚文化产品中的形象、科学与时尚文化产品之间的相互作用等等。

如果你还是那位交际花石榴裙下的倾慕者,希望文库能让你知道她的前世今生。

如果我们已经置身于那一系列无法下车的疯狂快车上,希望文库至少能有助于我们认清自身的处境。

2013年7月18日

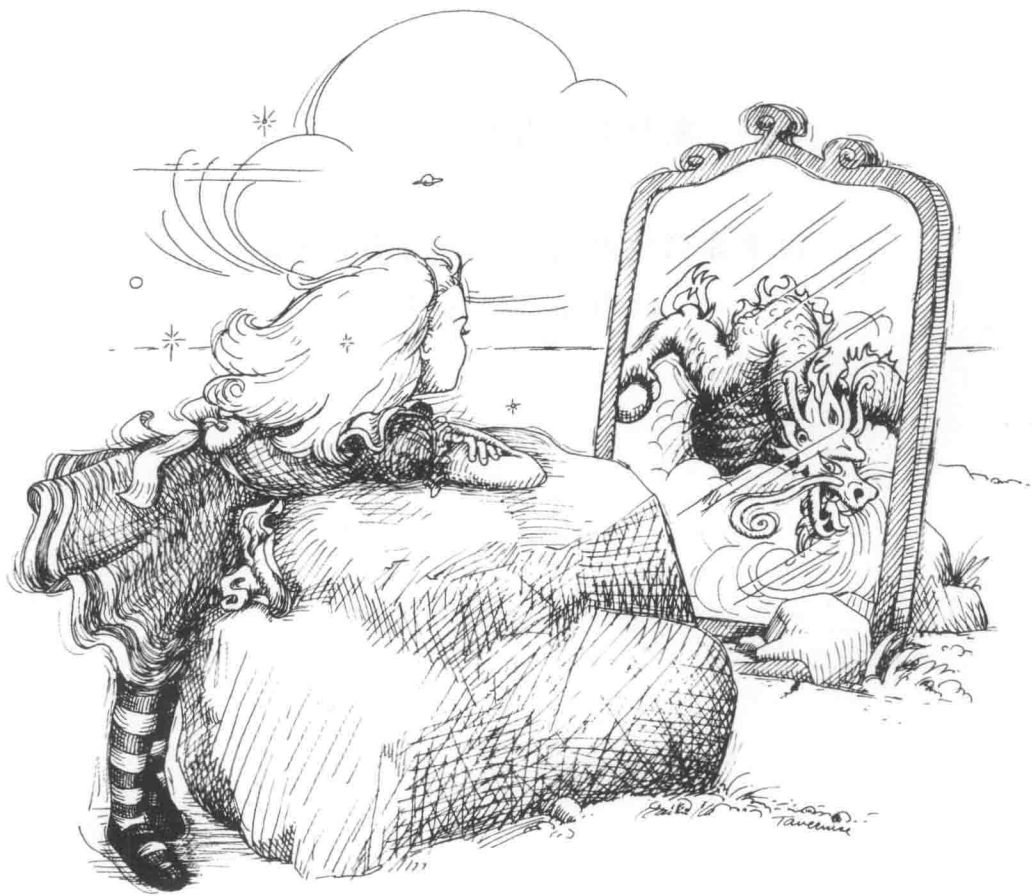
于上海交通大学科学史与科学文化研究院

献给莫瑞恩和巴巴拉

由于你们被迫忍受不确定量的混沌
此书才得以写成

黄帝曰：“精神入其门，骨骼反其根，我尚何存？”

——《列子·天瑞》^①



^① 原书误认为是《庄子》中的话，已改正。参阅杨伯峻撰《列子集释》（中华书局 1979 年版，第 20—21 页），该引文前面几句为：“精神者，天之分；骨骼者，地之分。属天清而散，属地浊而聚。精神离形，各归其真；故谓之鬼。鬼，归也，归其真宅。”《列子》曾托名先秦古籍，现已被公认为伪书，大约成书于魏晋。——译者注

《梨俱吠陀》的“创世赞歌”声称：起初没有空气，没有天空，没有水，没有死亡，也没有永生。夜与昼皆不存在，只有“太一”在呼吸。随后创世开始了。谁也不知道这一切是如何发生的，《梨俱吠陀》推测，“太一”甚至也不晓得。

——《〈梨俱吠陀〉评注》^①

矮梯胖梯咆哮起来，“……噢唷，假使我真的摔了下去，这根本不可能，不过假如我摔了……”说到这里他撅起嘴，神情那么严肃，那么庄重，爱丽丝忍不住笑出声来。“假如我摔了，”他接着说，“国王已经答应我……”“派遣他的全部人马。”爱丽丝很不明智地插嘴说了。……“对！他的全部人马，”矮梯胖梯继续说，“他们会立刻把我再扶上去，他们会会的！……”

——《爱丽丝镜中奇遇记》^②

叔本华……指出，当你年逾花甲、反观一生时，似乎觉悟到其中早有了一个贯穿始终的规则和计划，好像某位小说家构造的似的。事件在发生之时似乎是偶然的，但旋即变为一部情节完整的作品中必不可少的要素。那么是谁在设计故事的情节？叔本华认为，正如你的梦由你的意识未察觉到的、你的自我的一个侧面所编织的一样，你的整个一生同样也由内在于你自身的意志所构造。并且，正如那些纯因巧合与你相遇的人成了构造你的人生的关键人物一样，你也无意识地充当一种角色，成就了他人生命的意义。整个事物好似一组大型的交响乐，一环套着一环，每一事物都无意识地构造着其他所有事物……在单个做梦者的大梦里，所有梦中角色也都在做梦……任何事物的出现都与其他所有事物有着相互的关系，所以你不能因

① 《梨俱吠陀》是印度最古老的宗教历史文献，约成书于公元前 2000 或 2500 年，现存 1 028 首颂诗。“吠陀”意思是“知识”。——译者注

② 作者查尔斯·勒特威奇·道奇森(Charles Lutwidge Dodgson)，英国数学家、文学家，因以笔名刘易斯·卡罗尔(Lewis Carroll)写童话《爱丽丝漫游奇境记》和《穿过镜子，爱丽丝发现了什么？》(也译《爱丽丝镜中奇遇记》)名扬英语世界。——译者注

为任何事情而责怪任何人。甚至于在所有这一切的背后，好像有一个单纯的意旨，它总是产生某种意义，尽管我们当中没人知道这意义是什么，否则人们就会过着充分预期的人生。

——约瑟夫·康贝尔

不似碾捣碎烂，亦非杂沓浑沌，世界和谐交混。吾视秩序所在，纵万千殊相，然处处切合。

——亚历山大·蒲柏

序 言

有个古老的中国传说，提供了秩序(order)与浑沌(chaos)这些难解之谜的隐喻。

相传，很久以前，镜鉴世界(the world of mirrors)与人类世界并不像后来那样被彼此分隔着。那时，镜族类(specular beings)与人类尽管混居在一起，和睦共处，但他们的颜色和外形是完全不同的。那时还能出入于镜面。一天夜里，在未见任何预兆的情况下，镜族类突然入侵，结果浑沌出现了。人类很快就认识到，这些镜族人的确是浑沌。入侵者势力强大，最后只有凭借黄帝的魔法，才将他们击败，逐回镜界。为了降服他们，黄帝设下一道符咒，迫使浑沌人乖乖地按照人的行为举止行事。

13

此传说又说，黄帝的符咒虽然强大，但不是永恒的。传说中预言，有朝一日，符咒的威力将减弱，镜中湍乱的幽灵将开始骚动起来。一开始，镜中的幽灵与我们熟悉的东西之间的差异不会被人觉察。但是，姿态一点一点地发生变化，颜色与外形将完全曲变，长期受监禁的浑沌世界将突然闯入我们的世界。

也许情况已经如此了。

一架 DC-9^① 在一场暴风雪中从丹佛机场起飞，它只飞离地面几英尺就横遭劫难；飞机突然失速，仰面翻倒，致使 28 人丧生。调查人员就飞机失事提出两种可能的解释，都牵涉到有关紊乱气流或湍动的新发现。一种解释是，有一股难以驾驭的空气涡旋，旋转于停在

① 含义是“道格拉斯双引擎喷气式短程飞机”。——译者注

附近跑道上的喷气飞机尾部,涡旋并未耗散掉,它持续了几分钟,当另外一股气流把它推到 DC-9 的跑道上时,致使飞机压缩机严重阻塞。另一种解释(调查人员最终认为这是正确的)是,罪魁祸首是一些小小的冰粒。乘客们曾发现,机翼在最后除冰之后,上面仍有残冰。这些小小的种子酿成一股湍流,其威力足以令庞大的飞机坠毁。

在辽阔的海洋,另一类湍动也登场献技了。通常,在汹涌的海浪浑沌中涡流相互碾磨、溅碎并耗散掉。但是,研究人员已经发现,有时似乎违背常识和科学定律的事情也能出现。波浪撞击时,水波浑沌自相谐和,令无序彼此同步,塑造出单一的平滑波,它能传播几千英里,绕过船底,穿过风暴,而波形丝毫无损。

科学家们推测,在 1987 年 10 月的一个震惊世界的“黑色星期一”中,可能有另外一种形式的同步浑沌在作怪,致使世界范围的股票价格暴跌。他们推断,计算机程控交易、称作股票投资组合保险的计算机反馈调节,以及连接世界各地金融市场的实时通讯网,合力产生了一种境况:很小的一则坏消息迅速被放大。投资者随意的并且独立的行为紧密配合,酿造了一场持续了漫长的一整天的金融灾难。

如同在我们的黄帝传说中所见,这些例子似乎描绘了秩序与浑沌之间动态的、神秘莫测的相互纠缠。在过去的几年里,致力于解开这种缠结的努力使科学家们得出一种崭新的实在观念。这种观念引发对自然整体性的惊人见解,迫使人们重新考察某些最基本的科学假设。

科学传统上所定义的世界几乎具有柏拉图(Plato)式的清纯性。描述行星运转、管道水流的上升、棒球的轨迹,或者遗传密码结构的方程和理论,都包含一种规则性和秩序,一种钟表式的确定性,我们就是把这些与大自然的法则联系在一起的。当然,科学家早就承认,实验室之外的世界不像我们用以鉴照自然的这些法则的镜像中看起来的那样,很少拥有欧几里得几何学的纯净性。湍动、不规则性和不可预测性随处都是,但是似乎总可以合理地假设这些是“噪声”,即实在中的事物彼此拥挤所出现的一种凌乱。也就是说,浑沌被设想为复杂性的结果,理论上,这种复杂性可以分解为深层次的秩序。

现在科学家们发现,这种假设是错误的。

啄木鸟东一下西一下地啄食随机分布在树皮里的昆虫;山脉隆起,经过本质上不可预见的长期风化作用被侵蚀出凸凹参差的峰峦;心、肠、肺和脑的不规则表面与其他机体组织密密麻麻地相互连接,这些结构遍布地球,决不是欧几里得的词汇所能描绘的。

“多数生物系统和许多物理系统都是不连续的、不均一的和不规则的系统”,加州大学的物理学家布鲁斯·韦斯特(Bruce West)和哈佛医学院的阿里·戈德伯格(Ary Goldberger)教授在《美国科学家》杂志的一篇文章中如是说。他们与越来越多的科学家一起撰文表述了一种引人注目的新鲜见解:“生命系统变化多端的复杂结构和行为,与其说归结为某些规则模式,不如说更愿意趋向于浑沌。”

浑沌,不规则性,不可预见性。这些东西是否可能不仅仅是噪声,而有其自身的规律呢?这是一些科学家正在研究的课题。不限于此,这些科学家正在阐明,如何用浑沌的奇异规律解释世上的一些我们视为奇迹的事物,如果不是多数事物的话。这些惊人事物包括:人的心搏和人的思维、云、风暴、星系的结构、诗歌的创作、舞毒蛾幼虫口数的升降、森林大火的蔓延、曲曲折折的海岸线,甚至生命本身的起源与进化。

于是,一批新型科学家已经行动起来,开始建构一面鉴照自然的新镜——湍鉴。^①

在下面的诸章里我们将看到,在湍鉴的这一侧世界里,这些新研究者研究秩序怎样转化为浑沌;在湍鉴的另一面世界里,他们正在探讨浑沌如何生成秩序;在容易被遗忘的镜面处——两个世界之间的结合地带——他们正试图把注意力从动力系统的定量特征,转移到其定性性质。在镜子的两侧及中央,这些新科学家跨越科学领域的边界线:数学家在研究生物系统,物理学家在考察神经生理学问题,神经生理学家则在艰难地啃着数学。通常,他们的共同工具是计算机。浑沌研究者们借助它迭代方程,如同化学家配制试剂;颜色与形

^① “mirror”在这里译为“鉴”。鉴,镜也,名词;鉴照,引以为鉴,动词。——译者注

状代表数字在终端屏幕上煮沸、冻结和爆裂。这些形式又抽象,又很逼真,有助于挖掘关于复杂性变化的不曾预期到的直觉。尽管我们倾向于认为计算机干净利落又精确无误,但具有讽刺意味的是,事实上计算机模型,连同动荡的反馈图像和混沌图像,已经成为新的混沌与变易(change)之科学正在取得的飞跃的象征,它正使科学家传统上对部分预测、控制和解析的热衷,服从于对事物不可预见之整体的运动方式的关注。

事实上,正是通过给通常模糊的词语“整体性”赋予新意,“混沌与变易之科学”才范铸了我们观念上的一场革命。记者兼科普作家詹姆斯·格莱克(James Gleick)在其引人入胜的书中^①,描写了70年代和80年代那些创造“混沌理论”的众多科学家的发现和个性。他说:“(他们中)越来越多的人感觉到了只研究孤立于整体的部分的弊端。对他们而言,混沌意味着科学中还原论纲领的终结。”对整体性、混沌和变易的重新理解是这场革命的核心。混沌物理学家约瑟夫·福特(Joseph Ford)称之为“整个科学哲学与人类看待其世界的方式方面的一次重大转换”。

因此,短短几年,曾把混沌世界与秩序世界分离开的古老符咒的法力,似乎就已经减弱了,如果不是消散的话。科学自身正处于一场侵略之中。难道不是一场侵略?也许某种意义上这更有益处、更富创造性,在现代水平上复活了秩序与混沌之间古老的和谐底蕴。

① 指畅销书 *Chaos: Making a New Science*, 此书在大陆已有三个不同的中译本,分别由上海译文出版社、上海翻译出版公司和社会科学文献出版社出版,中文名分别为《混沌:开创新科学》、《混沌学传奇》和《混沌学》。——译者注

目 录

秩序 到 混沌

前言	古老的张力	003
	万物之先·忘却混沌,还是“相与遇于混沌之地”·非线性妖魔·获得反馈·庞加莱问题;牛顿如何失败以及为何无人注意	
第 1 章	吸引子与读图	021
	变化之图·返回其牢笼的系统·探索庞加莱点	
第 2 章	湍动,那个奇怪吸引子	039
	列奥纳多的大洪水·湍动的维数	
第 3 章	倍路通(太)奇妙	047
	虫口怎样变化·非线性形态发生·间歇性;混沌三明治·普适性	
第 4 章	迭代的魔法	062
	再来一次会怎样?·把偏差放大·将它拉伸	

镜面

第 0 章

在两面上/上面两在

变化的量度·橡皮数学·程度问题·测量实验:一个传奇性故事·
寓言般的分形·分形空间旅行记·分形,到处是分形
083

混沌 到 秩序

127	大波	第 4 章
	约翰·罗素的着迷·更多的波和红斑·固态孤子·生物学孤子·孤子隧道·让宇宙沸腾	
146	时间箭头	第 3 章
	混沌鉴赏家·乐观者的时间与悲观者的时间·本质上新颖的性质·分岔;岔道之窗·时间的方向怎样?·创造性混沌	
170	反馈的胜利	第 2 章
	自主的集体·非线性行星·非线性大脑·非线性未来	
205	奇异之量子根基	第 1 章
	至小中的非线性悖论·锁相	
217	张力常新	前言
	又是那位庞加莱先生·纽安斯;极端敏感性·创造之分形本质·科学之艺术与其他艺术	

秩 序
到
浑 沌
