



URBULENT MIRROR

湍 鉴

浑沌理论
与
整体性科学
导引

J. 布里格斯 F.D. 皮特 著

刘华杰 潘涛 译 朱照宣 校

商务印书馆

1998·北京

图书在版编目(CIP)数据

湍鉴. 混沌理论与整体性科学导引/(美)J. 布里格斯, F.D. 皮特著; 刘华杰, 潘涛译. —北京: 商务印书馆 1998

ISBN 7-100-02571-0

I. 湍鉴… II. ①布… ②皮… ③刘… ④潘… III. 混沌学-普及读物 IV. 0414.22-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 23739 号

湍鉴——混沌理论与整体性科学导引

J. 布里格斯 F.D. 皮特 著

刘华杰 潘涛 译

朱照宣 校

商 务 印 书 馆 出 版

(北京王府井大街36号 邮政编码100710)

新华书店总店北京发行所发行

民 族 印 刷 厂 印 刷

ISBN 7-100-02571-0/B·382

1998年10月第1版

开本 787×1092 1/32

1998年10月北京第1次印刷

字数 230 千

印数 3 000 册

印张 13 %

定价: 21.00 元

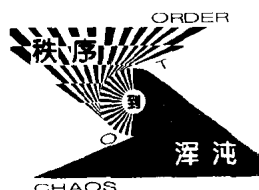
湍 鉴

TURBULENT
MIRROR

目 录



序言	7
----------	---



前言 古老的张力	15
1 万物之先	16
2 忘却混沌,还是“相与遇于 混沌之地”	20
3 非线性妖魔	26
4 获得反馈	28
5 庞加莱问题:牛顿如何失败 以及为何无人注意	31

第一章 吸引子与读图	41
1.1 变化之图	42
1.2 返回其牢笼的系统	47
1.3 探索庞加莱点	64

第二章 湍动,那个奇怪吸引子	71
----------------------	----

目 录



2.1 列奥那多的大洪水·····	72
2.2 湍动的维数·····	79

第三章 倍路通(太)奇妙·····	85
3.1 虫口怎样变化·····	86
3.2 非线性形态发生·····	93
3.3 间歇性:浑沌三明治·····	101
3.4 普适性·····	104

第四章 迭代的魔法·····	109
4.1 再来一次会怎样?·····	110
4.2 把偏差放大·····	115
4.3 将它拉伸·····	123



第 0 章

139····· 在两面上/上面两在·····	139
0.1	
140····· 变化的量度·····	140

目 录



	0.2	
141	橡皮数学	141
	0.3	
148	程度问题	148
	0.4	
149	测量实验:一个传奇性故事	149
	0.5	
153	寓言般的分形	153
	0.6	
168	分形空间旅行记	168
	0.7	
187	分形,到处是分形	187



215	大波	第四章
216	约翰·罗素的着迷	4.1
222	更多的波和红斑	4.2
227	固态孤子	4.3

湍 鉴

TURBULENT
MIRROR



233	.....	生物学孤子	4.4
235	.....	孤子隧道	4.5
239	.....	让宇宙沸腾	4.6

245	.....	时间箭头	第三章
246	.....	混沌鉴赏家	3.1
247	.....	乐观者的时间与悲观者的时间	3.2
257	.....	本质上新颖的性质	3.3
263	.....	分岔:岔道之窗	3.4
268	.....	时间的方向怎样?	3.5
277	.....	创造性混沌	3.6

283	.....	反馈的胜利	第二章
284	.....	自主的集体	2.1
286	.....	非线性行星	2.2
309	.....	非线性大脑	2.3
324	.....	非线性未来	2.4

336	.....	奇异之量子根基	第一章
337	.....	至小中的非线性悖论	1.1

湍 鉴

TURBULENT
MIRROR

目 录



344		锁相 1.2
-----	-------	--------

354	.....	张力常新 前言
355	.....	又是那位庞加莱先生 1
361	.....	纽安斯:极端敏感性 2
364	.....	创造之分形本质 3
374	.....	科学之艺术与其它艺术 4

377		序言
-----	-------	----

385		参考文献
-----	-------	------

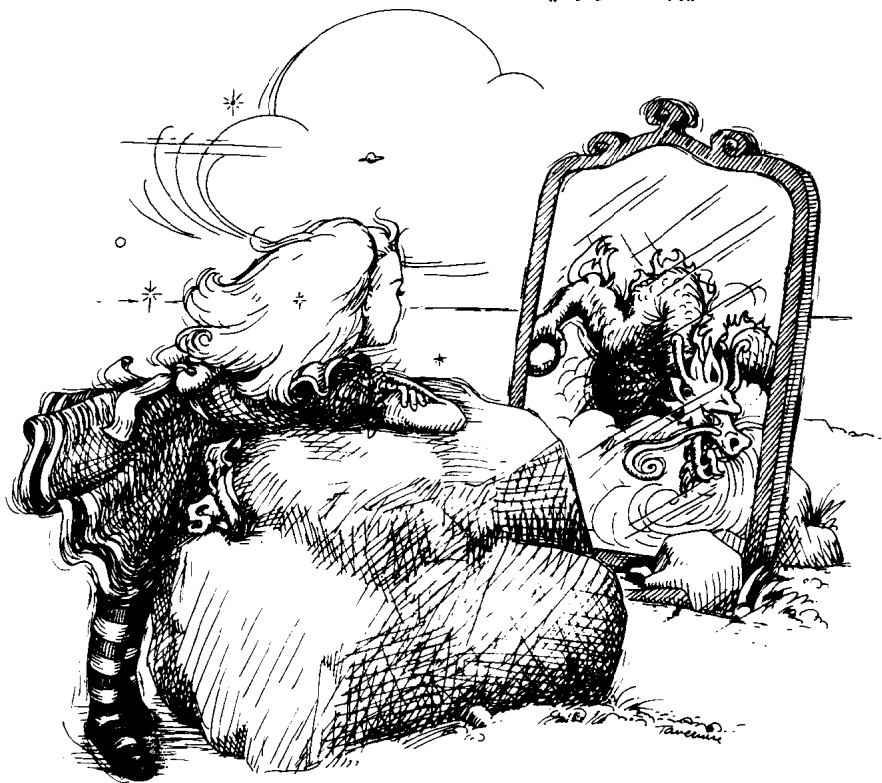
399		索引
-----	-------	----

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，骨骸反其根，我尚何存？”

——《列子·天瑞》^①



3 —

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；骨骸者，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，艾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。”艾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！……”

——《艾丽丝镜中奇遇记》^②

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 1028 首颂诗。“吠陀”意思是“知识”。——译者注

② 作者查尔斯·路德维希·道吉森(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《艾丽丝漫游奇境记》和《穿过镜子，艾丽丝发现了什么？》(也译《艾丽丝镜中奇遇记》)名扬英语世界。——译者注

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它所有事物……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它所有事物有着相互的关系,所以你不能因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)与混沌(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,但它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,在未见到任何预兆的情况下,镜族类突然入侵,结果混沌出现了。人类很快就认识到,这些镜族人的确是混沌。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,迫使混沌人乖乖地按照人的行为举止行事。

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,镜中湍流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,长期受监禁的混沌世界将突然窜入我们的世界。

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,而波形丝毫不损。

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

① 含义是“道格拉斯双引擎喷气式短程飞机”。——译者注

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
14 绘了秩序与混沌之间动态的、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到处都是,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,混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它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道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？这是一些科学家们正在研究的课题。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