

发现与发明的里程碑

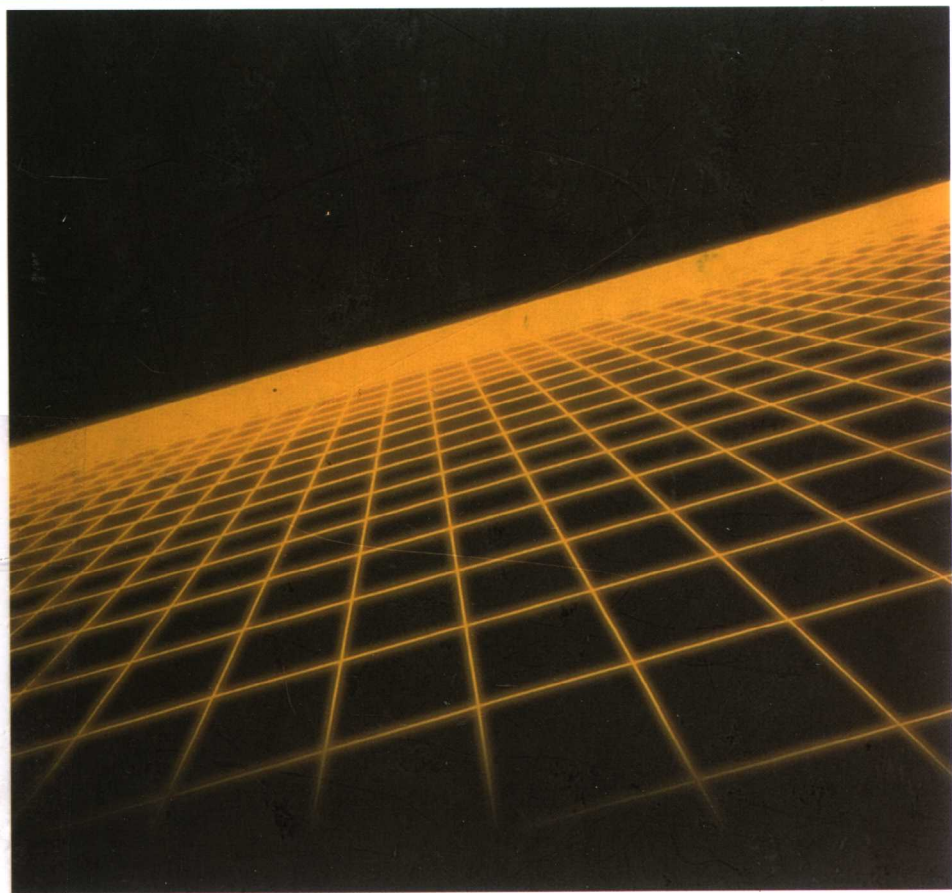
Mathematics

数 学

——描绘自然与社会的有力模式

POWERFUL PATTERNS IN NATURE AND SOCIETY

[美] 哈里·亨德森 著 王正科 赵华 译



上海科学技术文献出版社

K816.11/9

2008

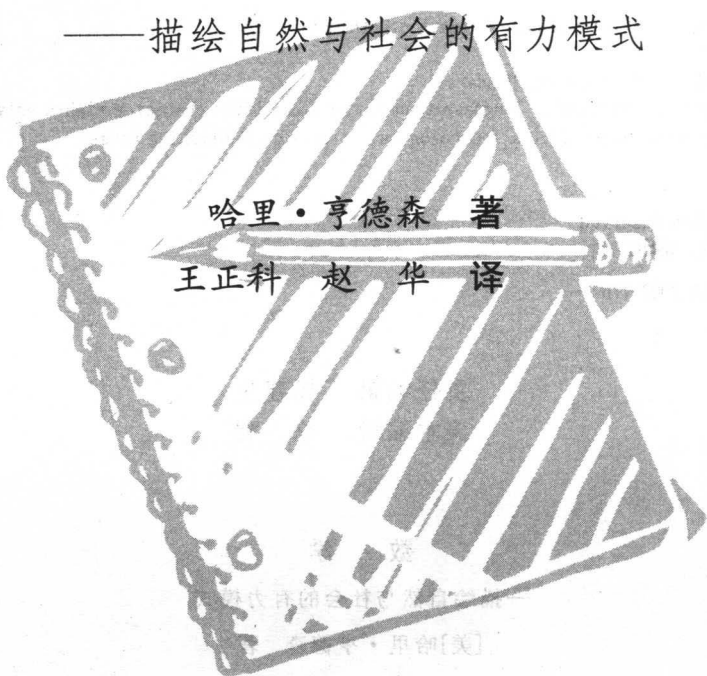
发现与发明的里程碑

数 学

——描绘自然与社会的有力模式

哈里·亨德森 著

王正科 赵 华 译



上海科学技术文献出版社

图书在版编目(CIP)数据

数学:描绘自然与社会的有力模式/(美)哈里·亨德森著;
王正科,赵华译.—上海:上海科学技术文献出版社,2008.1

(发现与发明的里程碑)

ISBN 978-7-5439-3451-1

I. 数… II. ①哈…②王…③赵… III. 数学家-传记-
世界 IV. K816.11

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第198351号

Milestones in Discovery and Invention:Mathematics

Copyright © 2007 by Harry Henderson

Copyright in the Chinese language translation(Simplified character rights only)©

2007 Shanghai Scientific & Technological Literature Publishing House

All Rights Reserved

版权所有,翻印必究

图字:09-2007-775

责任编辑:杨建生

美术编辑:徐利

数 学

—描绘自然与社会的有力模式

[美]哈里·亨德森 著

王正科 赵 华 译

*

上海科学技术文献出版社出版发行
(上海市武康路2号 邮政编码200031)

全国新华书店经销

江苏常熟市人民印刷厂印刷

*

开本660X990 1/16 印张10 字数163 000

2008年1月第1版 2008年1月第1次印刷

印数:1-5 000

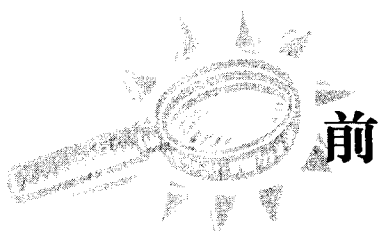
ISBN 978-7-5439-3451-1

定价:18.00元

<http://www.sstlp.com>

内 容 简 介

数学是描述自然与社会强有力的模式。哈里·亨德森用生动的笔调展现了现代数学发展中的重要里程碑。他在书中精要地勾勒了十位科学先锋里程碑式的科学发现,还带领读者走进科学探索的幕后,呈现了他们与众不同的生活方式和真理背后鲜为人知的精彩故事。



前言

现代科学与发明的关键性进展建立在一些看似简单却具真知灼见的想法之上，那就是——科学技术与人们的生活息息相关。事实上，它们也正是我们探寻这个世界的秘密、重新塑造这个世界的一部分，也在某种程度上改变了人类的生活。

在一百多万年前，现代人类的祖先开始将石块制成工具，这样他们便可与周围的食肉动物竞争。大约从3.5万年之前开始，人类开始在岩洞的石壁上绘制精美的壁画与其他手工艺品，这些都表明技术已与人们头脑中的想象、与人们所操的语言交融在一起，一种崭新的躁动难安的艺术世界的帷幕渐次拉开。人类不仅仅在塑造着他们所处的世界，还用艺术的方式去表现它，用自己的头脑去思考，思考世界的本真及其含义。

技术是文化的基本组成部分。许多地方的神话传说中都有一个叛逆者的形象，他轻而易举地摧毁了既定的顺序，而代之以令人耳目一新的、饱含颠覆性的可能。在许多神话里，都可提炼出这样一个例子：一个叛逆者，例如一只来自美国的山狗或是乌鸦，从上帝那儿偷来了火种，并将它交到人类手上。所有的技术工具，无论是火、电还是锁在原子与基因中的能量，都如同一把双刃剑，仿佛从那个叛逆者手中接过来似的，它们发出的能量既可以治愈人类的创伤，又可以给人类致命的一击。

一个技术的发明者常常会从科学发现中寻找灵感。就像我们所知道的一样，当今的科学远比技术要年轻，回溯历史，便可发现它起源于大约500年前的文艺复兴时期。在那个时期，艺术家与思想家们开始系统地探寻自然的秘密；而第一个现代科学家，例如列奥纳多·达·芬奇（Leonardo da Vinci, 1452—1519）与伽利略·伽利莱（Galileo Galilei, 1564—1642），在一些器具的帮助下，通过做实验，拓展了人们对于物体在空间中的位置的认识。紧接着，一场革命性的解放运动轰轰烈烈地展开

了,最具代表性的则是以下几位天才:在机械制作与数学方面有着卓越贡献的艾萨克·牛顿(Isaac Newton, 1643—1727);发现生物进化规律的查尔斯·达尔文(Charles Darwin, 1809—1882),在相对论与量子物理方面有着开创性贡献的阿尔伯特·爱因斯坦(Albert Einstein, 1879—1955)以及现代基因学的鼻祖詹姆斯·D. 沃森(James D. Watson, 1928—)和弗朗西斯·克里克(Francis Crick, 1916—2004)。当今科技领域新出现的基因工程、微缩工艺以及人工智能等各领域都有着能够独当一面的主导者。

像牛顿、达尔文以及爱因斯坦这些鼎鼎大名的名字都能够紧密地与那些科技革命联系在一起,这些革命代表了现代科技中作为个体的人的重要性。这一系列的每本书都遴选了10余位在科学技术方面作出杰出贡献的先锋者,并将目光集中在他们的人生与成就上。每一本书都开辟了一个新的领域:海洋科学、现代遗传学、现代天文学、法医学与数学模型。尽管最早的开拓者起到了重大的作用,但这套书所论述的重点则是20世纪以来甚至是当今的研究者们。

每一卷的传记都按照一定的顺序排列,这种顺序反映了作为个体的研究者的重大成就的变化过程,但是他们的人生经历常常是枝蔓缠绕,不那么容易一下子看清的。每个人的具体成就都离不开他们当时所处的环境,也离不开他们工作中的协作者以及给他们的研究提供帮助的外界力量。牛顿有一句名言:“倘若说我能(比其他人)看得更远,那是因为我站在巨人的肩膀上。”每一位科学家或发明家的成就都不是无源之水,而他们甚至要经过一个跟前人暗暗较劲的过程才能超越他们。作为个体的科学家与发明家也与他们的实验室的其他同事乃至别的地方的人发生着种种联系,有时还得益于广泛的集体的努力,例如20世纪末启动的政府赞助与私人赞助,它们为人类基因组的研究提供了一些细微的帮助。科学家与发明家们不但影响着经济、政治与社会力量,反过来也受着它们的影响。在本书所属的这个系列中,科学和技术活动与社会制度的发展之间的关系也是一个重要的议题。

在传记之外,本书还备有扩展阅读,提供了另外一些特定的研究对象。每一章后面都附了一份年谱以及扩展阅读的建议。除此之外,在每本书的末尾还附有学科发展年表。在书中还插入了以下一些工具条,以便给我们提供一种更好的视角,从而更快地进入到那个由科学家与发明家共同构建的世界中去:

相关链接：描写一些具有个性特征的工作与科技发展的联系

亲历者说：为发现与发明提供第一手资料

争论焦点：对由发现与发明所引起的科学或伦理问题的探讨

其他科学家：描述的是一些在这项工作中起到重要作用的人

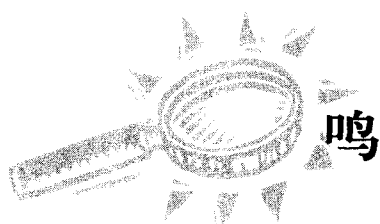
相关发明：展示了一些与之类似的或相关的发明

社会效应：提供了有关发明创造对我们所在的社会或个人生活的影响的相关讯息

科学成果：解释了一名科学家或发明者如何应付一项具体的技术上的难题或者说挑战

未来趋势：描述了随着时间的变化，这些技术所发生的进展，相关的一些数据也在此处被公布

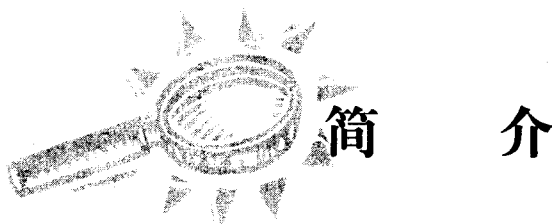
在这套书中，我们讲述的是人类不断寻求真理、勇于探索、不懈创新的故事，我们也希望亲爱的读者能够被这些故事所吸引、鼓舞，得到一种潜在的力量。我们希望能够给读者铸造一座桥梁，一起走进科学与发现、发明的世界，并且能够尽情游弋于这个广阔的世界中，在其中找到内心更深刻的共鸣。



鸣

谢

我首先要感谢那些帮助我获得本书图片(包括本书所涉及的人物和主题的相关图片)的许多人。当然,我还要感谢本书的执行主编弗兰克·K. 达姆施塔特,编审艾米·L. 康威和其他编辑出版人员,是他们的鼎力相助才让本书成为现实。



数学的本质是寻求观察世界的模式，并发展一套工具来让人们更好地发现和创造新的模式。通常，有些模式是十分有用的，比如可以预测天气的变化。但是在某些情况下，仅仅是发现事物是如何相互组合的这种纯粹的精神快乐就已经足够了。

即使在远古时期，人们就已经像数学家一样行动了。他们能够比较动物皮毛的长短，能够发现冬天是否即将来临，还能够发现其他各种关系。伴随着第一个城邦的出现，“文明社会”便逐渐产生，并发展出了新的工具去发现和使用新的模式。这些新的工具包括采用新的方式去计数，发展出一套数字系统，一种计算的程序和一些测量的工具。这些知识后来变成了几何学，它可以告诉农民的农场应修在何处，以便离河流最近。当地的牧师可以通过观测星象来决定何时应该去种植。当然，国王和牧师，也很关注税收问题。同时，商人也必须计算不同商品和不同货币之间的相对价值，以便兑换。这些都需要用到数学知识。

大约 2500 年前，一些希腊人开始从事纯粹的数学研究，比如毕达哥拉斯和欧几里德。他们不问数学能够做什么，而是坚信数学是一种强有力的训练。他们相信，在不完美的现实世界中，这种训练能够让人类的心智去理解真实的理念世界。

尽管希腊人的数学不崇尚实用，但是他们认为他们的建筑和艺术应该符合数学美的法则，为此他们发现了“黄金比率”，并用此来设计各种建筑，比如帕特农神庙。

本书所介绍的数学家们主要生活在 20 世纪。但是，我们所谓的现代数学家和科学家实际应该归功于繁荣的伊斯兰文明，因为发端于中东的伊斯兰文明改变了中世纪的欧洲。本书从来自意大利比萨的莱昂纳多（又被称为“斐波那契”）开始讲述。这位 13 世纪著名的“数学旅行家”把

2 数 学

今天我们所熟知的阿拉伯数字带到了欧洲,并承接阿拉伯数学家们的工作,将古希腊的几何学著作也带到欧洲,并大大发扬。他还发明了代数学,对数论进行了有益的探索。斐波那契最大的贡献在于他对数列性质的探索,由这些数列能够推演出大自然中许多和谐的结构,比如花瓣的结构和树叶的排列。因此,可以说是莱昂纳多率先为欧洲数学家提供了观察世界的工具和模式。

本书接着跳到了19世纪至20世纪初期,许多新的技术诞生了。那时,强有力的新的数学工具;比如牛顿和莱布尼兹的微积分被应用到自然科学,尤其是物理学领域。随着工业化时代的到来,现代国家需要用新的方法来对海量数据进行收集和整理,以便能够有效地管理不断增长的人口和经济。他们需要新的数学工具,以便能够发现这些数据中的相互关系,以及相关的确定程度,以便做出正确的决策。这便是本书接着要介绍的卡尔·皮尔逊。他发展了许多新的统计方法,这些方法至今仍在被广泛使用。这位著名的数学家还研究过生物的进化,探讨过如何构建更加美好的社会。

当皮尔逊的职业生涯临近结束之际,一种新的工具正在积极发展,这就是电子计算机。约翰·冯·诺伊曼是设计计算机的关键人物,至今我们使用的计算机仍在沿用其基本的设计思想和构建。冯·诺伊曼并不仅仅把计算机作为信息加工的工具,他认为计算机还具有更多的潜力,它应该还能去想象,去模拟类似于人类交互作用的自然过程。

人类交互作用是约翰·纳什的主要数学兴趣,他在博弈论方面有极为重要的发现。对各种选择的权衡和对最佳策略的寻求广泛存在于各种情景,比如劳动协商、企业联合、国际政治等。但是,纳什赢得的最重要的博弈是他运用自己的逻辑力量战胜了由于精神分裂而导致的幻觉。

接下来介绍的两位数学家为我们理解自然的复杂性开启了一个新的入口。本罗特·曼德尔布洛特发现了一个符合分形几何规律的世界,这个世界有着复杂的嵌套结构,每一层次都有着相似的模式。今天,分形已经被广泛应用于计算机绘图、数据理解甚至更加艰深的应用。

大约在同一时间,一位名叫爱德华·洛伦兹的气象学家希望能够通过建立计算机模型来创造更加可信的天气预报。一天,他偶然发现云团变量的微小变化就能导致预测天气结果的巨大不同。洛伦兹成为同时代研究混沌现象的第一人。这种现象被自然法则所支配,但是不能被人准确预测。混沌理论成为理解和研究现代科学最基本的工具之一。

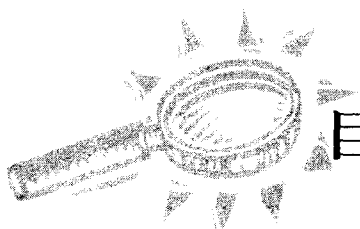
另一条通往一般模式的途径是由被称作“解谜大师”的数学家约翰·康威开辟的。1970年,康威发明了一种被他称为“生命”的游戏,在这个游戏中,只需要简单的规则便可以构筑复杂的模式,这套系统被称为细胞自动机。由简单性而导致的复杂性涌现的奇异现象,似乎从另一个方向暗示着自然的内在运行过程。

另外两位研究者循着这种“暗示”引导出了两个不同的研究方向。克里斯朵夫·兰顿发展并普及了人工生命的研究领域。他通过计算机程序代码模拟细胞功能,并以此来模拟有机体的相互作用以及类似于达尔文自然选择的环境作用。这项研究已经被应用于复杂机器人的研究和软件主体的开发。

一位年轻的物理学家——斯蒂芬·沃尔夫勒姆制定了一个更加雄心勃勃的研究计划。在20世纪80年代,他把研究焦点转向数学计算和细胞自动机,在20世纪90年代,他秘密地开始了一项被称作“关于一切事物的理论”的科学研究。2002年,他出版了一本专著,名叫《一种新的科学》。他在书中大胆地宣称,通过寻找自然的模式和模式下潜藏的规则,我们能够更好地理解自然。这是用传统的方法——通过寻找与观察相应的拟合方程来理解自然——所达不到的。或许只有时间能够告诉我们沃尔夫勒姆的工作是否代表了真正的科学革命。

最后,我们介绍了罗杰·彭罗斯,通过这位与斯蒂芬·霍金一起工作的数学物理学家的的工作,可以更好地理解黑洞的本质以及它们与能量和信息的交互作用。彭罗斯也试图勾勒出微观世界中的量子力学和超宏观世界中的相对论或许存在着的某种联系。彭罗斯还认真地思考着人类心智和意识之谜,并认为它们可能使用量子过程来理解世界。即使再强大的电脑芯片,也不能与这种力量相媲美。

最后必须说明的是,本书在编写过程中,选择哪些数学家来进行介绍,是一个十分困难的抉择,甚至需要带有一定的武断。在现代数学史上,有许许多多的模式发现者和创造者,但是这些著名的数学家并不一定适合非数学专业的大众阅读。因此,在进行取舍时,那些富有革新性、启发性和思想刺激性的数学家成了作者的首选,他们的思想往往对当今的科学技术产生着持续性的影响。



目 录

前言	1
鸣谢	1
简介	1

1. 自然如何计数

——来自比萨的莱昂纳多发现斐波那契数列	1
十分有用的阿拉伯数字	2
实用数学	3
数学在欧洲的复兴	3
数论	4
其他科学家：阿拉伯数学家们	5
关于兔子的问题	6
自然界中的斐波那契数列	6
黄金比率	8
这是一种内在的和谐吗？	9
相关链接：数学与古希腊的哲学	10
莱昂纳多的遗产	11
生平年表	11
扩展阅读	12

2. 自然模式发现者的工具

——卡尔·皮尔逊与统计学	14
--------------------	----

2 数 学

一个自由思考的头脑	14
科学的规范	16
其他科学家：弗朗西斯·高尔顿	17
统计的工具	18
优生学与高尔顿实验室	20
争论焦点：实验的评估	21
争论焦点：科学的政治用途	22
皮尔逊的晚年生活	22
生平年表	23
扩展阅读	24

3. 猜测与模拟

——约翰·冯·诺伊曼让电脑转起来	26
来自名城的少年天才	27
最初的职业选择	27
对物理学和数学的贡献	28
经济学与博弈论	29
争论焦点：冯·诺伊曼与原子弹	30
对计算速度的追求	31
数字计算机的诞生	32
研究自我复制的自动机	34
艰难的命运	36
其他科学家：斯坦尼斯洛·乌拉姆	36
生平年表	37
扩展阅读	38

4. 微妙的均衡

——约翰·纳什与博弈论	39
一个与众不同的孩子	40

走向数学的道路	41
普林斯顿的生活	41
博弈论与纳什均衡	42
人生的低谷	44
亲历者说：令人发怒但又聪明绝顶	45
濒于崩溃的边缘	45
在那些阴暗的日子里	46
相关链接：数学与疯狂	47
顽强的站起来	48
手捧诺贝尔奖杯	48
生平年表	49
扩展阅读	50

5. 永无止境

——本罗特·曼德尔布洛特开启了分形世界的入口	52
在战争的阴影下学习	53
不同寻常的数学道路	54
不可思议的聚合	55
混沌与分形	57
曼德尔布洛特集	58
应用价值的发现	60
相关链接：制造分形与应用分形	60
其他科学家：克里斯朵夫·斯库兹	61
分形学的大众化	62
亲历者说：自我与需求？	62
曼德尔布洛特的成就	63
生平年表	64
扩展阅读	65

4 数 学

6. 站在蝴蝶的翅膀上

——爱德华·洛伦兹与混沌理论	66
云朵与计算	67
天气预报与气象学	67
预测天气的新方法	68
难道是计算机疯了?	69
天气预报的局限	69
未来趋势: 当今天气预报的发展趋势	70
混沌的实验演示	71
奇异吸引子	73
其他科学家: 米歇尔·费根鲍姆	74
混沌: 一种新的范式	74
获得认可	77
争论焦点: 理论与时尚	78
生平年表	79
扩展阅读	79

7. “涌现”的游戏

——约翰·康威, “生命”与其他游戏	81
“我想要成为一名数学家”	81
剑桥与超实数	82
在 24 维空间之中	83
难题与娱乐	84
生命游戏	85
没有终点的生命?	88
十分怪异的生活	90
其他数学家: 马丁·加德纳	91
其他数学家: 威廉·格斯伯	92
生平年表	92

扩展阅读	93
------------	----

8. 从宇宙到大脑

——罗杰·彭罗斯揭示隐含的内在联系	95
一个人才辈出的家族	95
转向数学研究	96
数学物理学	96
黑洞与霍金	97
扭曲的空间与精巧的铺砌	98
其他科学家：斯蒂芬·霍金	99
意识的物理本质	100
相关链接：相对论和量子力学的统一	101
大脑是一架量子计算机吗？	102
争论焦点：彭罗斯和他的批评者们	103
主要成就	104
生平年表	105
扩展阅读	106

9. 人工进化

——克里斯朵夫·兰顿创造虚拟生命	107
当一个业余爱好者获得了一台电脑之后	108
发现“生命”	109
遗传编程	110
紧跟冯·诺伊曼的脚步	111
兰顿环	112
尚未命名的领域	114
虚拟蚁群	114
相关发明：人工生命与计算机动画	115
信息就是生命	115

6 数 学

洛斯·阿拉莫斯会议	116
相关链接: 人工智能与人工生命	118
人工生命与意识	118
生平年表	119
扩展阅读	120

10. 一种新的科学

——斯蒂芬·沃尔夫勒姆与通用自动机	122
少年物理学家	123
在加州理工学院研究计算机	124
研究细胞自动机	125
开发 Mathematica 数学分析软件	126
通往复杂性的捷径	127
相关链接: 沃尔夫勒姆思想的应用	128
通用自动机	129
一种新的科学	129
争论焦点: 沃尔夫勒姆的工作是伪科学吗?	132
评价沃尔夫勒姆的科学	133
生平年表	134
扩展阅读	135
学科发展年表	137
译者感言	139