

TONGSU SHUXUE MINGZHU YICONG



通俗数学名著译丛

ZHANZAI JUREN DE JIANBANGSHANG

林恩 · 阿瑟 · 斯蒂恩编

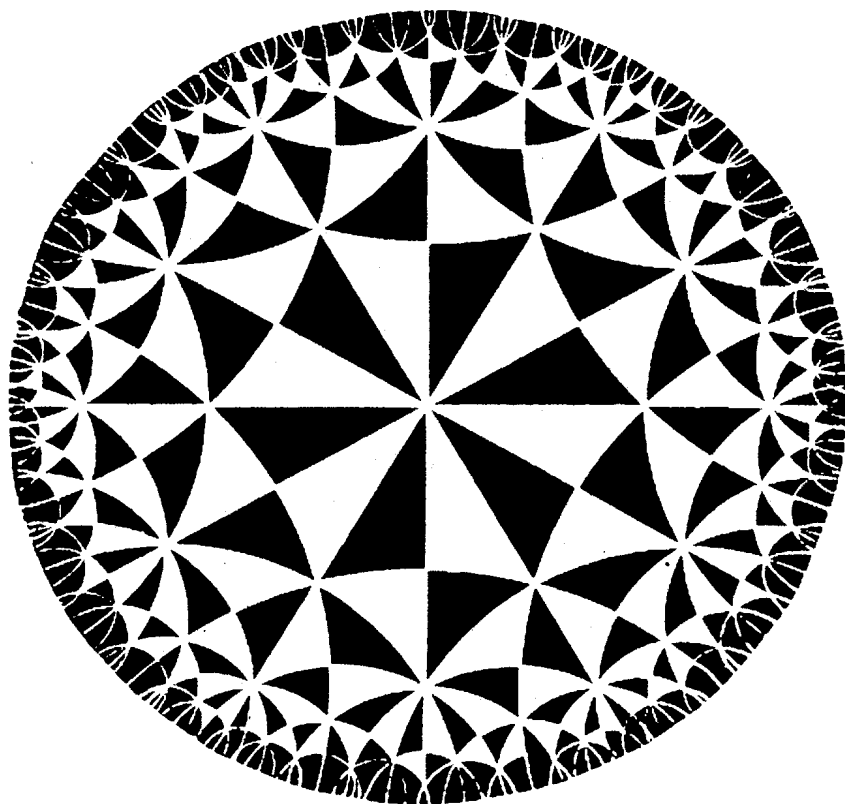
胡作玄等 译

上海教育出版社

站在巨人的肩膀上

站在巨人的肩膀上

林恩·阿瑟·斯蒂恩编 胡作玄等 译 • 上海教育出版社



Lynn Arthur Steen, Editor

On The Shoulders Of Giants

——**New Approaches to Numeracy**

National Academy Press

© 1990 by the National Academy of Sciences

根据国家学术出版社 1990 年版译出，

本书中文版权由上海市版权代理公司帮助取得

通俗数学名著译丛

站在巨人的肩膀上

林恩·阿瑟·斯蒂恩 编

胡作玄 邓明立 等译

上海世纪出版集团

出版发行

上海教育出版社

(上海永福路 123 号 邮政编码:200031)

各地新华书店经销 商务印书馆上海印刷股份有限公司印刷

开本 850×1156 1/32 印张 9.25 插页 4 字数 217,000

2000 年 7 月第 1 版 2000 年 7 月第 1 次印刷

印数 1—5,100 本

ISBN 7-5320-6778-5/G · 6934 定价(软精):16.50 元

迎接 2000 數學年

陳省身 1997

译丛序言

数学,这门古老而又常新的科学,正阔步迈向 21 世纪。

回顾即将过去的世纪,数学科学的巨大发展,比以往任何时代都更牢固地确立了它作为整个科学技术的基础的地位。数学正突破传统的应用范围向几乎所有的人类知识领域渗透,并越来越直接地为人类物质生产与日常生活作出贡献。同时,数学作为一种文化,已成为人类文明进步的标志。因此,对于当今社会每一个有文化的人士而言,不论他从事何种职业,都需要学习数学,了解数学和运用数学。现代社会对数学的这种需要,在未来的世纪中无疑将更加与日俱增。

另一方面,20 世纪数学思想的深刻变革,已将这门科学的核心部分引向高度抽象化的道路。面对各种深奥的数学理论和复杂的数学方法,门外汉往往只好望而却步。这样,提高数学的可接受度,就成为一种当务之急。尤其是当世纪转折之际,世界各国都十分重视并大力加强数学的普及工作,国际数学联盟(IMU)还专门将 2000 年定为“世界数学家年”,其主要宗旨就是“使数学及其对世界的意义被社会所了解,特别是被普通公众所了解”。

一般说来,一个国家数学普及的程度与该国的数学发展的水平相应并且是数学水平提高的基础。随着中国现代数学研究与教育的长足进步,数学普及工作在我国也受到重视。早在 60 年代,华罗庚、吴文俊等一批数学家亲自动手撰写的数学通俗读

物,激发了一代青少年学习数学的兴趣,影响绵延至今.改革开放以来,我国数学界对传播现代数学又作出了新的努力.但总体来说,我国的数学普及工作与发达国家相比尚有差距.我国数学要在下世纪初率先赶超世界先进水平,数学普及与传播方面的赶超乃是一个重要的环节和迫切的任务.为此,借鉴外国的先进经验是必不可少的.

《通俗数学名著译丛》的编辑出版,正是要通过翻译、引进国外优秀数学科普读物,推动国内的数学普及与传播工作,为我国数学赶超世界先进水平的跨世纪工程贡献力量.丛书的选题计划,是出版社与编委会在对国外数学科普读物广泛调研的基础上讨论确定的.所选著述,基本上都是在外国已广为流传、受到公众好评的佳作.它们在内容上包括了不同的种类,有的深入浅出介绍当代数学的重大成就与应用;有的循循善诱启迪数学思维与发现技巧;有的富于哲理阐释数学与自然或其他科学的联系;……等等,试图为人们提供全新的观察视角,以窥探现代数学的发展概貌,领略数学文化的丰富多采.

丛书的读者对象,力求定位于尽可能广泛的范围.为此丛书适当纳入了不同层次的作品,以使包括大、中学生;大、中学教师;研究生;一般科技工作者等在内的广大读者都能开卷受益.即使是对于专业数学工作者,本丛书的部分作品也是值得一读的.现代数学是一株分支众多的大树,一个数学家对于他所研究的专业以外的领域,也往往深有隔行如隔山之感,也需要涉猎其他分支的进展,了解数学不同分支的联系.

需要指出的是,由于种种原因,近年来国内科技译著尤其是科普译著的出版并不景气,有关选题逐年减少,品种数量不断下降.在这样的情况下,上海教育出版社以迎接 2000 世界数学年为契机,按照国际版权公约,不惜耗资购买版权,组织翻译出版这套《通俗数学名著译丛》,这无疑是值得称道和支持的举措.参加本丛书翻译的专家学者们,自愿抽出宝贵的时间来进行这类

通常不被算作成果但却能帮助公众了解和欣赏数学成果的有益工作,同样也是值得肯定与提倡的.

像这样集中地翻译、引进数学科普读物,在国内还不多见.我们热切希望广大数学工作者和科普工作者来关心、扶植这项工作,使《通俗数学名著译丛》出版成功.

让我们举手迎接 2000 世界数学年,让公众了解、喜爱数学,让数学走进千家万户!

《通俗数学名著译丛》编委会

1997 年 8 月

序 言

当今报纸的大标题充满了关于文盲、数盲以及教育衰退的其他迹象的报告.如果我们现在就开垦数学、科学以及所有其他学科的有效教育的土壤,明天的学校就会充满欣欣向荣的复兴景象.本书提供了适于明天学校的五种数学眼光,它们植根于想象中,于数学中,于科学中.本书中的想法能够为开发明天的数学智能的新方法提供肥沃的土壤.

由计算机、应用、统计数据以及学校本身创造的力量正在深刻地改变数学应用的方式、数学教学的方式以及数学学习的方式.甚至当我们努力使今天的学校产生不断增长的变化时,我们也必须考虑到将来可能发生的、实际上也是不可避免的更为显著的变化.为此,数学科学教育局(MSEB)判定,我们今天最紧迫的任务之一就是激发起对明天的课程富有想象的思维.

读者在本书中会发现,通过学校数学的可能的线索的五篇短文,可以看出其中表现的数学的丰富性.这些文章在数学作为模式的语言和科学的论点上加以展开,通过简单的文字加以论述,特别是强调其间相互联系和共同的想法.书中作者都被要求去开发深深植根于数学科学中的思想,而不必关注于当今数学或课程的局限性.但是,他们的确通过许多富有想象的例子提出从非正式的童年的探索一直到正式的学校和学院学习中,能够发展的数学思想.

本书的各篇论文打算成为激发对下一世纪的数学课程的创

造性研究的工具.这本书本身是由最近一系列出版物所激发起来的全国性关于数学教育的对话的一部分:

- 《人人都会算:关于数学教育未来向国家做的报告》
- 《学校数学的课程和评价标准》
- 《全体美国人的科学》
- 《改造学校数学:课程的哲学框架》

把这些出版物合在一起,提供了一个一致而紧迫的看法,它可以帮助美国恢复数学教育方面的崇高地位.

虽然本书中只讲了五个例子,但是肯定不只有这五种可能性.适合 21 世纪的课程必定包含大量线索,它们既反映出数学科学宽广的领域,也照顾到当地学校区的选择.我们提供这些课题并非是对课程做出确定的推荐,而是作为可能的样品,通过它们可激发人们开发出新的和富有想象力的大纲,使它们能够反映出数学内容的生动性和应用的广泛性.

虽然本书中,每篇论文都来自一位作者的手笔,但每篇都从许多顾问的建议和批评中获益匪浅.整体上,本书是在 1989 年 MSEB 课程委员会的支持下完成的.MSEB 课程委员会主席是贝尔通讯研究部已退休的助理副总裁亨利·O·波拉克(Henry O. Pollak),这个顾问委员会其他成员包括:西谷学院的小瓦德·埃利斯(Wade Ellis, Jr)、哈佛大学的安德鲁·M·格里森(Andrew M. Gleason)、普林斯顿大学的马丁·D·克鲁斯卡尔(Martin D. Kruskal)、乔特·罗斯马利大楼的莱斯利·帕奥莱梯(Leslie Paoletti)、纽约州立大学巴法罗分校的安东尼·拉尔斯通(Anthony Ralston)、麻省理工学院的伊萨道尔·辛格(Isadore Singer)和芝加哥大学的查尔曼·尤西斯金(Zalman Usiskin),他们在本书启动阶段帮助它定型并使其步入正轨有很大的功绩.

随着本卷工作的开展,MSEB 建立了七个“咨询组”来审阅论文的草稿:一个咨询组负责综览一文,五个咨询组每个负责一篇主要论文,还有一个咨询组负责检查它们与科学的联系.负责

“模式”的咨询组成员有伊萨道尔·辛格和查尔曼·尤西斯金；“维数”的咨询组成员为大奴鲁鲁的约奥兰尼学校的大卫·马苏纳加(David Masunaga)和唐特哲斯大学的让·泰勒(Jean Taylor)；“数量”的咨询组成员为哈维·凯因斯(Harvey Keynes)和纽约州立大学石溪分校的阿兰·塔克(Alan Tucker)；“不确定性”的咨询组成员为美国电报电话公司贝尔实验室的詹姆斯·兰德威尔(James Landwehr)以及不列颠哥伦比亚的纳纳伊莫高中的詹姆斯·斯威夫特(James Swift)；“形状”的咨询组成员为华盛顿大学的布兰科·格林鲍姆(Branko Grünbaum)和伊利诺州丁莱公园维克托·J·安德鲁高中的保拉·费兹莫里斯(Paula Fitzmaurice)；“变化”咨询组成员为波士顿大学的罗伯特·德凡尼(Robert Devaney)和莱斯利·帕奥莱梯。全书科学咨询组成员为贝尔实验室退休主任威廉·O·贝克尔(William O. Baker)，麻省理工学院生物学教授莫里斯·福克斯(Maurice Fox)和加州大学伯克利分校经济学教授拉·德布鲁(Gerard Debreu)。

本书中的许多改进正是直接来自这些杰出的咨询组的审阅者的艰苦工作和良好想法。不过公平来讲，也应该承认，各位作者也不都总是注意他们的审阅者的意见，因此，我们真诚地感谢他们的帮助的同时，也应该指出，本书各篇论文中所表达的观点由作者负完全责任。

本书的出版使MSEB的第一阶段工作告一段落，这个阶段的工作向全国表达数学教学的新观点，如何使几个世纪的课程发展以应付下一千年的挑战。从MSEB 1985年成立时开始，MSEB前主席，堪萨斯城的密苏里大学的舍尔利·希尔(Shirley Hill)就面对这个难题，迫使数学家和数学教育工作者一起思考教学课程的新线索。她在MSEB会上向我们所有人提出挑战，寻求比局限于算术的结构更能适应我们这个计算时代的想法，因为算术结构是从以前多少代传下来的，对它来说，计算是数学的首要目的。舍尔利坚持强调把课程改革植根于新涌现的数学实

践当中的重要性,本书可以说是她的这种努力的直接结果。

MSEB 的工作班子先是由玛丽莎·斯沃德(Mareia Sward)领导,现在由肯尼斯·霍夫曼(Kenneth Hoffman)领导,很能干地管理本书协调和出版工作的各个细节.还应该特别感谢林达·罗森(Linda Rosen),她以一种永不消失的幽默感工作,从开始的计划会议到最后的美工、编辑和出版.还应感谢雅娜·古德塞(Jana Godsey),她以坚韧和耐心收集本书的很多图片,对本书做出不可估价的贡献.托马斯·班卓夫(Thomas Banchoff)、大卫·莫尔(David Moore)在布朗大学研究生大卫·德·色丰内(Davide Cervone)的特别协助下,为本书提供大部分计算机绘制的美术作品.最后,玛丽·凯·彼德逊用 TEX 对多篇论文的草稿进行熟练的打印和校对,这对直接通过电子方式产生最后的文本是完全必要的。

林恩·阿瑟·斯蒂恩,编者
圣·奥拉夫学院

(赵慧琪)

目 录

模式(林恩·阿瑟·斯蒂恩).....	1
基础数学.....	3
五个样本.....	5
联系.....	6
获得视角.....	8
参考文献和推荐读物.....	9
维数(托马斯·F·班卓夫)	14
引言	14
维数的阶梯	16
赠予几何的礼物	17
测量体积	18
分解模型	21
金字塔问题	24
圆柱和圆盘	27
可视化的维数	29
增长因子	30
比率和平均值	32
画立方体	33
不同维数的坐标	39
数、直线和圆.....	39
长度和周长	42

平面和曲面	43
3 维空间	46
高维空间	46
位形空间	48
第 4 维	50
静力学和动力学	52
不同维数的切片	54
来自高维的拜访者	57
组合计数	59
三角形计数	60
正方形和正方体的计数	62
寻求模式	66
参考文献和推荐读物	68
数量(詹姆斯·T·费)	71
学校数学中的数量	72
技术的影响	72
应用的影响	75
心理研究的影响	76
基本概念	76
数及其运算	77
变量与关系	80
程序	84
数的表示	84
图象表示	85
计算机表示	87
算法	88
概念知识和程序知识	89
数字感觉	90
符号感觉	91

数系	92
自然数和整数	93
有理数	95
实数	96
复数	97
新的数系	98
应用	100
建模	101
测量	101
目的	103
参考文献和推荐读物	104
不确定性(大卫·S·莫尔)	109
引言	109
数据	110
机遇	111
计算器和计算机	114
从数据到推断	117
数据分析	118
数据显示	119
数据描述	123
数学模型	125
产生数据	128
测量	129
统计设计	131
一些注意事项	135
概率	135
基础	137
进一步研究	140
转向推断	142



推断.....	144
贝叶斯的还是经典的?	145
置信区间.....	147
显著性检定.....	150
统计思维.....	153
参考文献和推荐读物.....	156
形状(玛乔丽·塞内查尔)	159
引言.....	159
分类.....	161
命名.....	166
分析.....	169
发现对称性.....	172
镜象几何.....	173
应用对称性.....	176
格子.....	178
剖分.....	182
组合工具.....	183
表示.....	185
模型.....	185
地图.....	186
阴影和透镜.....	186
绘图.....	189
图象重建.....	191
计算机图形学.....	192
可视化.....	193
课程问题.....	197
建立联系.....	198
几何学.....	201
形的学习.....	204

参考文献和推荐读物	208
变化(伊安·斯图尔特)	211
变化的数学	212
式样的多样性	214
教学方法	215
描述的层次	217
种群动力学	218
增长的极限	218
分析的层面	219
动力系统	222
数值实验	223
无规则的果蝇	224
移向微积分	226
流星	228
稳定性	229
橡皮膜动力学	230
相图	233
共振	234
间隔和成团	236
老虎的条纹	237
居里是对的	238
居里是错的	238
图灵的老虎	243
结论	247
参考文献和推荐读物	248
传记	252
索引	255
致谢	273
译后记	276

模 式

林恩·阿瑟·斯蒂恩

“他只是比我们其他人看得更远，”这句话讲的是控制论专家诺伯特·维纳(Norbert Wiener)。许多杰出科学家都打破了传统的束缚，创造出全新的数学领域供数学家去开拓，他就是其中的一位。数学家最擅长的就是看出并揭示隐藏的模式，每一个主要的发现都开辟新的领域，其中充满进一步开发的潜力。单单过去的一世纪，数学学科的数目就以指数增长。例如格奥尔格·康托尔(Georg Cantor)关于超穷集合的思想，索尼娅·柯瓦列夫斯卡(Sonja Kovalevsky)关于微分方程的思想，阿兰·图灵(Alan Turing)关于可计算性的思想，爱米·诺特(Emmy Noether)关于抽象代数的思想以及最近本努瓦·曼德尔布洛(Benoit Mandelbrot)关于分形的思想。

对于公众来说，这些新的数学领域还是未知的大陆。按照普通人的观点，数学是一门静止的学科，它的基础就是在中学课程算术、几何、代数和微积分中教的许多公式。但是数学远远超出公众的观点，继续以极快的速度发展，传播到许多新领域并大量产生新的应用。引导这种发展的不是计算和公式，而是永无止境地搜索模式。

传统上把数学描述为数与形的科学。学校强调算术和几何就深深植根于这种多世纪的认识之中。但是随着数学家开发的