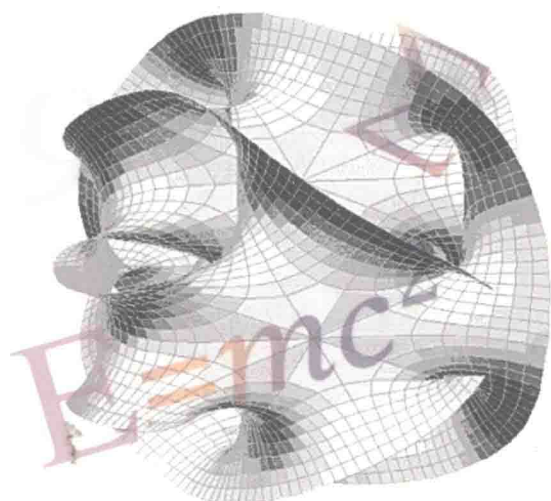




开放人文

The Mathematician's Brain

A personal tour through the essentials
of mathematics and some of the great minds
behind them



[法] 大卫·吕埃勒 著 林开亮 等 译

David Ruelle

数学与人类思维

上海世纪出版集团

数学与人类思维

[法] 大卫·吕埃勒 著

林开亮 王 兢 张海涛 译

世纪出版集团 上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

数学与人类思维/(法) 吕埃勒(Ruelle, D.)著;
林开亮等译. —上海: 上海科学技术出版社, 2015. 8
(世纪人文系列丛书)
ISBN 978-7-5478-2719-2

I. ①数… II. ①吕… ②林… III. ①数学-普及读
物 IV. ①01-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 149873 号

THE MATHEMATICIAN'S BRAIN by David Ruelle

Copyright © 2007 Princeton University Press

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or
by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any
information storage and retrieval system, without permission in writing from the
Publisher.



责任编辑 田廷彦 李 艳

数学与人类思维

[法] 大卫·吕埃勒 著
林开亮 王 兢 张海涛 译

出 版 世纪出版集团 上海科学技术出版社
(200235 上海钦州南路 71 号 www.ewen.co www.sstp.cn)
发 行 上海世纪出版集团发行中心
印 刷 上海商务联西印刷有限公司
开 本 635×965 mm 1/16
印 张 13.75
字 数 160 000
版 次 2015 年 8 月第 1 版
印 次 2015 年 8 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-5478-2719-2/O·52
定 价 38.00 元

数学与人类思维

世纪人文系列丛书编委会

主任

陈 昕

委员

丁荣生	王一方	王为松	毛文涛	王兴康	包南麟
叶 路	何元龙	张文杰	张英光	张晓敏	张跃进
李伟国	李远涛	李梦生	陈 和	陈 昕	郁椿德
金良年	施宏俊	胡大卫	赵月瑟	赵昌平	翁经义
郭志坤	曹维劲	渠敬东	韩卫东	彭卫国	潘 涛

出版说明

自中西文明发生碰撞以来,百余年的中国现代文化建设即无可避免地担负起双重使命。梳理和探究西方文明的根源及脉络,已成为我们理解并提升自身要义的借镜,整理和传承中国文明的传统,更是我们实现并弘扬自身价值的根本。此二者的交汇,乃是塑造现代中国之精神品格的必由进路。世纪出版集团倾力编辑世纪人文系列丛书之宗旨亦在于此。

世纪人文系列丛书包含“世纪文库”“世纪前沿”“袖珍经典”“大学经典”及“开放人文”五个界面,各成系列,相得益彰。

“厘清西方思想脉络,更新中国学术传统”,为“世纪文库”之编辑指针。文库分为中西两大书系。中学书系由清末民初开始,全面整理中国近现代以来的学术著作,以期为今人反思现代中国的社会和精神处境铺建思考的进阶;西学书系旨在从西方文明的整体进程出发,系统译介自古希腊罗马以降的经典文献,借此展现西方思想传统的生发流变过程,从而为我们返回现代中国之核心问题奠定坚实的文本基础。与之呼应,“世纪前沿”着重关注二战以来全球范围内学术思想的重要论题与最新进展,展示各学科领域的新近成果和当代文化思潮演化的各种向度。“袖珍经典”则以相对简约的形式,收录名家大师们在体裁和风格上独具特色的经典作品,阐幽发微,意趣兼得。

遵循现代人文教育和公民教育的理念,秉承“通达民情,化育人心”的中国传统教育精神,“大学经典”依据中西文明传统的知识谱系及其价值内涵,将人类历史上具有人文内涵的经典作品编辑成为大学教育的基础读本,应时代所需,顺时势所趋,为塑造现代中国人的人文素养、公民意识和国家精神倾力尽心。“开放人文”旨在提供全景式的人文阅读平台,从文学、历史、艺术、科学等多个面向调动读者的阅读愉悦,寓学于乐,寓乐于心,为广大读者陶冶心性,培植情操。

“大学之道,在明明德,在新民,在止于至善”(《大学》)。温古知今,止于至善,是人类得以理解生命价值的人文情怀,亦是文明得以传承和发展的精神契机。欲实现中华民族的伟大复兴,必先培育中华民族的文化精神;由此,我们深知现代中国出版人的职责所在,以我之不懈努力,做一代又一代中国人的文化脊梁。

上海世纪出版集团
世纪人文系列丛书编辑委员会
2005年1月

中译本序

数学是人脑逻辑构造的产物。在何种程度上逻辑决定了我们所知的（代数、拓扑等）数学结构？在何种程度上这些结构又为历史传统和人脑的特殊结构所决定？这将是我们在本书中讨论的问题。哪一种数学是外星智慧可能创造的？在将来的某一天，计算机也许将创造出有趣的原创性数学，那将是什么样子的？我们偶尔会遇到传统线路以外的数学片段。

一个优美的例子是杨振宁-李政道单位圆定理，这个主题我们将在本书中的一章讨论。在已踏平的数学长路上还有多少这种珍宝？

在 1960 年代早期，我曾有幸在新泽西普林斯顿高等研究院见到杨振宁，并与他成了好朋友，在与他相处的过程中我发现他是一个睿智、洞察力敏锐的人，他往往能察人所不能察，悟人所不能悟。

本书的中译本补充了大量未出现在英文原著中的材料。特别地，

林开亮等译者添加了一些注释以帮助中文读者。我希望本书将激发读者的好奇心，探索我们的大脑与逻辑实在的抽象世界之间的奇妙关系。

大卫·吕埃勒

2013 年 12 月 8 日

前言

不懂几何者不得入内

据说柏拉图在雅典学园的门口挂了一个标语牌：“不懂几何者不得入内。”从很多方面讲，对那些想要理解事物本性的人来说，数学至今仍然是一个重要的准备。可是，一个人可以不必经受长久而枯燥的学习就进入数学的世界吗？是的，在某种程度上你可以做到这一点，因为那些有好奇心有修养的人（从前称为哲学家）感兴趣的并不是宽泛的专业知识。相反，旧式的哲学家（比如你和我）想要看到的是，人类思维——或者我们可以说是数学家的大脑——如何去把握数学实在。

我想在这里提供一种看待数学和数学家的观点，要能够同时吸引那些没有受过多少数学训练的门外汉和众多有数学素养的专业读者。我不打算系统地照大多数人的观点人云亦云。相反地，我将努力呈现一些前后一致的事实和意见，这些意见曾得到我相当大一部分活跃的

数学同事的认可。虽然我无法期望给出全面的表述，但我将揭示出数学与数学家之间关系的诸多方面。有些方面将显得不那么令人钦佩，也许我本该避而不谈，然而我在这里强调了真实性。我也可能会因为强调了数学的形式和结构方面而被人指责，但这些方面或许正是本书的读者最感兴趣的。

人类的交流基于语言。在人类经验的背景下，我们每个人通过与其他语言使用者接触，获得并保持了交流的方法。人类语言是真理的媒介，但也会有差错，也会误导人，也会无意义。因此，比方说，在我们当前的讨论中，使用语言就需要非常谨慎。我们可以通过所用术语的显式定义来改进语言的精确性。但这个方法也有它的局限性：一个术语的定义需要用到其他术语，结果所需要的术语又需要另外定义，如此等等。然而在数学中却发现了一个可以终止这个永无止境的倒退的办法：通过在未加定义的数学术语之间假定一些逻辑关系（称为公理）而绕开了定义的应用。利用引进的数学术语和公理，就可以定义新的术语并开始构建数学理论。原则上，数学并不依赖于人类语言，它可以采取一种形式的表述，使得任何推断的有效性可以被机械地检验，而不必担心会出差错或被误导。

人类语言承载着一些像涵义或优美的概念。这些概念对我们非常重要，但很难给出一般的定义。也许我们可以期望，比起这些一般的概念，数学上的含义和优美要更容易分析。我将用一些篇章来讨论这样的问题。

一个显著的对比出现在人类思维的不可靠性与数学推理的绝对可靠性之间，也出现在人类语言的模糊性与形式数学的完全精确性之间。当然，正如柏拉图所强调的，这一点使得研习数学成为哲学家的必修课。但柏拉图认为，学习数学只是一种智力锻炼而非终极目的。

我们许多人将一致同意，对哲学家（比如你和我）来说，比起数学经验（无论它多么有价值），还有许多更有趣的事情。

本书是为具有各种数学专长（包括最低水平）的读者而写的。它的大部分内容是对数学和数学家的非专业讨论，但我也插入了少量真正的数学，有容易的，也有不那么容易的。我鼓励读者，无论你的数学基础如何，一定要尽力理解数学部分的段落，或者至少浏览一遍，而不是直接跳到其他章节。

数学有许多方面，那些涉及逻辑、代数和算术的方面是最困难、最专业化的。但在这些方向得到的一些结果却非常惊人，介绍起来也相对容易，而且或许最能吸引读者。因此我主要强调了这些方面。然而，我要说本人的专长是在其他领域：光滑动力系统和数学物理。因此读者将不至于惊讶于书中有一章专门讨论数学物理，展现数学是如何应用于其他方面的。这里的其他方面就是伽利略所谓的“自然之书”，他曾竭尽一生来研究它。最重要的是，如伽利略所说的，自然之书是用数学的语言写成的。

世纪人文系列丛书(2015 年出版)

一、世纪文库

- 《中国文学批评史》 罗根泽 著
《中国通史》 吕思勉 著
《中国近百年政治史》 李剑农 著
《国学必读》 钱基博 著
《中国文学史》 钱基博 著
《通史新义》 何炳松 著
《中古欧洲史》 何炳松 著
《近世欧洲史》 何炳松 著
《工具论》 [古希腊]亚里士多德 著 张留华 冯艳 等译 刘叶涛 校
《犹太人与现代资本主义》 [德]维尔纳·桑巴特 著 安佳 译
《马基雅维利的德行》 [美]哈维·曼斯菲尔德 著 王涛 译 江远山 校
《货币和信贷理论》 [奥]路德维希·冯·米塞斯 著 孔丹凤 译
《捕获法》 [荷]雨果·格劳秀斯 著 张乃根 等译 张乃根 校

二、世纪前沿

- 《社会权力的来源(第一卷):从开端到 1760 年的权力史》 [英]迈克尔·曼 著 刘北成 李少军 译
《社会权力的来源(第二卷):阶级和民族国家的兴起(1760—1914)》 [英]迈克尔·曼 著 陈海宏 等译
《社会权力的来源(第三卷):全球诸帝国与革命(1890—1945)》 [英]迈克尔·曼 著 郭台辉 等译
《社会权力的来源(第四卷):全球化(1945—2011)》 [英]迈克尔·曼 著 郭忠华 等译
《科学与宗教引论(第二版)》 [英]阿利斯特·E.麦克拉思 著 王毅 魏颖 译
《国家与市场——政治经济学入门》 [美]亚当·普沃斯基 著 郦菁 张燕 等译 王小卫 郦菁 校
《退出、呼吁与忠诚——对企业、组织和国家衰退的回应》 [美]艾伯特·O.赫希曼 著 卢昌崇 译
《欧洲的抗争与民主(1650—2000)》 [美]查尔斯·蒂利 著 陈周旺 李辉 熊易寒 译

三、开放人文

科学人文

- 《大众科学指南——宇宙、生命与万物》 [英]约翰·格里宾 玛丽·格里宾 著 戴吾三 戴晓宁 译
《阿尔法与奥米伽——寻找宇宙的始与终》 [美]查尔斯·塞费 著 隋竹梅 译
《解码宇宙——新信息科学看天地万物》 [美]查尔斯·塞费 著 隋竹梅 译
《古代世界的现代思考——透视希腊、中国的科学与文化》 [英]G·E·R·劳埃德 著 钮卫星 译
《早期希腊科学——从泰勒斯到亚里士多德》 [英]G·E·R·劳埃德 著 孙小淳 译
《数学与人类思维》 [法]大卫·吕埃勒 著 林开亮 王兢 张海涛 译
《写在基因里的食谱——关于饮食、基因与文化的思考》 [美]加里·保罗·纳卜汉 著 秋凉 译

目录

中译本序

前言

1	科学的思维	1
2	数学是什么	6
3	埃朗根纲领	14
4	数学及其形态	21
5	数学的统一性	28
6	代数几何与算术一览	36
7	我和格罗滕迪克的南锡之旅	42
8	结构	52
9	计算机与人脑	57
10	数学文本	64
11	荣誉	70
12	无穷：上帝的烟幕	77
13	基础	84
14	结构与概念的创造	92

15	图灵的苹果	99
16	数学创造：心理学与美学	108
17	单位圆定理与无穷维迷宫	116
18	错误！	125
19	《蒙娜·丽莎》的微笑	133
20	修补与数学理论的构造	140
21	数学创造的策略	146
22	数学物理与突现行为	152
23	数学之美妙	161
附录一 与太空来客关于数学的对话		167
附录二 后人类数学		180
译后记		191
索引		198

科学的思维

我绝大部分的日常工作都是关于数学物理的研究，所以我常常在想，数学物理到底是由怎样的认知活动所构成的？数学物理问题是怎样产生的，又是怎样解决的？科学思维的本质是什么？很多人都问过这种类型的问题。各种各样的书籍中充斥着五花八门的回答，这些书籍被贴上了如下的标签：认识论、认知科学、神经生理学、科学史等。我读过这样的一些书籍，有些感到满意，有些却感到失望。当然，这些问题本身就艰深繁难，时至今日也无人能够给出一个完美的回答。不过，我曾突发奇想，如果能对身为职业科学家的我和身边同事的工作方式加以研究，也许能促使我完善对理性思维的认识。

我认为，想要理解科学的思维，最好的方法是研究一些典型的科学实践的例子，或者干脆成为一个沉浸于研究工作的科学家。当然，这并不意味着要将学术界众所周知的内容囫圇吞枣地全盘接受下来。例如，许多数学家都信奉数学柏拉图主义（见第 8 章），而我个人则持严肃的保留意见。不过，相比于围绕数学家如何履行自身职责进行

研究，然后得到千人千面的观念认识，询问职业科学家的工作方法似乎是一个更好的切入点。

- 当然，问问自己是如何思考的，这相当于自我反思，而自我反思是极不可靠的，这是一个非常严重的问题。我们要时常反思，自己提出的问题哪些有意义哪些无意义。物理学家知道，想要通过自我反思来了解时间的本质是无意义的，但他会很乐意解释，他是怎样来解决这类问题的（这也是自我反思）。很多情况下，有意义的问题与无意义的问题之间的差别，对于从事实际工作的科学家来说是很明显的。正是这种
- 1 差别，构成了几百年来科学方法的核心。因此，好问题和坏问题之间的差别并不是一直很明显，但科学的训练有助于提高自身的辨别能力。

谈论了那么久的自我反思，下面回过头来说前文提及的话题：我所好奇的科学家的脑力活动，尤其是自己的脑力活动。通过与若干同事交谈，我得到了一些观点和看法^①。现在我将这些观点和看法写下来，分享给读者大众。我要首先指出，我并没有提出什么最终理论。我的主要目的是，给出科学思维一个较为详细的描述：它是一件微妙而复杂的事情，并且非常吸引人。再次强调一下，我仅仅是讨论一下观点和看法，绝没有给出任何教条性的论断。这些论断会给非专业的读者留下错误印象，让人以为人类智力和我们称之为现实的东西之间的关系最终已经被清晰地阐明了。此外，武断的态度会鼓动周围的同事将原本不太确定的想法表述为肯定的终极结论。本书所论及的

^① D. Ruelle, "The obsessions of time", *Comm. Math. Phys.* **85** (1982), 3—5; "Is our mathematics natural? The case of equilibrium statistical mechanics", *Bull. Amer. Math. Soc. (N. S.)* **19** (1988), 259—268; "Henri Poincaré's 'Science et Methode'", *Nature* **391** (1988), 760; "Conversations on mathematics with a visitor from outer space" in *Mathematics: Frontiers and Perspectives*, ed. V. Arnold, M. Atiyah, P. Lax, and B. Mazur, *Amer. Math. Soc.*, Providence, RI, 2000, 251—259 (中译文见本书附录一); "Mathematical Platonism reconsidered", *Nieuw Arch. Wiskd.* (5) (2000), 30—33.