

第二辑

科学与人译丛

〔美〕 约翰·巴罗 著

天空中的圆周率

——计数、思维及存在

中国对外翻译出版公司

天空中的圆周率

计数、思维及存在

(美) 约翰·巴罗 著
苗华建 译

中国对外翻译出版公司

图书在版编目 (CIP) 数据

天空中的圆周率：计数、思维及存在/(美)巴罗(Barrow, J)
著；苗华建译. - 北京：中国对外翻译出版公司，1999.9
(科学与人译丛)

书名原文：Pi in the Sky

ISBN 7 - 5001 - 0621 - 1

I. 天… II. ①巴… ②苗… III. 数学-起源-研究
IV. 011

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 47893 号

版权登记号图字 01-1999-1703

出版发行/中国对外翻译出版公司

地 址/北京市西城区太平桥大街 4 号

电 话/66168195

邮 编/100810

责任编辑/黄又林

责任校对/徐小美

封面设计/常燕生

排 版/北京乾坤灰色系统工程研究院

印 刷/北京医科大学印刷厂

经 销/新华书店北京发行所

规 格/850×1168 毫米 1/32

印 张/12.25

版 次/2000 年 1 月第一版

印 次/2000 年 1 月第一次

ISBN 7 - 5001 - 0621 - 1/G·136 定价：18.50 元

从捧起您的大作之时起，至放下之时止，看得我乐不可支。

有朝一日，我定将细细拜读。

格劳乔·马克斯

献给戴维

他现在明白了人们为什么读书
但是还不明白人们为什么写书

“科学与人译丛”出版说明

英国著名科学专栏作家布赖恩·阿普尔亚德在其《理解现在——科学与现代人的灵魂》一书中有这样一段话：

“1609年，加利莱奥·伽利略使用一架望远镜观看月亮。这一时刻，对世界的意义如此重大，以至人们将它与耶稣的诞生相提并论。因为，就像在伯利恒，自这一时刻，人类生活中的不可能成为可能。”

阿普尔亚德据此将科学划分为伽利略之前的科学，或称“智慧”，以及从1609年开始的现代科学。前一科学建立在推理基础上，后一科学建立在观察与实验基础上。经过如此划分，我们习以为常的科学，竟然只有400年的历史。

但人类就在这400年内经历了飞速发展。

我们有了蒸汽机，有了轮船，有了电话、电报，有了飞机、火箭，有了电视、电脑、互联网络，我们还有重力场理论、元素周期表、量子力学、相对论乃至被称为“自然中最基本物体”的超弦。工业革命、农业革命、信息革命使人类的社会生活发生了前人难以想象的变化。

人类改造了自然，也改造了人类自己。回顾这一切，人类完全有理由感到自豪。因为，人类就像上帝，也有自己的“创世纪”。人说，要有科学，就有了科学。科学是好的，它行之有效。

然而，“创世纪”中写道“到第七日，上帝造物的工已经完毕，就在第七日歇了他一切的工，安息了”。而人类的工却没有完毕，400年后的今天仍然不能安息。

就像有光必有影，人在发现、发明、创造、拥有上述一切的

同时，还得到了原子弹、氢弹、核泄漏、酸雨、温室效应、臭氧层空洞乃至伴随科学技术而来的种种风险。

人类曾以为已找到了通往自由王国的必由之路，他将乘着科学的飞船，摆脱一切束缚，重新确立自己在宇宙中的位置。但在科学爆炸的 20 世纪，人类终于开始反思：

科学行之有效，但它是否就是真理？

为此，我们编辑了这套《科学与人译丛》，陆续分辑推出。其中，有对信息崇拜的批判，有对生命起源的求索，有对技术所导致风险的分析，有对世界最新科学动态和研究方向的展望。数学家用对策论证明，完全的民主实际上并无可能；物理学家提出全新的超弦理论，试图统一描述所有的力、物质的所有基本粒子和时空，继量子力学和相对论之后，成为“第三次物理学革命的重要标志”……《译丛》汇集了物理学家、数学家、生物学家、天文学家、哲学家、人类学家、伦理学家……自本世纪后半期、尤其是在本世纪末打通自然科学与社会科学之间的隔膜，对科学这一决定人类命运的工具的深刻思索。通过这套丛书，我们期望读者可以对科学的现状、科学的未来、科学的正面与负面效应，有一个较为全面的了解，更好地认识科学、掌握科学、利用科学。

中国对外翻译出版公司

前 言

数字世界是严谨的。将现实世界转变为数字世界，我们可以发现宇宙的结构以及宇宙运行机制的秘密。数学已经以某种神秘的方式证明了自己是人类认识世界的最可靠的向导。人类生活在这样的世界里并且自己也是其中的一部分。数学发挥自身的功能，同时人类不断地把对世界的理解归纳为数学定理。从根本上看，人类在认识客观世界的过程中都会发现数学真理的存在。然而，人们对数学的坚定信念究竟是基于什么基础之上呢？纸上的模糊曲线又怎么可能告诉我们世界是怎样运转的呢？人类发现的世界为什么在数学上具有如此精确的规律？这些都是科学家们很少提出过的问题。它们把我们引入了更大的困惑之中：即什么是数学？人类究竟是发明了数学还是发现了数学？数学仅仅是我们对客观世界感知的简单归纳，还是一种无需数学家的介入而属于另一世界的独立存在？也许，我们应当把世界有序存在看成是各种事物存在的先决条件，这些复杂的事物可以像牛津大学出版社的读者那样五花八门。从这个意义上说，数学的存在如同生命的存在一样，它并不神秘，但也不一目了然。

在以下的各章里，我将从探索数学可能具有的各种意义的角度向读者介绍数学的神秘性以及数学现象的普遍性。因此，本书是一本探讨数学的书，但并非数学专著。正如人们在酒会上不愿意听数学家的高谈阔论一样，我尽量避免将本书撰写成数学发展史，尽量避免任何形式的数学运算。我的想法是，首先从寻找人类各种最古老的计数方法及其起源出发，了解数学的萌芽、发展

并发掘隐藏在这些现象背后的原因。数学是同时而独立地产生于各种文化之中，还是通过语言的传媒，在贸易和商业的推动下由一种文化传播到另一种文化的结果？显而易见，数学的发展如履薄冰，误入歧途的机会不胜枚举，因此它的成功给我们留下了极深的印象。

我们在探讨数学的基本定义、各种新奇事件和这些事件的创造者以及数学、计算方法乃至物理学的最新发现所带来的各种挑战时，明确数学的意义是十分关键的问题，因为要从根本上理解现实世界，就必须对这个问题作出明确的回答。如果不充分相信数学的可靠性，任何解释世界万物的理论都无法发展。我们有理由相信，不论是包罗万象的理论还是特定的理论，它们都是一种数学的理论。如果对数学的意义及其可能存在的局限缺乏深刻了解，我们的研究就有可能成为空中楼阁。

哲学是一门稳定发展的学科，但在用哲学观点研究数学本质方面却始终停滞不前。哲学数学的发展如果和哲学或者数学的发展相比则显得微不足道。现在到了哲学家要重新对数学意义进行研究的时候了。基础科学的新发展向我们发出了挑战，迫使我们必须作出选择：或者把将宇宙看做一个巨大的对称体，或者把宇宙看做一个由精确计算构成的世界。我们必须以一种崭新的眼光去看待数学。这些新发展指引我们更深刻地理解计算过程与数学应用于自然界这两者之间的关联。

然而，数学并非仅仅研究数学。在本书中，我们将看见一些奇特人物和一些出乎意料的事件，它们说明了那些研究数字及其意义的人物的探索精神，它们极大地改变了我们对宇宙和存在于人类感官之外的非物质世界的认识，为柏拉图所渴望的完美的世界注入了新的内容，在这个世界里，天空中真的有一个圆周率。

要想使本书获得成功，哪怕是极小的成功，单个作者是无法胜任的，我们必须是一个由许多作者组成的整体，必须像一个人

那样地协调地工作。正是在其他合作者的帮助下，本书的创作才获得了成功，并且使这一创作过程充满了欢愉。我衷心感谢那些为本书提出过建议和贡献的同事们，正是由于他们的帮助才使本书以目前的状况问世。也许读者一见本书便爱不释手，也许他们会随意地浏览几页便兴趣索然地将它置之一边，对此我无法断言。但是，不论最终出现哪一种情况，我将依然衷心感谢以下人士：戴维·巴林、玛格丽特·博登、劳拉·布朗、特里·布里斯托尔、约翰·卡斯蒂、保罗·戴维斯、温恩·德里斯、乔治·爱丽斯、朱丽亚·乔里罗、约翰·哈里森、约翰·海斯、约翰·卢卡斯、约翰·曼格、利昂·梅斯塔尔、斯蒂芬·梅特卡夫、阿瑟·米勒、威廉·麦克雷爵士、奥拉夫·佩德森、迈克尔·雷德黑德、阿伦·斯洛曼、约翰·梅纳德·史密斯、唐纳德·温奇以及高文·赖斯，他们为本书的创作提供了帮助。我还要感谢安嘉理·贝林和戴维·贝林，他们使我有机会目睹那些稀有图片的藏品。我尤其要感谢伊丽莎白的所有帮助。最后，我们家庭的年幼成员戴维、罗杰以及路易斯一直以为本书是一本烹调书，并对此抱有浓厚的兴趣；他们小心翼翼地避开所有具有数学内容的事物，为此他们不得不求助于像谢洛克·福尔摩斯这样大名鼎鼎的人物，而福尔摩斯告诉他们莫里亚蒂教授是“外省一所大学的数学教授。”天哪，看来我是不可能将本书以他们所希望的形式献给杰弗里了。

约翰·巴罗

1992年5月于布莱顿

目 录

前 言	5
第一章 从神秘走向历史	1
混沌中的神秘	1
确定性的幻觉	2
秘密社团	7
非欧几里得学说	10
逻辑学——生存还是死亡	18
罗生门效应	24
是否存在永不破裂的相似关系?	25
玎珰作响的符号	28
对思维的思考	30
第二章 计数文化	32
利用你的手指	32
历史的骨架	35
创造而来还是进化而来?	40
序数和基数	44
不计数的计数方法	50
手指和脚趾	54
各种进位方法	60
二进位制的计数方法	62
新二进位制	68
以 5 为计数单位的计数方法	72

60 的独特之处	76
十进位制的流行	82
七层面纱之舞	86
宗教仪式几何学	88
数字进位系统以及零的发明	97
最终的计数系统	122
第三章 有名无实	127
数字命理学	127
悖论现象	130
希尔伯特体系	136
库尔特·哥德尔	142
更多的惊奇	152
数字思维	155
布尔巴基数学体系	159
混乱中的算术	166
科学的摩擦	169
摆脱形式束缚的数学家	174
第四章 创造主义之母	181
思维发源于物质	181
虚幻的现实	184
活动门作用	186
数学的创造	191
马克思主义的数学	193
复杂与简单	196
作为心理学的数学	204
存在一种预见确定的心态和谐吗?	211
自我发现	217

第五章 直觉主义：完美的构造	220
来自外星的数学	220
罗摩奴阁	224
直觉主义者和三值逻辑	228
一种非常独特的做法	232
对布劳威尔的进一步剖析	237
什么是“直觉”？	242
康托尔与克罗内克之间的悲剧	245
康托尔和无穷数	254
希尔伯特与布劳威尔之间的喜剧	269
四色猜想	285
超人类数学	295
新时代的数学	298
范例种种	305
可计算性、可压缩性及实用性	308
第六章 柏拉图式天空内外	312
抽象方法的演进	312
按照柏拉图的指引前进	314
柏拉图式的数学世界	324
很远很久以前	334
过去的存在	338
无理的数学效用	340
柏拉图关系所面临的难题	342
降神会还是科学？	343
无理狂欢	347
计算机本体论的论证	353
对数学的拟人化解释	358

数学和神秘主义	368
存在超自然的数字吗?	370

第一章

从神秘走向历史

假如我们想发现通往任何时期知识宝库的神秘途径，我们最好从那些涵义不明的词汇入手，它们没有仔细斟酌便通过口头或者笔头辗转流传下来，并由于长期重复使用而失去了原来的意思，使人们在不知不觉中以为它们代表的就是客观存在。

卡尔·贝科尔

混沌中的神秘

如果让哲学家回答“什么是哲学？”或者让历史学家回答“什么是历史？”，他们会轻而易举地作出回答。他们不可能在不知道研究对象的情况下盲目地进行探寻。然而，如果我们问数学家“什么是数学？”，他们可能会振振有词地说不知道，因为这并不妨碍他们从事数学研究。

弗朗哥斯·拉瑟尔

在科学的华美外观之下隐藏着神秘的内核，这是一个科学家不敢谈及而仅在学术界才加以讨论的话题。究其本质，20 世纪的科学是在一个深刻的“宗教”信仰的基础上发展起来的，这一信仰认为存在一个不可感知的、完美无缺的先验世界，它以一种不可理喻的方式控制着我们的生活，而人类却无法对它施加任何

影响。什么是世界的本来面目、它存在于何处、它的存在对我们具有什么意义等，这些就是本书要探讨的问题。

对于那些关心科学并为它的所有进步而欢欣鼓舞的人们来说，提出这些问题无异于一次强有力的冲击。科学的神奇与神秘历来就存在，然而我们受到的教育一直在告诉我们，人类的每一个进步都是对自然世界新的科学认识，都是对我们称之为“未知”的自然现象的揭示。科学具有明确性，它来自于科学语言的使用，这种符号语言排除了含混和疑虑，其内在逻辑使人类与自然最隐秘的运行机制建立了亲密的联系。自然能够通过思维与行动得以确定：这种语言就是数学。

在科学的发展过程中，科学的表达方式越来越数学化，科学的结构也更趋一致。科学家们认为，只有一个宇宙，只有一种宇宙规律，科学的所有分支最终都要聆听宇宙规律的指令。近年来，对万象理论的探索已经成为基础科学新的研究热点。如果最终成功，其内容将是一个逻辑连贯的数学命题。然而，什么是数学，为什么我们要把它作为探索宇宙奥秘的最重要的武器？我们为什么要从数学中寻求有关客观世界性质的最终答案？如果我们回答不了这些问题，那么我们对宇宙的科学解释就会最终建立在我们并不理解的事物之上，而那些虚无飘渺、无法捉摸的神秘现象便会成为我们理解世界的基础。

确定性的幻觉

体态娇小，娇媚可人，知书达理的西南部女子，芳龄 30，喜好音乐、戏剧、书籍和旅游，寻求一名热心体贴、有生活情趣的男子共享生活之乐趣，长相厮守。有意者请寄相片，生物化学家免谈。

摘自《纽约书评》个人广告栏

历史上有许多十分自信的人物，他们坚信自己绝对正确，从不怀疑自己。人们日复一日地生活着，很少有人意识到身边消逝的岁月就是历史，这是很自然的。在这种幻觉的束缚之下，人们很容易把目光和笑容投向过去，投向远古年代在各种神秘和幻想的作用下所产生的各种朴素的感情。然而，人们一旦将这些想法作为认识世界的基本模式，而不仅仅是文化的装饰时，他们的笑容便会变成绝望：因为人们最终发现它们不过是人类对于主宰世界进程的神鬼的奇怪幻想而已。于是我们重新不屈不挠地探索人类发展的每一个进程，由此产生了新现实主义，它使我们以成熟地观点看待世界及其运行机制，揭示了宇宙的玄奥和神秘。这种新现实主义也许可以被称为一种“科学的态度”，即便我们尚且不理解它，也能感觉到它的存在。

科学为我们发明了各种各样的装置和机器，没有它们，我们的生活将停滞不前，令人无法忍受。我们对技术的一贯进步已经十分习惯，哪怕出现明显失误也被认为偶然疏忽的结果，并把原因归诸于“人类自身的错误”。这个观念说明人们没有注意到一种偏见，即我们根本不需要人为干涉科学的发展。实际上，未来却要求人类不断提高，更深刻地理解我们所生活的这个世界，这有赖于科学以观察和实验为基础，去伪存真，建立起严谨的认识体系。只有这样，人类对世界的认识才能像朝阳那样从神秘的迷雾中喷薄而出，透过未知的乌云，照亮未来。

这种看待事物的宏观理论，即使不是放之四海而皆准，也足以在进行各种活动方面指导人类的思维。从技术最发达的社会中我们发现，那里的人们最渴望了解科学发展的最新消息，而在最落后的社会里，迷信不但占据了统治地位，而且人们的思维也拘泥于以往的僵化模式。如果更仔细观察一下技术成功的社会，我们将发现它们都是建立在数学语言之上的。数学语言是科学进步