

TURING

图灵新知

宇宙之书

从托勒密、爱因斯坦
到多重宇宙

The Book
of Universes

〈英〉约翰·D. 巴罗/著 李剑龙/译



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TURING

图灵新知

宇宙之书

从托勒密、爱因斯坦
到多重宇宙

The Book
of Universes

〈英〉约翰·D. 巴罗/著 李剑龙/译



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

宇宙之书：从托勒密、爱因斯坦到多重宇宙 / (英)
巴罗著；李剑龙译. — 北京：人民邮电出版社，
2013.4

(图灵新知)

书名原文：The book of universes

ISBN 978-7-115-30972-3

I. ①宇… II. ①巴… ②李… III. ①宇宙—普及读
物 IV. ①P159-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第049799号

内 容 提 要

头上的星空，自古以来就激发着人类无尽的好奇和想象。为了解释我们所见的宇宙，从亚里士多德、托勒密、哥白尼、牛顿、康德到爱因斯坦，再到现代学者对爱因斯坦宇宙学方程组的艰难求解，人们提出了各式各样的理论，描述了种种面貌不一的宇宙。而在最新的多重宇宙论中，可能的宇宙不只限于理论，而是真实的存在，数量更数不胜数，其中的自然法则可能各不相同。身为知名的宇宙学家和科普作家，作者将在这本宇宙之书带领我们回顾历史，追踪现代天文学的前沿进展，纵览“奇异得超乎我们想象”的万千宇宙。

图灵新知

宇宙之书——从托勒密、爱因斯坦到多重宇宙

◆ 著 [英] 约翰·D. 巴罗

译 李剑龙

责任编辑 楼伟珊

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

开本：880×1230 1/32

◆ 印张：11.25

字数：291

2013年4月第1版

印数：1—4 000册

2013年4月河北第1次印刷

著作权合同登记号 图字：01-2011-2963号

ISBN 978-7-115-30972-3

定价：39.00元

读者服务热线：(010)51095186转604 印装质量热线：(010)67129223

反盗版热线：(010)67171154

版 权 声 明

THE BOOK OF UNIVERSES

by

JOHN D. BARROW

Copyright © 2011 by JOHN D. BARROW

This edition arranged with THE RANDOM HOUSE GROUP LTD
through Big Apple Agency, Inc., Labuan, Malaysia.

Simplified Chinese edition copyright:

2013 POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

All rights reserved.

本书中文简体字版由 THE RANDOM HOUSE GROUP LTD 授权人民邮电出版社独家出版。未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有，侵权必究。

推荐序一

在广义相对论和现代宇宙学的研究方面，英国有很强的学术传统，特别是剑桥大学，一直是国际上宇宙学研究的一个主要中心。从爱丁顿开始，到稳恒态宇宙学的主将霍伊尔，再到以发现黑洞辐射而著名的霍金，英国有许多一流的宇宙学家。而且英国宇宙学家还有一个优良传统，就是他们当中很多人（包括上面提到的几位）都非常喜爱且擅长撰写科普作品。这些作品不仅内容新颖，介绍了宇宙学研究的前沿成果，而且语言风趣幽默，影响了世界各地的许多青少年。有不少宇宙学家，最早就是因为读了这些书而对宇宙学发生兴趣的。

约翰·D.巴罗教授也是一位多产的英国宇宙学家。截至2012年底，他已经撰写了四百八十多篇论文、二十多本书，还为报刊、杂志等写了很多评论。巴罗教授在宇宙学模型及其观测检验方面完成了大量的研究工作，特别是在检验可变的引力常数方面。我自己的博士毕业论文研究也在这一领域。1999年我从哥伦比亚大学毕业时，巴罗刚刚就任剑桥大学应用数学与理论物理学系教授，我获得了一个到他那里做博士后的机会。不过，由于那时我刚刚开始和一位女孩谈恋爱，因此我选择了留在美国而没有去他那里——补偿我的是，这位女孩后来成了我妻子。直到2010年夏天，我才有机会再去剑桥访问，并在那里见到了他。

巴罗教授有几本科普书已被译成中文，在剑桥的访问结束时他赠给了我几本，使我得以愉快地消磨了回国飞机上的一段时光。这几本书并不像教科书那样系统地介绍某个理论或某种知识，而是有点像一位博学的的朋友和你在咖啡馆聊天那样，东拉西扯却又让人兴味盎然。对于一个典型的理科男，也就是那些对数学、物理、天文、哲学、历史之类内容感兴趣的人来说，它们无疑是非常饶有兴味的消遣读物。

本书在某些方面的风格与那几本书也有些相似，里面有不少作者颇费了一番工夫收集甚至考证出来的关于学者们的各种奇闻轶事和八卦，还有许多本来和主题风马牛不相及但被引用时又让人有画龙点睛之感的幽默引语。不过，就内容而言，本书却相当系统。正如它的标题所示，它介绍了从古老的托勒密时代开始直到最近，研究者们为了解宇宙而构想出的各种各样稀奇古怪的宇宙理论。现在对宇宙学感兴趣的一般读者们不难从许多科普书籍中找到对标准的大爆炸宇宙学理论的介绍，但本书所介绍的许多宇宙学理论，比如说在有些维度上膨胀而在另一些维度上收缩的卡斯纳宇宙、允许时间旅行的哥德尔旋转宇宙、九种类型的均匀而又各向异性的比安基宇宙等，则很少在科普书籍上露面，甚至对于一些专业的宇宙学研究者而言，如果不做理论研究的话，往往也只是在广义相对论教科书的脚注或者习题里才偶尔与之邂逅。既然这些模型并非主流，甚至有些已被淘汰，那么为什么要在一本面向公众的书中之加以介绍呢？科学是在不同学说的竞争中发展的，现代被学者们普遍接受的标准宇宙模型，也是在经过观测和实验检验，击败了众多对手之后才脱颖而出的。但由于科普书籍通常不得不做的过于简化的处理，不少喜爱思索的读者在读完介绍大爆炸宇宙学的书籍后往往并不能完全满足而会产生这样的疑问：你们宇宙学家是有一些观测的证据，但难道对这些观测就不容许有其他的解释吗？读完本书，你可能对科学发展的历史会有一种不同的认识：其实，学者们一直都在创建不同的宇宙学理论；许

多学说尽管在竞争中落败了，但对它们的研究，同样丰富和加深了我们对宇宙的理解。

本书也介绍了多重宇宙和人择原理这些仍处在激烈争议中的“后现代”宇宙学说。对这类学说，许多——也许是大部分——从事专业宇宙学研究的人都不太喜欢，认为它们充满了玄学味道，其论证随时可能陷入逻辑漏洞，也无法被观测和实验所证伪——而可证伪性不正是真正科学理论的标志吗？但无可否认的是，不管你喜不喜欢，从逻辑出发，多重宇宙和人择原理是可能的。对这些问题的思索和研究，虽然很难取得那种被学术界一致认可的发现，但对于加深我们对宇宙的理解，却仍是很有必要且也是非常有趣的。不过，关于这些问题的论证往往是颇为抽象难懂的，而且往往还夹杂着一般人所不熟悉的暴胀宇宙学和弦论中一些复杂的技术问题和术语。本书的介绍是比较清晰而平易的，抛开了这些技术上的细节而更多地指向问题的本质。当然，这个“平易”是相对而言的，它还是要求读者具有相当的知识基础。比如，下面这段话是我感到关于人择原理最简明的解释：“重点不在于宇宙拥有特定属性的概率，而在于宇宙中可能存在观测者（“生命”）的同时，也拥有这种特定属性的条件概率。”一下子就点透了人择原理最基本的思想。当然，你必须很熟悉或者至少是了解“条件概率”的概念才会对这段话有这种“通透”的感觉。

总之，巴罗教授的这本著作是一本颇为有趣、让人大开眼界的宇宙学科普书籍。无论是初次接触宇宙学的人，还是对之有一定了解甚至从事专业研究的人，都可以从阅读此书中得到一些乐趣。我愿向所有对宇宙学感兴趣的读者们推荐本书。

陈学雷

中国科学院国家天文台

推荐序二

约翰·D.巴罗比我年长十岁，作为科普作家，起步比我早了近二十年。他的第一部科普著作发表于1983年，眼下这本我为之写序的书是2011年出版的。他是高产的宇宙学家，发表了四百多篇论文，也是高产的科普作家，出版了近二十本科普著作，同时还是一位业余剧作家，至少有一部剧作上演过。

所有这些只能说明他精力过人，也许并不说明任何其他事。我知道，他与物理学家弗兰克·梯普勒（Frank J. Tipler）合著了一本关于宇宙人择原理的书，这本书就人择原理的历史清本溯源，涉及了神学与智能设计，同时也是一本天体物理的原创学术著作。我想，巴罗不论在宇宙学研究上还是科普写作上都是一位有独到创见和视角的人。

我没有读过巴罗的其他科普著作，眼下这本书也许并不能代表他的一贯写作风格。这本书主要为读者介绍多重宇宙论，一个目前在部分宇宙学家中流行但还没有观测证据的理论。但作者还是从我们头顶的星空谈起，从古老的亚里士多德宇宙论、托勒密系统谈起，再到哥白尼的革命，一直谈到爱因斯坦宇宙学，甚至大爆炸前一刻的奇点问题、暴胀宇宙论、膜世界，最后才是多重宇宙以及该学说带来的问题。

我将此书推荐给一切对世界和宇宙起源，包括我们人类自身起源抱

2 | 推荐序二

有好奇心的读者，但我不敢担保每位读者都能真正理解或领悟书中的多数概念和名词后面的真正含义。也许，阅读有时只扩展我们的眼界，增进我们对这个难以理解同时可以理解世界的好奇。当然，阅读此书还有一个功效，就是给我们带来庞杂的知识，就像本书作者用引语显示的那样，你不知道他的水到底有多深——因为他不仅引用科学家，还引用作家、报纸甚至时尚。

如果有物理系本科训练甚至研究生训练，这本书绝对是一本不可多得的、能够帮助我们梳理宇宙学这个领域各式各样理论的饶有趣味的书。作者显示的庞杂的跨界知识可以用来作为阅读的佐餐——但不必在文学高度寄以期待。

李森

中国科学院理论物理研究所

前言

时下，关于宇宙的书可谓洋洋大观。这又是一本关于宇宙的书，但我们的故事将围绕着一个不同寻常却未曾被重视的事实展开，那就是阿尔伯特·爱因斯坦（1879~1955）已经向我们展示了怎样描述可能的宇宙——从整体上描述宇宙。在此之前，关于我们所生活的宇宙拥有什么样的结构，人们已经讨论了几千年。为了描述和解释它，人们建立了各式各样奇怪的图景，只是这些图景常常被宗教、民族、艺术或个人等的偏见所主导。结果，人们所收获的只不过是——一堆故事。20世纪初的时候，情况突然有了转机：爱因斯坦向我们展示了如何找到所有与物理定律和引力特性相一致的可能的宇宙、如何重构这些宇宙的历史，以及如何预测这些宇宙的命运。但实际上，要找到这些可能的宇宙谈何容易。从那时起，为了找到这些可能的宇宙，天文学家、数学家和物理学家都在拼命求解爱因斯坦那复杂难缠的方程组。这本书所要讲述的正是开拓者们披荆斩棘的故事，以及在他们面前徐徐展现出来的美妙画卷。

这是多么波澜壮阔的一幅宇宙图景啊！许多宇宙的名字取自20世纪最著名的一群科学家。有些宇宙膨胀，有些宇宙收缩。有些宇宙像陀螺一样转动，而有些宇宙则是一团乱麻。有些宇宙是绝对均匀的，而有些宇宙却是疙疙瘩瘩，或者在各个方向上被宇宙潮汐扯来扯去。有些宇宙始终在振荡，有些宇宙是一片冰冷的不毛之地，还有些宇宙失控了，膨

胀速度越来越快。有些宇宙允许时间旅行，可以回到过去，而有一些宇宙则允许在一段有限的时间内发生无穷多的事情。仅有少部分宇宙能够演化出生命，其他宇宙仍是意识无法染指的处女地。有些宇宙会在一场爆炸里终结，有些宇宙会在哽咽啜泣里终结，而有些宇宙永远不会终结。

我们的故事会讲到物理定律可以随时间和地点不同而发生变化的宇宙、拥有额外隐藏的时空维度的宇宙、永恒的宇宙、位于黑洞之中的宇宙、毫无预兆就突然终结的宇宙、碰撞的宇宙、暴胀的宇宙，以及由其他东西变来的宇宙——甚至从虚无之中冒出来的宇宙。

渐渐地，我们会遇到关于今天我们所看到的宇宙最新最精确的描述，还有现代物理学理论引入的“多重宇宙”概念——包含所有可能宇宙的大宇宙。这些是人类一切的科学研究中最匪夷所思也是意义最为深远的思考。在我们的宇宙陈列馆中所展出的可能宇宙都真实存在吗？还是说其中只有一个宇宙获得了如此殊荣？

其他关于宇宙学和天文学的书籍把目光集中在了一些具体的问题上，如暗物质、暗能量、宇宙的开端、暴胀、生命出现的巧合或是宇宙的终结，但本书将给读者呈现的是各种各样的宇宙及其发现史，以及发现了这些宇宙的科学家们的独特个性，所有这些内容会有机地结合在一起。

我要特别感谢 Katherine Ailes、Allen Attard、Donato Bini、Arthur Chernin、Hyong Choi、Pamela Contractor、Cecile De Witt、Charles Dyer、Ken Ford、Carl Freytag、Gary Gibbons、Owen Gingerich、Jörg Hensgen、Bob Jantzen、Andre Linde、Kay Peddle、Arno Penzias、Remo Ruffini、Doug Shaw、Will Sulkin、Kip Thorne、Don York 等人在图书编辑、图片收集以及一些重要历史细节的澄清上提供的帮助。我还要感谢伊丽莎白的悉心照料，感谢两个已不再年轻的孩子提出的问题。还要感谢我的孙女，这本书就是献给她的。

约翰·D.巴罗

于剑桥

目 录

第 1 章 在正确的时间和地点	1
第 2 章 对于自身重要性的执著	25
第 3 章 爱因斯坦的宇宙	54
第 4 章 出乎意料的宇宙	98
第 5 章 奇异至极的宇宙	121
第 6 章 稳态宇宙理论对决大爆炸理论	143
第 7 章 宇宙，如实描绘	172
第 8 章 混元之初	205
第 9 章 美丽新世界	226
第 10 章 后现代宇宙	253
第 11 章 非主流的宇宙	294
第 12 章 失控的宇宙	322
图片版权	343
译后记	345

第 1 章

在正确的时间和地点

我知道这一切只是存在于我们的大脑中，但大脑是很厉害的。

——科林·科特里尔（英国作家）^[1]

二人行

如果一个年轻人说他想研究宇宙学，我总是会觉得吃惊；我认为宇宙学是一种可遇而不可求的东西。

——威廉·H. 麦克里（1904~1999，英国天文学家）^[2]

老绅士沿街走来，跟往常一样——一身标志性的、有些凌乱的波西米亚风格。这个在美国大街上慢慢走着的欧洲人，神色黯淡，目光深邃，却不太在意自己要去哪儿。周围有很多购物的顾客和逆流而来的迟到学生，他在其中礼貌地穿行时，总是引起当地人的注目。似乎每个人都知道他是谁，他却避开人们的目光。今天，他有了一个新同伴，身材高挑，体格健壮，衣着略显寒酸也不太整洁，但不是老绅士那种样子。一路上他们都在讨论着，走着聊着，毫不在意身旁商店的橱窗。老绅士一边倾听着，一边若有所思，有时眉头微微一皱；他年轻的同伴则在情绪高昂地推销着自己的观点，滔滔不绝，时不时地用力比划着。两个人都操着

一口不太地道的英语，而且口音也不一样，听得出融会了各地特色。过马路时他们停了下来，在路肩附近等了一会儿，让车辆行人先过去。交通灯一变，他们继续过马路，没说话，同时都注意着交通灯、声响和周围的一举一动。突然，有了新状况。高个子开口说了些什么，手激动了起来。这时交通又恢复了运行，老人却没动，定在原地，无视眼前车流和匆匆行人。同伴的那番话已经完全吸引住了他的思绪。车流从两旁轰隆隆穿过，两人便孤零零地待在路中间，像个人肉做的安全岛。老人陷入了沉思，而年轻人则不断重复着自己的观点。最后，他们又回到了身旁川流不息的现实中，都忘了刚才打算去哪儿，老人静静地领着年轻人回到人行道上（就是一分钟前他们待过的地方），然后朝着他们来的方向，继续走着聊着，完全沉浸在对这个新观点的讨论中。

两个人一直在讨论的内容是宇宙。^[3]地点是在美国新泽西州的普林斯顿，时间则是第二次世界大战期间。年轻人叫乔治·伽莫夫（1904～1968），被朋友们唤作“吉吉”，是个流亡到美国的苏联人。年长的那个人就是阿尔伯特·爱因斯坦。在过去三十多年的努力中，爱因斯坦为我们展示了如何用简单的数学来理解整个宇宙的行为。伽莫夫则发现，宇宙必然拥有一个与现在大不相同的过去。让他们定在路中间的是伽莫夫的提议，即物理规律能够描述某些东西从虚无中创造出来。这可以是一颗恒星，但也可以是一个宇宙。

有趣的宇宙

历史就是那些本可避免的事物的总和。

——康拉德·阿登纳（1876～1967，联邦德国首任总理）

宇宙到底是什么？它从哪儿来？将向哪儿去？这些问题看似简单，却又是史上最深刻的一类问题。随着知识面的不同，我们口中的“宇宙”的含义也千变万化。^[4]它不就是你能在空间中看到的一切吗——精确地说，也许再加上周围的空间？或者是一切有形的存在？当你列举出所有的事物，要把“一切”都囊括时，你会开始琢磨那些被物理学家称为“自然定律”的“东西”和其他一些诸如时间和空间之类的无形之物。尽管看不见摸不着，但你可以体会到它们的作用，它们看起来很重要，看起来是存在的（有点儿像足球比赛规则），所以我们最好也把它们列进去。那么要不要考虑过去和未来呢？仅仅局限于目前所存在的事物似乎有些狭隘。如果我们把过去曾存在的一切都当作宇宙的一部分，那为什么不把未来的也加上呢？最后我们得到的似乎是这样的定义，宇宙就是曾经存在、现在存在以及将要存在的一切。

若是我们再钻一下牛角尖儿，还可以把宇宙看得更恢弘一点，不仅包括可以存在的一切，还包括可能存在的、但还未发现的一切——最后，甚至还要包括不可能存在的一切。一些中世纪的哲学家^[5]曾被这种完备性吸引住了，试图把这所有的一切列出一个过去、现在及未来可能存在或不可能存在的万物清单。本来已经问题成堆，这么做无异于雪上加霜。但是最近，现代宇宙学的研究中又出现了这种做法，尽管面貌有点不同。现代宇宙学不只研究我们宇宙的结构和历史，还关心别的可能存在的宇宙。我们的宇宙有大量特殊的、匪夷所思（至少对我们来说）的性质，这让我们不禁想估量一下，如果宇宙不是这样又会如何。这意味着我们不得不学会造出“别的”宇宙的例子，以便进行对比。

现代宇宙学就是这么回事。它可不仅仅只是试图尽可能完善、精确地描述我们的宇宙，它还试图将这种描述置于更广阔的种种可能性的语境当中。它在诘问，“为什么”我们的宇宙是这样而不是那样。当然，最终我们也许会发现，除了所看到的之外，再没有别的可能存在的宇宙（有

着与我们设想中不同的结构、物质组成、物理规律和年龄，等等)。一直以来，宇宙学家们等待着甚至是盼望着这样的事情发生。然而最近的潮流却反其道而行之，使我们不得不面对种类繁多的可能的宇宙，并且它们都符合自然定律。更有甚者，这些别的宇宙也许并不仅仅限于一种可能性，它们也许能够像我们所谓的通常事物那样存在，就像此时此地的你和我一样。

地点很重要

他〔雅各〕做梦，看哪，一个梯子立在地上，梯子的顶端直伸到天；看哪，上帝的使者在梯子上，上去下来。

——《旧约·创世记》^[6]

人们谈论宇宙的历史已有几千年。当然，那是他们认识的宇宙，可别跟我们的混为一谈。对很多人来说，宇宙只不过是他们所能到达的最远的地方，或者是用肉眼就能看到的繁星点缀的夜空。大多数古代文化都试着为他们看到的世间万物找一个说法或编一个故事，无论是在天上、地下还是海里。^[7]他们之所以描绘这种宏大图景，并不是因为对宇宙学有兴趣，而是为了说服自己或是他人相信事物都有其存在的意义，同时他们本身也是意义的一部分。如果承认真实世界的一部分是人类无法定义、无法掌控的，那么就会带来一种危险的不确定性。这也就是为什么在古代神话里，宇宙的本质看起来总是那么圆满（万物各有其位，各安其位）的原因。没有“大概”，没有注意事项，没有不一定，没有进一步探索的可能性。这些说法真的就是“万有理论”，只不过它们跟科学沾不上一点边。

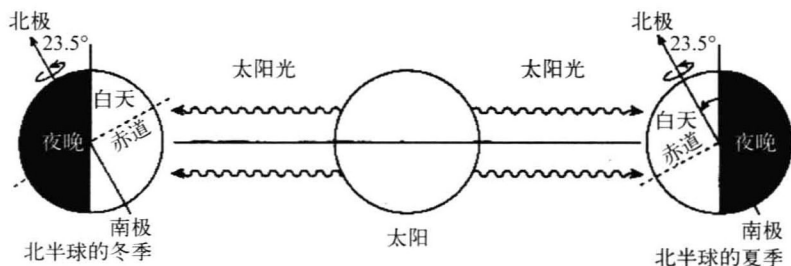


图 1.1 地球的自转轴，一端是北极，一端是南极，并且与地球公转轨道平面的垂线相差 23.5 度

生于何时、身在地球何处，会影响你对宇宙的认识。如果你住在赤道附近，那么每天晚上恒星的运动就一目了然。它们初升，高高挂起，在你的头顶彻夜闪耀，徐徐下落直到没入另一侧地平线。夜复一夜，你就像是天体运动的中心。可如果你离热带很远，天空看起来就大不一样了。夜里有的星星东升西落，越过你的头顶，而后又回到地平线的怀抱。另外一些星星则从不落下，总是挂在地平线之上。它们似乎在围绕空中一个大圆心转圈，就像被钉在了一个绕轴转动的轮子上。这必然会引起你的好奇心，群星围绕的那一点究竟有什么特别的呢？为了解释这些夜夜旋转的群星，北半球的居民们创造了许多关于那个天空大路标的传说和神话。

世界各地的星空之所以呈现出如此的差异，是因为地球的自转轴是倾斜的（图 1.1）。当地球绕太阳公转时，贯穿南北两极^[8]的地球自转轴并不垂直于其公转轨道，而是倾斜了大约 23.5 度。这造成了不少显著的影响，四季变化就是这么来的。假如没有这个倾角，就不会有每年的四季变化；假如倾角过大，季节的更替就会剧烈得多。不过，即使你完全不知道地球在绕太阳公转，也不知道自转倾角，但只要每晚观察一下星空，这个倾角让不同纬度下的天空呈现出了不同的模样。