



开放人文

THE ORIGIN OF THE UNIVERSE

[英] 约翰·巴罗 著 卞毓麟 译

John Barrow

宇宙的起源

上海世纪出版集团

P159/24

2007

宇宙的起源

[英] 约翰·D. 巴罗 著

卞毓麟 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

宇宙的起源/(英)巴罗著;卞毓麟译.——上海:上海科学技术出版社,2007.9

(世纪人文系列丛书)

ISBN 978-7-5323-8940-7

I. 宇… II. ①巴…②卞… III. 宇宙—起源 IV. P159.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第067180号

责任编辑 武时勉 张跃进

宇宙的起源

[英]约翰·D. 巴罗 著

卞毓麟 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.cc www.sstp.cn)
发行 上海世纪出版集团发行中心
印刷 上海江杨印刷厂
开本 635×965mm 1/16
印张 9.25
字数 95 000
版次 2007年9月第1版
印次 2007年9月第1次印刷
ISBN 978-7-5323-8940-7
定价 18.00元

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涵“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，寓教于心，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

我们所见的固然美好
我们明了的愈加美妙
我们尚未悟彻的更是
不胜其美,美不可言

——尼尔斯·斯坦森
(尼古拉·斯坦诺)*

* 尼尔斯·斯坦森(Neils Steensen), 丹麦解剖学家和地质学家。1638年1月11日生于哥本哈根, 1686年12月5日卒于德国什未林。世人更熟悉他的拉丁化名字尼古拉·斯坦诺(Nicolaus Steno)。他认识到肌肉由纤维组成, 描述了腮腺的导管(即斯坦诺管), 证实了动物也有松果体, 指出化石由古代动物死后石化而成, 描述了各种岩层, 还提出了如今所称的“结晶学第一定律”——译者

前 言

夜空虽然幽暗，却仍充满奇迹。千百年来，群星构成的奇丽图案一直撩拨着人们的心弦。这些图案错综复杂，足以令人心驰神往；然而，它们却难不住我们的大脑。它们为有关人类与人类起源的神话和传说增添了丰富的素材。宗教传说对此类事物的说教，远逊于其他许多想象或猜测。这些宗教传说的兴趣只在于人类的起源与人的禀性，对辉煌的天界却一带而过——只是偶尔表现出对它的敬畏之情。

20世纪是爱因斯坦的世纪。他在这一世纪头20年中的许多发现奠定了我们将宇宙作为一个整体来认识的基础。宇宙学从形而上学的王国进入了物理学的领地。未久，宇宙正在膨胀的预言即为观测所证实；多年以后，人们又看到了往昔既热且密的宇宙留下的残迹。如今我们还看到了来自宇宙历史上最初几分钟的辐射和核反应产物，皆恰如理论之预言。

撰写本书的目的，是为初学者们简明扼要地解说宇宙的起源。

关于宇宙的早期历史，我们持有什么证据？关于宇宙如何肇始的最新理论又是什么？它们对于今天的我们有何影响？我们能否凭借观测来检验它们？我们自身之存在与它们又有什么关系？这些是我们向着时间之始行进的旅途中将会遇到的部分问题。我们将给出关于时间的本质、“暴胀宇宙”和“蛀洞”^{*}的一些带有猜测性的最新理论，并顺带解释一下 COBE 卫星^{**}观测资料的重要性——人们在 1992 年春非常欣喜地迎来了这些观测结果。

我感谢宇宙学界的同事和合作者们，感谢他们使我有机会讲述关于现代宇宙起源理论的种种讨论与发现。安东尼·奇塔姆(Anthony Cheetham)和约翰·布罗克曼(John Brockman)由于构想出这项计划^{***}而特别值得提及；只有时间才能说明他们邀请我参加此项计划是否系明智之举。最使我感激不尽的是伊丽莎白(Elizabeth)，她提供的巨大帮助使本书得以迅速完稿而又不至于过多地耽误其他事情。正如往常那样，在有关本书的每一件事情上我皆受惠于她。我们家庭中年幼的成员，戴维(David)、罗杰(Roger)和路易斯(Louise)对这项计划始终好像格外地无动于衷。但是，他们对歇洛克·福尔摩斯确实是十分喜爱的^{****}。

作者

* “蛀洞”，英文 wormhole，曾译“蠕洞”，又译“虫洞”。词义详见本书第十章——译者

** COBE 是 COsmic Background Explorer(宇宙背景探测器)的首字母缩略词，详见第 2 章——译者

*** 指筹划和出版这套《科学大师佳作系列》丛书——译者

**** 本书作者深爱英国作家柯南道尔的名著《福尔摩斯探案集》，本书每章首引语皆出自《福尔摩斯探案集》。故此处提及他的孩子们亦十分喜欢歇洛克·福尔摩斯——译者

目录

1	第一章 繁星密布的夜空
8	第二章 宇宙概说
26	第三章 伟大的宇宙分类目录
42	第四章 天体—粒子物理学
51	第五章 奇点
60	第六章 暴胀与粒子物理学家之介入
78	第七章 “时间的印记”
86	第八章 暴胀与宇宙之始
95	第九章 时间——一部更简明的历史
114	第十章 进入迷宫
125	第十一章 新的维度

第一章 繁星密布的夜空

“我真得感谢您，”歇洛克·福尔摩斯说，“能引起我对这件饶有兴味的案件的注意。”

引自《巴斯克维尔的猎犬》*

当我还在学校念书的时候，人类开始登上了月球。破天荒第一次，人们看见了地球悬浮在太空中的彩色照片：云层披盖的纱幕下露出一颗蔚蓝色的行星，它孤单地独处于万籁俱寂的太空中。当时环境论**尚未流行。但我还是乐于思索：这绚丽多彩、生气勃勃的首批地球照片，与荒芜贫瘠的月球、与酷热而毒雾弥漫的金星以及与远离开为生命提供温暖的太阳且运行迟缓的外行星形成了何等强烈的对比；这使人们开始潜心思考地球这颗行星是何等宝贵。

自那时以来，我们对宇宙的探索已在不同的方向上腾飞。除了卫星和探空火箭外，我们还使用望远镜和显微镜，原子粉碎机和加速器，计算机和人类的思维，以扩展我们对于整个宇宙环境的认识。

* 《巴斯克维尔的猎犬》，福尔摩斯探案之一。这段引文为故事中福尔摩斯对摩梯末医生所言。此处寓意是本章提出了宇宙起源问题，它犹如一宗“饶有兴味的案件”——译者

** “环境论”(environmentalism)认为环境是决定个体和群体发展的主要因素的学说。与遗传论相对——译者

除了远离我们的外部空间世界——恒星、星系和宇宙中的巨大结构，我们对内部空间深处迷宫般的奥秘也已有所认识。在那里，我们发现了由原子核及其组成部分构成的亚原子世界，它们是物质的基本组分。它们数目如此之少，结构又如此简单，却能组合成我们周围所见的无比复杂的天地万物，我们自己则是其中的一个特殊部分。

我们认识的这两大前沿——物质基本组分的微小世界与恒星和星系的天文世界——近年来以始料未及的方式汇合到了一起。本来是在不同领域试图以不同的方式回答不同问题的科学家，现在他们的兴趣和采取的研究方法却紧密地交织在一起了。用深埋于地下的粒子探测器研究物质最基本的粒子，也许能窥透为什么会存在星系这一秘密；而用望远镜研究遥远的星光则有可能阐明那些基本粒子的身份。当我们寻觅宇宙年轻时代的“化石”残骸、以求再现宇宙的历史时，我们发现，将人们对物理世界之最大与最小这两方面的知识汇集到一起，结果就变得更为完满，给人留下的印象也就更为深刻了。如果我们要了解宇宙的开端，那么我们就必须透彻地理解近年来才开始的那种大与小的统一。

我们生活在宇宙生命史中比较晚的时期，在大多数非常激动人心的事件业已发生之后很久。我们凝视繁星密布的夜空，至多只能看见区区数千颗恒星而已，这就是古人对于宇宙所知的一切。随着人们建造出越来越大、分辨能力也越来越高的望远镜，一个巨大无比的宇宙渐渐映入了我们的视野。大量恒星聚集在一起，构成了我们称之为星系的宇宙之“岛”^{*}。然而，在众多的星系之间乃是一片无处

^{*} “宇宙之‘岛’”原文为 *island of light*，直译当作“光的岛屿”。该提法脱胎于德国大哲学家康德(Immanuel Kant)于18世纪率先使用的“宇宙岛”(亦译“岛宇宙”)一语，现代天文学中则以“星系”这一规范化的术语取而代之——译者

不在的寒冷的微波之“海”，它是大约 150 亿年前那次大爆炸的“回声”。时间、空间和物质肇始于一次爆发性的事件，我们今天的宇宙即由是而生——在某种整体膨胀、徐徐冷却并不断稀化的状态中诞生和演化。起初，宇宙是一个充满辐射的“地狱”，它热得使任何原子或分子均不可能存在下去。数分钟后，它便冷却到能够形成最简单的氢原子核和氦原子核了。及至数百万年之后，宇宙才冷却到足以形成第一个原子，不久又形成了简单的分子。然后，只是到了数十亿年之后才出现了一系列复杂的事件，使得物质凝聚成恒星和星系，此后又形成了稳定的行星环境。在那些行星上，我们目前尚不清楚的那些过程孕育了种种复杂的生物化学产物。然而，这一系列微妙的事件是怎样以及为何发端的呢？现代宇宙学家关于宇宙之开端应该告诉我们些什么？他们所说的这些与宇宙从何而来，以及宇宙缘何而生之类的传统论题又有着何种渊源？

大地来自天空，这是孩子们的想象；但它恰恰是天界的面目造就人的思想这种古老观念的现代翻版。夜空中群星的图案早已萦绕在世界各地诗人、思想家和幻想家们的脑际。它们激起了神话和宗教，引起了对于空间之浩瀚的疑虑与恐惧，并产生了对宇宙之广阔与壮丽的敬畏和仰慕。

对于许多古人而言，这乃是想要道出天与地如何诞生的刺激因素。在天地如何诞生的这出戏中，叙事者充当了明星，因为在这个故事本身的宏伟剧情中，人类有着相当的地位和重要性。若将这些叙述视为现代科学对世界作出的科学解释之先驱，那是不对的。古人并不打算预见有关宇宙的新事物，而只是把“未知”绣入一幅壁毯，在这幅壁毯上，他们可以将自己绣在中心位置上。尽管有许

多多原始文化都想创造一个宇宙如何诞生的故事，人们实际上所能编织的创世故事却只不过区区几类而已。在有些故事中，某种自然过程使世界从某些先已存在的状态中显现出来。它也许是从某个宇宙蛋中孵出的，也许是某个“宇宙之母”式的角色的后代。这些故事从人的生命源泉汲取灵感，而给予从原始发祥地——充满着水的混沌——诞生出秩序以理性的说明。该主题的另一奇特表现形式是关于大地潜水者的神话：某位神灵一头扎进原始的水中，捞出第一块物质，整个宇宙就由这块物质长大而成。在这个故事中，水再次代表了原初混沌的初始状态，而在某个有秩序的新时期中诞生了生命与和谐。

在某些文化中，又以其他方式将宇宙起源与人的生长进行类比：世界作为其双亲的后代而出现，其双亲则产生于原始的混乱状态中。随后，这两位“世界的父母”又生了许许多多的神，以分别掌管不同领域的各种事宜。这些神乃是自然现象高度人格化的具体表现。在另一些说法中，两位天空之神的相遇就不像是父母了。世界可以从两位交战的神祇的猛烈冲突中诞生。

古代的某些宇宙学暗示了有序的世界从虚空中创生，最著名的有希伯来人在犹太教—基督教传说中的那些众所周知的说法。首先出现了某种不宜于生命栖居的状态，然后出现某个专为男人和女人提供的居住地，然后又出现布满了这块土地的其他生命。在这些解释中，造物主通常总是万能的，并独处于世界由之产生的空间或虚空中。创世的模式是有序而被精心地筹划的，而且造物者的作为决不受制于他所处理的先在之物所处的状态。

还可以发现另外两类传说。有一种非常难得的想法：根本就沒

有什么开端，世界始终就像现在这样。另一种稍有变化的想法是轮回宇宙：它周期性地死去，又像火凤凰似地以新的表现形式再生。虽然这一过程可能从无限久远的过去一直持续下来，但却存在着某种整体性的循环变化，它反映了人类对于生与死，日与夜，播种与收获的经验。

这类传说很快就流行开来并令人遐想不已。现代宇宙学家们时尚在这些传说与有关宇宙结构的科学观念之间寻找平行的对应关系，以瞥见存在于原始想象中的超越时代的智慧之光。然而，透过现在的玫瑰色眼镜来观赏过去，只是一种如意算盘而已。我们必须反复重申，在任何现代的意义，过去那些创世故事都不是什么科学理论。它们并不打算揭示有关世界结构的任何新东西。它们的目标只是从人类的想象中清除掉“未知”这个幽灵。听者将自身置于创世故事中，就可以将世界与他们自己联系起来，而免于对“未知”或“不可知”冥思苦想。现代的科学解释需要达到的目标则远胜于此。它们必须非常深刻，从而足以使其告诉我们的事情多于我们注入它们的事实。仅仅说雨神在哭泣，或许已足以使你不再为“雨从何来”而操心，但是它并未真正阐明雨的来源。现代的科学解释还必须足以预见新事物，这是对于它们解释已知事物的能力的一种检验。它们应该能将种种分散的事实有机地统一起来。

现代宇宙学家使用的方法是简单的，但对局外人来说却未必是一目了然的。他们先是假设制约我们地球上局部世界事态发展的自然定律同样适用于整个宇宙，直到发现不得不承认情况并非如此为止。具有代表性的事例是，在宇宙中——尤其是过去——的某些地方，会遇到非常极端的密度和温度环境，它们完全超出了我们在地球上的直

接经验。有时我们预期自己的理论在这些领域内继续有效，而事实也确实如此。但在另一些场合，我们知道真正的自然定律适用的限度，并用对它们作出的种种近似来处理问题。当我们达到相应的极限时，就必须尝试建立新的近似，以适应我们发现的那些不寻常的新条件。确实，天文学上出现的新情况往往能为物质在新的极端环境下表现的行为提供很重要的线索。

宇宙学家们经常谈论构造“宇宙学模型”，也就是说他们想对宇宙的结构及其过去的历史作出简化的数学描述，这些描述能抓住宇宙的主要特征，就像一架航模飞机具备一架真飞机的某些(但不是全部)特征那样。我们也不指望一个“模型宇宙”能体现出宇宙结构的每一个细节，我们希望它能告诉我们，为什么存在着像星系和恒星那样的结构，为什么它们会以那样的方式聚集到一起。它并不能告诉我们为什么太阳系包含的行星和小行星的数目恰好就是我们所见到的那么多，而只能告诉我们为什么太阳系包含了我们所见到的、分布颇具特色的那些种类的天体。

我们的宇宙学模型有一个重要特征，那就是它们涉及到宇宙的某些性质——如它的密度或温度，后者的数值仍不能由导致该模型的过程来确定。它们的值是由观测得出的。一个模型只容许许多这样的物理量之观测值以某些特定的方式互相配合。于是，模型和真实宇宙之间的相容性就可以对照观测事实而予以检验。

科学解释最重要的特征之一是存在定义明确的近似和理想化过程，它们可以用来作为描述事物的最初尝试；这种特征将诸如物理学这样的“硬”科学与社会科学领域的“软”科学区分开来。从简单的起点出发，存在着一条不断改进的理想化途径。例如，如果我们

想对一颗像太阳这样的恒星作出描述，那么我们在一开始可以假定它的形状是球形的，而且整个表面具有相同的温度。实际上的太阳并非如此——但是它几乎就像这样。我们既已得到一个球状的、等温的“模型”太阳，便可以着手引入对球状或对均匀温度的微小偏离，以改进我们所作的描述，逐步得出越来越好的模型。

当我们谈论对于宇宙的描述和宇宙模型时，我们必须明白，它们乃是迭经修订的最新版本。此外，我们的宇宙学模型是非常粗略、非常简练的。它们在一开始把宇宙当作某种完全均匀的物质海来处理。物质聚集成恒星和星系全然被忽略了。只有当你专注于诸如恒星和星系那样的物质岛如何起源之类的更具体的问题时，才必须考虑与绝对均匀的偏离。采取这种策略的效果极佳。我们的宇宙最惹人注目的特征之一，就是采用物质均匀分布这种简单的理想化模型，竟能对可见宇宙作出如此成功的描述。

第二章 宇宙概说

“‘很有趣，但是很简单’，他在回到长沙发上他所喜欢的那一角时说”。

引自《巴斯克维尔的猎犬》*

我们的宇宙是如何、为何以及何时肇始的？它有多大？其形若何？又由何物构成？任何一个有好奇心的孩子都有可能会问这些问题；它们已使现代宇宙学家为作出回答而奋斗了好几十年。对于科普作家来说，宇宙学的一个诱人之处乃是其前沿领域中有那么多的问题都很容易表述。试看量子电子学、脱氧核糖核酸定序、神经生理学或者纯数学的前沿论题，你将会发现，要把专家们的问题翻译成大众化的日常语言那真是谈何容易。

直至 20 世纪早期，无论是哲学家还是天文学家都没有对下述想法提出过疑问：存在着一个固定的空间背景舞台，恒星、行星以及所有其他的天体都在这个舞台上表演它们的动作。虽然也可以看到一些变

* 参见第一章首引语译注。此处引文中“他”是指福尔摩斯，叙述者是福尔摩斯的挚友兼助手华生医生。“有趣”和“简单”指福尔摩斯刚从一位客人遗忘的手杖上发现了有助于推理的线索——译者