



周读书系 Vol.33

爱因斯坦的宇宙

[美] 加来道雄 著 徐彬 译

《爱因斯坦的宇宙》不仅叙述了相对论发现的历史，还交代了这一理论最是在理论和实践方面的进展。

CS 湖南科学技术出版社

爱因斯坦的宇宙

[美] 加来道雄 著 徐 彬 译

图书在版编目 (CIP) 数据

周读书系·爱因斯坦的宇宙 / (美) 加来道雄著; 徐彬译. —长沙: 湖南科学技术出版社, 2016.1

(周读书系)

书名原文: Einstein's Cosmos: How Albert Einstein's Vision Transformed Our Understanding of Space and Time

ISBN 978-7-5357-8774-3

I. ①爱… II. ①加… ②徐… III. ①相对论—普及读物 IV. ①O412.1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 187580 号

Einstein's Cosmos

Copyright © 2004 by Michio Kaku

湖南科学技术出版社通过博达著作权代理有限公司独家获得本书简体中文版中国大陆地区出版发行权。

著作权合同登记号: 18-2005-056

周读书系

爱因斯坦的宇宙

著 者: [美] 加来道雄

译 者: 徐 彬

出 版 人: 张旭东

丛书策划: 朱建纲

责任编辑: 吴 炜 贾平静

整体设计: 萧睿子

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731-84375808

印 刷: 长沙鸿发印务实业有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙县黄花镇印刷工业园3号

邮 编: 410137

出版日期: 2016年1月第1版第2次

开 本: 787mm×930mm 1/32

印 张: 8

书 号: ISBN 978-7-5357-8774-3

定 价: 28.00 元

(版权所有·翻印必究)

周读书系编委会

主任：朱建纲

副主任：尹飞舟 蒋新建 毛良才 刘清华

成员：黄远征 杨俊杰 戴茵 谢清风 张旭东
易言者 章育良 黄楚芳 张健

前言 重新审视爱因斯坦的遗产

天才。心不在焉的教授。相对论之父。蚀刻在我们心目中的阿尔伯特·爱因斯坦的形象，总是一头爆炸的头发，不穿袜子，上身是特大号的毛衣，嘴里叼个烟斗，对周围世界好像并不注意。传记作家丹尼斯·布莱恩曾这样描述他：“与埃尔维斯·普雷斯利和玛丽莲·梦露齐名的流行偶像。他那神秘莫测的形象经常出现在明信片、杂志封面、T恤衫和比真人还要大的招贴画上。好莱坞有个经纪行专门经营他的形象图片，供电视广告使用。他要是见了这些可能都会生气。”^[1]

爱因斯坦是有史以来最伟大的科学家之一，其贡献堪与艾萨克·牛顿比肩。因此，《时代》周刊选他作世纪人物毫不奇怪。许多历史学家将他列入过去的千年里一百位最有影响力的人物之一。

考虑到爱因斯坦在历史上的地位，有多个原因值得我们重新审视他的一生。首先，他的理论极为深刻，其在几十年前作出的预言至今仍占据着报纸头条的位置，因此我们极有必要尝试去理解这些理论的本源。随着新一代仪器的出现（其中包括卫星、激光、纳米技术、超级计算机、引力波探测器等），这些在1920年都是不可想象的，人们可以探索宇宙外围以

及原子内部，爱因斯坦当年的预言不断为科学家赢得诺贝尔奖。即便是爱因斯坦餐桌上的面包渣都会为科学开辟新的前景。例如，1993年的诺贝尔奖就授予了两位证实引力波存在的物理学家。而引力波是爱因斯坦在1916年分析双中子星运动时所预言的。2001年的诺贝尔物理学奖则由三位物理学家共享，他们证实了玻色-爱因斯坦凝聚的存在。这种物质在接近绝对零度时的新的状态是爱因斯坦在1924年预见到的。

他的其他预言现在也正被一一证实。黑洞曾被看作爱因斯坦的理论所推出的一个奇怪的东西，而现在哈勃太空望远镜和甚大阵射电望远镜都已找到了黑洞。爱因斯坦环和爱因斯坦透镜现在不仅已经被发现，而且业已成为天文学家观测外太空不可见对象的关键工具。

即使是爱因斯坦的“错误”现在都被认为是对宇宙认识的意义深远的贡献。2001年，天文学家找到了令人信服的证据，证明“宇宙常数”这个一度被看作爱因斯坦最大的失误，实际上包含宇宙中最大的能量，而且它将决定宇宙最终的命运。因此，从实验的角度来看，随着越来越多的证明累积起来，验证了他当年的预言，对于爱因斯坦的遗产的认识问题，出现了“复兴”。第二，物理学家正重新评价爱因斯坦的遗产，尤其是他的思维过程的价值。近年来，为他作传的传记作家不厌其详地研究了私人生活，以寻求其理论的本源。但是物理学家却越来越清醒地认识到，爱因斯坦的理论与其说是建立在神秘的数学之

上，（更不要说他的爱情生活了！）倒不如说更多的是建立在简单而优雅的物理图景之上。爱因斯坦经常评论说，某个新的理论，若不是建立在连儿童都能理解的物理图景之上，那么它极有可能毫无价值。

因此，本书就以这些图景，即爱因斯坦的科学想象力所带来的成果为主线，并围绕这些图景描述其思维的过程和最伟大的成就。

第一部叙述的是爱因斯坦第一次在16岁时所想到的图景：如果追随一束光运动，光会是什么样子。另外，这幅图景很可能是受到他小时候读的儿童书籍的启发产生的。通过想象和光束赛跑可能发生的情形，爱因斯坦将当时最伟大的两个理论——即牛顿力学和麦克斯韦的理论——的矛盾之处找了出来。通过思考解决这一对矛盾，他知道这两者之中必有一方是错误的。事实证明牛顿学说出了问题。从某种意义上说，整个狭义相对论（这一理论后来揭示了恒星和核能的奥秘）就蕴含在这一图景中。

在第二部，我们领略的是另一幅图景：爱因斯坦想象，行星就像是玻璃弹球，沿着以太阳为中心的弯曲的平面滚动。引力是时空弯曲造成的。通过将牛顿所说的万有引力替换成平滑表面的曲率，爱因斯坦使我们对引力有了全新的、革命性的认识。在这一新的思维框架中，牛顿所说的“万有引力”其实是空间弯曲所造成的假象。这一简单的图景所带来的结果，包括黑洞、大爆炸以及宇宙最终的命运。

第三部没有相应的图景。这一部分其实叙述的是

爱因斯坦在探索统一场论中，由于缺乏图景的指引所遭受的挫折。假如有了这样的图景，爱因斯坦也许能够找到正确的路，摘取人类 2000 年来在探寻物质和能量的法则中的最高荣誉。到了这个阶段，爱因斯坦的直觉帮不上多少忙了，因为当时对于原子核和亚原子粒子的力，人们几乎一无所知。

未完成的统一场论，和他生命中最后 30 年对“万物至理”的探索绝不是一个失败——虽然这一点只是最近才为世人所认识。当年他的同时代人把这看作愚蠢的行为。比如，物理学家兼爱因斯坦的传记作家亚伯拉罕·派斯就抱怨说：“在他生命的后 30 年中，他一直勤于研究。但是假如他放下工作，钓鱼去也，其声名，即使不会比现在更高，至少也不会丝毫受损。”^[2]换言之，如果他在 1925 年就离开物理学，而不是 1955 年，他所留下的遗产可能更伟大。

不过，最近 10 年来，随着“超弦理论”、“M 理论”的提出，物理学家开始重新评价爱因斯坦后期的研究工作及其遗产。全世界物理学的研究中心，又回到了统一场论之上。万物至理的研究，成了新一代有抱负的科学家的最高目标。曾几何时，统一场论被视作老迈的物理学家学术生涯的坟墓，现在，它已然是理论物理学压倒一切的主题。

我希望通过本书提供一个关于爱因斯坦的开创性工作的全新的视角。从简单的物理学图景出发审视他的恒久遗产，有可能会得到更为精确的图像。他的远见卓识为当前在外太空和高级物理实验室里正在进行

的变革性的实验提供了养分，同时也在促使当代人加紧研究，实现他生前痴痴追寻的梦想：万物至理。我觉得，从这一角度来解读他的生活和工作，应该是他最喜欢的。

致 谢

在此，我要感谢普林斯顿大学图书馆的同仁的热情支持，为写作本书所作的一部分研究即是在那里完成的。该图书馆收藏有爱因斯坦所有的手稿和原始材料。另外要感谢纽约城市大学的 V. P. 内尔和丹尼尔·格林博格教授。他们通读了书稿，并提出了有益而中肯的建议。此外，与弗莱德·杰罗姆的谈话也对本书成形颇有助益。此君握有卷帙浩繁的爱因斯坦的 FBI 档案。埃德温·巴博对鄙人鼎力支持，亦多鼓励，在此一并致谢。耶西·科恩编辑本书时多有增益，使书稿增色不少。多年来，我的科学书籍一直由斯图亚特·克里切夫斯基代理，深情厚谊，十足感念。

目录

前言 重新审视爱因斯坦的遗产	001
致谢	001
第一部 第一幅图景 与光速赛跑	001
第1章 爱因斯坦之前的物理学	003
第2章 爱因斯坦的早年生活	014
第3章 相对论和“奇迹年”	039
第二部 第二幅图景 弯曲的时空	067
第4章 广义相对论和“一生中最幸福的思考”	069
第5章 新哥白尼的诞生	089
第6章 大爆炸和黑洞	107
第三部 未完成的图景 统一场论	121
第7章 统一场论和量子的挑战	123
第8章 战争、和平以及 $E=mc^2$	152
第9章 爱因斯坦预言性的遗产	176
注释	208

参考书目 231

译后记 236

第一部 一幅图景 与光速赛跑

第 1 章 爱因斯坦之前的物理学

一位记者曾经问过阿尔伯特·爱因斯坦这位自艾萨克·牛顿之后最伟大的科学天才，请他说一下自己的成功公式。这位伟大的思想者想了一下，回答道：“假设 A 是成功，那么成功的公式就是 $A = X + Y + Z$ ，其中 X 是工作，Y 是游乐。”

记者问：那 Z 代表什么呢？

“少说话，”爱因斯坦答道。^[1]

物理学家、王公贵族以及公众，觉得爱因斯坦最令人亲近之处是不论他在为世界和平呐喊还是在探索宇宙奥秘的时候，所表现出来的博爱、无私和睿智。

连孩童都喜欢凑到一起，去看普林斯顿大街上的这位物理学泰斗，而他则会摇动一下耳朵，算是对他们的好奇心的回报。爱因斯坦尤其喜欢和一个五岁的小男孩交谈。这个小男孩喜欢陪他一路走到普林斯顿研究所。一天，他们散步的时候爱因斯坦突然放声大笑。小男孩的妈妈问他跟爱因斯坦都说了些什么，小孩回答说：“我问爱因斯坦今天去厕所了吗。”孩子的妈妈很惶恐，但是爱因斯坦回答说：“有人问了我一个我能答得上来的问题，我很高兴。”

物理学家杰里米·伯恩斯坦 (Jeremy Bernstein) 曾说：“任何亲自和爱因斯坦接触过的人都会被他的

崇高品格所打动。人们反复说他是多么多么的善良、博爱……这些都是他的人格里让我们亲近的地方。”^[2]

不论是对乞丐、孩童，还是王室贵族，爱因斯坦都一样的慷慨与和善，而且对科学殿堂里的前辈，他也十分谦恭。科学家，和其他的富有创造力的个人一样，有可能非常嫉妒同行的才能，从而生发出许多鸡毛蒜皮的公案。但爱因斯坦从不讳忌谈论自己的思想是源自哪位物理学先贤，这其中包括艾萨克·牛顿、詹姆斯·克拉克·麦克斯韦（James Clerk Maxwell）等。他把他们的肖像摆在自己书桌和墙上的显著位置。牛顿力学和麦克斯韦的电磁学构成了19和20世纪之交科学的两大支柱。最令人瞩目的是，几乎所有的物理学知识，都蕴含在这两大成就之中。

人们很容易忽略这一事实，即在牛顿之前，对于地球以及空间的物体为何会动，一直无人能解释。许多人相信人类的命运是精灵和魔鬼控制的。魔法、巫术、迷信等在欧洲最有学问的地方都是热门话题。我们现在心目中的这种科学那时尚不存在。

尤其是，在希腊哲学家和基督教神学家的作品里，他们将物体的运动归结为它们具有和人类一样的欲望和情感。亚里士多德的信徒则认为，运动物体之所以会停下来，是因为它们会“累”。他们还写道，物体之所以会掉到地面，是因为它们“渴望”和地面会合到一起。

而将秩序引进了这个神灵控制的混沌世界的人，从某种意义上说，和爱因斯坦的性格脾性是截然相反

的。爱因斯坦从不吝惜时间，面对媒体记者也总是妙语连珠。牛顿则不同，他非常不合群，而且有偏执狂的倾向。他对别人总是充满怀疑，为了地位等问题总是和其他的科学家存有芥蒂。他的沉默寡言是出了名的。1689~1690年，他是英国议会的议员。他唯一一次面对全体议员说话是有一次他手中的稿子掉到了地上，他请引座员把窗户关上。据传记作家理查德·威斯特法（Richard S. Westfall）记述，牛顿是一个“苦闷的人，特别的神经质，甚至到了崩溃的边缘，尤其是中年阶段”。^[3]

不过论及科学，牛顿和爱因斯坦都是真正的大师，他们之间有许多相似之处。两个人都能连续几个星期甚至几个月沉浸在深度的思索中，直到身体快吃不消。两个人都能将宇宙的奥秘以简单的图形的方式加以想象思考。

1666年，牛顿23岁，他彻底驱逐了困扰亚里士多德学派的精灵，引入了一整套力学机制。牛顿提出了力学三定律，指出物体之所以移动，是因为受到了力，而且这些力可以测量，并能以简单的公式表达出来。牛顿不再把物体的运动看作是它们的欲望驱使的，而是能够计算出每一种物体的运动轨迹，从落叶，到腾空飞起的火箭、炮弹以及云朵等，办法是将其受力计算清楚。这不仅是一个纯学术的问题。它奠定了工业革命的基础，蒸汽机牵引着巨大的火车头和轮船，创造了新的帝国。现在人们可以充满自信地建造桥梁、大坝、摩天大楼等，因为我们可以计算出每