



科普

名家

经典



霍金的宇宙

现代物理和天文学的故事

(英国) 戴维·费尔津 / 著
天文台副研究员 赵复垣 / 译

STEPHEN HAWKING'S UNIVERSE

英国 BBC 经典纪录片《霍金的宇宙》原版解说词

让我们开始一趟充满惊奇的发现之旅
在霍金的带领下，我们追随科学探索的足迹，探索宇宙的奥秘
理解人类自身的存在，以及周围的一切……

海南出版社
HAINAN PUBLISHING HOUSE



霍金的宇宙

现代物理和天文学的故事

(英国) 戴维·费尔津 / 著

中科院国家天文台副研究员 赵复垣 / 译



Stephen Hawking's Universe: The Cosmos Explained

by David Filkin

Copyright © 1997 by David Filkin

This Edition Arranged With Ebury Publishing Through Big Apple Tuttle-Mori Agency, Labuan, Malaysia.

Simplified Chinese Edition Copyright © 2016 Hainan Publishing House

All rights reserved.

中文简体字版权 © 2016 海南出版社

本书由 Big Apple Tuttle-Mori Agency 安排, Ebury Publishing 授权出版

版权所有 不得翻印

版权合同登记号: 图字: 30-2014-002 号

图书在版编目 (CIP) 数据

霍金的宇宙 / (英) 费尔津著; 赵复垣译. -- 海口:

海南出版社, 2016.5

ISBN 978-7-5443-6476-8

I. ①霍… II. ①费… ②赵… III. ①宇宙学-普及

读物 IV. ①P159-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 082545 号

霍金的宇宙

作者: [英国] 戴维·费尔津 (David Filkin)

译者: 赵复垣

监制: 冉子健

策划编辑: 李继勇

责任编辑: 孙 芳

装帧设计: 黎花莉

责任印制: 杨 程

印刷装订: 北京盛彩捷印刷有限公司

读者服务: 蔡爱霞

海南出版社 出版发行

地址: 海口市金盘开发区建设三横路 2 号

邮编: 570216

电话: 0898-66830929

E-mail: hnbook@263.net

经销: 全国新华书店经销

出版日期: 2016 年 5 月第 1 版 2016 年 5 月第 1 次印刷

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 15.75

字 数: 110 千

书 号: ISBN 978-7-5443-6476-8

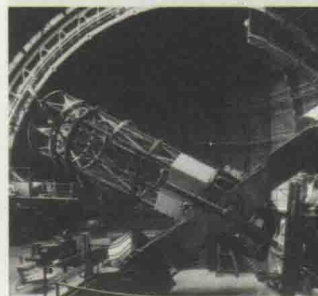
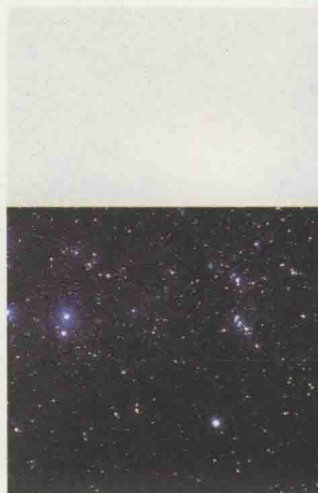
定 价: 49.80 元

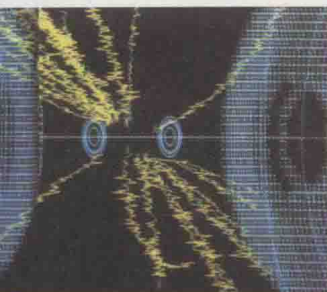
【版权所有 请勿翻印、转载, 违者必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

目 录

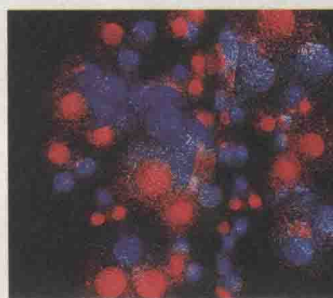
序 关于宇宙的故事 蒋世仰	1
前言 一起分享宇宙的奥秘 霍金	3
导言 寻舟出航	5
 第一章 太阳、天空和灵感	 13
乌龟致使前路迷茫	15
日以继夜	17
立竿见影	18
球形的和谐	21
在轨道中嵌套着轨道	24
长梯第一阶	27
 第二章 为难的教会	 29
哥白尼的革命	30
思索者与信息收集者	31
伽利略的异端邪说	34
牛顿的不可抵抗之力	42
 第三章 宇宙之光	 49
昂首星空	50
彩虹中的全部色彩	51
多普勒效应	54
定位星系	60
膨胀中的宇宙	64
 第四章 原初时刻	 69
一切都是相对的	70
陷入时空	72
爱因斯坦的一次画蛇添足	75
恒星的生与死	78





第五章 遗迹、奇点和纹波	85
大爆炸理论成熟了	86
来自宇宙的干扰	87
坠入洞中	89
宇宙中的纹波	91
第六章 原子的故事	101
大大小小的万事万物	102
是巫师还是科学家	103
称量元素	105
门捷列夫洗纸牌	107
温暖的蓝光	110
第七章 创造一切的能量	117
因近于炼金术而不安	118
解析原子	120
加速粒子	122
回到爱因斯坦	126
云雾室中的径迹	127
寻找反物质	129
模拟大爆炸	130
迄今为止的故事	134
第八章 黑暗中的求索	137
不可见的巨大晕轮	138
搜寻MACHO的人们	141
宇宙的最终归宿	146
第九章 探奇之旅	151
垂钓中微子	152
中微子质量之谜	155
寻找WIMPs	159
第十章 地外智慧生命和类星体的困惑	165
监听来自宇宙深处的信号	166

类星体的奥秘	167
类星体和黑洞	169
原子弹小组	173
接近黑洞	175
第十一章 寻找黑洞	181
突发奇想	182
黑洞中心之旅	184
相信不可能的事	188
为黑洞打赌	191
比小说更为离奇	194
第十二章 从无到有	199
小爆炸和观测极限	200
用搭积木的方式来构筑理论	203
微小真空	204
吹起气泡	207
无中生有	209
第十三章 一切系于弦上	213
适者生存	214
大统一理论	215
弦上的夸克	217
第十一维	218
M理论	220
普朗克探测器计划	221
第十四章 霍金的宇宙	227
量子引力论和虚时间	228
一个无边界的宇宙	231
我们现在待在哪里	232
洞悉上帝的心灵	234
译后记	238



序

关于宇宙的故事

《霍金的宇宙》是一本不可多得的有关现代物理和天文学发展历史和前沿的科普读物。作者的笔调深入浅出，用讲故事等形式介绍了这两门重要学科的发生、发展和当今的研究前沿。书中没有一般教科书中那些令读者容易糊涂进而困倦不堪的符号和公式，但物理原理和自然真相却被介绍得非常清楚。因此凡是具有高中文化水平的读者均可在阅读故事的过程中了解现代科学发展的过程和规律，并进入到当今物理学和宇宙学的前沿阵地。对于人们阅读当代科技新闻和了解科学家们究竟在做些什么和这样做的可能结果与意义将大有裨益，同时可以清楚地看到科学与宗教的差异，还能由此洞察科学与迷信之间的截然不同，并自觉地选择科学而远离迷信。由于中译本的译文语言浅显生动，具有初中文化程度的人们也可以读懂其中大部分内容而充分受益。

该书作者是西方科普作家，他不仅推崇数学的威力和美妙，更处处引证实际观测结果作为理论可信的基本条件。这一点可说是近代科学发展的基本路线和基石。

由于作者并非专业天文学家，书中极个别说法须加以修正或说明。比如现代恒星演化理论认为小质量恒星的演化一般不能达到合成铁元素的地步，而是依质量由小到大在某一阶段上停止氢燃烧、氦燃烧等逐渐向重元素递进并终结于白矮星等。它们的核心实际上是密度远远大于铁的简并粒子组合物，在最后冷却时也不会成为铁疙瘩。对于大质量恒星，它们核燃烧的最后产物是铁，但是也不会留下一个铁疙瘩，而是要发生超新星爆炸并最终塌缩成中子星或黑洞。至于比铁更重的元素的合成就必须经由别的途径了。另外要注意的是，现代物理学中的“真空”概念并非意味着绝对的“无”，那里是能量的世界。能量可分为引力能和动能，二者的符号相反因而可以相互抵消而使得系统的总能量为零。



多宇宙问题实际上只能是一个哲学问题，因为对于其他的宇宙我们是无法进行观测的，因此也就无法以自然科学的研究方法来判断它们是否真实。而我们的这个小宇宙要服从人择原理，所以有了我们现在看到的情况（也就是说只有我们现在看到的这种宇宙才能允许发展出会思考的人类）。我们人类的存在是宇宙十分短暂的一瞬间，但是我们在发展中认识了自然，也认识了自己。这是阅读本书时应当记住的一个线索。

蒋世仰

中国科学院北京天文台博士生导师

前言

一起分享宇宙的奥秘

1994年戴维·费尔津向我建议，按照我的著作《时间简史》的思路，制作一部电视系列片。我从这一想法中受到了鼓舞。实际上，已经有了与这本书同名的一部电影。可是，虽然这部电影也很不错，但其中含有过多的人物传记材料，而且在记述科学和历史的背景方面不可能与系列电视片相比。我希望有尽可能多的人能与我分享在面对人类正在做出的发现而产生的那种惊奇和激动的心情。自从人类放弃游牧狩猎而定居下来从事农耕，至今不过区区几千年。在这之后，人类才有了文字这种书面语言，也才有了对人类生活于其中的这个宇宙认识的记录，并将其一代又一代地传下去。但人类进步的速度并不是均匀的。虽然人类对宇宙的基本认识可以追溯到古希腊，但一直到15世纪末以前，这种认识只有很少的进展，有时甚至有倒退。可是从那以后，人类的认识又开始前进了，而且前进的速度越来越快，特别是在20世纪中。我们发现了新的力和这些力所遵从的规律。我们也发现宇宙并非只是一个各种事件发生的环境，其自身也处在不停的运动和进化之中。我们的一个最重要的发现是，宇宙并不是自古以来就永恒地存在着的，它被确认为诞生于大约150亿年前的一次大爆炸。然而我们却不知道宇宙将来是否会终结于一次大坍塌，但我们至少可以肯定在未来150亿年以内不会出现这种结局。为了能够理解宇宙的诞生过程和未来可能的归宿，必须把爱因斯坦的广义相对论与量子力学中的测不准原理统一起来。我们的努力正在取得引人注目的进展，但是大自然实在微妙而精深，它会不断地使我们感到始料不及惊讶不已和目瞪口呆。求得一个大统一理论的终极目标也许就近在咫尺，但也许它恰恰已经超越了我们所能理解和把握的范畴。

寻舟出航

这里不是一个我们经常聚会的地方。牛津大学橄榄球队的八名队员，其中包括我自己，正紧张地坐在学校的这只虽然有些旧但是仍然漂亮的赛艇上，等待着参加我们的第一次划船比赛。这支队伍是一个不同类型学生的奇怪组合，唯一相同之处是每个队员都身穿蓝色加金色的运动衫。不知什么原因使我们幻想着，必定有人会帮助我们成为一支大获全胜的金牌队。

我忽然发现了和我们在一起的另一个人。他的个子矮一些，没有穿和我们一样的橄榄球运动衫，戴一副深色的牛角框眼镜再加一顶干净的麦秸编的草帽。

“那是谁？”我问我旁边的人。

“霍金，斯蒂芬·霍金。他是我们的舵手。”

“有点像个花花公子，”有人壮着胆子说，“不过他聪明绝顶。物理系二年级学生。”

我模糊地记得好像在学校饭厅里吃晚饭时见到过他走过大厅，并听到过他的声音。但除此之外对他毫无了解。此时斯蒂芬·霍金坐在船的一头，我坐在船的另一头，并没有说话的机会。

在正式比赛之前我们训练过三次，训练中必须学会很多东西。我忘记了当时的教练是谁，可这不重要，只记得他教我们非常卖力。可是我觉得教练和我们八个人都明白我们这个队不比别人占有优势，可我们当中只有斯蒂芬·霍金信心十足。他在掌舵时大声喊叫着鼓励我们，不让我们放弃任何努力，在比赛的第一天他使我们相信了我们这个队还是大有希望的。

在河道的狭窄处，没有足够的宽度让参加比赛的船并肩前进。所以比赛是“追撞”比赛。每一只船都努力追赶前面的船，同时又被后面的船追赶。后面船上担当舵手的人要敏捷地引导所在的船撞一下前面的船，然后两只船就同时靠向河边退出比赛。

第二天在比赛的起始点两只船就交换一下位置，所以在四天比赛中一只表现出色的船就可以晋阶四强。

在比赛的出发点上，我们占有从去年学校的橄榄球八人队那里继承下来的相当靠后的位置。在发令员的枪响以后，斯蒂芬·霍金指挥我们以极快的速度出发，这使得后面的船不能追上我们并与我们相撞。但我们并没有急于追上在我们前面的船，这只船赶上并撞击了在它前面的船。斯蒂芬巧妙地掌舵，避免我们被后面的船所“袭击”。突然，后面的船停了下来。原来它被在



- 1962年，牛津大学八名橄榄球队员组成的划船队。左二是戴维·费尔津。右一是斯蒂芬·霍金，他是这只船的舵手，身着与众不同的船员用帽子和醒目的上衣。

它后面的船撞上了。

斯蒂芬开始暗示我们看到了胜利的曙光。他知道我们周围没有别的船，因此可以免于被袭击了。我们中的其他人也都意识到，看来我们可以也必须划完全程了。由于前面还有很长的距离，我们自然地开始稍微地歇一歇。但斯蒂芬却一点也没有放松，他指挥我们继续全速前进，直到我们一个个都筋疲力尽地到达终点为止。这使得我们第二天在河上的同一位置继续这场比赛，而且重复前一天的整个赛程。

可是我们很快就“学乖”了。在后来的三天里，为了避免再次划完全程之苦，我们故意让我们的船早早地被别的船撞上。

但是想到斯蒂芬为我们的目标所做出的努力，我记得我为此模模糊糊地感到有些内疚，可我的负疚感后来在校园生活中很快地又消失了。同样的感觉变化也发生在我与斯蒂芬的接触中。但我难以忘却那在草帽和眼镜之下的年轻人的坚毅的性格及在比赛中的信念。

后来我没有再遇到斯蒂芬。我以实习生的身份到了BBC（英国广播公司）工作，埋头于电视节目的制作，那时我只知道斯蒂芬去了剑桥攻读理论物理博士学位。我开始不时听到关于他的各种消息，包括后来我获悉斯蒂芬得了遗传病。他可能知道这种病会导致他失去对全身肌肉的控制，这是一种可怕的预后（根据症状对病症的经过和结果所作的预测），对任何人来说都难以接受。但是斯蒂芬的必胜信念和无比坚强的意志会帮助他无畏地承受这突如其来的打击。我已经听说，斯蒂芬说他的疾病在某种意义上成了他的一种动力，使得他认真考虑在一生中还能做些什么。斯蒂芬意识到，疾病给他带来的挑战与其说是身体上的，不如说是心理上的。

很多人都熟悉斯蒂芬与疾病做斗争的不同寻常的故事。他不得不在轮椅上生活，气管被切开而且失音。但是他仍然保持着敏捷的思维。借助固定在轮椅上的计算机和一部语音合成器，他的研究工作在继续进行。依靠手指在一个压力垫上的轻微运动，斯蒂芬可以移动计算机屏幕上的鼠标，从一个专门的数据库中来选择单个词语甚至整个句子；如果需要的话，他也能拼写出一个个单词。这样，斯蒂芬能在计算机上写出从妙趣横生的笑话到讲义，甚至整本的书。如果他想说话，他就启动他的语音合成器来宣布他都写了些什么。

你也许会设想这可能会导致某种缺乏个性的谈话。事实上，斯蒂芬已经非常聪明地学会了怎样通过没有情感的计算机来充分地表达自己。为了节省时间，他喜欢使用简单而切题的句子。这种简单的句子在最初也许会给人以不耐烦或心不在焉的感觉；可是很快地，跟随着充满魅力的语汇和优雅的陈述，你就会意识到这其实是一种迅速表达出中心论点的高效率的敏捷才思。特别是他具有敏锐的幽默感。我记得有一次在美国麻省理工学院，斯蒂芬被介绍给一群颇有身份的听众。院长首先热情地介绍了斯蒂芬的科学成就，然后斯蒂芬灵活地操纵着轮椅进来了，全体听众起立并长时间地鼓掌欢迎。当掌声最终停下来后，是一片含蓄的寂静，听众们在等待斯蒂芬的不同寻常的致辞。斯蒂芬非常精确地掌握着节奏，打开了他的美国制造的语音合成器，只用了短短的不到 10 个单词，他就赢得了这群有着不寻常智慧的听众的心：“上午好！”斯蒂芬说，“我希望你们喜欢我的美国口音”。

他的坚毅性格会使人很快忘记他身体的残疾而顿生赞赏之情，他的学术成就使得他成为著名的科学家而相形之下他身体的残疾却变得暗淡失色。作为剑桥大学的卢卡斯讲座的数学教授，他和他的前任们有着同样的出类拔萃和光辉夺目的智慧与心灵。

这些前任中有本书将要提到的，并且在几乎任何一本涉及物理学史和宇宙学史的书中都要提到的伊萨克·牛顿和保罗·狄拉克。像他们一样，斯蒂芬在科学上的贡献已使他在科学史上占有一席之地。斯蒂芬不像一些人那样，虽然做出了杰出的科学成就，但其成就却遗憾地不为一般公众所理解。斯蒂芬决心要使更多的人懂得宇宙学。为了通俗易懂，他在写《时间简史》时，决心不使用通常被认为对宇宙学研究是最重要的数学语言。在《时间简史》的序言中霍金解释说，有人曾经半开玩笑地警告他，在他的书中，他每引用一次数学方程，他就要失去读者人群的一半。所以在这本书中他只允许

自己引用一个数学方程(爱因斯坦的 $E=mc^2$)。即使如此霍金也流露出了他的担心,他不无幽默地说,看来这已经使书的销量减少了 50%。

实际上霍金的担心是多余的,《时间简史》取得了极大的成功。在许多年中,《时间简史》一直是全球范围的畅销书。已经有了两三部关于《时间简史》作者霍金的电视片,但其中却没有一部能够很好地驾驭有关的科学内容。作为 BBC 电视台的科学和专栏节目负责人,我当时在策划一个新的专题。为此,我决定在牛津一别 30 年后再次会见斯蒂芬·霍金。

走进斯蒂芬·霍金所在的系那座朴实无华的建筑物,我的心情有些惴惴不安。不管怎么说,上次我见到他时他还是完全健康的,我感到难以预见会有什么情况发生。可是事实证明我的担心是多余的。当我坐在他的身边、看着他说些什么就把什么用手通过键盘输入计算机时,很快就得以放松下来。任何两个正常人的谈话,都要比等待语音合成器来“说”出他输入到计算机中的内容快得多。有时在他输入完一句话中的全部单词之前,我就能猜出他要说的的大致意思;在我感觉到我们在某一问题上出现共识时,禁不住要打断他正在做的而马上表达出来。斯蒂芬对我的有些性急的举动泰然处之,然而他也确有妙招使我这种本能的冲动归于平静。当他想输入完一个句子而避免被我中途打断时,他就启动语音合成器果断地发出一声“是的”,这一招还真的收到了奇妙的效果。



- 斯蒂芬·霍金当选为剑桥大学冈维尔卢卡斯学院的研究员。安装在他的轮椅前部的是他用过的一种型号的语音合成器。



在这次访谈结束时斯蒂芬表示，他对再制作诸如“在一个残疾的身体中隐藏着一个才华横溢的头脑”这类内容的电视片毫无兴趣，而只关心电视片是否以科学内容为主题。我告诉他我同意他的观点，并且说我认为要一步步地清晰地揭示出宇宙的奥秘，可能需要多达六集电视纪录片。那么节目又该怎样分集和表达呢？我倾向于使用一个类似《爱丽丝漫游奇境》中的主人公式的人物，让她作为一个天真又无知的小学生，在旅行中向一个又一个的宇宙学权威提出所有重大的基本问题。斯蒂芬对我的这个想法有些不以为然。他倾向于使用例如伽利略这样的历史人物作为主要的提问者。他的根据是，伽利略对宇宙的认识，多少类似于今天一般公众对宇宙的认识。电视片可以让伽利略作为外行观众的代表对现代观点进行检验。我和斯蒂芬达成了共识，我去写六集连续电视纪录片的脚本，然后再由斯蒂芬过目。

我很快地就埋头于这项工作中。给斯蒂芬写纪录片脚本，要比在BBC的繁杂的人际关系中做出某些困难的管理方面的决断令人心情愉悦得多。过了不久我就意识到，我实际上是很想摆脱原来的管理工作岗位而回归于创作工作。我绝不打算把这项有新鲜创意的工作交给别人，这是我真正自己想做的这种事情。

试着去回答那些貌似简单而实际上涉及广泛又极具基础性的问题，这件事有很强的诱惑力。诸如“为什么我们会待在这里？”“宇宙的本质是什么？”“万事万物是怎样开始的？”“宇宙将怎样结束？”等等都是最基本的问题。在给出一个问题的答案时经常又会引出一系列新的问题。而且就算是不超越人们的理解能力，答案也往往令人目瞪口呆。还有就是答案有时不仅不能解决问题，反而使问题更复杂了。比如要理解黑洞和时间翘曲就必须先懂得引力理论和量子力学，而后二者解释起来恰恰是同样困难的。这有点像剥一个洋葱头。每当你揭下了一层，你就必须接着面对更下面的层次。这种一层层可揭下去的结构似乎是无穷无尽的。

我终于理解了这一点。我不得不从“洋葱”的中间部分开始一层层“揭”起，而不是从它的最外层开始。假如你对宇宙完全一无所知，那么你是否还会想揭示宇宙的奥秘呢？我们的全部知识必须是从某一点上开始，然后一步步地发展起来，进入到今天的在很大程度上数学化了的宇宙学研究。假如像我本人一样的门外汉也可以一步步地重复这一发展进程的话，那么可以肯定其中每一步都已经被阐述得清清楚楚。

沿着上述的思路越来越多地审视我的对象，我发觉我对事情就看得越来越透彻。现在我知道我必须做些什么了。当斯蒂芬赞同、BBC 也同意我提前退休来集中精力撰写纪录片脚本和本书时，一切必需的条件都就位了。我们有了一个计划，有了一只即将出航的船，斯蒂芬将再一次为它掌舵导航。我将作为一个完全的初学者再次搏击水上。但这一次我下决心一定坚持到航程的终点，不管这次的赛程有多么漫长和困难重重。