

约翰·格里宾 著  
卢炬甫 译

当代科  
普名著系列

# 大爆炸探秘

——量子物理与宇宙学

哲人石  
丛书

上海科技教育出版社

**In Search of the Big Bang:  
Quantum Physics and Cosmology**

by

John Gribbin

Copyright © 1986 by John and Mary Gribbin

Chinese translation copyright © 2000 by

Shanghai Scientific & Technological Education Publishing House

Published by arrangement with David Higham Associates Ltd.,

Through Arts & Licensing International, Inc., USA

ALL RIGHTS RESERVED.

上海科技教育出版社业经 Arts & Licensing International, Inc., USA

协助取得本书中文简体字版版权

责任编辑 卞毓麟 匡志强 装帧设计 汤世梁

哲人石丛书

**大爆炸探秘**

——量子物理与宇宙学

约翰·格里宾 著

卢炬甫 译

---

上海科技教育出版社出版发行

(上海冠生园路393号 邮政编码200233)

各地新华书店经销 常熟市印刷八厂印刷

ISBN 7-5428-2267-5/N·345

图字 09-1998-125号

---

开本 850×1168 1/32 印张 12.125 插页 2 字数 290 000

2000年7月第1版 2000年7月第1次印刷

印数 1-5 000 定价:25.00元

## 内 容 提 要

茫茫宇宙始终是人类赞叹和歌咏的对象。可是,宇宙从何而来?它是否永远如此?千百年来,人们总是把这些问题留给宗教和哲学,不是归功于上帝的“第一推动”,就是将其当作形而上学者苦思冥想的话题。然而今天,科学家们正在努力构建一幅宇宙诞生与演化的生动图象:宇宙起源于100多亿年前的一个“原始火球”,或曰“大爆炸”,在经过极其猛烈的暴胀之后,不断膨胀和演化,直到形成现在这个丰富多彩的大千世界。

从托勒玫、哥白尼、赫歇尔到哈勃,无数天文学家的不懈努力使我们的目光从地球扩展到太阳系、银河系、河外星系,乃至我们生存于其中的整个宇宙。本书不仅将带您领略这一激动人心的科学历程,其笔触更深入到现代物理学的最前沿,生动地描述20世纪物理学的两大奇葩——由爱因斯坦创立的广义相对论和由普朗克、玻尔、海森伯等人奠基的量子物理学,如何在20世纪后半叶汇聚于宇宙学研究之中,并最终为我们初步揭开了宇宙的创世之谜。

本书追踪了大爆炸理论的来龙去脉,不但向您展示了现代宇宙学的巨大成就,更让您身临其境地接触那些伟大的科学先驱者们,正是站在他们肩上,我们才有可能看得如此真切、如此深远。

## 作者简介

约翰·格里宾，英国著名科学读物专业作家，萨塞克斯大学天文学访问学者。他毕业于剑桥大学，获天体物理学博士学位。曾先后在《自然》杂志和《新科学家》周刊任职。1974年他以其关于气候变迁的作品获得了英国最佳科学著作奖。

约翰·格里宾著有50多部科普和科幻作品，其中的科学三部曲《薛定谔之猫探秘》、《双螺旋探秘》和《大爆炸探秘》尤为脍炙人口。此外，他还与妻子合著了一系列著名科学家的传记，而反映“科学顽童”费恩曼科学生涯的《迷人的科学风采——费恩曼传》(中译本于1999年由上海科技教育出版社出版)更是广受好评。

应当相信的是观测而不是理论，理论之可信也只是在被观测所证实的限度内。

——亚里士多德

我看到的越多，我看到有待去看的也越多。

——约翰·塞巴斯蒂安

## 致 谢

本书的根源要回溯到很久以前,回到20世纪50年代初我开始对科学产生兴趣的时候。我不太想得起来是哪位作者最早带我进入宇宙的奥秘和奇迹,但我知道此人如果不是阿西莫夫(Isaac Asimov),就一定是伽莫夫(George Gamow),因为我很早就开始读他们的书,我简直不能想象会没有他们。而且不仅是科学吸引了我,宇宙的起源之谜更是从一开始就令我沉醉。由于伽莫夫和他杜撰的“汤普金斯先生”,我开始知道了宇宙起源的大爆炸模型。虽然后来我接触了稳恒态假说,但大爆炸的思想——存在一个产生宇宙的确切时刻的思想——始终占据了我的心灵。我从未想过将来会不去研究这些深奥的难题,或者写些关于它们的书。实际上,直到1966年,我都一直没有认识到,要做一名天文学家,更不用说一名宇宙学家,并不是件谁都能做的工作,更别说是我了。此后,正当我在萨塞克斯大学参加最后的大学考试时,我发现麦克雷(Bill McCrea,现在是麦克雷爵士)将在校园里建一个天文学研究中心。

这个发现改变了我的生活。首先使我立即将读粒子物理研究生的计划改变为在麦克雷的小组读天文学硕士。后来我到了剑桥,成为另一个新的天文学小组——霍伊尔(Fred Hoyle,现在是霍伊尔爵士)那时的理论天文学研究所——非常低级的最初成

员。由于某些原因,我并没有非常投入,却转而把对极致密恒星(白矮星、中子星、脉冲星和 X 射线源)的研究作为我的学位论文,而基本上没有做过什么宇宙学方面真正的工作。但在剑桥我见到了霍伊尔本人,纳里卡(Jayant Narlikar),里斯(Martin Rees),伯比奇夫妇(Geoffrey & Margaret Burbidge),霍金(Stephen Hawking),福勒(William Fowler)和其他著名天文学家,他们都专注于实实在在的宇宙学重要问题的研究。从他们那儿我知道了这个层次的研究是什么样的,还知道我本人根本没有指望取得什么值得一提的成就。于是我成了一名作家,不单是报道宇宙学和天文学方面的最新进展,而是关于整个科学,不断保持与最新进展的接触,即使我本人并未置身其中。

当天文学在 20 世纪 80 年代产生巨大飞跃的时候,它是来自同粒子物理的联姻,而在 1966 年我曾轻率地放弃了这方面的工作。在最初竭力应付那些看起来出现得如此之快以至于我都来不及写下它们的新进展之后,我很幸运地抓住了一个机会,以旁观者的身份参加一个 1983 年 11 月在日内瓦召开的由欧洲南天天文台(ESO)和欧洲核子研究中心(CERN)共同组织的会议。在那儿来自粒子物理学和宇宙学方面的参加者们讨论了其中的联系。正是那次会议,以及对自己能了解那儿所发生的绝大多数事情的自信,使我确信自己能写这本书。按照这次会议,我能够理清我的思路,并在同 CERN 的纳洛普罗斯(Dimitri Nanopoulos)及暴胀假说的两位建立者麻省理工学院的古思(Alan Guth)和莫斯科的林德

(Andrei Linde)通信后,加深了我对暴胀这一大爆炸宇宙学现代版本的关键性新思想的理解。

我于1985年夏写下这些话的时候,看起来科学已经获得了一个(至少是在概貌上)完整的理解,知道我们所知的宇宙如何产生和它如何通过大爆炸从一粒小种子成长为我们所见的如此广漠。剑桥大学的里斯已经清楚地说明了这项新工作的重要性。他在1983年11月的那次日内瓦会议上评述说,当被问到大爆炸是不是对我们生活于其中的宇宙的一个好的模拟时,他过去总是说:“这是我们已经得到的最佳理论。”这确实是十分谨慎的认可。但现在,他在日内瓦说,如果现在被问及同样的问题,他会回答说:“大爆炸模型更有可能被证明是对的,而不是错的。”里斯是宇宙学家中最为谨慎者之一,他从不轻易下结论,他的话是对大爆炸的强烈支持,也给了我足够的理由来写这本书。

我能了解这些新思想背后的物理,这要归功于我学生时代和在萨塞克斯及剑桥时的老师们的技巧。能够生活在这些奥秘被揭开的时代,能够了解它们如何被揭开,是我所能想象的一种最大的幸运。也许会有新的奥秘来扰乱目前的这幅图象,而完全了解创世时刻也可能被证明只是一个梦幻。但今天的图象已足够完备,我希望通过本书与您分享对其完备性的惊叹,和在发现宇宙膨胀因而必须存在一个创世时刻后的60年对一个成功的创世理论的探索。

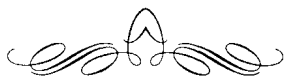
如果我最终成功地吸引了您的注意力,这主要是由于故事本身是如此迷人,只有一个拙劣的讲述



者才会令它毫无生气。我要感谢阿西莫夫和伽莫夫,他们向我讲述了这个传奇的早期版本;感谢麦克雷,他出现于萨塞克斯大学的校园里,向我展现了宇宙学家也是活生生的人,而我也能和他們一同工作;感谢霍伊尔,他建立了一个研究所,使我有机会接触一流的宇宙学家们;感谢 CERN 邀请我参加第一次 ESO/CERN 讨论会,同时也感谢《新科学家》派我去报道那次会议。在本书写作过程中,我得到了来自古思、林德、纳洛普罗斯、剑桥的里斯以及孟买塔塔研究所的纳里卡的直接帮助。麦克雷在我忙碌的生活中抽空阅读本书草稿的头两部分并纠正了我的一些历史误解,牛津大学的克洛斯(Frank Close)对有关粒子物理学的章节也作了同样的努力,而里斯指出了我对宇宙学不够了解的地方。但无疑仍会有遗留的错误。这完全是我的责任。如果您发现了,请让我知道,我会尽力在以后的版本中纠正。但我希望这些错误很少、很小,不会妨碍您欣赏这个探索宇宙最终真相和宇宙自身起源的故事。

约翰·格里宾

1985年6月



哲人石丛书

立足当代科学前沿

彰显当代科技名家

介绍当代科学思潮

激扬科技创新精神

---

策划

潘涛 卞毓麟

## 图书在版编目(CIP)数据

大爆炸探秘:量子物理与宇宙学/(英)格里宾(Gribbin, J.)  
著;卢炬甫译.—上海:上海科技教育出版社,2000.7

(哲人石丛书·当代科普名著系列)

书名原文:In Search of the Big Bang: Quantum Physics and  
Cosmology

ISBN 7-5428-2267-5

I.大…

II.①格… ②卢…

III.①量子力学-普及读物 ②宇宙学-普及读物

IV.①O413.1 ②P15

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 23964 号

# 目 录

序 幕  
玄奥的宇宙  
1

第一篇  
爱因斯坦的宇宙  
7

第一章  
星云世界  
9

第二章  
天有多高  
23

第三章  
膨胀着的宇宙  
57

插曲一  
哲学家的宇宙  
89

第二篇  
大爆炸

111

第四章  
宇宙蛋

113

第五章  
宇宙的两把钥匙

145

第六章  
标准模型

175

插曲二  
量子物理学

191

第三篇  
大爆炸之前

221

第七章  
粒子和场

223

第八章  
寻找超力

257

第九章  
极早期宇宙

293

第十章  
创世时刻

323

注 释

345

参考文献

367

## 序 幕

# 玄奥的宇宙

人们总想知道关于创世的奥秘。我们今天所称的宇宙是怎么来的？为什么它能存在？我们又怎么能在这里作此深思？这些问题在数千年中一直属于哲学和神学的领域。即使在四五个世纪前现代科学奠基之际，某些问题超出了科学的范围这一信念仍被普遍接受。例如，牛顿(Isaac Newton)力图解释存在于宇宙之中的物体的行为，却从不涉及宇宙本身的由来。然而今天，科学正在进入哲学的领地。现代物理学即量子物理学，正在回答诸如存在的本质、生命的本质，乃至整个宇宙的起源这样的终极问题。

是科学变成了哲学，还是哲学变成了科学？无论你怎么看待，可以肯定的是，这二者之间的界线已经变得模糊，变得远不如今天大多数科学家和哲学家自己所认为的那样实在。令人惊讶的是，今天被纳入物理学的这部分哲学，是哲学中最为幽深玄奥的，被称之为形而上学，其源可上溯到两千多年前的亚里士多德(Aristotle)的巨著。所以，尽管这本书是用现代天文学和物理学知识来讲述宇宙的起源，讲述宇宙如何诞生于原初火球即所谓大爆炸，看来还是有必要先回到亚里士多德，并对那些已被形而上学家们思索了许多个世纪的难题来一番浏览。

亚里士多德于公元前 384 年生于希腊北部的马其顿。他父亲是马其顿国王亚明塔斯三世(Amyntas III)[亚历山大大帝(Alexander the Great)的祖父]的宫廷医生。亚里士多德 40 岁

出头时曾应国王菲利普二世(Philip II)之聘担任少年王子亚历山大的教师。但是亚里士多德在今天的大名并非由于他在马其顿宫廷的地位。他的大量科学和哲学著作中,有两本与现代对宇宙本质的探索密切相关。一本是《物理学》,论述可见的世界。另一本是《形而上学》(字面的含义是“物理学之后”),探究潜藏的、支配可见世界的真实,即亚里士多德所称的“本原”。

按照现代的划分,这两本大作都属于哲学著作,但是亚里士多德所试图作出的区分,即我们所见的或者说可用科学仪器来测量的世界与潜在的真实之间的区分,是非常重要的,它直指现代物理学的核心。在亚里士多德的继承者中对“本原”的研究被称为形而上学,它在许多个世纪里被哲学家看作是最基础的学科,因为它所探求的是对真实的整体性、综合性认识。

这似乎使人觉得难以把形而上学家看作是典型的哲学家,因为后者往往更致力于对事物的精细分析,而不是对世界本质的探究。有些形而上学家甚至怀疑一棵树或一间房子在没人看它时是否还真实存在,这在我们这些凡夫俗子看来简直是太可笑了。但可笑的是我们,因为,最实际和最客观的科学——物理学,在20世纪的发现已经不可抗拒地导致这样的结论,即在亚原子粒子诸如电子和质子的层次上,物体在未被观测时的确并不“真实”存在。

这种对真实的终极本质的关注是形而上学的三大根源之一。形而上学家想要知道的,正是我们感官提供的关于真实世界的图象是否准确。我们的感官对从外部世界接受的印象产生反应,我们的大脑解释这些感官印象并指出(比方说)在花园里有一棵树。但是我们的大脑能直接知道的仅仅是感官印象,而我们对树的“知道”则是第二手的,是经过感官过滤而



进入大脑的。那么,哪个更真实——是感官印象还是树?我不准备在这里从传统哲学上详述这个问题,我要强调的是,上述讨论与20世纪20年代以来物理学家关于由实验探测的亚原子粒子世界真实性的讨论惊人地相似。从来没有人看见过电子或是原子。我们推断存在着我们称为电子或原子的东西,是因为一旦我们做某些实验,就能得出与电子和原子的存在相符的结果。但是我们确切“知道”的只是对仪表读数或荧屏上闪烁光点的感官印象,而从来不是对我们自信正在研究的粒子的直接感觉。著名的物理学家马赫(Ernst Mach,他的贡献之一是用于衡量飞行器速度的物理量马赫数)于1883年在他的《力学》一书中曾这样概括:“原子是不可能被我们的感官觉察的,它们像所有物质一样只是思想的产物……只是一个便利于事实在思想上再生的数学模型。”

50年后,另一位大物理学家爱丁顿(Arthur Eddington)爵士在他的《物理世界的本质》一书中也考虑了由科学仪器所报告的现实之本质这个问题。他指出,一张桌子对我们的感官表现为一样实实在在的物件,但是按照我们所钟爱的物理定律,那些探测物质结构的实验结果只能表明那桌子几乎是真空,它实际上是由许多很小的原子组成,而原子之间隔着比它们自身大得多的真空。阿尔伯特大厅中央的一粒沙,还不如那桌子中的一个原子那样孤独。那把原子束缚在一起组成桌子的看不见的电磁力倒真是“实实在在”的。感官印象中的桌子,比起由科学研究所知的组成桌子的原子来,是更真实还是更不真实呢?所有这些已经够令人困惑的了,然而更糟糕的还在后头。

当物理学家试图探测电子和组成原子的其他粒子的精确性质时,他们发现那“真实”粒子的概念溜掉了。为了解释电子、质子和其他粒子的行为,他们不得不在20世纪20年代发