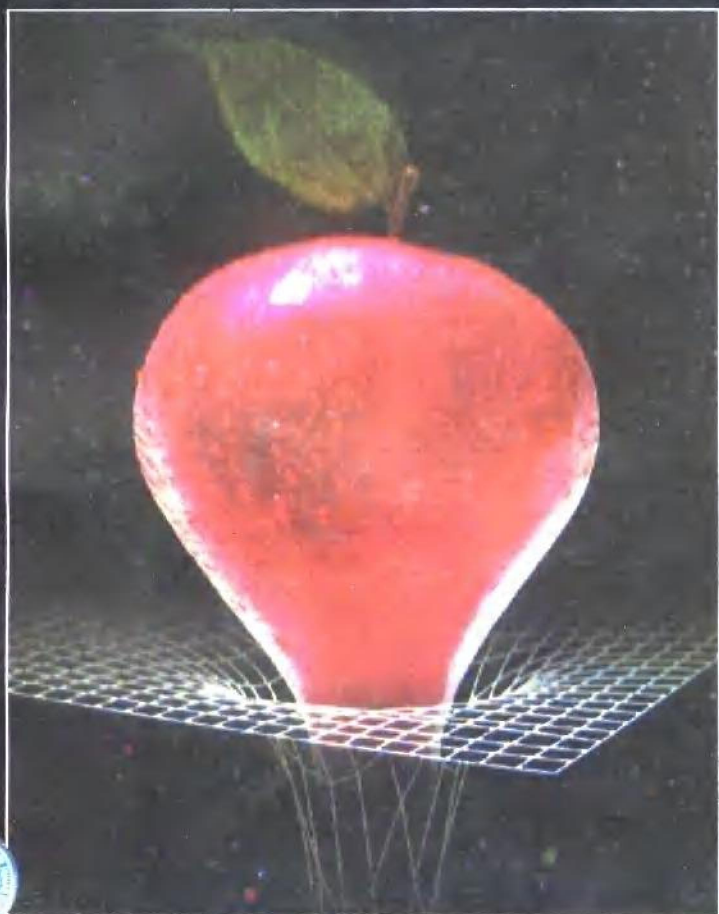


■ 第一推动丛书 ■

时空本性



■ [英] 史蒂芬·霍金 罗杰·彭罗斯 著
■ 杜欣欣 吴忠超 译

【英】史蒂芬·霍金 罗杰·彭罗斯 著 吴忠超 译

湖南科学技术出版社

时空本性

●《第一推动丛书》第二辑●《第一推动丛书》第二辑●

The Nature of Space and Time

©本书由美国普林斯顿大学出版社授权湖南科学技术出版社在中国大陆独家出版和发行。

Copyright © 1996 by Princeton University Press Published by arrangement with Princeton University Press through Bardon—Chinese Media Agency.

All Rights Reserved

本书根据 Princeton University Press 1996 年版译出。

《第一推动丛书》第二辑

时空本性

著者: [英] 史蒂芬·霍金 罗杰·彭罗斯

译者: 杜欣欣 吴忠超

《第一推动丛书》策划: 李永平

责任编辑: 李永平 吴 炜

出版发行: 湖南科学技术出版社

社址: 长沙市展览馆路 11 号

印刷: 湖南省新华印刷三厂

厂址: 长沙市韶山路 158 号

邮编: 410004

(印装质量问题请直接与本厂联系)

经销: 湖南省新华书店

出版日期: 1997 年 7 月

开本: 850mm × 1168mm 1/32

印张: 4.75

插页: 4

字数: 109,000

印数: 30,251—40,350

ISBN 7—5357—2094—3 / N · 37

定价: 9.00 元

(版权所有·翻印必究)

本书封面贴有湖南科学技术出版社
激光防伪标志, 请辨明真伪。

The Nature of Space and Time

Stephen Hawking and Roger Penrose

PRINCETON UNIVERSITY PRESS
PRINCETON, NEW JERSEY

总 序

科学，特别是自然科学，最重要的目标之一，就是追寻科学本身的原动力，或曰追寻其第一推动。同时，科学的这种追求精神本身，又成为社会发展和人类进步的一种最基本的推动。

科学总是寻求发现和了解客观世界的新现象，研究和掌握新规律，总是在不懈地追求真理。科学是认真的、严谨的、实事求是的，同时，科学又是创造的。科学的最基本态度之一就是疑问，科学的最基本精神之一就是批判。

的确，科学活动，特别是自然科学活动，比较起其他的人类活动来，其最基本的特征就是不断进步。哪怕在其他方面倒退的时候，科学却总是进步着，即使是缓

慢而艰难的进步，这表明，自然科学活动中包含着人类的最进步因素。

正是在这个意义上，科学堪称为人类进步的“第一推动”。

科学教育，特别是自然科学的教育，是提高人们素质的重要因素，是现代教育的一个核心。科学教育不仅使人获得生活和工作所需的知识和技能，更重要的是使人获得科学思想、科学精神、科学态度以及科学方法的熏陶和培养，使人获得非生物本能的智慧，获得非与生俱来的灵魂。可以这样说，没有科学的“教育”，只是培养信仰，而不是教育。没有受过科学教育的人，只能称为受过训练，而非受过教育。

正是在这个意义上，科学堪称为使人进化为现代人的“第一推动”。

近百年来，无数仁人智士意识到，强国富民再造中国离不开科学技术，他们为摆脱愚昧与无知作了艰苦卓绝的奋斗，中国的科学先贤们代代相传，不遗余力地为中国的进步献身于科学启蒙运动，以图完成国人的强国梦。然而应该说，这个目标远未达到。今日的中国需要新的科学启蒙，需要现代科学教育。只有全社会的人具备较高的科学素质，以科学的精神和思想、科学的态度和方法作为探讨和解决各类问题的共同基础和出发点，社会才能更好地向前发展和进步。因此，中国的进步离不开科学，是毋庸置疑的。

正是在这个意义上，似乎可以说，科学已被公认是

中国进步所必不可少的推动。

然而，这并不意味着，科学的精神也同样地被公认和接受。虽然，科学已渗透到社会的各个领域和层面，科学的价值和地位也更高了。但是，毋庸讳言，在一定的范围内，或某些特定时候，人们只是承认“科学是有用的”，只停留在对科学所带来的后果的接受和承认，而不是对科学的原动力，科学的精神的接受和承认。此种现象的存在也是不能忽视的。

科学的精神之一，是它自身就是自身的“第一推动”。也就是说，科学活动在原则上是不隶属于服务于神学的，不隶属于服务于儒学的，科学活动在原则上也不隶属于服务于任何哲学。科学是超越宗教差别的，超越民族差别的，超越党派差别的，超越文化的地域差别的，科学是普适的、独立的、它自身就是自身的主宰。

湖南科学技术出版社精选了一批关于科学思想和科学精神的世界名著，请有关学者译成中文出版，其目的就是传播科学的精神，科学的思想，特别是自然科学的精神和思想，从而起到倡导科学精神，推动科技发展，对全民进行新的科学启蒙和科学教育的作用，为中国的进步作一点推动。丛书定名为《第一推动》，当然并非说其中每一册都是第一推动，但是可以肯定，蕴含在每一册中的科学的内容、观点、思想和精神，都会使你或多或少地更接近第一推动，或多或少地发现，自身如何成为自身的主宰。

《第一推动》丛书编委会

出版前言

爱因斯坦说过关于宇宙的最不可理解的事是它是可理解的。他是正确的吗？量子场论和爱因斯坦的广义相对论，这两种在整个物理学中最精确和成功的理论能被统一在单独的量子引力中吗？关于这个问题，世界上两位最著名的物理学家——史蒂芬·霍金(《时间简史》的作者)和罗杰·彭罗斯(《皇帝新脑》、《精神的影子(Shadows of Mind)》的作者)——持不同意见。在这部基于六次讲演和最后辩论的著作中，他们阐述了各自的立场。这些讲演是在剑桥大学的伊萨克·牛顿数学科学研究所进行的。

量子引力能够解释大爆炸的更早时刻以及像黑洞这样令人迷惑的物体的物理，那么，如何建立量子引力呢？为什么在我们的宇宙这一块，正像爱因斯坦所预言的，看不到量子效应？奇异的量子过程如何使黑洞蒸发，它们所吞没的所有信息到哪儿去了？时间为何往前进，而不往后退？

这两位对手在本书中触及所有这些问题。彭罗斯，正像爱因斯坦那样，拒绝把量子力学接受为最终理论。霍金的想法不同，他论断道，广义相对论不能简单地解释宇宙的开端。只有量子引力和无边界假设相结合才有望解释我们对宇宙的观测。和霍金的实证主义立场不同，彭罗斯采取了实在主义立场。他认为宇宙是开放的，并将永远膨胀。他论断道，按照光锥几何，时空的压缩和变形以及利用扭量理论，可以理解宇宙。读者在最后的辩论中可以看到，霍金和彭罗斯对寻求最终统一量子力学和相对论的意见如何不同以及在理解这种不可理解的东西方面，他们所进行的不同努力。

译者序

今年夏天，译者第三次应邀到梵蒂冈天文台访问。夜里和天文学家们一道观赏奇妙的宇宙天体，日间则遨游于抽象的时空理论之中。这本译作便是这个月的结果。

天文台位于罗马东南远郊的冈多佛堡，它俯瞰着一片翡翠般的火山湖，环湖逶迤的山岭间遍布森林、花园和别墅。此处之所以闻名于世，是因为它是教皇夏宫的所在地。天文台和它的望远镜耸立在夏宫的最高层，译者办公室的下一层即是教皇的卧室。礼拜日中午教皇主持的弥撒更使这个旅游和宗教胜地充满了来自世界各地的教徒。

此地对于本书另有一层历史渊源。1981年本书作

者之一霍金应教廷科学院之邀，在宇宙论会议上首次发表了无边界宇宙的思想。会议之后，教皇在冈多佛堡接见与会者。按照西方的传统，教徒在这个场合必须在教皇前行跪礼。但是当霍金驱动其轮椅来到教皇之前时，历史上奇异的一幕出现了，教皇离开其座位并跪下，使他便于脸对脸和霍金会晤。这使得四周的教徒们目瞪口呆，且不说霍金自己所深爱的无边界宇宙理论正是无神论的彻底体现。

宗教作为文化的一种载体，与科学之间的恩恩怨怨不是三言两语能道得尽的。布鲁诺和伽利略受到的迫害是众所周知的。事实上，1633年正是在这个宫殿里，当时的教皇乌尔班八世签署了谴责伽利略的文件。1979年11月10日正值爱因斯坦百年诞辰，当今教皇约翰·保罗二世发表文告宣布伽利略是正确的，并组织编撰有关伽利略的著作，他还深情地提及，爱因斯坦生前荣耀，而伽利略却备受磨难。的确也是，三百多年后的今天，这对伽利略还有什么意义呢？值得注意的是，他并没有公开承认教会犯了错误。当然教会和科学也并非总是对立的，利玛窦由于对东西方文化交流的贡献而名留史册，这在他12年前和译者的一次交谈中还着意强调过。

从布鲁诺在罗马鲜花广场受火刑，到伽利略得到平反，世界文明无论如何是进步了。现在人们可以从容地创造和欣赏科学理论，而不必担心遭受到和伽利略一样的命运。在科学史上，伽利略在西方第一次提出了经典

的相对论原理，而他在比萨斜塔上进行的自由落体实验的意义，直到三百年后才由爱因斯坦的广义相对论所充分阐明。本书阐述的正是相对论、宇宙论和时空论的最前沿知识。霍金和彭罗斯的理论如此美丽，简直可当成艺术品来鉴赏。当我们沉湎在他们的体系中时，就会和仰望星空一样，惊叹造化的神奇。当然这些理论还不是完备的，有些论题，尤其是时间箭头等还远未臻于澄明境界，读者阅赏此书之际，定会所见略同。

写到此刻，已近午夜。临湖酒吧歌声早已沉寂，窗外星空依然灿烂。在此时空边缘的“仙凡界”俯仰古今，缅怀先贤，不禁感慨系之。

杜欣欣 吴忠超

1996年8月15日

于冈多佛堡

注：仙凡界是武夷山天游的最险要处，被认为是隔绝仙国和人间之所在。

前 言

1994年在剑桥大学的伊萨克·牛顿数学科学研究所进行了一项为期六个月的计划，本书所记载的在罗杰·彭罗斯和史蒂芬·霍金之间进行的一场辩论是该计划的高潮。它描述了一场有关宇宙本性的某些最基本的观念的严肃的讨论。不用说，我们还未到达尽头，处处充满了不确定性和争议，还有许多可供论争的。

60多年前，关于量子力学的基础，在尼尔斯·玻尔和阿尔伯特·爱因斯坦之间进行了一场著名的旷日持久的辩论。爱因斯坦拒绝把量子力学接受为终极理论。他发现，它在哲学上是不充足的，他对以玻尔为代表的哥本哈根学派的正统解释发动了一场猛烈的战争。

在某种意义上，彭罗斯和霍金之间的辩论可以视作

早期那场论争的继续，在这里彭罗斯担任爱因斯坦的角色，而霍金担任玻尔的角色。尽管问题变得更为复杂，也更为广泛，但是正如过去那样，技巧的论证和哲学的观点相互纠缠，无法分开。

量子理论，或者它的更高级的形式量子场论，现在已被高度发展，在技巧方面已经十分成功，尽管还存在像罗杰·彭罗斯这样的在哲学上持怀疑态度者。广义相对论，也就是爱因斯坦的引力论，也同样经历了时间的考验，并取得了举世瞩目的成功，虽然还遗留有关奇性或者黑洞的严重问题。

主导霍金——彭罗斯讨论的真正关键在于把这两种成功的理论结合在一起，并产生一种“量子引力”的理论。这里牵涉到许多高深的概念和技术问题，这便是这些讲演中探讨的范围。

本书所涉及的基本问题，包含诸如“时间箭头”，宇宙诞生处的初始条件以及黑洞吞没信息的方式。霍金和彭罗斯在有关所有这些以及许多其他的问题上都非常微妙地采取了不同的立场。不管在数学上还是在物理上他们都认真地表述自己的看法，其争论的形式使富有意义的相互批评得以实现。

虽然有些讲演需要读者具备数理知识的背景，但是许多论证是在使更广大读者感兴趣的更高深的水平上进行的。读者至少对于所讨论的观念的广阔和精微，以及对于寻找一种包括引力论和量子论在内的宇宙和谐图像的伟大挑战能获知梗概。

迈克尔·阿蒂雅

感谢

作者、出版者以及伊萨克·牛顿数学科学研究所感谢以下在准备这些讲演和本书时惠予帮助的人士，他们是马提亚斯·R·嘉柏迪尔，赛蒙·基尔，约纳逊·B·罗杰斯，丹尼尔·R·D·史可特以及保罗·A·莎。

目 录

出版前言	(1)
译者序 杜欣欣 吴忠超	(1)
前言 迈克尔·阿蒂雅	(1)
感谢	(1)
第一章 经典理论 史蒂芬·霍金	(1)
第二章 时空奇性结构 罗杰·彭罗斯	(24)
第三章 量子黑洞 史蒂芬·霍金	(34)
第四章 量子理论和时空 罗杰·彭罗斯	(57)
第五章 量子宇宙学 史蒂芬·霍金	(69)
第六章 时空的扭量观点 罗杰·彭罗斯	(96)
第七章 辩论 史蒂芬·霍金和罗杰·彭罗斯	(111)
参考文献	(127)

第一章 经典理论

S. W. 霍金

罗杰·彭罗斯和我将在这些讲演中发表我们关于时空本性的相关的但是相当不同的观点。我们将交替讲演，每人讲三次，最后是有关我们不同方法的讨论。我应当在此强调，这些讲演是相当技术性的。假定听者具有广义相对论和量子理论的基本知识。

里查德·费因曼写过一篇短文，描述他参加广义相对论会议的经验。我想那是 1962 年在华沙召开的会议。他对与会者的能力以及文不对题非常瞧不起。此后不久广义相对论的声望扶摇而上，并引起广泛兴趣，这应大大地归功于罗杰的研究贡献。在此之前，广义相对论被表达成在单独坐标系统下的一堆繁复的偏微分方程。人们在找到一种解后即欢欣鼓舞，根本不在乎其是否在物理学上有意义。然而，罗杰引起了诸如旋量和全局方法的现代概念。他首先指出，不必准确地解方程，即能发现一般性质。正是他的第一道奇性定理引导我去研究因果性结构并刺激我有关奇性和黑洞的经典研究的灵感。