

第一推动丛书: 宇宙系列

# 宇宙的 轮回

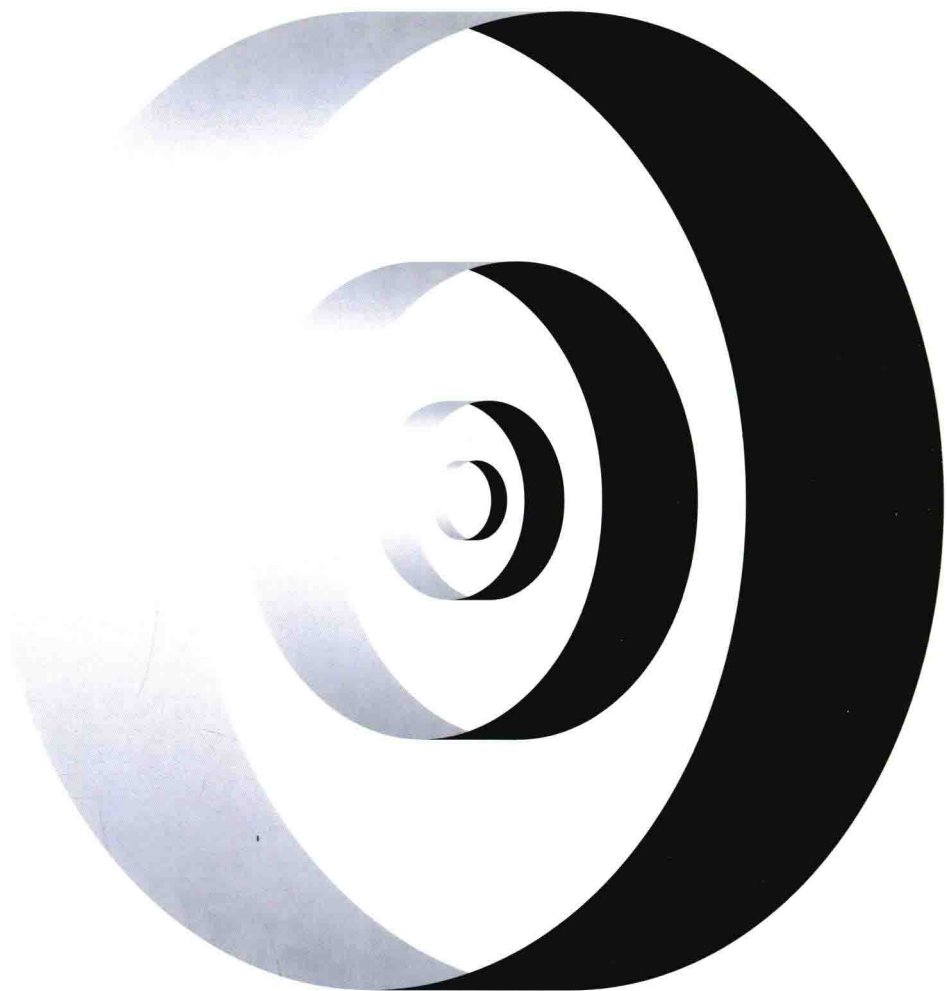
[英] 罗杰·彭罗斯 著  
李泳 译

The Cosmos Series

# Cycles of Time

Roger Penrose

1  
THE  
FIRST  
MOVER



第一推动丛书: 宇宙系列  
The Cosmos Series

# 宇宙的轮回

## Cycles of Time

[英] 罗杰·彭罗斯 著 李泳 译  
Roger Penrose

1  
THE  
FIRST  
MOVER

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

宇宙的轮回 / (英) 罗杰·彭罗斯著; 李泳译. — 长沙: 湖南科学技术出版社, 2018.1

(第一推动丛书·宇宙系列)

ISBN 978-7-5357-9447-5

I. ①宇… II. ①罗… ②李… III. ①宇宙—普及读物 IV. ①P159-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 212889 号

*Cycles of Time*

Copyright © Roger Penrose, 2010

All Rights Reserved

本书根据 The Bodley Head 2010 年版本译出

湖南科学技术出版社通过大苹果文化艺术有限公司获得本书中文简体版中国大陆独家出版发行权  
著作权合同登记号 18-2016-193

## YUZHOU DE LUNHUI

### 宇宙的轮回

#### 著者

[英] 罗杰·彭罗斯

#### 译者

李泳

#### 责任编辑

吴炜 戴涛 杨波

#### 装帧设计

邵年 李叶 李星霖 赵宛青

#### 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>

#### 湖南科学技术出版社

#### 天猫旗舰店网址

<http://hnkjcbstmall.com>

#### 邮购联系

本社直销科 0731-84375808

#### 印刷

湖南天闻新华印务邵阳有限公司

#### 厂址

湖南省邵阳市东大路 776 号

#### 邮编

422001

#### 版次

2018 年 1 月第 1 版

#### 印次

2018 年 1 月第 1 次印刷

#### 开本

880mm × 1230mm 1/32

#### 印张

10.25

#### 字数

214000

#### 书号

ISBN 978-7-5357-9447-5

#### 定价

49.00 元

1  
THE  
FIRST  
MOVER

## 总序

《第一推动丛书》编委会

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，比起其他的人类活动来，其最基本特征就是不断进步。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，无数仁人志士意识到，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做了艰苦卓绝的奋斗。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。然而可以说，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结果的接受和承认，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，科学活动在原则上不隶属于服务于神学，不隶属于服务于儒学，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，超越文化和地域差别的，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，其目的就是为了传播科学精神和科学思想，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，为中国的进步做一点推动。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。



再版序  
一个坠落苹果的两面：  
极端智慧与极致想象

龚曙光

2017年9月8日凌晨于抱朴庐

连我们自己也很惊讶,《第一推动丛书》已经出了25年。

或许,因为全神贯注于每一本书的编辑和出版细节,反倒忽视了这套丛书的出版历程,忽视了自己头上的黑发渐染霜雪,忽视了团队编辑的老退新替,忽视好些早年的读者,已经成长为多个领域的栋梁。

对于一套丛书的出版而言,25年的确是一段不短的历程;对于科学研究的进程而言,四分之一世纪更是一部跨越式的历史。古人“洞中方七日,世上已千秋”的时间感,用来形容人类科学探求的速率,倒也恰当和准确。回头看看我们逐年出版的这些科普著作,许多当年的假设已经被证实,也有一些结论被证伪;许多当年的理论已经被孵化,也有一些发明被淘汰……

无论这些著作阐释的学科和学说,属于以上所说的哪种状况,都本质地呈现了科学探索的旨趣与真相:科学永远是一个求真的过程,所谓的真理,都只是这一过程中的阶段性成果。论证被想象讪笑,结论被假设挑衅,人类以其最优越的物种秉赋——智慧,让锐利无比的理性之刃,和绚烂无比的想象之花相克相生,相否相成。在形形色色的生活中,似乎没有哪一个领域如同科学探索一样,既是一次次伟大的理性历险,又是一次次极致的感性审美。科学家们穷其毕生所奉献的,不仅仅是我们无法发现的科学结论,还是我们无法展开的绚丽想象。在我们难以感知的极小与极大世界中,没有他们记历这些伟大历险和极致审美的科普著作,我们不但永远无法洞悉我们赖以生存世界的各种奥秘,无法领略我们难以抵达世界的各种美丽,更无法认知人类在找到真理和遭遇美景时的心路历程。在这个意义上,科普是人类

极端智慧和极致审美的结晶，是物种独有的精神文本，是人类任何其他创造——神学、哲学、文学和艺术无法替代的文明载体。

在神学家给出“我是谁”的结论后，整个人类，不仅仅是科学家，包括庸常生活中的我们，都企图突破宗教教义的铁窗，自由探求世界的本质。于是，时间、物质和本源，成为了人类共同的终极探寻之地，成为了人类突破慵懒、挣脱琐碎、拒绝因袭的历险之旅。这一旅程中，引领着我们艰难而快乐前行的，是那一代又一代最伟大的科学家。他们是极端的智者和极致的幻想家，是真理的先知和审美的天使。

我曾有幸采访《时间简史》的作者史蒂芬·霍金，他痛苦地斜躺在轮椅上，用特制的语音器和我交谈。聆听着由他按击出的极其单调的金属般的音符，我确信，那个只留下萎缩的躯干和游丝一般生命气息的智者就是先知，就是上帝遣派给人类的孤独使者。倘若不是亲眼所见，你根本无法相信，那些深奥到极致而又浅白到极致，简练到极致而又美丽到极致的天书，竟是他蜷缩在轮椅上，用唯一能够动弹的手指，一个语音一个语音按击出来的。如果不是为了引导人类，你想象不出他人生此行还能有其他的目的。

无怪《时间简史》如此畅销！自出版始，每年都在中文图书的畅销榜上。其实何止《时间简史》，霍金的其他著作，《第一推动丛书》所遴选的其他作者著作，25年来都在热销。据此我们相信，这些著作不仅属于某一代人，甚至不仅属于20世纪。只要人类仍在为时间、物质乃至本源的命题所困扰，只要人类仍在为求真与审美的本能所驱动，丛书中的著作，便是永不过时的启蒙读本，永不熄灭的引领之光。

虽然著作中的某些假说会被否定，某些理论会被超越，但科学家们探求真理的精神，思考宇宙的智慧，感悟时空的审美，必将与日月同辉，成为人类进化中永不腐朽的历史界碑。

因而在25年这一时间节点上，我们合集再版这套丛书，便不只是为了纪念出版行为本身，更多的则是为了彰显这些著作的不朽，为了向新的时代和新的读者告白：21世纪不仅需要科学的功利，而且需要科学的审美。

当然，我们深知，并非所有的发现都为人类带来福祉，并非所有的创造都为世界带来安宁。在科学仍在为政治集团和经济集团所利用，甚至垄断的时代，初衷与结果悖反、无辜与有罪并存的科学公案屡见不鲜。对于科学可能带来的负能量，只能由了解科技的公民用群体的意愿抑制和抵消：选择推进人类进化的科学方向，选择造福人类生存的科学发现，是每个现代公民对自己，也是对物种应当肩负的一份责任、应该表达的一种诉求！在这一理解上，我们将科普阅读不仅视为一种个人爱好，而且视为一种公共使命！

牛顿站在苹果树下，在苹果坠落的那一刹那，他的顿悟一定不只包含了对于地心引力的推断，而且包含了对于苹果与地球、地球与行星、行星与未知宇宙奇妙关系的想象。我相信，那不仅仅是一次枯燥之极的理性推演，而且是一次瑰丽之极的感性审美……

如果说，求真与审美，是这套丛书难以评估的价值，那么，极端的智慧与极致的想象，则是这套丛书无法穷尽的魅力！

## 前言

我们宇宙的最大秘密就是它从哪儿来。

1950年代初，我进剑桥大学读数学研究生，那时正好兴起一个迷人的宇宙学理论，即稳恒态模型。根据那个纲领，宇宙没有开始，而且总的说来一直保持着大致相同的状态。稳恒态宇宙之所以能在膨胀中保持不变，是因为在膨胀中持续损耗的物质被持续新生的物质（极端弥散的氢原子气团）补偿了。我在剑桥的导师和朋友是宇宙学家席艾玛（Dennis Sciama），我从他那儿体验了新物理学的兴奋。他当时是稳恒态宇宙学的强烈支持者，让我深切感受了那个杰出纲领的美妙和力量。

然而，那个理论没能经受时间的检验。大约在我第一次进剑桥并且熟悉那个理论10年之后，彭齐亚斯（Arno Penzias）和威尔逊（Robert Wilson）惊奇地发现了一个来自所有方向、遍及整个天空的电磁辐射，也就是现在说的宇宙微波背景（CMB）。很快，迪克（Robert Dicke）就将它解读为人们预言的宇宙起源的大爆炸“闪光”的痕迹，那大约发生在140亿年前——第一个严格构想大爆炸的是勒梅特（Monsignor George Lemaître），他在1927年基于他对爱因斯

坦1915年广义相对论方程的研究和宇宙膨胀的早期观测证据提出的。后来，CMB越来越好地确立起来了，席艾玛以巨大的勇气和科学的诚实，否定了他自己早先的观点，从此转而强烈支持宇宙起源的大爆炸思想。

从那时以来，宇宙学已经从推测和猜想变成了一门精确的科学，大量的优美实验产生了高度精确的CMB数据，对它的周密分析成为这个转变的重要组成部分。然而，还有很多未解之谜，猜想仍将在我们的追求中占据一定的位置。我在本书中描述的，不仅是经典相对论宇宙学的主要模型，还有它们的不同发展和这些年里出现的疑难问题。尤其值得注意的是，在热力学第二定律和大爆炸本性的背后藏着深层的奥秘，我为此提出了自己的一套猜想，它把我们所知的宇宙的诸多方面的不同问题都拉扯到一起来了。

我的非正统方法要追溯到2005年，不过很多细节是近期才有的。我的解说深入到一些几何，但在正文里我并没过分摆弄方程或其他技术，它们都放在附录里了。只有专家需要参阅那个部分。我这儿提出的纲领其实是非正统的，不过它有着非常坚实的几何和物理的基础。尽管我的建议与旧时的稳恒态模型完全不同，但分明回荡着它的音响！

我不知道席艾玛老师会做什么。

## 致谢

我非常感谢众多的朋友和同事的重要意见和建议，感谢他们让我分享他们的思想，融入我在这儿提出的宇宙学纲领。最重要的是，与 Paul Tod 详细讨论了他建立的 Weyl 曲率假设的共形形式，这对我有着决定性的影响。大家可以看到，他的分析的很多方面对我的共形循环宇宙学方程的具体建立起着至关重要的作用。另外，Helmut Friedrich 对共形无限远的强有力分析，特别是他对正宇宙学常数情形的研究，为我的纲领的数学可能提供了强大的支持。多年来，Wolfgang Rindler 也贡献了他的重要思想，特别是他对宇宙学视界的独创性理解，还有他与我在 2-旋量形式的长期合作以及我们就暴胀宇宙学的作用展开的讨论。

重要的启发还来自 Florence Tsou (周尚真) 和 Hong-Mo Chan (陈匡武)，他们让我明白了粒子物理学中质量的本性，还有 James Bjorken 也提供了重要见解。对我产生过影响的人还有 David Spergel, Amir Hajian, James Peebles, Mike Eastwood, Ed Spiegel, Abhay Ashtekar, Neil Turok, Pedro Ferreira, Vahe Gurzadyan, Lee Smolin, Paul Steinhardt, Andrew Hodges, Lionel Mason 和 Ted Newman。Richard Lawrence 卓越的编辑支持也难能可贵，还有 Thomas

Lawrence付出的辛勤劳动，他补充了很多遗漏的东西（特别是第一部分）。也感谢Paul Nash为我编制索引。

我还要深深感谢我的妻子Vanessa，感谢她在困难环境下对我的深爱、支持和理解，也感谢她在很短时间内为我提供需要的图件，特别是她指导我应付了不断出现的现代电子技术的困扰，如果没有她的帮助，我对那些图件就一筹莫展了。最后，也要谢谢我们10岁的小儿子Max，不仅是他的勇气和快乐，他还以自己的方式帮我克服了技术难题。

感谢荷兰M. C. Escher公司允许我复制图2.3中的绘画，感谢海德堡大学理论物理研究所允许我引用图2.6。最后，感谢国家自然科学基金会的资助（PHY00—90091）。



## 引子

大雨滂沱，小河溅起水沫，溅到汤姆的脸上，他眯缝着眼睛，看急湍的溪流从山间落下。“哇，它总是这样的吗？”他问普利西拉阿姨。阿姨是剑桥大学的天体物理教授，特意带他来看那个神奇的老水磨，那么古老，还能完美地运转。“难怪，那么老的机器还转那么快呢！”

“我看它不会老是那么有力的。”身边的阿姨说。她站在河边的栏杆后面，提高嗓音，压倒了水的喧嚣。“今天的水势比平常大多了，因为雨多。你看那下面，好多水都从水磨流出来了。平常可不那样，水要平缓得多，水磨得好好利用它们。可现在呢，水的能量大了，超过了水磨的需要。”

汤姆对着狂野湍急的水盯了好一会儿，看到空中飞溅的朵朵水花和片片水雾，神往极了。“我能看见水里有好多能量，我知道几百年前人们就明白怎么用能量来驱动机器了——做很多人合力才能做的事情，织精美的毛衣。可是，原先从哪儿来那么多能量，才把水弄到山上去的呢？”