



现实不似你所见  
量子引力之旅

[意] 卡罗·罗韦利 著

初光 译

# 现实不似你所见

## 量子引力之旅

[意] 卡洛·罗韦利 著  
杨光 译

## 图书在版编目(CIP)数据

现实不似你所见 / (意) 卡洛·罗韦利著; 杨光译. —长沙: 湖南科学技术出版社, 2017.10  
ISBN 978-7-5357-9548-9

I. ①现… II. ①卡… ②杨… III. ①引力量子理论  
IV. ①O412.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 226325 号

*La realtà non è come ci appare* © Carlo Rovelli, 2014  
© 2014, Raffaello Cortina Editore

著作权合同登记号: 18-2017-043

© 中南博集天卷文化传媒有限公司。本书版权受法律保护。未经权利人许可, 任何人不得以任何方式使用本书包括正文、插图、封面、版式等任何部分内容, 违者将受到法律制裁。

上架建议: 畅销·科普

XIANSHI BUSI NI SUOJIAN

现实不似你所见

作者: [意] 卡洛·罗韦利

译者: 杨光

出版人: 张旭东

责任编辑: 林澧波

监制: 吴文娟

策划编辑: 董卉

特约编辑: 陈晓梦 宋歌

版权支持: 辛艳

营销编辑: 李天语

装帧设计: 索迪

出版发行: 湖南科学技术出版社  
(湖南省长沙市湘雅路 276 号 邮编: 410008)

网 址: [www.hnstp.com](http://www.hnstp.com)

印 刷: 北京中科印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 875mm × 1230mm 1/32

字 数: 150 千字

印 张: 7.75

版 次: 2017 年 10 月第 1 版

印 次: 2017 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5357-9548-9

定 价: 49.00 元

质量监督电话: 010-59096394

团购电话: 010-59320018



“企鵝”及其相關標識是企鵝圖書有限公司已經註冊或尚未註冊的商標。

未經允許，不得擅用。

封底凡無企鵝防偽標識者均屬未經授權之非法版本。

## 自序

### Author's Preface

在我的整个研究生涯里，一直有朋友和好奇的人请我讲解量子引力到底是怎么一回事。我们如何得以研究这些思考空间和时间的全新方式呢？我一再被邀请以通俗的方式写一写量子引力。关于宇宙学或弦理论的书已经有很多了，但描述空间与时间的量子本质，尤其是关于圈量子引力 (Loop Quantum Gravity) 研究的书，却还未出现。长久以来我一直很犹豫，因为我想要专注于研究。但几年以前，在完成了关于这一研究课题的专业书籍后，我感到许多科学家的共同努力已经使这个主题达到一个成熟的阶段，足以出版一本普及读物了。我们正在探索的风景令人着迷，为何要把它藏起来呢？

但我还是推迟了这个计划，因为我无法在脑海中“看见”这本书。我要如何解释一个没有空间与时间的世界？2012年的某天晚上，在独自驾车从意大利到法国的途中，我意识到，要想以一种容易理解的方式阐释持续修正中

的空间与时间的概念，唯一的方法就是把故事从头讲起：从德谟克利特（Democritus）开始，一直到空间的量子化。毕竟我就是这样理解这个故事的。我一边开车一边在头脑中构思整本书，并且越来越兴奋，直到我听到警车的鸣笛声，要我靠边停车：我严重超速了。意大利警察礼貌地询问，开得那么快我是不是疯了。我解释道，我刚刚发现了一个已经寻觅良久的想法。警察并没有开罚单就放我走了，还祝我的那本书顺利，也就是你此刻读到的这本书。

这本书写完后于2014年初在意大利首次出版。不久之后，我为一家意大利报纸写了一些有关基础物理学的文章。一家很有声望的意大利出版社阿德尔菲（Adelphi）请我对这些文章进行扩展，出版成一个小册子。这就是那本小书《七堂极简物理课》的缘起，令我万分惊讶的是，它成了一本国际畅销书，并且在我与全世界那么多出色的读者之间开辟了一个美妙的交流渠道。那“七堂课”完成于本书之后，在一定程度上它们是你在这里遇到的一些主题的综合。如果你已经读过《七堂极简物理课》，并且想要了解更多，想要在它描绘的奇妙世界中深度旅行，那么在这本书里你会有更多发现。

我在这里给出的对现有物理学的描述，尽管以一种我自己所理解的独特视角呈现，但其中绝大部分并无争议。而本书中关于当前量子引力研究的描述，则是我个

人对研究现状的理解。这是我们已然理解与尚未理解的边界地带，并且远未达成共识。我的物理学家同事们有些会赞同我在这里所写的，有些则不然。在介绍任何前沿知识的研究时，都会遇到这样的情况，但我想从一开始就坦率地表明态度：这并不是一本关于确定性的书，而是一本面向未知去冒险的书。

总的来讲，这是一本游记，描绘了人类最激动人心的旅程之一。在这段旅程中，我们会走出对现实有限而偏狭的视角，朝向对事物结构越发广博的理解。这是一段摆脱我们常识观念的奇妙旅程，而且还远远没有完成。

## 引言：岸边漫步

### Preface: Walking along the Shore

人类总是对自身感到着迷。我们研究自己的历史、心理、哲学与神明。我们大部分的知识都以人自身为中心，仿佛人类是宇宙中最重要的东西。我想我之所以喜欢物理，是因为它打开了一扇窗，让我们能看得更远。它给我们带来新鲜的空气，让人耳目一新。

我们透过窗户所看到的東西一直令我们惊叹。关于宇宙我们已经了解了很多。几个世纪以来，我们逐渐意识到过去的我们竟然持有那么多错误的见解。我们曾认为地球是平的，它是世界静止不变的中心。我们曾以为宇宙很小，而且从未改变。我们曾认为人类是一个独立的物种，与其他动物没有血缘关系。我们认识到夸克、黑洞、光子、空间波动的存在，认识了我们体内每个细胞令人惊奇的分子结构。人类就像个不断长大的孩子，惊奇地发现世界并非只有他的卧室和游乐场，而是如此辽阔，有许许多多的东西可以去发现，有数不清的观点



与他最初以为的不同。宇宙参差多态，无边无际，我们不断发现它新的面向。我们对世界了解得越多，就越惊奇于它的多样、优美与简洁。

然而我们发现的越多，就越明白，比起已经了解的东西，我们尚未了解的要多得多。我们的望远镜功能越强大，看到的天空就越奇妙与出乎意料。我们越细致地观察物质的精微细节，就越认识到其结构的深刻。如今我们甚至可以观测到一百四十亿年前的大爆炸，那次让所有星系得以诞生的伟大爆炸——但我们已经开始瞥见一些比大爆炸更伟大的东西。我们认识到空间是弯曲的，并且已经预见到空间是由振动的量子微粒编织而成的。

我们关于世界基本法则的知识在不断增长。如果试着整合我们在 20 世纪学到的关于物理世界的知识，会发现许多线索表明世界与我们在学校里学到的大相径庭。世界的基本结构正在显现，它由一群量子事件生成，其中时间和空间都不存在。量子场绘制了空间、时间、物质与光，在事件之间交换信息。实在 (Reality) 是由独立事件构成的网络，概率使它们相互关联，在两个事件之间，空间、时间、物质与能量消融在一团概率云中。

在对基础物理学中悬而未决的主要问题——量子引力进行研究的过程中，奇妙的新世界正在逐渐显现。20 世纪物理学有两大重要发现——广义相对论与量子理论，问题在于我们透过这二者认识的世界要怎样合理地整合

在一起。我想把这本书献给量子引力，以及这项研究所展现的奇妙世界。

本书是当前研究的实况报道：我们正在研究的、已经了解的，以及我们认为开始理解的事物的基本特性。它从我们现在为了理解世界所使用的一些重要概念的古老起源出发，描述了 20 世纪的两项伟大发现——爱因斯坦的广义相对论与量子力学，并尝试聚焦于这些物理内容的核心。它讲述了如今量子引力研究中正在显现的世界图景，也注意到自然所给出的最新提示，例如，普朗克卫星对宇宙标准模型的证实，以及欧洲核子研究组织（CERN）未能成功观测到许多人预期的超对称粒子。它也讨论了这些理念的推论：空间的分立结构；时间在小尺度的消失；大爆炸的物理学；黑洞的起源，以及信息在物理学基础中的重要作用。

在《理想国》的第七卷中，柏拉图讲述了一则著名的神话：一些人被束缚在漆黑的洞穴深处，只能看到他们身后火焰投射到墙上的影子。他们认为这就是真实。有个人挣脱了束缚，逃离了洞穴，发现了太阳的光芒和更广阔的世界。最初他的眼睛无法适应光线，感到头晕和困惑。然而最终他可以看见了，他兴奋地跑回同伴身边，告诉他们他所看到的。他们感到难以置信。

我们都处在洞穴的深处，被自身的无知与偏见束缚，有限的感官呈现给我们的只有影子。如果我们试图看得

更远，就会感到困惑，我们并不习惯。但是我们仍然要尝试，这就是科学。科学思考就是要探索并重新描绘世界，逐步呈现越来越完善的图景，教我们以更有效的方式思考。科学就是对思维方式的不断探索，其力量在于用想象力推翻预设的观念，揭示实在的新面向，建立更新更有效的世界图景。这次冒险要倚仗过往的全部知识，但其核心是改变。这无限世界熠熠生辉，我们想亲眼见证。我们着迷于其神秘与优美，但在视线之外仍是未经探索之地。我们不完整与不确切的知识，飘摇在未知的无尽深渊之上，但这并不会使生命毫无意义，反而使其有趣且弥足珍贵。

我写这本书是为了记录在这趟历险中我眼中的奇景。我脑海中有一位特定的读者：他对如今的物理学一无所知，却乐于发现世界的基本构造，我们已经知晓的事和尚未理解的内容，以及目前的研究领域。我从这一视角所看到的实在的全貌以及它那动人心魄的优美，我也想要把它传达出来。

我也把这本书写给我的同事、世界各地的同道者，以及对科学怀有满腔热情的年轻人，他们正渴望开始这段旅程。借助相对论与量子物理学的光亮，我尝试勾勒出物理世界结构的大致轮廓，并试着将以上二者整合起来。这本书不仅揭示事实，也想要清楚地表达一种观点，因为物理学领域中抽象的专业术语有时可能会让人看不

到更广阔的视角。科学由实验、假设、公式、计算与讨论组成，但这些只是工具，就如乐手的乐器。正如音乐中重要的是音乐本身，科学里真正重要的是科学所提供的对世界的理解。要理解地球围绕太阳转这一发现的重要性，无须弄懂哥白尼复杂的计算；要理解地球上所有生物都有共同祖先这一发现的重要性，也不必明白达尔文书中复杂的论证。科学就是以越发开阔的观点解读世界。

我们正在探索世界的全新图景，本书是对目前研究进展的说明。某个仲夏夜，我与一位同事兼朋友在岸边漫步，他问我：“那么，你认为事物的真正本质是什么呢？”本书正是我对这个问题的回答。

# 目录

## Contents

自序	i
引言: 岸边漫步	v

### 第一部分

## 源头

1 微粒	5
分割有极限吗?	12
物性论	20
2 经典	31
艾萨克与小月亮	31
迈克尔: 场与光	42

● 第二部分	<b>革命的开端</b>	51
3	阿尔伯特	55
	延展的现在	56
	最美的理论	64
	数学还是物理?	76
	宇宙	79
4	量子	93
	又是爱因斯坦	93
	尼尔斯、维尔纳与保罗	97
	场与粒子是相同的东西	108
	量子 1: 信息是有限的	111
	量子 2: 不确定性	113
	量子 3: 实在是相关联的	115
	但我们真的理解了吗?	117
● 第三部分	<b>量子空间与关联的时间</b>	121
5	时空是量子	125
	马特维	128
	约翰	131
	圈的第一步	135
6	空间的量子	137

	体积和面积的范围	139
	空间的原子	143
	自旋网络	145
7	时间不存在	149
	时间不是我们想的那样	150
	蜡烛吊灯与脉搏	152
	时空寿司	156
	自旋泡沫	159
	世界由什么构成?	164

#### 第四部分

	<b>超越时空</b>	169
8	超越大爆炸	173
	量子宇宙学	177
9	实验上的证据?	181
	来自自然的信号	184
	通往量子引力的一扇窗	188
10	量子黑洞	193
11	无穷的终结	199
12	信息	207
	热时间	216
	实在与信息	220
13	秘密	225

第一部分

PART ONE



源头

Roots



