

时间的形状

(升级版)

相对论史话

汪洁

著

THE
SHAPE
OF
TIME

THE SHAPE OF
TIME

时间的形状

相对论史话

汪洁
—
著

北京时代华文书局

图书在版编目 (CIP) 数据

时间的形状：相对论史话 / 汪洁著. — 北京：北京时代华文书局，2017.1
ISBN 978-7-5699-1406-1

I. ①时… II. ①汪… III. ①相对论—普及读物 IV. ①0412.1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 026326 号

时间的形状：相对论史话

Shijian de Xingzhuang: Xiangduilun Shihua

著 者 | 汪 洁

出 版 人 | 王训海

选题策划 | 高 磊

责任编辑 | 余 玲 高 磊

封面设计 | 天行健设计

版式设计 | 段文辉

插图绘制 | 吴京平 钱 力 张国华 赵于君

责任印制 | 刘 银 馨 敬

出版发行 | 北京时代华文书局 <http://www.bjsdsj.com.cn>

北京市东城区安定门外大街 136 号皇城国际大厦 A 座 8 楼

邮编：100011 电话：010-64267955 64267677

印 刷 | 北京卡乐富印刷有限公司 010-60200572

(如发现印装质量问题，请与印刷厂联系调换)

开 本 | 787mm×1092mm 1/16 印 张 | 15.5 字 数 | 206 千字

版 次 | 2017 年 4 月第 1 版 印 次 | 2017 年 4 月第 1 次印刷

书 号 | ISBN 978-7-5699-1406-1

定 价 | 48.00 元

版权所有，侵权必究

序



本书自第一版出版以来，已逾五年，但热度不降反升。有幸能出第二版，实在是仰赖读者们的抬爱。科普书有个特点，不太容易过时，很多经典的科普书即便过去了几十年，依然广受读者们的喜爱，父亲推荐给儿子，儿子又推荐给孙子，一代接一代地阅读。我的女儿现在上小学四年级，等她上了初中，最迟到高中，我就会推荐本书给她阅读，我想等她的孩子长到了上初中的年龄，我还会推荐这本书。因为科学的发展史永远都不会过时，科学家们的探索精神到了哪个时代都值得人们学习。

五年前，对待科普写作，我还缺乏敬畏，本书的第一稿是在一种“玩票”的心态下用了很短的时间创作完成的。然而这五年来，自己的人生经历了非常大的坎坷起伏，期间更是受到了美国科普、科幻作家阿西莫夫的精神感召，促使我立志将自己的下半生投身到人类的科普事业中。这种人生志向的转变让我一下子对科普写作充满了宗教般的敬畏。在这次修订过程中，我想尽可能地把最初那种展露嬉笑怒骂、玩世不恭心态的文字都去除干净，但毕竟不是重写，所以当年写作心态的痕迹依然非常明显。如果这种心态引起你的反感的话，请接受我的歉意，其实人家这两年已经改变了许多。

《时间的形状》是我的第一部科普作品，如果你喜欢我的写作风格，也希望你能给我的其他作品捧场，我给自己定的目标是一年一本新书。

今年是一个自媒体爆炸的年份，尤其是网络电台的兴起，给我们这些从事文字创作的人又开辟了一个巨大的施展舞台。如果你关注音频科普节目的话，你会发现《卓老板聊科技》的卓克老师和《科学史评话》的吴京

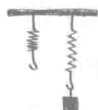
平老师都是现在网络上最受欢迎的科技主播，而我在网络电台上也开播了自己的科普节目，叫作《科学有故事》。今年，我们三个科技主播一起发起成立了“科学声音”组织，旨在利用声音的形式普及科学知识、传播科学精神。我们希望能将“科学声音”做成一个优秀的科普品牌，不断地推出好书、好节目。

最后祝大家阅读愉快。友情提示，在开始看书之前先准备点吃的，因为据说很多读者都是一口气读完，欲罢不能，连饭都顾不上吃。很多人没有想到，一本科普书也能搞得像悬疑电视剧似的，一环扣一环。

汪洁

2016年10月25日

前言



我希望这是一本很有趣的书。我认为这本书与传统科普书最大的差别在于，它更像是一本茶余饭后的休闲书，或是一本有点意思的小说。在这本书里，你会看到很多天马行空般的小故事。牛顿带着 Tom 和 Jerry 来到一个大水桶里面，观看神奇的水面凹陷；爱因斯坦化身大警长，先是调查了一起环球快车谋杀案，然后又要奔赴云霄电梯处理可怕的超级炸弹，最后又在太空中建造了一个超级大圆盘以展示他那神奇的时空观。虽然这一切看上去不像是正经八百的科普，但我可以很负责任地说，故事里包含的都是些很靠谱的科学真相。很多科学真相用“不可思议”来形容是一点都不过分的，你平常之所以感受不到物理学的神奇，那是因为没有人告诉你很多看似普通的物理现象背后的故事。现在的高中生都会在实验室做一个观察光的双缝干涉图像的实验，这是一个普通得不能再普通的高中光学实验，可是却没有人告诉他们这个实验背后隐藏着的惊天大秘密，这个秘密足以撼动以爱因斯坦为代表的一代科学家苦苦建立起来的物理学信仰。一个简单的光学实验，如果你了解了它藏在最深处的本质，会惊讶地发现：这个世界不再是我们头脑中原来的那个世界了，我们头脑中很多朴素的哲学观念，例如物质决定意识、原因决定结果等等，都将受到空前猛烈的冲击。而且，我确实是在讲科学，不是在讲神学或者宣扬神秘主义。

我的这本书大致可分为上下两部分。前六章和大家一起回顾物理学走过的四百多年坎坷历程，这段历史中的悬念，其精彩程度不亚于任何一段战争史，因为物理学的发展本身就是一部精彩的好莱坞悬疑大片。在伽利略、牛顿等巨星纷纷谢幕之后，我们的超级巨星爱因斯坦闪亮登场，而他

成为我们的主角的时候不过 26 岁。他就像是一个横空出世的大侠，无门无派，但是一出手就让天下震惊，他的绝招就是“相对论”。在第六章，我将讲述一段跨越半个多世纪的厚重和真实的历史故事，这个故事尘封已久，但我想告诉大家，真相往往比小说更曲折。后四章是本书的下部，故事更神奇，真相更惊人。在下部中，我将帮你细致地剖析时空真相，带你领略神奇的四维时空奇景。我们先一起去了解整个宇宙时间光锥的终极图景，再回到原子的深处见识一下不可思议的微观世界，最后看一看当下物理学的最新进展——万物理论。你只要随便记住其中的一两段，就能让你在平时和朋友们的吃饭聊天中大放异彩，只是要当心别聊得兴起忘了吃菜，不要发生总是发生在笔者身上的悲剧：话讲完了，菜也被别人吃光了。

看完这本书，也许你对这个世界的看法会大大改观。潮起潮落，斗转星移，这些平常司空见惯的大自然现象在你眼里会突然产生完全不同的意义。当你晚上抬头仰望星空，看着夜空中的皓月星辰，宇宙在你眼里将会换一番景象，过去的宇宙观一去不复返，一个崭新的宇宙观将在你的头脑中建立起来。

自小到大，你可能一直会有这样的疑问：

时间到底是什么东西？

我们能跨越未来吗？

我们能回到过去吗？

光到底是什么东西？

宇宙到底长什么样？有大小吗？有生死吗？

我们能像星际迷航一样穿梭在银河系吗？

这个世界的物质到底是由什么构成的？

物质可以无限分割吗？

……

这些令人不可思议的问题，科学家到底是如何找到答案的？

看完这本书，或许你将对以上这些问题不再感到疑惑，说不定，你还

可以很自信地为你的亲朋好友解答他们心中同样的疑惑。

所有这一切，都要从爱因斯坦发现的相对论开始讲起。这的确是一个伟大的理论，这是20世纪人类对这个宇宙秘密最深刻的一次发现。你可能还是在茫然地看着我：“我听说过相对论，可是它跟我们的日常生活有关系吗？”

当然是有关系的。比如，GPS导航系统现在已经是一个常用设备，我估计很多读者都有一个车载的，或者手机里面就有一个。知道吗？如果没有相对论，那么这玩意可就会出大问题。因为根据相对论，卫星上的时钟会比地面上的时钟走得快，每天大约快38微秒（0.000038秒）。这个时钟的快慢并不是因为计时器精度不够造成的，而是因为卫星上的时间真的变快了。你设想一下，如果人类没有掌握相对论的知识，那么就不会知道发射到天上的卫星哪怕用再精确的计时工具计时，也不可能消除这个误差。你千万不要小看这似乎微不足道的38微秒，如果不校正的话，那么GPS导航系统每天积累的误差将超过10千米（当然这个误差是垂直方向上的，不是水平方向上的），如果美军用这个来导航导弹的话，那麻烦可就大了。因此在GPS卫星发射前，要先把其时钟的走动频率调慢100亿分之4.465，把10.23兆赫调为10.22999999543兆赫，这些数字全靠相对论才能精确地计算出来。

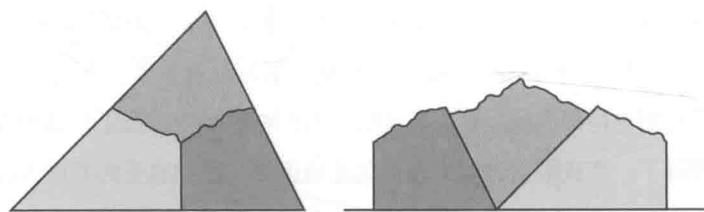
“神奇！”你大概会惊呼一声，“相对论原来就是这个啊。”哦不，这并不代表相对论，卫星上的时间变快只不过是相对论无数推论中的一个，我们通过相对论可以精确地计算出卫星上时钟和地面上时钟的误差到底是多少。相对论还有很多很多推论，小到推测水星的运行轨道、发生日全食时星星的位置，大到可以推演太阳的过去与未来，甚至宇宙的过去与未来。

“神奇！”你再次惊呼一声，“不过你越说越玄乎了，我还是有点不信。你先别说得那么远，你前面说啥来着？时间本身变慢了？这个太让我难以理解了。在我眼里时间本身是匀速流逝的，我们感受的所谓快慢无非是我们自己的感觉在变化，即便是你的表和我的表走时不准那也不是时间本身不准，而是我们的手表精度不够造成的。中午12点整开饭，对任何

人来说都是12点整开饭，这是一个客观事实，不会因为我们要用的是一块真的劳力士还是一块山寨劳力士而改变。”坦诚地说，我非常理解你的这种想法，并且我还要恭喜你，你的这个思想和伟大的牛顿是一模一样的。但非常遗憾，这个想法错了，真的错了。

相对论是研究时间、空间、运动这三者关系的理论体系的总称，它是这一百多年来人类最伟大的两个理论之一（还有一个是量子理论，那又将是一个长长的激动人心的故事，推荐阅读《上帝掷骰子吗？量子物理史话》，作者曹天元），诺贝尔物理学奖是不足以来评价相对论的伟大的。如果上帝真的存在，那么过去他说：“人类一思考，上帝就发笑。”相对论之后，他改口了：“人类一思考，上帝就发慌。”

我们对相对论的误解实在是太多了。大多数人都觉得相对论很神秘、很深奥，是大科学家才能理解的东西。这种误解来源于一个广为流传的关于相对论有多难懂的故事，说的是一个记者问天文学家爱丁顿：“听说全世界总共只有三个人能懂爱因斯坦的相对论，您是其中之一，是不是这样？”爱丁顿一时沉默了，正当记者以为爱丁顿要反驳的时候，没想到爱丁顿说：“我在想另外两个人是谁。”我估计当时这个记者就震惊了。不管这个故事是真还是假，总之给我们的一个印象就是相对论很难懂。但是大家千万不要忘了，这个故事发生在一百多年前的1906年，那时候相对论刚刚被爱因斯坦用严谨的数学语言描述出来，对那个时代的人来说确实是很难以理解的。不要说相对论了，你想象一下如果你回到乾隆年间，对大知识分子纪晓岚说随便找一个三角形的东西，把三只角割下来拼在一起，不多不少，总是恰好能拼出直直的一条边。



【图0-1】

把三角形的石桌的三个角割下来拼在一起，必定可以得到一条直边

铁齿铜牙的纪晓岚一开始肯定不信你，当他真的去找一些三角形的物件来验证，发现完全正确，即便是我们的大知识分子纪晓岚也会表示很神奇。但是在现代，随便找一个初中生都能给你证明三角形的内角和是180度，他会告诉你这是一个很简单的几何常识。

同样，相对论的一些基本原理和概念对我们现代人来说，也一点都不高深，不神秘，很好懂，关键在于你是不是愿意听我娓娓道来。

在正式开始我的叙述之前，我很想把我刚刚在网上看到的一则新闻给大家听。当然，你也可以直接跳过这部分从第一章开始看起，并不会影响你对本书的理解。

搜狐新闻报道：

※今年60岁的黄其德是宁乡县金洲乡箭楼村一名地道的农民。这位只有高中学历的农民，在对爱因斯坦的相对论进行了二十多年的独立研究后，对这一著名理论产生了质疑和挑战，并做出了近30万字的论述，引起了有关专家学者的关注。

※“世界文明的异化和倒退，人类社会伦理的堕落，虽然不能说完全是相对论的责任，但也是最重要的原因之一。”在研讨会上表达对爱因斯坦相对论学说的深恶痛绝时，60岁的农民黄其德表情严肃，一字一顿。

※黄伯伯在他的《爱因斯坦相对论在科学和哲学上对人类思维的扭曲》一文中写道：“我做过粗略的调查：理科大学生知道相对论的，100个人中不到1个，约占0.3%，而认定相对论无比深邃高明的却占99.5%；理科大学教授中知道相对论的不到2%，也几乎都认可并崇奉相对论；社会上一般知识分子中知道相对论的约占百万分之一，几乎无不崇奉相对论！这个数据说明了什么？首先说明地球人类崇奉相对论是由虚荣心支配着的极端盲目的权威效应。”

※他还写道：“我保证，只要有高中学历，都可以大致听懂我的论文，并取得评论相对论的有把握发言权。认识到爱因斯坦相对论是一个伪科学大骗局。”

前言结束之前，让我借黄伯伯的文风写下：

我保证，只要有高中学历，都可以大致看懂本书，并取得评论黄伯伯奇文的有把握的发言权，认识到爱因斯坦的相对论足以让上帝对渺小的人类产生敬畏。作为人类的一分子，我以此感到深深的自豪！

目录 / CONTENTS

时间 的 形状



序 / 001
前言 / 003

第一章 不得不说的废话

关于相对论的谣言粉碎机 / 002
你必须了解的四个概念 / 003

第二章 伽利略和牛顿的世界

相对性原理 / 010
伽利略变换式 / 015
史上最牛炼金术士牛顿 / 020
牛顿的绝对运动观 / 022
牛顿水桶实验中的绝对时空观 / 025

第三章 光的速度

伽利略吹响冲锋号 / 030
光速测量大赛 / 033
惊人的发现 / 036
科学史上最成功的失败 / 038

第四章 爱因斯坦和狭义相对论

两朵乌云 / 046
巨星登场 / 048
第一个原理：光速不变 / 050
第二个原理：物理规律不变 / 052

时间 的 形状



- 环球快车谋杀案 / 055
- 同时性的相对性 / 062
- 时间会膨胀 / 064
- 空间会收缩 / 075
- 速度合成 / 079
- 质速神剑 / 082
- 光速极限 / 084
- 质能奇迹 / 087
- 四个搞脑子问题 / 090

第五章 广义相对论的宇宙

- 爱因斯坦的不满 / 094
- 生死重量 / 097
- 等效原理 / 103
- 太空大圆盘 / 108
- 时空弯曲 / 114
- 引力的本质 / 118
- 水星轨道之谜 / 124
- 星光实验 / 126
- 没见过这么黑的洞 / 130
- 从黑洞到虫洞 / 135
- 压轴大戏 / 137

第六章 时空那点事

- 时空中的运动 / 144
- 四维时空 / 148
- 时间旅行 / 149

目录

CONTENTS

星际殖民 / 158

星际贸易 / 164

第七章 再谈四维时空

宇宙时空的终极图景 / 168

神奇的四维 / 178

第八章 上帝的判决

上帝玩不玩骰子? / 190

美剧《生活大爆炸》 / 191

要命的双缝 / 192

玻尔的上帝 / 198

EPR 实验 / 203

宇宙大法官 / 205

上帝的判决 / 208

万物理论 / 211

第九章 宇宙是一首交响乐

万物皆空唯有音乐 / 214

击碎原子 / 216

宇宙中的四种“力” / 222

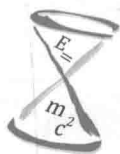
超弦理论 / 224

伟大的设计 / 227

后记 / 231

第一章 CHAPTER ONE

不得不说的废话



本章之所以叫做“不得不说的废话”，那就是因为这章的内容跟相对论本身并不直接相关，如果你完全跳过不看，直接从第二章开始看起，也不会觉得有任何缺失，但我又不得不写。本章的内容对你理解相对论会有莫大的帮助，看似有点扯远的内容恰恰是教会我们如何用一种正确的思维去阅读，甚至去“挑刺”。



关于相对论的谣言粉碎机

一、某些伪哲学家最喜欢说的一句话，就是“伟大的爱因斯坦发现了这个世界的奥秘——世间万物都是相对的，没有什么是绝对的。”

胡说八道！尤其是每当我跟某些人说“这是不会变的”，对方却告诉我爱因斯坦的相对论禁止这种想法的时候，我就会忍不住大喊一声：“胡说八道，谁告诉你爱因斯坦说过这句话，别给爱因斯坦抹黑！”事实上，爱因斯坦在晚年一直很不喜欢别人把他的理论叫作“相对论”，他自己觉得他的这个理论应该叫作“不变论”，因为他的理论中最重要的部分是那些数学方程式中的不变量。爱因斯坦深以为自豪的是他发现了宇宙中一些永恒不变的常量，更何况整个相对论都是从“在任何惯性系中，所有物理规律保持不变”和“在真空中光的传播速度恒定不变”这两条原理上发展而来的。如果当年相对论真的如爱因斯坦希望的那样叫作了“不变论”，我很想知道伪哲学家们是否又要说：“伟大的爱因斯坦发现了这个世界的奥秘——不管世界怎么变化，永恒的永远就是永恒的。”

二、有很多人认为相对论是用来造原子弹的理论，爱因斯坦正是现在人类面临的核危机的罪魁祸首。2011年日本大地震导致的福岛核电站的泄漏，又一次带来了这样的谣言，例如“要不是爱因斯坦，要不是相对论，何至于此。”

事实是，关于原子弹，爱因斯坦唯一做过的事，就是在一封由西拉德起草写给美国总统罗斯福的信上签了字，这封信主要讲的是希特勒有可能正在研制一种威力巨大的“新型炸弹”，如果研制出来，很有可能改变二战的进程，美国也应该组织力量进行研制，以阻止可怕的灾难性后果。而相对论只不过是这种新型炸弹为什么会有如此巨大威力的一种理论解释，即便没有相对论，这种炸弹也一样能造出来，只不过人类不知道为什么威力如此巨大而已。这就好比我放了一个屁把自己臭死了，但我百思不得其解为什么会这么臭，直到有一天化学家和生物学家通过研究发现了臭屁的原理，但是没有理论仍然不能阻止我放出臭死自己的这个屁。正如有着“活着的爱因斯坦”之称的霍金指出的那样：把原子弹归咎于爱因斯坦的相对论，就如同把飞机失事的责任，归咎于牛顿的万有引力定律一样（霍金《果壳中的宇宙》）。

你必须了解的四个概念

波普尔的证伪说——科学与伪科学的量尺。

波普尔是一个著名的科学哲学家，他阐明了一个被科学界广为接受的道理：所有的物理规律（或者说科学定律）都是无法真正完全“证实”的，通俗来讲就是科学规律永远不可能用摆事实讲道理的方法来给你证明，尤其是证明给那些伪哲学家们。乍一听这个说法，似乎很难理解，其实很好理解。比如说我现在发现了一个科学规律：天下乌鸦一般黑。那我怎么证明这个规律呢？我只能到全世界去抓乌鸦的样本，每抓到一只都发现是黑的，然后我就跟你说：“你看，我从全世界抓了那么多的乌鸦，无一不是黑的，这下你总该相信我关于天下乌鸦一般黑的理论了吧？”你说：