

给你一个崭新的宇宙观

$$E=mc^2$$



相对论史话

# 时间的形状



The  
Shape  
of Time  
The History of Relativity

新星出版社 NEW STAR PRESS

# 时间的形状

——相对论史话

$$E=mc^2$$

汪洁 / 著

新星出版社 NEW STAR PRESS

---

图书在版编目 (CIP) 数据

时间的形状：相对论史话 / 汪洁著. —2 版. —北京：新星出版社，2013.6

ISBN 978-7-5133-1189-2

I. ①时… II. ①汪… III. ①相对论—普及读物 IV. ①O412.1-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2013) 第084610号

---

## 时间的形状——相对论史话

汪洁 著

策划编辑：高磊

责任编辑：向小佳

责任印制：韦舰

封面设计：九一

插图绘制：吴京平 钱力 张国华 赵于君

---

出版发行：新星出版社

出版人：谢刚

社址：北京市西城区车公庄大街丙3号楼 100044

网址：[www.newstarpress.com](http://www.newstarpress.com)

电话：010-88310888

传真：010-65270449

法律顾问：北京市大成律师事务所

---

读者服务：010-88310811 [service@newstarpress.com](mailto:service@newstarpress.com)

邮购地址：北京市西城区车公庄大街丙3号楼 100044

---

印刷：北京汇林印务有限公司

开本：910mm×1230mm 1/32

印张：10.25

字数：170千字

版次：2013年6月第二版 2013年6月第一次印刷

书号：ISBN 978-7-5133-1189-2

定价：36.00元

---

版权专用，侵权必究；如有质量问题，请与印刷厂联系更换。

## 前 言

我可以保证，这是一本很有趣的书。这本书完全不同于传统意义上的科学知识普及类图书，这本书更像是一本茶余饭后休闲翻阅的书，就像阅读一本有意思的小说。在这本书里面，你会看到很多极富想象力的小故事：牛顿带着 Tom 和 Jerry 来到一个大水桶里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。虽然这一切看上去都不像是正儿八经的科学知识，但我可以很负责任地告诉你，这些故事里蕴藏着我们这个世界中你所不知道的惊人秘密，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，那是因为没有告诉你普通物理现象背后隐藏的秘密。现在的高中生都会在实验室里面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，可是从来没有人告诉我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，你会惊讶地发现，这个世界不再是我们头脑中原来的那个世界了，我们脑袋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强烈的冲击。而且，我确确实实是在讲科学，不是在讲神学或者宣扬神秘主义。

我们这本书基本上可以分为上下两部分，上部和大家一起回顾物理学走过的四百多年坎坷历史，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，这是我们这本书上部的主题。中间的第六章是厚重和真实的历史故事，这个故事尘封已久，现在的很多年轻人甚至都不敢想象这就是发生在离我们生活的时代如此之近的故事，但我想告诉大家，真相往往比小说更惊人。最后四章是本书的下部，我可以非常自信地告诉大家，下部比上部更精彩，结构更宏大，故事更神奇，真相更惊人。在下部中，我将为你细致地剖析时空的真相，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的终极图景，然后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，你对这个世界的看法一定会大大改观。潮起潮落，斗转星移，这些平常司空见惯的自然现象会突然在你眼里产生完全不一样的意义。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成另一番景象，过去的宇宙一去不复返了，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？

我们能跨越到未来吗？

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》中那样穿梭在银河系吗？

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，科学家们到底是如何找到答案的？

看完这本书，你将不再对以上这些问题感到疑惑，不但不会疑惑，你还可以很自信地给你的亲朋好友解答他们心中同样的疑惑。

所有这一切，都要从爱因斯坦提出的相对论开始讲起，这的确是一个伟大的理论，这是上个世纪人类对这个宇宙秘密最深刻的一次发现，这个理论可以解答你心中无数的疑惑。你可能还是感到茫然，看着我说：“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满大街都可以看到的常用小电器了，我估计很多读者都有一个车载的，或者手机里面就有一个软件。我告诉你，如果没有相对论，那么这玩意儿可就会出大问题。因为根据相对论，卫星上面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），这个时钟走得快并不是因为计时器精度不够造成的，而是因为时间本身真正变快了。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一百亿分之 4.465，把 10.23 兆赫调为 10.2299999543 兆赫，这些数字全靠有了相对论才能那么精确地计算出来。

“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的时钟和地面上的时钟的误差到底是多少。相对论还有很多很多的推论，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，甚至是宇宙的过去与未来。“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均匀流逝的，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，这是一个客观事实摆在那里，不会因为我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，那又将有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。如果上帝真的存在的话，上帝过去总是说：“人类一思考，上帝就发笑。”人类有了相对论之后，上帝改口了：“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：“我正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。铁齿铜牙的纪晓岚一开始肯定不相信，真的去找了一

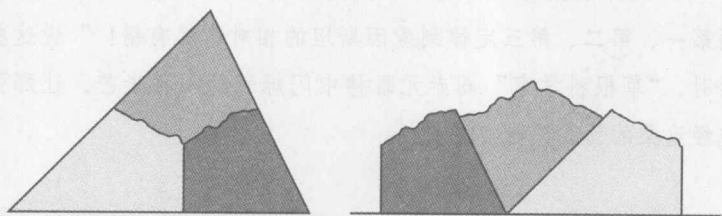


图 0-1 把三角形的石桌的三个角割下来拼在一起，必定可以得到一条直边



些三角形的物件来，一验证，发现完全正确。即便是我们的大知识分子，纪晓岚也会表示这个现象很神奇。但要是现代，随便找一个初中生就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冷笑话讲给大家听，当然，你也可以直接跳过这部分从第一章开始看起，这并不会影响你对本书的理解。

搜狐新闻报道：

※今年60岁的黄其德是湖南省长沙市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，对这一著名理论提出了质疑和挑战，并作出了近三十万字的论述，引起了有关专家学者的关注。

※天津农民称其证明了相对论有错：“我已经证明出，从牛顿第一、第二、第三定律到爱因斯坦的相对论都有错！”说这些话时，“草根科学家”阎赤元眼神中闪烁着的一种光芒，让那张饱经沧桑的面孔顿时有了生气。

以上只是网上能搜到的众多反相对论的“民间科学家”案例中的两例，如果你觉得这一点都不“冷”，OK，给你看几段真正“冷”的：

※“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，但相对论也是最重要的原因之一。”在研讨会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《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：“这是个人对相对论全部研究中最沉重的话题，然而必须如实说出来，才能惊醒地球人类。百年来，不单是爱因斯坦的相对论，他的任何言论都被崇奉为人类心目中的神旨；尤其是许多上层知识分子，完全丧失最起码的独立思考与判断能力。在权威效应的魔障下，一切服从一人的臆想和武断。这是发生在地球人类历史上的极端反常的非理性狂潮。”“我作过粗略的调查：理科大学生知道相对论的，100个人中不到一个，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。”

※黄伯伯写道：“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的发言权，认识到爱因斯坦的相对论是一个伪科学大骗局。”

我有一个直觉，各位看到上面那段黄伯伯的掷地有声的“保证”之后，立马会被激发出极大的一睹奇文的冲动，这种冲动绝对大过继续阅读我下面的正文的欲望。我表示压力很大，因此，在这里我先不给出黄伯伯奇文的链接地址，我会在本书的最后再给出，希望那个时候你再欣赏黄伯伯的奇文的时候能够产生与我一样的感觉——“当时我就笑喷了！”（你如果此时已经打开电脑开始搜索奇文了，我也拿你没办法，但还是最后拦你一下：看

完此书再欣赏黄伯伯奇文，你一定会笑喷！）

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，都可以完全看懂本书，并能充分欣赏黄伯伯奇文，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，我为此深深地感到自豪！”

# 目录

前言 / 1

## 第一章 不得不说的废话 / 1

关于相对论的谣言粉碎机 / 2

你必须了解的四个概念 / 4

## 第二章 伽利略和牛顿的世界 / 11

相对性原理 / 12

伽利略变换式 / 18

史上最牛炼金术士牛顿 / 24

牛顿的绝对运动观 / 26

牛顿水桶实验中的绝对时空观 / 29

## 第三章 光的速度 / 35

伽利略吹响冲锋号 / 36

光速测量大赛 / 39

惊人的发现 / 43

科学史上最成功的失败 / 46

## 第四章 爱因斯坦和狭义相对论 / 53

两朵乌云 / 54

巨星登场 / 56

第一个原理：光速不变 / 59

第二个原理：物理规律不变 / 62

环球快车谋杀案之犯罪现场调查 / 66

环球快车巴黎站的监控室 / 71

同时性的相对性 / 73

时间会膨胀 / 77

空间会收缩 / 90

速度合成 / 95

质速神剑 / 98

光速极限 / 101

质能奇迹 / 104

四个疯狂的问题 / 107

## 第五章 广义相对论的宇宙 / 111

爱因斯坦的不满 / 112

生死重量 / 116

等效原理 / 122

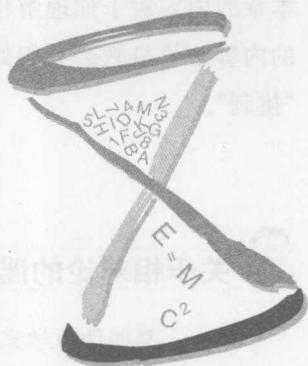
太空大圆盘 / 127

时空弯曲 / 134

引力的本质 / 139
水星轨道之谜 / 144
星光实验 / 147
没见过这么黑的洞 / 151
从黑洞到虫洞 / 157
压轴大戏 / 159
<b>第六章 红色革命 / 167</b>
<b>第七章 时空那点事 / 201</b>
时空中的运动 / 203
四维时空 / 208
时间旅行 / 209
星际殖民 / 219
星际贸易 / 227
<b>第八章 再谈四维时空 / 231</b>
宇宙的终极图景 / 232
神奇的四维 / 243
<b>第九章 上帝的判决 / 255</b>
上帝玩不玩骰子? / 256
美剧《生活大爆炸》 / 257
要命的双缝 / 259
玻尔的上帝 / 265

261	量子纠缠	EPR 实验 / 272
264	量子态叠加原理	宇宙大法官 / 274
269	量子力学	上帝的判决 / 278
269	薛定谔方程	万物理论 / 282
271	<b>第十章 宇宙是一首交响乐</b>	<b>285</b>
280	万物皆空唯有音乐	万物皆空唯有音乐 / 286
281	击碎原子	击碎原子 / 289
285	宇宙中的四种“力”	宇宙中的四种“力” / 296
289	超弦理论	超弦理论 / 299
303	伟大的设计	伟大的设计 / 303
305	<b>后记</b>	<b>305</b>

# 第一章 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的地方，但我又不得不写。本章的内容对于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

第一，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，没有什么绝对的。”

胡说八道！尤其是每当我跟某些人说“这是不会变的”的时候，对方告诉我爱因斯坦的相对论禁止这种想法，我就忍不住大喊一声：“胡说八道，谁告诉你爱因斯坦说过这句话，别给爱因斯坦脸上抹黑！”事实上，爱因斯坦在晚年一直很不喜欢别人把他的理论叫做“相对论”，他自己觉得他的这个理论应该叫做“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“在真空中光的传播速度恒定不变”这一实验基础上发展而来的。如果当年相对论真的如爱恩斯