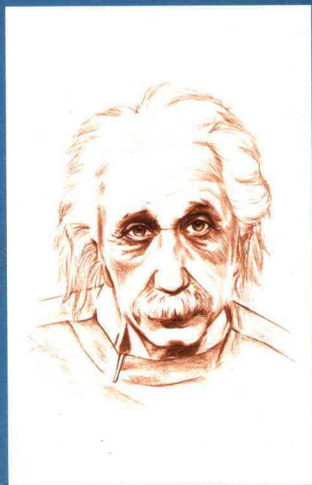




西方经典悦读

大师经典·通俗阅读



# 相对论

爱因斯坦 著 | 周学政 徐有智 编译

*Relativity*

让人类重新审视时间与空间

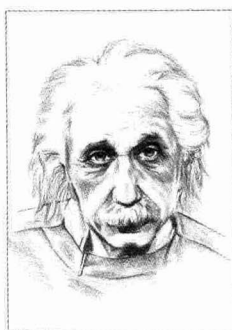
北京出版集团公司  
北 京 出 版 社

MASTERS WORKS  
IN AN EASY WAY

西方经典悦读

Relativity

# 相对论



(美) 爱因斯坦 著 | 周学政 徐有智 编译

北京出版集团公司  
北 京 出 版 社

图书在版编目(C I P)数据

相对论 / (美) 爱因斯坦 (Einstein, A.) 著; 周学政, 徐有智编译. — 北京: 北京出版社, 2012.5

(西方经典悦读 / 杨玉成, 崔人元主编)

ISBN 978-7-200-09260-8

I. ①相… II. ①爱…②周…③徐… III. ①相对论  
IV. ①0412.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第089784号

西方经典悦读

相对论

XIANGDUI LUN

(美) 爱因斯坦 著 周学政 徐有智 编译

\*

北京出版集团公司  
北京出版社 出版

(北京北三环中路6号)

邮政编码: 100120

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

北京出版集团公司总发行

新华书店经销

北京画中画印刷有限公司印刷

\*

787毫米×1092毫米 16开本 10.5印张 136千字

2012年5月第1版 2012年5月第1次印刷

ISBN 978-7-200-09260-8

定价: 23.80 元

质量监督电话: 010-58572393

## 编者的话

将经典学术名著全新通俗化编译的《西方经典悦读》经过精心准备终于面世了。对这套丛书在尊重和保持原作权威、经典的基础上进行通俗化的编译，目的是减少阅读障碍，使读者在享受轻松阅读的同时，对西方历史文化有所了解。

说起来很有意思，策划这样一套大型普及型丛书，源于一次常规的新编辑培训。其间有老编辑教育新人，要想成为一名合格的编辑，涉猎一定要广，多读书至关重要。大家很自然地谈起应该读什么书，于是亚里士多德、孟德斯鸠、休谟、卢梭、黑格尔、达尔文、马克思、爱因斯坦等一批对人类影响深远的人文社会科学、自然科学大师的名字及其相关著作被提了出来。但接下来的即兴调查却让人大吃一惊！在座的新老编辑近三十人，无论从学历还是所从事的职业看，都应该属于博览群书的人，但通读过《政治学》、《战争论》、《相对论》的竟然没有；读过《人性论》、《法哲学原理》、《资本论》的仅有一人；读过《社会契约论》、《物种起源》、《国富论》的也只有两人……由此看来，对这些名家名著我们几乎都是只闻其名未见其详，阅者寥寥，令人汗颜。

为什么从中学到大学都耳熟能详的这么多传世经典学术名著，我们居然都没有拿起来读一读，真值得好好反思一下。

于是我们就此进行了简单的问卷调查，结果可想而知，上面提到的这些西方经典学术名著，读者阅读率低得惊人。令人欣慰的是，同样的调查也表明，相当多的人从中学时代开始就非常想读这些“人人皆知”但“人

人皆未读过”的西方学术经典。之所以一直没有读过，与这些经典著作艰涩难懂或篇幅太长有很大关系。作为普通读者，大家只是想从整体上去了解这些学术名著，而并不需要深入研究。所以，几千年上百年的历史跨度、不同时期的艰深译文、动辄几十万上百万字的鸿篇巨制……都成为挡在学术名著与普通读者之间的鸿沟，是阻碍经典学术名著从“人人皆知”到“人人皆读”转变的关键！

要实现这种转变，让经典学术名著通俗易懂、变繁为简最重要。换言之，就是要让尽可能多的人对这些经典学术著作想读、能读、爱读。虽然现在我国的出版事业极其繁荣，然而多数学术经典名著至今却尚未有通俗普及本，这不能不说是一件憾事。历史上，康德曾不得不作《未来形而上学导论》，以相对通俗的表述推广普及其《纯粹理性批判》；休谟更不得不作《人类理智研究》，乃至尝试亲自撰写《〈人性论〉摘要》，以补救其艰深的《人性论》出版时所遭到的冷遇。

鉴于此，我们在广泛征求有关专家学者意见的基础上，精选出几十部西方经典学术名著，组织一批学有专长的青年学者，进行全新的编译，推出了这套《西方经典悦读》，希望普通读者也能来共同领略经典名著的思想精髓，从而达到丰富知识和充实、提升自我的目的。

出于这个目的，在内容上，我们一方面将一些大部头经典做了瘦身，力求这个版本能化繁为简，提炼出原著精华；另一方面也对一些文字量虽不多，但因时代久远或表述拗口的知名精短著作进行了语言通俗化的梳理。同时在封面、版式设计上，我们也尝试改变传统学术著作的固有风格，力求简洁清新，从而更方便各类读者轻松、快速地阅读。对于没有能力也没有时间“啃”原著的读者来说，希望这套《西方经典悦读》有“替代”原著的作用，能满足大致了解原著的基本需要；同时，我们也希望这套丛书能够引发大家对西方经典的阅读兴趣，并随着年龄及阅读能力的提高，为最终阅读原著起到引导入门的作用。

当然，要实现这样的出版初衷难度很大。目前对国内外文学作品的简写或改编的尝试较多，有些也较为成功，而对于人文社会科学乃至自然科学学术名著的简写或改编的尝试则比较少，像我们这样成规模重新编译改写的更是很少见到。

有些朋友质疑我们将经典通俗化的意义，认为原著难懂可以去看解读文章啊。我们以为，尽管有些经典名著可能不乏有解说性的文本，但这毕竟只是解说，而且还是解说者的“一家之言”，既无法让读者看到作品的原有概貌，也无法让读者领略到作品原有的内涵和韵味。所以，能够通俗展现经典学术著作的原汁原味必要且重要。

大师们的学术著作所表达的很多观点在今天看来似乎顺理成章，但在当时都是超前的思想火花，所以对这些先进思想的表述，不可能在当时的历史背景下就达到通俗易懂、传播普及的水平。正是经过时间长河的积淀和考验，通过现代人自身的理解，才能将其更好地诠释出来。

文化只有传播与借鉴才能彰显其价值。近一个时期以来，对中国古代传统文化的开掘与推广非常引人注目，并催涨起学习传统文化的热潮。在这样一个背景下，我们也希望西方的先进文化思想能够引起大家关注。与“世界接轨”的口号喊了很久，而人们的理解似乎还停留在只要采用一些西方的技术和方法就是与世界接轨的层面上。殊不知，我们今天所见到的西方文明，无不有其历史、文化的根源，是诸多西方思想家、科学家对社会、对自然长期思考的结果。如果仅从其外部现象或技术角度进行模仿，是难以深入了解西方之所以先进的深层内涵的。所以我们要想真正做到“与世界接轨”，首先就应该“让思想先行”。《西方经典悦读》丛书就是本着这样的理念，对西方经典文化进行推广普及，希望能让更多的读者分享到人类思想的硕果。

我们和众多专家学者一起，经过一段时间的努力，终于迎来了丛书面世的一天。我们不敢奢望像康德和休谟自己改写其著作那样使这个通俗普及本也成为经典，但我们确实希望这套丛书能够使广大读者对经典不再望而生畏，真正实现对学术经典的轻松“悦”读。

最后，我们还是想说，编译毕竟不能替代原著。希望阅读完这套丛书后，有更多的读者有兴趣和勇气，并且满怀敬意地去研读经典原著，更为直接地感受和领略大师的思路历程。



斯坦全力以赴去探索统一场论。开头几年他非常乐观，以为胜利在望，后来却发现困难重重。他认为现有的数学工具不够用，1928以后转入纯数学的探索。他尝试着用各种方法，但都没有取得具有真正物理意义的结果。1933年，爱因斯坦因受到纳粹政权的迫害，被迫迁居美国，任普林斯顿高级研究所教授，从事理论物理研究。1940年入美国籍。

晚年的爱因斯坦生活简单，每天在研究所里研究统一场论，有时也会去附近的湖面玩帆船。他以一种安详的姿态探索着自己的研究路线，一直到1955年4月18日，爱因斯坦在普林斯顿医院的病床上，于睡梦中安然逝世，享年76岁。

爱因斯坦的著述有《论动体的电动力学》、《关于辐射的量理论》、《广义相对论的基础》、《根据广义相对论对宇宙学所作的考察》、《相对论的数学理论》、《空间、时间和引力》、《物理学的哲学》等。2005年是爱因斯坦创立狭义相对论100周年和爱因斯坦逝世50周年，联合国将这一年定为“国际物理年”，德国、瑞士等国家也把这一年定为“爱因斯坦年”，用以纪念这位伟大的科学家在那个伟大的时代所作出的伟大贡献。



1905年3月，爱因斯坦将自己认为正确无误的论文《关于光的产生和变换的启发式》送到了德国《物理学年报》编辑部。他腼腆地对编辑说：“如果您能在你们的年报中找到篇幅为我刊出这篇论文，我将感到很愉快。”这篇论文把普朗克1900年提出的量子概念推广到光在空间中的传播情况，提出光量子假说。论文认为：对于时间平均值，光表现为波动；而对于瞬时值，光则表现为粒子性。这是历史上第一次揭示了微观客体的波动性和粒子性的统一，即波粒二象性。在这篇文章的结尾，他用光量子概念轻而易举地解释了经典物理学无法解释的光电效应，推导出光电子的最大能量同入射光的频率之间的关系。这一关系10年后才由密立根给予实验证实。1921年，爱因斯坦因“光电

效应定律的发现”这一成就而获得了诺贝尔物理学奖——事实上，他在相对论方面的贡献要远远大于这些，只不过当时的诺贝尔奖评委认为相对论没有得到验证，而且真正懂得的人寥寥无几。

1905年4月，爱因斯坦完成了《分子大小的新测定法》论文，5月，他又完成了《根据热的分子运动论研究悬浮在稳定液体中小质量点的运动》论文。这是两篇关于布朗运动的研究论文。爱因斯坦当时的目的是要通过观测由分子运动的涨落现象所产生的悬浮粒子的无规则运动来测定分子的实际大小，以解决半个多世纪来科学界和哲学界争论不休的原子是否存在的问题。

1905年6月，爱因斯坦完成了开创物理学新纪元的长论文《物体的惯性同它所含的能量有关吗》，完整地提出了狭义相对论。这是爱因斯坦10年酝酿和探索的结果，它在很大程度上解决了19世纪末出现的经典物理学的危机，改变了牛顿的时空观念，揭示了物质和能量的相当性，创立了一个全新的物理学世界，是近代物理学领域最伟大的革命。狭义相对论不但可以解释经典物理学所能解释的全部现象，还可以解释一些经典物理学所不能解释的物理现象，并且预言了不少新的效应。狭义相对论最重要的结论是：质量守恒原理失去了独立性，它和能量守恒定律融合在一起，质量和能量是可以相互转化的。其他结论还有大家相对熟悉的光速不变、光子的静止质量是零、钟慢尺缩等等。而经典力学就成为了相对论力学在低速运动时的一种极限情况。这样，力学和电磁学也就在运动学的基础上统一起来。

质能相当性是原子核物理学和粒子物理学的理论基础，也为20世纪40年代实现核能的释放和利用开辟了道路。

在这短短的一年时间，爱因斯坦在科学上的突破性成就可以说是“石破天惊，前无古人”。即使他就此放弃物理学研究，即使他只完成了上述几方面成就的任何一方面，爱因斯坦都会在物理学发展史上留下极其重要的一笔。爱因斯坦拨散了笼罩在“物理学晴空上的乌云”，迎来了物理学更加光辉灿烂的新纪元。

但是爱因斯坦创立广义相对论的路途并不平坦，由于他大学时对物理的偏爱，忽视了他其他学科的学习，如在数学方面他遇到的很多问题就无法自己独立去解决。不过好在他的大学老师闵可夫斯基提出了

四维空间的概念，而且在他回到母校工作以后遇到了大学时的同学格罗斯曼教授。在格罗斯曼的帮助下，在黎曼（1826—1866）几何和张量分析中找到了建立广义相对论的数学工具。经过一年的奋力合作，他们于1913年发表了重要论文《广义相对论纲要和引力理论》，提出了引力的度规场理论。这是首次把引力和度规结合起来，使黎曼几何获得实在的物理意义，并建立了广义相对论。

广义相对论建成后，爱因斯坦依然感到不满足，他要把广义相对论再加以推广，使它不仅包括引力场，也包括电磁场。他认为这是相对论发展的第三个阶段，即统一场论。1925年以后，爱因斯坦全力以赴去探索统一场论。

1925年至1955年这30年中，除了关于量子力学的完备性问题、引力波以及广义相对论的运动问题以外，爱因斯坦几乎把他全部的科学创造精力都用于统一场论的探索。但是由于种种原因，他没能获得成功，最终于1955年抱憾而逝。虽然他没有在这个方面取得突破，但是由于这一领域实在是过于高深，至今也少有人在此取得进步。因此我们可以说，爱因斯坦后来的工作并不是没有意义的，相反，他以一个勇者的姿态去挑战那个时代别人所不敢企及的科学高峰。时至今日，还有无数的科学家仍在沿着爱因斯坦开拓的道路一往无前地进行着研究。

我们知道，物质是运动的，没有不运动的物质，也没有无物质的运动。由于物质是在相互联系、相互作用中运动的，因此，必须在物质的相互关系中描述运动，而不可能孤立地描述运动。运动必须有一个参照物，这个参照物就是参照系。我们不知道整个宇宙的整体运动状态，就是因为宇宙是封闭的，没有参照系。爱因斯坦将其引用，作为狭义相对论的第一个基本原理：狭义相对性原理。其内容是：惯性系之间完全等价，不可区分。狭义相对论的第二个基本原理是：光速是不变的。从这两条基本原理出发，狭义相对论认为，时间和空间是相对的，质量和速度之间是紧密联系的，物质的质量和能量之间是可以相互转化的，也就是现在人们常说的质能方程是成立的。

广义相对论的第一个基本原理认为，在任何参照系中（包括非惯性系）物理规律都是相同的，也就是说所有参照系在描述自然定律时都是等效的。其另一个基本原理认为，一个均匀的引力场与一个做匀

加速运动的参照系等价。从这两个基本原理出发，广义相对论认为，我们所处的空间不是平直的空间，而是弯曲的空间。

爱因斯坦关于相对论的观点已经过科学家们的实验所验证，如：引力红移实验、光线的偏折实验、水星的近日点进动和雷达回波的时间延迟实验。这些实验都验证了爱因斯坦的观点，但是随着研究的深入，关于相对论的各种争论还在继续，试验也在发展。

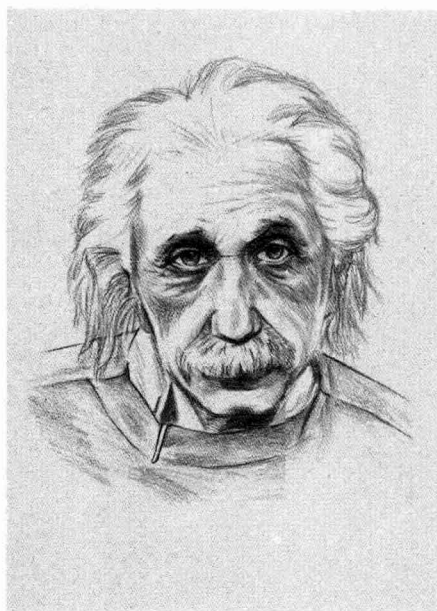
爱因斯坦的相对论开拓了人类思想的新境界，他的思想如同他的理论一样，在人类历史上已经留下了厚重的一笔。正如法国物理学家朗之万所评价的：“在我们这一时代的物理学家中，爱因斯坦将位于前列。他现在是，将来也是人类宇宙中有头等光辉的一颗巨星。很难说，他究竟是同牛顿一样伟大，还是比牛顿更伟大。不过，可以肯定地说，他的伟大是可以同牛顿相比拟的。按照我的见解，他也许比牛顿更伟大，因为他对于科学的贡献，更加深刻地进入了人类思想基本概念的结构中。”



爱因斯坦关于相对论的文章和书籍很多，但是国内做系统介绍的除了《爱因斯坦文集》里面收录的内容之外其他的很少。而且由于其内容非常深奥，如不加解读，一般读者很难理解。我们选择爱因斯坦的《狭义和广义相对论浅说》、《相对论的意义》两书（这是两本系统介绍相对论的书，从便于理解的角度看，二者缺一不可）合而为一、重新架构，编译成本书。作为普及经典学术知识的这个版本，我们在保持原貌的前提下，又在逻辑和文字上对其适当进行了调整组织，并力争将晦涩难懂的学术语言通俗化，庞杂的知识条理化，繁复的理论系统化，使读者能在我们的带领下，进入爱因斯坦的“相对论”世界，初步了解爱因斯坦伟大的科学理论。当然这种整合效果如何还有待读者检验。

周学政 徐有智

# · 相对论 ·



Einstein

(美) 爱因斯坦

## || 目录 ||

### 编者的话 1

### 导读 拨散物理学晴空上的乌云 5



## 第一部分 狭义相对论 1

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 一 几何命题的物理意义 .....         | 2  |
| 二 坐标系 .....               | 5  |
| 三 经典力学中的空间和时间 .....       | 8  |
| 四 伽利略坐标系 .....            | 9  |
| 五 狭义相对性原理 .....           | 10 |
| 六 经典力学中所用到的速度相加原理 .....   | 12 |
| 七 光的传播定律与相对性原理的表面抵触 ..... | 13 |
| 八 物理学的时间观 .....           | 17 |
| 九 同时性的相对性 .....           | 19 |
| 十 距离概念的相对性 .....          | 21 |
| 十一 洛伦兹变换 .....            | 22 |
| 十二 量杆和时钟在运动时的行为 .....     | 27 |
| 十三 速度相加原理：斐索实验 .....      | 31 |
| 十四 相对论的启发作用 .....         | 34 |
| 十五 狭义相对论的普遍性结果 .....      | 35 |
| 十六 经验和狭义相对论 .....         | 39 |
| 十七 闵可夫斯基的四维空间 .....       | 43 |

## 第二部分 广义相对论 45

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 一 狭义和广义相对性原理                  | 47 |
| 二 引力场                         | 49 |
| 三 引力场的思想试验                    | 51 |
| 四 惯性质量和引力质量相等是广义相对性公设的一个论据    | 52 |
| 五 等效原理                        | 57 |
| 六 经典力学的基础和狭义相对论的基础在哪些方面不能令人满意 | 60 |
| 七 广义相对性原理的几个推论                | 61 |
| 八 在转动的参照物上的钟和量杆的行为            | 64 |
| 九 欧几里得和非欧几里得连续区域              | 66 |
| 十 高斯坐标                        | 68 |
| 十一 狭义相对论的时空连续区可以当作欧几里得连续区     | 70 |
| 十二 广义相对论的时空连续区不是欧几里得连续区       | 72 |
| 十三 广义相对论原理的严格表述               | 74 |
| 十四 在广义相对性原理的基础上理解引力问题         | 76 |

## 第三部分 关于整个宇宙的一些考虑 79

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 一 牛顿理论在宇宙论方面的困难       | 80 |
| 二 一个“有限”而又“无限”的宇宙的可能性 | 86 |
| 三 以广义相对论为依据的空间结构      | 90 |

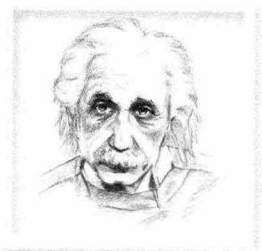
## 第四部分 相对论的验证 95

|                |     |
|----------------|-----|
| 一 以太和迈克尔逊—莫雷实验 | 96  |
| 二 狭义相对论的社会接受过程 | 103 |
| 三 水星近日点的进动     | 105 |
| 四 引力红移         | 110 |
| 五 引力场的光线偏转     | 117 |

## 第五部分 相对论的意义 125

|          |     |
|----------|-----|
| 一 古希腊的科学 | 126 |
|----------|-----|

|   |                  |     |
|---|------------------|-----|
| 二 | 近代科学的起源 .....    | 134 |
| 三 | 经典物理学与科学革命 ..... | 140 |
| 四 | 相对论与新科学革命 .....  | 145 |



Relativity

## 第一部分

## 狭义相对论

## 一 几何命题的物理意义

几何学是研究空间(或平面)形体的形状、大小和位置的相互关系的一门科学,简称为几何。古代中国、古巴比伦、古埃及、古印度、古希腊都是几何学的重要发源地。

“几何”这个词来源于希腊文,原意是土地测量,或叫测地术。几何学和算术一样产生于实践,也可以说几何产生的历史和算术是相似的。在远古时代,人们在实践中积累了十分丰富的各种平面、直线、方、圆、长、短、款、窄、厚、薄等概念,并且逐步认识了这些概念之间的关系,以及各概念内部之间位置跟数量的关系,这些后来就成了几何学的基本概念。正是生产实践的需要,原始的几何概念便逐步形成了比较粗浅的几何知识。虽然这些知识是零散的,而且大多数是经验性的,但是几何学就是建立在这些零散、经验性的、粗浅的几何知识之上的。

虽然古希腊时就已经有了十分丰富的几何知识,但是这些知识仍然是零散的、孤立的、不系统的。真正把几何总结成一门具有比较严密理论的学科的,是希腊杰出的数学家欧几里得(约前330—前275)。欧几里德在公元前300年左右,曾经到亚历山大城教学,是一位受人尊敬的、温良敦厚的教育家。他酷爱数学,深知柏拉图的一些几何原理。他非常详尽地搜集了当时所能知道的一切几何事实,按照柏拉图和亚里士多德(前384—前322)提出的关于逻辑推理的方法,整理成一门有着严密系统的理论,写成了数学史上早期的巨著——《几何原本》。《几何原本》是用公理法建立起演绎的数学体系的最早典范。在这部著作里,全部几何知识都是从最初的几个假设出发、