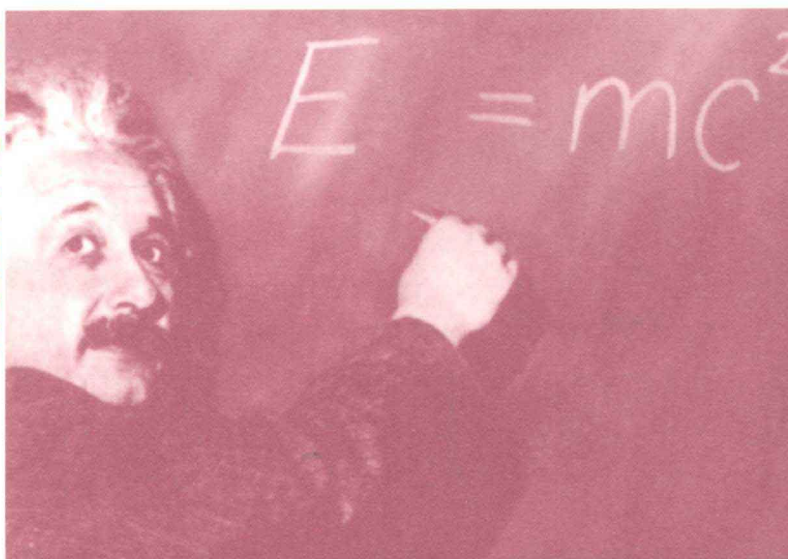




开放人文

AN EQUATION
THAT
CHANGED THE WORLD
Newton, Einstein, and
the theory of Relativity



[德] 哈拉尔德·弗里奇 著 邢志忠 江向东 黄艳华 译

Harald Fritzsche

改变世界的方程

上海世纪出版集团

改变世界的方程

牛顿、爱因斯坦和相对论

[德] 哈拉尔德·弗里奇 著

邢志忠 江向东 黄艳华 译

世纪出版集团 上海科技教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

改变世界的方程：牛顿、爱因斯坦和相对论 / (德)

弗里奇(Fritzsch, H.)著；邢志忠，江向东，黄艳华译.

—上海：上海科技教育出版社，2011.8

(世纪人文系列丛书·开放人文)

ISBN 978-7-5428-5155-0

I. ①改… II. ①弗… ②邢… ③江… ④黄… III. ①相对
论—研究 IV. ①0412.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 016771 号

责任编辑 潘涛 郑华秀 傅勇

装帧设计 陆智昌 朱赢椿

改变世界的方程——牛顿、爱因斯坦和相对论

[德] 哈拉尔德·弗里奇 著

邢志忠 江向东 黄艳华 译

出版 世纪出版集团 上海科技教育出版社
(200235 上海冠生园路 393 号 www.ewen.cc)

发行 上海世纪出版集团发行中心

印刷 上海商务联西印刷有限公司

开本 635×965 mm 1/16

印张 18.75

插页 4

字数 251 000

版次 2011 年 8 月第 1 版

印次 2011 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5428-5155-0/N·801

图字 09-2010-576 号

定价 42.00 元

世纪人文系列丛书编委会

主任

陈 昕

委员

丁荣生	王一方	王为松	毛文涛	王兴康	包南麟
叶 路	何元龙	张文杰	张英光	张晓敏	张跃进
李伟国	李远涛	李梦生	陈 和	陈 昕	郁椿德
金良年	施宏俊	胡大卫	赵月瑟	赵昌平	翁经义
郭志坤	曹维劲	渠敬东	韩卫东	彭卫国	潘 涛

出版说明

自中西文明发生碰撞以来，百余年的中国现代文化建设即无可避免地担负起双重使命。梳理和探究西方文明的根源及脉络，已成为我们理解并提升自身要义的借镜，整理和传承中国文明的传统，更是我们实现并弘扬自身价值的根本。此二者的交汇，乃是塑造现代中国之精神品格的必由进路。世纪出版集团倾力编辑世纪人文系列丛书之宗旨亦在于此。

世纪人文系列丛书包涵“世纪文库”、“世纪前沿”、“袖珍经典”、“大学经典”及“开放人文”五个界面，各成系列，相得益彰。

“厘清西方思想脉络，更新中国学术传统”，为“世纪文库”之编辑指针。文库分为中西两大书系。中学书系由清末民初开始，全面整理中国近现代以来的学术著作，以期为今人反思现代中国的社会和精神处境铺建思考的进阶；西学书系旨在从西方文明的整体进程出发，系统译介自古希腊罗马以降的经典文献，借此展现西方思想传统的生发流变过程，从而为我们返回现代中国之核心问题奠定坚实的文本基础。与之呼应，“世纪前沿”着重关注二战以来全球范围内学术思想的重要论题与最新进展，展示各学科领域的新近成果和当代文化思潮演化的各种向度。“袖珍经典”则以相对简约的形式，收录名家大师们在体裁和风格上独具特色的经典作品，阐幽发微，意趣兼得。

遵循现代人文教育和公民教育的理念，秉承“通达民情，化育人心”的中国传统教育精神，“大学经典”依据中西文明传统的知识谱系及其价值内涵，将人类历史上具有人文内涵的经典作品编辑成为大学教育的基础读本，应时代所需，顺时势所趋，为塑造现代中国人的人文素养、公民意识和国家精神倾力尽心。“开放人文”旨在提供全景式的人文阅读平台，从文学、历史、艺术、科学等多个面向调动读者的阅读愉悦，寓学于乐，寓乐于心，为广大读者陶冶心性，培植情操。

“大学之道，在明明德，在新民，在止于至善”（《大学》）。温古知今，止于至善，是人类得以理解生命价值的人文情怀，亦是文明得以传承和发展的精神契机。欲实现中华民族的伟大复兴，必先培育中华民族的文化精神；由此，我们深知现代中国出版人的职责所在，以我之不懈努力，做一代又一代中国人的文化脊梁。

上海世纪出版集团

世纪人文系列丛书编辑委员会

2005年1月

改变世界的方程

大多数为一般读者编写的科学书籍都比较注重给读者留下深刻印象，而较少注重清楚地解释基本的目标和方法。一些聪慧而非专业的读者见到这类书时，顿生沮丧之感而自馁：“这超过了我的智力，我没法理解。”更有甚者，这些描述往往是耸人听闻的，这就使明智的读者愈加反感。简言之，责任不在读者，而在作者和出版者。我的忠告是：大凡这类书，只有在确定了其内容能够被聪慧而苛刻的一般读者理解和赏识之后，才宜出版。¹

——阿尔伯特·爱因斯坦(Albert Einstein)

内 容 提 要

一个简单的数学方程果真能够改变世界吗？它究竟隐含着如何深邃的物理意义？作者以简明清新、通俗易懂的文笔讲述了狭义相对论的基本思想，其中著名的质能方程 $E = mc^2$ 在人们认识自然界的物质结构和性质之中扮演了核心的角色。原子弹爆炸的巨大能量来源正是基于这个方程所描述的物理原理，因此后者通过前者而改变了整个世界。

本书的主要内容是以虚拟的三人讨论的形式来表述的，参与者包括艾萨克·牛顿、阿尔伯特·爱因斯坦和一位虚构的名叫阿德里安·哈勒尔的理论物理学教授。他们代表了物理学发展的三个不同时代。通过三人之间生动活泼的对话，读者可以切身领会相对论的时空观，比如光速不变性原理、时间延缓和空间收缩。而质能关系的出现则加深了我们对物质世界的理解：核裂变、核聚变、粒子与反粒子的产生和湮没等等不可思议的现象都是物质和能量之间相互转化的例证。

作者简介

哈拉尔德·弗里奇，著名理论物理学家与科普作家。1971年在慕尼黑工业大学获得博士学位。曾经在斯坦福大学、加州理工学院和欧洲核子研究中心工作，1980年受聘成为慕尼黑大学索末菲教授（Sommerfeld Chair），2008年退休。他与盖尔曼合作多年，共同为量子色动力学——描述强相互作用的理论——做出了意义深远的奠基性工作。他在大统一理论、味相互作用理论等许多领域都具有原创性的重要贡献。他的科普畅销书被译成多种文字，其中《夸克》一书的中译本拥有众多读者。在20世纪80年代，他制作的名为“微观世界”的电视系列片在德国常播不衰，影响广泛。

中文版序言

1905 年，年轻的爱因斯坦改变了我们思考空间、时间和物质的方式。他认识到，要理解为什么光速在所有参考系中都相同，唯一的方式就是假设时间并不像牛顿(Isaac Newton)所认为的那样是绝对的，而是相对的。在运动系统中，时间的流逝是不同的。而且，刚体的长度也不是恒定的，而是变化着的，这种现象被称为洛伦兹收缩(Lorentz contraction)。此外，爱因斯坦还认识到，物质和能量在本质上是相同的。根据他的著名公式 $E = mc^2$ ，质量可以转变为能量。

爱因斯坦并不认为他的公式对描述粒子的相互作用会有用，可是我们已经看到，在适当的时候爱因斯坦的公式甚至还描述了电子及其反粒子(即正电子)湮没成两个光子，或者通过两个光子碰撞而产生一对正负电子。核反应堆中能量的产生也是爱因斯坦公式的直接应用。

在本书中，我以爱因斯坦、牛顿和一位名叫哈勒尔的现代物理学家三人对话的形式描述了爱因斯坦的思想。我之所以选择这种形式是

因为，这样可以更好地描述一个人在了解相对论(theory of relativity)的过程中所遇到的困难。在这方面我效仿了伽利略(Galileo Galilei)，他在 1632 年出版的《关于两大世界体系的对话》一书中采用了类似的形式。

我希望中国读者能喜欢牛顿学习相对论的方法，而且也能用这种方法去学习相对论。爱因斯坦的理论对于我们理解这个世界是非常基本的，每个人至少都应该知道它的主要思想。正因为如此，我希望本书在中国能有许多读者。

哈拉尔德·弗里奇

2004 年 10 月于慕尼黑

英文版序言

1921年4月2日，荷兰“鹿特丹号”（Rotterdam）海轮载着爱因斯坦驶进了纽约港。爱因斯坦到达美国标志着一种永恒魅力的开始展现，这种魅力不但来自于相对论思想，而且——对于一个科学家来说是前所未有的——来自于这种思想的创造者。然而，在1921年尚无人能预见，爱因斯坦有关空间和时间的相对性以及物质和能量的等价性的理论20多年后对世界政治会起到间接但举足轻重的作用，影响着工业化国家的所有成员的个人生活。事实证明，爱因斯坦的洞察力，与核物理学、粒子物理学和天体物理学中的最新发现一起，导致了关于我们这个始于大约150亿年前的一次剧烈爆炸[即大爆炸（Big Bang）]的物质世界的全新观念。

对于任何一个试图理解现代宇宙学的人来讲，爱因斯坦思想的某些知识乃是基本的背景。而我这本介绍这些知识的书，如同它此前为德文读者和意大利文读者所飨一样，现在得以为英文读者所飨。为

此，我衷心感谢芝加哥大学出版社的佩内洛普·凯泽林(Penelope Kaiserlian)使这个版本得以出版，感谢卡琳·霍伊斯(Karin Heusch)做了认真细致的翻译，以及克莱门斯·A·霍伊斯(Clemens A. Heusch)在专业术语上的把关。但愿本书有助于广大读者了解一些现代科学的奇迹。这种广博知识不仅是进一步促进科学探索的关键所在，也是爱因斯坦的一份宝贵遗赠。

1994年4月于日内瓦欧洲核子研究中心

目录

1	内容提要
3	作者简介
5	中文版序言
7	英文版序言

1	引言
11	第一章 牛顿与真理之海
21	第二章 牛顿和绝对空间
37	第三章 邂逅牛顿
48	第四章 关于光的对话
65	第五章 牛顿与爱因斯坦相会
76	第六章 光速乃自然常量
85	第七章 事件、世界线和佯谬
105	第八章 时空中的光

114	第九章 时间延缓
134	第十章 快 μ 子寿命更长
148	第十一章 双生子佯谬
160	第十二章 空间收缩
169	第十三章 时空之奇妙
180	第十四章 质量的时空性质
192	第十五章 改变世界的方程
204	第十六章 太阳的能量
216	第十七章 阿拉莫戈多闪电
223	第十八章 隐藏在核子中的能量
237	第十九章 神秘的反物质
249	第二十章 对基本粒子感到惊奇
258	第二十一章 物质衰变吗?

267	结语
268	引文出处
270	推荐读物
272	术语表

引 言

爱因斯坦每天都向我讲解他的理论；到我们抵达之时，我最终为他对该理论的理解而折服。²

——魏茨曼 (Chaim Weizmann)，
对 1921 年与爱因斯坦横渡大西洋一事的陈述

本书的书名非同寻常，它涉及一个数学方程：

$$E = mc^2。$$

这个方程描述了物质客体的能量 E 与质量 m 之间的联系，这两个量由大约 300 000 千米每秒的光速 c 联系起来。爱因斯坦于 1905 年写下的这个著名方程，并不仅仅是那些支撑现代物理学的数学公式之一，而且是我们时代的真正象征。至少对参与第一次原子弹试验的科学家和技术专家们来说，当他们的核装置于 1945 年 7 月 16 日早晨 6 时许在新墨西哥沙漠起爆时，这一点就清楚了。对世界上其余人而言，几天之后的 1945 年 8 月 6 日，当广岛的 10 万人沦为原子爆炸的