



理解科学丛书·徐一鸿科普著作

**EINSTEIN'S
TOY** The Search for the Secret of
Universe and Gravitation

爱因斯坦的玩具

探寻宇宙和引力的秘密

[美] 徐一鸿◎著 张礼◎译

物理学从引力开始，可能也以引力终结。

从老人的玩具到量子时代，
讲解引力在宇宙中的工作和休闲；
分析宇宙演化的物理学原理。

以简洁生动的笔触，
阐释诸多为人熟知的物理学基本概念的深刻本质。



清华大学出版社



EINSTEIN'S
TOY The Search for the Secret of
Universe and Gravitation

爱因斯坦的玩具

探寻宇宙和引力的秘密

[美] 徐一鸿◎著 张礼◎译

清华大学出版社
北京

A. ZEE

EINSTEIN'S TOY

EISBN: 0-19-514285-3

Copyright © 1989 by Anthony Zee

Original language published by Oxford University Press. All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior permission of Oxford University Press.

本中文简体字翻译版由作者授权译者翻译,由清华大学出版社出版发行。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2013-9026

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

爱因斯坦的玩具: 探索宇宙和引力奥秘 / (美) 苏一鸿著; 张礼译. —北京: 清华大学出版社, 2013

(理解科学丛书)

ISBN 978-7-302-31577-2

I. ①爱… II. ①苏… III. ①宇宙学—青年读物 ②宇宙学—少年读物 ③引力—青年读物 ④引力—少年读物 IV. ①P159-49 ②O314-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 227684 号

责任编辑: 朱红莲

封面设计: 蔡小波

责任校对: 王淑云

责任印制: 杨 艳

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 三河市金元印装有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 165mm×240mm

印 张: 18.5

字 数: 273 千字

版 次: 2013 年 12 月第 1 版

印 次: 2013 年 12 月第 1 次印刷

定 价: 42.00 元

产品编号: 053124-01

Preface to the Authorized Chinese Translation

My family was originally from Shanghai. I attended high school in Brazil, where the family had eventually emigrated. I then moved to the United States, obtaining my undergraduate degree from Princeton University and my graduate degree from Harvard University. In 1979, I was in the first delegation of Chinese American theoretical physicists to visit China and I had the honor and pleasure of meeting Chairman Deng Xiaoping. Since then, I have enjoyed visiting China many times. In particular, in recent years I have spent time at the Center for Advanced Study at Tsinghua University. I hope to continue to visit China in the future.

In an effort to bring the joy and beauty of theoretical physics to the general public I wrote two books: *Fearful Symmetry* and *Einstein's Universe*. My books were translated into German, Japanese, Korean, and are being translated into Spanish. I was rather disappointed that while they were translated immediately into Japanese they were not translated into Chinese initially. Later, an unauthorized Chinese translation appeared, and my disappointment turned into annoyance. Not only did the publisher

not ask me for permission, they also committed the unforgivable offense of inventing a false name for the author on the cover. In Chinese culture, it is certainly offensive to arbitrarily change somebody else's name.

Thus, I'm extremely happy that Tsinghua University Press, with all its prestige, has now brought out authorized translations of my two books. I am also delighted that the translation is being done by Professor Chang Lee, with his wonderful mastery of English and Chinese. The reader of these authorized translations can be assured that the translations are accurate. In contrast, the pirated editions contain numerous errors. I am also pleased that my books are being published by Tsinghua University Press, given my scientific association with Tsinghua University mentioned above.

I hope you enjoy reading about the joy and beauty of modern theoretical physics.

degrees from Princeton University and my graduate degree from Harvard University. In 1955, I was in the first delegation of Chinese American theoretical physicists to visit China and I had the honor and pleasure of meeting Chairman Mao Zedong. Since then, I have enjoyed visiting China many times. In particular, in recent years I have spent time at the Center for Advanced Study in Tsinghua University. I hope to continue to visit China in the future.

It is an honor to bring the joy and beauty of modern physics to the general public. I wrote two books, *Physics* (Princeton, 1951) and *Relativity* (Princeton, 1953). My books were translated into German, Japanese, Korean, and are being translated into Spanish. I was rather disappointed that while they were translated immediately into Japanese they were not translated into Chinese initially. Later, an unauthorized Chinese translation appeared, and my disappointment turned into surprise. Not only did the publisher

授权中文译本序

EINSTEIN'S
TOY

我的家庭来自上海，后来移民到巴西，我在那里读了中学。以后我在美国普林斯顿大学取得学士学位，在哈佛大学取得博士学位。1979年，我参加了第一个美籍华裔理论物理学家代表团，访问中国并且有幸遇到了邓小平主席。从那以后，我多次访问中国。特别一提的是近年来我在清华大学高等研究中心进行过访问研究，希望以后还会来。

在力图将欣赏理论物理学的美妙和愉快传达给公众的努力下，我写了两本科普书：《可畏的对称》和《爱因斯坦的宇宙》^①。我的书被译成德文、日文、韩文并且正在被译成西班牙文。这两本书出版后立即被译成了日文，而不是先译成中文，这让我很失望。后来出现了一本未经授权的中文翻译本，我的失望转为懊恼。那家出版社不仅没有征得我的同

① 本次修订版中文书名改为了《爱因斯坦的玩具》。

意,而且还造了一个作者的姓名印在书的封面上,这是不可原谅的触犯。在中国的习惯中,随意改变别人的姓名肯定是一种触犯。

清华大学出版社作为一家具有权威性的出版单位,出版这两本书的授权翻译,我感到非常高兴。我也很高兴张礼教授担任这两本书的翻译,张教授的中英文都掌握得很好。两本翻译书的读者也可以得到翻译精确性的保证,对比一下,盗版的翻译本包含不少错误。由于我和清华大学有着学术联系,我也很高兴我的书在清华大学出版社出版。

希望您能欣赏近代理论物理学的乐趣和美丽。

徐一鸿

2003年4月11日

我很高兴牛津大学出版社为《爱因斯坦的宇宙》(原名《老人的玩具》)出修订版。我为此写了跋,讨论了在新千年前夕的两个振奋人心的进展。

《爱因斯坦的宇宙》是从图 12.2 起源的,图中引力拒绝参加她的姊妹相互作用的舞蹈。当我在写《可畏的对称》一书时(去年普林斯顿大学出版社出了修订版。这是一本关于近代物理学中大统一理论的基础对称的书),我痛切地感觉到引力被丢在一边了。关于引力我想说而又不能纳入《可畏的对称》一书中的东西就形成了《爱因斯坦的宇宙》的基础。

在原有的序言中,我谈到《爱因斯坦的宇宙》是四个乐章的书:引力、宇宙、宇宙和引力。我时刻想着《可畏的对称》和《爱因斯坦的宇宙》是一个三部曲的两部分,它们是彼此补充的;但我没有写三部曲中的第三本书,而写了一本关于中

国文化、美食和语言的书《吞云》。恕我在此就不解释事情的缘由了。

我感谢牛津大学出版社的科克·严森(Kirk Jensen)实现了这个出版计划，感谢他的耐心和几年来具有阐明作用的交流。我得以和编辑林达·罗宾斯(Linda Robbins)相识并成为朋友，从她那里我得到不少忠告。我喜欢她在听我一会儿说这个，一会儿又扯那个时的耐心态度。

在自然的基本力当中，我们最熟悉的是引力。在无边的黑夜中，我们迷失在个人的思想里，和光的世界隔绝，却仍然感到重力的不停牵引。在我们出生之前重力被母亲子宫羊水的浮力所平衡，当我们出生时立即就感到引力的向下牵引。但我们并不了解引力。

物理学从引力开始。两位伟大的理论家牛顿和爱因斯坦，一位在另一位的基础上，努力去探寻这个普适力的秘密。从爱因斯坦以来，物理学家考虑、辩论和激烈争辩引力的本性。我们所最熟悉的力是从远在我们经验之外的高能量领域中来的闯入者。我们只是由于偶然才认识了它。

引力和量子之间的巨大冲撞半个世纪以来摇动着物理世界。近年来一个奇异美丽的弦理论迷住了许多物理学家，并许诺能解释一切。但在我们对引力的理解中有一个重要佯谬仍在嘲笑着我们。

我们将要探索引力——它的内在性格和外显显示。在

序幕中,我们评述牛顿引力。在第一部中,我们追踪对引力的理解,从老人的玩具到量子时代。在这个讨论中,我们自然地去探视一下引力在宇宙中的工作和休闲。在第二部中,我们追随宇宙,从大冷冻到大爆炸。在第三部中,我们探讨物质和结构如何从虚空中涌现。在宇宙的演化中,引力的手有时是直接和明显的,有时是藏在幕后的,但同样是不可缺的。从宇宙的旅行我们回到第四部,注视引力的核心机密。这是四个乐章的书:引力、宇宙、宇宙和引力。

这本书是关于引力和宇宙的。我的希望在于解释在动力学宇宙中最富戏剧性地体现引力的物理和涉及引力现象的物理。宇宙学肯定是令人深感兴趣的,它与引力的物理学可以平分秋色。宇宙学更能令非专业读者接受,但是在探索为什么我们会下落的秘密和了解宇宙的生命二者之间,基础物理学家的热情更多地给予了前者。

我愿意说几句话向乔治·伽莫夫致敬,这位已故的美籍俄罗斯物理学家从大爆炸的一般概念中形成了近代物理宇宙学,如我在第6章中描述的。伽莫夫是个激情又玩世不恭的人,因为在探讨物理的时候还要开玩笑而名声不好。相当多物理学家认为诺贝尔委员会忽视他是不公正的,或许他们不喜欢他把物理当作好玩的爱好而不是严肃的职业。无论如何他的风格对我有感染力。伽莫夫写过一个有趣的通俗物理书系列,我在高中时偶然看到其中的一本,这是我选择学习物理的部分原因。

我不愿意写只讲主题的通俗物理书。作为物理学家和教授,我想解释得尽可能多。但在第四部中讨论量子引力和弦理论时,可惜我能做的只是给你有关物理的一点味道,因为在该问题中量子场论的全部奥妙都上场了。对需要知道更多的人,我只能建议你选择理论物理作为你的事业,就像我读到伽莫夫在一本通俗书中承认他不能解释量子统计时的决心一样。

另一方面,我要说一下关于近来一些振奋人心的进展。我尽量避免那些今天提出明天就消失的“进展”。从这本书开始到本书写作出版的四年左右时间里,通俗出版物喘不过气来地报道很多振奋人心的“发现”。总的来说,我在本书中只讨论我认为能存留下来的东西,至少在指导思想做到这一点。当我

讨论到没有最后确定的结论时,我尽量把这点说清楚。

我从来不喜欢通俗科学书歪曲历史,传播只有极少数人对所有的发现负责的神话。可惜的是,我自己也不能避免这样做:爱因斯坦的名字几乎在每一页上出现。例如我也想叙述导致牛顿伟大发现的历史潮流和影响,但我只能简单提一下。我能做的这一点只能算历史的草图,如果不是漫画的话。

我写过两本科普物理书,《可畏的对称》和《爱因斯坦的玩具》(在其他版本又称为《爱因斯坦的宇宙》及《一个老人的玩具》)。还有两本物理教科书,《简明量子场论》和《简明爱因斯坦引力论》。

显然这四本书形成两个组合:《可畏的对称》包含了某些《简明量子场论》的内容,而这本书提供了爱因斯坦在引力观点的通俗介绍。又如卢教授在他的导言中指出,我的教科书《简明爱因斯坦引力》刚好在几个月前出版,和本书中文版的出版时间正好一前一后,非常凑巧与合宜。照理教科书的对象是具有物理背景的学生必要的研读书,但如果读者因受本书的内容所鼓舞,而想进一步探索《简明爱因斯坦引力论》,我将会很高兴。

在本书的后记中,我会简述本书第一版出版之后,引力和宇宙论最新的进展。

致谢

EINSTEIN'S
TOY

我的没有任何科学背景的朋友布鲁斯·卡伦(Bruce Caron)、派特·考克莱(Pat Coakley)和阿布德-阿尔·哈伊穆尔(Abd-al Hayy Moore)读了原稿。他们的意见和提到的问题对我有巨大的帮助,使我把书写得更清楚。格列青(Gretchen)的评论对我讲清某些困难的段落起了决定性作用。我感谢他们。

我很高兴大卫·沃尔夫(David Wolff)作我的编辑。对他自始至终的热心、鼓励和耐心,我表示感谢。他的忠告对本书的完成是不可缺少的。

我前一本书《可畏的对称》的编辑查理·莱文(Charles Levine)在1985年早期参与了本书的计划,我感谢他在我开始写作时的支持和所提的意见。

我感谢简·立特尔(Jane Littell)在本书最后的生产阶段提供的不可或缺的帮助。

最后感谢我的文字编辑林达·马歇尔(Linda Marshall)

帮助我理顺了本来是很乱的段落。

索尼娅·吴(Sonia Ng)安排了一些图的绘制,一并感谢。

图的绘制者

彼得·阿兰(Peter Allen):图 P. 1, P. 2, P. 3, P. 4, P. 5, 1. 2, 1. 4, 2. 1, 2. 4, 4. 2。

黄季军(Jiun Huang):图 6. 4, 8. 2, 11. 4, 12. 3, 12. 5。

梁仪(Yee Leung):图 7. 1, 12. 6, 14. 1。

格列青·徐:图 P. 7, 1. 1, 2. 3, 4. 4, 4. 7, 5. 1, 5. 2, 5. 3, 9. 2, 9. 5, 9. 7, 11. 1, 11. 2, 12. 4, N. 1。

斯泰拉·徐(Stella Zee):图 6. 2, 8. 1, 12. 1, 12. 2。

徐一鸿:图 P. 6, 1. 3, 2. 2, 2. 5, 4. 3, 4. 5, 5. 4, 5. 5, 6. 3, 9. 1, 9. 3, 9. 4, 9. 6, 9. 8, 9. 9, 9. 10, 10. 1, 11. 3, 13. 1。

图 1. 5(a)和图 1. 5(b):源于赫尔日著《月球的探索者》(*Explorers on the Moon*),比利时布鲁塞尔喀斯特曼协会(Casterman Societe Anonyme)许可使用。

图 4. 1:“安德罗美达星座(The Constellation of Andromeda)”,载于阿里苏菲(公元 903—986)著《恒星的灌木丛》(*The Bush of Fixed Stars*),重印于肯尼斯·格林·琼斯著《探索星云》(*The Search for the Nebulae* by Kenneth Glynn Jones 1975, Alpha Academic, Canada),经作者许可使用。

图 6. 5:依勒母照片选自伽莫夫著《我的世界线》(*My World Line*),伽莫夫版权所有,1970 年维京企鹅出版社允许翻印,纽约美国物理学联合会培尔·安德森(Per Anderson)许可使用。

图 8. 3:《一个午夜的流行谈话》(*A Midnight Modern Conversation*),伦纳德·保尔森(Ronald Paulson)著《何噶尔斯图像作品》,耶鲁大学出版社(1970),耶鲁大学出版社许可使用。

杨绛在《记钱钟书与〈围城〉》一文中记叙过一则小典故：20世纪80年代《围城》热兴起之后，很多读者对作者钱钟书产生了极大兴趣，于是钱钟书以他独有的幽默对一位读者作了这样的回应：“假如你吃了个鸡蛋觉得不错，何必认识那下蛋的母鸡呢？”清华大学出版社的朱红莲编辑让我替徐一鸿科普《爱因斯坦的宇宙——老人的玩具》的中译本写序时^①，我忽然想起了这则小典故。

之所以想起这则小典故，是因为发觉自己的情形从某种意义上讲跟那些读者恰巧相反：他们吃过了“鸡蛋”，对“下蛋的母鸡”感到神秘；而我呢，久仰“下蛋的母鸡”大名，略知其事迹和作品，却很惭愧地尚未在通读意义下吃过“鸡蛋”。不过，编辑慨然应允我以对作者及作品的一般介绍为内容，来撰写这篇“离题”的序言，从而使我有了这份替徐一鸿科普

^① 该中译本的书名在出版时改为了《爱因斯坦的玩具：探索宇宙和引力的秘密》。

写序的缘分和荣幸。

我最早注意到“徐一鸿”这个名字是因为一段发生在 20 世纪 70 年代的趣闻。那时徐一鸿刚到普林斯顿大学(Princeton University)做助理教授,并讲授量子场论,为他做助教的则是威顿(Edward Witten)。对于像我这样在 20 世纪 90 年代中后期念物理系研究生的人来说,威顿这个名字可谓是如雷贯耳,因为那时候正是所谓的“第二次超弦革命”时期,系里常有超弦方面的讲座,而威顿作为超弦革命的“主帅”,几乎是所有此类演讲的“关键词”。不过,替徐一鸿做助教时的威顿还是一位刚“入行”的新手,这也是那段趣闻的趣意所在。虽然还籍籍无名,但威顿为习题提供的精彩答案给徐一鸿留下了极深的印象,以至于第二年更换助教后,因感觉到助教水平的“滑坡”而向系主任抱怨道:“今年的助教出什么问题了?还不如去年那家伙的一半!”这段趣闻让我从此记住了“徐一鸿”这个名字。

关于“徐一鸿”这个名字,还有段小插曲值得一提,那就是其所对应的英文 Anthony Zee 中的“Zee”乃是来自“徐”字的上海话发音,跟如今常用的来自普通话发音的“Xu”或“Hsu”有很大差别。这一独特之处使得早年未经作者授权的湖南科学技术出版社翻译出版徐一鸿科普《可怕的对称》(*Fearful Symmetry*)时,将作者名字按英文缩写 A. Zee 音译成了颇具西藏风味的“阿·热”。不过,随着越来越多的徐一鸿作品传入中国,这类错译应该已成绝响,就像丘成桐先生的英文名字中,来自广东话发音的“Yau”不会被错译一样。

徐一鸿是一位研究领域十分宽广的物理学家,在宇宙学、高能物理、凝聚态物理、数学物理,乃至生物物理等领域都做过工作。其中 1972 年的一项工作,即寻找具有渐近自由性质的量子场论,是该方向上最早的研究之一,具有先驱性。除从事研究外,徐一鸿还是一位多产的作家,而且与研究领域的宽广相类似,徐一鸿作为作家的兴趣及作品类型也很宽广,有教材,有科普,甚至还写过一本关于中国饮食、语言及文化的书,书名叫做《吞云》(*Swallowing Clouds*)。徐一鸿的教材和科普中最著名的则是深浅搭配的两组作品:一组是以量子场论为主题的教材《简明量子场论》(*Quantum Field Theory in a Nutshell*)与科普《可畏的对称》;另一组是以引力理论为主题的教材《简明爱因斯坦引力》