

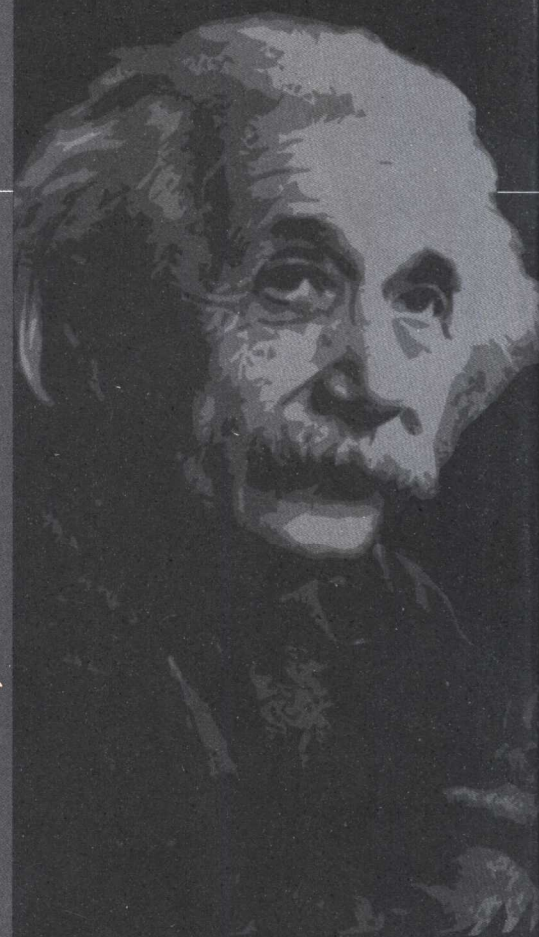
爱因斯坦全集

第四卷 瑞士时期 (1912—1914)

Martin J.Klein, A.J.Kox, Jürgen Renn,
Robert Schulmann / 主编 刘辽 / 主译

湖南科学技术出版社

THE COLLECTED PAPERS OF
Albert Einstein
VOLUME 4



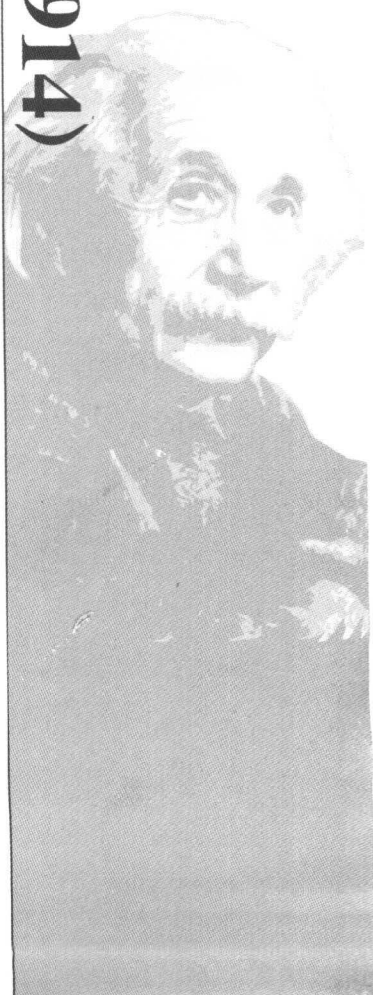
爱因斯坦全集

第四卷
瑞士时期

(1912—1914)

THE COLLECTED PAPERS OF
Albert Einstein

刘辽 / 主译 K 湖南科学技术出版社



The Collected Papers of Albert Einstein Volume IV

© 1995 by The Hebrew University of Jerusalem

美国普林斯顿大学出版社授予湖南科学技术出版社本书中文版全球(中国台湾地区除外)
出版发行权。

版权所有 侵权必究

著作权合同登记号:18-98-004

爱 因 斯 坦 全 集

第四卷 瑞士时期 (1912—1914)

主 编: Martin J. Klein, A.J. Kox, Jürgen Renn, Robert Schulmann

主 译: 刘 辽

策划编辑: 李永平

责任编辑: 程立伟

装帧设计: 谢 颖

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 280 号

<http://www.hnstp.com>

印 刷: 湖南新华印刷集团有限责任公司(南)

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市韶山路 158 号

邮 编: 410004

出版日期: 2002 年 12 月第 1 版第 1 次

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 43

插 页: 7

字 数: 1067000

书 号: ISBN 7-5357-3652-1/K·46

定 价: 128.00 元

(版权所有·翻印必究)

主办者

耶路撒冷的希伯来大学
和
普林斯顿大学出版社

编辑顾问委员会

Peter G. Bergmann	Itamar Pitowsky
Aryeh Dvoretzky	Nathan Rotenstreich
Freeman J. Dyson	Charles Scribner, Jr.
Gerald Holton	John A. Wheeler
Walter Hunziker	Harry Woolf
Reuven Yaron	

编辑委员会

Mara Beller	Abraham Pais
Robert S. Cohen	Gideon Rakavy
Gerald Holton	Fritz Stern

资助者

《爱因斯坦全集》(原书)之得以付梓,端赖下列资助者对编辑工作的慷慨资助,现耶路撒冷的希伯来大学以及美国普林斯顿大学出版社谨对他们表示感谢。

捐赠者

Harold W. McGraw, Jr.

资助机构

国家科学基金会(美国)

Alfred P. Sloan 基金会(美国)

国家人文科学基金会(美国)

瑞士国家科学基金会

Dr. Tomalla 基金会(瓦杜兹,列支敦士登公国)

阿尔高州(瑞士)

Pieter Zeeman 基金会(阿姆斯特丹,荷兰)

太阳微系统股份有限公司(美国)

中文版出版说明

阿尔伯特·爱因斯坦不仅是 20 世纪最杰出的物理学家,而且是一位富有哲学探索精神的思想家,同时又是一位具有高度社会责任感的真正意义上的知识分子。对他的科学成就、科学思想、政治言论及生平의 深入研究,势必成为科学史界普遍关注的话题。美国普林斯顿大学出版社自 1987 年出版《爱因斯坦全集》(*The Collected Papers of Albert Einstein*)第一卷以来,已陆续出版多卷,随着资料不断的收集,全集出齐将超过 40 卷。

全集不仅包括爱因斯坦的全部学术论文,还涉及有关和平、宗教、犹太人问题等社会政治言论,还有他与家人及朋友的往来书信,各种听课、备课笔记以及其他有关他个人的全部材料。这些材料是目前研究爱因斯坦最权威、最全面的资料。其中许多材料是首次公开发表。《爱因斯坦全集》的编辑出版,是国际科学史界的一项大工程,它不仅填补科学史上的一些空白,而且可以澄清一些广为流传的讹误,其学术价值和文化积累意义是不言而喻的。我社聘请国内科学史界和物理学界资深专家教授及年轻学者翻译出版《爱因斯坦全集》,这对我国学术界来说无疑是一件幸事。读者将最大限度地追踪爱因斯坦的思想、生活及科学活动,从中领略到科学和文化在现代社会中的深远影响。

《爱因斯坦全集》中文版是根据普林斯顿大学出版社出版的 *The Collected Papers of Albert Einstein* 德文版精装本翻译的,翻译过程中还参阅了此书的英文版平装本。为了便于前后各卷的统一,全集中除爱因斯坦外的人名均未译。地名及专有名词在正文中第一次出现时附注了原文。各卷的边码均指示德文原版书的页码,以利读者核对原

文。全集各卷中脚注和索引中的页码除非特别说明的,均为原版书的页码,即边码。中文版将原版索引拆分为三,一是名词索引,包括社会政治经济和文化机构名称,地名和地址以及科学技术词汇,以人名命名的科技术语也在其中。二是人名索引。此外尚有引文索引。名词索引按汉语拼音顺序排,人名索引及引文索引按英文字母顺序排。

《爱因斯坦全集》的翻译出版工作浩大而繁杂,这使得我们的工作难免留下某些遗憾。恳请海内外读书界、著译界和出版界的朋友、同仁提出宝贵的意见和建议,以利改进工作,促使此项翻译出版工程圆满完成。

湖南科学技术出版社

2002年5月

第四卷序

xiii

I

本卷文献起自 1912 年初终止于 1914 年春,乃爱因斯坦离开 Zurich 到 Berlin 之前所写。从 1909 年到 1911 年(见卷三)他的精力主要放在量子问题上而不是相对论上,而现在他却致力于构造一个引力的相对性理论。爱因斯坦的努力于 1915 年秋终于大功告成,这时他完成了他的广义相对论。

在这里所披露的三份科学手稿能对爱因斯坦把他的早先的相对论推广为引力的相对论的努力提供一些佐证。第一篇手稿是关于狭义相对论的评论(Doc. 1);第二篇手稿包含了一些注记,它们记录了爱因斯坦对引力的研究以及他在瑞士联邦技术院(ETH)的朋友和早先的学生、数学家 Marcel Grossman 对他的支持(Doc. 10);第三篇手稿包含爱因斯坦与其合作者、学生时代的朋友 Michel Besso 有关水星近日点运动问题的计算(Doc. 14)。^[1]这三篇未发表过的手稿记录了那些不可能从已发表的爱因斯坦论文中再现的各种不同的尝试和错误,因此以这种方式更加深了我们对创造广义相对论的了解。

在本卷包括的期间,爱因斯坦的声望迅速上升。1912 年初,他在科学研究相对落后的德国布拉格大学任教授。然而,在该年中,爱因斯坦谢绝了去 Utrecht 大学和 Leyden 大学(可能去接替 H. A. Lorentz)任教授职务的提议。代之接受了去苏黎世 ETH 任教授职务,而未去

[1] 解释所观测到的运动的反常乃广义相对论的经典检验之一。以前并不知道这个手稿的存在,也并不知道在他的论文发表近二年前,爱因斯坦曾致力于这一问题的研究。进一步的讨论参见编者按“关于水星近日点运动的 Einstein-Besso 手稿”。

xiv

苏黎世大学任职。1912年夏回到 Zurich 一年后,他在 Berlin 找到一个研究职位。1914年春爱因斯坦离开 Zurich 就任待遇优厚的普鲁士科学院院士,这在他那一代人是德国科学家的最高荣誉。

就在同一时期爱因斯坦的个人生活发生了巨变。他与 Mileva Marić 的婚姻恶化,不久分居,最终离异。1912年春爱因斯坦访问 Berlin 时结识了他的表妹 Elsa,1919年在与 Mileva 离婚几个月后,他们结婚了。

职业上的和私生活上的这些变更,在卷五爱因斯坦的瑞士年代的信件中已大量地记录了下来。

II

对于那些认为爱因斯坦主要是狭义和广义相对论的创始者的人们来说,可能会意外地发现,从 1905 年到 1914 年,爱因斯坦的蒸蒸日上的声望主要来自他对量子论的贡献。一般说来,物理学家的主要兴趣在于早期量子论所预言的出人意外的实验验证而非验证较少的抽象的相对论。

例如,当 Max Planck, Walter Nernst, Heinrich Rubens 和 Emil Warburg 推荐爱因斯坦为普鲁士科学院院士时,开始他们讨论他早期的相对论工作,随即转到他对量子论的研究,特别是他对比热容问题的的工作。无疑他们的推荐书暴露了他们的重点所在:“他对当今一些其他热点问题的贡献已被证明是更加重要的。”^[2]

在 1912—1914 年,爱因斯坦对量子论的贡献甚少。他的主要贡献是从纯热力学考虑以及质量作用律出发推导出光化当量律,其结论是光化活质发射和吸收辐射能量是分立的。这个工作对量子假说提供了进一步的了解。另一方面,他与 Otto Stern 合作把量子论应用于

[2] 见关于爱因斯坦的普鲁士科学院院士的推荐书“*Weit bedeutungsvoller für die praktische Physik hat sich sein Eingreifen in andere zur Zeit im Vordergrund des Interesses stehende Fragen erwiesen*”。1913年6月12日(Vol. 5, Doc. 445)。

转动分子,早先以为这对 Arnold Eucken 的氢原子比热容的测量提供了解释,但以后当爱因斯坦对论文中引入零点振动一项失去信心后,这种解释也就没有根据了。

xv

III

1907 年爱因斯坦首先尝试推广他的 1905 年的相对论,使它包含加速参照系。在当年一篇总结性论文中^[3]他提出的假说涉及惯性质量与重力质量的相等和均匀重力场与匀加速参照系的等效,它们是他以后推广狭义相对论的基石。因此把 1905 年的相对论推广到加速参照系这一个别问题是与新引力论的发展联系在一起的。

“等效原理”在预言光线通过引力场弯曲和谱线的引力红移是富有启发性的,早先爱因斯坦把它作为理论的基础是犹豫不决的。他继续致力于研究量子之谜。仅当他解决谜团的希望暗淡后他才集中精力于引力问题。爱因斯坦也决定公布他的研究结果,即使当时他感到把握不大。小心谨慎一步一步地,他首先研究静引力场。1912 年 3 月末他对他的基本结果感到满意:“近来我竭尽全力研究了引力问题。我现在终于完成了静态引力场,然而对于动态我仍一无所知,这是下一步的工作……每走一步困难重重,显然迄今我所推导出的只是最容易的部分。”^[4]

虽然作用与反作用相等原理的困难限制了等效原理的适用范围,当爱因斯坦决定考虑动态情况时,他并未放弃它。爱因斯坦发现另一个有用的支柱是 Mach 对牛顿力学的批判。它提示爱因斯坦,相对论的一个满意的推广应把转动运动和静态等量齐观。大概在 1912 年夏爱因斯坦极端重要地认识到推广的相对论的数学问题与 Gauss 曲面

xvi

[3] *Einstein 1907j* (Vol. 2, Doc. 47).

[4] “In der letzten Zeit arbeitete ich rasend am Gravitationsproblem. Nun ist es so weit, dass ich mit der Statik fertig bin. Von dem dynamischen Feld weiss ich noch gar nichts, das soll erst jetzt folgen...Jeder Schritt ist ver-teufelt schwierig, und das bis jetzt abgeleitete gewiss noch das einfachste.”见爱因斯坦致 Michele Besso, 1912 年 3 月 26 日 (Vol. 5, Doc. 377)。

几何之间的类似性,这一类似性使得爱因斯坦得出结论,引力场不能用标量势描述,必须用 10 分量的度规张量来描述,这是迈向广义相对论的极重要的一步。当爱因斯坦于 1912 年 8 月从 Prague 回到 Zurich 时,他的朋友,ETH 的数学教授 Marcel Grossmann 帮助他扩展他对 Riemann, Christoffel, Ricci 及 Levi-Civita 的工作的认识,帮助他在张量分析的基础上研究建立引力场方程。

1913 年 5 月,静场理论完成一年多后,爱因斯坦和 Grossmann 发表了一篇有关广义相对论和引力论的基础性的综述论文(Doc. 13)。虽然他们获得了一些重要进展,但无论对于他们的批评者而言还是对于他们自己而言,结果均未令人满意。原因在于他们并未如愿以偿地找到了一个广义协变理论。特别是他们甚至不能确信他们的方程是否允许采用转动参照系,因之难以确立转动系与静止系间的等价性。论文发表后,爱因斯坦致 H. A. Lorentz 的信中说:“因此,如果并非理论的全部方程系……都容许除线性变换外的变换,那么理论就背离了它自己的初衷,而成为空中楼阁了。”^[5]

事后审视容易看出爱因斯坦与 Grossmann 已多么接近最终的广义相对论了。在一次回顾中爱因斯坦谈到他最初是如何考虑把 Riemann 曲率张量作为建立广义协变场方程的基石,但他未能弄懂它的切实可行性。只是在对概念和数学问题的艰苦工作后两年他才回到 Riemann 曲率张量并在其上建立他的最终理论,什么原因使得爱因斯坦抛弃 Riemann 张量是一个在文献中广泛讨论的问题。本卷所展示的材料可对问题的解决提供重要的线索。从 1912 年夏到他们的连署论文发表这一段爱因斯坦与 Grossmann 的合作时期内作为 Doc. 10 发表在本卷的爱因斯坦有关重力的研究笔记是一篇重要的资料来源。

试图了解新理论的协变性质,试图把理论与经验数据联系起来并致力于说服他的同事是他于 1914 年春去 Berlin 前的主要工作。当时既无光线的引力弯曲经验数据也无光线的引力红移数据,而爱因斯坦

[5] “Wenn also nicht alle Gleichungssysteme der Theorie...ausser den linearen noch andere Transformationen zulassen, so widerlegt die Theorie ihren eigenen Ausgangspunkt; sie steht dann in der Luft.”见爱因斯坦致 H. A. Lorentz, 1913 年 8 月 14 (Vol. 5, Doc. 467)。

在 Besso 的协助下企图利用新引力理论以解释水星近日点的进动失败了。

当 1913 年 Gunnar Nordström 发表一篇狭义相对论的标量引力理论,^[6]爱因斯坦与 Grossmann 的广义相对论之缺少经验支持就变得尤为突出了。这一理论消除了爱因斯坦对这类理论的早期的反驳而成为一个需慎重对待的竞争者。在 Vienna 1913 年召开的德国自然科学家和医师联合会上爱因斯坦作了有关 Nordström 理论和 Einstein-Grossmann 理论的权威性的演讲,他的结论是只有经验才能对两者作出判决(Doc. 17)。看来 Nordström 理论不仅仅是 Einstein-Grossmann 理论的一个竞争者,在一篇与 Adriaan Fokker 的合作论文中(Doc. 28),爱因斯坦指出 Nordström 理论可用张量分析的同一数学框架表述并且可把 Nordström 的简化理论用来阐明运用此框架于一个引力论的主要概念特征。

IV

爱因斯坦在引力论研究中所采用的不寻常的方法,开始就使得他的工作遭到非议。爱因斯坦也无可奈何:甚至在他与 Grossmann 合作论文发表之前,他致信 Paul Ehrenfest,他期待“当论文发表后会在同行中引起一阵不满的喋喋私议”。^[7]甚至他的 Berlin 的未来的同行,对相对论的发展作出过重要贡献的 Max Planck 和 Max Von Lane 也对爱因斯坦的最新工作抱怀疑态度。爱因斯坦自己则利用一切机会去阐述那些激发他的概念上的问题和认识论上的考虑。如同本卷中好几篇论文所显示的。爱因斯坦的论文并非只写给专家看的,他也希望他的想法为大众所了解。例如他有一篇论文包含一位专家与一位门外汉对绝对空间概念的假想的对话:“一位旁观者插话:‘你可能博学多才,然而就好比永远无人能说服我去相信鬼一样,我怎么能相信你

xviii

[6] See Nordström 1913b.

[7] “dass ein Murren der Entrüstung [du]rch die Reihen der Fachgenossen gehen wird, wenn die Arbeit erscheint...”见爱因斯坦致 Paul Ehrenfest, 1913 年 5 月 28 日 (Vol. 5, Doc. 441)。

称之为空间的那个大家伙。我是既不能看到它也不能想象它。’”[8]

然而爱因斯坦并未处于四面楚歌中,有些人在鼓励他,这从他与 Michele Besso、Paul Ehrenfest 和 H. A. Lorentz 等人的生动的通讯中可得到佐证。他也利用他讲授电磁学的机会向学生介绍他的想法,虽然从学生那里得到赞许是有限的。当爱因斯坦于 1914 年 4 月迁居 Berlin 时,广义相对论的早期历史尚未完成,然而它尔后的发展的基石已奠定了。仅仅数周前,爱因斯坦写道:“大自然已向我们显示了狮子的尾巴。可是我确信尾巴是连着狮子的,即使由于它的硕大而没有直接显露出来。我们看到它好比一只虱子呆在它身上。”[9]

[8]“Unser furchtloser Beobachter wird aber sagen: ‘Du magst ja unvergleichlich gelehrt sein. Aber eben-
sowenig, als ich je dazu zu bringen war, an Gespenster zu glauben, glaube ich an das riesige Ding, von dem Du
mir sprichst, und das Du Raum nennst. Ich kann weder so etwas sehen, noch mir etwas darunter denken...’”
见爱因斯坦 1914h (Doc. 31), P. 345。

[9]“Die Natur zeigt uns von dem Löwen zwar nur den Schwanz. Aber es ist mir unzweifelhaft, dass der
Löwe dazu gehört, wenn er sich auch wegen seiner ungeheuren Dimensionen dem Blicke nicht unmittelbar offen-
baren kann. Wir sehen ihn nur wie eine Laus, die auf ihm sitzt.”见爱因斯坦致 Heinrich Zangger, 1914 年 3 月
10 日 (Vol. 5, Doc. 513)。

关于以前各卷编辑方法的补充说明

xix

选 择

文本 16 并非首次发表的那个文本。本卷未采用早先重印的文本。

排印形式

文本 10 和文本 14 的排印形式已有变更。为了保持文本 10 中原始研究注记中每页的连贯性,每页的尾注已放在相应的转录页的末尾。由于文本 14 的手稿的复印件已在附录 B 中给出,整个文本的转录件是这样编排的以使转录件的每页与原始件的每个单页相对应。每页的注释印在下页上。

转 录

为了便于比较文本 14 的转录件与其复印件,正文中转录件的安排尽可能与原始文本页码一致。

致 谢

谨向讨论过本卷编排的编辑顾问们及执行委员们致谢。谨向 Jerusalem 的希伯来大学致谢,她允许我们公布她所掌握的资料及对编者开放 Albert Einstein 档案。

在准备本卷时得到两个独立的联邦机构即国家科学基金会和国家人文赞助会以及 Alfred P. Sloan 基金会, Horace W. Goldsmith 基金会等的部分资助。下述欧洲机构也提供了资助,即:瑞士国家科学基金会, Tomalla 博士基金会 (Liechtenstein), 瑞士 Aargau 的 Canton 和 Pieter Zeeman 基金会 (荷兰)。

衷心感谢下列个人在本卷发行中的帮助:

Amsterdam 的 Rien Bazen; Boston 大学的 Rhoda Bilansky 馆际借书部和 Mugar 图书馆的其他成员; Boston 的 Adam Bryant 的杰出的计算机帮助; Boston 的 Michael Chaplin; Harvard 大学 Widener 图书馆的 Edward Doctoroff; Pittsburgh 大学的 Anthony Duncan; Pittsburgh 的 Suzanne Durkacs; New Haven 的 Yale 大学科学与工程计算机设备主任 Martin S. Ewing; Zurich ETH 科学史文献部主任, Beat Glaus; Amsterdam 大学的 Leo van den Horn; Jerusalem 的 Hannah Katzenstein; Boston 的 Edward Owens; Hebrew 大学 Einstein 档案室的 Bern Dibner Curator; Boston 的 Michelle Schneider; Boston 大学的 John Stachel; Boston 的 Guillaume de Syon; Amsterdam 的 Wouter van Thor 提供了索引; Boston 的 Alev Yalçinkaya; Boston 的 Bing Lin Zhao。

Berlin 评议会的资助使得下列个人与单位间的合作成为可能: Albert Einstein 工作室的 Giuseppe Castagnetti, Werner Heinrich 和 Tilman Sauer, Max Planck 人类发展与教育研究所。

关于英译本的说明

xxi

国家科学基金会曾经慷慨地支持了《爱因斯坦全集》的英译工作。这一工作是由 Anna Beck 博士(译者)和 Don Howard 博士(顾问)独立完成的。这些简装译本应参照正式原本阅读,因为译本并没包括原本中的任何编者评注。

文件所在单位符号表

BBU	Université libre de Bruxelles, Brussels, Belgium 布鲁塞尔自由大学, 比利时, 布鲁塞尔
FPAS	Académie des sciences, Paris, France 科学院, 法国, 巴黎
NeHR	Rijksarchief Noord-Holland, Haarlem, The Netherlands 北荷兰皇家文献所, 荷兰, 哈勒姆
NeLR	Museum Boerhaave(Rijksmuseum voor de Geschiedenis van de Natuurwetenschappen en van de Geneeskunde, Leiden), The Netherlands 莱顿博物馆, 荷兰, 莱顿
SzZE	Eidgenössische Technische Hochschule, Zurich, Switzerland 联邦技术大学, 瑞士, 苏黎世