

'Subtle is the Lord...'

The Science and the Life of
Albert Einstein

广东教育出版社

爱因斯坦
的
科学与生活

上帝 难以捉摸

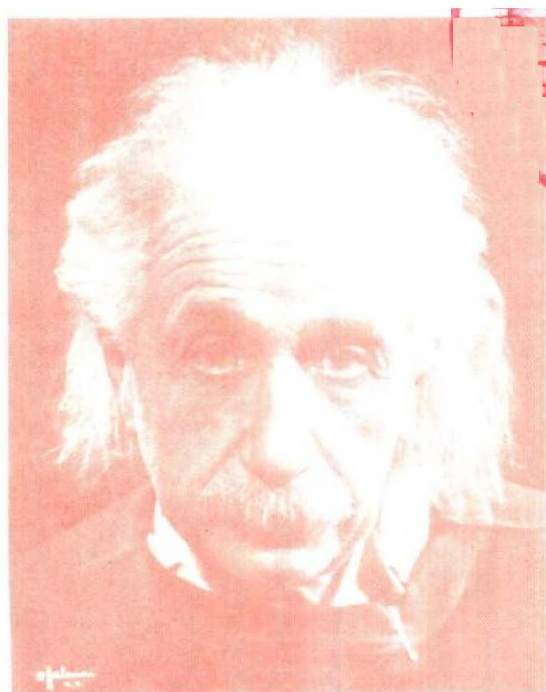
阿伯拉罕·派依斯 著
方在庆 李勇 等译

“上帝 难以捉摸 ……”

—— 爱因斯坦的科学与生活

阿伯拉罕·派依斯 著

方在庆 李勇 等译



广东教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

“上帝难以捉摸……”: 爱因斯坦
的科学与生活/阿伯拉罕·派依斯著;
方在庆, 李勇等译. —广州: 广东教
育出版社, 1998. 12

ISBN 7-5406-4088-X

I. 上…

II. ①阿…②方…③李勇…

III. 爱因斯坦-科学家-传记

IV. K 382. 826. 1

广东教育出版社出版发行

(广州市环市东路水荫路11号)

邮政编码: 510075

广东省新华书店经销

南海市彩印制本厂印刷

(南海市桂城叠南)

880×1230毫米 32开本 21.75印张 540000字

1998年12月第1版 1998年12月第1次印刷

印数1-3000册

ISBN 7-5406-4088-X/K·27

定价: 36.00元

如发现印装质量问题, 请与承印厂联系调换。

广东省版权局著作权合同登记

图字 19-1998-100号

“没有宗教的科学是跛子，没有科学的宗教是瞎子。”爱因斯坦在解释他的个人信仰时曾这样写道：“一个宗教信仰者的虔诚，在于他从不怀疑那些既不需要也不可能有理性基础的超越个人的目的和目标的意义。”他不是祷告者，也不做礼拜，却生活在一个深刻的信念——一个不可能有理性基础的信念之中：一定存在着等待发现的自然规律。他毕生追求的，就是去发现这些规律。关于他的实在论和乐观主义，他自己说得很明白：“上帝难以捉摸，但他并不邪恶”(Raffiniert ist der Herrgott aber boshaft ist er nicht)。当一个同事问他这句话是什么意思时，他回答说：“大自然隐藏她的秘密，是因为她本性高傲，而不是凭什么狡黠的手段”(Die Natur verbirgt ihr Geheimnis durch die Erhabenheit ihres Wesens, aber nicht durch List)。

FS72/07

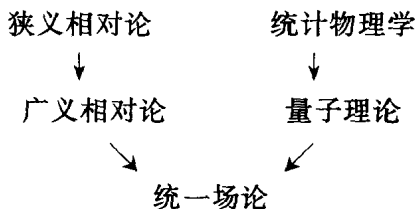
致读者

打开本书的目录,看到那些带星号的条目,你会发现这几乎完全是一部关于爱因斯坦的科学之外的 (nonscientific) 传记。翻开第一章,你可以不费气力地浏览全书;你可以读到作者的一些个人琐忆和为此进行的一般性评价的努力。

我的主要目的是要提供一部阿尔伯特·爱因斯坦的科学传记。我将尽力说明爱因斯坦时代的物理世界的概念,以及他如何改造它们,并留下了哪些科学财富。我想写的是一段开放的历史,说它开放,是因为爱因斯坦的著作为我们留下了一些未解决的原则问题。它们的答案,正是当今物理学所主要追求的目标。有些问题的讨论,不能离开数学细节,但我尽量将它们减到最低限度,凡是可能的地方,我都请读者去参考标准的教科书。

没有任何事情像科学那样,对爱因斯坦来说,是他的生活,他的事业,他的避风港,他的特立独行的源泉。为了认识这位伟人,我们必须追溯他的科学思想和成就。但这还不够,他还是一位具有很高天赋的德语文体家,一个音乐爱好者,一个哲学研究者。他深切关心人类的处境(在晚年,他常把每天读《纽约时报》看成如他的肾上腺素治疗一样,必不可少。他是丈夫,是父亲,是继父;他是犹太人;他还是传奇人物。所有这些角色,都会在我们做标记的那些章节的故事里表现出来。

如果有人要我用一句话来讲爱因斯坦的一生,我会说:“他是我所知道的最自由的人。”如果要用一句话来写他的科学传记,我会写:“同他以前和以后的任何人相比,他更好地发明了不变性原理,更好地运用了统计涨落。”如果让我用图说明,我会这样来画:



题目便是：“阿尔伯特·爱因斯坦的科学和生活。”这幅图的每一个标题和每一个箭头，都是我对爱因斯坦的成功、他的理想图景 (version) 和他的弱点的最简洁的概括。很大程度上，我们这本书就是要试图解释这张框架图所隐藏的关系。全书结束的时候，我们还会看到它。

在写作本书的过程中，许多人的热情慷慨的智慧、知识和批评，对我来说，真是助莫大焉，在此向各位深表谢意。给我帮助最大的是杜卡斯 (Helen Dukas)，当今没有谁比她更熟悉爱因斯坦的生活了。她是普林斯顿爱因斯坦档案的可靠向导。真是太好了，亲爱的海伦，谢谢你！另外，我还获益于与约斯特 (Res Jost)、特雷曼 (Sam Treiman) 和乌伦贝克 (George Uhlenbeck) 的重要讨论。他们每一位都读过几乎整部手稿，提出了很多改进建议，给我许多鼓励。我怀着感激之情记录以下的专题讨论：与巴格曼 (Valentin Bargmann)、霍夫曼 (Banesh Hoffmann) 和斯特劳斯 (Ernst Straus) 讨论爱因斯坦的生活、广义相对论和统一场论；与迪克 (Robert Dicke)、哈瓦斯 (Peter Havas)、佩里 (Malcolm Perry)、施夏马 (Dennis Sciama) 和斯塔切尔 (John Stachel) 讨论相对论；与波勒尔 (Armand Borel) 讨论彭加勒；与柯恩 (Eddie Cohen)、卡克 (Mark Kac) 和克莱因 (Martin Klein) 讨论统计物理学；与科克斯 (Anne Kox) 讨论洛伦兹；与切尼斯 (Harold Cherniss) 和吉尔伯特 (Felix Gilbert) 讨论从古希腊的原子论到魏玛共和国的许多问题。特别感谢苏黎世联邦工业大学 (ETH) 的格劳斯 (Beat Claus) 和苏黎世大学的纳谢 (Günther Rasche)，他们曾帮助我顺利地利用苏黎世的档案。所有这些人，以及那些无数回答过我的问题、让我受到启发的人们，我再次向你们

表示感谢!

本书是在普林斯顿高等研究院 (The Institute for Advanced Study) 完成的,我要感谢沃尔夫 (Harry Woolf) 的友好和院长基金的资助。斯隆基金会 (Alfred P. Sloan Foundation) 在我的准备过程中给予的多方帮助,也令我难以忘怀。我还要深切感谢爱因斯坦和泡利的家属以及海牙 (Hague) 的雷尔克斯档案馆 (Rijksarchief) (洛伦兹通信集) 和莱顿的玻义哈维 (Boerhaave) 博物馆 (埃伦费斯特通信集), 他们慨允我引用未发表的材料。还要感谢斯德哥尔摩的 (瑞典) 皇家科学院诺贝尔委员会 (K. Vetenskapsakademiens Nobel Kommittéer), 特别是纳格尔 (Bengt Nagel), 他让我获得了有关爱因斯坦获诺贝尔奖的文件。

很幸运,我还得到了我亲爱的妻子莎娜 (Sara) 的建议和支持。

这篇前言的内容,是在杜卡斯生前写的,她于 1982 年 2 月 10 日去世,我仍保留着原来的样子。

关于参考文献

每一章都列有参考文献,在正文中以方括号标志,如 [E3]、[P1] 等。在列举文献时,我们会经常使用以下的缩写:

AdP: *Annalen der Physik* (Leipzig).

《物理学纪事》(莱比锡)

EB: *Albert Einstein-Michele Besso Correspondance 1903 - 1955*
(P. Speziali, Ed.). Hermann, Paris, 1972.

《阿尔伯特·爱因斯坦-米歇尔·贝索通信集(1903—1955)》

PAW: *Sitzungsberichte*, Preussische Akademie der Wissenschaften.

《普鲁士科学院会议报告》

Se: Carl Seelig, *Albert Einstein*. Europa Verlag, Zürich, 1960

卡尔·塞利希,《阿尔伯特·爱因斯坦》

中文版序

爱因斯坦在欧洲度过了青壮年,晚年定居美国,他只是在中年时出访过其他一些地方。43岁那年,爱因斯坦携他的第二位妻子到过东方。在这次远足中,他们到了上海和香港。诸如此类的接触有助于唤醒爱因斯坦对孔夫子学说持久的钦佩。

尽管爱因斯坦与其他文化的直接接触有限,却一生都强烈地希望全世界各国人民和谐共存。他常常表达这样的观点:科学能够在促进民族之间的共同理解方面起到重要作用。在一篇题为《科学的共同语言》的论文中,他写道:“如果我们真诚而热情地期望安全、幸福和人们才能的自由发展,我们并不缺少接近这种状态的手段。”这意味着:“科学概念和科学语言的超国家性质,是由于它们是由一切国家和一切时代的最好的头脑所建立起来的。”

科学永远是爱因斯坦的主要献身对象,而人类的命运也是他的主要关心对象之一。本书试图对这位世纪伟人的诸方面作出公正的评述,但愿它能有助于激发我的不同年龄的中国朋友们自由地发挥他们各自的才华。

阿伯拉罕·派依斯

until Jan. 7

Blagdamvej 17
DK-2100 Copenhagen
Denmark
Telegram: physicum
Telex: 15216 nbi dk
Telefax: + 45 31421016
Telephone: + 45 35326200

December 11, 1996

Dear Professor Zaiqing Fang

This is to give you permission
to translate 'Subtle is the Lord', or
any of my other books, without the
need to pay royalties.

It is about time, however, that
China will join other nations in
accepting international royalty
arrangements.

Sincerely yours
A. Fark

—
至 1 月 7 日

丹麦

DK—2100 哥本哈根
布勒格达姆斯卷 17 号
电报:phvsicum
电传:15216nbidk
传真:—4531421016
电话:—4535325200

1996 年 12 月 11 日

亲爱的方在庆教授:

这是给你翻译“上帝难以捉摸”或我的任何其他作品而无需付版税的许可。

然而,现在也该是中国与其他国家一道,接受国际版权公约的时候了。

您真诚的
A. 派依斯

凡例

1. 版式悉遵原著,旁注原书页码,以方便检索。
2. 人名、地名、书刊等专有名词,第一次出现时附原文。人名一般只译姓,需区别时加名或字母,译法均从习惯或遵辞书。
3. 原文中的德文、法文、拉丁文等外文均保留,译文处理方式也遵原著(有时直接译在后面,有时加括号,有时以注的形式出现)。个别德文片段的翻译与作者英译有所不同,是直接照德文译出的。
4. 译者在认为必要的地方加注,与原注同列,署“译者”以示区别。主要说明重要文献的中文本情况,供读者参阅;也有些关于文化背景的说明,补充翻译的不足。
5. 对于原文出现的疏忽或错误,译者作了必要的更正,不另说明。
6. 有些译法与国内流行译法不一致,是非好坏,请读者评判。

目 录

I. 导论

1*. 目标与计划	2
2. 相对论和量子力学	29
(a) 有序的转变和革命时期	29
(b) 时间囊	36
3*. 年轻的物理学家	41
爱因斯坦传记的补充说明	55

II. 统计物理学

4. 熵和几率	61
(a) 爱因斯坦贡献一览	61
(b) 麦克斯韦和玻尔兹曼	67
(c) 1905 年序曲	73
(d) 爱因斯坦与玻尔兹曼原理	79
5. 分子的实在性	88
(a) 19 世纪的简单回顾	88
(b) 普菲费尔坩锅和范特霍夫定律	98
(c) 博士论文	100
(d) 11 天后：布朗运动	105
(e) 爱因斯坦和斯莫鲁霍夫斯基：临界乳光	114

Ⅲ. 狭义相对论

6. “上帝难以捉摸……”	124
(a) 迈克尔逊 - 莫雷实验	124
(b) 先驱者	134
(c) 彭加勒在 1905	146
(d) 1905 年以前的爱因斯坦	148
7. 新运动学	157
(a) 1905 年 6 月：狭义相对论的确立，洛伦兹变换的导出	157
(b) 1905 年 9 月：关于 $E = mc^2$	168
(c) 早期反应	170
(d) 爱因斯坦与狭义相对论，1905 年后	175
(e) 电磁质量：头 100 年	177
8. 历史的边缘	187

Ⅳ. 广义相对论

9. “我一生中最快乐的思想”	203
10. 爱因斯坦教授先生	212
(a)* 从伯尔尼到苏黎世	212
(b) 三年半的沉默	216
11. 布拉格论文	222
(a)* 从苏黎世到布拉格	222
(b) 1911, 光线弯曲是可测的	224
(c) 1912, 拓荒者爱因斯坦	232
12. 爱因斯坦 - 格罗斯曼合作	241
(a)* 从布拉格到苏黎世	241

(b) 从标量到张量	243
(c) 合作	250
(d) 绊脚石	256
(e) 后来发生的事	258
13. 引力场理论：最初 50 年	264
(a) 爱因斯坦在维也纳	264
(b) 爱因斯坦 - 福克尔论文	274
14. 引力场方程	277
(a)* 从苏黎世到柏林	277
(b) 插曲：磁化旋转	283
(c) 最后几步	289
(d) 爱因斯坦和希尔伯特	297
15. 新动力学	307
(a) 从 1915 到 1980	307
(b) 3 个成功	313
(c) 能量与动量守恒；比安基恒等式	316
(d) 引力波	321
(e) 宇宙学	325
(f) 奇点；运动问题	334
(g) GR9 还有别的新东西吗？	337
V. 后来的历程	
16*. “一举成名的爱因斯坦博士”	345
(a) 疾病；再婚；母亲去世	345
(b) 爱因斯坦走上神坛	350
(c) 传奇的诞生	354
(d) 爱因斯坦和德国	360
(e) 后来的著作	368

17. 统一场论	377
(a) 1920 年前后的粒子和场	377
(b) 又一个孕育的 10 年	380
(c) 第五维	382
(d) 相对论与后黎曼微分几何	390
(e) 后来的历程：科学年表	396
(f) 统一的尾声，量子论的序曲	406

VI. 量子理论

18. 引言	414
(a) 爱因斯坦贡献一览	414
(b) 粒子物理学：最初 50 年	416
(c) 量子理论：影响路线	418

19. 光量子	422
(a) 从基尔霍夫到普朗克	422
(b) 爱因斯坦论普朗克：1905. 瑞利 - 爱因斯坦 - 金斯定律	432
(c) 光量子假说和启发性原理	436
(d) 爱因斯坦论普朗克：1906.	438
(e) 光电效应： h 的第二次出现	439
(f) 对光量子假说的反应	443

20. 爱因斯坦和比热	451
(a) 19 世纪的比热	451
(b) 爱因斯坦	457
(c) 能斯特：第一届索尔未会议	461

21. 光子	466
(a) 粒子与波动的融合与爱因斯坦的命运	466
(b) 自发和感生辐射跃迁	469

(c) 粒子图景的完成	471
(d) 对或然性第一次感到不安	475
(e) 题外话：不可分离的经典运动的量子条件	477
(f) 康普顿效应	478
22. 插曲：BKS 提议	482
23. 一致性的丧失：量子统计学的诞生	491
(a) 从玻尔兹曼到狄拉克	491
(b) 玻色	493
(c) 爱因斯坦	497
(d) 关于玻色 - 爱因斯坦凝聚的补充	501
24. 承先启后的爱因斯坦：波动力学的诞生	505
(a) 从爱因斯坦到德布罗意	505
(b) 从德布罗意到爱因斯坦	506
(c) 从德布罗意和爱因斯坦到薛定谔	508
25. 爱因斯坦对新动力学的反应	511
(a) 1925—1931：争论开始	511
(b)* 爱因斯坦在普林斯顿	522
(c) 爱因斯坦论客观实在	529
26. 爱因斯坦的理想图景	535
(a) 爱因斯坦、牛顿和成功	535
(b) 相对论与量子论	538
(c) 超因果性	540

VII. 旅程的终点

27*. 最后 10 年	548
---------------------	------------

28*. 尾声	556
---------	-----

VIII. 附录

29. 张量、助听器及其他：爱因斯坦的合作者们	558
-------------------------	-----

30. 爱因斯坦是如何获得诺贝尔奖的	582
--------------------	-----

31. 爱因斯坦为诺贝尔奖写的提议	596
-------------------	-----

32. 爱因斯坦年表	605
------------	-----

人名索引*	620
-------	-----

主题索引	639
------	-----

译后记	672
-----	-----

* 带*的章节是关于生活的传记。——译者