

QED THE STRANGE THEORY OF
LIGHT AND MATTER

QED:光和物质 的奇妙理论

Richard P. Feynman

【美】R·P·费曼/著 徐一鸿/序 张钟静/译

R·P·费曼（1918～1988）是加州理工学院的物理学教授。1965年，他因量子电动力学方面的研究荣获诺贝尔物理学奖。

3.2

R. P. Feynman.



走近费曼丛书

湖南科学技术出版社

1509645

淮陰師
圖
書
館



QED THE STRANGE THEORY OF
LIGHT AND MATTER

QED:光和物质 的奇妙理论

Richard P. Feynman

【美】R.P.费曼/著 徐一鸿/序 张钟静/译

走近费曼丛书

CS | 湖南科学技术出版社

R.P. Feynman

馆藏



淮阴师院图书馆 1509645

图书在版编目 (CIP) 数据

QED : 光和物质的奇妙理论 / (美) R·P·费曼 著;
徐一鸿 序; 张钟静 译. — 长沙 : 湖南科学技术出版社,
2012. 12

(走近费曼丛书)

书名原文: The Strange Theory of Light and Matter
ISBN 978-7-5357-7244-2

I. ①Q… II. ①R… ②徐… ③张… III. ①量子电动力
学—普及读物 IV. ①O413. 2-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 217534 号

QED: The Strange Theory of Light and Matter

Copyright © Richard P. Feynman, 1985

湖南科学技术出版社通过博达著作权代理有限公司获得本书中文简体版
中国大陆地区出版发行权。

著作权合同登记号: 18-2010-092

版权所有 侵权必究

走近费曼丛书

QED: 光和物质的奇妙理论

著 者: [美]R·P·费曼

序: 徐一鸿

译 者: 张钟静

责任编辑: 吴 炜 孙桂均

文字编辑: 唐北灿

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731 - 84375808

印 刷: 国防科大印刷厂

(印装质量问题请直接与原厂联系)

厂 址: 长沙市德雅路 109 号

邮 编: 410073

出版日期: 2012 年 12 月第 1 版第 1 次

开 本: 880mm×1230mm 1/32

印 张: 4.75

字 数: 120000

书 号: ISBN 978-7-5357-7244-2

定 价: 25.00 元

(版权所有·翻印必究)

2006年版引言

我们是怎样终于认识了光，这个故事的演进简直就是一出充满了命运的纠结、曲折、逆转的扣人心弦的活剧。

光子，在所有基本粒子中是最可见的：试想在一个晴天，你置身于一个灰尘弥漫而开着一扇小窗的房间，盯着看一大群小灰尘颗粒在急匆匆地满屋子乱飞乱舞。牛顿很自然地认为，光是由粒子（“微粒”）流组成的。但他对此已经有一些怀疑；甚至就是在17世纪，光的衍射也已经能够很容易地被观察到。最终，衍射和其他现象看来毫无疑问地表明光是一种电磁波。19世纪物理学的那座丰碑——麦克斯韦电磁学方程组——阐明了光完完全全就是一种波。接着，爱因斯坦出现了，他以光是小能量包（量子）之总和的假设解释了光电效应。这样，“光子”这个词和光的量子理论诞生了。（这里，我就不再离开主题去回顾爱因斯坦那著名的对量子力学的不待见，尽管他曾为量子力学的诞生助产过。）20世纪20~40年代那段时间，物理学家们彻底弄清楚了物质（“大量原子”）的量子行为。而光的量子行为和光与电子的相互作用是更大的难题，困扰着像保罗·狄拉克和恩里科·费米这样最棒的、最聪明的著名人物。物理学不得不充满着悲喜交加的情绪等待三位年轻人——费曼、施温格和朝永振一郎，因为根据他们在第二次世界大战时的经验，这种情况很可能产生出量子电动力学（亦称QED）的正确的系统阐明。

理查德·费曼（1918~1988）不仅是一位杰出的物理学家，他还是个非同寻常的人物，那极其张扬的个性在理论物理学界可说是空

前的，此后也还没有同类。理论物理学家们偶尔也消磨一点悠闲的时光来比较比较费曼和施温格的贡献，他们俩都是来自纽约的犹太好男孩，刚好又几乎是同龄。这些比较没什么意义，也没什么目的；不过有一点倒是事实，即朱里安·施温格是个羞涩的腼腆谦和的人（不过藏在他冷淡外表后面的是一副很温暖很善意的好心肠）；而 Dick 费曼（Dick 是本文作者为作为偶像的费曼杜撰的名字——译注）则性格极其外向，天生一个传奇人物的坏子。他的手鼓，他的秀女郎，他的由大批崇拜者热情培育起来的相当有文化品位的其他一些标志性的偶像特征形象，使得费曼无疑地成为仅次于爱因斯坦的最受爱戴的理论物理学家。

才华横溢的苏俄物理学家列夫·朗道曾为理论物理学家的高下排行制作了一个著名的对数标度尺，爱因斯坦高居榜首。大家也都知道，朗道在系统阐释相变理论之后把他自己提升了半步。我则有我自己的标度尺——作为一个消遣吧，把我所知道的理论物理学家或按容貌风度，或按精神气质做了个排序。哦，这是真的：很多理论物理学家单调乏味得要命，令人生厌得就像刷碗水，在我的这个对数标度尺上他们接近于负无穷。我把薛定谔（关于他，我们后面还要谈到）标在最高点，费曼无悬念地紧随其后。我不能告诉你我把自己置于这个标度尺之何处，但可以说在可供我支配运用的我的天资和能力的范围内，我确实尽最大可能地去寻开心找乐趣。

但是，费曼是何等有趣之人！在我开始工作之初，费曼约我和他一起去夜总会。费曼的一个同事告诉我，这个邀请表明费曼是很认真地把我当做一个物理学家看待了，但当我热切地告诉他我关于杨-米尔斯理论的想法时，他却只想听我对于台上正在跳舞的女孩的大腿有什么评论。当然，根据英雄崇拜心理学，没有人会对一个玩手鼓、喜欢秀女郎的物理学家汉子发出两种不同的声音，给出两个不一致的看法。那么，好！我的衡量物理学家的标度确实实就是：他有多么有趣好玩乘以他的天赋才华——朗道的标度尺有他

好玩的成分在里面，如爱因斯坦的股票下跌而他朗道的股票上涨（朗道很喜欢开点玩笑搞点恶作剧，直到他被克格勃给抓起来）。

现在，距那次夜总会共赏节目大约 30 年之后，普林斯顿大学出版社的 Ingrid Gnerlich 竟要求我为费曼的名著《QED：光和物质的奇妙理论》2006 年版写个引言，这让我感到非常荣幸。首先我要坦言：此前我从未读过《QED》。在这本书 1985 年出版时，我刚刚完成我的第一本物理学普及读物《Fearful Symmetry》（《可怕的对称》，有中译本——译注）我多多少少认同这样一个策略，即不读他人写的物理学普及书，以免我的风格受到他们的影响。这样，我以清新的眼光和深深赞赏的态度读了 Ingrid 寄来的《QED》。我是立刻就喜欢上了这本书，边读边记下来我的想法和评价。

早先没读这本书真是个错误，因为它不是通常意义上的物理学普及读物。1984 年史迪夫·温伯格曾建议我写一本通俗物理书，并安排我和他的编辑在纽约见面，他还给了我一个有用的忠告。他说，很多写这类书的物理学家都禁不住力图对有关的一切作出解释；而外行们想要的不过是一个理解的假象，他们只想抓住几个似是而非全无意义的词语，好在鸡尾酒会上到处播撒以显摆自己懂行而已。

我想温伯格这个话虽然有点尖刻，但大体上是对的。大家都见证了霍金的《时间简史》的巨大成功（依我上面讲的策略，这本书我也一直没有读）。我在加州大学这里过去的同事、现在在牛津大学执教的一位卓越的物理学家，一次他给我看《时间简史》那本书里的一句话。我们俩一起努力咂摸这句话，想揣摩出个讲得通的意思来，却到底还是不知所云。与这种情况相比照，我想让所有感到困惑的读者放心，费曼这本书虽然看起来异乎寻常到了极致，但其中所有句子的意思都清楚明白。不过对每句话你都必须认真仔细地琢磨，努力弄懂费曼在说什么，再往下读。否则，我保证你会绝望地败下阵来。此书讲的是奇特的、与众大不相同的物理，而不是做

一般的陈述。毕竟，书名已经做出了承诺，给读者讲一个“奇妙的理论”。

费曼就是费曼！他写书所选择的路子与温伯格给我的忠告（顺便说一句，我也并没完全按他的建议去做；见下面我关于群论的说明）完全相反。在书的“致谢”部分费曼谴责有的物理学通俗读物“看起来相当简洁，只是由于它们所写的东西与它们声称要写的是两码事，它们对于声称在写的东西作了相当大的歪曲”。与之不同，费曼向自己提出了挑战：为外行读者不走样地、不“对真理作任何歪曲”地讲解 QED。这样，你们就不应该把这本书当成标准的物理学普及书。它也不是教科书。它是一个珍稀的混血儿。

为了解释这是哪种类型的书，我将运用费曼自己做的（我只稍加修改）类比。根据费曼的说法，要学习 QED，你有两个选择：或者去完成 7 年的物理专业教育，或者读这本书。（他这个 7 年的数字可能有点高估；如今一个聪明的中学毕业生在适当的指导下用不了 7 年就能做到。）其实，也不是真让你去做个什么抉择，对吧？当然你应该选择读这本书！即使你像我所建议的那样，把所有的句子都仔细抠明白了，也花不了你 7 周的时间，更不用说 7 年了。

那么，这两种选择不同在哪里呢？现在来看我的版本的类比：一个玛雅高级神父宣布，他收些学费就可以教你（玛雅社会里的一个普通人，叫 Joe 或 Jane）如何将两数相乘（如 564 乘以 263）。他让你记住九九表，然后告诉你看这两个数最右边你须把它们先乘起来的两个数字，即 4 和 3，他再让你说在九九表的第 4 行第 3 列的数是什么。你说 12。然后，你要学到的是，你应该写下 2 并且“进”1（不管它意味着什么）。接着，你要说出第 6 行第 3 列的数，即 18。他会告诉你将此数加上你刚刚进位的那个数。当然，你还必须再花一年的时间来学怎么“加”。好了，你明白这意思了。这就是你在一所声名显赫的大学里交了学费之后所学到的东西。

然而，一位叫费曼的聪明人向你建议说：“嘘……如果你会数

数儿，你不必非得学关于进位和加法这套高难度的专业知识。你要做的就是拿来 564 个罐子，然后往每个罐子里放入 263 个小卵石。最后，你把所有这些小卵石倒出来，堆成一大堆，数一数有多少，那就是答案。”

所以你看，费曼不仅教你怎样做乘法，他还让你深刻地理解那些高级神父和他们的学生们（这些学生很快会从知名大学获得博士学位）究竟在做什么！但另外一方面，如果你学费曼的方式做乘法，你就不能申请会计师的工作。如果你的老板要你整天作大数乘法运算，你就会给累死，而进了高等神父学院的学生们将会让你灰头土脸蒙羞受辱。

我已经写过一本教科书（《Quantum Field Theory in Nutshell》《果壳里的量子场论》，下称《果壳》）和两本物理学普及读物（包括《可怕的对称》，下称《可怕的》），所以我觉得我很有资格就你们关心的要读什么样的书的问题说几句话。（顺便说一下，《QED》这本书的出版者普林斯顿大学出版社出版了《果壳》和《可怕的》两书。）

现在我把这个引言的读者分为三类：（1）受这本书的激励想进一步学习并掌握 QED 的学生；（2）对 QED 感到好奇的聪明的外行和（3）像我本人这样的专业物理学家。

如果你属于第一类，你将会令人难以置信地受到这本书的鼓舞、激励而迸发出巨大的热情想要即刻开始阅读一本量子场论的教科书（可以很有理由地说《果壳》就是这样的一本教科书）。顺便说一下，如今 QED 被认为是量子场论的一个相对简单的例子。在写《果壳》的时候我坚信，一个确实聪明的本科生是会很接近于懂得了量子场论的，而费曼肯定会同意我这个想法。

但是，正如在类比中所表明的，光阅读这本书可无论如何不会使你变为一名教授的。你必须还要学习费曼所谓的两数相乘的“复杂棘手、需要技巧、但很有效的方法”。尽管费曼宣布，他很想从

零开始解释一切，但他在行文中还是明显地表现出吃力。比如在第74页和图56中，仅仅提了一下 $P(A \text{ 至 } B)$ 取决于间隔 I ，这让人莫名其妙，但你只能接受他这句话。而在《果壳》中，这是被推导出来的。在第102页注③中讲的 $E(A \text{ 至 } B)$ 也是这样。

如果你属于第二类读者，坚持读下去，你会受益匪浅，相信我！别着急贪多。即使你只读完前两章，你也会已经学到了很多东西。为什么这本书这么难读？我们可以再回到那个玛雅人类比：这就好像你正在用罐子和小卵石教某人学习乘法，但他甚至连罐子和小卵石是什么都不知道。费曼翻来覆去地告诉你每个光子带一个小箭头，告诉你怎么把这些小箭头加起来和用伸缩、旋转的方法把它们乘起来。而这真是让人非常困惑、感到糊涂的；你的注意力不能有一点点走神。附带说一下，这些小箭头其实就是复数（如第61页注④所解释）；如果你已经了解了复数（即罐子和小卵石），讨论就可能比较清楚一点而不那么太乱。或者，也许你是温伯格所描述的满足于“似乎是理解了某事物”这种假象的那种典型的外行读者中的一员，你就可能满足于标准的物理普及读本。再次用玛雅人类比：一本标准的物理普及读本既不会拿九九表和进位，也不会拿罐子和小卵石去烦劳你。他可能就简单地说一句：当给定了两个数，高级神父有办法得出另一个数。事实上，通俗物理书籍的编辑们坚决要求作者们按这种方式去写作，目的是不要吓跑了掏钱买书的大众（下面会更多地谈到这一点）。

最后，如果你是第三类读者，那你真可说是来享受一番东道主的款待。虽然我是个搞量子场论的理论物理学家而且明了费曼正在做的是是什么，但我还是从看到大家都熟悉的现象以这样一种令人眩惑的原创性的为大家所不熟悉的方式给解释出来，而获得巨大的快乐。我欣赏费曼向我解释光为什么走直线，或者一个聚焦透镜实际是怎么工作的（第46页：“对自然界耍一个‘花招’，让沿某些路径的光慢下来，以使所有的小箭头都转同一大小的角度！）

嘘……我来告诉你，费曼为什么与众多物理教授不同。你去请一位物理教授解释，光从一块玻璃板反射时，为什么只考虑前后两个表面的反射就足够了。很少有人知道答案（见第 87 页）。这不是因为物理教授们缺乏知识，而是因为他们就从来没有提出过这个问题。他们只不过是学习 Jackson 的标准教科书，通过考试，按部就班地升级。费曼从小就不是省油的灯。他永远在问为什么？为什么？为什么？为什么？

有三类读者（励志的学生、聪明的外行、专业的教授），相应地，也有三类物理书（并不与三类读者一一对应）：教科书、通俗读物和我可以称之为“超难普及物理读本”的。这本书就是这第三类书的珍稀样本，在某种意义上这第三类夹在教科书和通俗读物两大类之间。为什么它在三类中占的份额如此之小？这是因为“超难普及物理读本”把出版者吓个半死。霍金有个广为流传的说法：通俗书中每一个公式都会使该书的销量减少一半。虽然我并不否认这个话确实道出了一般的实情，但我希望出版商还是别这么轻易地给吓着。问题主要并不在于公式的数量有多少，而在于书中是否蕴含了对难于掌握的概念做出的真诚可信值得称赞的讲解。在写《可怕的》一书时，我想，为了讨论现代物理学中的对称，讲解群论是必要的。我想尽力使这些概念能为大家所接受，为此，我用在上面写有字母的方形和圆形的小代币筹码似的东西作为教具来演示。但编辑迫使我一次又一次不断地冲淡这些内容，直到实际上啥也没留下为止。然后，把刷掉的许多内容归到附录中。费曼可不同，他神通广大，不是所有的物理书写作者都有他那么大的本事，那么大的影响力。

让我返回到费曼的书，讲讲它的难点。这本书的很多读者都会学一些量子物理。这样，他们理所当然地会，比如说，对这本书没有谈到波函数感到不解，而波函数在大量其他量子物理通俗论述中都占有相当突出的地位。量子物理是足够让人困惑的——正如一句

俏皮话所说，“有量子物理相伴，谁还需要迷幻药？”也许应该让读者不要在困惑中再为这些不解而更加挠头，所以我来解释一下。

埃尔文·薛定谔和维纳·海森伯，几乎同时但相互独立地创立了量子力学。例如，为了描述电子的运动，薛定谔引入了波函数，它服从一个现在叫薛定谔方程的偏微分方程，而海森堡则让他周围的人都莫名其妙地大谈算子——作用在他称之为“量子态”上的算子。他还令人瞩目地阐明了不确定性原理，这个原理是说，一个人若更精确一些地测定了，比如说，一个量子粒子的位置，那么他关于这个粒子的动量的知识就会更加不确定一些，反之亦然。

由这两个人建立的理论形式显然大不相同。但是，对任何一个物理过程他们所得到的最终结果都是一致的。后来表明这两个理论形式是完全等价的。如今，对一个合格的本科毕业生，我们都可以指望他从一个理论形式熟练地转入到另一个形式，他采用哪种形式取决于他手头所要处理的问题用哪一个更方便。

六年以后，1932年，保罗·狄拉克提出了——以某种程度的原生态面貌——第三个理论形式。看来狄拉克的思想多半是给遗忘了，直到1941年才又被重新提起，这时费曼发展了并详尽阐述了这个理论形式，即现在大家所知的路径积分形式或对历史求和形式。（物理学家们有时很想知道费曼是不是在完全不知道狄拉克工作的情况下发明了这个理论形式。物理学史家现已确认，答案是：否。在普林斯顿一个小酒馆的派对上，一位名叫 Herbert Jehel 的访问物理学家将狄拉克的这个想法告诉了费曼，而就在第二天费曼就在可敬可畏的 H. Jehel 面前完善了 this 理论形式。见《Reviews of Modern Physics》（《现代物理学评论》）中 S. Schweber 的论文）。

费曼在这本小书里努力讲解的就是这个理论形式。例如，在第35页，当费曼把所有箭头加起来时，他实际上是在把与光子从点S到达点P所有可能的路径相关的振幅进行积分（当然这是求和的微积分专业术语），于是名之为“路径积分”。另一个名字“对历史

求和”也很容易理解。如果把量子物理的规则关联到宏观的人类尺度的事物，那么历史事件的所有其他选择（如拿破仑在滑铁卢大获全胜，或肯尼迪避开了暗杀者的子弹）都是有可能发生的，而每一个历史事件都会有一个振幅与之相关联，我们将把这些振幅都加起来（即把所有那些箭头都加起来）。

原来——可被看做是终态函数的路径积分满足薛定谔方程。这个路径积分实质上就是波函数。这样，路径积分理论形式就与薛定谔和海森伯理论形式完全等价。事实上，一本明白无误地讲清了这个等价性的教科书就是由费曼和 Hibbs 写的。（确实，费曼也写教科书——你知道，那些令人生厌的书实际上就是告诉你如何高效率地做例如“进位”和“加法”这类事情。对，还有，你也会正确地猜测出费曼的教科书通常主要都是由他的合作者写的。）

由于狄拉克-费曼路径积分形式与海森伯的形式完全等价，那它就相当肯定地包含了不确定性原理。所以，费曼在第 61 页上兴高采烈地“泯没”不确定性原理就显得稍夸张了些。至少，人们可以从语义学的角度提出问题：他所说的不确定性原理就不再“需要”了，是什么意思？其实，真正的问题是它是否还有用。

理论物理学家是众所周知的很讲求实用的一群人。哪个方法最简便，他们就会采取哪个方法。一点儿没有数学家坚持严格和证明的那种矫情。无论什么方法，只要能用就行，管他呢！

如果是这样的工作态度，那你会问，这三种理论形式——薛定谔、海森伯和狄拉克-费曼，哪一种最简便？回答是：这要取决于所要处理的问题是什么。比如在处理原子问题时，正如大师自己在第 83 页所承认的，“这些原子的（费曼）图中所包含的直线和波纹线太多，以致完全乱成一团”。薛定谔形式则绝对简便多了，那物理学家就采用薛定谔这个方法：事实上，对于大量“实际”问题，几乎涉及不到路径积分形式，在某些情况下则完全不可能运用路径积分。一次，我就这类显然不可能用路径积分的一个例子向费曼发

问，他没有回答我。但是，初学的学生运用薛定谔形式很轻松地解决了这些貌似不可能解决的问题。

这样，哪个理论形式最好，这确实是取决于要解决的物理问题是什么，一个领域的物理学家——比如，搞原子物理的——可能喜欢一种理论形式，而另一个领域的——比如，搞高能物理的——可能偏爱另一个理论形式。可以合理地推想，当一个领域展开和发展起来，甚至有可能出现这样的情况，即一个理论形式逐渐显现出比另一个更为方便。

作为一个具体的例子，我来着重谈谈我所受业的领域，即高能物理，或称粒子物理，这也是费曼的主要领域。有趣的是，在粒子物理中，路径积分形式在三种形式的赛马中很长时间内都是远远落在后面的第三名。（顺便说上一句，没有什么东西表明只可能有这三种理论形式。某个聪明的年青人很可能研究出来个第四种！）事实上，对于很多问题的处理，路径积分形式使用起来很不顺手，以至于直到六十年代末，它还陷于默默无闻的状态。六十年代末之前，量子场论的教学几乎完全都是采用正则形式，它只不过是对海森伯形式的另一个说法，但正是“正则”这个词透露出这个形式得到了最高的尊重。举我恰好熟知的一段往事为例证。在我求学期间，从没有听说过路径积分，即使我的本科和研究生上的是东海岸相当知名的两所大学。[我所以提到东海岸是因为，就我所知，在洛杉矶东部的飞地上（指加州理工学院吧！——译注），路径积分可能一直在作为重点来讲解。]直到我在普林斯顿高等研究院做博士后时，我和我的很多同事才通过一篇俄文论文第一次注意到路径积分。甚至就在那时，一些权威人物还是表达了他们对这种形式的质疑。

令人啼笑皆非的是，正是费曼本人要对这种可悲可叹的事态负责。问题出在学生们很轻易地学会了费曼发明的“好玩的小示意图”（如第96页的图）。施温格有一次不无抱怨地说“费曼把量子力学搞乱了”，他的意思是任何一位能记得几个“费曼规则”的蠢材

都可以自称是懂得场论的理论家，并以此为可靠基础构建自己的学术生涯。Heavens to Betsy，（这是十九世纪的说法，早已成为罕用语，有“天哪，真是不可思议”之意。——译者）代代都有学了费曼图而不懂场论的人，至今还依然有这样的大学教授在到处逛来逛去。

但是，几乎是让人难以置信的——而且这恐怕是费曼魅力之部分所在，这种魅力使得他的学术生涯充满了几乎是魔幻般的氛围，在1970年代初，大体上是由我上面刚刚提到的那篇俄文论文开始，狄拉克-费曼积分山呼海啸般地卷土重来。它很快就成为促进量子场论向前发展的占主导地位的方法。

我刚刚提到的这场“心智较量”发生在采用费曼图的一伙人和采用费曼路径积分的较年轻的一伙人之间，使费曼成为非凡物理学家的正是这场较量。我得赶紧补充一句，所谓“较量”这个词稍微重了点，没有什么东西限制物理学家只准采用这个方法而不准采用那个方法。我就两者都用。

我相信，我最近出版的教科书《果壳》是从最开始就采用路径积分形式的为数不多的几本书之一，相形之下，较老的教科书则偏爱正则形式。我将第二章第一节的标题立为“教授的噩梦：一个聪明的家伙在课堂上”。根据关于费曼的那些全部是虚构的传奇的总精神，我杜撰了一个聪明调皮学生的故事，并给他起名叫费曼。路径积分形式是通过参禅式冥想的过程得到的——即先引入无限多的屏板，再在每个屏板上钻无数个洞，直到屏板全无为止。但对照玛雅神父的类比，在这个费曼式的推想之后，我还必须得教学生如何进行实际的计算（“进位”和“加法”）。为此，我得放下这个虚构的费曼，而详尽地完成路径积分的狄拉克-费曼推导。这要引入诸如“插入1（1是作为对左矢和右矢的完全集的求和）”这样的技巧。技巧是你通过阅读费曼的书所得不到的。

顺便讲一讲，也许你想知道，符号左矢“ \langle ”和右矢“ \rangle ”与虚构的 Dick 费曼没有任何关系。它们是沉稳寡言的保罗·狄拉克当做

一个括号的左半边和右半边引进来的。狄拉克本人是个传奇。有一次，我和他还有别人一起吃晚饭，自始至终他没几个字。

费曼在他的书中插一些话，有点调皮地挖苦其他物理学家，几次引起我的窃笑。例如，在第111页，他打趣地称盖尔曼——一位杰出的物理学家，费曼在加州理工学院的亲密的比肩同道——是“伟大的创造者”。他有点一反他自己精心培育的聪明人的形象，在第113页及128页的注④很懊恼物理学家们掌握古希腊知识的水准普遍下降，虽然他完全知道盖尔曼不仅创造了“胶子”这个新词，更是个颇有造诣的语言学家。

我也还很喜欢费曼那些自嘲的言辞，这也是他的形象很重要的部分。在第125页，当费曼说到“有个愚蠢的物理学家1983年在加州大学洛杉矶分校上课时……”，一些读者可能不知道他这是在说他自己！虽然这确实只是费曼形象的一个侧面，但我发现，在我们这个理论物理学家圈子变得越来越等级森严傲慢自负的时代，它是一股清新的风。我所了解的费曼（我必须强调我并不是非常了解他）肯定不喜欢这个趋势。无论怎么说，毕竟，有一次他力图辞去国家科学院院士，还引起一阵轩然大波。

现在返回来谈谈上面所描述的我想象中可能大体分为三类的读者。我想说的是，第二、三类读者会非常喜欢非常欣赏这本书，但此书的真正本意是写给课堂上的学生的。如果你有志成为理论物理学家，我极力主张，以你藏于心智中的如饥似渴的求知欲，把这本书大快朵颐地吃起来，咽下去，然后就继续从量子场论教科书中学习如何实际地“进位”。

你肯定能够掌握量子场论。就记住费曼所说的话吧：“一个笨人能理解的东西，其他人也能理解。”他指的是他自己，还有你！

徐一鸿 (A. Zee)

2006年

讲座前言

这个“阿莉克斯·毛特纳纪念讲座”(Alix G. Mautner Memorial Lectures)是为了纪念我的妻子阿莉克斯而设立的,她于1982年逝世。阿莉克斯的专业是英国文学,但她在很长时期里对许多科学领域一直保持经久不衰的兴趣。因此,以她的名义设立一个基金会,资助这样一个每年一次的系列讲座,向聪明而有兴趣的听众传播科学精神和成就,看来是很合适的。

我很高兴理查德·费曼同意由他开始这第一个系列讲座。我同他的友谊可以追溯到五十五年前,在纽约的法罗卡威(Far Rockaway)我们一起度过的童年时代。理查德认识阿莉克斯有二十二年了,而且她总是请求他想办法通俗地讲解“小粒子”物理,使她和其他非物理学家能够理解。

此外,我愿意在此向所有那些对阿莉克斯·毛特纳基金会做出贡献而使这些讲座得以开设的人表示感谢。

莱昂纳德·毛特纳

(Leonard Mautner)

洛杉矶,加利福尼亚

1983年5月

编录者序

理查德·费曼以他看待世界的独特方式在物理学界成为传奇式的人物：他对任何东西都不想当然地认可，总是独自彻底地考虑和解决问题，他经常能对自然界的行爲得到一种新颖而深刻的理解——而且以令人耳目一新的简洁优美的方式表达出来。

费曼为学生讲解物理学的热情也是众所周知的。他拒绝了无数颇有声望的学会和组织的邀请，但对路过他办公室的学生请他去某个地方中学的物理学会讲点什么，他却着迷似的有求必应。

这本书是一个冒险——就我们所知，还从来没有人试着冒这种险。它以直接了当、真诚可信的方式对非专业的听众讲解了一个相当困难的课题——量子电动力学 (quantum electrodynamics)。它的设计是为使有兴趣的读者欣赏一种思维方式，就是物理学家在要解释自然界如何运行时所采取的思维方式。

如果你准备学习物理学 (或者正在学呢!)，那么这本书中没有任何内容是你最终要纠正或抛弃的：它的讲述是个完整的大纲，其中每个细节都是精确的，你可以按照这个大纲——无需任何修改——进行更深入的学习。如果你已经学习过物理学，本书则向你揭示，你过去在做所有那些复杂计算的时候，到底是在做什么!

理查德·费曼还是个孩子的时候，受过一本书的启迪而开始学习微积分，这本书的开头语是：“一个笨人会做的事，其他人也会