



- #1
- #2
- #3
- #4
- #5
- #6
- #7

重力定律——物理定律的一个例子  
The Law of Gravitation, an example of Physical Law

物理学与数学的关系  
The Relation of Mathematics to Physics

守恒定律的定律  
The Great Conservation Principles

物理学中的对称性  
Symmetry in Physical Law

过去和未来之间的区别  
The Distinction of Past and Future

量子力学中的概率——一种新的自然观  
Probability and Uncertainty—the Quantum Mechanical View of Nature

寻找新定律  
Seeking New Laws

# The Character of Physical Law

## 物理定律的本性

**Richard P. Feynman**  
[美] 理查德·费曼 著  
关洪 译

CB 中国科学技术出版社

## 版权信息

---

物理定律的本性

著者：（美）理查德·费曼

翻译：关洪

责任编辑：吴炜 陈刚 李蓓

书籍设计：李星霖 邵年

ISBN：9787571000158



# 目 录

---

[版权信息](#)

[出版前言](#)

[致 辞](#)

[引 言](#)

[第1章 引力定律——物理定律的一个例子](#)

[第2章 数学同物理学的关系](#)

[第3章 伟大的守恒定律](#)

[第4章 物理定律中的对称性](#)

[第5章 过去与未来的区分](#)

[第6章 概率和不确定性——对自然界的量子力学观点](#)

[第7章 寻找新定律](#)

[译后记](#)

[附录 费曼小传](#)

# 出版前言

斯利斯

BBC实况广播制作人

科学与特写部 1965年6月

本书分七章，是费曼教授在美国康奈尔大学所做的梅森哲讲座系列讲演。这些讲演的听众，是希望更加普遍地了解“物理定律的本性”的大学生。这些讲演并不是按照准备好的稿子宣讲的，而是根据一份简略的纲要即席发挥的。

在康奈尔大学，从1924年起就每年举行梅森哲讲座。在那一年，数学系的一位毕业生、后来的教授梅森哲（Hiram J. Messenger）捐助了一笔款项，以促进世界各地的著名人士来康奈尔大学访问并对学生们发表讲演。在设立这项讲座基金的时候，梅森哲就规定其用于“提供关于文明进步，特别是为了提高我们的政治、商业和社会生活的道德基准的单个讲演或者系列讲演的讲座”。

1964年11月，杰出的物理学家和教育家费曼（Richard P. Feynman）教授被邀请来做1964年度的讲座。他以前是康奈尔大学的教授，现在是加州理工学院的理论物理学教授。他最近成为英国皇家学会（FRS）的一位国外成员，不仅以其对物理学定律的当今理解的贡献，也以其把他的题目生动地讲授给非物理学家的本领而著称。

本书的各章是他各次讲演的记录，这些讲演是在一个使费曼教授得以不受拘束地表演他的口才和姿态的大讲台上做出的。他具有作为一位演说家的国际声誉，而且亦以其激动人心的讲授风格而闻名。本书准备为那些电视观众提供一种引导性的或者记忆性的帮助，他们观看了讲演的播出之后，还希望得到一种可供随时参考的文字读物。虽然本书怎么说都不能当成一本教科书，但对于那些追

求对物理学定律的清晰理解的物理系学生，他们将会由此受到许多启示。

英国广播公司 (BBC) 的第一套节目 (BBC1) 先前已经与费曼教授很熟悉了，他是在菲利普·达利 (Philip Daly) 制作的《处在物质中心的人们》的节目中被邀请的物理学家之一；并且费曼也以他关于“奇异数为负三”的光辉贡献而闻名，那是关于1964年科学新发现的最具吸引力的节目之一。

当BBC的“科学与特写”部门知道了费曼教授要做梅森哲讲座的讲演时，对此很感兴趣，赶去拍摄了讲演的全过程。这一系列讲演在BBC的第二套节目 (BBC2) 中作为“继续教育计划”的一部分播出，延续了先前由一批杰出科学家比如邦迪 (Bondi) 讲的相对论、肯德鲁 (Kendrew) 讲的分子生物学、莫里森 (Morrison) 讲的量子力学和珀特 (Porter) 讲的热力学等多次讲演的风格。

你们要读到的是那次系列讲演的文字记录。费曼教授核对了其中科学内容的精确性。我的助手霍尔姆斯 (Fiona Holmes) 和我整理了原来的口头语言，写成适于印制的书面文字。我们希望本书能被大家接受。与费曼合作真是一种难得的经历，我们相信观众们和读者们都会从这一策划中受益良多。

BBC感谢康奈尔大学新闻处允许我们复制图版2，并且感谢加州理工学院允许我们复制在第一章里所用到的其他照片和插图。

想要更加详细地学习费曼教授的著作的学生们，应该会对在康奈尔大学教务长的致辞里提到的费曼的一套教科书感兴趣，它就是由加州理工学院出版的《费曼物理学讲义》 (The Feynman Lectures on Physics) 。

# 致 辞

康奈尔大学教务长

戴勒·R.科尔森 (Dale R. Corson)

为1964年度梅森哲讲座所作的介绍词

女士们和先生们，我很荣幸来介绍梅森哲讲座的讲演者，加州理工学院的费曼教授。

费曼教授是一位杰出的理论物理学家，他在从标志着战后物理学突飞猛进时期的大混乱中整理出头绪来的工作里，做出了重大的贡献。在他所得到的许多荣誉和奖赏中，我只提到1954年的爱因斯坦奖就够了<sup>[1]</sup>。这是一个每三年颁发一次的奖项，包括一枚金质奖章和一笔可观的奖金。

费曼教授在麻省理工学院 (MIT) 完成他的本科学业，在普林斯顿大学读完研究生。他先在普林斯顿，后在洛斯阿拉莫斯参加了曼哈顿计划。1944年他被任命为康奈尔大学的助理教授，虽然在战争结束之前他没有到任。我想看看他在被康奈尔任命的时候人们是怎样说他的，这也许是一件有趣的事情。因此我在我们大学的董事会会议记录里寻找……而那里根本没有关于他任命的记录。不过，还有约摸20份关于他请假、提薪和升职的文件留在那里。其中一份文件特别引起了我的兴趣。1945年7月31日，物理系的主任致函给文学院的院长说，“费曼博士是一位出色的教师和研究人员，像他这样的人才是很罕见的”。

系主任提出说，像费曼这样一位杰出的教授，年薪三千美元是少了一点，并且建议给费曼的年薪增加九百美元。而那位院长则以一种不寻常的慷慨大度，并且完全不顾学校出不出得起，大笔一挥将九百美元这几个字划掉，改成了一千美元。你们可以由此看到，我们甚至在那时候就已经高度评价费曼教授了！费曼在1945年年底到我们这里上任，并且在我们的教授队伍里度过了富有成果的5

年。他在1950年离开康奈尔大学去了加州理工学院，此后一直留在那里。

在我请他讲演之前，我想告诉你们一点他的事情。三四年前，他在加州理工学院开始讲授一门基础物理学的课程，结果使他又博得了更广泛的声誉——他的讲义现在出版了两卷<sup>[2]</sup>，它们为物理学的教育带来了一种耳目一新的方式。

在出版的讲义的序言页上有一幅费曼在欢快地演奏着邦戈鼓的相片。我在加州理工学院的朋友们告诉我，有时候他会偶然出现在洛杉矶的夜间娱乐场所里，客串鼓手的角色；不过费曼教授则对我说没这回事。他的另一个特长是打开保险柜。传说他有一次打开了在一处保密设施里的一个锁好了的保险柜，拿走了一份机密文件，并且留下了一张条子，上面写着“猜猜是谁？”我还可以告诉你们有一次他在要去巴西讲学之前怎么样学习西班牙语的故事，不过还是省了吧。

我想，我已经向你们介绍过足够的背景材料了，因此请让我说，我很高兴欢迎费曼教授回到康奈尔来。他要讲的系列讲座的总题目是“物理定律的本性”，而他今天晚上的这一讲题目叫作“引力定律——物理定律的一个例子”。

# 引言<sup>[3]</sup>

戴维斯 (Paul Davies)

阿德莱德 (Adelaide) 1992

科学史家们的流行做法是深入探究科学革命的意义。每一次科学革命都是伴随着一批天才而来到的，那指的是一些男人和女人，通过他们的能力和想象力迫使科学共同体破除旧的思想习惯和接纳不熟悉的新概念。天才是已经受到大量研究的一种现象，而其重要性还没有得到多少注意的，或许是称为风格的东西。然而，对于科学的进步，研究风格的改变会与通常的天才给出同样大的冲击。

理查德·费曼在罕见的天才和非凡的风格这两方面都是很突出的。生于1918年的费曼，已经赶不上参与物理学的黄金时代，那是指20世纪前30年里由于相对论和量子力学而改变了我们世界观的两次科学革命。这些根本的发展铺设了我们叫作新物理学这座大厦的基础。费曼从那些基础出发，协助建立起这座大厦的底层。他的贡献触及物理学的几乎每一个角落，并且对物理学家们的思维方式产生了深刻而持久的影响。

费曼起初在他对粒子物理的研究，特别是对叫作量子电动力学或者简称QED的研究中留下了自己的名字。量子理论实际上是从这个问题开始的。1900年普朗克提出，在那之前一直看作波动的光和其他种类的电磁辐射，在它们与物质相互作用的时候，都应当看成是能量的一些微小的份额，即“量子”。这些微粒性的量子后来叫作光子。<sup>[4]</sup>到了20世纪30年代早期，新的量子力学的建筑师们已经建立了一种数学程式，去描写光子被像电子那样的带电粒子发射和吸收的过程。虽然这种QED的早期程式得到了某些成功，理论上却是有明显缺陷的。在20世纪40年代后期，年轻的费曼正是专注于建造一种首尾一致的QED理论这样的问题。

要把QED置于一个坚实的基础之上，需要使理论不仅与量子力学的原理，而且与狭义相对论的原理取得一致。这两种各自具有独



特的数学方法以及复杂的方程系统的理论，确实能够协调和结合起来，产生一种QED的满意描述。这是由费曼和他的同代人建立的方法。然而，费曼自己是以一种全然不同的方式来考虑这个问题的；这种不同之处表现在，事实上费曼在一定程度上能够以一种直接的方式写出答案，而完全不必用到数学！

为了把这种直觉的特别技巧形象化，费曼发明了一套后来以他的名字命名的简单的图形系统即费曼图。费曼图是一种有效而明白的符号系统，用来画出当电子、光子和其他粒子相互产生作用的时候发生了什么事。今天我们依靠这些图形来进行日常的计算，但在20世纪50年代时，它们显得是对进行科学研究的传统方式的一种惊人的背离。

QED的特殊技术问题虽然是物理学发展的一块里程碑，但亦仅仅是作为费曼的独特风格的一种演示，那是反映在战后物理学的发展，以及引发了几十项重要的进展的风格。

最好把费曼的风格描写成对被普遍承认的智慧的一种尊敬和失敬的混合物。物理学是一门精密科学，而现存的知识体系虽然是不完全的，亦不能置之不理。费曼在很小的年纪就难得地掌握了物理学的现成原理，然后他选择去做几乎所有通常的问题。他不是那种局限在学科领域的浅水区兢兢业业地工作，而在需要涉足新的深度时犹豫不决的天才。他具有以一种特殊的方法进入基本的主流课题的特别才干，这意味着避开现成的程式，发展他自己依赖高度直觉的方法。当大多数理论物理学家依靠小心谨慎的数学计算来提供一种引导和一种帮助，带领自己到不熟悉的领域的时候，费曼的态度则几乎是自由发挥的。

费曼的方法意味着不仅对严格的程式表现了一种大度的藐视，而且在他的想法和交流里运用了一种天才的非正式思路。很难传达以这种风格工作所需要的天才的深度。理论物理学是人类努力从事的最困难的事业之一，并且它的各个概念是那么微妙和抽象，那些概念通常是不能够形象化的，而且技术上的复杂性亦使得不可能一下子从整体上掌握它。大多数物理学家只能够依靠最高级的数学和概念上的修养来取得进步。然而，费曼看起来好像是稳当地驰骋在这种严格的惯常规则之上，并且不断采集新的结果，如同从知识之树上摘取成熟的果实一样。

费曼的风格在很大程度上出自他个人的性格。在他的专业工作和私人生活里，他好像把世界当作是一场巨大而有趣的游戏。物理世界向他展示了一系列迷人的谜团和挑战，而他对社会环境亦是这样看待。一位一生都爱开玩笑的人，他对权威和学术机构的态度都不大尊敬，就像对乏味的数学程式一样。谁也不乐意受愚弄，只要他发现了一些武断的或者荒唐的旧规则，他就会推翻那些规则。在他的自传性的作品里，写下了一些有趣的故事：费曼在战争期间戏弄了原子弹基地的安全措施，费曼打开锁住的保险箱，费曼消解了一群妇女的恶意攻击。他以同样的要就要不要就拉倒的方式对待他因QED的工作而获得的诺贝尔奖。

在藐视拘泥于形式的俗套之余，费曼迷恋诡秘和难解的事物。许多人会记得他对位于中亚细亚的久被遗忘的图瓦共和国的着迷，他是那么高兴地被一部有关的纪录片迷住了，那是在他1988年去世之前不久制作的。他的另一些热心的消遣，包括了演奏邦戈鼓，绘画，常去表演脱衣舞的俱乐部，以及解读古代的玛雅文字。

费曼对生活并且特别对物理学的这种随心所欲的态度，无疑使得他成为这样一个超级的传播者。在他工作的加州理工学院，费曼不常做正式的讲课，甚至亦花不了多少时间来指导他的博士生。然而只要适合他的意愿，他就能给出辉煌的讲演，展示所有智慧的火花、洞察的见识，以及对于有关他的研究工作的随意发挥。

在20世纪60年代中期，费曼被邀请到纽约州的康奈尔大学做了关于物理定律的本性的一系列普及讲座。这些讲座由英国广播公司（BBC）作为电视节目记录下来，后来又由BBC出版了一部书。我在60年代后期还是一名青年学生的时候得到了一本，发现这些讲座是很吸引人的。给我深刻印象的主要是费曼能从最朴实的概念出发讨论物理观念的方式，其中几乎不用数学，并且很少用到专门的术语。他掌握了那样的窍门，能够从恰好的比拟或者日常的例子讲出一条非常深刻的原理的本质，而不会被一些附带的或者次要的细节所蒙蔽。在我的整个专业生涯里，我总记得他关于能量守恒定律同尝试用湿毛巾去擦干你的身体这个问题的卓越譬喻。

在这些讲演里选择的各个课题，并不打算成为现代物理学的一种综合性的概述。它们更适合看作是用费曼的眼光看待潜藏在物理学理论的“心脏”部位的问题和谜团的观点。全部物理学都植根于定律的观念，对于我们生活在一个有秩序的世界的信心，是可以通过理性的推理来理解的。但当我们直接观察自然界的时候，我们并不能

欢迎访问：电子书学习和下载网站 (<https://www.shgis.com>)

文档名称：《物理定律的本性》理查德·费曼.pdf

请登录 <https://shgis.com/post/2440.html> 下载完整文档。

手机端请扫码查看：

