



世界科普  
名著译丛

# 物理学的进化

THE EVOLUTION OF PHYSICS

[美] 阿尔伯特·爱因斯坦 著  
[波] 利奥波德·英费尔德  
张卜天 译



商务印书馆  
The Commercial Press



世界科普  
名著译丛

# 物理学的进化

THE EVOLUTION OF PHYSICS

[美] 阿尔伯特·爱因斯坦 著  
[波] 利奥波德·英费尔德  
张卜天 译

 商务印书馆  
959-1097 The Commercial Press

2019年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

物理学的进化 / (美) 阿尔伯特·爱因斯坦, (波) 利奥波德·英费尔德著; 张卜天译. —北京: 商务印书馆, 2019

(世界科普名著译丛)

ISBN 978-7-100-16568-6

I. ①物… II. ①阿… ②利… ③张… III. ①物理学史—世界 IV. ① O4-091

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 198155 号

权利保留, 侵权必究。

世界科普名著译丛

物理学的进化

[美] 阿尔伯特·爱因斯坦 著  
[波] 利奥波德·英费尔德  
张卜天 译

---

商务印书馆出版

(北京王府井大街 36 号 邮政编码 100710)

商务印书馆发行

北京冠中印刷厂印刷

ISBN 978-7-100-16568-6

---

2019 年 1 月第 1 版

开本 850×1168 1/32

2019 年 1 月北京第 1 次印刷

印张 7 $\frac{1}{2}$

定价: 42.00 元

Albert Einstein, Leopold Infeld  
**THE EVOLUTION OF PHYSICS**

Copyright © 1967 by Touchstone

根据 Touchstone 出版社 1967 年版译出



本书翻译受北京大学人文社会科学研究院资助



爱因斯坦 (Albert Einstein, 1879—1955) 与  
英费尔德 (Leopold Infeld, 1898—1968)

## 《世界科普名著译丛》总序

科学是现代人认知世界最重要、最通行的途径，也是现代世界观的基础。它是认识一切现代思想行为最基本的参照系。不了解科学，就无法理解现代世界的运作方式，对种种现象也会感到茫然失措。在这个意义上，每一个现代人都应当了解起码的科学思想，具备基本的科学思维能力。学习科学绝非专属于理科生的任务，而是人文素养和通识教育必不可少的重要组成部分。

对于普通大众来说，要想了解科学，最方便可行、也最能给人以精神享受的途径大概是阅读一些优秀的科普作品。经典的科普名著能够深刻影响人的一生，而且不会很快过时。然而，现在市面上大多数科普作品要么是一些零碎科学知识的拼凑，从中看不出科学思想的任何来龙去脉和源流演变，要么总在讨论“人工智能”“量子纠缠”“大数据”“区块链”等一些流行时髦的技术应用话题。许多读者尚不具备基本的科学知识，却急于求成，唯恐落后于时代，盲目追求所谓的时代前沿和未来趋势。为了迎合这种或多或少被刻意营造出来的欲望，市场上出现了许多过眼云烟、无甚价值的读物，全然不顾读者们的基础和适应能力。在出版市场的这种无序乱象背后，急功近利的心态和信息焦虑的情绪一目了然。

与国外相比，中国罕有特别优秀的科普作品。一个重要的原因就在于，中国的科学家往往习惯于把科学看成现成的东西，而不注重追根溯源。一本书读下来，读者能够学到不少客观的科学知识，但却置身事外、毫无参与感，根本认识不到那些科学观念是如何在一个个活生生的人那里，伴随着什么样的具体困惑和努力而逐渐演进的，更体会不到科学与历史、文化之间的深刻联系。然而，科学并不是在真空中成长起来的，每一步科学发展都有对先前的继承和变革。因此，科学普及应把科学放到具体的历史和文化中，正本清源地揭示出科学原有的发展历程。科普不仅涉及对科学知识的普及，更涉及对科学思想和科学文化的普及。

在笔者看来，当今大多数中国人最需要补充的科学内容仍然属于高中和本科水平。许多缺乏理科背景的人对相关内容其实很感兴趣，但面对着市场上鱼龙混杂的读物，选择起来无所适从。基于这种考虑，笔者不揣浅陋地接受了商务印书馆的邀请，着手主编这样一套《世界科普名著译丛》。本译丛以保证学术品味和翻译质量为前提，拟遴选一些堪称世界经典的科普名著，其内容既非过于粗浅，亦非过于高端，或者一味迎合流行趣味，而是能够生动活泼、正本清源地讲解科学思想的发展，使人获得精神上的享受，同时又能对科学技术有更深刻的反思。希望读者们在忙于用脑思考的同时，也能学会用心思考，从而更好地感受、领悟和热爱这个世界。

张卜天

清华大学科学史系

2018年6月3日

# 目 录

新版序	1
原 序	3
第一章 力学观的兴起	5
1. 绝妙的侦探故事	5
2. 第一条线索	7
3. 矢量	12
4. 运动之谜	17
5. 还有一条线索	27
6. 热是实体吗?	30
7. 过山车	38
8. 转化率	41
9. 哲学背景	44
10. 物质的运动论	47



---

第二章 力学观的衰落 .....	54
1. 两种电流体 .....	54
2. 磁流体 .....	62
3. 第一个严重困难 .....	66
4. 光速 .....	71
5. 光作为实体 .....	73
6. 颜色之谜 .....	76
7. 波是什么? .....	79
8. 光的波动说 .....	82
9. 光波是纵波还是横波? .....	90
10. 以太和力学观 .....	92
第三章 场, 相对论 .....	95
1. 场的图示 .....	95
2. 场论的两个支柱 .....	103
3. 场的实在性 .....	107
4. 场和以太 .....	113
5. 力学框架 .....	116
6. 以太和运动 .....	124
7. 时间、距离、相对论 .....	135
8. 相对论与力学 .....	147
9. 时 - 空连续区 .....	152
10. 广义相对论 .....	160
11. 升降机内外 .....	165

---

12. 几何学与实验·····	172
13. 广义相对论及其验证·····	181
14. 场与物质·····	185
第四章 量子·····	190
1. 连续性、不连续性·····	190
2. 物质和电的基本量子·····	192
3. 光量子·····	196
4. 光谱·····	202
5. 物质波·····	206
6. 几率波·····	212
7. 物理学与实在·····	222
译后记·····	228

## 新版序

本书第一版问世于二十多年前。后来，本书的主要作者爱因斯坦去世了，他也许是古往今来最伟大的科学家和最和蔼的人。本书问世以后，物理学才有了空前的发展。核科学和基本粒子理论的进展以及对宇宙空间的探索已经足以说明问题。不过本书只讨论物理学的重要观念，它们本质上没有变化，所以无需对书中内容作出修改。就我所能看到的而言，稍作几处改动就够了。

首先，本书并非历史叙述，它讨论的是观念的进化。因此，书中给出的时间往往是近似的，常常以“很多年以前……”的形式来表达。例如，在第四章“量子”的“光谱”一节中，我们是这样写玻尔的：“他于25年前提出的理论……。”由于本书于1938年首次出版，所以“25年前”指的是1913年，即玻尔论文发表那一年。读者必须记住，所有类似的表述都是相对于1938年说的。

第二，在第三章“场，相对论”的“以太和运动”一节中，我们写道：“这两个例子并没有什么不合理的地方，只不过我们都必须以大约400码每秒的速度奔跑。但我们可以想象，随着未来技术的进一步发展，这样的速度是可以实现的。”如今大家都知道，喷气式飞机的速度已经超过了声速。

第三，在第三章的“相对论与力学”一节中，我们写道：“……从最轻的氢到最重的铀……”这种分类已经不再正确，因为铀不再是最重的元素。

第四，在第三章的“广义相对论及其验证”一节中，我们对水星的近日点移动是这样写的：“由此可见，这种效应非常之小，距离太阳更远的行星更没有希望发现这个效应。”最近的一些测量表明，这种效应不仅对水星是正确的，对其他行星也是正确的。它虽然很小，但与理论似乎很一致。也许在不久的将来，可以就人造卫星来检验这种效应。

在第四章“量子”的“几率波”一节中，我们对单电子的衍射是这样写的：“不用说，这是一个理想实验，它无法实际做出来，但很容易想象。”值得一提的是，1949年，苏联物理学家法布里坎特（V. Fabrikant）教授和他的同事们已经做实验观察到了单电子的衍射。

有了这几处修改，本书就能跟上时代了。我不愿把这几处小小的改动加到正文中，因为我觉得这本书既然是和爱因斯坦一起写的，那就应该让它保持原样。让我感到欣慰的是，这本书在他去世后依然魅力不减，就像他的所有著作一样。

华沙，1960年10月

利奥波德·英费尔德

# 原 序

在阅读之前，你一定期待我们回答几个简单的问题：写这本书的目的是什么？它是为哪些读者写的？

如果现在就要清楚明白地回答这些问题，同时又让人信服，那是非常困难的。待你读完整本书之后再回来回答会容易许多，但那时又不必要了。我们觉得，说清楚本书不打算做什么倒更简单一些。我们并非在编写物理学教科书，书中并没有系统讲述基本的物理事实和理论。毋宁说，我们想粗略描述人的心灵是如何发现观念世界与现象世界的联系的。我们试图表明，是什么样的动力迫使科学发明出了符合现实世界的观念。但我们的描述必须简单，必须选择在我们看来最为典型和重要的路径来穿越事实和概念的迷宫。至于这条路径没有触及的那些事实和理论，则不得不被略去。既然我们的总体目标是描述物理学的进化，就必须对事实和观念作出明确选择。一个问题的重要性不应由它所占的篇幅来判断。有几条重要思路被略去不讲，并非因为它们不重要，而是因为不在我们选择的路径上。

我们在写这本书的时候，曾就想象中的读者的特征作过长时间讨论，尽可能处处为其着想。我们设想他缺乏任何具体的物理学和数学知识，但他的许多优秀品质足以弥补这些缺憾。我们

相信他对物理学和哲学的观念感兴趣，会耐心钻研书中比较无趣和难懂的段落。他意识到，要想看懂其中任何一页，就必须认真阅读前面的内容。他也知道，即使是一本通俗的科学著作，也不能像读小说一样去读它。

这本书是你我之间的闲谈。无论你觉得它枯燥乏味、沉闷无趣，还是妙趣横生、令人兴奋，只要它能使你领略到善于创造的人类为了更好地理解支配物理现象的规律而付出的不懈努力，我们的目的就达到了。

阿·爱因斯坦  
利·英费尔德

# 第一章 力学观的兴起

## 1. 绝妙的侦探故事

我们设想有一个完美的侦探故事。这个故事将所有重要线索都展示出来，我们不得不就事情的真相给出自己的理论。如果仔细研究故事情节，那么不等作者在书的结尾透露实情，我们就会得到完满的解答。与那些低劣的侦探故事不同，这个解答不会让我们失望，而且还会在我们期待它的那一刻出现。

一代又一代的科学家持之以恒地力图揭示自然之书的秘密。能否把他们比作这样一本侦探小说的读者呢？这个类比是错误的，以后不得不放弃。但它也有一定道理，也许可以对其加以扩展和修改，使之更符合科学揭示宇宙奥秘的努力。

这个绝妙的侦探故事至今尚未得到解答，我们甚至不能肯定它是否有一个终极答案，但阅读这个故事已经使我们受益颇丰：它教我们学习自然的基本语言，使我们掌握了诸多线索，在科学艰难跋涉时每每会给人带来愉悦和振奋。然而我们意识到，尽管我们阅读和研究过的书已经不少，但如果存在着一个完满的解答，那这个解答距离我们还很远。在每一个阶段，我们都想

找到与已有线索完全符合的解释。我们试探性地接受了各种理论，虽然它们解释了许多事实，但与所有已知线索都相容的一般解答尚未发展出来。往往会有这样的情况出现：一个理论看起来似乎很完美，但进一步了解就会发现它并不恰当。新的事实出现了，它们与旧理论相矛盾，或者不能用旧理论来解释。我们读得越多，就越能充分理解这本书的完美结构，尽管随着我们的前进，完满的解答似乎在离我们而去。

自从柯南·道尔（Conan Doyle）写出那些绝妙的故事，几乎所有侦探小说都会包含这样一个时刻，此时侦探已将他所需的、至少是问题的某个阶段所需的所有事实搜集齐备。这些事实往往看起来很奇特，支离破碎，彼此毫不相关。但这位大侦探知道此时不需要再继续侦察了，只要静下心来想一想就能把搜集到的事实联系起来。于是他拉拉小提琴，或者躺在安乐椅上抽抽烟，突然他灵机一动，答案找到了！他现在不仅能够解释已有的线索，还能知道其他一些事件必定已经发生。既然已经很清楚应该到哪里去寻找，如果愿意，他可以离开屋子，为其理论搜寻进一步的证据。

阅读自然之书的科学家必须亲自去寻找答案。他不能像急性子的读者在阅读其他故事时那样，常常翻到书末去看结局。在这里，他既是读者又是侦探，至少在部分程度上要尝试解释各个事件与其丰富背景之间的关系。即使是想获得问题的部分解决，科学家也必须搜集漫无秩序的事实，通过创造性的思想使之变得连贯和可以理解。

接下来，我们打算对物理学家的工作作一概述，他们的工作



就相当于侦探的纯粹思考。我们将主要关注思想和观念在不畏艰险地认识大自然的过程中所起的作用。

## 2. 第一条线索

人类从有思想以来，就一直在尝试解读这个绝妙的侦探故事。然而，直到三百多年前，科学家才开始理解这个故事的语言。从那时起，也就是从伽利略和牛顿的时代开始，解读的速度就快多了。侦察技术，也就是系统地寻找和追踪线索的方法被陆续发展出来。虽然某些自然之谜似乎已经得到解决，但进一步研究就会发现，其中许多解决方案只是暂时和表面的。

有一个非常基本的问题，那就是运动问题。几千年来，它因为复杂而令人费解。我们在自然之中看到的所有那些运动，比如抛到空中的石头的运动，海上航船的运动，手推车在街上的运动，其实都极为复杂。要想理解这些现象，最好是从最简单的情况入手，然后逐渐过渡到更复杂的情形。假定有一个不作任何运动的静止物体。要想改变这样一个物体的位置，必须给它施加某种影响，比如推它，提它，或者让马、蒸汽机等物体作用于它。我们直觉上认为，运动是与推、提、拉等动作联系在一起的。日常经验使我们进一步相信，要使一个物体运动得更快，必须用更大的力推它。对物体施加的作用越强，其速度也就越大，这似乎是一个自然的结论。四匹马拉的车要比两匹马拉的车跑得更快。于是直觉告诉我们，速度本质上与作用有关。

读过侦探小说的人都知道，一条错误的线索往往会把故事