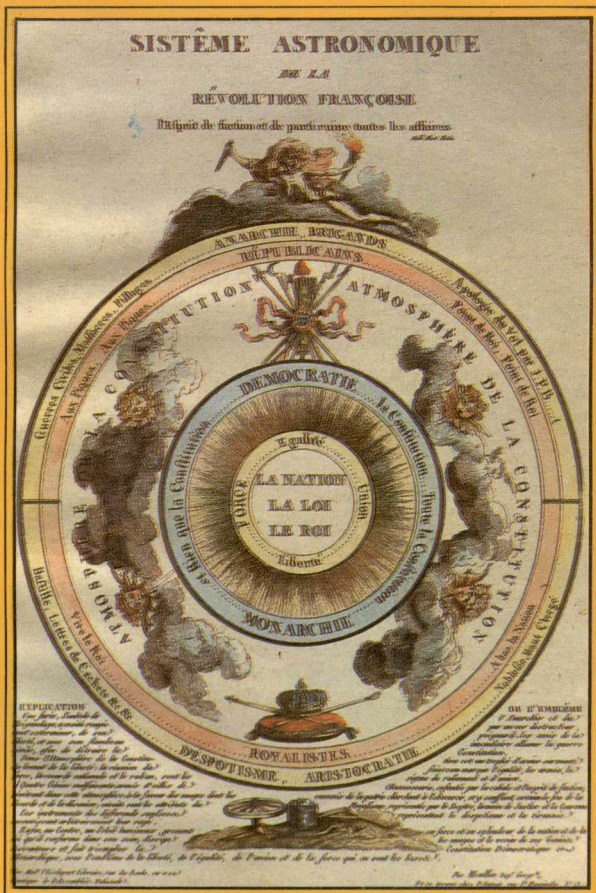


科学革命史

著者 [美] I. 伯纳德·科恩
译者 杨爱华 李成智 李长生 陈丹
胡懋林 申建军 沈小滨
校者 黄顺基 江棋生



军事科学出版社

No. 9
<26>

科学革命史

——对科学中发生革命 的历史思考

5032

著者 [美] I. 伯纳德·科恩

译者 杨爱华 李成智 李长生

陈 丹 胡懋仁 申建军

沈小滨

校者 黄顺基 江棋生

军事科学出版社

(京) 新登字122

I. Bernard Cohen

REVOLUTION
IN SCIENCE

THE BELKNAP PRESS OF
HARVARD UNIVERSITY PRESS
Cambridge, Massachusetts, and London, England

1985

根据美国哈佛大学出版社1985年版译出

科学革命史

著者 [美] I. 伯纳德·科恩

译者 杨爱华 李成智 等

李长生 陈丹

校者 黄顺基 江棋生

◆1

军事科学出版社出版
新华书店北京发行所发行
国防大学第一印刷厂印刷

*

850×1168毫米 32开本 16.625印张 432千字

1992年2月第一版 1992年2月第一次印刷

印数：1——7,000册(平装) 1——1,000册(精装)

ISBN 7—80021—402—8 / N·001 (平装)

ISBN 7—80021—456—7 / N·002 (精装)

定价：8.80元(平装) 12.80元(精装)

中译本序言

科学革命是人类历史上极其重要的事件。史书普遍认为，最典型的是16、17世纪的科学革命，它不仅改变了人们的宇宙观，而且推动了一个世纪以后的工业革命，大大地加速了人类历史的进程，并急剧地改变了世界的政治格局，于是科学革命成为关心人类命运的思想家们的一个重大课题。这时候，正是那个时代的巨人马克思，他“把科学首先看成是历史的有力的杠杆，看成是最高意义上的革命力量。”^①现在，我们的眼前又在进行一场史无前例的科学革命，它和紧密地相联的技术革命汇成一股洪流，猛烈地冲击着世界的每一个角落，科学革命成了历史学家、社会学家、哲学家和科学史家研究的热点。唯其如此，当60年代初科学哲学领域中发表了库恩的《科学革命的结构》（1962）一书时，便立即在世界范围内掀起了一个冲击波，其影响所及包括英、日、德、法、苏等国，其中的一个主要原因是，库恩第一次紧密地结合他自己的专业——理论物理学的历史发展，从1945年开始进行了前后长达30年的研究；他从社会学的角度，从综合的观点，提出了科学革命的结构问题。然而，库恩的研究仅仅是个开始，他提出的范式、反常、危机、科学共同体、常规科学与科学革命等新颖的、独创的概念，还有待进一步加以修正、补充和发展。

从60年代初到现在，将近四分之一世纪过去了。一部其意义丝毫不亚于《科学革命的结构》一书的I.伯纳德·科恩的《科学革命史》（1985）出版了。作者科恩是著名的科学史家，哈佛

① 《马克思恩格斯选集》第三卷，人民出版社，1972年，第575页。

大学名誉教授，著有《新物理学的诞生》（1960，与H.M.Jones合著）、《牛顿“原理”引论》（1971）、《科学著作选：从达文西到拉瓦锡》、《牛顿革命：科学观念的变革》（1980）等著作。

现在提供给读者的科恩这本书，它材料丰富，观点新颖，并且涉及的范围相当广泛，在研究科学革命的文献中，确是不可多得的、有重要参考价值的一部著作。它最有特色之处是，作者一开始就集中地表明自己的观点与方法，提出了一个分析科学革命的理论框架，其中包括以下三个问题。

第一，科学中发生革命的两个标准。一个是逻辑标准，执行这个标准需要考察“科学革命”概念的历史演变，以及在语义上它和“政治革命”概念的关系；再一个是历史标准，要求判定每一次科学革命都要有足够的历史证据，这些证据包括科学家本人的日记、论文、后来有关的文献、以及科学共同体的态度，等等。科恩在这里提出的标准，和库恩的标准——范式的变换——有所不同：前者强调科学革命的逻辑和科学革命的历史要彼此结合，要彼此相一致；后者则比较强调科学革命的逻辑，而把科学革命的历史诉诸于科学共同体的承认或信仰，从而使得科学革命、科学的发展成为非理性的，这就开科学革命中非理性主义倾向的先河，在科学革命问题上，科恩的逻辑与历史相一致的观点，比起库恩的逻辑与历史相割裂的观点，无疑是前进了一大步。

第二，科学革命的四个阶段。科学革命不是一个突发的、短暂的事件，而是有它的发展过程的。科恩根据四个世纪以来科学发展的重大事件的历史分析，把这个过程区分为四个阶段：智力革命、书面上许诺的革命、纸面上的革命和科学革命。并且通过历史分析，阐明这四个阶段之间的相互区别与相互联系。在这个问题上，科恩的一个重大的进展是，他从科学革命的阶段论观点出发，不仅研究了成功的科学革命，而且还研究了失败的科学革

命。他指出，大多数失败的科学革命从来没有超出纸面上的革命这个阶段，其原因不能像库恩那样，仅仅归结为新观念、新思想在科学共同体中没有赢得足够的支持，科恩认为，最重要的是因为它们与实验结果相矛盾，或者是因为它们没有通过实用性的最初检验。科恩正是抓住了实验结果的检验这个重要的论据，说明了为什么在科学史上从纸面上的革命到科学革命往往有一段很长的时间。因此，可以认为，科恩从历史学的角度，从科学革命的阶段论的观点，对科学发展模式的研究，纠正了库恩从社会学与心理学的角度，从非理性主义的观点所得出的论断，即所谓“范式不可比”“科学共同体的信念”等。

第三，发生科学革命的证据。库恩认为，当科学中出现了一系列“反常”，引起了“危机”的时候，就出现“范式”的更换，即出现了科学革命。在库恩的模式中，发生科学革命的论据是不明确的。科恩从四个世纪以来多次发生的科学革命的历史事实出发，而不是从“科学革命”的定义出发，提出了四项证据：1、见证人的证词，2、后来叙述该学科发生了革命的历史文献，3、历史学家、特别是科学史家和哲学史家的评判，4、当代从事该领域研究的科学家的普遍意见。在这个重要问题上，科恩同样通过典型的历史事件，分别分析了每项证据的份量，它们的相互区别，认为，这四项证据对于判断革命是否发生提供了充分条件，但是对它们成立的理由还要进一步的研究和批判的反思。

最后，科恩几乎把17至20世纪的重大科学革命，都作了分析，甚至还分析了一般人都很少注意到的康德、圣西门、孔德以及马克思和恩格斯关于科学革命的观点，这就向我们提供了不少新的内容，并且也提出了不少值得进一步深入研究的问题。我相信，读者完全可以从这些材料和作者的论述中作出自己的判断，并独立地进行研究。总的说来，这本书在有关科学革命的文献中，是一部十分重要的著作；如果说，库恩的《科学革命的结构》

构》开始了科学发展模式研究的一个新的阶段，创立了科学哲学中社会学的方向，那么，科恩的《科学革命史》则开始了又一个新的阶段，它把科学哲学问题的研究建立在历史学的基础上。可以预料，在科学技术革命浪潮汹涌澎湃的今天，《科学革命史》一书的影响，必将与日俱增。

黄顺基

1988年11月于北京中国人民大学

前 言

《科学革命史》是对一个经历了四个世纪之久的概念进行历史的和分析的研究。这个复杂的课题，包括大量的事件、人物和观念，看来需要从不同的角度对其进行多方面的研究。首要的研究是对科学革命（从革命观念的开始直到相当数量的科学家接受并使用新科学）的不同进展阶段的分析。一系列特定的科学事件能否构成一场革命，只是一种个人的判断，但我还是就科学革命的发生——基于历史的根据——提出了一套标准。这些阶段和标准（在2、3章中描述）构成了本书的分析框架。

我用这一框架批判地考察了发生于产生现代科学的四个世纪之中的某些主要的科学革命。对其中每个世纪中当时所发生的政治或社会革命，以及随后流行的革命观念，都作了简要介绍。因为我发现，在科学的语境中“革命”术语的出现，总是反映当时有关政治及社会革命的流行理论，以及对所发生的实际革命的认识。因而，对我所论述的每一场科学革命的思考，都是放在社会和政治革命的背景下进行的。

在历史对革命的感知与史学家对革命的感知之间，必须明确加以区分。前者包括在革命时期及随后年代中作出的判断，是历史的客观事实或资料，而后者则是现代的主观判断。当然，对本书所讨论的每次革命，我都作出了一个历史学家的主观判断。然而在每个实例中，我强调了历史证据。在几乎所有的场合里，都存在着二者的汇合。通过历史证据检验的革命，趋向于也是今天历史学家（和科学家）所断言的革命，但是，对比历史证据和历史学家的判断也揭示出某些引人注目的反常现象。

对历史证据的研究突出表明了科学革命的概念，如同革命概

念自身一样，不是，也没有成为静态的。例如，本书引用的材料表明，科学家和历史学家关于科学进步主要是渐进增长的，还是一系列革命所导致的，观点是不断改变的。除了科学革命的一般观念在变化之外，关于具体事件的革命特点也还有判断上的转变。在这点上，有一个例子就是哥白尼革命。随着1543年哥白尼出版的《天体运行论》而出现的天文学革命的概念，是18世纪天文科学家想象出来的发明。结果使大家都认为哥白尼科学是一场科学范式革命。但是历史学家对历史证据的批判考察都表明，这场革命根本不是哥白尼的，至多是伽利略和开普勒的。

时间观念的变化甚至也会使伟大的政治革命的含义和意义发生根本改变。在《人权》(1791)中，托马斯·佩恩阐述了美国革命和法国革命是如何将新型的革命思想引入政治科学中去的。佩恩主要是因在美国革命期间出版的小册子《常识》与《危机》(这是他最著名的作品)而闻名。佩恩写了《人权》以回答爱德蒙·伯克的《法国革命的反响》(1790)。佩恩对起源于美国和法国所发生的事件的新的革命概念的阐述是一个典型的例子，它表明政治概念的产生不仅同理论有关，也同历史事件有关：

“我们以往所谓革命，不过是人的改变，或局部环境的转变。它们自然像各种事物一样兴起和衰败。在它们的存在和命运中没有任何东西能产生超越它们栖息地的影响。但现在我们在世界上，从美国和法国的革命中看到的，是事物的自然法则的更新，是像真理和人的存在那样普遍的原理体系，是道德和政治幸福及民族昌盛的结合。”

然而，过了不到半个世纪，1835年，裘斯比·玛志尼不再认为法国革命是进步的政治行为的完美典型。他写道：“法国的进步，依赖于它将其自身从18世纪和旧式革命中解放出来的力量。”他论证说，法国革命应该“不是被看成一个纲领，而应看成是一场总结，不是被当作新时期的发端，而是作为一个临终时代的最

后处方。”在19世纪甚至20世纪，革命的目标是完成法国大革命未能完成的事业，如同在马克思、恩格斯的著作中及许多20世纪革命理论中或许能清楚看到的一样。

英国政治史提供了两个明确的例证，表明随着时间的推移，会改变人们将事件看作是革命的方式。换言之，科学革命不是那种革命图景经历不断变化的唯一革命。1688年光荣革命对于18世纪的历史学家和政治理论家来说是范式政治革命，而今天看来又并非那么革命的了。对美国革命也同样如此，现在常谓之革命战争或独立战争。相反，17世纪中叶的英国革命直到将近200年后才被普遍认为是一场革命。根据19世纪和20世纪某些评论家们的观点，这场英国革命是一场流产的社会革命，而不像光荣革命那样是一场政治革命。不同的时代，构成革命要素的概念也会有很大的差别。例如，在谈到从17世纪后期到18世纪的，从法国革命到马克思间的半个世纪的，从马克思时代到列宁时代的，再到1917年俄国革命后几十年中的，以及从50年代、60年代、70年代和80年代的诸多革命文献中，都可以看到这一点。毫不奇怪，关于科学革命的讨论反映了这些变化。

“革命”（无论科学革命还是政治革命）术语的起源和后来意义的历史讨论，看来也许太抽象了，而似乎不会有党派的偏见。但有一个事例却表明这种情况不是必然的。伯纳德·刘易斯在他的文章《伊斯兰革命概念》（1972）中论述了在古阿拉伯语出现的“一些表示造反或起义的词汇”，其中有一个词是“thawra”。他写道，“在古阿拉伯语中，词根th-w-r是起来（例如骆驼的起立），受鼓动，或激动，因而就意味着造反。”然后刘易斯解释道，这个词“经常用在建立一个小的、独立的主权国家的语境之中。”而其名词形式“首先，像在下述短语中一样，表示激动……一直等到这种激动平息下去。”刘易斯说这是“非常贴切的说明。”爱德华·塞德就此向刘易斯发问（1978），为什么“把骆驼起立的概念引入词源学的词根里来说明现代阿拉伯革命？除非

以此作为否定现代阿拉伯革命的一种聪明方式，别无其他解释”。塞德断言，“刘易斯的论证”有个明显的目的，就是“把革命从其获得的当代评价贬低成与骆驼从地上站起来差不多崇高（或美丽）。”我们可以通过想象一个相反的情况来看看塞德批评的力量。在这种情况下，一个东方学者可以轻蔑地批判西欧或美国的革命概念，因为这个术语本身是从往复或涨落的循环思想发展而来的。实际上，塞德将刘易斯的词源学观点解释为带有他称为“东方主义”思维方式的色彩，一种“支配东方，重建东方，具有在东方之上的权威的西方方式。”塞德认为刘易斯的词源学讨论表达了他的政治社会立场，使他把thawra同骆驼的起立和一般的激动联系起来，而不是同“为了价值的斗争”联系起来。另外值得注意的是，编者为收入刘易斯那篇文章的书还写了导言。导言写道：“在中东，争取独立的斗争和激进的运动，即政变起义和造反”不是像西方所理解的意义上的革命，理由是“人民具有反抗坏政府权利的西方观念是违背伊斯兰思想的。”

我原来想通过探寻两个概念的起源及后来的用法开始这本书的写作。这两个概念是：（16、17世纪的）近代科学革命以及作为科学进步模式的科学革命。我发现许多历史学家、甚至是科学史家都相信这两个概念产生于我们的时代，而且使用这两个概念的科学史家错误地企图把过去发生的事件强行纳入20世纪的模型。当我的研究从过去四个世纪的每个世纪中都引出了科学革命讨论的实例时，当我发现起码在19世纪早期就有了关于近代科学革命的资料时，读者完全可以想象到我的惊讶。因为历史学家、科学家、哲学家及社会学家对这些材料毫无所知，而大量书籍可作为人们使用那两个概念的编年录。

我最早的研究结果是在《思想史杂志》（1976，37期）上的一篇文章里披露的。我本来打算将那篇文章扩展为一本较小的专著。但是正如托马斯·曼（在其约瑟列传的前言中）和许多作家说过的：“书有它自己的命运。”大量资料的积累导致了这部更

为雄心勃勃的著作的产生。即便如此，本书也决没有将我的研究成果叙述得一览无余。我能够轻易地将本书写成现在规模的三、四倍。关于第一次世界大战和俄国革命以来的科学革命，就可单独写成一部专著。不可避免地，我在本书中只给出了一些精心挑选的例证。在我看来，这些例证要么是典型的流行观点的表达，要么具有特殊的意味。

本书是具有双重目的的广泛研究计划的一部分。一方面，我注重考察和阐明某门学科中的实际科学工作者运用另一学科的思想（概念、方法、理论、工具）的创造性过程。在拙著《牛顿革命》中，我对此作了认真研究。在那里，我强调说“观念转变”是革命过程的关键成分。然而在这里，我却约束自己尽量不使用转变概念，以免使主要对一般历史编年史以及对科学革命分析感兴趣的读者为之却步。科学革命中转变概念的进一步分析留待以后再研究。我研究的第二个目标是对自然的精确科学和社会的行为科学的相互作用作出界定和分析。本书将历史研究和分析研究结合起来，其目的不仅是在具体情况下识别和研究一般转变过程，这一过程是只要在一门学科的概念应用于另一学科时就会发生的。此外，我还关心分析社会科学的“科学”依据，以及考察社会科学家如何运用科学来证实他们的发现被应用于公共政策制订中所产生的效果。尽管普遍认为观念趋向从自然的精确科学流向社会的行为科学，但也存在许多有意义的相反情形。论述革命的本书对此就有体现，因为“革命”的概念和名称都产生于科学（天文学和几何学），而后进入关于政治和社会的论文，经历了最初的有意义的转变。但正如本书用各种材料表明的，处于变动中的革命概念，后来又从社会科学和政治理论及行为的文献中传递回科学变革的讨论中。因而，本书考察的是这两个理论世界之间发生关联的领域。

政治或社会革命与科学革命这两个概念间的相互作用贯穿于全书之中。但我完全清楚这个题目值得进行远为全面的考察。早

在17世纪，甚至在革命的现代非循环概念被普遍接受以前，各类作者就寻求用政治类比的方法来解释科学的发展。还有一个关于科学和科学革命对政治革命影响的反题，我提到了但未深入研究。大家都知道马克思，尤其是恩格斯，认为他们的革命运动是“科学的”。“科学社会主义”和“科学共产主义”的术语经常出现在马克思主义的文献中（特别在苏联）。但是，在多大程度上，“科学的”这一词汇的使用依赖于作为国家科学共同体中共同理解的科学的运用？我尚未闻及人们对这种程度作出了批判性估价。

尽管科学革命概念的变迁这一主题，被编织进整本书中，并且在实际上它是本书的主线，但是许多读者将会发现，具体革命史最为令人感兴趣。这些史实构成本书大部分内容，描述了标志现在科学发展的某些伟大的革命，并且在具体例证中展示出了我所提出的革命阶段，以及认定一系列个别事件为科学革命的证据。这些革命史还指出，对科学革命的认识，是如何已经并正在受到政治革命形象及时尚的革命理论制约的。一个明显的事例是在法国革命前后，关于地球革命的各种观念。另一个事例是T.S.库恩的著作对科学家的影响。这些科学家检验和记述了一场地球科学革命，这场革命产生了板块构造说和大陆漂移说的新观点。

在大部分实例史中，我倾向于引用开创革命或参加革命的科学家对革命的表述，或者是未参与其中的目击者的表述，当然并不打算去精确地断定每个作出表述的人心中在想些什么。但我一般地给出有关革命观念的语境及传播状况。这个问题有两重性。首先，我们并不确切地知道具体一位科学家的内心思想；其次，许多科学家（本书有许多实例）十分明确地叙述了某些具体科学革命或一般科学革命，但都没有提出一个精心构建的革命理论，甚至没有提出一个详细的科学变革模式。例如，将阿尔伯特·爱因斯坦在1905年和1906年立足于科学所作出的关于革命的评论，同1905年流产的俄国革命及过激地改造俄国社会的理想联系起

来，是很令人感兴趣的。同样，他认为相对论中不存在革命的评论，可以解释为他反对1917年俄国革命暴行的反应，以及反对第二次^①世界大战后立即在德国爆发的革命，包括柏林街垒战的反应。但是还需要考虑另一因素，即爱因斯坦反对报纸渲染他开创了一场革命。这无疑使他倾向于这样的观点：他的工作只是进化而不是革命。在评价爱因斯坦关于科学革命的观点时，人们必须牢牢记住，爱因斯坦所有的关于革命和进化的评论都产生于单独的句子或短语之中，常常是作为对别人言论的答复。我还没见过爱因斯坦用一篇完整的文章、信件或甚至一个完整的段落来论述科学前进的过程，更不用说论述科学革命了。过去三个世纪当中，在具体科学革命或甚至在一般科学革命问题上作过表述的其他科学家就更是如此了。所以在每次引证中，我都把他们论述革命的实际表述给读者。但是读者也很容易理解，一个人或几个人在谈论与某个具体科学理论有关的革命时，对他们每一次表述中的“革命”一词的含义，没有理由要求都一定是一致的。

最后，我常常过于肯定我的研究成果。我明白在许多情况下，像“就我所知”，“就我的研究成果表明”之类的短句应该插到论述之中，还有比我能找到的更早的例证吗？我大概是假定我的研究已经详尽无余的最后一个人。而这个结论却由本课题的本性所排除。所以我希望那些接触到更多资料的读者能告诉我，以便在今后再版时得以订正。

读者自然希望知道本书与T.S.库恩所著《科学革命的结构》及其他著作的关系。许多读者知道，库恩的著作在改变科学家和科学史学家的思维方向上，在转变他们的观念，使他们认为革命是科学变化的正常特征上起了奠基的重要作用。因此，库恩的著作在我论述科学革命的概念史中成为一个主要事件。库恩分析工作的一个主要观点是，各种科学溶化，包括革命，并不像恩斯特

① 原文如此，似应为第一次——译者注

·马赫及他人所认为的那样，是观念斗争的结果，而是接受或相信这种观念的科学家所造成的结果。我将通过分析革命的四个阶段来展示这个论点。我发现四个阶段的演进是所有科学革命的特点。最后，我接受库恩的一般革命概念——作为一系列科学信念的“范式”的转换，我使用的这个术语最早由库恩引进，而后来（依我看，不幸）为他所放弃。他是在两种不同意义上甚至多义地使用这个术语后放弃它的。

我没有讨论库恩赋予“科学革命的结构”的某些特定性质。例如，我没有考察科学革命必然由危机所促成这一课题（对此，我认为反例太多，难以成立）。对他的纲要的其他细节也同样如此。我也没有研究库恩对“范式”、“样本”和“规范基质”之间的差别作出区分时常常改变看法的问题。有人记下这样一个很有趣的事实，当库恩的纲要已引起科学史学家的大量讨论批评和得到认可时，正是这些科学史学家（包括库恩本人）却倾向于在他们的实际著作中不再使用库恩的框架。因此，库恩在哲学家、科学社会学家（以及诸如政治理论这样完全不同领域中的学者）中的影响要大于在科学家和实际科学史学家中的影响。然而，对于研究近年来地球科学革命的史学家说来必然是个例外（对于库恩体系的第一流的——且温和而不恭的——分析介绍及科学史学家共同体接纳这种分析的历史来说是个例外）。

库恩一再提到小革命和大革命。后者是指那些在科学论文中普遍承认的革命——那些和哥白尼、牛顿、拉瓦锡、达尔文和爱因斯坦相联系的革命。但库恩的小革命，不过是指十几、二十几个科学家用新的模型代替原来承认的模型。在公开讨论和著作中，库恩强调这些小革命无处不在的性质。然而，在拙著中，我倾向于集中在更大的革命或更能看得见的革命上，原因之一是我所得到的确定革命发生时间的客观方法可直接运用于与政治革命更加类似的科学革命。

读者将进一步可以看出我既不是哲学家也不是科学社会学

家。作为历史学家，我的目的是做出批判和分析的历史研究，而不在于争论库恩体系或其他哲学家和科学社会学家体系的优劣。简言之，我与库恩的目标不是平行的，而是必然交叉的。本书不是另一本讨论库恩《结构》一书的著作，而是从一个新的严密的历史观点出发，力图考察科学革命的主题。

我在前面曾引用过托马斯·曼和其他作家用过的一段拉丁语，以表示书籍倾向于有它们自己的生命，书籍靠研究和写作的内在逻辑得以发展这样一个众所周知的现象。然而，就在本书即将出版之际，我又意外地看到一条完整的语录，这是特伦夏努斯·毛鲁斯写的。我将其中一句选录如下，它说：“书的命运取决于读者的接受程度”。谁能不同意书的命运依赖于读者的接受程度呢？我希望本书能遇上批判的读者，也能找到赞同的读者，以便进一步促进研究和思考。如果革命这个迷人的主题能引起学者们的注意，它就会释放出它蕴含的巨大能量。

I. 伯纳德·科恩

目 录

中译本序言

黄顺基

前 言

第一编 科学与革命

- 第 1 章 绪论····· (3)
- 第 2 章 科学革命的几个阶段····· (26)
- 第 3 章 发生科学革命的证据····· (41)

第二编 对“革命”和“科学革命”的历史透视

- 第 4 章 革命概念的演变····· (51)
- 第 5 章 近代科学革命：对科学革命的首次认识····· (78)
- 第 6 章 是第二次科学革命还是其他？····· (92)

第三编 17 世纪的科学革命

- 第 7 章 哥白尼革命····· (105)
- 第 8 章 开普勒、吉尔伯特和伽利略：物理科学
中的一场革命吗？····· (126)
- 第 9 章 培根与笛卡尔····· (147)
- 第 10 章 牛顿革命····· (161)
- 第 11 章 维萨留斯、巴拉赛尔苏斯和哈维：生命
科学中的一场革命吗？····· (177)

第四编 18 世纪革命概念的演化

- 第 12 章 启蒙运动时期革命概念的演化····· (199)
- 第 13 章 18 世纪科学革命概念的形成····· (216)
- 第 14 章 拉瓦锡和化学革命····· (232)
- 第 15 章 康德宣称的哥白尼革命····· (240)
- 第 16 章 德国表示革命一词用语的变化····· (258)