

T. S. 库恩著

科学革命的结构

上海科学技术出版社

科学革命的结构

T. S. 库 恩 著

李宝恒 纪树立 译

上海科学技术出版社

The Structure of Scientific Revolutions

By Thomas S. Kuhn

The University of Chicago Press 1962

科学革命的结构

T. S. 库恩 著

李宝恒 纪树立 译

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 5 字数 127,000

1980年10月第1版 1980年10月第1次印刷

印数: 1-14,000

书号: 13119·843 定价: (科三) 0.51 元

内 容 提 要

本书是当前世界上研究科学史的著名专著。作者认为：自然科学的发展除了按常规科学一点一滴地积累之外，还必然会出现“科学革命”。科学革命不仅仅使科学的面貌焕然一新，而且还会引起人们世界观的变革。此书出版以后在科学界和哲学界都引起了强烈的反响，形成了一股世界性的研究热潮。

本书可供广大自然科学工作者、哲学工作者参考，对科学史、科学方法论研究者更是一本有价值的参考书籍。

本书从序到第 VII 章由纪树立译；从第 VIII 章到第 XIII 章由李宝恒译。

序

下文是第一次发表我差不多十五年以来的构思。十五年前，我还是一个就要完成学位论文的理论物理学研究生。我有幸参加了一门为非自然科学家讲述物理科学的实验大学课程，这才第一次使我对科学史有所了解。完全出乎我意外的是，这种对过时的科学理论和实践的说明，竟彻底推翻了我对科学本质及其所以能够获得特殊成就的某些基本想法。

我的这些老的想法的形成，一部分来源于以前的科学训练本身，一部分则来源于我对科学哲学的历久不衰的业余兴趣。这些想法，不管什么样的教育作用，也不管理论上怎样言之成理，却怎么也不足以说明历史研究中所呈现出来的实际情况。但它们历来都是许多科学问题讨论中的基本原则，这就需要彻底揭穿它们貌似有理的假象。这么一来，我的专业计划就完全变了，先是从物理学转到了科学史，以后又从更直接的历史问题逐步回到了同哲学有更大关系的问题，而起初正是这些问题把我引向了历史。在我已发表的著作中，除少数几篇文章以外，本文还是第一次注重谈我早期关心的问题。某种程度上我也想通过本文向我自己和朋友们交代一下，最初我是怎样脱离科学的研究而走向科学史的研究。

我第一次有机会深入探索下面提出的某些思想，是因为我在哈佛大学研究班中当了三年研究生。没有那一段自由时期，要转到一个新的领域就困难多了，甚至于根本办不到。那几年我把一部分时间用到科学史上。特别是我连续研究了亚里山大·柯依列(Alexandre Koyré)的著作，并第一次接触到爱弥尔·梅耶逊(Emile Meyerson)、海伦奈·迈兹热(Hélène Metzger)和安奈里

斯·麦尔(Anneliese Maier)的著作。^① 这些学者比近年来其他大多数人更清楚地表明,在科学思想准则同今天大不相同的时期中,科学的思维可能是怎样的。虽然我愈来愈怀疑他们的某些历史解释,但他们的著作同A. O. 勒沃乔伊(Lovejoy)的《伟大的存在之链》一起,对于我的科学思想史概念的形成,仍然是主要的动因之一。

那几年我还化了很多时间探索其他方面的一些问题,它们表面上同科学史没有什么关系,但现在却也象科学史一样提出了一些引起我注意的问题。我曾偶而从一条脚注中知道了让·皮亚瑞(Jean Piaget)的实验,他用这些实验阐明了成长中的儿童所感知的各个世界,以及他们从一个世界转到另一个世界的过程。^② 我的一位同事要我读一读感觉心理学、特别是格式塔心理学^③的文章。还有一位介绍我看本杰明·李·沃夫(Benjamin Lee Whorf)是怎样考虑语言对世界观的作用。W. V. O. 奎因(Quine)则为我解开了区别分析和综合的哲学之谜。^④ 这是研究班所容许的自由探索,只有通过这样的探索我才能看到路德维克·弗莱克(Ludwik

① 影响特别大的是柯依列:《伽里略研究》(3卷本,巴黎,1939年);梅耶逊:《同一和现实》,凯特·劳温伯格(Kate Loewenberg)译(纽约,1930年);迈兹热:《法国从十七世纪到十八世纪的化学学说》(巴黎,1923年),《牛顿、斯塔耳、波尔哈夫和化学学说》(巴黎,1930年);以及麦尔:《十七世纪的先驱者伽里略》(《后期经理哲学的自然哲学研究》;罗马,1949年)。

② 这些实验所反映出来的观念和过程,也是直接从科学史中涌现出来的,因此皮亚瑞有两组研究特别重要:《儿童的因果性概念》,马乔利·加贝因(Marjorie Gabain)译(伦敦,1930年),以及《速度观念和家居幼儿》(巴黎,1946年)。

③ 格式塔心理学(Gestalt psychology),也有时译为“完形心理学”,心理学的一个重要流派。它认为心理现象的基本因素不是感觉,而是某种心理结构的“完形”,由个体内部固有的组成简单图形的能力所形成,即以主观的内在规律解释心理现象。这个学派最初在1912年产生于德国,后来扩展到物理、生物、经济等领域。——译者注

④ 后来约翰·B·卡洛耳(John B. Carroll)收集了沃夫的文章编成《语言、思想和现实——本杰明·李·沃夫著作选》(纽约,1956年)。奎因的观点见于《经验主义的两个教义》,在他的《从逻辑观点看》(马萨诸塞州,坎布里奇,1953年)一书中再版,第20~46页。

Fleck) 的几乎没有人知道的专题著作《科学事实的出现和发展》(巴塞,1935年),此文先于我而提出了我的许多想法。弗莱克的著作同另一位实习生弗朗西斯·X·萨顿(Francis X. Sutton)的评论一起,使我意识到需要把这些想法置于有关科学界的社会学之中。读者将发现我在下文很少涉及这些著作或谈话,但我对它们的感激之情都超乎我现在所能复述或估价的。

在我作研究生的最后一年中,波士顿的洛厄尔研究所(Lowell Institute)请我去讲演,这使我第一次有机会测验一下我这个正在形成之中的科学观。于是产生了1951年3月间连续发表的八篇公开讲演,题目是《探索物理学理论》。第二年我开始讲授科学史本身,以后在差不多整整十年中,在一个我从未系统研究过的领域中讲课所带来的问题,使我没有什么时间把我最初产生的各种观点准确地表达出来。幸而这些观点证明,它们可以暗暗指明方向,也可以为我进一步讲授提出一套问题。因此,我得感谢我的学生来听这些宝贵无比的课,在这里既肯定了我的观点的生命力,同时也是一种卓有成效的交流方式。研究班结业以后,我所发表的绝大部分主要关于历史方面的研究,尽管表面上似乎各不相同,却都由这些同样的问题和方向统一起来了。有的课讨论了某一种形而上学在创造性科学研究中所起的必要作用。另外一些则检查了一种新理论的实验基础是怎样被人们积累起来并吸收进去的,这些人本来信奉一种绝不相容的旧理论。在这个过程中,这些课描述了这样一种发展模式,我在下文将称之为新理论或新发现的“涌现”。此外还讨论了其他一些这一类的问题。

1958~1959年间我应邀到行为科学高级研究中心,由此开始了这个专题研究的最后阶段。这时我又一次有可能集中到以下所要讨论的问题上。特别重要的是,在一个主要是由社会科学家组成的团体中呆了一年,使我碰上一些预料不到的问题:这样的团体同培育了我的自然科学家团体有什么不同呢?特别使我吃惊的是,各个社会科学家对于合理的科学问题和科学方法的本质,竟有那么多、那么深刻的显著分歧。无论从历史上或者从现在的认识上看,

我都怀疑，自然科学工作者对这些问题是否就比他们社会科学界的同事们掌握更可靠、更稳定的答案。但今天似乎只是心理学家或社会学家们所特有的根本原则的争论，天文学、物理学、化学或生物学的实践不知怎么总是激不起来。为了要找到分歧的根源，我认清了此后我称之为“规范”^①的东西在科学研究中的作用。我是把“规范”作为普遍承认的科学成就，在一段时期中它为科学工作者团体提出典型的问题和解答。一旦我的这个难点得到了解决，此文的草稿就迅速涌现了。

这份草稿产生的经过，这里不需要再说了，但是对这种历经修改，而仍然保存的形式，还必须再说几句。在完成第一稿并大加修改之前，我还一直期望手稿会单独成为《统一科学百科全书》中的一卷。这部先驱著作的编者们先是请求，后来使我明确地承担了义务，最后又以非凡的机智和耐心等待结果。我很感谢他们，特别是查理士·毛里斯(Charles Morris)，他挥动着那根必不可少的刺棒，说服我完成了手稿。但限于《百科全书》的篇幅，我必须以极度浓缩的纲要形式表述我的观点。后来发生的一些事情虽使这个限制有所放松，而且手稿也有可能同时独立出版，但这一著作仍然作为一篇文章，而不是这个题目所最终要求的那样一本完整的书。

我的最根本目的，就是要促使人们改变对熟知材料的理解和评价，因而对这第一次说明的纲要性决不能动摇。相反，如果读者自己的研究工作使他们对这里所提倡的新方向已有所准备，他就会感到本文这种形式不但更有启发，也更容易接收。但也有不利的方面。这证明我在开头所说的还有必要从各方面加以扩大和深入，我希望最后能有这样一个更详细的版本。历史上的有利证据，要比下面有限篇幅中所能容纳的多得多了。而且，既有物理学

① 规范，原文是 paradigm。这个字来自希腊文，原来包含“共同显示”的意思，由此引出模式、模型、范例等义。特别是用在文法中，表示词形变化规则，如名词变格、动词人称变化等。作者在这个基础上用这个字来说明科学理论发展的某种规律性，即某些重大科学成就形成科学发展中的某种模式，因而形成一定观点和方法的框架。“规范”的译法比较接近于作者的原义。——译者注

史的,也有生物科学史的。这里我决定只用前一种证据,一方面是为了文章更为紧凑,一方面也是根据现有的力量。此外,这里所提出的科学观还对许多新的研究领域,包括历史领域和社会学领域,都可能起作用。例如,反常现象也即不合预想的现象是怎样愈来愈引起科学界的注意,就需要仔细加以研究;同样,一直无法解释的一种反常现象所引起的危机,也需要研究。再说,每一次科学革命都要改变经历革命以后科学界的历史面貌,如果这个说法是对的,这种改变也会影响革命以后教科书和科学出版物的结构。其后果之一——改变了研究报告脚注中所引用的文献——应作为发生革命一个可能的标志而加以研究。

因为要大大压缩篇幅,我只好放弃许多重要问题的讨论。例如,对科学发展中的前规范时期同后规范时期的区别,我就说得太过简要了。一个学派的竞争如果表现出初期的特点,就是由于某种很象是规范的东西引导的结果,而晚期则有两种规范和平共处的情况,尽管我认为这是罕见的。只掌握一种规范还不足以成为第Ⅱ节所讨论的过渡的准则。更重要的,除了偶而作简要介绍以外,我从没有谈过科学发展中技术进步的作用,或者外部的社会条件、经济条件和精神条件的作用。但只要看看哥白尼和历书的关系就可以知道,外部条件也可以使单独一种反常现象成为一场严重危机的根源。这个例子同样可以表明,人们如果想找到某种革命的办法以结束危机,可供他们选择的范围就要受到科学以外条件的一定影响。^① 仔细分析这一类的后果,我认为决不会改变本

① 在 T. S. 库恩的《哥白尼革命:西方思想发展中的行星天文学》(马萨诸塞,坎布里奇,1957年)一书第122~132,270~271页讨论了这些因素。关于外部的精神条件和经济条件对科学实际发展的作用,我在下列文章中有所阐明:《同时发现能量守恒之例》,载《科学史中的关键问题》,马歇尔·克莱杰特(Marshall Clagett)编(威斯康星,麦迪逊,1959年);第321~356页;《沙迪·卡诺工作的技术先驱》,载《世界科学史成就》第Ⅲ卷(1960年),第247~251页;以及《沙迪·卡诺和卡格纳(Cagnard)热机》,《爱西斯》(Isis)杂志,第Ⅲ卷(1961年),第567~574页。因此,只是从本文所讨论问题的角度看,我才把外部因素的作用看得比较小。

文所提出的主要论点，却肯定会增添一个对了解科学进展具有头等重要意义的分析方法。

最后，也许最重要的是，篇幅的限制大大影响了我处理本文中由历史所指明的科学观的哲学含义。显然存在这样的含义，我已试图指出并论证了其中一些主要的。但同时，我总是回避详细讨论当代哲学家们对相应问题的各种不同主张。我所怀疑的，往往更多针对一种哲学态度，而更少针对任何一种首尾一贯的表述。结果，有些人如果不能跳出这种一贯的立场来看待问题和认识问题，他们就会觉得我没有领会他们的意思。我想他们错了，但本文并不打算说服他们。要说服他们，必需另外写一本更长得多的不同类型的书。

对于曾经帮助我形成我的思想的学术著作和研究机构，这个序言所叙述的一些自传片段可以为我表示感谢。我还想通过后文的引证偿还其余的债务。但是无论在上文或下文，我只能暗示一下对许多人的深切感激，他们的批评建议都在一定时期支持并指导了我的思想的发展。从本文这些想法开始形成到现在，时间已经过去太久了，如果把所有那些字里行间受到他们某种影响的人都一一列举出来，那就差不多成了一张我的朋友和相识的总名单。因此我只好限于列举少数对我影响最大的，即使这样，记忆的错误也在所难免。

詹姆士·B·柯南特(James B. Conant)，当时的哈佛大学校长，第一个引导我转向科学史，由此开始改变了我对科学进展本质的看法。从那时以来，他就慷慨地给以意见、批评和时间——包括阅读我的草稿并建议作重大修改的时间。留纳德·K·纳什(Leonard K. Nash)同我一起教了五年由柯南特博士开始的历史方面的课程。在我的思想最初成形的那几年中，他更积极地参加了筹划，但在最后发展阶段上他却错过了。幸亏在我离开坎布里奇以后，我在伯克利的同事斯坦利·卡维尔(Stanley Cavell)起了富有创造性的共鸣作用。卡维尔是一个主要研究伦理学和美学的哲学家，他得出的结论同我的十分一致，一直是一个激励和

鼓舞我的源泉。而且，他还是唯一的一个可以同我只用一言半语探索思想。这种交流方式表明，他的理解力足以为我指出怎样通过或绕过我在准备第一个手稿时所遇到的主要障碍。

那还是一个草稿，许多别的朋友帮助我重新系统化。我想他们会原谅我的，如果这里我只举出贡献最广泛、最关键的四个名字：伯克利学院的保尔·K·费耶雷本(Paul K. Feyerabend)、哥伦比亚大学的厄奈斯特·纳格耳(Ernest Nagel)、劳伦斯放射实验所(Lawrence Radiation Laboratory)的H·庇尔·诺埃斯(H. Pierre Noyes)和我的学生约翰·L·海耳布隆(John L. Heilbron)，在准备最后付印时他经常密切配合我一起工作。我发现，他们的一切保留和建议都极有帮助，但是没有根据可以使我相信(倒有根据使我怀疑)无论是他们还是上面提到的其他人会全盘赞同最后的手稿。

最后我还得感谢我的父母、妻子和孩子们，当然是完全另外一种感谢。也许最后我还得在许多方面承认，他们每个人也都对我的著作贡献了一些思想片断。但他们还以各种不同的程度作了一些更加重要的事情。那就是，他们保证了这个工作的进行，甚至鼓励我献身于它。任何一个同这样一项工程搏斗过的人都会承认，有时确实是要付出这样的代价的。我不知道应当怎样感谢他们才好。

T. S. 库恩

加利福尼亚 伯克利

1962年2月

目 录

序	i
I. 导言:赋予历史的一种作用	1
II. 走向常规科学	8
III. 常规科学的本质	19
IV. 常规科学即解难题	29
V. 规范的优先性	36
VI. 反常和科学发现的涌现	43
VII. 危机和科学理论的涌现	55
VIII. 对危机的反应	64
IX. 科学革命的性质和必然性	76
X. 革命是世界观的改变	91
XI. 革命是无形的	112
XII. 革命的解决	119
XIII. 由于革命而进步	133

I 导言：赋予历史的一种作用

我们如果把历史不仅仅看成是一堆轶事和年表，就会根本改变今天仍然支配我们头脑的关于科学的形象。从前形成这样一个形象，也包括科学家自己所形成的，主要是由于学习已有科学成就的结果。这种成就载于经典著作之中，近年来也载于那些每一代科学新人从中学到专业的教科书之中。但是这一类书，目的不可避免地是为了说教，它们所描述的科学观，决不会比旅行指南或语文课本所描述的民族文化更合乎实际一些。本文要说明的是，这些书从根本上把我们引入了歧途。本文的目的是要勾画一种大异其趣的科学观，一种可以从科学研究的历史记载本身浮现出来的科学观。

但是，如果人们所不断寻找和分析的历史资料，只是为了回答科学课本中那些永恒不变的陈词滥调所提出的问题，那么，即使根据历史，也无法形成新的科学观。比方说，这种课本似乎总是暗示，书中所描述的各种规则、定律、理论已经完美地表明了科学的内容。几乎无一例外，这些书读起来都象是在说：科学方法其实就是搜集教科学材料的技巧，再加上对材料进行理论概括的逻辑推理方法。这就造成了对科学本质和科学发展的一种纠缠不清的科学观。

科学如果只是一堆现行课本中的事实、理论和方法的总汇，那么科学家不管有没有成就，也只能努力对这个总汇贡献一二而已。科学的发展成了一点一滴的进步，各种货色一件一件地或者一批一批地添加到那个不断加大的科学技术知识的货堆上。科学史成了这样一门学科：它既要记载这个连续不断的积累过程，也要记载阻止这一进程的障碍。历史学家为关心科学的发展，他就负有以下两个主要任务。一方面，他必须确定是什么人、什么时候发现或

发明当代科学中的各种事实、定律和理论。另一方面，他还必须描绘和解释妨碍现代科学课本各部分更快积累起来的那一堆错误、虚构和迷信。许多研究工作都是为此而进行的，有一些现在仍然是这样。

但近年来有几个科学史家已经发现，要按照这种渐进积累的观点进行工作，愈来愈困难了。作为这个积累过程的记录者，他们发现，研究得愈是深入，就愈是难于而不是易于回答这样一些问题：氧是什么时候发现的？是谁第一个想到能量守恒？有几个人还愈来愈怀疑，问题可能从根本上来就提错了。科学也许根本就不是通过一个一个发现和发明的积累而发展。同时，科学史家要把过去人们所观察和相信的“科学”部分，同前人任意扣上“错误”、“迷信”的部分互相区别开来，也遇到愈来愈大的困难。他们愈是仔细研究象亚里士多德力学、燃素说化学、热质说热力学等等，就愈会感到，那些一度流行过的自然观，从总体上说，一点也不比今天流行的更不科学些，或者更加是人类天性怪癖的产物。如果把把这些过时的信念叫做虚构，那么，今天使我们获得科学知识的方法和根据，也同样可以产生虚构，可以证明虚构。另一方面，如果把它们叫做科学，那么，科学里面就包含一些我们今天所绝对不能容纳的信念。在这二者之间，科学史家必然要选择后者。过时的理论不能因为遭到摒弃就一定不科学。但这么一来，我们就再也难以把科学的发展看成单纯的增加了。同样，在科学史研究中把个别的发明和发现孤立起来也会遇到困难，这就有理由从根本上怀疑，科学史究竟是不是这样一个由个别科学贡献复合而成的积累过程。

所有这些疑问，最后引起了科学研究史编写中的一场革命，尽管现在还是刚刚开始。科学史家逐步地、往往并不完全自觉地开始提出另外一类问题，研究另外一条往往并非渐进性的科学发展路线。他们不再去寻求一门古老科学对我们现代文明的永恒贡献，而是试图表现这门科学当时的完整历史。例如，他们并不问伽里略的观点同现代科学观点有什么关系，却要问伽里略的观点同当

时他那个集体,即他在科学上的老师、同学和直接继承者的观点之间有什么关系。而且,他们在研究历史上这些集体的观点时还坚持这样一个出发点:尽可能使历史上的这些观点内部联系得最紧密,又最能符合于自然界。这个出发点通常是同现代科学的出发点大不一样的。通过这样写成的著作,最典型的也许就是亚历山大·柯依列的著作,我们可以看到,科学已不尽然是那种人们在历史编写旧传统中所争论的那样了。历史研究至少已暗示了一种新的可能的科学形象。本文的目的就是要说明编写历史的某些新含义,以勾画出这个科学形象的轮廓来。

这样做,科学的哪个方面将会突出出来呢?首先,至少是说明顺序上的首先,方法论本身并不足以使我们能做到:只要按它的指示办就可以对许多科学问题得出唯一可靠的结论来。叫一个人去观察电学或化学现象,但他只知道什么合乎一般科学,却不懂这两门具体科学,他当然会从许多相互矛盾的结论中随便抽出一个来。他之所以从各种合理的可能性中得出这一个特定结论来,可能是因为他从别的地方得来的先入为主的经验,可能是因为调查研究中的某些偶然事件,也可能是由于他本人的个人特点。比方说,他把哪一些具体知识用到化学或电学研究中去了?在许多可以想到的适合这个方面的实验中,他首先选择哪个实验呢?在由此引起的各种复杂现象中,哪些现象会使他感到特别能说明化学变化和电吸引的本质呢?对这些问题的回答,至少对个人来说,有时甚至对整个科学界来说,都常常是科学发展中所不可缺少的决定性因素。我们将指出,如第II节所说,大多数科学的早期发展阶段都是通过许多不同自然观之间不断的相互竞争而表现出自己的特征来,其中每一种自然观都是片面地按照科学观察和方法的要求而得出来的,但又大体上都同这种要求没有矛盾。各个学派之间的不同,不在于各派的方法上有这样或那样的缺陷——它们都曾经是“科学的”,而在于,如我们后文要说的,它们看待世界和运用科学的不同方式之间的不可比性。观察和经验可以而且必须严格限制科学信念所容许的范围,否则就没有科学。但它们不能单

独决定某一种特定的信念本身。由某一特定时代的特定科学共同体所支持信念，总是在其构成成分中包含了由个人偶然性和历史偶然性所组成的明显任意性因素。

但这种任意性因素并不表示，任何一个科学集体可以没有一套大家接受的信念而能进行专业活动。这种因素也不会降低那个一定时期内这一集体正是为之而献身的知识总汇的重要意义。科学界如果认为对下面一些问题没有得到可靠的回答，实际研究工作就没有开始：组成宇宙的基本实体是什么？它们之间怎样相互作用？又怎样同感官发生作用？对这种实体提出什么问题才合理？用什么办法才能找到答案？至少在已成熟的科学中，对这一类问题的回答（或者是完全可以代替答案的东西）已经深入到了学生由以获得专业训练的教学之中。那种教育又严密又刻板，因而这些答案也可以在人们的科学思维中留下深刻影响。这很能说明常规研究活动的特殊作用以及它在任何一段时间中所遵循的方向。在第三、四、五各节中考查常规科学时，我们最后将说明，那种研究不过是一种狂热而虔诚的尝试：想把自然界强迫纳入专业教育所规定的思想框框里。同时我们还会怀疑，不管在历史来源或以后的发展中有些什么任意性因素，如果没有这样的框框，究竟还能不能进行研究。

这种任意性因素确实存在，对科学的发展也有重要作用，这一点将在第六、七、八各节中详加考察。大部分科学家都难免要把几乎全部时间化在常规科学上，因为常规科学建立在这样一个假定之上：科学家了解世界是什么样子。科学事业的许多成就都是从科学界捍卫这个假定的决心中得来的，必要时还不惜付出相当的代价。例如，常规科学往往压制重大的革新，因为必然要打破它的一些基本成规。但是只要成规中有任意性因素，常规研究的本性又可以保证革新不会被压制很久。有时一个很普通的问题，本来可以用已知的规则和方法加以解决，但是虽经这个专业的研究集体中最有才能的人反复钻研，仍然不得解决。也有时，为常规研究制造的某一种设备不合要求，结果出现了反常，怎么努力也不能使

之同科学上预期的现象相一致。在这样一些情况下，常规科学就会走入歧途。这时候——也就是当这一专业再也避不开那种破坏科学实践旧传统的反常现象时——就会开始那种非常研究，最后终于把这一专业引向一套新的成规，为科学实践提供一个新的基础。这种使专业的成规发生变革的非常事件，就是本文所说的科学革命。作为常规科学活动所受传统束缚的补充，革命是对这种传统的破坏。

科学革命最显著的例子，是那些在以前科学发展中也经常被称为革命的著名事件。因此，在第一次直截了当地分析科学革命本质的第 IX、X 节中，我们将反复谈到那些在科学发展中同哥白尼、牛顿、拉瓦锡、爱因斯坦等名字相联系的重大转折点。这些历史事件，至少就物理学而言，比大多数其他事件更能说明科学革命究竟是怎么回事。每一次革命都迫使科学界推翻一种盛极一时的科学理论，以支持另一种与之不相容的理论。每一次革命都必然会改变科学所要探讨的问题，也会改变同行们据以确定什么是可以采纳的或怎样才算是合理解决问题的标准。每一次革命都彻底改变了科学的形象，以至于最后我们不得不说，那人们在里面进行科学研究的世界也根本变了。这些变化同几乎总是随之而来的争论一起，决定了科学革命的特征。

研究一下牛顿革命或者化学革命，这种特征表现得特别明显。但本文却有这样一个基本论点：研究革命性不那么明显的其他事件，同样也可以得到这些特征。麦克斯韦方程对于受到影响的小小专业集体也同爱因斯坦方程一样地革命，从而也一样地受到抵制。创立另一种新理论如果触犯了某些专家的专门职权范围，也照例会激起他们同样的反应。对这些人来说，新理论意味着改变常规科学原来所遵循的规则。因此，新理论不可避免地要指责他们所已经完成的许多科学研究。正因为这样，一种新的理论，不管应用范围是多么专门，都很少会、甚至永远也不会只是已知事实的累加。新理论的同化作用要求重新构思原来的理论，重新评价原来的事实，这个内在的革命过程很少是由一个人单独完成的，更不