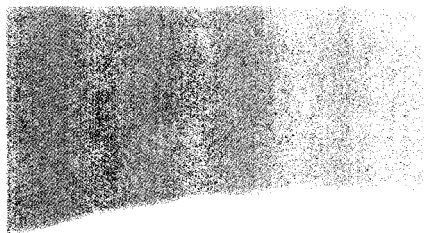


北京大学科技哲学丛书

科学革命的结构



〔美〕托马斯·库恩著
金吾伦 胡新和 译



北京大学出版社

北京大学科技哲学丛书

第一辑书目

《科学革命的结构》〔美〕托马斯·库恩 著 / 金吾伦 胡新和 译

《哥白尼革命》〔美〕托马斯·库恩 著 / 吴国盛 张东林 李立 译

《从封闭世界到无限宇宙》〔法〕亚历山大·柯瓦雷 著 / 邬波涛 张华 译

《牛顿研究》〔法〕亚历山大·柯瓦雷 著 / 张卜天 译

《近代物理科学的形而上学基础》〔美〕爱德文·阿瑟·伯特 著 / 徐向东 译

ISBN 7-301-06100-5



9 787301 061008 >

责任编辑：张凤珠

封面设计：林胜利

ISBN 7-301-06100-5/B·0255

定价：14.00元

N02
2K3

科学革命的结构

〔美〕托马斯·库恩 著
金吾伦 胡新和 译

北京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

科学革命的结构/[美]托马斯·库恩著;金吾伦 胡新和译. —
北京:北京大学出版社,2003.1
(北京大学科技哲学丛书)
ISBN 7-301-06100-5

I. 科… II. ①库…②金… III. 科技哲学 IV. N02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 107137 号
著作权合同登记 图字 01-2002-5265

Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*,
The University of Chicago Press, 1996.

书 名: 科学革命的结构

著作责任者: [美]托马斯·库恩著 金吾伦 胡新和 译

责任编辑: 张凤珠

标准书号: ISBN 7-301-06100-5/B·0255

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

网 址: <http://cbs.pku.edu.cn> 电子信箱: zpup@pup.pku.edu.cn

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62752022

排 版 者: 北京军峰公司

印 刷 者: 北京大学印刷厂

经 销 者: 新华书店

890mm × 1240mm A5 开本 6.625 印张 184 千字

2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 14.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,翻版必究

《北京大学科技哲学丛书》总序

作为哲学二级学科的“科学技术哲学”(简称科技哲学)过去叫“自然辩证法”,但从目前实际涵盖的研究领域来看,它既不能等同于“科学哲学”(Philosophy of Science),也无法等同于“科学哲学和技术哲学”(Philosophy of Science and of Technology)。事实上,它包罗了各种以“科学技术”为研究对象的学科,比如科学史、科学哲学、科学社会学、科技政策与科研管理、科学传播等等。过去二十多年来,以这个学科的名义所从事的工作是高度“发散”的:以“科学、技术与社会”(STS)为名,侵入了几乎所有的社会科学领域;以“科学与人文”为名,侵入了几乎所有的人文学科;以“自然科学哲学问题”为名,侵入了几乎所有的理工农医领域。这个奇特的局面也不全是中国特色国情造成的,首先是世界性的。科技本身的飞速发展带来了许多前所未有但又是紧迫的社会问题、文化问题、哲学问题,因此也催生了这许多边缘学科、交叉学科。承载着多样化的问题领域和研究兴趣的各种新兴学科,一下子找不到合适的地方落户,最终都归到“科技哲学”的门下。虽说它的“庙门”小一些,但它的“户口”最稳定,而在我们中国,“户口”一向都是很重要的,学界也不例外。

研究领域的漫无边际,研究视角的多种多样,使得这个学术群体缺乏一种总体上的学术认同感,同行之间没有同行的感觉。尽管以“科技哲学”的名义有了一个外在的学科建制,但是内在的学术规范迟迟未能建立起来。不少业内业外的人士甚至认为它根本不是一个学科,而只是一个跨学科的、边缘的研究领域。然而,没有学科范式,就不会有严格意义上的学术积累和进步。

中国的“科技哲学”界必须意识到：热点问题和现实问题的研究，不能代替学科建设。惟有通过学科建设，我们的学科才能后继有人；惟有加强学科建设，我们的热点问题和现实问题研究才能走向深入。

如何着手“科技哲学”的内在学科建设？从目前的现状看，科技哲学界事实上已经分解成两个群体，一个是哲学群体，一个是社会学群体。前者大体关注自然哲学、科学哲学、技术哲学、科学思想史、自然科学哲学问题等，后者大体关注科学社会学、科技政策与科研管理、科学的社会研究、科学技术与社会(STS)、科学学等。学科建设首先要顺应这一分化的大局，在哲学方向和社会学方向分头进行。

本丛书的设计体现了我们把“科技哲学”作为哲学学科来建设的构想。我们深知，一个学科特别是人文学科的范式，通常体现在它的经典著作和教科书中。目前，科技哲学专业的研究生们还没有公认的必读书目和必修课程体系。我们希望通过本丛书，为有哲学兴趣的科技哲学教师和学生提供一种可供选择的方案。

我们的注意力将集中在自然哲学、科学哲学、技术哲学和科学思想史四个分支学科上，因为这四个子学科是对科学技术进行哲学反思的核心和基础学科。我们将在这四个学科方向上，系统积累基本文献，分层次编写教材和参考书。我们希望本丛书的出版能够有助于推进科技哲学的学科建设，也希望学界同行和读者不吝赐教，帮助我们出好这套丛书。

本丛书的编辑出版受到“北京大学创建世界一流大学计划”经费资助。

吴国盛

2002年12月于燕园四院

序

vii 本文^①是差不多十五年前所构想的一项计划的第一份正式出版的报告。当时,我还是一位理论物理学的研究生,即将完成我的博士论文。这时我有幸参加了一项实验性的大学课程,这是为非理科学生开设的物理学,由此而使我第一次接触到科学史。使我非常惊讶的是,接触了过时的科学理论和实践,竟使我从根本上破除了关于科学的本质和它所以特别成功之理由的许多基本观念。

那些基本观念有一部分是我原先从科学训练中得来的,另一部分则来自我对科学哲学的长期业余兴趣。不论这些观念在教学上为何有用,也不论它们抽象说来如何言之成理,这些观念都与历史研究所展示出来的事业完全不符。然而它们对于许多科学讨论曾经是并且现在仍然是基本的,而如今又失去了它们的逼真性,因此看来需要彻底加以追究。结果便是我的职业计划发生了剧烈的改变,使我从物理学转移到了科学史,接着又逐渐地从相对直接的历史问题,转回到更多地关注哲学问题,而正是对哲学的关注才引导我去关心历史的。除了几篇文章外,本文是我早期发表的那些主要论述哲学问题的著作中的第一篇。此外,本文也力图向我自己及我的朋友们解释我最初是怎样从科学转向科学史的。

^① 库恩的这本著作最先是以论文(essay)形式发表的,所以原文中提到本书时,都用的是“本文”(this essay)。不过在1969年写的后记中就都用本书(this book)了。为使读者从中看出本书的演变脉络,故按原文译出。——译者

我第一次深究下面所要论述的某些思想的机会,是由哈佛大学学者奖学金学会的年轻学者奖学金(Junior Fellow of the Society of Fellows of Harvard University)提供的。没有那段自由的时期,要过渡到一个新的研究领域将会是非常困难的,也许就不可能成功。我在那些年的部分时间花在真正的科学史上,尤其是继续研究亚历山大·柯瓦雷(Alexandre Koyre)的著作,并且第一次接触到埃米尔·迈耶逊(Emile Meyerson)、海林纳·梅茨格(Helene Matzger)和安纳利泽·格尔(Anneliese Maier)的著作。^①这些人比大多数其他现代学者更清晰地表明,在一个科学思想的准则与今日所流行的准则大相径庭的时期,科学思维会是怎样的。虽然我逐渐地怀疑他们的一些特殊诠释,但他们的著作,以及A. O. 拉夫乔伊(Lovejoy)的《伟大的存在之链》(*Great Chain of Being*),在形成我的关于科学思想史可能是什么的概念中,仅次于第一手资料。

viii

然而,那些年的大部分时间,我都是在与科学史无明显关系的研究领域渡过的,但在这些研究中所揭示的问题,与科学史所带给我的问题一样地引起我的注意。一个偶然碰到的脚注导致我注意到J. 皮亚杰(Jean Piaget)的实验,皮亚杰通过这些实验既阐明了成长中的孩子的不同的世界,也阐明了从一个世界过渡到另一个世界的过程。^②我的一位同事指点我读知觉心理学的论文,尤其是格式塔心理学家的论文。另有一位同事向我介

① 特别有影响的是: Alexandre Koyre, *Etudes Galileennes* (3 vols; Paris, 1939); Emile Meyerson, *Identity and Reality*, trans. Kate Loewenberg (N. Y., 1930); Helene Matzger, *Les doctrines Chimiques en France du debut du XVIIe a la fin du XVIIIe siecle* (Paris, 1923), and Newton, Stahl, Boerboave et la doctrine chimique (Paris, 1930); and Anneliese Maier, *Die Vorlauffer Galileis im 14 Jahrhundert* "Studien zur Naturphilosophie der Spatscholastik", (Rome, 1949).

② 因为这些实验展示出的概念和过程,也是从科学史中直接突现出来的,所以,皮亚杰的两组研究特别重要: *The Child's Conception of Causality*, trans. Marjorie Gabain (London, 1930), and *Les notions de mouvement et de vitesse chez l'enfant* (Paris, 1946).

介绍了 B. L. 沃尔夫(Whorf)关于语言对世界观的影响的各种思辨;而 W.V.O. 蒯因(Quine)则为我揭开了分析—综合区别的哲学疑难。^①这是一些带有些随意性的探索,都是学者奖学金学会所许可的,而且也只有通过这类探索我才能碰上路德维希·弗莱克(Ludwik Fleck)的那篇几乎无人知晓的专论:《一个科学事实的发生与发展》(Basel, 1935),这篇论文先于我而提出了许多我自己的思想。与另一位年轻学者 Francis X. 萨顿的评论结合在一起,弗莱克的工作使我认识到,那些思想可能需要在科学共同体的社会学中,才能被确立起来。虽然读者在本书中很少发现这些著作和对话,但我受他们的恩惠要比我现在所能回想或估计的还多。

在我当初级研究员的最后一年,我被邀请到波士顿的洛厄尔研究所(Lowell Institute)去讲演,这给我提供了第一次机会来彻底试验我正在发展中的科学概念。结果是一系列的八个公开讲演,1951年3月发表,题目是《物理理论的探索》(The Quest for Physical Theory)。第二年,我开始教真正的科学史,在此后几乎十年的时间里,由于需要讲授每一个我以前未曾系统地研究过的领域内的问题,就很少有时间去明白地阐述最初把我带进该领域的那些观念。然而幸运的是,这些观念对我的许多更高级教程提供了潜在定向的源泉,也提供了某种问题结构的源泉。我因此而要感谢我的学生,我们在一起上了极有价值的课,不但考验了我的观点的生命力,而且使我学到了有效表达它们的合适技巧。自从我初级研究员期满后,我所从事的大多主要是历史研究,而且明显是纷杂的,但其中的问题和方向则是统一的。其中若干篇涉及这种或那种形而上学在创造性的科学研究中所

① 沃尔夫的论文由 John B. Carroll 汇集成: *Language, Thought, and Reality - Selected Writings of Benjamin Lee Whorf* (N. Y., 1956); Quine 在他的“Two Dogmas of Empiricism”中提出他的观点,此文重印于他的 *From a Logical Point of View* (Cambridge, Mass., 1953) pp. 20 - 46.

起的整合作用。其他几篇是考察相信一种不相容的旧理论的人们,是如何积累和消化新理论的实验基础的。在此过程中这些论文描述了我在下面称之为新理论或新发现之“突现”(emergence)的发展类型。此外,这些论文间还有其他的联系。

本论文孕育的最后阶段,始于我应邀在行为科学高级研究中心所渡过的 1958—1959 那一年。我再次有可能对下面所要讨论的问题给予全身心的关注。甚至更为重要的是,那一年我是在主要由社会科学家所组成的共同体中度过的,这使我面对着这些社会科学家共同体与我所受训练的自然科学家共同体之间差别的问题,而这些问题是我所未曾预料过的。尤其令我震惊的是,社会科学家关于正当的科学问题与方法的本质,在看法上具有明显的差异。我的历史知识和学识使我怀疑,自然科学家们是否比他们的社会科学同事们对这些问题的解答更坚实或更持久。然而,不知怎的,天文学、物理学、化学或生物学的实践者对其中的基本问题通常并没有展开争论,而今日在比方说心理学家或社会学家中间对这些基本问题的争论则似乎已习以为常了。力图找出这种差异的来源,使我认识到此后我称之为“范式”(Paradigm)的东西在科学研究中所起的作用。我所谓的范式通常是指那些公认的科学成就,它们在一段时间里为实践共同体提供典型的问题和解答。一旦我的疑难冰释,这篇论著的草稿也就一蹴而就了。

这篇草稿的细致历史无需在此絮述,但关于它几经修改仍保留的形式还有几句话必须说一说。在第一个版本完成并做了大量修改以前,我一直期望这份手稿将会独立成卷收入《统一科学百科全书》(*Encyclopedia of Unified Science*)中。这套具有开拓性著作的编辑们先是要我将初稿给他们,接着坚决地让我许下承诺,最后以格外的通达和无比的耐心等待结果。我非常感恩于他们,尤其是查理斯·毛里斯(Charles Morris),他鞭策着我,并对完成的手稿提出了宝贵的意见。然而,百科全书篇幅有限,要求我必须以极其浓缩和纲要式的形式表达我的观点。虽然以

x

后发生的事多少使这些限制有了放松,并且使之有可能同时单独出版,但这本著作仍以论文的形式而不是以我的论题将最终所需要的充分篇幅的书的形式出版。

xi 由于我的最基本的目的是要敦促学术界改变对熟悉的资料的看法和评价,所以,这种首次表达的纲要性特征就不见得是缺陷了。正相反,自己从事研究并按这里倡导的观点准备重新定向的读者也许会发现,这种论文的形式更能发人深思和更易于消化吸收。但这种形式也有不足,而这些不足正好为我一开始就说明的话做辩护,即我希望最后有一本更大篇幅的书在广度与深度上扩展本论文中所论及的内容。有用的历史证据远非我下面所开拓的空间所能容下,而且来自生物学史的证据与来自物理学史的证据同样的多。我决定只涉及后者,这部分是因为增加本论文的连贯性,部分则是基于目前的能力。此外,这里所发展的科学观提示出一些新的历史学与社会学研究中类型的潜在前景。例如,反常或违反预期吸引科学共同体日益增多注意的方式就需要做详细的研究。又如,消除反常的一再失效可能导致危机出现的方式也需要做深入的研究。或者再如,如果我是对的,当每次科学革命改变了经历革命的共同体的历史视角,那么,视角的改变将影响革命之后教科书和研究著作的结构。一种这样的影响——研究报告脚注中所引技术文献分布的转移——应作为革命发生的一种可能指标而加以研究。

xii 压缩篇幅的需要,也迫使我放弃了对许多主要问题的讨论。例如,我对在科学发展中前范式与后范式时期之间的区别就讨论得太过纲要式了。竞争着的每个学派早期都受极类似于范式的某种东西所指导;存在着这样的情况(虽然我认为它们很少见),在这些情况下两种范式在后期能够和平共处。单单具有一种范式不完全是第二章中所讨论的发展性转变的充分条件。更重要的是,除了偶尔的简要旁白之外,我一点也没有涉及关于工艺进步或外在的社会的、经济的和思想的条件在科学发展中的作用。然而,人们只要看一看哥白尼和历法的关系就能发现,外

在条件可能有助于把一个纯粹的反常转变为一场尖锐危机的源泉。同样的例子也阐明了,对于寻求这样那样的革命性改革以结束危机的人来说,科学之外的条件可能会影响可供他选择的范围。^① 我认为,像这些作用因素的认真考虑不会修正我在本文中所阐发的主要论点,但这样肯定会对科学进步的理解增加头等重要的分析维度。

最后的并且也许是最为重要的是,篇幅的限制严重地影响到我对本文中科学的历史定向观之哲学含义的处理。很明显,这些含义是存在的,我已力图指明并记述了主要的含义。但在这样做的时候,我通常对当代哲学家在这些相应问题上所取的各种立场的细致讨论忍痛割爱。在我已经指明怀疑的地方,也往往只能直指他们的哲学态度,而未能对其中的任何一个充分明确的表达做出说明。其结果,有些知道并采取这些明确立场工作的人可能会感觉到,我误解了他们的意思。我认为,他们错了,但本文并不打算说服他们。若要说服他们,就需要有另一本很长又非常不同的书才行。

这篇序言开头的传记片段,是用来表达我对那些学术著作和机构的谢意的,正是他们帮助我形成了我的思想。其他有益于我的,我将在以后各页的引文中表达我的谢意。然而,无论在上面或下面说过的或没有说的,都不足以表达出我个人受惠于许多人的感激之情,因为正是他们的建议和批评时时支持和指导我理智的发展。从本文思想的开始成形到现在,时间已过去

xiii

① T. S. Kuhn, *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought* (Cambridge, Mass., 1957), pp. 122 - 132, 270 - 271 讨论了这些因素。关于外部的思想环境与经济条件对实质性科学发展的其他影响,在我的以下论文中作了阐述: "Conservation of Energy as an Example of Simultaneous Discovery," *Critical Problems in the History of Science*, ed. Marshall Clagett (Madison, Wis., 1959), pp. 321 - 356; "Engineering Precedent for the Work of Sadi Carnot," *Archives internationales d'histoire des sciences*, XIII (1960), 247 - 251; and "Sadi Carnot and the Cargnard Engine", *Isis*, LII (1961), 567 - 574. 因此仅就本文中所讨论的有关问题而言,我把外部因素所起的作用看得较小。

很长了；要是将在本文的字里行间受到其某种影响的所有人列出名单，那么我的朋友和熟人几乎都应列入。所以，我必须限制自己只能列少数最有影响的人，这些人对我影响之深，即使是记忆再坏也将难以遗忘的。

首先是詹姆斯·B. 柯南特(James B. Conant)，当时的哈佛大学校长，是他导引我进入科学史并因此而促发了我对科学进步本质的观念的转变。自那儿开始，他一直慷慨地提供他的思想、批评和时间——包括需要阅读的手稿草稿并提出重要修改建议的时间。列奥纳多·K. 纳什，五年中我和他一起教授由柯南特博士创始的其方向已历史地确定的课程，在我的观点刚开始成形的那些年，他甚至是一位非常积极的合作者，在我的观点发展的最后阶段，我还非常怀念他。然而，在我离开波士顿剑桥到伯克利大学以后，幸好有我的伯克利同事斯坦利·卡维耳(Stanley Cavell)取代了纳什的角色，创造性地回应我的观点。卡维耳是一位哲学家，主要研究伦理学与美学。他研究所达到的结论与我自己的结论相当一致，这成了激励和鼓舞我的一个取之不尽的源泉。此外，他是从我不完整的句子中就能揣摩我的思想的惟一的人。这种交流方式证实了他能击中我的要害，在我准备我的第一份手稿时，他能指引我以这样那样的方式突破若干主要的障碍。

xiv

自完成初稿后，许多其他朋友帮助我作了修改。如果我这里只列出对我贡献最大最有决定性的四个名字，我想，其他朋友是会原谅我的。他们是伯克利的费耶阿本德(Paul K. Feyerabend)、哥伦比亚的内格尔(Ernest Nagel)、劳伦斯辐射实验室的诺伊斯(H. Pierre Noyes)和我的学生海尔布朗(John L. Heilbron)。海尔布朗在我准备最后定稿时，经常跟我一道紧密地配合着工作。我发现，他们所有的保留意见及建议对我极有帮助。但我没有理由相信(也没有理由怀疑)他们或上面提到的其他人会完全赞同我在最后手稿中的全部观点。

最后我要感谢我的父母、妻子和孩子们，当然这是一种完全

不同类型的感谢。我会最终承认,他们中的每个人都对我的工作做出思想上的贡献。但他们也在不同程度上做了某些更重要的工作。这就是说,他们让我能安心工作并鼓励我为之而倾注全力。任何一位有着与我一样的计划、要为之拼搏的人都会认识到,这种计划的完成将会让他们付出多大的代价。我真不知道该如何感谢他们才好。

托马斯·S. 库恩
加利福尼亚,伯克利
1962年2月

目 录

《北京大学科技哲学丛书》总序	吴国盛(1)
序	(1)
第一章 绪论:历史的作用	(1)
第二章 通向常规科学之路	(9)
第三章 常规科学的本质	(21)
第四章 常规科学即是解谜	(32)
第五章 范式的优先性	(40)
第六章 反常与科学发现的突现	(48)
第七章 危机与科学理论的突现	(61)
第八章 对危机的反应	(71)
第九章 科学革命的本质与必然性	(85)
第十章 革命是世界观的改变	(101)
第十一章 革命是无形的	(123)
第十二章 革命的解决	(130)
第十三章 通过革命而进步	(144)
第十四章 后记——1969	(156)
索 引	(189)
人名译名对照表	(193)
译后记	(197)

第一章 绪论：历史的作用

1 历史如果不被我们看成是轶事或年表的堆栈的话，那么，它就能对我们现在所深信不疑的科学形象产生一个决定性的转变。这个先前形成的、甚至由科学家们亲手描绘的科学形象，主要得自对已有科学成就的研究。这些成就被记录在经典著作中，更近期的则被记录在教科书中。每一代新的科学家都从中学会如何从事这一行业。然而，这些书的目的不可避免地是说服和教育；从这些书中所获得的科学观根本不符合产生这些书的科学事业，正如同一个国家的文化形象不可能从一本旅游小册子或语言教科书中得到一样。本文要力图表明，我们在一些基本方面已经被教科书误导了。本文的目的是要勾画一种大异其趣的科学观，它能从研究活动本身的历史记载中浮现出来。

如果我们主要是寻求和考察那些从科学教科书中得出的、不含历史的旧规老套的问题的回答而继续使用历史资料的话，那么，新科学观就将不可能从历史中产生。例如，这些教科书似乎经常这样暗示：科学的内容是惟一地由书中各页所述的观察、定律、理论所呈现的。这些书几乎始终无例外地被理解为，科学方法只是由收集这些教科书资料所使用的各种操作技巧，连同把这些资料与教科书的理论概括联系起来所使用的逻辑运作，二者凑合在一起的结果而已。这样一种科学观大大影响了我们关于科学的本质及其发展的理解。

如果科学就是流行教科书中所收集的事实、理论和方法的总汇，那么，科学家便是这样一批人：他们不管成功与否，都力求为这个特殊总汇贡献一二。科学的发展就变成一个累积的过

程：事实、理论和方法在此过程中或单独或结合着而被加进到构成科学技巧和知识的不断增长的堆栈之中。而科学史则变成一门编年史学科，它记载这些成功的累积过程以及抑制它们累积的障碍。这样，关心科学发展的历史学家便明显地有着两项主要的任务：一方面，他必须确定出当代科学的每一事实、定律和理论是何人何时发现或发明的；另一方面，他必须描述和解释阻碍着现代科学教科书诸成分更迅速地累积起来的错误、神话和迷信。大部分研究都指向这些目标，如今有些研究仍然如此。

然而，近年来，有些科学史家已经发现，越来越难完成科学累积发展观所指派给他们的任务。累积过程的编年史家们发现，附加的研究使他们很难回答这样的问题：氧是何时被发现的？能量守恒是谁首先想到的？逐渐地，其中有些人怀疑提这类问题简直就是错误的。或许科学并非是通过个别发现和发明的累积而发展的。同时，这些历史学家们还面临着日益增多的困难，即如何区分出过去的观察和信念中的“科学”成分，与被他们的前辈们已经标明是“错误”和“迷信”的东西。例如，他们越仔细地研究亚里士多德的动力学、燃素化学或热质说（Caloric thermodynamics），就越确凿地感觉到，那些曾一度流行的自然观，作为一个整体，并不比今日流行的观点缺乏科学性，也不更是人类偏见的产物。如果把那些过时的信念称作神话，那么，神话也可以通过导致现有科学知识的同类方法产生，也有同样的理由成立。另一方面，如果可以把它们称为科学，那么，科学就包含着与我们今日的信念完全不相容的一套信念。当在这两者之间择一时，历史学家们必定会选择后者，过时的理论原则上并不因为它们已被抛弃就不科学了。然而，这样的选择将很难把科学发展再看做是一个知识添加而增长的过程了。相同的历史研究不但揭示出把个别发明和发展孤立起来有困难，而且还揭示出对科学是由个别科学家做出的贡献而组合在一起的这种累积过程的极大怀疑。

所有这些怀疑和困难的结果是在科学研究中发生了编史学