

二十世纪文库

近代科学的起源

〔美〕赫伯特·巴特菲尔德 著

张丽萍、郭贵春 等译 金吾伦 校



华夏出版社

近代科学的起源

JI WENKU.

〔美〕赫伯特·巴特菲尔德 著

张丽萍 郭贵春 等译

金吾伦 校

华夏出版社

1988年·北京

责任编辑：沈志华

封面总体设计：郭力 纽初 呼波

李明 王大有

本书封面设计：王洪流

The Oringins of Modern Science

by

Herbert Butterfield

The Free Press, New York, U. S. A., 1965.

近代科学的起源

(1300—1800 年)

(修订版)

〔美〕赫伯特·巴特菲尔德 著

张丽萍 郭贵春 等译

金吾伦 校

*

华夏出版社出版发行

(北京东四五条内月牙胡同 10 号)

新华书店经销

中国科学院印刷厂印刷

*

850×1168 毫米 32 开本 6.75 印张 155 千字 插图 2

1988 年 12 月北京第 1 版 1988 年 12 月北京第 1 次印刷

印数 1—5700 册

ISBN 7-80053-287-9/Z·028

定价：2.75 元

译者序

赫伯特·巴特菲尔德 (Herbert Butterfield) 所著《近代科学的起源》是一部论述 14 世纪到 19 世纪科学思想史的学术著作。该书阐明了以中世纪晚期的原动力理论为开端的近代科学的兴起,描述了哥白尼、伽利略和培根等勇敢无畏、卓具创见的科学家、思想家们为冲破亚里士多德物理学的束缚,克服经院哲学的限制而作出的艰苦卓绝的努力,并追溯了哈维、牛顿、波义耳及其他科学家对他们所处时代的思维方式的影响。作者以其深邃的洞察力把读者从中世纪晚期近代科学思想的萌生带到 19 世纪现代科学大门的入口处。

这本篇幅不大的著作从动态的角度考察了科学的成长,以其独特而新颖的见解在广阔的时代背景下阐述科学历史的发展,内容凝炼、史料丰富、故事生动,读后能给人以深刻的印象。“科学革命”这一已为人所熟知的概念首次在本书中作了深刻的说明。托马斯·库恩在《科学革命的结构》一书中所论述的科学革命理论,也部分地受了此书的影响。

这部著作目前在美国、欧洲及其他地区的许多国家内均被列入高等学校哲学系、科学史和科学哲学系本科生、研究生的必读书。它是一部经典性的科学史论著。我们相信,本书的翻译出版对我国的科学史和科学哲学研究会有所助益。

1982 年 9 月,美国明尼苏达大学研究生院院长 J. 华莱士教授来华讲学,向我们推荐了这本书,并把它赠送给中国社会科学院

046 1261

哲学研究所。在此,我们向他表示衷心的感谢。

本书是集体翻译的,其中郭贵春译第一、二、三、四章;张丽萍、卢亚非译序言,第五、六、九、十二章;唐云江译第七、八章;金吾伦译第十一章。全书由金吾伦统校定稿。限于我们的水平,错误和疏漏之处定然不少,恳希读者批评指正。

译校者

1985年6月于北京

引 言

鉴于科学在西方文明史上扮演的角色，科学史无论是就其自身的权力，还是就其作为艺术与科学之间长期以来一直需要的桥梁来说，它迟早会获得重要的地位，这一点是毋庸置疑的。

以下各章均为 1948 年送交坎布里奇科学史委员会的讲演稿，它们的编辑出版是期望由此引起历史学家对科学的兴趣和科学家对历史的兴趣。这个修订本纠正了原版中的一些错误，修改了某些评论，并根据这几年来知识的进步在某些地方作了改动。

当然，人们无法设想纯粹的“通史学家”竟可自诩为首次讨论任何一门自然科学最新发展的问题的。但幸运的是，这个极端重要的领域对于艺术和科学院的学生来说只是为了达到基础教育的目的，所以，处理起来反而变得更加容易了，正因为这样，也许更需要诸如历史学家的参与。通常认为与 16、17 世纪相联系的所谓“科学革命”沿着一条清楚无误的线索可以一直追溯到一个更早些的时期。由于这个革命不仅推翻了中世纪的科学权威，而且也推翻了古代世界的科学权威，就是说，它不仅以经院哲学的黯然失色，而且以亚里士多德物理学的崩溃而告结束。因而，它使基督教兴起以来产生的一切事物相形见绌，同时把文艺复兴和宗教改革降到仅仅是一支插曲、仅仅是中世纪基督教体系内部改朝换代的等级。由于这个革命改变了物理世界的图景和人类生活本身的结构，同时也就改变了甚至在处理非物质科学中的人们惯常的精

神活动的特点。因而，它作为现代世界和现代精神的真正起源赫然耸现出来，使我们对欧洲历史的传统分期成为一大时代错误和一大障碍。几乎不存在这样一个领域，其中有一个伟大的时刻，使我们能够在多少较为封闭的范围内看到那些构成一个特殊的历史转折和知识发展的一个特殊章节的精确活动。

本书下列各章主要试图概述的就是欧洲历史上的这一段时期。不过，我并不打算象抖开一张长长的糊墙纸似的将四个世纪的科学史——展示出来，也不打算在表面将它分成许多单位——象百科全书编纂者或节略者那样使每一个章节覆盖历史叙述的一块面积。相反，需要的是找出构成战略性变革的各种线索，对那些看来是处于关节点的时刻进行微观考察。例如，力求发现那些必须解开的在某一特定连结处的特殊的知识组结。这将使我们特别注意到人们不仅解决了问题，而且在这个过程中不得不改变他们的思想，或者至少是在后来发现问题的解决涉及了他们思维方式改变的那些情况。

此外，为了避免误解和混淆，我们在方法上需要注意两点。首先，如果我们依然满足于仅仅采用一种传记式的论述方式，尤其是，如果我们的科学故事仅仅是由一个又一个的伟大人物构成的话，那么，这样的题材就还没有转变成真正的历史，而是象编年史作者和年代史编者的工作一样处于有机体的低级阶段。由于对一大群一直不为人知的科学工作者进行了大量深入细致的研究，在最近 50 年中，人们的判断已经发生了令人惊奇的，值得注意的颠倒。其次，如果我们一会儿抓住 15 世纪的某个持有使我们受到震动的类似现代的观点的人不放，一会儿又对 16 世纪的某个预见到后来的某种理论的人纠缠不休（所有这些仿佛是在编制发明创造或航海发现的目录），那么，我们这部科学史的整体结构就是无生命的，它的整体形式也就受到了歪曲。事实已经证明，了解早期科

学家们遭受的失败和他们提出的错误的假说，考察在特定时期中看来是不可逾越的特殊的知识障碍，甚至研究虽已陷入盲谷，但总的来说对科学进步仍有影响的那些科学发展的过程，几乎是更为有益的。同样，在这些章节中我们可以试图考察称之为科学革命的各个方面和各个细节，但是，如果我们只注意新的学说，注意我们现在认为是正确的那些观点的产生，那么，我们就不能衡量任何一个特定时期的成就。在每一时刻都对旧的体系，即注定要被推翻的科学的类型作出描述是必要的。

最后，必须注意到，还是在一种广泛的意义上，我们必须从早期到晚期，在一个全过程中着手科学史的研究，例如，从16世纪的力学观念到伽利略的观念。这样，我们才能确切地知道，一个伟大的思想家是如何在当代思想的边缘上工作，是如何创造了一个新的综合，或者是如何完善了一个业已开始的进展。用20世纪的眼光来研究伽利略，或者在现代的意义上解释他都是不足道的。因为，如果我们知道他的体系中受到攻击的某些地方，我们只能是理解了他的著作，而我们还必须知道这个体系中除了它的敌人所说的那些事情以外的其它内容。总之，不仅需要描述和说明各种发现，而且需要更深入地探究历史的过程，了解各种事件的相互联系，以及竭尽全力去了解和我们志趣相异的那些人的见解。如果我们认为过去的研究仅仅属于坏科学之列，或者如果我们认为只有现代科学家的成就才值得我们现在去认真注意，那我们就不可能取得什么进步了。这个题目本身处于这样的阶段上，它为那些恰恰是关心精神活动的历史研究者们提供了兴趣和机会，而各种精神活动又是深化这一主题所最为必须的，一个文明史的通史研究者是断然不会无视这段历史上这一如此重要的因素的。作为研读第二手著作和考察古典论文的结果，以下各章或许——如果不是以他们的成功，至少也是以他们的失败——说明了持有历史学家

(以及科学家)的观点是必需的。

H. 巴特菲尔德

于坎布里奇,彼得豪斯

二十世纪文库编委会

主 编: 邓朴方

常务编委: 李盛平 张宏儒 肖金泉 贾 湛 王 伟
沈志华 黎 鸣 吴儁深 张显扬 陶德荣
褚朔维

编 委: (按姓氏笔划为序)

于 沛	马在新	王 焱	邓正来	孙立平
孙连城	刘再复	李泽厚	朱青生	朱庭光
邵大箴	何家栋	吴衡康	林 方	范 进
张 琢	周 星	顾 昕	倪文杰	俞敏生
郭建模	唐 枢	高 崧	程方平	缪晓非

科学文化学分编委会:

顾 昕 冯晓哲 孙永平 刘 兵 吴国盛

目 录

引 言	(1)
第 一 章 动力理论的历史重要性	(1)
第 二 章 哥白尼的保守性	(15)
第 三 章 从古代到威廉·哈维的心脏研究	(33)
第 四 章 亚里士多德与托勒密的衰落	(49)
第 五 章 17世纪的实验方法	(69)
第 六 章 培根与笛卡儿	(86)
第 七 章 科学革命对非力学科学的影响	(105)
第 八 章 近代引力理论的历史	(123)
第 九 章 向路易十四时期哲学运动的过渡	(140)
第 十 章 科学革命在西方文明史上的地位	(155)
第十一章 科学革命在化学中的延缓	(169)
第十二章 进步的观念与进化的观念	(185)

第一章 动力理论的历史重要性

我们必须加以论述的整部史话中的悖论之一，就是在望远镜发现之前很久——甚至在16世纪后期，丹麦天文学家第谷·布拉赫指明用肉眼进行观察仍能获得巨大改进之前很久——便迈出了导致天文学中科学革命的最巨大的一步。当英格兰的威廉·哈维以自己心脏活动的研究为生理学开辟了一条崭新途径时，他曾有一两次暗示出他使用了放大镜，可是，在任何有用的显微镜被使用之前，他已经做出了革命性的工作。关于力学科学的转变，有点儿出乎意料的是，甚至当伽利略在讨论普通的日常生活现象时，他就猜测到了如果从一艘行进中的船的桅杆上抛下一块石子，或者以久已形成的习惯方式把一些小球放到斜面上，将会发生的情况。事实上，我们会发现无论是在天体物理学还是在地球物理学中（这两者在整个运动中都具有战略地位），变化都不是首先由新的观察或附加证据引起的，而是由科学家自己的头脑中发生着的转变带来的。在这种联系上，需要注意的是，就精神活动的所有形式而论，甚至对青年的思想——假定他们没有失去灵活性——进行诱导的最大困难就是处理与以前已掌握的一堆同样的资料的艺术。可是，给予它们一个不同的框架，就把它放进一个相互关联的新系统中了。这一切，实际上都意味着暂时要变换一下脑筋。教给任何人一个有关黎希留^①的新事实是容易的，但需要得到启发，以便能

① 黎希留(Richelieu, 1585—1642)，法国枢机主教和政治家。——译注

够使教师冲破学生据以习惯地看待黎希留的旧框架——获得较高文凭的学生往往更刻板地去构造这种框架，并且使他尔后所得到的关于该学科的无论什么新信息都纳入这一框架。但科学革命最重要的悖论则是这样的事实，即我们平常所见的东西很容易逐渐灌输给中学的孩子们，因为我们知道他们刚开始接触它们，这些东西作为看待宇宙的普通自然方式，例如考虑落体行为的明显方式，给我们深刻的印象，结果却使得最伟大的智士们受到挫折达几世纪之久，也使得列奥纳多·达·芬奇以及甚至处于转变关头的伽利略在他们面临人类思想的全新领域而深思这些问题时受到挫折。甚至在某些专门研究领域突破了古老观念的一些最伟大的天才——例如吉尔伯特、培根和哈维——当他们走出自己所专长的领域时，依然处于中世纪残存思想的桎梏之中。这就需要他们作出综合的努力，以廓清某些简单的东西，这些东西对于我们今天没有任何偏见的头脑来说都是显而易见的，甚至连小孩子也是容易明白的。

中世纪末期就已发生着的观念的特定发展，已开始成为向我们所称谓的科学革命过渡的历史中的第一个篇章。鉴于近代开始时讲演者们的更替，探索者仅能以极大惶恐着手研究的恰恰是思想领域。历史学者会记得文艺复兴时期（包括伊拉斯莫斯^①在内的）人文主义者是怎样常常抱怨（他们常常嘲弄各种诡辩和狡黠）他们不得不在大学里忍受的那些学术讲演。他们偶尔也详述了他们大多数所反对的学说和讲演的各种形式，而且象他们所特别提到的那些我们现在必须关心的力学讨论。无疑，对这种学说作尽可能简略的考察是明智的。令人费解的是，这些被蔑视的学术讲演在近代思想演进的过程中，今日已具有显著的关键地位。在这

① 伊拉斯莫斯（Erasmus, 1466?--1536），荷兰学者，文艺复兴运动领导者之一。——译注

些极其渴望找到近代力学科学方式的人们中，语词的贫乏和语言的过于牵强附会，部分是由于或许缺乏数学，或许不能考虑用数学方式表述事物而造成的。

在近 1500 年中，在人类心理所面临并克服了的一切智力障碍中，依我看，在特性上最令人惊异且在其推断范围内最巨大的障碍，就是与运动问题有关的障碍——大概连伽利略也很难处理的障碍，虽然在他那一时期之后不久，这一障碍便很快以每个学生学到的、称为惯性定律的经过充分修正的陈述，获得了明确的解决形式。亚里士多德关于运动问题的学说，恰恰因为具有这种观察和解释之间的复杂吻合——也就是说，恰恰因为它是一个系统的部分，这个系统本身又是巨大的智力功绩——是人类心灵难于逃脱的，并且在中世纪学术思想中强烈地继续着。另外，它依然是这部史话中必不可少的背景——它继续呈现为主导问题——直到伽利略时期为止；换句话说，直到 17 世纪上半叶为止。按照亚里士多德的理论，一切地上重物体都具有趋向宇宙中心的自然运动，而在中世纪的思想家看来，重物则是处于或接近于地球的中心；而在任何其它方向上的运动都是强烈的运动，因为这与一个物体向着被看作它的自然位置运动的一般趋势是相抵触的。这种运动依赖于推动者的操作，而亚里士多德的惯性学说是——一个静止的学说——总是需要加以解释的正是运动，而非静止。这种运动无论在何处存在，不管它存在多久，都不得不引进某种东西来说明它。

这种观点的基本特征是断言或假定一个物体仅仅在推动者实际上与之接触并始终把运动传递给它的情况下才保持运动。一旦推动者停止操作，运动便停止——物体垂直落向地面或突然归于静止。而且——在今天看来似乎是非常异端的论点——人们论证说，假如物体运动所经由的媒介阻力保持不变，物体的速度是与我们将描述为由推动者持续地施加给它的力成比例。在一个给定的

时间长度内，由推动者所施加的恒定的力根本不会产生任何加速度，在整个运动期间只是匀速运动。另一方面，如果媒介阻力有任何变化（例如在空气中运动和在水中运动之间的区别），假如其它因素保持不变，那么，速度就会与阻力成反比地改变。同时，如果阻力减小到零，速度将是无穷大；这就是说，如果运动在真空中发生，那么，物体就会在一瞬间由此处达到彼处。这种荒唐事正是亚里士多德派为什么把完全虚空看作是不可能的理由之一，而且他们说，上帝本身不可能创造完全的虚空。

令人惊讶的是，在一定程度上，不仅仅这种理论，而且还有它的各种竞争理论（甚至在科学革命的进程中取而代之的那些理论），都建立在合乎常识的普通观察资料的基础上。因此，正如作家们已经明白地指出的那样，作这样的争辩对我们来说是不恰当的，即只要亚里士多德学派更仔细地观看运动，他们就能把他们的惯性理论改变为现代形式——改变为这样的观点，即物体倾向于要么继续处于静止状态，要么继续沿直线运动，直到其它物体的介入而终止了静止状态或者偏转了运动的方向为止。仅仅通过更仔细地观察事物就想避免亚里士多德学说是极端困难的，尤其是假如你已经开始错误地起步并预先受到连结亚里士多德思想的整个体系的牵制。事实上，现代惯性定律并不是你仅仅通过纯粹照相式的观察方法就能发现的东西——这需要一种不同的思维图景（thinking-cap），一种在科学家自己头脑中的变换；由于我们实际上看不到一般客体在亚里士多德认为不能发生的虚空中进行直线运动，同时也看不到他认为不可能存在的那种物体以无穷大的速度驶离的状况；因而在现实生活中，我们完全做不到使理想的圆球在完全平滑的水平面上运动——事实上，这种设想只是存在于伽利略的想象之中。另外，尽管当时人们非常接近于我们应叫做局部运动的这种真理，但他们并不能使这件事确定无疑（因为事情显

露得还不清晰和彻底),这种情况直到他们认识并完全意识到他们自己实际上正在将这些问题变换到一个不同的领域这个事实时为止。他们正在讨论的不是象我们在现实世界中观察到的现实客体,而是在一个没有阻力和没有引力的世界中几何学上的物体运动——在亚里士多德认为不可想象的欧几里德空间的无约束虚空中运动。因此,最终我们不得不承认,这里有一个根本性质的问题,并且仅在较旧的思想体系的框架内作仔细的观察是不可能解决的——这需要有一个心理上的转换。

在那些年代,常常产生这样的理论,如果不以现在的观点去衡量,那么亚里士多德的运动学说也许以自明的方式符合于大多数合乎常识的资料,但还存在着少量事实在论证的早期阶段与理论不一致,在我们称为普通常识的水平上,这些事实是经不起亚里士多德定律检验的。在它们能令人满意地适应亚里士多德体系之前,存在一两个需要进一步加以分析的反常;或者象某些著作家已经说过的那样,亚里士多德理论以这样的方式达到了辉煌的顶峰,借助于这种方式亚里士多德理论把这些特殊事例纳入自己的综合体系并(在从属的程度上)确定了它们与已阐明的规则的一致性。关于这种论据,就我们所采用它的情况而言,一支箭在它和弓弦失去接触的一瞬间,它本应落到地面;因为无论是弓弦还是它物,只要与初始推动者停止直接接触,都不能继续传递运动。亚里士多德学派用空气中——特别是由于前面被推动和被压缩的空气必须冲向后面以防止决不允许出现的真空而产生初始运动的骚动来解释抛射体的继续运动。在这一点上,这种论证在观察中甚至出现了严重的差错,这使物理学家们困惑了达数百年之久。人们认为在箭离开弓弦之后,空气的冲击在箭上产生了一个实际的初始加速度,而且令人费解的是我们注意到列奥纳多·达·芬奇和后来的著作家们都共同犯了这个错误——文艺复兴时期的炮兵则是同一谬误

的受害者——虽然中世纪末期，已有人注意到了使自己在这一点上免犯错误。抛射体的运动，由于是由媒质本身的骚动产生的，因而，它会在真空中发生是难以想象的。

再者，由于亚里士多德的注释者们坚持与这样一种观点相应的东西，即持续的均匀力仅产生匀速运动，因而存在着的第二个严重反常被作出了解释——必须提出一些特殊理由以说明所观察到的落体以加速度运动的事实。旧说教的支持者们再次利用了空气冲击这一论据，或者说他们认为当物体接近地面时，上面更高的气压意味着增加了向下的压力，而下面渐短的空气支柱则呈现出减小下降的阻力。有时他们还利用亚里士多德这样的论证，即：落体在每一瞬间都更欢快地移动，因为它发现越来越临近了自己的家。

于是，从14到17世纪，亚里士多德的运动学说在经常的争论中延续着，只是到了这个时期的稍后阶段，才出现了令人满意的代替学说，它的出现多少有点运用了象捡起手杖的另一端的策略。这个问题一旦以现代方式解决，即使在常识的范围内，在开始从事任何非常复杂的实验之前，它也大大改变了人们关于世界的一般思考方式，并为大量进一步的发现和重新诠释开辟了新的途径。而在这之前，则好象被一道屏障——这是一道由于人们对有着各种运动的宇宙间的一切事物的看法存在着最初的缺陷而筑起的水坝——阻塞了科学和人类的思想，而今缺口被打开，洪流奔腾而下了。即使没有造成科学革命的其它因素，变革和发现也如瀑布般倾泻而出。的确，我们可以这样说：由于人们对受束缚的运动物体的运动的看法发生了变化，导致了许多对各种运动的新的分析，以致其自身便构成了科学革命。

除了这一切之外，还有一个使事情显得更为重要的问题的特殊方面。我们自己始终没有清楚地认识到亚里士多德宇宙的独特