

北京大学科技哲学丛书 主编 吴国盛

牛顿研究

〔法〕亚历山大·柯瓦雷 著
张卜天 译

北京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

牛顿研究/(法)柯瓦雷著;张卜天译. —北京:北京大学出版社,2003.1

(北京大学科技哲学丛书)

ISBN 7-301-06093-9

I. 牛… II. ①柯…②张… III. 牛顿, I. (1642 ~ 1727)-人物研究 IV. K835.616.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 107139 号

著作权合同登记 图字:01-2002-5263

A. Koyré, *Newtonian Studies*, Cambridge (Mass.):
Harvard University Press; London; Chapman & Hall, 1965.

书 名: 牛顿研究

著作责任者: [法]亚历山大·柯瓦雷 著 张卜天 译

责任编辑: 王立刚

标准书号: ISBN 7-301-06093-9/B·0253

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 62752025

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 11.625 印张 296 千字

2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 23.00 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的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”做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

前 言

这本牛顿研究的集子包括了我近十几年来写的一些文章,其中每一篇都论及牛顿科学思想的一个不同方面。虽然每篇文章都是分别写成的,彼此之间并无多少联系,但它们却并非仅仅是因为研究了同一个人思想的某个方面而被强行拼凑到了一起。其中心主题是,用概念分析的方法来说明基本的科学思想是怎样与同时代的主流哲学思想相联系,并且被经验控制所决定的。

除一篇文章(《牛顿与笛卡尔》)之外,所有文章以前都曾发表过,不过这里每一篇都增加了一些材料,或是稍作修改,或是添加了一些能够在现有研究水平上展开某种讨论的内容,再者就是引用了一些新近的研究成果,它们也许可以帮助我们更好地理解业已讨论过的某些观点。

其中有三篇文章,《牛顿、伽利略与柏拉图》、《牛顿的“哲学思考的规则”》和《牛顿科学思想中的概念与经验》(起初名为《牛顿著作中的假说与经验》),原先是用法文刊印的,这里给出的是英译。《牛顿与笛卡尔》到目前为止还没有发表,它是基于我在哈佛大学第三届霍布利特科学史会议上所作的讲演整理而成。我要感谢这个讲座的创始人霍布利特先生以及哈佛大学科学史委员会邀请我参加这些活动。出版时我大大扩充了讲座的内容,并且增加了大量的注释和附录。这项研究虽然很重要,却只是探讨了这两位伟人之间关系的一小部分,对于牛顿与笛卡尔之间那些明显的联系,我并没有去详细讨论。比如,我没有去研究笛卡尔的几何与牛顿基于希腊模型构想出的几何方法之间的

关系。

最后,我要对所有那些帮助这些文章出版的朋友们致以谢意,他们是哈佛大学的 I. B. Cohen 教授,马萨诸塞剑桥的 Henlen R. Kessler 夫人和 Edward. J. Collins 先生以及巴黎的 Mimica Cranaki Belaval 女士。

A. 柯瓦雷

1964 年 1 月 20 日于巴黎

柯瓦雷教授于 1964 年 4 月 28 日在巴黎去世。他去世之前曾仔细审阅了每一章节,修改了《牛顿与笛卡尔》的打字稿,核对了法文的翻译,又扩充和重写了英文的很大一部分内容。这里出版的版本代表了他的遗愿。

目 录

《北京大学科技哲学丛书》总序	吴国盛(1)
前言	(1)
第一篇 牛顿综合的意义	(1)
第二篇 牛顿科学思想中的概念与经验	(28)
第三篇 牛顿与笛卡尔	(63)
附录 A 惠更斯与莱布尼茨论万有引力	(111)
附录 B 引力是一种隐秘的性质吗?	(136)
附录 C 重力是物质的一种本质属性吗?	(147)
附录 D 虚空与广延	(163)
附录 E 罗奥与克拉克论引力	(168)
附录 F 哥白尼与开普勒论重力	(171)
附录 G 伽桑狄论引力与重力	(173)
附录 H 胡克论重力的吸引	(177)
附录 I 伽桑狄和水平运动	(182)
附录 J 运动状态与静止状态	(184)
附录 K 笛卡尔论无限与无无限	(187)
附录 L 上帝与无限	(189)
附录 M 运动、空间与位置	(192)
第四篇 牛顿、伽利略与柏拉图	(242)
第五篇 一封未发表的罗伯特·胡克致伊萨克·牛顿的信	(267)
第六篇 牛顿的“哲学思考的规则”	(317)
第七篇 引力、牛顿与科茨	(333)

索 引 (346)

人名译名对照表 (358)

译后记 (362)

第一篇 牛顿综合的意义^[1]

要想用短短几句话就说清楚牛顿科学的世界观的诞生、成长以及衰落的历史,这显然是根本不可能的,即便要列出一个牛顿著作的比较完整的清单,也同样会使人一筹莫展。^[2]于是我不得不根据需要,把叙述限于那些最关键的地方,以对这个主题作出提纲挈领的把握。而且,我这样做时将假定读者已经具备一定的知识。我想这个假设还算合理,因为事实上我们每个人对牛顿都略知一二,而且对他的了解一定比生活于17世纪——这个世纪曾被怀特海称为“天才的世纪”——的其他大科学家和哲学家都多。

例如,我们知道光的分解的想法以及关于谱色的第一个科学理论,^[3]要归功于牛顿的洞察力及其实验天才——不是技能,其他人,比如胡克的技能并不亚于他,甚至比他还高;运动与作用力的基本定律^[4]得以明确提出——尽管不是被发现——以及科学探索的方法和意义得以被清楚地认识,也都要归功于他那深刻的哲学思想;是他发明的微积分,使得天上地下的引力能够被证明是一致的,并且找到了把无限宇宙中最小与最大的物体——星体与原子——联系起来(至少到目前为止还是如此)的引力所遵从的基本规律。当然,我们也知道不是牛顿,而是其伟大的对手莱布尼茨^[5]使无穷小演算^[6]有了实际的传播与发展,否则,牛顿的“世界体系”(systema mundi)将不可能被逐渐拓展与完善。

而且,即使不是所有的人,我们中的大部分人也都是出生并且成长于——或者更确切地说,不是出生于(因为这是不可能

的),而只是成长于——牛顿的,或至少也是半牛顿的世界中。我们所有人,或几乎所有的人,都已经把牛顿的世界机器当成宇宙的真实图景和科学真理的体现,这是因为在二百多年里,它一直都是近代科学以及经过启蒙时代洗礼后的人类的普遍信条和常识(*communis opinio*)。

于是我似乎可以假定,当说到牛顿和牛顿主义时,我们都或多或少地知道所谈的是什么。或多或少!不知怎地,当这个词和牛顿连在一起使用时,我总是感到不太恰当,因为在以牛顿为继承者和最高表现的17世纪中,可能牛顿主义甚或整个科学革命的最深层的意义和目标,恰恰就是要粉碎一个“或多或少”5的世界,一个充满着质和可感知觉的世界,一个沉醉于日常生活的世界;取而代之的则是一个精确的、可以被准确度量、并且被严格决定了的(阿基米德式的)宇宙。

现在让我们来仔细研究一下这场革命,自从两千年前希腊人发明了 *cosmos*^[7]以来,它即使算不上是人类所取得——或遭受——的最深刻的变革与转换,也至少是其中之一。^[8]这场革命已经用许多方式被描述和解释过了——其中解释远多于描述——某些人强调了新科学中经验与实验所扮演的角色,近代的人开始与学究式的学习相抗争,他们开始相信自己,相信通过对感官与智力的训练,人就可以凭借自己的力量去发现真理。这些信念被培根和笛卡尔强有力地表达了出来,一反以往流行的对传统和神的权威凌驾于一切之上的价值的信仰。

另一些人则强调了近代人的实用态度。中世纪和古代的人据称在沉思的生活(*vita contemplativa*)中看到了人的生活的极致,而近代人则从中摆脱出来而转向了行动的生活(*vita activa*);因此他再也不能从纯粹的沉思和理论中获得满足,而是渴望一种能够实际运用的知识:用培根的话来说,这是一种行动的或操作的知识(*scientia activa, operativa*),或者用笛卡尔的话说,这是一种使人变成自然的拥有者与主宰者的科学。^[9]

我们有时会听到这样的说法,认为新科学是一种工匠与技

师的科学,一种实用的、富有创业精神并且精于策略的商人的科学,说到底,它是一种近代社会新兴资产阶级的科学。^[10]

- 6 在这些描述和解释中当然存在着某些真实之处:毋庸置疑,近代科学的成长是以城市的发展为前提的;火器,特别是火炮的发展,显然使弹道学的问题受到了重视。航海,特别是通往美洲和印度的航行,也推进了钟表的制造等等。然而我必须承认,我对这些解释并不满意。我看不出所谓“行动的科学”是怎样帮助微积分发展的,还有资产阶级的兴起是怎样服务于哥白尼以及开普勒的天文学的。至于经验与实验——我们不仅需要把这两样东西区别开,甚至还应把它们对立起来——我确信实验科学的兴起与发展,是那种对于自然的新的理论理解,即新的形而上学理解所导致的结果,而并非相反是它的原因。这种新的理解构成了 17 世纪科学革命的基本内容,在试图给出一个关于它的历史出现的解释之前(不论它是什么样的解释),我们必须首先弄清楚它的内容。

- 因此,我将把这场革命的特征归为两点,它们紧密联系甚至互补:(a)cosmos 的瓦解,以及基于这个概念的所有想法——即使实际上不全是,至少原则上也是如此——都随之从科学中消失;^[11](b)空间的几何化,也就是用均匀的、抽象的——无论我
7 们现在认为它是多么真实——用欧几里得几何刻画的度量空间,来取代前伽利略物理学与天文学所采用的具体的、处处有别的位置连续区。

事实上,这种特征的赋予几乎等同于把自然数学化(几何化),因而也几乎等同于把科学数学化(几何化)。

cosmos 的消失——或瓦解——意味着,科学的世界或者真实的世界不再被认为是一个有限的、秩序井然的、从而在质上和本体上都处处有别的整体,而被认为是一个开放的、无定限的、甚至是无限的宇宙,它不是因其固有结构,而是由于它所容纳的东西和基本规律的一致而被统一起来;^[12]传统观念认为有两个世界,即生成的世界与存在的世界,或是天上的世界和地上的世

界,它们相互分离,彼此完全不同。现在的宇宙则与此相反,它所有的部分似乎在本体论上都没有什么差别,天的物理学(*physica coelestis*)和地的物理学(*physica terrestris*)是相同的和统一的。在这个宇宙中,天文学和物理学由于服从几何而变得相互依赖和统一。^[13]

这又反过来暗示着,所有基于价值、完满性、和谐、意义和目的的想法都要从科学思想中消失,或者说是被强行驱逐出去,因为从现在起,这些概念只是些主观的东西,它们在新的本体论中没有地位。或者换句话说,所有作为解释方式的形式因和终极因在新科学中消失了,或者说是被抛弃掉了,取而代之的则是一些最有效力的甚至是物质的原因。^[14]只有这些原因,才有可能被纳入到这一几何实体化了的新宇宙中,也只有在这个抽象物体在抽象空间中运动的抽象且真实的(阿基米德的)世界中,新的——古典的——科学中有关存在与运动的定律才可能是有效的和真实的。 8

现在就很容易理解,为什么古典科学——正像通常所说的那样——是用一个量的世界取代了一个质的世界。这是因为——这一点亚里士多德早就清楚地知道——在一个数或几何图形的世界中是没有质可言的,在以数学为本体的王国中不会有它们的位置。

不仅如此,现在也很容易理解,为什么古典科学——这一点很少被注意到——是用一个存在的世界取代了一个生成与变化的世界。正如亚里士多德也说过的,这是因为在数和图形中没有变化与生成。^[15]但是为了达此目的,它的基本概念,比如物质、运动等等都不得不重新建构、重新表述或是重新发现。

如果考虑到这场如此深刻与根本的革命的范围之巨大和意义之深远,我们就不得不承认,总体说来,它发生的速度是惊人的。

正是在1543年——牛顿诞生一百年前——哥白尼把地球从其根基中揪出,抛入了天穹。^[16]在接下来那个世纪之初(1609

年和1619年),开普勒提出了它的天体运动定律,摧毁了那些包围着世界且使之得以维持在一起的轨道和天球;^[17]与此同时,9 伽利略正在制造着第一批科学仪器,向人类展示着肉眼从未见过的东西,^[18]从而拉开了对无限大与无限小这两个彼此相连的世界进行科学研究的序幕。

而且,伽利略正是通过“让数支配运动”,才为建构那些物质与运动的新概念扫清道路,这些新概念成了新的科学和宇宙论的基础;^[19]笛卡尔1637年^[20]试图通过一些概念——把物质与空间等同起来——来重建世界,结果失败了;而牛顿则通过另外一些概念——重新区分物质与空间——来进行他自己的重建工作,结果是那样地辉煌和成功。

在古典科学中运用得如此成功的新的运动概念是相当简单的,它是那样地简单,以至于虽然使用起来很容易——一旦像我们这样习惯了它——却很难被完全理解和把握。我不能在这里分析它们了,^[21]不过我想指出一点,正如笛卡尔明确告诉我们的,新的运动概念是用一个纯数学的观念取代了一个物理的观念。在前伽利略和前笛卡尔的观念里,运动是一种变化的过程,它可以影响运动的物体,而静止则不会;与此相反,新的——或者古典的——观念则把运动当成一种存在,也就是说它不是一个过程,而是一种状态(*status*),这种状态同静止一样持久和难以破坏,^[22]而且它们都不会对运动物体产生什么影响。运动与静止就这样被置于同一本体论层次,它们之间质的区别被消除了,彼此变得无法区分。^[23]10 它们仍然是相反的——甚至还超过以前——但这种相反变成了一种纯粹的关联。运动与静止再也不为物体本身所具有,物体只是彼此之间或相对于它们存在、静止或运动于其中的空间而言是静止或运动的;尽管运动与静止都被看作状态,但它们是有联系的。正是这种概念——牛顿无疑是很清楚其内在困难的——承载着——也许是暗中破坏着——古典科学辉煌的结构体系。正是关于这种运动,牛顿在其著名的第一定律或公理中告诉我们:每个物体都保持其静止或

沿一直线作匀速运动的状态,除非有力加于其上迫使它改变这种状态(*corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare*)。〔24〕

这个定律中所涉及的运动并不是我们经验中的物体的运动,我们在日常生活中并没有碰到它,因为它是几何(阿基米德的)物体在抽象空间中的运动,这就是为什么它与变化无关的原因。几何物体在几何空间中的“运动”什么也不能改变;在这样一种空间中的“位置”是等价甚至是等同的。或许我可以这样说,它是一种不变的变化,是柏拉图在其《巴门尼德篇》(*Parmenides*)中竭力——最后失败了——要实现的一种奇怪的、对同与不同的悖论式的调和。

如果我们不得不让数来支配运动,以便进行数学上的处理和建立起一门数学物理学的话,那么运动观念的转变,即用实体化了的数学概念来取代经验概念就是不可避免的。但这还不够,数学自身也还必须转变(这种变革能够实现,牛顿功不可没)。在某种意义上,数学中的实体不得不与物理靠近一些,同样要受运动的支配,它们要在自己的“生成”或“流动”中,而不是在“存在”中发挥作用。〔25〕

几何曲线和图形只能这样来理解:它们并非由其他几何元素所构成,也不是几何体与几何面在空间中交截出来的东西,甚至也不是一种用代数公式表示的它们自身结构关系的空间图像,而只能被当成是由空间中点和线的运动所产生或描出的东西。当然,我们这里所谈论的是一种非时间性的运动,或者更奇特地说,是一种在非时间性的时间中进行的运动——这种说法与不变的变化同样具有悖论意味。然而只有当不变的变化得以在非时间性的时间中进行之后,我们才能——理智且有效地——处理那些诸如运动物体在其轨道上任意一点或是任一时刻所具有的速度、加速度和运动方向等等实在。

这是一段震撼人心的历史。为了提出那些新奇的想法,为

了建构,或者如斯宾诺莎意味深长地说,为了杜撰(*forge*)那些新的思想工具与理解方式,人类付出了艰苦卓绝的努力。从《方法谈》(*Discours de la méthode*)到《自然哲学的数学原理》(*Philosophiæ naturalis principia mathematica*),整整用了五十年的时间。一系列伟大的思想家——这里只提及卡瓦列里、费马、帕斯卡、沃利斯,巴罗和惠更斯——都对最终的成功作出了贡献,没有他们,《原理》绝不可能写成;即使是对牛顿来说,这项任务也是太艰巨了,它超出了人之所能(*qui genus humanum ingenio superavit*)。^[26]

因此,如果把牛顿在致胡克的信中的那段著名陈述稍加改动,我们可以实事求是地说,牛顿之所以比前人看得更远,是因为他是一个站在其他巨人肩上的巨人。^[27]

我刚才一直在描述的那种把自然数学化的倾向,肯定是17世纪科学思想最新颖、最重要的思潮。然而与之相伴的还有另外一种倾向,它更少数学与演绎,更加重视经验和实验。由于这种倾向少了些自命不凡(或是更缺乏信心),它并不试图像数学家那样做彻底的综合,而是对此疑虑重重甚至怀有敌意,它把自己严格限于发现新的事实,以及建构不完整的理论对其进行解释的工作上。

12 这种倾向不是被柏拉图的数学结构的理念以及存在的决定论所引发,而是由卢克莱修的、伊壁鸠鲁的、德谟克利特的原子论思想所激起(这似乎很奇怪,大多数的近代思想都可以追溯到古希腊的某些设想)。伽桑狄、罗贝瓦尔、玻义耳(这个群体中最杰出的代表)、胡克——他们都用这种更加胆怯、更加谨慎和更加稳妥的微粒哲学去对抗伽利略和笛卡尔的那种泛数学主义。^[28]

于是当伽利略告诉我们,自然这本大书——中世纪的人从中觉察到了上帝的遗迹(*vestigia*)与上帝的映像(*imagines Dei*),认识到了在那些美与光辉的可感象征中所表现出来的上帝的荣耀,它们揭示了上帝创世的隐秘目的和意义——事实上

是由圆、三角形和正方形等几何符号写成的，它们只不过告诉了我们一些理性联系与秩序的奇妙事实时，玻义耳反驳说：自然之书当然是“一个经过周密计划的奇迹”，它的每一个部分都“被上帝用全知之手速记了下来”，并且与任一其他部分相关联；但它不是用几何符号，而是用微粒符号写成的。

对于玻义耳而言，是微粒的构造而非数学的结构才是存在物的内部实在。要解释宇宙，我们只能起始于——或终止于——物质，但这种物质不是同质的笛卡尔的物质，而是已经被上帝用各种不同方式决定的微粒所形成的物质。这才是运动构筑神的奇迹的含义。

由此，我们很清楚地看到，牛顿是把这两种倾向或观点综合了起来。在牛顿那里，自然之书是用微粒符号和微粒语言写成的，这一点同玻义耳一样；然而，把它们结合在一起并赋予整本书意义的句法却纯粹是数学的，这一点又同伽利略和笛卡尔一样。

因此，与笛卡尔的世界相反，牛顿的世界不再是由两种成分（广延与运动），而是由三种成分所组成：（1）物质，即无限多彼此分离的、坚硬的、不变的——但互不相同——微粒；（2）运动，这是一种奇特的悖论式的关系状态，它并不影响微粒的本质，而仅把它们在无限的同质的虚空中到处传递；（3）空间，即那种无限的同质的虚空，微粒（以及由之构成的物体）在其中运动而不对其产生任何影响。^[29]

13

当然，牛顿的世界中还有第四种组成部分，即把它结合并维持在一起的引力^[30]。然而这不是它的一种构造成分；它或是一种超自然的力量——上帝的行动——或是制定自然之书句法规则的一种数学结构。^[31]

在牛顿的世界中引入虚空——连同与其相关的引力——这是天才迈出的有决定性意义的关键一步，尽管这个概念后来引出了物理的和形而上学的巨大困难（超距作用和虚无的存在）。正是这一步，才使牛顿能够真正地——而不是像笛卡尔那样表面上——把物质的不连续与空间的连续同时对立和统一起来。