



■ ■ ■ SIXIANG ZHENGZHI LILUNKE XILIE ■ ■ ■

思想政治理论课系列

科学：

思想史、方法论与社会学

肖 巍 刘学礼 吴海江 著

复旦大学出版社



思想政治理论课系列

科学： 思想史、方法论与社会学

肖 巍 刘学礼 吴海江 著

復旦大學 出版社

图书在版编目(CIP)数据

科学:思想史、方法论与社会学/肖巍、刘学礼、吴海江著. —上海:
复旦大学出版社, 2008. 9
ISBN 978-7-309-06144-4

I. 科… II. ①肖…②刘…③吴… III. ①科学-思想史-研究
②科学方法论-研究③科学社会学-研究 IV. G301

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 099620 号

科学:思想史、方法论与社会学

肖 巍 刘学礼 吴海江 著

出版发行 复旦大学出版社 上海市国权路 579 号 邮编 200433
86-21-65642857(门市零售)
86-21-65100562(团体订购) 86-21-65109143(外埠邮购)
fupnet@fudanpress.com http://www.fudanpress.com

责任编辑 陈士强

出品人 贺圣遂

印 刷 常熟市华顺印刷有限公司
开 本 787×960 1/16
印 张 23.5
字 数 385 千
版 次 2008 年 9 月第一版第一次印刷

书 号 ISBN 978-7-309-06144-4/G·761
定 价 39.00 元

如有印装质量问题, 请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

导 言

本书是一部有关科学的思想史、方法论与社会学的读物。

“科学”，是近代以来使用最为频繁的一个词，但对于科学究竟是什么的解读，恐怕就人言人殊了。其实，我们现在称为科学的东西对于非西方的世界只有不太长的历史，说科学是西方文明的一部分，科学传播是西方文明的传播并不为过。伴随着人们对肇始于西方的现代性和现代化的反思，科学及其与技术联动的发展，在不断刷新认识世界的眼光、调整改变世界的手段的同时，也不得不接受科学技术所带来的始料未及的效应，这一切都开始进入我们的批判性视野。考虑到科学经常与技术、科技混合使用，且以知识形态、研究方法、社会活动和时代精神的不同面貌出现，不妨先对这些问题作一简略的梳理。

“科学”与“科技”

根据《不列颠百科全书》(第15版)的说法，科学“涉及对物质世界及其各种现象，并需要无偏见的观察和系统实验的所有各种智力活动。一般说来，科学涉及一种对知识的追求，包括追求各种普遍真理或各种基本规律的作用”。无论是英文 science 还是德文 wissenschaft，词源都来自拉丁文 scientia(知道、学问)，可见在西方本来就是在知识的意义上理解科学的。而在中国，科学早先是指科举之学，17世纪以后，传授西学的人士把 science 译为“格致”之学，借用了儒家《大学》中“格物致知”的意思，即追究事物之理，以获得知识。这个译法一直沿用到洋务运动时期。近代汉语“科学”一词转译自日本，那是随着明治时期日本学者把 science 译为“分科之学”的科学而来的，大致拥有了现在所使用的含义(相比之下，“格致”则对应于“理科”)。1897年，康有为在《日本书日志》中将这一术语介绍进来；民国

初年,“科学”概念在中国知识界流行,留美学生创办的《科学》(1915)杂志,产生了广泛影响;“中国科学社”(The Science of China,1915)的成立,迈出了中国科学建制化的第一步。

严格地说,科学这个概念主要指欧洲 16、17 世纪以来的“近(现)代科学”(modern science),而对科学给出一个精确定义是很困难的,因为它在不同时期、不同场合被赋予了许多含义。“我们只需考察一下公众和个人对科学的许许多多想象,就可以看到科学表现出多少不同的方面。科学是一个穿着白大褂的人,它最经常做的事情大概是在实验室中摆弄试管。或者科学是爱因斯坦的相对论,它由于一个公式—— $E = mc^2$ ——而为人所知。一台被一些作者描述为‘机器脑’的复杂机器,也许是一种新型的电子计算机,它则是科学的另一种象征。在三十年代的大萧条中,科学对许多人来说意味着技术失业,弗兰肯斯坦的怪物对它的创造者——社会——翻了脸。更为经常的是,尽管出了原子弹,科学仍然意味着希望的满足和希望的实现,科学发现了胰岛素、盘尼西林,甚至一种治疗小病小灾——大家都会患的感冒——药品;科学常常扩大着我们的物质财富;而且科学从未停止寻找治愈癌症、小儿麻痹症、精神病和无数其他人类疾病之方法的步伐。”^①这是美国社会学家巴伯(B. Barber)的生动描述。而苏联时期的科学学家拉契科夫(П. А. Рачков)很“严肃”地认为:“科学是关于现实本质联系的客观真知的动态体系,这些客观真知是由于特殊的社会活动而获得和发展起来的,并且由于其应用而转化为社会的直接实践力量。”^②无论如何,科学以追求客观性著称,似与信仰(believe)、与感觉(senses)、与看法(perception)无关。仅就知识(体系)的意义而言,“科学”便有几种用法:一是关于自然(界)、社会和精神现象的知识体系,这是广义的,既包括数学、自然科学和技术科学,也包括社会科学和人文科学;二是科学与技术,其对象是自然(界),不包括社会人文领域的内容,而关于科学与人文(文化)的讨论,就是基于这种理解展开的;三是相对于技术科学、工程学的基础性自然科学,这是狭义的。而且,科学是以“发现”(discover,探索未知),而不是“发明”(invent,创造才能)为行为特征的。

19 世纪以前,科学与技术的关系还相当疏远,它们分别继承了重发现的知识传统和重发明的工艺传统。“(技术的)本义是对造型艺术和应用技

① [美]伯纳德·巴伯:《科学与社会秩序》,三联书店 1991 年版,第 1—2 页。

② [苏]拉契科夫:《科学学——问题·结构·基本原理》,科学出版社 1984 年版,第 43 页。

术的论述。当它 17 世纪在英国首次出现时,仅指各种应用技艺,到 20 世纪初,技术的含义逐渐扩大,它涉及工具、机器及其使用方法和过程。到 20 世纪后半期,技术被定义为“人类改变或控制客观环境的手段或活动”。(《不列颠百科全书》第 15 版)事实上,技术活动几乎伴随着人类的历史^①。笼统地说,技术是为了满足某种实际需要,人类发明创造的物质手段、工艺知识及方法。古代技术是工匠们长期积累的经验技艺(technique),或称之为“经验性的技术”,而现代技术建立在科学理论的基础上,或称之为“科学性的技术”。现代技术又有技术科学与工程技术之分,前者理论性比较强,后者则更加重视应用性。技术活动渗透于社会生产力的诸要素,决定了生产力的性质和水平,也就是说,科学要转化为生产力必须以技术为中介。

在第一次产业革命中,机器大工业对发展科学及其生产应用提出了强烈的要求,经验技艺被总结为系统化的技术(technology),从冶金术到冶金学(都是 metallurgy)就是这样一个过程。科学与技术的关系越来越密切,呈现出一体化的趋势:一方面是技术的科学化,技术进步越来越依靠科学上的突破和理论支持;另一方面是科学的技术化,科学也越来越需要通过技术“物化”为生产力,以及基础性的理论研究越来越离不开现代技术手段。科学与技术的界限日益模糊,出现了技术取向的科学(technologically oriented science)和科学取向的技术(scientifically oriented technology),正是在这个背景下,出现了“科学技术”(简称“科技”,science and technology)这种提法。

科学技术是科学与技术的合称,但含义却是有歧义的:一是自然科学和自然技术,不包括社会科学和社会技术,这是通常的理解;二是“科学性的技术”或“与科学有关的技术”(the science-related technology),这是更具有实质意义的,譬如 high-tech(高技术)被译成“高科技”。可以说,在体制层面上,“科技”主要指前者,我国的科学建制,凡是以“科学技术”或“科技”名义设置的管理部门、学术组织、奖励制度、发展政策、公共传媒莫不如此;而在观念层面上,“科技”主要指后者,重心在技术。在我国,“科学”、“技术”与“科技”往往混为一谈,英国学者李约瑟(J. Needham)研究中国科

^① 在西方,古希腊的亚里士多德(Aristotle)把技术(techne)看作是制作的智慧,近代英国哲学家培根(F. Bacon)提出把技术当作操作性的学问来研究,法国百科全书派代表人物狄德罗(D. Diderot)则认为技术“是为某一目的共同协作组成的各种工具和规则体系”。中国古人讲的“技”即“能有所艺者”,与技艺、机巧的意思差不多,而“术”指方术,也就是途径、方法。

学史的巨著,明明是《中国的科学与文明》(*Science and Civilization in China*),却被译为《中国科学技术史》;我国四大发明无一不是经验性的技术,但被当作中国古代科学之辉煌的例证,从而在科学观念的认知上、科学体制和政策的设计上都可能导致某种混乱,因此有必要厘清。但即使本书在讨论有关问题时,仍然无法作严格的“切割”,毕竟,科学与技术的现实成就、研究方法和社会效应确实越来越交织在一起。

科学,作为知识、方法、活动与精神

科学进步的意义在于提供新发现、新发明,这些创新促使人们对知识进行新的概括和整理,提出新的方法、新的理论,开发新的应用领域。科学的发展不但有赖于量的积累,更体现为质的突破,而这种突破往往促使人们的知识结构和行为方式发生重大的变化。更重要的是,与早先寄居于哲学、神学的科学不同,近代科学是一种相对独立的认知活动与社会活动,从事科学的也从个别爱好者的偶然兴趣,发展到职业科学家和科学共同体的研究工作。19世纪,特别是20世纪以来,科学,通过技术对生产力的推动作用,乃至对整个社会的物质生活与精神生活影响越来越大,并创造出以往任何时代无法比拟的物质文明和科学文明,科学技术已经日益成为衡量综合国力与国家竞争力的决定性因素。

用英国科学史学家贝尔纳(J. D. Bernal)的话说,科学的主要特征可以概括为几个方面:科学是一种建制;科学是一种方法;科学是一种积累的知识传统;科学是一种维持或发展生产的主要因素;科学是构成我们各种信仰和对宇宙和人类的各种态度的力量之一^①。科学表现为若干形象,每个形象都反映了某一方面的本质,人们似应从中“提炼”出科学的完整意义——这个意义有助于理解科学的丰富内涵。

科学是一种知识体系,因此,我们对世界的理解形成了比较完整的图景。科学的对象是自然(界)(广义地说也可以包括社会和人的思维活动),是“以范畴、定理、定律形式反映现实世界多种现象的本质和运动规律的知识体系”^②。14世纪初,宇宙论者奥卡姆的威廉(William of Occam)为了把科学与神学区别开来,提出科学是以物质为基础的知识的一部分。法国哲

① 见[英]J·D·贝尔纳:《历史上的科学》,科学出版社1981年版。

② 《中国大百科全书》哲学卷,中国大百科全书出版社1987年版,第404页。

学家和数学家笛卡尔(R. Descartes)认为科学真理是真正的知识,而无关信仰。德国古典哲学家从康德(I. Kant)到黑格尔(G. W. F. Hegel)都把科学看作是某种系统(体系)化的知识。这些看法相当具有代表性。

很久以来,科学就是知识的同义语。英国经验论哲学家弗朗西斯·培根(F. Bacon)宣扬“知识即力量”,这里的知识不是什么好高骛远的哲学思辨,而是能够带来实际效用的经验科学,可见并非所有知识都是科学。科学只是知识的一部分,是通过人们的智力论证,而且要诉诸经验证明的理论性、系统性知识,局部的经验、零碎的知识还不能称为科学。科学基于事实,发现新事实并从中获得有关本质和规律的知识,但科学又不仅仅是某些事实知识拼凑起来的,而必须是经过严格逻辑证明和实验证明的体系(理论)。正如黑格尔指出的,“一堆知识的集聚,并不能构成科学”^①。

科学是一种认识方法,因此,我们对世界的认知找到了比较可靠的途径。在科学史上,弗朗西斯·培根最早提出,科学就在于用理性方法整理感性材料,去发现“法式”(规律)。美国社会学家默顿(R. K. Merton)指出,科学“通常被用来指:①一组特定的方法,知识就是用这组方法证实的;②通过应用这些方法所获得的一些积累性的知识;③一组支配所谓的科学活动的文化价值和惯例;或者④上述任何方面的组合”^②。英国科学史学家梅森(S. F. Mason)也认为:“科学方法主要是发现新现象、制定新理论的一种手段,因此不断地在扩大人类知识体系,只要科学方法应用得上,旧的科学理论就必然会不断地为新的理论所推翻。”^③

我国《科学》杂志和科学社的创办者任鸿隽,把科学方法相当精辟地概括为“以事实为基,以试验为稽,以推用为表,以证验为决”。理论化、系统化的科学知识必须借助一套方法“构建”起来,其中既有观测、实验等经验性的方法,也有分析、演绎和假说等理论性的方法,还包括想象、直觉等非同一般的方法;否则,人们就只能停留在现象上而无法揭露其背后的本质和规律。事实上,科学的发展也表现为科学方法的刷新,每次重大的科学突破都伴随着新的科学方法运用,例如经典物理学比较注重归纳方法,现代物理学则更重视演绎方法;系统科学、信息科学、生命科学的出现,也反映了当代科学正在呈现出不同以往的方法论特征。

① [德]黑格尔:《哲学史演讲录》第1卷,商务印书馆1981年版,第35页。

② [美]默顿:《科学社会学》上册,商务印书馆2003年版,第362—363页。

③ [英]斯蒂芬·F·梅森:《自然科学史》,上海译文出版社1980年版,第565页。

科学是一种社会活动,因此,我们对世界的把握拥有了比较坚实的建制。科学不但是确认的知识,探索未知的方法,而且是产生这种知识和方法的社会化活动,科学应用于社会更成为改造世界的物质性力量。“科学的本质,不在于认识已有的真理,而在于探索真理。”“科学本身不是知识,而是生产知识的社会活动,即是一种科学生产。”^①由于存在着通过新技术提高劳动生产率的压力,零零星星的发明创造虽说也可以取得成效,但只具有自发的性质;而当技术的进步与科学的发展密切联系起来时,情况就不一样了。有规模的工业研究,科学、技术及其运用联结为一个共同体,促进科学技术变成第一位的生产力。要使科学源源不断地产生效益,就必须使科学共同体“建(体)制化”(Institutionalization)。

科学是一种创造性的活动,其主体是科学工作者(科学家、工程师与技术人员)。科学活动既需要有物质条件,也需要有制度环境、信息渠道与文化支持,需要从业者良好的专业素质,包括知识储备、创新意识与科学方法。20世纪以来,不但从事科学活动的专业队伍大大扩大了,参与科学活动的社会力量也迅速增强了,科学立法与管理部门、科学基金会、研究机构、大学、企业研发组织、专业科学学会、国际性的科学组织等构成了高度社会化的科学建制。建制化的特征,一是自主性,科学活动较少受到非科学团体(政党、行政机构)及其程序的影响;二是适应性,科学活动主要通过内部管理和改革,实现经济社会目标的能力;三是广泛性,科学活动作为一个比较严密的组织系统,它能认识到社会的需求,创造性地满足这些需求,并为社会所认同。以至“社会生产力已经在多么大的程度上,不仅以知识的形式,而且作为社会实践的直接器官,作为实际生活过程的直接器官被生产出来”^②。

科学更是一种时代精神,因此,我们对世界的未来充满了信心。科学之所以能发展成为如此伟大的事业,之所以能够受到社会各界如此高度的重视,是因为它为经济社会发展和人类文明进步注入了不断创新的动力。科学代表了我们所处这个时代的时代精神,科学精神就是使科学成其为科学的东西,是作为科学的文化品质和精神传统,是科学知识的精髓、科学方法的核心、科学活动的灵魂。

关于科学精神的表述,可谓众说纷纭,但最重要的就是求真务实。求

① [保]伏尔科夫:《科学学——问题、结构、基本原理》,科学出版社1984年版,第37页。

② 《马克思恩格斯全集》第31卷,人民出版社1998年版,第102页。

真,即坚持不懈地追求真理,科学要经得起推敲和质疑,就不能靠本本、权威吃饭,必须一丝不苟、认认真真地钻研论证;务实,即任何科学的东西要站得住脚,就必须经过严格的实证考验,有一份证据说一份话,来不得半点虚假。求真可以看作是科学逻辑的可靠性证明,务实可以看作是科学实验的有效性证明,这两方面珠联璧合、相得益彰,并引申出科学精神中怀疑批判、勇敢创新、臻于完美,甚至宽容失败的品质。

科学是人类最富有创造性的活动,它既需要外部自由的社会条件,也需要内部自由的探索氛围,更需要个人自由的心灵观照。科学的自由,包括“思想上不受权威和社会偏见的束缚,也不受一般违背哲理的常规和习惯的束缚”,以及不会因为发表意见“而遭受危险或者严重的损害”^①。学术自由,包括思想自由和表达自由是有所发现、有所发明的必要条件。科学在改变世界面貌的同时,也在改变人类自己的精神面貌,科学成长过程中形成的探索传统、认知方式、行为规范和价值取向,对人类的精神生活产生了巨大而深远的影响。“科学的精神气质是指约束科学家有情感色彩的价值观和规范的综合体。这些规范以规定、禁止、偏好和许可的方式表达。它们借助于制度性价值而合法化。这些通过戒律的儆戒传达、通过赞许而加强的必不可少的规范,在不同程度上被科学家内化了,因而形成了他的科学良知,或者用近来人们喜欢的术语说,形成了他的超我。虽然科学的精神气质并没有明文规定,但可以从科学家的道德共识中找到,这些共识体现在科学家的习惯、无数讨论科学精神的著述以及他们对违反精神特质表示的义愤之中。”^②

当然,科学探索真理,但并不能简单地等同于真理,也不能与正确混为一谈。因为科学是一个不断进步的过程,今天“正确的”东西,明天就未必正确。判断某个学说是不是科学,不是看它的结论,而是看它所依据的方法,是否为体制所认可,是在什么样的精神指导下进行的……

本书是我们几位友谊合作的一份成果,署名顺序也是按第一编(肖)、第二编(刘)、第三编(吴)安排的,没有什么重要性的孰先孰后。注释每讲单列,有关文献首次引用提供了出版(发表)的完全信息,再次引用就略去版次之类。我们为这项工作的完成有如释重负之感,不足之处在所难免,恳切希望得到专家和读者的指正。

① 见《爱因斯坦文集》第三卷,商务印书馆1979年版,第179页以下。

② [美]R·K·默顿:《科学社会学》上册,商务印书馆2003年版,第363—364页。

目 录

导 言	1
-----------	---

第一编 科学思想史

第一讲 古代的科学形态	3
一、神话(迷思)滥觞	3
二、古希腊自然哲学	6
三、西方科学思想之雏形	9
四、东方的贡献	14
第二讲 近代科学的起源	18
一、中世纪的情景	18
二、文艺复兴时期的人文与自然	23
三、“科学革命”	26
四、“世界是一架大机器”	30
第三讲 理性的时代、科学的时代	34
一、启蒙张扬“理性”	34
二、近代科学的扩展与延伸	38
三、生命科学的兴起与进化论	45
第四讲 现代科学的图景与走向	51
一、20 世纪以来科学发展的态势	51

二、新科学的迹象	59
三、“科学主义”批判	65
第五讲 中国传统科学思想与技术发明	70
一、中国古代的科学技术	70
二、中国传统科学思想与活动的特点	75
三、“四大发明”走向世界	80
四、关于“李约瑟难题”	84
【延伸阅读1】	88
【延伸阅读2】	99

第二编 科学方法论

第六讲 开启科学大门的钥匙	125
一、科学方法与科学方法论	125
二、科学方法的演进	129
三、科学方法的价值	134
第七讲 一阶(经验)科学方法	137
一、科学来自于问题	137
二、获取科学事实的方法	143
三、观察(实验)的理论负荷	147
四、观察实验中的机遇	150
第八讲 二阶(理性)科学方法	154
一、科学离不开抽象	154
二、逻辑方法	159
三、非逻辑的方法	165
四、创造性思维方法	168
五、系统科学方法	171
第九讲 科学假说与科学理论	174
一、假说是一种科学形态	174

二、科学理论的结构	179
三、科学发展的模式	186
第十讲 技术方法与技术创新	192
一、技术发明	192
二、技术方法	195
三、技术创新	203
【延伸阅读 1】	209
【延伸阅读 2】	217
【延伸阅读 3】	227
【延伸阅读 4】	232
【延伸阅读 5】	241

第三编 科学社会学

第十一讲 科学技术的社会建制	247
一、社会学视野的科学与技术	247
二、科学技术的建制化	251
三、科学共同体和技术共同体	254
四、科学技术体制与国家创新体系	258
第十二讲 科学技术的运行及其规范	262
一、科学界的社会分层	262
二、科学的社会运行	266
三、技术的社会运行	270
四、科学精神与规范结构	274
第十三讲 科学技术发展的社会条件	279
一、为什么是西方?	279
二、社会因素的多维解读	283
三、社会支持系统	288
四、知识产权与专利制度	292

第十四讲	科学技术的社会功能	296
	一、一个价值论的考量	296
	二、科学技术与物质文明	300
	三、科学技术与现代精神	303
	四、科学技术的“异化”问题	307
第十五讲	科学、技术与人文	311
	一、“两种文化”	311
	二、科技活动的人文关怀	315
	三、科学家的社会责任	319
	四、科学技术与人的发展	323
	【延伸阅读 1】	329
	【延伸阅读 2】	336
	【延伸阅读 3】	348
	【延伸阅读 4】	358

第一编 科学思想史

第一讲 古代的科学形态

我们称之为“科学”的东西,并不是一开始就像现在这个模样;我们也不得不承认,今天无论科学知识、科学方法,还是科学精神主要来自于西方。追溯上去,远古神话中对自然神的崇拜,并提炼出体现自然力量的秩序观念,特别是受到自然哲学的强烈熏陶,都有助于培养认识自然的兴趣,提高改变自然的技能。事实上,西方科学思想有两个重要的传统,即“拯救现象”与“逻各斯中心主义”,这在起初就表现为古希腊罗马时代的(科学)发现与(技术)发明,而它们也最接近我们现在所理解的科学面貌。与之相比照,东方文明,包括古埃及、古代两河流域、古代中国与古代印度文明则更古老、更关注农业,他们的科学似乎不那么系统与严谨,而显得更实用,也更富有人情味。

一、神话(迷思)滥觞

神话(myth)的本义,或许就像它的音译一样,是“迷思”,而相比于蒙昧或懵懂,那是一种颇有想象力的、虚构的、不可靠的“思”。

远古时代的各地神话充满着对自然的神秘感与敬畏。

(一) 创 世 故 事

在古埃及神话中,从混沌中诞生了拉(Ra),太阳、月亮分别是拉的双