

科学活动论

刘大椿

科学活动论

刘大椿

人民出版社

封面设计：钱月华

科学活动论

KEXUE HUODONGLUN

刘大椿

人民出版社出版 新华书店发行

北京新华印刷厂印刷

850×1168毫米32开本 11.75印张 278,000字
1985年12月第1版 1985年12月北京第1次印刷
印数 0,001—5,800

书号 2001·317 定价 2.10元

序

多年来，在阅读和思考过程中积淀下一些愿望，其中之一，便是把科学作为人类活动来进行系统地探讨和论述。1983年春夏间，曾将一部分材料和想法在人民大学哲学进修班作过报告，就教于各位同行，似乎大家觉得还有点意思。有些同志怂恿我把它们整理出来。谁知一动笔，欠妥和单薄之处就此伏彼起，令人懊恼。后来又搜集了一批新资料，用以填缺补漏，直至另起炉灶。终于成了眼下这个样子，不知能自圆其说否？

当然，活动论完全算不上时髦观点，只是在我国学术界，尚有一点新鲜之感。不过，活动论的意义是不可小视的。国际上，在三十年代，随着科学学的诞生，强调科学是一种社会活动的意见就脱颖而出。第二次世界大战后，科学在发达国家里成为非常重要的社会体制，成为生产力、竞争力和经济成就的关键因素，再加上其他进展，仅仅把科学看作知识体系的传统观点就发生动摇了。本书希望能反映这个变化：不仅把科学看作既成的东西，而且把科学看作活动的过程；不仅考虑到科学活动的内在方面，还考虑到它与其他人类活动的关系及其在整个人类活动中的地位。

章节安排，自然是扣住科学活动这个主题铺陈的。第一章(科学论)具有导论性质，试图确认把科学看作活动的合理性，并概要说明科学活动的结构、特征和规范。从第二章到第四章(实验论、归纳论、理论论)，着重论述科学活动的认识论方面，涉及到科学活动中经验和理论两个认识层次，探讨了科学活动的一系列认识论问题。第五章(确认证)是从认识论到社会学论的过渡，论述了科

学的真理观和科学成果的社会确立过程。第六章(发现论)着重探讨科学活动的创造性,其中将科学与艺术这两种人类重要的创造活动进行了比较,并试图揭示科学发现的心理特征。第七章(科学家论)进一步从科学活动的主体方面来说明科学活动的心理和社会特征,强调指出科学共同体的科学社会功能。第八章(科学增长论)转入科学活动的发展规律这个主题,突出定量研究的成果,进而分析科学增长的机制和制约因素。最后一章(第九章,科学价值论)试图把科学活动放到整个人类发展的背景中,宏观地展现科学活动对人类历史的价值,以及科学活动在人类价值体系中的地位。当然,这也可以看作科学活动论的总结。

本书引用了国内外大量研究成果,其中能确切指明资料或观点出处的,均尽可能在脚注中说明,以便利读者进一步研究。但仍有一些是散见报刊论文、辗转传抄的材料,以讹传讹之处恐怕难免。我首先向读者致以歉意。对本书所引用到的有名或无名作者深表谢忱。

本书的写作,得到我青少年时代同窗好友卢泰宏的诚挚帮助。本书的提纲曾多次与泰宏讨论,他提出了极为宝贵的建议。特别是在我为日常事务所困之际,他慨然为本书准备了许多资料,草拟了部分初稿。没有他的帮助,恐怕此书只好暂时搁浅了。我很高兴能在这里代表泰宏说,本书为我们的友谊留下了一个纪念,它是我们早年梦想的一个回声。

我还要由衷地感谢人民出版社的编辑同志,他们为本书付出了辛勤的劳动。

对在本书写作过程中给予鼓励、支持的老师、朋友和亲人,我将永志不忘。

恳切地期待着专家和读者的指教。

1984年10月于北京

目 录

序	I
第一章 科学论	1
一 作为人类活动的科学	1
传统的看法	1
动态的观点	3
科学活动的结构	5
二 科学活动的基本特征	10
知识生产手段	10
“大”科学	12
科学与技术	16
三 科学活动的精神气质	20
社会规范	20
普遍性	22
竞争性	24
公有性	26
诚实性	28
合理的怀疑性	29
第二章 实验论	31
一 科学认识论的基本问题	31
实验的地位	31
观察和实验	37
科学实验的一般作用	41

二	科学实验的结构和特点	44
	仪器和测量	44
	科学实验的结构	52
	科学实验的特点	57
三	科学实验和理论思维	64
	科学实验是一种理性活动	64
	实验诸步骤中的理性思维	66
第三章	归纳论	74
一	科学事实及其概括	74
	两个重要的认识论问题	74
	客观事实和科学事实	77
	归纳：或然性推论	81
二	归纳法	86
	简单枚举归纳	86
	直觉归纳	87
	“关于实验研究中的四种方法”	88
	“穆勒五法”的哲学根据	94
三	统计	96
	大数现象和概率统计规律	96
	统计事实	98
	样本的选择	100
	统计推断	102
四	类比	104
	从“叩诊”和“红移”谈起	104
	类比的本质和根据	106
	类比的种类	109
	类比的作用和局限	115
第四章	理论论	119
一	科学认识的经验层次和理论层次	119

	科学认识的层次	119
	知性和理性	121
	理论认识中的抽象和具体	123
二	作为理论方案的假说	126
	必要的环节	126
	假说的特点	128
	假说向理论转化	131
三	方法论原理	134
	理性原则	134
	可检验性原则	141
	对应原理	145
	简单性原则	149
四	科学理论的结构和功能	153
	科学理论的结构	153
	假说—演绎方法	156
	科学理论的功能	161
第五章	确认论	167
一	确证观和确认观	167
	确证和确认	167
	实证论的确证观	171
	确证的实质是还原	173
	发现的逻辑和确认观	176
二	理论发展的模式	179
	“积累式”和“革命式”	179
	“中国套箱”观	180
	“科学革命”观	182
	科学理论在实践中发展	186
三	科学发现的社会承认	188
	确认是一个社会过程	188

社会承认的标准	191
发表	194
同行评议中的两个“原理”	198
“超时代”的发现	202
第六章 发现论	205
一 发现的艺术	205
科学活动与艺术活动	205
科学发现中的下意识	209
直觉和灵感	212
科学发现中的美感	219
二 机遇和有准备的头脑	223
机遇的客观性	223
有准备的头脑	226
有意识地利用机遇	228
三 科学创造性的培养	231
自我训练	231
实事求是的态度	232
广阔视野	234
谦虚的品质	237
强烈的创造意识	239
第七章 科学家论	245
一 科学家社会职业的出现及演化	245
“科学家”	245
一种新的社会职业	246
二 科学能力	249
科学家的能力结构	249
科学的观察能力	251
科学的思维能力	255
科学的想象能力	260

	实际操作能力	263
三	科学品格	267
	能力与品格	267
	对科学的热爱和献身精神	269
	兴趣、好奇心和满足	272
	顽强的意志	275
四	科学家共同体	281
	科学家的集团心理	281
	学派的形态特征	284
	学派的社会功能	287
第八章	科学增长论	295
一	科学的指数——逻辑型增长	295
	普赖斯增长曲线	295
	科学指数增长的若干指标	298
	逻辑增长曲线	305
二	科学增长的复杂结构	308
	学科兴趣中心的转移	308
	带头学科的更替	311
	科学活动中心的转移	315
三	科学生产率	321
	科学生产率的尺度	321
	平方反比律	324
	科学界的金字塔	329
四	科学增长的原因	334
	解释的要求和尝试	334
	系统分析的原则	339
第九章	科学价值论	342
一	科学与文明的进步	342
	两个提升过程	342

知识革命	348
二 科学的价值	351
复杂的科学价值观	351
真的追求和善	355
科学和美	360
历史的杠杆	363

第一章 科学论

在全世界,科学正成为国家活动的重要内容。这完全是第二次世界大战以后出现的新现象。

——凯尔迪什

一 作为人类活动的科学

传统的看法

什么是科学?

1979年出版的《辞海》写道:“科学是关于自然界、社会和思维的知识体系……是实践经验的结晶。”^①

1982年出版的《简明社会科学辞典》也写道:“科学 关于自然、社会和思维的知识体系。是社会实践经验的总结,并在社会实践中得到检验和发展。是精神文明的重要因素。”^②

我国大部分哲学教科书也是这样定义科学的。把科学定义为系统化的实证知识,代表了十九世纪以来传统的看法。这个定义从结果、从既成的形态概括科学的本质特征,自有其深刻之处,因而长期为人们所接受。

但是,这个定义在今天已不能说是令人满意的了。科学的历

① 《辞海》下册,上海辞书出版社1979年版,第3997页。

② 《简明社会科学辞典》,上海辞书出版社1982年版,第754页。

史是那样长,在这历史中它所经历的变化又是那样多,企图从某一个方面来抓住它的本质,总有些差强人意。

著名英国科学家、科学学创始人之一贝尔纳(J. D. Bernal)很早就注意了这个问题,他认为,科学“不能用定义来诠释”,“必须用广泛的阐明性的叙述来作为唯一的表达方法”。^①“科学”或“科学的”,在不同场合有不同的意义,只能在科学发展的一般图景中把它们联系起来。

按照贝尔纳的意见,科学可以取作若干主要形象,每一个形象都反映科学在某一方面所具有的本质。应当从它们全体中抽取科学的完整的意义。贝尔纳认为,当代科学所取的主要形象是:^②

“一种建制”。“科学作为一种建制而有以几十万计的男女在这方面工作”,科学既已成为社会职业,“科学家的所作所为,就成了科学的一种简易定义”。

“一种方法”。同科学本身一样,科学方法也有个不断生长的过程,因而无从给予定义。在科学建制中,科学家从事科学职业,需要一整套思维和操作规则,有程序性的,也有指导性的,称之为科学方法。科学家遵循和运用这套方法取得科学成果。

“一种累积的知识传统”。科学具有累积性,因而“不同于人类的其他大建制,如宗教、法律、哲学和艺术”。科学的每一收获,不论新旧程度如何,都能随时经受得起用指定的器械对指定的物料来检验,否则就被科学排除。这种公认的客观检验标准,在其他传统中是不存在的。相应地,科学家的个人工作成果,很快就被科学完全吸收。举例说,艺术作品是非常个性化的,但和欣赏艺术对比,除了少数科学家和科学史家,几乎没有人注意那些名垂青史的科学原著,它们已经并入科学总体中了。

① 贝尔纳:《历史上的科学》,科学出版社1981年版,第6页。

② 参见上书,第6—27页。

“一种维持或发展生产的主要因素”。上述特征还不能解释今日科学的种种主要作用，也不能说明科学为什么能作为专业化的社会活动而兴起。科学与技术变化的密切结合，导致生产的发展和社会进步。“在较早的时期，科学步工业的后尘，目前则是趋向于赶上工业，并领导工业。正如科学在生产上的地位被人所认清的那样。科学是从车轮和罐缶学习而来的，但却创造了蒸汽机和电机。”认清科学的这个方面，才能了解科学最重要的进展。

一种重要的观念来源。科学是“构成我们诸信仰和对宇宙和人类的诸态度的最强大的势力之一”，科学不仅能供实际应用，“科学的另一同样重要部分是连结许多实用科学成就而构成的理论体制”。科学的知识体系在科学里一向占据极重要的地位。“科学的种种定律、假设和理论，除本身企求解释客观事实外，尚有一种更为广泛的关系”。科学知识必然反映出当时一般非科学的知识背景，受到社会的、政治的、宗教的或哲学的观念的影响，反过来又为这些观念的变革提供推动力。

贝尔纳对科学所取的一些主要形象的叙述，其内容不一定完全，也无须苟同，但应当承认，其见地是高人一筹的。科学通过许多方式与社会相互作用，本身也在发展过程中不断丰富和改变自己的含义。对科学的传统看法的确比较狭窄，有必要在科学论中引进一种更全面的观点。

动态的观点

有人不同意把科学看作知识体系，认为科学是知识的加工过程。保加利亚学者T. H. 伏尔科夫写道：“科学的本质，不在于已经认识的真理，而在于探索真理。”“科学本身不是知识，而是产生知识的社会活动，是一种科学生产。”^①美国科学学专家小李克特

^① 参见夏禹龙：《科学学基础》，科学出版社1983年版，第45页。

(M. N. Richter, Jr)也说：科学是“一种社会地组织起来探求自然规律的活动。”^①

从词义上看，科学不但有知识的意思，也有作为一种活动的意义。上述意见强调科学是一个动态过程，而不是静态知识，这为概括科学提供了另一个极其重要的方面。当然，排斥科学作为知识体系的意义，也是不妥当的。

我们可以象贝尔纳那样，用描述的办法，揭示科学与社会作用的种种方面，由此分析科学的意义。这是对科学着重从社会学的角度加以论述的方法。有什么办法还能兼顾到认识论的角度以及心理学的角度呢？动态的观点启发了我们。如果把科学看作一种重要的人类活动，那么，不是既可以探讨这种活动的结果与导致结果的过程，又可以探讨这种活动与其他人类活动的关系吗？一旦实施这个方案，对科学作认识论的分析与心理学、社会学的分析就统一起来了。统一的基础就在于：当代科学正是这种内容丰富、影响深远的人类活动。

把科学看作人类活动并不是任意的创造，多少年来，科学的发展早已迫使人们作出这样的概括了。《苏联大百科全书》1974年版有关科学的条目写道：“科学，是人类活动的一个范畴，它的职能是总结关于客观世界的知识，并使之系统化；科学是一种社会意识形态。在历史发展进程中，科学可转化为社会生产力和最重要的社会体制。‘科学’这个概念本身不仅包括获得新知识的活动，而且还包括这个活动的结果，即当时所得到的、综合构成世界的科学图景的科学知识的总合。‘科学’这个术语还被用来表示科学知识的各个领域。

科学的直接目的是描述、解释和预言世界的过程和现象，这

^① 参见小李克特：《科学的自主性——一个历史的和比较的分析》，译文见《科学技术发展政策译丛》(3)，中国科学院政策研究室1982年版，第19页。

些过程和现象是人从根据科学已发现的规律加以研究的对象。所以广义地说,科学的直接目的是对客观世界作理论表达。”^①

这种理解,显然比单纯把科学看作知识体系或者知识生产过程来得全面和深刻。我们也不必把它当作完美的定义,事实上,它不是无懈可击的,但可以确认科学作为人类活动这个前提。探讨科学活动的本质时,至少要注意下述几个要点。

第一,科学在今天是人类特有的活动形式,是从事新知识生产的人们的活动领域。现代科学已不再局限于个别科学家自发的认识过程,而表现为一种精神生产形态,表现为科学家、科学工作者的共同活动。他们被社会地组织起来,服从一定的社会规范,为达到预定的目的而使用各种物质手段和周密制定的方法。

第二,科学又是人类特定的社会活动的成果,它表现为发展着的知识系统,是借助于相应的认识手段和方式生产出来的。科学活动的成果是一种精神产品,即对客观世界的理论表达。科学活动的直接目的和最高价值,在于达到对客观世界的真理性认识。

第三,科学活动离不开独特的物质手段,但在本质上是精神的、智力的活动。科学活动具有极大的创造性,这一点与它遵循特定的认识规律、心理规律是相辅相成的。

第四,科学活动组成一种社会体制,是整个社会活动的一部分。现代科学活动与生产活动有最密切的关系,前者是后者的准备及手段。知识并入生产过程、知识转化为直接生产力,这都是科学活动的重要方面。科学活动与其他社会体制,如军事、政治、文化诸活动,也彼此渗透,互相作用和影响。

科学活动的结构

从宏观来看,当代科学活动形成为特定的结构,这就是由基础

^① 阿列克谢耶夫:《科学》,《科学与哲学》1980年第4辑,第17页。

研究、应用研究和开发研究三种科学活动组成的庞大而有机的体系。这是一种社会结构,其最显著的特征是,科学工作已经成为一种重要的社会职业,科学事业也成为社会生活的一个基本部门。科学活动与物质生产活动并驾齐驱、相互联系,与其他社会活动也有非常紧密的关系。

基础研究包括理论和实验两个方面的工作,分成基础理论研究和应用基础研究两部分。基础理论研究指数学、物理学、化学、天文学、地学和生物学这六大学科中纯科学理论研究的领域;应用基础研究即定向基础研究,或技术科学方面的基本理论研究,包括材料力学、工程力学、工程热物理学、化学学、水力学、计算机科学等的研究。基础研究这种科学活动的主要目的在于分析事物的性质、结构以及事物之间的关系,从而揭示事物所遵循的基本规律。联合国教科文组织对基础研究有个界说,这里姑且借用一下。它认为:基础研究是“旨在增加科学、技术知识和发展新的探索领域的任何创造性活动,而不考虑任何特定的实际目的。”^①

这个界说强调了基础研究作为活动的特征:创造性和不直接与实用相联系。用习惯的用语来说,所谓不考虑实际目的,意味基础研究这种科学活动,不是为了直接的实际应用,它的基本任务在于对客观世界作出理论说明,建立宏观世界的知识体系,从而为应用研究和应用研究提供理论基础。基础研究与传统理解的科学活动比较一致,它直接以认识世界为目的,以追求真理为最高价值。

应用研究和开发研究,相对来说,具有较强烈的时代气息,它们是十九世纪以来逐渐占据主要地位的科学活动。应用研究致力于解决国民经济中所提出的实际科学技术问题,它的对象,核心是

^① 参见孙显元:《科学和生产力》,上海人民出版社1982年版,第71页。