

目摇摇录

科学活动论

前言	(猿)
第一章摇科学论	(缘)
摇一、作为人类活动的科学	(缘)
摇二、科学活动的基本特征	(苑)
摇三、科学活动的精神气质	(苑)
第二章摇实验论	(苑)
摇一、科学认识论的基本问题	(苑)
摇二、科学实验的结构和特点	(源)
摇三、科学实验和理论思维	(缘)
第三章摇归纳论	(远)
摇一、科学事实及其概括	(远)
摇二、归纳法	(苑)
摇三、统计	(愿)
摇四、类比	(愿)
第四章摇理论论	(怨)
摇一、科学认识的经验层次和理论层次	(怨)

摇二、作为理论方案的假说	(员源)
摇三、方法论原理	(员员)
摇四、科学理论的结构和功能	(员)
第五章 摇确认论	(员)
摇一、确证观和确认观	(员)
摇二、理论发展的模式	(员)
摇三、科学发现的社会承认	(员)
第六章 摇发现论	(员)
摇一、发现的艺术	(员)
摇二、机遇和有准备的头脑	(员)
摇三、科学创造性的培养	(员)
第七章 摇科学家论	(员)
摇一、科学家社会职业的出现及演化	(员)
摇二、科学能力	(员)
摇三、科学品格	(员)
摇四、科学家共同体	(员)
第八章 摇科学增长论	(员)
摇一、科学的指数——逻辑型增长	(员)
摇二、科学增长的复杂结构	(员)
摇三、科学生产率	(员)
摇四、科学增长的原因	(员)
第九章 摇科学价值论	(员)
摇一、科学与文明的进步	(员)
摇二、科学的价值	(员)

《科学活动论·互补方法论》出版记

1979年前 , 演缘时会 , 我从科学领域转向哲学探索。

那是改革开放之初 , 辗转在长江边上一个小城的我来到首都北京 , 感觉上就像长居封闭的铁屋 , 突然开启了门窗 , 麻木的思绪转而苏醒。当我从数学园地里的一名“园丁”变成哲学庙堂中的一个“行者”之时 , 纷至沓来的思想材料使人生愉悦 , 迅速变化的世界震撼着心灵。于是 , 萌生了要做点什么的意愿。

多年的阅读思考 , 其中的一个焦点就是科学。究竟怎样看待科学 ? 各种流行的教科书和辞典毫无例外地都把科学定义为“知识体系”。真是这样吗 ? 政治家、科学家、哲学家和普通老百姓各说各话。例如 , 英国科学家、科学学创始人之一贝尔纳在《历史上的科学》中就有不同见解 , 认为当代科学应该取作若干主要形相。有无可能把曲解矫正、把臆断破除、把神话消解呢 ? 我认为关键在换一个切入点 , 应像科学所呈现于世人的那样 , 采取一种多元的、动态的视角 , 才有助于恰当地、实事求是地把握科学 , 这样就有了《科学活动论》。

主要是受贝尔纳观点的启发 , 我发现科学不但有知识的意思 , 还有作为活动的意义。如果把科学看做一种重要的人类活动 , 自然而然地 , 就可以既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。一旦贯彻这种活动论的观点 , 对科学作认识论的分析与对它作心理学、社会学的研究就统一起来了。

这种理解令人欣喜 , 因为它显然比把科学单纯看做知识体系来得全面和深刻。在 1980年代最初几年的笔耕中 , 我顶着当时可以理解的反对之声 , 坚持确认科学作为人类活动的这个前提。

拙著《科学活动论》在人民出版社出版后，“活动论”不胫自走，颇为学界同仁和普通读者所注意。《中国社会科学》、《人民日报》、《哲学动态》、《中国青年报》等报刊为此曾发表多篇书评和专访，形成了一定的社会影响。在我的感觉中，到了 1980 年代末，已不再有比较重要的反面意见了。《科学活动论》中大多数论点现在已为学界视为当然。

在那之后的一段时期，我主要转向方法论研究。

其实，我一向偏爱方法论，因为方法论给人的不仅仅是既成的产品，而且是产品借以制造出来的工具。方法论作为一种分析似不应看做一种可以盲从的指令，只有在理论和实践两方面把握现实的能力比较发达时，才能产生对不同的方法、对它们的应用范围以及它们之间的关系进行哲学反思的必要和可能，才能提出真正的方法论问题。当代科学活动的重大特点之一，是以方法论问题作为形成科学各种崭新思想的必要条件。在对自然科学和人文社会科学的研究中，哲学反思不仅仅是刻画已有的科学形象，而且本身也参与实际的科学活动，并在某些方面对实际加以改造。以方法论为核心的哲学反思是超越科学中现成思维模式的不可或缺的手段，是获取科学突破的重要条件。

我对方法论研究的心得，除了散见在陆续发表的一些论著间，都集中在中国文化书院作为讲义印行的《比较方法论》中。当时要得急，书写得比较仓促，篇幅也不大。后来应约改写，交世界知识出版社出版，取名为《互补方法论》。在该书中，我对先后流行的各种方法论思想和问题进行比较，提出了一种互补的理解。所以《瓦补方法论》又可以说是“多重视角下的方法论”。

真正聪明的人，是能在头脑中同时容纳数种不同观点的人。对于方法，也必须破除那种封建式的从一而终的迂腐观念。善于解决问题的人，总是能在不同的方法间为自己保留必要的选择余地，时刻重建自己的思路。许多至今还被认为是错误的观念，行不通的方法，明天就可能变成正确的思路、有效的工具。在此一场合不适用的方法，换到彼一场合也许恰好派上用场。因此，决不要轻意对自己说：什么是绝对正确的，什么是完全错误的，决不要成为某种方法程式的俘虏，作茧自缚。同样，也不要先验地排斥任何方法程式，使之失去可能的作用。在我们的思想中，应当允许互补的观点、方

法、程式同时并存 重要的是善于比较和作具体的取舍。

许多年过去了 ,山河依旧 ,人事已非。欣慰的是 ,《科学活动论》和《互补方法论》中的许多观点和想法尚不断有人对我说是很有意义的。现在 ,广西师范大学出版社把它们结集出版 ,但愿这对于科学和方法而言 ,是一种新的互补性活动。衷心希望它们对今天的读者有所启发。

1984年夏于人民大学宜园

科学活动论

Kexue huodong lun

前摇摇头言

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。曾将一部分材料和想法就教于各位同行。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,在二十世纪七十年代,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,仅仅把科学看做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:不仅把科学看做既成的东西,而且把科学看做活动的过程;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,试图确认把科学看做活动的合理性,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(确认证论)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,这也可以看做科学活动论的总结。

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。

对在本书写作过程中给予鼓励、支持的老师、朋友和亲人,对为本书付出辛勤劳动的编辑同志,我将永志不忘。

恳切地期待着专家和读者的指教。

第一章 科学论

摇摇在全世界 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

1980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20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。

① 《辞海》（下册），上海辞书出版社 1979年版，第287页。

② 《简明社会科学辞典》，上海辞书出版社 1980年版，第287页。

但是,这个定义在今天已不能说是令人满意的了。科学的历史是那样长,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(贝尔纳)很早就注意到了这个问题,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惟一的表达方法’”。^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:

“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”。^②

“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。

“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

① 贝尔纳:《历史上的科学》科学出版社1956年版 远页。

② 参见上书 远-圆页。

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联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做知识体系,认为科学是知识的加工过程。保加利亚学者裁爱托尔科夫写道:“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(配爱利)也说:科学是“一种社会地组织起来探求自然规律的活动”^②。

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。

我们可以像贝尔纳那样,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。如果把科学看做一种重要的人类活动,那么,不是既可以探

^① 参见夏禹龙:《科学学基础》科学出版社 1984年版 156页。

^② 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》(狗),中国科学院政策研究室 1984年版 15页。

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。

把科学看做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》¹⁹⁵⁹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和。‘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做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

^① 阿列克谢耶夫:《科学》,载《科学与哲学》¹⁹⁵⁹年第 1 辑,页 67。

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、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 ,从而为应用研究和发展研究提供理论基础。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 现代世

^① 参见孙显元 :《科学和生产力》,上海人民出版社 1980年版 ,76页。

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、核心是技术,在整个科研体系中起着关键的作用。科学理论和生产,一般是通过应用研究联系起来的,它一方面开辟科学理论转变为技术的方向,一方面将技术和生产的信息反馈给科学。通过应用研究,可以把理论发展到应用的形式,使理论具备为人类实践直接服务的可能性。应用研究的直接目的已经不是求知或求真,它的着眼点转向了确定基础研究成果的可能用途,以及利用这些成果达到预定目标的方法。但是,当应用研究达到自己的目标时,必定增加人类的知识,反过来会促进基础研究。对于下面要说到的开发研究,情况也是这样。

开发研究是当代更为普遍的科学活动形式,它直接从事生产技术方面的研究,担负着把科学技术直接转化为社会生产力的工作。应用研究的成果,只是在技术上成功了,还有个交付实际生产的问题。大规模生产的技术保证以及可行性考虑,都是从潜在或可能生产力变成现实生产力所不可缺少的。联合国教科文组织界说道:“实验发展(即开发研究)是系统的工作,它凭借从研究或实验中所获得的知识,用它指导生产新的材料、产品和设计,建立新的工艺、系统和服务,并从本质上去改善已经生产或建立的那些材料、产品和设计。”^①

开发研究以对生产的直接性为特征,正是在这个部分上,科学活动结构与生产活动结构直接联系起来。不难理解,为什么在科学活动中,社会所提供的人力、物力、财力,分配给开发研究的总是居多。

基础研究、应用研究、开发研究是当今科学活动的必要组成部分,如何使它们之间保持一个合理的结构,在相当大的程度上影响一个国家的科技和经济发展速度和发达程度。把科学看做人类活动,探讨科学活动的本质(包括结构),这不但是正确反映当代科学的问题,也是关系到社会经济协调发展的实践问题。科学活动结构的恰当与否,如何建立一个完善的科研体制,在激烈竞争的今日世界上,对一个国家来说是生命攸关的大事。^②

苏联在十月革命后,继承了沙俄时期重视基础理论研究的传统,在数学、物理学、生理学等方面有很卓著的贡献。但是,苏联长期以来把大多数

① 参见孙显元:《科学和生产力》,96页。

② 以下关于苏联和日本资料参见夏禹龙:《科学学基础》,239-240页。

主要科学家投入基础理论研究,忽视应用与开发研究的作用,加上军事工业方面的畸形发展,给整个国民经济的发展带来了不良的影响。苏联在新兴技术方面,与西方世界相比,明显处于劣势。20世纪50年代中期,苏联企图用大力引进国外先进技术的办法改善工农业技术落后的状况。在第九个五年计划期间,进口了两千多套设备,包括钢铁、有色金属、汽车、石油化工、造纸、农业、水运、铁路等方面,这些设备占国民经济总设备费用的1/3左右。然而,由于应用研究、开发研究没有及时跟上,对于国外引进的复杂技术和精密设备,不能短期吸取、充分消化,结果花了大钱,收效不大。60年代以后,苏联开始认真考虑科研结构的合理化问题,提出研究重要的工程技术问题,承担关键技术的研究合同,是科学院的重要任务之一,并调整基础研究、应用研究和开发研究的轻重缓急,增加应用研究与开发研究的科研投资,以图从根本上改善科技的落后面貌。

日本在二次大战后经济全面崩溃,工业产值只有战前的1/10,农村缺粮严重。在这种几乎绝望的情况下,日本依靠美国的扶持,有组织地大量引进技术,短期内恢复和发展了工业,并建成日本自己的科研体系。20世纪60年代后期,日本经济开始“起飞”,国民生产总值在1969年内(1968~1969年)增长1.5倍,1970年超过法国,1972年超过西德,成为仅次于美国的资本主义世界的“经济大国”。现在,日本的人均收入已达到10000美元。1970年日本生产了1000万辆小汽车,超过头号汽车大国美国的汽车产量1/10。而且日本汽车约有一半以上是出口的,占领了相当大的世界市场,甚至占领了美国市场的1/10。日本已经成为美国的主要竞争对手。

日本是靠应用基础研究、应用研究与开发研究起家的,它的基础理论研究水平并不高。日本善于学习国外的基础理论研究成果,在雄厚的应用研究和开发研究的基础上,引进、消化、综合、改进国外先进技术,取得了高速度发展的成就。

科学活动结构怎样才算合理?在不同的国家,答案是不一样的。当然,这里有共性,就是应当协调发展。在发达国家,基础研究、应用研究与开发研究这三者的科研投资费用的比例,在1:1:1范围内是合理的。美国的情况大致如此。但国情不同,传统各异,各国应有自己的特点。60年代初期,日本曾一度强调基础研究,花费也较大,但在实践中逐步进行了调整。从1965~1969年这5年中,基础研究费用从1/3逐步减少至1/4,应

用研究从 0 元逐步减至 100 元,而开发研究费用从 100 元逐步增至 100 元,其比例为 1 元:100 元:100 元,其中第 1 项也主要是应用基础研究。

由基础研究、应用研究、开发研究共同组成科学活动这一当代世界的宏观事实,对于我们从理论上认识什么是科学,具有决定意义。把科学限于知识体系,就是把科学局限在基础研究的成果这个狭小圈子里。尽管基础研究的成果非常重要,对于科学最具特征性,但这样的概括毕竟是不充分的。把科学概括为人类活动,当代科学事业的宏大性才能得到如实的反映。

把科学看做人类活动,可以很自然地解释科学为什么是生产力。从微观的角度来看,生产力有几个基本因素:人、生产工具和劳动对象,科学主要通过这几个基本因素转化为生产力。这是传统的解释。有人根据这种解释,从科学是知识体系的定义出发,否认科学是直接生产力。不错,社会意识形态怎样能变成直接生产力呢?它们在历史唯物主义体系中,一个属于经济基础,另一个属于意识形态。因此只能认为是意识的东西转化成了基础的东西,而不能认为意识的东西直接是基础的东西。

事实上,科学不仅仅是知识体系,它是一种人类活动,这种活动在当代具有特定的结构。从宏观的角度来看,生产力有几个主要部分:科学技术、产业构成、生产力组织。科学活动结构与生产活动结构交叉,开发研究成为生产活动的直接准备,这就使科学直接成为生产力这个有机体的必要组成部分。用转化的观点来看,开发研究是在基础研究和应用研究指导下进行的,开发研究在科学活动结构中担当了把知识转化为直接生产力的角色,转化的过程不是别的,恰恰是科学活动极其重要的一部分。所谓科学并入生产,正是这个意思。

二、科学活动的基本特征

知识生产手段

科学活动既不同于物质生产活动,又区别于其他精神活动,它是人类一种独特的活动方式。

作一些简要的比较,可以揭示科学活动的主要特点。

科学活动具备实验这种实践方式。实验与物质生产一样,也是对象—工具活动,但是,它们的目的完全不同。在物质生产中,知识仅被用作思想工具,目的是生产出物质产品。在科学活动中,获得知识成为主要的和直接的目的,不论这种目的以何种形式体现出来——是理论描述,还是工艺过程;是实验数据的综合,还是某种制剂的化学式。除了目的,不同还在于:物质生产中的结果,原则上是已知的,而科学活动必须提供新的知识,结果是未知的。因此科学本质上是精神活动,是知识生产手段。

人们常常说,科学总的目的,不是取得某些实际成果,而是获得有关客观世界的新知识。但不要把这句话理解为,一个研究人员有权不去关心他所获得的知识的实际价值及其在实践中的应用情况,恰恰相反,每个科学家都应当经常地关注这一点。但是,不能认为取得直接的实际成果是科学活动的基本特征,尽管任何真正的科学发现,无论它起初看来是怎样的抽象,迟早会得到实际的应用。如果把科学活动的任务归结为只是达到实际的目的,那就会不可避免地把科学引入死胡同,扼杀科学发展的前景。著名美国物理学家、1901年诺贝尔物理奖获得者汤斯(悦爱播耀增译)说:“在大多数情况下,如果摆在高于一切的位置上的是对事情本身感兴趣,而不是对可从事务中吸取的好处感兴趣的话,那么,结果会是更加显著的。……技术的发展是有益的,对它不可忽视;但是,把一切都仅仅归结于此,却是极不恰当的。如果鼓励在追求知识和发明的基础上行事,那么,就所做的事情而言,成就可能是无比巨大的。”^①

当然,也不排斥抱着实用的目的去追求知识。射影几何的开拓者之一、法国数学家笛沙格(别爱摸拜恩译)曾经说:“我坦率承认,我从未对物理或几何的学习或研究抱有兴趣,除非能通过它们获得有助于目前需要的某种知识……能服务于生活的幸福与方便,能有助于保持健康,有助于施展某种技艺……我看到好大一部分技艺扎根于几何,如建筑上的采石工艺,制作日规,特别是透视法。”^②

这是一种典型的功利主义态度,但与我们的上述说法并不矛盾,因为在

^① 转引自米哈伊诺夫:《科学交流与情报学》科学技术文献出版社 1980年版 圆-猿页。

^② 参见克莱因:《古今数学思想》第一册,上海科技出版社 1980年版 猿猿页。