



现代科学技术概论

XIANDAI KEXUE JISHU GAILUN

刘文霞 宋琳 编著



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

北京科技大学“十二五”规划教材



现代科学技术概论

XIANDAI KEXUE JISHU GAILUN

刘文霞 宋琳 编著



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

内容提要

本书是一本针对普通高等院校文科大学生科学技术素质教育而编写的教材。全书共分为五章,分别从科学技术体系、古代和近代科技发展史、现代自然科学基本内容、高科技领域的状况以及科学技术与社会的相互影响五个方面,深入浅出地介绍了科学技术的基础知识以及包含在科学技术发展过程中的科学精神、科学思想、科学技术的社会功能等内容,提供了一幅现代科技发展的“全景图”。

本书适用面较广,既可用于普通高等院校各文科专业科学技术素质教育课程的教材,也可作为热爱科学技术、有志提高自身科学素养的读者的参考读物。

责任编辑:段红梅

责任校对:韩秀天

执行编辑:石陇辉

责任出版:卢运霞

图书在版编目(CIP)数据

现代科学技术概论/刘文霞,宋琳编著. —北京:知识产权出版社,2011.6

北京科技大学“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5130-0596-8

I. ①现… II. ①刘…②宋… III. ①科学技术-概论-高等学校-教材 IV. ①N43

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第098393号

现代科学技术概论

刘文霞 宋琳 编著

出版发行:知识产权出版社

社址:北京市海淀区马甸南村1号

邮编:100088

网址:<http://www.ipph.cn>

邮箱:bjb@cnipr.com

发行电话:010-82000860 转 8101/8102

传真:010-82000893/82005070

责编电话:010-82000860 转 8119

责编邮箱:duanhongmei@cnipr.com

印刷:北京富生印刷厂

经销:新华书店及相关销售网点

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:16

版次:2011年6月第1版

印次:2011年6月第1次印刷

字数:296千字

定价:35.00元

ISBN 978-7-5130-0596-8/N·006 (3487)

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题,本社负责调换。

前 言

21 世纪是人类依靠知识创新而取得发展的世纪，世界已进入知识经济时代。在新的世纪里，科学与社会将发生强相互作用，科学高度社会化，社会也将高度科学化。自然科学技术和社会科学知识在理论、概念与研究方法上也将更加融合汇流在一起。

科学技术和社会发展的新形势对人才培养提出了更高的要求。跨世纪的优秀人才必须具有复合型知识结构，必须具备综合运用知识的能力和整体思维能力，这对教育来说是一个挑战。近年来，高等学校普遍重视对大学生的素质教育，已经着手对理工类学生进行人文社会科学知识的普及，同时对文科学生也开展了现代自然科学技术的教育。

为了配合我校文科类大学生的科学技术素质教育，我们编写了本书，希望能培养出更多高素质、综合型人才。本书分为五章，分别从科学技术体系、古代和近代科技发展史、现代自然科学的基本内容、高科技领域的发展状况以及科学技术与社会的相互影响五个方面，深入浅出地介绍了科学技术的基础知识，以及包含在科学技术发展过程中的科学精神、科学思想、科学技术的社会功能等内容，主要作为北京科技大学文法学院法学、行政管理、社会工作专业的教材。

本书由北京科技大学文法学院长期教授“现代科技概论”课程的教师联合编写，第一章、第二章、第三章由宋琳编写，第四章、第五章由刘文霞编写，全书由刘文霞、宋琳统稿。本书在编写过程中得到了北京科技大学文法学院颜锋教授及教务处林海副处长的大力支持，并被学校列为“北京科技大学十二五规划教材”，获得北京市支持中央在京高校共建项目、北京科技大学教材出版基金资助，在此表示衷心的感谢。

由于时间仓促、水平有限，书中不当和失误之处在所难免，恳请同行和读者批评指正。

编者

目 录

第一章 科学技术概述	(1)
第一节 科学与技术的界定及关系	(1)
第二节 科学共同体与科学家的行为规范	(9)
第三节 科学技术的体系结构	(13)
第四节 科学技术发展的特点及趋势	(17)
第二章 现代科学技术的由来与演化	(22)
第一节 古代科学技术的萌芽与发展	(22)
第二节 近代前期科学的发端与第一次技术革命	(36)
第三节 近代后期科学的发展与第二次技术革命	(43)
第三章 现代科学的发展	(52)
第一节 现代物理学革命	(52)
第二节 粒子物理学的诞生	(60)
第三节 现代宇宙学的发展	(66)
第四节 现代地球科学的突破	(70)
第五节 现代生物学的发展	(76)
第六节 系统科学的建立	(82)
第四章 现代技术革命	(99)
第一节 当代高技术的崛起	(99)
第二节 引领新文明的信息技术	(104)
第三节 魅力无穷的生物技术	(129)
第四节 巧夺天工的新材料技术	(141)
第五节 前景广阔的新能源技术	(155)
第六节 无所不能的激光技术	(166)
第七节 方兴未艾的海洋技术	(171)
第八节 奔向宇宙的空间技术	(182)

第五章 科学技术与社会	(196)
第一节 科学技术的社会运行	(196)
第二节 科学技术的价值评价	(206)
第三节 科学文化与人文文化	(219)
第四节 可持续发展与构建和谐社会	(234)
参考文献	(249)

第一章 科学技术概述

第一节 科学与技术的界定及关系

一、科学与技术的概念界定与特征

(一) 科学

1. “科学”的含义

“科学”一词，来源于拉丁语“scientia”（英语为“science”），原意为“学问”或“知识”。19世纪下半叶，随着科学知识体系的初步形成，人们对于科学的含义有了更进一步的认识。著名生物学家、进化论的奠基人达尔文（C. R. Darwin）曾指出：科学在于综合事实，并从中得出一般的法则或结论。马克思和恩格斯在《神圣家族》一书中也曾经论证了科学的含义，指出：科学是实验的科学，科学就在于用理性方法去整理感性材料。归纳、比较、观察和实验，就是理性方法的主要条件。^①

在中国古代，《礼记·大学》中有“格物致知”的说法，意谓穷究事物的原理而获得知识。清代末年，人们把声、光、电、化等自然科学统称为“格致学”。日本明治时代的启蒙思想家福泽瑜吉首次把 science 译为“科学”，意思是分门别类加以研究的学问。1893年，康有为最早将“科学”一词引进中国。随后，梁启超在《变法通议》中、严复在其译著《天演论》中都使用了“科学”一词。从此，“科学”一词便在我国广泛使用。

当前，关于科学的定义说法很多，主要有以下几种：

- 1) 科学是按在自然界的次序对事物进行分类和对它们意义的认识。^②
- 2) 科学是作为一种整体的知识的总和……，或者在它总体上地描述、有

① 《马克思恩格斯全集》第2卷，第163页。

② 吕乃基译：[英]《新百科全书》第6卷，1976年版，第5292页。

计划地发展以及研究。^①

3) 科学是认识的一种形态。……是指人们在漫长的人类社会生活中获得和积累起来的、现在还在继续积累的认识成果——知识的总体和持续不断的认识活动本身。^②

4) 科学是在社会实践基础上历史地形成的和不断发展的,关于自然、社会和思维及其规律的知识体系。科学是对现实世界规律不断深入认识的过程。^③

5) 科学是关于自然、社会和思维的知识体系。^④或者说,科学是以范畴、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。^⑤

6) 科学学创始人 J. D. 贝尔纳 (John Desmond Bernal) 认为,现代科学是一种建制、一种方法、一种积累的知识传统、一种维持或发展生产的主要因素,以及构成我们诸信仰和对宇宙与人类的诸态度的最强大的势力之一。^⑥

上述情况表明,多年来,虽然许多哲学家、科技史家、科学学家都从各个方面对科学的确切定义进行过探讨,但至今尚未统一起来。科学史家 S. F. 梅森 (S. F. Mason) 认为“很难找到一种能简明表示适用于一切时间和地点的科学定义”。^⑦但是,概括起来,科学概念包括以下三个方面的内涵:

首先,科学是一种知识体系。人们是通过生产实践、社会其他实践和科学实验而得到知识的。然而,零散的经验知识还不是科学。科学是网罗事实、发现新事实并从中得出关于事物本质和普遍规律的理论知识。科学也不仅仅是某种事实和规律的知识单元,而是由这些知识单元组成的体系。

其次,科学是产生知识体系的认识活动。人们对客观世界的认识是一个由不知到知、由知之甚少到知之较多的动态过程。所以,知识体系也不是一成不变的。科学是一个不断发现未知事实和未知规律、并使知识体系演化的过程。在这个过程中,科学思想、科学方法、科学态度和科学实践是密切联系的。

最后,科学是一种社会建制。随着科学的发展,一方面科学在社会物质文明和精神文明建设中的功能日益显著,地位日益重要;另一方面,科学也由个人的工作发展到集体研究再发展成为一项社会化事业,不仅科学家,而且政

① 吕乃基译: [德]《百科全书》第12卷,1957年版,第556页。

② 朴昌权译: [日]《世界大百科辞典》第5卷,1976年版,第229页。

③ 《大百科全书》[苏]第29卷,1924年版,第241页。

④ 《辞海》,上海辞书出版社,1980年版,第1746页。

⑤ 《中国百科全书》哲学卷,中国大百科全书出版社,1987年版,第404页。

⑥ 贝尔纳:《历史上的科学》,科学出版社,1981年版,第684页。

⑦ 梅森:《自然科学史》,上海人民出版社,1977年版,第19页。

府、企业都直接参与科学事业。在某些学科领域，科学甚至成为一项国际性的事业，需要进行跨国合作。

科学具有上述丰富含义的基础是它是一种知识体系，而作为知识体系的科学概念又有广义和狭义之分。广义地说，科学包括自然科学、社会科学和思维科学；狭义地说，科学仅指自然科学。本书涉及的科学仅作狭义的理解，主要是指自然科学。

2. 科学的特征

(1) 理性和实证性

科学归根结底来自于对自然界的感性认识，科学知识单元包括观察和实验报告提供的关于经验事实的陈述性知识。感性经验反映的自然事物的现象，是局部的、零散的、肤浅的知识，但科学中陈述的经验事实，已经不是或不完全是直接的感性表象，而是在理性指导下，经过一定的理性概括，并表现为理性形式（概念、判断的形式）的经验知识。

要将感性认识上升到逻辑的和理性的认识，科学的知识单元还必须包括以定律、定理来表述的判断性知识或反映过程必然性的程序性知识，以及揭示对象本质和原因、表现为假说和学说的解释性知识。只有系统地认识到客观事物的规律性和本质，能够确认和解释对象及过程是什么、为什么时，科学才能成为科学。

经验事实经过进一步加工成为判断性知识和解释性知识，才能成为完整的理论或理性认识。科学理论的一个重大特点就是它具有逻辑性，是一个由概念、定律、定理、学说和数学推理等构成的有条理的自洽的知识体系。

科学理论必须是对客观事物和过程的真实的反映，它是否真实，是否是客观真理，必须经过科学实验的检验。实证性（可检验性）是科学又一基本的和显著的特征，是否具有实证性也是科学与非科学的划界标准。如果某种观点或学说在原则上既不可能由实践来证实（确认或肯定），又不能由实践证伪（否定、驳倒或推翻），就不属于科学的范畴。一切科学的东西都必须来自于实践，都必须接受理性的无情审查，都必须接受实践的严格检验。

(2) 探索性和创新性

科学是认识客观世界的动态过程，具有探索性。一方面，科学研究的对象异常复杂，真相往往与假象并存，需要研究者具备辨别真伪的判断能力，以及透过现象认识事物本质的抽象思维能力。另一方面，科学活动特别是现代的科学活动，虽然具有一定的目的性和计划性，但与按既定规程运作的物质生产过程不同，科学活动面对的是未知的或知之较少的世界，它难以完全按预定的目的和计划进行。在科学认识中充满着机遇，这是科学认识的特点也是它的优

点。正因为人们在科学工作中不能完全确切地知道它的结局，才会有出人意料的创新。

创新是科学的本质，不断探索未知和创造新的知识是科学的根本任务和基本特征。科学的创新性体现在相互联系的两个方面：一是不断揭示自然事物的新的属性和新的自然过程，提出新的观点和原理；二是运用新知识去创造物质文明的新成果。

自然科学的探索和创新是永无止境的，是不断发展、进步和完善的。科学与保守、僵化观念，与教条主义是水火不容的。

(3) 通用性和共享性

首先，科学具有通用性。科学作为知识体系，属于社会精神文明和社会文化的范畴，或者说它是一种通用的文化意识。科学与政治、法律、思想、哲学、道德、宗教观念等社会意识形态不同，后一类社会意识形态属于社会上层建筑的范畴，由一定的社会经济基础决定，反映社会经济制度、社会关系的内容，为壮大、巩固和发展某种社会经济基础服务；随着社会革命和经济基础的变革，这些社会意识形态必然会或迟或早地随之变化。社会经济制度虽然会影响到科学活动和科学事业的兴衰，但它不能决定科学认识的内容。科学是人们认识自然的成果，它直接反映人与自然界的关系。科学发展取决于生产力发展的水平和性质，社会经济制度的变革和统治集团政策的改变，不会导致自然科学内容的改变或丧失。

科学知识具有通用性，本身没有阶级性，不存在与特定国家、特定民族或特定集团的特殊利益相关的科学。科学知识具有共享性，即所有的人都可以利用，能够被任何阶级的人们掌握，对任何阶级的活动都发生作用。

由于科学具有通用性和共享性，所以科学无国界。然而，那些研究、掌握、利用科学的人是社会的人，在阶级社会里是从属于一定阶级、一定社会集团和一定国家的，科学家有祖国。在实现世界大同以前，科学家总是要为自己国家的科学事业作贡献，总是要为一定的利益集团服务，并受到统治阶级的支配和制约。

(4) 一般生产力和潜在生产力

科学活动是社会的一种精神生产事业，其产品是它生产的科学知识。科学产品与其他产品不同，它可以用于社会物质生产并不断提高物质生产力水平。科学在未与物质生产结合之前，表现为物质生产的精神潜力，即以知识形态存在的一般生产力，或者说是一种潜在的生产力。科学一旦应用于物质生产，便物化为直接生产力，成为一种显在的生产力。当然，由一般生产力到直接生产力要经过转化过程，技术就是这个过程中的中介环节。技术起的作用就是将科

学知识引入到生产力诸要素中去,促使这些要素发生变化,从而提高社会生产力的水平。

(二) 技术

1. “技术”的含义

“技术”一词来自希腊语“*techne*”,意为“技巧”、“本领”、“艺术”。在中国古代,技术泛指“百工”,成书于战国时期的《考工记》指出“天有时,地有气,材有美,工有巧,合此四者然后可以为良”。天、地、材可以看做是自然界和物质的特性,“工有巧”则是指工匠的技术。在很长时期里,人们把技术看做是世代相传的制作方法、手艺和配方。17世纪初,人们把 *techne* 同 *logos* (言辞、说话)结合起来,形成了 *technology* (技术)一词。18世纪末,法国哲学家狄德罗在他主编的《百科全书》中把技术定义成“为了完成特定目标而协调动作的方法、手段和规则相结合的体系”。目前,关于技术的定义有很多,主要有以下几种:

1) 技术是“满足整个公共需要的物质工具、知识和技能的集合。”^①

2) 技术是“人工制造的人们活动的手段的总和。”^②

3) 技术“泛指根据生产实践经验和自然科学原理而发展成的各种工艺操作方法和技能,如电工技术、焊接技术、木工技术、激光技术、作物栽培、育种技术等。除操作技能外,广义地讲,还包括相应的生产工具和其他物质设备,以及生产的工艺过程或作业程序、方法。”^③

4) “技术一般指人类为满足自己的物质生产、精神生产以及其他非生产活动的需要,运用自然和社会规律所创造的一切物质手段及方法的总和。”^④

一般认为,技术是人们为了实现特定目的而应用的一种手段和方法,这种手段和方法包括物质手段(工具和设备等)、知识、经验和技能以及组织形式等。

2. 技术的特征

(1) 技术是人类社会的需要与自然物质运动规律相结合的产物

技术是人们利用和改造自然的一种实践活动。就具体的工程技术发展过程来看,一般的程序是:根据社会的需要,应用科学知识和生产经验形成技术原理;经过工程规划、工程设计使其转化为产品研制;最后制造出合乎要求的产

① [阿根廷] 赫里拉:《技术的新作用》,转载于《科学与哲学研究资料》1980年第5期。

② [苏] 舒哈里京:《技术与技术史》,转载于《科学与哲学研究资料》1980年第5期。

③ 《辞海》,上海辞书出版社,1980年版,第1532页。

④ 《哲学大辞典》,上海辞书出版社,1992年版,第779页。

品。概括起来，这是人们把技术原理知识同具体的物质手段相结合转化为直接生产力的过程，这一过程表明技术是人们利用自然物、自然力为自身服务的一种实践活动。随着技术原理的不断深化，人们利用的物质手段不断改进，技术也随之发展和提高。

技术具有自然属性。技术属于人类社会利用和改造自然的范畴，在本质上反映着人对自然的能动作用。人类对自然界的利用和改造是一个物质、能量和信息的转换过程。作为手段和方法的技术必须依靠自然事物和自然过程，符合自然规律；现代技术更是人们自觉利用自然科学知识创造出来的。但是，人们在技术活动中并不是消极地、被动地顺应自然过程，并不是听任自然规律自发地起作用。技术的目的性打破了自然界的“常规”。人们使用技术作用于自然界，可以有选择性地强化某些自然规律的作用，而抑制另一些自然规律的作用，从而实现自己的意图。技术目的性是技术的起点和归宿。

技术同时还有社会属性。人们利用技术创造了一个社会化的自然或“第二自然”，即一种介于自然与社会之间的人工自然。技术是创造人工自然的手段，也是人工自然的主要内容。技术和技术目的还受到社会经济、政治和文化的强烈制约。在现代的市场经济体制下，技术本身就是商品，是企业谋取最大利益的手段，是国际竞争的筹码，是军事实力的支柱。技术活动乃至技术的性质与人们的社会需要密切相关，不能把技术的性质与技术的应用截然分割开来。同时，技术活动（如发明）也只有在社会共同协作下才能产生和实现。

（2）技术是客观的物质因素和主观的精神因素相作用的产物

在技术中客观的物质因素（工具、设备等硬件）和主观的精神因素（人的知识、经验和技能等软件）是统一的，既不能把技术仅仅理解为一种物质手段而忽视技术中人的知识、经验和技能，也不能把技术看做纯粹的精神因素而忽视物质因素。它是人们所具有的知识、经验和技能在与一定的物质手段相结合的过程中形成和发展的。技术既包含方法、程序、规则等软件，也包括物质手段的硬件，缺少其中的任一方面都不可能活生生的、现实的技术。软件与硬件相互作用并不断更新，使技术不断发展。

（3）技术是生产力的构成要素，是生产力性质和水平的标志

技术渗透于生产力的诸实体要素（劳动工具、劳动对象和劳动者），制约着它们相互结合的广度和深度；技术作为渗透性要素决定着生产力的性质、类型和水平。人们往往把某种主导技术作为特定历史时代的主要标志，如石器时代、铁器时代、蒸汽时代、电气时代、原子能时代、计算机时代、空间时代等。

但技术与生产力毕竟不是完全等同的，这不仅是因为存在着非生产性的技

术（如军事技术），即使是生产技术与生产力之间也有一定的区别：现实生产力还依赖于资源和气象等自然条件、就业人口数量、原材料供应和市场状况等社会因素。对某一时期、某一国家或某一企业来说，生产技术水平的提高未必都能同时收到提高生产力水平的效果，生产水平的下降也未必就导致技术水平的下降。从技术发展到生产力发展也有一个转化和实现的过程，并主要取决于社会经济条件和经济规律。

二、科学与技术的关系

（一）科学与技术的区别

在日常生活中，人们通常把科学与技术作为同一序列的范畴来应用，这反映了这两个概念之间固有的内在联系。但是，我们也必须看到两者之间的差异，科学与技术的区别主要表现在以下几个方面。

1. 科学与技术属于两类不同的范畴

科学是知识形态的东西，属于社会的精神财富。它的根本职能（目的）是认识客观世界，回答“是什么”、“为什么”、“能不能”的问题。而技术是一种物化形态，属于实践领域。它的根本职能在于对客观世界的控制和改造，完成“做什么”、“怎么做”的实际任务。

2. 科学与技术遵循两条不同的创新路线

科学发现和技术发明在过程、途径和方法上具有明显的区别。在科学研究特别是基础理论的研究中，实践（科学实验）经验虽然是不可缺少的，但就其目标来说，经验常常是由实践过渡到理论的中间环节和桥梁。一个科学理论的建立，本身就是对经验的扬弃。而在技术研究中，经验则不仅是发明的基础，而且往往是它的组成部分。在内容方面，科学研究与技术研究相比，后者具有更大的综合性。一条科学原理导致一项技术发明的情况是少见的。相反，一项重大技术发明的出现通常是一些或许多学科原理综合应用的结果。科学上的创新叫做发现，有重大成就者可获得科学奖；而技术上的重大突破叫做发明，捷足先登者享有专利权。

3. 科学与技术具有两种不同的社会价值

科学作为对客观规律的探索和概括，具有长远的、根本性的社会价值和经济价值。这是因为大多数理论上的重大发明和创新，终究会带来技术上的重大突破。此外，科学理论的发展还具有认识上、文化上、教育上和哲学上的价值，而且可以振奋民族精神，增强人们的进取精神以及培养实事求是的作风和创造精神，以至于成为衡量一个民族盛衰的重要标志。而技术作为改造客观世界的手段，其价值主要在于提高生产率和经济效益，即在于它的经济价值。科

学评价要看其是否具有创新性和真理性，而技术评判则要看其是否实用，有无明显的经济效益。

4. 科学与技术发展有不同的动力和机制

科学和技术的差别还表现在，科学发展的动力主要是科学家的好奇心、兴趣和社会责任感；遵循的机制则是政府出资支持、科学家自主研究、科学共同体评价认可。这里谈的科学，从科研的角度看，是指基础研究。而技术发展的动力则是社会的需求，特别是市场的需求，技术运行的机制是市场机制。

(二) 科学与技术的联系

科学与技术尽管是两个不同的概念，而且存在着不少差异，但是两者之间也存在很多固有的密切联系。

1. 科学理论的重大突破，日益成为技术进步的前提条件

当前，由于科学的飞速发展和技术的高、精、尖化，过去的那种脱离科学、先于科学出现的技术，现已完全不可能。纯经验的方法已经根本不可能再创造出诸如核反应堆、激光、电子计算机等技术手段。现代技术的任何重大进步，必须建立在基础科学的研究成果上。例如，没有核物理学的重大突破，就不会有20世纪40年代出现的原子能技术；没有分子生物学、分子遗传学的理论成果，就不会有今天的生物技术。这就是人们所说的技术科学化。

2. 技术的进步日益为科学的发展提供了强大的实验手段

20世纪以来，科学研究已经向微观、宇观领域以及生命运动的复杂系统进军。揭示这些领域的物质运动规律，不仅要靠丰富的想象和严密的理论思维，而且还要有精密的、具有特殊功能的科学仪器和实验装备。恩格斯在论及近代工业技术与科学发展的关系时曾指出：“从十字军东征以来，工业有了巨大的发展，并产生了许多力学上的（纺织、钟表制造、磨坊）、化学上的（染色、冶金、酿酒），以及物理学上的（眼镜）新事实，这些不但提供了大量可供观察的材料，而且使新的工具成为可能。可以说，真正有系统的实验科学，这时候才第一次成为可能。”^①

3. 技术日益成为科学知识转化为物质生产力的中介和桥梁

科学是知识形态的生产力，具有抽象的理论形式和创造性质。科学研究的直接目的是揭示自然界的客观规律。它并不能自觉地、直接地转化为现实的生产力，只有通过技术这个中间环节才能应用于生产，促进社会生产力的提高，这是人所共知的事实。过去，许多重大科学研究成果迟迟不能应用于生产，并不是科学认识本身不正确，而是没有转化为技术，没有找到把理论转化为生产

^① 《马克思恩格斯选集》第3卷，人民出版社，1972年版，第523～524页。

力的环节、途径和桥梁,从而使科学转化为生产力的周期变得很长。

现在,由于社会生产对科学技术的依赖,尤其是技术革命的发展,使上述转化周期大大缩短,从而出现了“科学—技术—生产”一体化的趋势,这就使科学与技术的关系更加密切,从而形成了一个相互依赖、相互渗透、互为因果、辩证发展的统一整体。正因为如此,当人们从社会生产的角度看待科学和技术的定义时,往往把两者统一起来,作一个整体范畴来研究论述。

第二节 科学共同体与科学家的行为规范

一、科学共同体

科学共同体的概念是在20世纪40年代由一些学者提出的。科学共同体的形成是科学作为社会组织的基础和核心的结果,它由学有专长的实际工作者组成,是指科学工作者在科学活动中通过相对稳定的联系而形成科学劳动的一种组织形式,它能独立自主地承担与其相适应的学术活动,有自己的章程、宗旨、规章制度。所以,科学共同体并非以科学为职业的科学工作者简单地、形式上地总和,而是有其深刻内容,即有着特殊的行为规范、精神气质和体制目标的组织,有共同的信念、共同的价值。

从科学史提供的资料来看,科学共同体的探索目标和方向是共同的,即以增进知识为己任,用知识造福于人类。正是在这样一种精神动力的支配下,科学共同体才成为有着强大生命力的社会集团。科学共同体的一个主要特点就是,原则上它是没有国家界限的。但是科学界里存在着分层现象,这是指由于科学家的传统惯例和评价标准不同,在科学共同体里形成了权威大小的差距。科学共同体是一种特殊的分层结构,它在本质上是一种权威结构。不过,权威的行使以及对权威的信仰、服从完全是建立在科学共同体成员自愿的基础上的。科学权威结构是科学共同体的行为规范和精神气质得以保持和发扬的重要保证。

科学共同体内存在着种种激励机制。美国的科学社会学家斯托勒(N. W. Storer)曾认为:“科学的规范结构与奖励结构之间互动的基本思想,为把科学理解为一种社会建制提供了坚实的基础”。^①所以科学共同体为了促进合乎其目标、规范的科学家行为的健康发展,精心设计了科学奖励系统作为

^① Norman W. Storer: *The Social System of Science*, Holt, Rinehart and Winson, 1966, 77-78, 83-85.

共同体内部社会运行的基本机制。对科学论著的奖励、对科学发现以及种种科学研究成果奖励的诸多形式都可以说是对科学共同体成员研究工作的承认和肯定。这种承认是对角色履行任务的认可，同时也是有创造的科学家将继续担任科学家角色的新的条件和保证。美国科学社会学家默顿（Robert King Merton）曾称“承认是科学王国的通货”，可以说，在科学界里，谋求“成果—承认”、争取科学发现的优先权，不仅是科学家行为的内在激励因素，也是庞大的科学共同体能够得以灵活运转的不竭的“能源”和动力。

二、科学共同体的表现形式

科学共同体作为科学家联系的非实体方式，具有多种表现形式，大体可分为社会内在形式和社会外在形式。社会内在形式就是学派、“无形学院”等形态，社会外在形式就是学会和国家的、社会的科学研究组织机构等形态。内在形式与外在形式并不是毫无关系的，二者实际上可以重合，比如学派以科学研究机构为基地，特定的学派构成学会的灵魂和核心等。

（一）科学组织的社会内在形式

1. 科学学派

科学学派是由一些具有共同学术思想的人组成的一种科学家集团，这些人之间保持着十分密切的学术思想交流或者长期的科学研究合作，他们有公认的学术权威作为带头人或领袖，有的学派还会产生世代相继的师承关系。学派还常常具有国际性。历史上曾经有过很多学派，像毕达哥拉斯学派、哥本哈根学派、布鲁塞尔学派、海森堡学派、维也纳学派、布尔巴基学派等。通常说来，学派组织具有以下几个特点：①有以权威学者作为组织核心的内聚性；②有集体竞争力的整体性；③有学术思想历史继承关系的传统性；④有学术思想上党同伐异的排他性。学派在科学发展上可以表现出巨大的推动力，它能使宝贵的学术思想经过集体的、几代人的共同努力，日益完善和成熟；它也有利于造成学术争鸣，保护真理、发展真理、批驳谬误。虽然学派的排他性可能形成闭关自守的不良后果，甚而可能导致削弱自身的生命力走向衰败，但是这种消极方面与其积极方面相比较而言是次要的。学派作为科学共同体的社会内在组织形式，具有其他科学组织不能代替的作用和地位，它是科学思想发展的内在的重要组织机制。

2. 无形学院

默顿认为，从社会学意义上，可以把“无形学院”解释为地理上分散的科学家集簇，是介于学派与一般科学共同体之间的一种科学组织形式。它与学派共同之处在于均是以优秀的科学家为中心，自由联合、自由讨论，可以及

时、灵活、没有世俗约束地进行学术思想的交流。但是，它的排他性不像学派那样强，也不像学派那样坚持某种特定的学术主张，它只是为了彼此间充分交流借鉴学术思想而形成一定的组织形式。无形学院也是科学共同体富有强大生命力、永久创造力的社会内在组织形式之一。现代科学前沿，常常是由少数人的非正式交流系统的“无形学院”先创造出新知识、形成新的想法，体现着科学研究的前沿。无形学院的种种活动往往会成为新兴学科崛起的温床。

（二）科学组织的社会外在形式

1. 学会

学会是科学共同体形式中人员最为广泛的社会外在组织形式，也是近代科学史上第一种正式的科学研究组织形式。它是受国家法律保护的职业科学家的团体，也是科学劳动者的集团利益的代表，它的主要任务是进行学术交流。在现代的国家里，各种各样的学会也是政府领导科学技术的智囊团和思想库，是促进社会科学事业发展的有组织的力量。在学会中，科学家的劳动方式是个体的，但是他们通过学会内部的刊物、会议等进行思想交流，共同提高。

2. 国家和社会领导下的科研组织

在现代社会中，存在着许许多多科学院、研究院、研究所和研究室等，这是科学最强的社会组织形式，其中，国家级的科研机构比较侧重于基础研究和综合性的应用研究，而地方、企业的科研机构则侧重于应用与开发研究，高等院校的科研机构则侧重基础研究和应用研究。

3. 科研中心

科研中心是国际兴办、国家兴办或者社会兴办的一种新的、强有力的科学社会组织形式，有一定的、专门的科研队伍和配套的实验设备以及资料情报与行政管理系统，能灵活有力地组织力量，实现重大的综合性的科学研究任务。从理论上讲，它是现代科学既分化又综合的发展趋势在科研组织上的体现。

当代社会还发展出大型的科学技术服务机构，如实验中心、测试中心、数据中心等。巨大的科学社会建制的形成提出了科学研究有效管理的优化决策等问题。

三、科学共同体的行为规范

在科学建制化的过程中，逐渐形成了科学的规范结构。科学社会学的创始人默顿1942年发表文章《科学的规范结构》，运用结构功能理论，提出了科学建制内部的规范结构。默顿认为：“像其他建制一样，科学也有自身共享和传递的观念、价值和标准，它们是经过设计的，并用来指导那些科学建制里的