

# 目 录

## 第一章 导 论

第一节 科学与技术的相关概念·····	(1)
一、科学知识及其特征·····	(2)
二、科学方法·····	(4)
三、科学精神·····	(6)
四、科学体制·····	(8)
五、技术和科学技术·····	(10)
第二节 近代科学革命与技术革命·····	(12)
一、古代科学技术·····	(12)
二、近代科学革命·····	(15)
三、近代技术革命·····	(23)
第三节 现代科学技术·····	(27)
一、现代科学革命·····	(28)
二、现代技术革命·····	(33)
三、现代科学技术的层次结构·····	(35)
四、科学研究类型·····	(37)
五、现代科学分类·····	(39)
六、现代科学技术的特征·····	(41)
第四节 科学技术是最高意义上的革命力量·····	(43)

一、精神文明的功能·····	(44)
二、制度文明的功能·····	(47)
三、物质文明的功能·····	(52)
第五节 科学技术是第一生产力·····	(54)
一、马克思主义关于科学技术是生产力的思想·····	(54)
二、邓小平关于科学技术是第一生产力的思想·····	(58)
三、新技术革命条件下,科学技术是第一生产力的 根据·····	(61)
第六节 知识与科教兴国·····	(68)
一、知识经济的特点和意义·····	(68)
二、迎接知识经济的挑战·····	(71)
三、贯彻实施科教兴国发展战略·····	(73)
四、建立我国国家创新体系·····	(75)

## 第二章 现代科学的自然图景

第一节 现代数学·····	(80)
一、现代数学概论·····	(81)
二、基础数学·····	(87)
三、应用数学·····	(91)
四、计算数学·····	(93)
第二节 宇宙·····	(96)
一、天体结构·····	(97)
二、现代宇宙学的基础——广义相对论·····	(100)
三、宇宙的起源和演化·····	(102)
第三节 地球·····	(105)
一、地球构造·····	(105)

二、地壳构造运动 .....	(108)
三、地球的起源和演化 .....	(110)
第四节 生命 .....	(112)
一、生命的物质基础 .....	(112)
二、生命的基本单位:细胞 .....	(115)
三、遗传机制 .....	(117)
四、生物的进化 .....	(121)
第五节 物质结构 .....	(123)
一、物态 .....	(125)
二、物质的微观结构 .....	(129)
三、四种基本力 .....	(133)
四、统一场论 .....	(136)
第六节 智能 .....	(137)
一、人类智能的演进 .....	(137)
二、当代脑科学的新进展 .....	(142)
三、自然智能与人工智能 .....	(146)
第七节 系统、信息、控制 .....	(150)
一、系统和系统论 .....	(150)
二、信息和信息论 .....	(155)
三、控制和控制论 .....	(158)
四、从老三论到新三论 .....	(160)
五、系统科学的继续发展 .....	(161)
第八节 模糊性和复杂性 .....	(162)
一、模糊性和模糊数学 .....	(163)
二、复杂性和非线性科学 .....	(166)

### 第三章 高技术及其应用

第一节 现代信息技术	(172)
一、微电子技术	(173)
二、计算机技术	(177)
三、通信技术	(184)
第二节 生物技术	(192)
一、酶工程	(193)
二、发酵工程	(194)
三、细胞工程	(195)
四、基因工程	(198)
五、蛋白质工程	(199)
六、克隆技术	(200)
七、生物工程的前景	(201)
第三节 新材料技术	(203)
一、材料与技术进步	(203)
二、材料的分类	(205)
三、工程材料的新进展	(205)
四、复合材料	(208)
五、信息材料	(209)
六、新能源材料	(211)
七、智能材料	(212)
第四节 空间技术	(213)
一、宇宙空间和空间资源开发	(213)
二、人造地球卫星	(217)
三、载人航天与宇宙飞船	(222)

四、空间技术的前景 .....	(226)
第五节 海洋技术与海洋资源开发 .....	(229)
一、海洋资源与海洋开发 .....	(230)
二、海洋开发技术 .....	(235)
三、我国海洋资源的开发 .....	(244)
第六节 激光技术 .....	(247)
一、光和光源 .....	(247)
二、激光的发生 .....	(248)
三、激光的特性 .....	(249)
四、激光的应用 .....	(251)
第七节 纳米技术 .....	(254)
一、纳米科学技术的产生 .....	(255)
二、扫描隧道显微镜(STM) .....	(256)
三、纳米科学技术的研究范围 .....	(257)
四、纳米技术 .....	(260)
五、纳米技术与可持续发展 .....	(263)
第八节 高技术及其特征 .....	(267)
一、高技术及高技术产业 .....	(267)
二、高技术的基本特征 .....	(274)
三、高技术的社会功能 .....	(280)

#### 第四章 传统产业现代化

第一节 现代农业技术 .....	(288)
一、农业的现代化 .....	(289)
二、现代农业科学技术的重大成就 .....	(291)
三、科技革命与农业的未来 .....	(299)

第二节 先进制造技术与工业自动化·····	(307)
一、先进制造技术的兴起·····	(307)
二、计算机辅助设计·····	(310)
三、机械工业自动化·····	(312)
四、工厂自动化·····	(315)
第三节 现代能源技术·····	(318)
一、能源发展概述·····	(318)
二、新能源技术·····	(321)
三、我国能源问题及洁净煤技术·····	(331)
第四节 现代交通运输·····	(335)
一、交通运输与社会发展·····	(335)
二、交通运输的基本方式·····	(338)
三、未来的交通运输工具·····	(345)
第五节 现代医学与医药技术·····	(350)
一、现代医学发展概况·····	(350)
二、生物医学工程与现代医学·····	(360)
三、药物研究与开发的进展·····	(365)

## 第五章 人类与环境

第一节 人与自然协调发展·····	(371)
一、从奴隶到主人：人与自然关系的历史演变·····	(371)
二、人与自然协调发展：现代人类的反思·····	(377)
三、别无选择：走可持续发展之路·····	(379)
第二节 人口·····	(382)
一、人口增长的特点与趋势·····	(382)
二、人口增长与生态环境·····	(384)

三、人口增长与社会发展 .....	(387)
四、合理控制人口增长 .....	(390)
五、中国人口问题及其控制 .....	(391)
六、大力开发人力资源 .....	(395)
第三节 自然资源 .....	(397)
一、自然资源的基本概念和特点 .....	(397)
二、自然资源短缺 .....	(399)
三、中国自然资源状况 .....	(402)
四、合理利用和保护自然资源 .....	(406)
第四节 环境 .....	(410)
一、环境的基本概念与特点 .....	(410)
二、全球性的环境问题 .....	(412)
三、中国生态环境状况 .....	(416)
四、环境与发展 .....	(422)
第五节 生物多样性 .....	(424)
一、生物多样性的概念及其意义 .....	(424)
二、生物多样性的变化及其原因 .....	(426)
三、生物多样性保护的方法与途径 .....	(428)
第六节 自然灾害 .....	(431)
一、自然灾害的基本概念 .....	(431)
二、自然灾害的主要特征 .....	(433)
三、自然灾害与人类社会 .....	(435)
四、中国自然灾害状况 .....	(437)
五、减灾的基本对策 .....	(440)
后记 .....	(444)

# 第一章 导 论

在全部现代人类文化中,科学技术知识是与人文文化知识相区别的、有其鲜明个性的知识;在全部现代人类实践活动中,科学技术活动是与一般生产活动相区别的、有特定规范的活动。现代科学技术经过久远的历史发展过程,才在批判继承的基础上,形成了完整、严密、精深的宏大知识体系。科学技术自诞生起,就既是精神的财富,又是可以物化的财富。但是,它上升为第一生产力,成为社会进步的主要驱动力,却是当代文明的一大特色。全面地准确地把握科学技术的本质特征和社会历史功能,是树立科学思维方式,掌握马克思主义唯物史观,以辩证法的态度从事物质文明、制度文明和精神文明建设的必然要求。

## 第一节 科学与技术的相关概念

科学和技术,尤其是技术,有其悠久的发展史。但是,形成清晰的科学概念和技术概念,却是近代的认识成就。历史上的科学与技术虽有联系,但更有显著区别,科学与技术一体化,出现了一元性的科学技术则是一种非常重要的现代现象。



## 一、科学知识及其特征

“科学”这一词汇是个外来语，它进入汉语系统是西学东渐的结果，仅仅只有一百来年的历史。今天，科学在中华民族的心理上享有至高无上的地位，则典型地反映了清朝末年以来，一代代志士仁人学习西方、追求国家现代化的奋斗征程，也说明科学进步的世界潮流是不可抗拒的。

科学成为一个有特定指称的概念，源于近代科学的发祥地英国。1831年，英国成立了科学促进协会(British Association for the Advancement of Science)，其中 science 一词的基本含义系指通过观察和实验研究获得的关于自然界的系统知识。时至今日，我国通常也还是在这层意义上理解科学的。但在此之前的1666年，法国已成立了皇家科学院(Academie Royale des Sciences)，他们把 science 作为自然科学和社会科学的总称。德文中的科学“die wissenschaft”也取法国人的理解。由于马克思主义在中国的广泛传播，这后一种科学的含义对中国近现代思想也具有深刻的影响。

16世纪末，意大利传教士利玛窦来华，开始了四百余年的西学东渐历程。最早接触明末来华西方学者的近代思想先驱——徐光启，把来自欧洲、以观察实验方法获得的知识称为“格物穷理之学”，并借用《大学》中“致知在格物，物格而后知至”的名言，将这种知识又简称为“格致”。

此后，日本学者在明治维新过程中，将英文 science 从早期译为“格致”改译为科学分科之学。1898年，康有为首次接受日文的译法，“科学”正式进入汉语之中。从科学这一概念源于西欧，经过日本，最终融入中国文化的简略考察中，可以

知道,科学是在意大利文艺复兴运动之后,随着欧洲近代思想解放而兴起的,以形式逻辑(演绎逻辑和归纳逻辑)为工具,以观察实验为手段,以探索自然界运动规律为宗旨的特殊社会实践活动。它与古代那种依靠日常经验积累起来的零散知识有着文野高下的显著差别。近代科学在中国不是土生土长的,而是明末以来中国有志之士学习西方取得的最重要成果之一。

由是可知,科学作为一种知识,它是以概念、原理、定律为形式并经过了一定实验检验的理论系统。它标志着人的认识在实践过程中从现象到本质的深化,由经验水平到理性水平的升华。获取科学知识的目的是为了进行事实判断,对于是非、真伪给予辨析。

为了将科学与宗教、哲学、艺术等其他文化形式相区别,可以提出几个划界标准。首先,科学是实证性的,科学必须建立在公共经验的事实基础上,科学工作得出的结论必须是他人同样的实验条件下可以重现的;其次,科学是创造性的,即新的理论不仅要能够解释先行理论已经解释了的现象,而且必须要能解释先行理论所不能解释的某些现象;第三,科学是预言性的,即在给定的条件下,它能够定量地预言继续发生的结果,并且在它的预言与实践结果不符的情况下,愿意接受实践的证伪。以这样的标准为依据,可以建立一个从典型的科学知识到典型的人文知识的知识连续系统,在接近概率为1的一端是力学、天文学、物理学、化学、生物学……在接近概率为0的一端是音乐、美术、文学、哲学……中间则是管理学、经济学、社会学……

## 二、科学方法

20世纪以来,尤其是第二次世界大战以来,科学本身的状况及其在经济、社会发展中的地位和作用发生了质的变化,仅仅把科学看做单纯的知识或仅仅归入社会意识已经难以为继。以英国科学家、科学学创始人之一贝尔纳为代表的学者们提出,“科学”或“科学的”在不同场合有不同的意义,科学拥有一系列形相,每一个形相都反映了科学在某一方面所具有的本质,只有把它们全体综合起来,才能得到科学完整的意义。

科学的一个重要形相是一种方法。以科学为职业的人们采用一整套共同遵循的思维和操作规则,向未知领域进行探索。这套方法主要包括两个方面:一是获取信息的观察实验方法,二是处理加工信息的逻辑推理方法。同时还必须承认,直觉和灵感对于科学创新也具有重要意义。每个科学学科本身还有自己的具体方法。

观察实验方法主要目的是获得有关研究对象的现象材料,它是科学认识的基础,所以自然科学又常常被人称为“经验科学”。经过两千多年来的积累和发展,对于科学方法的研究本身已经形成了“科学方法论”这一重要的哲学学科。科学方法主要包括这样一些内容:有目的、有意识地对事物和现象进行感知的观察方法,借助物质间的相互作用去确定研究对象的某种属性及这种属性的准确数量的测量方法,在给定的控制条件下对对象进行观察和测量的实验方法,对于两种对立的假说加以真伪分辨的判决性实验方法等。观察实验方法所使用的工具从四肢五官发展到近代的简单仪器以至现代的

大型复杂装备,开展观察实验的条件也从地面的日常宏观条件扩展到高层太空、地下深处、极高温、极低温、极高压、极低压、超重力、微重力、强辐射……大大强化了科学研究的广度和深度。

观察实验为科学提供了大量庞杂的信息资料,科学工作者必须透过这些现象材料发现事物的本质。从感性认识上升到理性认识,这就需要逻辑推理,即运用概念、符号(包括数学的、文字的、图形的符号等)和思想模型进行抽象思维,找出某类对象的一般共性和普遍规律。这些逻辑方法包括:寻找事物之间的差异与相同点的比较法;在比较的基础上,将事物划分不同类型的分类法;根据事物在某些方面的异同而推论其他方面异同的类比法;通过对一类事物中部分对象的研究,而推断此类事物共同性质或规律的归纳法;从一类事物的普遍规律出发,推断同类的个别事物之属性的演绎法;将认识对象分解为其组成部分、方面、要素和关系,再分别加以考察的分析法;将认识对象的各个部分、方面、要素和关系系统摄起来,从整体上加以把握的综合法;通过追溯事物的起源与发展过程,推断事物演化阶段的历史方法,等等。在运用上述方法的同时,科学研究还需要结合和伴随运用数学模型方法、物理模型方法、理想实验方法等。第二次世界大战结束以后,由于系统科学的设立,又涌现出系统方法、反馈方法、信息方法、黑箱方法等具有广泛应用价值的新型方法,极大地丰富和发展了科学方法的内容和运用领域。

针对特定的学科和特定的问题创造性地综合运用有效的方法,是科学研究取得成功的必要条件。但是,是否能够正确地运用科学方法,并不单纯是个人的知识和能力问题,还与思

想修养,即治学态度、科学精神有紧密的联系。伪科学之所以必须反对,就是因为它是打着科学的旗号,贩卖那些既经不起观察实验检验,又经不起逻辑推理证明的假货,用以骗取金钱和名誉,严重亵渎科学声威,对科学进步和社会风气有百害而无一利。

### 三、科学精神

科学的又一重要形相,是它代表一种可贵的人类精神。科学作为一种追求客观真理的活动,需要有一套价值观来支持它在确定的规范下运行,我们把这些规范所维护的境界,称之为科学精神。在科学界内部,是否遵循了科学精神是判断善恶美丑的基本尺度。在人类社会,科学精神体现了一种优秀的品格和气质,坚定的信念和意志,伟大的理想和情操,得到正义人类的普遍认同。中国先进知识分子在“五四”运动中高举科学和民主大旗,就是要求弘扬科学精神。科学精神是彻底的唯物论精神和彻底的辩证法精神,是与我们党的十一届三中全会以来所提倡的实事求是、解放思想、以实践作为检验真理的惟一标准完全一致的。科学精神具有非常丰富的含义,爱因斯坦、居里夫人、马寅初等中外著名学者就是科学精神的典型代表。

首先,科学精神主张公平竞争,在科学真理面前人人平等。任何性别、种族、宗教、民族、国籍、阶级、个人品质、职称,以及诸如此类的特征都不应包括在对科学家科学活动的评价之中,即一个人的科学贡献与其任何社会属性不相关联。无论是谁发现了真理,都应该得到承认;无论是谁背离了真理,都应该接受批判。那种以信仰、政治、意识形态等等为口实,

对他人的成就和理论加以拒绝的行为，是与科学精神背道而驰的，必将阻碍科学进步。

第二，科学精神主张诚实求是。即坚持一切从客观事实出发，决不附加任何外来成分，勇于坚持真理，修正错误，治学严谨，不盲从，不守旧，不弄虚作假，不故步自封。马寅初通过对人口与经济发展相互关系的深入研究，提出了主张控制中国人口增长的“新人口论”，因而受到批判，但他毅然坚持自己的观点。20世纪初，在研究所谓“紫外灾难”的课题时，德国科学家普朗克放弃公认的热力学和电磁学经典理论，破天荒地首次提出量子概念，开创了现代科学的新纪元，是体现这种求是精神的典范。

第三，科学提倡有条理的怀疑精神。科学不是宗教，不需要迷信，科学不是教条，不自封为绝对真理，科学是对未知世界的永无止境的探索，任何现存的规律和理论都是在有限范围内成立的相对真理，都是允许怀疑的。怀疑是科学进步之母。但是惟有具备实验证据的或者遵循严格推理的怀疑才能产生有意义的成果，因此思想专制、学术垄断是与科学格格不入的。历史上，以经院哲学为依据的中世纪教会将亚里士多德物理学视为不容怀疑的真理，迫害敢于质疑的布鲁诺和伽利略等先进思想家，最终也未能阻挡科学革命的浪潮。这些事例很好地说明了怀疑精神是科学进步的前提和怀疑精神的难能可贵。

第四，科学提倡无私无畏的奉献精神。科学家投身科学事业的目的是探索真理、认识世界，而不是为了狭隘的一己私利（社会把科学家视为一种稀缺资源，为了维系和推动科学研究，给予科学工作者必要的甚至优厚的物质待遇和精神奖励，

是另一回事)。所谓“为科学而科学”就是指的这种精神。它与那种把科学作为升官发财、沽名钓誉的手段的意思是格格不入的。中国优秀知识分子郭永怀、陈景润、蒋筑英为了祖国科学事业的进步，献出了自己的健康以至生命，是奉献精神的典范。

第五，科学精神提倡强烈的社会责任感。20世纪以来，科学家看到科学成果的广泛应用既可能产生正面的经济社会效益，也可能产生负面的严重后果，因而积极推动将科学技术用于改善人类福利，维护世界和平，推动社会进步，实现人与自然和谐相处。居里夫人就曾指出，镭的发现可能对人类有益，也可能被罪犯用以造成祸害，她希望人类从这一新发明中增益幸福。爱因斯坦在讲到科学家的使命是追求宇宙的和谐和简单性的同时，特别强调科学家要关心怎样组织人的劳动和产品分配这样一些社会问题。要尽到自己的社会责任，保证科学成果为人类造福，而不致滥用。第二次世界大战以后，由罗素、爱因斯坦发起，科学界广泛参与的“帕格沃什运动”，以反对将核能运用于战争为起点，发展到与科学家社会责任有关的众多领域。今天，核技术、生物工程、信息工程、空间技术等高新技术的发展带来了许多社会的、法律的、伦理的、生态的、人权的问题，引起了科学界的普遍关注和讨论。

#### 四、科学体制

今天，科学还有一个新的重要形相，即它是一种建制。在当代社会的复杂结构中，现代科学与经济、政治、国防等部门一样，是一个不可或缺的重要系统。我们所处的时代是知识经济时代，按照 OECD(经济合作与发展组织)的提法，知识经

济是指以现代科学技术为核心的,建立在知识和信息的生产、传播、使用和消费之上的经济。知识经济在发达国家已经初见雏形。为了迎接知识经济对于我国这样的最大的发展中国家的挑战,我们正在建立自己的国家创新体系。<sup>①</sup> 国家创新体系的主要功能就是技术和知识的创新、传播及应用,具体包括创新活动的执行、创新资源(人力、财力和信息资源)的配置、创新制度的建立和相关基础设施建设等。以国家创新体系的面目出现的当代科学体制源源不断地向社会提供新知识、新思想、新方法、新技术、新产品,是社会全面发展的基本动力。

科学还有其他种种重要的形相。诸如科学是一种维持和发展生产的主导因素,这是当代科学与以往科学相区别的最显著特点。科学对技术变革发生指导作用,导致产品的更新和生产效率的不断提高。恰如贝尔纳所说:“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。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。”我们将辟专节论述这一点。科学又是一种重要的观念来源。科学是“构成我们诸信仰和对宇宙及人类的诸态度的最强大的势力之一”,科学文化和人文文化是当代文化的两大支柱,科学代表着理性的进步,代表着与自然世界相对的人造世界的丰富和发展,科学直接地或者间接地改变着人的思维内容和思维形式。

---

<sup>①</sup> 路甬祥主编:《创新与未来》,科学出版社1998年版。



## 五、技术和科学技术

就人的肢体力量而论，它逊色于动物界的许多飞禽走兽。但在恶劣的自然环境中，在残酷的生物生存斗争中，人却比任何生物都强大，不仅一代代生存繁衍下来，而且主宰着生物圈。他依靠的是什么？是技术。通过对技术本质演变的考察，我们可以根据技术来源的不同，把技术划分成经验技术和科学技术两种类型。

### （一）经验技术

人类来到世界上，就必须解决安全问题和生产问题。通过与外部环境的交往，人意识到，保障安全、提高生产效率的最好途径就是发明和利用工具。而实践经验的积累，使工具不断得到改善，使用工具的方法也逐渐合理、有效，在潜移默化之中，技术便成为人类活动的基本要素。经验技术兼有理性法则和直觉体悟双重特征。早在两千多年以前，我国先秦诸子就曾概括了经验技术的特征。墨子强调技术合乎理性的一面：“无巧工，不巧工，皆以此五者（矩、规、绳墨、悬锤、水平器）为法。”《考工记》、《庄子》则强调技术运用直觉的一面：“天有时，地有气，材有美，工有巧。合此四者然后可以为良。”“知者造物，巧者述之，守之，也谓之工。”中国先贤的概括得到了西方哲人的共鸣，古希腊的亚里士多德也将技术与艺术归为一类，称之为“创制的科学”，而且认为“技术依恋着巧遇，巧遇依恋着技术”。直到启蒙运动发生的18世纪，狄德罗在他主编的《百科全书》中，仍然把技术归入艺术一类，命名为“机械艺术”。

在古代，经验技术主要表现为各路工匠的“手艺”、“技