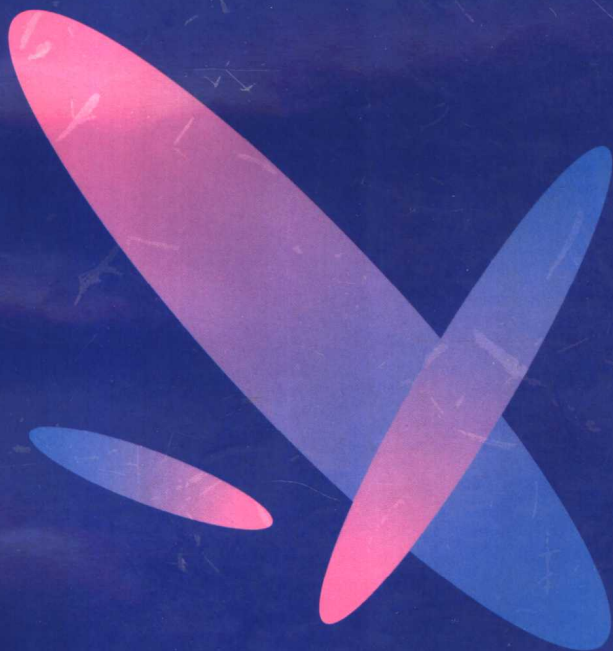


科学技术发展简史

胡省三 王淼洋 编著

KEXUEJISHU
FAZHANJIANSHI



上海科技教育出版社

内 容 提 要

本书第一、第二章主要论述与科学、技术有关的本质性、规律性问题,第三、第四、第五章主要介绍科学技术发展对人类的巨大影响。第六、第七、第八、第九章主要介绍从古代到现代科学技术发展的历程及其取得的辉煌成就,第十、第十一章则介绍科学技术的发展趋势和新技术革命带来的挑战。

科学技术发展简史

胡省三,王森洋 编著

上海科技教育出版社出版发行

(上海冠生园路393号 邮政编码200233)

各地新华书店经销 上海浦东新区文美彩印厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 11.5 字数 257,000

1996年12月第1版 1996年12月第1次印刷

印数 1—2000

ISBN 7-5428-1443-5/N·144

定价: 15.00 元

目 录

第一章 什么是科学·····	(1)
一、科学的含义·····	(1)
二、科学的性质与社会功能·····	(6)
三、科学的社会功能·····	(8)
四、科学的结构·····	(9)
五、科学发展的模式·····	(16)
第二章 什么是技术·····	(23)
一、技术的本质·····	(23)
二、技术的结构·····	(32)
三、技术结构的模式·····	(35)
四、技术的发展·····	(38)
第三章 科学技术和社会发展·····	(48)
一、科学技术发展是社会进步的巨大杠杆·····	(48)
二、科学技术成为生产力的历史发展过程·····	(55)
三、新科技革命对社会发展的影响·····	(63)
四、对关于当代社会发展的若干观点的评述·····	(71)
第四章 科学技术是第一生产力·····	(77)
一、邓小平同志考察现代生产力问题的两个重要视角·····	(78)
二、知识密集型工业和现代生产力结构的变化·····	(84)
三、邓小平同志的科技发展战略思想·····	(97)

四、马克思主义生产力学说的新发展	(106)
第五章 科学技术的负面效应.....	(110)
一、科学技术是一把双刃剑	(110)
二、生态环境的破坏	(113)
三、对人的一种专制	(122)
第六章 古代科学技术.....	(129)
一、科学技术的起源	(129)
二、古希腊的科学技术	(136)
三、古代中国的科学技术	(144)
四、中世纪欧洲的科学技术	(160)
第七章 近代科学技术.....	(166)
一、近代自然科学革命	(166)
二、近代基础科学的成就	(175)
三、近代技术革命	(199)
四、世界科学技术中心的转移	(208)
第八章 现代科学技术.....	(214)
一、物理学革命	(214)
二、现代基础科学的成就	(227)
三、20 世纪的新兴技术	(263)
四、系统论、信息论和控制论.....	(268)
第九章 现代技术科学的主要领域.....	(274)
一、电子计算机技术	(274)
二、材料科学技术	(281)
三、能源科学技术	(287)
四、空间科学技术	(293)
五、生物工程	(298)

六、激光技术	(306)
七、海洋开发	(311)
八、超导技术	(316)
第十章 科学技术的发展趋势.....	(322)
一、科学技术发展的加速化	(322)
二、科学技术发展的综合化	(324)
三、科学、技术、生产一体化	(329)
四、交叉科学大量涌现	(334)
第十一章 迎接新的技术革命.....	(340)
一、新技术革命的特征	(340)
二、我国面临的新挑战	(346)
三、抓住机遇 迎头赶上	(357)

第一章 什么是科学

本章将涉及到科学的含义、科学的性质、科学的社会功能、科学的结构和科学发展的形态等问题。这些阐述使我们对科学的概念有一个初步的但较全面的了解。

一、科学的含义

关于“科学”这一社会历史现象，罗素曾经作过这样的描述：“它首先是时隐时现地存在于希腊人和阿拉伯人中间，然后突然在 16 世纪一跃而居于重要地位，而且从此以后对我们生活于其中的思想和制度产生越来越大的影响（罗素：《宗教与科学》，第 1 页。）确实，科学在西方是一门古老的学问，而不是突然在近代从天而降的“怪物”。只是它原先在古代并不十分起眼，到近代才逐渐发展成一门“显学”。这里，之所以说它“不起眼”，是因为它在古代尚未取得独立地位，而与古代的宗教和哲学等社会意识形态杂居相处，浑然一体。甚至，在今天被誉为科学故乡的古希腊，当时也尚未真正产生“科学”这一概念。在古希腊文中找不到“科学”这个词（汪子嵩等：《希腊哲学史》，第 85 页。）它源于中世纪的拉丁文 *Scientia*。在西方最早使用“科学”（*science*）这个词的是法国，但那已是 17 世纪以后的事了。英国则更晚些，一直到 19 世纪中叶以后才逐渐用

science 取代以往惯用的 natural philosophy (自然哲学) 来指称科学。

从“科学”(science)的词源(scientia)的本义上来说,它原来具有“知识”(类似于古希腊人的所谓“知识”,Epistēmē)的意思。拉丁词 scientia 来自于动词 scire,意即“知道”。虽然在德语中“科学”一词写作 Wissenschaft,在形式上完全不同于英语和法语,但是在内容上仍然与普通所说的“知道”密切相关,因为它也同样来自于表示“知道”的动词 wissen。这表明西方人对“科学”的理解具有共同一致的内涵:科学即知识。而且,这种知识不仅迥异于“意见”,而且也不同于“常识”,它乃是一种有条理的系统的知识。当然,在具体理解方面不能说完全没有细微的差别。大体上说来,英国人的 science 含义较狭窄,专指自然科学(natural science);而法国人的 science 和德国人的 Wissenschaft 的含义则较宽泛,不仅指自然科学,而且还指社会科学(social science)和哲学(philosophy)。这种细微的差别只表明科学的对象有广狭之分,而对科学作为知识体系的基本理解却丝毫未变。概言之,科学是一种关于自然现象(广义还包括社会现象)的有条理的系统知识。这就是西方人当初所理解的“科学”。

然而,当东方人在西学东渐之际开始接触“科学”这一新名词时,却对它的东方语文译名的确定颇有点不知所措。在这以前近代东方人就如同古代希腊人那样还没有形成关于科学的共相概念,因此,找不到一个恰当的词来对译——尽管东方各国自古以来就有各具民族特色的数学、天文学和医学等专项学问,而且各国这些专项学问都已有各自的专用名称。例如,古代印度人称天文学为“观星明”(jyotisha vidya),称医学

为“长寿吠陀”(Ayurveda);古代中国则有“算术”、“天文”和“医方”等传统学问;日本也有相应的“和算”、“汉方医术”等等。正因为如此,所以东方各国在最初翻译“科学”这一名词时都自觉或不自觉地用各自的传统学术名称去比附。在印度,也许用“明”(梵文 Vidya 的意译,意即“知识”)来比附“科学”较为贴近。可是,印度人的“明”更多地具有直觉知识的味道,与西方人的实证科学知识还有一段距离。中国和日本也相继沿用“格物”、“格致”和“穷理”来比附“科学”这个新名词。但是,作为中国儒家道德修养方法的“格物致知”与西方的自然科学更是有点风马牛不相及了。一直到 19 世纪后半叶,日本和中国才先后共同使用“科学”这一最后确定的汉文译名。

然而,科学究竟是什么?对此,至今还没有一个公认的结论。各国的专家学者都对它作出各自不同的解释,各国的辞典和百科全书也提出种种不同的定义。归纳起来,大致有这样几种基本见解。这些见解并不是互相对立的,而是一个相互联系的更为深入更为全面的系列。

1. 科学是一种知识体系

人们了解了某一领域事实的本质和规律,就是获得了某一方面的科学知识。这些科学知识的全部,或者说这种知识体系,就是科学。

必须指出,这里所谓的“事实”,是人们对事实本质的认识。虽然科学是由事实组成,但事实本质还不是科学,这如同房屋由砖瓦砌成而砖瓦不是房屋一样。什么样的事实才是科学呢?只能是那些经过概括,形成了系统的能表现同一类事实本质,并可作为规律的根据和说明的事实,才是科学的组成部分,才能称为科学。

这里所谓的规律,是指客观世界种种物质之间的内在的和本质的必然联系。规律在知识体系中占据中心位置,它是知识的骨架,是知识体系的枢纽。发现规律是各门学科理论研究的主要目的。人类只有掌握了规律才能对貌似紊乱的种种现象作出解释,才能对莫测的未来作出科学的分析和判断。

2. 科学是一种社会活动

科学是人们探索自然现象、性质及其规律的一种社会认识活动及其成果的积累。从理论上讲,科学是一种反映自然规律的知识体系;从实践上看,科学也是一种重要的社会认识活动,一种独立的社会建制。科学和社会的联系愈来愈紧密,一方面是科学的社会化,另一方面是社会的科学化。显然,这种认为科学是一种社会活动的见解,是上述“科学是一种知识体系”观点的一种拓广。

19世纪末以前,科学是“小型”的,只有较少数人从事科学研究。在19世纪、20世纪之交,出现了新的科学机构——具有强大技术基础的大型科学研究所和实验室。这就使科学活动接近现代化工业劳动,从而使科学由“小型”转变为“大型”。现代科学不仅渗透于工农业生产,而且渗透到政治、行政和军事领域,它日益与全部社会体制相联系。科学作为社会体制,它本身也逐渐变成社会经济潜力的最重要的因素,并需消耗巨额费用。因而科学部门就成为社会众多体制中的重要领域之一。

3. 科学是一种文化过程

人类文化学的研究,要求从文化的视角来揭示科学的本质。本世纪中以来,国内外学者沿着不同的路径逐渐走向对科学的文化分析,提出了科学是一种文化过程的见解。科学自古

以来就是一种文化,是文化系统的一部分,而且是最活跃最有革命性的一部分。

4. 科学是一种生产力

在过去,科学只是知识形态的生产力,科学和技术是平行发展的,科学要通过技术的中介转化为生产力。在近代资本主义的发展过程中,科学愈来愈成为生产力发展的重要因素。当代新科技革命,使科学与技术的联系愈来愈紧密。特别是在一些高科技、一些尖端的新科技领域中,科学离不开技术,技术离不开科学,否则谁也不可能单独发展。因而,在当代新科技革命的条件下,科学不仅也是生产力,而且科学技术是第一生产力。

5. 科学是一种方法,是人类认识自然与社会、改造自然与社会的武器和工具

前述的几种认识,从不同侧面描述了科学的本质因素。但是,从科学与自然、科学与社会的关系来说,科学更重要的是告诉人们怎样去做他们想做的事情。只有把科学看成是一种方法、一种手段,看成是改造自然与社会的武器,科学的概念才有实际意义。

自然科学是人们在自然界争取自由的武器,社会科学是人们在社会活动中得到自由的武器。人们要进入自由王国得到自由,就要运用和依靠科学这个武器。

由此可见,要给科学下一个理想的定义是困难的。贝尔纳曾对此作过深入研究,写了一本《历史上的科学》。他也深感为科学下一个完满定义的难处,认为只能从不同的侧面去理解。他把科学的主要形相列为:科学可作为①一种建制;②一种方法;③一种积累的知识传统;④一种维持或发展生产的主要因

素,以及⑤构成我们的诸信仰和对宇宙、对人类的诸态度的最强大势力之一。他指出,把科学分为多种形相,并不等于说有这么多不同的“科学”。总之,我们应该全面地把握科学的内涵,切忌片面理解。

二、科学的性质与社会功能

人们通常认为,科学具有如下显著特性:客观性、真理性、世界性、开放性。

1. 科学的客观性

科学的内容具有客观性。客观性是科学的一个重要特性。科学的结论在相同的条件下,具有可重复性、单一性,并不受人们的主观意愿左右。有人提出,以前人们认为科学认识具有客观性,是基于下述理由:第一,通过观察实验获得的经验事实是客观的、中性的;第二,科学家根据经验事实抽象出科学理论的过程也是纯客观的。可是,现代科学认识论表明,观察渗透着理论,并不存在中性的观察,而且科学家的抽象过程也是打上主体性烙印的。在这种情况下,科学认识还有没有客观性?这种情况丝毫没有损害科学认识的客观性,只是告诫人们不应从直观的方面要求保证科学认识的客观性,而是应从实践的高度去确定科学认识的客观性。在现代科学认识中往往不是从观察大量的现象中作出概括,提出理论,而是从某个事件的发生先提出假设,作出说明,然后设计实验去证明、检验这个假设。在这里,如果实验同假设相符,说明这时所获得的真理性认识仍然是同客体相符合的,这不是在直观的水平上符合,而是在实践的水平上,即主体和客体相互作用的水平上

相符合。

2. 科学的真理性

科学的理论具有真理性,因为科学理论所反映的必须是不以人的主观意志为转移的客观事物的规律。在相当长的一个时期内,科学的实证原则占着统治地位。本世纪初,实证主义已成为一种国际性思潮。随着英国科学哲学家卡尔·波普提出科学的可证伪原则,有人提出:科学既然可能最后被证伪,那么科学的真理性不就成了问题了吗?其实,这仍然是一个真理的绝对性与相对性统一的问题。波普见解的合理性在于它揭示了科学真理的相对性。的确,一切科学理论都是相对真理,它们只适用于一定的范围,随着认识范围的不断扩大和科学本身的不断发展,它们总有一天会因超出适用的范围而被证伪。但是,我们绝不能因为承认真理的相对性而取消真理的绝对性。科学总是绝对真理与相对真理的统一,真理的绝对性与相对性的统一。

3. 科学的世界性

自然科学是世界性的,具有明显的非阶级性和超民族性。科学本身有无阶级性的问题,曾经长期困惑过我们。自然科学本身是没有阶级性的。弄清这个道理,对于贯彻科学兴国方针,吸取世界科学成果,端正人们对科学的态度有重要意义。

4. 科学的开放性

科学是对客观实际的反映和本质的描述。客观世界处于不断变化和发展之中,科学自然也处于动态之中。英国著名学者约翰·罗素也正是根据这样的现实认为,科学总是一支“未完成的交响曲”,科学也不存在“不能取代的巨人”。科学具有开放性。

科学无止境的发展和不完全重复的变化,使科学总是处于不断补充与修改之中。正如贝尔纳指出的,科学仿佛是一大型“机器”,它总是处于增加配件和不间断的修理之中。所以说,我们不只是要把科学看成研究过程的产物,还必须把它看成是个连续发展的社会过程。

科学的社会功能主要包括科学的文化功能、科学的生产力功能和意识形态功能。

三、科学的社会功能

1. 科学的文化功能

人们从文化的视角来评价科学的社会功能,使其在“大文化”概念的框架中得到拓广。科学技术可以看作是文化最基础的部分,文化系统中自上而下依次是:科学技术、物质(商品)、社会制度、体制、精神理想、信仰、社会价值观、行为规范、文学艺术。因此,科学技术不仅是生产力中最活跃的决定性因素,而且是精神文明建设的重要基石;科学技术既能通过物质文明间接作用于精神文明,也能以科学思想、科学精神以及科学方法论作为崭新的观念直接作用于精神文明;科学技术转化为现代社会文明比转化为生产力更为复杂和艰难;科学技术与文化体系中的其他层次具有互相影响、渗透和制约的能动作用。

2. 科学的生产力功能

科学是生产力,而且是第一生产力,这本身是一条重要的马克思主义的命题。在“十年文革”时期科学深受“四人帮”的践踏之后,重申马克思主义这条命题,对恢复科学应有的社会

地位,对我国四个现代化建设事业具有重要意义。

3. 科学的意识形态功能

虽然自然科学本身不是意识形态,但却能产生巨大的政治意识形态效应。科学为马克思主义的创立提供自然史的基础,而且为马克思主义不断丰富和发展提供理论来源。

科学通过已经产生的对象性存在的技术实体,在实践上进入人们的生活,有力地影响着人们的精神世界。包括影响着人们的思维方式,影响着人们的世界观的构建。

科学通过物质力量发挥其政治效应,成为推动社会变革的最高意义上的革命力量。

四、科学的结构

科学知识体系结构的形成与发展,是在一定历史阶段的社会需求的推动下,科学知识自身内在的逻辑结构的演化结果。

在近代自然科学诞生以前的漫长历史时期,无论是东方还是西方,自然科学知识、哲学知识、社会科学知识都是分散的、零乱的、混杂的。它们既不成体系,也没有明确的区分界限。

从 15 世纪后半叶到 17 世纪,在文艺复兴运动的推动下,科学得到繁荣。以哥白尼的日心说为代表形成了与中世纪完全不同的新兴科学体系,这就是近代科学的诞生。在这个科学得到空前繁荣的时代,科学知识大量涌现。物以类聚,事以群分,一系列知识门类应运而生,先后建立了天文学、数学、力学和医学的基础。人们开始对科学知识进行分类,出现了从宏观

上对科学自身结构进行研究的学者。其中,最著名的学者是英国思想家弗·培根。他是试图描述科学知识体系内部结构的第一人。他把人类科学知识分成如下三大类。

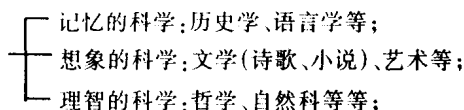


图1 弗·培根提出的人类科学知识体系(16世纪)

弗·培根的分类原则,不是根据研究的对象与方法划分,而是根据人类思维方式的特征进行分类的。把本来客观的东西,按照主观特征去划分和归类,自然会有许多矛盾使之不能形成协调一致的统一体系。

法国的空想社会主义者圣西门认识到,科学是对客观对象的描述。他提出并确立了以研究对象作为科学分类、揭示和描述科学体系结构的原则。他把所见到的一切现象都归结划分为如下四个方面。

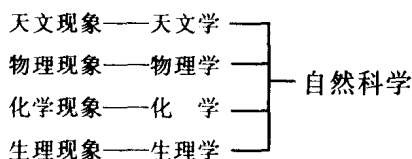


图2 圣西门提出的人类科学知识体系(18世纪)

圣西门把一切现象都看成是孤立的表面的东西,没有把科学看成是揭示各种现象背后种种本质关系的东西,因此,他不可能把握各学科间的内在联系。这就决定了他的分类是以表面形象作为顺序依据的,是形而上学的。

黑格尔以发展的思想重新确立自然科学知识体系,他依次平列了各门学科,即数学、力学、物理学、化学、地质学、植物学、动物学等等。黑格尔的巨大贡献与功绩,是把自然的、历史的和精神的的世界描写成为一个过程,并试图揭示这种事物运动变化中的内在联系。这一普通联系与普通发展思想为19世纪科学革命的大量实践所证实。

19世纪发生了科学革命。这次科学革命是以化学、物理学与生物学理论的重大突破为内容的。化学的原子论和周期律,物理学的能量守恒与转换学说,生物学的细胞学说与进化论,这些成就进一步揭示了自然界普遍发展与普遍联系的规律。恩格斯也正是以这样的现实确立了科学的辩证唯物主义分类原则,并以此为武器批判了形而上学的“形态分类”理论,建立了科学的“解剖分类”理论。这就使得客观性原则与发展性原则在这五项一级类目中得到统一。直到如今,恩格斯的分类理论仍然是我们研究全科学结构与分类的基本指导思想。

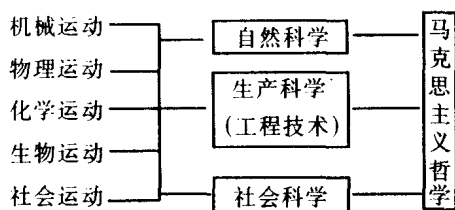


图3 恩格斯提出的人类科学知识体系(19世纪)

19世纪末到20世纪初,发生新的科学革命。这次革命是以相对论和量子力学等新理论为代表的一次革命,它辩证地否定了机械论的自然观和世界观,建立了以相对论、量子力学为基础的自然观和世界观,这使人们由过去牛顿的三维观念

转变到爱因斯坦的统一的四维空时连续观。这一根本变革，必然导致科学结构的改变，影响人们对科学结构的认识。

我国著名科学家钱学森同志提出了新论点，这一论点大体上反映了现代科学结构。他认为：马克思主义哲学是概括一切、指导一切的理论，它通过自然辩证法与社会辩证法（历史唯物主义）这两座“桥梁”把自然科学、数学和社会科学连接起来。介于生产与科学之间的是技术。

钱学森认为，科学可分为自然科学、社会科学、系统科学、思维科学、人体科学、数学六个大的领域。（参见下图）它们各自通过一定的中介上升为哲学。例如，自然科学通过自然辩证法上升为哲学，系统科学通过系统观上升为哲学，社会科学通过历史唯物论上升为哲学。科学又有三个层次即：基础科学、技术科学、工程技术。（田夫、王兴成主编：《科学学教程》）

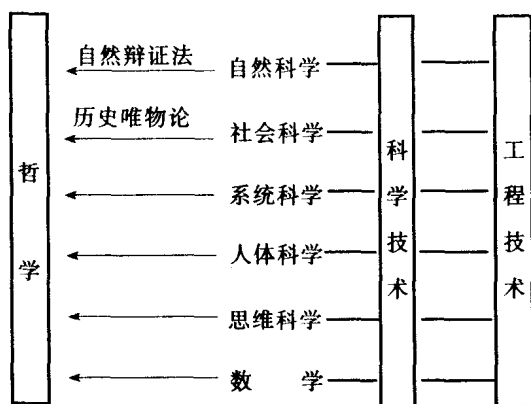


图4 钱学森提出的科学体系

关西普等在《科学学纲要》中提出了第一种体系。他们认