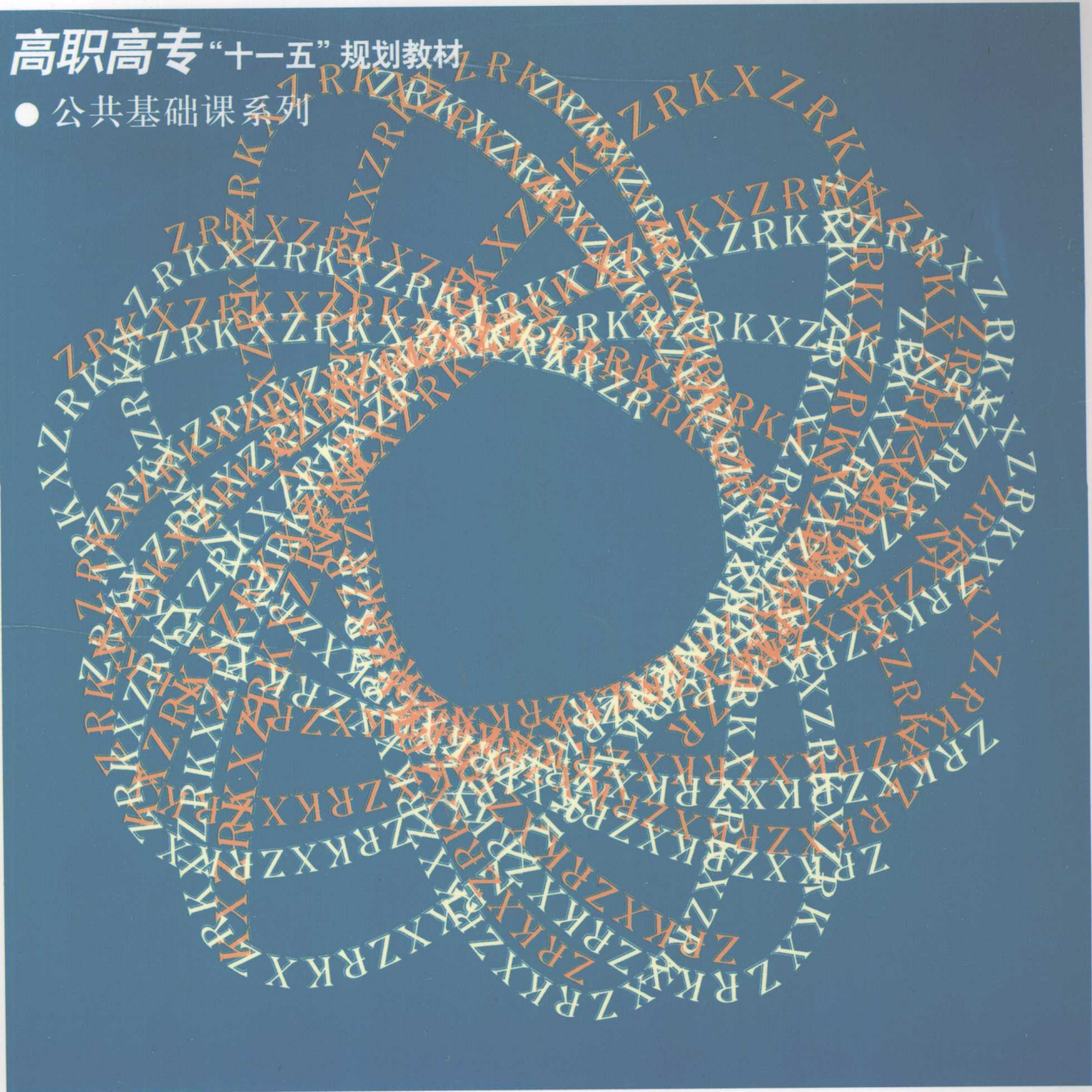


高职高专“十一五”规划教材


● 公共基础课系列



# 自然科学基础

主编 万福成

自然科学基础知识是在校学生提高自身素养的一个重要方面,它包括了许多领域的研究。本书以基础知识和基本理论为主线,对自然科学的主要学科进行了有机整合,强调了科学技术在社会生产和生活中的应用;结合社会发展,阐述了自然科学和人文科学的渗透、整合、依存关系。内容翔实,重点突出,文字通俗易懂。

 大象出版社  
全国优秀出版社

高职高专“十一五”规划教材  
公共基础课系列

---

# 自然科学基础

主 编 万福成

---



大象出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

自然科学基础/万福成主编. —郑州:大象出版社,  
2008.8

高职高专“十一五”规划教材.公共基础课系列  
ISBN 978-7-5347-4662-8

I. 自… II. 万… III. 自然科学—高等学校:技术学术—  
教材 IV. N

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 031468 号

## 本书编委会名单

主 编 万福成  
副 主 编 田建坤  
编 委 吴德强 熊金柱 王梅英 易朝晖  
王利华 梁 斌

责任编辑 王茂森  
特约编辑 王金楚  
责任校对 霍红琴 孙 波  
封面设计 王晶晶  
出 版 大象出版社(郑州市经七路25号 邮政编码450002)  
网 址 www.daxiang.cn  
发 行 全国新华书店  
制 版 郑州普瑞印刷制版服务有限公司  
印 刷 郑州瑞特彩印有限公司  
版 次 2008年8月第1版 2008年8月第1次印刷  
开 本 787×1092 1/16  
印 张 15.75  
字 数 354千字  
定 价 24.80元

若发现印、装质量问题,影响阅读,请与承印厂联系调换。

印厂地址 郑州市齐礼闫荆胡东路1号

邮政编码 450063

电话 (0371)68831308

# 前 言

---

21 世纪的教育是人才素质的教育。具有战略眼光者,都十分注重整个民族和国家的素质教育问题。中共中央、国务院《关于深化教育改革,全面推进素质教育的决定》指出:高等教育要重视培养大学生的创新能力和创业精神,普遍提高大学生的人文素养和科学素质。

素质,作为人的一贯应有的基本品质,在人的一生中是长期起着作用的,并贯穿于人的思想、品质、行为的各个方面。大学生的素质包括政治理论素质、思想道德素质、文化科技和业务素质、身体和心理素质等。它们相互联系,共同构成大学生既爱国又能创新的高级人才不可或缺的素质。

为深化教育改革,全面推进素质教育,使学生了解自然科学及其发展状况,我们组织编写了这本《自然科学基础》。全书共分十一章,范围涉及自然科学和技术的概念,自然科学的起源,近代自然科学的革命与发展,物理学、化学、生命科学、天文学、地学等基础科学,以及电子信息、材料、能源、航天、海洋、农业等科学技术。

本书主要供大专院校文、理、工、医、农各科学生使用,以期在提高大学生的综合素质中发挥应有的作用。

本书由万福成、田建坤拟定提纲及框架,编委分工撰写初稿,具体分工如下(按章节先后顺序排列):万福成(第一章,第四章第二节第一、三、四部分,第十一章),田建坤(第二章,第四章第二节第二部分,第七章第六、七、八节,第八章第二节),吴德强(第三章,第八章第一、三节),熊金柱(第四章第一节,第七章第二、三节),王梅英(第四章第四、五节),易朝晖(第四章第三节,第九章),王利华(第六章,第七章第一、四、五节),梁斌(第五章,第十章)。最后由万福成修改及统稿。

此书在编写过程中得到杨丽等老师的帮助,在此一并表示感谢!

尽管我们本着严谨、认真的态度,着力精益求精,创造精品,但由于当代科学技术的发展日新月异,编者的视野和水平有限,加上时间紧迫,出现一些不尽如人意的地方在所难免,希望广大读者多提宝贵意见,以便将来修订,使之更臻完善。

编者

2008 年 5 月

# 目 录

---

<b>第一章 自然科学和技术的概念</b> .....	( 1 )
第一节 自然科学的概念 .....	( 1 )
第二节 技术的概念及其与科学的关系 .....	( 4 )
<b>第二章 自然科学的起源</b> .....	( 9 )
第一节 古代科学技术的起源 .....	( 9 )
第二节 古希腊的科学技术 .....	( 11 )
第三节 古代中国的科学技术 .....	( 15 )
<b>第三章 近代自然科学的革命与发展</b> .....	( 23 )
第一节 近代自然科学革命的历史背景 .....	( 23 )
第二节 近代自然科学的革命 .....	( 25 )
第三节 近代技术的形成、发展与特点 .....	( 37 )
<b>第四章 基础科学简介</b> .....	( 43 )
第一节 物理学 .....	( 43 )
第二节 化学 .....	( 66 )
第三节 生命科学 .....	( 88 )
第四节 天文学 .....	( 106 )
第五节 地学 .....	( 118 )
<b>第五章 电子信息科学技术</b> .....	( 134 )
第一节 微电子与电子计算机技术 .....	( 134 )
第二节 现代通信技术 .....	( 140 )
<b>第六章 材料科学技术</b> .....	( 146 )
第一节 基础知识 .....	( 146 )
第二节 金属材料 .....	( 152 )
第三节 无机非金属材料 .....	( 155 )
第四节 有机高分子材料和复合材料 .....	( 156 )
第五节 纳米材料 .....	( 160 )
第六节 智能材料 .....	( 162 )
第七节 两种功能材料 .....	( 164 )
第八节 国内外开发的新材料及发展趋势 .....	( 167 )
<b>第七章 能源科学技术</b> .....	( 169 )
第一节 能源 .....	( 169 )

第二节	太阳能及其利用	(172)
第三节	原子核能及其利用	(174)
第四节	氢能	(177)
第五节	地热能及其利用	(179)
第六节	风能及其利用	(180)
第七节	新发电方式及电的储存	(181)
第八节	生物质能及其利用	(183)
<b>第八章</b>	<b>航天科学技术</b>	<b>(185)</b>
第一节	航天科学技术发展的历史	(185)
第二节	航天技术和遥感技术	(189)
第三节	中国航天科学技术的发展	(196)
<b>第九章</b>	<b>海洋科学技术</b>	<b>(202)</b>
第一节	海洋科学	(202)
第二节	海洋探测技术	(205)
第三节	海洋资源的开发、管理与保护	(207)
<b>第十章</b>	<b>农业工程技术</b>	<b>(216)</b>
第一节	农业工程的研究内容	(216)
第二节	农业工程的性质和特点	(218)
第三节	农业工程技术与农业现代化	(220)
第四节	现代农业科学技术	(222)
第五节	现代农业科技产业和未来农业的展望	(225)
<b>第十一章</b>	<b>STS 教育</b>	<b>(229)</b>
第一节	什么是 STS 教育	(229)
第二节	STS 教育的主要内容	(234)
第三节	STS 教育过程的实施	(238)
<b>参考文献</b>		<b>(244)</b>

# 第一章 自然科学和技术的概念

## 第一节 自然科学的概念

### 一、科学的概念

什么是科学？这是我们首先应当搞清楚的基本问题。人类最早是用拉丁文“scientia”表述“科学”概念的，英文“science”则是由此衍生借用来的，其本义为“学问”、“知识”。明治维新时期，日本著名科学启蒙大师、教育家福泽瑜吉把“science”译成“科学”，在日本广泛应用。1893年，康有为引进并使用“科学”二字。科学启蒙大师、翻译家严复在翻译《天演论》等科学著作时，也用“科学”二字，此后“科学”二字在中国得到广泛应用。

科学在不同时期、不同场合具有不同的含义，科学本身在发展，人们对它的认识也在不断深化。到目前为止，还没有一个为世人公认的“科学”定义，要给“科学”下一个永世不变的定义，是难以做到的。科学有若干种解释，每一种解释都从某一个侧面对其本质特征进行揭示和描述，归纳起来大致有以下几种基本解释。

#### （一）科学是对客观事物发展规律的正确认识和总结

生产和实验是人类社会赖以生存和发展的最基本的实践活动，在这个活动过程中出现了历史、社会、自然界和其他现象，如工具的变化、经济波动、雷电轰鸣、天然放射性元素等。孤立地看，这些现象千奇百怪、貌似紊乱，但深入研究，人们发现客观世界种种现象之间存在内在的和本质的必然联系，如“月晕而风，础润而雨”，人们已经找到“月晕”与“风”的关系，“础润”与“雨”的关系。找出客观事物之间的必然联系，对它进行正确认识和总结，上升到理性高度，就是发现了规律，这种规律，就是学问，就是知识。这里所说的规律，就是发展过程中事物之间内在的、本质的、必然的联系。它是在一定条件下，可以反复出现的，是客观的，人们只能发现它，但不能创造它。

对纷繁复杂的客观事物，正确认识和总结它们之间必然的联系，就是科学，由此我们就进入了伟大的科学殿堂。

#### （二）科学是关于自然、社会和思维的知识体系

科学不是点点滴滴互不联系的知识单元，也不只是事实或规律的知识单元，只有这些知识单元的内在逻辑特征和知识单元间本质联系清楚了，建立起一个完整的知识体系时才可称为科学。由这些知识单元组成学科，学科又组成学科群，形成了一个多层次的知识体系。如当代信息科学是一个综合性的学科群，它是以信息论为基础，由电子学、控制论、自动化技

术、计算机科学、人工智能及神经科学等学科组合而成,而以上各学科可以分解为若干知识单元。

科学的发展表明,古今中外的大科学家不只是知识创造者,更重要的他们还是知识的综合者。古希腊的亚里士多德,是科学史上对后人影响最大的科学家之一,他的卓越贡献是集古代知识之大成,并对知识进行了分类,他的著作就是古代的百科全书。古希腊的欧几里得也是一位科学知识的综合者,他以严谨的逻辑和科学的推理方法写成的《几何原本》是古希腊科学的最高成就,他通过逻辑的推理和严密的论证使知识体系化。

事实上,科学的形成取决于两个方面,一个是在生产和实验中创造知识,一个是综合知识的逻辑思维。在综合化过程中,按照内在逻辑关系把已知知识条理化、系统化,发现矛盾或空白,再作观察、试验和论证,得知新的原理,补充和完善知识体系,因此,综合化过程也是一种科学过程。

### (三) 科学是顺应或改造自然、改造社会的武器

从科学与自然、科学与社会的关系来说,科学的本质涵义是告诉人们怎样去顺应自然,改造社会,这样科学概念才会有实际意义。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。人们要在自然界得到自由,就要运用自然科学了解自然、顺应自然和改造自然,从自然世界里得到自由。为了人类社会进步,就要以社会科学为武器来了解社会、改造社会,进行社会革命。科学是使一切活动合理和有效的基础,是行动规则的总和。

人们习惯把科学分成纯粹科学和应用科学,认为纯粹科学影响我们的思想方式,应用科学影响我们的生产方式和生活方式。实际上,纯粹科学的最终目的仍然是通过科学应用解决生产与生活的实际问题。因此,只存在为人类社会进步服务的统一的科学,没有超人世的不解决任何实际问题的科学。科学只能是顺应或改造自然、改造社会的武器和工具。

科学作为一项事业,在社会总体活动中的地位和功能的表现两个方面:一是在精神文明方面,即认识世界是科学的认识功能;二是在物质文明方面,即改造世界是科学的生产力功能。

科学是对客观实际的反映和本质的描述。但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,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。科学既是一支“未完成的交响曲”,也是一台大型的“机器”,它总是处于增加配件和不间断的修理之中。科学不仅仅是研究过程的产物,更重要的是必须把科学看成是个连续发展的社会过程。

美国科学家贝尔纳对科学虽然作过深入研究,但他深感为科学下圆满定义的难处,而只能从不同侧面去理解和认识。他认为科学包括五个侧面:一是体制,是完成科学社会任务的组织;二是方法,即发现事实和规律的一切方法的总和;三是指累积而成的知识体系;四是指科学构成生产发展的重要因素;五是指科学构成新思想和世界观产生的源泉。

## 二、自然科学的概念

自然科学涵括了许多领域的研究,自然科学通常试着解释世界是依照自然程序而运作,而非经由神性的方式。自然科学一词也是用来定位“科学”是遵守科学方法的一个学科。



自然科学(natural science)是研究无机自然界和包括人的生物属性在内的有机自然界的各门科学的总称。认识的对象是整个自然界,即自然界物质的各种类型、状态、属性及运动形式。认识的任务在于揭示自然界发生的现象和过程的实质,进而把握这些现象和过程的规律性,以便顺应或控制它们,并预见新的现象和过程,为在社会实践中合理而有目的地利用自然界的规律开辟各种可能的途径。

自然科学成果的取得,直接依赖于人类改造自然的实践活动。人类改造自然的实践活动可以分为两种,一是生产实践,二是科学实验。这两种实践活动是自然科学的根本来源,自然科学就是在实践基础上产生和发展起来的。自然科学是一个整体,按照人们对自然科学的认识程度和它研究的基本规律不同,自然科学大体上可分为三个层次,或者说三个子系统。

### (一)基础科学

基础科学是对客观世界基本规律的认识。就研究自然界的基础科学来说,包括天文学、地质学、物理学、化学、生物学以及作为各门科学的工具和方法的数学。基础科学有以下几个特点:①它是物质运动最本质的规律性的反映,是在丰富的感性材料基础上总结出来的理性认识,其一般表现形式是由概念、定理、定律等组成的理论体系。②它与生产实践的关系一般比较间接,要通过一系列的中间环节才能转化为物质生产力。③基础科学的研究领域十分广阔,其研究工作具有长期性、艰苦性和连续性。④基础科学具有非保密性,它的研究成果可以公开发表。

### (二)技术科学

技术科学研究生产技术和工艺过程中的共同性规律,其对象大部分是技术产品。技术科学一般包括应用数学、计算机科学、材料科学、能源科学、信息科学、空间科学,以及应用光学、电子学、应用化学、医学科学、环境科学、农业科学,等等。技术科学有两个特点:①它相对于基础科学而言是研究具体对象的特殊运动规律。②它与生产实践的联系比较密切,因而发展极其迅速。

### (三)工程科学

工程科学是具体地研究基础科学和技术科学如何转化为生产技术、工程技术和工艺流程的原则和方法,以供改造自然之用。工程科学一般包括农业工程学、矿山工程学、冶金学、工程力学、水利工程学、土木建筑工程学、机械工程学、化学工程学、电力工程学、半导体科学、自动化科学、仪器仪表工程学、宇航业工程学、海洋工程学、生物工程学,等等。工程科学有以下几个特点:①它的研究目的十分明确,就是要通过研究制造出特定的机器,绘制凝聚新思想的图纸,制订出合适的工艺流程。②它与生产领域最为接近,是要解决产业中生产技术的一系列具体理论问题。③它有一定程度的保密性,往往以申请专利的形式得到保护。

## 三、自然科学的特征和属性

### (一)客观性

自然科学的研究对象是自然界的各种物质客体的结构和运动形式。科学的任务就是揭示物质运动的客观规律,达到真理性的认识。科学必须从事实出发,按世界的本来面貌反映世界,不允许无谓的臆造和无根据的假设。科学要用现象的自然原因来解释现象,而完全撇

开超自然的任何影响。这一特征表明,科学不同于宗教信仰。宗教是一种精神寄托,它相信并崇拜超自然的神灵的力量,它只能用虚幻的、扭曲的形式反映现实。而科学则能为人们提供真理性的认识。

### (二) 抽象性

科学虽然以自然界为研究对象,但它并不停留在对自然现象的直观描述阶段。它要透过纷繁复杂的表面现象揭示其内在的本质,进而发现规律。为此,就要经过“去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里”的抽象过程,并以概念、范畴、原理等形式确定下来。只有借助思维的抽象力,才能把握事物的本质及其运动规律。科学的这一特征表明,它不同于艺术。艺术是通过塑造栩栩如生的形象,将普遍本质特征集中体现在个别对象身上,也就是“在特殊中显示一般”。

### (三) 自然属性

自然科学是生产斗争和科学实验的产物,它的内容与社会经济基础的要求没有什么关系。它虽然是社会意识的一种,但它是社会意识中的非意识形态部分,不属于上层建筑,而属于生产力的范畴。科学是人类共同智慧的结晶,是跨越国界的人类共同财富。所以,科学本身没有阶级性。这一特征表明,它同政治、法律、思想、道德、社会科学、哲学等社会意识形态不同。这些是对社会经济基础和政治制度的自觉反映,属于上层建筑,在阶级社会中,是为一定阶级服务的。

### (四) 探索性

科学是对自然界运动规律的反映,而自然界又处于永不休止的变化之中,所以科学活动总是处于积极探索的过程之中。科学大厦的建设,是一项永远不会完结的工程,人类总得有所发现、有所发明、有所创造、有所前进,而不会穷尽“终极真理”。

### (五) 解释性

科学来源于实践,它还要回到实践中去,它要对人们在生产实践和科学实验中所提出的各种问题作出解释。科学理论的目标就是提供系统的、严密的和有根据的解释。

### (六) 预见性

科学的预见性,是指根据对自然界现象之间本质联系的深刻认识,科学理论能够对自然界事物的发展趋势或者尚未发现的事物作出推断和判断。自然界的一切事物都是遵循一定的规律发展变化的。因此,人们一旦掌握了客观规律,就能够预见它的发展进程和结局。科学预见是人们能动性的体现,是人们改造自然的实践活动获得成功的前提。

## 第二节 技术的概念及其与科学的关系

### 一、什么是技术

“技术”一词始于古希腊,意思是技能、技艺和技巧。亚里士多德曾把技术看做是制作的智慧。1615年美国出现了“technology”一词,表示技术原理和过程。中国古代《考工记》上用“知者造物,巧者述之、守之,世谓之工”表述“技术”的涵义,也就是说,知者发明,巧者负责发明成果的应用,并将其经验、技巧传给后代。

到18世纪末,法国科学家狄德罗在他主编的《百科全书》条目中开始列入了“技术”条

目。他指出：“技术是为某一目的共同协作组成的各种工具和规则体系。”这是较早给技术下的定义，至今仍有指导意义。阐明技术概念的这句话提出五个要点：①把技术与科学区别开，技术是有目的的；②强调技术的实现是通过广泛社会协作完成的；③指明技术的首要表现是生产工具，是设备，是硬件；④指出技术的另一重要表现形式“规则”，即生产使用的工艺、方法、制度等知识，这就是软件；⑤和科学一样，把定义的落脚点放在知识体系上，即技术是成套的知识系统。

我国学者给技术下的定义是：人类在为自身生存和社会发展所进行的实践活动中，为了达到预期目的而根据客观规律对自然、社会进行调节、控制、改造的知识、技能、手段、规则及方法的集合。

## 二、技术的特征及属性

### (一) 技术的特征

#### 1. 人对自然的能动关系

技术总是意味着人对自然界有目的性的变革，在本质上反映着人对自然的能动关系。技术就是按照人类的目的而使自然界人工化的过程，并且是实现自然界人工化的手段。这里所说的手段，是相对于目的而言的，绝不是仅指物质手段，也不是仅指知识能力，而是两者的结合。作为实现目的的手段，或者说技术，是人通过运用知识并借助物质手段，以达到改变自然界的运动形式和状态的过程，是知识和能力同物质手段相结合，对自然改造的动态过程。因此，可以认为技术存在于把天然的自然界（第一自然）变为人工化的自然界（第二自然），或者从一种人工化自然界变为另一种人工化自然界的动态过程之中。

#### 2. 始终处于动态

作为实现自然界人工化手段的技术，需运用科学知识、能力和经验。然而无论是基础科学、技术科学还是工程科学，知识形态的东西都不等于技术。同样，设备、工具或能源、材料等劳动资料也不等于技术。只有按照人所设定的目的，在运用知识和物质手段实现对自然界的控制、改造的过程中，才能找到技术的踪迹。因而，技术是在一个动态过程中才存在的东西，而不是静止的、一成不变的东西。

### (二) 技术的属性

#### 1. 自然属性

技术的自然属性首先表现在任何技术都必须符合自然规律，违背自然规律的技术是不存在的。技术虽然存在于人工自然过程中，这个自然过程又是人与自然相互作用的过程，但它总是按照客观的自然规律来运动，这是技术的自然属性的重要体现。任何技术都会造成一定的自然后果，要利用为人类服务的自然后果，要克服对人类不利的自然后果。技术的自然属性，决定了科学知识成为技术的主体要素。

#### 2. 社会属性

技术的社会属性是指技术是为了利用自然和改造自然，人类有目的的创造。这种目的性是社会的人所具有的，并且是在社会中产生出来的，又是随着社会的发展而变化的。目的性是技术活动的起点，技术的后果是目的的实现。在整个技术活动中都体现着技术的目的性。技术的社会属性还表现于技术的发明和应用都强烈地受到社会种种条件的制约，以致

影响着技术发展的途径和进程。技术的后果满足了社会的人的需要,则人们就会支持与促进技术的发展;反之,就会阻碍技术的发展。

### 三、现代技术的分类

对应于基础科学、技术科学和工程科学,可以把现代技术分为三大类:实验技术、基础技术、产业技术。

#### (一) 实验技术

实验技术是为了科学认识而探索自然客体的技术手段,按照实验者作用于自然过程的四种基本形式,即机械运动、物理运动、化学运动、生命运动的作用。实验技术可划分为:①力学实验技术,它是用来改变自然界的机械运动状态的。②物理实验技术,它是用来探测自然物的物性的。③化学实验技术,它是用来分析自然物的物质成分和变化或用自然物来合成人工物质的。④生物实验技术,它是用来作用于生命运动的状态和性质的。实验技术往往是以仪器仪表设备如温度计、望远镜、显微镜、分光计、干涉仪、电子加速器、中子对撞机、电子计算机等体现的。

#### (二) 基础技术

按照人工自然过程的四种基本形式,整个技术可以划分为四种基础技术:广义的机械技术(人工的机械自然过程)、物理技术(人工的物理自然过程)、化工技术(人工的化学自然过程)和生物技术(人工的生命运动过程)。在人类的各个时代,都存在着四种基本技术,只是发展状况不同。从近代至现代是从机械技术占主导地位而逐渐让位给了物理技术和化工技术。在现代的知识工业或技术密集型产业中,物理技术与化工技术正在大显身手。同时,又必须看到生物技术的进展。有人预计,未来将是生物技术率先发展的时代。

#### (三) 产业技术

基础技术只有加入到生产劳动过程之中,才会作为现实生产力发挥作用,并借劳动过程中的技术进入产业技术。产业技术是由不同劳动过程中的不同技术组成的较为复杂的系统。考察技术与产业的关系,发现某一类劳动过程与某类技术相关,或以这类技术为主,这类劳动过程便产生了对应的产业。产业技术和产业大致可以作如表 1-1 所示的分类。

表 1-1 产业技术和产业的大致分类

产业技术	产业	产业技术	产业
植物栽培育种技术	农业、林业	建筑技术	土木建筑业
捕获技术	水产业、狩猎	劳力技术	火力、水力发电,核电,煤气
饲养育种技术	畜牧业、水产业	通信技术	电信、电话、广播、电视
采掘技术	采油、采煤、矿业	系统技术	信息、机械制造与服务业
材料技术	冶金工业、石油精炼工业、化学工业、水泥工业	保健技术	医疗机器、药品制造、医院、环保业
机械技术	制造业、加工组装业	交通运输技术	汽车、火车、轮船、飞机等运输业

## 四、科学与技术的关系

### (一) 科学与技术的联系

科学和技术总是有着不可分割的紧密联系,它们相互依存,相互渗透,相互转化。科学是技术发展的理论基础,技术是科学发展的手段。人们常以“科技”二字将两者缩略为一词,用以称谓科技事业、科技工作、科技人员,等等。科学与技术是辩证统一的整体,科学中有技术,如物理学有实验技术;技术中也有科学,如杠杆、滑车等也有力学。技术产生科学,如射电望远镜的发明与使用,产生了射电天文学;科学也产生技术,著名例证如下所示:

1831年	发现电机原理	1882年	生产出发电机
1862年	发现内燃机原理	1876年	生产出内燃机
1925年	发现雷达原理	1935年	制造出雷达
1928年	发现青霉素	1943年	生产出青霉素
1938年	发现核裂变	1945年	制造出原子弹
1948年	发现半导体	1954年	生产出半导体收音机

### (二) 科学与技术的主要区别

#### 1. 科学与技术的构成要素不同

科学的要素是概念、范畴、定律、原理、公设、假说。技术的要素分为两类,一类是主体要素,即经验、理论、技能;另一类是客体要素,即工具、机器等装置。

#### 2. 科学与技术的目的、任务不同

首先,科学的目的是任务在于认识和揭示客观世界的本质和发展规律,它侧重回答自然现象“是什么”、“为什么”和“能不能”等问题。技术的目的和任务在于对客观世界的控制、利用和改造,发明世界上尚没有的东西,协调人和自然的关系,它侧重回答社会实践中“做什么”、“怎么做”以及“有什么用”等问题。其次,科学活动的目的是逐步建立知识体系,对某种现象作出解释,为一些事件提供一个真实的描述,判断一些状态的性质;而技术活动的目的是为实现人类的愿望提供便利,解决一些实际问题,使知识得到有益的应用。

#### 3. 科学与技术的社会功能与价值标准不同

科学具有广泛的社会作用,具有认识、文化、教育和哲学等多方面的价值,但科学一般并不具有明确的、直接的社会目的;技术则不同,具有明确的、具体的社会目的,如技术是直接追求经济的、军事的和社会的利益。因此,对科学进行评价,追求的是正确性和深刻性;对技术进行评价,追求的是先进性、经济性和可行性。科学的作用是教导人类,技术的作用是用现有的知识去为人类服务;科学需要大量的调查研究,思维的典型方式是纵向的,技术则需要结合知识的创造能力,其思维方式是横向的。

#### 4. 科学与技术的研究过程不同

科学研究的目标有较大不确定性,往往难以预见在未来会作出什么发现,也难以计算出作出某种新发现需要多少时间,付出多大代价;技术开发虽然也有一定的不确定性,但新产品的研制、新工艺的开发还是有既定的目标的,有较明确的步骤和经费预算,技术开发工作的计划性比较强。

#### 5. 科学与技术的成果形式与肯定方式不同

科学活动的成果主要表现为知识形态,如报告、论文、著作等,它的价值主要在于深化人类认识,充实人类知识宝库;技术活动的成果主要表现为物质形态,如产品、装置、设施、工艺流程、设计方案、技术装置及控制软件等,它的价值主要在于实用性、经济性和可行性及对社会实践的推动作用。在肯定方式上人们通常把科学上的突破叫做发现,而把技术上的创新叫做发明。

### 思考与练习

1. 如何理解科学的概念?
2. 什么是自然科学? 它可以分为哪几个层次?
3. 自然科学具有哪些特征?
4. 什么是技术? 它具有哪些特征? 有什么属性?
5. 现代技术分为哪几类?
6. 科学和技术有什么联系? 有什么区别?

## 第二章 自然科学的起源

科学,从狭义的观点来看,它是一种可用经验事实来检验的关于自然界规律的知识系统;从广义的观点来看,它是一种探究自然界规律的特殊的社会文化活动。人不仅是一种生物的人,更重要的是一种文化的人。自从有了人类以后,各种人类文化活动如语言、原始技术、原始艺术、神话、原始宗教、历史和哲学就先后应运而生。科学,可以说是人类历史上出现较晚的一类文化现象。它是一种只有在特殊的历史条件下才可能得到发展的甚为精确的成果。因此,科学的起源和发展,同远古时期的社会、生产、宗教和神话有着极其复杂的关系。科学作为人类的一种认识实践活动,有着很强的继承性质,也就是说,它总是在前代的知识水平、生产技术和认识水平上发展、提高、变化的,它绝非凭空而来;另一方面,作为人类认识的一种伟大进程,它又是不断更新,不断前进,永远不会停止在一个水平上的,这又构成了科学的创造性质。对于前代的继承和创造,决定于这种继承和创造的当代生产技术、社会经济和人类的知识水平。

### 第一节 古代科学技术的起源

#### 一、古代科学技术的萌芽

在科技史上,一般把世界上资本主义产生(16世纪)以前称为古代,包括原始社会、奴隶社会、封建社会。

原始人类大约是300万年前由古猿进化而来的。在同自然界搏斗、争取自身生存的过程中,我们的祖先认识了自然界,也积累了关于自然界的知识,进而不断利用这些知识提高自己适应自然界的能力,慢慢地从单纯适应自然环境到作出某些改变,努力使自然条件满足自己的某种目的,从而促使人类自身发展和社会前进。这里的关键是劳动,人类在劳动中结合成了一定的关系,有了简单的协作和自然分工,就形成了一定的社会组织形式。

原始社会是人类发展的幼年时期,也是科学技术的幼年时期。在漫长的原始社会里,生产发展极其缓慢,实际上只有缓慢发展的原始技术,科学技术只是以萌芽状态存在于原始生产活动中。在远古相当长的一段时期内,科学和技术是相对独立而又缓慢发展的。

据考古发现,大约距今30万年前,原始人就在制造石器的过程中,开始了认识自然、改造自然的活动。为了制造合适的石器,慢慢学会了选择石料并进行打磨加工,因此,当人类打制出第一把粗笨石刀的时候,就已具备了某种知识和技巧,制造石器可以说是开创了人类最早的工业。火的使用,对原始人类的生产和生活方式的演进都产生了巨大影响,有了火,

人类就开始吃熟食,食物的种类和范围扩大了,营养丰富,人类的体质得到了加强,大脑进一步发达。火可以御寒,帮助人类在恶劣的气候环境中生存下来,又可以照亮洞穴,使人类由野居变成洞居,改善了居住条件。火还可以用来保护自己,驱逐野兽,甚至在围捕野兽时,也可起很大的作用。从保持天然火种到学会取火,标志着人类第一次控制和利用了重要的自然力。在距今 140 00 多年前,原始人类发明了新的劳动工具——弓箭。弓箭的发明对人类社会的的发展和科技的进步有着十分重要的作用。一方面利用弓箭有组织狩猎,提高了生产效率,剩余的猎物被饲养起来,使人类由狩猎时代进入畜牧时代。其后,从采集野果到栽培植物,从用树叶兽皮遮体到编织衣着,从用火烧制黏土到制陶技术,从用火熔化铜和铁到制造金属工具,从而出现了原始的农牧业和手工业技术。由于农业技术的发展,人类开始在江河流域定居生活,又学会了原始的建筑技术、交通运输技术、医疗技术等,正是这些原始的生产和生活技术成为了人类科学技术发展的起点,从而开始了人类 5 000 年的文明史。

## 二、古代科学技术的起源

在文明史的创造中,文明古国古埃及、古巴比伦、古代中国和古印度,都有辉煌的一页。大约在公元前 3 000 年,原始农牧业、手工业的发展,使生产力不断提高,导致氏族社会开始出现阶级分化,原始社会逐渐解体,代之而起的是奴隶社会的形成和发展。最早进入奴隶社会的是一些农业较稳定的国家,这些国家的地理环境具有同一特点,它们都处于大河流域。例如尼罗河流域的古埃及,幼发拉底河和底格里斯河流域的古巴比伦,印度河和恒河流域的古印度,黄河、长江流域的古代中国。随着生产力的发展和生活水平的提高,出现了专门从事脑力劳动的知识阶层,产生了文字。这些为探求知识、了解自然提供了必要的条件。于是科学技术在这四大文明古国中开始了它的起源。

### (一) 古埃及的科学技术成就

古埃及人创造了人类历史上最早的太阳历,在公元前 4 000 年,古埃及人把 1 年确定为 365 天,把天狼星与太阳同时升起作为一年的开始。这时,尼罗河水开始泛滥,之后需要重新界定土地边界,由此产生了几何学,知道了圆形、矩形、三角形、梯形等面积及立方体的计算方法。最重要的史料常推所谓的林德纸草书(Rhind Papyrus),这是 1852 年英国人林德(Henry Rhind)在鲁克索尔的阿门神殿发现的。这些文字是公元前 1700 年书写的,作者是阿梅(Ahmes),但是内容确乎是关于公元前 3 500 年的数学题,共 85 道,首先为爱森洛尔(Eisenlohr)解读,里面有不少有趣的问题。如古埃及人已经会把  $\frac{7}{29}$  分为  $\frac{1}{6} + \frac{1}{24} + \frac{1}{58} + \frac{1}{87} + \frac{1}{232}$ ,还会解一些我们今天所说的一元一次方程。古埃及人在制作木乃伊的过程中还增长了解剖知识,促进了医疗技术的发展。古埃及在公元前 2000 年左右修建的国王陵墓——金字塔,是古代建筑的奇迹,是古埃及人聪明智慧的象征。

### (二) 古巴比伦(亦称美索不达米亚)的科学技术成就

关于古巴比伦,我们知道早在 5 000 多年前就有了片断文字记录,他们采用的圆周和角的六十和十二划分一直沿用至今。他们发明了阴历历法,将 1 年定为 354 天,12 个月,大小月相间,大月 30 日,小月 29 日,每日 24 小时,每小时 60 分,1 分为 60 秒,以 7 天为 1 个星期。他们编制了日月运行表,可计算月食出现的周期,而且有些星象家似乎还认识到了地球是一个球体。古巴比伦人掌握了解一元二次方程的方法。他们还发明了最早的冶铁技术,



建造了当时世界上最雄伟气派的城市——新巴比伦城。早在公元前3500年左右,他们发明了象形文字,后来发展成表意和指意符号,到公元前2800年左右基本成形,叫做楔形文字。在巴比伦,占星术和巫术也很盛行。但是,无论如何,他们的科学成就达到了令人不解的高超程度。比如在1848年发掘到的材料表明,巴比伦人已经能把月亮的辉度用两列级数表示出来:前5天是公比为1的等比级数,后10天是公差为1的等差级数。令人更加不解的是,这样非常理论性的知识,竟没有成为进一步探索的起点。

### (三) 古印度的科学技术成就

由于印度文化宗教气氛浓厚,关注神大于关注人,有关人类认识自然的活动记载很少。因此,古印度人在科学技术方面的贡献就显得比较贫乏。不过古印度数学家制定的数的记号,创造了零的概念及其数字符号“0”,这些在世界数学发展史上占有极其重要的地位。古印度的医学较为发达,在古文献《阿达斐吠陀》中有关于临床治疗、人体解剖学、植物药理学等方面的知识。

### (四) 古代中国的科学技术成就

我们的祖国也是世界上最古老的文明发源地之一,在上古时期有着世界上最早的哈雷彗星记录,最古老的星表《甘石星经》,并创造了十进制的计数方法和计算工具,发明了极为先进的青铜冶铸技术。我国还是世界上最早发明丝织技术的国家。在农业方面已开始精耕细作,并兴修水利工程。在医药学方面,古代中国独特的中医药学体系已初步建立。

## 第二节 古希腊的科学技术

公元前800年左右,在希腊半岛上,爱琴海东岸的爱奥尼亚地区,南部的克里特岛以及南意大利等地出现古希腊文明。和四大文明古国不同的是,古希腊境内多山,海岸线长,虽然农业难以成为古希腊的经济支柱,但古希腊的手工业、海上渔业、航海业和商业却较发达。这种地理、经济的开放性特点,为古希腊接触和吸收周边地区的文明精华创造了条件,并造就了古希腊民族敢于冒险、思想开放、重视自然、追求理性、崇尚知识和智慧的风尚。同时,古希腊各地遍布的大大小小的数百个城邦,经过几百年演变,有些城邦选择了民主政体,其中最具代表性的是雅典。这种奴隶民主制不仅为知识阶层提供了闲暇,而且还提供了自由、平等,造就了希腊几百年的百花齐放、百家争鸣的局面。这些无疑为具有强烈求知欲的希腊人力图对整个世界作出理性的解释提供了良好的社会环境,使古希腊的科学技术带有明显的理性色彩,其科学技术水平也达到了奴隶社会的高峰。

公元前1世纪,古希腊被古罗马帝国吞并。在古罗马时期,一方面古希腊的科学余晖仍在闪射着光芒,一些重要的科学思想得以继续发展并系统化;另一方面古罗马帝国的统治者为满足自身的需要,使得各种工程技术获得了广泛的发展。

### 一、古希腊早期科学技术的形成

科学最早主要是包含在哲学的文化形态之中的,自然哲学就是它的前身。自公元前6世纪以来,西方思想家们一直在寻求一套统一的观念,用以解释各种自然现象,评价个人生活方式以及社会习俗和制度,为人们提供一个进行道德思考和社会政治思考的理论框架。