

21 世纪高等院校教材

自然科学概论

娄兆文 甘永超 赵锦慧 孙志敏 等 编



科学出版社

21 世纪高等院校教材

自然科学概论

娄兆文 甘永超 赵锦慧 孙志敏 等 编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以人类认识自然、改造自然的史实为基础,以历史进程为线索,以学科为主线,侧重介绍产生过重大影响的历史事件,介绍部分重要学科领域的历史与现代发展状况,以不同社会发展阶段的自然科学成就和著名科学家具有划时代意义的发现、发明及学说为主要内容,概括地分析和阐明自然科学及其学科的对象、特点、发展规律与历史作用,粗略地介绍自然科学的知识体系。本书共 10 章,内容包括绪论及物理学、化学、生命科学、天文学、地学、数学、系统科学等自然科学的主要学科方向,并提供了部分供教学参考的资料。

本书可作为高等学校人文社会科学各专业学生的通识教育或素质教育教材、参考书,也可作为一般读者的科学普及读本。

图书在版编目(CIP)数据

自然科学概论/娄兆文等编. —北京:科学出版社,2012. 6

21 世纪高等院校教材

ISBN 978-7-03-034872-2

I. ①自… II. ①娄… III. ①自然科学-高等学校-教材 IV. ①N

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 127680 号

责任编辑:丁 里 / 责任校对:朱光兰

责任印制:闫 磊 / 封面设计:华路天然工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市农林印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 6 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2012 年 6 月第一次印刷 印张:14 3/4

字数:322 000

定价:29.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 自然科学的概念、研究对象和特征.....	1
1.1.1 科学的概念和特征.....	1
1.1.2 技术的概念和特征.....	2
1.1.3 科学与技术的关系.....	3
1.2 自然科学的功能与作用.....	5
1.2.1 科学技术是社会发展中的一种历史现象.....	5
1.2.2 科学技术既是一种物质力量,又是一种精神力量.....	6
1.2.3 科学技术是推动历史发展的革命力量.....	7
1.3 自然科学的体系结构与发展趋势.....	7
1.3.1 科学和技术的形成与发展.....	7
1.3.2 现代自然科学的体系结构.....	8
1.3.3 现代科学和技术的发展趋势.....	10
1.4 科学结构的革命——自然科学与人文社会科学走向统一.....	10
1.4.1 自然科学与人文社会科学的不同特点.....	10
1.4.2 自然科学与人文社会科学分离.....	11
1.4.3 自然科学与人文社会科学统一的基础.....	11
1.4.4 对自然科学及人文社会科学统一的理解.....	12
1.4.5 自然科学与人文社会科学走向统一的途径.....	13
第 2 章 物理学	15
2.1 物理学的学科特点与研究方法.....	15
2.1.1 物理学简介.....	15
2.1.2 物理学的学科特点.....	15
2.1.3 物理学的研究方法.....	17
2.2 物理学革命的背景及其发展模式.....	18
2.2.1 物理学革命前夜的三大发现.....	18
2.2.2 物理学革命前夜飘荡在物理学上空的两朵乌云.....	19
2.2.3 物理学革命进行曲——物理学发展模式.....	20
2.3 相对论的建立及其时空观上的革命.....	22
2.3.1 狭义相对论的建立.....	22
2.3.2 狭义相对论及其所引出的全新的观念.....	25
2.3.3 广义相对论简介和意义.....	30

2.4 量子力学的发展及其全新的物理概念	32
2.4.1 能量子、波粒二象性与测不准原理	32
2.4.2 量子力学的基本概念和理论	34
2.4.3 量子力学的意义及其引起的思想争议	37
2.5 物质结构基本单元的理论及其应用	39
2.5.1 物质结构的基本单元及相关理论简介	39
2.5.2 重核裂变及其原子弹与核反应堆	48
2.5.3 轻核聚变及其氢弹与核聚变的应用展望	51
第3章 化学	55
3.1 化学的基本知识	55
3.1.1 化学的基本概念	55
3.1.2 化学的萌芽	55
3.1.3 化学的中兴	56
3.1.4 化学的作用	58
3.1.5 化学的学科分类	59
3.2 现代化学理论	60
3.2.1 原子结构与元素学说的新发展	60
3.2.2 现代化学键理论与量子化学	64
3.2.3 现代化学动力学理论	68
3.3 现代实验和分析化学方法	72
3.3.1 光学分析法	72
3.3.2 电化学分析法	73
3.3.3 色层分析法	73
3.3.4 现代结构化学与X射线衍射法	75
3.4 现代化学的发展特点和趋势	79
3.4.1 现代化学的发展特点	79
3.4.2 现代化学的发展趋势	80
第4章 生命科学	83
4.1 生命科学概述	83
4.1.1 生命科学的基本概念	83
4.1.2 生命科学发展简史	83
4.1.3 生命科学的学科分类	86
4.2 生命科学的研究方法	87
4.2.1 科学观察	87
4.2.2 假说和实验	88
4.2.3 模型实验	88
4.3 现代生命科学理论与应用	89

4.3.1 细胞与细胞克隆	89
4.3.2 基因与基因工程	93
4.3.3 人类遗传与优生	101
4.3.4 致病微生物与人体免疫	104
4.3.5 生物多样性与保护	107
4.4 现代生命科学的发展趋势及特点	110
4.4.1 现代生命科学不断向微观方向深入	110
4.4.2 现代生命科学继续向宏观方向发展	111
4.4.3 现代生命科学与其他学科渗透融合	111
4.4.4 现代生命科学的基础研究与应用的统一	112
4.4.5 现代生命科学与社会进步密切相关	112
第5章 天文学	113
5.1 天文学概述	113
5.1.1 研究天文学的意义	113
5.1.2 研究对象和领域	113
5.1.3 天文学的研究方法与手段	114
5.1.4 天文学的学科分支	114
5.1.5 天文学的发展历程	114
5.1.6 天文学发展展望	115
5.2 宇宙	115
5.2.1 宇宙年龄	116
5.2.2 宇宙的产生	116
5.2.3 宇宙的层次结构	117
5.2.4 宇宙物质多样性	117
5.3 星系	118
5.3.1 星系的相关定义	118
5.3.2 星系的特征	119
5.3.3 主要星系类型	119
5.4 银河系	120
5.4.1 形状	120
5.4.2 特征	120
5.4.3 银河系的未来	121
5.5 太阳系	121
5.5.1 轨道概述	121
5.5.2 结构和组成	121
第6章 地学	125
6.1 地球环境系统	125

6.1.1 太阳及其运动	125
6.1.2 月球及其运动	128
6.1.3 地球及其运动	130
6.2 地球演化的假说	131
6.2.1 大陆漂移说	131
6.2.2 海底扩张说	132
6.2.3 板块构造说	134
6.3 地球的圈层构造	136
第7章 数学	137
7.1 数学发展史概要	137
7.1.1 古代数学发展简史	137
7.1.2 近现代数学发展简史	139
7.2 数学分支领域介绍	141
7.2.1 代数学范畴	141
7.2.2 几何学范畴	142
7.2.3 分析学范畴	144
7.3 20 世纪数学发展的特点	146
7.3.1 20 世纪数学研究的特点	147
7.3.2 20 世纪数学应用的特点	151
7.3.3 21 世纪数学展望	153
7.4 应用类数学分支介绍	154
7.4.1 概率论与数理统计学	155
7.4.2 运筹学	156
7.4.3 计算数学	158
7.4.4 模糊数学	159
7.5 数学问题介绍	161
7.5.1 世界四大数学难题	161
7.5.2 近代三大数学难题	162
7.5.3 七大千年数学难题	165
第8章 系统科学	169
8.1 概述	169
8.1.1 古今系统思想概述	169
8.1.2 系统科学的形成和发展	171
8.2 系统的结构和分类	180
8.2.1 系统的概念	180
8.2.2 系统的结构与子系统	181
8.2.3 系统的层次	182

8.2.4 结构效应与整体涌现性	183
8.2.5 系统的分类	184
8.3 系统的环境、边界、特性、功能	184
8.3.1 系统的环境	184
8.3.2 系统的边界	185
8.3.3 系统的开放性与封闭性	186
8.3.4 系统的功能	187
8.4 系统的状态、演化	188
8.4.1 系统的状态	188
8.4.2 系统的演化	188
8.5 系统的模型方法	190
8.5.1 系统的原型和模型	190
8.5.2 系统的数学模型	190
8.5.3 基于计算机程序的系统模型	191
第9章 发展中国的科学技术事业	193
9.1 中国古代的科技成就	193
9.1.1 天文学	193
9.1.2 数学	194
9.1.3 医药学	195
9.1.4 农学	196
9.1.5 指南针、火药、造纸术和印刷术的发明	197
9.2 中国近代科学技术落后的原因	198
9.2.1 社会历史原因	199
9.2.2 中国传统文化及科学自身的原因	201
9.3 我国科技事业的发展	202
9.4 从迎接新技术革命到走科技自主创新之路	205
9.4.1 我国面临的新挑战	205
9.4.2 借以起飞的好机会	206
9.4.3 迎接新挑战	207
第10章 课余阅读材料	210
10.1 关于原子是否存在的争论	210
10.2 在发现电子道路上的遗憾	214
10.3 普朗克的“悲剧”	216
10.4 制造永动机梦想的破灭	220
10.5 明代数学的停滞	223
10.6 王夫之的物质不灭思想为什么没有发展为物质不灭原理	224
参考文献	226
后记	228

第 1 章 绪 论

1.1 自然科学的概念、研究对象和特征

自然科学是人类科学知识的主要组成部分之一。对于什么是自然科学(或者说狭义的科学),虽然目前学术界没有一个固定的说法,但人们一般都认为自然科学是人类研究自然界各种物质和现象的科学,是人类在认识自然和改造自然的过程中所获得的关于自然界各种事物的现象和规律的知识体系,同时也是人类追求知识的一项社会活动事业。它包括数学、物理学、化学、天文学、地学和生物学等基础性科学,以及材料科学、能源科学、空间科学和医学等应用性技术科学。一般而言,属于人类对自然的认识部分称为科学(科学知识);属于人类对自然的利用和改造部分称为技术(技术知识),自然科学一般也被人们称为科学技术。

1.1.1 科学的概念和特征

广义的科学是人类反映自然、社会和人类自身客观规律的知识体系,它主要包括自然科学、社会科学和人文科学三大部分(后两种人们一般通称为人文社会科学)。狭义的科学一般指自然科学。社会科学研究的对象是政治、经济、法律和文学艺术等社会现象,它们是人类自身活动的产物。自然科学的研究对象是天体、地球和各种动植物等不依赖于人类而存在的客观事物,它们早在人类出现以前就已经存在。

自然科学是研究自然界中不同领域的运动、变化和发展规律的理论 and 知识体系。它概括了人类对大自然的理性认识,是关于自然界的本质和发展规律的正确反映,是人类利用、改造和保护大自然的有力武器。

自然科学的各个学科反映的只是自然界的不同侧面,而把大自然作为一个整体,研究这个整体的本质和规律的学科则不属于自然科学,而是哲学的一个二级学科——“自然辩证法”,或者说“科学技术哲学”。“自然辩证法”或者“科学技术哲学”属于人文社会科学。

人文社会科学是研究“人文”与“社会”中不同领域运动、变化和发展规律的理论 and 知识体系。它概括了人类对自身的理性认识。人文社会科学又分为人文科学和社会科学两大部分,前者以人类自身为研究对象,主要包括文学、历史、哲学等学科;后者以人类社会为研究对象,主要包括经济、政治、管理和法学等学科。人文科学和社会科学的研究对象和内容通常是缠绕在一起的,很难把二者完全分离开来。

无论是自然科学还是社会科学,它们都是对研究对象的本质及其规律的揭示,是反映事物真相的客观真理。因此,科学的主要特征是:第一,具有重复性、再现性和可比性。科学是一种知识形态的理论、概念、原理和学说,它存在于人们的大脑、书刊和光盘

等多种载体之中,是人类的精神财富,是可以传播、教授、继承和发展的。对于同一个或同一类研究对象来说,不同的人在不同的条件下,通过实验和观察可以得到相同的结果,可以发现共同的科学现象和规律。第二,既具有连续性,又具有创造性。特定的历史条件下的科学及其活动,首先要继承历史和传统,学习前人积累下来的知识并将其贯穿于自己的科学研究中,这就是科学研究的连续性;同时又必须努力解决不同时代所提出的不同问题,并在这些问题上有所发现和创造,这就是科学研究的创造性。在科学研究中必须处理好继承和创新的关系。第三,具有开放性。科学知识的对象是客观世界,世界是不断变化和发展的,人们对世界的科学认识也是不断发展的。科学的开放性就意味着科学具有广阔的胸怀去包容、批判和创造一切揭示事物客观规律的知识 and 理论。

1.1.2 技术的概念和特征

1. 技术的概念

技术是一个非常复杂的概念,因为技术涉及的对象非常广泛;技术也是一个动态的概念,因为随着历史的发展,技术的含义在不断扩充,不同时期人们对“技术”的看法是不一样的。在古代,古希腊著名哲学家(也是科学家)亚里士多德最早提出:科学是知识,技术是制作的智慧。技术仅仅是指个人的经验、技巧和手艺。在近代,随着工业革命的兴起,机器在工业生产中占据着越来越重要的地位,于是人们就认为技术就是工具、机器和设备,是一个个没有生命的装置。20 世纪以后,随着现代科学技术的发展,技术不仅成为人类改造自然、进行劳动生产的手段,而且成为人类认识自然、进行科学探索的重要工具。现代技术已经不仅是日常经验的产物,而且是科学研究的结果。目前比较流行的“技术”的定义是:技术是根据科学原理和实践经验而发展起来的各种工艺操作方法和技能体系。

2. 技术的特征

首先,技术具有明确的目的性。由于技术是为人类所拥有,也是为人类服务的,所以任何技术都有明确的目的,目的性是技术活动的起点,技术成果是技术的目的性的实现。其次,技术是人(使用者或者说劳动者)和物(使用对象或者说劳动对象)结合在一起的有机整体。所有技术都包括两个方面:一是利用和改造自然的物质要素,指生产工具、设备和机器等劳动资料,称为技术的“硬件”;二是利用和改造自然的人的要素,指生产工艺、加工方法和管理体系等,称为技术的“软件”。只有将物的因素和人的因素结合起来,技术才能有效地发挥作用。最后,技术既具有自然属性,又具有社会属性。技术的自然属性是指人们在应用技术的过程中必须遵循自然自身的发展规律,不能是“人有多大胆,地有多大产”、“思想有多远,我们就能走多远”,这是人类所有技术活动必须遵循的前提。所有技术本质上都是对自然规律的应用。技术的社会属性是指人们在应用技术改造自然的过程中,必须遵守社会发展的规律。技术在应用于社会的过程中,必然会受到各种社会因素的影响和制约。例如,一项非常先进的技术,如果它的功能和效用不符合当时当地社会经济的要求,不能满足经济性、可靠性、安全性和社会心理因素等

社会需求,那么这种技术就没有生命力。任何技术都是社会的技术,只有通过广泛的社会协作才能得以实现和推广。

1.1.3 科学与技术的关系

科学与技术,一方面它们是两个不同的学科,二者具有不同的研究对象和研究方法;另一方面,科学与技术又是两个关系非常密切的学科,这既指人们很难把科学与技术,特别是现代科学与技术完全分离开来,也指科学和技术一体化的趋势在当今时代越来越明显。

1. 科学与技术的区别

科学与技术经常被人们联系在一起使用,简称为“科技”。但是也应该注意到,科学与技术是两种不同的现象,也是两个不同的学科,二者是有区别的。忽视二者的区别会引起一系列的误解和失误。

科学属于认识范畴,它的主要任务是回答有关“是什么”、“为什么”的问题,目的是建立相应的知识体系;技术属于实践范畴,它的主要任务是解决有关客观世界(研究对象)“做什么”、“怎么做”的问题,目的是建立相应的操作体系。

科学,或科学研究活动,是对未知世界的探索,所用的方法主要包括观察、实验、收集与整理感性资料、假说、逻辑推理和验证等;技术,或具体的技术活动,是在已有理论指导下的实践性探索,所用的方法主要是设计、模拟、类比、试验、放大、制作、标准化、程序化和试用(验收)等。

对于科学或科学的成果,评价的标准是其符合性(理论的最终结果与实验事实是否相符,以及符合的程度)、创新性(在理论上是否有突破、是否有创造)和逻辑性(理论体系的结构是否严谨、自洽);对于技术或技术产品,评价的标准是其效用性(是否有用,以及效用的大小)、可行性(可否实施、实施的条件是否苛刻)和经济性(投入产出比如何、市场前景如何)。

科学与经济只有间接的关系,虽然科学的成果对经济可能具有长远的影响,但是一般而言,科学在短期之内并不会对经济产生直接的影响。与此相反,技术与经济具有直接的关系,技术产品对经济可能会产生立竿见影的影响。当然,技术对经济的影响也可能是长远的,因为技术一般是保密的,特别是在技术发明的初期是受专利保护的。

表 1-1 简要说明了科学与技术的主要区别。

表 1-1 科学与技术的主要区别

项目	科学	技术
所属范畴	认识范畴	实践范畴
主要任务	建立“是什么”、“为什么”的知识体系	建立“做什么”、“怎么做”的操作体系

续表

项目	科学	技术
所用方法	观察、实验、假说、推理、验证等	设计、模拟、试验、制作、试用(验收)等
评价标准	符合性、创新性、逻辑性	效用性、可行性、经济性
与经济的关系	间接、长远相关	直接、短期相关
主体人员	科学家、学者	发明家、工程技术人员

2. 科学与技术的联系

科学与技术的联系表现或发生在多个方面及不同层次,主要包括以下方面:

(1) 科学是技术(主要指科学性技术)产生与形成的基础,并为科学性技术的发展不断提供新的知识源泉。

(2) 技术的需要是科学发展最重要的动力之一。

(3) 技术为科学研究及其进展提供必要的手段及条件。

(4) 经验性技术包含一些科学的因素,它的提炼与升华是科学创造的一类源泉。

(5) 科学可以改进或提升经验性技术。

(6) 在技术中存在科学问题(“是什么”、“为什么”),对这些问题的研究将形成技术科学。

(7) 在科学中存在技术问题(“做什么”、“怎么做”),这些问题的解决将推动科学发展或产生新的技术。

(8) 出现了“科学技术化”、“技术科学化”和“科学技术一体化”的趋势。

3. 科学与技术之间的相互转化

科学与技术之间的转化包括科学向技术的转化和技术向科学的转化两个方面。历史上,技术向科学的转化曾经是科学产生与发展的重要途径。但是,20 世纪现代科学体系建立以后,科学向技术的转化已成为科学与技术之间相互转化的主流,虽然仍然存在技术向科学转化的现象。

由于科学与技术分属不同范畴(科学属认识和理论范畴,技术属实践与操作范畴),且科学存在着不同的层次(基础科学、技术科学和生产科学),技术也存在着不同的等级(实验技术、专业技术、生产或工程技术等),所以,科学向技术的转化必然要经过一系列的中间环节,并有着方方面面的联系。下面以激光技术的发展来说明这种转化的复杂性。

激光技术的第一阶段是所谓“激光实验技术”。根据爱因斯坦提出的光的受激发射理论(1916 年),科学家致力于从实验上实现光的受激发射。经过各种理论方案的探讨及实验研究,终于在 1960 年制成第一台红宝石激光器,在实验室观察到了激光。这个阶段运用了原子物理学、光学与光谱学、波谱学和固体物理学等有关知识,使光的受激发射理论(基础科学)转化成激光实验技术(光的受激发射)。

激光技术的第二阶段是所谓“激光专业技术”。从1960年至1966年,研制成许多不同类型的激光器,并研究出激光特性参数(功率、频宽、发射角和脉冲时间等)的测量方法以及激光频率转换和调谐方法,从而形成了激光专业技术。在此过程中,运用了激光理论、非线性光学、晶体学、电子学和计量学等多种知识,使激光原理(技术科学)等转化成激光专业技术(激光器的制作及参数测量)。

激光技术的第三阶段是所谓“激光生产技术”。从20世纪60年代后期,特别是70年代起,激光技术广泛地应用于工业、农业、医疗、军事、通信和科学研究等方面。各种以激光器为核心的激光机(如激光打孔机、激光测长仪、激光育种机和激光手术器等)投入批量生产、规模生产,形成激光生产技术,与此相应的则是激光工业的出现。在这个过程中,运用了激光原理、机械制造学和材料学等知识,使激光工艺学(生产科学)转化成激光生产技术(各种激光机的制造及应用)。

1.2 自然科学的功能与作用

100多年以前,马克思和恩格斯就指出,科学是一种在历史上起推动作用的、最高意义上的革命力量,揭示了科学技术在经济、社会、文化等多方面的价值和作用。现代科学技术的进步影响着人类社会的各个领域,显示出对人类社会发展的巨大推动作用。

1.2.1 科学技术是社会发展中的一种历史现象

科学与技术起源于人类认识与改造自然的需要,它们都有着悠久的历史。不过科学与技术成为一种引人注目的社会力量,则是从文艺复兴运动以来,随着科学革命与技术革命,以及科学技术成为生产力而开始的。

1543年,哥白尼的《天体运行论》一书的出版,宣告科学“从神学中解放出来”,走上独立发展的道路。然而,16~19世纪,科学研究大多局限在个体活动的范围之内,社会的支持与关注很少。例如,世界著名的格林尼治天文台在17世纪建立时,其仪器设备主要是天文学家弗拉姆斯蒂德个人出资购买的。

18世纪发生在英国的技术革命(瓦特蒸汽机的发明,1768年)及随后的产业革命(蒸汽动力的大规模应用,1784年)引起整个社会对科学技术的力量刮目相看。大机器生产方式的确立,使物质生产过程变为科学在生产中的应用,科学技术成为生产力,从此,科学技术开始成为一种社会事业。

20世纪以来,科学技术从“小科技”发展成“大科技”,形成国家规模及国际合作事业;科学技术已成为第一生产力;发展高科技、抢夺经济发展的制高点,成为各国政府战略发展的重要组成部分。与此同时,也出现了对科学技术的人文批判、社会批判与生态批判的各种思潮,它提醒我们,在充分评价科学技术的正面效应时,也不应该忽视它的负面效应。

1.2.2 科学技术既是一种物质力量,又是一种精神力量

科学技术既具有物质力量,又具有精神力量。正是这两种力量的发挥,形成了科学技术的社会功能。

1. 科学技术的生产力功能

生产力一般指物质生产的能力。但是,社会生产除物质生产外,还包括精神生产及人的生产。因此,从广义角度来说,生产力可以分为物质生产力、精神生产力及人的生产力(人自身生产的能力)三种类型。

科学技术是生产力包含两方面的含义:科学技术作为一种知识形态,在未进入生产过程之前,只是一种潜在的生产力或可能的生产力;而当科学技术进入生产过程之后,就被“物化”而转变成直接的生产力或现实的生产力。科学技术既是潜在的生产力(尚未“物化”),又是直接生产力(已被“物化”)。

“科学技术是生产力”是一个历史命题。在大机器生产方式确立以前,人类的生产主要凭借经验,因此,科学技术尚未成为生产力。大机器生产方式的确立(18世纪80年代),“第一次使自然科学为直接的生产过程服务”,“第一次产生了只有用科学方法才能解决的实际问题”,“第一次达到使科学的应用成为可能和必要的那样一种规模”,“第一次把物质生产过程变为科学在生产中的应用”(马克思,1978),从而使科学技术成为生产力。

在当代(20世纪50年代以来),科学技术与现代生产力系统已融为一体,它广泛而深入地渗透到(“物化”)生产力系统(由生产力各要素相互联系构成的一个整体)的从微观到宏观的各个层次,渗透到生产力系统的每一要素、整体结构,以及生产力系统的外部环境之中。科学技术已成为现代社会生产力发展的主要源泉,具有开辟道路、决定水平及确定方向之作用,因而科学技术在当今时代已成为第一生产力。

2. 科学技术的文化功能

科学不仅是一种知识体系,而且是一种产生知识的社会活动;技术则是在科学指导下利用与改造对象世界的社会实践活动。在这些活动中,科学技术除本身的物质力量(主要体现在生产力功能方面)外,还有一种精神力量,那就是科学精神。科学精神主要表现为以下几个方面:

(1) 实事求是。科学认识源于经验、迄于经验,以实践(理论与实验的一致性)作为检验科学理论的唯一标准。实事求是科学的基本精神,偏离实事求是,科学将寸步难行。

(2) 崇尚理性。科学重视经验,但反对狭隘的经验主义。科学强调理性思维(逻辑的与直觉的)在科学发展中的作用,把揭示事物固有的因果性、规律性和统一性作为自己的目标,因此,科学是一种理性的事业。

(3) 不畏“权势”。科学以实事求是作为自己的基本精神,以崇尚理性作为自己的基本风格,科学中的最高权威是真理(由实践来检验),而不是“金钱”或“权势”。许多科

学家为追求真理而献身,这代表了科学的本性。

(4) 团结协作。现代科学技术已由科学家、发明家的个体活动变成了科学技术共同体的群体活动,科学技术已成为社会事业。20 世纪 80 年代以后,许多迫切的科学技术问题,如环境、信息网络、人口、能源、气象、生态和宇航等要求全球合作。

1.2.3 科学技术是推动历史发展的革命力量

恩格斯在马克思墓前的演说中曾经指出:“在马克思看来,科学是一种在历史上起推动作用的、革命的力量”(中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局,1963)。正因为马克思把科学看做一种革命力量,所以,“任何一门理论科学中的每一个新发现,即使它的实际应用甚至还无法预言,都使马克思感到衷心喜悦”(中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局,1963)。

为什么马克思把科学技术看成一种革命力量?这是因为,按照历史唯物主义,物质资料的生产是人类社会的基础。而人类要生产,就必须同自然界发生联系,形成一定的生产力,同时,人与人之间又要结成一定的生产关系。生产力与生产关系的统一,就构成一定的社会生产方式。而“物质生活的生产方式制约着整个社会生活、政治生活和精神生活的过程……社会的物质生产力发展到一定的阶段,便同它们一直在其中活动的现存生产关系或财产关系(这只是生产关系的法律用语)发生矛盾。于是这些关系便由生产力的发展形式变成生产力的桎梏。那时社会革命时代就来到了”(中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局,1972)。也就是说,按照历史唯物主义的观点,生产力是历史发展最终的决定力量。而科学技术是生产力,并在当代已经成为第一生产力。因此,科学技术必然成为一种推动历史发展的革命力量。

科学技术成为一种革命力量,除了它的生产力功能,还由于它的文化功能。实事求是、崇尚理性、不畏“权势”、团结协作——这些科学精神,代表着人类社会的光明与前景,它将作为一种有形或无形的力量批判着人类社会各种黑暗与反动的势力,推动着人类社会的不断进步与发展。

1.3 自然科学的体系结构与发展趋势

1.3.1 科学和技术的形成与发展

科学技术发展的历史源远流长。二三百万年以前地球上开始有了人类,人从动物界分化出来的标志是工具的制造。人类在制造工具、进行生产劳动的过程中,做出了一系列有重大意义的技术创造,掌握了改造自然的技能,同样取得了一些经验知识。就是在这样的过程中,萌发了科学技术的幼芽。它的发展经历了古代、近代、现代三大阶段。古代的科学处于萌芽状态,只有天文学、数学和力学等少数几个学科,并且附属在哲学之内。到 15 世纪下半叶,在近代资本主义生产的有力推动下,从哥白尼发表的《天体运行论》一书开始,科学才真正发展起来,当时除天文学、力学和数学有了很大的进展外,物理学、化学、生物学和地质学等主要学科也相继建立起来。它们是在能量守恒和转化

定律、原子-分子论、元素周期律、细胞学说和进化论等一些重要学说诞生的基础上建立的。19世纪末,科学进入现代阶段,上述学科又有了重大进展,除每一门基础学科分化出许多分支学科外,还分别产生了一些新的科学理论。例如,物理学中的量子力学、相对论,化学中的量子化学、结构化学,生物学中的分子生物学,天文学中的宇宙学等,这标志着纯理论科学已进入相当成熟的阶段。

所谓“技术”,泛指根据生产实践经验和自然科学原理而发展起来的各种工艺操作方法和技能。技术发展的历史比科学发展的历史更为久远。最初的技术是包含在生产经验之中的。在人类制造第一把石斧时,就产生了最早的技术。在古代,人们从生产活动中获得了各种技术知识,如耕作、制陶、酿酒、金属冶炼,以及修建水坝、宫殿和陵墓等。但是,这些来自生产经验的技术,在当时只是一种技能,还没有形成一种专门的学问,那时的人们还不知道有关这些技术的科学原理。到了近代,技术才从生产中分化出来,逐渐成为一种专门学问,并在推动社会发展的过程中起着重要的作用,受到人们的重视。例如,人们先后制造的纺织机、蒸汽机等大大推动了社会生产力的发展;19世纪以后,一系列现代技术,如通信、电子、原子能、激光和电子计算机等相继问世,对整个社会的经济生活产生了巨大的影响。现代技术和科学发展的趋势与古代不同,古代的科学与技术处在分离状态,而现代的科学与技术是密不可分的。技术发明要依靠于科学的发现;科学发现又要依赖于技术所提供的实验手段和科研课题。因此,现代科学与技术将逐步走向一体化,形成现代自然科学新的体系结构。

1.3.2 现代自然科学的体系结构

现代自然科学的体系结构,一般认为是由基础科学、技术科学和工程技术科学(专业技术科学)所构成。它们各自都有自己的研究对象和特点,所起的作用也不相同。

基础科学是以自然界各种物质形态及其运动形式作为研究对象的。基础科学的目的在于不断地探索和揭示自然界的新现象和新规律,建立科学体系。基础科学主要包括力学、天文学、地学、物理学、化学、生物学和数学等学科。力学是研究物体机械运动规律的科学;天文学是研究天体及天体系统运动的科学;地学是研究地球(包括海洋和大气)的组成、结构、演化和运动规律的科学;物理学是研究物体的物理现象和物质微观结构及运动规律的科学;化学是研究物质的组成、结构和化学变化规律的科学;生物学是研究生物的结构、功能、发生和发展规律的科学;数学是研究客观世界中一切物质运动空间形式和数量关系的科学。每一基础学科又由若干分支学科组成,如天文学中有天体力学、天体测量学、天体物理学和天体演化学等分支学科。

技术科学是在基础科学理论的指导下,研究其应用,并解决工程技术中带有普遍性问题的科学。例如,农业科学、电子科学、计算机科学、原子科学、半导体科学和激光科学等都属于技术科学。它们都是在基础科学的理论上产生的,如激光科学就是根据爱因斯坦提出的光受激辐射的理论产生的。技术科学一方面以基础科学作为自己的理论基础,另一方面又是工程技术科学的理论基础。

工程技术科学也称为专业技术科学,是应用技术科学来解决各种专业生产中的技

术、工艺等问题,进而推广到生产中去的科学。例如,人们把激光科学应用到工农业生产中,于是出现了激光打孔、激光切割、激光焊接、激光印刷排版和激光育种等专业技术,它可以焊接许多传统焊接难以焊接的金属材料和特殊的微型零件,并能达到优质水平,比普通焊接的效率高出 27 倍以上。

如图 1-1 所示,自然科学由基础科学、技术科学和工程技术科学三大门类学科组成,这三大门类的区别如上所述,其中基础科学和技术科学、工程技术科学的区别较为明显,前者是理论科学,后者属应用科学,但技术科学和工程技术科学的界限则不十分明显,因此,

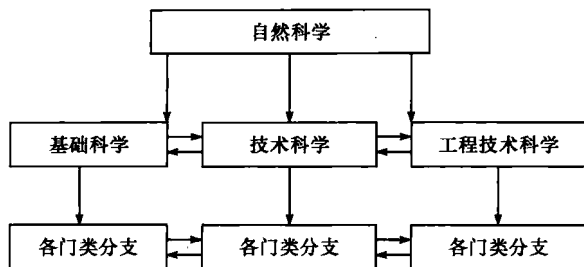


图 1-1 现代自然科学的体系结构

有的学科把它们二者统称为“技术”。这也就是把自然科学看成是由“科学”和“技术”两大部分组成,并称为“科学技术”的原因。

随着社会的发展,自然科学体系结构中的三大门类学科是相互联系、相互促进的。基础科学在科学理论研究上的突破必然会引起技术上的革新。据统计,现在 70% 的技术突破来源于纯探索性的基础科学研究。另外,在技术的应用中,又会产生许多新的课题,要求基础科学作出回答,从而推动基础科学的研究。例如,蒸汽机技术诞生后,为了解决热机效率的问题,人们对热力学进行研究。

现代自然科学体系结构中的三大门类学科的联系还体现在一些新的横断学科(控制论、信息论、系统论)和综合学科(空间科学、海洋科学、环境科学)的形成上。这些新兴学科都是在综合基础科学和技术有关的知识基础上诞生的。

通过对自然科学体系结构的研究,我们可以更好地研究自然科学转化为生产力的机制和途径。由于基础科学、技术科学和工程技术科学的职能不同,决定了它们与生产实践结合的程度也不同。从基础理论研究的成果过渡到实际应用,需要经过技术科学和工程技术科学这两个中间环节,这就要求我们对理论成果进行应用性研究,解决与其有关的一些技术、工艺等问题,并迅速应用、推广到生产中去,这对于经济落后的国家尤为重要。同时,也要求我们在选择基础理论研究的课题时,要侧重那些和生产实践关系较大的课题,以尽快地为生产所利用。

对自然科学体系结构的研究,可以为正确制定科学技术发展的方针、政策提供理论依据。由于自然科学体系结构中三大门类学科迅速发展,所以要有一个正确的发展方针。这就必须考察三者之间的关系,以便恰当地分配有限的科研力量,使三者得到协调发展。特别是当今世界已处于知识经济时代,尤其应当在三大门类学科的协调发展中推动整个自然科学的大踏步前进。