

黄天芳 陈丁堂 主编

现代科学技术 简明教程

SZJC



XIANDAI
KEXUE JISHU

JIANMING JIAOCHENG

■ 华中师范大学出版社

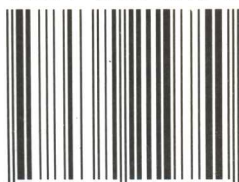
责任编辑 严定友
封面设计 甘 英
责任校对 潘昌胜

XIANDAI KEXUE JISHU

JIANMING JIAOCHENG

定价: 16.00元

ISBN 7-5622-1975-3



9 787562 219750 >



现代科学技术

简明教程

黄天芳 陈丁堂 主编
华中师范大学出版社

(鄂)新登字11号

图书在版编目(CIP)数据

现代科学技术简明教程/黄天芳 陈丁堂 主编

—武汉:华中师范大学出版社,2000.1

ISBN 7-5622-1975-3/G.952

I. 现… II. ①黄… ②陈… III. 科学技术-高等学校-教材 IV. G301

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第28195号

现代科学技术简明教程

© 黄天芳 陈丁堂 主编

华中师范大学出版社出版发行

(武昌桂子山 邮编:430079)

新华书店湖北发行所经销

湖北省孝感市印刷厂印刷

责任编辑:严定友

封面设计:甘 英

责任校对:潘昌胜

督 印:朱 虹

开本:850mm×1168mm 1/32

印张:10.5 字数:266千字

版次:1998年12月第1版

2000年1月第2次印刷

印数:5 501—8 500

定价:16.00元

本书如有印装质量问题,可向承印厂调换。

现代科学技术简明教程

主 编 黄天芳 陈丁堂

副主编 (按姓氏笔划为序)

王新民 况启生 陈建新

钟志成 郭新章

编 委 (按姓氏笔划为序)

王新民 孙永林 孙春峰 孙德忠

况启生 邹崇金 陈丁堂 钟志成

郭新章 唐省三 黄天芳 蒋启军

焦家林 熊平凡

华中师范大学出版社

1998年·武汉

前 言

世纪之交,世界正在由工业经济时代进入知识经济时代。这种全新的经济形态是以高科技和智业为支柱,以实现社会、科技、经济的协调和可持续发展。为了让高等学校学生全面了解当今世界科学技术的发展和竞争态势,深刻认识科学技术作为第一生产力的重要作用,并使科教兴国真正成为高等学校学生的广泛共识和实际行动;为了适应当前我国高等教育改革与发展的需要,丰富和拓宽学生的知识面,我们编写了这本《现代科学技术简明教程》。

在编写本书的过程中,我们力求在重视科学性的前提下,注意文字的可读性,内容上的趣味性和通俗易懂,对现代科学技术的一些重大基本理论问题和前沿领域进行深入浅出的论述。

本教程共6章28节,绪论由陈丁堂编写,第一章由孙德忠编写,第二章由况启生编写,第一、二章由况启生统稿。第三章由孙春峰、蒋启军、郭新章、黄天芳、王新民、焦家林编写,王新民统稿。第四章由焦家林、唐省三、蒋启军、熊平凡、邹崇金编写,陈建新统稿。第五章由钟志成、孙永林编写,钟志成统稿。第六章由唐省三、郭新章编写,郭新章统稿。全书最后由黄天芳、陈丁堂审查并定稿。

本书得到了孝感师范高等专科学校和襄阳学院领导的具体指导和大力帮助,华中师范大学出版社对本书的出版给予了积极支持,责任编辑对本书作了文字润色和规范化处理,田春元同志参加了书稿的整理工作,在此一一深表感谢。

本书在编写过程中参阅并引用了大量有关文献资料,在此对原作者表示真诚的谢意。

书中内容如有错漏或不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

1998年12月

目 录

绪 论	(1)
第一章 科学技术的社会作用	(5)
第一节 科学、技术和科学研究	(5)
一 科学的本质	(5)
二 科学的分类	(10)
三 技术和科学技术	(11)
四 科学研究及其类型	(14)
第二节 科学技术与经济和社会的关系	(16)
一 科学技术发展的一般规律	(16)
二 科学技术的社会作用	(18)
三 制订正确的科技政策, 促进科技成果向社会财富的转化	(26)
第二章 现代科学技术的产生与发展	(30)
第一节 20 世纪的科学革命及其发展	(30)
一 现代科学的开端——物理学革命	(30)
二 现代科学的新进展	(34)
第二节 现代技术革命及其发展	(42)
一 现代技术革命的兴起	(42)
二 现代技术革命的关键——电子技术的发展	(43)
三 现代技术革命的标志——电子计算机的诞生和发展	(45)
四 现代技术革命的前沿——生物技术的突破	(47)
五 现代科学技术的综合——空间技术的发展	(50)
第三节 现代科学技术发展的基本特点	(54)
一 科学技术发展高速化	(54)
二 科学技术发展数学化	(56)
三 科学技术发展社会化	(59)
四 科学技术发展综合化	(62)
第三章 现代科学的重大基本问题	(66)
第一节 物质的微观结构	(66)
一 物质结构研究的历史进程	(66)
二 物质结构研究的当代进展	(71)
三 研究物质结构的技术手段	(77)
四 物质结构研究的现实意义	(78)

第二节 宇宙的起源和演化	(79)
一 宇宙观念的形成和发展	(79)
二 宇宙的起源	(83)
三 宇宙的演化	(89)
第三节 地球的起源和演化	(92)
一 地球的基本知识	(93)
二 地球的起源和演化	(93)
三 地学研究在国家建设中的指导作用	(101)
第四节 现代化学	(103)
一 现代化学的学科概况	(103)
二 现代化学的新成就	(106)
三 现代化学的某些前沿问题简介	(112)
第五节 生命与智力的起源	(114)
一 生命的本质	(114)
二 生命的起源	(120)
三 人类智力的起源和进化	(124)
第六节 系统科学	(127)
一 系统论	(127)
二 信息论	(131)
三 控制论	(135)
第七节 非线性科学及其复杂性研究	(139)
一 非线性科学及其研究领域	(139)
二 复杂系统中的规则运动——相干结构与孤子	(141)
三 确定系统中的无规则运动——混沌	(142)
四 现实世界的几何形态——分形	(145)
五 非线性科学的意义与应用	(147)
第四章 现代技术的主要领域	(150)
第一节 微电子与计算机技术	(150)
一 计算技术的发展与电子计算机的诞生	(150)
二 微电子技术与电子计算机	(151)
三 计算机原理简介	(153)
四 未来的计算机	(159)
第二节 信息时代的通信技术	(161)
一 网络与计算机通信	(161)
二 信息社会的电信新业务	(163)
三 多媒体与通信技术	(166)
四 国际互联网——Internet	(168)
五 未来的通信技术	(172)
第三节 生物技术	(173)
一 生物工程的六大技术系统	(174)

绪 论

江泽民主席在九届全国人大一次会议上庄严宣告,到建国100年时,中华民族将实现伟大复兴。要实现这一伟大复兴,必须提高整个中华民族的素质,必须培养大批基础知识扎实、能力强、素质高的具有创新精神和创新能力的人才。这就要求现在在校学习的大学生,除了努力掌握所学专业的系统知识、技能外,还应该掌握必要的现代科学技术知识。

大学生掌握必要的现代科学技术知识,是实施科教兴国战略的需要。在现代化建设的伟大事业中,随着我国“科教兴国”战略的实施,随着我国国民经济中两个具有全局意义的根本性转变的逐步展开与实现,尤其是现代科技革命所导致的知识经济的崛起,极大地改变了世界的面貌和人类的生活,从根本上对整个世界进行了“塑造”。科技的发展改变着公众的意识,对发展观念的认识,对财富本质的认识,改变着企业的策略,改变着国家的战略。现代科学技术作为第一生产力对整个世界所产生的这种“塑造”是全方位的,从社会生产方式,社会组织方式到人们的生活方式、思维方式,无一不因现代科技的发展而发生着巨大变革。现在在校学习的大专院校学生,只有掌握必要的现代科技知识,才能敏锐地感知、深刻地理解和准确地把握发生在自己身边的各种变革,才能主动迎接21世纪提出的挑战。正是在这种意义上,江泽民同志殷切希望“我们的大学生应该成为科教兴国的强大生力军”。因此,大专院校的学生只有全面地了解当今世界科学技术的发展形势和竞争态势,才能深刻认识科学技术作为第一生产力的重要作用,才能使科教兴国真正成为大学生广泛的共识和实际行动。

大学生掌握必要的现代科学技术知识,是现代科技飞速发展

对高等教育提出的新要求。我们知道,现代科学技术飞速发展并呈现出既高度分化又高度综合的特点。现代科技的这种发展态势对高等学校的教学工作提出了新的要求。在 1998 年 3 月召开的第一次全国普通高等学校教学工作会议上,教育部陈至立部长提出了今后几年的系统的工作思路,即全面贯彻教育方针,更新思想观念,拓宽专业口径,改革内容方法,加强素质教育,提高教育质量。根据这一思路,在教学目标上,要求提高质量,培养具有创新精神和创造能力的人才;在教学内容方面,要通过重组课程,加强不同学科之间的交叉和融合等方式,改变原有教学内容划分过细,各门课程过分强调各自的系统性、完整性的状况。在这一精神指导下,为了丰富和拓宽学生的知识面,提高学生的科学文化素质,我们认为让所有在校学习的大学生掌握必要的现代科学技术知识,这是实现理工结合、文理交叉的一项具体措施。

当然,这与传统的教育思想是有矛盾的。我国传统的教育思想注重学科知识本身的系统性,忽视学科之间的交叉,忽视能力尤其是创新能力的培养;注重知识的稳定性,忽视现代社会生活和现代科学技术日新月异的变化。显然,这种观念已落后于现代科学技术发展对教育提出的新要求了,因为现代社会提出的问题已经不是“学科式”的而是涉及多门学科,它要求优化学生的知识结构与能力结构,要求注重综合,做到知识面宽、基础厚、素质高、能力强。我国许多专家根据现代科技和知识经济带来的挑战与机遇,根据我国经济建设和社会发展的迫切需要,提出应加紧建立我国国家创新体系。著名科学家钱学森教授总结 20 世纪现代科学技术飞速发展的成果,特别是根据一大批新兴学科、交叉学科的兴起,90 年代初就提出建立现代科学技术体系的整体构想。在这一整体构想中,钱学森教授将文学艺术归于现代科学技术体系中,作为一个相互关联、难以分割的组成部分。他举例说,自然科学家走到野外,注意的是地质、地貌、动植物的生态特征,艺术家走到野外见到山花翠谷、溪水清流,正好借景抒情。但是如果艺术家有一些地质、物理、生物

科学的知识,那他的观察与体会会更深,他的创作将景更美、情更浓。也有的科学家根据现代科学技术高度分化高度综合的特点,指出“靠一门学科来设计机器的时代已经一去不复返了”。

由此可见,理工结合、文理交叉已成为现代教育发展的一种必然趋势。我们编写的这本教材,正是为了让文科学生和理工科学生尤其是师范院校的学生了解一些非各自学科领域内的现代科技知识,帮助大家适应现代社会的需要,更好地迎接 21 世纪知识经济时代的挑战。

世界上许多发达国家都高度重视在学生中普及现代科学技术知识。例如,1985 年美国促进科学协会(American Association for the Advancement of Science)任命一批杰出的科学家和教育家,组成了美国科学技术教育理事会,设计了一个普及科学的总体方案,即《普及科学——2061 计划》,该计划集中讨论了在美国普及科学基础知识的内容,并指明了所有未来儿童和青少年从小学到高中毕业应当掌握的科学、数学和技术领域里的基础知识,包括主要学科的基本内容、基本概念、基本技能、学科间的联系,掌握这些内容、概念和联系的基本态度、方法和手段等等。美国的这个“2061 计划”实际上将美国 21 世纪社会公民的科学文化素质具体化了。我们编写这本教材,就是为我国大学生科学文化素质的提高提供一个具体的工具。

这本教材在内容上不是对现代科技知识系统而全面的研究和论证,而是根据 21 世纪对现代合格社会公民科学文化素质的基本要求所进行的框架设计。首先介绍了现代科学技术的社会作用以及科学技术发展的特点,目的是为了帮助读者从宏观上对现代科学技术有一个总体把握。在此基础上,我们选取了七大科学领域的一些重大的基本问题和当代技术发展前沿的十二个重要方面作了具体介绍。这些科学、技术方面的基本内容涉及未来生活的方方面面,作为未来社会的“生活常识”,也是每个“现代人”所必须掌握的。与此同时,我们从实现社会经济可持续发展的需要考虑,列专

章介绍了“人与自然的协调”。在具体写法上,考虑到读者主要是大学生,从掌握基本的现代科学技术知识这一目的出发,我们尽可能以生动、通俗的方式表述一般的科学技术知识,努力按照钱学森教授所倡导的那种风格,即“用非本行人的思维逻辑和通俗易懂的比喻,用形象的语言来表达你要说的科技问题”。努力使本教材在保证科学性的前提下,具有生动性、趣味性和可读性,以便所有各专业的学生都能通过阅读这本教材而了解非各自领域内科学技术的新发展。

学习现代科学技术知识,需要下一番苦功夫。我们应该持创新的态度,发扬理论联系实际学风把这本教材作为入门读物,多参加听取一些有关现代科学技术的专题讲座,下决心读几本有关现代科技方面的论著,不断完善自己的知识结构,提高科学文化素质,稳健地迎接 21 世纪的挑战。

第一章 科学技术的社会作用

现代科学技术给人类提供的知识和方法,正在以前所未有的广度和深度改变着人们的价值规范、生产方式和思维方式。科学技术在现代人类的生活中占有极其重要的地位,发挥着其他任何文化形式都难以匹敌的巨大作用。今日世界各国的政治、经济、文化、教育等社会生活的方方面面都与科学技术有着十分密切的关系,受到科学技术乃至科学精神的推动和引导。因此,了解和认识科学、技术和科学研究的新概念,掌握现代科学技术的一些基础知识,对于我们发挥科学技术的社会作用,实施科教兴国战略,建设有中国特色的社会主义,在 21 世纪实现中华民族的伟大复兴,具有重要的理论意义和现实意义。

第一节 科学、技术和科学研究

科学技术是人类实践活动的创造物。现代科学技术更是发展迅猛,硕果累累,成为一种庞大的、具有自身相对独立性的社会现象。严格地讲,科学和技术是不同的,它们在对象、目标、任务和作用上都有较大的区别。所以,要正确对待科学技术,发挥其改造世界的能动作用,首先必须弄清楚什么是科学,什么是技术,以及二者的关系等基本问题。

一 科学的本质

科学和文化一样,是 20 世纪使用频率最高、然而又歧义众多的一个词。历史上众多哲学家、科学家、思想家都讨论过什么是科学的问题,但它们都只是从不同的侧面对科学的本质进行揭示和描述。到目前为止,各国的《百科全书》对科学所下的定义仍有较大

出入,没有任何一个关于科学的定义能够为世人所公认。但是这种歧义并没有阻碍科学飞速发展的进程。由于科学本身在不断发展,人们对它的认识也在逐步深化,试图给科学下一个永世不变的定义而一劳永逸地解决这个问题,既是难以做到的,也是与科学精神相违背的。我们只能在我们这个时代所能够占有的材料的基础上,对科学这种特殊的社会历史现象进行历史的、多侧面的、全方位的分析考察,综合它在不同方面表现出来的种种特征,提出为多数人可以接受的概念,通过对这一概念的阐述以加深我们对“科学”的理解和认识。

“科学”一词来源于拉丁文 *scientia*,意指学问或知识。英文、法文、德文中的科学这个词,都是从拉丁文衍生而来。在英文中,“科学”(science)指通过观察和实验研究获得的关于自然界的系统知识,是“自然科学”(natural science)的简称;法文 *science*,可泛指一切学习形式;德文中的“科学”(wissenschaft)则泛指一切系统的知识和学问,既包括自然科学,又包括社会科学。“科学”一词对中国而言是个舶来品,中国古代典籍中与西方“科学”一词相对应的是儒家经典《中庸》里用的“格物致知”,表述实践出真知的意思,在内容上已经包含了知识的意思。汉语“科学”一词,是由日本引入的。近代日本人西周为翻译英文 *science* 一词,将汉字“科”和“学”首次组合在一起,取分“科”之“学”之意,在日本广泛应用。1893年,康有为引进并使用了“科学”二字。随后,翻译家严复在翻译世界名著《天演论》和《原富》时,也将“science”译成“科学”。从此,“科学”一词在中国广泛应用。

现代意义上的“科学”,具有多重含义和多种用法。人们通常把科学看作是所有知识或学问的总称,与“学科”、“知识”相当;有时则把科学作为正确的、可靠的认识(理论),其内涵接近于真理;有时专指自然科学,是自然科学的简称;有时又把科学理解为理性的、批判的精神,如“五四”时期提倡的“赛先生(科学)”就是在这种涵义上使用的。不过,从最一般的意义上说,科学是知识体系,是理

论化、系统化地反映客观事实和规律的知识体系。具体而言,对于什么是科学这个问题,可以从以下几个方面把握。

(一) 科学是人类对客观世界的认识,是反映客观事实和规律的知识

科学作为知识形态的东西,它来自社会实践。生产劳动和人类生活的需要决定了科学的产生。人类和其它生物一样,必须同自然界进行物质、能量和信息交换才能生存下去,就是说人类必须从自然界中取得自己所需要的物质才能维持自己的生存。但是自然界却不会自动地把人类所需要的奉献出来,这就决定了人类必须以自己的实践活动改造自然界的各种现存形态,使之变成能够满足人类自身需要的理想形态。这种物质的改造过程要求人们必须认识事物的属性和规律,取得关于自然过程的知识,这就是科学产生的最初必然性。如果人们通过生产实践、生活实践和科学实验得到的知识,能够正确地反映客观事实和规律,那就是真知、真理了。

因此,准确地掌握“科学”这个概念的实质,主要是要加深对“事实”和“规律”的认识。早在19世纪30年代,首创进化论学说的博物学家达尔文用5年时间,遍游四大洲三大洋之后,对收集的大量事实进行了分类比较研究,于1859年发表《物种起源》巨著。1888年,他以自己的研究心得给科学下了定义:“科学就是整理事实,以便从中得出普遍的规律或结论。”达尔文正是通过网罗事实和发现规律取得科学伟绩的。这里的事实可以是自然的事实,也可以是历史事实、社会事实和其他事实,科学就是发现人们未知的事实。如化学家发现的新元素,经济学家发现的资本主义经济危机,都是事实。发现这些人所未知的事实的人,就是科学家。如英国科学家戴维 H(1778—1829)发现的钾和钠,尽管它们在自然界早已存在,但过去没有人发现过,那是因为以前没有电解技术能把它们分离出来,戴维把它们分离出来,使人们看到了,所以他就成了科学家。又如居里夫人(1867—1934)发现镭、钋等放射性元素,苏联

经济学家康德拉季耶夫 N D 发现的资本主义经济“长波理论”，等等，都被认为是伟大的科学发现，就是因为大家都承认他们发现的是事实。

除了发现人所未知的事实之外，还有规律。人类在生产生活实践中发现了事物或现象之间存在着普遍的复杂联系，如“太阳晒，石头热”，“种瓜得瓜，种豆得豆”，“月晕而风，础润而雨”等。人们只要能发现这些事物或现象之间的联系，并按照这些联系所标明的路径行事，就能达到目的获得实践的成功。这种在事物发展过程中或事物之间内在的、稳定的、必然的联系就是规律。发现了这些规律，就是掌握了知识或学问，也就是发展了科学。当然，无论科学事实或规律，都是在一定条件下可以反复出现并加以验证的，它不依人的主观意志为转移，具有客观性。如“自由落体定律”古今中外所有的人都可以证实和检验。这种科学事实和规律人们可以发现它，利用它，但不能任意地创造或毁灭它。

（二）科学是反映客观事实和规律的知识体系

20 世纪初，随着科学向纵深方向的全面发展，它已成为由 6 000 多个学科门类交织而成的知识体系。人们逐渐认识到，科学已不是由事实或规律组成的知识单元，而是由这些知识单元组成学科，学科又组成学科群，再由学科群组成的多层次的体系。因此，大部分辞书给科学下的定义都强调“科学是知识体系”，认为“科学是关于自然、社会和思维的知识体系”，科学是反映客观事实和规律的知识体系。

（三）科学是一项反映客观事实和规律的知识体系相关活动的事业

第二次世界大战以后，随着新的科技革命浪潮的到来，人们的科学概念发生了巨大变化。那种把科学概念停留在 20 世纪初，认为科学只是反映事实和规律的普遍客观真理的知识体系的认识已经不够了。科学研究经过 16 世纪伽利略时代的个体活动，到 17 世纪牛顿时代的松散群众组织“皇家学会”时代，又到 19 世纪爱迪生

的“实验工厂”的集体研究时代,而后是 20 世纪 40 年代美国实现曼哈顿计划研制出原子弹的国家规模建制的时代,最后是今天国际合作的跨国建制时代。自战后科学活动进入国家规模以来,人们已经把科学称为“大科学”,认为“科学是一种社会建制”。即科学已成为一项国家事业,是社会上的一個专业部门,是一种新兴的社会产业,从而使企业和政府都参与了科学事业,实现了科学家与企业家和政治家的合作。1991 年,我国著名科学家钱学森教授特别强调建立第四产业——科学技术事业的重要意义,并作为重大的战略决策向政府提出建议。“科学家有祖国,科学无国界”,科学事业正在随着国际间政治、经济和文化的广泛联系和深入交流,各国科学家开始联手解决那些涉及全球的重大问题,从而使科学成为一项国际事业。

(四) 科学作为人类思维活动的结晶,从起源、价值等方面看,它与政治、法律、思想、宗教、艺术、道德等其它社会意识形式既有相同之处,又有许多重大区别

科学不仅反映社会存在和人们的社会关系,而且反映自然事物,包括人类出现以前的,或人力无法控制的自然过程。科学不是由强制性约束、信仰、形象情节或行为规范构成的体系,而是由实验观测材料、实证性定律、定理、原理和假说、学说等知识单元组成的系统。科学是对现实的反映,但不是对现实的虚幻的、歪曲的反映;它要求实事求是地反映客观世界及其规律性,以便获得具有客观真理性的知识。科学家的活动可以有伦理的动因或效果,但科学知识是否成立只能从真或假、深刻或肤浅、全面或片面去衡量,善或恶,正义或非正义不是评价它的准绳。人们在科学活动中可以得到美的享受,科学知识有时显示出某种简单性、对称性或和谐美(科学美),在科学研究中也要运用想像、猜测、幻想的方法去构思自然事物的图景,但科学的直接目标是追求真理,检验科学知识的根本标准是实践,不是美感。科学研究中运用非逻辑方法的目的是要有助于从现象中揭示出本质,从个别中把握一般,从偶然认识必