

XIANDAI KEXUE JISHU JINZHAN GAILUN

普通高校通识教育丛书

现代科学技术进展概论

◇ 王 辉 编著

浙江大学出版社

王 辉 编著

普通高校通识教育丛书

XIANDAI KEXUE JISHU JINZHAN GAILUN

现代科学技术进展概论

浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代科学技术进展概论 / 徐辉编著. — 杭州: 浙江大学出版社, 2005.9

(普通高校通识教育丛书/徐辉等主编)

ISBN 7-308-04430-0

I. 现... II. 王... III. 科学技术 - 技术发展 - 高等学校 - 教材 IV. N1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 101477 号

责任编辑 陈晓菲

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 富阳市育才印刷有限公司

开 本 787mm×960mm 1/16

印 张 17.5

字 数 285 千

版 印 次 2005 年 9 月第 1 版 2006 年 3 月第 2 次印刷

书 号 ISBN 7-308-04430-0/N·009

定 价 23.00 元

序

高等学校人才培养模式改革涉及的核心课题之一,是构建符合现代社会理念并能体现科技进步水平的教学知识体系。理想的大学教学知识体系应具有时代性、先进性、学术性和适切性,并且具体体现在能够展现上述先进理念与特征的教材体系与课程内容之中。

综观当今世界,高校本科教育越来越重视受教育者的身心素质的培养和基础知识技能的掌握,这已成为高等院校教育教学改革与发展的主要趋势之一。通识教育由于重视科学精神与人文精神的培养,重视人的发展的全面性,重视知识的交叉、广博与综合,因而越来越受到高等院校管理者、教师 and 学生的重视。尤其在我国的自20世纪90年代初以来,高等院校在“文化素质教育”思想的指导下,在本科人才培养模式、课程体系、教材内容、专业建设等方面进行了大量的创新,以纠正长期以来我国本科教学过早专门化和过分专门化的倾向。

浙江师范大学、杭州师范学院、温州师范学院、绍兴文理学院和湖州师范学院是浙江省以教师教育为主要特色的多科性高等院校。多年来,五院校坚持党的教育方针,坚决走改革创新之路,认真落实“育人为本”、“学术强校”的办学理念,大力推广教育部倡导的大学生文化素质教育改革工作,并在办学体制、课程设置、教育科研和研究生培养等方面开展了广泛的校际合作,取得了良好效果。《普通高校通识教育丛书》的出版,旨在发挥五院校的综合学术优势,进一步推动五院校的校际协作和浙江省高等院校本科教学的改革,探索培养更多素质优、知识广、能力强的大学生的有效途径,从而为浙江省高等教育事业发展作出积极的贡献。

徐 辉

2005年5月于浙师大初阳湖畔

前 言

当代科学技术以它特有的魅力吸引着人们,这不仅在于它揭示了自然界神奇的奥秘及其现象,而且还在于它对政治、经济、文化、哲学、宗教等等社会发展的各个方面已经产生了并且还在产生着强烈而深刻的影响,左右着现代人的生活观念、生活方式,几乎到了“无孔不入”的地步。

目前高等院校普遍加强了大学生的文化素质教育,但对文化素质的内容和实质存在不同的理解。全面的文化素质教育应包括科学精神和人文素养的培养,而科学精神和人文素养又是紧密联系、甚至是相通的。科学精神是一种辩证的、求实的、追求真理的哲学沉思,是人类在对自然的认识和改造过程中体现出来的求真、至善、至美的文化精神。因此,科学精神中很大部分反映的是个人的人文素养。现在还有一种较为普遍的认识,就是理工科的大学生缺乏人文精神,而文科类的大学生缺乏科学精神。这里似乎隐含着理工科大学生的科学精神、文科类大学生的人文精神没有什么问题了。事实上,学理工科的不一定自然而然地就具备了科学精神,学文科的也不一定就自然具备了人文精神。科学精神和人文精神的培养与融合,是需要多门学科教学的共同努力的。

高等师范院校是教师的培养基地,教师的文化素质如何直接关系到百年育人大计。实际上,不论是文科大学生还是理科大学生,走上教师岗位后仅凭相应的专业知识是无法教育好学生的。当前我国强调从基础教育阶段起就要大力推行素质教育,这对教师的综合素质提出了更高的要求。

本书是在本人为大学生上“现代科学基础知识”通识课的基础上整理编写而成的。全书分为上、中、下三篇,上篇主要涉及科学、技术的一些基本的概念,以及科学技术与社会经济发展的关系的一些论述;中篇对现代科学中部分重要的基础学科的知识和发展作了介绍;下篇则着重介绍现代高新技术的前沿发展状况。

近几年为了加强大学生的综合科学文化素质教育,国内出版了很多关于科学技术方面的普及教材,相当一部分写得非常好。由于科学技术在一定发展阶段的成熟性和一致性,相应地对于每一学科知识也都有严格的和成熟、一致的表述。鉴于此,本书参阅和引用了部分已经出版的教材的相关内容,同时也参阅引用了大量的网上资料,能够找到出处的都一一列入了各篇的参考文献,本人谨在此对有关作者表示感谢。

王 辉

2005 年 6 月

目 录

上 篇 科学·技术·社会

第 1 章 科学与技术	3
1.1 科学与技术的内涵	3
1.2 科学与技术的结构	8
第 2 章 科学技术与社会发展	10
2.1 科学技术是推动社会进步的第一动力	10
2.2 社会科技化带来新的环境和社会问题	12
第 3 章 21 世纪科学技术的发展特点与趋势	19
3.1 新的特点	19
3.2 新的突破	21
3.3 新的影响	25
3.4 树立科学发展观,走可持续发展之路	28

中 篇 自然科学的发展与前沿

第 4 章 数学与物理	37
4.1 数 学	37
4.2 物理学	44

第 5 章 化学与生物	63
5.1 化 学	64
5.2 生物学	73
第 6 章 天文与地理	87
6.1 天文学	87
6.2 地 学	104
第 7 章 非线性科学	120
7.1 混 沌	121
7.2 孤立子与相干结构	127
7.3 分形与分维	130
7.4 非线性科学的哲学思考	134

下 篇 当代技术最新报告

第 8 章 生物技术	143
8.1 基因工程	143
8.2 细胞工程	153
8.3 微生物工程	157
8.4 酶工程	158
第 9 章 计算机与人工智能技术	160
9.1 计算机技术	160
9.2 人工智能	167
第 10 章 信息与通信技术	176
10.1 信息与信息技术	176
10.2 信息传递技术	178
10.3 信息高速公路	185

10.4	网络时代信息存储技术·····	188
10.5	信息技术发展趋势·····	194
第 11 章	新材料与新能源技术 ·····	197
11.1	新材料与新能源概述·····	197
11.2	新材料与技术·····	199
11.3	新能源与技术·····	212
第 12 章	激光与光电子技术 ·····	224
12.1	激光技术与应用·····	224
12.2	光电子技术·····	232
第 13 章	空间探索与开发技术 ·····	244
13.1	外层空间·····	244
13.2	航天器·····	245
13.3	宇宙探测·····	254
13.4	太空立法·····	266

上篇

科学 · 技术 · 社会

K E X U E

J I S H U

S H E H U I

回顾历史,没有任何时候像今天这样,“科学技术”这一词语已经不仅仅停留在概念上,已经从科学家、专家和工程师层面进入了更广大百姓的生活和思想之中,科学技术带给这个世界的影响也已经从物质层面进入人们的灵魂深处。科学技术的发展历史告诉我们,政治、精神和物质三个文明总是伴随着科学技术的发展而发展的,总是和科学技术有着直接和间接的关系。

第 1 章

科学与技术

人们用“科学技术”来表示知识、学问、思维、技艺和方法等。实际上,科学与技术是两个不同的概念。简单的来说,科学在于认识世界,揭示自然界的客观规律,着重回答自然现象“是什么”,“为什么”的问题;技术在于在尊重自然规律的基础上,改造世界,实现对自然界的控制和利用,着重回答社会实践中“做什么”、“怎么做”的问题。

1.1 科学与技术的内涵

1.1.1 科 学

最早将英文“science”翻译成“科学”的是日本明治维新时期的教育家福泽谕吉。我国最早翻译成“格致”,取自《礼记·大学》里的“致知”“格物”,“物格而后知至”,意思是通过探究事物的内在规律而获取知识。梁启超在《变法通议》中首次使用了“科学”一词。严复在翻译《天演论》时,正式将“science”翻译为“科学”。

由于人们认识的不同,对“科学”的概念存在着各种不同的理解。从词典上查得的意思是:反映自然、社会、思维等的客观规律的分科的知识体系。还有资料说是关于自然界、人类社会以及人自身的规律的概念、原因、方法和观念。西方《自然辩证法百科全书》认为,“科学是反映客观世界(自然界、社会和思维)的本质联系及其运动规律的知识体系”,等等。虽然这些定义用词的方法不同,但意思大体上相像。归纳起来可以从如下几个方面来理解科学的概念:

第一,科学是人类对客观世界的正确认识,是反映客观事实和规律的知识。我们所说的客观世界既包含物质世界,也包含生命世界。物质世界

强调了世界和宇宙的物质性,而生命世界则更强调物体具有的灵性现象,具有物质世界概念以外的内容,如人类的社会以及所有的生物群体关系现象。客观事实既可以是自然界的事实和实验室的事实,也可以是历史事实和社会事实。人类对客观世界和客观事实的不断认识、通过判断归纳、发现规律并获得知识是科学最为基本的内涵。在19世纪,著名生物学家达尔文(C. Darwin)曾对科学下了这样的定义:科学就是整理事实,以便从中得出普遍的规律或结论。

第二,科学是反映物质世界的本质和生命世界生存状态和运动规律的知识体系。

人们对世界认识的点滴、零碎、孤立和局部的知识不能称之为科学。科学是系统化的并借助于严密的逻辑关系构建起来的理论体系,是关于自然、社会和思维的系统化的知识体系。这个体系随着人们认识的深化、综合能力的提高,将不断得到发展,不断得到充实。

第三,科学是人类的一种注重方法的基本认识活动。

从这个意义上说,注重方法是人类的一种素养,即科学素养。从根本上来讲,科学的各学科在依靠证据、利用假设和理论、运用逻辑推理等很多方面是相同的。离开了具体的调查研究背景,科学探索就难以叙述清楚。没有一个简单的一成不变的步骤可供科学家们遵循,没有一条道路可以保证正确地引导科学家获取科学知识。然而,科学的某些特性给予科学的探求模式以显著的特征。尽管这些特性是职业科学家的工作所特有的,但是,每个人在科学地思考日常生活中的有趣事物时,都可以运用它们。

注重科学方法,培养科学精神,提高科学素养,这是科学最显著的特点之一,在某种意义上它比科学知识本身还要重要。科学主张的正确性最终要通过对现象的观察来判定。因而,科学家把注意力集中在搜集准确的数据上。这种证据只有通过观察和测绘才能获得。观察的场所可以从自然环境(如森林)到完全人造的环境(如实验室)。为了进行观察,科学家们不仅利用自己的辨别力,还使用增强辨别力的仪器(如显微镜),以此能发现人的辨别力所完全不能发现的特性(如磁场)。科学家被动地观察现象(如地震、候鸟迁徙)和搜集样本(如岩石、贝壳),积极地探索世界(如往地壳岩层钻孔,或者服用试验新药)。

科学是逻辑和想象的融合。尽管各种想象和思想都要同假设和理论一起使用,但是,科学论点最终必须符合逻辑推理原则。也就是说,通过

采用某些推理标准,通过示范和常识来验证这些论点的正确性。在科学研究中,假设被广泛用来选择需要重视的数据和选择额外数据,以及指导对数据的解释。事实上,形成假设和验证假设的过程是科学的核心活动之一。提出假设,发明理论来想象这个世界是怎样运转的,然后再解决假设和理论如何能够接受现实的检验的问题,就如同写诗、谱曲和设计摩天大厦一样具有创造性。有些科学发现完全是意外中偶然获得的。但是,通常要具有知识和创造性的洞察力才能认识到这种意外事物的意义。被一个科学家忽略的数据,可能会导致另一个科学家的新发现。

第四,科学是一种专门的社会建制,是一类国家事业。

随着社会的发展和进步,科学概念本身也在不断地发生变化。从16世纪到19世纪,科学研究经历了伽利略为代表的个体研究阶段,牛顿为代表的组织松散的社会学术阶段以及爱迪生“实验工厂”为代表的民间集体研究阶段。进入20世纪以后,科学研究表现出对社会越来越大的依赖性,科学社会化和社会科学化的进程不断加速。第二次世界大战以后,科学逐渐由传统的、自发的、零散的、小规模的研究活动,变为国家乃至国际范围内的大规模、常规化、不可或缺的社会活动和社会事业。以国家层面组织的“大科学”成了显示国家实力的重大活动,例如美国的研究原子弹的“曼哈顿工程”、研究可控核聚变的“国家点火计划”以及“阿波罗登月计划”。类似的大科学活动在世界各个国家都有不同程度的体现。科学研究的国际合作则是20世纪末科学发展的又一个明显的特征。各个国家为能够参与国际重大科研计划而深感荣耀,例如“人类基因组全结构研究计划”是迄今为止人类历史上最大规模的国际协作的研究工程,美国、英国、德国、日本、法国和中国先后参加了这一研究。“国际空间站”(International Space Station,简称ISS)是有史以来最大的国际空间合作项目。该项目由俄、美、日、加拿大和欧洲的12个国家共同参与,预计耗资600亿美元。即将实施的探索宇宙和生命的“起源计划”,有来自美国、中国、巴西、南非、英国、法国、俄罗斯、黎巴嫩、印度和澳大利亚的人类遗传学家参与这次活动。这个计划全称是“寻找人类起源计划”,旨在收集世界各地大约10万个人的基因样本,绘制人类迁徙的路线图。

作为发展中国家的中国,科学作为一项国家事业的意识逐渐形成,科学研究活动也逐渐显现出大科学的迹象。但总的来说,以国家行为组织的科技攻坚,主要还在于涉及国计民生和国防的重大技术攻坚上,比如“863计划”、“973计划”和“火炬计划”等,还没有上升到真正的“大科学”

层面。

科学作为一项事业,具有个人、社会和团体三个层面。科学活动是当今世界的主要特征之一,与其他特征相比,科学作为一项事业,或许更能把我们这个时代同以前的各个时代区别开来。

科学作为一项国家事业,是显示国家综合实力最重要的指标之一。随着科学立法的逐步完善,科学管理部门、科学研究机构、高等学校、科学学会和国际性科学组织的发展,科学已成为有特定社会功能、有目标、有组织、有投入的完整的社会建制和国家事业。

科学最大的特点是其不断完善的过程,这就体现为科学有再认识性。因为科学体现规律、先进及真理,那么其学说就必须不断地完善,以达到完美的境界。科学是人创造的,可是人们认识事物有局限性,往往受环境、科技手段及人的知识水平等诸多因素的影响,这就限制了人们的创造能力,势必影响科学的完美性。在科学的发展过程中,不完善或者错误的学说的产生是正常的,这也正是科学本身所具有的魅力。

科学的概念具有广义性,它适用于自然科学、社会科学、人文科学以及思维科学等,但本书的内容仅限于自然科学。

1.1.2 技 术

相对于科学来说,技术则似乎更为容易理解。因为自从人类诞生以来,人们就不得不靠技术维持生存,技术和人们的日常生活息息相关。人类制造的第一片石刀,现在我们使用的筷子,都是技术的结晶。但什么是技术?这是一个似乎已经明确但又模糊不清的概念。

技术,英文是“technology”,按希腊语的原意,应该是完美而实用的技艺。技术的概念和科学的概念一样,也是一个历史的、发展的概念。追溯技术概念的演变历史对于本书而言并不重要,但给出一个恰当而又简洁的定义则有助于我们对于科学技术内涵的理解。法国科学家狄德罗(D. Diderot)在他主编的《百科全书》中对技术给出了一个完整的定义:“技术是为某一目的而共同协作组成的各种工具和规则体系。”

《辞海》对技术的注释是:“泛指根据生产实践经验和自然科学原理而发展成的各种工艺操作方法和技能。如电子技术、焊接技术、木工技术、激光技术、作物栽培技术、育种技术等。”“除操作技术外,广义的还包括相应的生产工具和其他物质设备,以及生产的工艺过程或操作程序、方法。”

1.1.3 科学与技术的关系

科学和技术的关系在于区别和联系。了解他们的区别和联系,其意义并不在于概念和意义上的异同,更为重要的是为了更好地发展科技事业,或者说更“科学”地发展科技事业,做到既重视科学研究,也要强化技术开发。

1. 科学与技术的主要区别

第一,科学和技术的目的任务不同。科学的目的在于认识和揭示客观世界的本质和发展规律,着重回答自然现象“是什么”、“为什么”和“能不能”等问题;而技术的目的和任务在于对自然界的控制、利用和改造,着重回答社会实践中“做什么”、“怎么做”和“有什么用”等问题。科学的任务是增加人类的知识财富,提高人类的精神生活质量;技术的任务是增加人类的物质财富,提高人类的物质生活质量。

第二,科学和技术的社会功能和价值标准不同。科学具有广泛的社会影响,科学的答案在各国都是唯一的;技术的结果可能会随着地域和时间的不同而具有多样性。从社会功能的角度来看,科学的目的是任务和技术相比又是不十分确定的。科学更强调“真理”,虽然科学要回答“为什么”,但不一定是为了什么而回答“为什么”;而技术则更强调“实用”,目标不明确的技术是没有任何意义的。科学强调的是认识的、文化的、教育的、哲学的价值;技术则追求宏大的、直接的经济利益。科学的评价标准主要是正确性和深刻性,技术的评价标准主要是先进性、经济性和可行性。

第三,科学和技术的成果形式和肯定方式不同。科学活动的成果主要体现在对客观规律的新发现,然后以知识形态方式公诸社会,如研究报告、研究论文以及著作等;技术活动的成果主要形式则主要表现在社会实践中的新发明,然后以物质形态的方式服务社会,如产品、装置设施以及规则等。

2. 科学与技术的联系

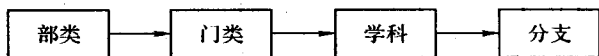
科学的根本在于认识自然、尊重自然,技术的根本在于改造自然、保护自然,改造和保护建立在认识和尊重的基础上。正是在认识自然、尊重自然和改造自然、保护自然的共同基础上,科学与技术统一起来了。科学研究与技术互为前提,互相依靠。科学为技术提供研究领域和理论依据,技术为科学研究提供探索工具和物质基础。对于科学来说,技术是科学

的延伸;对于技术来说,科学是技术的升华。随着现代科学和技术革命的兴起,科学与技术之间的联系越来越密切,一体化的趋势越来越明显。这种一体化主要体现在相互依存、相互促进:科学提供了预测事物发展的手段;常常可以为我们提出新的、以前没有想到过的事物特性,进而导致新技术的产生。反过来,技术也为科学提供了眼睛、耳朵和一部分肌肉。例如,电子计算机使气象研究、人口统计、基因结构研究和其他以前不可能进行的复杂系统的研究取得巨大进步。对某些工作来说,技术是科学的基础,如测量、数据收集、样本处理、数据计算、抵达研究地点(如南极洲、月球和海底)、取样、有害物体的防护和通讯。人们运用技术,发明了越来越多的新仪器和新技艺,进而推进了各个方面的科学研究。

技术不仅为科学研究提供了工具,而且还可以激励理论研究动机和提供方向。例如,能量守恒定律的提出,主要是为了解决如何提高商业蒸汽机车的效率这个技术问题。基因工程技术促进了绘制整个人类脱氧核糖核酸基因构造的工作,这项技术不仅提供了绘制基因结构的理由,也使绘制工作成为可能。

1.2 科学与技术的结构

随着人类活动范围的不断扩大、生产实践的不断深化、科学研究对象的不断扩展,人类的认识能力也日益提高,新的理论不断创立,新的学科也陆续出现,同时科学技术也不断地分化和综合。现代科学技术已经形成一个多部类、多层次、相互渗透、纵横交叉的学科集群体系。总体上来说,科学技术体系具有如下的结构:



现代科学技术部类的划分,学术界尚无一致的定论,较为细致的分类为:自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、军事科学、行为科学、地理科学、建筑科学、文艺理论和人体科学。现在一般根据它们的交叉和联系程度分为三大类,就是自然科学、社会科学和思维科学。现代科学技术大门类又可分为三个层次:即基础科学层次、技术科学层次和工程技术层次。每一个层次又有许多门学科,都是一门门专科。每一个层次的学问既独立,又相关联。上一个层次是下一个层次的理论指导;而下一个层次又为上一个层次提供实践依据。就自然科学来说,其结构可以