

自然科学概要十八讲

主 编 白思胜 景天时



兰州大学出版社
LANZHOU UNIVERSITY PRESS

自然科学概要 18 讲

主编 白思胜 景天时

兰州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

自然科学概要十八讲/白思胜,景天时主编. —兰州:
兰州大学出版社, 2006. 8
ISBN 7-311-02840-X

I. 自... II. ①白...②景... III. 自然科学—概要
IV. N

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 079393 号

自然科学概要十八讲

主编 白思胜 景天时

兰州大学出版社出版发行

兰州市天水南路 222 号 电话:8912613 邮编:730000

E-mail: press@onbook.com.cn

<http://www.onbook.com.cn>

兰州大学出版社激光照排中心照排

白银兴银贵印务有限公司印刷

开本: 880×1230 1/32 印张: 9.875

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

字数: 260 千字 印数: 1~2000 册

ISBN7-311-02840-X/O·191 定价: 18.00 元

前言

“科教兴国”战略内在地蕴含着教育对科学的传播和科学对教育的渗透。当代大学生面临的是一个科学技术突飞猛进的时代,这使得掌握科学技术知识、培养科学精神成为大学教育的神圣使命。

文科大学生,由于专业特点,客观上需要在历练人文素养的同时培养科学技术素养。为此,宁夏师范学院(原固原师范高等专科学校)要求从2002年起在文科三年级学生中开设《自然科学概要》综合课程,教学计划36学时。

当时,还没有《自然科学概要》的现成教材。我们《自然科学概要》学科组的成员先后选择了胡显章、曾国屏主编的《科学技术概论》、张民生主编的《自然科学基础》、徐辉主编的《科学·技术·社会》作为《自然科学概要》课程的教材。使用后我们认为,《科学技术概论》的教学内容以现代自然科学和当代高新技术为主,写的比较深入,对于较少接触科学技术的文科大学生来说,学习比较困难;《自然科学基础》的内容以近代自然科学知识为主,现代科技知识涉及的很少,达不到教学内容的要求;《科学·技术·社会》分古代、近代和现代三个阶段编写,科学、技术和社会的内容面面俱到。但因其科学理论部分高度概括,过于简练,对于文科大学生来说,很多知识衔接不上,显得也不太适合。因此,我们就有了自编教材的想法。

2003年,学科组成员白思胜、景天时申报的《〈自然科学概要〉教



材及其系统课件制作》课题获得学院科研立项,为本教材的编写创造了条件。本教材在编写过程中,吸收了《科学·技术·社会》中的古代、近代和现代三个阶段的划分结构,从《自然科学基础》、《科学技术概论》等书中精选最核心最基本最适合学生掌握的近代科学、现代科学、高新技术内容进行优化组合和再创作。2005年6月完成了《自然科学概要18讲》的编写工作,并于当年提交兰州大学出版社审核出版,作为我院2006年《自然科学概要》课程的正式教材。

框架与体系

《自然科学概要18讲》按照科学技术古代、近代、现代的发展阶段和自然科学物理、化学、天文、生物、地学等五个方面的知识框架,结合36学时的教学计划编写了18讲,每讲独立成章。其中近代自然科学(包括古代科学的重要部分)5讲;现代自然科学5讲;系统科学1讲;高新技术3讲;科技与社会4讲。18讲内容联系紧密,层次分明,构架了一个科学、技术和社会的科学体系。

特色与创新

1. 内容循序渐进,层次分明;图文并茂,独立成章

本教材从第1讲序言开始,第2讲近代科学革命,第3~7讲为近代物理学、化学、天文学、生物学、地学及其发展,第8讲近代产业革命和技术革命,第9~13讲为现代理、天、化、生、地自然科学,第14讲系统科学,第15讲生态学,第16~18讲为高新技术。学习内容由易到难,循序渐进。从整体看,教材以哥白尼日心说的创立(1543)和爱因斯坦狭义相对论的创立(1905)为标志,把自然科学划分为古代、近代和现代三个阶段;从部分看,每讲紧扣四个核心问题,层层展开,层次分明;教材文字力求简练流畅、通俗易懂,并配有100多幅插图,图文互释,起到一目了然的作用。本教材已完成了18讲的电子教案和课件制作,授课采取讲座形式,利用系统电子课件和多媒体辅助教学,2学时完成一讲,内容完整。

2. 实施“5-5-10 程序教学法”和复习自测相结合的教学管理方法

“5-5-10 程序教学法”,是指每次讲座开始时,用 5 分钟进行考勤登记和上次(思考与练习)作业解疑;讲座结束前,用 5 分钟进行要点总结和新(思考与练习)作业布置;每次讲座后布置的作业学生在课外用 10 分钟能够完成,最后把考勤结果和作业登记(装订保存)作为平时成绩的程序教学方法。“5-5-10 程序教学法”是程序教学法的特殊形式,其主要功能是强化管理。本教材每讲内容结束后有思考与练习题,一般 4~5 个,答案由授课老师随堂解疑;教材的最后附有复习题和参考答案,供学生复习和自测练习之用。

3. 弘扬唯物辩证观点,启迪创新思维,展示科学方法

本教材中的理论知识从日心说否定地心说,到血液循环理论否定三灵气说;人工合成尿素否定生命力论;生物进化论否定神创论,破除迷信,弘扬唯物论。从牛顿力学到相对论;从原子论到基本粒子群;从光的粒子说、波动说到光的波粒二象性;从大陆漂移说到板块理论,批判形而上学,弘扬辩证法。教材中的内容有很多科学发现和创造,如日心说、星云说、氧化说、细胞说、板块说、原子分子论、生物进化论、大爆炸理论、相对论、伽利略的落体实验、巴斯德的微生物实验、米勒的合成氨基酸实验、维勒的合成尿素实验、电生磁、磁生电、能量子、光量子等等,这些理论的发现都具有重大的历史意义和现实意义。课文及时总结这些意义,使学生深刻认识科学知识、科学精神、科学态度和科学方法;激发学生的创新精神;激励学生自觉投身于社会,献身于科学。教材除“第 14 讲系统科学”集中展示系统方法、信息方法、反馈方法、功能模拟方法和黑箱方法等外,通过刻意编辑教材,展示一般的科学研究方法,供学生学习掌握。

目的与要求

本教材高度概括了自然科学发展的全过程和重要成果;比较系统地介绍了技术进步和社会发展的密切关系;比较全面地论述了科

学技术是第一生产力;其涵盖的内容是当代大学生需要掌握和了解的基础理论和知识。对于大专以及本科师范院校文科大学生来说,尤其是教学计划为36学时的科学技术综合课程,本教材不失为一种理想的选择。

通过本教材的学习,能使文科大学生获得一些自然科学的基础知识,使其有利于现代生活及个人生活的实际应用;学习一些自然科学的基本思想方法,进一步树立辩证唯物主义观点,提高分析问题和解决问题的能力,开阔眼界,培养科学态度,提高自身的科学素养,以适应未来需要;了解科学和技术的前沿,使其在熟悉和感兴趣的研究领域寻求科研课题,有所发现,有所创造。

课程内容按照物质的发展规律,从低级到高级、从简单到复杂、从无生命到有生命、从运用到改造,将理、天、化、生、地的内容综合在一起。以包容性强、与人们的生活密切相关的课题,让学生了解自然科学的发展简史、自然科学的基本原理与实际应用,学习一些自然科学的研究方法,并能动地改造环境,促进社会和谐。

这本教材由《自然科学概要》学科组白思胜、景天时主编。科学与技术部分,包括第2讲、第3讲、第4讲、第5讲、第6讲、第7讲、第9讲、第10讲、第11讲、第12讲、第13讲、第16讲、第17讲、第18讲及复习题由白思胜编写;科技与社会部分,包括第1讲、第8讲、第14讲、第15讲由景天时编写。景天时是本学科组组长,还是18讲编写大纲、电子课件和试题库制作、师生评课教学评价系统建立的主要策划人。

在教材的编写过程中,我们力图做到体系的新颖性与适应性相结合,由于涉及较宽的知识领域,而我们所知有限,教材本身难免会存在这样或那样的问题,敬请各位老师、学生以及教授专家提出批评指正,以便使这本教材伴着21世纪的脚步不断前进。

《自然科学概要》学科组

2006年6月1日

目 录

第 1 讲 科学技术是第一生产力(代序)	1
1.科学与技术的本质	2
2.科学与技术的关系	5
3.科学技术是第一生产力	8
4.知识经济的兴起	14
第 2 讲 近代科学革命	17
1.天文学革命	17
2.医学生理学革命	22
3.物理学革命	25
4.创造性思维	27
第 3 讲 近代天文学及其发展	30
1.开普勒三定律	30
2.波德定律	32
3.星云假说	33
4.天体系统	34
第 4 讲 近代地学及其发展	41
1.地球的圈层结构	41
2.地球的表面形态	45

3. 季节和历法	47
4. 天气与气候	53
第 5 讲 近代化学及其发展	58
1. 近代化学的新成果	58
2. 物质	62
3. 无机化合物	63
4. 有机化合物	66
第 6 讲 近代生物学及其发展	70
1. 细胞学	70
2. 生物的分类	78
3. 微生物学	84
4. 生物进化论	85
第 7 讲 近代物理学及其发展	92
1. 经典力学	92
2. 热力学	97
3. 经典电磁学	98
4. 光学	100
第 8 讲 近代产业革命和技术革命	106
1. 英国的产业和技术革命	106
2. 法国的崛起	113
3. 德国的技术革命和产业革命	114
4. 美国的崛起	120
第 9 讲 现代物理学	126
1. 狭义相对论	127
2. 广义相对论	131
3. 量子力学	135
4. 基本粒子	137

第 10 讲 现代天文学	140
1. 宇宙大爆炸模型	140
2. 宇宙演化模型	146
3. 赫罗图	146
4. 恒星的起源和演化	150
第 11 讲 现代化学	156
1. 原子的结构	156
2. 元素周期律的本质	159
3. 化学键	160
4. 生命的基本化学组成	162
第 12 讲 现代生物学	168
1. 孟德尔定律	168
2. 摩尔根定律	174
3. 遗传密码	175
4. 中心法则	178
第 13 讲 现代地学	182
1. 地球的演化	182
2. 大陆漂移说	184
3. 海底扩张说	186
4. 板块构造说	189
第 14 讲 系统科学	193
1. 系统论	193
2. 信息论	199
3. 控制论	204
4. 耗散结构	207
第 15 讲 生态学	210
1. 生态系统	210

2.生态系统的功能	213
3.生态平衡	218
4.人口与环境	221
第 16 讲 生物技术	237
1.酶工程	237
2.微生物工程	241
3.细胞工程	243
4.基因工程	249
第 17 讲 新材料与新能源	254
1.现代材料	255
2.当代新材料	259
3.常规能源和节能技术	262
4.新能源	264
第 18 讲 海洋技术与空间技术	270
1.海洋资源	270
2.现代海洋技术	275
3.空间资源	280
4.空间技术	283
附录 1 复习题	289
参考答案	295
附录 2 参考与进一步阅读的文献	303

第 1 讲

科学技术是第一生产力(代序)

科学技术是经济发展的强大动力,是社会进步的重要标志。在新的世纪里,突飞猛进的科学技术正在把世界带入知识经济的新时代。高科技产业和智力资源日益成为综合国力的集中体现和国际竞争的焦点。面对新的形势,党中央、国务院做出了实施科教兴国的英明决策。科教兴国,就是要把科学技术和教育摆在社会发展的重要位置,把经济建设转移到依靠科学进步和提高劳动者素质的轨道上来,加速我国的社会主义现代化进程。

要有效地实施科教兴国战略,不仅需要广大科技工作者奋发努力,而且需要各类教育工作者努力培养和造就大批掌握科学知识、熟悉科学方法、具有科学精神的建设人才。能否培养出高素质的人才,关键在于教师,在于教师的知识水平和综合素质。为了顺应时代发展的要求,拓宽自身的知识面;为了在实施科学教育和素质教育的过程中能更好地为学生打下坚实的知识基础,以利于他们的全面发展,我们很有必要学习和了解有关科学技术的历史、现状和发展趋势的知识,掌握科学技术与经济、社会发展的互动关系。通过这方面的学习,增强这方面的科技意识,从而能更牢固地树立科学技术是第一生产力的思想,提高我们的教学业务和水平。



1 科学与技术的本质

一般将科学分为自然科学和社会科学两大类。科学技术中的科学是指研究自然界的本质和运动规律的自然科学。科学技术都起源于原始人类的生产活动,以后逐渐从生产活动中分化出来,成为特殊的社会实践活动。科学界以1543年哥白尼《天体运行论》的出版为标志,把自然科学划分为古代科学和近代科学;以1905年爱因斯坦创立“狭义相对论”为标志,把科学划分为近代科学和现代科学。在现代,由于科学探索和技术创新两种活动之间关系日益密切,出现了科学的技术化和技术的科学化趋势,因而人们往往将科学与技术并称,简称为“科技”。其实,科学与技术相互联系,在本质上又是相互区别的两种社会实践活动。

(1)科学

什么是科学?关于这个问题中外学者众说纷纭、莫衷一是。在一定的历史时期,人们往往根据科学的时代特征来把握其本质,因而得出种种或不同或相近的定义。由于科学本身是在变化发展的,人们对它的认识也在不断深化,因此难以给科学做出唯一的、严格不变的定义。我们只能依据科学技术与社会发展的历史,在众多有关科学的解释和定义的基础上对科学的本质做简要的分析,通过这样的分析,加深我们对科学的理解和认识。

①科学是人对自然界客观事实和规律的理性认识

达尔文说过:“科学就是整理事实以便从中得出普遍的规律和结论。”这里所谓的“事实”是指人们对自然现象的本质认识,即经过概括,形成了对同一类自然现象的统一解释。而所谓“规律”则是指自然界种种物质运动之间的内在的和本质的必然联系。规律在一定条件下是可以反复出现的。

对事实和规律的科学认识是理性的认识。所谓理性的认识,首

先是指从自然界本身去寻求自然现象的原因,去探索事实和规律,而不是从信仰、神话、宗教等非理性的东西中去寻求对自然界的种种解释。其次,理性认识是指通过实践获得感性认识,然后经过大脑逻辑思维的加工,提高到理性层次的认识。通过理性思维方式所认识的自然界的事实和规律,常常表述为原理、公理、定理、定义、定律等。

②科学是知识体系

在古代和近代,除了个别学科的理论,如欧几里德几何学和牛顿力学,可算得上是知识体系之外,人类的科学知识绝大多数都是零散的、缺乏内在逻辑联系的知识单元。20世纪初,现代科学诞生后,自然科学各门学科已趋成熟,科学家已把各学科积累的大量的知识单元,即原理、公理、定理、定义、定律等,按照内在逻辑关系加以综合,使之条理化、系统化。这样,各学科都形成了系统的知识,学科又组成学科群,构成了多层次的知识体系。在这样的背景下,人们在给科学下定义时,都强调科学是反映自然界客观规律的知识体系。凡是新发现的事实和规律,要能够纳入已有的学科理论体系,才能算是科学。

③科学是一项社会实践活动

随着现代科学的发展,人们对科学的本质又有了新的认识。首先,认识到科学研究是一种动态过程,是人类通过思维和实践来认识自然界,从而加工和生产知识的实践活动。知识不是科学的全部,只是科学活动的产品。其次,人们认识到科学活动的方式已由古代阿基米德,近代前期伽利略等人的个体研究活动,经由如近代后期爱迪生组织的“实验工厂”的集体研究活动,发展到现代如美国研究原子弹的“曼哈顿计划”的国家建制研究活动,以至今天国际合作的跨国建制研究活动。因此,科学实践活动已成为一项社会事业,一项各国政府、科研机构、大学和企业都积极参与活动的社会系统工程。

总之,科学既是关于自然界客观事实和规律的知识体系,又是一项重要的社会实践活动。这种组织起来的实践活动已日益和现代社会的各个方面不可分割地联系在了一起。

(2)技术

人们对于技术本质的认识,也有着一个历史的发展过程,概括起来可总结为以下有承启关系的观点。

①技术是经验、技能或技艺

技术,原意指熟练的技能、技艺。在近代产业革命以前的手工业时代,技术的进步主要是依靠各行业的工匠、技师在生产实践中摸索、创造和传授经验。这就使得人们对技术的理解,往往侧重于技术的主观因素,即把技术看成是由经验而获得的某种技巧和能力。

②技术是生产的物质手段

近代产业革命后,大机器生产使劳动手段发生了根本的变革,过去需要靠长期积累经验形成的技能、技巧才能做到的事,现在利用工具和机器就很容易办到了。技能、技艺的作用相对减弱,机器、工具的作用增强。于是人们开始倾向于把技术活动的客观因素,即机器、设备、工具等物质手段看作是技术的主要标志。

③技术是科学理论的应用

19世纪后期电力技术革命之后,在技术原理的形成和整个技术的发展中,科学理论的因素增加了,科学走到了生产技术的前面,成为了技术的先导。人们此时认识到,技术已经不仅仅是经验和物质手段,更重要的它是科学理论应用的结果。因此就有学者提出,技术是客观的自然规律在生产实践中有意识地应用的观点。

④技术是人有目的地运用科学理论和技能,借助物质手段,实现自然界人工化的社会活动的过程

在当代关于技术本质的研究中,我国的学者认为,应当从人类变革自然的活动中,对技术进行合乎历史规律的研究,才能揭示技术的本质。无论是技能、物质手段、科学知识,或它们的简单相加,都不是技术的全部。技术是由这些要素构成的动态过程,是人根据预期的目的,综合应用科学理论、技能和物质手段所进行的一种社会活动。这种社会活动是为了实现对自然界的变革,使之适应人类社会的需要,



即所谓自然界的人工化。

这个观点从总体上反映了科学、技术与社会的统一,历史上的技术概念与当代技术概念的统一,技术的主观因素与客观因素的统一,比较全面地揭示了技术的本质。

2 科学与技术的关系

科学与技术的关系相当复杂。两者在本质上存在区别,而且在古代、近代、现代,不同的历史时期,科学与技术之间的联系不尽相同。因此有必要从整体上分析科学与技术的区别和联系。

2.1 科学与技术的区别

科学与技术的区别可以概括为五个不同。

(1) 目的和任务不同

科学以认识自然界为目的,它的任务是揭示自然现象的本质与规律,着重回答“是什么”、“为什么”的问题。科学成果增加了人类的理论知识,提高了社会的精神文明程度。技术则是以改造世界为目的,它的任务是要利用自然规律,控制自然,实现自然的人工化,并协调人与自然界的关系。技术着重回答“做什么”、“怎么做”的问题。它的成果增加了人类的物质财富,提高了社会的物质文明程度。

(2) 研究内容不同

科学研究是对未知领域的探索,它的研究课题一般来自观察到的事实与原有理论的矛盾,或者是科学研究过程中发现的新问题、产生的新矛盾等等。而技术一般都有明确的实用目的,其研究的课题基本上是工程建设和生产中需要解决的各种实际问题,或现有技术的提高和改进问题。技术比科学更加联系生产实际,更加面向社会。

(3) 研究成果的形式和评价标准不同

科学的研究成果一般表现为新事实、新规律的发现,新理论的提

出。科学成果的评价标准是真与伪、正确与错误,技术成果一般表现为新工具、新设备、新工艺、新方法的发明。技术成果的评价标准是质量的好与坏、效率的高与低,以及发明的实用性、经济性、安全性、可靠性等。

(4)发现进程不同

科学发展的高潮与技术发展的高潮在时间上不尽一致。如16—17世纪发生了近代科学革命,而近代第一次技术革命——蒸汽技术革命——发生在18—19世纪初。20世纪发生了现代科学革命,而现代技术革命到二次世界大战才发生。可见科学革命与技术革命并非同步,而是此起彼伏、互相联系又互相分离的。科学革命往往是技术革命的先导,技术革命又为新的科学革命奠定基础。

(5)生产力属性不同

科学技术是生产力,而且现代科学技术已成为第一生产力。但是,科学是潜在的知识形态的生产力。它不是生产力中独立的因素,而是渗透在生产工具、劳动对象和劳动者三要素中,从而不断地推动生产力的发展。换句话说,科学理论要通过技术才能转化为直接劳动力。技术水平的高低直接表现为劳动者素质和能力的高低,表现为生产设备先进程度和效率的高低,表现为劳动对象范围的大小和质量的高低。因此,技术是直接的生产力。

2.2 科学与技术之间的联系

科学与技术之间的联系,在各个时代有不同的特点。

(1)古代社会中科学与技术的联系

科学技术起源于原始人类的生产和生活实践。最初的关于自然的知识,是和人类的生产技能、生活经验完全融合在一起的。进入文明社会后,科学与技术开始分化。祭司、僧侣、学者等脑力劳动者的出现,使知识的传授和科学研究活动成为了他们的专业,而生产技术主要是通过农业、手工业等劳动者的经验积累取得进步的。由此形成了