



高等教育精品课程规划教材



科学技术发展概要

白思胜◎主编



西南交通大学出版社

[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

N091
1161



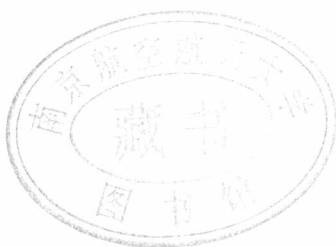
NUAA2014004134

N091
1161-1

高等教育精品课程规划教材

科学技术发展概要

白思胜 主 编



西南交通大学出版社

· 成都 ·

2014004134

图书在版编目(CIP)数据

科学技术发展概要 / 白思胜主编. —成都:西南
交通大学出版社, 2012. 12
高等教育精品课程规划教材
ISBN 978-7-5643-2118-5
I. ①科… II. ①白… III. ①自然科学史—世界—高
等学校—教材 IV. ①N091

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 308618 号

高等教育精品课程规划教材

科学技术发展概要

白思胜 主编

*

责任编辑 张华敏

特邀编辑 鲁世钊 蒋雨杉 杨开春

封面设计 水木时代(北京)图书中心

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码:610031 发行部电话:028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

北京广达印刷有限公司印刷

*

成品尺寸:185mm×260 mm 印张:18.75

字数:468 千字

2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-2118-5

定价:35.80 元

版权所有 盗版必究 举报电话:028-87600562

5012005105

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。当代大学生面临的的是一个科学技术突飞猛进的时代,这使得教育学生掌握科学技术知识、培养其科学精神成为大学教育的神圣使命。

我国现阶段实行高中文理分科的教育体制,致使文科学生的自然科学基础知识普遍薄弱。大学,尤其是地方高校的各文科专业,自然科学知识在人才培养方案中所占比例甚少,导致学生在激烈竞争的社会中缺乏自我拓展能力。

为了提高人文社科类专业本科大学生的科学文化素质,我校修改了人才培养方案,规定人文社科类专业通识选修自然科学类课程不得少于4学分。

为了落实自然科学类课程的教学工作,我校设立了人文社科专业自然科学类课程创新团队,确立了科学技术课程教材建设研究课题,核心内容就是编辑出版《科学技术发展概要》通识教材。

本书以科学技术的发展历史为基础,本着薄古厚今的原则,按照科学、技术、社会三大系统和物理、化学、天文、生物、地学五大学科体系,以及古代、近代、现代三个发展过程编写。数学知识作为通用的科学工具,应用于五大学科中,没有单独列出。

本书概括和总结了古代、近代和现代中外科学技术发展的主要成就、发展特点和发展规律,并提及了科学技术发展的相关问题,展望了其发展趋势。对于人们理解科学技术在人类历史发展中的巨大作用,理解科学技术是先进生产力的集中体现和主要标志,培养科学精神和掌握科学方法,增强科技意识,普及科学技术知识,拓宽知识面,提高科学文化素质,陶冶情操,净化心灵,都大有裨益。

由白思胜拟定编写提纲,并在课题组人员集体讨论的基础上编写而成。编写分工如下:第1,5,6,7,8,9,10,12,13,14,15,16,17,18章由白思胜编写;第2,3,4,11,19,20,21,22章由别彩妍编写;思考与练习、复习题及参考答案由赵炜编写。全书由白思胜统稿、定稿。

本书的出版,得到了宁夏师范学院“科学技术课程教材建设研究”课题(编号Py201201)科研经费的资助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不足和疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2012年9月

目 录

第1章 科学技术是第一生产力(代序).....	(1)
1.1 科学与技术的概念	(1)
1.2 科学与技术的关系	(3)
1.3 科学技术是第一生产力	(5)
1.4 学习科学与技术的意义	(8)
思考与练习	(9)

第一篇 古代科学技术

第2章 科学技术的起源	(13)
2.1 古代技术的发端	(13)
2.2 古代技术的发展	(18)
2.3 古代科学的萌芽	(20)
2.4 “自然”的发现	(22)
思考与练习	(24)
第3章 古代河流文明的科学技术	(25)
3.1 古代埃及的科学技术	(25)
3.2 古代巴比伦的科学技术	(28)
3.3 古代印度的科学技术	(31)
3.4 古代中国的科学技术	(33)
思考与练习	(43)
第4章 古希腊、古罗马和中世纪阿拉伯、欧洲的科学技术	(44)
4.1 古希腊的科学技术	(44)
4.2 古罗马的科学技术	(49)
4.3 中世纪阿拉伯的科学技术	(52)
4.4 中世纪欧洲的科学技术	(54)
思考与练习	(56)

第二篇 近代科学技术

第5章 近代科学革命	(59)
5.1 天文学革命	(59)
5.2 医学、生理学革命	(62)

5.3 物理学革命	(64)
5.4 创造性思维	(66)
思考与练习	(68)
第6章 近代天文学及其发展	(69)
6.1 开普勒三定律	(69)
6.2 波德—提丢斯定则	(71)
6.3 星云假说	(71)
6.4 天体系统	(72)
思考与练习	(76)
第7章 近代地学及其发展	(77)
7.1 地球的岩石类型	(77)
7.2 地球的圈层结构	(79)
7.3 地球的表面形态	(81)
7.4 地球的演变之争	(83)
思考与练习	(85)
第8章 近代化学及其发展	(87)
8.1 近代化学新成果	(87)
8.2 物质的分类和聚集状态	(91)
8.3 无机化合物	(93)
8.4 有机化合物	(95)
思考与练习	(97)
第9章 近代生物学及其发展	(98)
9.1 细胞学	(98)
9.2 生物分类法	(103)
9.3 微生物学的创立	(106)
9.4 达尔文的生物进化论	(107)
思考与练习	(110)
第10章 近代物理学及其发展	(111)
10.1 经典力学	(111)
10.2 热力学	(114)
10.3 经典电磁学	(116)
10.4 光 学	(119)
思考与练习	(122)
第11章 近代科技与产业革命	(123)
11.1 英国的技术与产业革命	(123)
11.2 法国的崛起	(127)
11.3 德国的技术与产业革命	(129)
11.4 美国的崛起	(132)
思考与练习	(135)

第三篇 现代科学技术

第 12 章 现代物理学	(139)
12.1 狭义相对论	(139)
12.2 广义相对论	(143)
12.3 量子力学	(146)
12.4 基本粒子	(150)
思考与练习	(153)
第 13 章 现代天文学	(154)
13.1 宇宙大爆炸理论	(154)
13.2 宇宙演化模型	(159)
13.3 赫罗图	(159)
13.4 恒星的起源和演化	(161)
思考与练习	(165)
第 14 章 现代化学	(166)
14.1 原子的结构	(166)
14.2 元素周期律的本质	(168)
14.3 化学键	(169)
14.4 生命的基本化学组成	(171)
思考与练习	(175)
第 15 章 现代生物学	(176)
15.1 孟德尔定律	(176)
15.2 摩尔根定律	(180)
15.3 遗传密码	(182)
15.4 中心法则	(184)
思考与练习	(186)
第 16 章 现代地学	(187)
16.1 地球的演化	(187)
16.2 大陆漂移说	(188)
16.3 海底扩张说	(191)
16.4 板块构造说	(193)
思考与练习	(195)
第 17 章 系统科学	(196)
17.1 系统论	(196)
17.2 信息论	(199)
17.3 控制论	(202)
17.4 系统科学新进展	(204)
思考与练习	(210)

第 18 章 生态学	(211)
18.1 生态系统的结构	(211)
18.2 生态系统的功能	(212)
18.3 生态平衡	(215)
18.4 人口与环境	(217)
思考与练习	(221)
第 19 章 生物技术	(222)
19.1 微生物工程	(222)
19.2 细胞工程	(223)
19.3 基因工程	(227)
19.4 蛋白质(酶)工程	(230)
思考与练习	(232)
第 20 章 新材料和新能源技术	(233)
20.1 现代材料	(233)
20.2 新材料	(238)
20.3 常规能源	(241)
20.4 新能源	(246)
思考与练习	(249)
第 21 章 海洋和空间技术	(250)
21.1 海洋资源	(250)
21.2 海洋技术	(253)
21.3 空间资源	(256)
21.4 空间技术	(257)
思考与练习	(260)
第 22 章 科学技术与社会	(261)
22.1 科学技术与社会政治	(261)
22.2 科学技术与军事战争	(264)
22.3 科学技术与文化艺术	(268)
22.4 科学技术与思想观念	(271)
思考与练习	(275)
附录 I 复习题与参考答案	(276)
附录 II 进一步阅读的文献	(288)
参考文献	(289)

第1章 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、国务院作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,加速了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,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水平。

1.1 科学与技术的概念

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年爱因斯坦建立“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造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技术并称,简称为“科技”。其实,科学与技术实际上相互联系,又在本质上相互区别的两种社会实践活动。

1.1.1 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的、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,因此难以给科学作出唯一的、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作简要的分析,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”,则是指自然界中运动物质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,从神话、宗教等非理性的东西之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、定义、定理、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,如欧几里得几何学和牛顿力学,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向古代阿基米德、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日益和现代社会的各个方面不可分割地联系在一起。

1.1.2 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具有承启关系的观点。

1. 技术是经验、技能或技艺

技术,原意是指熟练的技能或技艺。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,而机器、工具的作用相应地增强。于是,人们开始倾向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了。

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,更重要的是它完成了科学理论应用的结果。因此,就有学者提出了技术是客观的自然规律在生产实践中有意识的应用的观点。

4. 技术是实现自然界人工化社会活动过程

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。

简言之,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。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。

1.2 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。

1.2.1 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。科学成果增加人类的理论知识,提高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,实现自然界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。它的成果增加人类的物质财富,提高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测到的事实与原有理论的矛盾,或者在科学研究过程中发现的新问题、产生的新矛盾等。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过程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。例如,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,而现代技术革命直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,推动生产力发展的。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。

1.2.2 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产实践。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、手工业劳动者的经验积累取得进步。由此形成了所谓科学的“学者传统”和技术的“工匠传统”。技术在一定程度上推进了古代实用科学的发展,而科学对技术的影响却甚微。在古代几乎没有以科学理论的应用为特征的技术。

2. 近代社会中科学与技术的联系

16世纪近代自然科学产生以后,直至19世纪上半叶,科学与技术的联系才逐步发生着变化。一方面,尽管技术主要还在依靠工匠、技师们的经验积累和技艺创新而发展,但已有一部分科学家开始关心技术,从技术上的困难和矛盾中寻求科学研究的课题。近代科学中一些重大的成就,如微积分的创立、热力学第一定律的提出,都和科学家对生产技术问题的研究有一定关系。另一方面,随着生产的发展,技术也越来越需要科学理论,工匠传统开始向学者传统靠拢。工匠瓦特改进蒸汽机,就自觉地运用了科学家布莱克的热学理论为指导。正如马克思指出的,只有在资本主义条件下,才第一次产生了只有用科学方法才能解决的实际问题,才第一次达到使科学的应用成为可能和必要的那一种规模。

3. 现代社会中科学与技术的联系

19世纪中叶以后,特别是在现代条件下,科学与技术的关系发生了根本性变化,对于新兴的科技领域来说,这种变化尤为明显。变化的突出特点是:首先,科学明显地走在技术前面并引导技术进步,现代技术往往在相当大的程度上取决于自然科学发展和应用水平。19世纪中

叶以来一系列重大技术进展,无论是电力技术、无线电技术、计算机技术,还是原子能技术、激光技术、生物技术,几乎都是在科学上取得突破,然后转变为技术成果的。其次,现代自然科学对技术的依赖也有了新的变化。技术为科学研究提供越来越先进的实验仪器、设备和条件,许多技术中提出求解问题往往成为科学发展新的增长点。

总之,现代科学和技术之间是互相制约、互相促进的关系。两者的联系越来越密切,形成了所谓科学技术一体化的趋势。

1.3 科学技术是第一生产力

在科学技术发展史上,特别是近代、现代,人们对科学技术的认识,有过三次大的飞跃。每次飞跃,都反映出科学技术的飞速发展。而这种认识的飞跃,又对科学技术的发展和社会的进步产生巨大的推动作用。

1.3.1 对科学技术认识的三次飞跃

1. 培根提出:“知识就是力量”

英国哲学家弗兰西斯·培根(1561—1626)提出的“知识就是力量”著名论断,是人们对科学技术认识的一次飞跃。当时英国新兴的资产阶级为了巩固自己的统治地位,需要发展科学技术。而培根的科学方法论思想,向中世纪经学院的残余和教会思想发起了有力的反击,解放了人们的思想,成为英国科学革命的思想准备。培根极力主张学者要深入实际,实现学者与工匠的结合,知识与力量的统一,并且在他的《沉思录》一书中明确地提出了“知识就是力量”的著名口号。培根思想的广泛传播使科学技术在英国受到普遍的重视。

2. 马克思提出:“科学技术是生产力”

马克思(1818—1883)提出“科学技术是生产力”的科学论断,这是人们对科学技术认识的又一次飞跃。早在一百多年以前,马克思在《政治经济学批判大纲》中指出,“固定资产的发展表明:一般社会知识、学问已经在多大程度上变成了直接的生产力”,并且指出“生产力中也包括科学”。马克思在《机器自然力和科学的应用》中指出,“科学的力量也是不费资本家分文的另一种生产力”,他把科学技术同生产力有机地联系在一起,并且首先提出“科学技术是生产力”的科学论断。在资本主义社会中,资本家为了在激烈的竞争中立于不败之地,不得不借助于科学技术的力量发展生产。科学的发展,带动了技术的发展;技术的应用,又使生产快速增长。资产阶级在不到一百年的统治中创造的生产力,比过去所有年代创造的全部生产力还要多。这就是科学和技术广泛应用的结果。历史的发展,证明了马克思“科学技术是生产力”论断的正确性。

3. 邓小平提出:“科学技术是第一生产力”

1978年,在全国科学大会开幕式上,邓小平(1904—1997)指出,社会生产力的巨大发展,劳动生产率的大幅度提高,最主要的是靠科学的力量、技术的力量。1988年9月12日,邓小平在一次听取汇报的会议上说:“马克思讲过科学技术是生产力,这是非常正确的,现在看起来这样说可能不够,恐怕是第一生产力。”他深刻地概括出“科学技术是第一生产力”

这个新的命题,继承了马克思的论点又发展了马克思的论点,反映了科学技术在当代发展的新形式和对我国现代化建设的新要求。1992年,他在南方谈话中又强调指出:“我说科学技术是第一生产力。近一二十年来,世界科学技术发展得多快啊!”“我们自己这几年,离开科学技术能增长得这么快吗?要提倡科学,靠科学才有希望。”邓小平一贯重视科学技术的作用。新中国成立以来,他对发展我国科学技术给予极大的关注,以马克思主义者的远见卓识,作出了一系列重要论述。他要求全党同志,对于大力发展科学技术,要有一种历史的责任感和时代的紧迫感。邓小平提出“科学技术是第一生产力”的科学论断,是人们对科学技术认识的又一次新的飞跃。

1.3.2 科学技术与生产力要素的关系

政治经济学中通常把生产力划分为三个要素:劳动者、劳动对象和劳动工具。科学技术虽然不是社会生产力的独立要素,但是它通过一定的途径,作用于物质生产系统,并入生产过程,凝结并物化在劳动者、劳动资料、劳动对象等这些生产力要素中,就转化为直接的、现实的生产力,推动社会生产的发展。

1. 科学技术与劳动者

劳动者是在社会生产力中起主导作用的最积极、最活跃的因素。作为生产力构成要素的劳动者是指正在或有能力在生产过程中发挥劳动功能的人。劳动者的劳动能力不仅取决于体力的大小,更取决于智力的高低。劳动者的体力从古到今基本上没有什么大的变化,但劳动者的智力,包括经验、知识、智商和各种技能、技巧、技艺随着科学技术的发展有大幅度的增长和提高。

科学技术发展到今天,生产力的发展水平和速度主要取决于劳动者的智力和先进科学技术与生产结合的程度。

人类掌握了石器技术,创造出原始社会的生产力;掌握了铁器技术,创造出封建社会的生产力;掌握了蒸汽机等技术,创造出资本主义社会的生产力。据有关专家估算,在机械化程度较低时(如蒸汽动力机械化水平),劳动者体力和脑力的消耗比例约为9:1;在机械化程度中等水平(如电气化加机械化水平)时,劳动者体力和脑力的消耗约比例为6:4;而在全自动化(现代化生产水平)时,劳动者体力和脑力的消耗比例约为1:9。

现代化生产对劳动者的要求从以体力为主,经过体脑结合,向以脑力为主的方向发展。与此相应的是,在劳动者队伍里,生产的组织管理(包括规则、计划、决策、研究、开发、设计、组织、管理等)者相对于在生产流水线上的直接劳动者的比例及重要性日益提高。目前,在一些发达国家的劳动者队伍中,高级研究人员和高级工程技术人员所占的比例越来越大。在现代社会的生产过程中,劳动者的智力作用已远远超过体力的作用,成为劳动者素质的主要标志。劳动者的智力除了遗传因素以外,主要是科学技术经由各种形式的教育(学科教育、社会教育、终身教育、职业教育等)以及实践活动(科学技术实验、生产实践、社会实践等)培养出来的。可以说,劳动者的智力是科学技术在劳动者身上的体现。

2. 科学技术与劳动对象

劳动对象包括自然物和通过人们劳动加工过的原材料。在科学技术不发达的古代,劳动对象主要是身边的自然物(树木、岩石、土、水、空气、野生动植物等)以及劳动加工的初级产品

(农作物、矿石、棉布等)。随着科学技术的进步,人类不断发现、利用、改造和扩大劳动对象的范围,把越来越多的自然物变成自然资源。例如,矿物学、地质学的发展使人们发现并利用煤、天然气、石油、稀有金属等,化学、冶金学引导人们制造各种人工合成材料。20世纪以来,随着有机化学的发展,世界上的合成染料已占全部染料的99%,合成药品已占全部药品的75%,合成橡胶已占全部橡胶的70%,合成纤维已占全部纤维的35%以上。目前,世界上各种合成材料已有几十万种,而新材料每年又以5%的速度在增长。现代高科技使劳动对象进入了更高级的发展阶段。人们应用新技术、新工艺可以把沙粒变成半导体和光导纤维的重要原料,其价值高于黄金。

此外,现代高科技还不断开辟新的劳动对象,如对信息的加工,对海洋的开发,对外空的探索,以至对生命物质的创造。现代科学技术的进步使劳动对象在越来越大的程度上变成了人工产品,变成了科学技术物化的产物。

3. 科学技术与劳动手段

“工欲善其事,必先利其器”,作为主要劳动手段的劳动工具的改革与创新,对生产的发展起巨大作用,而劳动工具则是科学技术的物化。任何劳动工具都是人体的延伸。劳动工具不仅能模拟取代人体某一部位的机能,而且能强化这种技能,使普通劳动者能完成以往具有特殊技能的劳动者的工作,使简单劳动(无技能劳动)具有了和复杂劳动(有技能的劳动)同样甚至更强的生产能力,使技能变得无足轻重。人类历史上每一次技术革命,都是以劳动工具的变革为标志的。

近现代历史上,与自然科学的产生和发展相关联,发生了三次重大的技术革命,强有力地推动了社会生产力的提高和社会经济的发展。18世纪初开始的第一次技术革命以纺纱机械的革新为起点,以蒸汽机的发明为标志,实现了工业生产从手工工具到机械化的转变。

以电气化为主要特征的第二次技术革命是建立在电磁理论基础之上的。发电机、电动机、无线通信等电气化工具的使用,以电力作为生产动力,实现了劳动手段的电气化,大大推进了工业化进程。

近百年来,由于科学技术的迅速发展,全世界的工业总产值增加了20倍。据世界银行统计,科学技术因素在推动经济增长中所占比例不断上升。20世纪初,经济增长主要依靠人力、物力和资金的投入,科学技术所占比重为5%~10%,到20世纪50~70年代,科学技术进步所占的比重在发达国家平均为49%,有些高达60%~70%;在发展中国家平均为35%,有些国家和地区高达50%左右。

如果说19世纪后期机器所“物化”的科学还仅仅是经典力学、热力学的初步知识,那么现代生产系统中的劳动工具和生产手段就不只是简单的机器,而是由动力系统、传输系统、工具系统、监测系统、信息系统、控制系统和基础设施组成的综合技术体系,它是众多学科知识综合的深度“物化”。

4. 科学技术与管理

马克思在《资本论》第一卷中指出,“劳动生产力是由多种因素决定的,其中包括:工人的平均熟练程度,科学的发展水平和它在工艺上的应用程度,生产过程和社会结合,生产资料的规模和效能,以及自然条件。”因此我们可以看到,除了上述三要素外,管理也是生产力。美国管理科学家泰勒(1856—1915)的《国力科学原理》(1911年)一书的发表标志着生

产的组织管理成为一门科学。泰勒把管理的职能概括为:(1)搜集、整理、分析企业所有的经验数据,制定和不断完善科学的生程序和生产方法;(2)对工人进行严格的挑选和培训,充分发挥他们的潜力;(3)在工人和管理人员之间培养合作精神,确保工人按规定方法努力工作;(4)在管理人员和工人之间进行明确、适当的分工,以保证完成管理任务。泰勒的管理理论力图在现有的生产手段的基础上,通过对生产要素的“整合”来提高劳动生产率。对此列宁曾这样评价:“资本主义在这方面的最新发明——泰勒制——也同资本主义其他一切进步的东西一样,有两个方面:一方面是资产阶级剥削的最巧妙的残酷手段;另一方面是一系列的最丰富的科学成就,即按科学来分析人在劳动中的机械动作,省去多余的笨拙动作,制定最精确的工作方法,实行最完善的计算和监督等等。”一些专家把这些关系表达为:“生产力=科学技术 $\times$ (劳动者+劳动手段+劳动对象+生产管理)”。也有一些专家把生产力中的要素概括为:“生产力=精神要素 $\times$ 物质要素=(科学技术+经营管理+ $\cdots$) $\times$ (劳动者+劳动手段+劳动对象)”。不管哪种表达,都认为科学技术有乘数效应,它放大了生产力各要素,科学技术发展得越快,这个乘数的增大也越来越迅速。在现代社会中,智力已成为劳动者素质的主要标志,而人的智力实际上是科学技术在人身上的体现。现代劳动工具或劳动手段的特点是:复杂性、精密性、自动化、智能化。它们是知识密集型的产物。现代劳动对象则在很大程度上有赖于科学技术去发明或发现。现代生产管理大量应用以数学工具和计算机技术为核心的现代科学技术。因此,如果说一百多年前的机器生产“第一次是自然科学为直接的生产过程服务”,“第一次达到使科学的应用成为可能和必要的那种规模”,“第一次使物质生产过程变成科学在生产中的应用”,因而科学技术是生产力,那么,当代科学技术已和生产融为一体,成为现代社会生产力发展的主要源泉,具有开辟道路、决定水平和确定方向的作用,科学技术已成为“第一生产力”。

1.4 学习科学与技术的意义

学习自然科学与技术的意义是多方面的,具体来说,体现在以下几个方面。

1.4.1 有助于我们理解科学技术在人类社会发展中的作用

科学技术是推动人类社会前进的重要动力之一,科学技术是人类的伟大实践之一,是一种在历史上起推动作用的革命力量。人类社会的发展,就是先进生产力不断取代落后生产力的历史进程。科学技术作为第一生产力,已经成为经济发展和社会进步的最具革命性的推动力,它是先进生产力的集中体现和主要标志。世界范围内的经济竞争、综合国力的竞争在很大程度上表现为科学技术的竞争,我们必须从人类文明发展进程的角度深刻认识和理解科学技术的地位和作用,把握科学技术的发展特点和趋势。简言之,了解科学技术史,有助于我们理解现实世界和创造更加美好的未来。

1.4.2 有助于我们掌握科学技术发展的规律性,更好地为全面建设小康社会服务

近代以来,人类文明进步取得的丰硕成果,主要得益于科学发现、技术创新和工程技术

的进步,得益于科学技术应用于生产实践中形成的先进生产力。当今世界,科学技术日益渗透到经济发展、社会进步和人类生活的各个领域,成为生产力中最活跃的因素。我们必须把全面建设小康社会同发展先进的科学技术结合起来,这是实现我国生产力快速发展和社会全面进步的必然要求。世界发达国家,如英、法、德、美、日等国的现代化进程告诉我们,科学技术的发展是有规律的,这就要求我们认真研究总结世界各国现代化建设的经验教训,特别是发达国家科技发展的经验教训,掌握科学技术发展的规律性,制订正确的科技发展战略和规划,提高科技决策和科技管理水平,为全面建设小康社会奠定坚实的科学技术基础。

1.4.3 有助于我们掌握科学方法,培养科学精神,强化科技意识

通过科学技术的学习,我们可以学到许多科学家的科学思想和科学方法,从他们的成功中获得启示,从他们的失败中吸取教训,从而进一步开发我们的智力,增强科研能力。许多科学家的成功就在于他们的思想超前,方法得当,能使人更善于思维,变得更聪明、更睿智。同时,学习科学技术,有助于我们陶冶情操,净化心灵,培养科学精神,强化科技意识。科学技术给人类带来了巨大的物质财富,而人类则从科学技术中得到了更大的精神财富,这就是科学精神。科学作为一种创造性活动,充满着人类的激情,充满着最高尚、最纯洁的生命力,永远激励着人们去追求,去探索。正是这种科学精神激励着一代又一代的科学家艰苦奋斗、追求真理、不断进取,创造了科学史上一个又一个辉煌的奇迹。科学研究所凝聚的科学精神是先进文化的具体体现,在科技发展和社会进步中具有特别重要的意义。

1.4.4 有助于我们优化知识结构,提高人才素质

人类社会已进入知识经济时代,科学与技术之间,自然科学与社会科学之间彼此交叉、相互渗透,这就要求我们培养的人才必须具有广博的知识结构。自然科学与技术是一部浓缩了的科学技术的百科全书,它不仅囊括了上至天文,下至地理,从无机界到有机界,从微观到宏观,从科学到技术,从历史到现实各个领域中的主要科技成果,而且融汇主要的高新技术知识,触及自然科学和高新技术的发展前沿。学习科学技术,可以开阔视野,扩大知识面,优化和完善知识结构,从而提高科技素养,增长才干;可以了解和掌握现代科学技术提供的新知识、新思想、新方法,使自己的知识结构和思维方式得到不断补充、调整和更新,跟上时代发展的步伐。

思考与练习

1. 科学和技术的主要区别是什么?
2. 对科学技术的认识有哪三次飞跃?
3. 科学技术为什么是第一生产力?
4. 简述学习科学与技术的意义。