



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

(高职高专教材)

现代 XIANDAI GAOXIN JISHU GAILUN 高新技术概论

第二版

曹克广 关荐伊 主编



化学工业出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

(高职高专教材)

现代 XIANDAI GAOXIN JISHU GAILUN 高新技术概论

第二版

曹克广 关荐伊 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

元 00.51 : 价 章

本书系统地介绍了现代高新技术主要领域的知识、成就现状及发展趋势。主要包括现代高新技术发展概述,信息技术,新材料技术,生物技术、新能源技术,现代分离技术,海洋技术,空间技术,激光技术。本书注重学生创新能力的培养,内容安排合理,实用性、应用性强。

本书可作为高职高专院校公共课教材,也可供相关人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

现代高新技术概论/曹克广,关荐伊主编. —2版. —北京:
化学工业出版社, 2009.1

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
(高职高专教材)

ISBN 978-7-122-04099-2

I. 现… II. ①曹…②关… III. ①高技术-高等学校-教材
②新技术-高等学校-教材 IV. N1

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第176803号

责任编辑:于 卉

文字编辑:张绪瑞

责任校对:郑 捷

装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京云浩印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张14½ 字数374千字 2009年1月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:27.00元

版权所有 违者必究

前言

科学技术在社会发展的新形势下,对人才培养提出了更高的要求。现代社会要求的优秀人才必须具有复合性知识结构,必须具备综合运用知识的能力和整体思维的能力,这对教育来说是一个挑战,各高职高专院校人文社会科学专业的学生对现代科学技术的基础性知识,以及蕴含在其中的科学方法和科学精神缺乏应有的了解和认识,对理工类专业的学生来说除了本专业外,对现代科学的广阔领域也知之甚少,因此,为了配合大学生进行科学素养教育,我们编写了此教材。由于本教材已出版5年,科学技术不断飞速发展,新的技术内容需要充实进去,因此在教材的第二版中,调整了部分结构,更新了新技术内容。

本书在修订中保持了原书的结构框架,主要更新了现代最新高科技的相关内容,修改中突出以下特点。

1. 实用性、应用性强 教材以培养高等技术应用性人才为目标,贯彻实际、实践、实用的原则,内容注重与生产实际紧密结合,针对性地选择实用性、应用性较强的内容,重点讲明基本概念与基本理论的意义及应用。

2. 注重学生创新能力的培养 教材融入现代科技新知识、新成果和新技术,拓宽学生的知识面,注重学生创新能力的培养,为学生后续课乃至终身学习奠定基础,部分内容有企业专家参与意见,使内容更具针对性。

3. 打破传统教材体系 教材结构紧凑,内容精练、全面,为适应文、理工各专业的需要,编写时力求由浅入深循序渐进,并适当扩展某些内容。使文科学生能够理解,拓宽知识面,理工科学生有进一步提高的余地。

在编写此教材的过程中,我们参考了国内外有关论著、教材和其他文献等资料,在此谨向被引文的作者表示衷心的感谢!

由于编者学识水平和资料有限,在编写过程中,难免会出现疏漏和欠妥之处,敬请读者予以赐教指正。

编者

2008年11月

第一版前言

21 世纪是人类依靠知识创新而发展的世纪,世界将进入知识经济时代,在新世纪里,科学与社会将发生更强的相互作用,科学高度社会化,社会也将高度科学化。自然科学技术和社会科学在理论、概念与研究方法上也将更加融合汇流在一起,引起世界各国产业结构、产业结构和社会生活的深刻变化。这种变化不仅对世界经济、技术和政治产生了巨大影响,而且还会改变着人们的生活方式、生产方式和思维方式。如此快的世界经济格局的变化,对现代经济管理提出更高的要求,强烈的促进着教育观念的更新和人才培养模式的变革。他们不仅要有充实的经济理论和现代管理知识,还需要了解现代乃至未来国内外高新技术的发展动态,以开阔思路、扩大视野、提高应变能力,适应新的经济发展形势的需要。

科学技术在社会发展的新形势,对人才培养提出了更高的要求。跨世纪的优秀人才必须具有符合型知识结构,必须具备综合运用知识的能力和整体思维的能力,这对教育来说是一个挑战。各高职高专院校人文社会学科各专业的学生对现代科学技术的基础性知识,以及蕴含在其中的科学方法和科学精神缺乏应有的了解和认识,即使对理工类专业的学生来说,除了本专业以外,对现代科技的广阔领域也知之甚少,因此,为了配合大学生进行素质教育,我们编写了本教材。本书的主要特点:

- 章节结构完整,内容丰富新颖,既系统地介绍现代高新技术主要领域的知识和技术成就,又为读者涉猎学科科技前沿提供可能。

- 科技概念准确,人文内涵充实,力求体现严谨的科技方法和鲜明的科学精神。充分表达现代科技发展的社会意义。

- 内容讲述以定性为主,避免繁杂的数学运算,在理论层次上力求即使文科学生能够理解,也使理工科学生有进一步提到的余地。

- 作为高校的基础教材,既不用于一般的科普读物,也不是论述某些高新技术领域的科技成果专著,教材内容安排由浅入深,文字通俗流畅,既具有科学的严密性,又有可读的趣味性。

- 力求介绍个高新技术领域对促进经济发展、推动社会进步的重要作用,以及各高新技术及产业的现状和发展趋势,同时介绍世界主要国家(包括中国)在这些技术领域的发展水平。

本书是根据统一的提纲分工执笔编写的。全书共 9 章,第一章现代高新技术发展概述由承德石油高专的曹克广教授和天津职业大学的顾剑华教授共同执笔;第二章信息技术、第七章海洋技术、第八章空间技术、第九章激光技术由承德石油高专的宋汉珍副教授执笔;第三章新材料技术、第六章现代分离技术由承德石油高专的关荐伊教授执笔;第四章生物技术由承德石油高专的曹克广教授执笔;第五章新能源技术由天津职业大学的顾剑华教授执笔。全书由曹克广教授统稿。由承德石油高等专科学校侯士发教授对全书进行审稿。

高新技术涉及的面很宽,发展又很快,由于时间仓促、水平有限,不当和失误之处在所难免,恳请同行和读者批评指正。

在此书的编写过程中,我们查阅和参考了相关的资料、文献和论著,在此对有关的作者表示衷心的感谢。

编 者

2003 年 6 月

目 录

第一章 现代高新技术发展概述	1
第一节 技术的概念与分类	1
一、技术的概念	1
二、技术的分类	2
第二节 近代技术发展历史的回顾	2
第三节 现代高新技术的产生、含义、分类及特征	3
一、现代高新技术的产生	3
二、现代高新技术的含义	4
三、现代高新技术的分类	4
四、高新技术的特征	5
第四节 国外高新技术的竞争	6
一、各国高新技术发展计划	6
二、纷纷兴办科技工业园	7
三、面向市场,提高企业的创新能力	9
四、重点优先战略	9
五、推进官产学研的合作	9
六、加强国际交流与合作	11
第五节 现代高新技术发展的特点	11
一、现代高新技术发展的加速化	12
二、现代高新技术发展的社会化	13
三、现代高新技术发展的整体化	14
四、现代“科学—技术—生产”的一体化	16
第六节 现代高新技术及高新技术产业的发展趋势	18
一、信息技术及信息技术产业的发展趋势	18
二、生物技术及生物技术产业的发展趋势	19
三、材料技术及材料技术产业的发展趋势	20
四、能源技术及能源技术产业的发展趋势	20
五、空间技术及空间技术产业的发展趋势	21
六、海洋技术及海洋技术产业的发展趋势	22
思考题	22
第二章 信息技术	23
第一节 信息的概念	23
一、信息	23
二、信息论	25
三、信息化	27
第二节 信息技术概述	28
一、信息技术的概念	28
二、信息技术的发展	29
三、信息技术的应用	31
四、信息技术的发展趋势	31
第三节 信息产业	31
一、信息产业概述	31
二、信息产业的发展趋势	32
第四节 微电子技术	34
一、微电子技术的发展	34
二、集成电路的种类及其应用	35
三、微电子工艺技术	35
四、砷化镓集成电路	37
五、新型微电子器件	37
六、集成电路的测试技术	38
第五节 电子计算机技术	38
一、电子计算机的发展	38
二、计算机的基本构成	40
三、计算机的分类和应用	41
四、计算机网络	43
五、人工智能技术	43
六、21世纪的计算机	44
第六节 现代通信技术	45
一、通信	45
二、有线通信技术	45
三、无线通信技术	46
四、卫星通信技术	46
思考题	47

第三章 新材料技术	48
第一节 半导体材料	48
一、半导体材料	48
二、硅单晶材料	49
三、材料的优选与微电子技术的发展	50
四、砷化镓半导体材料	51
第二节 超晶格和非晶态材料	52
一、超晶格材料	52
二、非晶态材料	53
第三节 金刚石和超硬材料	54
一、金刚石	54
二、目前最硬的材料	56
第四节 光通信材料	57
一、激光材料	57
二、光导纤维	58
第五节 纳米材料	59
一、纳米微粒	59
二、纳米材料的发展历程	61
三、纳米材料的结构与特性	61
四、纳米材料的制备技术	62
五、纳米技术的应用	63
第六节 磁记录材料	67
一、需求与发展	68
二、高性能	68
三、磁光盘	68
第七节 特种陶瓷材料	69
一、结构陶瓷	69
二、功能陶瓷材料	70
三、生物陶瓷	71
第八节 新型高分子材料	72
一、高性能的高分子材料	72
二、功能高分子材料	73
第九节 高性能复合材料	74
一、高性能树脂基复合材料	74
二、金属基复合材料	74
三、陶瓷基复合材料	75
四、碳基复合材料	75
五、梯度复合材料	75
第十节 超导材料	76
一、超导体的发现	76
二、高温超导体	77
三、超导体的高技术应用	78
思考题	80
第四章 生物技术	81
第一节 生物技术概述	81
一、生物技术的含义	81
二、传统生物技术	81
三、现代生物技术	82
四、现代生物技术的发展	83
五、现代生物技术发展的意义	83
第二节 基因工程及其应用	84
一、基因工程的一般概念	84
二、基因工程的应用	88
第三节 细胞工程及其应用	93
一、植物细胞组织培养与快速繁殖	93
二、细胞融合与单克隆抗体	94
三、核移植与克隆动物	95
第四节 发酵工程及其应用	97
一、发酵工程的概念	97
二、发酵工程的步骤	97
三、现代发酵工程的应用	97
第五节 酶工程及其应用	101
一、酶的基本概念	101
二、酶的分离纯化	102
三、酶工程	102
第六节 蛋白质工程及其应用	105
一、蛋白质的存在及其重要性	105
二、蛋白质研究的进程	105
三、蛋白质工程的基本原理	106
四、蛋白质工程研究类别	106
五、蛋白质工程的基本操作	107
六、蛋白质工程研究进展与应用	107
七、蛋白质工程展望	109
第七节 我国现代生物技术的发展概况	109
一、在农业方面的成果	110
二、在畜牧业方面的成果	110
三、在医药方面的成果	110
四、在基础理论方面	111
第八节 生物技术存在的问题	111
一、转基因作物的潜在危险	111
二、有关克隆人的争论	112
三、基因武器	112
四、基因歧视与基因鸿沟问题	113
五、生物技术的专利授予和生物资源保护问题	113
第九节 现代生物技术的发展趋势	114
一、生命的革命	115
二、基因组学	115

三、疗法和药物的开发	117	思考题	119
四、生物医学工程	117		
第五章 新能源技术	120		
第一节 能源及其面临的挑战	120	二、风能资源	131
一、能源的分类	120	三、风力制热	132
二、人类面临的能源挑战	121	四、风力发电	132
第二节 核能	122	第六节 燃料电池	132
一、核裂变能	122	一、燃料电池的概念	132
二、核聚变能	123	二、常见的燃料电池应用	133
三、核能利用的安全性	124	第七节 氢能	137
第三节 太阳能	125	一、氢的概述	137
一、太阳能热发电	125	二、氢能源的特点	138
二、太阳炉	126	三、氢能源的开发	138
三、太阳能电池	126	四、氢的储存与运输	139
第四节 生物质能	127	五、氢能的应用	140
一、生物质气化制燃气	127	第八节 油页岩	141
二、生物质气化发电	128	一、油页岩及其特征	141
三、沼气发酵技术制沼气	128	二、世界油页岩的分布	142
四、生物质发酵制醇类燃料	129	三、我国油页岩的分布	142
五、“石油”植物生产燃料油	130	四、如何突破成本瓶颈	142
第五节 风能	130	五、主攻方向应为页岩发电	143
一、风能的概念	131	思考题	143
第六章 现代分离技术	144		
第一节 分离技术的概述	144	一、超临界流体萃取的工艺流程	159
一、分离和膜分离	144	二、超临界流体技术的研究和应用	
二、超临界分离	146	现状	159
三、吸附分离	148	三、超临界流体萃取技术的应用	160
第二节 膜分离技术	149	第四节 吸附分离技术	166
一、膜分离技术的发展史	149	一、吸附剂	166
二、我国膜分离技术的发展与现状	150	二、吸附剂的性能	168
三、分离膜材料	152	三、吸附分离技术的应用	169
四、膜分离技术的应用	156	思考题	174
第三节 超临界分离技术	159		
第七章 海洋技术	175		
第一节 海洋与海洋资源	175	二、海洋资源开发	182
一、海洋	175	三、海洋环境保护和海洋预报	185
二、海洋资源	176	四、海洋开发的特点	186
第二节 海洋开发的历史与传统产业	178	第四节 海洋开发的未来前景	187
一、海洋开发历史概况	178	一、蓝色革命	187
二、传统海洋产业	179	二、重返海洋	188
第三节 海洋开发技术	179	三、全人类的海洋	188
一、现代海洋调查和探测技术	179	思考题	189

第八章 空间技术	190
第一节 空间技术的兴起与发展	190
一、空间技术的兴起	190
二、空间技术的发展	192
第二节 空间飞行的基本原理	193
一、“三个宇宙速度”的理论	193
二、火箭推进原理	195
三、航天器返回技术	195
第三节 人造地球卫星及应用	196
一、人造卫星的发射	196
二、人造卫星的回收	197
三、人造卫星的应用	198
第四节 载人宇宙飞行	199
一、宇宙飞船	199
二、航天飞机	200
三、空间站	201
第五节 行星际探测	202
一、“水手”宇宙飞船	202
二、“海盗”宇宙飞船	203
三、“先锋”星际宇宙飞船	203
四、“旅行者”宇宙飞船	203
五、“金星”、“火星”探测器	204
六、星际探测的新进展	204
第六节 空间技术发展前景	204
一、重返月球,探测火星	205
二、建立空间城市、空间发电站和 空间工厂	205
三、空间资源开发的趋向	206
思考题	207
第九章 激光技术	208
第一节 激光概述	208
一、亮度	208
二、方向性	209
三、单色性	209
四、相干性	209
第二节 激光简史	209
第三节 激光器的结构和原理	210
一、激光器构造	210
二、受激发射	211
第四节 激光器的实例	212
一、氨分子脉泽	212
二、红宝石激光器	212
三、氦氖激光器	213
四、激光器的种类	214
第五节 激光的应用	214
一、激光加工	214
二、激光测量	215
三、激光在信息工程中的应用	216
四、激光在医学上的应用	217
五、激光的军事应用	218
第六节 激光技术的发展前景	219
一、激光受控热核聚变	219
二、激光分离同位素	219
三、激光计算机	219
思考题	220
参考文献	221

第一章 现代高新技术发展概述

自人类诞生之日起,技术也就随之产生了。随着人类社会的不断发展,技术也得到了不断发展,并取得了巨大成就。这些成就反过来促使人类社会的各方面发生着深刻的变革与发展。人类社会所发生的变革又进一步促使技术(包括科学)以更高的速度创新与发展,从而诞生了更多的高新型技术。

第一节 技术的概念与分类

一、技术的概念

技术一词的原意是木匠,这也许是在古代木匠在各工匠中最具技艺的缘故。技术的定义是人们在生产活动中的各种具体技艺、经验和具体知识。人们往往认为,技术与科学的区别仅在于一个零碎一个系统而已,其实并非如此,技术并不一定零碎,有些技术不仅构成体系,而且非常庞大,特别是现代技术,如造船技术,航空、航天技术,原子能技术。那么技术与科学的区别又在哪里呢?

科学是从英文的 science 翻译而来的, science 源于拉丁文的“知识”。科学是理性地、系统地探索自然,目的是寻求真理、发现新知识。从事基础科学研究的人往往是受好奇心的驱使,不可能预知所研究的东西有没有用,其成果通过发表在同行评议的期刊上得到科学界的承认,有些成果会有意想不到的应用,有些则可能永远也不能应用。

技术译自英文的 technology,由希腊文的“艺术或技巧”和“学问”两个字根构成, technology 是有关实用技艺和工业艺术的学问,研究的是知识的实际应用,目的是发明,其成果往往可以申请专利,也能在研究期刊上发表,但不一定马上能成为产品。一项发明从概念的模型或设计到形成产品,还要经过大量的技术开发工作,包括改进设计、优化制造工艺或程序等。

从科学发现到技术发明再到产品形成是一个长期过程,这个过程不是线性的,需要经过多次的循环、反馈和反复,也需要从事基础研究、应用研究以及技术开发三方面的科学和技术人员脚踏实地地工作,往往需要十几年甚至几十年的时间。

科学与技术(Science and Technology)在功能和作用上是有区别的,主要表现在:目的和任务不同、研究内容不同、研究成果的形式和评价标准不同、发展进程不同、生产力属性不同。其一:科学是创造知识的研究活动,它所解决的主要是认识世界的问题,要回答“是什么”和“为什么”;而技术则是发明和创造操作的办法、技巧以及相应的物质手段,回答的是“做什么”和“怎样做”。其二:科学是进行发现,探索未知的活动,带有自由研究的性质;技术则是从事发明,综合利用各种知识进行创造和实践的活动。其三:科学创造的主要是知识;技术则不同,除了以知识形态出现外,还同时具有一定的物质形态。其四:科学对经济的作用是隐含的,不太确定,有时需较长时间才能发挥出来;技术对经济的作用则比较确定,关系更直接。

二、技术的分类

这里所指的是现代技术的分类。通常,技术分为实验技术、基本技术和产业技术三类。

(1) 实验技术 例如化学实验技术、物理实验技术、力学实验技术、生物实验技术等,这是为了科学认识而探索自然客体所采用的技术。实验技术是凭借实验设备和科学仪器来体现的。

(2) 基本技术 这类技术是广义的机械技术、物理技术、化工技术、生物技术等。它们分别与人工的机械自然过程、人工的物理自然过程、人工的化学自然过程和人工的生命运动过程相对应。由这些技术过程与自然过程相统一就产生了劳动过程。上述基本技术加入到生产劳动过程之中便形成了各种劳动过程的技术,劳动过程中的技术是这些基本技术的不同组合,例如植物栽培技术、能源生产技术、化肥生产技术等。

(3) 产业技术 产业技术是由不同劳动技术组成的复杂系统,不同产业有相应的产业主导技术,例如建筑技术对应有建筑业。

鉴于现代技术众多,不同技术包含的科学原理相差较大,从而形成了一个庞大而复杂的体系,要严格地分类有较大难度。

第二节 近代技术发展历史的回顾

15世纪末至1522年,以哥伦布和麦哲伦为代表的航海活动,证明了地球是圆球,实现了地理大发现。这一发现引起了观念的革命,突破了亚里士多德和托勒密的知识范围,使欧洲的知识阶层能够从古典著作家的绝对权威制约下解放出来,从而为近代科学革命提供了精神动力和心理氛围。1506年至1543年间在以哥白尼发动的在天文学领域中的革命为代表所引发的科学革命中诞生了近代科学。1543年《天体运行论》的出版标志自然科学开始从神学中解放出来。哥白尼的日心论代替了托勒密的地心说。以此为开端,经过伽利略、牛顿等科学家的努力,建立了近代科学。

1500年至1900年是科学技术大发展时期。在此时期,曾发生过两次技术革命。

第一次技术革命是以纺织机改革为先导的。1733年发明的飞梭大大地提高了织布机的效率。1764年发明了珍妮纺织机,提高纺纱效率达8倍。为此,需要高效率的动力机械。1765年,瓦特改革了纽可门机,制成了近代蒸汽机,这是科学家、技师与企业家三结合的结晶。1788年瓦特发明离心调速器,进一步完善了蒸汽机。随着蒸汽机的不断改进,应用范围不断扩大,使社会生产力以前所未有的速度规模发展起来,形成以蒸汽机技术革命为代表的工业革命。17世纪的发现和发明有106项之多,而在18世纪,跃升为756项。这些发明中有砂模铸造、高压蒸汽机及焦炭炼铁法、滑动刀架车床等。自1501年至1880年间还有许多其他发明,例如望远镜、显微镜、温度计、以蒸汽为动力的轮船和铁路运输用的蒸汽机车、电动机、收割机、银版照相术、高炉炼铁、平炉炼钢、水泥铺设路和沥青铺设路等。

第二次技术革命发生在19世纪70年代,到20世纪20年代完成。这是在科学技术全面发展的基础上,由电磁学带来的一个辉煌成果。经过18世纪各方面的准备,到19世纪自然科学得到了全面发展,成为有严密理论的科学,成为把各个自然过程结合成为一个整体的相互联系的科学。第二次技术革命直接源于科学实验,源于对电磁现象的研究,是以电力的应用为特征的技术革命。这场革命以1867年德国西门子基于自励原理制成的自励直流发电机为标志。这种发电机提高了效率,降低了成本,具有实用性。在西门子的发明之后,有

1878 年基于亚布洛契可夫设想制成的多相发电机。1889 年多里沃发明了三相异步电动机和三相变压器。变压器的发明为远距离高压交流输电提供了条件。较大容量中心发电厂的建成,大容量高压变压器的制造,大大促进了高压输电网的发展,从而为边远地区提供了比蒸汽动力更强大更方便的动力,对工业的发展起着决定性的作用。电力和有关电的理论大大地促进了与之相关的各种发明。

除了上述已介绍过的技术发明外,还有很多发明,例如白炽灯、电焊、无线电广播、汽油发动机、汽车、飞机(飞机的发明使人类从二维空间活动转变到三维空间活动)等。

第三节 现代高新技术的产生、含义、分类及特征

一、现代高新技术的产生

1900 年,德国物理学家普朗克为解释黑体辐射的经验定律,提出了能量量子化假设。1905 年 3 月,爱因斯坦提出光量子假设以解释光电效应的机制并获得了成功。1905 年 6 月爱因斯坦建立了狭义相对论。以此为代表,物理学爆发了一场新的革命。这场革命为现代高新技术的形成开辟了道路,与以前物理学革命结果不同的是,本次物理学革命很快引发了其他一些自然科学和技术科学的革命,促进了现代高新技术的形成。例如,相对论和量子力学理论的建立,使人们对物质世界的认识扩展到了高速(近光速、光速)和微观(分子、原子、亚原子微粒)的领域,引起了人们思维方式等的变革;技术方面,通过核物理学的研究建立了核反应堆,实现了核爆炸,使原子能的开发和利用成为现实;通过对分子、原子和电子运动规律的探索,以及对电磁辐射的研究,推动了电子技术的开发等。自然科学领域的大革命为现代高新技术的形成奠定了理论基础,使高技术革命一开始就与科学理论紧密结合,彼此促进,协同发展。

从 12 世纪大学诞生以来到 19 世纪末 20 世纪初,无论规模、数量还是学科设置,人才培养目标和规格,教育思想以及教学手段都发生了翻天覆地的变化,从而为科学研究、技术创新和技术革命储备了优秀而丰富的人力资源,提供了许许多多高素质的各种人才。

许多先进实验设备和制造加工设备不断用于科学技术研究,为科学研究、新技术开发提供了良好的物质条件。例如射电天文望远镜、电子显微镜、质谱仪、色谱-质谱仪、电子计算机等的发明和使用为天体物理学、生物学、化学、材料科学、信息科学、数学科学的发展提供了强有力武器,同时也为第三次技术革命的深入发展提供了强有力的手段。

19 世纪末,发达国家的许多大企业相继建立起自己的实验室。以美国为例,第一次世界大战时工业实验室已有 100 个,到 1960 年已增至 5400 个。除公司直接控制的实验室之外,各种科学技术协会和学会相继建立并发展。大学、企业、科研机构间的关系日益密切,在资金使用、人员培养、新技术开发、新理论的研究等方面紧密合作,产生了直接社会效益,不仅推动了基础科学的发展,交叉学科的产生,而且也大大加强了科学和生产的联系。这一切及一些软科学的诞生,为 20 世纪中叶开始的新科学技术革命准备了组织条件,使第二次技术革命顺利过渡到第三次技术革命。

现代高新技术形成并得以迅速发展,其源动力是社会需要。这一社会需要包括人类经济发展的需要,文化生活改善的需要,人类生存健康的需要。例如,随着生产的不断发展,要求人们研究更经济合理的利用能源的方式,开发新的更强大的能源;随着人们绿色思维的建立,清洁生产的推行,可持续发展战略的确立,需要开发对环境污染少的绿色能源。生产的

发展和保护生态环境的要求,扩大了对特殊材料的需求,它要求研制坚韧、耐高温、抗腐蚀、有利于保护生态环境和能够循环利用的新材料。生产的发展出现了高速、高温、高压、剧毒或易爆炸等人们难于操纵和直接控制的工艺过程,这就需要人们研究自动控制的生产装置或应用新的科学原理,开发新的技术以代替原有技术。

除了前述四个条件促进现代高新技术的形成和发展外,还有一些其他因素。如战争因素和环境与资源保护因素。因战争的需要,加速了一些新技术的产生和应用,例如原子弹和电子计算机。第一颗原子弹的研制调集了 15 万科研技术人员,动用了 50 万人,耗资约达 20 亿美元,历时 3 年。电子计算机则是为了适应弹道计算的需要而加速研制的。因环境与资源保护的需要产生了许多新技术,例如为了彻底解决人类能源问题而产生的新能源与可再生能源技术;为解决对环境的污染产生的高效发动机技术、清洁煤和石油燃烧技术、氟里昂替代技术,废水处理的生物技术与纳米技术、用植物废料制造能替代汽油的变性乙醇技术,利用植物生产石油的技术等。现代高新技术形成通常以原子能的利用为起点,随后出现的电子计算机、微电子技术、空间技术、激光技术、生物克隆技术为代表的现代生物技术、新材料技术、新能源技术等,都是现代高新技术的结晶。

二、现代高新技术的含义

1942 年,在芝加哥大学费米建成的原子能反应堆开始运行,其功率为 $1/2\text{W}$,人类第一次实现了自持链式核反应,10 天后其功率上升为 200W 。1943 年建成了 1000kW 的增殖反应堆。从此,人类开始进入了和平利用核技术时代。

以 1943 年核能利用和 1946 年电子计算机 (ENIAC) 的建成使用为起点,到 20 世纪 80 年代,出现了许多新技术,例如激光、光导纤维、光电子通信、非晶态金属、碳纤维、离子交换树脂、合成纤维、粉末冶金、记忆合金、特种陶瓷、多晶态薄膜、分离膜、人工合成 DNA (1955 年)、基因技术、人造地球卫星、宇宙飞船 (1966 年,前苏联) 等。这些新技术涉及到信息、新材料、新能源、生物技术、空间和海洋等领域。人们在开发这些新技术的过程中,形成了新工艺、新概念和新思想。运用了新的研究开发工具和新的科学理论知识。有的新技术的产生促进了新的科学理论的诞生,从而促使人们在思想观念、价值观、生活方式和行为方式的巨大变革。通常,人们把这类技术称为新技术,也称高科技,又称高技术。

通常人们认为高技术是以最新科学成就为基础,主导社会生产力发展方向的知识密集型技术,或者说是基于科学的发现和创新产生的技术。也可以说有现代科学和技术融合特性的技术。至今,人们对于高新技术的科学内涵如何确定还没有形成统一的看法。关于 High-tech 一词的解释多达几十种,其中绝大多数是从经济角度和科技角度加以定义的,所以这些解释或定义也是不完备的。

通常可以这样认为,高技术是指以科学发现为基础,在一定历史时期的整个科技领域中起先导作用、主导作用,并推动同期经济飞跃发展和文化、社会巨大进步的、实现社会经济环境文化可持续发展的新技术群,是知识、技术、人才和投资高度密集的各个技术领域的总称。

三、现代高新技术的分类

中共中央、国务院《关于加强科学技术进步的决定》(中发 [1995] 8 号 1995 年 5 月 6 日) 的第 14 条中明确要求“在电子信息、生物、新材料、新能源、航天、海洋等重要领域”达到世界先进水平。我国《国家高技术研究发展计划纲要》(863 计划) 选出的高科技领域有 7 个,它们分别为:生物技术、航天技术、信息技术、激光技术、自动化技术、能源技

术、材料技术。按联合国组织的分类,主要有信息科学技术、生命科学技术、新能源与可再生能源科学技术、新材料科学技术、空间科学技术、海洋科学技术、有益于环境的高新技术和管理科学技术(又称软科学技术),计8类。

四、高新技术的特征

高新技术具有高群体性。与以往历史上的几次重大技术变革不同,高新技术兴起具有很大的同步性,许多高技术群往往同时期兴起,形成雪崩式的连锁反应。一种高新技术的兴起相应引起和促进一群与之相关联的高新技术问世。各种技术连锁兴起,从整体上促进社会生产力的发展。例如电子计算机与信息技术的发展,引起了材料、生物、空间技术、能源等方面新技术的产生,形成了类似生物群落关系,这是从时间角度来看。而从地理空间看,高技术产业呈现集聚分布现象,也包含了相关人才的集聚现象。

高新技术具有高度的创新性。高新技术的高度创新性不仅表现为在原有发展道路上的技术革新和积累,而且还表现为在广泛地应用最新科学成果和技术手段的基础上,进行知识领域的开拓和知识的积累,从而创立新的技术思路、途径和产品。

高新技术具有高度的战略性。由于高新技术标志着当今世界发展的制高点,是以科学技术形态表现出来的一种战略资源和一个国家的实力,它直接或间接地影响了一个国家或地区的社会、经济、军事、文化方面的地位,决定着一个国家或地区的前途和命运。

高新技术具有高智力的特点。这一特点表现在从事高新技术开发工作的人员在现代科学技术方面必须具有深厚的造诣,具有良好的智力结构和能力结构以及很好的科学和文化素质。这一特点还表现在对于在高新技术产业工作的职工,其知识结构比传统产业职工受教育的程度和知识结构要高。通常高技术企业中具有工程和科学学位的人员比例约占企业职工总数的65%,约为传统技术产业部门的5倍。从产品角度看,高技术产品往往集各种科学技术知识之大成,从而成为各种最新知识高度密集的产品。从高新技术产品的研制、开发和生产过程看,凝聚自然科学、技术科学成果和现代科学管理等软科学成果。

高新技术具有高度的综合性。一方面表现为利用已有高技术,进行技术重组;另一方面表现为多学科协同作用。以美国的阿波罗登月技术为例,它涉及到材料、能源、计算机信息技术、电子技术、医学、化学、物理学、数学、可靠性、人机工程、机械制造、心理学等方面。此项技术由120余所大学和实验室的42万余名科学家和技术人员参加研究工作,应用了700万个零部件,参与制造的企业有2万多家。

高新技术具有高度的渗透性。高新技术的渗透性是指高新技术领域内的各种高新技术向传统的产业领域辐射、扩散、迁移,从而带动社会各行各业的技术进步。高新技术之所以具有高的渗透性,是因为高新技术领域内的高新技术具有很强的综合性和交叉性。

高新技术具有高度的增值性。高新技术是以最新科学技术成果为基础形成的先进技术,它能够大幅度增强产品功能,显著地提高劳动生产率、资源利用率、资源的循环利用率、资源综合利用率和工作效率,按照经济学原理,高新技术产品具有较高的附加值,从而可以创造巨大的经济效益。

高新技术具有高的增长速度。由于高新技术具有高的战略性和竞争性以及高度的增值性,从而引起各国社会各界人士的关注,竞相发展高新技术及其产业。因此,高新技术及其产业的发展速度明显高于非高技术及其产业的发展速度。例如,20世纪90年代中期,信息产业已占到美国国内生产总值的10%以上,成为美国头号产业,以信息技术为主的知识密集服务出口已相当于产业出口额的40%。

高新技术具有很高的竞争性。由于高新技术是在激烈的国际竞争中产生的,其原料供应

和市场是国际性的, 高新技术就具有了极其鲜明的国际性。高新技术产品的目标、技术指标, 性能价格比以及质量、环境和安全管理水平, 必须到国际市场上去较量, 经受国际竞争的考验。其次, 由于各国乃至各企业经济技术管理水平不同, 竞争体现在关键技术的选择和不同高新技术发展的优先发展次序上。

高新技术需要高的投资额度。高新技术不但是人才高度密集型技术, 而且也是资金密集型技术。高额资本既是高新技术充分发展的必要保障, 也是高新技术得以高速发展的必要条件, 更是高技术的显著特征之一。近 20 年来西方主要经济发达国家投入高技术研究与发展资金大多占到本国国民生产总值的 2% 以上。要发展高新技术, 就需要创造同技术发展所相称的必需的经济和社会环境, 就需要购置高新技术研究和发展所必需的仪器、设备以及某些相关设施, 因此, 必然需要花费巨额资金, 否则很难发展高新技术和相关的高新技术产业。

高新技术研究开发及其产业化具有高度风险性。风险性主要来自技术创新和市场竞争。高新技术新兴的、高层次的、实实在在的技术, 是尚未完全成熟定型的技术, 其发展变化极快, 同时, 高新技术的研究开发处于科学技术创新链的前端, 具有明确超前性质, 因此具有很强的不确定性, 任何一项开创性构思、设计和实施的成败是难以完全预料的。这一不确定性给高新技术带来了风险性。其次, 高新技术转化为产品过程中, 尚有工艺技术上的风险性。第三, 高新技术的研究与开发和产品、企业、市场的关系密切, 在激烈的竞争中具有极大的风险性, 这一风险性来自某一高新技术产品的应用, 是否给人类的繁衍、生存和健康带来负面影响, 是否会给生态带来危害, 即高新技术产品的安全性问题, 要知道许多被人们认为重要贡献的技术产品, 其危害需要许多年以后才为人们所认识, 而消除其不良后果更是需要付出高昂代价, 有的甚至是不可能的。例如转基因动植物给生态系统带来的风险是难以预料的。

第四节 国外高新技术的竞争

高新技术对各国经济发展、社会进步和国家安全起着决定性作用, 因此世界各国都采取许多措施来促进它的迅速发展, 以抢占高新技术发展的前沿。这些措施, 归纳起来有以下几个方面。

一、各国高新技术发展计划

20 世纪中期以来, 各国政府为了依靠高新技术提高本国的国际竞争力, 纷纷加强对科技发展的宏观指导和协调能力, 出现了科技领导高层化的趋势。美国 1993 年初即开始大幅度调整科技体系结构, 并加强政府对科技体系的干预。1993 年 11 月 23 日, 克林顿签署总统令成立国家科学技术委员会 (NSTC) 并亲自担任主席, 同时还成立了总统科技政策办公室 (OSTP), 以协调所有联邦机构在发展高新技术方面的工作, 宏观上掌握美国科技战略, 使政府计划与工业需求连接。俄罗斯于 1995 年成立了由总统叶利钦任主席的总统科技政策委员会和由联邦政府总理主持的政府科技政策委员会, 以加强俄政府对科技发展的宏观引导和组织。日本为了加快从工业化社会向信息化社会的转变, 1994 年底新设立了由首相亲自领导的“高度信息化社会促进本部”, 以领导和协调日本信息技术的开发和信息高速公路的建设。此外, 法国、新加坡、韩国、巴西等国家也成立了由国家最高领导挂帅的科技领导机构。同时, 各国政府纷纷调整和制定新的科技发展战略, 形成了以发展技术及其产业、促进

科技为经济增长服务、提高综合国力服务为核心内容的科技发展战略的新格局。1994年8月,美国白宫发表了《为了国家利益发展科学》这一冷战后重要的国家科学政策研究报告。这个报告提出了美国科技发展的五个主要目标,即在科学知识前沿保持领先地位;加强基础研究与国家目标之间的联系;促进政府、工业企业和大学间的合作,以增加对基础科学和工程科学的投资并有效利用物力、人力和财力资源;为21世纪造就最好的科学家和工程师;提高所有美国人的科技和文化。

20世纪80年代以后,日本高度重视创造性的科学技术,1992年4月提出了新的《科学技术政策大纲》,确定信息/电子技术、新材料、生命科学、能源技术、软件技术、宇航科学技术、海洋地球科学技术、环境技术等高科技及其产业为重点发展科技领域。同时,由科学技术厅制定《新技术开发事业》和由通产省工业技术院制定《大望工业技术研究开发制度》、《产业科学技术开发制度》,并投入较多的研究开发经费。20世纪90年代以来主要发达国家R&D(研究和开发)经费总额占GDP的比例为:日本占2.84%(1994年)、美国占2.36%(1995年)、德国占2.52%(1992年)、英国占2.19%(1993年)、法国占2.38%(1993年)。英国政府1993年5月发表了题为《实现我们的潜力——科学、工程和技术战略》白皮书,公布了其在90年代及世纪之交的科技新战略;在继续保持和发展英国杰出的科技能力的同时,建立更好的科学、工程和企业间的伙伴关系,最大限度发掘英国的科技潜力,为英国经济的发展、为创造国家财富和改善生活质量服务。一些发展中国家也纷纷调整自己的科技发展战略,提出新的科技发展计划。如韩国为提高国家的综合国力和产业的国际竞争力,1991年底提出了“高级先进国家计划”,这是韩国政府为赶超世界七个强国而制定的为期10年(1992—2001年)的科技发展宏伟计划。该计划是韩国政府首次协调跨多个政府部门职责的大规模科技计划,预计投入60亿~70亿美元,其目标是到2000年把韩国技术能力提高到一流工业国家水平,并希望通过这一计划在21世纪初加入西方七国集团。新加坡政府1996年公布了新的“国家科学技术计划”,规划了1996—2000年新加坡科学技术发展的目标、战略和措施。新计划与原“国家技术计划(1991—1995)”相比,更加着眼于未来,着眼于经济的持续发展,着眼于科学技术总体能力的建设,提出了要建立“技术基础设施”的战略措施。

二、纷纷兴办科技工业园

科技工业园是诸多国家和地区的科学园、研究园、技术园、科技广场、创新中心、技术工厂、科学城、技术城等的统称。目前具有相当规模、产业特点突出、效益明显、世人公认的科技工业园已有1000多家,分布在全世界五大洲一些国家和地区的高校/科研机构集中、产业基础雄厚、人才密集的大都会和城镇。

在这1000多家科技工业园中,成为国际科学工业园协会(IASP)成员的1994年为490家,1995年为580家。其中科技工业园超过100家的IASP成员有德国(162)、美国(131),超过20家的有英国(45)、法国(33),超过10家的有加拿大(15)、俄罗斯(11)、澳大利亚(16)、印度(15)、意大利(12)、瑞典(12)、西班牙(10)、芬兰(11),超过5家的有奥地利(5)、比利时(5)、挪威(9)、葡萄牙(5)、希腊(6),其余26个国家和地区为1~4家,其中中国台湾省1家,日本4家。

科技工业园经过半个世纪,尤其近20年的发展建设,具备发展科技及产业的条件与环境,在高科技研究、开发、辐射和促进经济发展中积累了不少经验,其大致情形如下。

(1) 以大学/科研机构为依托,保持技术优势。例如法国法兰西岛科学城占地400km²,高等院校占全国高校总数的60%,科研机构占43%,拥有3万多名科技人员,是知识、技

术密集区,从事电子、生物技术、新材料、机电一体化、办公自动化、医药、食品、交通、能源等高技术的研究与开发,保证法兰西岛科学城开发项目的技术含量。日本筑波、韩国大德团地、俄罗斯新西伯利亚、加拿大卡尔顿等科学城的高校/科研机构在高技术研究、开发,促进成果转化、提高产值和全员劳动生产率的活动中显示出科研力量的聚集效应。保持技术优势,是科学城的技术源泉。

(2) 以企业为主体,壮大支柱产业。如瑞典希斯建电子城,集中了全国 1/5 的电子公司,生产完整的电子整机产品及附件。英国苏格兰科技工业园聚集了皇家科学院的科研机构 and 400 多家高技术企业,生产关联光纤通讯、光电子、生物和医药、激光与测量定位等产业领域里的集成电路,占英国同种产品的 80% 以上,计算机及软件、附件产品和电子仪表占 50% 以上。美国斯坦福大学创办的科技工业园,现有 1400 多家生产计算机、半导体的高科技企业,成为“硅谷”的中坚力量。

(3) 以市场为导向,占领世界市场。如意大利蒂布尔蒂纳国家高科技区,从事通讯卫星及其地面站设备的研究与开发,产品全部供应国际市场,迄今已为世界各国生产 62 颗通讯卫星、21 座全套地面接收系统。德国慕尼黑科学城是电子及机电专业领域的科技工业园,拥有 300 多家电子工业公司,其中闻名于世的西门子公司一家生产的电子和集成电路产品的产量即占世界产量的 30%。

(4) 以效益为中心,智中获利。例如,韩国大德团地重点研究的 4 兆位随机存取存储器,拨款和投资 2.3 亿美元,成批生产后,三星等三家电子公司已销售 20 亿美元的这类存储器,投入产出比表明了智慧带来的附加值。俄罗斯新西伯利亚科学城在推行“设计—生产—经营活动”构思方案中,针对市场行情,开发高水平、有竞争能力的科研成果,同时进行小批量产品的生产,其利润率要比产品试制成功后大批量生产的利润率高出 100%~200%。

(5) 以国际化为目标,大国际范围内寻求资源的最佳配置。科技工业园的国际化远远超出国际科技合作与交流的范围,表现出科技—经济一体化的特点,技术、资金、信息、市场相互依存,是一个立体的概念。

当今世界上科技工业园众多,管理体制和运行机制却不尽相同。一座科技工业园往往在起步、初创时依靠大学/科研机构的支撑进行运作,后来又逐渐变成政府、企业、大学/科研机构共同参与体制的管理,这种体制就是三方参与的管委会操持运行的体制。但也有些大型科技工业园的规划资金是由国家、地方政府和这两级政府共同管理的。日本筑波科学城是由国家管理的典型。从 1963 年决定兴建到 1980 年建成,历时 17 年,日本内阁会议确定建园方针,先后五次制定发展规划,建立“科学城推进本部”,任命土地厅长官为推进本部主席,成员包括科技厅、环境厅、厚生厅、文苏省、农林水产省以及邮电、劳工、通户、建设等有关省次长。今天,筑波科学城一片绿茵,有一所大学,46 个国家实验室和 1500 家公司,2500 名科研人员,1500 名博士在这里发挥着日本国家级科研和教育基地的作用。美国北卡三角研究园是美国州政府全面规划和管理的科技工业园。北卡州长在 1955 年接受了有识之士关于在北卡大学、北卡州立大学和杜克大学三角地带建立三角研究园的建议,并组成一个研究三角委员会,拨款 200 万美元,由三角研究基金会对三角研究园进行规划、建设和经营。至今,随着大型研究设施和政府科研机构的迁入,使包括三所大学在内的三角研究园区逐渐发展成熟,集中了近 3000 名具有博士学位的科学家和工程师。国家和地方两级政府联合规划和管理的例子是联邦德国政府与西柏林市政府和柏林工业大学一起创办的联邦德国第一个科学园——西柏林革新与企业者中心。该中心由政府投资 70%,欧共体投资 30%,委托西柏林经济交通局、科研局和西柏林工业大学共同规划建设。由于西柏林工大为名校,以及官方和国际机构投资,中心功能和服务赋有较强的针对性,建立中心以来,效益非常