

世界当代 科技史

颜 锋 颜 铮 编著

中国国际广播出版社

内 容 提 要

本书是一本世界当代科学技术发展简史。书中分析了当代科学技术产生的时代背景、历史渊源、特点规律和发展趋势,展现了第二次世界大战结束至 80 年代末世界科学技术的发展历程。内容涉及基础科学和应用技术的众多领域,着重介绍了高能物理、凝聚态物理、当代宇宙学、当代地质理论、系统科学、分子生物学和生物工程、新能源和新材料、空间技术、海洋技术等方面的重大进展,同时阐述了当代科学进步和新技术革命对当今社会所产生的深远影响。在全面系统描述世界当代科学技术发展历史方面,本书是一个较早的尝试。

本书内容丰富,史料翔实,对科学技术的演进脉络描述得比较清晰,深入浅出,简明易懂,可帮助读者开阔视野,增强科技意识,从历史的启示中获取精神食粮。

目 录

世界当代科技史

一、概 述	1
1. 当代科学技术的形成与新技术革命的兴起	1
2. 当代科学技术的特点及发展趋势	9
二、当代物理学和当代化学的发展	14
1. 原子核物理和基本粒子物理的进展	15
2. 凝聚态物理学的进展	27
3. 化学元素的新发现	33
4. 蓬勃发展的化学学科	35
三、当代天文学和地球科学的发展	44
1. 宇宙探测的进展及重大发现	44
2. 天体演化理论和宇宙学的发展	51
3. 地球考察的进展	54
4. 板块构造理论的形成	58
5. 气象学与天气预报的进展	62
四、数学和系统科学的发展	65
1. 当代数学的重要进展	65
2. 信息论的产生和发展	68

3. 控制论的产生和发展	70
4. 系统论与系统工程	72
5. 非平衡自组织理论的发展	75
五、当代生命科学与生物技术的发展	82
1. 分子生物学的早期研究	82
2. 分子生物学的诞生	87
3. 细胞生物学与当代进化论	91
4. 生物技术的发展(一)——基因工程和细胞工程	92
5. 生物技术的发展(二)——酶工程、蛋白质工程和发酵工程	98
六、信息技术的发展	101
1. 微电子技术的发展	101
2. 电子计算机的发展	105
3. 通信技术的发展	116
4. 遥感技术的发展	124
七、激光技术和自动化技术的发展	129
1. 激光器的诞生	129
2. 激光器的发展及应用	137
3. 自动化技术的产生	142
4. 自动化技术的新发展	144
5. 工业机器人	147

八、材料科学技术及建筑科学技术的发展	150
1. 材料科学技术的进展	150
2. 当代建筑科学技术	164
九、能源科学技术和交通科学技术的发展	168
1. 常规能源技术的发展	168
2. 原子能科学技术的发展	170
3. 其他能源的研究和开发	179
4. 交通运输的发展	183
十、空间科学技术的发展与海洋开发	190
1. 火箭的发展和人造地球卫星	190
2. 载人宇宙航行和星际探测	194
3. 航天飞机的发展	201
4. 海洋调查技术	203
5. 海洋矿产资源开发	207
6. 海洋生物资源开发	210
十一、几个重要领域的科学技术进展	214
1. 农业科学技术的发展	214
2. 医药科学技术的发展	215
3. 军事科学技术的发展	216
4. 环境科学技术的发展	219

一、概 述

1. 当代科学技术的形成与新技术革命的兴起

当代科学技术是在一定的社会条件下产生的,是在近代科学技术和现代科学技术的基础上发展起来的。在当代科学技术形成的同时,一场史无前例的新技术革命勃然兴起。这场新技术革命不仅促进了当代科学技术的蓬勃发展,也对整个人类社会的发展进程产生了巨大影响。

(1) 当代科学技术的界定

科学技术的发展历史有其自身的连续性,也有一定的阶段性。通常人们把科学技术史划分为古代、近代、现代三个阶段,20世纪初以来的科学技术一般称之为现代科学技术。

本书所涉及的当代科学技术,实际上是将通常意义的现代科学技术再作一次划分,将其分为两个阶段。前一个阶段为现代科学技术,后一个阶段为当代科学技术。

要对当代科学技术给出一个明确的定义是相当困难的。这既非本书的任务,也非本书力所能及。不过为了便于叙述和读者阅读,在此有必要对当代科学技术作一简单界定。从时间跨度

上,本书将当代科学技术阶段划分在 1945—1990 年之间。这一划分与一般历史书上对当代的时间划分是一致的,而且也有比较充分的科学依据。自 1945 年第二次世界大战结束以来,科学技术的发展出现了与 20 世纪前 40 多年明显不同的特点和趋势。大科学和高技术成为后一时期的显著特征。天体物理学、基本粒子物理学、凝聚态物理学、宇宙学、量子化学、分子生物学、系统科学等新兴学科不断涌现。原子能技术、电子计算机技术、空间技术、激光技术、生物技术、新材料技术等高新技术蓬勃兴起。这些新学科和新技术构成了当代科学技术的重要组成部分。

对于当代科学技术(也包括通常所说的现代科学技术)的内容,一般有两种理解。一种是狭义的,它把当代(或现代)这一时期中新产生的科学技术称为当代(或现代)科学技术,而这一时期以前的科学技术称为传统科学技术。不过,当代(或现代)科学技术与传统科学技术的区分也并非很严格。另一种是广义的理解,即把当代(或现代)这一时期中的所有科学技术统称为当代(或现代)科学技术。狭义理解和广义理解,各有侧重,可以互相补充。

需要说明的另一点是,为了完整描述各学科及各门技术的发展历史,对于一些跨越时代阶段的事件,本书叙述的年代往往前后有所延伸,但重点仍在当代这一期间。

· (2)当代科学技术形成的背景及过程

科学技术的发展犹如一条长河,一浪逐着一浪奔腾向前。科学技术又如一座正在建造的通天塔,一层在另一层上面增高。当代科学技术正是在近现代科学技术的基础上发展起来的。

自 15 世纪文艺复兴开始,近代自然科学吹响了进军的号

角。17 世纪后期,以力学三定律、万有引力定律为核心的经典力学建立起来。以经典力学为样板,光学、热力学、经典电磁学也相继诞生。到 19 世纪末,经典物理学的殿堂已营造得如此完美壮观,以致许多科学家自我陶醉于大功告成之中。此外,近代天文学、近代地质学、近代化学和近代生物学也都取得了巨大的进展。20 世纪初,在那激动人心的年代里,相对论、量子力学掀起了一场震撼世界的物理学革命,到 20 年代末这一革命已基本完成。运用现代物理学的理论和方法,科学家们又向微观和宇观更深广的领域推进,进入了原子核内部和宇宙空间。同时,现代物理学的理论和方法不断地向其他学科渗透,推动了天文学、地学、化学和生物学的发展,为当代自然科学体系的形成奠定了基础。

伴随着科学的长足发展,技术也在突飞猛进。18 世纪,发端于英国的第一次技术革命使人类进入了蒸汽机时代。19 世纪 70 年代,以电力为标志的第二次技术革命又开辟了人类历史的新纪元。轮船、火车、汽车、飞机、电灯、无线电通信等人类智慧的创造物,成为 19 世纪至 20 世纪上半叶最辉煌的技术成果。此期间,采矿、冶金、机械、化工等技术也都达到相当高的水平。所有这些技术上的进步,既促进了社会生产力的发展,也为当代科学技术的形成及新技术革命准备了条件。

当代科学技术的产生,除了有其自身的发展规律外,也与社会的发展密切相关。本世纪初,资本主义已进入垄断阶段。各资本主义国家为了增强本国的实力,在国际竞争中取胜,对科学技术更加重视。20 年代末期,资本主义世界发生了有史以来最大的一次经济危机。英国、法国、德国、美国等国都受到了巨大的冲击。为了挽救它们的命运,资本主义国家一方面进行调整和改

革,一方面大力发展科学技术。垄断资本集团努力开发新产品,抢占国内外市场。为此,他们不惜大量投资,用于科学研究和技术开发。为了促进科学技术的发展,各国政府积极制定科学技术政策和规划,加强对科技事业的统一领导和管理。科学技术研究开始从实验室向社会化的大科学过渡。资本主义生产的高度集中以及各垄断集团的联合,则促进了科学技术研究的这种社会化,使研究规模迅速扩大,科学研究及技术开发能力日益增强。第一个社会主义国家苏联建立以后,为了经济建设和巩固国防,发挥了计划经济统一规划、统一领导的优势,由国家集中管理科学技术事业,推动了与重工业及国防工业相关的科学技术的迅猛发展。

战争对科学技术产生了双重影响。一方面,战争破坏了科学技术正常发展所需要的环境和条件,甚至夺去一些科技人员的生命,阻碍了科学技术的进步。另一方面,战争又是科学技术发展的重要刺激因素。由于战争的迫切需要,各国不惜投入巨额经费和大量人力物力,发展高精尖的军事科学技术,因而在这些领域往往取得难以预料的惊人成就。战后,这些军工科学技术逐步转向民用工业,带动了整个科学技术事业的发展。第一次世界大战期间,许多研究机构被迫关闭,研究工作中止,一些有才华的年轻科学家走上战场。正值创造力峰巅的英国青年物理学家莫斯莱(1887—1915)不幸阵亡。为了验证爱因斯坦(1879—1955)广义相对论的德国观测队,因战争爆发被俄国扣留。但与此同时,武器制造技术发展迅猛,飞机、坦克、重型火炮、高射炮都出现在战场上。第一次世界大战后,战斗机、坦克以及与之相关的科学技术进一步发展。第二次世界大战更是当代科学技术产生的催化剂。坦克成为“战场骄子”,喷气飞机在空中大显神威,雷

达在战争中立下了卓著的功勋。德国研制出了 V—2 火箭。英国破译德国密码的计算技术,对取得空战优势起了决定性的作用。为了抢先制造原子弹,美英等国于 1942 年组织了规模空前庞大的“曼哈顿工程”。为了计算炮击表,美国和英国又不顾一切代价研制电子计算机。此外,防空自动火炮的研究也取得突破。

第二次世界大战对科学技术发展的催化所产生的最重要成果,是 1945 年 7 月第一颗原子弹的爆炸成功和同年底第一台电子计算机的问世。这两项伟大成就,标志着当代科学技术的产生。它们开创的原子能科学技术和计算机科学技术两大领域,已成为当代科学技术的重要组成部分。在对战争中火炮控制和通讯研究的基础上,战后不久控制论、信息论、系统论相继出现,形成了一门新兴的系统科学。1945 年,宇宙射线正式成为研究对象,拉开了天体物理学的序幕。1948 年,宇宙大爆炸理论的提出,标志着当代宇宙学开始形成。40 年代大量基本粒子的发现,使粒子物理成为物理学又一新的分支。1947 年,世界上第一支晶体管问世,半导体物理和微电子科学技术迅速崛起。1957 年,关于超导电性的量子力学微观理论 BCS 理论建立,使固体物理学又有了新的突破。1953 年,DNA 的秘密首次被揭开,分子生物学诞生。60 年代,生物技术在此基础上发展起来。1957 年,原苏联发射了世界上第一颗人造地球卫星,空间技术逐渐成熟,人类进入了太空时代。1960 年,世界上第一台激光器研制成功。70 年代,光纤通信进入实用阶段。以微电子技术、电子计算机、激光、光纤通信、卫星通信和遥感技术为主要内容的信息技术成为新技术革命的先导技术。所有这一切成就,灿若明星,汇聚成当代科学技术的巨大星系。可以说,到本世纪 80 年代,这一星系的结构和规模都已确立。但它的发展势头有增无减。新星层出不穷。

穷,整个星系在不断扩展,变得更加成熟,更加辉煌。

(3)新技术革命的兴起及影响

新技术革命又称现代技术革命,也有人将它称为继蒸汽机、电力之后的第三次技术革命。它产生于本世纪40年代中期,伴随着当代科学技术的形成而发展起来,扩展到科学技术的各个领域。它首先在西方发达资本主义国家兴起,逐步向其他国家和地区辐射,直至席卷全球。

1945年,世界上第一颗原子弹的爆炸成功和第一台电子计算机的诞生,既宣告了当代科学技术的形成,也拉开了新技术革命的序幕。50年代后期空间技术发展起来。60至70年代,生物技术、通信技术取得了突破性进展。70年代中期以后,出现了以微电子技术为核心的新兴技术群。从此,新技术革命进入了高潮,至今方兴未艾。

新技术革命主要包括信息技术、新能源技术、新材料技术、生物技术、空间技术和海洋技术六大领域的革命。以微电子技术为基础的信息技术是新技术革命的主导技术和主要标志。它开辟了人类历史上的新时代——信息时代。新能源技术和新材料技术是当代社会的两大支柱。生物技术前景广阔,下一个世纪将成为生物技术的世纪。空间技术和海洋技术将为人类开拓更新更广的发展空间,获取更加丰富的资源。这六大领域的技术都是当代的高新技术。

新技术革命是一场技术群的革命。这是它与以往技术革命的不同之处。蒸汽机技术革命、电力技术革命,基本上都是单项技术孤军突破,然后向其他领域扩大战果。而这次新技术革命,则是在几大领域中几乎同时取得进展,各方面军齐头并进。古代

由石器到青铜器再到铁器,是材料技术的革命;蒸汽机技术革命、电力技术革命主要是动力革命。这次新技术革命,则同时在材料、能源两大领域都有重大突破。以往的技术革命主要集中在工业,新技术革命则覆盖了整个社会。信息技术渗透到生产和生活各个方面,生物技术在工业、农业、医药等行业一齐开花。空间技术和海洋技术则把新技术革命推向更广阔的范围。总之,这场新技术革命是全方位的。它的规模之大,突进之深,覆盖之广都是历史上空前的。

新技术革命对当今社会的各方面都产生了巨大影响。首先,它推动了当代科学技术的发展。技术革命本身就是技术发展的一种跃进形式,这种跃进一般是建立在科学理论突破的基础上。技术越向前发展,越需要更多的科学理论成果。这就刺激了科学的发展。为了在新技术革命中夺取优势,各国都全力以赴,加强基础理论和尖端技术的开发。这无疑对科学技术的发展起到巨大推动作用。新技术革命伴随着当代科学技术的发展而兴起,当代科学技术又在新技术革命中不断发展完善。二者互相促进,相辅相成,形成了循环加速机制。这种机制成为当代科学技术发展史的一个明显特点。

其次,新技术革命促进了生产力水平的提高。由于新技术革命的推动,当代科学技术被迅速应用于生产中,不仅对生产力各要素产生巨大影响,也影响到生产力系统的结构和模式。当代科学技术的广泛应用,使劳动对象的范围不断扩大,从陆地扩展到空间和海洋,从天然材料扩展到人工材料。它也使劳动工具出现了新的飞跃,不仅使人类的体力进一步解放,而且使人类脑力得到延长和放大。它还大大提高了劳动者的素质;科技人员在生产劳动中的地位和作用越来越重要,同时管理人员的比例也不断

增加。在影响生产力发展的诸因素中,原材料、能源、劳动力的投入比例在逐渐减少,科学技术的投入在不断增大。到了 70—80 年代,发达国家经济增长中,科学技术因素所占的比例已达 60% 以上。新技术革命推动了产业结构的变革。到 70 年代后期,一些发达国家的第三产业的产值和就业人数均已超过了第一、第二产业的产值和就业人数的总和。在工业结构中,传统工业,如钢铁工业等发展减缓,逐渐萎缩,成为“夕阳工业”。一些新兴工业如微电子工业等蒸蒸日上,被称为“朝阳工业”。

第三,新技术革命引起社会的巨大变革。美国的社会学家贝尔(1919—)在《后工业社会的来临》一书中,认为新技术革命使人类社会进入到“后工业社会”,即不再是原来以工业产品为主的工业社会,而是以信息产业为主的社会。美国的另一位社会学家托夫勒(1928—)把这次新技术革命形象地称为第三次浪潮,认为它将把人类带入到“信息社会”。尽管这些提法失之偏颇,但也说明了新技术革命对社会的巨大作用。目前,这种作用已显示出来,但更大的变化还在未来。各种新技术的广泛应用,将使人类的生存条件和生活方式发生前所未有的改变。地球的生态环境将得到改善,各种污染将大大减少,资源能够合理开发利用。人口数量将得到控制,素质会有较大提高。“绿色食品”和新型医药使人们更加长寿和健康。各种生活设施和日用品将为人类提供更舒适的物质和精神享受。除此之外,新技术革命对政治、文化、教育、国防等方面也产生了并仍在产生不可估量的影响。

2. 当代科学技术的特点及发展趋势

确切地说,科学与技术是不同的概念,各有独自的系统。但二者又有极为密切的联系。因此人们常把科学技术相提并论,看作一个大系统,而科学与技术分别是这一个大系统中的子系统。当代科学技术就是这样一个庞大而复杂的系统。与近、现代科学技术相比,当代科学技术呈现出一些新的特点和趋势。

(1) 大科学、高科技

大科学、高科技是当代科学技术最显著的特征之一。

大科学的提出是在本世纪 60 年代初。美国的一些科学家认为,当代科学发生了极大的变化,从小科学时代发展到了大科学时代。一般认为,大科学产生于 40 年代,美国制造原子弹的“曼哈顿工程”是大科学开始形成的标志。大科学这一特征表现在三个方面。第一,科学研究已不再是个人或少数人在实验室里的活动,而成为一项社会事业,成为国家的一个重要部门。科学家人数成倍地增加。科研组织规模日益扩大并出现了空前的国际合作。科研经费以惊人的幅度增长。各国政府都加强了对科学研究的规划、管理和经费投入。除“曼哈顿工程”外,第一台电子计算机的研制、“阿波罗登月计划”等都是这种大科学的典型事例。此外,由于当代科学研究活动艰巨复杂,规模庞大,耗资很高,往往是一个国家力所不支。因此,科研活动的国际化成为必然,并从早期的跨国公司发展到若干国家的联合。“曼哈顿工程”就是美国、英国、加拿大等国共同完成的。第二次世界大战后,欧洲一些国家成立了欧洲原子能委员会和欧洲空间局,以从事原子能

的开发和空间技术的研究。1985年,由法国倡导的“尤里卡计划”,更是举世瞩目的国际合作。到1988年,参加该计划的有23个国家、800多家科研机构和企业,已经确立的项目达213个,包括了所有的高新科学技术领域,总投资约80亿欧洲货币单位。当代科学研究的社会化和国际化,是大科学最突出的表现。第二,当代科学形成了分层次的、立体网络式的、开放的大系统。一方面,原有的传统学科不断分化,分支学科越来越多、越分越细,专业化越来越强。另一方面,各学科又相互渗透、交叉、融合,学科之间的界限越来越不明显,出现了许多交叉学科、边缘学科、横断学科。自然科学与社会科学相互交叉,出现了科学社会学、环境科学、社会数学、决策科学等一大群交叉学科。第三,众多学科的协同作战成为科学研究的一种重要形式。随着科学研究的深入,面临的课题越来越复杂,单一学科的研究已无法胜任。因此,多学科的联合攻关顺理成章地发展起来。例如,电子计算机的出现就是电子学与数学的结晶,分子生物学则是化学、生物学等学科杂交的果实。对于全球生态环境这样复杂的大问题,没有数、理、化、天、地、生及相关学科和相关技术的共同参与,是难以展开全面深入的研究的。可以说,当代大科学的形成,既是社会的需要,也是历史的必然。

高技术的概念起源于美国,目前尚无统一定义。美国的经济界认为:“凡是知识和技术在这类产品中所占比重大大高于材料和劳动力成本的产品称为高技术产品、高技术产业或企业”。显然,这是从产品和产业来定义高技术的,而不是仅指高级技术或先进技术。也有人认为:“高技术是指那些对一个国家军事、经济有重大影响,具有较大社会意义或能形成产业的新技术或尖端技术”。中国通常将信息技术、生物技术、新能源技术、新材料技

术、空间技术和海洋技术列为高技术。高技术主要表现为“三高”。第一,高智力。高技术是以高深的科学理论和最新科学成就为基础发展起来的,是当代水平最高、最为先进的技术。知识的高度密集是高技术发展的先决条件。高技术产业也大多集中在科研机构、高等院校聚集的地区。第二,高投入。高技术的发展需要投入巨额经费和大量的人力、物力,需要强大的国力和坚实的经济基础作为支撑。“阿波罗登月计划”、“星球大战计划”、航天飞机和巨型电子计算机的研制等,都是在这种高投入的条件下进行的。第三,高增殖性。高技术成果用于生产,可以获得巨大的经济效益。据估计,美国在空间计划方面,每花费 10 美元,生产率可提高 0.1%,仅此一项,美国国民生产总值每年可增加 30 亿美元。据日本的统计,到 1990 年,全世界生物工程生产总值已达 270 亿美元。用 1000 升基因工程菌发酵液所生产的胰岛素可达 200 克,相当于 1600 公斤猪或牛胰腺的提取量,其收益率是极其可观的。

(2) 科学技术整体化

当代科学技术的另一个特征是科学技术整体化,表现为科学的技术化和技术的科学化。当代科学研究往往需要复杂先进的手段,而且研究活动也具有工程技术的特点。没有粒子加速器和射电望远镜,高能物理和天体物理的研究就寸步难行。电子计算机则更是当代大多数科学研究须臾难离的重要工具。同时当代技术的发展也更加依赖于科学;科学革命成为新技术革命的先导。有了受激辐射理论,才有了激光;原子核物理的发展,才导致了原子能技术的产生;分子生物学的出现,才孕育了生物技术。今天,科学研究往往依靠各种先进技术及其提供的先进仪器

设备;工程技术则需采用一切可能的科学成果。科学与技术之间的联系是如此紧密,相互促进作用是如此巨大,各学科与各门工程技术之间的相互渗透又如此广泛深入,以致形成了一个极其庞大复杂的科学技术系统。

(3) 科学技术发展速度加快

近代以来,科学技术一直在加速发展。恩格斯在 19 世纪中期就提出了科学技术发展的加速规律。本世纪 40 年代,美国科学社会学家普赖斯通过大量统计工作,提出了科学发展的指数增长规律。当代科学技术的加速发展趋势更为显著,犹如万丈悬崖上的瀑布越冲越快,又如冰山雪崩的雪团越滚越大。“信息爆炸”、知识更新加快,科研成果从发明到应用的周期大大缩短,高新技术产品不断更新。据粗略统计,20 世纪上半叶所取得的科学技术成果,远远超过了 19 世纪,本世纪 60 年代以来的成果竟超过了以往 2000 年的总和。目前,科学技术仍在继续加速发展,并在许多领域不断掀起一个又一个科学研究和技术开发的热潮。

(4) 国际科技竞争加剧

当代科学技术对经济、军事、政治的影响十分巨大,与国家的兴衰存亡息息相关。国家之间科技能力的竞争成为国家实力竞争的关键。谁掌握了当今先进的科学技术,谁就占据有利地位,掌握了主动权,就可以使国力大增,占领国际市场。从世界第一颗原子弹开始,到空间技术、高速电子计算机、生物技术、高温超导等,40 多年来,一些发达国家展开了一场又一场没有炮火硝烟的激战。它们不惜代价,志在夺取科学技术的领先地位。这