

SCIENCE & TECHNOLOGY IN THE UNITED STATES

美国科学与技术

世界各国科学技术丛书

朱 斌 靳晓明
董建龙 曹艾莉

主编



吉林文献出版社

世界各国科学技术丛书

美国科学与技术

朱 斌 靳晓明 主编
董建龙 曹艾莉

专利文献出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

美国科学与技术/朱斌等主编. —北京: 专利文献出版社, 1999. 6
(世界各国科学技术丛书/董建龙等主编)

ISBN 7-80011-431-7

I. 美… II. 朱… III. 科学研究事业-概况-美国 IV.G327.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 23767 号

书 名	美国科学与技术
著作责任者	朱斌 靳晓明 董建龙 曹艾莉
责任编辑	过百华
出 版 者	专利文献出版社 (100088 北京海淀区西土城路 6 号)
印 刷	专利文献出版社电子制印中心
发 行	新华书店北京发行所
电 话	(010) 62381113
规 格	787×1092mm, 1/16·20.25 印张·505 千字
印 数	1—5000 册·1999 年 6 月第一版·1999 年 6 月第一次印刷
书 号	ISBN 7-80011-431-7/G·023
定 价	43.00 元

《美国科学与技术》课题组

顾问	惠永正	国家科学技术部副部长	研究员
	王玉民	中国科学院副秘书长	研究员
	徐伟宣	中国科学院科技政策与管理科学所所长	研究员
组长	靳晓明	国家科学技术部国际合作司副司长	副研究员
	朱 斌	中国科学院科技政策与管理科学所	研究员
成员	董建龙	国家科学技术部国际合作司	副研究员
	曹艾莉	中国科学院科技政策与管理科学所	副编审
	肖 利	中国科学院科技政策与管理科学所	编辑
	赵作权	中国科学院科技政策局	副研究员
	包晓斌	中国社会科学院农村发展研究所	副研究员
	陈金山	中国科学院文献情报中心	工程师

DAG 17/02

前 言

当新的千年即将进入人类视线时,知识经济的时代已向我们走来。席卷全球的新一轮科学技术革命,正在对国际政治经济格局及未来走势产生着极其深刻的影响,并在很大程度上决定一个国家未来的兴衰。正是在这种形势下,加强对世界各主要发达国家科技进展和管理的研究,是一项十分重要的工作,而对美国科技发展的研究和《美国科学与技术》一书的出版,是这项系统工作的一个方面。我愿向从事科学研究和政策管理的同志们推荐这本书。

1776年美国建国,历经223年,美国的经济与社会取得了很大的发展。当前美国经济正处于30年来竞争力最强的时期。主要表现在:通货膨胀率被控制在3%以下;企业增加了对高技术设备的投资,企业利润也随之显著上升。由1980年的2010亿美元增加到1995年的5600亿美元。科学技术的进步,使美国劳动生产率继续处于世界最高水平,制造业比德国、日本高出10%~20%,服务业高出30%~50%。1995年3月白宫颁布的国家关键技术报告中宣布,美国在27个关键技术领域基本上处于世界领先地位。这些高技术产业的形成和发展,无疑进一步增强了美国经济的世界竞争力。

在指出科学技术对社会经济发展的重要作用时,我还要请大家重视美国科技发展中的一段历史:在二次大战结束前夕,当时领导美国科学研究与发展局的范尼瓦·布什应美国总统的要求,撰写了一份报告:《科学——无止境的领域》,由于它深入地阐述了科学技术的重要性尤其是科学在创造人类知识方面的巨大作用,这份报告成为美国科学政策文献中最具有影响的一篇报告。

在以往一些介绍美国科学技术的文章中,有一种说法,认为美国没有国家科技政策,或联邦政府对美国的科学技术不具有领导作用。根据最近几年的调研,发现情况并非如此。美国政府和国会对国内科学技术的发展一直保持着领导和协调的作用,并且联邦政府正在日益加强它的领导作用。

联邦政府加强对科学技术的政策指导。从历史上看美国政府有着支持科技事业的传统。1993年开始执政、现又连任的克林顿政府继承了这一传统。最近几年,连续颁布了几份国家级的科技政策文件,其中重要的是如下3份:(1)1994年8月,以克林顿总统和戈尔副总统名义颁布的《为了国家利益的科学》;(2)1995年,送美国国会的总统报告:《科学与技术》;(3)1996年7月,以国家科学技术委员

会名义颁布的《为了国家利益的技术》。这些文件，有一个共同的指导思想，就是多次通过克林顿表达的：“如果我们要面对今天和明天的挑战的话，这个国家必须保持在科学、数学和工程学领域的世界领导地位。”

《为了国家利益的科学》这份报告，是1979年以来以总统名义就科学政策发表的第一个正式文件，汇集了美国政府科学政策的主要方面。报告认为，半个世纪以来，美国政府基础科学方面的投入收益非浅，既获得了知识，又培养了一支无可匹敌的科学大军。为了确保美国子孙后代在世界经济竞争中立于不败之地，对科学的投入水平必须与科学对社会重要性的日益增长同步；“本届政府为建设美国的明天，决心将对科学的投入摆在最优先的地位”。报告以主要的篇幅，叙述了美国的国家目标和实现这些目标的措施。这些目标是：(1) 保持在各个学科前沿的领导地位；(2) 强化基础研究和国家目标之间的联系；(3) 促进伙伴关系，以强化对基础科学和工程的投入；有效利用物力、人力和财力资源；(4) 为21世纪培养最好的科学家和工程师；(5) 提高全体美国的科技素质。

《为了国家利益的技术》一文，则集中表达了美国现政府的技术政策。该报告表达了克林顿政府驾驶技术马车的决心。它试图在过去成功的基础上，以自己为全球竞争的新认识，建立自己的技术政策，消除美国公众对政府的担忧。克林顿政府认为，在充分发挥民间发展新技术和将新技术推向市场的作用同时，政府可以发挥巨大的作用。其中包括，联邦政府应在技术政策中为民间创造一个商业环境，使其创新和竞争的努力开花结果；联邦政府必须为建立21世纪的先进基础设施投资；以及建立一支有世界水平的、可进入快速变化和知识密集的经济活动中去的劳动大军，要求教育要超出小学、中学、大学的范畴。

进一步提高和稳定科技的经费投入。最近30多年来，美国的科技经费投入一直处于较高的状况，占GDP的比例，除70年代曾下降至2.2%，一直都高于2.6%。科技经费与GDP保持同步增长。美国科技投入的一个重要特征是多源渠道，而联邦政府和企业一直是科技经费的两个主要来源。值得注意的是，其中企业经费的比重由1960年33.4%上升到1996年的61.60%。这一上升有效地缓解了联邦政府的负担。在科技投入日趋庞大的今天，克林顿政府为保持科技预算与国会进行了强力抗争。政府的抗争取得了一定的成效。与此同时，政府在最近两年中，积极策划科技经费预算和分配的改革。最具代表的改革设想，是由美国科学院为首推出的《联邦科学技术经费分配》方案。

推出一系列重大科研计划。最近几年来，美国政府陆续公布了6个跨政府部门的综合性科研计划，涉及先进制造技术、高性能计算与通讯、全球变化研究、先进材料与工艺、生物技术，以及科学、数学、工程与技术教育等领域，力图通过这些计划的实施，协调政府部门之间的相关活动，强化政府对工业界技术创新和

科技成果商品化的支持,从而增强美国产品在国际上的竞争力。

克林顿政府上台后,为了加强政府对科学技术发展的宏观调控能力,于1993年11月组建了**国家科学技术委员会(NSTC)**,由克林顿总统担任主席。该委员会与以往类似机构最大的不同就是具有实权,从国家目标而不是部门的目的来考虑联邦政府在研究与发展方面的战略和预算。

美国国会和政府正在指导国家科研机构的改革。最为注目的实例,是1994年初开始的对能源部所属国家实验室的改革。能源部国家实验室长期以来存在着方向任务不明确、工作重点不突出以及管理混乱的现象。国会于1995年3月听取了调查报告,并责成能源部着重对所属国家实验室进行改革。

诸如以上的内容,在本书中都可以找到详尽的论述,因此可为有兴趣的读者提供参考。这里,我要感谢本书的著者、编者和出版者,由于他们辛勤的劳动,使我们能够及时地和比较全面地了解美国科学技术的进展和管理。这对于推进我国科技体制的深化改革,尤其是制定国家科学政策与技术政策,考虑面向知识经济的未来科技战略,具有参考价值。

科学技术部副部长

惠永正

一九九九年六月

目 录

前 言

第一章 概 况	(1)
第一节 美国科学技术发展的社会背景	(1)
第二节 美国科学技术发展的历史	(3)
第三节 美国科学技术的主要成就	(6)
第四节 科学技术的作用和地位	(10)
第二章 美国科学与技术的进展	(17)
第一节 空间科学与技术	(17)
第二节 信息科学与计算技术	(27)
第三节 环境科学与技术	(40)
第四节 生物工程	(61)
第五节 材料科学与技术	(72)
第六节 农业及农业技术	(77)
第七节 制造技术	(84)
第八节 数学、物理学、天文学与化学	(106)
第三章 美国科技政策与管理	(117)
第一节 国家科技政策	(117)
第二节 研究与开发的资助政策和经费	(132)
第三节 科技人才的培养与管理	(148)
第四节 美国的专利制度	(153)
第五节 美国重大科技计划及其制定	(156)
第六节 科研机构的管理	(179)
第七节 技术转让的实施和管理	(186)
第八节 国防科技战略与管理	(192)
第九节 科学工业园区的兴建与发展	(200)
第十节 美国的国际科技合作	(205)
第四章 美国科研体制与组织结构	(212)

第一节	美国科研体制与组织概况·····	(212)
第二节	政府科技管理机构和政府在发展科技中的作用·····	(217)
第三节	国家科学院·····	(222)
第四节	美国科学促进协会·····	(228)
第五节	美国国家科学基金会·····	(233)
第六节	国家实验室·····	(241)
第七节	高等院校科研机构·····	(247)
第八节	企业和民间科研机构·····	(251)
第九节	美国国防科研系统·····	(257)
第十节	其它科研系统·····	(263)
附录 美国科技统计资料选编·····		(272)

第一章 概 况

第一节 美国科学技术发展的社会背景

一、美国的地理和人口

1776年美国独立。当时美国的版图是西起阿巴拉契亚山脉、东至密西西比河、北起加拿大边境、南至佛罗里达边界,共13个州,230万平方公里,大约是目前美国国土的30%。

1810年,美国利用武装移民侵占了佛罗里达西部;1848年,美国又以战争的借口,迫使英国放弃有争议的西北部俄勒冈地区;1846~1848年,美国战胜墨西哥,得到格兰德河川以北的土地,包括了加利福尼亚、内华达、亚利桑那、新墨西哥4州和科罗拉多、怀俄明州的一部分;1853年,美国以1000万美元的代价从墨西哥购买了亚利桑那州南部土地;1876年,美国又用720万美元从俄国人那里购买了阿拉斯加和阿留申群岛。1889年美国发动美国—西班牙战争,西班牙败北,美国夺得夏威夷群岛、波多黎各和关岛;1898~1899年,美军占领了东萨摩亚、中途岛、威克岛等太平洋岛屿。进入20世纪,美国继续利用战争和美元完成了它的强大版图。1917年,美国以2500万美元从丹麦手中得到维尔京群岛。1918年美军侵入东佛罗里达,次年仅以500万美元强行购得东佛罗里达。1959年,阿拉斯加和夏威夷正式组成美国的第49州和50州。

为此,位于北美大陆南部,东临大西洋,西濒太平洋的美利坚合众国组成。它的国土面积9158252平方公里。全国行政区划分为50个州和1个哥伦比亚特区,首都华盛顿,位于特区之内。

美国所处地理条件十分优越。本土位于温带和亚热带,幅员广大,土地肥沃,适宜生长各种农作物。境内地形分为东部山区和沿海低地、中部平原、西部大山区三部分。境内有世界第三大河密西西比河,全长6262公里。东北部的5大湖——苏必利尔湖、休伦湖、伊利湖、密西根湖和安大略湖,是世界上最大的淡水湖群,有丰富的淡水资源。

美国现有人口2.638亿(1995年4月),其中黑人占13%,讲西班牙语的族裔占10%,来自亚洲和太平洋诸岛的族裔占4%,美国本土原居民(包括印第安人、爱斯基摩人、阿留申人等)占1%,其余的72%,约2亿人口都是白人。在人口普查中,自称为白人的数目还要多,约占人口的74%。美国人口年增长率约为1%。80%的美国人集中在城市地区,尤其云集于东北部和西海岸各州。加利福尼亚、德克萨斯和纽约州是人口最多的三个州。纽约是美国最大的、人口最多的城市。

美国大约有200万的华裔人口,他们在美国的科学技术活动中占有重要地位。据1990年人口统计资料表明,外国出生的在美华人中,有自然科学工作者8338人,工程师34,444人,

数学、电脑专家 16,000 人。

二、美国的自然资源

美国有得天独厚的土地资源、森林资源、淡水资源和矿产资源，为美国经济和科学技术的发展，提供了丰富的物质条件。

1. 土地资源

根据 80 年代美国商务部发布的报告，美国土地面积约 9.2 亿公顷。其中可耕地面积占 90%，不可耕种的荒地只占 10%，人平均拥有的可耕地 3.6 公顷，种植的农作物包括小麦、玉米、大豆、土豆、水稻、高粱、棉花、烟草、蔗糖和各种水果、蔬菜等。东部地区气候湿润，以林地和耕地为主；中部平原耕地面积在 50% 以上；西部地区气候干旱，除太平洋沿岸宜农外，牧场面积占去 60%；南部属亚热带气候，除部分地区是沙漠外，大部分是宜农土地，盛产大米、棉花和亚热带作物。

2. 森林资源

全国森林资源丰富。覆盖面积为 7.37 亿英亩（1 英亩 = 0.405 公顷），为国土覆盖率的 32.6%。美国三大林区分布在西北太平洋沿岸、南方和北方，其中西北太平洋为最大林区，占全国原始森林储量的 90%，盛产花旗松。

3. 矿产资源

美国矿产资源丰富，现代工业所需主要原料的矿产，如铁、银、铅、铜、锌、煤、石油、天然气、硫磺、钾盐、磷灰石等，储藏量都居世界前列。但是铌、天然石墨、锰、钨等矿产则相当贫乏，其中铌、石墨、锰、片状云母、锆等全部依赖进口；铝、石棉、金刚石、钨等主要靠进口。

铁矿 铁矿资源丰富，已探明的储藏量约为 91 亿吨。明尼苏达的梅萨比铁矿是美国第一大铁矿区，其次是伯明翰附近的大铁矿区。最近在新墨西哥州发现一个铁矿，探明储量约 20 亿吨，含铁量 37%~55%。

铅矿 已探明储量为 5350 万吨，占世界储量的 36%。全国 30 余个铅矿开采地分布在密苏里州以及落基山和阿巴拉契亚山两麓的 14 个州。

铜矿 铜矿储量 1.8 亿吨，占世界储量的 20%。矿区分布在西部的亚利桑那州、犹他州、蒙大拿州、内华达州以及新墨西哥州。其中以亚利桑那州最为丰富，产量约占全国的一半。美国国内对铜的需求量很大，仍需部分进口。

煤矿 美国地下煤炭资源丰富，1995 年末已探明可采储量为 2406 亿吨，约占世界储量的 23.2%，次于前苏联，居世界第二位。煤矿资源分布极广，几乎遍及全国，且埋藏深度浅，易于开采。

石油和天然气 美国油气资源比较丰富，石油已探明可采储量 37 亿吨（1995 年末），次于沙特阿拉伯、伊拉克、科威特、阿联酋、伊朗、委内瑞拉、前苏联、墨西哥等国，居第 9 位。石油资源主要分布在加利福尼亚州的谷地、墨西哥湾沿岸和阿拉斯加州的北部。天然气探明储量 4.6 亿立方米，居世界第 6 位。地区分布和石油相一致，主要产地在德克萨斯州、路易斯安那州和新墨西哥州。德克萨斯州的拉玛地区是美国油气资源最早开发地。

三、美国的经济

美国是世界上最大的经济国家,1994年国民生产总值(GNP)为67,269亿美元,人均25,500美元;1996年国内生产总值(GDP)为7574.4亿美元。1994年,商品出口总额5126.27亿美元,进口总额6632.56亿美元,贸易逆差为1506.29亿美元;1996年的商品出口和进口总额分别为6133.1亿美元和7937.8亿美元,贸易逆差为1804.7亿美元;为世界最大的商品进出口国。美国农业发达,是世界最大的农产品生产国和出口国。农业劳动生产率高,1994年全国就业人口共1.23亿,其中农业就业人口363万人,为全国的2.79%。美国是目前世界最大的资本输出国,1994年向外国的直接投资总额达6120亿美元,其中对华投资16.99亿美元。美国许多传统工业和新兴工业都在世界前列,比如信息和通信工业、生物技术工业、航空航天工业、金融业、交通运输业、先进制造业等等。新兴工业部门已在美国经济中占据重要地位。信息与通信工业目前已成为美国最大的工业之一,产值占美国国内生产总值(GDP)的10%,雇员总数达450万。这些依靠高技术起家的新兴工业正处于发展的势头上,将成为美国和世界经济重要的组成部分。

四、美国的文化教育

1993年,美国共有3611座高等院校,其中公立院校1566座,私立院校2045座。设有博士学位计划的高等院校近400座。无论是规模或水平,美国的高等教育尤其研究生教育都堪称世界前茅。有世界著名的高等学府,如哈佛大学、麻省理工学院、加州大学伯克莱分校、斯坦福大学、哥伦比亚大学、普林斯顿大学、芝加哥大学、乔治·华盛顿大学、耶鲁大学、加州理工大学、约翰·霍普金斯大学、卡内基·梅隆大学、普度大学等。每年约有50万外国学生留学美国。1993年,高院注册学生总数为1470万人,中小学注册学生数为4980万人。当年25岁以上人口中,高中毕业生水平占80.9%,大学毕业生水平占22.2%。1995年从美国高校获得学士学位的学生人数达37.8万人。1993年,全国有8929所公共图书馆(这些图书馆的分馆不在计算之列)。1898~1990年度的教育经费达3530亿美元,为国民生产总值(GNP)的6.8%。

第二节 美国科学技术发展的历史

美国从1776年独立到如今已历经了223年,其科学技术从基本上引进到领先世界,走过了三个阶段。

1. 1776年至19世纪末,为开创和形成阶段

在独立战争之前,美国是英国的殖民地。在科学技术事业上,值得一提的有如下的事迹:1636年建立了第一座学府——哈佛学院,它的规模和教学水平可以和欧洲的大学相比较;1683年创立了第一个学术团体——波士顿哲学学会,该学会的宗旨是推进哲学和自然科学研究和传播;1742年,美国资产阶级民主派和科学家杰弗逊、富兰克林等人在费城组建了科学爱好者俱乐部,后来改为美国哲学学会。这些组织的建立为开创美国的科学技术作出了重要的贡献。

1787年独立以后的美国立宪会议通过了美国宪法。宪法对科学技术给予充分的关注。第三任总统托马斯·杰斐逊认为经济和社会的发展在很大程度上取决于科学技术的进步,并长期兼任当时对全国科学技术有重大影响的美利坚哲学学会的主席。1802年西点军校创建,开始了军事上的科学技术研究,培养了一大批科技人才和早期的美国科技领域的领导者。1818年起,美国开始重视全国的科普工作,发行了许多科普杂志。1829年英国人詹姆斯·史密森向美国捐赠遗产50万美元,建议在华盛顿创办一个学术机构,1846年美国国会批准使用这笔赠款建立了史密森国家博物研究院。该院逐渐成为美国科学研究和科学普及活动的重要学术机构。1862年成立农业部,开始强调农业科学研究,颁布了《莫里尔法》,各州根据此法,创办了农业专业院校,成为农业科学的研究基地。在林肯总统的提议下,1863年国会立法,创建美国科学院。美国科学院成为政府科学技术方面最高的咨询机构,也是全国最高的学术团体。

在南北战争结束的1865年,美国创建了麻省理工学院等100多所高等院校,开创并发展了美国高等院校科学研究的卓越历程。1880年美国大约有450所院校开设了科学与工程学的课程。到19世纪末,美国的高等教育网在全国已经形成,并且有相当的规模和实力。高等教育为美国科学技术的发展提供了充足的人才资源。在这时期,美国出现了一大批科学家和发明家,其中最杰出的有发明电灯的爱迪生,他一生中共有发明1000多项。1876年爱迪生投资建立研究所,该所当时有500名研究人员和职工,是著名的美国通用电气公司所属研究机构的前身。19世纪最后30年内,电灯、电话、电车等技术先后在美国诞生,并得到广泛应用。1890年美国的工农业生产已经超过英国、法国和德国,跃居世界首位。这一阶段,工业化过程已经完成,科学技术也由开创进入了成熟阶段。

2. 1901年至二次大战结束,为发展和成熟阶段

科学技术在美国已成为工业发展的动力。第一次世界大战(1914~1918)前,美国已有重要的工业实验室365个。这些实验室聚集了上万名优秀的科学家和工程师,从事科学研究和开发工作。1915年成立了国家航空航天咨询委员会,这同时又是一个研究机构,后来发展成为美国航空和宇宙航行局(NASA)。1916年在威尔逊总统的建议下,成立了全国研究理事会,由联邦政府、大学、私人基金会和工业界四方面派代表组成,成为联络四方面和促进科学技术发展的重要机构。

值得称道的是20世纪初期,美国私人科学基金会也有长足的发展。著名的卡内基基金会于1902年在首都成立。该基金会主要资助生物学和物理学的研究和调查。卡内基基金会不但资助个人研究,还资助合作研究和出版物。这种做法后来成为其它基金会的样板。

20世纪的前20年间,大量国外移民进入美国,其中不乏杰出的科技人才,吸引外来科技人才就成为美国科技政策的一个重要组成部分。这一时期,美国的科学研究侧重在应用研究方面。在20年代,美国全国科研体系的四个方面已经形成,它们是:由联邦政府主办的国家实验室;主要由私人企业投资的企业界研究机构;高等院校内的研究所;私人科学基金会设立的科研机构。在上述四类研究机构中任职的科研人员总数已达10万以上。

两次世界大战期间,即1919~1939年的20年间,美国企业界的科学研究有了飞速的发展。1930年工业企业的实验室已达到1600所,有35,000名科学家和工程师任职。著名的贝尔实验室创建在这一时期。这一时期的后10年,美国的经济萧条不但使工业企业受到影响,科学技术也遭到削弱。1933年以后,罗斯福总统实行新政,加强政府对经济的干预,并主张

科学研究是国家资源,政府需要加强对科学研究的支持。1934年美国经济开始复苏,科学技术也有了新的发展。到二次大战前,全国已有92,000名科学家和工程师,1450所高等院校,3400多个工业企业界的科学实验室。不少著名的实验中心成立,比如1934年成立的贝茨农业研究中心,1937年成立了国立卫生研究院。

1939年二次大战爆发,次年罗斯福总统批准国防委员会组建8人国防研究委员会,以管理战时国家的科学研究。一年以后,又成立科学研究与发展局,赋予它广泛的权力,统一调度全国各方面的科研力量。许多高等院校进入了军事科研,比如麻省理工学院设立了辐射实验室,从事雷达研究;芝加哥大学设立了金属实验室,进行原子裂变研究。联邦政府也组建了巨大的科研工程,其中最著名的是研制原子弹的《曼哈顿计划》,为此,在新墨西哥州的偏远地区建立了洛斯·阿洛莫斯实验室。从1942年开始,投资20亿美元,动员了数千名科研人员,从事武器研制的橡树岭实验室也在此时建立。战争使美国的科学研究和开发事业迅猛发展,从而,科学技术的进步为美国赢得二次大战的胜利奠定了基础。在大战结束前夕,科学研究与发展局局长范尼瓦·布什撰写了一份著名的科学政策报告《科学——无止境的领域》。战后,美国正是沿着这条无止境的科学领域继续前进,从而创造了美国科学技术的黄金时代。

3. 1946年至现在,为战后大发展阶段

战后不久,为加强原子能的研究开发,1946年美国成立了原子能委员会,成为国内最大的科学实体。1950年筹建国家科学基金会,作为联邦政府专门资助基础研究的机构。1957年前苏联成功地发射了第一颗人造卫星,美国朝野为之震惊,当年艾森豪威尔总统任命总统科学技术特别助理,改组总统科学顾问委员会。次年,国家航空和宇宙航行局宣告成立,加强空间科学的研究。随后的10年,联邦政府研究与开发的经费迅速增加,到1967年达到171亿元,其中原因之一是保证空间研究计划的实施。研究开发经费在1964年达到峰值,占国内生产总值(GDP)的3%。1957~1968年,由于经费投入不断增大,给美国的科学技术带来了极大的兴盛,出现了美国科学技术的黄金时期。以世界上第一台电子计算机的问世和原子能的应用为标志,揭开了美国科技发展的新时代,也可称为世界上第三次科技革命。第一次是18世纪60年代的蒸汽机革命,第二次是19世纪70年代的电力革命。1948年美国发明了晶体管相继制造了半导体收音机和计算机,是电子工业技术的重大突破。1956年研制成大规模集成电路,1958年美国实施“阿波罗”登月计划,美国科学技术开始居于世界领先地位。1959年根据政府的命令,成立了联邦政府科学技术委员会,由总统担任该委员会的主席,政府各部首脑都是委员会成员,为此加强全国科研工作的协调。

70年代以来,以微电子技术为核心带动了包括信息技术、生物技术、新能源技术、新材料技术等许多高科技的发展。自1946年第一台电子计算机诞生以来,到目前已经历了若干代的技术革新。1948年美国科学家发明了半导体晶体管,使计算机体积大大缩小。1959年,美国又制成集成电路,从而为电子设备包括计算机的进一步微型化、多功能化开创了道路。后来又出现了大规模集成电路和70年代的超大规模集成电路。1971年美国英特尔公司研制成微处理机。1975年,第一台微型计算机在美国问世。1977年,苹果公司推出个人计算机(PC),从而完成了计算机历史上的一次技术革命。进入80年代以来,美国加强了对欧洲和日本的竞争,1985~1990年间,联邦政府在大学系统设立了25个工程研究中心,这一工作在90

年代有了进一步发展。克林顿政府正致力于加强科学技术的国内合作，主要是与企业界的合作，保持美国在基础研究、数学和工程学的世界领先地位，为 21 世纪造就最杰出的科学家和工程师。

美国的科学技术正处于它的颠峰阶段，在许多重要的科学技术领域，尤其是高技术部门，处于世界领先地位。诸如信息和通信技术、原子能利用技术、激光技术、新材料技术、生物技术、航空和航天技术及数学、物理学、天文学等基础研究，都取得举世瞩目的成就。

第三节 美国科学技术的主要成就

美国在科学技术取得的主要成就表现在如下六个方面：

1. 美国培养和拥有世界上最多、最优秀的科技人才，为美国雄居世界科技舞台创造了最重要的条件。

1993 年美国共有科学家和工程师 254 万人，其中在工业界约 200 万人，在联邦政府科研部门约 20 万人，在高等院校约 34 万人。1994 年美国共授予 41,011 人博士学位，创历史最高水平。其中男性 25,205 人，女性 15,806 人。美国公民获博士学位者占总数的 68%。

依靠这样的科技队伍，美国是世界上荣获诺贝尔奖最多的国家。从这点可以看出，美国拥有世界上最优秀的科技人才。表 1-1 列出 1950~1990 年世界各国科学家获诺贝尔奖的情况。该表所示，1950~1990 年全世界共有 249 位科学家获诺贝尔奖，其中美国就有 138 人。1994 年，获得医学生理学、物理学、化学和经济学诺贝尔奖的共有 8 人，其中美国科学家 6 人。1995 年医学和生理学、物理学、化学和经济学诺贝尔奖世界共 9 人，其中美国科学家获奖者 7 人。

表 1-1 1950~1990 年世界各国科学家获得诺贝尔奖的人数统计

国别	得奖人数 (人)	国别	得奖人数 (人)
美国	138	英 国	40
德国	25	瑞 典	9
法国	7	意 大 利	7
日本	4	挪 威	3
丹麦	3	澳大利亚	3
比利时	3	奥 地 利	2
加拿大	2	爱 尔 兰	1
荷 兰	1		

2. 美国科学家在世界主要科技文献上发表的论文数量最多。据世界公认的四大科技文献检索系统 (SCI: 科学引文索引, ISTP: 科学技术会议录索引, ISR: 科学评论索引, EI: 工程索引。) 收录的世界科技论文总数, 1990 年为 1,020,935 篇, 其中美国 357,750 篇, 占世界

总数的 35.04%，居世界第一位。其次是英国，83,317 篇，为世界的 8.16%；日本第三，论文 73,660 篇，为世界的 7.2%。90 年代美国科技论文在世界占据首位的情况保持不变。有关方面统计，1993 年美国科学家在有影响的科技期刊上发表的论文 141,000 篇，占世界总数的 34%；论文被引用的次数更高于 34%。

3. 美国公民在国内外获得最多的专利。据美国专利与商标局统计，美国 1991 年批准的专利共 101,860 项，比 1990 年高出 0.6%。其中美国占专利总数的 53.9%，为 54,882 项，其余依次是：日本 21,464 项、德国 7548 项、法国 3094 项、英国 2974 项、加拿大 2184 项、瑞士 1383 项、意大利 1379 项、荷兰 1043 项。改变了世界面貌的许多专利发明都在美国诞生，例如 1794 年的轧棉机、1846 年的缝纫机、1876 年的电话、1880 年的电灯泡、1895 年的汽车、1906 年的飞机、1942 年的复印术、1950 年的晶体管。

4. 美国建造了不少世界一流水平的科研仪器和设备，发展了各种先进科研手段，大大推动了科学进步。例如，若没有费米实验室的 TEVATRON 粒子加速器，1994 年顶夸克的发现是不可能的。1994 和 1995 年很多项重要科学发现，都是哈勃天文望远镜的功劳。又如，1996 年 1 月，美国天文学家在夏威夷用目前世界最高水平的光学天文望远镜——直径 9.91 米的凯克望远镜观测到了约 140 亿光年以外的星系，这是迄今观测到的最遥远的星系。部分由于空间气象观测平台、新型多普勒雷达和超级计算机的使用，美国气象预报达到了相当准确的水平。例如，由于对 1992 年安德鲁号飓风的准确预报和预警（8 月 23 日上午 8 点发出警报，飓风 24 日凌晨 3:49 登陆），遭飓风袭击的佛罗里达州德县尽管蒙受了 300 亿美元的财产损失，但 75 万居民中只有 15 人丧生。

5. 美国在数学、物理、天文、化学等基础研究方面在世界上具有一流的水平，获得了多项重要的科学发现。

6. 在信息、通信、生物工程、新材料、新能源等诸多高技术领域，美国创造了举世公认的成就，在世界上拥有明显的优势，处于领先地位。

据 1995 年 3 月白宫发表的《国家关键技术报告》，在几乎所有关键技术领域，美国不是领先于欧洲和日本，就是与之持平。

(1) 能源技术

在能源技术领域，美国能效技术，能量存储、调节、分配和传输技术及新型发电技术都比较先进。

在能源效率方面，由于美国号称“汽车轮子上的国家”，改进汽车能耗效率最为重要。美国三大汽车制造厂都在加紧研制电动汽车，已经问世并代表电动汽车技术最新成果的几种车型是：通用汽车公司的 IMPACT 轿车、福特公司的 ECOSTAR 面包车和克莱斯勒公司的 TEVAn 电动面包车。

在能源储存方面，美国先进电池技术世界领先。1996 年 2 月，美国研制成功世界上第一个全塑电池。美国镍氢电池也具有一定水平，已在 50 个卫星上采用。

在发电技术方面，美国燃气轮机发电技术比较成熟。全世界运行中核电站绝大多数采用的是美核电技术。美国的风力发电技术世界领先，风力发电成本现为每度 6 美分。太阳能电池具有比过去更高的转换效率，但成本只有 10 年前的一半左右。目前太阳能发电成本约为每度 30 美分，远高于美国市场上常规电能每度 8 美分的价格，故太阳能发电在国内电力市场上

还不具备竞争力。但美国太阳能技术在国外较受欢迎,1995年,美国太阳能设备的出口额为3亿美元,占全球市场的30%,超过了日本、英国、意大利等其它太阳能技术出口国。为了降低成本,美国科研人员正开发建筑材料与光电材料一体化的技术。美国已形成了生物燃料发电产业,共有约350座生物燃料发电厂,年发电量700MW。

(2) 环境技术

在环境技术领域,美国的环境监测与评估技术、补救与恢复技术、污染控制技术和避害技术都较好。1994年,联邦政府对环境R&D及示范项目的分配比例为:避害技术占50%,监测与评估技术占30%,补救和恢复技术占15%,污染控制技术占5%。由此可见,美国在环保问题上采取“预防为主”的方针。1994年,美国政府对环境技术的投资达40亿美元。尽管美国环境技术较发达,但目前它的环境技术出口额在世界上仅排第11位。克林顿当局不满这一局面,已将促进环境技术出口作为其工作重点之一。

值得注意的是,美国原来主要从事军事科研的单位转向军民两用技术,在环境技术领域发挥了相当的身手。例如,能源部下属国家实验室利用原用于军事的光纤、传感、激光技术等对水下污染物、挥发性有机化合物和环境恶劣的场所进行现场测试、远距监测和快速数据收集等。能源部还将耗资2.3亿美元,从1996年起动工在华盛顿建立新的环境和分子科学实验室。实验室将重点进行分子级的环境科学研究,如设计构造一种含有2万~4万个原子的复合酶,用于分解有害物质。

(3) 信息与通信技术

美国在信息与通信领域的优势相当突出。除了高清晰度显示技术和高分辨率扫描技术,美国在信息与通信技术的每一领域都处于世界领先或与其它国家持平的水平。例如,UNIX操作系统、以太网、Internet、局域网等都是诞生在美国并获得广泛应用,美国在人工智能多数领域执世界之牛耳,美国人开发的个人计算机操作系统已成为事实上的全球标准,美国数字式高清晰度电视已明显把日本甩到后面,美国率先开发的全球定位系统在军事、导航、交通、地球生态系统监测等方面获得非常广泛的应用。

历史经验表明,凡进入日常生活领域的技术,生命力就较顽强,发展就较快。美国的计算机就是这么一种技术。随着Internet的蓬勃发展,随着各种高质量教育软件与娱乐软件的不间断问世,个人计算机(PC)的销售量越来越大。1994年,美国市场上PC销售量首次超过电视机销售量。1995年,美国计算机批发商的进货量约为820万台。1996年初,估计40%的美国家庭拥有计算机,其中11.5%带调制解调器。在这样旺盛的需求推动下,计算机技术发展更快。英特尔公司PARAGON计算机保持着每秒1434亿次运算的世界纪录。1995年12月,英特尔公司推出了俗称TELOPS的巨型并行计算机的模块。TELOPS的运算速度将达每秒1.8万亿次,约比目前最快的计算机快一个数量级。

Internet是当代发达的信息与通信技术的一个典型体现。关于美国的Internet用户到底有多少这个问题,有各种各样的估计。比较保守的估计是,在1995年8月,约有1600多万16岁以上的美国人使用INTERNET。随着越来越多的用户涌入信息高速公路,“塞车”情况也越来越严重,向通信科技人员提出了新的挑战。为此,美国联邦政府和私营公司共同建立了6个高速通信试验床,参加者计有9个联邦机构、13个电信服务公司、12所大学、8家非电信服务业的公司,还有两家州级超级计算机中心。目前,这些试验床达到的水平是:相距