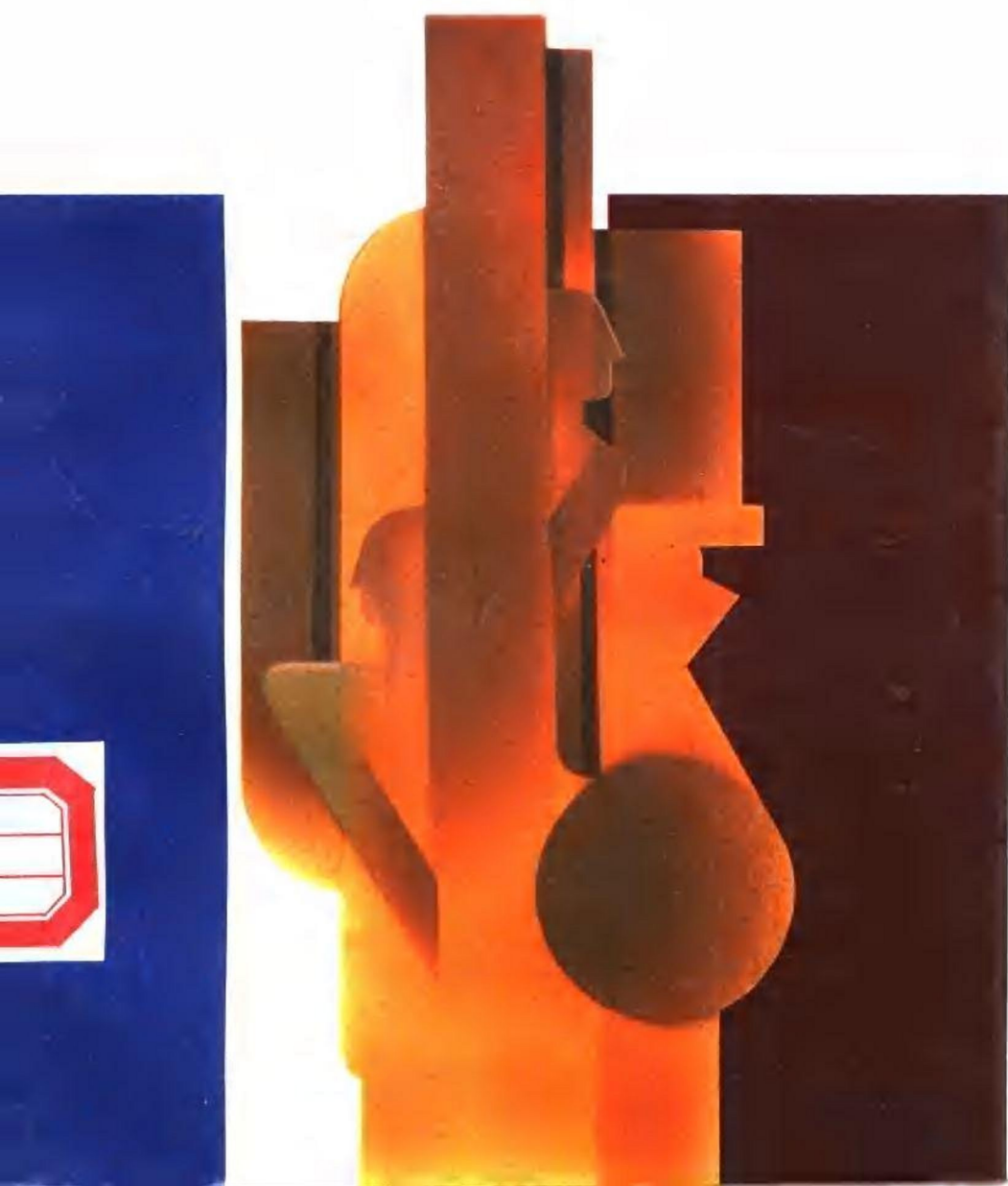


面向未来——新技术 高技术讲座

中国科学技术协会编

中国友谊出版公司



面向未来

—— 新技术高技术讲座

中国科学技术协会编 邓寿鹏 等著

1987·北京

 中国友谊出版公司

面向未来—新技术高技术讲座

中国科学技术协会 编
邓寿鹏等 著

中国 **友谊出版公司** 出版
新华书店北京发行所发行
北京百花印刷厂印刷

850×1168 $\frac{1}{32}$ ·7 $\frac{5}{8}$ ·177,000

1987年12月第1版

1987年12月第1次印刷

ISBN 7-5057-0064-2/N·1

定价: 2.00元

前言

每个时代都有代表这个时代科技发展水平的新技术、高技术，这些技术是人类劳动和智慧的结晶，是推进经济社会发展的基本动力。在当代，世界范围的新技术革命空前地加快了科学技术的发展，一大批建立在最新科学成就基础上的高技术，日益成为各国谋求经济增长和社会进步的重要保证。

最近，根据中国科协钱学森主席的提议，中国科协邀请了科技界有关知名专家为首都科技工作者举办了高层次、多学科的宏观学术讲座，系统地介绍了当代科学技术发展的新动态、新成就，以及材料、航天、信息、自动化等高技术领域的基本情况。这次系列讲座开阔了人们的思路，激发了人们的责任感、紧迫感和创新意识，收到了预期的效果。

为了使科技界、教育界、产业界及社会各界共同了解当代新技术、高技术的知识和信息，中国科协应各方面的要求，汇集、整理了各主讲专家的讲稿交中国友谊出版公司出版，以飨全国各界读者。这些讲稿反映了主讲专家的观点和意见，对读者一定有所启发，欢迎大家进一步研究、探讨，共同推进我国宏观学术的发展。

我们相信，这本小册子的出版必将使更多的科技工作者了解当代世界最新科学技术飞速发展情况，以使在各自的工作岗位上为经济建设和科学技术的发展作出更大成绩，为我国的社会主义现代化作出贡献。

在举办讲座和出版本书过程中，北京市科协和有关部门给予了有力支持，主讲专家和有关同志付出了辛勤劳动，在此，我谨代表中国科协表示由衷的感谢。

钱三强

1987年10月20日

目 录

02-158/02

钱三强	前言.....	1
邓寿鹏	当代高技术的特点及其竞争.....	1
于景元	从系统工程到系统学 ——一个新兴的科学技术部门.....	47
肖纪美	材料学的发展与展望.....	61
韩 朔	超导在电工技术中 的应用发展展望.....	91
黄祖蔚	航天高技术的发展动向.....	114
童志鹏	信息高技术的发展与动向.....	128
戴汝为	关于智能自动化的几个问题.....	171
蒋厚宗	机器人技术.....	186
朱鸿飞	高技术发展及其影响.....	207

邓寿鹏

当代高技术的特点及其竞争

当前，新技术、高技术的发展特征日趋明显，竞争愈演愈烈。在宏观的层次上，正在日益形成跨学科、跨行业、跨部门的规模。对此，我们不能不给予密切关注和高度重视，对它在人类社会中正在产生的重大影响保持清醒的头脑和科学的认识。

从学术的角度出发，如何看待当代高技术的特点，怎样分析它的竞争现实，不仅有助于自然科学各分支之间以及自然科学与社会科学之间的沟通和互补，而且有助于扩大视野，传播信息，把握趋势，争取未来发展的主动权。

笔者根据所见资料和个人研究所得，在本文中主要论及：世界承受的客观压力和人类的主观需求；当代高技术的特征和6大高技术的崛起；近期高技

术发展的两翼伸展和5角格局；我国面向21世纪的科技前沿和高技术推进。

一、世界承受的客观压力和人类的主观需求

在全球范围内,从科技、经济、社会的任何一个角度观察,都会发现一个引人注目的趋势性的事态正在发展——当代人类及其社会正在为跨入高技术时代而进行科技知识和经济实力的准备。

这个趋势有其特定的不同于已往任何时期的时代背景,这个背景可以表述为“4大客观压力”和“4大主观需求”(见图1-1)。

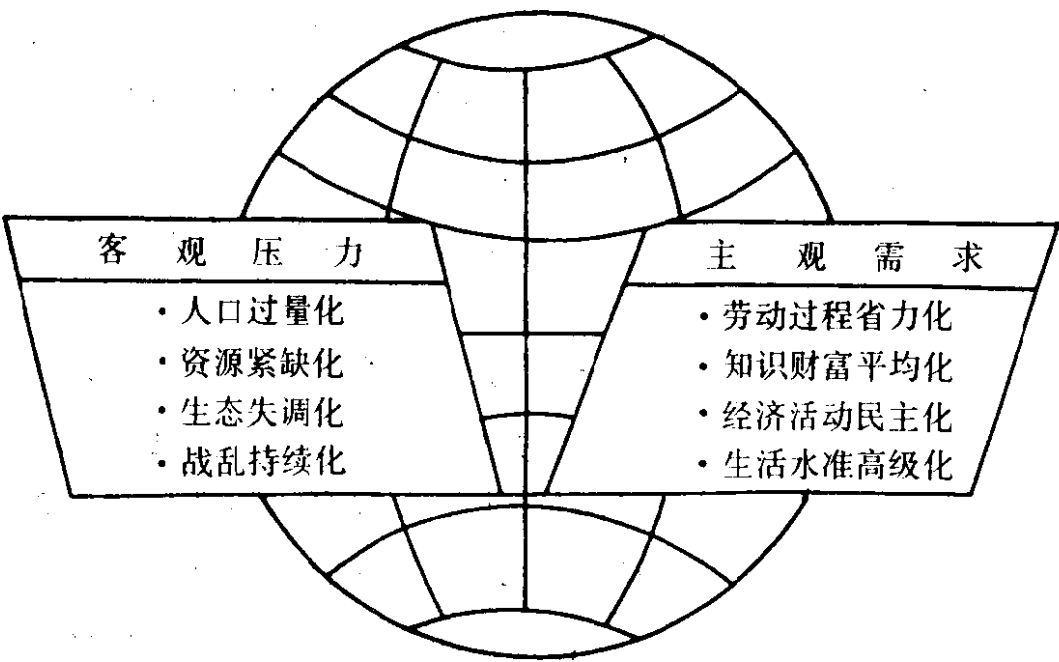


图1-1 当代世界的客观压力和主观需求

当今世界承受的4大客观压力有：(1)人口过量化——世界人

口急剧膨胀，地球相对过载，各国出生率差异严重，局部地域穷困加深。(2)资源紧缺化——正常消费与非正常消费(浪费)并行作用，能源、水源等资源出现紧张和匮乏。(3)生态失调化——工业文明伴生出环境污染，公害蔓延，水土流失，自然生态平衡难以维持。(4)战乱持续化——暴力事件和局部战端频繁，战事和社会犯罪困扰人类，军费和治安警备负担沉重。

当代人类提出的4大主观需求是：(1)劳动过程省力化——要求解除或减轻笨重的、危险的体力劳动，缩短工作时间，保障劳动安全。(2)知识财富平均化——要求普及教育、文化和科学，共享知识和科技成果。(3)经济活动民主化——要求南北贸易平等，消除东西经济壁垒，实行全球经济合作。(4)生活水准高级化——要求普遍满足温饱，确立健康保障，实现物质和精神生活的舒适、富裕。

幸运的是，人类作为一个整体，本世纪以来科技能力有了惊人的增长。在过去30年中所积累的物理、化学、生物和工程学方面的知识大约占人类全部知识的90%。60年代世界年平均总信息量为72万亿字符(字母、数字或符号)。80年代达到了500万亿字符，增长了6倍。60年代科技知识年平均增长率为9.5%，70年代为10.5%，80年代预计能达到12.5%。从而使科技知识倍增的时间由8年、7年缩短到6年。与此相应，科学技术知识的老化周期已由本世纪上半叶的15~20年，加快到70年代以后的5~10年。

同时，我们也高兴地看到，愈来愈多的有识之士正在谋求技术与人类、技术与自然、技术与环境、技术与文化等等的协调、和谐和共进。

因此，我们可以凭借不断跃升的科技力量，在经济基础的支撑下，在技术与社会和自然的协调中，去解除或缓和世界承受的压力，去满足人类日益增长的物质与精神的需求。

二、当代高技术的特征和

6大高技术群体的崛起

每个时代都有表征这个时代科技发展水平的先进技术。这些技术作为强大的生产力，它既直接影响当时的人类生产和生活方式，也推动当时的社会走向未来。

在人类经历了农业社会、工业社会，正在进入信息社会的今天，世界拥有的先进技术构成了一个强大的、活跃的高技术群体。这些凝聚着人类早期发明和近期创造的高技术，代表着当代的科技文明。它对各国的经济增长、商品贸易、国家安全和人民生活都具有十分重要的意义。在一定的意义上，当今世界的资源争夺、人才争夺、市场争夺以至政治和军事争夺都有赖于高技术实力。

赵紫阳总理在《关于第七个五年计划的报告》中指出，世界新技术革命正在迅猛发展，越来越多的国家都把自己的主要注意力转到发展科学技术上。我们必须努力掌握当代的新技术和高技术，力求在电子信息技术、生物技术、航天技术、核技术、新材料和现代自动化生产技术等方面取得新的进展，为国民经济转向新的技术基础创造条件。今天的许许多多的事实已经说明，新技术和高技术在我国经济和社会发展中的重要意义是十分清楚的。

高技术的特征。当前，高技术的定义在国际上还没有公认的统一的说法，各国对高技术产业的划分也不尽相同。通常认为，高技术是指基本原理主要建立在最新科学成就基础上的技术，高技术产业是指研究和开发（Research and Development，简称为 R&D）费用以及拥有的科学家和工程师人数超过制造

业的平均水平的产业。目前,美国的一些高技术公司 R&D 的费用占销售额的 2~15%,比非高技术公司高 2~5 倍,其全部从业人员有 40~65%是具有科学或工程学位的,或者是具有高中毕业水平又经过两年以上的职业教育的人员。

由于定义没有规范化,有关高技术产业的统计数据出现了很大差异。例如,美国马萨诸塞州就业保障部的统计,它把 20 个制造部门划入高技术产业,而对高技术的服务部门不予统计,结果是:1982 年美国高技术公司的雇员共约 360 万人,年销售额约 2 000 亿美元,分别约占美国在职人员的 3.6% 和国民生产总值的 6%。同一年,美国联邦政府劳动部的统计,把数据处理和软件开发等高技术服务部门都纳入高技术产业,结果是:美国高技术公司的雇员共约 600 万人,年销售额约 4 000 亿美元,分别占美国在职人员的 6% 和国民生产总值的 12%。无论从哪一种统计看,高技术产业在国民经济中的比重都还比较小。

我认为:高技术是一个动态的相对意义的概念。某项技术是否属于高技术必须联系当时的科技能力和经济基础加以判断。高技术对于一般技术或传统技术而言,它是一种尖端技术或新兴技术,过去的高技术会成为现在的一般技术,现在的高技术会成为未来的一般技术。

关于高技术的特征,我把它归纳为 6 点:(1)创新性。高技术在广泛利用现有科技成果的基础上,通过代价高昂的研究与发展(R&D)的投入,支持知识开拓和积累,不断进行技术创新。(2)智力性。高技术是知识、技术、资金密集的新兴技术,推进高技术的发展,人才资源比资金资源更重要,高技术主要依赖人才及其智力,其次才是资金。(3)带动性。高技术在相当大程度上是经济发展的驱动力,它能广泛渗透到传统产业中,带动社会各业的技术进步。(4)战略性。高技术是以科学技术

表现的战略实力，直接关系国家的经济、政治和军事地位，它是不容忽视的国家力量组成部分。(5)风险性。高技术的探索处在科学技术的前沿，成败的不确定因素是难以预见的，任何一项开创性的构思、设计和实施都具有风险，要么取得巨大成功，要么酿成严重失利。(6)时效性。高技术的市场竞争激烈，时间效益特性突出，只有适时地向市场投放最新成果，才能取得最佳效益。否则，时过境迁，也就意味着失败。

由上述特性可以看出，高技术对于一个国家、一个国家集团的重要性，可以和武装力量对于一个国家、一个国家集团的重要性相比拟。因此，世界上的主要国家和国家集团都对高技术非常关注，特别是拥有较强经济基础的工业化国家，更对高技术倾注了巨大的智力和财力。

60年代以来，西方主要国家美国、英国、法国、联邦德国、日本投入 R&D 的费用占国民生产总值的2%左右，其中直接用于国防的 R&D 费用占国民生产总值的0.5~1%。由于国际社会对联邦德国和日本非军事化的要求，这两个国家用于国防的 R&D 费用比重很少，分别为2‰和0.2‰以下(见表1-1)。

表1-1 一些国家R&D费用占国民生产总值的百分比

国 别	1963年	1967年	1971年	1975年	1980年
美 国	2.9	2.9	2.6	2.3	2.45
英 国	2.3	2.3	2.1 *	2.1	1.83
法 国	1.6	2.2	1.9	1.8	1.83
联邦德国	1.4	1.7	2.1	2.1	2.27
日 本	1.3	1.3	1.6	1.7	2.04

* 这是1972年数据。

由上表所见，60年代美、英在 R&D 的总费用水平上处于

领先地位，这是由于美、英两国的全部 R&D 费用中，大约隐含了1/2和1/3的用于国防的 R&D 费用。70年代以后，美、英、法在 R&D 的投资强度上呈现收敛，而联邦德国与日本的 R&D 投资一直持续增长，因此，近些年中，扣除用于国防的 R&D 所占的份额，美国的 R&D 与国民生产总值的比值已低于联邦德国和日本。但是，美国在 R&D 的总费用数额和政府承担的 R&D 费用占有国民生产总值的份额与绝对投资数量方面，迄今仍然是领先者。

世界各国，大多数与国防有关的 R&D 都是由政府资助的。国防与空间的 R&D 通常占有政府对全部 R&D 资助的最大份额。70年代，美国占61~71%、英国占48~62%、法国占39~46%。联邦德国和日本是工业大国中的例外，前者只占20~31%，后者只占13~16% (见表1-2)。

不难推断，政府对国防和空间 R&D 的资助经费有很大一部分将自然流向科技前沿的高技术，促成了高技术设备投资的猛增。美、日在70年代以后，产业急剧向新兴技术产业调整，在各个领域的设备投资构成中，高技术设备投资增长很快 (见表1-3)。

由上表知，美国由1960年的15.6%猛增至1983年的48%；日本由1965年的9.3%上升到1984年的23.4%。联邦德国的增长幅度不大，由1970年的8.6%微升到1980年的9.4%。因此，它在近一时期的高技术竞争中处于不利地位。

用高技术的手段设计和研制的为军事目的服务的硬件或软件，迟早会通过市场渠道进入民用领域。这就是工业国家政府与 R&D、高技术与市场、军用技术与民用产品的相关关系，这些内在的关联引导着高技术的发展。

高技术群体的崛起。本世纪中叶以来，一大批建立在现代

表1-2 一些国家政府用于国防和空间的R&D的费用比例

国 别	年 份	占政府资助R&D费用的份额(%)	
		国 防	空 间
美 国	1971	52.2	19.2
	1975	50.8	14.5
	1980	47.0	14.4
英 国	1971 ^①	46.2	1.9
	1975	52.9	2.5
	1980	59.4	2.5
法 国	1971 ^①	38.6	7.0
	1975	32.6	6.1
	1980	40.9	5.0
联邦德国	1971 ^①	21.3	9.4
	1975	17.6	6.8
	1980	14.2	6.0
日 本 ^②	1975	3.8	11.8
	1979	3.6	9.3

注 ①严格地说，与以后年份不可比。②只包括政府内部。

表1-3 美国、日本、联邦德国设备投资构成的百分比 *

国 别	美 国				日 本				联 邦 德 国		
年 份	1960	1970	1980	1983	1965	1970	1980	1984	1970	1975	1980
高技术	15.6	22.1	38.3	48.0	9.3	14.4	17.7	23.4	8.6	8.8	9.4
其 它	84.4	77.9	61.7	52.0	90.7	85.6	82.3	76.6	91.4	91.2	90.6

* 高技术产业的范围各国不尽相同。在美国指办公机械、照相设备、信息设备、仪器仪表等；在日本指办公机械、电子设备、电器设备等；在联邦德国指办公机械、电机、精密机械等。

科学基础上的高技术日益崛起。这批高技术包括微电子、计算机、激光、光导纤维、光电子、卫星通信；非晶态、多晶薄膜、碳纤维、结构陶瓷、记忆合金、分离膜、超导体；核能、太阳能、风能、生物质能、海洋能、地热能；微生物、酶、细胞、基因；海底采矿、海水淡化、海水提铀；空间探测、空间工业、航天运输、空间军事等等。这批雪崩式滚滚推进的高技术，为人类的物质生产和知识增长提供了空前未有的支持，只要我们充分加以利用，就能生产出从未有过的丰富而多样的优质产品，同时创建出从未有过的科技文明。

材料、能源、信息是客观世界的3大要素，人类对它们的认识是逐步深化的。历史上，人类对材料认识的深入，导致了从石器时代、铜器时代走向铁器时代；人类对能源认识的深入，导致了从利用水能、风能、热能走向利用电能和核能；人类对信息认识的深入，导致了从利用呼喊、火光、烽烟走向利用语言、文字和图象。今天，人类在新的高度上深化了对3大要素的认识，产生了现代新材料技术、新能源技术和信息技术。

人类在对生命现象以及生物形态和环境的探求中，产生了利用和创建生物体及其组分和功能的现代生物技术。

人类在扩大自身的活动范围中，不断开拓着空间，人类的踪迹从陆地潜入深海，从地球奔向星际，产生了现代海洋技术和空间技术。

现在我们可以看到，这些现代高技术的发展序列是：以信息技术为先导，以新材料技术为基础，以新能源技术为支柱，沿微尺度领域向生物技术开拓，沿宏尺度领域向海洋和空间技术扩展。这就是令人振奋的高技术在推进。

上述这些高技术既是独立的领域，也是相互支撑、相互联系的整体。一项高技术往往含有其它高技术的成果。正是这种

交叉和渗透，加强了各项高技术的能力。当代高技术的整体结构和相互关系状况，可以用一个图象加以描述(见图1-2)，它是一组彼此独立而又紧密联接的6大群体。

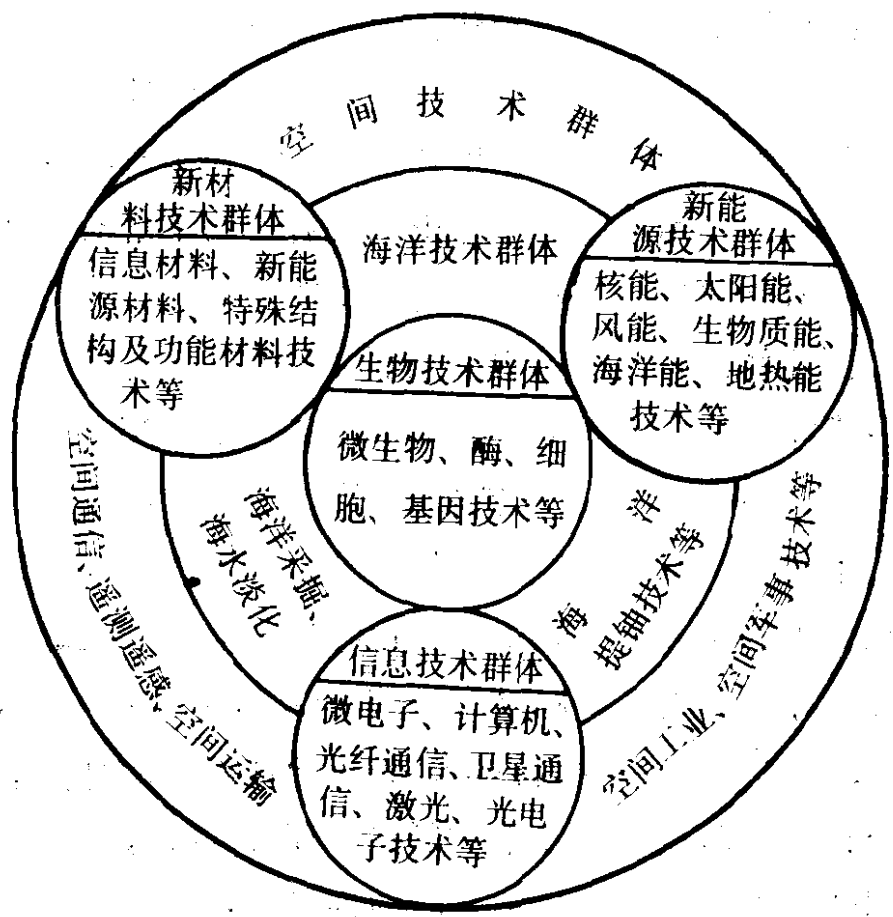


图1-2 6大高技术群体的整体结构及相互关系

当代6大高技术群体的作用、地位和意义，可以表述为：

(1)信息技术，它是高技术群体的先导，是当代特别是未来世纪的知识和技术基础。(2)新材料技术，它是支持和促进高技术发展的基本条件，是高技术及其产业的物质基础。(3)新能源技术，它是替代传统的化石燃料能源的新途径，是维持和发展社会生产和生活的物质动力泉源。(4)生物技术，它是直接或间接利用生物体及其组分和功能的实践，是揭示生命过程、

创造新生物的全新领域。(5)海洋技术，它是对地球陆地以外的开发，是利用占地球表面积71%的洋面及海底资源的现代手段。(6)空间技术，它是探索地球圈外、太阳系、银河系以至整个宇宙的新起点，是当今科技发展的象征。

当代6大高技术群体正在形成一股强大的集群力量和突破能力，它扩大着人类认识和改造自然的规模和深度，推动着社会生产力的发展，改变着经济社会的基本结构和人们的思想观念。

三、近期高技术发展的两翼 伸展和5角格局

科技和经济优势决定了高技术发展的源头。晶体管、计算机、集成电路、电视机、立体声录音机、激光、超导体、重氢和重水、同步加速器、合成锦纶、人工中子、脱氧核糖核酸（desoxyribonucleic acid，简称为DNA），载人登月、通信卫星、航天飞机等重大发现和发明都是美国完成的，从而使它成为世界高技术发展的主要策源地。这个源头所推动的浪潮向大西洋和太平洋两翼伸展：一翼从美国东海岸穿过大西洋通向西欧和北欧，同时南北扩散在北美和拉丁美洲；另一翼从美国西海岸穿过太平洋通向日本列岛、大洋洲、东南亚、南亚和东亚。苏联在航天、火箭、生物以及军事高技术领域具有较强的开拓势头，也是世界高技术发展的重要策源地，它所推动的浪潮主要是指向东欧。近10年来，各国在高技术竞争中展现出强弱有别，但相互对峙的态势。

日本200多位权威人士用两年时间所作的调查结果表明，美国的科技水平和研究开发潜力领先于日本和西欧，而西欧的