

军事趣闻 (十六)

黄兵明 主编

北京银冠子电子有限公司

目 录

| | |
|----------------|-----|
| 美国航天工业简史 | 1 |
| 美国国防电子简史 | 3 4 |
| 美国兵器工业简史 | 8 4 |

美国航天工业简史

美国航空工业从诞生到现在，已跨越了近百年的发展历程，成为世界上产值最高、技术最先进的航空航天工业。其发展可大致分为五个阶段。

(1) 1908 年至 20 年代

美国是世界航空事业的发源地之一，1903 年莱特兄弟完成了人类历史上第一次载人动力飞行，使飞行器事业从轻于空气跨入了重于空气飞行的新时代。然而，真正意义上的航空工业则起源于 1908 年，其主要标志是美国莱特(Wright)公司接受了美国陆军的第一批飞机订货并于同年将飞机制造专利权卖给了一家法国公司。

第一次世界大战爆发后，美国提出了发展航空工业的“应急计划”。1915 年国会通过决议组建国家航空咨询委员会(NACA)。1917 年正式动工兴建第一个飞机试验中心(即兰利纪念航空实验室)。陆军和海军也分别在麦克库克和诺福克建立了航空方面的试验机构。战争期间，军用飞机的生产急剧增长。到 1918 年，美国工业界交付了 1.4 万架飞机和 4 万台发动机，参与飞机制造的人员达 17.5 万人。

但是，这些飞机只有很小一部分是飞机公司生产的，航空发动机主要来自汽车工业，机体则是由 300 家各种工厂制造的。在这个时期，美国还没有形成实力较强的航空工业。第一次世界大战结束后，大量生产合同被取消，整个飞机战时生产结构就瓦解了。到 1918 年底航空工业缩减为原来的十分之一，1922 年飞机年产量下降到 263 架。

(2) 30 年代至 40 年代(第二次世界大战前后)

30 年代，美国航空工业在科学技术上取得了巨大的成就。1931 年美国试验和飞行了全金属结构的 YB-9 原型轰炸机，1935 年 XB-17 原型机首次飞行成功，1939 年当时世界上最大的运输机 DC-4 作了首飞，带增压舱的波音 307 也于 1940 年服役。在这一时期，美国飞机建立和打破了续航时间、航程、高度和速度的世界纪录。当时，美国的民用运输机已在数量和质量上主宰着世界的航空公司机队。

30 年代后期，由于国内外对军用飞机的需求，促使美国飞机年产量猛增到 6000 多架。在此期间，先后出现了一些著名的航空工业企业，如麦克唐纳公司、诺斯罗普公司、贝尔公司、比奇公司和艾利逊公司等。1937 年军用飞机订货额与飞机出口额，占飞机总销售额的 26%，为 1927 年的 10 倍。到 1940

年美国明显地赶上了原先欧洲在航空工业方面的领先地位。航空工业的从业人员上升到 64000 人。1939 年第二次世界大战的爆发大大刺激了美国航空工业的发展。美国政府指示各军种资助航空工业公司进行扩建，并将其他行业的工厂转产飞机，兴建新工厂，实施转包和许可证生产等。到 1944 年军用飞机的战时生产达到高峰，年产量为 10 万架，产值上升到美国工业的第一位。战争结束后，260 亿美元以上的军用飞机合同被撤销。从 1944 年到 1947 年飞机销售额下降 90% 以上，航空工业又回到二战前的低水平状态。但是，这场战争使美国政府认识到空军的重要性，从而将陆军航空兵独立出来成立了新的军种---空军。同时，各军种都筹建了各自的航空科研机构，形成了政府、工业界和高等院校都纷纷在航空科技领域开展研究工作的新局面。在这一时期生产了许多型别和种类的飞机。1944 年，NACA 开始提出了 X 系列研究机，这是以后许多研究机计划的开端。同时原型机研制已逐渐成为飞机研制中的一种标准程序。

(3) 50 年代至 60 年代(航空工业发展为航空航天工业)

1950 年朝鲜战争开始后，美国航空工业又恢复

到接近第二次世界大战时的规模。1950 年至 1953 年期间共投资 35 亿美元,从业人员由 1950 年的 26 万人增至 1953 年的 72 万人,飞机年产量又上升到 13000 架。朝鲜战争结束后,美国仍然保持庞大的航空工业,并使之处于战备状态。喷气技术使战斗机的速度普遍地超过音速,有的已达到马赫数 2 以上。美国的大型喷气客机的设计和制造已在世界上领先,其产品占世界总产量的 80%以上。直升机在军用、民用两方面开始得到广泛应用,产量飞速增长。与此同时,美国航空工业结构发生了重大的变化。首先是洲际导弹的出现,继之人造卫星上天,使单一的航空工业转化为综合的航空航天工业。为了加强航空航天科学技术的发展,美国从 1958 至 1961 年先后进行了一系列的组织体制的调整:1958 年美国国家航空咨询委员会(NACA)改组成国家航空航天局(NASA),相继建立了各军种的科研管理机构,如空军武器系统司令部、海军航空系统司令部,而使航空航天科研工作由军方直接领导。航空工业公司在生产和科研方面增加了航天方面的内容,同时设置了相应的机构;大学的航空系与航天系合并。

在此期间,航空航天科学技术向高精尖的方向

发展，使从业人员迅速增加(从 1954 年的 78 万增加到 1961 年的 118 万人)，且人员结构发生很大变化，科技人员所占比重增大。60 年代，美国航空科技水平在世界上处于领先地位，飞机年产量达到 2 万架，在质量上也有很大提高。如研制成功了超音速轰炸机 XB-70、变后掠翼战斗轰炸机 F-111、高空战略侦察机 SR-71、世界最大的军用运输机 C-5A 及装备涡扇发动机的第二代民用喷气客机等；在越南战争中广泛使用了直升机，大大促进了直升机技术的发展；从英国引进了 AV-8A 垂直起落喷气战斗机技术，并在此基础上研制成 AV-8B 飞机。

60 年代末期，是美国航空工业全面发展的时期，在发展政策方面，注重以技术创新促进发展。在军品采购中强调政府更多地参与管理，实行对研制计划的分阶段审查，控制进度与投资，更多地采用“先飞后买”等措施，并进一步完善国防部采购条例和联邦航空条例。航空工业已完成向综合性的航空航天工业的转化。航空工业的从业人员及产值分别占航空航天工业的二分之一左右，成为美国赖以平衡国际收支的重要出口产业。

(4) 70 年代至 80 年代末(冷战中后期)

进入 70 年代，美国航空工业继续得到发展，一

批先进的第三代战斗机相继问世；装备高流量比涡扇发动机的宽体客机陆续投入使用；新型的超音速战斗轰炸机、攻击机、直升机、空中预警机、近距离支援攻击机等纷纷进入工程研制，这些飞机与以往的飞机相比，在质量上跨入了一个新的阶段。从 70 年代末到 80 年代初，干线客机除个别新研制的以外，改进改型成为主要潮流，其目的是在不花费大量研制费的情况下，改进燃油经济性、增加载客量、降低噪音、提高舒适程度、改善飞行安全性及飞行控制的自动化程度等来争夺市场。进入 80 年代后，为满足军方或国外的需求，在军用机领域改进改型也成为趋势，根据使用经验和追随技术进展对飞机加以改进，出现了 F-15、F-16、F-5、B-1、F-111 等飞机的各种改型。

70 年代中，飞机年产量一般仍保持在 1.5 万架至 2 万架，其中军机产量下降，年产约一千多架，但民机产量持续增长。1980 年以后，飞机总产量开始呈下降趋势，但由于飞机更趋复杂化使单价猛涨，故总产值仍在增长。美国军用飞机的销售额于 80 年代里根执政的“重建军备”期间逐渐上升，到 1987 年达到 437 亿美元的历史最高水平，而后随着国际环境的逐渐缓和，销售额逐年下降。在 80 代

初，由于里根政府采取的扩军政策，航空工业从业人员数稳步上升，到 80 年代后期，军用飞机制造业人数达到 40 万人的峰值后随着国际形势的缓和，生产能力出现过剩，各公司均开始裁减人员。

(5) 90 年代初至今(冷战后时代)

美国航空工业在 90 年代步入重要调整时期。到 1995 年，销售额连续五年呈下降趋势，而对美国国防部的销售额已经连续九年递减。1996 年的销售额较之 1995 年略微回升了 4.6%，这主要得益于世界民用飞机市场的复苏。

规模布局:

1. 美国航空工业目前的情况

在制造业中，航空航天业对美国的贸易平衡贡献最大，每年达到 210 亿美元的贸易顺差。美国航空工业是美国国防工业的核心，是世界上最强大的航空工业部门，其产品主要用以满足美国国防部的需求。

但是，冷战结束后美国对其总体军事战略进行了调整，导致国防经费大幅度削减，对军用航空产品的需求急剧减少，生产能力出现严重过剩。国防预算从 80 年代的顶峰时期已经削减了 1/3，采办资金下降了大约 67%，军用飞机的销售额从 1987 年

的 437 亿下降到 1997 年的 314 亿美元，导弹的销售额从高峰时期的 142 亿下降到 1997 年的 52 亿美元。92 年以来由于石油价格上涨后，民用运输业不景气，民机工业亦受到冲击，民机的销售额逐年下降，95 年销售额 239 亿美元较 92 年下降 40%，96 年随着航空运输业的复苏，民机工业开始回升，1997 年销售额为 406 亿美元。面对竞争日益激烈的民机市场和国防预算的不断削减，美国航空工业为自身的发展，正进行着大规模的调整。

2. 美国航空工业从业人员机构成

美国航空工业全行业从业人员为 79.8 万人，占全美制造业从业人员的 4.3%，与 1995 年的比例相同，而航空工业顶峰时期的 1989 年这一比例为 6.8%

按产品分类（万人）

年份 总数 飞机、发动机、零部件 导弹、空间飞行器 其他

1988 129.4 68.4 20.8 40.2

1989 131.4 71.1 19.4 40.8

1990 130.2 71.2 18.5 40.5

1991 121.4 66.9 16.8 37.8

1992 110.0 61.2 14.6 34.2

1993 96.6 54.2 12.4 30.0

1994 85.5 48.2 10.8 26.6

1995 79.6 45.1 9.8 24.8

1996 79.8 46.0 9.0 24.8

1997 86.9 50.7 9.1 27.0

按职务分类 (万人)

年份 总数 生产工人 科学家及工程师 技术人员 其他

1988 97.7 43.1 18.4 6.6 29.

1989 99.2 43.9 19.8 6.8 28.7

1990 94.6 42.2 20.5 6.7 25.2

1991 87.9 38.6 20.5 6.0 22.8

1992 77.5 33.5 16.5 5.7 21.8

1993 67.6 28.6 14.8 5.0 19.1

1994 61.6 26.2 13.3 4.4 17.7

1995 58.6 25.0 12.9 4.6 16.1

1996 60.1 26.1 13.2 4.7 16.1

1997 61.6 27.0 13.4 4.7 16.5

3. 销售额及构成 (亿美元)

总额 飞机销售额 民用飞机 军用飞机 导弹
航天 其他

1987 1100.08 591.88 154.65 437.23 102.19

222.66 183.35

1988 1145.62 608.86 190.19 418.67 102.70

243.12 190.94

1989 1205.34 615.50 219.03 396.46 136.22

252.74 200.89

1990 1343.75 713.53 312.62 400.91 141.80

264.46 223.96

1991 1392.48 759.18 374.43 384.75 109.70

291.52 232.08

1992 1385.91 739.05 398.97 340.08 117.57

298.31 230.99

1993 1231.83 658.29 331.16 327.13 84.51

283.72 205.31

1994 1105.58 576.48 255.96 320.52 75.63

269.21 184.26

1995 1065.82 550.48 239.65 310.82 63.86

273.85 177.64

1996 1126.76 599.08 268.69 330.39 48.66

291.22 187.79

1997 1296.22 691.21 386.43 304.78 82.84

306.13 216.04

4. 美国总进出口额及航空航天工业产品进出口

额 (单位:亿美元,当年值)

美国总进出口额 航空航天工业产品进出口额

| 年份 | 进口 | 出口 | 贸易平衡 | 进口 | 出口 | 贸易平衡 |
|----|----|----|------|----|----|------|
|----|----|----|------|----|----|------|

| | | | | | | |
|------|---------|---------|----------|-------|--------|--------|
| 1988 | 4409.52 | 3224.26 | -1185.26 | 90.87 | 269.47 | 178.60 |
|------|---------|---------|----------|-------|--------|--------|

| | | | | | | |
|------|---------|---------|----------|--------|--------|--------|
| 1989 | 4732.11 | 3638.12 | -1093.99 | 100.28 | 321.11 | 220.83 |
|------|---------|---------|----------|--------|--------|--------|

| | | | | | | |
|------|---------|---------|----------|--------|--------|--------|
| 1990 | 4953.11 | 3935.92 | -1017.18 | 118.01 | 390.83 | 272.82 |
|------|---------|---------|----------|--------|--------|--------|

| | | | | | | |
|------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|
| 1991 | 4884.53 | 4217.30 | -667.23 | 130.03 | 437.88 | 307.85 |
|------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|

| | | | | | | |
|------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|
| 1992 | 5326.65 | 4481.64 | -845.01 | 136.62 | 450.18 | 313.56 |
|------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|

| | | | | | | |
|------|---------|---------|----------|--------|--------|--------|
| 1993 | 5806.59 | 4650.91 | -1155.68 | 121.83 | 394.18 | 272.35 |
|------|---------|---------|----------|--------|--------|--------|

| | | | | | | |
|------|---------|---------|----------|--------|--------|--------|
| 1994 | 6632.56 | 5126.26 | -1506.30 | 123.63 | 373.73 | 250.10 |
|------|---------|---------|----------|--------|--------|--------|

| | | | | | | |
|------|---------|---------|----------|--------|--------|--------|
| 1995 | 7434.45 | 5847.42 | -1587.03 | 115.09 | 330.71 | 215.61 |
|------|---------|---------|----------|--------|--------|--------|

| | | | | | | |
|------|---------|---------|----------|--------|--------|--------|
| 1996 | 7952.89 | 6250.75 | -1702.14 | 136.68 | 402.70 | 266.02 |
|------|---------|---------|----------|--------|--------|--------|

结构体制:

美国航空航天工业体系结构

三级体系

美国航空工业可大致分为三个级别或层次，居于最高层次的是主承包商，通常都是一些大公司（如洛克希德·马丁公司、波音公司、诺斯罗普·格鲁门公司等），其主要任务是负责研制产品的重要部件并将一个系统的所有部件都集中到一起，将其组成一个整体（如 F-16、F-22 等），这些大公司构成了航空工业的主体。

位居其次的是大量的子承包商，这个层次的情况比较复杂，其规模和产品千差万别，既有像通用电气这样的工业巨头，也有名不见经传的小型机加工厂。这些子承包商都是为更大的子系统或最终的系统制造专用的零件、部件和子系统，如推进、火控和制导系统等。在一个重大项目中，可能有多个层次的子承包商在为其生产数以百计、千计的各种产品项目。

供应商处于第三层次，主要为主承包商和子承包商提供基本的零件、硬设备、组件、固定设备和材料等。

主承包商向子承包商转包任务后，着重按照合

同要求监督和检查其工作。主承包商把大部分的分系统和组件都转包给本国的子承包商,有时也转包给外国厂商,形成一个庞大的转包协作网。主承包商不仅是设计和制造者,也是组织和协调者。而第二、三层次的子承包商和供应商往往在某项专用产品和尖端产品方面有独到之处,它们也是航空工业体系中不可缺少的重要组成部分。

主承包商层次的变化

自 80 年代末以来,美国航空工业开展的大规模合并、兼并、收购、重组经历了有所交叉的三个阶段:

1) 防务产品不是其主业的公司开始退出军用航空领域;比如 IBM 公司将其联邦系统分部出售给洛勒尔公司;罗克韦尔国际公司 1996 年将其航空航天和防务分部出售给波音公司,航空航天产品在其总销售额中所占的比重逐步降低,从 1984 年的 52% 下降到 1989 年的 33%,一直到 1994 年的 24%,而今天只占 8%。

2) 传统航空工业公司合并创建更大规模公司;诺斯罗普 1994 年收购格鲁门公司,其实力大为增强。马丁·玛丽埃塔公司和洛克希德公司在 1995 年合并,使其成为美国最大的防务承包商。

3) 优势互补增强综合实力 ;企业通过合并、收购 ,充分发挥各自在技术、产品和市场方面的优势 ,弥补各自的不足形成更强大的整体实力。波音公司和麦道公司的合并 ,使其成为综合了民用飞机、军用飞机、导弹和航天系统制造能力的庞然大物。洛克希德·马丁公司以 91 亿美元收购了洛勒尔 (Loral) 的防务电子和系统集成分部。雷神公司对 E-系统公司的收购使公司防务业务额占总营业额的比例从 35% 上升到 50%。

结构调整后的新格局

经过数年的合并 ,美国航空工业主承包商的数量明显减少 ,形成一定的垄断。大型民用运输机制造商只有波音公司。如果洛克希德·马丁公司和诺斯罗普·格鲁门公司的合并得到批准 ,则军用飞机主承包商只有洛克希德·马丁公司和波音公司两家。而当雷神公司购买 E-系统公司、德州仪器公司防务电子系统分部、休斯飞机公司后 ,预计年销售额将达到 170 亿美元 ,在防务电子产品领域处于首位。直升机公司目前的状况 ,也可能使公司数量减少。波音公司决定将其民用直升机业务出售贝尔直升机达信公司 ,从而贝尔公司在民用直升机领域具有较强优势 ;而西科斯基飞机公司目前仍然困难重

重，波音将致力于建立世界上最后的军用直升机。

在工业界任务不饱满，主承包商大规模调整的同时，这一调整在将来也将渗透到处于金字塔结构二、三级的子承包商和部件供应商。由于国防预算削减，许多业务量较少的子承包商由于成本增高而逐渐退出防务领域。为降低转包合同的成本，各个公司都在试图减少子承包商的数量，但将转包更多的工作。这样就形成了供应商规模增大数量减少的二级层次。同时，子承包商与主承包商的关系更加紧密。

美国航空工业自从第一次世界大战建立以来，随着国际安全形势的变化以及世界经济形势的波动，历经多次兴衰，也进行了多次调整，每次调整都不可避免地带来从业人员的失业，公司的精简、合并、转业乃至倒闭，整个行业的规模大大缩小。但由于社会对航空产品的需求始终存在，总会有一批最强者生存下来，甚至得到稳定发展。一旦国际形势再次恶化，国家对航空产品的需求急剧增加，或者航空技术出现了突破性进展，其航空工业仍会重新扩大规模。

美国航空航天科研体制

美国的科技体制同其政治体制一样是多元化

的：立法、司法、行政从不同角度干预国家科学技术政策的制定和科技工作的管理。行政系统管得最多，立法机关次之，司法系统最少。

联邦政府对全国的科学技术事业不实行统一领导、全面规划与管理；联邦政府不设对科学技术发展形势全面管理职能的部门；不制定成文的、全国统一执行的科技发展政策与措施。政府是靠采取的经济手段和颁布的法令对全国的科学技术发展工作施加直接或间接的影响或鼓励、或引导、或控制、或协调，借以发挥政府的主导作用。政府研究机构、大学和工业研究机构在管理和工作上各自独立，由此形成了彼此没有行政隶属关系的三大科研系统。

美国私人工业企业为美国的科技发展作了大量工作，工业界的研究与发展投资在总投资中占有举足轻重的地位，它始终占总投入的一半左右；占总开支的 60%~70%左右。

美国的航空航天科研体制同样分为三大系列，以 NASA、国防部为主的国家政府所有的科研体系；以大学为主的进行相关基础研究；航空航天公司为主的工业生产体系，后者基本上为私人所有。国防部的航空航天设施主要集中在空军和海军，陆军也

拥有少量设施。

1. 政府所有的科研机构

(1) 国防部的航空航天科研工作由空军系统司令部负责

空军系统司令部下设航空系统部和航天部。航空系统不管理基础技术计划、先进战斗机技术综合计划、战略计划、战术计划、导航和武器系统计划、战术航空电子设备和远程导弹计划以及航空设施；航天部管理研制航天器、运载火箭和地面终端设备，管理国家的试验靶场、发射设施及卫星跟踪站（供国防部和其他政府部门发射与控制航天器之用），负责研究与发展空间防御技术，探索未来军事航天需要的技术。

国防部高级研究计划局系国防部直属研究机构，也管理一些航空航天预研项目。冷战结束后，其主要任务是管理某些较长远的探索性研究与发展工作，促进某些未来可能发挥重大影响的技术发展。例如该局在 70 年代末期的计划就集中在 80 年代末期可能得益的重大技术发展上，如高能激光系统、空间预警系统、巡航导弹技术、反潜技术、X 翼飞机、先进探测器和机载武器、新的电子战技术等。某一技术方案一旦被证明有效，就转到其他

单位从事进一步的发展工作。这个局没有自己的试验设施,而是组织有关单位和人员进行科研活动,利用各军种、各工业公司和大学的试验手段,并与它们保持极为密切的联系,以保证该局的研究成果能在最短时间内对国防计划产生最大的效果。国防高级研究计划局的人员流动性很大,根据课题难易或阶段而定。科学家和工程师占总人数的一半。

(2) NASA侧重于民用航空航天科研活动

1958年10月1日,美国正式把国家航空咨询委员会(NACA)改组为国家航空航天局(NASA)。原来的国家航空咨询委员会在1915年成立,它之所以要改组成国家航空航天局,是为了扩大这一机构在航天方面的职责,以加速实现美国赶上苏联卫星的计划。根据美国总统艾森豪威尔1958年4月2日向国会提出的咨文,成立国家航空航天局的目的是:

扩大人类对大气层和宇宙空间方面的知识。

改进飞机的用途、性能、安全性和效率。 发展能携带武器、设备和生物进入宇宙空间的飞行器。

保持美国在航空和空间技术方面的领先地位。

向政府部门提供有军事价值或军事意义的研究成果。 与其他国家合作,从事空间研究成果的和平利用。 最有效地利用美国的工程力量,以及

避免设备建设的重复。

NASA 在行政上直属总统领导, 是美国政府系统中主要的航空航天科研机构, 在研究和探索发展方面向有关单位提供有价值的科研成果, 并负责航空航天技术咨询工作。该局以民用航宇科研为主, 也为军用航宇服务; 自 1958 年以来以空间科研为主, 航空科研所占比重较小。由于 NASA 在军用、民用航空和宇航方面所担负的任务, 它的协作面非常广泛, 它与国防部的计划分析与鉴定部、高级研究计划局有着密切的联系; 与陆、海、空军有共同的合作计划; 与政府其他部门如能源部、气象局和工业部门有各种合同关系。

NASA 的研究成果直接转让给国防部、各航空制造公司、联邦航空局以及其他有关机构。NASA 对各航空制造公司设计新飞机和联邦航空局适航性鉴定提供技术基础。

NASA 与美国各高等院校有密切的关系。近年来 NASA 强调动员并利用高等院校的技术力量, 为航空和航天技术的基础性研究作出贡献。每年 NASA 将一些分项研究课题直接转交给高等院校承担, 由 NASA 提供经费。对有些研究课题与高等院校制订共同研究计划, 分工协作。NASA 有的研究中心将高

等院校的毕业生、研究生和有关专家邀请到研究中心参加研究工作，或者颁发奖学金，用各种方法为国家培养大批航空与航天领域的技术人才，同时也为 NASA 选拔优秀人才创造了有利条件。

NASA 总部下辖九个研究中心和试验室。总部的职责范围是：制定该局长远规划、年度计划和预算，报国会批准；制定管理政策，管理程序及管理条例；监督各研究中心的技术管理工作；检查各阶段工作进展和完成情况；协调局内外工作；保证执行经国家批准的计划。

NASA 1994 年度雇员为 24731 人，预计到 1999 年将减少到 21000 人。1994 年度经费为 145.5 亿美元，1995 年度经费为 143 亿美元。

2. 美国的航空院校是美国航空航天领域科研活动的三大支柱之一

美国与航空科研教学有关的高等院校约有 60 多所，其中专门的航空院校（如空军技术学院、Embry Riddle 航空大学等）数量极少，其航空航天方面的科研和教学活动，主要分布在工科院校和综合性大学之中，航空学科只是其中的一个系或某个系中的一个或几个专业。同时，与航空有关的科研与教学活动，像材料、电子等领域的内容，则分

散在各个相应的系中。美国的航空院校为维持美国航空技术在世界上的领先地位做出了重大的贡献。

3. 工业企业的科研机构

民用航空工业的国际合作

民用航空工业涉及众多的高技术，需要大资金和依靠高度熟练的工作人员，其产品市场是全球市场，经营民用飞机承受着巨大的风险和费用。因此，民用飞机和发动机的研制与生产越来越以国际合作为基础。民用航空工业生产及分配的国际化主要依靠许可证生产、分包或者通过完全承担风险的伙伴关系连接在一起。但是民用航空工业的激烈竞争使得一个项目上的合作者可能同时是另一个项目的竞争者。对于新入门者而言，合作是唯一现实的策略，对于有地位的企业则合作便于企业在更多的市场范围内连续存在，这是独家生产不能可靠地维持的。对美国生产商而言，合作或者说多国化也可缓解为保持这项工业的领导地位所遇到的愈来愈大的困难。

能力水平：

单位：百万美元

1997 年 100 家最大航空航天公司中的美国公司
公司 航空航天销售额/ 总销售额 名次

- 波音公司 45054/ 45800 1
洛克希德·马丁公司 27885/ 28069 2
雷神公司 10640/ 13673 3
联合技术公司 10264/ 24713 5
诺斯洛普格鲁门公司 9153/ 9153 7
通用电气公司 7799/ 54515 9
联合信号公司 6412/ 14472 10
达信公司 3135/ 8333 20
TRW公司 3100/ 10831 21
利顿工业公司 2617/ 4176 23
休斯电子公司 2492/ 5128 24
BF 古德利奇公司 2468/ 3373 25
霍尼韦尔公司 1957/ 8028 26
湾流飞机公司 1903/ 1903 27
罗克韦尔公司 1689/ 7762 30
ITT 工业公司 1668/ 8777 31
洛勒尔航天与通信公司 1313/ 1313 34
Tracor 公司 1266/ 1266 35
联合技术系统公司(Alliant Techsystems)
1058/ 1076 42
胜德斯特兰公司 1001/ 1752 43
哈利斯公司 998/ 3797 44

Allegheny Teledyne 927/3745 46
Sequa 905/1595 47
Hwmet Corporation 864/1258 50
L3 通信公司 704/704 56
Precision Castparts 698/1317 57
Hexcel 686/937 58
派克汉尼芬企业 627/2924 61
Gencorp 584/1568 63
轨道科学公司(OSC) 534/606 66
费尔柴尔德道尼尔公司 507/507 69
Aeroquip-Vickers 488/2112 72
BE 航空航天公司 488/488 73
Wyman Gordon 475/609 75
Kaman 433/1045 78
The Aerostructures Corporation 420/420 79
Ball 399/2389 80
Teleflex 325/1146 86
Motorola 311/29794 87
MOOG 287/456 90
Fairchild Corporation 269/738 91
Figgie International 249/249 94
AAR 232/589 95

Primex 211/491 97

结构能力调整:

美国航空工业 1997 年的总销售额为 1249.8 亿美元,全行业从业人员为 82.6 万人,约占全美制造业从业人数的 X。在制造业中,航空航天业对美国贸易进出口平衡贡献最大,1996 年达到 260 亿美元的贸易顺差。航空航天业也是国防工业的奠基石。但近年来由于国际政治、经济形势的变化,美国航空航天工业始终处于广泛的调整状态。

1. 调整的原因

1) 国防需求减弱

美国航空工业是美国国防工业的核心,其产品主要用以满足美国国防部的需求。但是,冷战结束后美国对其总体军事战略进行了调整,力求建立一个小规模的,但更为有效的国防科技工业基础。这就导致国防经费大幅度削减,对军用航空产品的需求急剧减少,生产能力出现严重过剩。国防预算从 80 年代的顶峰时期已经削减了 1/3,采办资金下降了大约 67%。1997 年,军用飞机的销售额比 1987 年的 437 亿下降 28%,只有 314 亿美元,导弹的销售额比高峰时期的 142 亿下降了 63%。

2) 民用航空产品竞争加剧

于美国的武器出口限制政策，导致其军用航空产品的出口额增长幅度有限。民用航空产品成为出口业务的主要支柱。92 年以来由于石油价格上涨，民用运输业不景气，民机工业亦受到冲击。民机的销售额逐年下将，95 年销售额 239 亿美元较 92 年下降了 40%，出口额也从 1992 年的 243 亿美元下降到 1995 年的 123 亿美元。虽然，96 年随着航空运输业的复苏，民机交付量开始回升，1997 年销售额达到 406 亿美元。但是，欧美的航空运输市场已经成熟，对运力增加的要求不高，亚太地区成为民用飞机制造厂商争夺的主要市场。亚太地区对高载客量大型运输机的需求，就对民用飞机制造厂商提出了更高的要求。

3) 新技术的采用导致开发风险和成本的增加

航空航天产品的单位成本历来增长迅速。据 Aerospace America 报道，从最初的飞机到今天现代化的战斗机，一架战术飞机的成本每 10 年增长 4 倍。按照当前的成本增长速度和国防预算增幅推算，到 2054 年整个国防预算每年只能购买一架战术飞机。任何一家公司为保持竞争优势，在销售现有产品的同时必须持续开发新的实用技术，而一家公司又不可能在多个技术领域处于领先地位。公司

的收购、合并无疑为拥有更多技术优势和资金提供了方便的途径。

基于上述原因，部分公司退出航空航天制造业领域，其他公司为保持在该领域中的优势地位开始有步骤地进行收购、兼并甚至合并，籍此提高效率、降低成本和扩大资金实力，以便在当今激烈的市场竞争中保持不败。

2. 调整历程

自 80 年代末以来，美国航空工业开展的大规模合并、兼并、收购、重组经历了有所交叉的三个阶段：

1) 防务产品不是其主业的公司开始退出军用航空领域；

比如 IBM 公司将其联邦系统分部出售给洛勒尔公司；GE 公司的航空航天分部出售给马丁·玛丽埃塔公司；罗克韦尔国际公司 1996 年将其航空航天和防务分部出售给波音公司，航空航天产品在其总销售额中所占的比重逐步降低，从 1984 年的 52% 下降到 1989 年的 33%，一直到 1994 年的 24%，而今天只占 8%。

2) 传统航空工业公司合并创建更大规模公司；
诺斯罗普 1994 年收购格鲁门公司，其实力大为

增强。马丁·玛丽埃塔公司和洛克希德公司在 1995 年合并，使其成为美国最大的防务承包商。

3) 优势互补增强综合实力；

企业通过合并、收购，充分发挥各自在技术、产品和市场方面的优势，弥补各自的不足形成更强大的整体实力。波音公司是世界最大的民用飞机制造企业，麦道公司是世界最大的军用飞机、导弹和航天系统制造企业之一，在军机市场上有很强的竞争力。波音公司可以将其在新飞机，比如 JSF、F - 22 上的工作与麦道公司研制 F - 15 和 F/A - 18 获得的经验相结合；还可将其民用实践用在军用飞机上，以削减成本更具竞争力。洛克希德·马丁公司 1996 年 4 月以 91 亿美元收购了洛勒尔 (Loral) 的防务电子和系统集成分部，这一收购提升了公司在系统集成和信息系统方面的地位，加强公司在航空、空间和战略导弹方面的力量。雷锡恩公司 1995 年 4 月收购了主要从事综合机载监视与侦察系统及军用通信设备工作的 E-系统公司，这样公司防务业务额占总营业额的比例从 35% 上升到 50%。

3. 公司业务在调整过程中的变化

公司的合并、兼并和收购的过程也是公司业务再调整的过程。主要的调整方向包括：

1) 核心领域的进一步集中

据美国《防务新闻》报道，在问及公司将采取多元化或集中化的发展战略时，64%的美国公司拟采取集中化策略，在欧洲选择这种回答的公司占60%。不难发现许多公司在经历了多元化发展后，意识到在日趋成熟的市场将公司业务集中在实力较强的领域、提高市场占有率比之全面撒网分散公司资源更能创造利润。因此，许多航空航天制造厂商都将非核心部门出售或撤股使其独立。1996年，洛克希德·马丁公司先后售出了防御系统公司（前马丁·玛丽埃塔防御系统）和武器系统分部（前前马丁·玛丽埃塔武器系统），以及马丁·玛丽埃塔材料公司，到目前为止该公司已出售13个业务部门。波音公司决定结束民用直升机市场的开拓，致力于建立世界上最好的军用直升机。

2) 在可能的情况下进入电子产品市场

当前，航空工业的许多产品都是集中了大量电子部件的复杂系统。在第二次世界大战期间电子设备在防务采购预算中只占5%，而今已达到45%。电子设备及其相关部件的重量只在一架现代战斗机中占10%，而成本却达到1/3，软件的价格更是非常昂贵。因此，一些公司为适应这种需求进行了

调整。罗克韦尔国际公司购买了联合技术公司微电子中心；1996年，将其航空航天和防务分部出售给波音公司后，1997年3月，抛出汽车部件系统部。经过这一系列变动，罗克韦尔公司将成为在工业自动化、半导体系统、航空电子系统和通信系统居于世界领先地位的电子公司。1996年，诺斯罗普·格鲁门公司收购了西屋电子公司的防务和电子系统分部；1997年，又完成了对主营防务信息技术的Logicon公司的收购，这都加强了公司在电子产品市场方面的实力。霍尼韦尔公司将其防务和海上系统分部分离出去，从而其航空航天和防务业务主要集中于电子产品市场。

3) 进军国际市场

随着世界经济日趋相互依赖，美国航空工业在国防预算不断削减的状况下将目光投向了世界市场。1996年，美国军用产品的出口额首次突破100亿，达到105亿美元；其出口额占航空工业总销售额的比例从1988年的23.5%上升到1996年的35.3%。以单个公司为例，原马丁·玛丽埃塔公司1990年出口额只占销售额的5%，1997年洛克希德·马丁公司将此比例提高到18%，预计今后五年将达到30%。在民用飞机方面，美国航空工业一直

以全世界为市场，销售额占民机市场的 2/3 左右。同时，公司还与外国公司建立合作关系，籍此更方便地进入该国市场。

另外，虽然多元化发展策略经过 80 年代的实践证明并不理想，但如果慎重选择相近的熟悉领域进入，也并非不能成功。比如商用卫星业务就非常成功，在某种程度上说它是从军用领域转化过来的。主承包商选择了集中化发展的策略，对于零部件供应商由于生产数量减少，若产品单一、设备利用率低下必然使成本上升，建立技术相近的多种产品生产线反而能充分利用现有设备。比如，联合信号公司就采取了多元化的策略。该公司 1992 年购买了桑德斯公司(Sundstrand)的航空电子部；1994 年收购达信集团的莱科明涡轮发动机公司，从而垄断了美国小型航空发动机市场；1997 年购买了主营内外部飞机照明系统、飞机发动机附件（如阀门、热交换器等）以及电子系统（包括飞行告警计算机和有源矩阵液晶显示器）的格雷姆斯航空航天公司（Grimes Aerospace）。

4. 组织结构的变化

经过数年的合并，美国航空工业主承包商的数量明显减少。大型民用运输机制造商只有波音公

司。如果洛克希德·马丁公司和诺斯罗普·格鲁门公司的合并得到批准，则军用飞机主承包商只有洛克希德·马丁公司和波音公司两家。而当雷锡恩公司购买 E-系统公司、德州仪器公司防务电子系统分部、休斯飞机公司后，预计年销售额将达到 170 亿美元，在防务电子产品领域处于首位，在这一领域的另外两家主要公司是洛克希德·马丁公司和波音公司。直升机领域也发生着变化。波音公司决定结束民用直升机市场的开拓，致力于建立世界上最好的军用直升机，波音公司同意将其在贝尔波音 609 倾转旋翼机项目的股权于 1998 年 3 月转让给贝尔直升机达信公司，其单发民用直升机业务也将销售给贝尔直升机达信公司，这项计划包括 MD500 系列和 MD600N 以及飞机无尾桨技术。而另一家主要军用直升机生产商西科斯基飞机公司仍然困难重重，为美国陆军生产“黑鹰”直升机的项目于 1997 财年终止；另外，海军也将取消“海鹰”项目，而 RAH-66“科曼奇”的前景也不明朗。

在工业界任务不饱满，主承包商大规模调整的同时，处于金字塔结构二、三级的子承包商和部件供应商也发生着变化。由于国防预算削减，许多业务量较少的子承包商由于成本增高而逐渐退出防

务领域。为降低转包合同的成本，公司都在试图减少子承包商的数量，但同时 74% 的公司又承认与过去相比，将转包更多的工作。这样就形成了供应商规模增大数量减少的二级层次。同时，子承包商与主承包商的关系更加紧密。

5. 合并所引发的问题

1) 形成垄断

经过几年的购并大型民用飞机和军用直升机业务几乎都集中在波音公司；空对空导弹、舰载防空导弹和反导弹系统又只有雷锡恩公司一家；如果洛克希德·马丁和诺斯罗普·格鲁门公司合并成功，则红外及电光学干扰系统和隐身技术又由一家掌握。这种垄断的形成虽然当前有利于国际竞争，但长此以往势必影响新技术的开发和利用，导致竞争力下降。另外，由于垄断造成产品定价不合理，损害客户利益，为外国公司进入美国市场留下隐患。

2) 纵向一体化

部分处于二、三层次的公司被顶层公司收购，成为其一个部门；子承包商规模变大后与主承包商建立更为紧密的“伙伴”关系，主承包商则可控制其所销售系统的主要部件，其他竞争者无法获得，而部件专买不一定能使客户满意。最为典型的例子

是，“阿帕奇”直升机的机身由达因 Rayn 公司生产，波音和麦道公司合并后，新波音公司却将这一项目交给了与此项目从未有任何联系的其内部的直升机生产商。

另外，公司间的收购、兼并和合并引出一系列复杂的关系。比如在洛克希德·马丁和诺斯罗普·格鲁门公司的合并中就遇到一些麻烦，诺斯罗普公司计划对其占 40%、麦道公司占 60% 份额的 F/A-18 项目实施削减成本策略，而削减成本后较低定价的 F/A-18 必将影响与其竞争的、洛克希德公司的 F-16 项目。巨型公司的出现又使其政治影响力加大。调整过程中的不确定性对整个航空航天工业界是不利的，雇员不知道即将为谁工作，是否会被裁员，民用客户也不愿意与所有权不明确的公司签订合同，这就导致这类公司的股东纷纷撤出资金。

到目前为止，洛克希德·马丁和诺斯罗普·格鲁门公司的合并未能成功。虽然美国国内平等关系上的合并宣告结束，但这种调整态势仍将持续，限于大量收购工作的完成，对大公司而言，寻找到满意的收购对象越来越困难，收购资金也将逐步萎缩。

美国国防电子简史

电子工业作为独立的工业部门，是在本世纪 20 年代开始的，但在此之前，一些无线电元件早已陆续问世。美国物理学家和发明家特斯拉研究过早期的无线电遥控和通信问题。他注意到了金属物体反射电磁波的现象。1900 年特斯拉较详细地说明了电磁波发射的作用，实际上这就是现代雷达的基础。美国另一位科学家福斯特，对无线电也很有研究，1902 年用高频发射机首次发射出等幅无线电报，1906 年又进行了最早的无线电广播试验。1914 年，他成功地利用发射出的电磁波碰到物体后反射的回波准确地测出物体的距离，这就是雷达的原理。

1912 年，美国无线电公司成立，它将原属马可尼、贝尔电话、通用电气、西屋电气和阿姆斯特朗等公司的有关电子管和无线电元件的专利集中起来加以利用，促进了电子管和无线电元件工业的发展。1925 ~ 1930 年，生产整套收音机的专业工厂日益增多。一个独立的电子体系在美国初步形成。

电子工业作为一门新兴工业很快受到军事部门的重视。在美国电子工业发展过程中，军界起着举足轻重的作用。美国军事电子工业在整个军事工业

中占有极为重要的地位。它的发展大致经历了以下几个阶段：

1. 第一次世界大战前后

1910-1920 年间，电真空管和其它电子元件，如电容、电阻等在理论、应用和制造方面均得到迅速发展。第一次世界大战中曾经利用无线电通信。与此同时，无线电广播在全美迅速兴起。美国市场销售收音机始于 1920 年。据统计，1922 年共销售收音机 10 万台，电子管 100 万只。1924 年，在芝加哥成立了无线电制造商协会（RMA），即后来的电子工业协会（EIA）。据统计，1923~1926 年，无线电厂商达 750 家之多。

此后，无线电工业出现过剩，1934 年仅有 40 家无线电制造商继续营业。缺乏全国技术标准成为当时最大的问题。无线电制造商协会曾为标准化工作作出过最大贡献。1930 年前后，美国电子科学家斯比奇发明电磁波探测器，即雷达的雏形，斯比奇的技术发明引起美国军方的极大兴趣，美国军方用重金购买了斯比奇的发明。在此基础上，1937 年，美国无线电公司制造了世界上第一部机载雷达。

2. 第二次世界大战

1941 年太平洋战争爆发。由于战争的需要，迫

使美国的无线电工业由民转军，生产军用通信、探测、侦察、干扰、对抗和制导设备。1944年，美国无线电和雷达工业的产值达45亿美元，为1941年的19倍。同时，还出现了声纳、电子测试和测量仪表、飞机控制设备以及大型计算器等先进的电子设备。

战争结束后，战时雇佣的56万名职工被大批裁员。军用电子产品的产值随之急剧下降，1947年下降到17.5亿美元，比1944年下降了60%。

然而，战时开展的研究开发工作，战后便得到了应用，这对军事电子工业向纵深发展作出了重大贡献。1946年美国为军事目的试制出世界上第一台电子计算机。贝尔实验室肖克莱、巴丁、布拉坦三人共同研究的晶体管于1947年12月问世。新一代电子器件的问世把军事电子工业进一步推向前进。

3. 朝鲜战争、越南战争前后

朝鲜战争爆发于50年代初期，在此期间，美国政府大量采购军用电子产品，采购额从1950年的207亿美元增加到1953年的651亿美元，增长了210%。电子工业再次出现生机。1952年电子工业总产值的增长率达到57%。随着战争的结束，订货减少，电子工业的产量急剧下降。1959年，IBM公

司制造出世界上第一台晶体管计算机。同年更先进的集成电路问世，并于 1962 年批量投产。由于军事设备中对集成电路的需求量大从而促进了集成电路制造业的大发展。

60 年代初期，越南战争爆发。由于战争需要，美国的电子工业再次复苏。1965 年电子工业增长率达到 15%。到 1972 年随着战争的结束，电子工业也再度萧条。

4. 里根总统执政前后

1981 年里根总统执政以来，决定“重建美国军事实力”，力图保持和加强对苏联的战略优势。他于 1980 年提出了“再工业化”和“美国复兴计划”，1984 年又进一步提出了美国“第二次工业革命”，大力推行“开拓高边疆”和执行“星球大战”计划。在“星球大战”计划中，32 个研究项目就有 17 个是属于电子领域或与电子技术密切相关，98 个课题中有 51 个与电子技术相关。从 1983 年～2010 年的整个研究计划，总预算达 10000 亿美元，而用于电子方面的费用达到了 6600 亿美元，其中 1984 年～1989 年就有 147 亿美元用于电子技术研究，占整个研究预算的 68%。

美军深刻地意识到电子工业对发展国防的意

义,当时出任国防部副部长的 R M 戴维斯的一篇题为<<电子优势的必要性>>的讲话中就提到:"从直接意义上说,美国的军事优势决定于美国在电子学方面保持不可压倒的技术优势的能力"。美国国防部 1980 年财政计划中认为有 6 项技术能使军队发生革命性的进展,其中 3 项属于电子学领域。美国国防远景规划局确认了 11 项关键技术,其中 9 项属于电子学范畴。

在此期间,电子工业发展迅速,特别是作为电子工业基础的集成电路工业。70 年代初开始出现大规模集成电路(LSI)。到 70 年代末,美国半导体器件年销售额已达 60 多亿美元。在此基础上,美国又着手研究超大规模集成电路(VLSI)技术。美国军界于 1979 年开始实施为期 6 年的"超高速集成电路计划"。目前微处理器(一种高集成度芯片)已风靡全球,被普遍应用于各种武器系统。

微电子学已成为先进的军用系统的关键。在发展集成电路方面,仅 1982 年度美国国防部的投资就超过 2 亿美元,民间企业总共投资约 10 亿美元。在开发计算机方面,政府和民间企业 1982 年度投资 44 亿美元,其中国防部投资 2.5 亿美元。在超高速集成电路计划中,国防部投资 3 亿美元。直接

投资仅仅是一方面，军事部门对电子工业产品的采购所带来的市场的吸引力比直接投资更重要。1981年国防部用于购买电子设备的费用较1980年增长了17%，主要用于战略导弹和空间系统、通信与信息系统及军用飞机。1981年美国各机构花在电子设备上的费用为253亿美元，其中军用部分占233亿，比1980年增长22亿美元。

由于超大规模集成电路、光电器件、超导和其它先进技术的出现，军事电子工业得到了更大的发展。

鉴于应用研究和产品开发上军方起着重大作用，美国国家安全局设立了一个新的超级计算机研究中心，用于研制比当时快10 - 100倍的并行处理机。国防部也拨款20亿美元用于发展军用半导体。1988年国防高级研究计划局把神经网络计算机的研究列为重点研究计划，并着手进行第6代计算机 - 生物计算机的研究。在高清晰度电视技术研究领域，国防部也把它作为近期国防研究的重点项目。

（5）布什总统执政及海湾战争时期

在此期间，由于美国政府预算赤字的不断加大和美苏裁军呼声的影响，美国的国防预算连年下降，用于电子的各项费用也有不同程度的削减。尽

管如此，国防电子预算在美国国防预算中的比重仍在缓缓提高，电子技术的研究、开发、试验和鉴定(RDT&E)费用约占美国国防 RDT&E 的 50%左右。

日本在半导体和半导体设备工业方面已跃居世界霸主地位。而美国半导体工业持续衰落并对日本产生严重依赖。日本由于有引人注目的先进生产技术，其半导体工业已达到了无以匹敌的先进水平。美国的武器系统很大部分要靠日本提供芯片。

海湾战争期间，美国的武器系统几乎出现关键芯片供应危机，足以证明美国半导体工业对日本的极大依靠。具体来说，日本的一些电子技术广泛应用于美国的尖端武器中。在美国的激光制导导弹中，80%使用了日本电气等 200 多家日本公司的产品。战争中首次使用的“爱国者”导弹也装有日本的零件。

在海湾战争的关键时刻，日本元件厂商拒绝为美国国防部提供关键集成电路，美国政府施加外交压力也未能解决。最后是同盟国从欧洲批发商买到了必需的零件。美国芯片供应危机是美国半导体工业日趋衰落的暴露。

尽管如此，美国还是赢得了战争。美国的武器装备大大优于伊拉克的苏式装备，特别是航空母舰

战斗群的使用以及"战斧式"巡航导弹的使用大大提高了战斗力。这说明其武器装备的整体水平仍居世界首位。但在某种程度上说,美国赢得的是信息战、电子战,其中涉及的信息技术有:军事通信卫星、全球定位系统、计算机、军用雷达、隐形技术、精确制导技术、敌我识别系统、军事光电技术、图象通信与图象压码技术等。

方针政策: 方针政策:

本部分着重介绍新形势下军队的主要任务和军事战略)

尽管苏联解体后(即冷战结束后)已没有任何对手能对美国造成重大威胁,但在世界舞台上仍存在许多重大的不稳定因素。区域性强国已更多地使用西方和前苏联的高质量军事设施。美国要对付的是用高新技术武装起来的某些强国。为此,克林顿总统于1993年1月执政后,在其"强大的经济力量是安全保障的核心因素"的思想支配下,提出了一个旨在保持战略威慑,全力对付地区危机和冲突,确保美国经济安全,建立以美国为领导的世界新秩序的战略。

近几年,美国国防部、商务部、美国竞争委员会以及国家半导体咨询委员会就美国高技术竞争

力下降和电子工业衰落问题先后向总统和国会呈文，表达了美国军、工、商各界对国家经济和安全的忧虑和要求。这些呈文都具体比较了美国与日本、欧洲高科技的实力，分析了美国在这些领域面临的威胁和日益下降的趋势，强烈要求美国政府对此给予足够的重视，呼吁并敦促政府尽快制定新的发展战略，并采取有效措施，以保持和重振美国高科技和国防科技优势。

克林顿总统上台后为了振兴美国经济，促进高科技发展，雄心勃勃地制定了一系列新的科技战略和重大举措。他于1993年2月17日向国会两院联席会议宣布了一项<<为促进美国经济增长的技术：加强经济实力的新方针>>和<<美国变革的设想>>两份全面阐述科技政策和一揽子科技计划的文件，确定了美国的科技发展规划纲要。从此，美国进入了一个新时期。

克林顿总统的经济振兴计划的主导思想是，美国已进入一个新时代，当前的首要任务是国内的繁荣，一切内外政策都要服从于提高美国的竞争力。而发展高技术和建立一个“世界级的商业环境”是提高美国经济竞争力的先决条件。

1. 美国新科技战略的特点

首先，政府积极指导并参与技术开发。政府将筹建一个由副总统领导并由高技术工业界总裁、经理及政府高级官员组成的国家信息结构委员会，由戈尔副总统掌握全国科技工作大权，加强政府对科技政策的干预，以促进工业技术的发展。这说明政府对技术领域前所未有的支持。政府的科技政策更多地体现在技术政策上，技术政策与产业政策合二为一，成为产业政策的另一个侧面，其目的在于争取尽快扭转美国竞争力不断下降的趋势，为它在 21 世纪的国际优势地位提供保证。

其次，政府实施重点安排的基本原则。具体体现在如下原则中：1）在科学与技术的关系上突出商用技术。在继续保证作为远期发展之基石的基础研究的同时，制订连续一致的技术政策，促进研究与开发成果的商品化。2）在科学研究上大力加强应用研究，在科研规模上侧重中小项目，已保留的大学科项目规模要缩小，进程要延长。例如美国于 1993 年 5 月宣布放弃战略防御计划（即星球大战计划），并取消超导对撞机的研制。空间战成本由 300 亿美元将至 210 亿美元，空间站的发射时间要比原计划的 1995 年 11 月推迟数年。3）在联邦政府研究开发（R&D）经费分配上逐步调低军事的比例，使

军、民研究与开发经费的比例从 60%比 40%调整到各占 50% ,从而实现研究与开发重点从军用向民用工业关键技术转移。

再次,政府还从实施基础设施计划、职工培训及改革税务和对外贸易政策方面来促进科技发展,并加强商务部所属的国家标准与技术研究院(NIST)对商用技术开发的指导作用,另外还把全国数据超高速公路计划置于优先发展地位。

为了支持克林顿政府科技政策中的这一重大举措,美国国会已通过一项法案,法案规定在今后 5 年内拨款 20 亿美元。

2. 国防科学技术战略和关键技术

(1) 加速高科技的发展和新兴信息技术的推广应用

美国国防部认为,虽然冷战结束后不会有任何国家能对美国构成军事威胁,但是在世界舞台上仍有许多重大的不稳定因素。面对新的国际形势,加速高科技的发展和新兴信息技术的推广应用是经济繁荣和国家安全的关键。

1992 年美国国防部相继公布了"国防部科学和技术战略"和"关键技术计划"两份报告。两份报告表明,国防部新的科学和技术战略的目的是通过有

效地推进电子产品和计算机技术的发展来保持美军的优势地位。其战略核心是利用新兴的信息技术确保美军的武器优势。

这两份报告列出了基础研究；探索性研究与开发；预研开发三类研究。国防部科技战略确定了直至 2000 年间的投资重点，技术的演示具体目标。

国防部的 11 项关键技术包括计算机，传感器，软件，通信设备联网，电子设备，环境效应，材料与工艺，能量存储，推进与能量转换，设计自动化，人和系统接口。

国防部 11 项关键技术说明（1992 年）

技术领域 说明

计算机 通过改进硬件、结构设计、联网方法和计算方法，使高性能计算系统及其软件操作系统以数量级提高计算和通信能力。

软件 便于及时产生、维护和加强提供经济实用和可靠应用程序的工具和技术，包括分布系统软件、数据库软件、人工智能和神经网络。

传感器 有源传感器（具有发射体，如雷达和声纳），无源传感器（热成像器，轻型电视和红外寻找和跟踪系统），联合信号图像处理。

通信设联网 及时、可靠和安全地生成信息并在

世界范围内发布信息，把创办者的联网 共享通信媒体、公共硬件和应用软件应用到国防用户，支持联网服务任务 计划、模拟、演习和实施。

电子设备 高速计算机、数据存储组件、通信系统、先进传感器、信息处理、雷达、 成像系统和自动化控制所需的超小型（毫微尺寸）电子和光电子器件以及 电子组件及光子器件。

环境效应 研究、模型化和模拟自然或人造大气、海洋、地球和宇宙环境效应，包括 武器系统与其工作媒介及人为现象。

材料和工艺 开发改进结构、高温发动机、图象压缩及电子产品用的人造材料（复合材 料、电子材料和纤维光学及灵巧材料），及人造材料应用所需的合成和工 艺。

能量存储 电能或化学能的安全、密集存储，包括军事系统用的能源材料。

推进与能量转换 把已存储的能量有效地转换成有用形式的能量，以作为飞机涡轮发动 机和超声系统的高效燃料。

设计自动化 计算机辅助设计 并行工程 模拟，建模，包括流体动力计算方面，电磁 学，先进结构，结构动力学及其它自动设计方法。

人 - 机系统接口 数据的机器综合和解译及便于操作人员理解的一定表示形式，显示器 在计算设备中模拟的人工智能，模拟和合成环境。

(2) 大力发展军民两用技术

克林顿科技发展战略一项重大转移是军转民，大力发展军民两用技术。在一份题为<<技术--经济增长的动力>>竞选文件中，克林顿明确提出这样的战略思想，他说，"美国不能依靠来自军方的涓涓细流的技术。当今推动高技术进步的动力是民用工业，而不是军用工业。只有通过加强我们的民用技术基础，我们才能解决国家安全和经济竞争力这两个孪生问题。"克林顿明确提出，改变政府优先研究项目的重点，从军事转向民用，以高技术研究和电子基础设施支持美国工业。

克林顿总统正下决心改变过去重军轻民的惯例，采取以下措施：

A 联邦研究经费从军用转向民用

克林顿总统决定增加对光电子、新材料和其它关键技术的资助。目前军用研究与开发经费占联邦政府研究与开发经费的 60%，今后预计军用和民用研究与开发经费各占 50%。这意味着，将把美国国防部每年 760 亿美元的科研预算的 10%，即 76 亿

美元转移到民用研究方面。从此，美国政府和工业界为非国防研究开发提供的研究与开发经费在国民生产总值（GNP）中所占的百分率赶上德国和日本，即由从前的 2.5% 上升到 3.0%。

1993 年 11 月 20 日，克林顿总统宣布了对军转民项目的首次拨款，不仅为国防军事技术的应用开发提供了广阔的市场，也为处于低谷的军工企业增加了就业机会。1993 年 3 月，美国政府提出了一项由国防部牵头的“军转民技术再投资计划”（TRP），该计划的中心是利用军民两用技术的应用开发来促进经济增长。计划提出后，政府设了热线电话接待申请者，到目前为止申请项目已有 2800 项，要求投入资金额达 85 亿美元。

政府又于 1993 年 12 月再宣布一批项目的拨款。专家估计这次军转民拨款数额为 3.33 亿美元。B. 国防实验室转向民用技术开发

克林顿政府责令全国 726 个主要从事军事研究的联邦实验室将现有预算的 10%~20% 用于与工业界合资兴办的民用企业。在 3~5 年内将国防部和能源部的各实验室调整到满足民用需求上来。在克林顿的硅谷之行中，他再次保证要重新分配政府的研究资金，以帮助民用工业利用高技术创新；美国

政府将改变技术研究方向，转移冷战时期主要集中于防御领域的发展目标，把研究与开发的重点从制造军备转向促进具有更广泛基础的、具有商业价值的民用技术。

C. 国防高级研究计划局更名及技术再投资计划

国防部决定把国防高级研究计划局(DARPA)的国防二字去掉，改称“高级研究计划局”(ARPA)，ARPA仍归国防部领导，其目的是使它能在民用技术开发上发挥积极作用。其工作重点放在新兴的工业领域，如工业机器人、高速计算机和环境技术，以促进工业创新，鼓励节约能源，并用减税和联邦政府采购等办法加强废物回收。高级研究计划局将重点实施先进技术计划(ATP)和技术再投资计划(TRP)。

*关于技术再投资计划(TRP)

为了促进军转民工作，克林顿总统决定国防部牵头实施技术再投资计划。1993年9月末，高级研究计划局决定提供4.72亿美元，以促进该计划开始启动，这笔经费将促进新兴技术领域研究与开发，如三维硅技术、非易失性存储器和符合环境要求的PC机制造计划。

白宫和高级研究计划局掌握着TRP计划的细节

并监督计划实施。许多从事热门技术的公司、联邦实验室及工艺联合体提出了实现该计划的建议，提交建议的主要公司集体有：

I 由 IRVINE 传感器公司 (ISC) 组成的三维硅技术联盟。它要求加快实现由 ARPA 资助开发的半导体芯片叠层技术商品化。参加该联盟的成员包括：IBM 公司、CAL TECH 的喷气发动机实验室、微半导体公司、TANNER 研究公司、罗盘设计自动化公司、加州大学以及加州。

I 由 CONTROLEX 公司和 GORCA 系统公司共同组建了加利福尼亚集团。它计划联合开发商用和军用的大规模 (1000MB) 固体非易失性存储器。它要求 ARPA 提供 150 万美元经费。

加该集团的包括陆军研究实验室、海军空战中心、空军飞利浦实验室、弹道防御组织及休斯技术中心。

I 微电子计算机技术公司 (MMC) 以及由 12 家公司、几所大学、三个国立实验室和 5 个电子产品贸易联合会组成一个联盟。它要求 ARPA 为其一年计划提供 2000 万美元，旨在开发符合环境意识的电子产品制造基础结构。其目的是确保美国电子工业在生产与环境和谐相处的电子产品领域拥有世

界竞争力。

军转民计划也吸收了许多军事承包商参加，例如联合技术公司、美国电话电报公司、波音公司、IBM公司和洛克希德·马丁公司已参加了 TRP 计划中的 30 个项目。

美国国防部也明确提出要把国防技术投资面向军事应用，但多数技术必须能在商业上应用。这种战略为军工生产厂商指明了今后发展的方向。目前国防部正在减少武器采购，但仍需保持一个对突发性军事事件作出快速反应的适用的国防工业基础。

国防部新的高技术采购政策是努力向商用技术和产品转移。军事战略技术委员会将大力支持军事研究开发向商用技术转移，并由国家研究委员会具体组织实施。商用技术之所以重要，是因为未来部队用的设备大部分是由商用零件构成，并利用商用设备设计和生产的。在危机时期将调动基础工业，要求部队学会充分利用商业生产能力。

为了指导资源向有利的方向发展，国防部加强对具有国家规模的军工企业实施管理。国防部要求军工企业促进民用研究开发，并倡导军事专家转向最新的民用技术，全方位推进军用技术向民用技术转移。要求军工企业在军事经费紧缩和裁员的"最

困难的过渡时期”，选择适应 90 年代的生存战略。在加强军用产品生产的同时，采取多种经营策略，利用军事领域开发的技术优势夺取新的商业市场，使军工企业成为美军电子技术装备的坚实后盾和具有商业竞争力的新兴电子产品供应商。

(3) 控制国防关键技术出口

在技术转让浪潮日益高涨的时刻，出口控制倡议得到了美国国会和政府的认可和支持。出口控制倡议的目的是总统控制国防关键技术；同时允许美国工业界利用军用技术，因为军用技术正在从军用市场转向民用市场。

技术转让趋势和出口控制倡议也反映出来自政府和工业界的压力，它们要求为高技术工业提供尽可能多的便利，以便把技术业务转变为商业业务并保持美国技术的优势。

国防部国防分析研究院于 1992 年拟定了国防关键技术清单（MCTL），后经国防采购副部长办公室修改，于 1993 年 6 月公布了作为出口控制准则的国防关键技术清单。这是美国军转民战略转移过程中新的里程碑。通信和电子技术在国防清单中占有突出地位。

尽管苏联解体，但美国政府认为仍有必要控制

关键技术外流，因为这些技术有可能被敌对势力用于军事应用。国防部制订新国防关键技术清单的目的是，保护关键技术和产品，同时取消对非关键技术和产品的限制。该清单作为出口控制的准则，包括 15 项关键技术，其中涉及电子信息技术方面的有 6 项：

（1）电子技术

在这类技术中的重点是集成电路、微波/毫米波器件；声波器件；超导电子器件；通用电子设备，如记录器和频率合成器；通用测试设备。这些设备的重要军事应用包括反弹道导弹防御监视和武器系统；反潜战监视系统和实时传感器处理和先进电子战系统。

（2）计算机技术

已选出计算机领域受限制的技术清单包括高性能计算、动态训练和模拟、信号处理、图像处理、语言处理系统、磁盘存储器、可擦光存储器、图形处理器和可视耦合系统等应用中的关键系统、设备、组件和元件。

（3）电信技术

国防关键技术清单对电磁传输信息用的各种通信设备出口加以限制，例如卫星用的设备、数字蜂

窝无线电系统、同步数字分级结构和同步光学网络技术、技术协议规定的激光技术以及利用可展开天线和星上信号处理的通信卫星。

通信网络管理和控制以及 C3 I 系统的出口也受限制，集中网络控制技术、综合 C3 I 系统设备、C3 I 系统用的专用组件、分组件、元件、模块和集成电路元件都在限制之列。

（4）传感器和电子战系统

重要的空军、海军、航天平台和地面声学系统，关键性传感器、摄像机、电子战系统、磁强计、磁性倾斜计、重力仪、重力倾斜计以及雷达技术都在关键技术清单之列。

（5）导航、制导和飞行器控制

惯性导航系统和有关元件；无线电导航；测向和地图制导；重要的军用飞行器和飞行控制技术均被列入控制清单。

（6）材料

被列入控制清单中的材料包括金属、合金、陶瓷、复合材料、聚合材料、合成液体、液态和固态润滑剂、电磁辐射吸收器材料、磁性金属以及超导体。

（7）工业生产

工业过程、系统和工厂自动化，衬底设备涂敷和表面修整，微机械装置等属于国防关键技术清单之列。

（8）船用系统

船用系统方面的关键技术包括能减少声特性、雷达、尾迹、磁的目视特性的技术。

其它项分别为：推进系统和车载系统技术；激光器、光学器件和电源系统；定向能和功能系统：军需设备和高能材料；化学和生物系统；抗破坏能力和防护设施；核有关技术。

规模布局：规模和布局：

经过几十年的发展，美国电子工业已初步形成一个产品丰富、基础雄厚、技术先进的主导工业，在美国经济和国防中占有重要地位。正如 80 年代初任国防部副部长的 R M 戴维斯所说的："很明显电子技术是国防部和工业界合作的产物"。据报道，美国电子工业的销售值在本国的诸工业中已跃居第一位。1986 年西方世界电子工业总产值为 4466.24 亿美元，其中美国为 2132.81 亿美元，约占西方世界电子工业总产值的 47.8%。1996 年美国电子工业总产值为 4074.64 亿美元，比 1995 年增长了 17%（世界范围的增长率约为 7.50%，比 10

年前的 1986 年增长了 91% 几乎翻一番。

美国电子工业和国防电子工业居世界首位，据 1987 年 1 月统计，全国共有电子工业企业 18832 家。其中计算机公司 4109 家，工业控制设备公司 1258 家，收音机与电视机公司 658 家，电信公司 847 家，无线电与通信设备公司 4039 家，电子管公司 196 家，半导体公司 2104 家，电子元件公司 5621 家。在这些电子企业中，国防电子产品的年销售额在 1000 万美元以上的有 100 多家。其中，国防电子产品收入占总收入 90% 以上的公司有 19 家。

美国的电子工业厂家几乎遍布全国各地，其中以加利福尼亚、纽约、伊利诺斯、新泽西、宾夕法尼亚、马萨诸塞、印第安纳等 7 个州比较集中。电子工业比较集中的大城市有芝加哥、洛杉矶、纽约、费城、纽瓦克、巴尔的摩、印第安纳波利斯等。此外，有两个集中地引人注目：东海岸的波士顿（麻省理工学院所在地）和西海岸旧金山的萨尼维尔地区（斯坦福大学和硅谷所在地），前者以国防电子产品为主，后者则以集成电路著称，即闻名遐尔的硅谷。

1986 年美国电子工业从业人数为 177.63 万人。1982 ~ 1986 年电子工业的职工人数增长了 10.9%

1997 年从业人数为 183.55 万人，1994 年 ~ 1997 年的 4 年间电子工业从业人数增长了 7.5%。由于目前还没有有关国防电子工业从业人数的单独统计资料，所以只能借仅有的国防通信产品的从业情况窥视整个行业的端倪。国防通信产品从业人数的总体发展趋势是逐年递减，尤其是生产一线的产业工人。这主要是由于近年来国防采购经费日益减少、国防工业不断萎缩迫使军工企业不断裁员的原因。

80 年代中期美国电子工业产值在 2000 亿美元左右，其中国防电子产品的销售额约占产值的 27%。美国政府是本国电子产品的最大买主，所购电子产品绝大部分用于军事。因此，对电子工业来说，政府开支和军事预算的消减就意味着与政府部门的贸易减少。如 1988 年的国防电子设备预算为 455 亿美元，比前一年下降 5.6%。90 年代中期的电子工业产值约为 4000 亿美元，1993 年到 1997 年间，国防通信产品产值的复合年增长率为 -2.58%。其产值在 94 年有较大下降后便逐年缓慢增长，到 1997 年已接近 94 年的水平。

结构体制：结构和体制：

美国国防电子工业主要包括军工生产和军事科

研两部分，生产部门是各国防电子企业；科研部门则有政府部门（主要是国防部、能源部和国家宇航局）的研究单位、有关大学、企业的研究所和独立研究机构。它们构成了美国国防电子工业的基础。

（一）国防电子工业的构成

1. 国防电子企业

美国国防电子企业有国营、国有私营和私营三类。其中绝大部分是私营企业，这类企业基本上军品和民品兼营，纯粹的国防电子企业屈指可数。据 1986 年的资料统计，在美国最大的 100 家军用电子企业中，只有 10 多家是纯军工企业；还有 8 家企业的军用电子产品的营业额占其总营业额的 90% 以上，这些企业大部分是中小电子企业；大型电子企业或大型国防工业企业都是部分经营军用电子产品的。

根据 1998 年的资料统计，在 1997 年度世界国防工业公司前 100 家中，美国有 48 家军工企业，其中从事国防电子产品研制与生产的有 28 家，占美国的 58%；若再加上从事军事通信产品生产和计算机服务的 5 家公司，共计 33 家，占 68%。国防电子公司的数量如此之多，说明国防电子工业仍保持着一定的生命力。国防部在整个国防采购、科研

经费下降的情况下,依然确保国防电子技术经费的增长,因为先进的电子工业对国家经济繁荣是至关重要的,电子工业是一个国家的支柱产业。电子市场将不断改善、提高和翻新。

1997 年美国 33 家国防电子公司一览表(单位:百万美元)

| 名次 | 国防百家 | 公司名称 | 国防产品营业额 | 总营业额 | 净利润 | 国防营业额所占 | 中的名次 | 比重 |
|----|------|------|---------|------|-----|---------|------|----|
|----|------|------|---------|------|-----|---------|------|----|

| | | | | | | | | |
|---|---|-----------|-------|-------|------|-------|--|--|
| 1 | 1 | 洛克希德-马丁公司 | 18500 | 28000 | 1000 | 66.1% | | |
|---|---|-----------|-------|-------|------|-------|--|--|

| | | | | | | | | |
|---|---|------|-------|-------|-----|-------|--|--|
| 2 | 2 | 波音公司 | 13775 | 45800 | 178 | 30.1% | | |
|---|---|------|-------|-------|-----|-------|--|--|

| | | | | | | | | |
|---|---|------------|------|------|-----|-------|--|--|
| 3 | 4 | 诺思罗普-格鲁曼公司 | 8200 | 9200 | 407 | 89.1% | | |
|---|---|------------|------|------|-----|-------|--|--|

| | | | | | | | | |
|---|---|------|------|-------|-----|-------|--|--|
| 4 | 5 | 雷声公司 | 6270 | 13700 | 527 | 45.8% | | |
|---|---|------|------|-------|-----|-------|--|--|

| | | | | | | | | |
|---|---|-------|------|-------|-----|-------|--|--|
| 5 | 8 | TRW公司 | 3800 | 10800 | 499 | 35.2% | | |
|---|---|-------|------|-------|-----|-------|--|--|

| | | | | | | | | |
|---|---|--------|------|------|-----|-------|--|--|
| 6 | 9 | 通用动力公司 | 3650 | 4062 | 316 | 89.9% | | |
|---|---|--------|------|------|-----|-------|--|--|

| | | | | | | | | |
|---|----|--------|------|-------|------|-------|--|--|
| 7 | 10 | 联合技术公司 | 3311 | 24713 | 1027 | 13.4% | | |
|---|----|--------|------|-------|------|-------|--|--|

| | | | | | | | | |
|---|----|--------|------|------|-----|-------|--|--|
| 8 | 11 | 利顿工业公司 | 2923 | 4176 | 162 | 70.0% | | |
|---|----|--------|------|------|-----|-------|--|--|

| | | | | | | | | |
|---|----|--------|------|-------|------|-------|--|--|
| 9 | 17 | 联合信号公司 | 2082 | 14500 | 1170 | 14.4% | | |
|---|----|--------|------|-------|------|-------|--|--|

| | | | | | | | | |
|----|----|--------|------|------|----|------|--|--|
| 10 | 24 | 联合防御公司 | 1200 | 1200 | -- | 100% | | |
|----|----|--------|------|------|----|------|--|--|

| | | | | | | | | |
|----|----|----------|------|------|------|-------|--|--|
| 11 | 25 | 科学应用国际公司 | 1148 | 3089 | 84.8 | 37.2% | | |
|----|----|----------|------|------|------|-------|--|--|

- 12 28 计算机科学公司 1100 6600 260.4 16.7%
- 13 29 ITT 工业公司 1095.7 8777.1 108.1
12.5%
- 14 32 泰克公司 1000 10544 558 9.5%
- 15 34 GTE 公司 890 23260 2794 3.8%
- 16 38 哈里斯公司 759 3800 207.5 20.0%
- 17 39 联盟技术系统公司 688 1100 68.2 62.5%
- 18 43 L-3 通信公司 550 704 16.3 78.1%
- 19 53 朗讯科技公司 450 26400 541 1.7%
- 20 57 布兹-艾伦汉密尔顿公司 420 1400 --
30.0%
- 21 65 DynCorp? 360.1 1015 7.4 35.5%
- 22 66 电子数据系统公司? 358.8 15236 731
2.4%
- 23 67 爱尔比特系统公司 353.7 372.3 22.2
95.0%
- 24 70 罗克韦尔国际公司 339 7762 644 4.4%
- 25 70 Allegheny Tedynne 公司 333 3700 297.6
9.0%
- 26 73 Primex 技术公司 322.6 490.8 10.6
65.7%
- 27 75 摩托罗拉公司 310.8 29794 1180 1%

28 77 EG&G公司 295 1460.8 33.7 20.2%

29 86 维里戴恩公司? 257.0 271.4 9.8 94.7%

30 87 尼科尔研究公司? 252.0 380 0.5 66.3%

31 94 尤尼塞斯公司? 211.8 6636 (854.0)

3.2%

32 95 硅图形公司 200.0 3700 79 5.4%

33 98 埃斯科电子公司 191.0 378.5 11.8
50.5%

34 100 霍尼韦尔公司 181.0 8030 471 2.3%

另外, 美刊<<电子商务>>也统计出了 1997 年美国国防电子企业前 15 家, 这 15 家的军用电子产品年销售额都在 3 亿美元以上。这与 1986 年时的情况相比大相径庭, 1986 年美国前 25 家国防电子公司, 其国防电子产品的年销售额都在 10 亿美元以上, 可见这个行业在最近 10 年内正在不断萎缩。国防电子工业相对集中在三个行业。这些大公司中有些是专业性很强的电子工业公司, 比如以生产工业电子产品为主的霍尼韦尔公司, 以生产工业电子产品和半导体产品为主的罗克韦尔公司和以生产无线通信、半导体和电子元件产品为主的摩托罗拉公司。它们分别是航空电子产品、军事仪器和军用通信产品的主要供应商。但大部分公司则属于综合

性的国防工业公司。比如生产各类国防产品（涉及飞机、导弹、空间系统、国防电子产品、计算机服务、通信等领域）的洛克希德-马丁公司，生产飞机、国防电子产品和通信产品的诺思罗普-格鲁曼公司。还有很少的一些公司属于以生产国防电子产品为主的公司，如雷声公司，这类产品在其总收入中几乎占一半，还有利顿工业公司（军舰、维护和改进只占收入的很小一部分），然而最典型的要算TRACOR公司，其国防电子产品占总收入的95%。

表03 1997年美国政府,国防和航空电子设备公司

(百万美元)

名次 公司 政府/国防电子营业额(A) 总营业额(B) A/B (%)

- 1 洛克希德-马丁公司 7069.0 28069 25.2%
- 2 雷声公司 6555.2 13673 47.9%
- 3 TRW公司 4157.3 10831 38.4%
- 4 诺斯罗普-格鲁曼公司 4098.4 9153 44.8%
- 5 利顿工业公司 2812.5 4179.1 67.3%
- 6 联合信号公司 2108.5 14472 14.6%
- 7 波音公司 2061 45800 4.5%
- 8 霍尼韦尔公司 2006.9 8027.5 25%

- 9 罗克韦尔公司 1740.9 7913 22%
- 10 摩托罗拉公司 1489.7 29794 5%
- 11 TRACOR 公司 1202.4 1265.7 95%
- 12 ITT 工业公司 1117.6 8777.1 12.7%
- 13 HARRIS 公司 511.8 3937 13%
- 14 联合技术公司 371.3 24713 1.5%
- 15 MAGNETEK 公司 25.1 1190.4 2.1%

2. 国防电子科研机构

美国国防电子科研主要由大学、企业的研究所、独立研究机构以及三军的有关研究所承担。大学是国防部进行军事研究的重要基地之一，大部分的基础研究都在大学进行。许多大学都为美国国防电子科研事业作出了贡献。

美国的大公司基本上都有一个甚至几个研究所，如 IBM 在全世界就有 48 个实验室。这类研究单位主要进行产品开发，是美国军用电子产品研制的强大基地。

三军的研究单位主要进行与本军种有关的电子研究，如陆军的通信电子部，主要负责有关电子战、夜视、作战监视、目标截获、电子情报、敌我识别、自动数据处理、气象和电子辐射探测设备的研究。陆军还有通信研究发展局、航空电子研究与发展司

令部。海军则有电子系统司令部、海军航空系统司令部、海军电子实验中心、海军电信系统设计办公室等。空军有电子系统部、莱特航空电子实验室和其它一些电子研究部门。

(二) 国防电子工业结构特点 (含军民结合、多样化经营情况)

据美国电子工业协会于 1994 年 (EIA) 预测, 从 1995 年到 2004 年, 国防部用于国防电子采购费的经费呈逐年增长的态势, 研究开发经费保持稳定。未来 10 年美国国防电子的经费将维持在 1995 年的水平上, 约 370 亿美元。到 2004 年, 作战、维护、研究与开发的预算略有减少, 但国防电子采购费的增长会对此有所补偿。从 1994 年到 2004 年, 通信、航空电子设备、航天电子设备、舰艇电子设备的采购费将分别从 38 亿美元增加到 46 亿美元, 从 60 亿美元增加到 80 亿美元, 保持在 18 亿美元左右, 从 12 亿美元增加到 20 亿美元。上述四种主要国防电子产品的研究开发、测试评估(RDT&E) 经费分别维持在 70 亿美元、90 亿美元、32 亿美元以及从 20 亿美元增加到 25 亿美元。

据美国电子工业协会于 1998 年 (EIA) 预测, 国防部预算中的电子含量 (包括电子采购费和电子

科研费)将在未来 10 年内不断增长。目前,国防预算中的 22%用于电子产品;预计到 2008 年,24%的经费将用于电子产品。

EI A 的这份 10 年国防预测中说,尽管国防总开支在未来 10 年将有所减少,但军事电子经费将有所增长。预测表明,国防总经费将从冷战后的 2610 亿美元降至 2008 年的 2530 亿美元。若计入通货膨胀因素 2008 年的国防开支将达到 3100 亿美元(以 1999 年为定值美元计算)。

在此期间,电子含量将从 1998 年的 576 亿美元上升到 2008 年的 617 亿美元(以 1999 年为定值美元),复合年增长率将达 0.8%。

据雷声系统公司的项目经理兼 EI A 负责国防电子预测的主要分析家 Richard Wel and 说,电子操作与维护(O&M)经费和采购经费中的增长将大大抵消电子研究、开发、测试和评估(RDT&E)经费的微弱减少。电子 O&M 经费在未来 10 年内将从 191 亿美元增长到 211 亿美元。1999 至 2008 年,国防部用于电子采购的经费将从 198 亿美元增加到 220 亿美元。电子 RDT&E 经费将从 187 亿美元降至 185 亿美元。

这种情况与 80 年代冷战时期庞大的国防经费

开支相比尽管有很大的差距，但现有武器系统的现代化和数字化进程将推动国防电子经费的增长。具体说来就是电子工业在美国陆军的数字化计划、“美国国防 LP M2A3 布莱德里战车”以及通用动力公司的“M1A2 阿布拉姆主战坦克”中存在着机遇。其它机遇还存在于“未来侦察系统”和“十字军骑士火炮系统”。美国空军有望成为电子工业的大宗客户，这是因为空军最高将领放弃了运输机采购计划，转而采购 F - 22 战斗机。但是美国海军不如其它军种那样对电子产品有着强烈的需求。作为未来 10 年美国海军主要平台的航空母舰需要在核动力系统和金属船体的投资要大于舰载电子系统。

在总体平衡预算中起作用的一个因素是商业货架（COTS）技术，许多新平台及其升级计划都采用了这种技术。COTS 技术可以降低开支，因而使某些计划的成本可以为军方所接受。武器系统复杂程度的增加导致了电子含量的增加。国家和战区导弹防御等计划不仅需要高性能计算机和地面雷达，同时也需要尖端的导弹，从而使电子含量得到相应的提高。

在 O&M 方面，目前的趋势是：为了提高武器的可靠性和可保养性，军方将需要更多的电子测试设

备。电子模拟和训练支出的增加也将大大推动 COTS 技术的发展。

对武器平台的分析中表明,未来 10 年飞机的电子含量将比以往任何时候都高。飞机电子含量将从目前的 30% 提高到 2008 年的 40%。军舰和地面车辆的电子含量将继续保持着创历史记录 的 25%。导弹(尤其是智能弹药)的电子含量将从 50% 增加到 60%。有史以来电子含量最高的武器系统是宇宙飞船(80%)和"黑"计划或特别行动计划(70%)。它们的电子含量在未来 10 年将继续保持稳定。

尽管武器中的电子含量呈增长态势,但国防采购与科研的总经费与 80 年代的冷战时期相比已大幅度下降,这就给美国庞大的国防电子工业基础笼罩了一层阴影,从而使国防电子工业掀起了猛烈的购并浪潮。有些公司,甚至是世界驰名的大公司由于从国防部获得的订单急剧减少,被迫将国防电子业务部门卖掉。如西屋电气公司于 1996 年将其驰名的国防电子系统部卖给诺思罗普-格鲁曼公司,通用汽车公司于 1997 年将其拥有的休斯电子公司买给了雷声公司,英国通用电气公司已于 1998 年收购了国防电子专业公司 TRW。美国政府对此深感不安,因为过度的合并将造成军工市场上主承包商

数量的急剧减少，从而将大大抑制市场竞争。洛克希德-马丁公司 1998 年欲与诺思罗普-格鲁曼公司合并，后来由于美国反垄断机构的极力阻挠才未实现。

另外，国防电子最普遍的趋势是采用商品现成设备以及开放式系统的工业标准。美国国会和国防部近年来大力支持两用技术项目，因而用于两用技术的经费逐年攀升。其中引人注目的是由国防高级研究计划局主管的技术再投资计划（TRP），此项计划对推进国防工业公司军转民有重大意义。随着国防部经费削减和部队兵力裁减，政府已难以维持多达 31000 多种军用规格和标准的产品。而国防部于 1994 年宣布的“采购改革计划”仅电子分系统一项当年就为联邦政府节省 7 亿美元开支。用商用标准取代军用规格和标准，完全符合美国政府推行的两用技术科技战略，以及依靠商业市场支持和加强国家工业基础的方针。

美国工业界对政府的这一方针表示欢迎。国防电子企业拥有很强的技术优势，完全有能力生产民用电子产品，而且发展两用技术可以节省大量的研究开发经费以及其他经营成本。如洛克希德-马丁公司和雷声公司已经把先进的军用技术用于民用

航空交通管制系统，并且占有了一定的市场。而且最新的发展趋势是美国大型国防电子公司正进军电信产品这一可带来高利润的民品市场，以弥补由美国政府（当然也有外国政府）对军品采购量减少而造成的损失。有理由认为，发展两用技术在某种程度上为传统的国防电子公司开辟了广阔的发展空间。

综上所述，在新的形势下美国国防电子工业喜忧参半，对于保留在这一行业的每个公司来说，机遇与挑战同在。如何把握机遇，迎接挑战，是每一个公司面临的重大课题。总而言之，这是一个高度竞争的工业，而一些公司的淘汰出局也在所难免，这也许正是美国国防电子工业稳居世界王座而付出的沉重代价吧。

能力水平：能力和水平：

1. 军事通信系统

美国军事通信系统居世界领先地位。美军现今的通信系统依其作用、地位、功能及服务对象的不同，大抵分为两类：即战略通信和战术通信。而按战争规模、范围来看，往往可分为世界性大战和中小规模的局部战争，因此，也就产生了全球性通信及区域通信。

战略通信指处于国家级、用于战略指挥控制的通信，即为国家最高统帅部、各军兵种和战区指挥通信系统提供的长途固定通信系统。战术通信，也称战场通信或野战通信，指处于战术指挥的通信，即为军师以下指挥系统提供的近程机动通信系统。

区域通信一般指战区范围内的较高层次的战役级通信，旨在保障设施战区战役指挥，区域通信网是在战区内建立连接战区内军以上各级指挥所枢纽的固定通信网(或战略通信网)与野战通信网(战术通信网)相结合以及与各军兵种专用通信网相互联的综合通信网。

美军的战略通信网系统由国防通信系统(DCS)和最低限度应急通信网(MEECN)组成。如下表所示：42us06.gif

美国战略通信网

国防通信系统 最低限度应急通信网

自动电话网 国家机载指挥所

自动密话网 核攻击后指挥控制系统和全球机载指挥所

自动数据网 空军卫星通信系统

国防卫星通信系统 紧急火箭通信系统

"塔卡木"战略对潜通信系统

抗毁低频通信系统

地波应急通信网

其中 DCS 是基本战略通信网，它历经发展已演变到 DCS - III。而 MEECN 则是专供美国当局在核战环境下与全球核部队的通信与指挥。

2. 指挥控制系统

美军长期以来一直由于享有最好的通信硬件而在各种战术和战略中获益。在海湾战争之前，美国的 C4I 系统是相互独立的，互通、互联和互操作性很差，即所谓的烟囱式系统。战争中的一些教训使美国在战后决心采用开发式系统，利用商用技术和产品并充分利用通信技术的巨大进步（比如 B-ISDN、ATM）等，从分离的烟囱式系统向综合系统转变，放弃了孤立的开发方针，提出了建立更广泛的一体化、综合性、多媒体 C4I 系统的新概念，即 DI I。DI I 于 1992 年 12 月首次提出，是对国防部范围内的各个独立的信息管理进行综合，从而革新国防范围内的信息交换；为完成国防部的使命加强有效应用计算机、通信以及信息能力；有效减轻作战参谋人员在信息技术方面的负担；使作战参谋人员能以最低限度的通信和计算机技术知识在全世界访问、共享和交换信息。DI I 向国防部用户和作战

人员提供无缝、安全的信息系统。其中，国防信息系统网（DISN）是DII的通信基础设施，提供信息传输平台和网络增值业务，满足各军种的要求，这样就能对国家安全和国防需求作出反应，同时还能对其用户保持透明度，因此它是国防部最主要的全球通信网和信息传输网。

3. 情报侦察系统

美国现代的情报侦察装备是自50年代与前苏联对抗的冷战时期发展起来的，历经几次局部战争的考验及其以后的改进，再加上其雄厚的军费（近几年平均为2500亿美元）的支持，其技术水平和战争能力从总体上来说，在世界上应该说是遥遥领先的。美军的侦察装备从平台上来说，包括了航天侦察、航空侦察和地面侦察；从传感器来说，包括了雷达、红外、光学、磁、声等；从侦察领域来说，包括了目标情报侦察（亦称“部侦”）和信号情报侦察（亦称“技侦”）。在美国，承担情报侦察的部门，除了海陆空三军外，还有国防情报局等部门。美国情报界每年的耗费为270亿美元。

美国中央情报局在印度1998年5月的核试验后认为，外国政府由于熟知美国情报侦察的方法和能力，所以隐蔽自己活动的能力变得越来越强。为此，

美国国会在 1999 财年中的预算中，准备增加情报侦察方面的费用，开发新的技术，以解决印度所采用的欺骗技术，同时还包括使美军信号情报侦察能力的现代化等。

美军的航天侦察设备为军用侦察卫星（包括雷达成象卫星、光学成象卫星、信号情报侦察卫星和海洋监视卫星）；航空侦察设备为"U-2"侦察飞机，E-8 侦察飞机，ARL 侦察飞机，ACS 侦察飞机，无人侦察飞机，信号情报侦察飞机；地面侦察设备为 M13 装甲侦察车，LRAS3 侦察车，FSCS/"跟踪者"侦察车和无人侦察车。

4. 雷达系统

90 年代美国政府不断削减国防经费，国防工业市场也出现了重新调整。一些企业通过一定形式的购买企业和兼并企业，来扩大和从事多项专业领域产品的生产。地面雷达厂商正插手海上雷达系统的研制和生产；军工生产厂商却着眼于发展空中交通管制系统；各雷达公司都在根据自身的设计和生产能力开拓民用市场。一些雷达厂家正努力在地面和机载雷达、以及电子战设备、非射频传感器和处理硬件设备方面，发展其专业化生产能力。总之，它们都在将其研究和生产能力转向商业领域，以获取

利润。

目前，美国雷达最为突出的技术优势表现在：远距离探测和分析空中目标运动，并将此信息转换为详细的气象分析所必须的高度专业化雷达技术和处理算法。其代表产品是现在正在装备的 NEXRAD 和 TDWR 多普勒气象雷达。另外一个技术优势是利用机载雷达所发展的处理技术，将地面雷达和海上雷达两个领域相互融汇。这也是美国所独有的一项技术。此外，美国还把地面雷达技术有限地转移到机载雷达上。西屋电气公司在其新系列模块化机载雷达增加风切变能力便是一例。

结构能力调整：结构、能力与调整

1. 国防电子工业走企业兼并之路

(1) 国防电子工业结构调整的历程

冷战结束后，美国军工企业处于国防工业规模收缩的困境中，连续 7 年来，国防工业一直在设法解决新形势下面临的一系列问题。国防工业采取的一项重大调整是，几乎所有大的国防电子企业走向合并，以便积极推进它们的业务发展。

促使美国国防电子企业联合、购并的直接原因是美国政府的国防采购经费急剧下降。1991 年，美国国防采购经费为 820 亿美元，1996 年其采购经费

还不到 820 亿美元的 40%。

1994 年 8 月，洛克希德公司和马丁·马丽埃塔公司达成合并协议，建立一家资产高达 230 亿美元的称作洛克希德·马丁的新公司。两家公司的合并工作于 1995 年一季度全部完成。这起合并是美国军工企业绝无仅有的先例，是美国历史上规模最大的军工企业联手。这是它们寻求继续发展和繁荣兴旺采取的重要步骤，为其它军工企业在新形势下寻求生存和发展树立了榜样，推动了军工企业合并的高潮。

1995 年底，诺斯罗普 - 格鲁曼公司以 36 亿美元购买了西屋电气公司的国防电子业务部门。这是西屋公司继向 KNOLL 集团转让 12 亿美元国防电子业务后的又一重大步骤。西屋公司的国防电子业务部在美国国防电子企业前 10 名之列，是美军极为重要的合同承包商，业务涉及监视和火控雷达、指挥和控制系统、电子战系统、光电传感器和各种用于空间、水下和海上的系统和元器件。1992 年至 1995 年，西屋公司处于调整业务范围、重点发展广播业务的剧变时期。1995 年，该公司由于购买哥伦比亚广播系统（CBS），欠债 54 亿美元。转让实现后，该公司的广播业务产值占总销售额的 45%。

1996 年初，洛克希德·马丁公司又以 91 亿美元购买了洛拉尔公司的国防电子业务部门，从而建立了年营业额达 300 亿美元，雇员达 203000 人的国防工业老大。两公司合并后，洛克希德·马丁成为世界上最大的军工企业，并加强了该公司对其竞争对手波音及麦道公司的竞争威胁。而且，洛克希德·马丁公司的这一购并行动也对欧洲较大的国防公司，如英国航天、法国的航空和宇航及戴姆勒·奔驰航天公司产生很大的威胁。至今，欧洲的这几家国防企业尚未采取合并措施。

出售国防电子业务部之后的洛拉尔公司将成为一家新的空间公司，主要从事卫星通信事业。洛拉尔与洛克希德·马丁两公司起到了优势互补的作用。洛拉尔公司的国防电子业务并入马丁后不仅增强了后者的实力，而且也使马丁有充分能力实现生产能力及研究开发经费的合理化。洛克希德·马丁在生产 F-16 和下一代 F-22 战斗机、导弹和宇宙飞行器以及复杂电子设备方面具有极强的优势。而洛拉尔则生产各种各样的国防电子产品（占其总销售额的 6% 以上）。因此，洛拉尔公司的业务可以补充加强马丁的业务范围。例如，这两家公司都参加了美国战略防御计划。马丁负责开发战区高空防御导

弹，洛拉尔负责研制用于防御短程导弹的下一代爱国者导弹。两家公司也积极从事军用指挥、控制和通信设备的生产，马丁生产三叉戟计划中核潜艇用的导弹，洛拉尔则生产该计划中的各种电子设备。它们也同时向英国出口军品。洛拉尔生产 MERLIN 反潜战直升飞机用的电子设备，马丁公司的先进的 WESTLAND 雷达将装备英军新式反坦克直升飞机。

（2）国防电子企业合并的模式：

在美国国防企业进行联合的过程中，洛拉尔和洛克希德·马丁的协议标志者进入一个新的重要阶段。至今，国防企业合并采取两种：第一种，综合性公司出售国防业务部门，象西屋、德州仪器、通用电气、通用汽车（休斯电子公司的母公司）等公司不再承担国防业务，把它们的国防业务部门卖给专业国防公司，这是因为有限的国防业务已不能给公司带来利润、甚至导致亏损；第二种，企业规模大致相等的军工企业合并，例如诺斯若普与格鲁曼公司的合并以及洛克希德与马丁公司的合并，这是因为国防部数量日益减少的采购合同已不能同时养活多个国防企业。

2. 国防电子企业采取节约成本与加大研究开发支出并重的策略

国防工业公司走上了集团化、集约化经营的道路。虽然国防公司的总收入自 1991 年以来急剧下降,但是由于公司成本的降低其利润却增长了。如飞机制造商麦道公司 1991 年的销售额下降了约 23%, 然而其利润几乎增长了一倍。此外, 美国 7 家主要国防承包商 1992 年的净利润增长 3.1% 到 1995 年它们的利润率上升到 5.4%

(1) 节约成本是主要举措

这些军工企业利润增长的直接原因是大量裁减雇员和关闭工厂。诺斯洛普公司与格鲁曼公司合并后, 从它们的 53000 雇员中裁减掉 14000 人, 减员约 25%。同样, 洛克希德·马丁公司从其 17 万员工中裁掉 12000 人, 并关闭了 12 个工厂。洛拉尔公司的国防电子业务部与马丁合并后也出现了裁员。雷声公司从 1990 年到 1994 年间, 业已减员 10000 人, 并且将其 4 家工厂只留下一家继续生产。

为了节约成本, 还有些国防公司干脆进行“军转民”, 即把其军事技术转为商用。像某些飞机模拟器制造商转向生产有拱廊的游戏机; 雷声公司承包价值 10 亿美元的生产亚马逊河盆地用的环境监视器合同(关于军转民的详细情况已在方针政策部分以及结构和体制部分中阐明)。

近两年来，美国国防企业所采取的削减成本的主要措施是对研制生产过程作文章，这与以往所采取的大规模裁员有所不同。分析人士认为，不断加大消减成本的力度在欧洲和美国是越来越普遍的情况。国防企业在设计初期就使用数字化制图并且为了使设计顺利地过渡到生产而更加小心谨慎地从事设计，这样，整个工程设计过程就得到精简。还有许多公司致力于通过降低瑕疵率来减少浪费。另一种趋势是，能够从少数几个大型承包商获取充足项目的分包商越来越少。

洛克希德·马丁公司实施了一项为期4年的成本节约计划，按照计划，该公司每年从经营成本中节约26亿美元，即每年节约10%。该计划旨在减少从分包商到产品最终完成的整个生产过程的各个环节中新出现的成本。越来越多的航空设备制造公司正在把愿意共担风险的分包商拉拢到它们的计划中来，从而使分包商也在节约成本的行动中发挥其作用，具体做法是让分包商也承担一部分研究开发经费。

这种削减成本的方法并不意味着裁员行动的结束。虽然裁员措施不如前些年那样被普遍采用，但它仍然是美国和欧洲国防工业公司降低成本的一

项主要措施。根据 1998 《Defense News》 年度调查报告中对反馈者的统计表明,在美国,有 68% 的国防公司在 1997 年实施裁员,虽然高于 1996 年的 60%,但仍比 1995 年创记录的 83% 低了许多。裁员也是有选择性地进行的,某些行业是不裁员的,而航天和商用飞机行业的从业人员甚至在增长。

在美国,对雇员福利的削减率则呈直线下降之势。有 44% 的美国国防公司在 1996 年削减了职工的福利,而 1997 年则锐减至了 10%。这反映出美国国防工业决心与其它工业界在保留关键技术人才(如软件工程师)以及为有发展前途的行业吸引新雇员方面一决高下。

国防公司在削减新工厂和设备的资本支出方面的压力不如前些年那么大。32% 的美国公司在 1997 年削减了资本支出,低于两年前的 56%。这是由于国防部对 F - 22 战斗机和其它武器平台的采购正在推动国防公司资本支出的增长。

另据调查显示,1997 年 19% 的公司削减了研究开发成本,29% 的公司通过出售业务部节约了成本,32% 的公司通过出售工厂降低了成本,13% 的公司通过冻结工资减少了成本。

(2) 加大研究开发支出与节约成本的宗旨并不

矛盾

为了保持技术上的领先，许多国防公司都注重研究开发工作，因此这类经费的支出自然而然地逐年增长。据《Defense News》对世界 100 家最大的国防企业进行的调查表明，1997 年国防承包商对研究与开发的投资比 1996 年时增加 31%。许多工业界专家认为，企业合并（如位于西雅图的波音公司对位于圣路易斯的麦道公司的收购）对增加研究与开发经费起着重要作用，这是因为 100 家最大的国防公司在整个国防承包商中所占比重越来越大。还有许多专家认为，研究与开发经费的绝对值也在增加。

与以往相比，这 100 家最大的国防公司更不愿意把研究开发（R&D）经费作为成本来削减。19% 的美国国防公司认为，他们在 1997 年减少 R&D 经费的目的在于节约开销，而 1996 年时这一比例为 32%。

Forecast International 公司的高级国防工业分析家 Bill Dane 指出，与日俱增的 R&D 经费尽管因公司购并而受到影响，但仍保持相当可观的数目。他说："当前国防公司正处于国防部采购的周期，新产品正不断推出，如联合攻击战斗机和 F -

22"猛禽"战斗机。当某个公司想以较小的成本获取较大的利润时,就必须为改进技术而加大R&D投入,这样才能提高产品质量。著名小说<<第二十二条军规>>告诉我们,要达到省钱的目的你就必须花更多的钱。削减成本有时很神秘。当一个公司在裁员后需要更好的设备时,就需要花钱了,而这比钱与裁员节省下来的钱在数额上是相同的。Dane指出,美国军方正对可提高士兵和武器平台性能的先进电子装备进行大规模投资。比如说,现代化的通信系统、夜视设备、侦察及情报平台以及改进了的电子战套件。

美国国防部前任官员及Hicks联合公司的现任国际贸易顾问Frank Cevalasco认为,国防R&D的总经费已经增长。新技术的涌现迫使大公司和小公司都加大对R&D的投入,这是因为精明的小公司能够在电子战和通信领域与特大型企业展开竞争。小公司取得胜利的关键在于编写优异的软件和设计具有创造性的电子系统。电子系统和软件在现代武器制造和升级成本中占有大部分份额。

由于正在开发的新型武器平台数量很少,电子系统和软件的份额将继续增加。目前的武器在性能上很好,所以美国军方更倾向于对现有的系统进行

升级。在下一代武器（如联合攻击战斗机）问世之前，军方将一直延缓对武器的大宗采购。目前对海岸警卫设备的需求在增加，该设备主要由指挥、控制、通信、情报系统和监视系统组成。

但国防公司还在等待着将于 2010 年开始的下一轮采购，到那时，现有的武器平台将出现老化。由于现代武器系统的开发时间较长，所以到 2010 年新一代武器平台的交付使用仍显得时间紧促。电子系统生命周期的缩短也在某种程度上说明了 R&D 经费增大的原因。由于工业界 R&D 经费不断增加以及政府国防预算不断减少，这就使首先进入市场的产品具有竞争优势。在对为夺取同一比经费而竞争的几个相似计划中进行筛选时，政府倾向于为已经具有工作模型的系统提供 R&D 经费，这是因为政府想尽最大可能降低某个研制计划的风险。

国防公司在想法上有重大改变。这些公司不仅看重成本削减，而且目前更看重公司的发展。而发展就需要新产品和市场。进入新的市场就意味着比竞争对手更快地推出产品，这就需要加大 R&D 投入。企业合并也许具有节省 R&D 经费的短期效应，这是因为合并了的公司可以避免重复项目。但情况并非总是如此。洛克希德·马丁公司的官员们指出，该

公司把从取消重复研究项目中节省下来的资金又注入到新的 R&D 领域。因此，目光长远的大公司是不会轻易削减研究开发经费的。

美国兵器工业简史

美国兵器工业与欧洲一些国家相比，发展较晚，1794 年才建立第一家轻武器生产厂，即春田兵工厂（Springfield Armory），迄今也只有 200 年左右的历史。战争刺激了美国兵器工业的发展，同时也促进了国防科学技术的进步，特别是第二次世界大战和战后近 30 年的冷战时期，不论是兵器工业生产还是兵器产品自身都有了质的飞跃。冷战后，美国兵器工业随整个国防工业进入国防转轨时期，压缩规模，调整能力，兼并合并，改革采办，发展军民两用技术，是这一时期国防转轨的战略举措。经过一系列改革与发展，美国兵器工业又有了新的进步。在最近以美国为首的北约对南联盟的空袭中，所使用的高技术兵器几乎都是美国兵器工业生产的产品。美国已成为当今世界上研制和生产各种高技术兵器最多的国家之一。

美国兵器工业的发展大致可分三个阶段。

一、第二次世界大战以前

第一次世界大战刺激了美国工业的发展，其中尤以军事工业突出。当时美国和协约国大量地只作军火买卖，1916 年达到 12.9 亿美元。第一次世界大战期间，美国生产坦克 1000 辆，火炮 4000 多门，步机枪 350 万支（挺），炮弹 2000 万发，枪弹 35 亿发。

第一次世界大战后，美国军工产业急剧下降，长期处于衰落状态，几家大兵工厂均缩小了规模，只生产一些手枪与猎枪。至于坦克，美国在第一次世界大战将近结束的 1918 年才开始生产，生产数量不多，而且质量较差，其武器装备只有机枪，装甲厚度约为 25.4 毫米（1 英寸）。第一次世界大战后，美国唯一负责坦克试制与发展的工厂是岩岛兵工厂，而此项工作仅占该厂整个工作的一小部分。这时期美国火炮的研制与生产也较落后。当时从事火炮生产的兵工厂主要有四家：沃特弗利特兵工厂是第一次世界大战后唯一为陆军制造火炮的企业；水城兵工厂生产海岸炮和高炮炮架；岩岛兵工厂生产火炮炮架等部件；弗兰克福兵工厂主要生产各种射击控制仪器。这些国家兵工厂在第二次世界大战前的火炮产量均很低，生产设备陈旧，大都是第一

次世界大战时期购置的。第二次世界大战前的美国兵器工业虽已具有一定规模，但同法国、德国、英国等国家相比，还有较大的差距。

二、第二次世界大战中

战争期间，美国军械署代表政府负责采购武器弹药和战斗车辆，同时也为武装部队研制各种武器，包括步枪、机枪、迫击炮和野战火炮。

在此期间，军械署在扩大六家老兵工厂生产能力的同时，着手扩建新兵工厂，增添新设备，并大量动员民品生厂商承担军事装备的生产任务。

高炮继承了二次大战时的 M1 式 40 毫米高炮和 M17、M18 式 90 毫米高炮，50 年代又发展了 M42 式 40 毫米自行高炮和 M51 式 75 毫米高炮，M51 式是将雷达、指挥仪和火炮三位结合为一体的高炮系统，大中口径高炮在 50 年代是发展的顶峰，此后才碌姆 埂 F 然髁编布坛辛说该 问澜绉筋绞钶脾 1 式 81 毫米迫击炮和 M2 式 107 毫米线膛迫击炮，50 年代发展成为 M29 式 81 毫米迫击炮和 M30 式 107 毫米线膛迫击炮，并新发展了 M19 式 60 毫米迫击炮。在 50 年代还发展了一批无坐力炮，也形成了发展高峰。该时期还发展了一种 M31 式 115 毫米 45 管火箭炮，专门发射化学火箭弹，故又称化学火箭

炮。

2、60 年代及越南战争时期

从 60 年代初到 70 年代初为美国对越南战争时期，历时十余年。在这场战争中美国使用了一系列新型兵器，特别是步兵武器和杀伤弹药发展很快，种类很多。

从 1965 年到 1972 年，美国在越南战场上消耗的弹药总量为 15000000 吨左右，其中地面弹药 7500000 吨，弹药的总费用约 300 亿到 350 亿美元。在整个战争期间，为了满足作战需要的弹药，美国陆军弹药厂陆续开工，在高峰期有 24 家弹药厂生产弹药，1968 年下半年，弹药产量达到很高水平，月产 230000 吨，其中地面弹药 130000 吨。

同时，60 年代的坦克发展主要集中在中型坦克上。美国 M60 坦克及其一系列的改进型 M60A1、M60A2、M60A3 等都是这一时期发展的。坦克炮的口径由 90 毫米增大到 105 毫米，其中 M60A2 采用 152 毫米的火炮-导弹发射两用管。60 年代发展的轻型坦克多做侦查坦克用，美国 M551 轻型坦克也装 152 毫米火炮-导弹发射两用管。此间，美国和德国联合研制过更新的 MBT-70 式主战坦克。60 年代发展的 M113 装甲人员输送车及其一系列变形车形成了

美国装甲车系列的基础，沿用至今。轮式装甲车在 60 年代也有发展，如“卡曼多”V-150 和 V-200 等。

60 年代的火炮发展也很快。当时发展了两种高炮，M63 式 20 毫米 6 管高炮和 M67 式 20 毫米 6 管自行高炮。

60 年代发展的轻型反坦克兵器有 M72 式 66 毫米反坦克火箭筒。此外，美国在此期间还发展过能发射战术小当量核弹头的“大卫·科洛克特”原子火炮。

3、70 年代以后

70 年代以来美国的兵器工业比较稳定，但是随着科技进步，越来越感到生产设施落后，必须进行现代化改造，尤其是弹药行业。除弹药厂外，对坦克厂和火炮厂也都进行了技术改造和设备更新。

从第二次世界大战后至 50 年代末，美国不仅总结了战争中各种兵器的优劣，而且择其优者继续改进，并发展了一批新产品。

在坦克和装甲车辆方面，继承第二次世界大战的 M4 中型坦克，40 年代末发展了 M26、M45、M46 三种中型坦克，50 年代又发展了 M47 和 M48 两种中型坦克，坦克上的火炮也由 76 毫米发展到 90 毫米，其中 M45 坦克配用了 105 毫米的坦克炮。继承第二

次世界大战上的 M3/M5 轻型坦克，40 年代发展了 M24 轻型坦克，50 年代又进一步发展为 M41 轻型坦克，所装火炮也从 75 毫米改为 76 毫米。重型坦克在 50 年代也有发展，由此可见在 50 年代坦克形成了轻型、中型和重型三种形式。装甲人员输送车是第二次世界大战后新发展的一个品种，40 年代有 M9、50 年代有 M75 和 M59 装甲人员输送车，均装 12.7 毫米大口径机枪，其中 M59 还可水陆两用。

在火炮方面继承了第二次世界大战中的一些产品。这些火炮至今大部分仍在许多国家装备，特别是 M101、M14 等装备量仍很多。高炮继承了二次大战时的 M1 式 40 毫米高炮和 M17、M18 式 90 毫米高炮，50 年代又发展了 M42 式 40 毫米自行高炮和 M51 式 75 毫米高炮，M51 式是将雷达、指挥仪和火炮三位结合为一体的高炮系统，大中口径高炮在 50 年代是发展的顶峰，此后无新的发展。迫击炮也继承了第二次世界大战时的 M1 式 81 毫米迫击炮和 M2 式 107 毫米线膛迫击炮，50 年代发展成为 M29 式 81 毫米迫击炮和 M80 式 107 毫米线膛迫击炮，并新发展了 M9 式 60 毫米迫击炮。在 50 年代还发展了一批无坐力炮，也形成了发展高峰。该时期还发展了一种 M81 式 115 毫米 45 管火箭炮，专门发

射化学火箭弹，故又称化学火箭炮。

2、60 年代及越南战争时期

从 60 年代初到 70 年代初为美国对越南战争时期，历时十余年。在这场战争中美国使用了一系列新型兵器，特别是步兵武器和杀伤弹药发展很快，种类很多。

从 1965 年到 1972 年，美国在越南战场上消耗的弹药总量为 15000000 吨左右，其中地面弹药 7500000 吨，弹药的总费用约 300 亿到 350 亿美元。在整个战争期间，为了满足作战需要的弹药，美国陆军弹药厂陆续开工，在高峰期有 24 家弹药厂生产弹药，1968 年下半年，弹药产量达到很高水平，月产 230000 吨，其中地面弹药 130000 吨。

同时，60 年代的坦克发展主要集中在中型坦克上。美国 M60 坦克及其一系列的改进型 M60A1、M60A2、M60A3 等都是这一时期发展的。坦克炮的口径由 90 毫米增大到 105 毫米，其中 M60A2 采用 152 毫米的火炮-导弹发射两用管。60 年代发展的轻型坦克多做侦查坦克用，美国 M551 轻型坦克也装 152 毫米火炮-导弹发射两用管。此间，美国和德国联合研制过更新的 MBT-70 式主战坦克。60 年代发展的 M113 装甲人员输送车及其一系列变形车形成了

美国装甲车系列的基础，沿用至今。轮式装甲车在 60 年代也有发展，如“卡曼多”V-150 和 V-200 等。

60 年代的火炮发展也很快。当时发展了两种高炮，M63 式 20 毫米 6 管高炮和 M67 式 20 毫米 6 管自行高炮。

60 年代发展的轻型反坦克兵器有 M72 式 66 毫米反坦克火箭筒。此外，美国在此期间还发展过能发射战术小当量核弹头的“大卫·科洛克特”原子火炮。

3、70 年代以后

70 年代以来美国的兵器工业比较稳定，但是随着科技进步，越来越感到生产设施落后，必须进行现代化改造，尤其是弹药行业。除弹药厂外，对坦克厂和火炮厂也都进行了技术改造和设备更新。

70 年代以来，兵器的发展迅速，又出现一批新式兵器。在坦克和装甲车辆方面主要有 M1 主战坦克和 M2 步兵战车。其中 M2 步兵战车和 M3 装甲侦查车使步兵改变了作战方式。在火炮方面除继续改进原有的火炮外，新发展了 M204 式 105 毫米榴弹炮和 M98 式 155 毫米榴弹炮。

4、80 年代

据 80 年代前期统计，美国直接参与兵工生产的

企业就有 1000 多家。在一个企业中，兵工产品的销售额占该企业总销售额 75% 以上的企业，称为兵工企业。美国的兵工企业有 500 多家。在这 500 多家兵工企业中，除去 50 人以下的小企业不算，50 人以上的兵工企业大约 200 家。在这 200 家主要兵工企业中，从事坦克和装甲车辆生产的约有 30 家，从事火炮生产的约有 50 家，从事轻兵器生产的有 20 多家，其余近百家从事弹药生产。

80 年代前期，美国兵工生产的从业人员大致保持在 10 万人左右，1980 年为 10.3 万人，1981 年为 10.4 万人。从 50 年代到 70 年代大部分时期的从业人员都在 10 万人左右，如 1958 年为 10.23 万人，1964 年为 9.86 万人，1975 年为 10.42 万人，1977 年为 9.66 万人。只有在越南战争期间兵器工业的从业人员骤增，如 1968 年为 27.63 万人，1969 年为 27.66 万人。战时人员的增加主要表现在弹药行业上，如炮弹行业平时只有 2~3 万人，而在越战时期增到 13 万多人，增加了 5~6 倍，枪弹行业和火炸药行业的人员也增加了一倍以上。

据 80 年代前期统计，美国兵器工业的总销售额约为 60 多亿美元，与 10 年前相比约增加一倍，与 20 年前相比约增加两倍，大体上相当于越战时期的

兵器工业的总销售额。

5、90 年代

90 年代，随着华约解散，苏联解体，长达 30 年的两极对抗冷战时期宣告结束。美国在这一时期的兵器工业也随整个国防工业进入转轨时期。在这一时期，美国对兵器工业采取的改革措施是，压缩规模，调整能力，低速生产，拓展军贸。具体调整情况如下：

A 国有国营兵工厂

国有国营兵工厂共有 5 家，主要负责研制与生产弹药和火炮。平时主要任务是从事兵器研究和制造工艺研究；战时则承担对重要武器系统生产厂的动员和指导以及人员的技术培训工作。美国陆军要求这类兵工厂的生产设备要保持在比较先进的水平上。

在 5 家国有国营兵工厂中，沃特弗利特和岩岛兵工厂是陆军的两家火炮生产厂，它们都拥有雄厚的科研力量。沃特弗利特兵工厂下属的贝内研究所从事各种大口径武器开发研究、试验和生产，在材料、力学、数学和冶金方面做了不少研究工作，从而保证兵工厂在火炮生产方面处于领先地位；另一类型国有国营厂是派恩布拉夫和落基山兵工厂，前

者主要生产发烟、烟幕弹药和装填迫击炮弹，后者负责管理和处理化学弹药及材料；匹卡汀尼兵工厂主要从事弹药领域的研究与发展工作。

这类厂在调整中没有大的变化。

B 国有私营工厂

90 年代末期，陆军拥有这类工厂大约 30 家，主要是弹药厂和坦克生产厂。

生产坦克的有底特律兵工厂和莱马陆军坦克厂，两家坦克厂都由通用动力公司的地面系统分部经营。调整中，因能力过剩，底特律兵工厂关闭了该厂的坦克总装线，以维持莱马坦克厂的总装线工作，但底特律兵工厂继续加工坦克部件。莱马坦克厂拥有先进的生产设备和一流的制造技术，从 1975 年 5 月开始生产 M1 坦克到 1986 年底，莱马厂的设备已扩充到月产 120 辆 M1A1 坦克的水平。1991 年，该厂成为美国唯一一家 M1 坦克车体、炮塔、底盘的制造厂和总装厂。

国有私营弹药厂大约有 25 家，这些厂分为四种类型：火炸药生产厂、装填装配和包装厂、弹药金属部件厂和轻武器弹药厂。调整后，陆军关闭了 15 家陆军弹药厂，目前拥有 2 家国有国营弹药厂和 6 家国有私营弹药厂。

C、私有私营兵工厂

至于私有私营工厂，调整中，通过合并购入和合理化调整，使重要武器系统的生产能力更加集中并得到加强。例如 M2/ M3 装甲战斗车辆生产厂。设计、研制和生产 M2/ M3"布雷德利"战车的是 FMC 公司的防务系统集团，哈斯科公司的 BMY 战斗系统分公司生产装甲推土机、自行榴弹炮和其它装甲抢修车。1994 年初，FMC 公司与哈斯科公司的 BMY 战斗系统分公司合并组成联合防务公司。根据协议，FMC 公司拥有新公司 60%的股份，哈斯科公司拥有 40%的股份。合并后的新公司年销售额达 10 亿美元。

联合防务公司是美国陆军十字军骑士火炮的重要研制和制造商，公司生产的重要产品有：M2/ M3 步兵战车，战车底盘可作为 M93MLRS 发射车，ADATS 导弹系统和 M93MLRS 运输工具，M13 装甲人员输送车和海军武器。

为了使保留下来的兵器生产厂维持开工状态，美国陆军采取了如下主要措施：

- a、 不断提高和改进现装备，使生产厂保持低速开工状态；
- b、 扩大武器出口，努力使武器生产线保持经济规模生产；

- c、 压缩工业基础，提供稳定经费保证；
- d、 积极开展两用技术、两用产品和制造技术计划，促进民用和军用工业基础的一体化。

在 90 年代进行的兵器工业改革中，美国国防部以军事革命为指南，在实施下世纪防御计划中引起了美国兵器工业产业方向的调整。

在这次调整中，政府的主要职能是保持研制军用装备的核心主导地位。政府必须考虑到依赖工业界完成这项任务所面临的费用、风险，甚至它们对军品生产有无兴趣等问题。

另外，政府明智而慎重地在军用设备和商用设备之间作出抉择，在与生产厂家签订合同的同时，与军方始终保持密切联系，因为军方才是这些装备的最终用户。

同时，国防部准确地向军方和商界长期提供有关技术需求、计划和资金的信息。这样，有助于商界有效地安排自己的资源，并与政府的需求和资金协调起来。而且，可使国防部加速军民技术的结合，减少计划所需的费用。

下面以几个行业为例加以说明。

（一）光电行业

根据国防部制订的研究计划，兵器工业光电领

域生产厂商对光电对抗、激光武器（特别是机载激光武器）和热成像等三大光电技术市场前景看好，纷纷调整产业方向，生产符合 21 世纪战场需求的光电产品。下面例举几种典型产品。

1. 定向红外对抗系统

由诺斯罗普·格鲁曼公司研制，以对付敌方热导的导弹。

2. 机载激光武器

已步入工程研制阶段，可望于下世纪初根据需要投入部署。1998 年波音防御和空间集团开始为美国空军研制机载激光武器样机。

3. 非致冷热成像仪

由于在海湾战争中，夜战成为一种主要的作战方式之一，从而大大促进了夜视光电器材工业的发展。除了微光夜视仪和致冷式热像仪以外，非致冷式热成像技术已成为热像仪发展的关键技术之一。因此，美陆军正在采用德克萨斯仪器公司防御系统和电子分部研制的非致冷热像仪。在代号为“作战沙漠风暴”的 M2/3 - A2 战车改进计划中，美陆军打算把带有这种非致冷热像仪的驾驶员目视像增强器配备在“布雷德利”战车上。它是美陆军战车装备的第一种非致冷式热像仪。

（二）轻武器工业

90 年代以来，美国军方加紧研制理想轻武器族，继先进战斗步枪计划告终后，在整个轻武器领域又掀波澜。然而，新一代轻武器在近年内并不能很快投入生产并装备部队，面对经费有限而探索性的研究与技术开发耗资巨大这一矛盾，为保证美国士兵在未来战场上所用的轻武器的先进性能，政府、军方和工业部门一直在力图维持轻武器工业基础。

在九十年代初、中期，平均每年用于轻武器研究、发展、采购与维持的总开支约为 1.21 亿美元。根据 1998 年出版的美国工业百科全书报道，截止到 1996 年，美国从事轻武器制造的人员今 6500 人。美军普遍装备的轻武器至少有 14 种。现有库存中，所有种类轻武器合在一起超过 2300 万件，而可选产品的库存却低于规定需求量。陆军作为轻武器明显不足的唯一军种，将继续采购现有轻武器并不断淘汰目前仍在列装的上一代武器。

陆军科学委员会认为，在未来的战争中，美国可能会感到自己缺乏轻武器生产激增能力。根据三军轻武器总规划，目前潜在敌方拥有的轻武器，无论是粗糙的手工产品还是制作精良的尖端先进武

器，都与美国现有轻武器相当，甚至超过了美国。规划中列举了俄罗斯采用聚合材料和其它轻型材料研制的新型 ASN 突击步枪，称这种具有双射速控制机构的步枪为“轻武器结构设计中的全新转变”。此外，俄罗斯、德国已完成了水下武器研制工作。这些先进轻武器不久将推向市场。由于轻武器品种的增加以及技术的不断进步，因此，在未来的 10 年内，美国在轻武器方面所面临的威胁将日益增长。（三）弹药行业

1、采购费锐减，生产难以为继

冷战结束后，美国随即调整军事战略，变冷战时期的全面对抗苏联战略为冷战后地区防务战略。根据新的军事战略，着手裁减军备，压缩军费开支。据北约组织按北约统一兑换率换算，美国 1992 年的军费开支为 3143 亿美元，至 1995 年就下降了 18.3%。军费的压缩，造成装备采购费连年下降，其中的弹药采购费的下降为最多。

海湾战争前，美国的弹药采购费保持在 53~65 亿美元之间。海湾战争之后，弹药采购费不断下降，到 1994 年已下降到 14 亿美元，与 1985 年的 65 亿美元相比，下降了 78%。弹药采购费大幅度下降，使弹药行业的生产难以为继。分析家们认为，弹药

采购费的急剧下降是弹药行业面临困境的直接原因。

2、工厂倒闭，工人失业

美国的弹药工业基础是由三种类型的企业构成：一是私人所有私人经营的企业，简称私有私营；二是政府所有政府经营的企业，简称国有国营；三是政府所有合同商经营的企业，简称国有私营。弹药生产有危险性作业和非危险性作业。一般地说，大约有三分之二弹药零部件是属于非危险性的生产作业，如弹体、药筒和引信等，这部分零部件通常是由私有私营的弹药厂生产的，至于弹药生产中的火炸药、装药、装配等危险性的生产作业，一般是由国有国营或国有私营的弹药厂完成的。

美国弹药厂包括私有私营、国有私营在内，原有 318 家，其中私有私营 286 家，国有私营 26 家，国有国营 6 家。冷战后，由于弹药采购费大幅度下降，许多弹药厂长期没有接到订单，处于停产瘫痪状态，结果纷纷被迫关闭。截至 1994 年，已关闭了 206 家，其中私有私营 198 家，国有私营 5 家，国有国营 3 家。据称，在保留的 112 家弹药厂中，1995 年又有 41 家被迫关闭。弹药厂的大量关闭，已引起军方的严重关切。

弹药厂大量关闭，导致大批工人失业。许多具有解决生产难题的技术熟练工人也因此离开了弹药生产线，这将严重影响未来弹药的生产。据报道，在过去 10 年中，由于生产锐减，工厂关闭，弹药行业的工人已经流失了 60% ~ 80%。如果弹药采购费不能增加，现有工人中还将流失 25%。

这种状况如果继续存在下去，将使美国弹药工业基础的关键生产能力遭到破坏。

3、生产周期长，反应能力低

美国保留下来的弹药厂中，仍然负荷不满，开工不足是普遍现象。以国有私营的陆军弹药厂为例，美国现保留的政府所有合同商经营的陆军弹药厂 26 家，但开工的只有 17 家，不开工的达 9 家之多。即使独家厂开工也不足。阿姆特克军品公司是唯一为陆军生产可燃药筒的厂家，由于缺少订货，最近决定拆除 155 毫米可燃药筒生产线。阿恩莱特技术系统公司和奥林公司是生产 120 毫米坦克炮弹药的主要生产商，但订货量也仅能维持生产线 20% ~ 40% 的开工率。这种状况严重地削弱了弹药生产的反应能力。

美国国际科学应用公司调查了从 20 毫米到大口径炮弹，以及炸弹、导弹、火箭弹、地雷等 18

种弹药的生产情况，结果是：海湾战争时期，有 14 种弹药在接到订单后 6 个月内即可交货，只有 4 种弹药需 6~12 个月内交货。1992 年后，可在 6 个月内交货的仅有 6 种，需 6~12 个月交货的由 4 种上升到 12 种，有两种甚至需 12 个月以上才能交货。但到 1994 年后，在 6 个月内交货的仅有 3 种，6~12 个月内交货的也只有 4 种，需 12 个月以上才能交货的多达 11 种。弹药生产日益恶化的状况将使美国弹药工业基础遭到破坏。

4、库存匮乏，不足应付未来战争

据报道，美国陆军目前库存弹药 200 多万吨左右，但陆军抱怨，这些库存弹药中仅有 15% 是未来战争可用的现代化弹药，其余均属不可用弹药，具体情况如下：

(1)“盟国储备”弹药：据美陆军透露，在 200 多万吨库存中，名列第一的是以“盟国战争储备”名义储存的弹药，数量为 61.7 万吨，占 29%。这部分弹药归盟国军队使用，大部分储存在美国境外。90 年代末的美国武器库中已很难找到使用这类弹药的武器。

(2)“等外品”弹药：陆军库存弹药中名列第二的是“等外品”弹药，数量为 52.1 万吨，占 25

%。这类弹药或多或少都存在一些缺陷，只能供储备弹药用完之后作临时替补之用。

(3)“训练用”弹药：在 200 多万吨储备弹药中，约有 51.7 万吨是训练用弹药，约占 25%。这类弹药只可用于训练，或者质量有问题，不能用于战争。

(4)“额外”储备弹药：美陆军弹药储备中有 11.7 万吨是被称为“额外”的储备弹药，约占 6%。这类弹药也不归美军作战使用。

(5)“战备”弹药：在 200 多万吨库存弹药中，仅有 32.3 万吨才是美军可用于未来战争的现代化弹药，占 15%。

上述情况表明，美陆军虽库存 200 多万吨弹药，但真正适用于未来战争的现代化弹药仅占 15%。美军认为，现有储备量不足难以应付同时发生的两场战争。

美国弹药行业所面临的上述问题已引起军方的严重关切。

因此，美国决定加强弹药工业基础。根据美国 90 年代末期的战略思想，其弹药工业基础应能同时支持两场地区冲突所需弹药的供应。然而，美国弹药工业基础特别工作组在向国防部提交的一份研

究报告中指出，今后 10 年间，即使发生一场地区冲突，美国弹药生产能力仍缺乏 40%，更不用说同时支持两场地区冲突。

特别工作组在研究报告中对中小口径枪弹、12.7 毫米枪弹、20 毫米炮弹、25 毫米炮弹、40 毫米炮弹、引信、迫击炮弹、坦克炮弹、炮兵弹药、炸药、发射药、火工品/雷管、航弹、直升机用精确制导弹药、地雷、舰用弹药、火箭弹等 18 种弹药的完成生产任务所需时间进行了对比分析。分析结果表明，有 11 种弹药的完成生产任务所需时间超过 12 个月，4 种需要 6~12 个月，只有 3 种需要 3~6 个月时间。显然，弹药预算削减直接影响弹药工业基础能力，即大大地延长了完成弹药生产任务的时间。

特别工作组在报告中分析了影响弹药工业基础的 4 个主要原因：

a、不成比例削减弹药研究、发展与采购费。1993 财年与 1985 财年相比，弹药预算削减了 70% 以上；

b、弹药使用与维护费不足而难以正确评估弹药储备质量，导致一些弹药被划为储备而允许出售和提供给盟国；

c、弹药的出口法律、政策与条例不健全，致使

弹药工业每年丢失高达 4 亿美元的出口额；

d、特定的合并与采购政策抑制了弹药工业联合。其中最关键的原因是缺乏经费。

特别工作组提出，为确保弹药工业基础和弹药供应能力，每年将需要 30 亿美元的研究、发展与采购费。1995 财年估计为 24 亿美元。

特别工作组建议，1995 财年增加 2.93 亿美元的采购费，其中：2500 万美元用于生产 2.64 万发 M13 式 105 毫米火箭增程弹；8100 万美元用于以每月 1 万发的速度生产 M64 式双用途改进型常规弹，6000 万美元用于继续取代空军集束炸弹储备或更新海军储备中的“石眼”集束炸弹以及维持美集束炸弹基础。

特别工作组还建议 1995 年增加 9000 万美元的研究、发展与试验费，其中：500 万美元用于完成 XM82 远程子母弹的先期发展；250 万美元用于 M10E1 式 25 毫米穿甲训练弹鉴定；400 万美元用于继续研制北约批准的中口径埋头弹药，2500 万美元用于继续研制斯塔夫坦克炮弹以增强对 T-80 坦克的顶攻能力和提高反直升机能力，2200 万美元用于继续发展 X 杆式动能弹。

众议院武装部队委员会成员詹姆斯·塔伦特指

出，由于弹药方面没有能改变预算法案的支持拥护者，弹药工业承受着预算缩减的巨大负荷。五角大楼官员就国防部的弹药需求和弹药工业基础（包括各种公司及国有的、由承包商经营的弹药厂）的现状，提出了增加弹药领域投资的报告，旨在将国会的关注焦点引向弹药工业基础。国防部提交的 1995 财年预算方案中，陆军要求弹药经费 8.44 亿美元，陆军表示，这只是军种强调战备的例证之一。工业界也在敦促国会与国防部关注弹药工业。由 18 家弹药公司组成的弗吉尼亚州弹药工业基地特别工作组，为改变政策和增加经费方案的通过，正在积极活动。

负责采购和技术的国防部副部长约翰·德尔特声称，国有弹药工厂也是美国弹药工业政策保护下必须维持的少数工业之一。“我们必须关心工业基础，例如潜艇制造厂和弹药厂等。在这里，我们要备有极其重要的、保持一定库存的所需补给品”。

资料来源：

- 1、《陆军武器要闻》1995
- 2、《国外兵器动态》1996 年 1 月 10 日
- 3、《现代兵器》1998 年 1 月

方针政策：兵器工业是美国重要的军事工业之

一，根据其特点和美国的国情，美国政府制定了一系列相应的政策。

1、企业由国家经营和委托私人经营并举

根据美国的国情，为确保兵器工业能满足战时和平时的军事需要，采取了兵工企业由国家经营和委托私人经营并举的方针。

90年代，由国家经营5家陆军兵工厂。产品范围包括坦克及装甲战斗车辆、火炮和火箭炮、常规弹药、化学弹药以及各种导弹。这5家兵工厂除生产部分兵器产品外，还是美国常规兵器的主要科研基地。这些兵工厂平时只利用部分生产能力，战时可全部开工迅速增加产量。

美国另外还有20多家陆军弹药厂属政府所有，但由政府委托合同商经营。这些弹药厂的生产能力很大。

2、对参与研制产品的企业实行优惠政策

为了鼓励兵工企业积极参加兵器产品的研制，美国政府对参与研制兵器产品的企业实行优惠政策。具体体现在：

(1) 政府对有关兵器企业支付产品研制的竞争费用

为了节省经费，政府或军方队伍对产品实行封

闭式的有限竞争。凡是由军方指定或经军方允许参与兵器竞争的合同商不管是否中标，有关费用均由军方承担。

（2） 无偿向兵工企业提供科研成果

美国陆军拥有自己的科研机构，这些科研机构主要进行基础研究和应用研究，并获得大量的科研成果。这些科研成果可无偿地向兵工企业提供，但兵工企业不可把研制费用记入成本中。

（3） 无偿向兵工企业提供科研试制设备

兵工企业在武器产品研制竞争中得标之后，需要试制样机，但中标的主承包商有时缺乏试制设备，特别是缺乏试制大型武器系统的设备。这时，军方向主承包商无偿提供科研试制设备。

3、对兵工企业实行优惠政策

政府对兵工企业实行"包"和"养"的政策，具体如下；

（1） 向兵工企业提供贷款

兵工企业在武器生厂中由于资金短缺，武器生产陷于困境时，政府可出面向银行担保，由银行向该企业提供贷款。

（2） 向兵工企业提供所需的设备

美国一直保持向私营企业提供生产设备和器材

供武器生产使用的做法，同时规定，凡是政府无偿提供兵工企业的生产设备和器材，均属政府所有，企业只能用于军工生产，不能挪作他用。据报道，美国国防部储备有价值 196 亿美元的成套工厂设备，以备在紧急时期供临时指定的生产厂商使用。

（3）政府向私人让利

政府一贯遵循的原则是：凡是私人兵工业能够生产并愿意生产的可盈利的兵器产品，国营兵工厂一般不生产，全部让给私人兵工企业；凡是私人兵工企业难以生产且不愿意生产的少盈利或不盈利的兵器产品，则由国营兵工厂和国有私营兵工厂生产。以弹药生产为例，弹体、引信、药筒等零件是盈利产品，许多私人兵工企业均能生产而且愿意生产，因而，这些零件交私人兵工企业生产。而火炸药、装药、装配和包装等的生产，需专用设备多、作业危险性大，是少盈利或不盈利的产品，则由国营兵工厂或由国有私营的陆军弹药厂生产。

（4）提高生产利润

为刺激兵工企业积极参加军品生产，政府采取提高军品生产利润的政策。私营兵工企业一旦和军方签订合同，即可获得多年的订货，稳定地进行生产。根据美国国防部《国防财政与投资评论》的报

告称，如以销售额计算，兵器工业的利润与民用工业的利润相差无几，但如按投资额计算，兵器工业的利润要比民用工业的利润高一倍左右。

4、对私营兵工企业的税收优惠

凡私营兵工企业和军方签订合同的，均可享受下列优惠待遇：

（1）免征货物税 货物税是美国调节税的一种，用来调节和限制企业的某些经营活动。私营兵工企业可以享受免征货物税的待遇。

（2）免征州或地方的营业税和使用税

美国法律规定企业应在所在地注册纳税，但兵工企业可以享受免征营业税和使用税的优惠条件。

（3）享受"完成合同后再纳税"的优惠条件

一般私营兵工企业和军方签订的合同都是多年合同，按年生产按年付款。一般的做法是企业应该按年交纳税款，但兵工企业可以享受"完成合同后再纳税"的优惠条件，因而不必逐年交纳税款，可以待合同全部完成后交纳税款，这就等于政府把军工企业几年中应缴纳的税款无息的贷给兵工企业使用。

5、推行兵器工业现代化鼓励计划

美国为促进军工企业技术进步采取了一项重大措施，即制定了工业现代化鼓励计划（IMP）。这

在促进军工企业实现技术进步方面已取得令人瞩目的成效。

（1）指导思想

长期以来,美国军事工业存在两个老大难问题:一是许多生产设施、设备陈旧,不少生产工艺落后;二是军工企业对于提高军品的制造技术水平缺乏积极性。对于前者,美军早在 60 年代中期就制定了“制造方法与技术”计划。对于后者,美军于 80 年代初制定了工业现代化鼓励计划。工业现代化鼓励计划的最大特点是,用鼓励的方式,促使军工企业为提高军品制造技术水平而主动投资,从而形成一种有效的运行机制,为实现军事工业现代化的强大动力。

（2）主要做法

军方

军方首先列入工业现代化鼓励计划的项目必须是多年的重要兵器规划。另外,还应确定列入计划的项目能否在一两年内把陆军的投资收回,工艺改进项目是否具有短平快效益,是否能得到计划执行办公室和兵器规划主管人员的支持,还要估计有关承包商是否愿意投资。

企业

企业通常是在兵器规划进入全面发展阶段之前参与工业现代化鼓励计划。企业如果愿意投资，则应按规定程序提交“现代化建议书”，最后经陆军装备司令部有关单位批准，即可与军方签订“经营协议书”。已有陆军斯坦福发动机厂，通用动力公司地面系统分部的莱马、底特律坦克厂，通用汽车公司的阿里逊燃气轮机部等 12 个厂家或公司参与了这项计划。

实施

该计划分三个阶段实施。第一阶段调查工厂现状，提出改进方案。第二阶段制定具体实施计划。第三阶段承包商购置和安装必要的设备，并实施计划。陆军负责第一阶段的全部投资和第二阶段的部分投资。其余部分由承包商负责投资。计划实施后，陆军与承包商可按预先商定的办法分享节约金额，风险也共担。另外，承包商还可获得其它好处。

（3）两种效益

a、经济效益

就陆军斯坦福发动机厂和通用动力公司地面系统分部而言，美陆军每投资 1 美元，承包商则大约投资 1.7 美元。在 1987 - 1991 财年期间，由于实施该计划，美陆军共节约 1.53 亿美元资金，具体

体现在 M 坦克的成本降低上。总的来说，美陆军每投资 1 美元，能获得 4.25 美元的效益。

b、军事效益

以 M 坦克为例。美陆军认为，在海湾战争中，“M 坦克发挥了极好的作战性能，它进一步证明工业现代化鼓励计划的价值和好处”。

6、保持先进的科学研究发展能力

未来的冲突与战争难以准确预测，而美国与别国的技术竞争又十分激烈，因而保持强有力的科学研究能力是美国兵器工业“最优先的任务”。

（1）相对增加科研经费

（2）稳住并吸引优秀科技人才

保持兵器工业先进科研能力的最重要的一个因素是人，为此，要采取诸如使专业对口、提高军事科研工作的地位、创造良好工作环境等有力措施，稳定并吸引优秀科技人才。

（3）精减机构

陆军计划把大部分科研管理工作和许多科研活动，集中到位于马里兰州的作战装备研究所，以使现有人力、物力和财力得以发挥更大的作用。

（4）调整重点

陆军科研重点已从重型坦克转到能迅速调往出

事地点、且易于维修的轻型装甲车辆。还从研制新坦克、新舰艇和新飞机，转移到改进现有坦克、舰艇和飞机，及其子系统和弹药。在武器设计中，由过去一味强调战场上的作战性能转移到更加重视可靠性、可用性、可维修性和可生产性，以降低武器的生产成本。在科研工作中，由过去只注重武器科研转移到除武器科研外，还要考虑制造技术、维修技术及其它技术的开发。

（5）保持持续的样机研制能力

在经费减少、规模缩小的条件下，如何才能使武器系统的发展不至于中断，并在需要时又能较快在投入生产，是一个非常重要的问题。解决这个问题的最佳途径是采取“样机研制 + 有限生产”策略。即是说，今后强调要连续不断地进行研制，并且有限地和周期性地生产技术演示器和作战试验用的样机。这样做，一方面可以保住主要设计队伍，可以保持技术优势，另一方面，也可以使军队随时能够选择新一代最先进的武器系统方案，并在必要时，可以安排投入生产。

（6）采取双轨制

双轨制是指将一种武器系统的研制分为武器系统样机的研制与部件样机的研制两部分，并同时进

行。这样，既可以使未来战场所需武器系统始终保持先进水平，又可以使设计制造队伍始终具有发挥自己专业才能的机会。样机按研制阶段分为方案样机、技术演示样机和先期发展样机 3 种。

（7）精简设计队伍

在资金拮据、粥少僧多的情况下，为保持持续的样机研制能力，设计队伍必须精简，以保住核心力量。精简的对策为：一是通过精减、合并或战略性联合等方式，保留数量较少、素质较高的设计组。未来国防工业每年有大约 100 亿美元的样机预算，要求能够在高性能飞机、地面战车、新型弹药及其子系统和部件等关键领域，保留数支精干的设计队伍。二是采用由计算机辅助设计和制造技术所支撑的现代管理系统，借以减少设计小组的人数。三是建立多学科开发小组，担任多项任务，从而可以使设计人员得以精减。

（8）降低样机制造费用

样机的制造费用通常比产品生产费用高数倍或更多。如果产量高，就可以把这笔高昂的制造费用分摊出去。否则，产量有限，这笔费用就难以“消化”。为使国防工业具有持续的样机研制能力，必须采取降低费用的措施，采用只制造武器系统关键

部件的样机 ;设法缩短研制周期 ;加强同北约盟国、太平洋周边工业化国家 ,甚至俄罗斯 ,开展更多的样机合作制造计划 ;以及采用新的制造技术和先进的管理方法等 ,来降低样机制造费用。

7、保持强大的维护检修能力

维修是美国兵器工业的第三个组成部分 ,它负责向已部署的军事系统提供支援 ,以保持部队的战备状态 ,以及在军事作战时期向部队提供后勤支援。另外 ,考虑到虽然今后总的维修需求将大幅度减少 ,但是美国将延长现役武器装备的服役期 ,以及武器装备的技术日趋复杂 ,因此 ,未来兵器工业保持有力的维修能力是至关重要的。措施如下 :

(1) 机构合并

陆军现有维修能力超出了未来的需要。因此 ,将相同的或技术上类似的武器系统的维修任务集中到一个机构去完成 ,这样既可以减少总的开支 ,又能更好在利用专业力量。

(2) 提高维修效率

美国国防维修基础十分庞大 ,陆军有 8 个军内维修机构 ,此外 ,还有数千家私人公司为其提供维修业务支援。1991 财年 ,全军维修费用高达 130 亿美元 ,为节省开支 ,强调维修项目要在军种之间或

军种与私人企业之间开展竞争,以提高效率。此外,提倡维修中采用机器人等新技术;要积极参与海外军事的装备维修业务,以使规模大为缩小的美国国防维修基地多承揽一些生意;考虑进一步依靠民用维修部门的可能性。

8、保持快速的应急生产能力

为了应付未来的地区冲突或局部战争,兵器工业必须具备快速的应急生产能力。

(1) 制定应急生产规划

为落实这项规划,要抓好3个关键环节:第一,要明确应急项目。根据预测,以及沙漠盾牌和沙漠风暴行动的经验,应急项目主要是弹药、零部件、燃料、食品及服装等。第二,要充分依靠民用工业。第三,使应急生产所需资金得到保证。第四,必须保证拥有可能需要的关键武器装备的生产能力。

(2) 储备必要数量的应急产品

(3) 依靠盟国的支援

可以通过储备国内缺乏的某些外国产品来防止应急生产时可能出现的瓶颈现象。但要考虑到可能因政治原因而中断供应;未必都能满足需要;可能因运输问题而贻误战机。

此外,要充分看到柔性制造系统(FMS, Flexible

Manufacture System) 在应急生产中的作用。它除了可以提高和平时期兵器工业的生产效率外,还可以增强兵器工业对应急需求的响应能力。

9、保持健全的民用动员能力

当未来的危机严重到有必要宣布全国处于紧急状态时,上述的应急生产能力就难以应付这种挑战。在这种情况下,除了国防工业外,还必须对广泛的全国工业实行总动员。为此,未来的国防工业还必须具有健全的可以把民用工业动员起来的能力。

10、保持高效的限量生产能力

90 年代末期,美国已经开始"进入一个减少国防采购的时代"。它要求未来的国防工业在和平时期既能以较低的速度进行生产,又能生产出经济上可以承受的,而且是可制造、可使用、可维修的优质装备。也就是说,它要求未来的兵器工业能够保持一种"温和的生产能力"。

(1) 精简工业部门

要保持高效的限量生产能力,就必然要缩小兵器工业的规模。主要途径有:

公司对本企业实行精简,封存闲置的军品生产设施,并扩大经营范围。

将生产同类武器产品的企业加以合并。

通过公平合理的方式，保留一部分企业，淘汰一部分企业。

在存在着“自然垄断”的部门中，建立私有的或公有的兵工厂。

主承包商与子承包商、供应商实现战略性的长期合作关系，以便精减企业数量。

(2) 降低生产速度

有计划的低速生产，既可以稳定地、不断地向部队提供一定数量的补充用的或更新换代用的武器装备，又能使必要的设施、设备和制造技术得以保留下来。这是保持国防工业必要生产能力的一条十分有力的措施。

(3) 加强国际合作

更多地利用国际上的军事工业和民用工业的力量，有助于美国国防工业保持有效的限量生产能力。

11、保持良好的综合管理能力

未来兵器工业到底能否满足未来高技术局部战争需求，说到底还要看它能否保持良好的综合管理能力，因为一切目标和对策都要通过一体化的管理来实现，它对健康的强有力的兵器工业来说是“根

本的保障"。

- (1) 提高管理人员素质
- (2) 改善各级管理工作
- (3) 制定兵器工业规划
- (4) 简化政府采购条例

美国国防部制定的采购条例，包括其它有关文件在内，与其它西方工业国家相比，它最全面、最系统，并具有很高科学性，但是，它有两个致命的弱点：一是太繁琐，事无巨细，统统都管；二是太严厉，违反规定，轻则受罚，重则要受到刑事处罚。为了克服这一弱点，国会已责令国防部建立"简化与修订采购法令顾问小组。"在军事规格上，政府应该监督的是产品的最终性能和质量，而不是详细的制造过程。

最后，值得指出的是，兵器工业的调整涉及到国会。例如，兵器工业过去之所以难以与企业签订多年合同，根本原因在于国会拨款经常变动，政府难以制定长期采购计划。又如，国防部现在每年在对国防资源进行预算、授权、拨款、监督和投资过程中，要受到国会中 30 个委员会、77 个小组委员会和 4 个特设委员会的监督。再如，一般的国防科研计划仅在国会每年就要平均表决 18 次，按研制

周期 8 年计算，在这个期间，计划调整改变的机会多达 144 次。结果是“增加了国防部的负担，限制了它的管理能力”，从而也使兵器工业受害。因此，为了更好地进行兵器工业调整，国会也必须相应地改进自身的工作。

12、关于加强兵器工业调整的政策有以下几点：

(1) 在独立自主的前提下，加强国际合作

兵器工业发展应该独立自主，还是应该加强国际合作，这是一个过去有争议的问题。现在美国的决策者作出明确的规定，两者必须兼顾。理由是：在前一种情况下，政府就将付出高昂的采购费，兵器工业也将缺乏创新精神，并无法获得国外的先进技术；在后一种情况下，一味地依靠国际合作，就有可能把美国开发新技术的关键能力拱手让给外国竞争者。而两者兼顾。则有利于加强未来兵器工业。

(2) 在加强兵器工业的同时，大力依靠民用工业

这是在建设未来兵器工业中，是坚持单一的军工体系，还是采取军民结合体系这一问题上，美国决策者作出的重大的战略决策。美国长期以来坚持的单一的军工体系，已经给兵器工业带来了不可估

量的损失。采取军民结合体系的好处是：既可以依靠政府与私人拥有的企业独家生产某些武器系统，又可以通过修改军事要求等途径，吸收民用的先进技术，采用民用的廉价产品。

(3) 既要保持必要的现有能力，更要立足于未来的军事潜力

这是划分未来的兵器工业与过去的兵器工业的分水岭。过去，兵器工业总是忙于向部队提供补充的或新一代的武器装备，无暇顾及军事潜力问题。今后，为了对付地区冲突或局部战争，当然还须保持必要的现有的军事实力。但是，全球性的重大大冲突的威胁已经大大缓解，因此，兵器工业的工作重心必须由生产转向科研，转向致力于增强军事潜力。

(4) 必须高度重视人力资源、设施设备和关键技术等 3 个极其重要的问题

人的智慧和才能可以孕育和生产先进的武器系统、制造技术和管理方法。设施设备是未来兵器工业赖以生存的物质基础，是人的智慧和才能得以充分发挥的重要条件。关键技术是使美国军事实力居领先地位的根本保证。这 3 个问题能否处理得好，是美国在 21 世纪能否保持坚实的兵器工业的关键

所在。

(5) 坚持"一体化"的原则

兵器工业的调整能否成功，未来兵器工业的战略目标能否实现，都取决于能否打破以往分散的管理模式，坚持"一体化"的原则。

(6) 发展全球化兵器

1999年6月，美国国防部的一位高级官员指出，在冷战结束后的萧条时期，美国的军火商必须适应新的战争前线——联合部队参战的高技术、地区性冲突。

负责采购和技术的国防部副部长雅克·甘斯勒在一个关于航天和国防工业的讨论会上指出："我们将面临短时间、高强度、地区性的冲突，此后往往是漫长的维和时期。我们的军队将谋求在不使大批部队遭受危险的情况下显示力量。"现代技术突飞猛进，政府要求军火承包商们必须改变经营方式，以跟上潮流。

甘斯勒指出，关键在于要生产联盟（北约）中几个国家的武装部队都完全能够共同使用的武器和通信系统。

由于今后发生的几乎所有冲突都将是联合参战的冲突，在联合参战的环境中，所有的系统都必须

能够共同使用而且安全可靠。因此国防部要求美国兵器工业早日实现全球化。

美国国防部重申："21 世纪更有可能发生的那种地区性冲突将不会给我们6个月的时间来集结部队。侵略更有可能是突如其来的"，"必须在 24 小时之内作出反应，在 7 天之内控制住局势。要控制住局势，就要求我们在理论、战术、装备和决策方面实现重大改革"。

(7) 反对垄断

1999 年 5 月，美国国防部对通用动力公司收购纽波特纽斯造船公司一事表明态度，决心公开反对国防工业的垄断性合并。美国国防部以损害竞争为由拒绝了通用动力公司的并购交易，但它批准了其他那些将某一领域的竞争对手从 3 家减至 2 家的并购交易，并允许国外投资者拥有美国兵工企业的股份。

国防部副部长冈斯勒表示，通用动力公司采购纽波特纽斯造船公司后将成为美国海军潜艇的唯一供应商，这是不能接受的。政府在鼓励调整改革的同时坚持维护竞争。与此同时，美国防部和反托拉斯机构已经批准（并将继续批准）一系列缩小竞争领域的低一级军品公司的合并。因此，大军品公

司收购小军品企业很容易获得国防部的批准，如纽波特纽斯并购 Avondale 工业公司。