

美国国防部 关键技术计划



航空航天部航天科技情报研究所

一九九一年十一月

美 国 国 防 部

关 键 技 术 计 划

提交美国国会武装部队委员会的报告

1991 年 5 月 1 日

译 者 说 明

本书是美国国防部于今年5月向国会武装部队委员会提交的1991年度关键技术计划报告及其附件,旨在介绍对保持美国武器系统质量优势至关重要的21项关键技术,并概述管理和促进这些技术发展的投资战略。此第3个年度计划在1990年计划的基础上进行了较大的修改和增订,篇幅增加一半有余。在主报告中新增了技术投资计划、关键技术计划概要、关键技术的经费以及管理科学和技术;在详细计划中不仅增加了新的一章即“柔性制造”,而且每章中均增加了技术发展计划概述,并充实了技术利用等多项内容。该计划对各项关键技术的美国国内和世界各国的研究发展现状和趋势也进行了评述。相信本书对于我国有关各级领导和部门研究世界先进科学技术,制定科技发展规划,选择各部门、各层次的关键技术,确定优先投资战略,发展军民两用技术等均具有重要的参考价值。

对应邀参加本书译文校审工作的有关专家一并致谢。如译文有不当之处,敬请读者指正。

1991年10月

目 录

I、概述	(1)
II、技术投资计划	(10)
新出现的安全环境对国防部 (DoD) 的挑战	(10)
国防部科学和技术战略——应付挑战的对策	(11)
国防技术规划目标	(16)
关键技术的特性	(17)
III、国防关键技术计划概要	(20)
IV、国防关键技术的经费	(47)
V、管理科学和技术	(51)
附录 A 投规划项目安排的关键技术经费	(52)
附录 B 关键技术详细计划	(81)
1、半导体材料和微电子电路	(84)
2、软件工程	(108)
3、高性能计算	(128)
4、机器智能和机器人	(147)
5、仿真和建模	(170)
6、光子学	(187)
7、高灵敏度雷达	(212)
8、无源传感器	(234)
9、信号和图象处理	(262)

10、特征控制.....	(282)
11、武器系统环境.....	(292)
12、数据汇集.....	(309)
13、计算流体力学.....	(328)
14、吸气式推进.....	(348)
15、脉冲功率源.....	(378)
16、超高速射弹和推进.....	(398)
17、高能量密度材料.....	(411)
18、复合材料.....	(430)
19、超导.....	(453)
20、生物技术.....	(471)
21、柔性制造.....	(487)

I. 概述

制定国防部关键技术计划 (DCTP) 的目的在于介绍据认为对保持美国武器系统质量优势至关重要的 21 项技术,并概述管理和促进这些技术发展的投资战略。国防关键技术是国防部科学和技术 (S&T) 规划的前沿。整个科学和技术工作是达到不断提高军事能力的基础,而国防部关键技术则代表着那些可能会决定在发展先进武器能力和完成现有系统现代化中的革新速度的技术。

此第3个年度计划与以前的版本相比内容更加丰富。报告中增加了新的一章,给出了每一项国防关键技术得到相关科学和技术规划项目 (PEs) 经费支持的额度 (附录 A); 再者,各项详细技术计划 (附录 B) 提供了有关具体的发展进度和技术目标的更加详尽的内容,以及有关非官方机构和 (非国防部) 政府规划的更为广泛的讨论。本计划也包括对国际技术发展和趋势的评价。

这本1991年计划反映出来自三军、工业界和关心本计划的联邦政府各部、局的参与显著增多,特别是在详细技术计划的产生过程中更是如此。航空航天工业协会、电子工业协会和国家安会工业协会都为此做出了特别有价值的贡献。能源部、国家航空航天局、国家标准和技术研究所 (商务部) 和国家科学基金会都提供了考虑相应非国防部规划的广泛信息和有关具体技术计划的有益评论。此外,1990年国防科学研究会 (DSB) 的夏季研究提供了这份国防部关键技术计划的坚实基础和基本框架。大量的国防部机构也参加了本计划的准备工作,尤其是联合办公室和 DSB。谨向一切为此项工作做出贡献者表示感谢。

国防部长曾几次谈到他最优先考虑的若干重点。这些重点不仅考

考虑到国家安全与未来世界上不确定因素的复杂性，也提供了国防部的研究和发展目标。这些优先考虑的重点是：

- 高质量的人才
- 技术的精良
- 有效的采购
- 加强的核威慑地位和战略防御
- 多用途、有准备、可布署、能持久的部队
- 持续的海上优势
- 后备部队和动员
- 特种作战部队

国防研究和工程局局长 (DDR&E) 已经确定了3个技术流，其设想如下：

(1) 在各种武器系统和其分系统以及保障系统如训练、后勤和国防工业基础结构方面提供循序渐进的改进。这些改进必须是对来来的安全威胁和环境反应灵敏的。三军的需要是这些渐进技术变化的主要动力。

(2) 形成创新、高效的突破性技术，并使这种技术有效地渗透到我们的军事能力中去。在这方面，国防高级研究计划局 (DARPA) 起主要作用，而战略防御计划 (SDI)、平衡技术倡议和备军事部门的研究机构也都发挥了作用。

(3) 寻找王牌技术 (每5~10年拿出一项) 来维持在技术装备竞赛中的优势地位。这类王牌现在如隐身飞机，而过去则包括原子弹和北极星系统。这些王牌可能是我们筹划和进行战争的主要手段。

科学和技术规划是实现这3个技术流的主要工具。关键技术规划主要焦点在于第2个技术流，同时促进第1和第3个技术流。本关键技术计

划包括21项国防关键技术，这些技术均列于表1中。

今年的计划编程序确认在1990年关键技术计划中由国防部对这些技术所排列的优先顺序。这些关键技术原来的选择依据是它们对保持美国军事系统优势地位所起的作用，这种作用是通过它们对主要分系统的杠杆作用达到的。（国防关键技术将在第Ⅱ章中进一步予以讨论，技术计划简况将在第Ⅲ章中介绍，而全部技术计划将在附录B中详细介绍）。

下而的表2A和表2B分别给出1991财年中国防关键技术的计划经费额度和1992~1997财年的年度总经费。这些数字中包括来自国防部科学和技术规划的相关经费，其中包括战略防御计划局（SDIO），它对许多国防关键技术做出了巨大贡献。（国防关键技术经费将在第Ⅳ章中进一步加以概述，而在附录A中详加介绍）。

国防关键技术发展的总经费额度和目标反映出1992财年的总统预算。现在的管理注意力，包括1990年国防管理评论（DMR）开创的活动已经引起人们把重点放在支持国防关键技术上，从这些经费额度上可以看出这个重点。尽管事实表明，预算限制将会引起总的国防部研究、发展、试验和评价（RDT&E）费用在今后几年中有所削减，但是国防关键技术经费额度在1992财年比1991财年的预算要求有显著增加，且今后将保持稳定或仍略有增加。国防部将保持对国防关键技术的强有力的支持。国防关键技术已经成为综合的S&T/SDIO技术发展预算之中的一个重要焦点，其经费约占1992财年计划经费的35%。预计这一部分经费到1997财年将增至约占总的S&T/SDIO技术发展预算的40%。如不考虑SDIO，则1992财年关键技术约占52%，比1991财年的预算要求有显著增加。

国防部认识到，需要保证它的科学和技术发展的财源——特别是

它的关键技术预算——能把重点放在高效益的技术上，这些技术能够满足最紧迫的现有的和新提出的军事需求。国防部正在执行一项持续进行的对国防关键技术规划的评估，以保证三军和各国防（部）局持续把重点正确地放在发展这些技术上，并保证这些规划的目标与国防部的总的科学和技术需求保持一致。

在持续进行的评估的基础上，国防部可以把基本事实的变化引入1993财年预算，并将提供1994~1999财年动态规则（DP）发展的指南。在考虑到连续性需求的同时，国防部将修改各项国防关键技术的进度安排和预算优先顺序，以反映有希望的新技术的发展和新出现的军事需求。

本计划共包括5个章节和2个附录。第Ⅰ章将讨论新出现的安全环境如何影响国防部的未来军事需求，介绍国防部的国防技术战略针对这些未来需求所采取的对策，提供对21项国防关键技术的评论，并介绍这些技术的关键特性。第Ⅱ章包括21项国防关键技术中每一项的简要内容。第Ⅲ章介绍国防部对这些技术的经费支持。第Ⅳ章介绍整个国防部科学和技术管理过程。附录A给出21项国防关键技术每一项按财年列出的详细科学和技术经费概要。附录B介绍21项国防关键技术的选择方法和详细的技术计划，包括技术进度安排和目标、政府和非官方机构的研究和发展活动、工业基础概况和国际评价。

表1 国防关键技术

序号	名 称	说 明
1	半导体材料和微电子电路	用于高速计算机、灵敏接收器和自动控制等方面的超小型集成电子元器件的生产和发展
2	软件工程	经济可靠的新型软件的研制、维护和提高
3	高性能计算	到1996年计算能力提高1000倍、通信能力提高100倍的高性能计算系统
4	机器智能和机器人	将人工“智能”引入计算装置,该装置能使机器设备具有智能功能
5	仿真和建模	复杂过程的显象观察和方案与设计的试验,无须建造实体模型
6	光子学	包括用于通信、导航等方面的超低损耗光纤和光学部件,如光开关、光耦合器和多路调制器
7	高灵敏度雷达	能够探测低可观测性目标或能够分类、测定和(或)识别非合作目标的雷达敏感器
8	无源传感器	无须发射信号而能探测目标、监控环境或确定设备状况或条件的探测器
9	信号和图象处理	使计算机结构、算法和微电子信号处理器件相结合,从而实现目标探测、分类和跟踪的近实时自动化
10	特征控制	能够控制目标的信号特征(雷达波、声、光及其它特征),从而提高飞行器和武器系统生存能力
11	武器系统环境	对自然环境(包括数据和模型)及其对武器系统设计和性能的影响的详细了解
12	数据汇集	数据的机器综合和(或)译释及其对操作人员的方便显示
13	计算流体力学	利用计算机计算建立复杂流体流的模型,进行可信赖的预测,从而节省时间和费用;而过去则要求昂贵的设备和试验
14	吸气式推进	采用大气中的氧来助燃的轻质、高燃料效率的发动机

续表1

序号	名 称	说 明
15	脉冲功率源	产生重复、短时间、高峰值电源脉冲, 元器件质量较轻、体积较小, 用于武器和传感器
16	超高速射弹和推进	研究达到以大于常规速度 ($>2.0\text{km/s}$) 发射射弹的能力, 以及了解在这样的速度下射弹和目标的特性
17	高能量密度材料	用于炸药、推进剂或火工品的高能组分的复合
18	复合材料	使二种或多种组分材料以这样一种方式结合在一起, 即能制造出一种性能可选择、又优于其各组分性能的物质
19	超导	利用超导体的零电阻性能和其它特殊和明显的性质来研制高性能传感器、电子元器件和分系统以及以超级磁体为基础的系统
20	生物技术	生物学的系统应用, 在军事工程或医药方面的最终用途
21	柔性制造	生产过程单元的一体化, 目的在于提高加工效率、降低加工成本, 适用于各种数量的小型以及大型零件的加工, 能够适应迅速改变对于最终产品特性的要求

表2A 关键技术的经费 (包括 SDIO)
(百万当年美元)

技 术	1987~1991 财年 实际	1991 财年 要求	1991 财年 实际	1992 财年 要求	1993 财年 要求	1994 财年 要求	1995 财年 要求	1996 财年 要求	1997 财年 要求
1 半导体材料和微电子电路	1955	370	534	479	481	487	488	490	510
2 软件工程	384	115	133	149	148	153	155	156	157

续表2A

技 术	1987~1991 财年 实际	1991 财年 要求	1991 财年 实际	1992 财年 要求	1993 财年 要求	1994 财年 要求	1995 财年 要求	1996 财年 要求	1997 财年 要求
3 高性能计算	414	80	108	172	219	273	301	349	350
4 机器智能和机器人	551	116	162	146	142	145	144	144	143
5 仿真和建模	1230	202	300	334	343	340	335	344	344
6 光子学	710	75	167	186	190	180	179	190	173
7 高灵敏度雷达	669	110	169	196	201	192	188	191	192
8 无源传感器	2065	460	428	530	554	523	512	514	509
9 信号和图象处理	753	130	221	235	230	232	234	240	219
10 特征控制	*572	*120	*120	*109	*102	*89	*87	*86	*88
11 武器系统环境	929	180	213	232	238	246	249	252	260
12 数据汇集	288	50	96	106	109	108	98	98	93
13 计算流体力学	428	55	118	94	95	99	101	105	108
14 吸气式推进	968	180	227	224	211	185	190	193	201
15 脉冲功率源	541	95	95	76	76	81	80	80	82
16 超高速射弹和推进	710	120	153	183	205	201	200	197	196

续表2A

技 术	1987~1991 财年 实际	1991 财年 要求	1991 财年 实际	1992 财年 要求	1993 财年 要求	1994 财年 要求	1995 财年 要求	1996 财年 要求	1997 财年 要求
17 高能量密度材料	409	76	82	84	86	95	93	96	98
18 复合材料	1089	170	204	193	197	211	218	224	229
19 超导	345	88	58	58	51	54	54	55	57
20 生物技术	79	100	69	65	66	68	69	71	72
21 柔性制造	105	17	27	25	28	29	31	32	31
国防关键技术-SDIO 科学和技术的计划总经费	15194**	2909**	3684**	3874**	3972**	3991**	4006**	4107**	4112**
全部技术发展活动-SDIO 科学和技术的项目总经费	—	9784	9048	11095	11413	11749	11501	10895	10542

表2B 关键技术经费（不包括 SDIO）

（百万当年美元）

技 术	1987~1991 财年 实际	1991 财年 要求	1991 财年 实际	1992 财年 要求	1993 财年 要求	1994 财年 要求	1995 财年 要求	1996 财年 要求	1997 财年 要求
国防关键技术的计划总经费-不包括 SDIO 科学和技术经费	10944**	1989**	3081**	3144**	3179**	3200**	3211**	3308**	3309**
全部技术发展的项目总经费-不包括 SDIO 科学和技术经费	—	5324	6186	6015	6223	6339	6489	6770	6886

* 此项关键技术的经费仅为公开的经费总数。

** 经费总数不包括用于保密的特征控制研究的经费。

Ⅱ . 技术投资计划

新出现的安全环境对国防部的挑战

1990年8月,布什总统在阿斯彭研究所发表的关于国家安全的重要演说中强调了国防研究和发展的的重要性,他说:“为了对付我们可能面临的全面挑战,我们必须有所准备,并提高快速反应能力。为了准备应付未来我们可能面临的挑战,我们必须把重点放在研究上——制定一项积极主动的、有创造性的国防研究和发计划。”

根据这一指示并为适应全球性的政治事件和军事趋势,国防部制定了本报告提供的关键技术计划。

目前仍在向我们提出挑战的威胁如下:

(a) 作为一个军事组织的华沙条约的解体正在使美国国家安全问题发生变化,但是苏联仍然继续是美国的一个潜在威胁。在我们的国防战略不再把主要重点放在欧洲和苏联在欧洲发动侵略的可能性时,那个国家庞大的军事力量绝不容忽视。

(b) 其次,我们必须阻止先进武器技术迅速扩散到地区性势力中,其中包括可能是无法预测的和残酷无情的政权。

(c) 再者,发生较小的冲突,从因麻醉剂流行而引起的暴力行为直至恐怖行动和暴动的可能性不断增加。

除了这种断出现的安全环境的威胁之外,美国很可能还而临新的资源阻制。国防部计划在今后5年内裁减现役部队的25%,按照规划,采购费用也将由1991财年的791亿美元减少到1996财年的710亿美元。

所有这些因素均表明,保持一个强有力的和稳定的研究和发展态势是十分重要的,而这又直接依赖于国防战略、经费的恰当提供和管

理的有效性。

国防部科学技术战略——应付挑战的对策

积20年观察之经验，我们发展国防技术的战略着眼于3个技术流：

(1) 确定一个程序，此程序提供在武器系统及其分系统和保障系统如训练、后勤和国防工业基础结构方面的循序渐进的改进。这些改进必须对于未来的安全威胁和环境反应是灵敏的。三军是这些渐进技术变化的主要动力。

(2) 形成创新、高效的突破性技术，并使这种技术有效地渗进到我们的军事能力中去。在这方面，国防高级研究计划局(DARPA)起主要作用，而战略防御计划(SDI)、平衡技术倡议和三军也都发挥了作用。

(3) 寻找王牌技术(每5~10年拿出一次)来维持在技术装备竞赛中的优势地位。这类王牌现在如隐身飞机，而过去则包括原子弹和北极星系统。这些王牌构成了我们筹划和进行战争的主要手段。这类王牌的不断产生将保证我国在国防技术上长期处于优势地位。

我们需要全部3个技术流——渐进技术、突破性技术和王牌技术，我们也需要管理国防科学技术，以便于发展和应用这3个技术流。为此，我们的战略重点放在以下几点上：

(1) 调整武器平台的设计和结构。在今后10~20年中，我们并不改力于开始研制许多新的重要武器平台。因此，我们计划通过不断调整改进这些武器系统的设计，来继续提高它们的能力和寿命。

(2) 随着威胁的加剧，制定一项使现有武器系统的关键分系统(如电子设备、推进装置、武器、通信和对抗措施)更为精良的系统性规划。技术机遇的资源将得到开发利用，以便能用于获得优良的武器性

能和可承受性。

(3) 更加集中力量发展我们的科学和技术规划，从而为增强未来的军事能力提供技术推动力，这一做法将通过重组和改进内部研究、发展、试验和评价 (RDT&E) 机构给以支持。

(4) 通过使系统和分系统发展的主流保持渐进状态，生产具有可承受成本的高质量产品，同时又保留进行革命性的、高效的、及时改进的机会。

(5) 通过鉴别和论证高效技术的引进和它们与作战创新的相互作用，使技术创新与作战方案的创新紧密结合。

(6) 加速发展、引进和利用柔性制造技术和训练技术。

(7) 更加重视综合工程分析、建模与仿真、对策、模型制造、研制、试验与鉴定和单纯技术评价的一体化方法。

(8) 所预测的任务需求将在很大程度上影响特殊规划或技术发展工作。

我们对这一技术战略的实施进行管理的主要手段就是国防部关键技术计划。今年确定的每一项备选技术都是根据它特有的优点而入选的。我们分析了每一项技术对于改进在各种各样军事冲突情况下的军事应付能力所起作用的大小，然后按照最大效益原则对这些技术及其技术目标进行了选择。这一过程将在附录 B 中给予更详细的阐述。总的来说，这些技术反映出国防部科学和技术长期不变的途径的一个方面。

1990年中，国防部改进了这些技术中的一些技术（个别题目的改变及映了这一事实）。速些改变更精确地描述了最近的技术进展和目前国防部在这些广阔技术领域中的重点领域。国防部也增加了一项新的技术，即柔性制进（不要与长期制进技术（Man Tech）规划相混淆），目的是确认在先进制这工艺技术方面保持技术优势的重要性在增