

进入21世纪的科学技术丛书

丛书主编 于光远

丛书副主编 王国政 夏立容 熊芳直

军事高技术 的今天和明天

乔松楼 杨胜利 沈明华 编著

湖北教育出版社

(鄂)新登字 02 号

图书在版编目(CIP)数据

军事高技术的今天和明天/乔松楼等编著. — 武汉:湖北教育出版社,1998

(进入 21 世纪的科学技术,第一辑/于光远主编)

ISBN 7-5351-2249-3

I. 军… II. 乔… III. 军事技术:新技术-概论 IV. E9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 28513 号

出版行:湖北教育出版社

汉口解放大道新育村 33 号
邮编:430022 电话:5830435

经销:新华书店

印刷:文字 603 厂

(441021·襄樊盛丰路 45 号)

开本:850mm×1168mm 1/32

10 插页, 11 印张

版次:1998 年 2 月第 1 版

1998 年 2 月第 1 次印刷

字数:260 千字

印数:1—2 000

ISBN 7—5351—2249—3/N·20

定价:18.00 元

如印刷、装订影响阅读,承印厂为你调换

目 录

第一章 军事信息技术	(1)
第一节 微电子技术	(5)
第二节 光电子技术	(25)
第三节 光纤通信技术	(63)
第四节 计算机技术	(78)
第二章 军用新材料技术	(102)
第一节 “863” 计划与军用新材料	(104)
第二节 当今迫切需要的军用新材料	(118)
第三节 当前以至未来广泛使用的军用新材料	(120)
第四节 走向未来的军用新材料	(135)
第三章 军用新能源技术	(141)
第一节 人类利用能源史	(142)
第二节 能源危机呼唤新能源的诞生	(146)
第三节 未来的光、热和动力的源泉——方兴未艾 的新型能源	(152)
第四章 现代军用生物技术	(193)
第一节 “世界末日” 的发明者——基因工程	(195)
第二节 开辟生物武器研制新途径的细胞工程	(204)

2 军事高技术的今天和明天

第三节	具有特殊军事用途的发酵工程	(210)
第四节	阔步迈进军事领域的酶工程	(215)
第五节	在军事领域大显身手的生物技术	(218)
第五章	军用航天技术	(235)
第一节	和军事斗争密不可分的航天技术	(235)
第二节	活跃在现代战争舞台上的军事应用卫星	(237)
第三节	载人航天器及其在军事上的应用	(261)
第四节	军用航天技术的发展趋势	(266)
第六章	军事海洋技术	(276)
第一节	海洋军事探测技术	(277)
第二节	舰艇导航与定位技术	(295)
第三节	军事海洋资源开发	(303)
第四节	军事海洋环境保障技术	(314)
参考文献		(328)
Contents		(330)

第一章 军事信息技术

信息，在人类社会发展的历史进程中可谓无时无处不在，并随着人类社会科学技术的发展而变得愈加重要，特别是在今天这样一个信息爆炸的时代，更是如此。现代西方工业发达国家的一些有影响的政治家曾把信息视为同水和空气一样对人类至关重要；一些有影响的科学家也把信息同物质和能源并列对待，称其为人类生存和社会发展的三大基本资源。这种观点已基本得到人们的认同。

众所周知，世界是由物质组成的，没有物质，世界便成为虚无的世界；能量是一切物质运动的源泉，没有能源，世界便成为静寂的世界；而信息则是客观事物与主观认识相结合的产物，没有信息交换，世界便成为没有生气的世界。那么，究竟什么是信息？古今中外不同的人有着各自不同的解释。

在中国唐代，文人李中的《暮春怀故人》诗中就曾使用过“信息”一词：“梦断美人沉信息，目穿长路倚楼台”，这里所提到的“信息”大概是比较早的“信息”用语了。中国《辞海》中对“信息”是这样注释的，“音讯；信息。通信系统传输和处理

的对象，泛指消息和信号的具体内容和意义。”^①《信息论》中又是这样注释的：“信息是信源所发消息的统计特性的某一参量，它不是消息本身，又包含在消息之中。”^②《辞源》中的定义很简单，“信息，即消息。”^③这些注释都是就字面作解说，没有什么具体的内容可言。由此可见，当时对信息这个词汇的含义还没有形成更为深刻的概念。而在《新编小小英汉词典》中，信息“Information”被译为“消息；资料；情报；通知”^④。《牛津英汉词典》里对信息的定义是：“通知；报告。消息；情报；知识。”^⑤还有的字典里，将“信息”简单地说成是：“所知道的东西”或“通过事实的表述传递给头脑的知识”，等等。

那么，“信息”的概念到底该怎样理解？为什么古今中外对它竟是如此模糊而不可捉摸呢？可以概括地说，这是由于信息作为一门科学，还是十分年轻的学科，人们对信息的认识和理解还不够深入和透彻，因此，还难以形成一种公认的统一的完整概念。人们对信息的本质和定义，还只能是仁者见仁，智者见智，各持己见，含混不清。

随着科学技术的飞速发展，进入20世纪下半叶以来，人们对信息、信息科学和信息技术，有了进一步的研究和理解，逐步得出了比较令人信服的结论。尤其是西方一些知名的信息科学家所倡导的信息定义，更具代表性，深受一些学者的推崇。他们是这样定义的：“信息是减少不确定性的一种客观存在和能动过程。”

概括起来，信息可以认为有以下三层含义：

-
- ① 夏征农主编：《辞海》缩印本，279页，上海：上海辞书出版社，1989。
 - ② 姜丹：《信息论》，1页，中国科学技术大学出版社，1987。
 - ③ 《辞源》，115页，商务印书馆，1988。
 - ④ 《新编小小英汉词典》，197页，外语教学与研究出版社，1991年11月。
 - ⑤ 《牛津英汉词典》，第14版，549页，香港：牛津大学出版社，1982。

(1) 信息是对客观世界中各种事物的变化和特征的反映。客观世界中不同的事物是千差万别的，呈现不同的状态和特征，从而在人们认识的过程中形成了不同的信息。

(2) 信息是客观事物之间相互作用和联系的表征。世界上任何事物之间都是相互联系、相互作用的，这种联系和作用可通过一定的信息表征出来，例如股票市场的变化可以通过综合指数和各种动态指标来表征。

(3) 信息是客观事物经过传递后的再现，这种再现不是物质上的再现，而是通过多方面信息的综合、分析和归纳，定性、定量地再现事物的重要性，根据这些特征，我们在认识一事物时，不必一定亲自接触它就能在认识论上重现这一事物。

既然信息是对客观世界中各种事物的变化和特征的反映，那么我们也可以认为信息是事物的运动状态和关于事物动态过程的各种陈述；它普通存在于一切运动的事物之中。军事事件就是一种处于永不停息运动之中的活动，信息不言而喻的普遍存在于其中，存在于所有军事活动和军事领域的思维之中。信息既然可以提供关于军事事物运动的知识，再现事物传递后的状态，那么它就同物质、能量一样，构成了军事上不可缺少的宝贵资源，并与物质和能量一起，成为现代战争的要素。物质为军队提供武器装备；能量为军队提供动力和杀伤弹药，而信息给军队提供的则是知识和智慧。比如，要建设一个高度先进的防空体系，首先要有物质材料，否则就是空谈。其次，还需装配有强大的打击力量，如弹药以及充足的电能，以保证系统能够工作。但是，同样重要的（如果不是更重要的话），还必须配备有性能优良的信息系统，包括雷达（检测信息）、通信（传递信息）、计算机（分析和处理信息）和指挥系统（根据所得到的信息来控制导弹的发射和飞行）。否则，打击力量，如导弹等，就会成为盲目的摧毁力量。实际上，物质、能量和信息这种三位一体的关系，不仅在军事技

术领域随处可见，即使在日常生活中也比比皆是。

信息自身的发展规律和理论，构成了一门新兴的高度综合的学科——信息科学。研究信息产生、采集、变换、存储、提取、传递、处理、比较、分析、识别、检测、显示、判别、控制和开发利用的技术，称做信息技术。信息技术产生于20世纪60年代末、70年代初，它是随着计算机技术、通信技术和控制技术的发展而诞生的，其中，计算机技术是它的主要工具，通信技术是它的主要传递手段，控制技术是人类开发、掌握和利用信息的主要方法。它与微电子技术、机电、声电、光电、生物电子技术、激光技术、光学集成技术、纤维光学、空间技术、新能源技术和各种传感器、换能器、显示器等技术密切关联，从这个角度来讲，信息技术又是一门综合性极强的技术门类。信息技术的基础是传感技术、通信技术和计算机技术。这些技术打一形象的比方，就相当于人的感觉器官、神经系统和思维器官。显然，传感（信息的检测、变换、显示）、通信（信息的提取、传递、处理）和计算机（信息的存储、分析、控制）完全包括了所谓的“三C”（通信、计算机和控制）的内容，而且比“三C”更全面、更合理。由此，我们可以给信息技术下一个更全面、更清晰的定义，那就是：信息技术是借助以微电子学为基础的计算机技术和电信技术的结合而形成的手段，对声音的、图像的、文字的、数字的和各种传感信号的信息进行获取、加工处理、存贮、传播和使用的能动技术。它是计算机、电信和微电子三个关键领域中已出现的所有科学技术进展的集成产物。

信息技术在军事上的应用由来已久。随着现代化高新技术的发展，现代武器系统，如原子弹、氢弹、中子弹、导弹、卫星以及各种定向能武器和常规武器系统的信息量急剧增加；现代军队的组织编制、管理教育、作战训练等情况异常复杂；现代战争中的预警、侦察、通信、指挥、控制日趋电子化、自动化；现代战

场空域大、参战军兵种多、情况瞬息万变。大量信息的采集、传递、分析、判断、处理，已经非人力所能为。近年来发生的几场局部战争的实践证明，用卫星、航空和战术电子侦察等现代化的方法和手段为战场指挥员提供准确的信息，已经成为赢得战争胜利的关键。

信息技术在军事领域的广泛应用，几乎达到了无所不及的程度，除直接用于军队的作战指挥外，军队的政治工作，后勤工作，管理教育，科研工作，甚至单兵行动都与信息密切相关。因此，世界各国对军用信息技术的研究和发展都十分重视。

第一节 微电子技术

一、蓬勃发展中的微电子技术

微电子技术是随着集成电路技术特别是大规模集成电路技术的发展而发展起来的一门新兴技术，它的迅速发展是人类向微观工艺不断进行挑战的一个证明。具体地讲，微电子技术是微小型电子元件和电路的研制、生产以及用它们实现电子系统功能的技术领域。其实质是指在一块几毫米见方的小小硅片上，制作成千上万个晶体管、电阻、电容，并按需要把它们连接起来，完成一个电路的功能，一般称为集成电路，也称微电子芯片。微电子技术的发展使得电子设备和系统的微型化成为现实，同时也引起了电子设备和系统的设计、工艺、封装等方面的重大变革。微电子技术的研究重点是硅集成电路或硅芯片。所有的传统元件如晶体管、电阻、电容、连线等都能在芯片内以整体的形式互相联结，设计的出发点已不再是单个元器件，而是整个系统或设备。

集成电路是以半导体晶体材料为基片，经过专门的工艺技术将电路的元器件和连线集成在基片内部、表面或基片之上的微小

型化电路或系统。这种微电路是一种比最紧凑的分立元件电路在尺寸和重量上都小几个数量级的微结构电路。

标志集成电路水平的指标之一叫集成度。所谓集成度就是指在一块晶片上（这个尺寸一般是由比指甲盖还小的晶体管组成的）所包含的最大元件数目。集成电路发展初期，集成度不到100个晶体管，称为小规模集成电路。20世纪60年代集成度发展到100~1 000个之间，为大规模集成电路时期。70年代各国开始竞相发展大规模集成电路，集成度达到1 000个元件以上，与此同时，在单块芯片上集成20万个以上元件的超大规模集成电路也已开始问世。这期间，集成的对象也发生了变化，集成对象从简单的功能部件发展到复杂的功能部件，甚至可能是一个单片计算机。80年代各国集成电路的发展进入了极大规模和超大规模集成电路发展时期，芯片上的集成元件数已可达10万个以上，同时“百万”集成度大关也已突破。进入90年代以来，集成度的发展速度基本上是以每3年乘以4倍的速率在提高。由于集成电路是计算机的核心部件，因此，相应地，计算机的发展也呈现出每3年更新一代的局面。据报道，目前，美国英特尔公司和日本夏普公司已生产出0.4微米的芯片，使用这种线宽生产出来的芯片其集成度进一步得到提高，同时以其组成的电子器件的体积也进一步缩小。目前，这种被称为“瞬间记忆”的芯片，比起当今普遍使用的0.6微米芯片，其体积要小44%，这给制造超小型相机、无线电话和电脑提供了极大方便。除此之外，这种芯片还有一个突出的特点，那就是：在断电之后，芯片存储的信息也不会丢失。打开电脑就能直接进入上次工作状态，不必担心文件是否已经存盘。这一特点已使目前计算机内使用的随机存取存储器大大向前迈进了一步。有了这种芯片，无线电话可以记忆的通话信息会更多。照相机则可以“记住”前一次设定的指数，省去每次调试的麻烦。

英特尔公司的副总裁威廉·豪认为，这种瞬间记忆芯片的市场销售额将在未来3年内增加到75亿美元。同时声称，该公司即可拿出样品，1996年9月份就可开始成批生产。

另据德国《世界报》报道，美国德克萨斯仪器设备公司已于1996年5月28日推出据称是世界上存储能力最大的超大规模芯片。这种芯片如同指甲大小，可包含了1.25亿个半导体器件，相当于目前的一台多媒体计算机主机、微处理器、声卡、硬盘驱动器和16兆存储器的全部半导体器件的总和。该芯片一项最大的优点就在于它可使各种器件进一步微型化成为可能。据报道，这种超大规模芯片的加工线宽仅为0.18微米，比一根头发的直径还小600倍。专家认为，将来微处理器如采用该公司推出的这种芯片，可使计算能力大大提高，相当于现在的20台计算机的运算能力。它不仅提高了计算机的处理能力，还增加了机器的抗干扰能力。公司称，该芯片不仅可用于计算机技术，还能用于移动通讯技术及尚未开发的其他应用领域。该芯片于1997年投入批量生产。

微电子技术中，还有一种换代急速的最有代表性的集成电路产品——存储器件。它不仅市场份额大，而且技术变化快，尤其是占存储器半数以上的动态随机存取存储器（DRAM）更为突出。那么，什么是动态随机存取存储器？这个概念是相对静态随机存储器（SRAM）而言的，是指存储器存入或取出数据的方式。静态随机存储器的存储单元多由稳态触发器组成，只要电源不切断，单元总处于给定的稳定状态不变，因此存储内容也不遗失。动态随机存取存储器，其存储的主要方法是对电容充放电。由于电容上存放的电荷会不断损失，DRAM要求对其存储的信息进行周期性地重写，以免遗失。两种存储器相比较而言，SRAM要比DRAM复杂一些，所以SRAM的集成度和存储容量也稍低一些；但它存取速度快，工作稳定。DRAM集成度高，容量大，但速度

稍低于 SRAM。目前, DRAM 的发展速度很快, 自 20 世纪 70 年代初出现 1 000 位动态随机存取存储器以来, 集成电路中加工线宽日益变窄, 芯片中元器件的密度平均每 3 年提高 4 倍。与此同时, 存储器的容量也在迅速增大, 目前, 世界上 4 兆位的 DRAM 已广泛使用, 16 兆位的芯片已投产; 预计到 20 世纪末, 256 兆位 DRAM 将批量生产, 并渴望研制出 1 000 兆位的 DRAM, 线宽将缩小到 0.1 微米。为取得存储器芯片的优势, 美国、日本的一些大公司已竞相展开了大规模的争夺战。

随着半导体技术的日益发展, 对芯片制造工艺的要求越来越严格, 各自为战的局面已不能适应存储芯片的进一步发展, 在这种情况下, 集中力量, 联合开发就成为大势所趋。1991 年 7 月, 德国西门子和美国 IBM 建立了首家联合开发 64 兆位 DRAM 的合资企业。1 年之后, 日本东芝也加入这一联合开发的行列, 并将开发的目标延伸到 256 兆位 DRAM。据 3 家估计, 此项开发项目的费用将高达 10 亿美元 (由 3 方均摊), 约有 100 位工程师参加工作, 截止目前为止, 此项研究开发计划进展顺利; 截止 1995 年 6 月, 首批全功能芯片已公开展示。1996 年初, 世界最大的 4 家半导体制造公司又在考虑执行另一项更大的联合开发下一代存储芯片的计划, 这 4 家公司分别是 IBM、东芝、西门子和摩托罗拉。这项计划的目的是制造 10 亿位随机存取存储器芯片 (DRAM)。这种芯片可存储大量信息, 预计到 21 世纪初可开始用于多媒体及其他产品之中。这项拟议的新计划在费用和复杂性方面都把芯片技术提高到另一个数量级。到目前为止, 每一代新 DRAM 芯片的制造成本都比上一代高 15% ~ 20%。10 亿位的成本可能要比 256 兆位的高得多。目前生产的 DRAM 大多是 4 兆位和 16 兆位的, 它们涉及到用小至 0.5 微米的硅结构设计和制造芯片。

但是, 要将 10 亿位芯片所需要的全部电路拥挤到 500 平方

毫米的硅片上,则必须将硅结构尺寸降低到0.18微米。与此同时,制造工艺也必须达到空前的精密水平,即:每平方厘米缺陷不大于0.01%。所以,10亿位芯片的设计可能要花好几年,在2001年以前首批商用芯片不可能上市。

据美国市场研究集团集成电路工程公司估计,1995年世界DRAM市场容量为250亿美元,到1999年将达500亿美元。

美国半导体工业协会预测的集成电路技术发展总趋势

第一批 DRAM 发货的年份	1995	1998	2001	2004	2007	2010
最小特征尺寸	0.35	0.25	0.18	0.13	0.10	0.07
存储器位数	64M	256M	1G	4G	16G	64G
成本/位(批生产、毫美分)	0.017	0.07	0.003	0.001	0.000 5	0.000 2
逻辑晶体管数/平方厘米	4M	7M	13M	25M	50M	90M
成本/晶体管(批生产、毫美分)	1	0.5	0.2	0.1	0.05	0.02
芯片尺寸(平方毫米) DRAM	190	280	420	640	960	1 400
微处理器	250	300	360	430	520	620

二、微电子技术的诞生

军事和航天技术的发展向电子器件的微型化提出了更高的要求。应该说,军事和航天技术的迫切需求首先加快了电子器件和设备的微小型化进程,是微电子学诞生的有力催生剂。这一方面是因为像研制卫星和导弹这一类系统,要求采用极为复杂的电子

装备，而这类电子装备又必须具有体积小、重量轻和可靠性高的特点；另一方面，国家和社会肯为此付出巨大的代价和乐于优先采用一些小巧可靠而又十分昂贵的电子系统。当军事和航天部门经历了足够的有关电子器件或设备的微小型化的生产实践，新器件或新设备进入大规模工业生产阶段后，新器件和新设备在其他部门中才可能得到进一步地推广和应用。

20 世纪 50 年代，随着晶体管技术的诞生和发展，电子设备开始走向小型化，同时一些电子设备的功能和复杂性也得以极大提高。电子计算机开始“走”出实验室并开始广泛地被应用到各种大型武器的制导和控制系统中，以及用于军事指挥、通信和军事情报收集等方面。但是，即使是一台中型的电子计算机，由于其本身电路的设计要求和构成系统的电子元器件自身体积的影响，也需应用上百万只晶体管和占有一个房间的体积，于是设备的体积、重量、成本和可靠性等指标再次上升为需要迫切解决的现实问题。

1957 年第一颗人造卫星的升空迎来了航天时代的到来。为了减轻卫星的发射重量和尽可能增加卫星的可资利用的有效容积，人们千方百计地减小安置在其上的复杂电子系统的体积和重量。晶体管电子设备远远满足不了要求。特别是当其后人们发现了人造卫星所具有的多种巨大军事应用价值面促使各国竞相发射各种用途的卫星后，安装在卫星系统内部的笨重的电子装备已成为空间技术进一步发展的重大障碍。

当然，除了军事和航天用的电子设备系统外，在其他应用场合，电子设备的微型化程度也往往成为其能否推广应用的前提。20 世纪 50 年代后半期，电子计算机在经济领域和大型企业管理领域已显露出巨大的效益；小型化电子探测和诊断器具在医疗领域也已开始引起人们的浓厚兴趣。但是，由于晶体管电子设备太大、太笨重、太贵和不够可靠，因而往往成为限制它们广泛应用

的主要因素。为此，人们不得不窥探电子器件和电子设备微型化的新方向。随着晶体管的发明而发展起来的一整套相关理论和生产技术，为电子器件摆脱上述窘境创造了良好的条件。到了50年代末，微电子学和微电子技术已经像一个躁动于母腹中的胎儿，即将诞生。

首先提出集成电路或集成化设想的是英国雷达研究所的一位名叫达默（Dummer）的科学家。50年代初期，达默就根据当时电子技术的现实要求，以及晶体管的实际结构特点大胆地提出了一个标新立异的设想——能否按照电子线路的要求，将一个线路中所包含的晶体管和二极管，以及其他必要的元件统统集合在一块半导体晶片上，从而构成一块具有预定功能的电路？这一设想构成了20世纪划时代的变革，并最终演变成为震撼技术世界的巨大力量。

当然，任何科学设想都不会是凭空产生的，都有它一定的科学道理和现实需求。随着制造工艺的不断改进，它终究会成为现实，达默的设想也是这样。到了1958年，美国德克萨斯仪器公司的一位年轻的工程师——J. S. 基尔比（Kilby, 1923～）按照上述集成化的设想，在一根半导体硅单晶上制成了世界上第一块集成电路——相移振荡器。制作在这根硅棒上的振荡器所包含的4个晶体管等元器件已无需应用金属导线相互进行连接，而以硅棒本身既作为构成振荡器所需要的电子元器件的材料，又作为连接这些元器件的通路。同年，美国另一家著名的电子公司——仙童公司也宣布研制成功集成电路。虽然当时研制成功的首批集成电路的功能非常有限，离实用化尚有不小的距离，而且与现时集成电路所已达到的微型化程度相比，其体积还是相当大的，但就其电路的基本结构来说，终究越出了半个多世纪以来传统电子线路的结构范畴，使电路所包含的各种元器件已统统集成在一块不可分隔的硅单晶片上了。仅此一项，就可以称之为划时代的壮

举。此后不久，随着制造工艺的不断改革和设计改进，特别是1959年美国仙童公司的J. A. 赫尼（Hoeni）等人所创导的制作微小型晶体管的一整套新工艺，即“平面工艺”被移用到集成电路制作中，迎合了集成电路生产发展的需要，从而使集成电路很快地从实验室的研制试验阶段进入了工业生产阶段。

这里所提到的“平面工艺”，是指当时制作平面型晶体管的一套完整工艺。因为这种工艺的每一个加工工序都是在半导体硅晶片表面很薄的表面层（厚度一般只有几微米至几十微米的表面层）上进行的，所以人们把它称之为平面工艺。平面工艺最大优点是可以使制作在晶片面上的晶体管或其他元件的结构图形达到前所未有的精密和微小程度（可达到几微米，甚至小于1微米的精度）。

1959年底，美国德克萨斯仪器公司宣布建成了世界上第一条集成电路生产线，这标志着集成电路即将进入商品市场和登上无线电技术舞台。1960年，该公司开始供应当时还被称为“固体电路”的“51系列”数字集成电路产品。从此，发展不久的晶体管电子计算机就日益失去其初时诱人的光辉，而集成电路电子计算机则以其体积小、重量轻、可靠性高和成本低等优点而日益成为电子技术舞台的佼佼者。紧接着其他各种类型数字集成电路和模拟集成电路开始层出不穷地涌现出来，单块小晶片上所包含的元器件数目也愈来愈多。发展到60年代中期，由于集成电路的发展，作为电子学的一门新兴分支——微电子学已开始从迅速成长上升为一门独立的学科，微电子技术逐步演进成为最引人瞩目的新兴技术领域。

三、微电子技术对军事和航天技术的广泛影响

微电子技术随着军事和航天技术的迫切需求而诞生，同时，微电子技术的不断进步和发展又反过来影响着军事和航天两个

领域。

如果没有以计算机为主体的各种复杂电子控制系统，那么导弹就不可能精确命中目标，飞船或其他空间探测器也不可能被送上外层空间。要将这些极为复杂的电子控制系统装进容积十分有限的导弹或飞船中，显然，离开了微电子技术是绝对不可能实现的。由于航天用的各种微电子系统与军用制导武器上所使用的各种微电子设备在原理上并无本质性的差别，两者对信息传递（通信）所要求的条件也类同，因此下面仅举例简述微电子技术对现代军事的重大影响。

1. 武器系统的高性能化

这里仅介绍几项对现代战争具有重大影响的高技术武器装备的智能化发展历程，如巡航导弹、战略武器和战术武器等的发展进程。

(1) 巡航导弹“几度风雨”

巡航导弹 30 年的风雨沧桑，无不记载着微电子技术的作用和影响。

提起巡航导弹，人们至今不会忘记海湾战争中“战斧”式巡航导弹的风采。可究竟什么是巡航导弹，未必人人尽知。巡航导弹实际上是一种喷气推进的装有炸药（或带有核弹头）的无人驾驶飞机。早在第二次世界大战的后期，德国人就制造出这种武器（当时称为 V-1 和 V-2，这是现代巡航导弹的原型）。当时德国人企图利用这种远程武器来压服英国。可是由于当时制导系统不完善，在只有 240 千米的射程内，导弹的误差也高达 5 千米左右，所以极大影响了这种导弹威力的发挥。战后，前苏联人和美国人在德国人工作的基础上，对巡航导弹进行了改进，研制出各种不同型号的巡航导弹，可同样由于受当时制导电子系统的体积和重量（无法将庞大的带有计算机的电子制导系统装入导弹体内）的制约，未能研制出射程远和精度高的巡航导弹。进入 20 世纪 60