

高科技与现代军事(1)

朱也璇 主编

军事高科技知识通览

兵器工业出版社



PDG

内容简介

本书重点介绍了电子战技术、精确制导技术、夜视技术、侦察与监视技术、伪装技术、隐形技术、作战模拟技术等对作战影响较为重大的军事高技术及相应的装备器材,并对发达国家及我国台湾军队武器装备的整体水平和发展趋势进行了分析。本书内容丰富,材料翔实,观点鲜明,针对性强,实用价值高,不失为部队广大指战员和军事爱好者学习高科技尤其是军事高科技的有益书籍。

序

21 世纪即将到来之际,人类社会已进入一个大变革的时代。以信息技术为核心的高新技术发展很快,正以排山倒海之势,猛烈地冲击着现代社会的各个领域和人类生活的各个方面,促使整个人类社会向着一个崭新的时代——信息时代昂首迈进。

军事发展的历史证明,任何一个时代都有其特有的战争形式。高新技术的迅速发展和广泛应用,在引起世界政治经济领域深刻变革的同时,也必然对世界军事斗争产生重大影响,从而引发军事领域一系列革命性的变化。在高技术的推动下,世界军事领域正出现一种以高技术质量建设为主要标志的新的竞争态势,世界军事发展呈现出前所未有的强劲势头,一场新的军事变革已经开始!

世界军事发展的这种强劲势头,不仅为我国的军队现代化建设提供了一个更加有利的发展时机和更加充分的物质条件,也对我军的质量建设和军事斗争准备提出了十分严峻的挑战。怎样迎接世界军事发展的挑战,既是我们无法回避的历史责任,也是目前以及今后相当长的时期内,摆在全军面前的一项重要的战略性任务。

积极迎接世界军事发展的这种严峻挑战,我们就必须以改革创新的精神来认真研究和把握高技术战争所具有的新的特点和规律,并以此为基础寻求我军现代化建设的最佳途径,在新时期军事战略方针的指导下,立足现实,着眼未来,周密规划,全面部署,切实做好我军质量建设和军事斗争准备中的各项工作,为打赢现代技术特别是高技术条件下的局部战争创造必要的条件。

要研究和把握高技术战争的特点和规律,打赢未来高技术局部战争,就必须学习高科技知识,深入分析高技术对现代及未来战争所带来的革命性影响。高技术的战争要靠高科技素质的人来打。任何参战者不学习、不掌握现代科技特别是高科技知识,就难以驾驭

新的高技术武器装备,就无法创造和运用与这些武器装备相适应的新战法,也就难以赢得未来高技术战争的胜利。学习和掌握高科技知识,既是我们迎接世界军事发展挑战必不可少的实际步骤,也是我们今后打赢高技术战争的基本条件。因此,江泽民主席远见卓识地要求我们迅速掀起一个广泛、深入、持久地学习现代科技特别是高科技知识的热潮,用正确的思想理论和高科技知识武装全军。

目前,一场高科技知识学习的热潮正在全军上下展开。其中,军事高科技知识的学习和高技术对现代军事影响的分析是一项重要的内容。

为了响应江泽民主席的号召,紧密配合全军高科技的学习,国防大学科技教研室的全体同志,在全面总结10余年对高级指挥员和高级参谋科技课教学经验的基础上,根据军事高科技的最新发展动态和最新研究成果,以及现代及未来军事发展的新特点,编写了《军事高科技知识通览》和《高科技对军事的影响》这两本书,奉献给广大指战员和热心国防建设的读者们。这两本书不仅着重介绍了对现代及未来作战已经或可能产生重大影响的军事技术和武器装备,综合分析了国外及我国台湾军事技术和武器装备的现状和发展趋势,而且进一步探讨了高科技对现代及未来军事领域10个主要方面的影响。

这两本书内容新颖丰富,观点鲜明,材料翔实,针对性强,实用价值高,不失为部队广大指战员和军事爱好者们学习高科技尤其是军事高科技的有益书籍。相信这两本书的出版,会对高科技学习起到很好的促进作用。

国防大学校长



前 言

当前,以信息技术为主导的高技术群正在以强劲的势头,把新技术革命继续引向深入,不断地改变着社会和经济的各个领域,同时,也改变着人们的劳动和生活方式。越来越多的人已强烈地感受到信息时代日益浓重的气息。然而,战争的历史告诉我们,科学技术的发展必将使战争形态发生变革。因此,信息时代的到来也就意味着新的军事变革已经开始。各国军队的武器系统、作战方式、结构编制都将在今后几十年内发生根本性的变化。发达国家特别是美国为保持 21 世纪的军事优势,正在积极推进这场军事变革,其他各国军队也在密切关注并紧跟着军事变革的进程。在这种形势下,我们除了努力提高我国的科学技术水平、积极发展信息主导型武器系统外,更重要的是创新战法,准备打赢可能发生的现代技术特别是高技术条件下的局部战争。

研究和创新战法首先要学习,特别是学习军事高科技知识,因为“门外汉”是不可能做到办法多的。为使广大指战员较为系统地学习军事高科技知识,开阔战法研究的思路,本书力求内容完整准确,通俗易懂,并尽可能地反映出军事高科技发展的最新动态。为此,本书在编写的 13 章内容中,前 11 章着重介绍了对未来作战可能产生重大影响的军事技术与装备;后 2 章则分析了发达国家军队武器装备发展的整体水平和趋势,介绍了台湾军队的军事技术和武器装备的发展状况。

本书汇集了多年来国防大学指挥员队、参谋队、研究生队军事科技课教学的内容,由国防大学科技教研室集体编写,朱也璇任主编,尹承魁、乔松楼任副主编。下列同志参加了本书的编写工作:杨

胜利、乔松楼、叶振中、李显尧、尹承魁、朱也璇、赵潞生、唐俊儒、苏雨生、葛立德、李力钢。

由于编者水平所限，编写时间仓促，书中可能会有疏漏和错误，欢迎读者批评指正。

编 者

1997 年 3 月

目 录

第一章 当代有重要军事应用价值的高技术领域	(1)
一、微电子技术	(1)
二、光电子技术	(5)
三、计算机技术	(10)
四、新材料技术	(15)
五、新能源技术	(19)
六、航天技术	(23)
七、生物技术	(27)
第二章 现代侦察与监视技术	(33)
一、空间侦察与监视技术	(33)
二、空中侦察与监视技术	(39)
三、水面 (下) 侦察与监视技术	(44)
四、地面侦察与监视技术	(47)
五、现代侦察与监视技术的发展趋势	(52)
第三章 夜视技术	(55)
一、概述	(55)
二、夜视技术的发展概况与展望	(62)
三、夜视技术的应用及夜视器材装备概况	(70)
第四章 伪装技术	(78)
一、伪装与目标生存能力的关系	(78)
二、伪装的基本原理	(80)
三、伪装的基本技术措施	(81)
四、伪装技术在战役作战中的应用	(85)

五、伪装技术的发展趋势	(91)
第五章 隐形技术与隐形武器	(95)
一、隐形技术及其研究现状	(95)
二、隐形武器的发展现状	(100)
三、隐形武器的实战应用	(106)
四、对付隐形武器的办法	(108)
五、隐形技术和武器的发展趋势	(114)
第六章 精确制导武器	(117)
一、精确制导武器的基本概念	(117)
二、精确制导武器采用的主要制导技术	(119)
三、精确制导武器的发展状况	(123)
四、精确制导武器的发展趋势	(135)
五、同精确制导武器对抗的方法	(139)
第七章 军队自动化指挥系统	(145)
一、军队自动化指挥系统概述	(145)
二、军队自动化指挥系统发展现状	(150)
三、军队自动化指挥系统发展趋势	(156)
第八章 电子战技术	(165)
一、现代战争电子战的主要作战目标	(165)
二、电子战装备和电子防御技术的发展现状	(168)
三、电子战技术和装备的发展特点与趋势	(185)
第九章 新概念武器	(190)
一、定向能武器	(190)
二、动能武器	(197)
三、其它正在积极研制和探索的新概念武器	(201)
第十章 “信息高速公路”的发展与数字化部队	(209)
一、军民两用的“信息高速公路”	(209)
二、呼之欲出的数字化部队	(219)
三、数字化部队的基本特点	(227)

第十一章 作战模拟技术	(232)
一、作战模拟概述.....	(232)
二、作战模拟技术的应用.....	(237)
三、当前作战模拟技术的发展水平.....	(245)
四、作战模拟技术的发展前景.....	(250)
第十二章 高技术武器装备的发展趋势	(257)
一、高技术武器装备的发展动因.....	(257)
二、跨世纪高技术武器装备发展环境分析.....	(262)
三、高技术武器装备的发展趋势.....	(266)
四、跨世纪战场的高技术武器装备主体.....	(276)
第十三章 中国台湾军事技术和武器装备水平	(287)
一、军事技术水平.....	(287)
二、空战武器装备水平.....	(293)
三、海战武器装备水平.....	(297)
四、陆战武器装备水平.....	(302)
五、防空武器装备水平.....	(306)
附录 A 单位名称与单位符号对照表	(311)

第一章 当代有重要军事应用价值的高技术领域

一、微电子技术

(一) 微电子技术的基本概念

微电子技术是在晶体管技术的基础上发展起来的。1958 年第一块集成电路的诞生标志着微电子技术开始步入人类文明的殿堂。微电子技术,严格地讲,是指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。通俗地讲,就是指在几平方毫米的半导体单晶芯片上,用微米、亚微米甚至深亚微米的精细加工技术制成由万个以上晶体管构成的微缩单元电子电路,并包括用这种电路组成各种微电子设备。其核心是集成电路技术。

所谓集成电路(IC),是指以半导体晶体材料为基片,采用专门的精细工艺技术将组成电路的元器件和互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体积小几个数量级、质量(俗称重量)小几个数量级的微结构电路。它是微电子技术研究的重点,是微电子设备的基本单元。

通常用集成度来标志微电子技术的发展水平。所谓集成度是指在一块晶片上(比指甲盖还小)所包含的最多元件数目(或门电路数目)。

（二）微电子技术的现状及发展趋势

集成电路产品的生成主要包括两项关键技术，一是原材料，二是制造工艺。

本世纪 50 年代，科学家们用锗作为半导体晶体管的材料。由于该材料表面性能不稳定，易造成晶体管性能随时间和温度的变化而改变，不适宜用作大规模集成电路基片。于是，科学家们经过大量研究，又发现了一种性能比锗好得多的半导体材料硅。由于硅材料表面可生成非常致密、电性能非常好的二氧化硅层，从而可以在此基础上进行电子元器件的集成，而且集成的芯片体积小、质量轻、运算速度快，非常适于作为信息储存和传输装置的元件。此外，还因硅在世界上的贮量非常丰富，能满足大规模生产的需要，因此，到目前为止，硅片一直是生产集成电路的基础材料，而且据专家预测，硅的这种基础地位到本世纪末也不会发生根本性的变化。

随着人们对集成电路的运行速度和集成度要求的提高，对制作芯片的材料的要求也越来越高。由于硅片自身存在的局限性（硅材料运算一次的极限速度约为毫微秒级，即 10^{-9}s ）使其已很难满足这种日益增长的需求，从而迫使科学家们不得不再寻求新的材料，以取代硅的地位。经过多年的研究、实验，科学家们终于从多种材料中发现了一种新材料——砷化镓半导体。砷化镓是一种具有高迁移率的半导体材料，在同样条件下，它比硅材料载流子的迁移速度要快 5~7 倍。以砷化镓半导体为基片制作的集成电路与传统的硅电路相比，其运行速度提高了 1000 倍，并具有低功耗、抗辐射、耐高温以及寄生电容小等优点，非常适于作高速集成电路 [可达皮秒 (10^{-15}s) 级]。1989 年 10 月 19 日，日本电报电话公司宣布，它已研制成功信号输出速度为 11.2Gbit/s (1Gbit = 10^9bit) 的光传输砷化镓集成电路。这是当今世界上最高速的集成电路。采用这种集成电路的计算机，其运算速度可达 100 亿次/s。目

前,美国已采用了 32 位字长的砷化镓计算机,将其作为先进航天器中高速、抗辐射的信号处理机;其它国家也已开始在卫星通信、光通信和移动通信及计算机上应用砷化镓集成电路。

在集成电路产品制造工艺方面,目前仍普遍采用平面加工工艺,并用“线宽”表示加工的精细程度。自 1959 年生产集成电路以来,集成度以每 10 年增大 250 倍的速度在发展,到 80 年代中后期已达到 10 万个晶体管的集成水平。美国采用 $0.5\mu\text{m}$ ($1\mu\text{m}=10^{-3}\text{mm}$,约相当于一根头发丝的几十分之一)线宽的制造工艺试验生产的集成电路的集成度已达到 800 万个晶体管,并正在加速开发 $0.3\mu\text{m}$ 加工技术。用 $0.3\mu\text{m}$ 线宽技术制造的 64Mbit 的动态随机存取存储器(最能反映集成电路工艺水平),其集成度已可达 1.4 亿只晶体管。美国 1991 年 8 月制定的《微技术 2000 年》计划中,提出 2000 年实现 $0.12\mu\text{m}$ 线宽、做出 1 000Mbit 的静态随机存取存储器。但由于精细加工的线宽接近 $0.1\mu\text{m}$ 时,就已接近晶体管的极限,所以如何缩小线宽就成了今后微电子技术发展的主要问题。目前一些国家的专家已开始提出研究多层立体化结构的设想。所谓立体化,就是“三维电路”,即多层电路叠加,从而实现多层高密度、多功能。1990 年 7 月,日本试制出在 1cm^2 的砷化镓基板上有 66 个发光二极管、3 700 个结构要素的光学屏蔽和 110 个受光元件集成的三层结构,90 年代中期可实现三维 10 层以上、每片 10Mbit 以上的高密度集成电路。

随着超大规模集成电路工艺技术的规范化、计算机辅助设计技术的不断改进以及市场竞争的加剧,近年来,根据用户特定系统定制的集成电路,即专用集成电路(ASIC)已成为微电子技术发展的一个新方向。目前,该电路技术正以其集成度每 12~18 个月翻一番的速度向前发展,并逐步向系统集成的方向过渡,即把整个电子系统或子系统都集成到一个芯片上。目前采用 $0.5\mu\text{m}$ 加工工艺制成的专用集成电路已实用化,90 年代中期可实现 $0.2\sim 0.4\mu\text{m}$ ASIC 的规模生产。

未来微电子技术的发展将不仅致力于电路特征尺寸的减小，还将致力于提高电路的复杂程度和功能。总的发展趋势仍将是朝着高密度微型化、高速度低功耗、高频率大功率、高灵敏低噪声、高可靠长寿命和多功能智能化的理想境界发展。基于新材料、新原理、新器件、新结构的各种新型集成电路，以及各种专用集成电路也将迅速得以推广和发展。

（三）微电子技术的军事应用

微电子技术在军事领域的应用，使武器系统的体积、质量和功耗大大减小，可靠性大大提高。特别是近年来，随着超高速集成电路的研制与应用，使军用电子系统又具有了许多独特的优点。如战斗机的电子系统采用一般集成电路，需要 7 500 块，而使用超高速集成电路则仅需要 25 块，质量由 450kg 下降到 4.5kg，功耗由 5kW 减到 25W；美空军机载 APG—66 火控雷达使用超高速集成电路后，其系统性能大大提高，信号处理速度提高 10 倍以上。超高速集成电路的应用还可使系统的可靠性和抗核与电磁辐射能力得到提高，使设备平均无故障时间增长达数年之久。此外，微电子技术的发展不仅使武器系统的物理性能发生了变化，而且还使武器系统自身的信息处理能力也得到革命性的飞跃，使一些原来作为设想的高技术兵器如今成为现实。例如，大家熟悉的“战斧”式巡航导弹、“爱国者”防空导弹、“铺路石”激光制导炸弹等先进的精确制导武器，都是由于制导系统采用超大规模集成电路，才使导弹的信息存储、处理和控制等功能部件小型化得以实现；由于采用了可靠的超大规模集成电路，建立在大量信息处理基础上的超高分辨率的合成孔径雷达放到卫星上才成为可能，用以进行高精度的对地侦察。

微电子技术不仅迅速改变着武器装备的面貌，同时也使传统后勤装备的电子化水平不断提高。首先在卫生保障方面，外军已广泛应用微电子技术发展伤员自动搜寻、诊断、化验、医疗救护

等先进的卫生装备,不断提高卫生保障水平。日军目前使用的单兵微型通信仪,其核心就是利用微电子技术。美军 80 年代中期试装的一种无线电遥控搜索系统,就是由单兵电子传感器和总服务台(安装在伤员收容站、救护车、直升机上)组成。总服务台可系统地发出询问信息,单兵电子传感器可自动向总服务台传递反馈信息,使总服务台及时得知受伤士兵的位置及其某些生理指标。海湾战争中,美军战地医生曾用全球伤员定位接收机和飞行员救生定位系统通过卫星将伤病员的医疗 X 线图直接传送到美国本土,供专家及时会诊并提出治疗方案。日本研制的个人心电图机,可以称是当今世界上集成度最高的微电子医疗设备,其质量仅为 230g,装有 64kB(千字节)存储器,可存储 4min 的心电数据。其次在油料装备方面,外军积极利用微电子技术发展油料计量、油况监测、油罐故障诊断等器材。美军 80 年代以来先后装备的润滑油状态监测技术设备,其性能之所以不断改进,很大程度上得益于微电子技术的飞速发展。俄军 1992 年开始为军区油料器材修理所配发的新研制的油罐故障诊断器材,广泛应用了微电子技术,主要设备包括超声测厚仪、超声探测器、光学经纬仪、脉冲 X 线仪、电子测量仪、气体分析仪等各种微电子设备,全套器材装箱总的质量不超过 50kg,检测一次不到 2h,精度达 95% 以上。

二、光电子技术

(一) 光电子技术的基本概念、现状与发展趋势

光电子技术是电子技术同光学技术相结合而形成的一门新型综合性技术。它主要研究光波与物质中的电子相互作用及其能量的相互转换。它利用光(光子)进行信息的发送、探测、传输、变换、存储、处理和重现。它包括的主要技术有:激光技术、红外

技术、光纤技术、集成光学技术、光计算和显示技术，等等。光电子技术的基础是各种光电和电子元器件，如激光器、光电探测器、光纤、平板显示器等。

激光技术诞生于 60 年代初期。激光是一种受激辐射产生的人造光波，该光波在时间和空间上具有相同的相位。而普通光则是一种由大量的原子向各个方向无规则地自发辐射而形成的自然光波，其波长和相位都杂乱无章，且持续时间极短。激光与普通自然光相比，具有单色性好、亮度高、方向性强和相干性好等独特性能，在军事、医学、农业和其它科学研究中具有广泛的应用。激光器是产生激光束的器件，按其工作物质不同，可分为气体激光器、液体激光器和固体激光器。目前，固体激光器，特别是其中的半导体激光器正以它在功率、波长范围及使用寿命等多方面的独特优势逐步取代传统的气体激光器和液体激光器，并逐步向平均功率高、用二极管作泵浦源和可调谐的方向发展。

激光技术的未来发展将趋向于与其它技术的密切结合，从而提高其自身的应用价值。如，与电子技术紧密结合，将大大提高信息的探测、传输和处理能力。预计到 21 世纪，光缆将彻底取代电缆，成为信息社会的“神经”；同时将出现每秒运算速度千亿次以上的光计算机，从而为大规模高速信息处理提供有力的工具。激光技术与核技术紧密结合，将为人类解决能源危机提供新的重要途径。美国计划在本世纪末至下世纪初建成一个 1 000 万 J 的核聚变试验系统，该系统采用激光技术使聚变燃料产生聚变反应，模拟核爆炸，从而减少实际核爆炸所造成的巨大负效应。此外，激光武器的研究与发展也将步入一个更高阶段，预计到 21 世纪，天基激光武器将有可能部署到太空中，同时，五花八门的激光枪、激光炮、激光反导弹武器及反卫星武器也将在陆地、空中及太空大显神威。

红外技术是指红外辐射的探测技术。红外辐射是指红光以外（波长在 $0.76\sim 1\,000\mu\text{m}$ 之间）的一种“不可见的光线”，是自然

界中普遍存在的一种能量交换形式。任何物体只要温度高于热力学上的“绝对零度”(即 -273°C),就会不断地向外辐射红外能量。人们正是利用物体的这一客观特性,采取相应的探测技术手段能动地把物体辐射出来的红外光接收过来,加以科学利用,从而产生了红外探测技术。

红外探测器是一种能将入射的红外辐射信号转变成电信号并输出的器件。它是红外仪器的“心脏”,是红外制导兵器的“眼睛”。目前,随着红外探测技术向多元化发展,多元线列多元探测器(一般可多达 128×128 元阵列)、二维焦平面红外探测器等已陆续出现,并使红外热成像、红外天体探测、红外制导(如红外制导导弹不仅可追踪飞机尾喷源,还能追踪机翼与空气摩擦所产生的微弱红外信息,成为“全面攻击型”导弹)等更高级的红外系统得以诞生。同时,随着红外探测器响应波长向长波方面的延伸,使红外探测技术与激光技术的结合成为可能,从而形成红外—激光雷达、红外—激光通信等综合技术,使未来探测目标所需的分辨率和信息量得以扩大和提高。

目前,世界上一些发达国家为了在精确制导武器和夜视器材中得到更好的成像质量,除了在扫描成像探测器方面不断增加探测器元件数外,还不断加速发展不需要扫描装置的凝视型红外焦平面阵列器件技术。该技术所制成的器件就像某些昆虫的“复眼”一样,可多方向、多视角观察目标。例如美国的“小牛”红外制导导弹采用的就是 256×256 元凝视型焦平面阵列。目前,国外长波碲镉汞红外焦平面阵列的实验室水平已发展到 256×256 元,预计2000年可达到百万元。目前该技术所存在的主要问题是成品率较低,成本高。

光纤是采用特殊工艺拉制而成的高纯度的玻璃纤维,其细如发丝,可传导光信息。光纤技术广泛应用于信号传输和信号传感。光纤通信是利用激光光波作为信息载波、光导纤维作为载体的通信,是伴随着激光技术的发展,从70年代初发展起来的一门崭新

的通信技术。其传输容量自 1975 年起,每 4 年增加 9 倍,已从每秒约 10 吉位提高到数万吉位。光导纤维传输系统同传统电传输系统相比,具有质量小、体积小、容量大、传速快、保密性强、抗干扰能力强、衰减率低、抗拉抗压强、成本低等诸多优点,到目前为止,已发展了五代。目前的掺铒光纤以其优良的传输性能,有望成为新一代光纤。据国外预测,到本世纪末或下世纪初,全世界将拥有 10 880 万 km 的光纤线路。

未来光纤通信技术将向长波长和单模传输系统的方向发展。光纤通信系统将向大容量、长距离、超小型和全光化方向发展。如:超长波长红外光纤可传输波长在 $2\mu\text{m}$ 以上的超长光波,其传输过程中的能量损耗将只有石英光纤的万分之一甚至更低。使用这种光纤的传输系统可实现数万千米无中继超长距离通信(该系统非常适于海底通信和人烟稀少地区的通信)。目前正在研究的光弧子通信,其光纤内传播的脉冲信号形状可长久保持不变,从而可实现无中继远距离传送,同时可保持高通信码率。

(二) 光电子技术的军事应用

目前,光电子技术已经渗透到武器系统的各个领域,广泛用于侦察、预警、通信、导航、武器制导和火控以及定向能武器等。

1. 激光技术的军事应用

激光技术在军事上主要用于测距、制导、侦察、预警等。目前已大量装备并广泛使用的激光装备有:激光制导武器、激光测距机和激光指示器等。正在研制和发展的有:激光雷达,大功率战术和战略激光武器等。海湾战争中使用的激光制导炸弹是现行装备的激光制导武器的代表。

2. 红外技术的军事应用

红外技术在军事上主要用于夜间观察、精确制导和侦察。目前,利用红外技术制成的夜视器材主要有两种:一是红外夜视仪,二是热成像仪。通过探测目标自身的红外辐射实现夜视的红外成