



自动化指挥的奥秘

跨世纪战争知识丛书

科学普及
出版社

(京)新登字 026 号
图书在版编目(CIP)数据

自动化指挥的奥秘 / 薛连壁, 薛亚宁编著。—北京: 科学普及出版社,
1995.6

(跨世纪战争知识丛书/林仁华, 金涛主编)

ISBN7-110-03312-0

.自...

. 薛... 薛...

.军队指挥-自动化-基本知识

.EI

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 02363 号

科学普及出版社出版
北京海淀区白石桥路 32 号 邮政编码: 100081
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京怀柔燕文印刷厂印刷

*

开本: 850 × 1168 毫米 1/32 印张: 6 字数: 157 千字
1995 年 6 月第 1 版 1997 年 7 月第 3 次印刷
印数: 15001—20000 册 定价: 7.50 元

自动化指挥的奥秘

引 言

当前，人类历史上发生的又一次新的技术革命，正把人类社会推向一个新的科学时代。现代科学技术的进步，社会生产力的迅速发展，不但使战争工具高度技术化和综合化，而且激烈的战略角逐已把战场发展力陆地、海洋、空中、太空和电磁空间多维一体的现代化战场。

1991年发生的海湾战争，是一场以现代化高技术战争的面貌展现在人们面前的局部战争。它清楚地表明了现代化战争正在进入一个崭新的发展阶段。高技术的现代战争，其军队的指挥形式和组织作战的方法已经空前复杂化和科学化。组织与指挥这样的战争，用传统的指挥手段和指挥方法，已经难以完成军队的指挥控制任务，迅速建立和实现军队指挥自动化是刻不容缓的任务。

当今，世界上许多国家和军事集团都十分重视自动化指挥系统（Command、Control、Communication、Intelligence 缩写 C³I 系统）的建设。我国周边一些国家和集团也不甘落后。美国是世界上 C³I 系统水平最高的国家，前苏联已经解体，但原来的一套 C³I 系统也处于领先地位。北约欧洲国家的 C³I 系统有了一定规模，尤其是英、德两国的战术 C³I 发展较快。澳大利亚、日本、以色列是 C³I 领域的后起之秀。韩国、印度也有了一定建树，并具备了初步规模和能力。军队的自动化指挥系统，实现了情报、指挥、控制和通信一体化，把部队和武器装备组合成一个有机整体，成为未来战争制胜的一个至关重要的因素。

现代科学技术的飞速发展，直接地广泛地应用于军事领域，新的技术兵器投入战场，军队的作战行动越来越复杂，作战指挥的压力越来越大，这就必须把提高指挥员水平与采用新的指挥手段和指挥方式结合起来。因而，军队指挥进入了一个更高的阶段——军队指挥自动化阶段，军事学术界称为“人一机结合系统”阶段，即由指挥员、指挥机关与电子计算机为主的自动化指挥技术设备共同组成的指挥系统。二战后许多局部战争，特别是海湾战争运用了军队自动化指挥系统，收到了直接的积极效果。

军队自动化指挥系统（即 C³I 系统）是现代化军队的中枢神经，是进行战争的大脑和耳目。军队指挥自动化是一个国家威慑力量的重要组成部分，是军队现代化的重要标志。在未来战争中，有没有完备的 C³I 系统，能否很好地运用它，直接关系到战役、战斗乃至战争的成败。许多局部战争的实践就是有力的证明。

以电子计算机为主体的自动化指挥系统的问世及迅速发展，把军队的指挥、控制、通信和情报紧紧地联系在一起，辅助指挥员完成诸如情报收集处理、制定作战计划、传达作战命令和指挥部队行动等指挥过程中的技术性工作，这就使军队指挥适应了现代战争的新特点，指挥效率大大提高。所以说，实现自动化指挥势在必行，是军队指挥发展的方向，也是军队指挥发展的必然结果。

我们编纂这部书的目的，是向广大青年读者简单而又稍有系统地介绍军队自动化指挥知识，以提高其国防意识，增强其国防观念。阅读本书要牢牢记住一个真理，C³I 系统同其他武器系统一样，都是进行战争的工具，都是由人来操纵的。武器是战争的重要因素，但不是决定因素，决定因素是人而不是什么先进武器或指挥工具。但是，我们也必须认识到，完备的自动化指

挥，对于战争胜败起着举足轻重的作用。作为一个国家和一个军队来讲必须十分重视，并且舍得人力物力加强自动化指挥建设。我们了解外军 C³I 系统的现状和发展趋势，可以使我们认清面临的形势，研究外军建设自动化指挥系统的经验和教训，无疑会对我们有所启迪，有所裨益。

一、军队指挥面临的新挑战

20 世纪最后 10 年刚刚开始，海湾地区爆发了引人关注的海湾战争。海湾战争是第二次世界大战结束以来，现代比程度最高，陆、海、空、天、电子多维一体，武器装备最先进的一场高技术兵器的局部战争。这场现代化的局部战争，标志着局部战争进入了高技术阶段，对战争组织与指挥的方式和手段提出了新的挑战。

由伊拉克侵占科威特而发生的海湾危机，进而演变成海湾战争。它从 1991 年 1 月 17 日开始，2 月 28 日结束，历时 42 天。作战双方是以美国为首的多国部队和海湾地区的军事大国——伊拉克。“多国部队”由美、英、法等 30 个国家军队组成，共 75 万余人，作战坦克 3500 辆，装甲车 3000 余辆，各种火炮 4000 门，各型飞机 3500 架（其中作战飞机约 2000 架），直升飞机 2000 架，各种舰艇 250 余艘。在上述兵力和兵器中，美国占多数，总兵力 54.7 万余人，其中陆军 31 万余人，各型坦克 2000 辆，装甲车 2200 余辆，火炮 3100 余门；海军陆战队 9.5 万余人，轻型坦克 250 余辆，作战飞机 140 余架；海军 8.2 万余人，各种舰只 140 余艘（其中航空母舰和核攻击潜艇各 6 艘），舰载机 450 架，巡航导弹 500 余枚；空军 5.6 万余人，作战飞机 1300 余架，支援飞机 460 余架，直升飞机 1700 架。美、英等国部队统由美国驻海湾部队司令施瓦茨科普夫上将指挥，其他国家部队由沙特哈立德中将指挥，两个指挥部之间建立了协调机构。

伊拉克总兵力达 120 余万人，作战飞机 770 余架，直升机 120 余架，坦克 5600 余辆，装甲车 6000 余辆，火炮 4000 门，地地导弹 800 余枚。部署在伊科战区兵力 54 万余人、坦克 4200 辆、装甲车 2800 辆、火炮 2900 门。

两军相比，陆军兵力伊略占优势，海、空军多国部队占优势。

整个海湾战争分为两个阶段。第一阶段，是从 1 月 17 日开始，到 2 月 23 日止的代号为“沙漠风暴”的大规模战略战役空袭阶段。多国部队的空军利用夜暗突然袭击，对伊拉克全境和科威特进行了全空域、全纵深连续轰炸，从地面作战的需要出发，坚持了空袭的高强度、地毯式轰炸。空袭的主要目标是伊军总指挥部、电台、电视台、国防部大楼、机场、雷达、导弹基地、交通枢纽、后方运输线等。以战斗轰炸机、武装直升机摧毁伊军的坦克和装甲车、部队集结地等。以美国为首的多国部队空军共出动飞机 10 万余架次，平均每天出动 2000~3000 架次。据估计，经过空袭，伊军的 C³I 系统、机场、导弹基地、核生化武器设施、防护工程和后勤补给基地遭到严重毁坏。伊军各种地面指挥设施被毁 60%，地面指挥系统被毁 75%，雷达被毁 95%，导弹固定阵地遭重创的有 40 多个。伊拉克驻科威特部队的重装备损失 40%，一线部队人员伤亡过半，二线部队人员伤亡 25% 左右，共损失坦克 1300 多辆，装甲车 800 多辆，火炮 1100 多门。后勤补给线基本被切断，生活和弹药供应中断，伊陆军基本丧失了反击能力。伊空军飞机被摧毁 130~150 多架，有近 200 架飞机逃往伊朗境内，空军作战能力丧失 40%~50% 以上，由于伊军的先进作战飞机大部被摧毁和转移他地，加上地面防空导弹基地和预警引导雷达基本被炸，伊拉克已完全丧失制空权，伊空军已名存实亡。

第二阶段，是 2 月 24 至 28 日的代号为“沙漠军刀”的地面突击阶段。多国部队在空中、海上人力支援下，对伊军快速突击，实施大纵深、多层立体的战役合围和多方向的战术分割。以地面机动和空中机动相结合，进行了

4 次向伊境内 80 公里以上的大纵深地区空降，同时，300 架直升机深入伊、科境内举行了史无前例的大规模反坦克攻击，联合空降兵切断了伊、科边境与后方的补给线，通过地面空中联合突击，仅经过 100 小时的地面战斗，多国部队占领了整个科威特，大量围歼伊拉克军队，至 2 月 28 日 11 时宣布正式停火。多国部队摧毁和缴获伊军坦克 3500 辆，约占伊军战区总数的 82%；摧毁装甲车 2000 余辆，约占战区总数的 70%；摧毁火炮 2140 门，占总数的 69%；摧毁伊飞机和直升机 100 多架；共抓获伊军战俘 17.5 万人，占伊军战区总兵力的 32%。战后，伊陆军只剩下 20~25 个师，空军只剩下 200 余架飞机，海军已全军覆灭。海湾战争以伊拉克惨败、多国部队胜利而告结束。

海湾战争是在世界进入 20 世纪 90 年代，国际形势发生了重大变化，苏美缓和，冷战结束，旧的战略格局被打破，新的战略格局尚未形成的情况下爆发的一场局部战争。又是超级大国和世界军事强国协同国际上各种军事力量对一个地区性军事强国发动的大规模局部战争。战争中首次使用了地对地弹道导弹、海基巡航导弹、远程空对地导弹和各种隐形、夜视、激光制导先进武器装备，是一次高技术、高强度、现代化水平较高的局部战争。从这场战争的作战组织与指挥角度看，有如下几个特点。

（一）全方位的情报保障

多国部队在战争中广泛运用了先进的、高性能的侦察器材，实施了全方位，大纵深的立体侦察，基本上掌握了伊拉克战略目标的分布和兵力兵器部署变化和使用情况，及时地、不间断地为作战组织与指挥提供了可靠的情报侦察保障。

（1）侦察卫星。整个战争中共使用了 30 多颗卫星进行航天侦察，有照相侦察卫星、雷达侦察卫星、电子侦察卫星、导弹预警卫星、海洋监视卫星等，实施了全天候、全天时、全方位的侦察。雷达侦察卫星和照相侦察卫星的侦察精度相当高，其分辨率达 0.15~0.3 米，能较精确地分辨各类目标。在太空中，代号为“漩涡”、“马格南左轮”的卫星，可窃听地面导弹射手与控制中心的通话，从而找出射手的位置，把资料直接传送给附近的战斗机，可随即启动电脑及激光引导导弹，瞄准目标将其摧毁。美国 KH-11“锁眼”式间谍卫星在海湾上空 320~800 公里高轨道运行，密切监视着伊拉克的一切军事行动，监视着美国空军轰炸后的破坏程度和伊军导弹的移动情况，及时、准确地为空军提供轰炸目标和轰炸效果。

（2）利用飞机进行空中侦察。战争中美军共使用了 9 种机型 130 多架侦察飞机，共出动侦察机和预警机 2500 余架次，进行航空侦察，直接获得了伊方情报，并迅速传输到空中和地面指挥中心，其侦察效果及时、准确。伊军飞机刚一起飞，即可发现，甚至可以说躲藏在沙堆中的坦克，也可以立即识别出来。这种航空侦察系统，在空中构成了高空、中空、低空多层次的监视网指挥机群，并弥补了侦察卫星不能发现某些伊军目标的不足。一架预警飞机的工作效率相当于 2~3 个地面雷达团，美军的 44 架预警飞机就相当于 88~132 个地面雷达团的工作效率，从而保证了对海湾地区空域的 24 小时的连续监视。英国皇家空军的 GRI“旋风”侦察机有极为灵敏的侦察功能，它可以把感应到的影像投射到机舱的荧光屏上，而且可以清楚地看到机底的物像，使伊拉克的“飞毛腿”导弹发射器无所遁形，然后通知空军战斗机施以

炸弹袭击。

(3) 使用地面侦察部队和地面侦察器材进行地面侦察。美国及多国部队在阿曼、塞浦路斯、土耳其、希腊、沙特、意大利东海岸等地建立了 39 个地面侦听基地，将各种侦听到的情况存入数据库中，有力地支援了海湾战争的决策和作战行动。在战场上建立了电视监视系统、相控阵雷达系统和高倍率望远镜以及先进的装甲侦察车等进行地面侦察。地面监听站可以清楚地听到伊军导弹发射信号和通过步谈机的谈话。多国部队的海军舰艇还装备了各种侦察设备，从而构成了地面和海上的侦察体系，在战争中不断为多国部队作战行动提供重要情报。

海湾战争中，由于以美国为首的多国部队采用了地面、海上、空中和太空等多种侦察手段和综合性、全覆盖的侦察措施，获得了多渠道及时准确的情报供应，从而有了作战指挥、作战支援所需要的情报保障，对取得战争的胜利起到了重要作用。

(二) 顺畅的通信联络

海湾战争中，美军的通信起了中枢神经良好的协调作用。美国负责海湾作战的中央指挥司令部设在本国国土，虽远离战区一万公里，但是通过其国防通信系统和国防卫星通信系统，不仅对战场情况了如指掌，而且对海湾战争实施了十分有效的控制和指挥。从海湾危机到战争爆发，美军动用了各种通信设备，其中包括卫星通信系统、国防数据网、移动用户设备战术通信网、联合战术信息分发/定位报告混合系统、改造后的高频通信系统和单信道地面与机载无线电系统等。这些系统及其设备以全频道、多层次、多手段和多方式，为美国五角大楼，驻沙特的固定、移动和机载、舰载指挥中心，以及众多的指挥所实施指挥、控制和协作提供了大量路由和可靠的通信保障。

充分发挥 C³I 系统的巨大威力，在美国本土和海湾地区之间，通过全球军事指挥通信系统和国防通信网保持了不间断的联系。各种信息，从海湾地区 and 世界各地通过卫星传送到美国本土的指挥控制中心，经过计算机处理，在几分钟之后，又迅速传到战地指挥所。在战区上空，有导航卫星全球定位系统，国防支援计划预警卫星和 E-3A、海军 E-2C 预警指挥机，对战场进行了全面指挥和协调。所有作战部队都建立了全频道的通信网，普遍装备了卫星通信中端，使基层作战单位保持了有效的通信保障。从制定作战计划到作战实施，从战斗行动到战斗保障、后勤支援，从空袭的批次分配到目标分配、高度区分，从空中加油到地面战斗协同等都通过计算机终端得到明确指令，并详细到分秒。美军部署在海湾地区的飞机、舰艇都能接入联合战术信息分发系统，其容量足以保障分散的战术分队、飞机、舰艇、潜艇和其他用户工作。在战争期间，飞机、舰艇及地面小分队均装备了系统的终端，并通过这种终端的接力作用，将空中的战术情报，尤其防空预警及时传送给地面部队，为实施野战防空作战创造了条件。

美军这些战略、战役、战术通信系统，保证了驻海湾美军及其盟军与各国的国家当局的联络、布什总统与各级指挥员之间的通信畅通无阻，从而有效地保证了战争的顺利进行。

(三) 精确制导武器的使用

海湾战争中，高技术兵器中，精确制导武器充当了主角，并在战争中大显身手，成为作战双方的主要打击手段。这些精确制导武器中，包括伊军的“飞毛腿”导弹、“侯赛因”导弹、“阿巴斯”导弹，美军的“战斧”式巡航导弹、“斯拉姆”遥控导弹、“爱国者”反导弹导弹在内的多种空空、空地、地地、地空、潜地、反坦克、反辐射、反导弹等不同性质以及激光制导、红外制导、电视制导等不同制导方式的精确制导导弹，从而极大地增强了打击效果。例如，美军“战斧”式巡航导弹，其复合制导系统最为先进，从舰上发射以后，先用惯性制导系统控制其飞行方向，上陆后转为地形匹配制导，能在 60 米以下高度飞行且可连续转弯，接近目标再开数字景象匹配区域相关器进行末制导，命中精度小于 30 米，战争中该导弹命中率 75% 以上。伊军发射的 50 余枚“飞毛腿”地地导弹被美军的“爱国者”地空导弹拦截了 42 枚。“爱国者”导弹装有先进的相控阵雷达、指挥控制系统和复合制导系统，全天候、全空域发射，能够对 100 个目标同时实施搜索和监视，还能控制 9 枚导弹拦截不同方向、不同高度的来袭目标。美国的“不死鸟”远程空对空导弹制导方式为复合制导，初始段为惯性制导，中段为半主动雷达寻的制导，末段为主动寻的多普勒雷达制导，命中精度高，从 F-14 战斗机上发射，多次击落伊军米格—23、米格—29 歼击机。激光制导、红外制导和电视制导的炸弹命中率都在 90% 以上，如连续发射，后一枚炸弹能从前一枚炸弹炸开的缺口进入。制导地雷能自动辨认车辆，主动攻击数十米范围内的目标。战争中，美军使用空地导弹、制导炸弹、制导地雷炸毁了伊拉克的 40 座桥梁和大批坦克。

这些精确制导武器的特点是：速度快、威力大、精度高，作战中常常要求几秒钟内确定和改变指挥方案，因此，系统采用了包括自动化武器控制系统在内的指挥控制自动化系统。例如，“爱国者”导弹由于装上了微型计算机，使命中精度比原来提高约 100 倍。这充分说明，在一些局部战争中，精确制导武器之所以大显身手，是紧紧地依靠了指挥自动化系统。

（四）空前激烈的电子战

海湾战争前和战争中，作战双方展开规模空前的激烈的电子战，是这场战争又一突出特点。在战争打响之前，一场以电子侦察与反侦察、电子干扰与反干扰、电子摧毁与反摧毁为基本内容的隐形战争即在海湾地区激烈展开。美军为了对伊军电子目标和战场情况保持高度的透明度，在以色列、土耳其、沙特三个方向建立了战略电子对抗网络，部署了一批具有电子、红外干扰设备和全向告警系统的空中电子侦察与干扰飞机，以及装备有雷达发射定位的侦察系统、雷达侦察接收系统、通信侦收测向系统、通信干扰系统的 8 个电子战情报营和 5~7 个电子战情报连，完全掌握了战区空间的制电磁权。美军把海湾战争爆发前 5 个半月用侦察、监听、截获、破译以及照相判读等方法获得的伊拉克领土上的无线电信号和资料，全部储存在计算机内，供制定作战计划、确定攻击目标和电子干扰时使用。

战争中，美军先后投入电子战、反雷达、预警等作战飞机 120 余架，电子战部队达 5000 余人。投入战场的电子设备有两种：一种是“软杀伤”设备，通过电子干扰削弱、破坏敌方电子设备的使用效能。如 EF-11A 电子干扰飞机

就装有多种用途的电子干扰系统、金属箔条和红外诱饵投放装置威胁告警系统，可以在不同距离上实施干扰，同时为己方提供电子屏障，隐蔽己方飞机行动企图。另一种是“硬杀伤”，即直接使用电子战打击兵器，摧毁敌方的电子设备。美军 F-4G 反雷达飞机、F-111 和 F-117A 等飞机 都装备了“哈姆”反辐射导弹或“百舌鸟”导弹，为摧毁敌方电子设备提供了条件。正因为多国部队大量使用了电子战装置，在战前，对伊拉克实施了长时间全面的电子干扰，严重干扰了伊军战略防空预警系统和无线电侦察及通信系统；战争过程中，强烈的电子干扰使伊军防空指挥系统的多数雷达迷盲，失去监视能力，地空导弹不能截击空中目标，空军部队因失去雷达引导而无法作战。

整个战争中，由于以美国为首的多国部队实施了有效的电子干扰战，对伊军的电台、雷达、通信设备进行了压制式干扰，使伊军的通信联络中断，电子设备丧失功能，雷达显示屏一片混乱，连巴格达的广播电台的信号都听不清楚，从而造成了伊军指挥失灵。尽管伊军的搜索预警系统与通信指挥系统还没有完全被多国部队火力摧毁，但已完全处于瘫痪状态。多国部队完全取得了战场的制电磁权，从而用电子战开辟了空中通道，几乎没有遇到任何障碍就获得了制空权，为大规模空袭创造了条件。

（五）严密高效的指挥控制

海湾战争中的多国部队，统由美国国家军事指挥中心通过全球军事指挥控制系统实施指挥。全球系统的终端设在美国华盛顿五角大楼内。

设在华盛顿的美国中央司令部本部指挥中心（又称中央总部）是指挥多国部队的中枢。它是通过驻扎在沙特的中央司令部前线指挥中心，陆、海、空军指挥控制中心和海军陆战队的指挥中心，对多国部队进行全面、有效、适时、可靠的指挥与控制。海湾地区多国部队指挥系统如图 1-1。

以美国为首的多国部队，为了确保对参战部队的绝对指挥与控制，投入了各种自动化指挥系统（C³I 系统），以此建立了固定指挥中心、移动指挥中心和大量指挥所组成的多级指挥网，利用数千台计算机对多国部队的数十万大军和数十万种作战物资实施了有效的指挥、控制和管理，保证了战争的顺利进行。

美国中央司令部前线指挥中心（前指），是海湾战争中多国部队的联合指挥中枢。它配备了大约 1000 多名参谋人员，至少 1300 多台式计算机，约 1300 多台激光打印机，350 多台膝上计算机，约 10 多个计算机局部网，以及其他外围设备。前指以这些设备及其与这些设备相连接的通信网络，指挥控制陆、海、空军各兵种部队的作战行动和多国部队之间的协调行动。整个海湾战争过程中，大约有 11 万多架次的飞机进行了大规模空袭和支援地面部队进攻。前指的任务是周密地组织与安排飞行计划和实施轰炸。每天多达 3000 架次飞机执行空袭和作战任务。前指的工作量很大，涉及面很广，因而使用了大量电子计算机来辅助参谋人员工作，均收到良好的效果。

（1）作战后勤指挥部。从部队调动开始，美军就在海湾地区建立了庞大的后勤物资系统，及时向部队提供了武器装备和作战物资，供部队衣、食、住、行和作战使用。美军的后勤指挥部，是以计算机为核心设备组成的后勤保障中心，它安排了大型计算机、小型计算机和个人计算机达几千套，为美军作战部队适时提供了有力的后勤支援，对保障作战胜利起了重大作用。

图 1-1 海湾地区多国部队指挥系统示意图

(2) 车载指挥中心。经高频、甚高频及电话线路向前沿的观察部队提供语言、数据及传真服务。前沿观察部队使用的是背负式、低功率、特高频彩色图像发射机，经双向信道把视频图像传到指挥中心，通过该指挥中心的屏幕进行显示和监视。此外，该指挥中心还可以再将视频图像传到其他需要的地方。这种加固的，由百叶窗组成的地面指挥中心，用 4 辆拖车运输，并配有发电机，可进行快速部署和撤离，非常方便和适用，多国部队的地面部队广泛采用了这一指挥设施。

(3) 机载指挥中心。海湾战争中，美军 E-3 型、E-2C 型预警飞机，除执行预警任务外，还承担空中指挥中心的任务。E-3 型预警机能同时引导几十架飞机，甚至上百架飞机进行空中作战。美军在空袭第一天，就动用了 35 架 E-3 型预警机。这种飞机上安装有态势显示器、辅助显示器、电子计算机、电传打印机等指挥控制设备。这些飞机最先升空，指挥与引导战斗机进行轰炸。前指总指挥可以直接指挥这些飞机。在整个战争中，机载指挥所担负了繁重的空中指挥任务，对取得作战的胜利，特别是取得空袭和空战的胜利起到了重要的作用。

综合海湾战争的指挥特点，可以看出，现代化的未来战争是立体战、总体战和诸军种、兵种的合同作战，是一场高技术战争，军队指挥员要纵观战争全局，迅速了解瞬息万变的战况，对各方来的情报信息进行分析、计算、判断，并迅速做出反应，及时准确地指挥各军兵种协调一致的作战行动，未来战争又是一个信息高度密集的战场，侦察系统收集的情报，必须及时、准确地传到指挥控制机关，进行分析和鉴别，各级指挥员和指挥机构的命令、指示、决策必须及时、准确地输送到各个系统和作战单位。这种繁重复杂的指挥任务，仅靠人的智力和思维是远远不够的，现代战争要求必须建立与之相适应的现代化指挥系统，即自动化指挥系统。只有灵敏高效的自动化指挥系统才能完成对军队的组织指挥任务。因此，建立完备的自动化指挥系统是军队指挥面临的新挑战，是军队指挥发展的必然结果和必然趋势。

二、倍受青睐的 C³I 系统

（一）什么是 C³I 系统

当前，世界上许多国家把自动化指挥系统统称为 C³I 系统，它已经成为通用的习惯用语。

C³I 是一个缩略词，即取指挥、控制、通信、情报四个英文词的字头：Command、Control、Communication、Intelligence。

1974 年，美国国防部在国防部长办公厅设立指挥、控制与通信（C³）局。1977 年国防部设立一位助理副部长负责指挥、控制、通信和情报工作，首次正式把 C³ 和情报合并起来，由此产生了 C³I 这个新的缩略词。按照西方国家的解释，指挥是指指挥员对所属部队的作战和军事行动进行规划、组织、领导和协调的过程；控制是指指挥员为完成作战任务使用部队，使部队的行动符合自己决心的过程。也有的解释为，控制主要是指指挥员对高技术兵器的使用。充分发挥高技术的效能。指挥和控制是目的，通信和情报是为达到目的不可少的手段。C³I 这个词的出现表明，在现代战争中，指挥、控制、通信、情报已逐渐融合在一起，形成一个整体。指挥是用来实现这个系统整体功能的，C³I 系统就是自动化指挥系统。

C³I 系统是以自动化的硬设备与指挥员、参谋人员相结合，对作战行动实施组织指挥的“人—机系统”。尽管各种自动化系统规模大小各不相同，设备的配置各有特点，但就它们的功能来说，都是由具有与人体的大脑、神经和感官这三个器官相似的部分组成，即电子计算机中心（相当于大脑）、通信网（相当于神经系统）和信息终端（相当于感官）。在由人、硬件与软件设备、信息源组成的 C³I 系统中，信息是被处理的对象，设备是处理的工具，人是处理过程中的设计者、组织者、指挥者和成果享用者。无论设备多么先进，人依然是决定的因素。指挥员创造性的指挥行动与自动化的设备的功能巧妙地融为一体，必将极大地提高军队的战斗力。

C³I 把指挥、控制、情报、通信一体化，是建立高效能的指挥自动化的关键。在军队指挥机构建设的历程中，指挥自动化系统的发展是一个先局部后整体的过程。第二次世界大战以后，获取情报的侦察技术、辅助军队指挥的电子计算机技术、武器装备的自动控制技术和军用通信技术都有了飞速发展，使军队指挥方式发生了根本性变革。但是，由于没有实现各个方面的有机结合，因此，无法发挥整体威力。到了本世纪 60 年代，美军首先认识到，如果没有一个高效率的、高度集中统一的自动化军队指挥机构作为军队的神经中枢，那么即使是用先进的武器装备起来的军队，也只是一盘散沙，无法发挥应有的效能。因此，美军就提出了建设 C³I 指挥自动化系统的计划。把通信保障、军事指挥、武器控制、情报侦察诸功能联为一体，充分发挥其整体效能。

70 年代，许多国家就更加重视军队指挥自动化的建设，陆军、海军、空军相继建成了 C³I 系统，并在一些局部战争中实际运用，逐渐形成为功能齐全的指挥自动化系统。在此基础上，有些国家建立了更加集中统一的军事指挥中心。美国全球军事指挥控制系统就是这个时期组建的。美国最高军事指挥当局利用这一系统，在 3 分钟内即可将作战命令传达到分布在全球的军事基地和舰队。

1991 年的海湾战争，美国和其他一些国家对各种类型的 C³I 系统进行了广泛的实战试验，结果是成功的。所以，美国称 C³I 系统为“战斗力的倍增器”。目前，以美国为代表的发达国家，利用先进的通信技术、计算机软硬件技术、侦察传感技术、自动控制技术等等高技术手段，建立自动化程度更高、结构更为复杂、更符合实战要求的各级各类的 C³I 系统。根据海湾战争的实践，建设 C³I 系统，特别强调其抗干扰能力、保密性能、兼容互通能力和战时生存能力，以继续完善和强化其指挥功能。总之，建立和完善 C³I 系统已成为高技术战争条件下军事指挥建设的一项重要任务。

(二) C³I 的构成

军队自动化指挥系统 (C³I 系统) 的结构，是按军队体制、作战编成和指挥配系构成的。它上下逐级展开，左右互相贯通，构成一个有机整体如图 2-1。

图 2-1 军队自动化指挥系统等级结构示意图

军队自动化指挥系统基本上由下列几个分系统组成：信息收集分系统、信息传递分系统、信息处理分系统、信息显示分系统、决策监控分系统和执行分系统。这些系统有机结合，构成一个统一的整体，如图 2-2。

军队自动化指挥系统，从不同角度区分为若干种系统。按军种分为：陆军 C³I 系统、海军 C³I 系统、空军 C³I 系统，有的还分

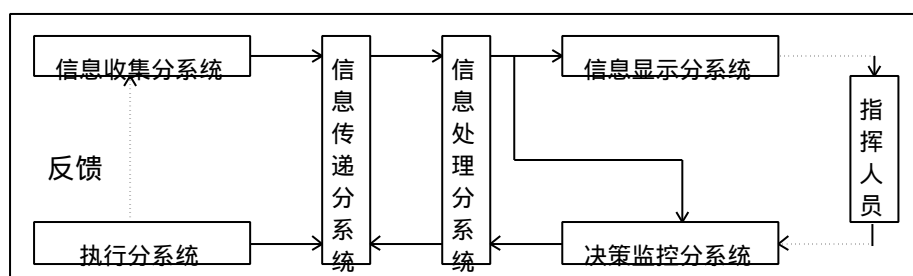


图 2-2 军队自动化指挥系统基本组成示意图

为防空 C³I 系统。按照作战任务区分为：战略 C³I 系统、战区（战役）C³I 系统、战术 C³I 系统。然而，任何种类的 C³I 系统，均有以下三个基本部分。

1. 侦察探测系统

侦察探测系统负责收集有关敌军的各种情报，C³I 系统的信息源多是依靠侦察探测系统获得的。它包括：

特种情报系统（军事和非军事的敌方情报系统）；

飞机和巡航导弹的探测系统，为地面、空载（飞机、气球等）、舰载雷达、红外、观察哨等；

弹道导弹和间谍卫星探测系统，主要有预警卫星、雷达、超视距雷达等；地面和海面侦察，如雷达、光学仪器、照相、侦察飞机、侦察船、观察哨、侦察员等；

水下探测，如声纳、光学仪器等；

电子侦察（主要对雷达和通信），有电子侦察船、侦察飞机、侦察卫星、

预警卫星等。

2. 指挥控制系统

指挥机构负责汇集和显示敌方和己方的各种情报、态势、威胁力量的分析，进行判断决策。它包括各种指挥所，直至最低层的指挥终端。主要包括：

计算机处理系统，这是各级指挥所的核心。包括大中小型中央处理机及多个外围处理机及其软件；

显示和控制系统，包括图形符号、表页显示、大屏幕显示、各种键盘、滚球、光笔、开关、红外控制、汉字控制等；

此外，还有各种接口变换设备、数据库、文字处理系统和各种通用外围设备。

3. 通信系统

通信系统用以传输情报和命令，主要由传输信息的各种信道、交换设备和通信终端等组成。

信道设备主要有：有线载波、微波接力、散射、卫星通信及光通信设备等；

交换设备主要有：电话自动交换机和电报、数字自动交换机等；

通信终端设备主要有：电动机、传真机、汉字终端机和电话机等。

通常由上述这些设备组成各种功能的通信网。从任务看，一般可将通信网分为战略通信网和战术通信网。

战略通信网，包括最高统帅部、战区或军种司令部的通信干线。通信手段有：有线通信、电缆通信、微波接力通信、短波通信、散射通信、超长波通信、卫星通信等；

战术通信网，包括军以下的局部通信网。通信手段有短波、超高频、微波、有线、电缆（地、海缆）等。

上述三个基本部分的工作流程，一般是侦察探测系统把收集到的有关敌情和目标情况送到指挥中心，指挥人员据此定下决心，并把作战计划和命令下达给所属部队。部队按照命令采取相应行动后，把执行情况再反馈给指挥控制中心。指挥人员根据新的情况开始第二轮指挥活动。通信负责保障各部分之间的通信联络。

C³I 系统贯穿于作战指挥中的侦察、判断、决策、行动等各个阶段，并把这些阶段连成一个整体，形成反复循环的过程。如果从信息科学的角度看，C³I 系统也可以说是由信息收集、信息传递、信息处理、信息显示、决策监控及执行等系统组成的一种军事信息系统。

（三）C³I 的功能

军队指挥自动化系统（C³I 系统）的基本功能，概括起来，大体有以下几个方面。

1. 收集、处理、传输情报

现代条件下作战，情报来源广，数量大，处理快，是一个突出特点。海湾战争中，美国为首的多国部队的情报除来自卫星侦察、空中侦察、海上侦察和部队侦察以外，仅地面上就在阿曼、塞浦路斯、土耳其、希腊、沙特、意大利东海岸等地设立了 39 个地面侦听基地，每时每刻都在为多国部队收集和提供情报信息。就是在平时，情报数量也大为增加。美国战略空军司令部

平均每个月需要处理情报 81 万 5 千条，平均每分钟处理 20 条。不仅要求情报处理数量多，而且要求传输速度快。美国北美防空预警系统，可在敌导弹发射后 90 秒钟探测到目标，3~4 分钟就能将此信息传送到北美防空防天司令部，从探测到导弹发射时起大约需 6 分钟，就能证实是否导弹袭击。如果是，还能计算出敌方导弹将要袭击的目标，可以争取到 20 分钟左右的时间。美国还要发展新型雷达，使其能在 10~30 秒钟时间内将探测到的目标信息传输到北美防空防天司令部。

1983 年 9 月，前苏联军用飞机击落了韩国客机后，美国马上公布了事件的详细经过，以及前苏联飞行员与地面通话的全部录音。录音指出“格林威治时间 16 时许，大韩航空公司的飞机的机影出现在苏联雷达上。”这就充分说明了，美国 C³ 系统截获情报的能力之强，处理情况速度之快。无怪乎日本记者惊叹：“简直好像在美国司令部内看到了大韩客机被击落的情景一样。”

现代化作战情报来源渠道多，地区广，要求处理迅速，仅靠手工作业的方法是难以完成的，甚至无法完成。但是有了自动化指挥系统，就大大提高了工作效率，不仅处理快，而且准确。这是 C³I 系统的一个基本功能。

2. 现代作战的组织与指挥

组织与指挥作战，是自动化指挥的基本职能。这里列举海湾战争战例说明。

1990 年 8 月 7 日，美国总统布什正式签署“沙漠盾牌”计划，同时下达了派地面部队和空军去沙特的命令。美军随即展开了大规模空运和海运，迅速向海湾地区集结兵力兵器。1991 年 1 月 15 日美国在海湾地区兵力已达 42.5 万人，其中陆军 8 个师 28.5 万人，空军 5 万人，海军 9 万人，各种舰只 125 艘，各型飞机 1300 架，坦克 1200 辆，装甲车 2000 辆，直升机 1500 架，加之盟国军队总兵力达 70 万人。部队人员空运距离达 7000 英里，装备海运距离达到 8000 英里。战略空军司令部借助于电子计算机，迅速确定了散布在世界各地的 450 架 C-5、C-130、C-141 运输机的位置。仅仅几个小时之后，军官们就把飞机、卡车、舰只调动起来了，开始了紧张的军队输送。所以能做到这一点，完全依赖了完备的 C³I 系统，对军队的调整实现了有力的指挥和控制。

在 42 天的海湾战争中，在以美国为首的多国部队中，空军主要担负着空中进攻行动的重任。多国部队的空军共出动飞机 11 万架次，每天出动 2000 架次，不分昼夜地轮番轰炸伊拉克的防空、导弹、指挥、通信系统，化学武器工厂，弹药库，桥梁，炼油厂，机场，公路，发电厂，精锐的共和国卫队和交通补给线。多国部队对伊拉克地面军事目标和部队的准确袭击，以及拦截来袭的地对地“飞毛腿”导弹的命中率，充分表现了美国和西方一些国家军队的 C³I 系统具有惊人的精确度和可靠性。

这里特别需要说明的是，在对伊大规模空袭中，空中预警指挥飞机发挥了重要作用。空中预警指挥飞机是第二次世界大战后发展起来的新机种，它将地面雷达搬到了飞机上，登高望远，素有千里眼之称。现代空中预警指挥机，远远超过了地面防空警戒雷达的功能，它以预警雷达为核心，配以多种通信设备、导航设备和其他电子设备，组成了一个完整的空中预警、指挥、控制中心，能指挥、引导、协调各个不同机种和机型的、数量众多的飞机共同执行空袭、防空、封锁和支援等作战任务。海湾战争中，共有 34 架空中顶

警飞机在海湾上空担负预警和指挥、控制任务，并负责指挥大规模机群对伊拉克实施了空袭。

在战术一级，美军通信系统用来连接机动控制、火力控制、防空、情报、电子战和战斗勤务支援等功能领域。这次美国陆军运用于海湾战争的“联合战术信息分发系统”，是一个实用的大容量系统，是一个保密性好，抗干扰能力强的战术通信系统。美陆军将这一系统的各种终端装备在飞机和坦克、装甲车上，配发到步兵战术分队、炮兵分队、反坦克和地对地战术导弹分队，形成一个四通八达的战术指挥通信网。这个网络生存能力很强，其中任何一个终端既可接收，又可转发网络内任何一个终端的信息，以至于无论哪一个终端受损，都不影响整个网络的工作。

值得一提的是，由通信卫星和导航卫星组成的全球通信定位系统起着非常重要的作用。它能够使相距数万公里的美国总统与步兵分队的士兵进行战场直接通话。它还可以为地面战车和士兵导航，使之不致在茫茫沙漠中迷失方向。驻海湾美军地面部队的各种战术分队都配发了这种定位系统的接收机。

C³I 系统为 20 世纪末和 21 世纪初的将帅们提供了一种真正有效的“运筹于帷幄之中，决胜于千里之外”的技术手段。但是，还应看到这种手段还未能达到尽善尽美的地步。

3. 高技术兵器的指挥控制

随着现代科学技术的飞速发展，无论是常规武器，还是尖端武器，其共同特点是射程远、速度快、精度高、威力大。战斗中常常要求指挥员在几分钟之内甚至几十秒、十几秒时间内，就要定下使用高技术兵器的决心，或者改变原来使用武器的决心。因此，必须大大提高使用武器的效率。要做到这一点，只有靠自动化指挥系统。这种系统可以在预警时间内迅速完成预警、识别、跟踪、拦截等一系列步骤，保证指挥员不失时机地实施指挥。

这里列举海湾战争中美国“爱国者”导弹拦截伊拉克“飞毛腿”导弹的一个实例，说明是怎样进行武器控制的。

1991 年 1 月 21 日 10 时，一枚改进型“飞毛腿”B 式地对地战术导弹拖着长长的尾焰，从伊拉克中部地区发射升空，很快就穿过大气层，进入攻击沙特首都利雅得的飞行弹道。16 秒钟后，一颗运行于 300 多公里高空的美国 DSP 导弹预警卫星紧急报警，带有高灵敏度红外扫描器的红外望远镜开始跟踪“飞毛腿”导弹的喷焰，同时用带望远镜头的高分辨率可见光电视摄影机进行跟踪拍摄，并实时将导弹的飞行轨迹和飞行速度、方向、弹道倾角及位置等向地面站传送。设在澳大利亚的美国空间基地和设在本土上的美国航空航天司令部同时接收到 DSP 导弹预警卫星发送的“飞毛腿”导弹弹道参数，经过地面站计算之后，迅速将“飞毛腿”导弹的飞行弹道和弹着点参数发往沙特的“爱国者”导弹发射阵地。阵地指挥控制中心立即命令多功能相控阵雷达，搜索、捕获、识别来袭导弹，结果在 100 多公里处发现目标。根据相控阵雷达所测得的数据，经与卫星提供的数据进行相关比较和精确计算后，将拦截“飞毛腿”导弹的最佳飞行弹道预置为操纵程序，输入“爱国者”导弹的制导装置（此时，“飞毛腿”导弹无法感知已被美军跟踪，也无法改变自己的弹道，仍按既定轨道飞行）。所有地面准备工作完成以后，控制中心命令发射，“爱国者”导弹以 38 度倾角升空，并按预置程序改变飞行弹道。同时地面相控阵雷达继续追踪飞行中的“爱国者”，并据实飞状况适时发出指

令，修正飞行轨道。当“爱国者”导弹进入末段飞行时，其弹上半主动“自动寻的头”开始工作，并实时将它捕捉到的“飞毛腿”导弹参数反馈给地面指挥控制中心。指挥控制中心根据收到的相对角偏差数据，经精确计算后，迅速将修正指令反馈给“爱国者”导弹。“爱国者”导弹按照精确计算的拦截弹道接近“飞毛腿”导弹，当“飞毛腿”导弹闯入“爱国者”导弹 20 米杀伤半径之内时，弹上的无线电近炸引信即引爆破片杀伤式战斗部，最后来个“空中开花”，双双同归于尽。上述过程自始至终在 1 分钟之内完成。这一天，伊拉克发射了 10 枚“飞毛腿”导弹，有 9 枚遭拦截，成功率达 90%。

在海湾战争中，美军广泛运用了自动化武器控制系统，从观察目标到摧毁目标的各个环节全部自动化，使“精确制导”武器大显身手，取得了惊人的武器使用效果。所以说，利用 C³I 系统指挥控制武器攻击，精确度最高，效果最好。

4. 组织有力的后勤支援

现代化战争，战斗空前激烈，物资器材消耗巨大，人员伤亡增多，后勤支援极为复杂和繁重。美军认为，海湾战争，后勤人员既要运送部队，为部署在环境恶劣的阿拉伯半岛的部队提供支援，也要对海湾战区以外的各军种部队实施保障，这是多国部队取得战争胜利的重要原因之一。美军在海湾战争总结时指出：后勤人员建树颇丰，主要有：使许多重要武器系统处于平时应该达到的甚至更高的完好状态；从国内外各港口向海湾地区作战部队运送了 13 亿吨英里的物资，发送和接收了 112500 辆以上的车辆，向各种武器提供了价值 25 亿美元的弹药，修建了耗资 6.16 亿美元的各类保障性设备，在酣战期间，每天分发 1900 万加仑油料。在战斗准备十分紧张、战斗十分激烈的情况下，后勤完成这样繁重、大量、艰巨的工作仅依靠手工方法和人畜搬运是不可能的。由于美军充分发挥了自动化和机械化的作用，按时和按要求完成了后勤物资供应的保障工作。他们通过使用计算机，用很少的空间（数据库）存储了大量数据，信息集中，处理准确。信息处理后，可立即得到结果，对用户的反映将更加迅速，一般只需要几秒钟，还大大节省了人力和时间。

据美军报导，美空军后勤采用自动化系统后，加强了科学管理，合理地解决了物资的储存和调运，从而减少了一半的物资储备，同时也相应减少了仓库的数量。美陆军军械部用电子计算机清库，仅用 48 小时，就处理了 12 个仓库的 20 万种物品，如用手工进行，大概需要三个月。

5. 组织作战保障

现代化战争，作战保证是取得战争胜利的重要环节之一。自动化指挥系统包括了作战保障自动化内容。例如，自动化侦察系统，收集与处理情报系统、自动化通信系统、气象侦察与天气预报自动化系统，以及电子对抗自动化系统等。据统计，美国国防部约有 20% 左右的电子计算机是用于战斗保障的。

美国国防部的自动化数字通信系统使用大量的电子计算机，每天大约能发送 20 亿字符的情报，还能够自动发现并纠正错误，传送字符的错情不超过一千万分之一，大大提高了传送情报的准确程度。美国向陆、空军提供气象资料的自动化气象情报系统，能够收集和处理全球范围内 8700 多处实地观测的结果，并提供给各个指挥所使用。在海湾战争中，美军充分运用已建立的一套自动化战斗保障系统，从而保障了空中和地面作战的进行。由此可见，

战斗保障的效率和质量的提高不仅影响着指挥控制的效率和质量，而且直接关系到战争的胜利。

6. 进行作战模拟和论证

把数学模型和电子计算机模拟实验方法，从工程领域引入到作战领域，是科学技术发展的必然结果。这就是说，在一定条件下，用数学方法和电子计算机，可以预测到战争过程的发展趋势，能起到“作战实验室”的作用。用电子计算机进行作战模拟，许多国家军队都很重视，并广泛运用，尤其美国，在 20 多年中，建立了几百个作战模型，供研究和训练使用。美国还没有专门机构，每隔一定时间，将各种模型优选成册，以 AD 报告形式向全军通报。

1977 年发表的模型汇集中，139 个就是从 500 多个作战应用模型中优选出来的，作为部队院校训练军官使用。

从现代化战争的角度讲，也需要通过作战模拟来研究制定作战预案；从发展现代化的武器装备来看，也需要通过作战模拟进行检验和论证。所以说，使用电子计算机作战模拟，是现代科学技术和现代军事技术多学科支撑的一种新的手段，也是现代战役、战斗训练的一种现代化的训练方法。

7. 组织部队的军事训练

将自动化指挥系统或者电子计算机系统用于军事训练，可以提高训练质量、缩短训练时间、减少装备磨损、节约训练经费，是个一举多得的好方法。目前，许多国家的军队，平时利用自动化指挥系统和大量模拟设备进行军事训练，均取得了很好的效果。根据美军介绍，在战斗训练过程中，使用电子计算机可以使人员训练时间减少 20% 左右，还可以减少装备磨损、减少训练费用。美陆军训练与条令司令部拥有几百个计算机训练模型供训练人员使用。模拟战斗的范围，从战斗连队到集团军；分辨率，从连的单个武器系统到集团军的联合力量组成等等。美陆军使用的“联合兵种战术训练模拟系统”，数学模型包括：地形起伏及植被对视线的影响、发现目标的概率、射击效果和机动情况等。战斗过程的数学模拟，由操作人员在计算机上进行。操作人员把参训人员的指令送入计算机模拟系统，并把演习过程中的反馈信息送回给参训者，参训者分析这些信息，做出决策，再传送给操作人员，再送到数学模型中去，整个系统实时运行，从而有最大限度的实践感觉。在整个模拟演习过程中，战斗状态用符号显示在屏幕上，态势图每分钟变换一次，叠加在作战地域的电视图像上。使用这种军事训练模拟系统，可以大大提高参训人员的合格率和训练质量。

自动化指挥系统还可以用于军队管理、军事科学研究、军事文献检索与军用数据库等工作范围。

一系列实践说明，自动化指挥系统在实战中运用或在平时工作中使用，都能充分发挥它的作用。随着 C³I 系统的不断改进和完善，它将成为取得战争胜利和提高平时工作质量的保障。

三、灵敏高效的指挥系统

现代化的高技术战争，大大地增加了军队指挥的复杂性，更新了传统的指挥内容，改变了指挥形式和指挥方法，从而开辟了军队指挥的崭新领域，使得有关作战指挥的各个方面都发生了重大变化。例如，军队结构更复杂了，增加了许多新的兵种和专业部队，协同作战和相互支援，增加了许多新的内容，军队组织形式起了新的变更，武器系统更加复杂了。前苏联二战时只有160种专业，目前已达2000种。大量的高技术兵器和器材投入战场，对武器的指挥控制则大力困难；作战活动的时空存在形式更复杂了，作战活动空间上大大扩大，战场涉及空中、海洋、地面和太空领域，而作战时间则大大缩短。例如，贝卡各地空袭只用了6分钟，海湾地面作战用了100小时；战法运用更复杂化了，一般都展开了空战、海战、陆战和太空战、电子战，摆脱了以往一些战法，创造了不少新的战法。这一切使得作战组织与指挥更加复杂了。美国国防部1991年7月向美国会提出的海湾战争报告中有一段是关于组织空战的情况。报告说：“拟定和执行空中作战方案，是一个十分复杂的过程。它要为每天起飞的1000多架次飞机制定详细的行动计划，其内容包括空中加油的信号、频率、次数、地点、高度、目标、弹药等等，还要为电子对抗支援飞机、护航或空中巡逻飞机、雷达预警飞机、地面控制员、前方飞机导航员以及搜索与救援飞机等制定相同和详细的计划，结果就产生了空中作战命令，它的大小与电话簿相同。”通过这个事例，我们可以对现代作战的组织与指挥的复杂程度有个大概的了解，谈到灵敏高效的军队自动化指挥系统，其目的就是为了适应这一新的情况新的特点，以达到预定的作战目的，取得战争的胜利。

（一）指挥系统的一般结构

按照指挥系统的层次性要求，其组织结构上下是有严格区别的。从多数国家军队的情况看，军队指挥结构和自动化指挥区分，一般分为国家级指挥系统、战区（军种）级指挥系统、部队级（战场级）指挥系统等几个层次。

1. 国家级指挥系统

国家级作战指挥系统，是军队指挥系统的重要组成部分，按照其职能、地位、作用不同，其组织形式可分为集中型和联合型。

集中型，是目前多数国家采用的形式。前苏联就采用它。它是由国防委员会主席、国防部通过总参谋部对各军种、战区实施指挥。总参谋部是平时和战时国家武装力量的指挥机构。这种指挥机构拥有比较广泛的指挥和管理职权，在国家军事当局和国防部长的领导和决策下，负责对军队实施作战指挥。这种结构形式，有利于现代条件下作战的集中统一指挥。目前东欧一些国家仍是采用这一形式，我国的作战指挥系统，基本上也是属于这一类型。

联合型是西方少数国家采用的形式。如美国就是这样。美国国家级指挥系统，由总统、国家安全委员会、国防部长和参谋长联席会议组成。总统和国防部长构成“国家指挥当局”；国家安全委员会就“国家安全”问题负责向总统提供咨询；参谋长联席会议既是总统、国防部长和国家安全委员会的军事咨询机构，又是向各联合司令部和特种司令部发布总统和国防部长命令的军事指挥机关。其下属的“联合参谋部”和其他机构，是总统、国防部长

(通过参谋长联席会议主席)指挥全军作战的执行机关和基本指挥机构。参谋长联席会议是一个委员会性质的联合机构,其成员由参谋长联席会议主席、陆军参谋长、空军参谋长、海军作战部长、陆战队司令等人员组成。这种组织形式与美国等西方国家实行“文官治军”及历史上军种分立有关。

各个国家级作战指挥系统,尽管称谓不一,如有的叫总参谋部、总司令部、国防参谋部、国防司令部,有的叫参谋长联席会议、三军参谋长联合委员会等,但在作战指挥这一主要职能上都是一致的,因此,世界各国军队总的指挥机构,都设有以作战部门为中心的作战指挥体系。其主要职能部门有作战、情报、通信等。作战部门是实施作战指挥的主导部门,是指挥机构的核心。美国国家级作战指挥系统见图 3-1。

我国国家级作战指挥系统见图 3-2。

2. 军种指挥系统

军种指挥系统是军队指挥系统的有机组成部分。其实体是军种指挥员及其司令部组成的指挥机构和所属部队实施指挥的系统。军种指挥系统是最高统帅部和总参谋部(总司令部等)对军种指挥的枢纽。目前,绝大多数国家军队按军种区分设有军种司令部;有的单一军种,由总部直接指挥;也有的国家陆军不设总部,由总参谋部兼管。

由于各国军队的传统组织体制、军种编成规模不同,军种指挥系统的机构设置、指挥关系也不同。前苏联军种的指挥系统有、战略火箭军、陆军(陆军总司令没有指挥权)、防空军、空军、海军等。美国没有建立军种指挥系统,而是根据作战任务不同建立了三个特种司令部,即战略空军司令部、航空空间防御司令部、军事空运司令部,负责对所属部队的指挥。此外,美军还建立了核大战指挥系统、本土防空作战指挥武器系统等。我军陆军由总部通过战区(军区)指挥,海军、空军、二炮建立有独立的军种指挥系统。

各国军种指挥机构的组织结构,主要是依据其职能、军种任务和特点而定。军种指挥系统,对于提高整个军队指挥系统的功

图 3-1 美国国家级作战指挥系统

能有着重要的影响。

3. 战区指挥系统

战区是国家从整个战略需要出发,根据地区条件和战略方向等划定的战略区域。一般讲,一个战区就是一个独立或相对独立的战场,设有战区指挥机构(司令部),负责对战区范围内作战力量的指挥。战区指挥系统,主要由战区司令官(员)、司令部以及

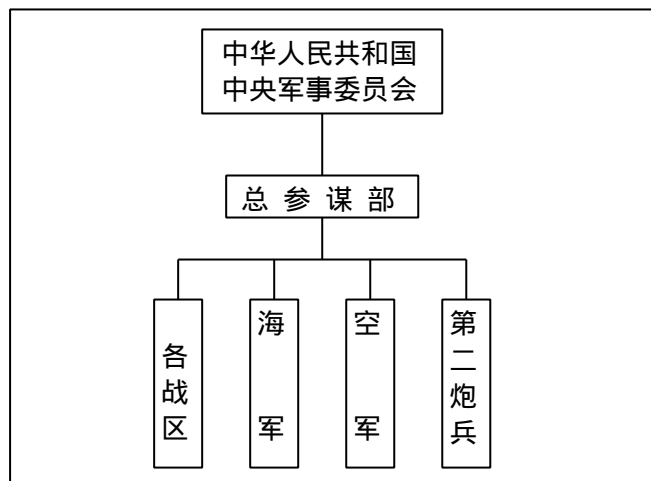


图 3-2 我国国家级作战指挥系统

部队的指挥机构组成。战区组织机构和军种组织机构一样，是连接总部或总参谋部和部队的纽带，是中间指挥层次。战区指挥系统对保证总部对部队的指挥控制以及组织协调战区内各种力量的作战行动，发挥整体威力起着决定性的作用。由于地区性局部战争不断发生，加强战区指挥系统的建设，有着更为重要的意义。

世界各国由于情况不同，军队数量、装备以及任务不同，战区指挥系统也有很大差别。有的战区与军区合为一体，有的军区与军队集群合为一体，有的在战争突然爆发后组成临时战区等。其战区指挥机构，有的是常设的，有的是待战时组建的。

建立战区指挥系统，是战争经验的总结。早在第二次世界大战初期，有的参战国家就是因为军种分散指挥，协同困难，而遭受重大损失。血的教训要求改变指挥体制，建立统一指挥和协调战区三军作战行动的战区指挥系统。例如，美国从 1942 年初开始，先后在夏威夷、巴拿马运河区、太平洋及西南太平洋地区和欧洲设立了四个诸军种联合总部，统一指挥战区内海军、空军（包括陆军航空兵，当时没有建立空军）部队。1991 年海湾战争时。实际上也是组成一个临时“海湾战区”，并建立战区指挥机构。

4. 部队指挥系统

部队指挥系统，是由各军种的各军团（兵团）以下各级指挥员及其指挥机构构成的，是对所属部队实施作战指挥与控制的体系，是军队指挥系统的基本组成部分。这一系统负责具体组织部队的作战行动，达成战役战斗的目的。

部队指挥体系，按军种可分为陆军部队指挥系统、海军舰艇部队指挥系统、空军航空兵指挥系统，有的还有防空兵部队指挥系统等。由于各军种部队的武器装备、编成、作战使命不同，作战方式也不同，其指挥系统既要求适应合同作战，又要符合本军

图 3-3 陆军部队指挥系统示意图

种的作战特点。下面以陆军指挥系统为例，研究部队指挥系统的特点（图 3—3）。

（说明：此图一般为示意图。因各国军队编成不同，指挥序列、层次也不同。例如，有的军队有师没有旅的编制，有的有旅没有团的编制等）

从图 3-3 可以看出，部队指挥系统是直接指挥部队作战行动的指挥系统，具有目标明确、指挥直接、组织具体等特点。因此，部队指挥系统：

- （1）要建立垂直的按级指挥关系，以保证对部队进行及时有效的控制；
- （2）各级指挥机构应力求精干、灵活、具有较高的生存能力，以适应复杂多变的战场情况，保障指挥的稳定性和可靠性；
- （3）加强先进指挥手段的建设，以提高指挥效率；
- （4）加强人员全面素质建设，提高指挥质量。各军种部队的指挥系统，除应符合上级要求外，还应有适合本军种特点的具体要求。

（二）指挥分类

作战指挥作为一个集合概念，有其较广的外延。根据世界上各国军队的作法，就军队指挥分类而言，按作战任务和范围，军队指挥分为：战略指挥、战役指挥、战斗指挥；按作战类型分为：陆地作战指挥、海上作战指挥、空中作战指挥和防空作战指挥。现代战争是全纵深作战，对后勤依赖性很大，有的国家还单列一后勤指挥。

1. 战略指挥

战略指挥是国家最高指挥当局以及派出机构或者委派的指挥员对军事战略行动的筹划和指导。主要是，分析判断敌我双方战略形势和特点，根据国家的战略方针，确定军事行动的具体方针和原则，制定战略及战略性战役计划，确定军兵种部队编成、任务、部署，组织战区之间、战役之间的协同和保障，掌握和使用战略预备队，指导和指挥重要战役行动等。

2. 战役指挥

战役指挥指战区、方面军、集团军以及相当的指挥机构，对所属部队的战役行动进行组织与指挥。主要是根据战略方针、战略意图和受领的任务，以及战区敌情、地情等情况，定下作战决心，制定战役计划，确定所属部队及加强部队的任务和部署，组织协同动作和保障，掌握和使用战役预备队，指挥重要战斗行动等。

3. 战斗指挥

战斗指挥是指师（有的是旅）以下部队指挥员及指挥机关对所属部队战斗行动的组织与指挥。主要是根据战役企图、受领的任务和敌情，定下决心，制定战斗计划，部署兵力，组织火力和各种保障，规定作战方法，掌握处置情况等。

战略指挥、战役指挥、战斗指挥之间的关系是全局与局部的关系。上级须统管全局，照顾局部，下级须服从全局。这是各国军队共同遵守的指挥原则。

陆地作战指挥，是指以地面部队为主，在空军航空兵配合下在陆地进行作战的组织与指挥，有时也有海军舰艇部队进行配合。海上作战指挥，系指海军舰艇部队和海军航空兵在海区作战时的组织指挥，当然，也可能有空军航空兵直接配合。空中作战指挥，系指空军航空兵在空域作战时的组织与指挥。防空作战指挥，系指航空兵、地空导弹部队和高炮部队，为了防卫重要目标进行的防空（反空袭）作战的组织与指挥。

军队指挥有其特定的内涵，除了对作战和其他军事行动所进行的特殊领导活动外，其他活动不能称之为指挥。

（三）指挥方式

指挥方式就是指挥员和指挥机关实施作战指挥活动时采用的方法和表现形式。指挥方式随着军事技术和战争的发展而发展。在体能军队指挥时期，军事统帅主要采用集中指挥的方式。体能军队指挥时期，军队构成越来越复杂，机动性能空前增大，作战空间日趋广阔，指挥手段虽然也不断变化，但对所属部队完全集中指挥的困难越来越大，从而强调进行必要的分散指挥。当今的智能军队指挥时期，为保证诸军兵种协同作战，充分发挥整体威力，一方面必须强调集中指挥，另一方面必须强调分散指挥，使两者很好地恰当地结合起来。同时按照隶属关系逐级搞好按级指挥，紧急情况和对执行特殊任务的，又要实施越级指挥，有时超越一吸，有时超越数级实施越级指挥。目前，各国设立的自动化指挥的 C³I 系统，就着眼于实行四种指挥方式。

军队指挥方式，即分为集中指挥、分散指挥、按级指挥、越级指挥四种。

1. 集中指挥

集中指挥是部队集中行动时的统一指挥。集中指挥又称命令式或集权式指挥，通常是依照隶属关系，由指挥员直接掌握和控制指挥；当不同建制的部（分）队共同执行任务时，由上级明确指挥关系，并指定指挥员和指挥机关实施统一指挥。运用集中指挥方式时，上级对下级不仅明确任务，而且还规定完成任务的具体方法和步骤；在一般情况下，只有上级指挥员有权改变作战部署、任务、行动的时机和方向，下级未经批准不得擅自变动。在作战过程中，上级指挥员有权干预和修正下级指挥员的决心和计划。同时，下级指挥员在组织实施指挥中，必须依据上级的意图和任务来规范自己的行动。

集中指挥是现代作战的基本指挥方式。军队自动化指挥系统，把指挥、控制、通信、情报紧密联系在一起，这就使指挥机关，能对上至整个军队，小至单兵、单机、单舰、单车实施全球范围乃至包括外层空间的高度统一的指挥，以形成整体合力，协调一致地达成作战目的。但是，这种指挥方式也有缺陷。一是指挥权过于集中，往往不利于发挥下级指挥员的主动性、创造性；二是下级指挥员对一些重要情况的处置，必须经过上级批准，因上级下达的信息量大，一旦保障不同，将不利于抓住稍纵即逝的战机；三是集中指挥要求上级指挥员较为详细地区分任务、了解情况，这势必增加工作量和占用更多的时间。为此，在运用集中指挥方式时，应尽量避免和克服上述缺陷。

2. 分散指挥

分散指挥又称训令式、指导式或委托式指挥，是部队在分散行动时的指挥，通常是上级只下达原则性指示，下级指挥员根据受领任务和当时情况，独立自主地指挥部队完成任务。这种指挥方式的基本特征是“示任务不示手段”，即上级对下级只下达原则性指示，明确任务及完成时限，说明当时情况，提出完成任务所需的兵力兵器，但不规定完成任务的具体方法和步骤。下级指挥员可根据总的意图及实际情况，以高度负责的精神，独立自主地指挥本级作战。

分散指挥是现代作战的一种指挥方式。现代条件下作战，情况急剧变化，独立作战的可能性增大，导致战场上“失控”因素增多，为了提高指挥效率，

使执行者更好地根据当时情况努力完成任务，又必须强调分散指挥。目前，美军对这种方式极为重视，他们主张“指挥员根据必要的程度尽量少限制下级的行动。在大多数情况下，应使用任务式命令。这种命令规定必须完成任务，而下说明必须如何完成任务”。实施分散指挥的主要优点，利于发挥下级指挥员的主动性和创造性，能够增强其完成任务的责任感和压力感；指挥员能够独立自主地处置情况，可简化指挥程序，减少指挥层次，有利于抓住战机。但是运用这种方式，需强调如下几点：一是兵力兵器要尽量向下配备，使部（分）队有独立作战能力；二是规定明确的职权范围，下级不得超越上级规定的界限，超过界限要经过请示；三是下级指挥员要有优良的指挥素质。在一般情况下，要熟悉上两级的指挥意图和上一级的行动方案。

在海湾战争期间，美军团以下部队和分队大量使用各种便携式、折叠式微机，这些微机有的联成局部网，有的作为个人终端。这就使一些下级指挥官在率领部队独立执行作战任务时，也能及时地与上级取得联系，从而有效地克服了以往在实施分散指挥时所带来的上下级不易沟通，全局与局部行动很难协调的弊端。

3. 按级指挥

按级指挥，即根据隶属关系，逐级实施指挥。如军直接指挥师，师直接指挥团……这是使用最多也是最为普通的一种指挥方式。

4. 越级指挥

越级指挥，就是在紧急情况下和执行特殊任务的部队超越一级或数级实施的指挥。越级指挥时，上级指挥员应将自己的指示，通报被超越的指挥员；被超越指挥的部队指挥员，在可能情况下，须向直接上级报告越级受领的任务和执行情况。

现代条件下作战，越级指挥的地位呈上升趋势，以往作战，由于侦察、通信等技术手段较为落后。高层次的指挥员很难在超越若干级指挥机构的情况下直接与低层次指挥员联系。而军队自动化指挥的出现，能够把各级指挥机关紧密地联结为一个完整的信息系统，即使在遥远的战场上的一名士兵，也能通过微机终端设备与整个通信网络联网，这在客观上就为紧急情况下超越更多的“级数”提供了可能。

（四）指挥机构

随着大量的高新技术广泛应用于指挥领域，指挥手段和指挥方法实现自动化以后，指挥机构到底是个什么样子？这是一个引人注目的问题。

什么叫指挥所？就是指挥作战的机构和场所。组织开设指挥所，主要是使指挥员、指挥机关和保障部（分）队，以及各种指挥通信设备，按照作战指挥的需要进行编组和配置，设置安全的工作场所，从而保障对军队实施稳定的不间断的指挥。按照通常作战的要求，各军兵种的团以上部队执行作战任务时，通常应建立指挥所。

现代条件下作战，诸军兵种和各勤务部（分）队担负着不同的任务，可能遇到各种不同的复杂情况，为了便于组织指挥、保障指挥，实施完成指挥任务，需要建立多种类型的指挥所。按其活动方式，又可分为移动指挥所和固定指挥所。

现代指挥机构的机动性能不断增强，是军队机动性能不断提高的产物。

指挥所如不具备机动性就根本无法指挥机动能力很高的现代化军队作战。为了能及时地指挥军队在广阔空间作战，为了能协调不同空间位置的多种参战兵力，为了保持指挥的及时、连续和不间断，指挥所必须具备较强的机动能力，能够在机动中完成指挥。所以说，今后指挥所必须构成移动式的。例如，把指挥所开设在飞机（直升机）、舰艇、军用战车或可拆装的野战工事内。这样可以提高指挥所的指挥控制和协调功能，提高指挥所的生存力和保障不间断的指挥，这是现代军队指挥所发展的必然趋势。

移动指挥所能够大大提高指挥效能。据有关材料介绍：在师进攻战斗中，师指挥所乘车转移 6~8 公里所需时间 30~40 分钟，如采用直升机实施空中转移仅需 6~8 分钟，同时还可以保持指挥的连续性。

固定指挥所，一般是指开设在防护严密的地下或半地下工事内的指挥所。这种样式的指挥所，对于提高防护能力，确保隐蔽、稳定和不间断地指挥是完全必要的。但由于作战形式和其他条件的制约和限制，一般他说，它适于坚守防御以及较高级别的指挥机构，如统帅部指挥所、战区指挥所。又如美国夏延山指挥所等。当然，在其他作战形式中，或者不具备开设移动指挥所的情况下，也应尽可能利用地形，提高防护能力，并尽量转入地下、半地下或地面坚固隐蔽工事（包括其他坚固隐蔽物）内开设固定指挥所。

指挥所按其指挥任务，可分为：战略指挥所、战役指挥所、战斗指挥所，以及海上指挥所、空中指挥所等。组织军队输送时，通常建立由军队、地方有关部门参加的联合输送指挥所；组织防空作战时，建立地空导弹、航空兵和高炮兵组成的指挥所，又可叫作国土防空指挥所；在敌人后方指挥作战时，视情况建立敌后作战指挥所。就一个作战部队来讲，团以上部队在通常情况下，建立基本指挥所、预备指挥所、前进指挥所、后方（后勤）指挥所、观察所。

基本指挥所，是指挥员实施作战指挥的主要指挥所，它通常由指挥员、参谋长、司令部机关的主要成员和其他部门有关成员及通信分队组成，并配备必要的勤务保障分队。

预备指挥所，即备用指挥所，是为着接替基本指挥所的指挥而建立的。它通常由副职指挥员带必要的参谋人员及通信分队组成，并配备一定的勤务保障分队。它与基本指挥所同时开展工作，了解掌握情况，但不实施指挥。一旦基本指挥所不能实施指挥或转移时，则立即接替指挥。

前进（前方）指挥所，即辅助基本指挥所实施指挥并较基本指挥所靠前开设的指挥所，是为加强主要作战方向的指挥而建立的。人员组成视情况而定。

后方（后勤）指挥所，是为了组织和实施各项后方工作、统一后方指挥而建立的指挥所。以后勤机关为主，政府支前机构的有关人员组成。通常由分工主管后勤的副职指挥员和后勤指挥员负责。

观察所，即观察当面敌情的机构和场所，是指挥所的组成部分。是为观察战场和主要方向情况而建立的。通常由侦察（情报）部门派出参谋带必要的观察、通信人员组成。

海上指挥所，是指挥员在舰艇上对部队实施海上作战指挥的机构和场所。一般开设在指挥、观察和通信设备完善，机动性能良好，防御能力和生存能力较强的舰艇上。其主要任务是：组织计划海上作战；掌握和通报海上情况的发展变化，指挥和协调参战兵力的作战行动，保持与上下级和友邻之

间的通信联络，制定各参战部队的尔后行动计划等。

空中指挥所，是指设置在飞机上的指挥机构。通常作为某一级指挥员及其指挥机关的预备和辅助指挥所。空中预备指挥所的基本任务是，在地面指挥所不能实施指挥的情况下，对军队实施不间断的指挥。空中辅助指挥所，在情况紧急时协助地面指挥所实施指挥。有时空中指挥所可按照指挥员的意图，随时机动到指定地域实施作战指挥；有时还可以担负一定的情报传递和通信中继任务。

指挥所是部队的灵魂和神经中枢，是敌人打击的重要目标之一。因而，其生存能力历来为指挥员所关注。尤其现代条件下作战，首先摧毁对方指挥所已成为达成作战意图的重要手段之一。加之，现代侦察技术装备的广泛应用，指挥所被敌发现的可能性越来越大。因此，必须提高指挥所防护能力和生存能力，以保证实施有效的、不间断的指挥。

缩小规模。在保证实施有效指挥的前提下，指挥所的人员应力求精干，设备也要精干，以降低指挥所暴露的概率。

散开配置，做到三分开：即指挥中心与电台配置分开，指挥所内各部门之间分开，电台配置区内电台与电台分开。这样，既可避免电台之间相互干扰，又可减少电磁波辐射密度，以免遭受地面侦察和地面、空中火力袭击。

隐真示假。包括设立假指挥所，实施无线电佯动，构筑假工事，设置假天线等。

加固工事，这是提高指挥所生存能力的一个基本方法。指挥所工事的坚固程度应高于其他工事，即使在野战条件下，也要因地制宜，充分利用指挥所开设地区的洞穴、山沟、雨裂、高地反斜面等地形加强指挥所的坚固程度。

技术伪装。伪装是提高指挥所生存能力不可忽略的重要措施之一，应全面做好。特别要重视电台设置区的伪装。根据地形、敌情、通信方向，可将无线架设在树林、建筑物的后面等。利用这些地物反射和散射无线电波，降低敌测向台接收电子信号的功率，增大其测向误差。指挥工事的外貌力求伪装成与周围的自然地貌景色相一致，以增加敌人侦察的难度。

四、处于世界领先地位的英国 C³I 系统

海湾战争是第二次世界大战以来，规模最大、技术水平最高、使用武器最先进，在多维空间进行的一次大纵深立体战争。在这场战争中，美国的 C³I 系统发挥了极其重要的作用，实现了高水平的战略战术协同，C³I 系统向各级指挥官及时、可靠、准确地提供了情报，使其能够准确部署兵力，适时发起空中袭击和地面进攻，在极短时间内获得重大胜利。整个战局呈一边倒态势，多国部队打得得心应手，节节胜利。而伊军则一直处于被动挨打的境地，毫无还手之力，最终遭到了惨重的失败。战争结果表明，美军 C³I 系统的战斗力、生存力是赢得这场战争胜利的关键性因素。

（一）C³I 系统发挥了巨大威力

海湾战争中，为确保对参战各国部队的绝对指挥与控制，美国投入了各种自动化指挥系统，以此为基础，中央总部和各级指挥所，组成了多级指挥网，利用上万台电子计算机，对多国部队的数十万人和数十万种武器装备物资实施了有效的指挥、控制和管理。美国还把海湾战场作为新 C³I 系统的性能的试验场，把许多新研制的 C³I 系统投入海湾作战中运用，并发挥了巨大威力。

在美国本土和海湾战区之间，由全球军事指挥系统和国防通信系统保持了不间断的联系。各种信息从海湾地区和世界各地通过卫星传送到美国本土的指挥控制中心，经过计算机处理，在几分钟之后，又迅速传到战区各指挥所。例如，美国负责海湾作战的中央总部，远在距战区一万多公里的美本土，通过国防通信系统和国防卫星通信系统对海湾战区实施了及时、有效的战场指挥。由于中央总部前线指挥中心、陆海空军指挥中心充分利用了 C³I 系统，对所属陆海空军部队和海军陆战队实施了全面、有效、实时、可靠的指挥控制，及时提供了情报保障，保持了顺畅的通信联络，周密地进行协同动作，从而保证了按预定计划进行战场行动，取得了作战的胜利。海湾战争中多国部队指挥控制系统，见图 4-1。

海湾战争中，在美军有效的预警和引导下，每天出动飞机 2000 ~ 3000 架次，对伊、科境内的重要目标进行了轮番连续昼夜轰炸。38 天中共出动飞机 11 万多架次，主要空袭了巴格达、巴士拉等大城市，桥梁、机场，公路等交通枢纽，人防洞库、飞机、坦克和工兵掩体等防御工事，“飞毛腿”导弹、防空导弹、岸防远程导弹和装甲车、火炮等发射阵地，广播电台、电视台、发送天线雷达等电磁目标，及核、生、化武器生产基地、导弹库、油库等。据外刊报载，已摧毁伊拉克主要补给线上的一半以上桥梁和公路，军用物资供应基本上处于瘫痪。38 个机场大部被炸毁，有的受到了四轮轰炸，遭彻底摧毁，594 个地下掩蔽部有一半被彻底摧毁。B-52 战略轰炸机每隔 4 小时就对伊精锐部队共和国卫队阵地轰炸一轮，每天出动数百架次进行地毯式轰炸，30% 的防御工事被毁。到 2 月 14 日，伊军已损失坦克 1300 辆，装甲车 800 辆，火炮 1100 门，在地面作战开始前已损失 30% ~ 50%。伊空军已有 130 ~ 150 架飞机被毁，近 200 架飞机逃往伊朗，空中战斗力丧失 40% ~ 50%。由于伊军先进飞机大部被毁或转场他国，防空导弹和预警雷达系统基本被炸，完全丧失了制空权，伊空军已名存实亡。伊海军舰艇全部被击毁和重创，

完全丧失了战斗力。美军地面进攻发起之前，取得了空袭作战的预期效果，这些都是运用了先进，完善的 C³I 系统的结果。

图 4-1 海湾战争中以美国为首的多国部队指挥控制系统示意图

海湾战争中，美国多种导弹、预警卫星密切监视着伊导弹活动情况。代号为“涡流”、“马格南左轮”的卫星一直窃听伊导弹射手与控制中心的通话，从而找出射击手的位置，把资料直接传送给附近的战斗机，随即启动电脑及激光引导导弹，瞄准目标，将其击毁。

KH-11“锁眼”式卫星，在海湾上空 320~800 公里高空轨道运行，密切监视着伊拉克一切军事行动，监视着多国部队空军空袭后的破坏程度和伊军导弹的移动情况。及时为空军准确提供了轰炸目标和轰炸效果。美国“爱国者”导弹多次击毁伊“飞毛腿”导弹的事实就充分说明了美国导弹预警卫星发挥的重要作用。仅 1991 年 1 月 21 日，伊拉克向沙特首都利雅得和东部军事要地宰赫兰，发射“飞毛腿”导弹 10 枚，均被运行于 300 公里高空的 DSP 导弹预警卫星发现，并紧急报告，通过数千公里的卫星线路传输的澳大利亚地面站，传到美国五角大楼军事指挥中心进行处理，再迅速传到海湾地区“爱国者”发射阵地和“飞毛腿”预定弹着地区。仅用一分钟时间即完成拦截任务。当天，将来袭的 10 枚“飞毛腿”导弹摧毁了 9 枚，其命中率大大出人预料。

海湾战争中，还充分发挥了战术 C³I 的作用。在空袭之后，2 月 24 日，由美国、英国、法国、沙特、埃及、叙利亚、科威特、阿联酋、卡塔尔、巴林、阿曼等 11 国军队 40 多万人（其中美军 20 万人），在海空军作战飞机、地面攻击机、武装直升机支援下，以坦克、装甲车为先导分别沿科沙边境和伊沙边境向伊军发动了大规模地面进攻。多国部队各级各类指挥所广泛运用了战术 C³I 系统，和新式的预警、侦察、通信等器材，进行了有效的指挥行动。地面作战中，多国部队以近 6000 辆坦克、装甲车实施了正面强大突击，分割和围歼，以两个空降师在伊纵深 80 多公里地域进行了空降和机降，以 6000 多架飞机进行了直接支援，地面作战成了陆海空三位一体的联合作战。在有多国部队强大而猛烈的进攻下，仅通过了 100 小时地面战斗，海湾战争即于当地时间 2 月 28 日 11 时宣布正式停火。多国部队共摧毁和缴获伊坦克 3500 辆，占战区内总数的 82.7%，摧毁伊装甲车 2000 辆，占战区内总数的 70%，火炮 2140 门，占战区内总数的 69%，飞机和直升机 103 架，仅俘虏伊军即达 17.5 万人，占伊科战区伊军总数的 30%。多国部队收复了科威特全境，占领了伊位克南部 26000 多平方公里。至此，海湾战争以伊拉克失败而告终。

现代化高技术的海湾战争，一方面由于作战力量的构成复杂，整体性要求高，对加强统一的指挥和集中的控制、全面提高指挥效能，提出了更高的要求；另一方面 C³I 系统的发展，又为提高指挥效能提供了强有力的手段，使战场指挥控制向着自动化方向发展。这次战争，多国部队参战的有陆军、海军、空军、海军陆战队和炮兵、装甲兵、空降兵、化学兵等军兵种，总兵力高达 78 万人。美中央总部每天都要协调 30 多个国家军队的各类作战行动。仅空袭作战中，就投入 12 个国家飞机 20 多个机种，40 多型号，还有巡航导弹，从数十个机场和数艘航空母舰上起飞，共出动 11.4 万架次，对伊上千个目标进行轰炸，且多在无月的夜间进行、在这种复杂的情况下，多国部队所以能有机配合，密切协同，有条不紊的行动，充分发挥了多元一体的整体威

力，其关键原因就是广泛使用了 C³I 系统。海湾战争实战证明，高效能的自动化指挥系统是高技术条件下局部战争中提高指挥效能的重要条件。同时，也说明美国军队的 C³I 系统在上处于领先地位。

（二）美国 C³I 系统的发展过程

第二次世界大战结束后，美国非常重视研究和发展军队自动化指挥，并在世界上一直处于领先地位。从 50 年代起，大体经历了三个阶段。

50 年代、60 年代为第一阶段。最初只是某一指挥机关单项工作和程序的自动化，以及各军种着手建立自己的自动化控制系统。当时没有经验可资借鉴，也无先例，各军种各搞各的，边摸索边建立，因此，造成了所使用的计算机型号的不统一，语言不一致，仅美国国防部使用的计算机就有 50 多个型号。文电格式、数据交换、信息传输、解题方式等也不统一，不能兼容也不能互通，妨碍了信息传递和系统间的协调工作，增加了使用上的困难。同时，由于缺乏统一的规划和领导，研制工作重复进行，浪费了人力、时间和器材，增加了不必要的开支。

第二阶段从 70 年代初到 80 年代初。美军当局吸收了第一阶段的教训，总结了经验，并吸收了一些局部战争中使用 C³I 系统的经验，强调了对 C³I 系统建设的领导，要求集中统一，要按国防部的计划在各军种范围内统一建立和使用 C³I 系统。注意解决 C³I 系统的标准化、通用化问题。

1970 年，自动化控制系统开始装备新的标准计算机，并规定了计算机的型号，提出了统一建立的具体措施。

1980 年，计算机的型号由 50 种减到了 10 种。同时，在程序、编码、通信信道等方面逐步实现通用化。当时国防部重视了对 C³I 系统的建设，要求“进一步把全球军事指挥控制系统，从松散的逐级的联合体，改造成为主要为国家指挥当局服务的机构更加严密的系统”。这个期间，战略 C³I 系统有了较快的发展，但战术 C³I 系统建设却停滞不前，收效甚微。实际上计算机型号繁多等问题也未完全解决。

第三阶段，是 80 年代初开始的。在这一阶段中，战略 C³I 系统开始实现现代化，战术 C³I 系统也有较大的发展。设备型号繁多的问题正通过硬件、软件的标准化而逐步解决。从此，无论是战略、战区、战术 C³I 系统，还是从同一等级的各种功能分系统看，更加紧密地连成一体，基本上实现了互通兼容和可靠，并向全盘自动化过渡。特别是经过海湾战争的实践，许多问题正在进一步改进和完善。

经过了 30 多年的建设，美国的 C³I 系统，无论是在技术上，还是在组织管理上，均处于领先地位。海湾战争的实践证明，已具备相当高的水平，但现在仍不惜花费大量人力、财力继续改进和研制新的 C³I 系统。随着微电子技术等高新技术的发展，美国的 C³I 系统将会更加完善和可靠。据推测，21 世纪的战争，将在高技术兵器、C³I 系统最大限度电子化、自动化的条件下进行。在向这个目标的迈进中，美国仍可保持领先水平。

美国在 C³I 系统的建设和发展过程中，C³I 系统的管理机构在不断发展和变化。1971 年，美国国防部指令，规定了全球军事指挥控制的功能、组成及各部分之间的关系。12 月成立了全球军事指挥控制系统委员会，国防部第一副部长任主席，1974 年组成了指挥、控制与通信（C³）局。

1977年3月撤消了C³I局,把情报工作领导权合并,设立了负责C³I系统的助理国防部长,设立办公室。1979年在参联会议下设立了C³I系统部。

1983年成立了三级管理委员会:C³I执行委员会,C³I审查委员会及下属C³I小组。1984年为加强战术C³I系统建设,国防部成立了联合战术C³I局。1987年为了更好地协调战术C³I和战略C³I的工作,将联合战术C³I局并入国防通信局。目前,国防部的三级委员会是美军C³I最高决策机构。国防部长主管的助理国防部长办公室,是美军C³I日常的管理和决策机构,参联会C³I系统部对联合司令部和特种司令部实施业务领导。国防通信局则是C³I的最高技术管理和支援机构。除上述之外,美国陆军、空军、海军也专门设有C³I系统的管理机构,借理C³I系统的技术工作、建设和实用。

(三) 战略C³I系统

美国的战略C³I系统,也称为全球军事指挥控制系统(WWM-CCS)。它是国家和军事集团用于军事指挥的最高一级的先进手段。建立战略C³I系统的主要目的是保证国家和军事集团在平时、危机时刻和全面战争的各个阶段,能够不间断地指挥与控制各地

图 4-2 美军C³I组织管理机构图

区的军事力量,采取必要的军事行动,以达到国家和军事集团预定的战略目的。

美国的战略C³I系统,主要由战略指挥中心、探测预警系统和通信系统三大部分组成,它是1962年古巴导弹危机时期为了适应肯尼迪总统的“灵活反应战略”而开始组建的,1968年基本组成。但至今一直在不断改进完善。从80年代以来,美国参与的一些世界局部战争,在作战准备和作战组织指挥中,都发挥了应有的作用。特别是在海湾战争中,在组织指挥多国部队方面取得了良好的效能,对取得战争的胜利起到了关键性的作用。

1. 军事指挥中心

全球军事指挥控制系统分为国家级分系统和战区级分系统。国家级分系统包括:国家军事指挥系统,是全球军事指挥控制系统的关键部分,由参联会主席直接对它的工作负责。此外,还有三大军种部和国防部各局的指挥控制和支援系统等。战区级的系统包括各联合司令部和特种司令部的指挥控制系统,以及军种所属主要司令部的指挥控制系统等。全球军事指挥控制系统,不是一个单层结构的系统,而是一个由许多其他C³I系统组成的金字塔式结构的C³I系统,见图4-3。

图 4-3 美国全球军事指挥控制系统结构简图

(图内未包括与盟国联合组建的司令部)

国家军事指挥控制系统,它包括三个中心。

(1) 美国国家军事指挥中心,设在美国国防部五角大楼,供美国总统、国防部长、参谋长联席会议主席在平时和战时条件下指挥部队。美国中央情报局、国家保密局、国务院、国防自动化保障局、国家通信局、国防安全助理办公室和联合侦察中心都派有代表在国家军事指挥中心工作。

在这个中心里,昼夜不断地接收各种渠道来的报告,经处理后,再送交

国防部长和参谋长联席会议主席。在这个中心里，有 13~16 个军官和士兵组成五个小组，昼夜轮流值班，每班由一名上将领班。发生危机时，军事指挥中心的值班人员按照预先拟定的并经过批准的计划采取行动。发出警报后，值班人员立即按照指定名单通报政府官员和高级军事指挥官。

美国国家军事指挥中心内，设立四个室：第一室，为态势显示室，有关各战区情况的报告在这里加以综合、整理和显示；第二室，为紧急会议室，它是参谋长联席会议指挥室，全球军事指挥、控制系统的指挥中心，局势紧张时，供国防部长、参谋长联席会议主席和参联会成员对部队实施作战指挥；第三室，为通信室，也叫通信中心，它通过参联会议警报网、自动电话会议系统、紧急文电传输系统、全球保密电话会议系统等线路，保障国家指挥当局，对世界各地的联合司令部和特种司令部的通信联络。通信室内还设有特殊的通信线路，即华盛顿通往莫斯科的“热线”；第四室，是技术室，即电子计算机和屏幕投影显示设备技术室，其任务是收集、保存、处理、更新来自各种渠道的情况资料。

美国国家军事指挥中心的工作效率很高，这里举几个例子说明。在紧急会议室，从提出问题到显示有关资料只需 15 秒钟。在 40 秒钟内，可同世界上美军任何一个司令部或者所有的主要司令部举行电话会议。从这里下达命令，使美军在全球的战略部队进入战备状态，只需 1~3 分钟。这里存有若干进行全面战争的计划，和凡十份在紧急情况下的行动计划，只需几分钟时间便可按其中任何一个计划向国家指挥当局提供所需的全部资料依据。国家军事指挥中心的最大问题是抗毁能力差，用直接命中的炸弹就可以炸毁，更不要说核弹了。因此，美国还备有预备指挥中心和紧急机载指挥所。

(2) 美国国家军事预备指挥中心设立在华盛顿以北大约 100 多公里的马里兰州里奇堡一个地下工程内。始建于 1964 年。它的配置与国家军事指挥中心相似。其指挥控制功能与国家军事指挥中心基本相同。平时，预备指挥中心负责收集美军、盟军和敌军的一切必要的情报和资料，并且存放有进行常规战争、核战争的各种预案，并为五角大楼的中央计算机提供补助的文电处理结果。它可以在极短的时间内与国家军事指挥中心完全连接起来。一旦需要，便可以立即接替国家指挥中心的工作，承担起全部军事指挥、控制任务。

(3) 美国国家紧急机载指挥所是兼有国家军事预备指挥中心和最低限度应急通信网双重功能的指挥机构。在国家指挥当局上机后，即成为国家主要指挥中心。美国国家紧急空中指挥所通信接口示意图见图 4-4。

紧急机载指挥所，是为了提高军事指挥系统的抗毁能力，由美国国防部于 1971 年决定建立的。1975 年，由三架“波音-707”飞机改装成 E-4A 飞机开始服役的。1981 年开始，用更先进的 E-4B 飞机取代了 E-4A 飞机。目前有 4 架 E-4B 飞机投入使用。

紧急机载指挥所的有效面积为 429 平方米。分为三层：上层是机组人员和导航设备舱；下层（底舱）装有各种通信与电子设备；中层为主舱，分为六个功能区。它们是：指挥工作区、会议室、任务规划区、作战参谋区、通信控制中心和休息区。机载指挥所可容纳国家指挥当局、高级指挥和参谋人员以及飞行、机务、工程、通信和保安人员共 59 人。机载指挥所的滞空时间为 12—16 小时，经空中加油可达 72 小时。一般在国家进入一级战备（临战状态）时升空待命。

图 4-4 美国国家紧急指挥所通信接口示意图

其空中指挥所内设有从甚低频、低频、高频、甚高频、特高频和超高频等频段构成的 13 种无线电通信系统。还没有卫星通信终端，能同卫星、导弹潜艇、飞机、导弹发射中心、国家指挥中心等进行通信联络。机内电话还可同地面电话网连接起来，其机内主要设备都采取了防核保护措施，具有一定抗核电磁脉冲能力。

紧急机载指挥所的问题是：国家指挥当局乘直升机到停机坪有一定的时间和距离，这显然有害于国家指挥当局的安全与生存；E-48 飞机滞留空中时间最多达 72 小时，而机场一旦被毁，飞机就难以起降。美国正建立国家级地面移动指挥中心，和新的备用指挥中心。

全球军事指挥控制系统，从技术角度区分为若干个分系统。这些分系统概括为四大类：信息获取、信息传递、信息处理和信息显示。这种区分方法，也可以说是从信息学的观点区分的。

信息获取分系统：雷达、弹道导弹预警网、卫星、北美防空防天司令部、美国本土防空警戒网和各类探测器等。它们是整个系统的神经末梢，为全球军事指挥控制系统提供情报。

信息传递分系统：国防通信系统、最低限度应急通信网、国防卫星通信系统、舰队卫星和空军卫星通信系统等。它负责将各类信息源的信息传送到军事指挥中心。

信息处理和信息显示分系统：是配置在军事指挥中心的电子计算机和外围设备、大屏幕和各类显示系统。它们将信息传递部分送来的信息加以整理、处理并显示出来。军事指挥中心的决策者，根据这些信息做出决策，拟定作战计划，将命令下达到各战区总部和战略部队。

据外刊介绍，美国总统通过全球系统逐级向一线部队下达作战命令，最快只需 3~6 分钟，若最高统帅部越级下达作战命令，最快为 1~3 分钟。

2. 探测预警系统

探测预警系统，又称为战略情报收集系统，是战略 C³I 系统的重要组成部分。它的主要任务是收集敌方战略情报，特别敌人攻击情报，以防止战略突然袭击，保护国家安全和军事力量生存。美国战略情报来源主要靠 10 多个探测预警系统。探测预警系统的发展主要是伴随着战略武器的更新进行的。

50 年代，战略预警系统重点是对付亚音速战略轰炸机。60 年代，重点转到对付新出现的弹道导弹。

70 年代以来，主要是研制、部署综合的战略探测预警系统，扩大探测范围，增加对付对方目标的能力和系统本身的生存能力，重点部署了预警卫星、大型相控阵雷达以及研制综合攻击判定系统。目前，正在大力发展超视距雷达和进一步改进预警卫星。海湾战争中，探测预警系统对伊“飞毛腿”导弹的探测预警、跟踪，对“爱国者”导弹的引导、攻击等均取得了成功的经验。美国的探测预警系统，无论是对弹道导弹预警，还是对战略轰炸机的预警，都具备有相当可观的水平。美国战略 C³I 系统中的探测预警系统按照职能分为两部分。

第一部分是弹道导弹预警系统，包括：预警卫星系统、弹道导弹预警系统、潜艇弹道导弹预警系统、空间探测和跟踪系统等；

第二部分是轰炸机预警系统，包括：远距警戒线、超视距后向散射雷达、机载预警与控制系统和联合监视系统等。

预警卫星系统。它能提供陆基和潜射导弹发现的最初警报，是美国战略预警系统的关键部分。1985 年，美军共发射了 17 颗这种型号的卫星，已有三颗卫星分别定位在印度洋、太平洋和南美洲赤道上的地球同步轨道上，可以对前苏联地区 and 我国保持不间断监视。星上装有一套三米多长的红外望远镜、电视摄像机和核爆炸探测仪，能在导弹发射后 60 秒钟探测到其推进器排出的热羽烟。卫星将搜索到的数据送至地面接收站，再传到北美防空防天司令部进行分析和处置。这种型号的预警卫星对陆基导弹能提供 25 ~ 30 分钟的预警时间，对潜射导弹能提供 15 分钟的预警时间。据外传，美国国防部又增加了几颗上述型号的卫星，增加了空中预警能力，并在海湾战争中发挥了作用。美国国防部准备在 90 年代中期，用更高级的预警系统的卫星替代这种卫星，新一代卫星生存能力更强，能更早更准确地探测并识别目标，尤其是探测潜射导弹更有效，还能直接向用户提供数据，而下再经过易遭破坏的地面站。

“导航星”携带的核探测系统，又称为综合作战核爆炸探测系统。“导航星”是美国第二代导航卫星全球定位系统，它配置在六个轨道平面上，每个轨道均匀分布 3 颗卫星，采用双频多星时间测距导航体制，能快速地探测、定位和报告发生在世界各地的核爆炸。在核战争中，它既能提供敌方弹着点的地理位置，又能提供己方攻击中和攻击后的杀伤效果估计，使国家当局做出最合适的反应。同时，它还可以为全球范围内的飞机、舰船、坦克、导弹以及低轨道卫星、航天飞机提供全天候连续、实时、高精度的三维位置、速度和精确时间。在平时时期，该系统还可以监督禁止核武器条约的执行情况。

弹道导弹预警系统。开始建立于 60 年代初期，主要负责对进攻北美的洲际导弹提供预警。该系统由三个雷达站组成。它们分别设在阿拉斯加的克利尔，格陵兰的图勒和英国的菲林代尔斯三个地点，使用探测雷达和跟踪雷达。每站用两台计算机控制，有两条独立通信线路与北美防空防天司令部联系。雷达站可在 10 秒钟内将数据传到该司令部指挥中心，再传到国家指挥当局和战略空军司令部。对洲际导弹能提供 15 分钟的预警时间。该系统于 1976 年以来逐步现代化，采用了新的计算机，改进了战术作战室，提高了雷达分辨率，使系统能区分近距离的目标，并能对付多弹头的导弹。

“铺路爪”潜射导弹预警系统，组建于 70 年代后期，主要是用来监视潜艇发射的弹道导弹。原有两个站分别设在东海岸马萨诸塞州科德角空军基地，和西海岸加利福尼亚州比尔空军基地。两站各建有一部双面的 AN/FPS-115 弹头再进入精密截获相控阵雷达。“铺路爪”雷达的探测扇面为 240 度，能探测距美国海岸 4000 公里以内的低弹道潜射导弹和 5500 公里以内的高弹道导弹。它把预警和攻击数据传送给北美防空防天司令部夏延山地下指挥中心和战略空军司令部。“铺路爪”雷达还能记录近地轨道上卫星的位置和速度。因此，它又是空间探测和跟踪系统的一部分。据外刊传，80 年代以来，美国又兴建了两个“铺路爪”雷达站，设立在左治亚州和得克萨斯州的两个空军基地。最后一个于 1987 年 5 月建成，投入使用。

空间探测与跟踪系统。是在已有的雷达站和光学站基础上于 1960 年组建的。它负责监视世界各地发射的绕地球运行的所有各种飞行体。对它的轨道、用途、状况和国别进行编目登记，对任何可以再入大气层的飞行体进行跟踪，预报其再进入大气层的时间和地点，区别导弹和陨落的人造卫星，并完成其他有关任务。空间探测与跟踪系统由空间监视中心和各种探测器组成。前者

设在北美防空防天司令部夏延山地下指挥中心。每天要处理该系统对空间现有 5600 多个物体（只有 5% ~ 10% 在工作）进行观测而产生的 25000 多个观测结果。探测器遍布全球各地，其中重要的有 20 多个，这些探测器是在不同年代组建的。如海军的空间监视系统早在 1960 年已投入使用，后经改进，探测距离由 1.4 万公里增大到 2.8 万公里。“眼镜蛇丹麦人”相在阵雷达建于 70 年代中期，用于收集导弹试验数据，探测跟踪空间目标。也可以用于潜射导弹预警。空间跟踪时，可在 30 秒内探测和跟踪 300 个已知目标和 200 个未知目标，作用距离 4000 公里。收集情报时，可同时跟踪 100 个目标，并为其中 20 个目标提供详细数据。预警时，可同时跟踪 200 个目标，并预测弹着点。美国认为，目前空间监视系统，还未完全覆盖东半球的同步轨道，而此空间有前苏联大多数的静止卫星和美国一些重要卫星。因此，美国防空防天司令部研究了天基光学系统和空中预警雷达，并准备采用为战略防御计划研制的空间监视与跟踪系统。

远程预警线和北方警戒系统，是用来对战略轰炸机预警的。

远程预警线，建于 50 年代，它从阿拉斯加经加拿大伸到格陵兰，全线长 9600 公里。全线共设 31 个雷达站（阿拉斯加 6 个、加拿大 21 个、格陵兰 4 个）。雷达站中分为主站和副站。采用 AN/ FPSI9 型、AN/FPS-30 型雷达。该系统能在时速为 960 公里的飞机到达美国本上前两个半小时发出警报，信息可在 30 秒钟内传送到北美防空防天司令部。缺点是无低空探测能力，自动化程度不高，维护费用昂贵。

后来美国决定将远程预警线加以改造，改为北方预警系统。新系统共设 52 个雷达站，其中远程雷达站 13 个（加拿大 11 个、阿拉斯加 2 个），配有 AN/FPS-117 固定三维雷达。这种雷达作用距离为 370 ~ 460 公里，平均无故障时间 1076 小时，平均修理时间少于 30 分钟。近程雷达 39 个，其中 36 个在加拿大，3 个在阿拉斯加，均为无人站，采用一种新型二维雷达，其作用距离 110 ~ 150 公里，起间隙填补作用，并能探测低空飞行的飞机。北方预警系统工程分两期完成。第一期 1988 年底完成，第二期 1992 年 9 月底完成。该系统建成后；能覆盖原来远程警戒线不能覆盖的加拿大拉布拉多半岛和巴芬岛一带地区。由于新系统的自动化程度高，每年可节省经费 4000 万美元。

超视距后向散射雷达。这是美国 80 年代开始兴建的一种新的轰炸机和巡航导弹预警系统。超视距后向散射雷达利用电离层反射 4 言号，无通常视距雷达的缺点。该雷达探测距离为 900 ~ 3350 公里。900 公里以内的地方是它的跳跃盲区，须设常规微波雷达或系留气球载雷达来弥补，也可以把超视距后向散射雷达的覆盖区重叠起来，或与能探测巡航导弹的 P-3 型预警飞机等配合工作。但该雷达能对探测距离内的轰炸机提供全高度监视，包括在极低空跟随地形起伏飞行的飞机或“隐身”飞机，以及较高空的巡航导弹，对超音速的飞机能提供 1.0 ~ 1.5 小时的预警时间。因此，超视距后向散射雷达，是北方警戒线极为有效的补充手段。

除上述之外。美国还设有 E-3 型机载预警与控制系统。这种预警系统具有对轰炸机和巡航导弹预警与指挥双重功能。可以用于战略和战术目的，是世界上性能最好的预警飞机。还有联合监视系统，平时用于对空监视、防空预警和跟踪，战时与机载预警和控制系统一起完成防空作战任务。还有一种侦察卫星，又称为间谍卫星。也是战略 C³I 系统中情报的主要来源。侦察卫星出现，打破了传统侦察手段的某些限制，在空间上，又具有全球和全方位

的覆盖能力，在时间上又有全年全天时的覆盖能力。美军大部分秘密军事战略情报，多来自侦察卫星。美国的侦察卫星又分为照相侦察卫星、电子侦察卫星和海洋监视卫星等。

3. 通信系统

通信系统是美国战略 C³I 系统的一个重要组成部分。它由数

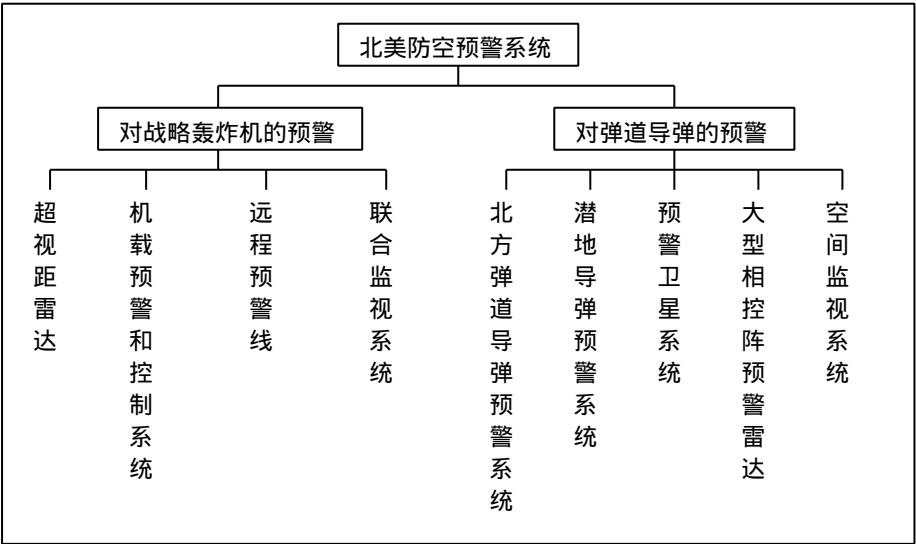


图 4-5 北美防空预警系统方框图

十个通信网组成。例如，最低限度紧急通信网、国防通信网、国防通信卫星系统、舰队卫星通信系统、甚低频对潜通信系统、极低频对潜通信系统等共 60 多个，其中主要的有最低限度紧急通信网、国防通信系统、国防卫星通信系统等。

(1) 最低限度紧急通信网是全球军事指挥控制系统的重要组成部分。不是专门研究的新的通信系统，而是将已有的或还在研制的专门供核战略部队使用的一些通信系统进行加固和有意重复，组成一个特殊的通信网。它的用途是用来保障国家军事当局在危机时刻，特别是核大战中，指挥美国在全球的核战略部队，执行核作战任务。为什么叫最低限度？是指该通信网在完成上述任务时，具有根强的抗干扰、防核电磁脉冲、保密等能力，应能完成最起码的要求。该紧急通信网是 1970 年建造的，由战略部队使用的机载、舰载、星载和陆基的生存能力较强的通信系统组成的网络。这包括有国家级空中指挥所的低频通信系统、空军卫星通信系统、海军陆基大功率对潜甚低频电台广播网、“塔卡莫”甚低频中继通信系统、抗毁低频通信系统、地波紧急通信网等部分组成。

“塔卡莫”机载甚低频中继通信系统，为 60 年代组建的海军对导弹核潜艇的通信系统，有两个部分已改用 EC³I30G 型飞机，通常部署在太平洋的关岛和大西洋的百慕大空军基地。它的主要任务是把国家指挥当局的紧急行动命令（一般是指发射核武器，执行单一整体作战计划的命令），传达给部署在太平洋、大西洋的战略核潜艇。紧急行动命令也可能由战略空军司令部的“镜子”指挥机和紧急火箭发射系统发出。80 年代初期，美海军为适应新型“俄亥俄”级导弹核潜艇的作战要求，决定用“波音—707”改装的 E6A 飞机取代原装备的 EC³I30G 型飞机，1987 年开始试验，原预定到 1991 年部署

15 架这种飞机。

抗毁低频通信系统，是一个全球甚低频/低频发射机网。在核战争中可为国防部提供通用的指挥渠道。它有发射机功能在 1000 千瓦以上的四个大功率地面站。这些发射站和一批机载指挥所的发报机相连，安装在各指挥中心、发射控制中心和潜艇上的 200 多个接收站。空军通过“绿松林”站把信息中继给战略轰炸机。海军“小山雀”甚低频和低频网把该系统和“塔卡莫”中继飞机连接起来。

地波紧急通信系统，是一个低频数据通信系统。该系统始建于 1983 年，到 1987 年基本结束。整个系统原定在 1992 年交付使用。基本上不受地波干扰，也不受大气层中核爆炸的影响。按设计要求该系统要能在国家经受核打击后，仍能力国家指挥当局传达执行核报复和停止报复的命令。这就要求该系统在“长期”（数周乃至半年）的核战争中具有较高的可靠性和稳定性。

地波紧急通信网是空军的系统。它把国家指挥当局、战略空军司令部、北美防空防天司令部和战略轰炸机、陆基洲际导弹部队连接起来。平时除测试和维护外，该网处于“休息”状态，该网不能进行电话通信，发报速度只有 75 比特/秒。

（2）国防通信系统是美军重要的战略通信网。它包括三个主要的共用通信网（自动电话网、自动密话网、自动数字网）和国防部、参谋长联席会议使用的公用网，以及国防卫星通信等组成。它的主要任务是保障国家和军队最高指挥当局以及与各军兵种司令部的通信联络。此外，还为固定基地和陆、海、空机动部队提供中继网络。海湾战争中，国防通信系统成了参战各国与战区各参战部队之间进行通信联络的主要通信联络中枢。国防通信系统于 60 年代初由陆海空军三军的远距离通信系统合并而成。使用的传输手段有微波接力、卫星通信、对流层散射、短波通信和有线电通信等。国防通信系统线路为 6720 万公里，遍及世界五大洲 70 多个国家的 3100 多个军事设施。60% 的线路在美国本土上，40% 的线路在国外。本土线路多是租用的商用设备，海外线路分属于美国政府所有。它平时担负陆海空军和政府某些部门的日常业务通信，战时则保障作战支援任务。

自动电话网。是一个长途电话交换网，也是国防通信的基本网络，能为自动保密电话网和自动数字网提供干线线路，可传数据、话音、传真和电报。该网有 1.75 万条进出线路，可供世界上美军 200 个基地 36 万个用户使用。每昼夜可处理 110 万次呼叫。最高两个等级的用户与世界任何地区用户接通时间不超过 10 秒钟。80 年代，美国又建成了国防交换网，即远距离话音通信系统，将逐渐取代自动电话网。其干线转接中心和基地交换机都采用数字式的；传输手段大量采用卫星和小型地面站；交换中心远离战略目标区，是分布式结构。该系统于 1987 年前完成两期工程，分别为西半球、欧洲和太平洋地区提供电话、数据和视频业务。

自动保密电话网。是美军全球性保密电话系统，于 60 年代末期建成使用，该网有 12 个自动交换中心和 101 个人工交换机，可供 1800 多个用户进行长途保密电话通信。使用的保密机有宽带通信线路和窄带通信线路两种。目前已建成了第二代密话网——保密话音系统，将取代自动保密电话网。旨在提供新式保密电话机和接口装置。可以提供全球保密话音和图形会议系统。其用户数目可扩大到 10000 个左右，是原来密话网的 5 倍之多。

自动数字网。是一个电子计算机控制的全球保密高速电报网，可传送电

传报、数据和图像。该网有 16 个交换中心，用 49 条干线相连，用 62 条中继线，供 2000 多终端使用。每日传报量 60 万份，传一份特急报平时需时三分钟，普通电报 15 分钟，可靠率达 98% 以上。80 年代装备部队的综合数据网，将取代自动数字网“新的综合数据网，由三部分组成：国防数据网、军种间/局间自动电报处理交换设备和“BIAKEY”计划。使用数据传输技术取代自动数字网的模拟传输技术。军种/局间自动电报处理交换设备取代自动数字网的交换中心和用户终端设备。

国防高级研究计划局网。是 1969 年组建的，是世界上第一个采用分组交换技术的数据通信网。其特点除采用分组交换技术外。还有：资源共享、分布式结构、采用通信处理机、网络协议分层、化等。在研究计算机局网之后，政府和军方根据该网的技术又建立一些数据网，如全球军事指挥控制系统互连计算机网、华盛顿地区团体联机情报网和欧洲地区信息网等。

(3) 国防卫星通信系统是国防通信系统的重要组成部分，一般是战略、战役、战术自动化指挥系统共用的。用于传递战略指挥信息、情报数据、高度优先的战略预警信息和特种信息等，是远程战略信息的支柱。海湾战争中，成了国防通信系统的主角。

美国的国防卫星通信开始于 1966 年 6 月。当时，美国在佛罗里达州肯尼迪角用一枚“大力神”火箭把 8 颗通信卫星送入准同步轨道，从此开始了卫星通信时代。现在国防卫星通信系统的第一代卫星已停止使用，1973 年开始发射该系统的第二代卫星，由分别定位在大西洋、印度洋、东西太平洋上空地球同步轨道上的 6~7 颗星组网（四颗星工作，两颗或三颗备用），可覆盖全球，卫星使用四个超高频信道，传输速率 25 兆比特/秒（话音数据），设计寿命力 5~7 年，实际上第二代卫星中有的目前仍在工作。1982 年开始发射的第三代卫星，在同步轨道上运行。1985 年 10 月，“阿特兰蒂斯”号航天飞机又秘密施放了两颗第三代卫星，星上辟有专供总统使用的通信线路，第三代卫星共发射 14 颗采用三轴稳定姿态控制系统，工作在 S 和 X 波段，每个卫星有 6 条信道，卫星天线采用多波束天线，卫星的寿命和转发功率比第二代卫星均有提高，星体有变轨能力，卫星的抗干扰和抗辐射能力也有提高。至此，在地球同步轨道上工作的第二、三代卫星共 10 颗。

图 4-6 国防卫星通信系统主要组成部分

国防卫星通信系统，可用于战略和战术目的。它的主要用户有：全球军事指挥控制系统、国防通信的自动电话网和自动数字网、白宫和国务院等非军事单位、宽带数据中继站、地面机动部队、海军舰艇等。

美国通信局下属的国防卫星通信系统操作中心，负责国防卫星通信系统控制部分的管理工作。但星体的控制由空军卫星控制设施负责。

(4) 海军、空军的卫星通信系统。舰载卫星通信系统，是美国海军的一个全球性的通信系统，用来保证海军舰艇、潜艇、反潜飞机和其他机动部队进行超视距远程通信。还可为空军通信系统携带特高频单信道转发器。从 1978 年 12 月发射第一颗舰队通信卫星至 1980 年 10 月，在地球静止轨道上建成了 4 颗星的星座，实现了全球覆盖，工作寿命为 5~7 年。分别用于战略和战术目的。随着舰载通信卫星的出现，海军具有了高速数字通信的能力。同时，还可以保障海军反潜飞机与海上和岸上支援部队之间的联系。

空军卫星通信系统，主要用途是为美国军事当局提供控制核部队数据的

通信线路。它与其他卫星通信系统不同的是，空军通信卫星系统本身没有专门的卫星，而是由借存于各种宿主卫星上的无线电通信设备、（专用单信道转发器）组成。第一代空军卫星通信系统，主要由舰队卫星携带；第二代空军卫星通信系统由国防卫星通信系统第三代卫星携带。这批单信道转发器除了特高频线路外，还有超高频线路。由于超高频线路的可用频率很宽，因此，可以更好地采用扩频技术来提高系统抗干扰的能力。

空军卫星通信系统的终端有固定式、机载式和地面移动式三种，到 1988 年该系统已有各类终端 500 多个，这些终端大体分为两类：一是供部队使用，结构比较简单，分别部署在 E-4B 空中指挥所、RC³I35 侦察飞机、战略轰炸机、对潜通信中继飞机、洲际导弹指挥中心和各导弹基地；二是供指挥所使用的较复杂的终端，它具有使用多卫星信道的能力，主要部署在全球军事指挥控制中心的各个指挥所内。

4. 自动数据处理系统

自动数据处理系统，是全球军事指挥控制系统的重要组成部分，美战略 C1 系统的一部分，美国的自动数据处理系统是世界上第一个全球计算机联机数据处理的通信网。其核心是全球军事指挥控制系统互联计算机网。

自动数据处理系统，于 60 年代初期组建。初期硬件不能兼容，工作十分困难。60 年代后期，改进了能兼容的硬件和软件，代替了原来使用的计算机系统。

1971 年安装了 35 部 H—6000 型电子计算机，以取代 81 个部门的 1598 个批处理计算机。从 1975 年开始，国防部由把所有分布在全球 26 个地点的 35 部计算机互连起来。到了 1977 年，逐步形成了全球军事指挥控制系统互连计算机雏形网。1980 年正式称为全球军事指挥控制系统互连计算机网，在此期间内，自动数据处理系统的其他技术方面也进行了必要的改进。例如，计算机硬件已从磁芯单处理机发展到具有金属氧化物半导体和高速缓冲存储器的多机处理系统。用 LEYEL6 小型计算机替换了 H—700 型远程网络处理机。开始采取 DATANET6661 专用前端处理机，增强了互通计算机网的可靠性和连通性等。对原来软件进行了多处修改，并增加了新的软件（包括商用软件），使所有软件更有兼容能力，更易扩展，更可靠和更安全。经过多方面技术改进，从而使信息处理能力提高了一倍，还大大提高了可靠性和网络监视能力。

自动数据处理系统，互连计算机网，由参谋长联席会议管理。目前有 35 个计算机主站、100 多个主处理机、65 个远程处理机和 3000 多个工作站。它连接美军在世界各地 100 个重要军事基地。系统软件达 2000 多万行。它可为用户提供电话会议和电子邮件业务。用户可访问网络中任意一个计算机系统并分享其资源，可从远程网络处理机检索文件信息，可在计算机之间传送大量文件甚至整个数据库内容，还可以把作业传给其他站处理以分散工作量，处理结果能返回到首发站。该系统可以为用户独特的数据交换要求提供接口，支援全球各地的指挥所联机制定各种应急计划，并能加以协调。所有这些过程既可由人工控制，也可用程序控制。互连计算机网上述能力的重要性在于，它使许多地理位置分散的军事部门能同时以各种方式相互合作，如，联机制定并修改作战计划，并把计划转化为作战命令，这就极大地提高了指挥效率。此外，这种能力还提高了指挥控制系统的抗毁性。

1990 年底，全球军事指挥控制系统互连计算机网连接计算机 14000 台，

其中 6400 台能同时工作，每天承担的信息量高达 5.09 亿字符，网络的平均数据传输率为每小时 4600 万个字符，系统的可靠率达 97% 以上。总之，该网被认定，基本上能支持用户完成各种任务。

全球军事指挥控制系统，还设有信息系统，目的是解决互连计算机网仍存在的一些严重问题。例如，计算机检索能力不能满足实时工作要求，在危机和冲突环境下，不能向用户提供有效的指挥控制方面的支援。本系统还缺乏多能保密能力，接口不方便，工作不可靠等等。从 80 年代初期，国防部就着手加以改进，以实现信息系统现代化。

全球军事指挥控制系统的信息系统正处在研究与发展阶段。部分试验正在太平洋总部、战术空军司令部和部队司令部进行。它是下一代的自动数据处理系统，它将能满足 2000 年指挥与控制要求。

自动数据处理系统，在海湾战争中也发挥了重要作用，它是与多合计算机构成网络的国防通信系统的重要组成部分。

从海湾战争准备开始，美军作战部队源源不断地开进海湾地区。起重要作用的各种通信设备也随之而来。其中之一的是美军自动数据处理系统（也称国防数据网）。据外电报导，为适应多国部队大规模军事行动，上万台大、小型电子计算机和微机被各军兵种带到了海湾前线，在作战指挥、后勤供应、情报处理等各个领域发挥作用。而纵横延伸在海湾美军前线的、基地传输控制规程和网间协议的数据处理系统，则向上万套计算机系统和各种数据终端提供了高速、可靠的数据通信。它利用卫星、微波、短波和各种有线通信组成一个统一的、通达全球各战略要地的军用数据网络。它可以在陆军各部队之间以及其他军种之间进行图象和数据传送，特别是还包含最新开发的“电子邮件”等功能。数据网对外提供符合国际标准的通信协议和网间协议，使得美军各个部门目前所使用的 IBM、VAX 系列等多种计算机都能高效率地在网上通信。甚至多国部队中一些其他国家的数据终端和计算机也能使用美国的数据网进行通信。但是，一些美军部队的数据网还没能更换新设备，只能在老的自动数字网上通过“国际接口”与其他部门进行通信。

自动数据处理系统，在战争中担负着在全球范围内高速、准确、不间断地传递各种军用数据信息的工作。“爱国者”导弹击毁“飞毛腿”导弹就是生动一例。当一枚“飞毛腿”导弹离开发射架时，马上就会被高空中巡逻的多国部队预警机（或卫星）发现，通过卫星信道，信息被传到万里之外的澳大利亚的美军大型计算机数据处理中心，经过处理后的信息通过“数据处理网”被迅速准确地同时传给各个军事要地。导弹轨迹信息被传送到“爱国者”导弹基地，指引导弹发射并跟踪摧毁敌方导弹；发射地点信息被传送到正在天空中巡逻的战斗机组，引导他们去摧毁敌方导弹发射架；警报信息被传送到被袭击地点，发出空袭警报；而这全部事态均被传送到设在沙特的美军信息司令部和五角大楼。在这全部事件当中，数据处理系统和计算机网络，如同一个庞大的神经中枢系统，担负着准确、可靠的信息传递和处理工作。

五、一次成功的战略空袭

1991年1月17日，以美国为首多国部队的空中力量，对伊拉克发动了代号为“沙漠风暴”的大规模战略空中袭击，Ccd从而拉开了海湾战争的序幕。空袭是分两个阶段进行的：1月17日至19日为战略轰炸阶段，主要对伊拉克重要军事目标实施大规模猛烈空袭，其目的是企图瘫痪伊方的指挥、控制、通信系统，地面防空系统，炸毁机场跑道，使伊方通信中断，指挥失灵，飞机不能起飞。经过三天空袭行动，美军宣布第一阶段完成，空袭效果达80%，1月20日转入第二阶段，即战役战术轰炸。主要轰炸目标是伊的“飞毛腿”导弹发射架，切断伊方铁路、公路运输线，摧毁其油料补给设施和储存设备，攻击其他后方支援措施。与此同时，还对伊南部和入侵科威特地面部队，特别是萨达姆精锐的共和国卫队，伊部署在甫线的4200辆坦克、2800辆装甲车等进行大规模密集轰炸，以切断伊军的联系和消灭伊地面有生力量。此次“沙漠风暴”空袭行动，出动飞机之多、轰炸规模之大，轰炸强度之高，破坏之严重都是第二次世界大战以来从未有的，远远超过了朝鲜战争和越南战争。以美国为首的多国部队所以取得了这次大规模空袭的胜利，一个及其重要的原因就是由于美国具备先进完备的全球C³I系统，特别是美国空军的C³I系统，尽管参战国家多，飞机数量多，机种型号复杂，战区面广线长，但指挥、控制、通信、侦察都极其灵便有效，运用自如。

（一）战略空袭中C³I的运用

展开电子战，摧毁伊方防空体系。战略空袭开始前一小时，美海空军分别出动了大批E—2C和E—3A预警飞机对伊、科及波斯湾等预定突袭方向和数万平方公里的作战区域进行了全方位的电子侦察，截获电子情报和伊方防空雷达频率，掌握其电磁特性。同时在空袭开始前10~20分钟，美国海空军EA6B、EF—111等电子战飞机在E-2C和E-3A预警机的引导下批量出动，分别对伊、科方向地面防空雷达和通信系统进行了强电子干扰和压制，造成雷达迷盲、通信中断、指挥瘫痪，使之处于被动挨打、任人宰割的境地。

实施战略突然袭击。1月17日3时左右，游犬于波斯湾内的“威斯康星”号和“密苏里”号战列舰，以及位于红海的“提康德罗加”号巡洋舰先后发射100多枚“战斧”式巡航导弹，对1300公里以内的60多个重要的军事政治目标实施突然袭击，给伊造成重大损失。空袭的主要目标是：巴格达闹市区的电报大楼、萨达姆的私人住宅、总统府、地面防空雷达站、指挥控制中心和机场指挥设施等要害目标，使伊指挥系统失灵、防空导弹无法发射。紧接着美、英、沙特、科四国数百架飞机便开始了大规模轮番空袭和轰炸，伊方的核、生、化武器生产基地及储存设施、军用机场、地对地、地对空导弹发射架、交通枢纽、指挥所和最精锐的共和国卫队等遭受严重破坏。当日上午，美国空军出动，上千架飞机对伊科本上重要目标进行第二、第三次空袭。第一天共出动十五六种型号飞机2000多架次对100多个重要目标抛掷了18000多吨导弹和炸弹。一直连续的猛烈空袭，使伊军造成重大损失。

发挥空中优势，把握制空权。美国认为，要想取得这场战争的胜利，就必须发挥自己强大的空中优势，以迅雷不及掩耳之势摧毁伊拉克军事目标和军事实力，使之无还手之力。战斗一开始，美国便出动了上百架飞机。开战

后 7 个小时，多国部队就出动了 75. 架次飞机。14 小时后起飞了 1000 多架次。一昼夜 24 小时，多国部队的作战飞机起飞达 1500 架次以上。从战略空袭一开始，多国部队就牢牢地掌握了战区制空权，担任轰炸任务的飞机如入无人之境，保证了战略空袭任务的完成。据美国官方发表的战报称，首日空袭效果很好，达到了预期的目的，攻击了伊科境内 60 多个目标，轰炸效果达 80% 以上。

自 1 月 17 日，美国战略空袭以来，多，国部队平均每天出动飞机 2000 多架次参与空袭伊拉克的行动，其中 1000 多架次执行直接轰炸任务，另外 1000 多架次执行空中加油、侦察与指挥、控制等保障任务。空袭第一天多国部队的飞机一共向伊拉克战略目标投下了 1.8 万吨炸弹，相当于当年美国投放广岛的原子弹的当量。整个空袭过程中，是在美国 C³I 系统的精确控制下进行的。情报及时准确，通信联络畅通，充分显示了 C³I 系统的巨大威力。

（二）战术空军 C³I 系统

美国在这次海湾战争中，始终贯穿着“空地一体化”作战的指导思想，为了协调多国空军的统一行动和密切配合，通过 C³I 系统对空军作战实施了统一指挥控制。特别强调了情报报知和协调行动。在空军作战中，C³I 系统发挥了极大的优势，起了极为重要的作用，见图 5—1。

下面对海湾战区美国战术空军指挥系统作个简要介绍：

联合监视与目标攻击系统（图 5—2），是空军与陆军共用的一种机载多用途雷达系统，其任务是探测、跟踪和引导战术兵器从远距离对对方固定目标和移动目标实施攻击。该系统是由装载在 E8A（波音—707 改装）飞机上的机载雷达、高速数字信号和数据

图 5-1 海湾战区美军战术空军指挥系统框图

处理设备、显示设备和作战控制分系统，以及地面站设备和武器接口设备等组成。此系统称为“空中电子平台”负责对地面战斗提供 C³I 支援。该系统能够跟踪 300 英里以内的数百、数千个地面运动目标。其分辨方式则能够在方圆 5 英里范围内准确识别目标，还能够执行地形测绘和侦察固定目标。当 E—8A 型飞机在己方空域巡逻飞行时，该系统的远程雷达能够探测出敌方的各种战斗车辆和人员，利用该系统输出的目标信息诸元，陆军、空军便可对敌实施遮断攻击。空军一般使用 F—15、F—16 战斗机和空对地导弹实施攻击。海湾战争从空袭到地面进攻，美军就是利用这一系统跟踪伊拉克地面目标。

机载警戒与控制系统，是空军的 E-8 型“卫兵”飞机的机载

图 5-2 E-8A 飞机系统工作示意图

警戒与控制系统。其用途是为防空预警提供一个空中监视雷达站，以及为战术飞机提供一种巡逻飞行的 C³I 中心。它的主要技术性能是能够对陆上和海面上空进行高空和低空飞行的敌机实施探测与跟踪。这种系统包括有导航设备、通信设备、信息处理设备、机组人员工作台以及显示设备。旋转式圆点雷达天线罩、传感器和通信网络，负责录集信息，经处理和汇总后，输至系统的显控台。旋转雷达可在 560 公里范围内，探测到在各种高度飞行的空中

目标。这种系统也可作为一种战术支援系统，可执行对战斗机支援，防空、空中封锁、救援、侦察、空运等任务。还可以用来执行探测、识别、跟踪、警戒、拦截等任务。海湾战争中，美军有 5 架飞机和沙特有 5 架飞机担任机载警戒与控制系统，协同部署在航空母舰上的数架 E—2C 预警指挥飞机，轮流升空或多架同时升空，以监视伊拉克境内及其周围地区的军事行动，化学武器状态和战争准备情况，并对伊军突然来袭的导弹、飞机实施了 30 分钟以上的预警。美国军事分析家认为，美军使用的计算机辅助机载警戒和控制系统，在组织空袭和对地面进行空中支援发挥了卓越的功效。

为扩展空域的监视范围和加强空战的指挥引导能力，美空军还动用了两架 EC—130E（或 EC—130H）飞机，与地面机动式反 C³I 系统协同工作，以截获、分析、干扰敌人的指挥控制与通信系统。该机内有 15 个工作台，23 种程序和其他的专用调制解调器。由计算机控制的图形与数据显示器能使操作人员及时修正飞行航线并收集处理飞行中各种报告资料。4 个光盘设备能存储全球范围内的各种地图，并能在两秒钟内从 2000 多平方英里的地图显示中取出 4 平方英里的地图显示。

精确定位攻击系统。这个系统是用来对伊军的防空雷达配系进行定位，提供其位置信息，供强击机进行攻击。美军共调用了 36 架 TR—1A 战术高空侦察机，多架 RC—135 电子窃听飞机为作战部队提供情报信息。精确攻击定位系统，采用三架 TR—1A 型侦察机，把他们组成精确定位网路，每架飞机在空中的飞行位置由地面进行监控。

TR—1A 型飞机利用测距装置，可测出自己至敌方雷达信号的距离。测得的信息一经转入至地面数据处理设备，就可将伊军的雷达位置标识出来。然后通过 TR—1A 型飞机将伊军雷达的位置的有关数据和信息转发给强击机和远程导弹，以实施攻击和摧毁。三架 TR—1A 型飞机是精确定位攻击系统的分系统，在空中按邻接环形航线飞行，共同完成精确定位攻击任务。

联合战术情报分发系统。它是一个大容量、抗干扰的数字情报分发系统，供海湾地区的陆海空军使用。能够在接近实战条件下，通过射频数据传输线路处理各种作战情报。

战区的空运指挥中心。美军为迅速把部队、急需的作战物资运往中东地区，除了海运之外，美国军事空运司令部投入了 C—5A、C—141 远程运输机总数的 90%，即 280 架，并租用了民航后备队的数十架 DC-10 和波音—747 远程大型运输机进行大规模的战略空运。由空运指挥中心和空运控制分队负责具体实施。从 1990 年 8 月～1991 年 1 月 17 日，美军空中运输机飞行大约 10500 多架次，运送人员达 39 万余人，军用物资 36 万余吨。整个军事运输过程中充分运用了 C1 系统，从而保证了大规模的军事运输顺利进行。

海湾战争中，以美国为首的多国部队的彻底胜利，伊拉克的完全失败而告终。整个战局悬殊之大令人难以置信。究其原因。虽是多方面的，但是联军的空军起重要作用，尤其 C1 系统又起着极为重要的作用。

六、赢得马岛战争的重要因素

英口海军曾在世界上称霸多年，现在英国海军实力也比较强，英国也是最早装有舰载作战指挥系统的国家之一。1982 年马尔维纳斯群岛战争，就充分发挥了英军舰载 C1 系统的作用，取得了战争的胜利。在战争中也付出了一些代价，也正是由于舰载 C1 系统的缺陷所致，通过马岛战争的实践，我们可以了解英海军 C1I 的情况。

（一）英军取得马岛战争胜利的原因

1982 年 4~6 月间，英国、阿根廷之间在南大西洋爆发了马尔维纳斯群岛的战争。这场战争，4 月 24 日开始，6 月 14 日结束，历时 74 天。战前，阿根廷军队以突然袭击战术占领了马岛。英国事前完全没有预料到，毫无准备。但是，阿根廷的行动，激怒了英国政府，首相撒切尔夫人亲自主持会议，组建战时内阁，调集三军兵力，建立特混舰队，空军首先转场到距马岛 5600 公里的阿森松岛。英国在短短 3 天内，集结起一支包括陆军、海军、空军在内的强大部队，迅速地派到远离英国本土 13000 多公里的海域作战。双方参战兵力，阿根廷军队共 65000 人左右，海空军主力基本出动，计有各种舰艇和辅助船只 33 艘，飞机 360 架；英国军队兵力为 35000 人左右，各种舰艇 118 艘，各种飞机 270 余架，其中作战飞机 120 架。总体看，英军在人员和武器装备的数量上都处于劣势，在武器质量上也没有明显的优势，而且英军的后方远在“天涯”，几乎没有后援。而阿军在家门口作战，后方近在咫尺。除了英军官兵训练有素，作战能力较强外，现代化程度较高的 C³I 系统是英军取得胜利的重要因素。

英国部队以较大的特混舰队为中心的，陆军和空军部队配属于舰队，所以，其 C³I 系统也是以海军为中心的。舰队在开赴马岛途中，边开进边集结部队，同时进行训练和战斗准备，收集情报、拟定作战方案等工作。英海军的 C1 系统不仅能有效地指挥控制下属各舰艇和飞机、”部队，而且通过卫星通信直接同英国本土上的司令部、美国情报部门保持联系。这就使英军指挥、通信、情报的渠道畅通，作战部署和后勤保障有条不紊，使英军充分发挥了有限的人力和物力的作用。

英军大多数舰艇都装有卫星通信系统、作战数据自动化处理系统等多种电子设备，形成了基层作战单位的小型战术 C³I 系统和自上而下的 C³I 网络，这样就保证了信息传递的快速性、准确性，作战行动的协同性，作战指挥的科学性和应变反应的敏捷性。在这次作战中，英国的潜艇通过卫星直接接收 13000 公里以外本土司令部的指挥与控制，击沉了具有现代化装备的阿根廷“贝尔格拉诺号”巡洋舰。如此远距离的海战指挥，这在海战史上还是第一次。

在空中，开始，英军的“火神”式轰炸机从阿森岛起飞对斯坦利港机场实施了两次空袭。空袭中，英机遭到了阿军雷达的跟踪，并发射了“罗兰特”防空导弹。英机用机上电子干扰设备干扰了阿引导导弹的“蝙蝠式”雷达系统，因此，英机未被击中。以后，英“火神”式轰炸机又进行了两次空袭。第一次用“百舌鸟”反雷达导弹摧毁了阿军的雷达天线，两天后，雷达又恢复了工作。第二次空袭时，阿军在发现来袭英机后，便立即关闭雷达，使英

机上的反雷达导弹无法击中目标。在战争期间，英军出动“鹞”式和“海鹞”式战斗机 2536 架次，击落阿机 30 余架，而本身只有少量损失。原因之一是，英机装备有雷达报警接收机，干扰箔条投放器和红外诱饵发射器。在英军 C³I 系统控制下，及时采取措施，英机在作战期间没有一次被雷达制导的导弹击落。

在地面作战中，英军对阿军实施了海空封锁。英军用火炮及时摧毁了阿军电台和通信设施，使阿军与阿本上完全失去联系，英军还使用了直升机机载干扰设备，干扰了阿军炮兵通信体系，破坏了阿军的射击指挥。同时，还破译了阿军通信密码，并截获了阿军通信中阿军作战命令、部署、编成、需求等方面的详细情报。英军还通过电子计算机的及时处理，迅速采取了对策，保证了作战的胜利。

与英军比较，阿根廷的军事指挥系统还没有形成完整的 1 系统，指挥层次还不合理，情报不明、通信不畅、反应迟钝、作战效率低下。这样落后的指挥系统打起仗来非吃亏不可。

在马岛战争中，英军 1 系统最明显的缺陷是缺少能够提供大范围的海空情报，发出预警并引导己方进行武器拦截攻击。英军空中预警飞机情报收集能力和应变能力不足；英军“谢菲尔德”号导弹驱逐舰被阿军击沉就是一个有代表性的实例。

英海军“谢菲尔德”号上装备的 956R 型和 909 型雷达，尽管探测低空目标的能力不强，但至少也可探测到 20 公里距离上的目标。阿方法制“飞鱼”导弹飞行速度为每分钟 20 公里，如果组织的好，“谢菲尔德”号至少可以有一分钟的预警时间，完全来得及用舰上的“乌鸦座”干扰火箭干箔条，使导弹偏离目标。但由于该舰雷达低空探测能力差，舰载自动化作战系统反应速度慢，加上该舰电子计算机系统没有阿军使用的法制“飞鱼”反舰导弹的情报和资料因而被阿方“飞鱼”导弹击沉。相反，在作战中阿军的“超级军旗”式攻击机为了隐蔽攻击“谢菲尔德”号驱逐舰，采取了如下措施：阿海军一架“海王星”式巡逻机在“谢菲尔德”号导弹射程之外，测定该舰的数据，引导“超级军旗”式攻击机从超低空（40~50 米）接近目标，（利用雷达盲区隐蔽攻击机，同时暴露侦察机，以麻痹对方），在距英军 50 公里左右时“超级军旗”式攻击机突然上升 150 米高度，机载雷达开机 30 秒钟，对“谢菲尔德”号发射导弹。这时，机载告警雷达向飞行员发出了“飞机受到敌方雷达照射”的警告，攻击机便立即转弯并下降到 30 米高度，迅速脱离敌舰防空导弹杀伤区（用雷达告警装置来保证飞机安全）。发射出的“飞鱼”导弹利用敌舰雷达盲区，在距海面 2~3 米的高度上掠海飞行。当时海上已连续几天气象恶劣，能见度较低，大风刮起的巨浪能在舰载雷达的荧光屏上形成杂波，使其更难以发现超低空来袭的导弹。在上述情况下，阿军发射“飞鱼”导弹后，“谢菲尔德”号只是在最后 6 秒钟才发现来袭的导弹，因来不及采取任何对抗措施，英军“谢菲尔德”号导弹驱逐舰被击沉。

被阿“飞鱼”导弹击沉的“谢菲尔德”号舰，价值 5000 万美元，而阿军使用的“飞鱼”导弹价值仅 20 万美元。以上事实说明，加强 1 系统的建设，加强电子战能力，是多么重要，多么划算。

本来英国军舰上是有对抗导弹的电子干扰系统和火力系统的，但由于没有预警飞机及早发出阿军飞机和导弹的敌情警报，使这些反导弹系统未能很好地发挥作用，同时，没有预警飞机引导英军战斗机来拦截阿空军轰炸机和

攻击机，使英国的一些舰只失去了空中保护。因而，在马岛战争中，英国有几十艘舰艇被阿空军击伤或击沉。这个教训是十分深刻的。

（二）英军舰载 C³I 系统

本世纪 40 年代，在第二次世界大战期间，雷达和声纳出现后，英国海军为对大量信息进行筛选、分类和处理，在军舰上设立了作战情报系统，当时，叫作战情报中心，也可以说是舰载 C³I 系统钠起源。60 年代初期，随着电子计算机的出现和发展，英国研制了以电子计算机为核心的舰载自动化数据处理设备，它可以使作战情报中心的大部分工作自动化，由于它的体积很大，重量重，只能安装在航空母舰之类大型舰艇上。之后，英国又利用电子计算机研制了一种称为作战数据自动化武器系统的舰载 C³I 系统，为改装中、小型舰艇又研制了计算机辅助作战情报系统。这次海湾战争中，英国派出“皇家方舟”号轻型航空母舰，3 艘导弹驱逐舰，5 艘导弹护卫舰和 5 艘扫雷艇以及支援舰共 16 艘。装备于航母和导弹驱逐舰上的 C³I 系统是作战数据自动化武器系统，装备于护卫舰上的是计算机辅助情报系统和计算机辅助指挥系统。由于潜艇在海军中的重要作用，英国也十分重视潜艇 C³I 系统的研究和建设，目前已服役和正在研制的有潜艇战术情报系统、潜艇战术数据处理系统、潜艇作战情报和火控综合系统等。

1. 作战数据自动化武器系统

作战数据自动化武器系统（图 6—1），于 1965 年开始装备“州郡”号级巡洋舰。1983 年装备“皇家方舟”号航空母舰。这种系列共有十个系列，其中第四个系列是 1972 年开始装备的，共装备了 14 艘舰艇。1982 年英阿马岛战争，英国被击沉的“谢菲尔德”号导弹驱逐舰就是装备的此系列。

这种系统，是一种自动化战术数据处理系统，能够自动收集、处理和显示空中、水面、水下的战术数据，编辑战术态势图象，进行威胁判断，为武器分配和指示火控系统对付威胁大的目标。火控雷达能自动捕获和跟踪目标，并启动把数据提供给计算机射击诸元，“再提供给导弹和火炮系统。从探测目标到发射导弹，这系列操作过程全是在战术显示台上进行控制，由系统自动完成。舰长对计算机处理结果可进行人工干预。

该系统主要设备有：两台 FM1600 型计算机、MK8 型显示台：965 型远程对空警戒雷达、9920 型中程海空搜索雷达、277 型测高雷达、1006 型导弹和直升机引导雷达、909 型导弹制导雷达，以及识别声纳、攻击声纳、电子战设备、卫星通信设备、综合通信系统等。控制的武器系统有：“海标枪”舰空导弹、舰对舰导弹、

图 6-1 英海军作战数据自动化武器系统(4 型)配制图
(42 型舰)

“海猫”近程对空导弹、两座双联装 144 毫米火炮和 30 架“山猫”反潜直升机等。

作战数据自动化武器系统现有的 10 个型号中，第 10 个型号是最新的，在功能上与以前的型号基本相同。但规模较大，模块数量多，最近海湾战争中使用的“皇家方舟”号轻型航母就是 1983 年装备的。

2. 计算机辅助作战情报系统

计算机辅助作战情报系统于 1972 年开始装舰。已有 40 多艘护卫舰只装备了此种系统。该系统主要用于中、小型舰艇，它的主要功能是：发现、分类和显示空中、水面和水下目标的战术图象，提供作战态势图；显示敌我识别数据和声纳数据；指挥控制直升飞机和固定翼飞机；估计威胁程度，分配武器和指定目标。它是一种以手控为主，计算机为辅的控制系统，比作战数据自动化武器系统简单，价格也便宜。

装备在 21 型护卫舰上的计算机辅助作战情报系统，有三个机柜和六个水平控制显示台。六个控制台的主要功能是：对空目标探测和跟踪，对海目标的探测与跟踪，对空作战指挥，反潜作战指挥，火炮火力控制，“海猫”对空导弹火力控制。主要信息来源有：中程海空探测雷达、导航雷达、敌我识别系统、电子战情报设备和声纳等。它控制舰对舰导弹、鱼雷、深水炸弹、反潜直升机等武器系统。它还可以同武器系统自动化系统对接。此系统完全采用模块式结构。只要改变相应的程序和输入、输出设备，就可以改变系统的功能，因此，它能适应各种舰艇的不同要求。

3. 计算机辅助指挥系统

计算机辅助指挥系统是用来装备加长了的 22 型护卫舰的。从 1983 年开始装备。该系统的主要设备有：两台 FM1600E 计算机，12 台超小型计算机和多台微处理机。有 A 型、B 型两种显示控制台。A 型用于自动跟踪监视与武器控制，每舰装备 5 台，B 型用于判断和决策，每舰装两台。该系统使用的探测器有对空、对海搜索雷达、导航雷达、电子战设备、声纳和敌我识别设备等。该系统对接的武器系统有：“海狼”舰对空导弹、“飞鱼”导弹、鱼雷、火炮和直升机等。

计算机辅助指挥系统采用模块式结构。人机接口实现了操作人员与系统间的通信，系统可以用“提示”方式告诉操作人员下一步该做什么。该系统的另一个特点是采用双机工作，运行中计算机如出故障，另一台计算机可在几秒钟内接替出故障的机器。

七、运用 C³I 系统的一个范例

1982 年 6 月至 9 月间，以色列入侵黎巴嫩的战争，特别是以空袭并摧毁叙利亚贝卡谷地导弹阵地的战斗，是一次高技术战争。在此次战争中，各种高技术武器装备得到了合理的巧妙的综合运用，很好地发挥了高技术效能，先进完善的 C³I 系统广泛地得到运用，充分地发挥了它的作用。以色列把高技术兵器使用同先进的指挥手段紧密地结合起来是以色列取得战争胜利的重要因素。

以色列入侵黎巴嫩的主要目的，是企图摧毁黎巴嫩南部的巴勒斯坦游击队基地，打击黎支援巴解的力量和住黎巴嫩和叙利亚军队，并控制交通要道和出海口，从而使巴解军队处于不利地位。这场战争不但使用了最新式的 F-15、F-16 飞机，T-72 坦克，而且导弹战、电子战水平也相当高，陆海空军协同也较密切，现仅就这场战争中，以色列在 C³I 系统指挥控制下成功地摧毁了叙军 19 个 SA-6 防空导弹连的阵地，和以叙双方展开大规模空战，两段最精彩的战斗作个介绍。

（一）以色列入侵黎巴嫩

1982 年 6 月 4 日、以色列出动军队大规模入侵黎巴嫩。6 月 9 日，以空军袭击了叙利亚在贝卡谷地的防空导弹基地，并与叙利亚空军展开了大规模空战。在这次空战中，以色列成功利用了各种电子措施，通过 C³I 系统进行指挥和控制，成为现代电子战的杰出战例。以色列对黎巴嫩的入侵，是蓄谋已久的。早在 1981 年 1 月以色列国防部长沙龙就首先潜入黎巴嫩首都贝鲁特，为入侵作准备。就在这一年 4 月，叙利亚军队在黎巴嫩的贝卡谷地建立了 SA-2、SA-3、SA-6 等导弹，特别是 SA-6 型导弹，在 1973 年第四次中东战争中有 44 架飞机是被苏制导弹击落的，大部又是被 SA-6 导弹击落的；这些导弹既可采用雷达制导，又可用红外制导，抗干扰能力很强。它的存在对以的入侵是个大威胁。所以，以空军决心要设法拔掉这个“眼中钉”，于是从防空导弹一进入贝卡谷地，以就展开了有计划的电子战，采取空中地面等一系列侦察活动，掌握了雷达工作方式和特点。从这以后，以色列多次派无人侦察机进入贝卡谷地，或照相侦察导弹阵地的部署情况，或进行诱编式电子侦察。

以色列还在与黎巴嫩、叙利亚接壤的边境上，设立了多处电子侦察站和监视哨。电子侦察站直接同以色列的 C³I 系统相连接，把所获有关对方的雷达、导弹和通信、指挥方面的情报，传送给 C³I 系统中心进行处理。以色列通过战前电子侦察和其他侦察手段，获得了叙军导弹阵地和防空系统的大量情报数据，为空袭贝卡谷地作了准备。到 1982 年 5 月底，以色列使用由“波音-707”改装的电子战侦察机，对叙防空系统、雷达系统和通信指挥系统进行了全面的电子侦察，并进一步取得了大量新的情报资料。

6 月 9 日中午，以色列的美制 E-2C“鹰眼”式预警飞机和“波音-707”电子战侦察机首先升空，至地中海上空进一步搜集叙军雷达和通信的电子情报，E-2C 还用机载雷达监视叙军飞机和地面部队的活动情况。当天上午，以色列空军开始攻击。首先飞抵叙军导弹基地上空的是装有电视摄象机的无人驾驶侦察机。在侦察过程中，不断把电视图象及时传送到地中海上空的 E-2C

空中预警机和“波音-707”电子战飞机。接着，又有一批无人侦察机飞来，机头上装有增强雷达发射作用的圆锥体，引诱叙军阵地雷达开机。一方面证实了电视图象中的导弹阵地是雷达控制的真的导弹阵地，另一方面给空中和地面的以军反辐射武器提供叙军雷达频率数据。

接着，以色列空军开始了第一次攻击。

以色列机群分为三个层次：第一层高空，为远在地中海上空的 E-2C 预警机和波音-707 电子战飞机。E-2C 监视整个战场情况，指挥和引导作战飞机和无人侦察机，是空中 C³I 系统。波音-707 电子战飞机对叙军的雷达和通信系统进行积极的电子干扰，为作战飞机提供电子掩护。第二层中空，是一队美制 F-16 战斗机，一方面担任空中掩护，另一方面利用机载雷达和电子设备，填补因地形起伏造成的 E-2C 预警机的雷达盲区。第三层低空，担任对地面进攻任务的美制 F-16、F-4 型战斗轰炸机。在攻击机群的前面，还有一队无人驾驶侦察机，继续担任诱骗任务。在实施空袭前几分钟，以色列派了一支突击队袭击并摧毁了叙利亚设在黎巴嫩边境上的一个指挥部。随后以军实施了强烈的电子干扰，叙军的无线电通信陷入混乱，C³I 系统瘫痪，指挥失灵，各防空部队只能各自为战。

这时，以色列的 F-16、F-4 战斗机群向贝卡谷地飞去。一架 E-16 飞机首先从 40 公里之外发射两枚“百舌鸟”反辐射导弹，摧毁了叙军指挥雷达和指挥中心。接着，其他飞机也向着叙军阵地雷达发射“百舌鸟”和“标准”式反辐射导弹。在猛烈进攻同时，以机继续施放干扰电磁波、抛射金属箔条等消极干扰材料，发射干扰红外制导导弹的闪光弹，为本身提供电子和光电子掩护。

第一攻击波的以色列飞机集中攻击了导弹基地的雷达设备，首先打掉了导弹的眼睛，第二攻击波的战斗轰炸机，在波音-707 和自身的双重掩护下，对叙军阵地上的导弹、高炮投掷各种炸弹，仅仅 6 分钟时间就摧毁了叙军 19 个导弹阵地。次日，又摧毁了晚间新增设的 SA-6 等地空导弹阵地。

就在以机攻击叙导弹阵地时，叙空军从本国机场上紧急起飞米-21、米-23 型战斗机 64 架，前来截击以机。但是，叙机从机场一升空，就被地中海上空的以 E-2C 预警飞机的雷达捕捉到了，连机种、数量、航线、速度等也被迅速标出。波音-707 电子战飞机立即释放强烈的电子干扰，使叙机一进入黎境就与地面指挥系统中断了联系，失掉了指挥，连己方的命令也接收不到。更严重的是，以波音-707 电子战飞机也以欺骗通信的方法，将叙机引诱到以色列战斗机待机空域，进入了以机的“枪口”。很快就有 30 架叙利亚战斗机被击落。

一个多小时后，又有 50 架叙利亚战斗机赶来截击第二攻击波的以色列战斗机。结果，50 架苏制米格式战斗机竟无一生还。

这次以色列与叙利亚之间的空战，都是在 E-2C “鹰眼”的监视和控制下进行的，在这个空中 C³I 中心里，有三个荧光屏，有三名以色列军官手拿光笔指挥着战斗，这里与地面的以色列国家 C³I 系统中心、地面雷达站、空中战斗机、无人驾驶机保持着不间断的联系，汇总了大量情报，并显示在荧光屏上。从荧光屏幕上可以看出作战双方飞机的位置、型号、航线、速度、高度以及油量。机上的计算机系统直接同空中己方飞机上的计算机联系。根据计算机提供的数据，空中指挥员可以迅速地为己方战斗机选定最佳攻击点。他用光笔指定荧光屏上双方飞机的标志，指令就会传到己方战斗机上。预警

飞机上计算机立即将数据传给战斗机上的计算机，准确地告诉它最佳攻击路线和角度。飞机驾驶员就可以轻松地在驾驶舱内按动射击电钮。

贝卡谷地之战，从表面看，是导弹、飞机的较量，实际上这是双方的 C³I 的对抗。正是由于以色列方面近乎完善无缺的 C³I 系统和电子战措施，才使它赢得了惊人的成果。

（二）以色列的 C³I 系统

以色列国土面积仅有 2 万多平方公里，军队只有 17 万人。国家不大，兵力不多，但军事技术比较先进，在某些军事领域里，几乎与美国并驾齐驱。从 70 年代以来，以色列很重视 C³I 建设，特别重视大量引进美国等国家的先进军事技术，根据军队特点和作战需要，加以仿制和改进。从 80 年代起，以色列就决定把雷达、航空侦察、音源探测、气象观测以及其他地面和空中的情报系统综合在一起，建成一个统一的 C³I 系统，以提高部队的作战能力。由于以色列的作战思想作战原则基本上同美国相同，它的作战指挥控制系统和定位与报告系统几乎是美国同类系统的翻版。所以说，以色列的指挥控制系统使用的是美国技术，按照美国的模式建立的，规模虽小，设计极为简单，但能够满足以色列作战的需要。从 70 年代以来，以色列所发动的一些突发事件，如偷袭乌于达恩得培机场，空袭伊拉克原子反应堆，轰炸巴解总部以及入侵黎巴嫩等军事行动，广泛运用了它的指挥、控制、情报、通信系统，都获得成功。这些行动实践表明，以色列的 C³I 系统处于先进水平，情报、通信、指挥都做到了及时、迅速、准确、有力。特别是 1982 年贝卡谷地之战，以色列出色地运用了他们的 C³I 系统，他们把先进技术与战术巧妙地结合起来，使两者相得益彰，他们几乎完全控制了战场上发生的事件，取得了重大胜利。

遥控飞行器是以色列空军 C³I 系统的重要组成部分。遥控飞行器是一种小型的无人驾驶侦察机，它具有战场侦察、实时情报收集、火力控制和估计破坏情况等功能，是一种高效而简便的战场 C³I 系统。以色列的遥控飞行器的研制和应用处于世界第一的地位，并在几次战争中大显身手，受到各国军方的瞩目。西方一些军队认为，“正是以色列在黎巴嫩成功地运用了遥控飞行器，开始了战场 C³I 历史的新篇章”。

以色列最负盛名的遥控飞行器的代号叫“猛犬”。从 1973 年以来，“猛犬”遥控飞行器分为 、 、 三个型号。 型重约 85 公斤，有效载荷 15 公斤，采用 10 马力引擎，最大续航时间 4 小时。 型有效载荷 30 公斤，最大续航时间 8 小时，采用 22 马力的新型助推发动机，增大了有效载荷舱，可以装载较多的电子设备。 型最大重量约为 115 公斤，装有红外夜视摄象机、激光标定器和测距仪以及通信设备等，目前主要使用的是 、 型号。

“猛犬”实施空中侦察时，由地面站控制。地面控制站由遥控飞行器操作控制台、有效载荷操作控制台、技术人员控制台、观察与情报控制台 4 部分组成。地面控制站用上行线路向它发送指令，它则把图象和遥控信号用下行线路发送给地面控制台，但通信只能在视距范围内进行，因此，“猛犬”的实际工作范围约 100 公里以内。如果“猛犬”与地面站失去联系，一个预制的返回指令会启动飞行器上的计算机进行计算，4 分钟后即会自动引导“猛犬”返回基地。

地面控制站负责控制“猛犬”的飞行，并处理由飞行器传回来的图象和其他各种情报。地面站用卡车、火车和重型直升机运载，机动和使用都比较灵活，在屡次战斗中，均发挥了较好的作用。据说，继以色列之后，一些国家也很重视遥控飞行器的研制。尤其是美国，陆、海、空三军都很感兴趣，正在研制和购买适合自己的系统。但迄今为止在这方面连美国也未超过以色列的成就。

以色列陆军 C³I 系统主要有：师指挥系统和定位与报告系统，师炮兵指挥控制系统。这两种陆军 C³I 系统在入侵黎巴嫩地面作战中发挥了一定作用。

以陆军现装备的师指挥系统，采用的军用电子计算机和分布式数据处理设备。定位与报告系统是与其系统接口的主要系统。定位与报告系统与各种战车的惯性导航系统配合使用。它通过 TMD-326 型数字输入终端、VRC-12、甚高频 VHF-88 和其他甚高频/调频电台同师 C³I 数据库相连接。例如，TMD-326 终端，它能把位置信息转换成数字，以预编程序的字母电报的形式经保密线路将其输入数据库。所有师机动指挥所均装有定位与报告系统，它能向指挥官提供部队位置信息，还能提供各种战车的行驶信息及师炮兵指挥控制系统每个移动指挥所的发射阵地信息。

师指挥系统和定位与报告系统使用的通信系统类似于美军的单路地面和机载无线电系统。另外还有独立的通信装置。这是一种数字式字母数字终端，带显示器，通过调制解调器可与所有类型的高频、甚高频、特高频设备以及电话设备兼容。C³I 网络的远程通信主要使用甚高频无线电台。

以色列陆军设置师炮兵指挥控制系统的目的，是使火炮能同时瞄准和攻击更多的目标，并改进反炮兵战的能力和射击效果。该系统包括目标自动捕捉诸元，数据处理单元和通信单元。它是供师炮兵指挥官及其参谋人员使用的一种实时决策支援系统。该系统通常安装在装甲车上，构成移动工作站。工作站可作为：师炮兵指挥所、师炮兵总部、反炮兵战射击和目标捕捉指挥所、旅火力支援指挥车、营射击指挥部等等。是一种多用途多功能的指挥工作站。

以色列西临地中海，海军兵力不大，舰艇不多，但海军 C³I 系统相当先进。海军第一个计算机控制的 C³I 系统——海军战术指挥控制系统，安装在排水量为 450 吨的导弹舰上。之后，以色列又推出了一种更为先进的海军 C³I 系统，称为作战信息组织。该系统是模块式结构，适用范围极广，从排水量为 250 吨的小型舰艇到排水量数千吨的大型舰船均可使用。当该系统用于不同类型的舰艇时，只需增减其战术数据台的数目即可。这些系统的主要功能都是把来自舰上雷达声纳等各种传感器的数据加以汇总，传给岸上指挥中心或其他舰艇。同时，还要汇总并处理来自本舰导航系统的数据。这些系统的彩色显示器能显示出敌我双方识别系统，还能够根据敌人的航向、速度和导弹的射程等发出警告。根据作战指令对敌进行攻击，或者记录系统把数据存储起来备用。

以色列海军还设立有 NS-9000 系列设备，从事海上电子情报的收集工作，以探测出雷达信号，分析其工作频率，脉冲长度、扫描时间等，并在显示屏上给出雷达的方位。此外，以海军还装备有通信干扰机和雷达干扰机，还有用于海上电子战的远距离干扰物、火箭和自动发射对抗物系统。不仅能够对敌实施强电子干扰，还能够在计算机控制下，根据敌方导弹对各种诱饵

的反应，喷出不同的干扰物，与对方展开激烈的电子斗争。

1985 年以色列还透露，研制成功一种称为 ITS-200 的新的国家传输系统。可通过一般通信工具，如电话、无线电等，把图象传输到几千公里的地方，并可直接显示在电视荧光屏上。这种系统可安装在无人驾驶侦察机、装甲车或其他平台，用来侦察敌方纵深和后方情况。这种系统，不仅传输速度快，而且保密性强，以色列《晚报》说，“这项技术结束了后方指挥官靠电话和电报了解前线战况的时代，使他们能够目睹几千公里以外战场上的情况。”据说，目前只有美国和以色列掌握了这种技术。从这些技术可以看出，以色列的 C³I 系统是后起之秀。

八、先进的“宙斯盾”系统

舰载“宙斯盾”防空指挥控制系统，是先进的水面舰艇 C³I 系统。它能全天候、全方位地探测高空、低空多个目标（包括高性能的飞机和导弹），防空距离中程 70~180 公里，远程 180~400 公里。作为区域防空系统，它能探测和跟踪并摧毁飞机、导弹、水面舰艇和水下潜艇，并具有对付空中、水面、水下、陆地近 100 个目标的作战能力，能够保护航空母舰和其他舰艇组成特混舰队。

“宙斯盾”防空指挥系统，在 1968 年美利冲突、1991 年海湾战争中均发挥了积极作用。成为美国海军主要的 C³I 系统之一。

（一）“宙斯盾”在美利冲突中的作用

1986 年 4、5 月间，美国出动大批轰炸机和作战飞机，在海军导弹巡洋舰“宙斯盾”系统指挥控制下，对利比亚两次发动大规模突然袭击。

当时，美国以“提康德罗加”号导弹巡洋舰和“约克城”号导弹巡洋舰上的“宙斯盾”作战系统为中心，由 E-2C 空中预警指挥飞机在空中统一协调 10 多个机种进行协同的空海一体作战。虽然突袭过程中，没有遭到对方反航空兵的截击，但“宙斯盾”作战指挥、武器控制系统和 E-2C 预警机仍然一面监视周围空情，一面把突击的地面目标方位，正确地标定给突击编队，把应干扰的电磁信息，通报给电子干扰飞机。“宙斯盾”依靠其自动化的 C³I 系统取得了作战主动权，使空军 5 个机型、海军 6 个机型，在战斗中各司其职，圆满取得了作战的胜利。因而名噪一时。

美军对利空袭具有如下特点：

（1）广泛获取和处理电子情报。在空袭过程中，美军组成了全高度、全方位和实时预警系统。在空中，一是载有先进预警雷达和无源探测系统的 E-2C 预警机；二是有 EA-6B 及电子对抗飞机，它可对各种雷达信号进行告警，并可及时地施放干扰。在水上，有“提康德罗加”号和“约克城”号导弹巡洋舰，其上装有美国最先进的“宙斯盾”电子作战系统，由航空母舰统一指挥控制着整个陆、空之间的行动。在水下，还有能收集水面、水中信号的“洛杉矶”号核潜艇。上述这个立体系统，将利比亚的雷达开机、导弹发射、飞机起飞、舰艇出港等活动都纳入“视界”。比如。当 EA-6B 截获对方雷达信号后，实时传送给航空母舰上的指挥控制系统，根据该系统对这些信号的处理而下达命令，A-7 攻击机即对目标发射“哈姆”导弹摧毁之。

（2）全部控制了电磁权和制空权 4 月 15 日空袭利比亚时，美国有三分之一时间用于对利方雷达进行干扰和摧毁。

15 日凌晨空袭时间不过 18 分钟，而最初 6 分钟几乎全部是电子压制，使利方电子系统失灵，全面失去电磁权。加上利方飞机不具备夜间作战能力，因而美军牢牢掌握了制空权。在利比亚防空系统中，仅仅部署有苏制 SA-5、SA-2 两种对空导弹。由于其制导雷达频率一直为美军所掌握，致使对其进行了有效的干扰，地空导弹也没有发挥应有的作用。

（3）巧妙地运用电子对抗技术。美军袭击利比亚，一方面从电子对抗飞机发射干扰电波，使对方雷达迷盲，达到“软杀伤”的目的。另一方面采取“硬杀伤”，发射了反辐射导弹，击毁其雷达阵地。由于美军采取了多种电

子对抗手段，对利方达到了全面电子压制，例如，在空袭中，告警和干扰同时进行，干扰和反雷达导弹同时运用，对搜索雷达和跟踪雷达同时干扰，对雷达系统干扰的同时又对通信系统进行干扰，就连 SA-5 导弹制导雷达站和指挥中心的联络系统也统统被干扰了。因而，造成了强烈的电子干扰效果。同时，美军还大量使用了电子对抗飞机，增强了预期的电子战效果。

（二）“宙斯盾”系统

“宙斯盾”（AEGIS）系统是美国海军和美国 RCA 公司 1969 年开始研制的，1975 年在“诺顿海峡”导弹试验船上试验成功。首先装备在“提康德罗加”号巡洋舰，1983 年加入舰队。该系统研制时，就把目标定为对付 80 年代苏联可能的威胁，故到今天仍具有威力。

美国 1983 年装备“提康德罗加”巡洋舰的“宙斯盾”作战指挥与武器控制系统，可有效对付前苏联反舰导弹的威胁，它这个先进的水面舰艇导弹控制系统能攻、能守、能探测和跟踪并摧毁飞机，导弹、水面舰艇和水下潜艇的作战能力。电子化的“宙斯盾”作战系统，主要由以下六个系统组成。

1. 多功能相控阵雷达系统

多功能相控阵雷达，是舰上主要的探测分系统，它可以进行全空域搜索和跟踪多目标（能同时跟踪 100 个目标）。对空中目标的最大作用距离达 400 公里，高度 10 公里，为指挥决策中心提供目标数据，为武器控制系统提供目标和拦截导弹的跟踪数据。在武器控制系统的控制下，为导弹提供中段制导指令，并通过武器控制系统给末段照射雷达输送指向数据。拦截后做出杀伤效果判定，并把结果报告指挥中心。

该雷达由一台数字计算机和相应的计算程序，一个输入输出控制台和一个数字磁带单元组成。并能在严重的电子干扰（包括消极和积极干扰）、海杂波以及恶劣环境下工作。其输出功率为 1550～5200 兆瓦。每套“宙斯盾”系统使用两台雷达。

2. 电子计算机系统

“宙斯盾”指挥系统共采用了 22 部电子计算机，其核心是三部 AN/UYK-7 型计算机。此外，还有 AN/UYK-20 型计算机等。这些计算机分为若干组，形成多种处理方式，分别完成目标数据的收集和处理、威胁判断、武器分配和控制以及通信、显示等功能。其第三组计算机，主要用于武器控制、发射控制和空中拦截控制。另有两台 20 型计算机，主要用于检测战备状态和精确控制目标照射器。

3. 指挥和决策系统

指挥和决策系统，是全舰的指挥与控制中心。它由一部 AN/UYK-7 型计算机和一套 AN/UYK-4 型综合显示设备组成。它通过雷达、卫星、舰上各种探测器、电子战系统、导航系统、敌我识别系统、轻型多用途直升机和海军战术数据等系统输入各种情报信息，在单舰或与其他舰艇协同作战的情况下，控制和协调舰上轻重武器进行对空作战、水面作战和反潜作战。该系统可以接收来自多功能相控阵雷达、本舰其他传感器以及其他舰艇和飞机提供的目标数据。其计算机与显示系统可将整个舰队的态势和敌情显示出来，供指挥与决策使用。利用该决策系统可选用全自动、准自动、半自动和人工四种作战方式。

由于整个作战指挥是通过电子计算机进行监视、探测、识别、控制和指挥，所以具有反应时间短、火力猛、效率高、雷达能全方位探测等优点。同时，也保证了“宙斯盾”系统能够对本舰实施点防御，对舰队内其他舰艇实施面防御，对远距离己方主要作战舰艇实施辅助防御。

4. 武器控制分系统

武器控制分系统，由一组 AN/UYK-7 型计算机和 UYK-4 型显控台组成。它即可以控制本舰的武器，又可以控制临近舰艇的武器。

该分系统根据指挥决策分系统提供的目标数据编制作战程序，然后根据轻重缓急，依次进行导弹攻击和火炮射击。操作人员通过显控台监视控制系统自动工作，必要时，进行人工干预。武器控制系统，共可控制和协调七种武器系统进行战斗。

5. 战备状态检测系统

战备状态检测系统，由一台 AN/UYK-20 小型计算机和数个 UYK-4 型显示控制台组成。它与其它各主要分析系统相联，可完成整个系统的监视、自动检测和维修工作。

6. 火控分系统

装备“宙斯盾”作战系统的导弹巡洋舰包括导弹发射、反潜武器发射、舰炮发射、电子战等武器控制系统以及轻型多用途直升机武器控制系统。这些武器发射与控制系统，将统一按照火控分系统的统一指令，实施协同作战。

现代海战，敌军可能从不同方向发射多枚舰对舰导弹攻击一艘舰艇，又往往只剩下七、八秒钟时间跟踪与射击一目标，在这种情况下，必须要求“宙斯盾”系统完全自动化。为此，在设计“宙斯盾”软件时，应预先把几十种甚至上百种作战预案编入指挥决策的计算机程序中。每种作战方案都应当是针对一种敌我态势和战场环境进行设计，以指令的形式表示出来。这里假设一个作战过程：当敌人向航空母舰战斗群接近并进到 450 公里处时，导弹巡洋舰的“宙斯盾”系统立即发出战斗警报，敌目标便立即在荧光屏上显示出来，同时舰载机前去侦察，由舰上相控阵雷达引导该机接近，直到机上雷达发现敌目标为止。在一般情况下，舰载机要在导弹巡洋舰防空导弹 20 公里外巡逻。这时，将用人工控制方式向来袭敌目标发射“标准”型防空导弹。

“半自动”表示导弹尚未装入发射架，其装弹与发射皆为人工控制，“自动”则是装弹与发射全部自动化。当既有水下又有空中威胁时。采用半自动程序比较方便。

综合上述，“宙斯盾”系统采用了最新电子技术与装备。如，复合制导技术、相控阵雷达、计算机控制、战备检测系统、电子战系统技术等。可以说，“宙斯盾”作战系统是一种 C³I 与武器系统相结合的舰载一体化系统，它在对空、对海，反潜三种海战方式下，都具有实时探测、控制与指挥的综合功能，并具有一定的扩展功能。它是当代海军海上作战的最典型的电子化的全自动指挥控制中心。对于海上来犯者来说，它则是一个海上电子防御堡垒。

九、C³I 系统的核心设备——电子计算机

电子计算机是自动化指挥系统（C³I 系统）技术设备的核心部分，它具有很强的存贮能力、高度运算能力和一定的逻辑判断能力。海湾战争中，在沙特的多国部队有上万台电子计算机参加作战，通过巨大的网络高速传送重要的战略、战役、战术和后勤的信息、数据。通过计算机进行指挥、控制、通信和情报工作。计算机是进行军事决策和指挥作战的重要技术设备。

（一）电子计算机的发展过程

从 1946 年世界上第一台电子计算机问世以来，在 40 多年里，计算机已经发展到第五代，其功能已由单纯的数字计算发展到部分替代人脑智能的阶段。

第一代电子计算机出现于 1946 年，名为“电子数字积分及计算器”。它由 1.8 万个真空管作主要元件构成，其加减速度为每秒 5000 次，比当时流行的机电式数字机快近千倍。它首先用于军事领域，如原子能弹道计算，但它还不是存贮程序式的。同年，美籍匈牙利裔数学家 J.

Von. 诺伊曼等提出了存贮程序式现代数学计算机的基本原理，对计算机的发展，有深刻的影响。

50 年代中期，出现第二代电子计算机，用晶体管取代真空管做主要元件，其耗电量仅为真空管的几十分之一，而功能和可靠性都大为提高。同时，在软件方面，高级程序语言开始使用。60 年代末期，电子计算机进入第三代，体积进一步缩小，耗电量继续下降，功能和可靠性进一步提高。此时，计算机应用比较广泛，出现了廉价的小型计算机和系统化通用计算机。同一系列的各档计算机，都使用同一套软件，这给用户带来极大方便。操作系统也有很大改进。

70 年代，微型计算机问世，这是计算机领域里的重大事件。它与早期的真空管计算机相比，价格大为下降，而功能和可靠性都大为提高。从此，电子计算机得到广泛应用，深入到社会的各个领域。这个时期，计算机的其他重要进展还有：巨型机研制成功；用以制造第四代计算机的大规模集成电路的开发和制造技术日趋完善；计算机网络技术和数据库技术广泛应用等。以大规模集成电路和微处理器为标志的第四代计算机，逐渐深入社会，深入军事领域的各个方面。

80 年代以来，又出现了新一代电子计算机，即第五代电子计算机（智能计算机），其运算速度和智能程序都大为提高，更便于掌握使用。我国早在 50 年代，就开始创立电子计算机专业。

80 年代初期，已经制造从巨型至微型的各种计算机，并在军事领域广泛应用。目前，电子计算机已经成为一个国家现代化科学水平，成为军队现代化的一个重要标志。

在军事领域里，电子计算机是军用高技术中具有战略意义的和竞争最激烈的技术之一。它已经成为军队指挥控制高技术兵器的重要工具。海湾战争中，美军使用了高速运算的巨型计算机，使海湾战场上大量的信息处理工作，得以及时完成；充分利用高效率的小型 and 微型机，快速建立了各种指挥中心和网络；还大量使用了各种便携式、台式或折叠式微型机，联成网络或成为

个人通信终端，有效地保障了团以下单位和人员的作战指挥。

随着自动化作战指挥，新式武器研制和模拟仿真，高速信号及图象处理，密码破译等军事需求的增长，目前，发达国家正在开发采用并行计算机体系结构和高速运转的超级计算机。预计美国在 1995 年将达到每秒百万亿次的运转速度。90 年代计算机技术发展的又一个重要标志是把网络和计算机两种技术融为一体，实现电子计算机网络比。

当前，以美国为代表的发达国家，用电子计算机为核心设备，利用先进的通信技术、软硬件技术、侦察传感技术、自动控制技术等高新的技术手段，建立自动化程度较高，结构十分复杂的，各种各样的 C^3I 系统，并且通过提高各种指挥系统的抗干扰能力、保密能力、兼容互通能力、战时生存能力等措施，继续完善和强化其指挥功能。

（二） C^3I 的核心设备

电子计算机是自动化指挥系统最根本的硬件设备，它可以综合处理各种信息，准确和迅速地向各级指挥官提供所需情报。不仅上级指挥官能经常获取准确的情报，下级指挥官及其部属都分别可以及时获得有关战斗行动的准确情报。例如：计算机收到从雷达送来的敌机情报的各种数据后，就可以知道敌机的航向，方位、速度、高度、离哪个机场最近，起飞什么样的战斗机截击最合适，使用什么样的导弹攻击效果最佳等等。计算机可以综合处理这些信息，为指挥员正确掌握战场情况，组织适应情况变化的作战行动提供最可靠的依据。从计算机准确、迅速地综合处理各种战场信息，控制运用各种武器系统这一点可以看出，它在自动化指挥系统中占据非常重要的地位，是 C^3I 系统的核心。任何国家的自动化指挥系统的主要技术设备离不开电子计算机。

所以，许多国家在研制 C^3I 系统时，都在选用最佳型号的电子计算机，以满足军队建设和作战指挥的需求。一般说来， C^3I 系统中使用的电子计算机，主要的应当具备如下特性：

- 实时响应好；
- 中断处理能力强；
- 输入/输出能力强；
- 有位处理能力；
- 可用性好；
- 可靠性高，适应环境的能力较强；
- 应急能力强；
- 具备多种高级语言。

在 C^3I 系统中，电子计算机的某些部分，可以代替人的部分脑力劳动，几乎有关作战指挥的情报、通信、计划、方案和情况处理等一系列工作，都离不开计算机。由于作战指挥中，需要完成多种多样的工作，处理各种复杂的情报，保持同各个方面的协调。为此，对 C^3I 系统用电子计算机必须具有“三个要求”和“三个特性”。

C^3I 用计算机的三个要求是：大容量，多功能，高速度。

大容量就是要求计算机能够存贮来自多渠道、多方向、大数量和内容广泛的信息。对这些信息要进行分类，有的要长期储存，以备随时调用，有的

则要随时更新。如果计算机没有足够的容量是不行的。据有关资料介绍，美国战略空军司令部用作收集，积累，处理与显示作战双方情报，计算兵力、兵器使用，指挥作战的数台计算机，平均每月需要处理的情报达 85 万多份，每天要处理 27000 多份。海湾战争中美空军每天要为第二天制定一个 300 多页的空中任务指令，要运用极大数量的信息情报资料。这就需要有一个相当大的数据库。所以，C³I 用计算机就必须具备大容量的要求。

多功能，主要是要求计算机能够完成作战指挥中的多项工作。例如，迅速收集、传递、处理、显示情报，到帮助指挥员判断情况、定下决心、拟定作战方案、下达作战命令和实施作战指挥，进行精确制导武器控制以及其他辅助性作业，要求计算机性能具备完成这些工作的多功能的条件。

高速度，指计算机在单位时间（秒）内，进行运算，处理情况或根据要求作出反应的能力。由于作战指挥的各种情报资料、作战方案等，都是以数字编码的形式贮存在计算机内的，所以凡是由计算机控制的内容，都是通过计算机运算来实现的。因此，计算机的运算速度越高，作出反应的时间也就越短。据介绍，美国全国作战指挥系统装备的计算机，每秒运算能力为 150 万次，它能很快更新全球各个区域的政治、军事情报，指挥人员如要了解某一地区的材料，从提出问题到显示内容的时间只需 15 秒钟。

在自动化指挥系统中，根据各个系统的不同任务，不同要求，可选用大型、中型、小型机和微机，当前，许多国家都十分重视发展微型机。海湾战争中，美军使用最多的是各种微型机，除了指挥、通信中心外，几乎全部使用的微型机。微型机价格便宜、体积小、通用性好、可靠性高、功耗小。十多年来，微型机获得了惊人的发展，根据我国内使用的情况看，微型机不仅能取代小型机和各种逻辑装置。而在大型机领域内，在多处处理机系统，分布式系统，并行处理系统，流水线处理系统中，也是大有作为的。目前，32 位微型机逐渐广泛应用于军事领域。微型机还可作为通信处理机来使用，同时，为了改善系统的互通性，还可把它作为接口装置。总之，微型机对进一步改进 C³I 系统是大有作为的。

C³I 系统用计算机，还应当具有“三个特性”，即互通性，兼容性，可靠性。

C³I 系统中，计算机互通性是一项很重要的使用要求。如果在 C³I 系统中因采用不同型号的计算机而不能互通，就难以实现统一的指挥，难以达到战略上的作战要求。所以，无论哪个国家都要求使用的计算机能达到互通性。

要解决互通性，首先要求实行计算机标准化。50、60 年代，美国国防部使用的电子计算机有 50 多个型号，因而给工作带来很大不便，增加了使用上的困难，难以形成统一的网络。到了 70 年代，美国国防部要求计算机使用要标准化，通用化。尽管到现在还没有完全统一起来，但也收到了很好的效果。所以说，要解决计算机互通性，首要的是使军用计算机系统实现标准化。规定使用计算机的型号，同时，在使用程序，编码和通信信道等方面逐步实现通用化。

计算机间的互连，技术上也涉及很多问题。从计算机设计最初阶段，就要考虑到今后可能出现的各种连接的问题。对于大型机来讲，这种连接应使两种计算机间的结构相吻合。只要符合这两点要求的两种计算机才能顺利地相连接。这样，为了互连互通，在中型机中约需增加 150 种基本指令，在大

型机中约需增加 500 种基本指令。这就需要互连的计算机应有这些基本指令相符的专门的逻辑电路，美国、英国的导弹搭载舰等控制系统采用的就是备有 500 条基本指令的大型电子计算机。

这种计算机互连的方法，不仅使硬设备变得难以维护管理，而且使包括程序、语言、编译程序，与其他系统连接的规程及接口在内的整个软件费用上升。然而随着大规模集成电路的出现，计算机的处理速度急剧上升，可以通过以多个仅有简单基本指令的小型机组合在一起，形成大型机处理功能的做法来减少费用。但是，这种办法也不如单纯简化软件的办法更为经济。为此，要首先实现中、小型系列机结构和基本指令的标准化，以标准语言按每种硬件配备编译程序，以便更经济地实现 C³I 系统计算机之间的互通。

对于 C³I 系统来说，为了实现不同类型计算机之间的互通，必须制定编写大量的程序，应该使这些程序具有通用性。适用于不同的人，不同的地方和不同的范围。为此，要求程序面向系统设计和采用面向过程的高级语言进行操作。

C³I 系统的兼容性也是一个极为主要的使用要求。计算机系统的兼容包括同种系列机和不同种系列机之间的兼容。什么叫兼容。日本富士通公司对兼容性有个解释：“一个计算机系统即使分为两部分，也可以各自作为一个独立的计算机系统来运行；而两个独立的计算机系统组合在一起构成一个系统时，又可以作为一个整体来运行。”计算机的兼容性，对于同种系列机来说意味各档之间的软件可以通用，对于不同种系列机来说，是将一个系列机的软件移植到另一个系列机上也可以运行。

一般来说，从硬件上实现不同种系列的兼容往往比较困难。因而多半通过软件来达到兼容。海湾战争中，美军十分强调军用和商用机兼容的重要性，特别是软件的兼容性。所以能够使大量的商用机补足军用机之困乏，其功劳应归于军用软件可在商用机上运行。

对于军事用户来说，C³I 系统应具有及时扩充和改变功能的能力，应能及时随着战场战术的快速变化而改变或扩充系统容量，或者健全整个系统的功能，以便迅速适应战场形势的变化。具有各种兼容性的计算机系列可以及时地很容易地在原有基础上达到这种要求。

C³I 系统的硬件要比民用系统的硬件具有更高的可靠性，而且要求整个计算机系统不能出现系统性的故障。尤其在战时，整个系统绝大部分时间都要能够使用。即使是瞬时故障也可能给战争带来严重后果。

为了保证可靠性，通常在每种设备内安装几个相同的单元，每个单元都可以执行不同的程序，当某个单元或某些单元发生故障时，便可以撤换，而其它单元便可以快速重组，这叫做功能动态再分配。还可以采用两台或多台计算机对同样的问题和数据并行操作，美国早期的“赛其”防空系统就是采用的这种方式。目前，美国正在研究更有效的提高可靠性的各种办法。已经出现了多种处理机式的计算机系统。例如，美国防空防天司令部的空间监视系统，每天通过遍布全球的探测器对空间进行两万多次观察，还要跟踪空间现有的 5600 多个物体，所获数据都要由空间监视中心计算机进行处理。所以，这就要求，C³I 用计算机必须准确、可靠，并且有纠错能力。否则就会带来十分严重的后果。

为了提高计算机的可靠性，许多国家还研制了联机实时的方式，该方式具有重新构成系统的高级结构，这种系统的计算机可以监视本身的故障，并

自动地将故障加以分隔，以保障系统进行运转。

另外还可以从软件上提高计算机的可靠性。在使用 C^3I 的过程中，往往需要根据敌人威胁情况的变化，采用新型武器，传感器或通信设备，用以代替旧的设备。同时，往往需要改变系统中的某些操作功能，或用新的功能代替旧的操作功能。所有这些问题都需要靠软件的办法来解决。这种软件的程序量是相当庞大的，因为这将要求计算机能够模仿人的思维，定量地正确地预测出只有人类思维才能解决的某些复杂问题。在这种情况下，硬件结构应能适应功能上的变化，采用模块化设计方式一般可以满足这种要求。

军用计算机对环境条件的要求，要比民用计算机严格的多。 C^3I 系统使用的电子计算机必须在环境条件许可的情况下工作。例如：计算机工作的温度一般为 $-50^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ ，空间武器中计算机的环境更为特殊，假如环境温度 $+125^{\circ}\text{C}$ 时，当计算机里的 LSI 温度上升 45°C 时，LSI 的结温度将达到 $+170^{\circ}\text{C}$ ，这种温度将破坏集成电路的线宽和密度等指标，甚至达到不可使用的地步。对计算机的环境要求，除温度之外，还要考虑到湿度、震动、强辐射等条件。如果是机载系统，还要适应于高空、高“磁力”等环境；舰载系统的硬件必须能够在强烈滚动、俯仰和流动条件下工作，还要经得起腐蚀性盐水环境的考验。

总之，为了保障计算机的可靠性和稳定性，必须从设备性能、软件、环境等条件综合地全面地考虑怎样提高 C^3I 系统的可靠性问题。

（三）硬件、软件

电子计算机本身就构成一个系统，这个系统由硬件（硬设备）和软件（软设备）两部分组成。硬件是以电子计算机为中心，通过通信网络与各种终端设备相连接组成的自动化机器系统，也就是计算机系统的各种机械的，磁性的，电子设备的总称。软件，是指保障自动化指挥系统正常工作并完成其特定功能的各种程序的总称。也就是管理，运用和维修电子计算机的各种程序的总称。

电子计算机系统组成如图 9-1。

图 9-1 电子计算机系统组成

硬件分为五部分：

（1）存储器，有记忆能力。存储器是电子计算机的记忆装置，能分门别类的存储大量数据、资料，并能根据运算需要，及时显示出来供使用。它又分为内存和外存。内存储器位于电子计算机内部，能存储几十万个字母，数字符号。为了弥补内存存储器的不足，还设有外存储器，容量可达几千万甚至几亿个单词。

存储器的主要技术指标是存储量和存取周期，存储量是指存储器所能存的数和指令的数量，存取周期是指存或取一个数所需的时间。存取周期很大程度上决定着电子计算机运算速度。

（2）运算器是直接完成各种算术运算和逻辑运算的装置，这是计算机功能的部件，它具有运算速度快、精度高的特点，每秒钟能运算几十万至几千万次，甚至可达几亿次。除了能做加、减、乘、除四则运算外，还可以做逻辑判断，它能判断“是”、“否”，比较数的大小、异同、正负等。

运算器的主要技术指标，是电子计算机的字长和运算速度。计算机的字长是指每个字所包含的位数，计算机的运算速度，表示计算机进行加、减、乘、除等运算的快慢程度，通常用一秒钟能完成的多少次加减乘除来表示。

(3) 控制器是电子计算机的控制中心，由它发出控制信号，指挥各部件执行规定的动作，是电子计算机的中枢。它按照人事先编写好的程序，准确地、迅速地、有节奏地控制运算器、存储器以及输入/输出系统协调地工作。从而实现自动快速运算。

(4) 输入设备。将人的意图按规定的程序和原始数据一起送入电子计算机，供控制和运算使用。目前常用的输入设备有光电输入机、长片输入机、键盘输入机等。它是操作人员与计算机进行联系的工具，是完成人与计算机之间信息交流的不可少的组成部分。

(5) 输出设备。输出设备有把计算机运算处理结果，以人能识别的各种形式，如数字、符号、字母、曲线、文字、图形等表示出来。供指挥员，参谋人员和操作人员直接识别。目前常用的输出设备有：打印机、字符、显示器、穿孔输出机、X-Y 记录机、绘图仪等。

在电子计算机中，通常把运算器、内存储器、控制器三部分称为主机，而运算器又称为中央处理机。输入、输出设备及外存储器称为外部设备。

软件是对应于硬件而言的，它是为了充分发挥电子计算机功能的各种程序的总称。程序是为了完成某种工作，人们事先编排好的保存在纸带上、磁带上的一系列运算步骤。没有它，电子计算机是不能进行工作的。所以，在自动化指挥系统中，既要有技术完进的硬件，更要配上功能齐全的软件。通俗地说，硬件好比钢琴，软件好比乐谱，有了乐谱，琴师才能弹奏出入耳动听的歌曲。根据国外经验，新的电子计算机研制出来后，往往要有好几年的时间，才能把必要的软件配齐。从现在情况看，投资比例主机仅占 8%，外部设备占 22%，而软件费用则占 70%。

软件分两类：一是系统（通用）软件，二是应用（专用）软件。系统软件是用来保障电子计算机系统运转、操作、管理的全套程序，可以看作是电子计算机系统本身配套的一个组成部分。应用软件是指针对某种特定的需要所编制的程序。

开发和维护系统与应用程序的工具，叫做软件开发工具。系统软件包括计算机的操作系统，数据库管理系统，标准程序系统以及设备的控制、检查、诊断程序系统等。系统软件大多由制造厂家配好，连同计算机一起提供给用户。应用软件、尤其军事上的应用软件，需要用户自行编制。编制应用软件需要把指挥过程、控制过程以及处理过程中所需解决各类实际问题，用数学方法加以描述，建立各种数学模型，确定算法，并编成计算机程序。计算机依照这些程序解算数学模型，和处理各种数据、信息。应用软件的质量，能提高系统的效能，反之，则降低指挥系统的效能。

随着计算机硬件的发展，软件变得越来越重要了。一方面是因为硬件需要软件来进行管理，硬件系统越庞大，越需要先进的系统软件来进行调度管理；另一方面随着计算机功能的不断完善，它的应用范围越来越广泛，特别是在一些战略指挥系统中引入计算机，需要开发更为复杂的应用软件系统。然而 C³I 系统中的计算机软件的研制周期长，费用高，致使研制的某些系统功能没有达到预定的性能。计算机硬件研制周期一般为两到三年，而计算机软件研制周期则长得多，大型软件的研制过程可能长达 5~10 年。而且软

件成本大大高于硬件成本，软件比硬件研制人员要高出 20 倍左右，当前有些国家逐渐形成了“软件第一”的观念。

（四）显示系统

显示系统是电子计算机系统的重要部分。显示系统，就是利用电子计算机功能把作战情报、信息、态势等情况，用文字、图形、图象等在屏幕上显示出来，供指挥员和参谋人员判断情况、定下决心和进行数据演算。在当今世界上，显示技术正迅猛发展，其用途越来越广泛，已经引起了人们的广泛重视。

对于指挥控制系统来说，各种与作战有关的情报信息等，通过信息传递系统进入指挥中心与上级机关，经过数据处理系统，加工处理，由显示系统显示结果，并用快速打印设备打印出文字，标号。指挥员是根据处理结果，制定作战命令，再通过信息传输系统指挥部队。除了对情报和作战态势实时显示外，当指挥员组织与指挥作战需要从积累的大量情报资料中寻找有关情报信息加以显示时，借助计算机进行情报信息检索。可以在较短的时间内，较快的从大量资料中找出所需要的情报。如有的系统存有数十万条情报资料，指挥员利用身边的键盘显示器，便可以向数据库或缩微系统检索情报，从键人查找信息到显示所需要的情况，只需要一、二分钟。

显示系统一般由以下设备组成：

（1）管面显示器。供有关参谋人员和操作人员监控和作战使用。显示内容包括：计算机系统输出的图形、文字和图象，由闭路电视和录相广播系统传来的图象等。

（2）图形包软件及军事指挥应用软件。

（3）非计算机处理的显示设备和工作用具。有：静态电视、闭路电视、键盘、滚球、操纵杆、光笔图形输入板等。

显示系统构成如图 9-2。

图 9-2 显示系统构成图

过去指挥员是通过标图的方法，在沙盘上指挥作战。现在，这个任务由显示系统取代了。就快速直观而言，图形显示对于指挥作战来讲，具有特殊的意义。如果不能通过显示系统使指挥人员把握战场瞬息多变的态势，那么整个 C³I 系统将是缺乏实效的。

70 年代出现的并已被广泛采用的光栅扫描体制，已成为 C³I 显示技术体制的主流。多处理机，多总线，多屏幕，多色或彩色为特点的显示设备或系统的出现和广泛应用，显示设备既能显示计算机产生的图形和文字，又能显示电视摄影所产生的图象，其他功能也有增加，大大提高了显示系统的实效。

近年来，发展了一种新型显示设备——激光显示器，由于激光束具有良好的方向性，若用红、绿、蓝三种波长激光束占成，便可制成激光彩色大屏幕显示器。它可以用不同颜色的标号，显示敌对双方的态势，并可根据实际情况及时改变双方军队标号的位置，显示不断变化着的情况。美海军舰队的 C³I 系统，已装备一种用红、黄、绿、橙四种颜色显示情况的激光显示器，它能以图形、文字、数字、标号的形式及时显示周围海域舰船的位置及其他情况，使指挥员判读时一目了然。

激光显示器与电子——光学显示器比较，具有显示内容清晰，图形质量高，屏幕尺寸大等优点，它既可以用在固定的指挥中心。还可以装在机动的指挥车上使用。

（五）计算机网络

什么是计算机网络？计算机网络是由一台或多台计算机，终端，通信传输设备以及便于终端与计算机之间，或者计算机之间进行数据流通的专用（或通用）的硬、软件等所组成的系统。它可以把远距离的，独立的计算机系统群，用通信线路连接起来，进行数据通信，使更多的用户共享数据、软件、硬件等资源，共同分担负荷，高效率地运用各种功能。所以说，计算机网络是在计算机技术和通信技术密切结合的基础上形成的。例如，美国国防部1975年建成的计算机网络，不仅跨过美国大陆，而且还通过卫星线路连接了夏威夷、欧洲等地的节点，到1982年已发展到95个节点，200多部主机，为今后建立其他网络提供了成功经验。

海湾战争中，美国海军陆战队建立了20个计算机局域网络。每个网络可以支持10~15个用户。这些网络建立在沙特阿拉伯的各个指挥中心和指挥所里。每个网络都连接专门设计的大型计算机、中型计算机、PC兼容机、各种膝上式微机。海军陆战队可以通过这些网络互相传递信息，还可以和广域网连接起来，与美国本土交换信息。

计算机网络在C³I系统中具有重要的作用，它的功能如下：

（1）将各个地区的各级作战指挥机构连成一个整体，通过自动化指挥系统实施集中统一的指挥与控制。这次海湾战争实行了联网。对集中统一指挥起到了良好的作用。

（2）实现硬件、软件、数据库等资源的共享。C³I系统中，不论是哪一级，或哪个地区获得的信息，只要进入计算机网，都可共享，网络中任何一个用户部可全部或部分地提取、利用，可以大大提高资源的利用率。

（3）提高指挥机构工作的可靠性。在单个计算机运行的情况下，一旦出现故障，就会造成指挥失灵。多机联网后，各级指挥机构中的计算机可相互支援：当某一计算机发生故障时，其他计算机可代其完成数据处理任务，发出指令或命令，保持组织指挥的正常实施。当某一局部或某一方面，计算机工作负担过重时，可通过网络将其中一部分工作分给较空闲的计算机完成，从而提高系统的工作速度。

（4）对网络内各计算机合理分工。一般来讲主机的处理工作任务重大，种类多。往往造成主机负担过重。在整个网络中，可以将任务进行分类分工分别由各个计算机处理。其他用户可共享处理结果。

（5）有利于发挥下级指挥机构的作用。高级指挥机构使用的大、中型计算机，可以提高运算能力，而下级（低级）指挥机构多用的小型计算机，联网后，下级计算机可以用网中的大中型计算机完成复杂的处理功能，这有利于发挥下级指挥机构的主观能动性。海湾战争中，大量使用的是PC机等微型通用网络，对发挥上下级指挥员积极性起了积极作用。

搞好计算机网络的一个关键问题，是搞好各单位的协议。在整个网络中，功能互不相同的主计算机和由许多接口通信处理机组成的通信网络结合在一起，为了使主机之间能互相正确地处理信息，就必须有一整套关于信息传递

顺序、信息格式、线路控制 and 内容达成协议，作出规定。称为通信协议或通信规程。此协议通常是一种开放式的层次结构。计算机网络的标准化实际上就是网络协议的标准化，只有协议标准化，才可能作到各种网络互连促进网络的发展，提高网络的效率。海湾战争中美国海军陆战队建立了三条广域网：一条连接到日本冲绳的美军处理中心；一条连到美国的夏威夷群岛；另一条通过冲绳和夏威夷到美国区幕科市的海军陆战队司令部。从此大大提高了指挥效能。

1981 年，国际标准化组织正式推荐了一个七层参考模型——“开放系统互联”模型，它又逐渐被世界各国公认，愿把它作为研究和开发计算机网络的基础，该模型可以使得各个系统之间都能够互相连接使用，各系统之间是开放的，不应该对相互的信息交换和通信加上任何限制。

C³I 系统的计算机网，有大、小型之分。美国和前苏联的计算机网均为大型的，可连接上千个终端。海湾战争中，美军使用的也是大型计算机网。小型计算机网订在一个处理机和两个终端的支持下，连接几十个不同规格的处理部件。从跨越地理距离的角度看，可分为远程计算机网和本地区的计算机网。也可将计算机网分为集中式、环式、分布式三种类型、不论采用什么样的计算机网，都关系到 C³I 系统的可靠性。在这三种网式中，分布式网没有中心节点，通信控制功能分散于组成网络的各个节点上，当网络中的某个节点和链络发生故障时，不会波及全网，所以有较高的可靠性。同时，这种网络容易接纳新的主计算机入网，便于网络的扩展，比较适于 C³I 系统使用。

除采用分布式网络提高可靠性外，还可通过网络的冗余结构。各种备份，多栅格网络，多种路由，多种备用通信方式，网络控制功能、网络协议，建立监控系统、数据库保护，加密及防止篡改，防止冒充信息等手段，来提高网络中信息传递的可靠性。美国计算机网络正在进行模拟显示，见图 9-3。

图 9-3 美军的计算机网络正在进行模拟显示

（六）数据库

在电子计算机应用的领域里，各种数据的处理占有很大比重，为了有效地管理和利用这些数据，就必须建立数据库，把从多渠道获得的各种众多的数据，集中在数据库内，在统一的控制下直接地为更多的用户服务。在数据库系统中（图 9-4），除了数据本身之外，数据之间的关系也很重要，它直接关系到用户能否合理、正确运用数据，数据库系统，不仅可以提供数据，而且可以提供数据之间相互关系的建议、建立、检索、修改等操作服务，以满

图 9-4 数据库系统示意图

足数据用户在作战指挥、工作上的需要。

电子计算机数据库具有如下特性：

（1）数据共享性，使数据库的数据能够供更多的用户共用、共享。

（2）数据的独立性，能使数据的应用程序不受存储数据的设备（硬件）的变更（发展、更新）的影响。在共享的数据的应用程序方面，彼此之间，也不会互相影响。这就提高了整个数据库系统的质量，保持数据的独立性。

(3) 数据的准确性, 数据库在对数据进行修改时, 要保证数据的特性符合其原来的定义。当输入数据时, 应当检查输入的数据是否符合各项规定。还要采取有效措施保证数据的正确性, 并控制多个用户并行操作。

(4) 数据的安全保密, 为了保证数据的安全保密, 应将数据系统的安全保密部分, 与其公开使用的部分隔离开, 建立一些规则, 好给用户以身份号, 某些特殊数据只限于特殊用户使用。或给用户授予一定权限去处理某些特定的数据, 并应采用措施经常检查和停止非法使用数据的情况。

(5) 可扩展性, 随着技术上和应用上的发展和进步, 数据库可能产生一些必要的变化, 数据库本身要适应这些变化, 保证数据的正常运转。

(6) 可靠性, 采取分布式数据库, 将一个逻辑上集中的数据库, 用地理上分散管理的多个物理数据库来实现。

数据库的上述特性, 对于 C^3I 系统来说, 极为重要, 这可用于部队物资器材的管理, 作战辅助决策, 各种有关作战信息的查询和调用。尤其是数据库系统数据的准确、安全、可靠等特点更是军事作战上所必需的。

根据外刊介绍, 建立数据库应遵循下列原则。

建成统一的标准化的数据库, 以便在统一数据格式, 统一存取方法的基础上满足各部队共享资源的需要, 这种统一的数据库, 不仅便于用户修改和快速存取数据, 而且也可以使用户及时得到最新最完整的数据, 以保证作战指挥的需要。

采取先进的设计方法。首先要提供一个符合应用需要的逻辑设计, 要综合 C^3I 系统各业务部门的数据观点和处理要求, 分析各种数据之间的关系, 并按照数据库管理系统提供功能与描述工具。设计一个规模恰当, 能准确反映现实世界信息关系。重复数据少、存取效率高, 并满足种种数据要求的数据模型。其次是提供一个确定数据存贮结构的物理模型。

慎重选择数据库, 特别是慎重选择适于军队指挥高效能的数据库, 是一个十分重要的问题。为此, 必须慎重选用和设计。国外已有盲目选用不适当的数据库造成巨大浪费的现象。为此设计数据库不仅要掌握数据库系统的基本原理, 详尽了解它的设计特点和使用方法, 而且要紧密结合 C^3I 系统的实际应用。同时也要充分了解有关方面的最新研究战果, 考虑到对未来数据库的影响, 只有这样, 才可以避免不必要的损失和浪费, 使数据库发挥最大的效能。

为了提高数据库的质量, 充分发挥数据库的效能, 世界上许多国家在建立 C^3I 系统时十分重视搞好数据系统的建设, 加强自动数据处理工作。目前, 国外建立数据库系统的趋势是: 一是着眼提高存取数据的速度, 因为作战过程中, 时间因素的要求, 是非常严格的。要求存、取、处理数据都要快、要准, 为指挥员迅速决定和处理各种问题提供极大方便; 二是要建成多信息源的数据库, 为使指挥员能及时获得准确信息, 迅速综合分析各种信息, 就必须建成一个众多信息源的数字库, 来满足用户的多种信息要求; 三是建立数据库, 要注意压缩存贮空间, 因为 C^3I 系统需要有大容量的数据库, 要使有限的空间能够存贮较多的信息。因此, 减少数据库的存贮空间, 能够存贮尽量多的信息, 是当前发展的一个重要趋势。

(七) 图形工作站

图形工作站，是 C³I 系统的组成部分，已经成为新型 C³I 系统 特点之一。图形工作站作为一种新型的可扩展的 32 位台式计算机系统，以其优异的图形、图象显示能力，灵活的联网功能得到了迅速发展，并在海湾战争中大显身手，高档的图形工作站，集超级小型机，PC 机，大中型机和图形、图象显示系统之大成，能提供极强的数据处理，联网和高分辨率的图形、图象处理能力。

图形工作站体积小，功能强，开放性好，使用方便，因而在科学研究、工业、商业、教育等各个领域得到了广泛应用。然而图形工作站在作战指挥上的应用及其强大的功能已在海湾战争中充分的显露出来。

图形工作站区别于普通的电子计算机系统。一般说来，图形工作站具有以下特点：

(1) 图形工作站是以 32 位的高性能的中央处理器 (CPU) 为核心构成。能提供极强的数据处理能力，支持外设及图形输入输出设备。由于简化指令系统计算机的主机采用，使得高档图形工作站的性能成倍增长，而价格不断下降。

(2) 具有高性能，高分辨率的图形、图象显示，处理系统。该系统由高分辨率显示器、显示控制器和图形协处理器组成。并提供专用硬件完成一些基本的图形功能、图形、图象的显示，也由该系统独立完成。

(3) 具有支持多任务和虚拟存贮管理和操作系统，虚存为系统。用户程序及数据提供了足够的空间，多任务操作系统及窗口系统具有多任务的并行处理功能，同时提供安全功能。

(4) 提供支持多窗口的用户接口软件系统。窗口系统给用户提供了一个极好人一机交互界面。通过多窗口，用户可以同时处理不同的过程。

(5) 提供高性能的网络支持。图形工作站不仅作为一台独立的计算机系统使用，更多的是作为网络的一部分与其他计算机和工作站共享资源。在网络节点之间传输高分辨率的图形和数据文件，因而要求具有较大的通道容量和较高的传输速率。

(6) 提供丰富的支撑软件和应用软件。

图形工作站使用的硬件，有低档的、中档和高档的几种。一种通用的比较完善的图形工作站主要的配置是主机、输入设备（键盘、鼠标器、图形输入板、彩色数字摄象机、图形输入扫描仪等）、输出设备（黑白打印机，彩色打印机，彩色绘图仪，大型彩色绘图仪等）、显示设备（图形控制板，高分辨率监视器，大屏幕投影板，高档图形控制板等）、局网设备（网络传输板）和图形协处理器等。其中显示设备、视频设备、控制器及图形协处理器构成工作站的图形子系统。其主要功能是处理、显示和修改图形、数据结构，完成图形、字符的显示等。

海湾战争中，以美国为首的多国部队，大量使用了电子计算机和图形工作站。计算机和工作站，“参战”数量之多，系统之新，功效之大，都是空前的，美国五角大楼透露，仅在沙特“参战”的计算机就有上万台，工作站数千台。广泛使用新的图形工作站，也是海湾战争的高技术的一大特点。

美国海军使用了 1700 多个图形工作站，由 C 公司提供的工作站都是以图形工作站技术为基础的，其性能为

处理速度：16MIPS

监视器：19 英寸、彩色显示

磁盘空间：1G 字节

打印功能：彩色图形打印

这些工作站装备在波斯湾的军舰上作战指挥中心，为指挥员战术决策提供支持。使用的结果表明，工作站运行良好，美海军给予肯定评价。

美国设立的 MOMS 工作站，是海军陆战队为 AV-8B 飞机配置的新型作战计划和保养支援系统。它是在该种飞机的移动地图显示的基础上加以扩充改进而成的，在海湾作战中，不仅能产生数字化的地图，而且可以用来完成详细的作战计划和保养支援任务。

美国空军使用的工作站，在作战过程中，可以在一帧标明伊拉克防空情报的数字化地图显示画面上，飞行员经过程序分析可以标绘出自己的飞行线路图，可为飞行员指明如何干扰敌方雷达，何处是敌方雷达因地形阻挡所形成的盲区，可以引导飞机安全通过伊拉克的防空系统，工作站还能显示敌方武器的红外寻的或寻的装置和监视设备的有效范围，并在地图显示器上显示一系列彩色箭头，以指示飞机通过防空系统的最安全的路线。

图形工作站是一个集大、中型计算机的计算功能，图形处理功能及灵活的网络性能于一体的集成化的最新的计算机系统。在海湾战争中，图形工作站的运用更使人瞩目。

（八）海湾战争中的计算机

海湾战争中，充分体现了高技术兵器的极大效用。在 C³I 系统，电子对抗系统，雷达系统，导弹发射系统和其他高技术兵器使用系统，广泛运用了电子计算机。计算机控制精确制导系统使美国的“战斧”式巡航导弹和 F-117 隐形战斗机直接命中伊拉克的军事目标，而将平民的损失和伤亡减少到最底限度。在防空系统中，由计算机控制的相控阵雷达和计算机制导的导弹，有效地拦截了伊拉克的“飞毛腿”导弹。通过巨大的计算机网络，高速传送重要的战术数据和后勤数据，通过计算机指挥、控制、通信和情报工作。电子计算机已成为美国国防部和军队各级指挥机构进行决策、指挥的重要设备。海湾战争实践表明，广泛使用电子计算机是富有现实意义和卓有成效的。

电子计算机在海湾战争中得到了广泛应用，并对取得战争胜利起了极为重要的作用。主要用途有：

（1）制定和实施作战计划。从兵力调动、作战准备、空袭和地面作战实施的全过程，无不借助于计算机的周密计划和安排。在沙特首都利雅得的美军总部秘密地更换一套尖端的数据处理情报系统，在极短时间内就地处理了大量由卫星直接传送来的包括国家数据在内的各类情报数据，对保证作战胜利起了重大作用。

（2）军事空运和海运。在战争准备期间，美国计算机科学公司开发了一个“联合部署系统”，参与了巨大的空运和海运，保证了大量的人员、装备和作战物资，按时运抵海湾地区。作战准备中，每天有 80 趟运输机把 7.2 万军队和 10 吨物资运到海湾。从美国东海岸到沙特，部队人员的空运距离达 7000 英里。部队作战急需的装备，如坦克，装甲车，直升机，大炮等均由海上运输，海运距离达 8000 英里。这次军事运输大量地利用了计算机的管理系统。海湾战争的军事输送成了一次“大流量战争”。

（3）后勤支援管理，美军空军使用了两种新研制的“库存与管理分配系

统”，“武器管理信息系统”进行后勤管理。前者能使空军快速处理各飞行部队备用件清单，后者可向指挥官提供飞行部队的战备和持续能力分析。

（4）作战计划的制定和保养支援。美国海军陆战队建立了一种新型的作战计划和保养支援系统工作站。由三个分系统组成：一是，地图站，建立彩色地图数字数据库，主要利用美国国家海洋和气象局提供的航空图数据，也可用便携式彩色扫描纸面地图和照片，以建立任何需要的地区数据库。二是，操作站，采用菜单驱动方式，便于飞行员制定本飞行中队的计划。当航行路线、目标、机载武器、通信和威胁数据等任务参数一经确定后，就叠加在地图站的彩色地图上，三是，当飞行结束后，数据存储器在飞行中记录的飞机发动机数据。机体疲劳数据和事故报告等送入保养站进行处理。

（5）空军作战飞行。美空军设立的工作站，通过美空军电子安全指挥部研制的 IMOM 程序，可帮助作战飞机安全通过伊拉克的防空系统。

（6）武器控制，计算机对于提高武器系统的性能有着十分明显的作用。此次战争中，每一种独立的武器系统，甚至士兵手中使用的一些武器，无不装上计算机或嵌入式微处理机。计算机在武器控制系统发挥了重大作用。

（7）在 C³I 系统中发挥了最佳作用，美军使用的计算机在机载预警和控制系统，在组织空袭和指挥地面进攻，在进行空中支援中，都取得了卓越功效。同时，战场指挥官可以直接通过数据链，从卫星上获取情报数据。

此外，战场上使用的电子干扰系统，高倍望远镜，灵巧炸弹，夜视装置，机动发射器，无人驾驶遥控飞行器等，也都是由计算机控制的高技术结晶。

海湾战争中，美军使用了上万台各种形状、各种性能、不同尺寸，不同年代生产的计算机。可谓包罗万象。在计算机使用中有几个特点要向读者说明。在海湾战争中，使用最多的是各种微型机。除了指挥、通信中心以外，几乎全部采用的微型机。军用机和商用机共用，特别是软件的兼容性。大量使用的是商用 PC 机等微机通用的网络。由于战区环境十分恶劣，很重视计算机加固，加固后的计算机表现良好。大量采用了高性能的微机和高性能的工作站。战争中，美国由计算机辅助指挥的空袭，由计算机制导的武器，以及完善的指挥控制、通信和情报系统。使多国部队对伊拉克作战中占有绝对压倒的优势。发挥了电子计算机的最大效能。

十、太空中的使者——卫星

卫星，是当今人类社会中的一项高新技术，而且在诸多领域里发挥着越来越多的积极作用。自从 1957 年 10 月 4 日，前苏联成功地发射了世界上第一颗人造地球卫星以来，世界各国大约发射了 4000 余颗卫星，它们在浩瀚的空间按预定的轨道运行。虽然它们在亿万璀璨的碎星中只是沧海一粟，但这些人间的“怪物”都挟持着各自的目的。在这些卫星中，军用卫星大约占卫星总数的 70%。据美国军事航天部门的人士说，目前在地球周围的近地空间里，大约有 150 颗军用卫星在日夜不停地环绕地球飞行。

军用卫星在现代战争中，具有重要的战略战术价值。它构成了 C³I 系统的重要组成部分。美国和前苏联的战略情报，约有 70% 以上来自军用侦察卫星。

1973 年 10 月，第四次中东战争中，美、苏相继发射卫星侦察战况。美国通过卫星发现，埃及第 2、3 军团接合部是一个薄弱环节，美国把这一情报提供给以色列，以军便插入埃及军队背后，使埃军陷于困境。1982 年，英阿马岛战争中，美、苏发射卫星密切监视着南大西洋。据报导，前苏联曾向阿根廷提供英军舰队的卫星情报，使阿军得以捕捉到英国海空军力量的核心“无敌号”航空母舰的行踪和准确位置，阿空军前去轰炸。而英国的核潜艇“征服号”用鱼雷击沉阿根廷“贝尔格拉诺将军”号巡洋舰，也正是得助于通信卫星。它使英军舰队及时得到了来自万里之外的英国本土上最高指挥当局发出的“准予攻击”的命令。

1991 年的海湾战争，军用卫星云集海湾，美军至少用了 50 颗军用和商用卫星，直接或间接服务于战争。这些卫星中，包括侦察、通信、电子、预警、气象、导航等卫星，日夜监视着美伊双方的作战态势，为作战提供着重要的情报信息。美国作战所需 70% 以上的战略情报主要来自间谍卫星。卫星成了远程战略通信的主角。我们研究和了解现代化、自动化指挥，缺少不了要熟悉现代卫星技术和卫星的应用。

（一）卫星技术的发展

前苏联于 1957 年 10 月 4 日，成功地发射了世界上第一颗人造地球卫星。从此揭开了人类向太空进军的序幕。也标志着超级大国的军备竞赛开拓了新的领域。这颗卫星是沿椭圆轨道（绕地球运行的，其轨道近地点为 228.5 公里，远地点为 946.1 公里，轨道倾角（轨道平面与地球赤道面的夹角）为 65°，运行周期（绕地球一周的时间）为 96.17 分钟，整个卫星重 83.6 公斤。卫星直径 58 厘米，星体结构材料为铝合金，星内装有无无线电发射机和测试仪器等。第一颗人造地球卫星是使用“卫星”号运载火箭升空的。整个运载火箭起飞重量为 267 吨，高达 29.2 米，最大宽度 10.3 米。

同年 11 月，前苏联又把世界上第一颗携带小狗的生物卫星送入太空。卫星重 508.3 公斤，除小狗外还装有空气，食物和其他生理测量仪器。该卫星在太空遨游了 100 多个小时，完成了实验任务。经过这次试验证明人造卫星内生物可以安全生活于宇宙之中。

前苏联发射卫星之后，美国于 1958 年 1 月 31 日，发射了“探险号”1 号人造地球卫星，也垮进了外层空间。该卫星重 8.22 公斤，锥顶圆柱形，

高 203.2 厘米，直径 15.2 厘米。距地球近地点 360.4 公里，远地点 2531 公里，轨道倾角 33.34 度，运行周期 114.8 分钟，由“丘比特”C 四级运载火箭升空。

法国于 1965 年 11 月 26 日发射了第一颗“试验卫星”，星重约 42 公斤，运行周期 108.61 分钟，近地点 526.24 公里，远地点 1808.85 公里，轨道倾角 34.24°。由“钻石”三级火箭发射升空。

日本于 1970 年 2 月 11 日，发射了一颗名为“大隅”号的卫星。星重 9.4 公斤，运行周期 144.2 分钟，近地点 339 公里，远地点 5138 公里，轨道倾角 31.07°，由“兰达”-45 四级固定火箭升空。

我国于 1970 年 4 月 24 日，成功发射了第一颗人造卫星，“东方红”。该星直径约一米。重 173 公斤，近地点 439 公里，远地点 2384 公里的椭圆轨道绕地球运行。轨道倾角 68.5°，运行周期 114 分钟。由“长征”1 号三级运载火箭发射。

此外，英国、加拿大、意大利、澳大利亚、法国、荷兰、西班牙、印度、印度尼西亚等国也先后发射和准备发射人造地球卫星。三十多年来，各国共发射了 4000 多个卫星，在卫星技术上已经有了很大进步。已经广泛应用于经济、教育、军事、文化、艺术、科研等各个领域，成为当今时代人类社会生活的重要组成部分。

（二）军用侦察卫星

在世界各国发射的几千颗人造地球卫星中，军用侦察卫星约占卫星总数的 40%，它在军用卫星中不仅数量最多，而且应用最广，它具有其他侦察手段所无法比拟的特殊优点。可以这样说，当今世界上的每个地区都在侦察卫星的监视之下。外层空间的前哨战，也首先是通过卫星进行的。而且即使是平时，也是默默地进行着。所以说，人们把侦察卫星叫做“地球监视器”是有一定道理的。

使用侦察卫星实施侦察，是当前最有效的侦察手段，比其他任何侦察方式都有不可比拟的优点。

军用侦察卫星主要特点是：

（1）速度快。在近地轨道上的侦察卫星，每秒飞行七八公里，绕地球一周只需一个半小时左右，一个比较长寿命的卫星，可以在太空持续工作两年以上，从而保证了侦察的及时性和连续性。利用侦察卫星传递情报的速度更快。海湾战争期间，从海湾发出的情报，通过 46000 英里的卫星线路传输到美国白宫和五角大楼，只需不到 3 秒钟时间，传递速度之快是惊人的。

（2）范围广。卫星居高临下，视野开阔，侦察范围广，获得情报多。比如卫星视角在为 20° 的情况下，从 3000 米高度的飞机上可看到 1 平方公里的面积，而在 300 公里高度的卫星上看，可看到 10000 平方公里的面积。卫星一天可绕地球飞几十圈，只要运行的轨道合适，几乎可以看遍全球。如果发射几颗卫星，构成卫星侦察网，可以在某些地区实施不间断的几乎无遗漏的监视。

（3）精度高。利用卫星进行侦察，清晰、准确，精度高。海湾战争中，美国“曲棍球”侦察卫星装有图像探测器，由雷达发射微波信号到地面，经回收识别后再反射到太空。它的活动不受云雾和黑夜的限制，可识别地面三

英尺高的目标，尤其适应于干燥的沙漠地区拍摄卫星照片。它能分辨出坦克的种类，计算出坦克、帐篷、甚至人员的数量。据说，它还能检测出地下几米的物体，使美国情报机关能绘制出伊拉克的地下军事设施图。卫星侦察的精确度是一般侦察手段所不及的。

(4) 限制少。利用卫星进行侦察安全可靠，合理合法，有超越国境的自由，不存在侵犯领空、领海和受防空武器威胁的限制。国际公认离开地面高 100 公里以上的空间，不属于地面国家的领空范围。宇宙空间不受国界限制，卫星可以任意出入。因此，侦察卫星较之任何高空侦察机有更大的安全性。同时，也不受地形、气象等条件的限制。

利用卫星进行侦察，在国家战略侦察中占有极为重要的地位。

由于它的作用和特有的专长，近年来越来越多的代替了高空侦察机的活动，正因为如此，美国近 20 多年来大大减少了利用高空侦察机对别国领空的间谍侦察活动。

根据不同的侦察目的，侦察卫星上载有相应的电磁辐射频段的遥感器，据此，侦察卫星一般分为：照像侦察卫星、电子侦察卫星、导弹预警卫星、核爆炸探测卫星，海洋监测卫星等多种类型。

1. 照像侦察卫星

照像侦察卫星，使用可见光照像机、红外照像机和多光谱照像机等作为遥感手段。照好的胶卷由胶卷返回舱或是用卫星一同收回地面。卫星常沿近地椭圆轨道运行，近地点 150 ~ 200 公里，有些卫星还具有机动变轨能力，以利用云层间隙摄影或降低高度拍摄而提高分辨率。到 1986 年底，美国发射照像侦察卫星 244 颗，占军队所用卫星的 40%，前苏联发射 710 颗，占军用卫星的 60%。目前美国“大鸟”照像侦察卫星(图 10-1)获得的照像情报，分辨率可达到 0.3 米。即可分辨出地面的单个行人。请看下列实例：60 年代，美国的照像侦察卫星查实了前苏联部署的洲际导弹为 14 枚，而不是原来估计的 400 枚。美国掌握了前苏联核力量的确实情报，因而在苏联向古巴运送导弹期间，美国采取了强硬措施，迫使前苏联撤回导弹。1976 年 12 月，美国发射了“KH-11”照像侦察卫星，对前苏联的重要设施进行了密集摄影，并将其数据变成电子信号经由最近的军用卫星传送回来。所以前苏联未能发现这一卫星发出的电波，即错误地判定它是颗“死卫星”。结果美国对前苏联的洲际导弹，新武器研制和试验情况都了如指掌。目前，现有的照像侦察卫星，为了得到实时情报，在卫星上安装了电视摄像机，多光谱扫描仪等设备，把扫描拍摄下来的图象直接、实时地通过无线电波等传输回地面。即不是采用回收的办法，比如，美国在海湾战争中使用的最新的侦察卫星“锁眼”卫星，即采用这种电视摄像侦察方法。这样，可以得到实时性侦察情报。

图 10-1 “大鸟”与 KH-11 示意图

2. “锁眼”侦察卫星

“锁眼”侦察卫星，属于美国照像侦察卫星系列，代号为“KH”。从 1959 年起已经发展了 6 代。分为普查型和详查型两种型号。普查型地面卫星分辨率为 3 ~ 5 米，能识别出桥梁、机场、水面舰艇等目标。有的地面分辨率能达到 0.6 ~ 0.35 米，可识别出雷达、仓库等目标。普查型卫星覆盖面积一般可达几千平方公里至 2 万平方公里。详查型地面卫星分辨率优于 2 米，一幅图象可覆盖几百平方公里。第 4 代综合型照像侦察卫星称为“大鸟”卫星，代

号为 KH-9。既能执行普查任务又能执行详查任务。目前第 4 代已停止生产。第 5 代照像侦察卫星代号为 KH-11 型(图 10-1)，是，目前使用最多的一种，卫星近地点为 240 公里，远地点为 530 公里，普查详查均可完成。这种卫星与前几代相比，不再使用图片返回系统，而是使用数字成像装置。它携带有红外和光谱探测系统，高分辨率像机和测试雷达。所摄图像可识别地面的单个士兵。其红外和多光谱扫描仪可昼夜侦察，确定导弹和导弹发射架的位置，能将伪装的、人造植物和天然植物区别开来。它的测试雷达可发现云层下的目标。海湾战争中，此种卫星在海湾上空高轨道运行，是多国部队收集情报的关键部分，一直密切监视着伊拉克的军事行动，并监视着伊拉克被多国部队飞机轰炸的毁坏程度，伊拉克导弹的移动情况，收到很好的侦察效果。第 6 代代号为 KH-12，是新一代更先进的数字图像传输性侦察卫星。它的分辨率为 0.3~0.1 米。它采用高分辨率的数字成像技术和先进的光学遥感设备，比 KH-11 有更高的红外电子侦察能力和轨道机动能力，可随时改变轨道飞行高度。甚至改变轨道平面，能尽快飞往欲侦察地区上空执行侦察任务。卫星寿命可达 6 年以上，图像地面分辨率达 0.1 米。

3. 弹道导弹预警卫星

弹道导弹预警卫星，主要依靠红外望远镜和电视摄象机来监视敌方导弹发射时发动机喷焰所产生的红外幅射特征，为己方防御弹道导弹提供预警时间。这种卫星，通常发射到地球静止卫星轨道，或周期约 12 小时的大椭圆轨道上，一般由九颗卫星组网。到 1986 年底，美国发射了 35 颗，前苏联发射了 37 颗。莫斯科反导弹防御，见图 10-2。美国的导弹预警卫星由定位于印度洋、太平洋和南美洲上空的 3 颗同步轨道卫星组成卫星预警系统，一般可对陆基导弹提供 20~30 分钟的预警时间，对潜射导弹可提供 15 分钟预警时间。美国原来设想，北美防天防空预警系统的预警卫星，可在敌导弹发射后 90 秒探测到目标，立即将收到的信号传

图 10-2 莫斯科反弹道导弹防御

至地面站，3~4 分钟即能将此信号传到防空防天司令部，从探测导弹发射时起，大约经过 6 分钟时间，就能证实是不是导弹袭击。如果是，还能计算出该导弹将要袭击的目标，可获得 20 分钟的预警时间。这样，美国最高指挥当局就可以采取必要的拦截措施。导弹预警卫星，已成为国家战略防御的重要环节，成为侦察对方战略目标的主要手段。

4. 电子侦察卫星

电子侦察卫星，是随着现代电子技术发展而产生的一种新型电子侦察工具，它是太空中的电子侦察站。它的主要任务有两个：一是侦测对方预警、防空、反导弹等雷达的位置及信号特征，为己方弹道导弹、战略轰炸机和巡航导弹执行突防、攻击任务提供数据和对其实实施电子干扰提供数据；二是探测对方军用电台的位置并窃听其通信。有时也用来截收对方导弹试验时向基地发回的遥测信号，以掌握对方战略武器发展动态，将截获的信号记录在磁带上或存储在计算机里，在卫星飞经本国上空时，发送到地面接收站。电子侦察卫星通常运行于 300~500 公里上空，甚至 1000~1400 公里的近圆轨道。电子侦察卫星按侦察任务分雷达侦察型、无线电通信侦察型和弹道导弹试验侦察型三种。到 1986 年底，美、苏已分别发射 83 颗和 139 颗这种卫星。

美国电子侦察卫星有如下几种。

“折叠椅”电子侦察卫星，是美国军角侦察卫星系列的组成部分，在海

湾战争中，使用的3种电子侦察卫星之一。该卫星采用大椭圆轨道，近地点320公里，远地点位于前苏联西伯利亚上空，高度38700公里，用于截获通信卫星的通信情报和侦收反弹道导弹相控阵雷达以及空间跟踪雷达的信号。

“大酒瓶”卫星，是美国第三代电子侦察卫星，卫星重约2500公斤，装有直径为90多米的天线，主要用于截获通信和电子情报信息，特别是导弹发射的遥测信号。它的截获能力比第二代电子侦察卫星高50%。今后“牧人小屋”“折叠椅”卫星将被“大酒瓶”卫星取代。

“搜索者”中轨道电子侦察卫星，其轨道高度为500公里，装有高灵敏侦察接收机和天线，能对选定的无线电台和雷达发射的电磁波进行侦收和记录，测定工作参数，核定幅射源精确位置。可为导弹和轰炸机突防提供情报保障。

“流纹岩”电子侦察卫星，属静止轨道卫星，它是全球性监测网中最先进的一种监听装置，它随时保持有两颗在地球同步轨道上，一颗位于非洲的霍恩上空，另一颗位于印度洋上空。“流纹岩”携带的天线最大直径超过20米，垦截电子滤波器能滤除背景噪声和干扰信号，它能够截收微通信、无线电话及洲际导弹试验的遥测信号。目前，该卫星参与美国、加拿大、澳大利亚，英国收集情报合作协定。

电子侦察卫星，具有强大的电子侦察能力，同时，也存在一些弱点。如当地面雷达和电台过多，电子信号过密时，卫星难以从中筛选出最有用的电子信号；当卫星飞临敌方上空时，敌方使雷达和电台关机，或是使用欺骗性技术参数，发射虚假信号，电子侦察卫星就难以获得真实的电子情报了。

5. 海洋监视卫星

海洋监视卫星，主要用于监视全球水面舰艇、水下潜艇活动，侦察舰载雷达信号和无线电通信卫星，有时也用来提供舰艇之间，岸舰之间的通信。卫星运行于1000公里左右的近圆轨道，倾角为 63.4° 。在测定舰艇位置、航向、航速时，可用主动卫星；在测定舰载电子设备时，可用被动卫星。一般主被动卫星成对发射，协同工作。海洋监视卫星有两种类型：一是，雷达遥感型，直接监视海上舰艇活动。1978年坠落于加拿大的前苏联卫星“宇宙—954”即属于此类。另一种是电子侦察型，通过截收海上舰艇的雷达、通信无线电波信号，从而确定它们的规模和位置活动情况。到1986年底，美国、前苏联分别发射了56颗和22颗海洋监视卫星。美国主要是“白云”和“飞弓”预测卫星，通常以几颗卫星组网，轨道高度为1000公里，执行海洋监控任务。

6. 核爆炸探测卫星

核爆炸探测卫星，是用来测定核爆炸具体情况的卫星。核爆炸时，会产生冲击波、光幅射、核幅射、电磁脉冲等各种效应在不同条件下这些效应又各有特点。在核爆炸侦察卫星上，载有特殊遥感设备来探测这些效应。从中可以获得有关核装置基本性能的情报。从而了解别国发展核技术与核军事力量的动向。

（三）导航卫星

什么叫导航？飞机、舰艇、导弹和车辆都需要导航和定位。目前世界上最现代化的导航方法就是卫星导航，也就是说，人造卫星在空间轨道上运行

是有规律的。根据这一特点人们可以随时计算出卫星在空间的座标，把卫星作为一个导航标志，帮助海上的舰艇，空中的飞机，导弹或地面上的行人，确定位置，并引导其航行，从而实现导航。

导航卫星，原先是出于军事目标而研制的。比如美国 1964 年投入使用的“子午仪”导航卫星系统，它在开始时，就是为导弹核潜艇在全球航行而服务的，后来逐步用于航空、航天、地面作战部队。到 1968 年“子午仪”卫星导航系统又向民用船只开放。

目前，美国的导航卫星主要由两个系列，即“子午仪”导航卫星系列和“导航星”全球定位系统。

“子午仪”导航卫星，于 60 年代中期交海军使用，70 年代以后，执行改进计划，并于 80 年代初，发射用于取代“子午仪”卫星的新星“导航卫星”。“子午仪”导航卫星属于低轨道系列，运行高度 1100 公里左右的圆形轨道上，利用多普勒频移和标准时间的定位原理进行导航，具有全天候，全天时导航和利用单颗卫星定位的优点，以提供高精度的经度、纬度定位数据，但不能进行连续实施导航。平均两次定位间隔时间为 35~100 多种，有时最长可达 10 个小时，全球用户一般每隔 1.5 小时，便可利用卫星定位一次。“子午仪”导航量，经常保持 4~5 颗卫星在轨工作。卫星连续发播频率为 150 兆赫和 400 兆赫的双频导航信号，卫星发播的信号中还有表示卫星在不同时间所处天体位置量历表和精确的协调世界时。

“导航星”全球定位系统，是美国最先进的导航与定位系统。于 70 年代初研制，80 年代中期，已发射 15 颗星，整个系统于 80 年代末完成。“导航星”全球定位系统主要为潜艇、水面舰艇、飞机、卫星、航天飞机、地面车辆和人员进行导航和定位；为洲际弹道导弹进行中继制导，作为惯性制导系统的补充，以提高导弹的精度；为巡航导弹，战术导弹进行制导，配合惯性制导和地形匹配系统，以提高导弹的命中精度，还可用于飞机精确投弹或武器发射；照像侦察和大地测量；飞机着陆导航；飞机空中交会、加油、空投和空运；航空交通管制和指挥，火炮的定位与发射；舰只舰位的保持及搜索、抢救等。

“导航星”全球定位系统（图 10-3）的控制部分包括五个地面站：阿森松岛（大西洋）、迪戈加西亚岛（印度洋）、关岛、夏威夷和夸贾林岛（太平洋）。总控制站设在美国科罗拉多州的科罗拉多斯普林斯。用户部分接收导航信号的接收机分为一个波道，两上波道和五个波道三种，安装在 200 多种载体上。

图 10-3 导航星全球定位系统

1991 年海湾战争中，美军利用“导航星”全球定位系统准确地进行空中加油和集群轰炸、导弹精确攻击、潜艇和水面舰艇准确发射导弹、炮弹对舰和对岸轰击等。

——气象卫星

气象卫星，在军事上民用上都有极为重要的使用价值。就军事作用来讲，它能够提供有关云层覆盖数据，这样能有效地为侦察卫星制定任务。根据战术需要，移动式接收站能提供 7400X3000 公里范围的实时气象照片。这种气象信息，无论何时，对任何军事行动都是有用的，对制定飞行计划特别有价值。总之，气象卫星下仅能力陆海空作战行动提供战略。战术气象情报，而

且能常为照像侦察卫星探测路线，提供被侦察地区上空的气象情报。

海湾战争中，美国空军控制着两颗具有防御气象程序的卫星，每隔 24 小时两次飞经海湾上空。卫星使用传感器收集详尽的气象信息，并把数据存储于卫星上的磁记录器内，以便传送到夏威夷地面站和华盛顿州的空军基地。然后，商用通信卫星中继传送到航空气象处的空军全球气象中心。由此又通过卫星把数据传送到海湾各地的美军指挥所使用。

十一、神奇的通信技术

什么叫通信？简单地说，就是将发信者的信息交流给收信者的过程称为通信。通信是信息交流的渠道，是 C³I 系统的基础。通信联络是军队和军事行动的神经，是组织与指挥战争战斗的工具。从海湾危机到战争，美军动用了各种先进的通信设备。如卫星通信系统，国防数据通信系统，移动用户设备技术通信网，改进后的高频通信系统和单信道地面与机载无线电系统，以及大量的侦察预警卫星，侦察预警飞机和全球定位系统等。这些系统及其设备的全频段、多层次、多手段和多方式，为指挥控制和协同作战提供了有效的通信保障，为取得战争胜利创造了十分有利的条件。所以说，通信在现代化战争中的各个方面都发挥着重要作用，是现代战争主要的技术手段之一，通信是 C³I 系统的重要一环，没有发达的通信系统，就不可能实现自动化指挥。

（一）海湾作战的通信特点

海湾作战的过程中，美国使用了多种现代化通用手段，保持了顺畅的通信联络。从而也保障了多国部队有效可靠的指挥。

建立了新的通信系统，美国的国防通信系统，是一个为美军提供全球通信的系统。可是，在中东和南亚地区的覆盖面有限，为此美国又组织了一个固定式和移动式通信设备相结合的，可以覆盖整个波斯湾地区的通信系统，在 1990 年全部联入国防通信系统。这样美国的国防通信系统便拓展到了海湾地区。在沙特建立了一个信息系统司令部，下设信息作战指挥部，由美军技术人员与沙特人员一道建立了计算机网络和有线、无线微波通信系统。从而使设在美国本土的指挥中心，对海湾地区的美军及其盟军保持了密切的通信联系，实施了及时、可靠的指挥。

战略卫星通信，是海湾作战的重要通信手段。由国防卫星通信系统的 6 颗卫星运行在印度洋和大西洋上空。据此，各军兵种都配备了国防通信系统终端和接口装置，战场部（分）队配备有小口径天线地面站，直接沟通海湾作战前线与美国总部的通信联络。另有 6 颗卫星实现舰队与舰队，舰队与岸基之间的通信。美军司令部还建立了一种称为“ODS-Net”的沙漠风暴行动的卫星通信网，这种通信网可以迅速改变其结构，以适应在遭受战争破坏的区域内建立数据传输业务的需要。它由 20 个分网组成，这些分网统一由一个网络检测中心管理。由于这个网络控制中心负责检控路由选择器、桥接器、分组交换机和卫星天线，因此亦被称为沙特网络机载预警和控制系统，它能使由海湾发出的数据，直接传送到美国海湾战争指挥总部。据说，美国国防通信局处理的从沙特到美国的通信业务中，有 90% 是通过卫星传送的。从海湾发出的数据通过几千英里的卫星线路输送到美国，不到 3 秒钟。战争中，由于部队快速机动和远距离作战等特点，一般的无线电通信手段难以满足其通信需要。故美军一些空降师，步兵师主要采用多信道 SHF 战术卫星通信手段，以保障对部队的指挥控制和对上级作战中心的通信联络。作战中多国部队使用了多种型号新的野战电台。驻海湾的陆军和海军陆战队，为向部队提供时间、地点和速度的信息，几乎每辆坦克、装甲车，每架飞机，每艘舰艇各个指挥单位都装备了全球定位系统机动接收机。预警飞机上的高频、甚高

频、特高频等通信设备与地面和海上舰艇的通信设备一起构成了应急的无线电通信网，从而保障了各部队的作战指挥。

国防数据网，在海湾战争中发挥了极为重要的作用。它是与多合计算机构成网络的美国“国防通信系统”重要组成部分。用“爱国者”导弹击毁“飞毛腿”导弹就是使用的国防数据网。当一枚“飞毛腿”导弹离开发射架时，马上就被高空中巡逻的预警飞机发现，通过卫星信道，将信息传送到澳大利亚的美军大型计算机数据处理中心和美国总部。经过处理后的信息通过“国防数据网”被迅速准确地传向各个军事要地。将导弹轨迹信息传送到“爱国者”导弹基地，指引导弹发射并跟踪摧毁敌方导弹。将发射地点信息传到正在天空中巡逻的战斗机，引导它们去摧毁导弹发射架。将警报信息传送到被袭击地点，发出空袭警报。而这全部事态均被传送到设在沙特阿拉伯的“美军信息系统司令部”和美国的“五角大楼。”在这全部事件当中，“国防数据网”如同一个庞大的神经中枢系统。担负着全球范围内的高速、准确、不间断地传递各种军用数据信息工作。

移动用户设备战术通信网，是美军最新的通信系统，在海湾战争中首次使用。它是美军为满足 21 世纪空地一体战对通信的要求，利用法国“里达”网技术，与法国共同研制和生产的一种野战通信网，1988 年开始，陆续装备部队。海湾战争中，用作陆军军、师级的主要通信系统。它把交换、无线电干扰连接、通信加密和系统控制等功能都综合在一起。这种电路交换网是通过无线连接和有线连接，把固定用户与移动用户连接在一起。该通信网可为战场上的数字无线电用户、交换系统用户、信息处理设施和战斗网无线电用户提供话音、数据、电传和传真通信业务。这种系统具有机动、保密、抗干扰性能。最大特点是采用复联结构，在整个网络中，不论是哪一部分网路遭到破坏或被摧毁，它都能自动绕过被损部分，通过复联的其他中央台，继续信息传递，保持通信畅通。所以，这种战术通信系统特别适合于战场使用。美军和其他多国部队的军、师使用该系统，使其在保证有效的战地战术通信方面发挥了十分重要的作用。

“阵地位置”及“联合战术情报分配系统”。是战术通信的重要手段之一。前者，可以通过各个通报装置，将军（师）各级单位的位置和战斗态势情况随时随地传送给指挥中心，以便指挥官充分掌握部队动向，进行有效的兵力部署，组织陆、海、空军协同作战。战斗中，这种阵地定位系统，在空袭和地面作战中，都发挥了重要作用。后者，是三军共同的通信系统，它具有保密、抗干扰、大容量的数据和话音通信系统，并且有导航和敌我识别功能，该系统是时分多址通信网络，网络采用无节点结构，任何一个终端均可起接力站作用。美军部署在海湾地区的多数飞机、舰只都能接入联合战术信息分发系统。系统的容量用来保障战术分队、飞机、水面舰艇、潜艇和其他用户工作。

E-3A 预警飞机，F-14 和 F-15 战斗机以及地面小分队等装备了该系统的终端。并通过这些终端的接力作用，将空中战术情况，尤其是防空预警及时传送给地面部队，有利于野战防空作战，如图 11-1。

图 11-1 安装在装甲车上的综合信息通信设施

（二）现代通信技术的发展

在人类历史上，由于技术条件、地理距离、天气云雾、语言不通等自然条件的障碍，使信息交流受到极大限制。远古的不说，只讲 15 世纪时的 1492 年，哥伦布发现了新大陆，由于通信手段落后，西班牙皇后只好等到半年多以后，才得知这一消息。到 19 世纪时，1865 年美国总统一林肯惨遭暗杀，当时称为工业先进的英国政府是事后第 13 天才获得这一消息的。迄今一个多世纪以来，通信技术和通信卫星有了惊人的发展，新的通信业务不断涌现。1885 年，意大利人马可尼和俄国人波波夫就同时研制并试验成功了世界上第一台无线电发射机，继而无线电通信得以迅速发展。1920 年前，长波是唯一实际应用的通信波段，本世纪 20 年代以后，由于发现了电离层能够反射电波，所以短波通信被大量采用。1922 年后，单边带通信技术开始推广。第二次世界大战前，超短波通信已崭露头角，并出现了无线电接力通信。二战期间，开始使用微波通信。战后以来，微波接力通信、散射通信，卫星通信等新型通信手段相继投入使用。世界上许多国家已普遍使用电话，电报，传真和电视。一些发达国家，在近二三十年间相继建成了现代化的通信网，普及了市内电话，实现了长途电话自动化。1969 年美国阿波罗登月船，把人送上月球，这一破天荒的重大新闻，只用 1.3 秒钟就传遍世界。1979 年 3 月，英国首先使用了可视数据新通信业务。随之在一些国家出现了电文广播、电子邮件、智能用户电报和会议等新业务，于 80 年代先后进入实用阶段。当今世界上，许多重大事件通过电视传送，如航天飞机发射，海湾战争实况，联合国大会召开盛况，更不用说国内各地活动情况，都能够实时地使全球获得这些信息。这些惊人之举，都是通信技术发展的结果。

随着微电子技术和数字技术的发展，通信技术已进入高频段、大容量、远距离、高可靠性的直接传递技术阶段，传输频段已从长波、中波、短波、超短波、微波、毫米波发展到光波段。在通信手段方面，有线通信从明线发展到对称电缆，同轴电缆乃至毫米波波导通信。无线通信从短波发展到超短波，微波中继，对流层散射，直至卫星通信。70 年代又出现了光导通信。有线和无线的界限已难以分辨。传统的模拟信号传输方式正在逐渐被数字传输技术所代替，点对点的通信，已形成多点相连和一点对多点的通路网络。

电子计算机与通信相结合，是通信技术发展的又一次重大变革。信息处理系统正与信息传递系统融为一体，通信两端人对人的通信，正变为人对计算机、计算机对计算机的通信。C³I 系统的出现及其在实战中运用，已标志着现代通信技术和通信手段发展到一个崭新的阶段。

随着计算机技术的发展，一些国家提出了从分设的各种业务的模拟网向综合业务数字通信网发展。将话音业务和非话音等各种业务综合于一个网中，而且要实现地理上的综合，由区域性的数字网综合为全球数字通信网。他们正在按照预定发展战略，逐步地建设这种通信网。

现代通信技术已不再是以邮政、电报、电话业务为支柱，而是以微电子技术、计算机技术、激光、光导纤维和通信卫星等当代高技术为支柱。其中，电子计算机是现代通信技术的核心，微电子技术是现代通信技术的基础。通信不仅是国民经济部门的先行者，而且是现代化电子战争的主要技术手段之一。为此，各国都把通信建设作为国家和军队建设的重点。

（三）通信技术和手段

1. 卫星通信

卫星通信是利用定位于赤道上空约 36000 公里的卫星作中继站，转发无线电波，在电波覆盖区域内两个或两个以上的地面站之间进行的通信。看起来，通信卫星似乎定点于赤道某一点上空以 36000 公里处“不动”。这种运行轨道的卫星叫作：“定点卫星”和“同步卫星”。卫星技术是一种新兴的通信技术，它与其他通信手段相比，有如下五个方面的优点。

(1) 覆盖范围大，通信距离远。一颗同步卫星的电波可覆盖地球表面的三分之一，可以使相距 17000 公里的两个地面站直接通信。在赤道上空等距离分布三颗通信卫星，基本上即可实现全球通信。美国 1978 年 12 月至 1980 年 11 月向地球静止轨道上发射了四颗卫星，构成了舰队卫星通信系统，实现了全球通信。

(2) 传输质量高，卫星通信不受地形地物等自然条件限制，且不易受人造的干扰，不受通话距离的影响，通信稳定可靠。美国 1982 年 10 月发射的国防通信卫星——，是一种先进的军用静止通信卫星，通信容量达 3900 条话路，工作寿命力 10 年。卫星采取多波束透镜天线，扩展频谱和跳频等先进的抗干扰技术。星体采取抗幅加固措施，能承受低能级闪光效应和 γ 射线、X 射线和电磁脉冲的辐射。该卫星使用于固定终端站和机载。舰载终端站，传输质量高，通信稳定。

(3) 通信容量大，一颗通信卫星可通数千路乃至上万路电话，并可传输高分辨率的图片、电视图象和其他信号。目前国际通信“V”号，可同时进行 12000 路电话通信和两路彩色电视广播。有的国家最高统帅可以通过通信卫星与分布在地球任何一个角落的士兵通话。

(4) 机动性能好。不仅可以作为大型地面站之间的远距离通信干线，还可以为各种小型机动，移动终端站提供通信渠道。可以在短时间内建立各个方向上的通信联络，把通信网迅速延伸到新的区域，特别是那些受到破坏需要重建通信的地区。

(5) 生存能力强。不受核爆炸和其他手段的破坏。

卫星通信，世界上许多国家已开始使用，并在 C^3I 系统中建立了多种类型的卫星通信系统，在一些局部战争中广泛运用，尤其是在海湾战争中，美国的卫星通信在兵力部署、战斗准备、后勤支援、作战组织与指挥等过程中广泛运用，发挥了重要的作用。美国参谋长联席会议主席科林·鲍威尔上将说“由于有良好的规划和我们对卫星重要性的理解，我们才能迅速并顺利地建立一个成熟的战略、战术的通信网络。”

2. 无线电通信

无线电通信是利用电磁波在空间传播代表声音、文字、图象等信号的通信方式。

根据无线电波段和频谱的划分，无线电通信可分为九类：

(1) 极低频，频率范围 30 ~ 3000 赫兹，波长范围 1000 ~ 10 万米，称极长波。

(2) 甚低频，频率范围 3 ~ 30 千赫兹，波长范围 10 ~ 1 万米，称超长波；

(3) 低频，频率范围 30 ~ 300 千赫兹，波长范围 1 万米 ~ 1 千米，称长波。

(4) 中频, 频率范围 300 千赫兹 ~ 3 兆赫兹, 波长范围 1000 ~ 100 米, 称中波。

(5) 高频, 频率范围 3 ~ 30 兆赫兹, 波长范围 100 ~ 10 米, 称短波。

(6) 甚高频, 频率范围 30 ~ 300 兆赫兹, 波长 10 ~ 1 米, 称超短波或米波。

(7) 特高频, 频率范围 300 ~ 3000 兆赫兹, 波长范围 10 ~ 1 分米, 称分米波。

(8) 超高频, 频率范围 3000 ~ 30000 兆赫兹, 波长范围 10 ~ 1 厘米, 称厘米波。

(9) 极高频, 频率范围 30000 ~ 300000 兆赫兹, 波长范围 10 ~ 1 毫米, 称毫米波。

无线电通信装备, 按照所用波段, 可分为: 极长波电台、超长波电台、长波电台、中波电台、短波电台、超短波电台和微波电台等;

按照信号传输方式可分为: 微波接力机, 散射通信机和卫星通信设备等。

按照工作方式, 可分为: 收发交替进行的单工电台和收发同时进行的双工电台。

按照运载方式, 可分为: 便携式、移动式(车载、机载、舰载、星载)和固定式等。

按照调制方式, 可分为调幅电台, 调频电台和单边带电台等。

无线电波有四种传播方式: 即沿地表面传播的地波, 以直线传播的直接波, 经电离层反射的天波和经空中不均介质散射的散射波。

超长波通信主要是利用地波, 其次是利用在地球表面和电离层之间波导传播的天波达成的, 主要用于对潜通信, 也可以对远洋水面舰只进行通信的导航。超长波通信的特点是发射功率大, 通信距离远。当潜艇处于水下 7 ~ 8 米的深度时, 1 ~ 2 兆瓦的大型台通信距离可达 5000 ~ 8000 海里。100 千瓦的中型台, 约达 1500 ~ 2000 海里, 15 ~ 20 千瓦的小型台约达 500 ~ 1500 海里。超长波通信基本不受核爆炸引起电离层骚动和太阳黑子活动的影响。传播稳定, 通信可靠, 对潜艇通信时, 一般可穿透 20 ~ 30 米的海水。为此, 在深水中潜航的潜艇往往浮至潜望镜深度接收超长波信号。

极长波由于波长极长, 所以海水对电波能量的衰减较小, 穿透海水的能力较强, 适合用于对深潜潜艇通信。极长波发信机, 可设于地面, 也可设于地下, 通信信号从天线幅射出来, 部分电波能量穿过地表层, 在地面和电离层之间, 跳跃传播, 几乎可传遍全球。深潜潜艇可以利用尾部拖曳的一根长达几百英尺的天线接收信号。

1972 年 12 月, 美国海军的一项试验证明, 距发射台 4600 公里, 在大西洋水下, 120 米处航行的核潜艇可以收到极长波信号。

短波由于依靠电离层反射和传播电波, 所以可用较小的发射功率发射信号, 以实现较远距离的通信。单边带通信是短波通信的一种形式, 它具有通信容量大、通信距离远、沟通联络快等特点, 因此, 常用于军事通信。

超短波的工作波长很短, 地波的绕射能力差, 遇到障碍物可反射, 地面吸收大, 因而传播距离较近。超短波一般用于视距内通信。主要特点是信号稳定清晰, 保密性好, 电台体积小, 重量轻, 便于携带和操作。

散射通信, 是利用空中某些不均匀介质作为散射体, 对电波起散射作用而进行的超视距通信。根据散射体种类的不同, 可分为对流层散射通信、电

离层散射通信、流星余迹散射通信，以及人造散射体散射通信等。

3. 激光通信

什么叫激光通信？简单地说，激光通信就是利用激光来进行各种形式的通信。例如，用激光通电报、打电话、传电视……，从 50 年代起，激光技术经历了一个迅速发展的过程。

1960 年，伴随激光的产生，一种新颖、奇特的激光通信相继产生。尤其是在短短的 20 年里，光技术发展很快，激光通信、光纤通信成为世界上在通信技术领域里最受重视，发展最快，成绩最突出的一门通信技术，正在向远距离，大容量和综合利用的多方向发展。

激光通信是激光技术应用的一个分支，它包括激光大气通信，光缆通信（光导纤维通信）。激光通信在军事领域应用更为广泛。在 10 多年里已经渗透到陆海空军乃至空间装备中去。激光通信具有得天独厚的优点：

（1）巨大容量，一根普通的电话线只能通几路电话，一条微波线路也只能通十几万路电话。然而，由于激光的频率比短波、微波还要高上百万倍至千万倍，所以，一束小小的激光，理论上可同时传输百亿路电话，或一千万套电视。

（2）保密性强。现在使用的无线电通信，所使用的电磁波遍及全球，横冲直撞，无孔不入，若不加密，不进行特殊伪装（编码）军事上无法使用，随时出现泄密。激光几乎是一束平行而准直的细线，在空间传播时，发射角特别小，真正实现了千里之行一条线。激光通信具有“天然”的保密性，特别是光导纤维通信，保密性能更强。光缆是由许多根细如头发丝的玻璃丝构成，由于深埋地下，江、河、海底，或敷设在管道中，所以不易被发现和破坏，尤其是玻璃丝不向外面幅射电磁波，使截获和侦听无机可乘等，所以说，激光通信具有很强的保密性能。

（3）抗干扰性强，现代无线通信的电磁波满天飞扬，整个地球处于电磁波的海洋之中。现代条件下作战，电子干扰的手段很多，所以抗干扰成为现代作战的一个重要特点。由于激光的频率特别高，使普通的电磁波难以进入，无法对其实施干扰。尤其是光导纤维中传播的光信号，不怕雷击，也不受强电磁场的干扰。相反的是强电工程中进行遥控、遥测及传输数据的理想信道（通道），核爆炸对激光通信影响也不大。所以说，激光通信，在高技术战争中，或核战争下，将是稳定、可靠的通信手段之一。

（4）通信质量好，由于激光通信不受电磁波干扰，因此，通信质量好，特别是在光导纤维中，声音、数据、图象等信号不再受外界云、雾、雨等气象条件影响，加上纤维丝根根独立，所以光导纤维电话声音清脆，用来传输数据，准确无误，用来传输图象逼真而清晰。

由于激光技术的高速度发展，激光通信将为平时和战时通信的重要手段。海湾战争中，美国还就使用光缆系统等问题进行了可行性研究，并取得了一定效果。

目前，一些军事强国已广泛开展研究激光技术，使其应用于空间，水下乃至地面战场上。据专家估计，激光通信将在不久的将来应用于空间截体间的通信，从而取代无线电通信和微波通信。美国正在研究的是：对潜艇的激光通信，空间激光通信（包括飞机对飞机，卫星对卫星，以卫星为中心的激光通信等）。美国航天航空局，美国空军和欧洲空间局等国家和地区，正在积极研究卫星激光通信技术。军用激光通信实质上是一种“无线”激光通信，

它配合各种形式的地面“有线”激光通信，将在海底、地面、大气空间和外层空间，构成一整套“立体”交叉激光通信网。当然现在所讲的激光通信，仍是指的将信息以激光的形式经过电—光—光电的过程进行传输，而并非是将信息源发出的信息直接变成光信息发送通信。即使目前这种形式的激光通信，也将为更多的领域逐步取代无线电和有线电通信展示了美好的前景。必将对未来通信高技术领域乃至未来战争引起革命性变化。

光纤通信所用的光源也就是指的激光，因此，把激光技术在光纤通信中应用也称之为“激光通信”的一部分。目前，美国军用光纤通信按使用部门和武器装备分别采用。例如：军事基地光纤通信系统，美军后勤司令部已在 8 个空军基地铺设了世界上同类网络中最大的光纤通信网络。每个基地总计至少有 8000 台主计算机、终端设备等，连接在该网中。美国海军陆战队和海军水面武器中心，也先后建立了光纤通信网。

4. 对潜艇的通信

对海军潜艇的通信，是一个重要的通信系统。鉴于潜艇作战的特殊性，给潜艇通信带来了许多复杂的特点和难度。因此许多国家海军都极为重视对潜艇通信建设。

潜艇是海军的主要兵种，潜艇主要分弹道导弹核潜艇、攻击型核潜艇和常规潜艇三种类型。弹道导弹核潜艇是国家核力量的重要组成部分，是国家的秘密武器。因此，对潜通信往往以对弹道导弹核潜艇为主。这类潜艇一般不具备强大的战术攻击能力，往往游弋于深水大洋待命，所以对此类潜艇的通信成为海军的一大难题。攻击型核潜艇和常规潜艇多为战术攻击性潜艇，通常与水面舰艇联合作战，也可单独或集群编成。此类潜艇通信多为战术通信，执行远洋任务时也可进行战略通信。

海军通信的主要手段有视距通信、高频远程通信、飞机通信和卫星通信。通信的主要对象是潜艇和水面舰艇，通信的主要形式为话音通信，报务通信和数据通信。海军对潜艇战略通信的主要方法是建立岸基大功率甚低频电台网络，这种甚低频发射机功率大，天线也很大，频率范围为 10~60 千赫兹，发射机输出功率达 0.01~2 兆瓦。但造价高昂，建造周期长，天线和发射机体积庞大笨重，战时易遭破坏。第二次世界大战后不久，前苏联建造的 1000 千瓦甚低频电台采用 6 组六边形天线阵，天线由 30 座高铁塔组成，中间塔高为 200 米，外边塔高为 175 米。

60 年代以后，前苏联建造的“大力士”型甚低频电台发射机，虽采用 5 位 T 形天线阵，体积和重量有所减少，但仍由 18 座高铁塔组成，塔高在 235 米左右。为了提高甚低频电台天线的高度，前苏联曾在 50 年代采用 A3-55 型气球天线，能将天线升至 2000 米高度工作，但受气象影响很大。1962 年美国研制了一种机载甚低频发射机，其功率在 10~200 千瓦，拖曳天线长度可达 10000 米，可由 EC-130Q 飞机装载，这种飞机续航时间为 10.5 小时，机上有 15 名机组成员，工作时，需在潜艇活动区域上空进行不间断飞行和巡逻。以随时给弹道导弹潜艇下达命令。这种称为“塔卡莫”的机载甚低频对潜中继通信系统已发展到第四代，目前正在改用波音 E-6A 飞机执行巡逻通信任务。

十二、C³I 斗争的焦点——雷达

雷达系统，是自动化指挥系统的主要作战系统。在现代化战争中，不论是空战、海战、陆战，甚至空间战争，都要依赖于雷达和其它电子，光电子探测设备，雷达在军事上有非常重要的应用价值。空中的飞机、导弹、卫星，云雨气象，海上的舰只、礁石，地面上的车辆、兵器、工厂、桥梁、建筑物、部队、人员等，都可以成为雷达探测的目标。雷达具有探测距离远、受气候影响小，定位精度高等优点。军队实施指挥控制所需要的各种情报和信息，主要是依靠各种雷达系统取得的。雷达是不可缺少的技术兵器，离开了雷达，C³I 系统就成了“瞎子”、“聋子”，就处于瘫痪状态。所以，无论是过去的战争，现代战争，以至未来的高技术战争，雷达都是敌我作战双方保护和摧毁的主要目标，是 C³I 系统的一个激烈斗争的焦点。从一个侧面讲，C³I 对抗也就是雷达对抗，雷达对抗又是电子对抗的一个重要的组成部分。

（一）什么叫雷达

雷达，是发射无线电波，利用物体对电波反射的特性来发现目标并测定目标位置（距离、速度、高度和方位）的电子装置。雷达一词是英文（RADAR）的译音，而（RADAR）是“RadioDetectionandRanging（无线电测向与测距）”的缩写。中文为雷达译音，无实际意义。本文讲的雷达主要是讲的军用雷达。

世界上第一部雷达是英国人 R·A 沃森—瓦特于 1936 年设计的“本土链”对空警戒雷达，首次部署在英国泰晤士河附近。当时，该雷达频率为 22~28 兆赫兹，对飞机的探测距离为 250 公里。

1938 年英国研制成功了用于对海搜索的机载雷达。同年，美国海军研制成功第一部舰载警戒雷达，首次装备“纽约”号战列舰，对飞机探测距离达 137 公里，对舰艇的探测距离为 20 公里左右。到 1941 年，英国部署了大量的对空警戒雷达，沿海岸构成了完整的雷达警戒网。在第二次世界大战期间，雷达得到了迅速发展，苏联、德国、日本等国都相继研制出各种类型的雷达。战后以来，随着电子工业的飞速发展，雷达更新换代越来越快，许多新体制，新类型的雷达不断涌现。目前雷达已成为，地面、飞机、舰船、卫星、导弹等平台 and 武器重要探测和制导装备，成为现代战争中，陆战、空战、海战乃至空间战争不可缺少的技术兵器。

典型的雷达，是脉冲雷达，主要由无线收发转换开关、发射机、接收机、定时器、显示器、电源等部分组成，见图 12-1。

图 12-1 雷达的组成

发射机产生大功率高频振荡脉冲。具有方向性的天线，将这种高频振荡转变成束状的电磁波（简称波束），以光速在空间传播。电磁波在传播过程中遇到目标时，目标受到激励而产生二次辐射，二次辐射中的一小部分电磁波返回雷达，为天线所收集，称为回波信号。接收机将回波信号放大或变频后，送到显示器上显示，从而探测到目标的存在。为了使雷达能够在各个方向的广阔空域内搜索、发现和跟踪目标，通常采用转动天线或电子控制波束扫描的方法，使天线的定位波束以一定的方式在空中扫描。定时器用于控制雷达各个部分保持同步工作。收发转换开关可使用一副天线兼发射和接收之

用。电源供给雷达需要的电能。

目标的距离是根据电磁波从雷达传播到目标，所需要的时间（即回波信号到达时间的一半）和光速（每秒 30 万公里相乘而得的。）目标的方位角和仰角是利用无线波束的指向特性测定的。根据目标距离和仰角，可测定目标的高度，当月标与雷达之间存在相对运动时，雷达接收到目标回波的频率就会产生变化。这种频移称为“多普勒频移”，它的数值与目标运动速度的径向分量成正比，据此，即可测定目标的径向速度。

以上说明了雷达的组成和运用原理。

根据雷达发射的工作原理和无线电波的波长，可以把雷达分为：

（1）米波雷达。也称为超短波雷达，工作波长在 1~10 米，工作频率为 300~30 兆赫兹。地面警戒雷达多选用这一波段。其主要特点是雷达天线体积庞大，发射功能也大，作用距离远，工作稳定，受气象影响小。但比较笨重，测距精度较低。

（2）分米波雷达。工作波长在 10~100 厘米，工作频率为 3000~300 兆赫兹。选用这一波段的多为炮瞄雷达、警戒雷达、引导雷达。

（3）厘米波雷达。工作波长在 1~10 厘米，相应工作频率在 30000~3000 兆赫兹。各种火控雷达多集中在这一波段。一般炮瞄雷达工作在 10, 3, 2 厘米波段，导弹制导雷达工作在 10, 5, 3 厘米波段，截击瞄准雷达和轰炸瞄准雷达工作在 3, 2 厘米波段，导航雷达工作在 5 厘米波段。

（4）毫米波雷达。工作波长为 1~10 毫米，相应工作频率为 30 万~3 万兆赫兹。主要用于导弹、灵巧炸弹、子母弹的制导等，其主要特点是体积小，重量轻，测定目标坐标精度高，但受气象影响较大。

雷达按不同的任务和用途、架设的位置等可分为不同类型。

按雷达所担负的不同任务分为：

（1）警戒雷达。对空情报雷达，对海警戒雷达、机载预警雷达、超视距雷达、弹道导弹预警雷达等。

（2）武器控制雷达。炮瞄雷达、导弹制导雷达、鱼雷攻击雷达、机载截机雷达、机载轰炸雷达、未制导雷达、弹道导弹跟踪雷达等。

（3）侦察雷达。战场侦察雷达、炮位侦察校射雷达、活动目标侦察校射雷达、侦察与地形显示雷达等。

（4）航海保障雷达。航行雷达、航海雷达、地形跟踪与地物回避雷达、着陆（海）雷达等。

有些雷达还装有雷达敌我识别系统，用于制定所发射目标的敌我属性。

（5）气象观测用的气象雷达。测雨雷达、测云雷达、测风雷达。

按照雷达架设的位置，可分为地面雷达、机载雷达、舰载雷达、弹载雷达、航天雷达、气球载雷达等。

按照发射信号形式不同，可分为：脉冲雷达、连续波雷达、脉冲压缩雷达等。

按照天线波束扫描控制方式不同，可分为：机械扫描雷达、机电扫描雷达，频扫描雷达和相控阵雷达等。

根据《中国大百科全书》军事卷预测，雷达的发展趋势是：雷达的工作频段将继续向电磁频谱的两端扩张；应用微电子学和固体技术的成果，将实现雷达的小型化；用计算机管理和控制的雷达，将实现操作、校准、性能和故障控制的自动化；并发展适应抗干扰技术；在中小型地面、舰载、机载雷

达中，相控阵技术将获得广泛应用，以实现雷达的多功能；将提高雷达对目标实际形象、尺寸大小、运动姿态和诱饵识别能力，增强雷达抗核袭击和抗反幅射导弹摧毁能力；并将发展新的雷达体制，如多基地雷达、无源雷达、扩频雷达、噪声雷达等。

（二）部分雷达的用途

雷达的种类繁多、型号复杂、分工较细。许多又是一种雷达多用途。因此，不可能按具体分类逐项进行介绍。这里只选择了几种雷达作个简单介绍。

1. 地面雷达

（1）警戒雷达主要任务是用来探测远距离的飞机、军舰、导弹等目标，为己方作好战斗准备，提供预警时间，并承担为我方作战兵器的引导目标。机载预警雷达、通常是安装在预警飞机上，用于探测空中各种高度上（尤其是低空、超低空）的飞行目标，并引导己方飞机拦截飞机、攻击敌舰或地面目标。它具有良好的下视能力和广阔的探测范围。对海警戒雷达用于探测海面目标，一般安装在各种类型的水面舰艇上或架设在海岸、岛屿上。弹道导弹预警雷达，用来发现洲际、中程和潜地弹道导弹，并测定其瞬时位置、速度、发射点、弹着点等导弹参数。设在陆地上的警戒雷达，一般部署在沿边、沿海和纵深适当位置。超视距雷达也属警戒雷达范围，后面再作介绍。

根据雷达的性能和探测距离，又把警戒雷达分为近程、中程、远程和超远程警戒雷达。近程警戒雷达可发现 200 公里左右的目标，中程警戒雷达能发现 400 公里左右的目标，远程警戒雷达可发现 400 ~ 800 公里的目标，超远程警戒雷达可发现 2000 公里的目标。

海湾战争中，在美军总部，陆军前沿司令部以及地面部队等处，设置了 6 个地面雷达站，以探测跟踪伊拉克、科威特境内纵深地区机动、低空目标和固定目标，预测其路线并适时地将获取的目标信息传送到空中和地面指挥中心，以组织空中、地面人力将其消灭。这些雷达站还为美军及其多国部队作战和摧毁伊拉克 C³I 系统提供了支援，为作战胜利创造了必要条件。

（2）相控阵预警雷达。所谓“相控阵”，是指“相位可以控制的天线阵”的意思。一般雷达是通过转动天线来进行雷达波瓣旋转扫描的，相控阵雷达的天线是不动的，它是通过电子计算机控制的移相器，改变天线电波幅射的相位，使雷达波瓣发生偏移，也就是利用固定天线，利用电子扫描提供全方位连续景象的一种新型雷达。人们称相控阵预警雷达，是由电子计算机控制的多部雷达的集合体。为什么呢？因为它可以同时完成多种、多部雷达的任务。它可以对多个不同目标执行预警、引导、制导、跟踪、测高等多种任务，它能在 30 秒时间内对 300 个目标进行跟踪，并计算预测出其中 200 个目标（指洲际导弹）的弹着点。美国的 AN/FPS-15 型双阵面相控阵雷达的探测距离为 4800 公里。

AN/SPY-1A 相控阵雷达作用距离为 370 公里以上，可同时跟踪和处理 100 个目标。且可以边跟踪边搜索，并能对导弹进行制导。

大型相控阵预警雷达是尖端技术，造价极为昂贵。它是国家对大规模洲际导弹袭击发出预警不可缺少的手段。美国和前苏联已经建造了大型相控阵雷达。其他发达国家也研制了一些中小型相控阵雷达。海湾战争中，美国有的国家运用了此种雷达，并取得明显效果。美国的“爱国者”反导弹导弹，

是具有全机动、多功能、高精度的反导弹系统，在作战中成功地拦截了数十枚“飞毛腿”导弹，取得了人们难以预想的成绩。其中一个重要原因，就是采用了最先进的多功能相控阵雷达。

(3) 超视距雷达，也叫超后向散射雷达，或超地平线雷达(图 12-2)。它利用短波在电离层与地面之间跳跃传播，操测地平线以下的目标，它能及早发现刚从地面发射的洲际导弹和超低空飞行的战略轰炸机等目标。可为防空系统提供较长的预警时间，但

图 12-2 超视距雷达工作原理示意图

精度较低。超视距雷达的主要特点是：能够实时探测和跟踪飞机等目标，能确定飞机的位置和多架飞机的相对方位，还可以区分飞机的外形，并有预警大气层内导弹的能力。其主要缺点是：收发无线阵庞大，易遭袭击；雷达工作时受电离层变化影响大，易受干扰；只能粗略测出目标的方位、速度、距离，精度较差。

它是美国 70 年代开始研制。当时美国使用的警戒、测高、引导、跟踪等雷达，作用距离较近，只有 350 ~ 560 公里，主要对苏联轰炸机进行早期预警。由于采取了前沿部署的方式，尽管性能较差，仍能对时速 960 公里的飞机发出长达 2.5 小时的预警警报。警报信息可在 30 秒内速报防空防天司令部。为了适应更高速度的飞机和导弹，为了克服地球曲率的影响，增大雷达的探测距离，美国才下决心从 70 年代开始研制新型的超视距雷达。1975 年，美国在缅因州建立了一个超视距后向散射雷达试验站，1990 年先后在东西海岸建成两个雷达站，总投资 13 亿美元。这种雷达定名为 AN/FPS-118，它是一种双站址雷达系统。即发射站设于 A 处，接收站则设于相距 170 公里以外的 B 外，集中控制站又设于 C 处，这样在战时，可以提高生存能力。AN/FPS-118 在 5 ~ 28 兆赫兹的频率范围内可用 6 个频段工作，峰值功率达 10 万千瓦。可监视 60° 扇形区域，发射天线阵长 1016.4 米，接收天线阵长 1589.6 米，作用距离为 926 ~ 3333 公里或 800 ~ 2880 公里，距离精度 8 ~ 30 公里，方位精度 1° ~ 3°。

超视距雷达通过多年的研究和试验，当前已进入实用阶段，并正在发展中。目前，只有美国和前苏联部署了此种雷达。美国雷达的探测距离已达 8000 公里以上，可用来探敌对国家刚刚从地面发射的洲际导弹和其他飞行器，为己方提供更多的预警时间，它在战略防空系统中具有重要地位。

(4) 弹道导弹预警雷达，是一种远距离搜索雷达，主要搜索洲际弹道导弹、中程导弹、潜地弹道导弹，测定其瞬时位置、速度、发射点和弹着点等参数，为国家指挥当局提供弹道导弹来袭的情报。也担负空间监视和人造地球卫星等飞行器编目任务。

这种雷达探测距离远，可达 4000 ~ 4800 公里，对洲际弹道导弹能提供 15 ~ 20 分钟的预警时间，对潜地导弹能提供 2.5 ~ 20 分钟的预警时间。弹道导弹预警雷达通常架设在国土边缘地区，由若干部雷达组织预警网，每部雷达负责在一定的方位区内搜索，通过数据传输通信系统与预警指挥中心联系，进行全方位预警。

该雷达配有高性能的计算机数据处理系统，探测来袭目标的置信度高，虚警率低。平时将空间运行的航天器和空间杂物编成履历表，不断预测其衰变期，避免其再入大气层，陨毁时误判为导弹攻击。预警工作时，在其负责

方位区内，形成 1~2 个低仰角搜索扇面，进行警戒。发现目标后，测定其位置，数字处理系统计算导弹轨迹，并与履历表中的卫星轨道、极光及流星遗迹进行比较识别。如判定是导弹攻击，则进行跟踪，或移交给弹道导弹跟踪雷达，作进一步准确判断，并将上述情报发往预警中心。

弹道导弹预警雷达一般分为机械扫描、机电扫描和电波扫描三种。弹道导弹预警雷达是 50 年代美国、前苏联为了防止对方突然战略核袭击而研制的，60 年代初期，美国研制了 AN/FPS-50 脉冲多普勒探测雷达。它是机械扫描的预警雷达，采用固定的天线阵面，天线高 50 米、宽 122 米，方位覆盖范围 $0^{\circ} \sim 38^{\circ}$ ，作用距离 4800 公里。它主要通过测量目标穿过上下两波束时的参数，并借助于电子计算机的配合测出来袭导弹的弹道。它的主要特点是盲区大，而且低空探测性能也较差。

60 年代后期至 70 年代初，美国研制成功 AN/FPS-115 “铺路爪”，潜射弹道导弹预警雷达。这种雷达采用电扫描方式，有频相扫阵和相控阵两种类型。“铺路爪”是目前世界上最先进的地面大型相控阵雷达，它采用双阵面结构，方位覆盖范围达 240° ，作用距离大于 4800 公里。此外，美国还发展了 AN/FPS-85、AN/FPS-108 和边境截获雷达等大型相控阵雷达，用于战略预警、对空间目标跟踪、监视等。这种雷达在发现目标后，能在搜索的同时跟踪 100~200 个目标，每天可对空间数千个目标进行 10000 次以上的观测。

(5) 双基地雷达。双基地雷达就是雷达的发射机和接收机分开配置并部署在相距较远的位置上。以往的舰艇、飞机和地面雷达，都是在一个平台上，或同一个地域单基地配置。在现代高技术条件下作战，这种单基地配置正面临三大威胁：一是反幅射导弹的威胁。反幅射导弹的性能是通过摄取雷达波束和电磁频谱来摧毁雷达天线及接收设备的。这样在同一个平台上配置的雷达，不论摧毁发射机还是接收机，雷达都会丧失工作能力。二是有源干扰的威胁。有源干扰就是在敌方雷达工作频段内对其接收机幅射电磁波，以淹没反射波信号，或模拟一种假的反射波信号进行欺骗，使雷达失去探测功能。三是无源干扰的威胁。无源干扰的主要手段是在空中布撒金属箔条，造成强烈的电子干扰云带，淹没和干扰真实目标的反射信号，造成雷达迷盲。这些威胁，都会对单基地配置的雷达造成雷达失灵的恶果。

为提高雷达在现代条件下的生存和作战能力，美国已经采用双基地配置雷达，而把雷达的发射机和接收机分为两处配置，美国双基地配置雷达的作法是：把发射机部署在远离前沿阵地的纵深安全地带，或部署在移动的舰船、飞机和卫星上面，这就使对方很难对其实施攻击。至于接收机可配置在战斗车辆，前沿阵地、飞机、舰只上。由于接收机只被动接收电磁波，并不发射电磁波，所以也不再需要那些笨重的天线，这不仅减轻了舰船飞机的负荷，还提高了电磁兼容能力，使其更加安静和隐蔽。

海湾战争中，美军就采用了这种分两地配置雷达的方法，由于不装载发射机，不幅射电磁波，反幅射导弹和电子干扰设备很难对其实施攻击和干扰，从而大大提高生存能力和抗干扰能力。

(6) 火炮控制雷达，也就是我们常说的炮瞄雷达。它是用来自动跟踪空中目标，测定目标坐标，并通过指挥仪控制高炮瞄准射击的雷达。

火炮控制雷达一般都具有搜索跟踪目标的能力，由于作用距离近，雷达波束窄，通常要根据目标指示雷达提供的情报搜索目标，必要时也可自行搜索目标。它用方向性很强的天线，定向发射针状波束和接收目标回波信号。

发现目标后，转入自动跟踪，使天线轴对准目标。当目标偏离天线轴方向时，即产生方位角和高低角误差信号。误差信号作用于天线控制装置，使天线轴又迅速转向目标。在自动跟踪过程中，炮瞄雷达连续不断地测出目标的方位角、高低角和距离，并将这些坐标数据传给指挥仪，从而控制高炮瞄准射击。

火炮控制雷达工作于厘米波段或更高的波段，测定目标坐标的精度高、跟踪速度高、反应时间短、机动性能好。目前炮瞄雷达分为大中口径和小口径高炮的炮瞄雷达。大中口径高射炮炮瞄雷达，搜索和跟踪距离一般在 35 公里以上，但角跟踪速度较小，体积较大。小口径高射炮炮瞄雷达，搜索和跟踪距离较近，一般在 10~40 公里，角跟踪速度大，达 $14^{\circ}/\text{秒}$ ，体积小，重量轻，测定目标坐标的精度较高，多与计算机、高射炮结合成一体。

目前火控雷达，面临两大挑战，一是作战飞机的超低空突防；二是日益强烈的电子干扰。

(7) 炮兵雷达是地面炮兵用于侦察敌方火炮位置和活动目标，校正火炮射击的雷达。它是通过用雷达波瓣扫描炮弹空中飞行的轨迹测算出火炮的位置和弹着点。该雷达同其他侦察器材相比，具有侦察速度快、距离远、全天候工作等特点。它又分为炮位侦察校射雷达和活动目标侦察校射雷达。

火炮侦察校射雷达，用于探测敌方正在射击的火炮位置，并测定己方弹着点的坐标以校正火炮射击，这种雷达可发现在遮蔽物后射击的火炮位置，以及己方火炮弹着点。对迫击炮的侦察和投射距离为 6~12 公里，对榴弹炮 7~16 公里，测定目标的误差为 20~50 米，测定一次坐标需 10~30 秒。它具有边扫描，边跟踪和较强的抗干扰能力，可以探测射角较小的火炮位置，并能同时测定多门火炮的位置。

活动目标侦察校射雷达，用于发现地面和水面活动目标；如坦克、车辆、舰艇等，测定其坐标，并测定己方发射弹的爆炸点或水柱目标的偏差以校正火炮射击。这种雷达能从地物杂波中检测出活动目标和炸点回波，测定速度快，分辨力高，机动性强，通常在靠近前沿的阵地工作。对车辆和坦克的侦察距离为 9~16 公里；对目标的距离分辨力为 15~35 米，方位分辨力为 $0.42^{\circ} \sim 1^{\circ}$ 。测定活动目标和炸点坐标的精度，距离为 1.5~50 米，方位为 1~10 密位。

从 50 年代以来，火炮定位雷达经历了三个阶段。最早的火炮定位雷达要跟踪两发炮弹的飞行轨迹才能测出炮位，精度差、反应时间慢，而且只能测定迫击炮一类高弧线弹道的火炮。70 年代后，美、日等国研制了第三代相控阵火炮定位雷达，其中美国 1980 年前后装备到陆军师的 TPQ-36 和 TPQ-37 型雷达具有多目标能力，自动化程度高，可靠性好，自适应能力强。这两种雷达能够全自动地同时测定多个炮兵阵地发射的炮弹，并在某一发炮弹落地前就能测定其炮位。

(8) 激光雷达。激光是一种现代化新技术。激光雷达是激光技术中的一个重要成员。是一种新型雷达，雷达的工作原理与激光测距仪相似，但这种雷达除了可以测距之外，还可以测定目标的方位。激光雷达探测精度比微波雷达要高，但由于它受气象条件的影响，所以它不能取代微波雷达，而只能作为微波雷达的补充。

地面军用激光雷达主要用于导弹和卫星的跟踪和测量，机载激光雷达具有防撞、导航和火控等功能。据报导，以色列飞机上装载的激光雷达可以探测到几毫米粗的电话线。在 1982 年以色列入侵黎巴嫩的战争中，以色列的飞

行员就是凭借着这种激光雷达，驾驶着超低空飞行的飞机，准确地用机翼切断电线杆上悬挂的电话线，而没有碰到电线杆，切断了阿拉伯方面的有线电话联络。

2. 舰载雷达

舰载雷达，也称为舰艇雷达，是安装在军舰上的各种不同用途的雷达，是海军不可缺少的装备之一。它用于探测跟踪海面、空中目标，为武器系统提供坐标等数据，引导舰载飞机飞行和着舰，保障舰艇安全航行和战术机动等。由于军舰在汪洋大海中作战，不仅要对付海面上的目标，还要面临来自高空、中空、低空和水下目标的威胁。特殊的环境和多种作战形式，需要有不同的功能的雷达。现代化军舰上的舰载雷达，一般不少于七八部，多则二三十部。但军舰上的空间有限，因此提高雷达的多种功能十分重要。

目前，世界各国装备各种类型的军舰雷达有 1000 种型号，几乎所有舰艇都装有雷达。按其使命任务分为：舰艇警戒雷达、火炮雷达、航海雷达、舰载机引导雷达、着舰雷达和多功能雷达等。

舰载警戒雷达，有对空警戒雷达，能够发现数百里以外来袭的敌机，对海警戒雷达，能够发现几十公里以外的敌方舰艇。它们不仅能够发现和监视海面、空中目标，而舰艇雷达识别系统配合制定目标的敌我属性给火控雷达提供目标指示等。

舰载火控雷达，有炮瞄雷达、鱼雷攻击雷达和导弹制导雷达。用于自动跟踪海面 and 空中目标，为武器射击指挥仪或火控计算提供目标坐标数据，控制舰艇火炮、鱼雷、导弹的射击和制导。可使大中型舰炮、导弹准确打击几十公里外的水面目标，使中小型舰艇火炮准确拦截空中高速袭击的飞机和导弹。

航海雷达，用于测定舰位，保障舰艇安全航行。有的航海雷达还配有询问器，能与直升机上的应答器协作工作，以指挥引导舰载直升机的飞行。

舰载机引导雷达，一般装在航空母舰上，保证对舰载机进行指挥引导。

着舰雷达装在航空母舰上，用于在低能见度条件下引导舰载机安全着舰。

舰载多功能雷达，能同时完成对海空多机目标的搜索、跟踪和武器控制等。

综合目前海军的舰艇和潜艇所装备雷达的主要特点看，一般都装有三坐标、对空、对海、炮瞄、制导等各种各样的雷达设备。根据舰艇的种类、使命任务以及吨位的大小，中型战斗舰艇可装十余部雷达，大型战斗舰艇则可装二三十部各种雷达。

一般的说：

500 吨以下的小型战斗舰艇都装有对海搜索雷达、炮瞄雷达和敌我识别器，个别还装有导航雷达和对空搜索雷达。

4000 吨以下的护卫舰，都装有对空搜索雷达，对海搜索雷达、炮瞄雷达、导弹制导雷达、导航雷达及敌我识别器等，个别装有三坐标雷达。

8000 吨以下的驱逐舰，都装有三坐标雷达，对海搜索雷达、对空搜索雷达、炮瞄雷达、导弹制导雷达、导航雷达等。

60000 吨以下的战列舰和巡洋舰，装有对空搜索、对海搜索和三坐标雷达，并兼配导弹制导、炮瞄及导航雷达等。

航空母舰，除配置多部对空、对海、三坐标雷达外，还重点装备导航、

空中管制及舰载机引导雷达等。

现代化军舰上，各种舰载雷达是由一套用多台计算机组成的信息数据处理中心来统一管理和控制的。再加上舰上各种武器系统和计算机辅助指挥系统，它们就构成了一个完整的电子化的作战、情报、指挥、控制系统，也就是舰上的 C³I 系统。这一系统的先进与完善程度，对于现代海战的胜负，有着极为重要的作用。在马岛战争中，英国特遣舰队的 7 艘驱逐舰中有 3 艘被击沉，4 艘被击伤，无一幸免，另有 10 多艘其他舰船被炸沉、炸伤。英军舰队的 C³I 系统不完善，特别是雷达警戒网的缺陷，是其重要原因之舰载雷达在功能和作用方面，与相应的地面或机载雷达是类似的，但也因其海上和舰载的特殊条件，有一些特殊的要求。一是要有很强的抗海浪杂波干扰的能力；二是要有适应各种自然环境、具有耐高温、耐低温、防潮、防盐蚀、防霉的能力，具有更高的可靠性和可维修性；三是要有良好的电磁兼容性，减少和耐受舰上拥挤的各种雷达和电子设备的相互干扰；四是实现多功能，在不降低作战效能的情况下，用尽可能少的雷达，完成尽可能多的任务。

3. 舰艇对空对海搜索雷达

舰载对空对海搜索雷达，是海军舰艇部队极为重要的装备。对空搜索警戒雷达在第二次世界大战期间就已装舰使用，当时飞机速度只有 300 公里/小时左右，雷达作用距离 50~80 公里便可提供 10~15 分钟的预警时间。自从喷气式飞机和反舰导弹出现后，对对空搜索雷达提出了更高的要求。美国海军护卫舰以上各类舰艇均装备的 AN/SPS-49 型对空搜索雷达，对一平方米的目标作用距离已达 463 公里，探测高度为 25.7 公里，峰值功率达 250 千瓦。

对海搜索雷达，也是第二次世界大战期间装舰使用的。目前已有一批具有探测海上及中低空目标和对舰载导弹进行制导的新型雷达装舰。美国大中型舰艇广泛装舰的 AN/SPQ-9 型对海搜索雷达是一部高分辨力，边跟踪、边扫描式脉冲压缩雷达。它最多能跟踪 120 个目标，作用距离最大 37 公里，最小为 137 米，天线转速每分钟可达 60 转。

海湾战争期间，美国大中型舰艇中，广泛使用了对空、对海警戒雷达。

AN/SRY-1A 多功能相控阵雷达是“宙斯盾”系统的心脏，它使用 4 台计算机对雷达进行相控阵，其显示系统由四台大屏幕显示器，4 台指挥控制台，2 台数据输入控制台组成。指挥人员以简单明了的形式将情报加以整理并进行显示。同时将防空调整所需的情报通报友邻部队。

4. 机载雷达

机载雷达，是指由飞机装载用于作战、飞行等不同用途的雷达。它已成为作战飞机最重要的飞行和作战工具之一。机载雷达的用途有，侦察、搜索、监视、跟踪、识别、导航、预警、火控、轰炸、反潜、气象、地形跟随与回避，以及机载武器制导等。机载雷达的主要优点是，体积小，重量轻，具有良好的防震性，工作频段一般在 3 厘米波长以下，探测距离一般只有几十公里，但精度要求很高。机载雷达按用途分为预警雷达，射击瞄准雷达、轰炸瞄准雷达、导弹控制雷达、护尾雷达、测视雷达、地形跟踪雷达和地物回避雷达等。这些雷达显示了当今机载雷达最高技术水平。

(1) 机载预警雷达，是空中预警飞机的主要探测设备。它的主要对象是飞机和导弹，也包括地面和海上的重要军事目标。为什么把预警雷达安装在飞机上？主要好处有三点：一是“站得高。看得远”，可比地面雷达发现更远的目标，为己方提供更多的预警时间；二是可以弥补地面警戒雷达受地球

表面曲率的影响，探测低空超低空飞机和导弹的能力不足的缺陷，机载预警雷达可以“俯视”超低空目标；三是装在飞机上机动性大，生存能力强，可随时派往“多事之处”和地面警戒雷达系统不敷需要的地区。机载预警雷达，既能实施预警，又能指挥多架飞机空战，因而，机载雷达是一个机载空中预警和指挥系统。海湾战争中，美军 E-2C、E3-A 等飞机均有预警指挥机，直接为指挥官提供了许多重要的情报信息。美军机载预警雷达对高空目标的探测距离可达 1300 公里以上，对低空目标的探测距离也可达 300 公里以上。机载预警雷达可同时探测 300 个以上的目标（E-3A 预警机载雷达在 9000 米高度能探测和跟踪半径为 370 公里范围内的 600 个目标）。进行识别，自动选择其中 100 个以上最有威胁性的目标进行跟踪，并同时引导己方的上百架战斗机进行拦截攻击。该雷达抗干扰能力强，可消除地形、海浪的杂波干扰，还可把飞行目标与地面运动车辆分离开，同时，它还具备对抗敌人电磁干扰的能力。

英国机载“天霸”（空中霸王）预警雷达，在 3000 米高度，对飞行高度 30 米、速度 900 公里/小时，可提供 14 分钟的预警时间。若载机离保卫目标 185 公里，则可提供 27 分钟的预警时间。而同样情况下，地面雷达只能提供 4 分钟预警时间。“天霸”预警雷达有对空、对地、对海三种工作方式，上视状态对轰炸机探测距离为 230 公里，对战斗机为 185 公里；陆上对低空飞行的目标下视探测能力，对轰炸机为 185 公里，对战斗机为 150 公里；对海面探测能力为：小舰 130 公里，中型舰艇 230 公里，大型舰艇 370 公里。

（2）机载武器控制雷达是作战飞机上通常装有的雷达，又称机载火控雷达。美国的武器控制雷达。正沿着“多功能、高性能、简单可靠和小型化”的方向发展。不单单是执行武器控制任务，还具有搜索、测距、识别、跟踪、对空攻击、对地攻击、导弹制导、地面测绘、地形回避、导航和轰炸多种功能，一部雷达担负了以前需要多种雷达才能完成的任务。机载武器控制雷达通常装有以下三种：

一是射击瞄准雷达，又叫截击雷达、攻击雷达及搜索跟踪雷达。它主要为空空导弹、航炮和火箭提供目标数据。装有这种雷达的战斗机，还可对低空、超低空目标实施攻击，还可以边搜索、边跟踪，在一定空域搜索的同时，还可跟踪多个目标。二是，轰炸瞄准雷达，它主要是为瞄准地面目标，进行轰炸、制导空地导弹进行攻击和领航提供目标信息。可单独工作，也可用光学瞄准具和计算机配合使用。三是机载导弹控制雷达，是专门用来制导空空导弹的小型相控阵雷达，它具有重量轻（600 公斤），体积小（0.85 立方米）的长处，可同时制导 6 枚导弹攻击 6 个不同目标，对战斗机的搜索距离可达 150 公里。

经过本节对雷达系统的综述，可以充分说明，雷达系统构成了现代 C³I 系统的重要组成部分。数字技术和电子计算机技术的巧妙结合，使雷达能够实时、高速、大容量、高精度地完成对目标的搜索、探测与积累、截获、跟踪、预测、识别、编目、测轨和截机等功能。为军队作战指挥与控制，提供重要情报和信息，为武器射击与控制提供准确的目标和正确的引导。

同时，必须提出，雷达系统是作战对方极为重要的攻击目标，是 C³I 斗争的一个焦点。为了保障 C³I 系统的正常工作，保障军队的通信、指挥与控制，必须采取有效措施保证雷达系统的安全和稳定。伊拉克战败的一个重要原因，就是因为其雷达系统遭到破坏而处于瘫痪状态，使 C³I 系统失去作用，

造成了指挥与控制失灵。所以，保证雷达系统的安全，是现代战争中各级指挥人员与司令部人员必须极端重视的问题。

十三、高超的空中 C³I 中心

空中预警指挥飞机，是第二次世界大战后发展起来的新机种。它将地面雷达安装在飞机上，登高望远，素有千里眼之称。现代空中预警指挥机远远超过了地面防空警戒雷达的功能，它以预警雷达为核心，配以多种通信设备、导航设备和电子设备，组成了一个完整的空中预警、指挥、控制中心。能指挥、引导、协调各个不同的机种和机型，数量众多的飞机共同执行空袭、防空、制空、封锁，电子战和支援等任务。

（一）局部战争中屡见奇功

70 年代以来的局部战争，特别在 80 年代发生的一些现代化高技术的局部战争，空中预警指挥飞机屡建奇功，受到了军事界的高度重视。

1971 年 12 月，印巴战争中，印度军队使用的苏制“图—126”预警指挥机，指挥和引导印度空军攻击机多次低空入侵巴基斯坦，准确攻击目标，还多次指挥印度空军战斗机截击巴基斯坦的攻击机群，使巴空军受到重大损失。

1982 年的英阿马岛战争中，开始英军因没有使用空中预警机，舰队多次受到阿空军袭击，使得先进的“谢菲尔德号”和“文考垂”号驱逐舰等被阿空军击沉。两舰被击沉后，英军使用了“海王”直升机，并加装了预警雷达和电子计算机设备，担负预警指挥任务，使战局发生了很大变化。

1982 年 6 月，以色列悍然发动了侵略黎巴嫩战争，由于贝卡谷地上叙利亚配置了地空导弹群，有碍以空军行动自由。以军于 6 月组织了两次大规模突击行动，彻底摧毁了叙利亚防空配置。这次行动中，以空军就是在 E-2C 型预警指挥机指挥下，在波音—707 电子战飞机大量积极地实施了电子干扰。每次出动 9 个机种，90 多架飞机，协调一致，密切配合，从而发挥了极大的整体作战威力，击落大量叙战斗机。

1986 年，美军袭击利比亚，使用了两架 E-2C 预警指挥机，指挥、引导、控制，协调美空军飞机和海军舰载飞机 10 多个机型 150 多架飞机，成功地完成了空袭任务。

1991 年的海湾战争中，美军共有 34 架预警指挥机在海湾上空担负预警、指挥、控制任务，组织指挥大规模机群对伊拉克实施了空袭。

沙特的飞行员曾驾驶美制 F-15 战斗机，在 E-3A 空中预警机的指挥下，击落了两架伊“幻影”F-1 飞机。沙特驾驶员沙姆拉尼上尉说：“他们与这两架飞机，只交锋了几秒钟，就把他们轻而易举地打了下来。”这位沙特飞行员叙述当时空战情景时说：“空军预警指挥机帮助他们击落了伊拉克飞机。他当时属于一个由四架 F-15 战斗机组成的编队。我们正在执行任务，预警飞机向我们下达了拦截敌方目标的命令，我们的编队向目标转移。当时，两架伊拉克战斗机正在沙特境内，沿着海湾海岸低空飞行”。沙姆拉尼还说：“当时我们接到预警指挥机向我们发出摧毁敌机命令后，我们对这两架“幻影”或战斗机发动了攻击，编队其他飞机进行掩护，就这样，我们把它们打下来了。”

正如美国高级军官总结的那样，海湾战争空中力量使用的成功，在很大程度上依赖于所拥有的优良的空军预警系统，联合空中侦察系统，空间探

测系统和战术侦察机等监视以及情报收集手段出色的工作。如 E-3A 空中预警指挥机，该机在 9000 米高空飞行时，对低空、高空目标的发现距离为 600 公里，能同时识别显示 600 个目标，并指挥自己的飞机对来袭敌机进行攻击。E-8B 联合侦察监视系统，在 11 000 米高度上飞行时，可控制方圆 120 公里内低空、超低空和地面活动目标，并把侦察到的信息传递给地面和空中指挥所，及时引导己方的地面和空中力量对目标实施攻击。正是依赖这些系统再加之空中的卫星和侦察飞机，海湾联合部队指挥官才得以 24 小时对战区的整个态势了如指掌。无论海湾作战，以色列空袭贝卡各地，马岛战争，还是美利冲突等战役战斗的成功背后，无不有空中预警指挥机的影子。特别在武器系统高度发展的今天，随着战争突然性增加，战场范围的扩大，武器的速度精度的提高，以及武器的射程和破坏力的增大，就更需要有一个高超的空中 C³I 系统。

（二）几种预警指挥飞机

1. E-3A 预警与控制飞机

E-3A 预警与控制飞机，见图 13—1(a)，是当今世界上最先进、最复杂的预警飞机，真功能之全，技术之先进堪称世界预警机之冠。

1977 年 3 月，开始在美国服役，该飞机为亚音速飞机，最大航速 850 公里/时，飞行高度为 8850 米，活动半径为 1610 公里，最大续航时间为 11 小时。

该飞机是美国波音航空空间公司生产，是以波音 707-32B 型民航飞机为基础，更换飞机发动机，加装一直径为 6.1 米、厚 1.8 米图形天线罩与电子设备而成。现有 A、B、C、D 四个型号。和 E-2C 相比，E-3A 有以下特点：

一是监视能力强，预警时间长。E-3A 有 AN/APY-2 型大功率，多用途，三坐标雷达，俯视能力很强，在 9000 米高空飞行时，能探测到 500~650 公里高空飞机，300~400 公里低空飞机和 270 公里的巡航导弹。它的俯视能力可分辨出时速 2 公里水面慢速目标连续扫描 7 次，即可计算出目标的轨迹。二是，电子设备齐全。雷达探测、敌我识别，数据处理，数据显示，通信，导弹等 6 个系统，机上的高速计算机系统、可同时对 200 个重点目标进行识别和测距。E-3A 可提供 30 分钟的预警时间。三是抗干扰性能好，生存力强，其雷达采用了低旁瓣线，频率捷变和多频工作等技术，具有很强的抗干扰能力。四是，反应速度快，引导性能好，并能根据目标的威胁程度改变为击顺序。

海湾战争一开始，美国派往海湾的 E-3A 共 5 架飞机，有 4 架飞机在沙特阿拉伯上空执行任务（其中 3 架在前方，1 架在后方），另一架在土耳其南部执行任务。该机电子设备相当复杂，性能先进，不仅可以搜索监视水上、陆上和空中目标，而且可以指挥引导己方飞机作战，在整个战斗过程中，E-3A 在执勤的 100% 的时间内，通过电台和电子数据线路为有关战区指挥控制中心提供原始情报；与陆、海、空军和海军陆战队及阿拉伯部队协同作战，向联军提供从波斯湾即红海的大范围空情及实时信息；同时，还同 RC-135 电子侦察机，战地空中指挥与控制中心，战术空军指挥中心和海军 E-2 飞机建立了数据共享网络，整个战区的空情报通过这些网络传递。E-3A 飞机还能满足特殊要求，在攻击前或攻击后在沙特北部进行空中加油的飞机提供支

援。人们称该飞机为“空中预警和控制飞机”及“空中指挥所”。

2. E-2C “鹰眼”空中预警飞机

E-2C “鹰眼”空中预警飞机见图 13-1 (b)，是一种全天候，舰载空中预警和指挥控制飞机。同时附加任务有：水面监视协调，进攻和截击机控制，搜索与营救引导以及通信中枢。该机明显特征，是机身顶部有一个旋转的雷达天线罩，天线罩内有超高频天线和敌我识别设备天线。

E-2C 预警飞机的最大平飞速度为 580 公里/小时，巡航速度为 4999.5 公里/小时，巡航高度为 10 公里，值勤续航时间约 6 小

(a)

(b)

图 13-1 E-3A、E-2C 空中预警机

(a)E-3A 预警与控制机 (b)E-2C “鹰眼”空中预警机

时。该机发现不同目标的距离是：高空轰炸机 740 公里，低空轰炸机 450 公里，舰船 350 公里，低空战斗机 400 公里，低空巡航导弹 270 公里，机上乘员 5 人。

该机是美国格鲁曼公司研制生产的一种螺旋桨式陆基和舰载空中预警飞机，该机有 4 个垂直尾翼，背上有一个可旋转的天线罩，主要用于航空四舰战斗群的空中警戒。它既具有警戒能力，还具有指挥引导能力。机上雷达的探测距离为 480 公里，能监视 1250 万立方公里的空域，可同时控制 139 架战斗机，监视 200 架飞机。

E—2C 预警飞机，是陆基和舰载机，美国等国海军都有使用，每架飞机每天出动 1.5 架次，每架次约 4.5 小时，正常情况下，一艘航母可载 4~5 架，并且其中至少保持一架飞行，为航母提供空中预警，指挥、控制和通信中继。

海湾战争中，战区内配置了 27 架 E—2C 飞机，共飞行 1183 架次、4790 小时。在所有任务中，包括进攻支援、情报收集、反舰作战等，都使用了 E—2C 飞机，总任务完成率 90%。

3. E—8A 飞机

E—8A 飞机，全称叫“联合监视目标攻击雷达系统飞机”。它是波音 707 飞机改型而成。它为美国陆军和空军提供近实时的广阔区域监视和远程目标攻击能力，以便向地面和空中指挥官提供战况进展和目标变化的迹象和警报而研制的。美国空军负责研制 E—8 飞机，机载雷达、飞机自卫装置和空对地通信系统。联合监视目标攻击雷达系统的雷达提供运动目标和固定目标的信息。

跳频 Ku 波段监视控制数据传输设备是 E—8 飞机和地面站组件之间的主要通信手段。这种监视控制数据传输设备为地面组件操作员与机上操作员提供相同的雷达数据，以便进行处理、分析，并分发给作战指挥官和地面战术指挥官。陆军负责研制这种地面站组件。

该飞机由格鲁曼航空空间公司承包，计划在 1997 年具备初始作战能力。该机机长 44.2 米，翼展 44.5 米，战斗重量 147400 公斤，巡航速度 772.5 公里/时，航程 4828 公里，无武器装备。

1991 年 1 月 12 日，两架 E—8 飞机部署在沙特首都利雅得，两天之后，

第一架进行了作战任务飞行。6 组临时地面站组件在沙特利雅得的中央总部空军部队和中央总部陆军部队中各配备了一组；第三组部署在异地的中央总部海军陆战队；第四组配备给哈利德国王军事城前线的中央总部陆军部队；第七军和第十八空降军也各配备一组。在“沙漠风暴”行动之前，E—8 飞机只进行了两次任务飞行，旨在试验。在这两次飞行中，探测了伊拉克的地面设备。

在整个海湾战争行动期间，联合监视目标攻击雷达系统（加上外部探测器的指引）能够探测，定位和跟踪价值很高的目标。诸如：“飞毛腿”导弹发射架、护送队、渡河位置、后勤部队位置，部队集结区域，以及撤退路线等。

1991 年 1 月 29 日，该系统探测到一个护送队从科威特市郊向南运动，该系统跟踪了这支护送队，并将这目标传送给战场空中指挥与控制中心。该中心呼唤攻击机实施攻击。据报道，联军的飞机摧毁了这支护送队的 61 辆车辆中的 58 辆。当天晚些时候，在海大吉战斗中，该系统证实伊拉克没有派出增援部队。这使得联军对战术形势迅速作出准确判断，为东线联合部队制定反击计划起到了应有的作用。

联合监视目标攻击雷达系统（图 13—2）取得的成绩：

图 13-2 联合监视目标攻击雷达系统飞机

（1）该系统证明：它可以部署到一个地区，与现有的指挥、控制、通信和情报设备一起操作。

（2）对敌人主要地面活动提供了近实时的监视。

（3）对联军运动的实时监视，帮助了联军的指挥与控制，减少了自相误伤。

（4）仍处在全尺寸发展阶段的 E—8 飞机和临时地面站组件系统工作正常，并且发挥了重要的指挥、控制、通信和情报导师的作用。

（5）在战争条件下，该系统性能良好。海湾战争再次证明，需要一个能够对广大区域的地面运动目标进行定位和跟踪，并快速将信息传递给指挥官的系统。

该系统暴露出来的不足之处，说明尚不能满足中央总部的需要。因为该系统是一个发展中的系统，备件缺乏，不得不从非飞行平台获取备件，以满足任务需要。

（三）预警指挥机是怎样发展起来的

人们要问，既然预警指挥机在战斗中发挥重大作用，这是怎样发展起来的。

第二次世界大战中期，1941 年 12 月 7 日，日本以 6 艘航空母舰上的 423 架舰载飞机成功的偷袭了美国海军基地珍珠港，使美军遭到重创。尽管以后在珊瑚岛、中途岛、莱特湾航母舰载机大决战中，美国海军取得了重大胜利，但因缺乏预警指挥系统而招致的余日痛恨，一直激励着海军发展早期预警系统的念头。当时，美国为及早发现海上、空中目标，通常派雷达哨舰在舰队前面开路，当时的的问题是舰上雷达天线太低，对海探测距离只有 20 里左右，对空探测也不过几十海里。真正发现目标再通知舰队作好战斗准备，只有几

分钟预警时间。早期预警成了海军面临的一个重要难题。只有将天线升高，才能增大雷达的视距，正是预警机的产生原因。

第二次大战一结束，美国海军就开始了预警飞机的研究，当时把较先进的雷达装上了小型飞机，改装成第一架“柯德尔克”型舰载预警机。

1958年3月，又将C—1A小型运输机改装雷达后的预警机定名为E—1B“跟踪者”舰载预警机。这就诞生了世界上第一架实用型预警飞机，其搜索距离为200公里。1960年1月20日正式服役。

在E—1B的基础上，美国海军又开始研制新一代能对舰队实施空中指挥的舰载预警机，1964年1月19日，E—2A“鹰眼”预警机正式交付海军使用。该机属中小型飞机，探测距离为300~400公里。作战时，该机可同时指挥己方50~100架飞机参战，并能将其引导至敌机1.6公里的位置。侵越战争期间，有95%的空军攻击都是由E—2A机指挥引导的。

1973年11月，美国海军又研制成功，E—2C“鹰眼”预警机。这是一种全天候、舰载空中预警和空中指挥控制飞机。

E—2C搜索雷达对低空飞机探测目标为400公里，对低空飞行的导弹为270公里。美国首批生产了128架装备部队。以色列、日本也先后购买了E—2C。其间，美海军还研制成功能够供海军防空和预警使用的WV—2型“警戒星”岸基预警飞机。

战后几十年来，前苏联、英国也在积极研制和发展预警飞机。前苏联从60年代开始研制预警飞机，1970年用“图—114”大型民用客机改装成第一架预警机“苔藓”，探测距离为350公里。前苏联还先后用“伊尔—86”、“伊尔—76”型运输机改装成新一代预警机，其雷达探测距离为550~650公里左右。英国1960年由海军研制的第一架预警机“塘鹅”，因它的性能很差，探测距离只有80公里。1970年，开始用“手拷”海上巡逻侦察机改装了预警飞机，由于论证不充分，仍用的50年代的雷达和电子装备，探测距离仍为80公里，这就不得不另选新机种。继又发展“猎迷”预警机，经过8年研制仍未取得成功。目前，英国研制的“防御者”预警机，对舰艇探测距离130~370公里，对飞机探测距离150~185公里，可引导12架飞机进行空战。英国实际上，没有一种象样的预警飞机。

1982年马岛战争中，英军使用的是“海王”直升机装上“水面搜索雷达”改装的预警直升机，飞行高度3000米，探测距离125海里。在战争中，用9架预警直升机，可覆盖200海里的海域，发挥了一定作用。

目前，世界上最好的预警飞机是美国空军的E—3A新型预警指挥机，其监视覆盖面积为30~35万平方公里，相当于30部地面雷达的作用。此外，它还可搜索600个目标，并能对其中240个目标进行识别判读、测距，并处理300~400个目标的数据。该机可在远距离防区1200公里处发现目标，并可为作战兵力提供30分钟的预警时间。而一般地面雷达只能预警6分钟，E—3A是目前世界上性能最好的，一种全天候、远航程、高速、高空预警机。能对空中、海上和地面目标进行监视，速度为880~960公里/小时，实用升限12000米，不进行空中加油可续航9~15个小时，最大航程12000公里，最大起飞重量150吨。

美国近期又研制了E—3-B和P—3预警飞机，其性能有了改进和提高。

十四、对未来战争的影响

第二次世界大战以来，世界上兴起的新的技术革命，是以一系列高技术迅速发展为标志的。在这一高技术发展的大环境里，军事科学技术也获得了飞速的发展。80年代以来，世界上发生的局部战争，特别是海湾战争的实践表明，大批高技术群体相继运用于军事领域，进入战场，从根本上改变了战争的面貌。这一新的变化事实，已引起了世界各国的关注。同时，也把作战指挥提高到了一个新水平，推向了一个更高的阶段。现代化作战，在空间上，将遍及陆、海、空、天和电磁“五维”战场；在时间上，将会把以往一个较长时间的军事行动过程，压缩在很短时间内进行。势必对作战指挥提出更高的要求；大量的高技术广泛应用，改变了军队的构成，更新了军人的观念，更能够把军队的作战能力最大限度地转为现实战斗力，这就必须要求有高质量的指挥；由于高技术发展引起了战斗时间、空间和力量上的变化，就必须要求指挥官要有高超的指挥艺术，新的指挥手段和指挥方法等等。为了适应现代化战争这一新的变化，必须进一步改进和完备军队自动化指挥系统。目前，外国军事评论界把军队自动化指挥系统，形象地称为“兵力倍增器”是有道理的。在一定意义上讲，军队自动化指挥就是军队指挥的高技术化，离开了大量的高新技术，自动化指挥就无从谈起。不难看出，现代化作战指挥，技术作用是何等突出。我们还必须看到，实现了高度自动化指挥，又会对未来战争带来什么变化，发生什么影响呢？

（一）战争的决策和指挥更加科学化

战争的决策和指挥属于高层次的思维活动和指挥艺术。在相当长的历史时期内，由于科学技术不能适应这种高层次决策和指挥活动的需要，致使长时期内仅局限于少数高级指挥人物的思想活动之中。这时作战的决策与指挥正确与否主要取决于指挥人员的天资、阅力、经验、知识和当时的信息环境。这种主要凭经验作出的决策或者指挥活动有一定的局限性和随意性，以微电子技术为代表的计算机，软件技术以及先进的智能技术出现，特别是自动化指挥系统的建立，为战争的决策和指挥活动提供了可靠的科学技术条件。

由于科学技术的发展，现代作战与过去作战相比，军兵种多，武器装备复杂，而且作战分工越来越细；战场范围扩大，战场布局分散；作战节奏加快，战场情况瞬息万变，战机稍纵即逝；作战物资消耗巨大，战场保障极为困难等等。所有这一切，决定了军队指挥日益成为需要在现代科学技术基础上不断发展。这就对战争的决策者、指挥者提出了更高的要求。过去那种靠增加指挥机构、指挥层次和人员的办法，不能适应现代化作战的需要。只有依靠自动化指挥才能达到实时、灵敏、快速、高效的要求。自动化指挥系统，把情报、通信、指挥、控制各个分系统联成网络，把各军种、兵种，各种武器装备和各个战场凝结成一个有机的整体，从而较好地解决了各种作战力量的分工和协同之间的矛盾。而且，各个分系统越来越多的采用高技术，指挥员用它可以快速收集和分析各种情况，迅速定下决心，正确实施指挥。从而会极大地提高作战的指挥效能和整体作战能力。海湾战争的实践，就是有力的证明。

（二）预警和导航进一步现代化

现代条件下作战，预警和情报对作战指挥具有极为重要的作用。当今的高技术成果，也使侦察、监视工具和器材的技术水平发生了质量的变化。未来战场上，从太空到高、中、低空、地（海）面直至水下，将都布满各种先进的侦察技术装备。如侦察监视卫星、侦察飞机、无人侦察机、预警机以及地面各种侦察、监听设备；使用夜视器材、可见光光学仪器、雷达成像设备、电子侦察设备、激光目标指示器、测距机等先进的侦察器材。通过 C³I 系统，才能把它们共同构成立体化、大覆盖范围、多元化的侦察监视网，并覆盖整个陆海空战场乃至太空战场。

预警系统，有对弹道导弹预警系统和对轰炸机预警系统。其预警手段有弹道导弹预警卫星、预警雷达、预警飞机等。海湾战争中，弹道导弹预警卫星，能在对方导弹发射后 90~120 秒钟内捕捉目标，并判明弹着点，3 分钟内即可将信息传到海湾部队或美国本土指挥部，对伊拉克“飞毛腿”战术弹道导弹，可以提供 90~120 秒的预警时间。经过改进和新的调整后的卫星通信传输系统，能使预警时间延长到 4~5 分钟，以便采取防御和拦截措施。对洲际弹道导弹可提供 25 分钟的预警时间。

目前，导航定位系统，比较先进的是美制导航星全球定位系统。它由 18 颗卫星组成，定位精度小于 15 米，测速精度均方误差 0.1 米/秒，时间精度为 100 毫微秒。使用这种卫星，各种飞机可精确投掷、发射炸弹和炮弹、坦克、火炮、舰艇可精确定位和行进，甚至单兵也可精确定位。海湾战争时，美国紧急购置了 10000 多台接收机用于作战，大大提高了总体作战能力。美军还正在研制更为先进的“地球星系统”定位精度可达一米。

（三）电子战和 C³I 对抗更加激烈

C³I 系统实际是电子系统，C³I 对抗实质是电子对抗。由于各种电子技术和其他高技术广泛渗透到各种武器装备、各种作战手段和战场指挥、控制中去，因此，交战双方争夺电磁谱使用权和控制权的斗争将异常激烈。特别是电子战武器装备可以通过软杀伤和硬摧毁等手段，干扰、压制和破坏侦察、通信、指挥和控制系统，以及先进的武器系统，使之丧失或降低作战效能。这就使得电子战成为渗透各种作战领域的重要手段，并将贯穿于战争的全过程，在现代战争中，没有制电磁权，就难控制制空权、制海权，就会丧失战场主动权。因此，电磁优势必将成为现代战场双方激烈争夺的“制高点”。所以，必须重视电子战作用，提高信息对抗即电子对抗能力。

海湾战争证明，C³I 系统是现代作战的“神经系统”和“神经中枢”，是维系军队整体作战能力的纽带和“力量倍增器”。正因为如此，多国部队从战争一开始就把摧毁伊军 C³I 系统作为首要目标。开战不到 10 天，伊军的通信联络就基本陷于瘫痪，高层指挥机构几乎丧失了对前线部队的控制能力，连战地指挥官也不知道哪些部队正在瓦解，哪些部队需要支援，从而丧失了整体抵抗能力。为此，可以看出，未来现代战争中，C³I 对抗将更为重要，将成为电子斗争的一种新形式。

（四）合同作战程度进一步提高

未来战争，不是单一军种兵种，单一武器系统孤立地作战，而是要投入多种部队，使用多种武器（包括常规武器和非常规武器）的多元一体化的合同作战。随着这些部队、武器投入战场，未来战争将是陆、海、空、天、地、电磁的高度合同作战。战场情况将急剧变化，战场环境将更加复杂，只有先进的军队自动化指挥系统，才能够把战场上方方面面有机地协调起来，保证指挥员和指挥机关对战场上快速多变的情况作出迅速反应，合理地使用各种部队和各种武器，把握住稍纵即逝的战机，取得作战主动权，从而更充分地发挥整体作战的优势。

（五）战争在大纵深、远距离、高立体的空间进行

由于情报、通信、指挥、控制系统实现了全盘自动化，这就为使用高技术兵器、多兵种、多武器系统，在大纵深、远距离、高立体的广阔空间战场上进行作战创造了有利条件。

现代高技术兵器的发展，远距离作战能力空前提高，使作战空间向远近交叉的大纵深发展，作战行动更加强调实现大纵深打击。其基本作战特点是：作战侦察距离增大，高技术的卫星侦察设备，可以在全球范围内实施全纵深、大面积的侦察与监视，并覆盖整个战场，武器的射（航）程增大，准确性提高；兵力机动能力增强。这就使远距离作战能力和大纵深作战成为可能。这就说明，现代战争的战场平面空间大大扩展，远近交叉的大纵深作战将成为现代化作战的重要发展趋势之一。

现代战场上，在自动化指挥的控制下，高技术兵器可分布在水下、地（海）面、超低空，低、中、高空甚至太空，水下可低于—500米，太空可高达3.6万公里。各种作战行动都将体现部署在不同高度上的武器装备有机配合的特点，以对地（海）面攻击作战为例：地（海）面将有各种火炮、坦克、战术导弹、舰艇、地（水）雷等；中、低空将有各种攻击机、歼击轰炸机、直升机、无人机、巡航导弹等加以配合。侦察与监视、防空、反坦克以及电子战措施，也将分布在各层的高度上执行着各自的作战任务。各种高技术兵器综合运用的立体作战，也是未来作战的一个基本样式。

美国《2000年空地一体作战》的报告指出：未来战役战斗将在整个影响地域内进行，而“影响地域的图线将是破碎的、弯曲的、不连续的，而且不断地迅速变化，”将形成犬牙交错的动态的非线式战场。为应付这种多变复杂的战场形势，只有靠实施自动化指挥。

（六）军队素质大为提高

战争史反复证明，军队军事素质的优劣直接关系到战役、战斗乃至战争的胜负。尤其未来现代化战争，高技术兵器和器材的广泛应用，突然性增大，战场空间广泛，情况变化急剧，战斗紧张激烈，人力物力消耗巨大，使得组织指挥更加复杂，后勤保障更加艰巨。这些情况对军队的军事素质和军事训练提出了更新更高的要求。

随着现代科学的迅速发展并广泛应用于军事领域，未来的武器系统和指挥，控制，通信和情报系统都将发生巨大变化，进一步向电子化、自动化、

制导化以及智能化发展。这对军队的知识化、专业化程度的要求性大大提高。军队成员不断更新知识，掌握新的军事技术，学会使用新的武器装备系统，将成为军事训练的重要任务。

未来战争将在地面、水面、水下、空中和外层空间展开，它是一种全方位的立体战、合同战、总体战。这就要求参战部队必须具备多种作战能力，要求指挥员必须具备组织指挥诸兵种合同作战的能力，成为一支合同化程度很高的部队。因此，必须进一步加强现代条件下诸军兵种协同作战的训练，特别是提高军事指挥员和指挥机关的训练，以适应现代条件下自动化指挥的需要。

总之，自动化指挥的建立和发展，必然会促使部队平时训练的发展，促使部队军队训练水平和战斗能力的提高。

结 束 语

军队自动化指挥系统，是一个庞大而又十分复杂的系统工程。从 50 年代开始建立自动化系统起，已有近 40 年的历史，已遍布世界许多国家和军事集团。自动化指挥内容，已涉及战略、战役、战术各个范畴，涉及陆军、海军、空军和太空领域，它包括了几十个甚至上百个各种各样的系统。近 20 年来的局部战争中，自动化指挥系统得到了广泛的实战运用，尤其是 1991 年的海湾战争中。美军的 C³I 系统发挥了巨大作用，成为维系其整个战争机器高效运转的核心，也成了美军获胜的重要原因。

海湾战争，取得了极其丰富的经验和教训。此后，世界上许多国家都进行了总结、研究和借鉴。其中自动化指挥在这次战争中得到了广泛运用和发展，它在这个战争中所起的特殊作用和取得的经验教训，已经引起了各国军事界的关注。美国国防部关于海湾战争的报告中，也明确提出了要进一步加强和发展 C³I 系统，进一步提高 C³I 系统的质量。事实表明，美军正在利用海湾战争中发现和暴露的问题，改进自己的指挥系统和技术装备；有更多的国家把 C³I 系统置于与尖端武器同等重要的地位予以优先发展。今后 10 ~ 20 年，将是 C³I 系统繁荣和成熟时期，运用 C³I 系统已不再是发达国家军队的专利，而将成为各国军队致力于现代化建设的必然选择。

我还要说明，由于本书取材于国内外有关刊物、资料和专著；由于国外 C³I 系统的复杂性、保密性、多变性，加之资料来源不同，时间不一，在撰写过程中，我们力求对照核实准确，也希望读者在使用本书时发现问题及时纠正。

在本书撰写过程中，得到了解放军出版社原副社长林仁华同志的热情支持和指导，总参军训部、通信部、军事科学院、国防大学、陆军参谋学院、防化学院有关同志提供了不少文献资料。在此表示衷心的感谢。

