

# 指挥控制通信与情报系统 (C<sup>3</sup>I)

刘景伊 常梦雄 陈炳富  
王耀勋 王鸿谷

**摘要** 本文是一篇关于C<sup>3</sup>I系统的概述。它介绍了C<sup>3</sup>I的各组成部分以及这些部分是如何组成一个系统的。另外,讨论了几个与C<sup>3</sup>I系统有关的技术问题。

C<sup>3</sup>I技术是目前国外发展十分迅速的综合系统技术,国内也正在起步。由于它在现代战争中的关键地位,它的发展受到了各国军事家、有关科学家和专家的密切关注。这里,只是将C<sup>3</sup>I系统方面的一些基本情况作一个简要的介绍。

## 一、何谓C<sup>3</sup>I系统与C<sup>3</sup>I在军事上的作用

### 1. 何谓C<sup>3</sup>I系统?

C<sup>3</sup>I (Command, Control, Communication and Intelligence) 系统即指挥、控制、通信与情报系统。它是正确的指挥体系结构和各级指挥机构行使其作战职能所需的有关设施、仪器、设备、数据、情报、软件、人员、各种机制及它们相互间的联系(尤其是通信联系)的总称。

### 2. 关于系统的名称

C<sup>3</sup>I系统在我国军内现多称之为“自动化指挥系统”(与苏军相同)。但这样称呼容易引起误解。似乎把人的因素排除在外了。事实上,即使科学技术进一步发展,自动化程度进一步提高,最终的分析、判断、计划、决策仍要人来完成。

西方还有CCIS, CSS, C<sup>4</sup>I<sup>2</sup>, C<sup>3</sup>IEW, C<sup>3</sup>I<sup>3</sup>等不同的名称。国内也有人主张在“军事指挥系统”前面冠以“电子化”。我们反复研究,觉得还是采用C<sup>3</sup>I的叫法为宜。这是因为:

(1) 不论对远古战争还是未来的战争, C<sup>3</sup>I已完整地反映了指挥战争的这一系统的基本特征和功能。斯巴达克领导的奴隶起义也是要进行“指挥与控制”;“马拉松”,就是为了送“情报”而进行的“通信”工作。只不过随着科学技术的进步:“战争”、“武器”、“指挥与控制”、“通信”等这些词的含义都有了巨大的变化,而且还会继续发生变化。

(2) C<sup>3</sup>I是目前国际上比较统一的名词,很多国际会议、展览会都采用这一叫法。

### 3. C<sup>3</sup>I系统的目标

指挥、控制、通讯与情报系统的目标就是要使得各级指挥员能以最有效、最迅速的方式行使其作战职能，部署自己的武装力量。现代战争的快速性、复杂性、多变性、多面性、分散性对这种目标的要求越来越高，尤其表现在以下方面：

#### (1) 对快速决策的需要

现代武器系统日益增加的速度和机动性要求快速响应。这样为决策所提供的时间就愈来愈短。

#### (2) 机动性和分散性的影响

机动性和分散性使得指挥与控制任务进一步复杂化。

#### (3) 现代武器系统的费用

尽管现代武器系统的有效性大大增加，但它们的费用也大大增加。因此迫使我们从提高C<sup>3</sup>I系统的能力入手，而不是单纯靠增加武器系统。

#### (4) 敌我双方信息量的剧增

现在获取敌我双方信息的手段繁多，信息量剧增，以致常常不能对它们进行完整及时的处理（过滤、整理）。这是影响决策、指挥是否正确的主要因素之一。

### 4. C<sup>3</sup>I系统在军事上的意义

如上所述，C<sup>3</sup>I系统在现代战争中起着关键性的作用。高效率的C<sup>3</sup>I系统可以使得我们以弱胜强，以少胜多，变劣势为优势。这种战例在现代战争中也屡见不鲜。正如人们所归结的，C<sup>3</sup>I系统起着“武力倍增器”的作用。苏军认为现代军事指挥系统是现代军事史上继核武器、导弹运载系统之后的“第三次革命”。先进的C<sup>3</sup>I系统也是所谓“星球大战”能够有效进行的基础。

西方各国目前C<sup>3</sup>I系统发展经费多占国防预算的10%以上，美国近年来为11%，但其地位与武器系统的发展是同等的，甚至更重要一些。

## 二、C<sup>3</sup>I系统的基本组成部份

现代C<sup>3</sup>I系统是一种庞大的、复杂的电子系统。它常常嵌套在更大的系统之中，又常常被一些小的分系统嵌入。因此，很难确切地、单独地画出C<sup>3</sup>I系统的界限。我们这里将介绍一下其基本的组成部份和它们是怎样组合成一个系统的。

#### 1. 一个最基层的C<sup>3</sup>I系统

如图1所示，基层的C<sup>3</sup>I系统可以由六个部份组成：

- 指挥控制中心：包括计算机、各种外设、作战指挥台、各种指挥设施、同时包括通信控制、数据处

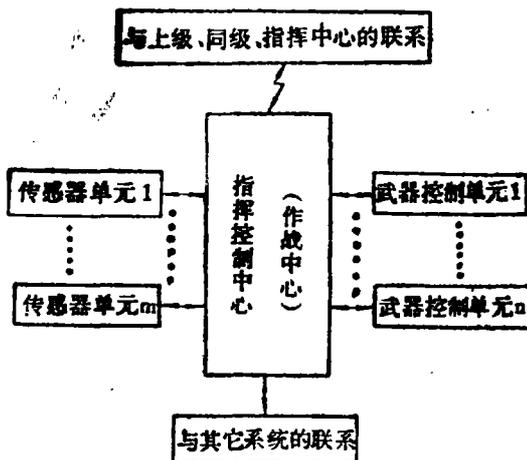


图1 最基层的C<sup>3</sup>I系统的例子  
(各部份间联线均为自动数据通信线)

理等各种分系统等；

- 多个传感单元：用以连接雷达、声纳、光学与导航仪器以及各种终端（情报、信息来源）；
- 多个火控单元：用以控制枪炮、导弹、舰艇、截击机、鱼雷发射装置等；
- 与上级、同级指挥中心及下属部队的联系；
- 与其它系统的联系；
- 各部份间均用自动数据通信线路相連（使用各种技术），此即通信系统；

通过这个例子可以看到基层C<sup>3</sup>I系统的基本结构。各个指挥级别上的C<sup>3</sup>I系统有机地组织在一起就可以形成高级的C<sup>3</sup>I指挥网乃至全国范围的C<sup>3</sup>I系统。（高层指挥的C<sup>3</sup>I系统一般是战略C<sup>3</sup>I系统）。

## 2. 一个高层的C<sup>3</sup>I系统

图2清楚地描述了一个高层C<sup>3</sup>I网中各部份之间的关系。点划线区表示国防作战中心，五个双边框白圆圈分别为海军、陆军、空军、防空、民防作战中心。白双向箭头区表示通讯系统，它通过包括卫星在内的各种通信手段将国防作战中心与各兵种作战中心联系在一起。内部的几道白圈表示通讯分系统、情报系统与作战中心的通信。白圈渗透到点划线色区之中，表示作战中心内部也有通信设施，也属于通讯分系统。斜线区表示情报系统。它从雷达、声纳、卫星、侦察机等各种情报源获取敌方情报。

## 3. 现在我们可以来归纳一下C<sup>3</sup>I系统的主要成份

### (1) 各个主要的分系统：

**通信系统：**负责完成多个战略、战术单位的通信联系，它必须具备以及时的、准确的、完全的和持续的方式处理日益增加的信息的能力。必须建立一种多结点、多通路、多传输媒介的通信网。目前计算机通信网、光纤通信、卫星通信技术发展迅速。

**情报系统：**情报系统必须具备快速收集和来处理来自各种信息源和现代探测系统的信息的能力，以提供各级指挥官使用。

**信息处理系统：**必须能够存贮、分类、整理并通过数学模型作出辅助决策，向各级指挥员和工作人员显示信息，以供估计和决策用，大量的待处理信息以及快速响应越来越明确地要求必须采用自动数据处理技术。

**武器控制系统：**用来保证在指挥员决策后以最小的延时和最大的精确性进行决策的实施。武器控制系统实际上是一处于战斗前沿（从现代战争的观点来讲）的战术C<sup>3</sup>I系统。由于它所完成的任务比较集中、单一，常常可以有最少的人的干预。

### (2) 人的因素

现代C<sup>3</sup>I系统把人的因素看成是系统组成一个重要部份。特别是对于指挥体系结构的研究，各国都将其放到了重要的位置。这是因为，不论C<sup>3</sup>I技术怎样发展，最终的判断、决策仍须由人来完成。所谓“全自动化指挥系统”只不过是一种模糊的概念。

现代C<sup>3</sup>I系统的组成要考虑如下主要的一些人的因素：

**指挥方式：**例如政治干预，陆海空和联合作战的不同要求会对指挥方式带来影响。指挥方式可以是高度集中的或高度分散的或在更多的情况下是混合式的。在和平、危机和作战时的不同阶段，指挥方式也会发生变化。在危机情况下，本来是由战术指挥官负

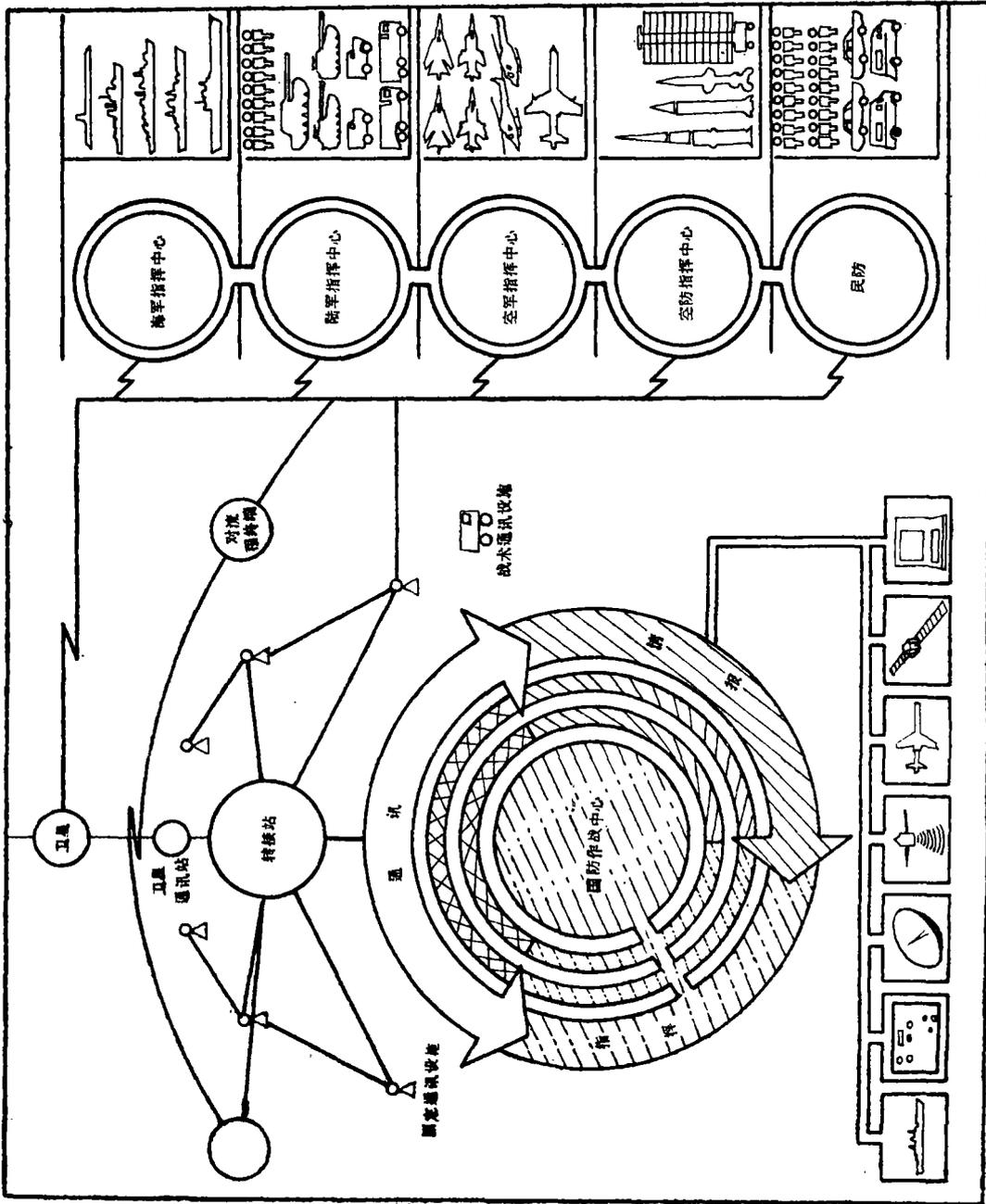


图 2 C<sup>3</sup>I 系统的组成

贵的对某一战斗的决策，很可能由最高指挥官决定。

**指挥组织结构：**它规定了各部份之间的信息流和所需的接口。尤其应考虑到：组织结构取决于所使用的指挥支援系统。组织结构应适应指挥支援系统的变化。图3示出了国外研制的一种C<sup>3</sup>I组织结构。

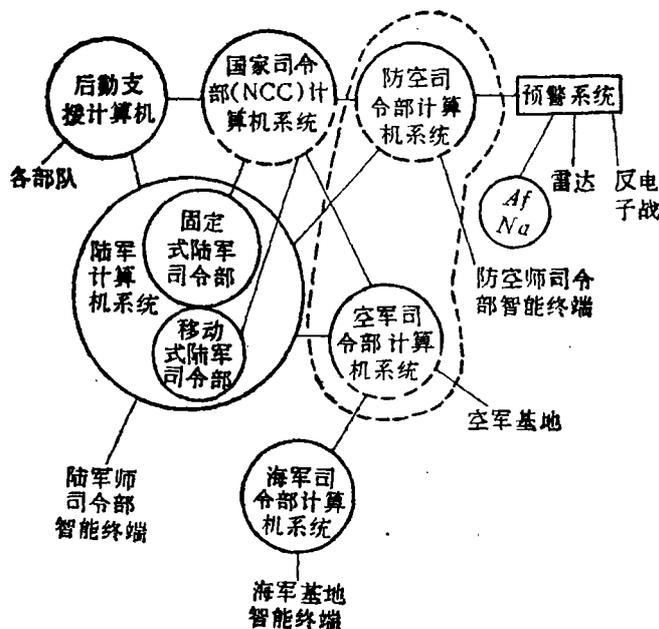


图3 C<sup>3</sup>I组织结构一例

**信念：**工作程序和传统的影响，对于不同的国家、不同的设施和不同时期这些影响都将变化。C<sup>3</sup>I系统必须反映使用者的具体情况。

**人机接口：**现代C<sup>3</sup>I系统非常重视人机之间的互相作用，提供良好的人机交互环境。

#### 4. 作战中心

以上介绍了C<sup>3</sup>I系统组成的基本成份。还有一个值得重视的问题是作战中心的配置。实际上除了通信线路、设施、武器、传感器等之外，大多数C<sup>3</sup>I系统的设备、仪器都是配置在作战中心的。作战中心还配有自动化数据处理分系统，用来支持情报处理、信息处理的工作。作战中心配置的音频分系统、显示分系统则是人机界面的至关重要的设备。这几个分系统还支持着辅助决策的工作。

#### 5. 数据网络

为支持自动化数据处理系统的工作，应有设计良好的数据网络，从而保证：

较少拥挤；改线性能以及

数据集中；较好的安全性（见图4）。

#### 6. 电子战分系统

最后，值得指出，电子支援技术(ESM)，电子干扰技术(ECM)，电子反干扰技术

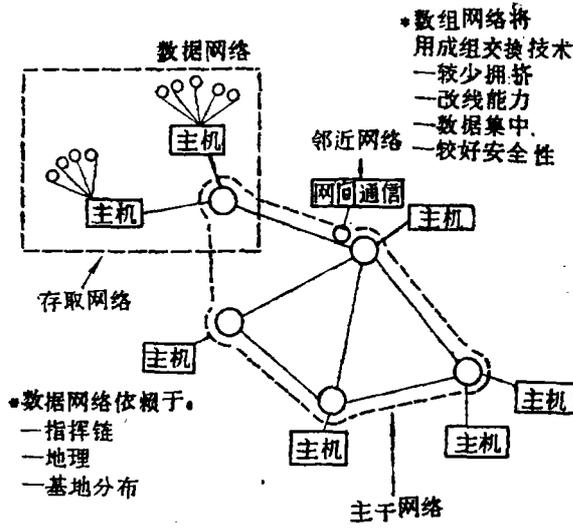


图 4 数据网络一例

(ECCM)等迅速发展，直接影响到情报、信息的安全与可靠以及指挥员的判断、决策，从而对战争的胜败起着十分重要的作用。

因此，国外新近发展的C<sup>3</sup>I系统中都嵌入了电子战系统和反电子战措施。

现在一般采取的反电子战的措施是：

严格的发射控制；严格的通信技术训练和纪律；采用最小功率输出和定向天线；使用最先进的密码技术；严格的软件安全措施和访问控制；传输期间，拒绝对信号的存取；采用扩频和跳频等先进的反电子干扰技术和进行物理保护；

嵌入C<sup>3</sup>I系统的电子战分系统的设计必须与全系统的设计通盘规划，周密考虑，以防电子战分系统对自己的整个系统起破坏作用。

### 三、C<sup>3</sup>I系统的设计与实现方法、有关技术和设备

#### 1. C<sup>3</sup>I系统的设计与实现方法

由于C<sup>3</sup>I系统是一个庞大、复杂、花费大而又十分关键的电子系统，且其中人的因素起着相当大的作用，因此，其设计与实现方法非常重要。各国都在研究这种“C<sup>3</sup>I方法学”。对于我国这种底子薄、资金少、旧设备多、幅员辽阔的情况来说，研究这一课题就更显得十分重要了。

根据国外一些大公司的经验和西方披露出的其它一些资料可以归结出如下要点：

##### (1) 确定C<sup>3</sup>I系统的途径

作战需要 → 概念化 → 技术要求  $\left( \begin{array}{l} \text{系统功能、设施、界面的} \\ \text{确定，设备、仪器技术要求} \\ \text{系统性能、参数的确定} \end{array} \right)$

##### (2) 基本方法：

a. 渐进获取法：在系统的总体设计和实施中，无论在规模上、功能上，旧系统改造上都应采取渐进获取法；

b. 使用导向模式，在风险可以预测的情况下，利用导向模式来支持研制，可以加速研制的进程；

c. 由指挥的需要确定总框架。

其中渐进获取法是各国都致力研究的问题，它的目标是：

可以较快地使初期系统投入使用；系统失败的风险小；系统生命期（使用寿命）长；合理地、有效地分配使用资金；用户介入，从而达到满意的使用效果。

### (3) C<sup>3</sup>I的规划管理

现各国的 C<sup>3</sup>I 系统的研制发展都由国家和军队的最高层的领导来集中领导，只有这样，才能真正有效地使用资金，迅速建成实用的 C<sup>3</sup>I 系统。

图 5 示出了 C<sup>3</sup>I 规划的控制关系。人们认为，没有科学的规划管理，只会耗费巨资，成效甚微。

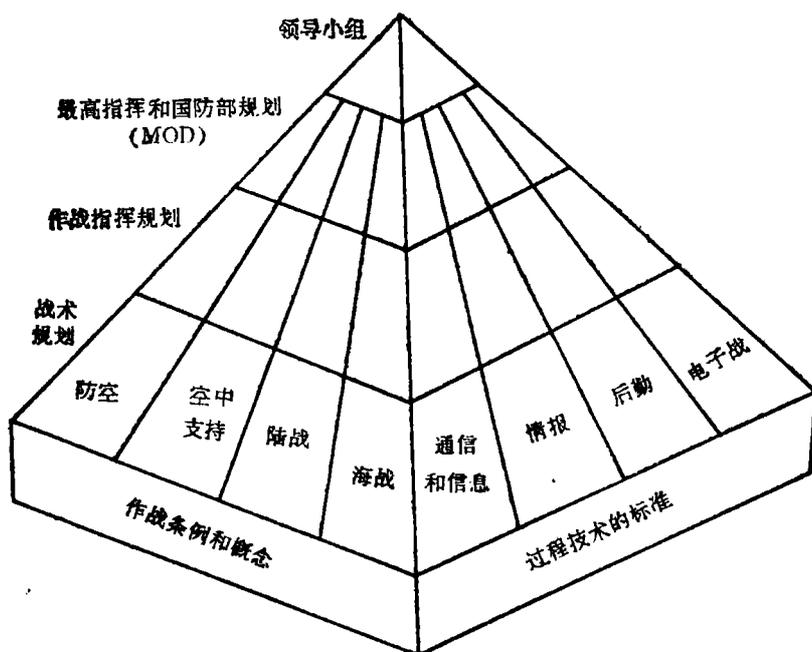


图 5 C<sup>3</sup>I 规划的控制

### (4) 研制阶段

- a. 人员目标分析；
- b. 可行性研究；
- c. 人员需要；
- d. 工程确定；
- e. 实施。

### (5) C<sup>3</sup>I系统设计应考虑的因素

- a. 和平时期、危急期和战时的不同使用目标和功能块切换;
- b. 当前的和未来的一般性威胁和破坏性威胁;
- c. 主要目标:

提供对当前势态的确切估计;良好的通信系统;实时控制;快速分发情报的能力;提供最新的后勤信息。

#### d. C<sup>3</sup>I系统应复盖的区域;

包括海域在内的全国防域区;国界以外的早期预警;三军联合作战和单独作战;国外通讯;密切联系军事预备力量、警察部队和民防力量;

- e. 中央战略控制——全国指挥中心(NCC)的建设;
- f. 保密;
- g. 反电子战能力、自卫能力;
- h. 可移动性与生存能力。

## 2. C<sup>3</sup>I系统设计、研制所涉及的一些理论问题:

### (1) 大系统理论

C<sup>3</sup>I是一个庞大的系统。美国麻省理工学院(MIT)的Athans教授认为:C<sup>3</sup>I系统应属于大规模分布决策系统,而且是在一种动态的、不确定的、对抗的条件下的分布决策,因此很多一般大系统理论的原理还不能适用,还需要作很多研究工作。

### (2) 人-机关系理论

C<sup>3</sup>I是一组决策指挥员与一系列机电光部件相互作用的大系统,研究人与机器的相互作用是一个重大的理论课题。如何将心理学、生理学与工程系统、电子系统的理论研究结合起来,是C<sup>3</sup>I系统研制工作的理论前导。

(3) 现代军事理论:现代战争、现代军事发展迅速,很多概念、模式、过程、都已发生深刻的变化。我们需要对从作战模型和指挥结构开始用现代军事、现代战争的理论来指导C<sup>3</sup>I系统的设计。

(4) 其它,如计算机科学、通信科学、电子学、社会学、行为科学等都是C<sup>3</sup>I系统研制中所涉及的一些理论。而这些理论的新突破均会推动C<sup>3</sup>I研制技术的发展。

## 3. C<sup>3</sup>I系统设计、研制所需的一些技术

(1) 计算机技术:如系统结构、计算机网络、软件工程、数据库系统、数据处理、图象处理技术、显示技术和容错技术等等。

(2) 密码技术:如前所述,采用密码技术保证C<sup>3</sup>I系统的安全,是必须的。尤其是用多层次的密钥控制和先进的加密算法,来保障安全通讯,是C<sup>3</sup>I系统成败的一个至关重要的问题。

(3) 模拟技术:模拟技术不但可以使C<sup>3</sup>I系统的研制沿着正确、快速、经济的方向前进,而且在和平时期C<sup>3</sup>I系统作训练使用时也可以发挥很大的作用。

(4) 人工智能技术:这是支援专家咨询和辅助决策系统乃至更先进的自动化数据处理系统的强有力工具。

(5) 其它:如电子战、通讯与探测设备的智能化等等技术。

#### 4. 几种主要设备:

##### (1) 显示及其它人-机交互作用设备

典型的指挥所显示分系统总是由大屏幕显示和小屏幕阴极射线管(CRT)显示及有关附属设备如键盘、滚球、光笔、图形输入板、手指触屏输入器等组成。大屏幕用于显示综合态势,小屏幕供参谋及有关专业人员使用。显示内容包括计算机产生的图形、文字和图象,也包括闭路电视和象相放送,指挥人员只要按下选择开关,便可观察到上述任一内容。

a. 大屏幕显示 当前大屏幕显示种类繁多,有油膜光阀大屏幕显示、激光大屏幕显示、变色片大屏幕显示、绘图仪投影大屏幕显示、投影电视式大屏幕显示、幻灯片投影显示、液晶光阀大屏幕等离子板大屏幕等等。其中以油膜光阀大屏幕性能最好,但造价最贵,只能少数高级指挥所使用。目前迫切需要一种在性能上接近油膜光阀,但在造价低廉和使用维护方便方面较优的设备,以便大量地用于中、下级指挥所。较有希望的是投影电视式大屏幕显示。国外已有液冷式镜头的投影彩色电视设备,其光照输出为440流明,最大尺寸为16呎×20呎,分辨率为850行以上,可投射电视信号、象像信号,以及光栅扫描式的计算机图形和图象。

b. 小屏幕显示及工作站 迄今为止主要还是用CRT显示。从扫描体制可以分为随机扫描和光栅扫描两种。前者分辨率和显示速度较优,后者除能显示计算机产生的文字图象外,尚可显示电视和象像图象,容易做到全军体制统一,便于上、下级指挥所之间传递作战态势图。随着彩色显示管制造工艺提高,微处理器和大规模集成技术发展光栅扫描体制最终将逐步取代随机扫描。从功能上看,目前已由单纯显示发展到多功能的显示工作站。除了完成常规显示外,尚具有联网通信、语言通信、数据库检索等功能,较适用于独立的建制单位(如后勤部门、情报部门等)。

e. 军用地图显示 目前国外十分重视,我国军事部门也十分关心。当前已能做到军用地图在屏上局部显示,采用漫游技术可以扩大显示范围。也可放大、缩小,地图的详细程度可依操作人员的要求而改变。可以将有关作战态势的图形文字重迭在相应地图中,代替传统的标图。更有吸引力的是可将地图信息综合成立体景像(三维显示),起到沙盘而优于沙盘的作用。以上功能,国外一些公司产品中均有体现,我们亦正在积极研究中。

如果配上激光盘片存取设备,可存放的地图数量将十分巨大,每个盘片可存放5000幅地图。目前外军已有装备部队的报导。

f. 发展动向 指触式显示屏发展较快,在C<sup>3</sup>I应用中似较光笔和滚球更为方便。

新的显示器件正在取得进展,除CRT以外,等离子体、发光二极管、液晶等新型器件已开始采用。尤其是等离子显示器件由于坚固、体积小已在野战用的移动式设备中采用。

计算机语言输入输出设备,是指挥人员十分欢迎的设备,进入实际使用尚有一定距离,但各国的研究工作都推进很快。

##### (2) 通信设备

通信是C<sup>3</sup>I系统的基础性环节。通信设备的质量直接影响C<sup>3</sup>I系统的生命力。从国外

一些公司产品介绍中可以看出当前国外通信设备发展的动向:(i)无论是战术性电台(Scimitar系列)还是数字无线电中继设备(CLAYMORE)都采用了有力的保密技术,密钥量达 $10^{24}$ 以上。其中 MARCRYPMUX 提供长期的、高质量的保密措施,形成的密文用目前已知的破译方法是无法破译的。(ii)广泛采用跳频技术,以提高抗干扰能力,并可在全波段实现。(iii)为了工作安全起见,均能在远距离实施操作,距离可达3公里。从上述介绍中可以明显看出,数字技术及微处理机在通信中应用在国外已广泛实现。

卫星通信和光纤通信是未来C<sup>3</sup>I系统通信的主流,应予充分注意。近期我军C<sup>3</sup>I系统的通信还是靠短波、微波、地下电缆和明线传输。充分利用改造现有设备是必不可少的。例如将计算机引入电报系统使之成为自动转报系统,以至自动加密、解密;又如构成数字式的自动电话交换网使其功能大大超过普通电路等。但是仅仅这些是不够的。必须看得长远一些。目前国外有些城市(例如美国纽约市)已经将常规通信线路改为光纤。我们有些人总还以为光纤是遥远的事情。

### (3) 雷达设备

国外某公司下属有雷达有限公司专门从事设计和研制雷达。目前,该公司的研究重点逐渐由雷达原始数据的实时显示转移到现代化计算机控制的CCIS工作站,雷达在C<sup>3</sup>I系统中作为一种传感器。该公司有以下产品:警戒雷达(Martello)(SD),空域警戒雷达,海岸搜索雷达、舰用警戒和跟踪雷达等。对以上产品性能分析可以看出国外发展趋势:高度利用固态、电子和力学各种先进技术成果,在雷达精度、可靠性、可利用性及抗干扰诸方面有所突破。例如S723(3D)雷达,已经是全固态化,23cm,40行平面陈列天线,付瓣低,能频率捷变,自适应环境,有综合监测及故障诊断能力。这些新的技术有些可作为改造我军现有雷达的借鉴。

(4) 其它设备: 如密码设备,各种工作台控制台,各种音频设备,各种其它先进的计算机外设等等,这些都是一个高效的C<sup>3</sup>I系统所必需的。

## 四、结 语

以上,我们概述了现代C<sup>3</sup>I技术的全貌,和当前发展的一些动向。目前国内虽然很多单位都在开展这方面的工作,但是无论从方法论的角度还是从实施系统建设的水平,与国外还差距甚远。我们愿和有志于研究建设我国C<sup>3</sup>I系统的人们一起共同奋斗,使我国C<sup>3</sup>I技术迅速赶上国际水平,以适应未来战争的需要。

## Overview of C<sup>3</sup>I

Lia Jingyi Chang Mengxiang Chen Binfu

Wang Yiaxun Wong Honggu

### Abstract

An overview of c<sup>3</sup>I system is presented in the paper. We try to describe main components of C<sup>3</sup>I and show how they are combined into one system. In addition, the paper relates to a few technical problems associated with C<sup>3</sup>I system.

## HZD—7032汉字终端研制成功

七系七〇三教研室研制出一种新型的中西文兼容式的汉字终端，取名为HZD—7032中西文兼容汉字终端。该终端于今年四月份通过鉴定。

HZD—7032汉字终端采用了终端仿真技术设计，设备的国产化程度较高。它能完成汉字的输入、输出、显示、打印等多种功能，并且是在不修改主机的操作系统及各种支持软件的情况下，使主机具有处理汉字功能的。该终端采用多CPU分布处理方法，软硬件采用模块化结构，只须修改终端的功能码序列，便能与大、中、小微机相连。

该终端的屏幕编辑功能较强，由硬件实现卷行、卷列、辉度变换等功能，还可以脱机屏幕编辑，并具有造词选字、段处理、汉字和字符串交换等功能，输入方式有大键盘、中键盘笔划、小键盘字元编码、国标码以及用户自定码等。

终端可与多种主机和多种型号的打印机相连。具有制表功能，可打印五种不同字体，并可自由控制选择行间隔、字间隔、幅宽等打印参数。

该终端的设计思想正确，设备稳定可靠，国产化程度高，有效地解决了计算机中文信息处理的技术问题，仿真技术达到了国内先进水平，具有较大的社会效益。

(袁保才)