

电子信息工程系列教材

C⁴ISR系统分析、设计与评估

肖 兵 金宏斌等 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

电 子 信 息 工 程 系 列 教 材

C⁴ISR系统分析、设计与评估

肖 兵 金宏斌 高 效 田康生 编 著
方维华 曾庆虎 郭永明



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

C⁴ISR 系统分析、设计与评估/肖兵,金宏斌等编著. —武汉:武汉大学出版社,2010. 11

电子信息工程系列教材

ISBN 978-7-307-08066-9

I. C… II. ①肖… ②金…[等] III. 军队指挥—自动化系统—研究
IV. E072

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 150307 号

责任编辑:罗 挺 责任校对:黄添生 版式设计:支 笛

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:湖北金海印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:13.25 字数:315千字

版次:2010年11月第1版 2010年11月第1次印刷

ISBN 978-7-307-08066-9/E·34 定价:30.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。



前言

随着信息技术的发展和“网络中心战”思想的深入,现代战争的需求和形式已经发生了深刻的变化,“一体化”、“体系对抗”等作战模式也已经从概念走向实战。因此,如何提高作战单元的整体作战能力,夺取信息优势,并进一步把信息优势转化为决策优势和作战优势,实现“信息火力一体化”是应对信息化战争的首要任务,而信息化装备正是肩负该项重任的骨干力量。

C⁴ISR 系统是重要的军事信息装备,素有“兵力倍增器”之称,世界各国一直致力于 C⁴ISR 系统的建设,促进了系统理论体系的发展与应用,尤其是美国的《C⁴ISR 体系结构框架》及其后继推出的关于系统建设的规范和规划,加快了系统一体化发展的步伐。经过几十年的发展和应用,C⁴ISR 系统的信息能力、指挥控制能力、辅助决策能力和模拟训练能力等综合实力得到了全面提高。

众所周知,C⁴ISR 系统是一个复杂的大型“人-机”系统,C⁴ISR 系统建设是一个大型的复杂系统工程。因此,C⁴ISR 系统的分析、设计与评估遵循一般大系统理论与方法,又因其军事应用背景以及含有“人”等不确定性系统要素而独具特点。本书以系统工程的方法论为指导,主要从系统基本理论、系统分析、系统设计和系统评估四个层次介绍了 C⁴ISR 系统的相关概念、C⁴ISR 体系结构、C⁴ISR 系统分析设计与评估的技术、方法、工具及 C⁴ISR 系统中应用。

全书共分七章,内容包括:C⁴ISR 系统概述、系统工程的方法论、结构化分析与设计、面向对象分析与设计、Petri 网在 C⁴ISR 系统分析与设计中的应用、C⁴ISR 系统效能评估和 C⁴ISR 系统集成。全书由肖兵、金宏斌主编,高效、田康生、方维华、曾庆虎、郭永明参加了部分章节内容的编著工作。

本书在编著过程中参阅了大量国内外相关资料,在此特向所有参考文献的作者表示衷心的感谢,尤其是要感谢 Levis 教授的网络资料和课件为本书提供的方法和实例。特别地,感谢华中科技大学王明哲教授在相关课题研究阶段为本书提供的原始外文资料和奠定的理论基础。此外,感谢研究生范志煜、田永旺、沈薇薇为本书画了大量的图表。

本书是作者对研究生课程《C³I 系统分析与设计》教学内容的梳理与提炼,也是作者在复杂系统领域研究工作的归纳与总结。本书可作为高等院校指挥自动化工程、信息系统工程等相关专业的研究生和高年级本科生教材,也可作为相关领域的研究技术人员的参考书。

本书的出版得到了空军雷达学院领导、训练部机关和武汉大学出版社的大力支持。在此,作者要特别向他们表示衷心的感谢!



由于系统理论的博大精深和 C⁴ISR 系统涉及领域的广泛性与复杂性，作者的知识与理解存在一定的局限性，书中难免有不足和错漏之处，敬请广大读者提出宝贵意见。

作 者

2010. 4



目 录

第 1 章 C⁴ISR 系统概述	1
1.1 引言	1
1.2 C ⁴ ISR 系统的基本概念	1
1.2.1 C ⁴ ISR 系统的内涵	1
1.2.2 C ⁴ ISR 系统的发展	2
1.2.3 C ⁴ ISR 系统的分类	4
1.3 系统组成与功能	5
1.3.1 系统组成	5
1.3.2 系统主要功能	6
1.3.3 系统的工作模式	8
1.4 C ⁴ ISR 系统的发展趋势	9
1.5 外军 C ⁴ ISR 系统简介	11
1.5.1 美军 C ⁴ ISR 系统	11
1.5.2 俄军 C ⁴ ISR 系统	18
1.5.3 日军 C ⁴ ISR 系统	20
1.5.4 印军 C ⁴ ISR 系统	22
1.5.5 未来 C ⁴ ISR 系统	23
第 2 章 系统工程的方法论	27
2.1 引言	27
2.2 系统分析	27
2.2.1 系统分析的概念	27
2.2.2 系统分析的步骤	34
2.2.3 系统分析方法	36
2.3 系统设计	42
2.3.1 系统设计的概念	42
2.3.2 系统设计的过程	44
2.3.3 系统设计方法	45
2.4 系统评价	47
2.4.1 系统评价的概念	47
2.4.2 评价指标	50



2.4.3 系统评价方法	52
2.5 C ⁴ ISR 系统的开发	57
2.5.1 开发步骤	58
2.5.2 C ⁴ ISR 系统总体设计	59
2.5.3 C ⁴ ISR 系统分析设计与评价	61
第3章 结构化分析与设计	62
3.1 引言	62
3.2 结构化方法	62
3.2.1 基本概念	62
3.2.2 结构化方法的系统开发过程	64
3.2.3 结构化方法的局限性	65
3.3 结构化方法的主要模型	66
3.3.1 功能活动模型	66
3.3.2 过程模型	68
3.3.3 数据模型	71
3.3.4 规则模型	73
3.3.5 综合数据字典	77
3.3.6 动态模型	78
3.3.7 可执行模型	78
3.4 C ⁴ ISR 系统体系结构的结构化分析	79
3.4.1 C ⁴ ISR 体系结构	79
3.4.2 C ⁴ ISR 系统结构化建模分析过程	83
3.5 防空作战系统 (AAW) 的结构化分析与设计	86
3.5.1 基本作战概念	86
3.5.2 功能分解	86
3.5.3 过程模型	87
3.5.4 数据模型	87
3.5.5 规则模型	88
3.5.6 动态模型	91
3.6 综合数据字典和系统各模型间的一致性问题	92
3.6.1 综合数据字典	92
3.6.2 模型一致性	95
第4章 面向对象分析与设计	97
4.1 引言	97
4.2 面向对象技术	97
4.2.1 基本概念	98



4.2.2 面向对象方法	99
4.3 统一建模语言 UML	101
4.3.1 UML 概述	101
4.3.2 基本模型图及其关系	102
4.3.3 UML 模型图的元语	111
4.3.4 基于 UML 的面向对象的系统分析与设计方法	118
4.4 C ⁴ ISR 系统体系结构的面向对象分析与设计	118
4.4.1 面向对象的开发过程	118
4.4.2 UML 到 C ⁴ ISR 体系结构框架产品的映射	120
4.5 基于 UML 的面向对象分析与设计实例	120
4.5.1 国家导弹防御系统 NMD (National Missile Defense)	121
4.5.2 基于 UML 的决策组织结构设计	122
第 5 章 Petri 网在 C⁴ISR 系统分析与设计中的应用	128
5.1 引言	128
5.2 Petri 网基本理论	128
5.2.1 普通 Petri 网	129
5.2.2 CPN 原理	135
5.2.3 Petri 网仿真工具	140
5.3 基于 Petri 网的防空作战系统 (AAW) 分析与设计	141
5.3.1 全局声明框的构造	141
5.3.2 构造 CPN 模型	142
5.3.3 CPN 模型的执行	147
5.4 基于 CPN 的空对空导弹攻击系统建模	150
5.4.1 空对空导弹和目标的物理结构	150
5.4.2 CPN 模型	151
5.5 决策组织结构的 Petri 网分析	153
5.5.1 从 UML 到 CPN	153
5.5.2 决策员模型	154
5.5.3 平台模型	156
5.5.4 任务类的 CPN 模型	156
5.5.5 决策组织中的通信网模型	157
第 6 章 C⁴ISR 系统效能评估	159
6.1 引言	159
6.2 基本概念	159
6.2.1 系统效能	159
6.2.2 系统效能评估	160



6.2.3 C ⁴ ISR 系统效能评估	161
6.3 效能评估原则与步骤	162
6.3.1 评估原则	162
6.3.2 评估的基本步骤	163
6.4 评估指标体系	164
6.4.1 效能指标的分类	164
6.4.2 评估要素的关系处理准则	164
6.4.3 评估指标的基本获取方法	165
6.4.4 预警信息系统评估指标体系	165
6.5 效能评估方法及其应用	169
6.5.1 基于层次分析法的综合处理能力评估	170
6.5.2 基于模糊综合评估法的预警探测能力评估	173
6.5.3 基于有效性分析法的防空作战系统 (AAW) 效能评估	175
第7章 C⁴ISR 系统集成	182
7.1 引言	182
7.2 C ⁴ ISR 系统中的木桶原理	182
7.3 基本概念	183
7.3.1 集成	183
7.3.2 系统集成	184
7.4 系统集成的原则和目标	186
7.4.1 集成原则	186
7.4.2 集成目标	186
7.4.3 集成内容	187
7.5 系统集成的基本方法	188
7.5.1 快速原型集成法	189
7.5.2 快速渐近集成法	190
7.5.3 递增原型集成法	191
7.6 系统集成的技术	192
7.6.1 系统集成验证技术	193
7.6.2 系统工程管理技术	195
参考文献	200



第1章 C⁴ISR系统概述



1.1 引言

军队指挥是军事指挥员和指挥机关对所属部队的作战行动和其他军事活动实施指挥、控制而采取的一系列措施。军队指挥作为一种社会实践活动，有着悠久的历史，它随着军队和战争的产生而产生，随着战争形态和军事应用技术的发展而发展，并受社会形态和政治制度的制约和影响。在不同的历史阶段和不同的国家中，军队指挥的演变与社会生产力的提高、经济和政治制度的变革、科学技术的进步、战争实践和军事科学的发展等因素紧密地联系在一起，特别是在当代，科学技术进步对军队指挥活动的影响和推动作用越来越大、越来越直接。一方面，科学技术的进步促进了武器装备的改革，对军队指挥能力提出了新的、更高的要求；另一方面，科学技术的进步也为改善军队指挥手段创造了必要的物质条件。C⁴ISR系统正是高科技时代的产物，是提高军队指挥效能的必备手段，也是打赢高技术条件下信息化局部战争的重要军事装备。

1.2 C⁴ISR系统的基本概念

1.2.1 C⁴ISR系统的内涵

近年来，美国和西方一些国家陆续提出了C²、C³I、C⁴I、C⁴ISR等术语，它们都是由若干英语单词的首字母组成的缩略语，但始终没有给出一个对应的英文名词。C⁴ISR由英文单词Command（指挥）、Control（控制）、Communication（通信）、Computing（计算）、Intelligence（情报）、Surveillance（监视）和Reconnaissance（侦察）的第一个字母组成，其发展历史反映了指挥要素不断增加、内涵不断扩大、功能不断完善的过程。

我们熟知的指挥自动化首先是前苏联提出并采用的。苏军认为，军队指挥自动化是继核武器、洲际导弹出现之后军事上的第三次革命，是为提高指挥效能，在司令部工作中建立和应用电子计算机等技术设备的过程，是国防现代化的重要标志。

20世纪70年代末，我军曾提出过作战指挥自动化、军事指挥自动化、指挥系统电子化、自动化指挥等术语，以后通过军事百科词条的编纂工作，逐渐统一为军队指挥自动化，简称指挥自动化。指挥自动化作为一个概念和过程，也作为一项伟大的事业，成为我国国防现代化的标志之一。

指挥自动化系统是实现指挥自动化的平台和技术基础，是各种实实在在的、具体的军事



信息系统。指挥自动化通过建立和运用指挥自动化系统,辅助指挥人员和指挥机关实现科学、高效的指挥控制与管理活动,它反映的是现代条件下指挥技术手段不断演进的过程,同时又是实现指挥手段现代化的奋斗目标和努力方向。指挥自动化通过指挥自动化系统来具体实现,实现指挥自动化是建设指挥自动化系统的根本目的。

近年来,随着技术和认识的发展,出现了综合电子信息系统、军事信息系统、作战指挥信息系统等新的概念和术语,它们其实是从不同角度、不同层次、不同侧面对指挥自动化系统做出的新的诠释。不管如何称呼;指挥自动化系统的本质内容都没有改变,并且一直对应着美军的指挥、控制、计算机和通信(C⁴I系统),后来又逐步扩展了其他要素,如情报、侦察、监视等。可以认为,指挥自动化系统就等同于C⁴ISR系统,因此,在本书中,将统一采用C⁴ISR系统这一术语来进行描述。但是,目前对C⁴ISR系统的定义还不统一,在此给出两种常用的C⁴ISR系统定义。

《美国百科全书》把C⁴ISR系统解释为:国防部必须拥有一个中枢神经系统以指挥和控制其所属的军事力量,无论他们驻扎在世界何地,该系统应该有足够的灵活性,以尽快适应国家的政治目标、战略战术、部队的装备和技术状况的变化,并适应不同的军事条件。该系统应具有完备而保密的通信网及有关的计算机设备,因为这是和平时期管理国防设施的基础,而在战时则是指挥与控制的生命线。

《中国军事百科全书》对指挥自动化系统的定义为:在军队指挥系统中,运用以电子计算机为核心的各种技术设备,实现军事信息收集、传递、处理自动化,保障对军队和武器实施指挥与控制的人—机系统,目的是提高军队的指挥效能,最大限度地发挥部队的战斗力。

1.2.2 C⁴ISR系统的发展

C⁴ISR系统建设从20世纪50年代开始,经历了要素不断添加,即从C²、C³、C³I、C⁴I到C⁴ISR的发展历程。曾经把电子对抗、电子战和C³I、C⁴ISR紧靠在一起,出现过C³ICM, C⁴ISR/EW等概念。目前已经形成了比较完整的C⁴ISR理论,建成了比较完善的C⁴ISR系统。

20世纪50年代初期,美国和前苏联等国开始研究如何利用电子计算机处理警戒雷达信息,来辅助参谋人员实现对空指挥引导。美国首先提出指挥和控制(C²)的概念,1958年建成并使用具有半自动化防空预警和指挥功能的“赛其”系统。前苏联于20世纪50年代末也将“天空一号”半自动化雷达情报处理系统投入部队使用。之后,许多国家陆续开展半自动化的地面防空指挥控制系统的研究工作,使过去靠口传手抄、人工计算的情报处理工作得以更快和更好的实现,从此军队指挥进入以指挥自动化为标志的新阶段。

20世纪60年代,由于通信技术的飞速发展,通信与计算机的结合更加紧密,通信在军事上得到了前所未有的重视,前苏联曾提出“没有通信就没有指挥”。特别是随着远程武器的发展,各种战略导弹和战略轰炸机大量装备部队,出现对作战行动执行单位实施远距离指挥控制的作战样式,单一的指挥控制系统(C²)已无法胜任现代战争的指挥与控制任务,无法实时地进行大量情报信息的传输。因此,通信作为新的要素首先被集成到指挥控制要素中,将C²扩展为C³。在美国国防预算中,指挥、控制、通信三个要素作为一个整体持续了十多年。

从20世纪70年代初到80年代末,国际形势处于美苏相互对峙的冷战环境中,核战争



虽未爆发,但局部战争连绵不断,情报和信息处理的作用受到充分重视,成为C³系统新的组成要素,促进了其内涵的不断扩大。1977年开始,美国国防部由一名助理国防部长专门负责指挥、控制、通信与情报工作,正式将情报这一要素与指挥控制通信结合起来,称为C³I(这里的I即Intelligence,不是指智能,而是指战场的情报)。情报的加入对通信提出了更高的要求。C³I的出现是指挥自动化的一个重大发展,它树立了指令、控制、通信和情报密不可分的概念,也形成了以指挥控制为龙头,以通信为依托,以情报源为生命的一体化的C³I系统雏形。

在这个发展过程中,微电子技术和计算机技术发展迅速,各种大、中型和微型计算机成为指挥控制的平台,为指挥、控制、通信、情报提供强大的信息处理支持,因此,计算机作为一个新要素出现,C³I很自然就演变为C⁴I,C³I系统也就升级为C⁴I系统。

为了能够实时地掌握战场态势,夺取信息优势,情报和监视与侦察之间的关系越来越紧密,代表这三个要素的缩写词ISR出现得越来越多。ISR在战场上发挥着至关重要的作用,形成了“传感器就是战斗力”和“发现就是摧毁”的重要思想。ISR一体化被提到了议事日程,在美国国防部的预算中,常常把ISR作为一个整体单列建设项目。实际上,ISR中有时还包括导航定位和敌我识别等更多的功能要素。

在C⁴I和ISR这两个概念形成和普遍应用的基础上,随着信息技术内部各个分支学科之间的交叉渗透,人们已不可能把传感器网、情报网和计算机通信网剥离开来,也不可能把指挥控制网和通信网剥离开来。同时,军队的指挥活动也要求越来越高的时间分辨率,期望把早先战场活动用月、周、日、小时、分钟计量的工作流程往更快、更及时的方向提升。因此,C⁴I和ISR集成为C⁴ISR这个新的缩写词,在各种场合得到越来越多的应用,它涵盖了认知链上的主要环节。

1997年美国国防报告把监视、侦察综合进了C⁴I系统,称之为C⁴ISR系统。C⁴ISR系统包括四个主要部分:

(1) 能进行信息融合、计划、辅助决策,接收并提供所需数据和通信协调的终端,包括所有连接入网的用户所使用的多用途计算机,也包括大量的嵌入式计算机,即装载在信息化的武器平台(如主战坦克、战车、攻击直升机、各型舰船、导弹武器系统)中的计算机。

(2) 数字化的全维战场空间图像。经过高速、宽频的通信网络传递,用户可以查看任何所关心的部分。

(3) 全球无缝连接的数据库和信息处理中心。这些数据库和处理中心分布在美国本土和海外各地,它们通过分布在全作战空间的雷达、卫星等情报侦察监视系统来获取并形成大量的、可共享的信息基础资源。

(4) 将以上几个部分连成一体的计算机通信网,它贯穿于所有系统之中,是整个C⁴ISR系统的“中枢神经”。

在1991年世人瞩目的海湾战争中,美军各军种独立地使用它们的C⁴I系统,这些系统虽然发挥了巨大的作用,但也暴露出了许多问题。比如,系统之间的互通性差,信息不能共享,容易造成误伤,空中任务指令无法直接传送给航母战斗群,陆、海军之间难以进行有效的火力协调等。在此之前,虽然各军种开发的C⁴I系统多达数百个,但多半是局限于某一军种内部相互独立的系统,似“烟囱”林立,互通性和兼容性较差,制约了作战部队整体效



能的充分发挥。

为了解决各种 C⁴I 系统的互连互通问题,美国参谋长联席会议于 1992 年 2 月提出了“武士 C⁴I”计划,主要目标是将各军种的“烟囱式”体系改建成联合的可互操作的体系结构,使在世界任何地方的美军作战部队,都能在任何时间从任何级别的 C⁴I 系统或信息融合中心获取所需的作战空间图像。1993 年 1 月,美国国防部批准了“国防信息基础设施”建设计划,要求统一建设全球指挥控制系统和国防信息系统网,以供各军兵种共用。1995 年美国国防报告提出了建设一体化 C⁴I 系统的计划。

美国军事当局经过对波黑战争和科索沃战争的总结与反思,发现建设中的 C⁴ISR 系统在互连、互通、互操作方面已取得一定进展,但也存在一些缺陷,例如:未能有效地融合来自计算机网、传感器网和作战平台网的信息;提供的信息不分对象、不分层次、可视性差,导致指战员“在信息中迷了路”,“显示屏上的信息不是一目了然”,因而延误了决策时间。为了改进和加强 C⁴ISR 系统,1999 年,美国国防部有关机构提出建设全球信息网格(GIG)的设想和有关行动计划,得到各军兵种的积极响应,并根据需要拟定各自发展全球信息网格的计划。GIG 的建设,标志着美军 C⁴ISR 系统在一体化、综合化道路上前进了一大步。

进入 21 世纪,美国防务理论由“基于威胁”转向“基于能力”,并将网络中心战列为美军未来的主要作战样式。因此,美军提出了发展地(海)面、空中和太空的各种传感器、指挥控制中心和武器平台集成为一体的 C⁴KISR 能力,使 C⁴ISR 系统的各要素与主战武器的杀伤过程结合更加紧密,以实现“发现即摧毁”的最佳作战效果。

C⁴KISR 概念和技术的开发加速美军向网络 C⁴KISR 中心战和信息战的转变过程,是美军未来军事能力发展的一种理论创新,也是美军发展未来军事能力的新举措。C⁴KISR 的实现将使美军提高战斗空间的同步性,加快指挥速度,提高杀伤力、生存能力和响应能力,从而提高战斗力。

1.2.3 C⁴ISR 系统的分类

科学技术的不断发展及其在现代武器系统中的成功应用,使现代军事对抗行动发展到更高的水平,出现了许多新特点:大范围内的立体战争,突然性增加,破坏力增强,参战部队多,机动性提高,战斗过程迅速多变,电子对抗与反对抗日益复杂和激烈,消耗巨大、保障任务艰巨等。随着现代战争与科学技术之间的依存关系日趋密切,C⁴ISR 系统已成为一种战斗力,甚至有“兵力倍增器”之称。所以,自 20 世纪 60 年代以来世界主要国家都高度重视并大力发展 C⁴ISR 系统,其应用领域逐步扩展到各个军事部门,因而出现了各种各样的 C⁴ISR 系统,这些系统根据不同的分类方式有不同的种类。

(1) 按军种分类:陆军 C⁴ISR 系统,空军 C⁴ISR 系统,海军 C⁴ISR 系统,国家 C⁴ISR 系统等。

(2) 按作战任务级别分类:战略 C⁴ISR 系统,战役 C⁴ISR 系统,战术 C⁴ISR 系统等。

(3) 按功能分类:作战指挥 C⁴ISR 系统,武器控制 C⁴ISR 系统,情报检索 C⁴ISR 系统,后勤保障 C⁴ISR 系统,行政管理 C⁴ISR 系统等。

(4) 按使用方式分类:固定式 C⁴ISR 系统,机动式 C⁴ISR 系统,可搬移式 C⁴ISR 系统,携行式 C⁴ISR 系统,嵌入式 C⁴ISR 系统等。



各分系统在 C⁴ISR 系统中具有各自的重要地位和作用:

1. 信息获取分系统

信息获取分系统是 C⁴ISR 系统的“耳目”，它的作用是全面了解战区的地理环境、地形特点、气象状况等信息，实时掌握敌友兵力部署及武器装备配置及其动向，主要设备有光学侦察设备、电子侦察设备、红外侦察设备、侦察飞机、侦察卫星以及雷达等。

2. 通信分系统

通信分系统是 C⁴ISR 系统的“神经网络”，它的作用是迅速、准确、保密和不间断地在各分系统之间传输各种信息，搭建各分系统联系的桥梁，主要包括由专用电子计算机控制的若干自动化交换中心以及若干固定或机动的野战通信枢纽。使用的手段包括有线载波、海底电缆、光纤以及长波、短波、微波、散射和卫星通信等。

3. 信息处理分系统

信息处理分系统是 C⁴ISR 系统的“大脑”，它是用来对收集的信息或情报进行加工处理，以提供指挥作战使用的有用信息。信息处理分系统的主要设备是各种电子计算机，要求容量大、功能多、速度快，具有性能良好的系统软件和应用软件，并形成计算机网络。

4. 指挥决策分系统

指挥决策分系统是 C⁴ISR 系统的“神经中枢”，它综合运用现代科学技术和军事理论，实现作战信息收集、传递、处理的自动化和决策方法的科学化，以保障对部队的高效指挥。指挥决策分系统的主要设备有处理平台、通信设备、应用软件和数据库等。

5. 武器控制分系统

武器控制分系统是 C⁴ISR 系统的“手脚”，它是用来搜集与显示情报、资料，发出命令、指示的工具。武器控制分系统的主要设备有提供作战指挥用的直观图形、图像的显示设备、控制按钮、通信器材及其他附属设备等。

1.3.2 系统主要功能

系统功能是指为实现预先设定目标、满足特定使用需求，系统所表现出的作用和能力。由于 C⁴ISR 系统边界的不确定性、需求目标的模糊性以及操作使用上的人机交互性，系统功能采用自然语言描述更易于表达和理解，称之为功能描述。不同的 C⁴ISR 系统虽然有着不同的任务范围，但它们一般都具有以下基本功能。

1. 信息获取

系统借助配备的各类传感器和专设情报系统，全面获取外界信息，并对获取的信息进行传感器层的信息处理。常见的信息类型包括敌情、我情、友情、气象、天文、地理、社情等，常见的信息载体有数据、文件、语音、图形和图像等。

2. 信息传输

运用适当的通信装备，实现系统中各分系统、各组成单元之间的信息交换与传输。为了有效传输多种信息，可对待传输信息在发送端进行编码、存储、打包、转发等处理，而在接收端进行逆处理。信息传输的基本要求是快速、准确、可靠、保密和不间断。

3. 信息处理

信息处理是 C⁴ISR 系统的一项基本功能和任务，它存在于系统各分系统和组成单元中，



渗透到系统工作过程的每一个环节。按照信息处理程序及其所处理信息占有的“时间—空间”乘积大小,可以将C⁴ISR系统的信息处理由低到高划分为五个信息处理层:①单传感器实时信号处理;②单传感器数据处理;③多传感器数据融合处理;④多属性信息融合处理;⑤态势评估与辅助决策中的信息变换与再生。信息处理的目的是以最优的形式为各级指挥员提供关于受控对象的态势信息,辅助指挥人员进行科学决策。

4. 信息显示

以文字、符号、表格以及图形、图像等多种形式,直观显示各种信息,以供指挥人员分析、判断情况和决策时使用,它是信息获取的表现形式。

5. 辅助决策

辅助决策是指C⁴ISR系统协助指挥人员分析判断情况、定下作战决心、确定作战方针。辅助决策以人工智能和信息处理技术为工具,以数据库、专家系统、数学模型为基础,通过计算、推理和仿真等手段辅助指挥人员制定作战方案和保障预案,组织实施作战指挥,完成作战模拟,支持部队训练等。

辅助决策是C⁴ISR系统的核心任务和功能,辅助决策的水平是C⁴ISR系统先进性和有效性的主要标志,是现代高技术条件下作战指挥迫切需要解决的关键问题。

6. 作战指挥与兵力控制

根据选定的作战方案或作战方案序列,将有关的指令和信息按照适当方式下达各战斗单元(包括作战部队、武器控制系统等),对战斗单元的计划实施指导,对战斗单元的战斗行动实施指挥引导、进程监视、趋势预测,必要时调整作战方案或行动计划,实时指导各战斗单元协同行动,以达到预定的作战目的。

从系统信息论的观点来看,可以把作战指挥与兵力控制归结为“信息施效”过程,由指令传输、指令解释与信息变换、武器控制和信息反馈等基本环节构成。随着各种先进武器的不断出现和作战打击力量的不断提高,往往借助于武器控制系统来实现武器指挥控制自动化,例如导弹制导系统、飞机作战指挥引导系统、火炮控制系统等。这些武器控制系统自身也往往是一类C⁴ISR系统,也包括信息获取、信息处理、信息传输、作战方案选择和指挥决策、引导控制等环节,各自构成一个相对独立的C⁴ISR系统。

7. 数据库管理和文电处理

数据库是现代C⁴ISR系统各级指挥控制中心的重要组成部分。从各类情报系统获得的各种历史的、实时的和预测的相关信息,从上级、下级、友邻中心获得的各种相关信息和指令、计划与报告等有关资料,都按既定原则存入数据库或更新和修改数据库中原有的数据。在态势分析与评估、决策、兵力分配与控制时,从数据库检索和提取与态势状态有关的数据和信息进行相关和融合处理。

在上下级指挥机构之间,在友邻部队之间,在与国家某些非军事部门(气象、民航、民防、安全等)之间以及指挥所与所属部队之间,一些实时指令、情报等有关信息是通过文电传送的,C⁴ISR系统应以适当的方式实时地接收、处理和转发这些文电信息,通常由专门设置的各相应处理席位分别完成这些任务。

8. 后勤支援和保障

在信息时代,信息和信息技术在军队后勤上的应用使现代后勤从“物力型”转变成



“信息型”。各种后勤 C⁴ISR 系统与相应的作战 C⁴ISR 系统联网或互通，构成完整的、一体化的军队 C⁴ISR 系统。作战 C⁴ISR 系统通过后勤 C⁴ISR 系统实时掌握可支持作战行动的后勤物质基础的储备、配置、流通的有关状况，为指挥决策和作战方案的选定提供基础条件，又将实施作战行动对后勤支援与保障的要求传送给后勤 C⁴ISR 系统，使后勤单元和作战单元的行动协调一致，力争以最小的人力和物力代价获得最优作战效能。

9. 系统模拟和训练

运用系统建模和系统仿真的理论与方法，在系统中模拟典型作战模式的态势生成、信息获取与处理、指挥决策和作战行动效能评估直至方案选择和行动实施的全过程，用于战例研究、系统调试和系统维护，还用于人员培训，包括指挥人员的战术技术能力培训，系统管理技术人员的业务能力培训和系统操作人员的操作能力培训等。

10. 系统互通

互通能力是系统间共同工作的基础，它在一定程度上能使系统资源共享和功能分散。互通能力涉及系统与同类或相邻系统物理界面的一致性、协议的一致性、协调同步能力及共享兼容工作的能力。

11. 信息安全

系统采取一定措施，确保其工作方式、性能参数和用户信息不泄露或被非法获取。

1.3.3 系统的工作模式

C⁴ISR 系统有三种工作模式：战争状态的作战指挥模式、非战争状态的监视工作模式和模拟训练模式。

1. 战争状态的作战指挥模式

作战指挥模式是 C⁴ISR 系统的基本工作模式。在此工作模式下，系统实施完整的工作流程，以有效地支持相应的指挥人员和指挥机构完成作战任务，达到预定作战目标和效果。为此，传感器网实时地获取责任区内敌方行为状态信息，经相应的处理后传送至相应的指挥控制中心，同时各种情报系统搜集、侦察相关的敌方政治、军事、社会以及地理、气象等信息，经分析处理后分发或专报给相应的指挥机构或指挥人员。在指挥控制中心，情报处理人员按照预定原则，运用现代信息处理设备与技术，进一步分析、辨识这些情报，提取有用信息，变换为指挥决策机构所要求的信息形式。指挥决策机构是指指挥人员和辅助决策专家系统的集合体，它根据传感器网获取的实时态势信息和情报处理席位（由情报处理人员和相应的设备组成）送来的相关情报以及从数据库中检索到的历史信息和背景信息，进行作战责任区态势分析、敌方行动意图和威胁度估计。对于那些基本符合预计威胁模式和预计可行作战方案的敌方行动意图和趋势，启动辅助决策系统对作战行动可选方案逐一进行效果预测，然后按照优选序列进行排列供指挥人员进行决策，确定作战方案。对于不确定性很大的态势和威胁状态，应以指挥人员为主进行态势分析、威胁估计，制定相应的作战方案。一旦作出决策和作战计划，C⁴ISR 系统中的作战指挥席位（由指挥人员和相应的设备组成）将作战计划、作战兵力分配和作战方案行动指令等分发给有关的作战单元（部队、武器控制系统等），实施作战行动，使责任区内的态势朝着希望的目标转变。系统还将连续不断地监测责