防空指挥自动化系列丛书

防空指挥自动化系统

吕　辉　贺正洪　李续武　主　编

吕　辉　贺正洪　李续武　李　松
张金成　谢　波　王　刚　刘　曙　编　著
孙　炜　张林锋

军队2110工程资助项目

西北工业大学出版社

【内容简介】 指挥自动化系统(C^3I)是军队的重要军事装备,已成为国防威慑的重要力量,是军队现代化的基本标志,因此受到各国政府和军队的高度重视。防空指挥自动化系统是军队指挥自动化系统的重要组成部分,它担负着预警探测、情报处理、指挥控制等重要任务。本书着眼于系统的功能、结构组成和主要理论技术,以信息的录取、处理、传输为主线,介绍了自动化雷达情报处理、自动化武器控制和防空化作战的主要理论和技术,以及它们与通信技术、计算机技术、网络技术等现代高科技术的内在联系,从而形成完整的系统概念。"围绕系统,突出原理"是本书的特色。本书可作为军队院校指挥自动化专业本科生和研究生的教材,对从事指挥自动化工作的管理、研究、维护和使用人员,也是一本有价值的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

防空指挥自动化系统/吕辉,贺正洪,李续武等编著. —西安:西北工业大学出版社,2006.1
(防空指挥自动化系列丛书)
ISBN 7-5612-1854-0

Ⅰ.防… Ⅱ.①吕… ②贺… ③李… Ⅲ.①防空—指挥控制系统:自动化系统
Ⅳ.E115

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 134139 号

出版发行:西北工业大学出版社
通信地址:西安市友谊西路 127 号 **邮编**:710072
电 话:(029) 88493844 88491757
网 址:www.nwpup.com
印 刷 者:陕西向阳印务有限公司
开 本:787 mm×1 092 mm 1/16
印 张:21.125
字 数:509 千字
版 次:2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷
定 价:29.00 元

前　言

指挥自动化系统(C^3I)是军队的重要军事装备,已成为国防威慑的重要力量,是军队现代化的基本标志,因此受到各国政府和军队的高度重视。人们把指挥自动化系统看做“力量倍增器”“第三次军事革命”等。我军也认为,指挥自动化系统是打赢高技术条件下局部战争必备的指挥手段,是实施信息作战的重要武器系统。经过多年的努力,我军指挥自动化建设已取得长足发展,初步建成了各级指挥自动化系统,在保障作战指挥、战备值班、训练演习、抢险救灾、科学实验中已经发挥了重要作用。

防空指挥自动化系统是军队指挥自动化系统的重要组成部分,它担负着预警探测、情报处理、指挥控制等重要任务。先进的装备总是由人去驾驭和指挥的,任何时候都是人的因素起主导作用。因此,人才培养必须适应装备发展的需要。为了满足防空指挥自动化建设对人才培养的需要,我们编写了这本《防空指挥自动化系统》。本书着眼于系统的功能、结构组成和主要理论技术,以信息的录取、处理、传输为主线,介绍了自动化雷达情报处理、自动化武器控制和防空作战的主要理论和技术,以及它们与通信技术、计算机技术、网络技术等现代高科技的内在联系,从而形成完整的系统概念。“围绕系统,突出原理”是本书的特色。本书也是作者多年教学实践的总结,并融入了作者的研究成果,有一定的理论深度,又有一定的普及意义。

本书共分为 9 章,各章的主要内容如下:

第 1 章　指挥自动化系统概述。介绍军队指挥自动化的含义、系统结构、功能及关键技术。

第 2 章　雷达数据的录取。介绍雷达信号检测的原理和目标坐标测定、雷达数据录取的方法。

第 3 章　雷达信息的处理。介绍雷达信息二次和三次处理的基本原理和技术。

第 4 章　数字通信基础。介绍数据通信系统和数据通信的相关技术。

第 5 章　防空 C^3I 系统的实现。介绍防空 C^3I 系统中常用的通信方式及其实现方法。

第 6 章　防空 C^3I 系统中的计算机网络。介绍防空 C^3I 系统中计算机网络的基本概念、功能和主要理论技术。

第 7 章　防空作战指挥。介绍防空作战指挥与决策的原理、方法，以及实现决策科学化的工具——决策支持系统。

第 8 章　自动化武器控制系统。介绍自动化武器控制的基本概念和实现方法。

第 9 章　防空 C^3I 系统工程。介绍系统分析、综合与设计。

本书由吕辉、贺正洪、李续武主编，并确定本书的编写思想和编写提纲。吕辉、李续武编写了第 1，4，6 章；贺正洪编写了第 2，3，7，8 章；第 5 章由谢波、孙炜完成；第 9 章由李松、王刚完成。张金成、刘曙参加了全书的讨论和部分内容的编写。吕辉、李松、张林锋完成了全书的统稿。

本书可作为军队院校指挥自动化专业本科生和研究生的教材，对从事指挥自动化工作的管理、研究、维护和使用人员，也是一本有价值的参考书。

在本书的编写过程中，参阅了大量文献资料，在此向这些文献的作者表示感谢。由于编者水平有限，不妥之处，敬请读者批评指正。

编著者

2005 年 10 月

防空指挥自动化系列丛书
编　委　会

主 任 委 员　解洪波

副主任委员　张多林　付全喜　吕　辉　李续武

委　　员　刘志杰　张　文　马军林　张延曹

龙　彬　谢　波　朱法顺　彭　渭

丁尔启

总　序

随着计算机网络技术和信息技术的发展，人类跨入了信息时代，信息战已登上历史的舞台。加强指挥手段建设，提高信息作战能力，努力建设和发展我军指挥自动化系统，已经是历史的必然。

信息技术的高速发展及其在军事领域的广泛运用，正深刻改变着军事斗争的方式。当前，指挥自动化已成为国防威慑的重要力量，是军队现代化的基本标志。军队指挥自动化系统已成为打赢高技术局部战争必备的重要手段，是实施信息作战的重要武器系统。军队指挥自动化系统建设要以我军新时期军事战略方针为依据，着眼于提高我军整体作战效能和信息化水平，坚持战斗力标准，加强建设综合一体、功能完备、技术先进、协调配套、稳定可靠、安全保密的指挥自动化系统，提高我军高技术条件下的联合作战指挥能力和信息作战能力。建设指挥自动化系统的目标是要努力实现指挥控制、情报侦察、预警探测、通信、电子对抗和信息保障系统一体，各军兵种指挥自动化系统一体，战略、战役、战术级指挥自动化系统一体，以及指挥自动化系统与主战武器系统一体。既要具备抵御信息攻击的能力，又要具备信息攻击的能力。

我军指挥自动化建设经过多年的努力，已经取得了许多重要的进展。加强我军现代化建设，必须着眼于改善作战指挥手段，提高信息作战能力，把指挥自动化建设作为国防和军队现代化建设的战略重点。这是世界军事变革对我军现代化建设提出的客观要求，是提高部队“打赢”能力的迫切需要。

在防空指挥自动化系统建设的过程中，空军工程大学导弹学院在教学、科研方面进行了多年的工作，完成了许多重要建设项目，培养了大批高素质的人才。为了总结多年教学、科研成果，编写出版防空指挥自动化系统系列丛书 5 本，分别是《防空指挥自动化系统》《防空指挥自动化信息处理》《防空指挥自动化通信系统》《防空指挥自动化系统软件工程》《防空指挥自动化指挥控制系统》。从系统、信息处理、通信系统、软件工程及指挥控制等方面，分别介绍了防空指挥自动化系统的基本原理和关键技术，这对从事防空指挥自动化领域的工程技术人员及军队相关领域的指战员都有很好的参考价值。

本系列丛书的作者，都是我院长期从事防空指挥自动化系统研究的专家、学

者，有丰富的教学和实践经验。他们对自己从事的工作进行了科学总结，编写风格尽量做到理论与实践相结合，形成系统概念；书中图文并茂，通俗易懂，努力做到开卷有益。为了保证本系列丛书的编写质量，专门成立了丛书编委会，反复研究编写思想和编写提纲。相信防空指挥自动化系统系列丛书的出版发行会对我军防空指挥自动化系统的建设起到一定的促进作用。

本系列丛书的出版，得到了西北工业大学出版社的重视和大力支持，正是他们对国防建设的高度事业心和责任心，并为此付出了辛勤的劳动，使本系列丛书得到顺利出版，在这里向他们表示诚挚的敬意。

空军工程大学导弹学院院长



2005 年 12 月

目　录

第 1 章　指挥自动化系统概述 …… 1

1.1　**指挥自动化与指挥自动化系统** …… 1
1.2　**指挥自动化系统的组成、功能及地位和作用** …… 3
1.3　**指挥自动化系统的结构、分类与特征** …… 13
1.4　**指挥自动化系统的发展历程与趋势** …… 17
1.5　**指挥自动化系统的关键技术** …… 23

第 2 章　雷达数据的录取 …… 31

2.1　**信息获取** …… 31
2.2　**统计检测基本原理** …… 34
2.3　**雷达信号的检测** …… 40
2.4　**确定目标坐标的方法** …… 51
2.5　**雷达数据的录取** …… 55

第 3 章　雷达信息的处理 …… 69

3.1　**雷达信息二次处理的任务** …… 69
3.2　**目标航迹的外推与滤波原理** …… 71
3.3　**航迹参数的递推式滤波(平滑)** …… 81
3.4　**航迹的建立与航迹的相关** …… 87
3.5　**雷达信息三次处理的任务** …… 93
3.6　**时空统一** …… 95
3.7　**点迹核对与坐标平均** …… 98
3.8　**三次处理的信息综合算法** …… 109

第 4 章　数字通信基础 …… 115

4.1　**数字通信系统的基本组成** …… 115
4.2　**数据通信系统** …… 118

4.3 通信信道 …… 127
4.4 数据传输方式 …… 135
4.5 交换方式 …… 140
4.6 差错控制技术 …… 143

第 5 章 防空 C³I 系统的实现 …… 148

5.1 通信在指挥自动化系统中的地位和作用 …… 148
5.2 防空 C³I 系统中通信设备的分类和发展 …… 150
5.3 指挥所的主要通信设施 …… 157
5.4 短波通信 …… 161
5.5 微波通信 …… 164
5.6 卫星通信 …… 168
5.7 光纤通信 …… 174
5.8 移动通信系统 …… 182

第 6 章 防空 C³I 系统中的计算机网络 …… 189

6.1 计算机网络概述 …… 189
6.2 计算机网络的结构 …… 194
6.3 局域网技术 …… 199
6.4 广域网技术 …… 217
6.5 网络互连 …… 226
6.6 计算机网络的安全与管理 …… 231

第 7 章 防空作战指挥 …… 235

7.1 作战指挥 …… 235
7.2 指挥决策 …… 239
7.3 威胁估计 …… 247
7.4 目标分配及算法 …… 251
7.5 决策支持系统 …… 261

第 8 章 自动化武器控制系统 …… 269

8.1 自动控制的基本原理 …… 269
8.2 自动化武器控制的实现 …… 272

第 9 章 防空 C³I 系统工程 …… 277

9.1 防空 C³I 系统军事需求分析 …… 277
9.2 防空 C³I 系统总体设计 …… 284

9.3 **防空 C^3I 系统建设与综合集成** …… 295
9.4 **防空 C^3I 系统建模** …… 303
9.5 **防空 C^3I 系统仿真** …… 311
9.6 **防空 C^3I 系统建模仿真中的** VV&A …… 318

参考文献…… 326

第 1 章　指挥自动化系统概述

由于科学技术的蓬勃发展，改变了传统的战争方式，突破了传统的战争空间和时间观念。未来战争要求必须实现军队指挥自动化。指挥自动化是现代科学技术与军队指挥实践发展的历史产物，是现代科学技术在军队指挥领域的集中运用和结晶，是提高军队整体作战效能的有效途径，是现代高技术战争的重要制胜因素。指挥自动化系统作为指挥自动化手段的技术实现，是军队现代化建设的一个重要方面，在世界上已有半个世纪的发展历程。为了提高我军在高技术条件下的联合作战指挥能力和信息作战能力，我国也必须对指挥自动化和指挥自动化系统进行全面规划、研究，发展与建设综合一体、功能完备、技术先进、协调配套、稳定可靠、安全保密的指挥自动化系统。

军队指挥自动化和指挥自动化系统理论集中反映了军队指挥领域的最新理论成果和主要学术问题。学习和掌握军队指挥自动化和指挥自动化系统理论，是学习和发展军队指挥理论的必然要求。本章介绍军队指挥自动化与指挥自动化系统的含义，指挥自动化系统组成、功能、分类、结构、特征以及发展历程、趋势与关键技术，使读者对军队指挥自动化系统有一个初步了解。

1.1　指挥自动化与指挥自动化系统

指挥自动化与指挥自动化系统是研究指挥自动化理论的两个最基本的概念，它们是同一个事物的不同表现，既有联系，又有区别。只有弄清这两个基本概念，才能搞清指挥自动化更深层次的问题。

1.1.1　指挥自动化

有关指挥自动化的含义、概念或定义的说法很多，目前大家普遍能够接受的关于指挥自动化的定义是：在军队指挥体系中，采用现代电子技术、信息技术、军事理论和系统工程方法，并与指挥人员相结合，实现军事信息的采集、传递、处理自动化和决策方法科学化，对部队和武器实施指挥与控制，以提高指挥效能和管理效率。

指挥自动化是属于作战指挥手段的范畴。自动化的指挥方式相对于传统的指挥方式，能使指挥员和参谋人员从大量烦琐的技术性事务工作中解脱出来，有更多的时间和精力从事创造性的指挥活动，可以大大缩短作战准备时间，加快科学决策过程，提高军队指挥的时效性，以利于作战快速反应，缩短指挥周期，对战场实施优化控制。

在理解指挥自动化这一概念时，需要把握以下四点：

(1) 指挥自动化是军事技术发展的必然结果,并随着科学技术的进步、战争需求的变化和军事理论的创新而不断发展。

(2) 指挥自动化不仅是指作战指挥的自动化,而且涉及现代军队活动的各个方面和各个层次,在军队的作战、战备、训练、管理、抢险救灾等活动中发挥着重要的作用。

(3) 指挥自动化是相对抽象和定性的概念,是控制论、信息论和系统论等现代科学技术在军队指挥领域的应用和反应,而非物理实体。指挥自动化是人们在军队指挥领域要达到的目的,而指挥自动化系统是实现这一目的的手段。

(4) 实现指挥自动化,是一个将军事理论和现代信息技术应用于军事领域的过程。军事需求是牵引,信息技术作推动。因此,实现指挥自动化,必须重视军事理论和指挥自动化理论的研究,必须综合运用现代信息技术,包括微电子技术、电子计算机技术、通信技术和传感器技术等。

1.1.2 指挥自动化系统

指挥自动化系统作为指挥自动化的技术实现,是国防基础设施的重要组成部分,是军队现代化的重要标志。那么指挥自动化系统是什么?指挥自动化系统是指在特定作战理论指导下,综合运用现代电子信息技术和设备,并与指挥人员相结合,把指挥、控制、通信和情报有机地结合成一体,构成对部队和武器实施指挥与控制的人 — 机系统。其基本功能是实现各种军事信息的采集、传递、处理自动化和指挥决策方法科学化,并具有预警、抗毁、机动、电子对抗、快速反应和合成作战指挥等能力;平时能满足部队管理和训练等需要。

在理解指挥自动化系统这一概念时,需要把握以下四点:

(1) 指挥自动化系统是具体的物质系统,是客观的存在,而指挥自动化是比较抽象的概念。

(2) 指挥自动化系统实质上是军事信息系统。即通过先进的技术手段来获取信息、传输信息、处理信息,并使信息增值,进行辅助决策,以提高指挥控制的效率。

(3) 指挥自动化系统是一个系统的概念。它是许多相互依赖、相互作用的系统要素组成的,包括了各种分系统和设备,也包括相应的人员、编制等。

(4) 指挥自动化系统是“人 — 机”系统。在军队指挥的全过程中,决定的因素是人,指挥自动化系统只是一种指挥工具和手段,只能完成那些可事先编出程序的重复性、事务性和技术性的工作,不能代替人的主观能动性和指挥员的创造性劳动。指挥员和参谋人员是军队指挥自动化系统的组成部分,并且处于主导和核心地位,整个系统都是为他们服务的。只有充分考虑人 — 机互补、合理分工、紧密配合,才能建成高水平的指挥自动化系统。可见,人是系统的参与者和决策者,人是决定性因素。

1.1.3 指挥自动化系统的名称演变

军事的强劲需求和技术的有力推动,使指挥自动化系统经历了初创、曲折发展、日趋成熟、广泛应用的发展过程。在这一发展过程中,系统的组成越来越完善,功能越来越强大,对信息化战争的支撑作用也越来越明显。从目前来看,指挥自动化系统是现代高技术战争必要的物质基础。通常指挥自动化系统是一个泛指指挥系统的一般概念,针对某一具体的系统来讲,到底包含哪些要素,要根据具体情况而定。而且不同的国家对其有着不同的定义和理解,例如,美国称

其为 C^2，C^3I，C^4I 等，苏联称其为军队指挥自动化系统，北约则称其为 CCIS(指挥、控制和情报系统)。下面介绍美军指挥自动化系统的演变。

美军的指挥自动化系统是从 C^2 系统逐步演变发展而来的。指挥自动化系统的内涵是随着技术进步和需求的变化逐步扩展的。20 世纪 50 年代称其为“指挥与控制”(Command and Control，C^2) 系统。20 世纪 60 年代，随着远程打击武器特别是战略导弹和战略轰炸机的大量装备，通信手段在系统中的作用日益完善，于是在系统名称中加上“通信”一词，形成“指挥、控制与通信”(Command Control and Communications，C^3) 系统。1977 年，美国首次把情报作为指挥自动化不可缺少的因素，并与 C^3 系统结合，形成“指挥、控制、通信与情报”(Command Control Communications and Intelligence，C^3I) 系统。由于计算机在系统中的地位日益重要，到 1989 年又加上“计算机”一词，变成“指挥、控制、通信、计算机与情报”(Command Control Communications Computer and Intelligence，C^4I) 系统。在以后的几年里，C^4I 系统逐渐从分立式、封闭式的独立系统发展成为一体化的 C^4I 系统。近几年来，美国根据局部战争的经验，进一步认识到掌握战场态势的重要性，加上以信息技术为代表的军事技术的飞速发展，首次提出了“战场感知”的概念，即利用各种监视和侦察设备，全面了解战区的地理环境、地形特点和气象情况等，实时掌握敌我兵力部署、武器装备配置及其动向，为作战行动提供可靠的依据。因此，一体化的 C^4I 系统的内涵又进一步扩大，演变成包括监视与侦察的一体化的 C^4ISR(Command Control Communications Computer Intelligence Surveillance and Reconnaissance，C^4ISR) 系统。随着信息技术的发展和战争的需求，赋予 C^4ISR 系统的任务也不断变化。美国国防部还计划建设 C^4ISRW 系统，即由探测预警系统、指挥控制系统、通信系统和各种打击系统组成的一体化系统。现代高技术战争，已不再是平台与平台之间的对抗，而是体系与体系、系统与系统之间的对抗。指挥自动化系统也必须具备对抗与反对抗的能力，否则难以在对抗日趋严峻的环境下生存和维持正常活动。因此，一些专家学者又拓展了指挥自动化系统的内涵，提出了一些新的概念，如 C^3ICM(指挥自动化对抗)、C^2W(指挥控制战) 等。其中 C^2W 是在情报支援下，综合应用作战保密、军事欺骗、心理战、电子战和实体摧毁，阻止敌方获取信息，影响、削弱或摧毁敌方指挥控制能力，同时保护己方的指挥控制能力。

从上述可以看出，指挥自动化系统名称的变迁，在一定程度上反映了指挥自动化系统在技术水平、性能和应用领域等方面的发展，同时也表明了人们对指挥自动化系统认识的深化，逐渐丰富其内涵，扩展其外延。随着指挥自动化系统本身的发展，还会出现一些新的名词。因此我们没有必要深究其名称，关键是要把握其实质，搞清其内涵和外延。

1.2　指挥自动化系统的组成、功能及地位和作用

1.2.1　作战指挥过程

作战指挥的任务是组织搜集情报、处理情报，根据处理的结果制定作战方案，下达作战任务和命令指示，监督部队执行命令情况，必要时进行指挥控制的调整。具体来说包括如下几个环节：

(1) 收集、处理和显示有关敌方、我方、地形与其他方面的情报。这是作战指挥的第一个环节，目的是进行作战态势分析和空情态势分析。作战态势分析是在战斗准备阶段进行的，通过

对各种侦察手段获取的情报的处理，获取敌方有关编制、武器装备、兵力配置等信息，为我方制定作战方案提供依据。空情态势分析是在战斗实施阶段进行的，为作战决心的生成提供依据。

（2）辅助决策，定下决心，拟制作战方案。这是作战指挥的第二个环节。在作战态势分析的基础上，制定作战方案，内容包括作战目的、作战使用力量、作战方法、保障措施等。作战方案可以由指挥员根据受领的任务和指挥自动化系统对情报的处理结果，提出几个作战方案；也可以由指挥自动化系统自动给出几个作战方案。对于指挥自动化系统自动给出的作战方案不需要进行评估，因为指挥自动化系统在给出数个作战方案的同时，对各个作战方案的优劣也进行了说明。对于指挥员提出的作战方案需要进行作战模拟，以选择较优的作战方案。

（3）下达命令与指示，实施指挥与控制。指挥自动化系统根据作战方案和空情态势分析，自动、迅速地进行作战计算、形成控制指令，经指挥员确认后，即可通过通信设备传输到作战单元。

（4）检查命令执行情况，必要时进行调控。在战斗实施过程中，指挥自动化系统不间断地侦察敌情、我情，并将结果显示出来。因此，在整个战斗过程中，指挥员能够实时监控部队执行命令的情况；如果战场没有出现预期的变化，指挥员还可以通过指挥自动化系统及时调整控制指令，以适应新的情况。

其过程可用图 1－1 来说明。

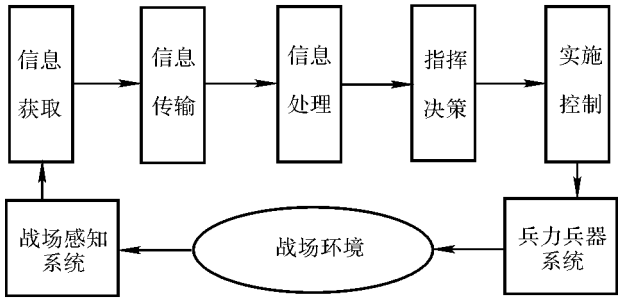


图 1－1　作战指挥过程

1.2.2　指挥自动化系统的组成

各种类型的指挥自动化系统都是由若干个分系统组成的。而对于同一个系统，从不同的角度对系统进行划分，则划分出的子系统也各不相同。

1. 从基本要素的角度划分系统

从构成系统的基本要素考虑，指挥自动化系统可以分为人、机、网三个分系统。“人”是指系统技术保障人员、操作员和指挥人员。“机”是指计算机硬件、软件及有关的技术设备和探测设备。“网”是指由各种通信设备及通信信道所组成的通信网络。

2. 从信息的角度划分系统

从信息流程的角度来考虑，指挥自动化系统包括信息获取分系统、信息传输分系统、信息处理分系统、信息显示分系统、决策指挥分系统、武器控制分系统。

信息获取分系统主要由各种侦察设备组成，如侦察卫星、预警机、雷达、传感器及其他侦察

探测设备等。它能及时、准确地收集敌我双方的有关作战方面的信息，为指挥员指挥决策提供依据。

信息传输分系统由各种通信信道、交换设备和通信终端组成。通信信道主要包括短波、微波、光纤、卫星通信等；交换设备主要包括电话自动交换机和电报、数据自动交换机及网络交换设备等；通信终端主要包括电传机、电话机和图形显示器等。通常这些设备组成多功能的通信网络，能够迅速、准确、安全地传输各种信息。

信息处理分系统的核心设备是计算机，计算机对信息的处理渗透到系统工作过程的每一个环节。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，辅助指挥员科学决策，对各种方案进行模拟、选优等。

信息显示分系统主要由大屏幕显示器、投影仪和记录仪等组成，它以文字、表格、图形图像等多种形式，为指挥员提供形象、直观、清晰的态势情报和战场实况。

决策指挥分系统的任务是根据信息处理生成的态势信息和作战意图，运用先进的辅助决策手段，分析受控对象的态势，评估我方和友方受敌方威胁及可能的受损程度，预测各种作战方案的效能、得益和代价，排定最优作战方案序列，辅助指挥员实现决策科学化。

武器控制分系统的功能是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、火炮控制自动化系统等。这些武器控制系统自身往往也是一种指挥自动化系统，也包括信息获取、信息处理、信息传输、作战方案选择、指挥决策和引导控制等环节，构成一个相对独立的指挥自动化系统，嵌套在上级指挥自动化系统之中。

3. 从系统功能的角度划分系统

从系统功能的角度考虑，指挥自动化系统可分为指挥控制系统、情报系统、通信系统、电子对抗系统、其他作战信息保障系统。各个分系统自身又是一个指挥自动化系统，分系统之间相互渗透和交叉，通过综合集成，形成功能完备、一体化的指挥自动化系统。

(1) 指挥控制系统。指挥控制系统是指挥自动化系统的核心，它直接影响指挥自动化系统整体效能的发挥。指挥控制系统主要用于综合处理各种信息，为指挥员进行指挥决策提供可靠的信息；辅助指挥员拟制作战方案并通过模拟推演、评估，选择较优的作战方案，为指挥员定下决心、下达命令提供准确的依据；同时提供用于兵力兵器指挥控制和引导的数据，通过通信系统下达给部队或武器系统，实施指挥和控制。指挥自动化的总体结构设计，在某种意义上来说，就是围绕指挥控制分系统来进行的。

指挥控制系统主要由起工作平台作用的硬件系统和完成作战功能的软件系统组成。硬件系统包括信息处理分系统、信息显示分系统、信息传输分系统和系统监控分系统。

信息处理分系统是以计算机为核心设备的。因此，计算机性能的优劣关系到整个系统的性能。指挥控制系统的大规模并行处理机可以满足信息处理速度的要求，同时系统互通性、兼容性、开放性要好，对电磁信号具有防护控制能力。

信息显示分系统是指挥控制系统中实现人 — 机交互的主要手段，应该具有显示内容多、容量大、工作稳定和可靠等特点；具有显示控制功能和图形交换能力，能进行分页、分区的显示，既可显示总体态势，也可显示局部情况；具有较强的人 — 机交互对话功能和指挥通信功能，便于指挥员在显示控制台上进行人工干预。

信息传输分系统是指内部通信设备，包括程控交换设备和通信终端等。

系统监控分系统由以监控计算机为主的系统监控台和各种检测装置、报警装置、控制切换

装置等组成。其主要任务是实施对系统设备运行情况的监控、通信线路的监控和系统运行环境的监控等。

从完成的作战功能来看，软件系统包括战场信息分系统、作战分析分系统、作战模拟分系统、作战评估分系统、参谋作业分系统、系统监控与检测分系统、作战分系统、火力支援分系统等。

(2) 情报系统。情报系统由包括情报侦察系统、预警探测系统和情报处理中心组成，主要负责搜集敌我双方的各种情报。防空 C^3I 系统的情报系统运用多种探测设备，形成全方位、立体化、全天候的侦察监视。现代情报侦察监视系统，从防空的角度来说，通常由地面雷达警戒网、空中预警网和无线电技术侦察网等组成；从防天的角度来说，通常由侦察卫星预警网和地面雷达预警网组成。下面主要介绍防空情报侦察监视系统的组成。

1) 地面雷达警戒网。将各种警戒雷达按照性能统一部署、合理配置，形成全方位、立体化的雷达警戒网。

2) 空中预警网主要由空中预警机组成。其主要优点是机动性强、情报传递快、侦察范围大，尤其是对低空目标和超低空目标的探测能力好。

3) 无线电技术侦察网是由装备有专门无线电技术设备的侦听战组成。其任务是通过侦听、侦收、测向等方法，截获、破译敌方指挥通信信息，以获得敌方空袭活动的预先征兆和实时情报。

(3) 通信系统。随着现代战争突发性的增强，军队指挥机关需要掌握和运用大量的各式各样的信息，要求通信必须快速、准确和保密。因此，在指挥自动化系统中，通信系统是重要的物质基础；没有良好的通信保障，指挥自动化系统就发挥不出应有的指挥效能，更谈不上是兵力“倍增器”了。

按照传输媒介的不同，通信可分为有线通信和无线通信两大类。有线通信主要分为架空通信线路、电缆通信线路和光纤通信线路等；电缆通信又可分为地下电缆通信线路、水下电缆通信线路和野战电缆通信线路。无线通信按照传输方式可分为短波通信、超短波通信、微波中继通信、对流层散射通信和卫星通信等。

通信系统一般分为内部通信系统和外部通信系统。内部通信是指指挥控制系统内部的通信，主要由通信终端和程控交换设备组成；外部通信是指挥控制系统与情报侦察系统、预警探测系统、作战部队(武器系统)、友邻部队和上下级指挥控制中心等的通信，主要由有线和无线通信系统组成。

(4) 电子对抗系统。电子对抗是电子信息技术与军事斗争日益结合的产物，是在信息空间展开的斗争。在现代战争中，为了取得战争的胜利，除了对敌武器系统和信息系统进行硬杀伤外，还应该对敌武器系统和信息系统进行软杀伤，使其瘫痪或执行错误的动作，从而有效地保护我方指挥自动化系统和武器系统不受敌干扰、破坏，处于良好的工作状态。电子对抗就是一种软杀伤的方法。电子对抗系统一般由侦察传感设备、显示操作设备、干扰执行设备、通信设备和数据处理中心等组成。

(5) 其他保障系统。保障系统一般是指气象保障、后勤保障、装备保障等。

对于上述三种划分指挥自动化系统的方法来说，通常采用第三种划分方法。

1.2.3　指挥自动化系统的主要功能

1. 信息获取功能

信息获取是指系统运用在空间适当配置和运行的各类感测器和专设情报系统，全面地获取受控系统的实时态势信息，对获取的信息进行感测器层的信息处理（如识别、分类、状态估计等）。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、话音、图像和图形等。对信息获取的基本要求是力图使获取的信息是完备、真实、准确和实时的。

及时可靠的情报是指挥员进行决策的依据，为使所获情报互相补充、彼此印证，需通过各种可能途径、手段收集情报。在现代战争中，获取情报的手段主要有电磁侦察、航空侦察、卫星侦察和人员侦察等。其中前三种属于技术侦察，所获情报具有多样性和广泛性的特点，如采用自动化设备并与自动化系统相衔接，就能提高情报的时效性和准确性。

航空侦察和卫星侦察可通过雷达、遥感器和光学装置，获取全球性的战略情报和大范围的战役战术情报。如卫星侦察可以监视导弹发射场、军港、机场等大型军事设施，并能将所获信息立即发回地面站；航空侦察也是把侦察到的情报发往指挥所，而不是待飞机着陆后再提供照片。实时传回的空中侦察情报需经自动化系统的汇集、处理、判读和显示，方可提供使用。

电磁侦察主要的目的是获取敌人电磁信号和有形活动的情报。通过自动化设备对电磁信号的探测和分析，可以了解敌方通信、雷达、导航等设备的技术参数和部署、活动情况，还可以破译其使用的密码等。军队的有形活动总要留下痕迹或造成某些变化，侦察设备测得这些变化后，经过计算和分析，便可获得实时情报。

人员侦察在现代条件下仍占有重要地位，其所获情报也可通过自动化传递、处理和显示，及时提供使用。

指挥自动化系统可以和各种探测、侦察设备连接，组成一个多手段、全方位的情报网，并能自动地收集大量的实时情报，这是人工指挥系统无法与之相比的。

2. 信息传输功能

运用适当的通信系统和设备，可以实现系统中各个分系统、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，应当采取适当的信息处理技术和设备，在发送端将传输信息进行编码、存储、打包、转发等处理，而在接收端进行对应的逆处理。信息传输的基本要求是无差错、近零时延、抗干扰、防窃取和连续、稳健。

迅速、准确、保密和不间断地传递情报，是保证适时、连续和隐蔽指挥的前提。指挥自动化系统拥有高质量的通信网和各种功能的终端设备，为迅速、准确传递信息创造有利条件，更重要的是它采用数字通信方式，便于应用计算机等自动化设备，使多种通信业务高速、自动地完成。

在自动化通信网中，信息的加密和解密都是自动进行的，无需机要部门的译电工序。这就可以实现电报用户制度，即像打电话一样，参谋人员利用身边的终端设备，直接拍发电报，使原来作战、机要、通信三种工作合并，从而简化了工序，节省了人力，并赢得大量宝贵的时间。机要电报与用户电报收发过程的比较如图 1－2 所示。

通信交换中心的电子计算机，不仅“记住”了各用户的直达线路和迂回线路，而且能对所有线路随时地检测，掌握每条线路的性能及其工作情况。所以，当某条直达线路发生故障或占