防空指挥自动化系统原理

■ 主编 [illegible]



西安电子科技大学出版社
http://www.xduph.com

防空指挥自动化系统原理

主编　吕　辉　贺正洪
参编　华继学　张金成
　　谢　波　狄　博

西安电子科技大学出版社

2003

内 容 简 介

本书着眼于指挥自动化系统(C^3I)的功能、结构组成和主要理论及技术，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指挥的主要理论和技术，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。该书也是作者多年教学实践的总结，并融进了作者的研究成果。

全书共 9 章，内容包括军队指挥自动化系统概述、雷达数据的录取、雷达信息的处理、数据通信基础、防空 C^3I 中通信系统的实现、防空 C^3I 中的计算机系统、防空 C^3I 中的计算机网络、防空作战指挥、自动化武器控制系统等。

本书既可作为军队院校指挥自动化专业本科教材，也可作为研究生教材，还可供从事指挥自动化系统工作的管理、研究、使用和维护人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

防空指挥自动化系统原理/吕辉，贺正洪主编. —西安：西安电子科技大学出版社，2003.2

ISBN 7-5606-1208-3

Ⅰ.防… Ⅱ.①吕… ②贺… Ⅲ.防空-指挥控制系统；自动化系统-理论 Ⅳ.E115

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 003382 号

策　　划　陈宇光
责任编辑　陈宇光　夏大平　戚文艳
出版发行　西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)
电　　话　(029)8227828　　**邮　编**　710071
http://www.xduph.com　　E-mail：xdupfxb@pub.xaonline.com
经　　销　新华书店
印　　刷　西安文化彩印厂
版　　次　2003 年 2 月第 1 版　2003 年 2 月第 1 次印刷
开　　本　787 毫米×1092 毫米　1/16　**印张** 20.25
字　　数　478 千字
印　　数　1～4000 册
定　　价　27.00 元
ISBN 7-5606-1208-3/TP·0629(课)
XDUP 1479001-1

＊＊＊如有印装问题可调换＊＊＊

序

随着信息技术的高速发展，计算机及其通信网络在军事系统中得到了广泛应用，正深刻改变着军事斗争的方式。世界各国竞相发展军事信息系统，大力增强信息作战能力，从而使我国面临严峻的形势。指挥自动化系统(C^3I)是军队的重要军事装备，是提高我军整体作战效能的关键，是“兵力倍增器”，是军事现代化建设目标体系的重要组成部分。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。中央军委指出，我军必须着眼于改善作战指挥手段，提高信息作战能力，真正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，加强领导，科学组织，尽快提高我军指挥手段的现代化水平，加快建设综合一体、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能力和信息作战能力。

我军指挥自动化建设经过多年的努力，已取得长足发展，初步建成了各级各类指挥自动化系统，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并正在发挥着重要作用，但与世界发达国家军队相比，我们还比较落后。

指挥自动化系统，是在军队指挥体系中综合应用现代电子科学技术和军事理论，融指挥、控制、情报处理自动化和决策方法科学化为一体，保障对部队和武器实施高效指挥的一种手段。指挥自动化系统作为指挥自动化手段的技术实现，是在作战理论指导下，结合运用现代电子技术和设备，与作战指挥人员紧密配合，对部队和武器实施指挥与控制的人—机系统。军队指挥自动化系统是多学科的综合，是多种高新技术的集成，是复杂的系统工程，是人和物的高度统一。

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，从系统的装备建设、维护使用到作战指挥，都是在人的参与下进行的，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，让尽可能多的指战员去了解、熟悉指挥自动化系统的组成、原理、技术和使用，充分发挥武器系统的效能，并进而促进指挥自动化系统的建设和发展。《防空指挥自动化系统原理》的编写出版正是适应了防空指挥自动化系统建设对人才培养的需要。该书着眼于系统功能、结构组成和主要理论及技术，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。该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，使本书既有一定的理论深度，又有一定的普及意义。相信该书对读者会有所收益。

王福田

2002 年 12 月

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作“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，初步建成了各级各类指挥自动化系统，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。但与世界发达国家军队相比，我们还比较落后。

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系统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原理》。该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。该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，使本书既有一定的理论深度，又有一定的普及意义。

本书共分为 9 章。吕辉教授对全书进行了构思，确定了编写提纲，并编写了第一、四、七章；贺正洪同志编写了第二、三、八、九章，并对全书进行统稿；谢波、华继学同志分别编写了第五、六章；张金成同志参加了第八、九章的编写工作；狄博同志参加了第四、七章的编写工作。各章的主要内容如下：

第一章介绍军队指挥自动化的含义、系统结构及功能；

第二章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；

第三章介绍雷达信息二次和三次处理的基本原理与方法；

第四章介绍数据通信系统和数据通信的相关技术；

第五章介绍防空 C^3I 中常用的通信方式及其实现方法；

第六章介绍防空 C^3I 中计算机的结构与组成特点；

第七章介绍防空 C^3I 中计算机网络的基本概念、功能和主要理论技术；

第八章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；

第九章介绍自动化武器控制的基本概念和实现方法。

本书可作为军队院校指挥自动化专业本科和研究的教材，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。

本书得到了空军工程大学导弹学院领导、训练部机关和西安电子科技大学出版社的大力支持，空军工程大学导弹学院院长王福田将军还在百忙中为该书作序，在此表示诚挚的谢意。书中引用了不少文献资料，我们在此对所引文献的作者和出版单位表示深深的谢意。

限于作者水平，本书的不妥与错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

作　者

2002 年 10 月

目　录

第一章　军队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
1.1.1　指挥自动化与指挥自动化系统的含义 …… 1
1.1.2　指挥、控制和通信 …… 2
1.2　军队指挥自动化系统的功能、组成与结构 …… 4
1.2.1　军队指挥自动化系统的基本功能与组成 …… 4
1.2.2　军队指挥自动化系统的结构 …… 11
1.3　指挥自动化系统的工作模式与主要战术技术指标 …… 15
1.3.1　工作模式 …… 15
1.3.2　主要战术技术指标体系 …… 16
1.4　军队指挥自动化系统的现状与发展 … 21
1.4.1　第二次世界大战以来作战武器的发展简况 …… 22
1.4.2　现代 C^3I 系统的科学技术基础 … 23
1.4.3　外军 C^3I 系统发展现状 …… 24
1.4.4　美国空军 C^3I 系统发展状况 …… 25
1.4.5　美国 21 世纪 C^3I 系统发展趋势 …… 27

第二章　雷达数据的录取 …… 32
2.1　信息获取 …… 32
2.1.1　情报信息的类型 …… 32
2.1.2　多传感器信息获取 …… 32
2.1.3　雷达信息的获取 …… 34
2.2　统计检测基本原理 …… 36
2.3　雷达信号的检测 …… 42
2.3.1　一次处理系统中信号与噪声的统计特性 …… 42
2.3.2　单脉冲的最佳检测 …… 44
2.3.3　脉冲串的最佳检测 …… 45
2.3.4　二进制最佳检测 …… 47
2.3.5　非加权二进制检测 …… 52
2.4　确定目标坐标的方法 …… 53
2.4.1　目标距离的测定 …… 53
2.4.2　目标方位的测定 …… 54
2.5　雷达数据的录取 …… 57
2.5.1　雷达数据录取的基本概念 …… 57
2.5.2　目标距离数据的录取 …… 59
2.5.3　目标方位数据的录取 …… 61
2.5.4　目标高度数据的录取 …… 63
2.5.5　目标特征参数的录取 …… 66
2.5.6　雷达信息一次处理算法流程 …… 70

第三章　雷达信息的处理 …… 72
3.1　雷达信息二次处理的任务 …… 72
3.2　目标航迹的外推与滤波原理 …… 74
3.2.1　二次处理系统输入信号的统计特性 …… 74
3.2.2　目标坐标和运动参数的外推与滤波原理 …… 76
3.2.3　匀速直线运动目标航迹外推与滤波 …… 80
3.3　航迹参数的递推式滤波(平滑) …… 86
3.3.1　$\alpha-\beta$ 滤波 …… 86
3.3.2　指数平滑法 …… 90
3.3.3　目标机动的识别 …… 91
3.4　航迹建立与航迹相关 …… 93
3.4.1　航迹的建立 …… 93
3.4.2　目标航迹的相关 …… 94
3.4.3　二次处理的典型算法流程 …… 98
3.5　雷达信息三次处理的任务 …… 99
3.6　时空统一 …… 101
3.6.1　时间统一 …… 101
3.6.2　坐标变换 …… 103
3.7　点迹核对与坐标平均 …… 105
3.7.1　粗核对(粗相关) …… 105
3.7.2　精核对(精相关) …… 107

3.7.3 航迹相关验证…… 112
3.7.4 坐标平均…… 115
3.8 三次处理的信息综合算法…… 116
3.8.1 按周期进行的信息综合算法…… 116
3.8.2 信息的连续综合算法…… 118

第四章 数字通信基础 …… 122
4.1 数字通信系统的基本组成…… 122
4.1.1 基本组成…… 123
4.1.2 模拟通信网上传输数据…… 125
4.2 数据通信系统…… 125
4.2.1 数据通信系统的基本概念…… 125
4.2.2 数据通信系统的硬件构成…… 129
4.2.3 数据通信系统的软件构成…… 132
4.2.4 数据通信系统主要性能指标…… 133
4.3 通信信道…… 134
4.3.1 传输介质(物理信道)…… 134
4.3.2 多路复用…… 137
4.4 数据传输方式…… 141
4.4.1 数据信号的基本形式…… 142
4.4.2 常用数据编码…… 142
4.4.3 信道对基带信号传输的影响…… 143
4.4.4 数字调制技术…… 145
4.5 交换方式…… 147
4.5.1 线路交换…… 147
4.5.2 报文交换…… 148
4.5.3 分组交换…… 149
4.6 差错控制技术…… 150
4.6.1 差错控制的基本原理…… 150
4.6.2 几种常用的差错控制编码方式 ……
…… 151

第五章 防空 C^3I 中通信系统的实现 ……
…… 155
5.1 通信系统概述…… 155
5.1.1 通信在指挥自动化系统中的
地位和作用…… 155
5.1.2 军队指挥自动化对通信的
要求…… 156
5.2 防空 C^3I 系统中通信设备
的分类和发展…… 156
5.2.1 通信的分类…… 156
5.2.2 通信的频谱及用途…… 157
5.2.3 军队指挥自动化中的主要
通信手段…… 158
5.2.4 军队指挥自动化中通信的
发展趋势…… 159
5.3 指挥所的主要通信设施…… 163
5.3.1 指挥所的通信联络…… 163
5.3.2 指挥所的主要通信设备…… 165
5.4 短波通信…… 167
5.4.1 短波的传播特性…… 168
5.4.2 单边带通信…… 169
5.4.3 短波单边带通信的发展方向…… 170
5.5 微波中继通信…… 171
5.5.1 模拟微波通信…… 171
5.5.2 数字微波通信…… 173
5.5.3 微波收发信机…… 173
5.5.4 微波通信路由及天线高度
的选取…… 175
5.6 卫星通信…… 175
5.6.1 卫星通信的基本概念和特点…… 175
5.6.2 通信卫星及转发器…… 177
5.6.3 卫星通信地球站…… 178
5.6.4 卫星通信的多址方式和信
道分配…… 179
5.7 光纤通信…… 181
5.7.1 光纤通信的特点…… 181
5.7.2 光纤通信系统的组成和原理…… 182
5.7.3 光纤传输线和光纤无源器件…… 183
5.7.4 光发信机…… 184
5.7.5 光收信机…… 187
5.8 移动通信系统…… 189
5.8.1 移动通信概论…… 189
5.8.2 移动通信设备…… 192

第六章 防空 C^3I 中的计算机系统 …… 197
6.1 计算机系统结构与组成…… 197
6.1.1 计算机的多层次结构…… 197
6.1.2 防空 C^3I 中的计算机系统结构 ……
…… 200
6.2 计算机硬件…… 203

6.2.1 计算机硬件的组成…… 203
6.2.2 计算机常用输入/输出设备 …… 205
6.3 计算机软件…… 211
6.3.1 系统软件…… 211
6.3.2 应用软件…… 214
6.4 多媒体技术及其应用…… 214
6.4.1 多媒体技术概述…… 214
6.4.2 多媒体计算机的组成与应用…… 216

第七章 防空 C^3I 中的计算机网络 …… 219
7.1 计算机网络概述…… 219
7.1.1 计算机网络的形成与发展…… 219
7.1.2 计算机网络的定义…… 222
7.1.3 计算机网络体系结构标准化及其组织…… 222
7.2 计算机网络的结构…… 224
7.2.1 计算机网络的体系结构…… 224
7.2.2 计算机网络的拓扑结构…… 227
7.2.3 计算机网络的逻辑结构…… 228
7.2.4 计算机网络的物理结构…… 229
7.3 局域网技术…… 230
7.3.1 局域网概述…… 230
7.3.2 IEEE802.3 标准 总线局域网(以太网 Ethernet)…… 234
7.3.3 IEEE802.5 标准 令牌环网…… 239
7.3.4 IEEE802.4 标准 令牌总线网 …… 241
7.3.5 高速以太网技术…… 242
7.3.6 光纤分布式数据接口 FDDI …… 244
7.3.7 交换式网络…… 248
7.4 广域网技术…… 249
7.4.1 分组交换网络…… 250
7.4.2 帧中继网络…… 253
7.4.3 综合业务数字网 ISDN 和 ATM 网络简介…… 256
7.5 网络互连…… 258
7.5.1 中继器…… 259
7.5.2 网桥…… 259
7.5.3 路由器…… 262
7.5.4 网关…… 263
7.6 计算机网络的安全与管理…… 264
7.6.1 网络安全概述…… 264
7.6.2 网络管理概述…… 266

第八章 防空作战指挥 …… 268
8.1 作战指挥…… 268
8.1.1 作战指挥的基本概念…… 268
8.1.2 防空兵作战指挥…… 272
8.2 指挥决策…… 273
8.2.1 指挥决策的内容…… 273
8.2.2 指挥决策的程序…… 274
8.2.3 防空作战指挥决策…… 276
8.3 威胁估计…… 281
8.3.1 威胁目标的定义及企图判断…… 281
8.3.2 威胁程度判断…… 281
8.4 目标分配及算法…… 285
8.4.1 目标分配的基本概念…… 285
8.4.2 歼击机的目标分配…… 286
8.4.3 地空导弹武器系统的性能…… 289
8.4.4 地空导弹的目标分配算法…… 292
8.5 决策支持系统…… 297
8.5.1 决策支持系统基本原理…… 297
8.5.2 决策支持系统的结构…… 298
8.5.3 决策支持系统的发展…… 300

第九章 自动化武器控制系统 …… 305
9.1 自动控制的基本原理…… 305
9.1.1 经典控制理论…… 305
9.1.2 计算机控制系统…… 307
9.2 自动化武器控制的实现…… 309
9.2.1 自动化武器控制…… 309
9.2.2 模拟式地空导弹武器系统的控制…… 311
9.2.3 数字式地空导弹武器系统的控制…… 312
参考文献 …… 314

第一章　军队指挥自动化系统概述

科学技术的蓬勃发展，改变了传统的战争方式，突破了传统战争的空间和时间观念。未来战争要求必须实现军队指挥自动化。本章介绍军队指挥自动化的含义、系统构成及功能，使读者对军队指挥自动化系统有一个初步的了解。

1.1　指挥自动化与指挥自动化系统

指挥自动化系统的建设作为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。

1.1.1　指挥自动化与指挥自动化系统的含义

有关指挥自动化系统的含义、概念或定义的说法很多。我国有关专家针对现阶段指挥自动化和指挥自动化系统的基本概念和范畴，于1995年底给出了一个定义(或描述)："指挥自动化，是在军队指挥体系中综合运用现代电子科学技术和军事理论，融指挥、控制、情报、通信和电子对抗为一体，实现信息采集、传递、处理自动化和决策方法科学化，保障对部队和武器实施高效指挥的一种手段。指挥自动化系统作为指挥自动化手段的技术实现，是在特定作战理论指导下，结合运用现代电子技术和设备，与作战指挥人员紧密结合，对部队和武器实施指挥与控制的人—机系统。指挥自动化是一个内容不断丰富的发展中的概念，现阶段的指挥自动化建设主要包括指挥控制、情报侦察、预警探测、通信和电子对抗等业务领域。"

国际上流行的指挥自动化系统概念是C^3I(系统)，即Command，Control，Communication and Intelligence System，译为指挥、控制、通信和情报系统。流行较广的术语还有C^4I(系统)，即Command，Control，Communication，Computer and Intelligence。这两种说法都是在C^3系统，即指挥、通信和控制系统的基础上强调了信息(Intelligence)和计算机(Computer)的重要性。

实际上，指挥自动化是现代化军队指挥在当代的一个阶段性特征，属于军队指挥现代化的范畴。而指挥自动化系统或C^3I，则泛指一切支持各级各类军事指挥机构实时获取信息，处理信息，传输信息，进行态势分析、威胁估计、决策，然后实施有效指挥和控制，以

夺取军事优势的复杂而庞大的人—机系统，其主体是信息系统。随着科学技术和武器系统的发展，指挥自动化系统也在不断地发展变化和更新提高。原则上说，现代化军队指挥控制系统的发展建设是没有定势和止境的，是不可能完全重复的。因此，“指挥控制与信息系统”或“军事信息系统”比指挥自动化系统、C^3I 系统等术语更科学、更普遍适用，而且在科学技术不断发展导致系统功能、组织结构、工作模式以及关键技术设备的不断更新和变化的情况下，更能准确地表达这类系统的概念与范畴。

1.1.2 指挥、控制和通信

1. 指挥与控制

作战指挥是指挥员和指挥机构对所属部队的作战准备与实施所进行的组织领导活动。控制是作战指挥的职能之一，它是指挥员和指挥机构对所属部队的各种活动实施监督指导，对作战行动实施强制性影响，驾驭其向着达成作战目的方向发展的一种功能和作用。一般来说，指挥与控制是基于实际指挥与控制系统而实现的系统行为。按照认识论和行为科学理论，科学、有效指挥的基础是指挥员和指挥机构能全面、准确、实时地掌握被控系统的实时态势信息、预测态势演化趋势。指挥的目的是控制和调整受控系统中有关诸元和状态，使之按照指挥员的决策意图向既定目标演化并最终实现确定的目标。指挥与控制的系统理论模型如图 1－1 所示。其中，“受控系统”泛指该指挥控制系统所管辖和处理的所有事物（人员、设备和过程）的集合体，例如包含敌、我、友三方作战诸元及其状态的战争体系和对抗过程。“决策指挥”是由指挥员和辅助指挥员进行决策的决策辅助系统完成的。指挥控制系统必须应用有效的手段、方法和技术，获取关于受控系统的实时态势。“控制”则是将决策和作战指令下达给受控系统中的行动诸元，对要处理的事件采取相应动作，实现指挥控制系统的既定目标。随着讨论的深入，读者将会愈来愈清晰地认识到信息、信息处理与变换、信息传输与交换，时时处处存在于指挥控制系统各组成单元和系统工作流程的各个环节中。

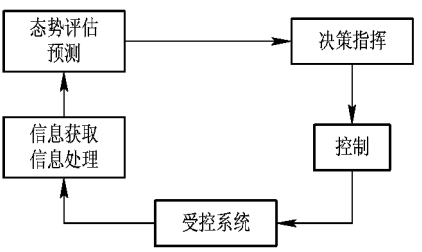


图 1－1 指挥与控制的系统理论模型

指挥自动化作为现代化指挥手段的阶段性特定形式，同样服从图 1－1 所示的基本模型。指挥自动化系统的整个执行过程是以闭环的方式进行的。上级进行决策，并下达各种指挥命令（正向传达），下级把命令的执行情况又随时传送回来（反馈）。这样就给上级提供了实时变化的概貌，从而实现决策优化。闭环控制原理保证了更有效地支配各部门的资源，当然，这种闭环系统是由人参与完成的。

现代战争是立体战争，使用大量先进武器和技术装备，战争的突然性和破坏力增大，战场范围广，参战部队多，军队的机动性提高，情况变化急剧，战斗样式转换迅速，电子对抗日益复杂和激烈，人力物力消耗巨大，保障任务艰巨，这些都使战斗以至战役的组织指挥更加复杂困难。为此，要求指挥机关大幅度提高指挥效能，而解决这个问题的主要方向和有效途径就是逐步实现指挥自动化。

指挥自动化系统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，并且能够逾越人体的限制，完成某些人们无法直接完成的任务。它能提高军队指挥的效能，更好发挥武器装备的作用，提高部队的战备水平，充分发挥军队的总体力量保障作战的胜利。需要指出的是，军队指挥自动化并不是用先进的设备与系统“自动”地去指挥部队，而是对指挥活动中那些费时费力或重复性的工作进行自动化处理，它标志着指挥手段由手工作业阶段发展到用现代技术装备起来的自动化阶段。在军队指挥的全过程中，决定的因素是人，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，指挥自动化系统不是真正意义上的“自动化”，闭环控制也必须通过人的介入才能实现。人是系统的参与者和决策者，人是决定性因素。

2．C^3I 中的通信系统

由于通信不作为指挥和控制过程的基本方面，因而往往需要单独进行讨论。人们将指挥官在计划、指导和控制作战活动过程中为获取、处理与传递各种情报信息而使用的人员、设施以及各种手段的组合体称为“指挥控制”(Command and Control)系统，简称 C^2 系统，如果加上通信(communication)就成为指挥控制与通信系统，简称 C^3 系统。C^3 系统是一种由各种设施、通信和大量人员组成的组合体，该组合体根据指挥官所赋予的任务，计划、指挥、控制部队作战。因此，就本质而言，C^3 系统是担负收集、处理、评价、判断和交换情报任务的组织。

通信可以有两种含义：一是指一个人或地点与另一个人或地点之间传送各种形式信息的方法或手段，这是人们习惯的传统解释，通常涉及有线电与无线电通信设备的技术领域。二是指各种无线电设备、有线电设备、电子设备及其使用的专业领域，包括探测雷达、通信设备、计算机设备和各式终端显示设备在内的各类通信电子设备及其使用，比传统理解的收发电报电话的概念要广泛得多。

通信系统是实现指挥控制的物质基础，指挥控制存在于通信系统中。通信联络是整个战斗力中不可缺少的部分，它必须保证情报信息在整个部队范围内迅速而安全地相互传递，并要求这种传递准确可靠、灵活快速、保密、大容量、抗干扰。

计算机是 C^3 系统中非常重要的设备，它能极大地提高指挥活动中的工作效率与质量。从技术设备方面来说，C^3 系统本身是各种类型电子设备的集合体，主要包括情报信息和数据的获取和收集设备、记录和存储设备、信息处理和计算设备、传递与变换设备、输入和输出设备等等，这些设备的运作都离不开计算机。实际上，由于实用上的需要与技术上的可能，通信功能与计算机功能之间已没有什么明显的分界线，通信网络受计算机控制，而通信活动又深深渗透到用户程序的软件之中。

指挥控制与通信系统是一个有机结合的整体，不能孤立、片面地强调某一个方面，必须以系统的观点考虑总体优化，以最大限度地发挥整个系统的功能与效益。

1.2 军队指挥自动化系统的功能、组成与结构

1.2.1 军队指挥自动化系统的基本功能与组成

军队指挥自动化系统的主要作用就是提高整个作战指挥过程的效能。具体地说，一是提高指挥质量；二是缩短反应时间。一个战役或战斗的整个指挥过程可以划分为若干指挥周期，周期的多少取决于战役或战斗的规模、交战双方力量对比及指挥水平等因素。每一个指挥周期通常包括如下几个环节：

(1) 收集、处理和显示有关敌军、我军、地形及其他方面的情报。

(2) 定下决心，辅助决策，拟制战斗行动、协同动作和战斗保障等计划。

(3) 下达命令与指示，实施指挥与控制。

(4) 检查命令执行情况。

上述各环节所用时间之和就是指挥周期，它是衡量指挥效能的重要指标。在现代战争条件下，只有缩短指挥周期，才能提高部队的快速反应和野战生存能力。

指挥周期的缩短要靠提高每个指挥环节的效能来实现。图 1-2 表示一个完整的指挥周期所包含的指挥环节和顺序。在所有指挥环节上，指挥自动化系统都能向指挥员提供帮助。

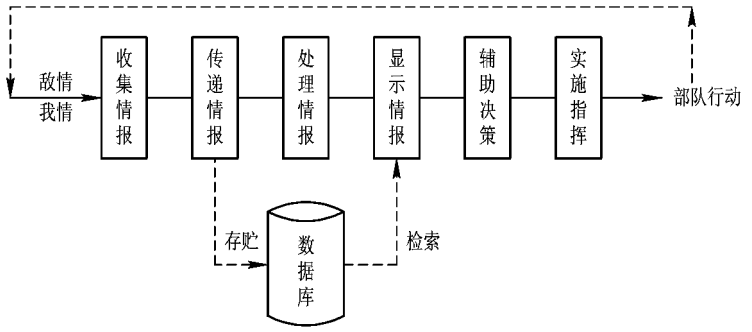


图 1-2 指挥周期示意图

指挥自动化系统是指挥自动化手段的技术实现，其基本功能就是要实现信息采集、数据传递和处理的自动化，为相应的指挥机构提供准确、实时、完整的态势信息，辅助指挥员进行科学决策，保障指挥机构对部队和武器系统实施高效指挥。

为了实现上述基本功能，指挥自动化系统应具有图 1-3 所示的基本组成，即主要有信息获取分系统、信息处理分系统、指挥决策分系统和武器控制分系统以及各分系统之间的信息传输(即通信)分系统组成。此外，为了保障系统正常运行，还应该有相应的供电、空调设备和技术保障分系统(由系统监控设备与软件系统等构成)。需要特别强调的是，这些分系统都是由相应的硬件、软件和接口形成的有机组织，通过相应的接口、系统软件与应用软件以及一定的工作程序将各个分系统组织起来，就构成了指挥自动化系统。

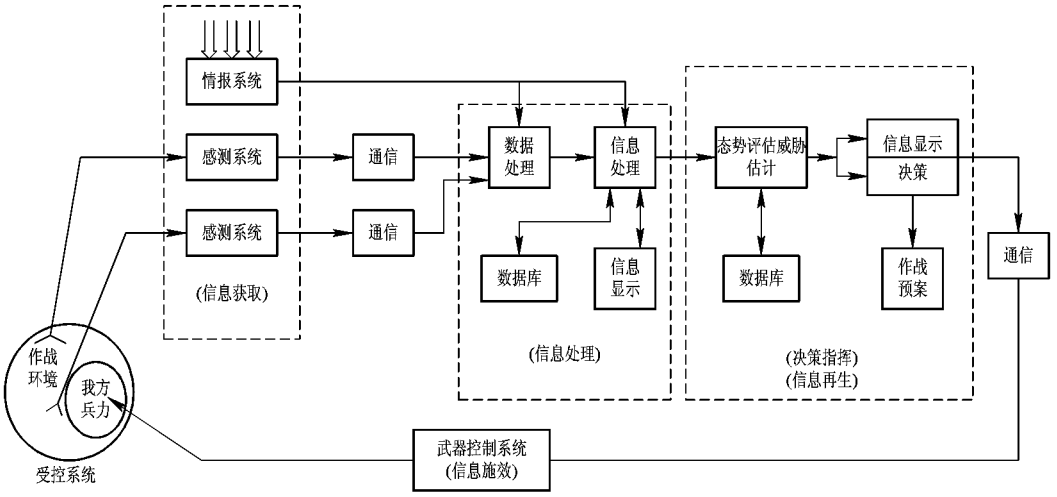


图 1－3　指挥自动化系统基本组成与功能模型

1. 信息获取

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，并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包括电磁侦察、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方电磁信号和有形活动的情报。通过自动化设备对敌方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

运用适当的通信系统和设备，可以实现系统各个分系统、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，应当采用适当的信息处理技术和设备，在发端将传输信息进行编码、存储、打包、转发等处理，而在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。自动化指挥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。这样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，使原来的作战、机要、通信三种工作合并，从而简化了工序，节省了人力，并赢得了大量宝贵的时间。机要电报与用户电报收发过程的比较如图 1－4 所示。

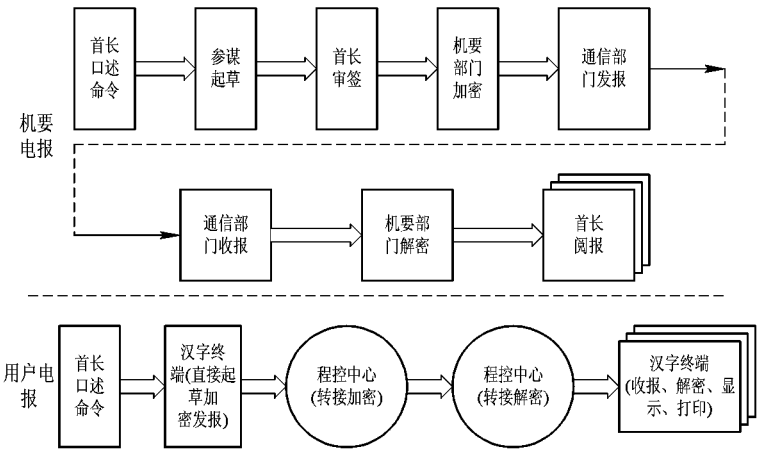


图 1－4　机要电报与用户电报收发过程示意图

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检测，掌握每条线路的性能及其工作情况。当某条直达线路发生故障或占线时，它能按最好、次好的顺序自动选择并接通迂回线路，保证信息不间断地传送。如果直达与迂回线路都不能使用时，交换中心的计算机系统可将信息存储起来，一旦线路空闲或恢复，便立即自动发出，参谋人员不必等待，可集中精力去处理其他工作。由于交换中心具有存储信息的功能，故可对信息进行分组交换，即先将信息存储起来，然后自动分成若干组，通过多手段、多信道传到对方，再按原来顺序予以还原。这样做的好处是，不仅缩短了传递时间，而且提高了信息传递的可靠性和保密性。因为如果将一份信息量很大的情报从头到尾地传递，既费时又易被敌人侦察、干扰或截取。

3. 信息处理

信息处理是指挥自动化系统的一项基本功能和任务，它存在于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—空间乘积的大小，可以将指挥自动化系统的信息处理由低到高划分为五个信息处理层：

（1）单感测器实时信号处理；

（2）单感测器数据处理；

（3）多感测器数据融合处理；

（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受控对象的态势信息，辅助指挥员科学决策。对信息处理的基本要求是近零时延、最优化和稳健。

处理情报是对原始情报进行分类、分析、综合，并进行鉴别和浓缩。

为了全面及时地了解战场情况，指挥员及司令部总是希望增加收集情报的手段和加快情报传递的速度，但是大量情报涌向司令部，如不及时处理，势必造成积压，这与情报缺乏同样有害。在传统指挥系统中，处理情报是最薄弱的一环。据统计，用普通手段只能处理所获得情报的30％，指挥官在做出决策时，由于时间紧迫，只能使用已获情报的30％来组织指挥战斗，这无疑降低了指挥质量。采用指挥自动化系统可以解决这个矛盾，自动化情报处理系统能够迅速处理情报，满足作战指挥要求。针对不同类型的情况，系统采用的处理方式是不同的。

对于数字情报，如雷达、声纳、传感器以及其他数据获取设备传来的数字信号，不需任何变换即可直接输入计算机进行处理或存储。对于已经或较易格式化的情报，如电报、图标、报告等，可事先规范化并予以编码，变成数字信号，便于计算机自动进行处理。对于非规范化的情报(如电话记录、口头或书面情报等)，或需要深入分析、判断的情报，则须经参谋人员亲自处理，而后利用计算机终端进行处理。

传输来的情报，一般要先作出评价。如果是新情报，则需分类编号；有的情报需注明“保存期”；若是较长的情报，还应写出摘要；如系紧急情报，经值班参谋批注后，可立即在有关首长和单位的屏幕上显示，然后再进行上述处理。以上工作除摘要一项外，值班参谋只要按动少量字符键便可完成，处理一份情报一般不超过一分钟，因为大量具体工作都是由计算机按事先编好的程序自动完成的。这明显提高了情报处理效率。当正在处理情报过程中，又来了等级较高的急报时，自动化系统自动识别电报的等级码并发出信号，值班参谋根据先急后缓的原则，优先处理急报，不致延误。

4. 显示情报

情报信息要以适当的形式显示出来，才便于指挥员了解和使用。在这方面，指挥自动化系统具有许多独到的优点：不仅显示速度快、精度高，而且能以多种形式进行显示；除文字、符号外，还能显示图形、图像。图形、图像显示具有直观、形象、真实等特点，这对执行单位透彻地理解上级意图和准确地执行命令非常重要，是其他形式无法相比的。

图形、图像信息主要通过管面显示器、大屏幕显示器和绘图仪等设备显示。这些设备能根据需要显示整幅画面，也可对其中一部分加以放大，还可同时显示不同形式的信息，如图形、符号、文字、表格等，以便决策者分析比较、综合研究。

因为组成图形、图像的信息量很大，所以传递和处理这些信息时的工作量也很大，而且需要占用较多的通道和大量的存储空间。这就需要采用先进的通信手段和扩大计算机的容量。

指挥员在判断情况、做出决策时，仅靠实时情报是不够的，还必须对各方面的情报进

行分析比较、综合研究，从而构成准确的判断。这涉及到怎样从大量资料中寻找有关情报的问题，即通常所说的情报检索问题。在有限的时间内，从大量资料中找出需要的情报是很费事的，靠手工操作比较困难，只有借助自动化的情报检索系统，才能够完成这一任务。如有的系统存有数十万条情报资料，指挥人员利用身边的键盘、显示器便可向数据库或微缩系统检索情报，从打入查询信息到显示所需要的情报只要两分钟。当然，建立一个资料齐全、阅读方便的自动化情报检索系统并非易事，因为这不仅需要大量的劳动来整理、存储资料，而且要研究出一套便于存取资料的科学方法，如情报的规范化、分类法及检索方式等，还要有一套等级严格的保密措施。这种系统一旦建成，检索情报将十分方便。

5. 辅助决策

辅助决策是指各级指挥控制中心的指挥机构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和可能受损程度，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。

辅助决策是指挥自动化系统的核心任务和功能，辅助决策的水平是指挥自动化系统先进性和有效性的主要标志，是现代高科技条件下作战指挥迫切需要解决的关键问题。指挥自动化系统是一种复杂的人—机系统，辅助决策是指挥自动化系统的一个难题，必须综合多学科理论，在先进技术与装备的支持下才可能有效地解决。

决策是指挥员的创造性劳动，对那些不能量化而对战斗结局又有重大影响的因素，如敌我作战人员的军政素质、心理状态、敌军的特点等，都要求指挥员充分发挥自己的聪明才智，去实施准确的判断和灵活的指挥，这是任何自动化指挥工具都不能代替的。在有多个决策方案的情况下，指挥员单凭经验不易取舍，这时便可借助自动化指挥工具对各个方案进行推算，对比优劣、权衡利弊，从中选取最佳方案。但是必须指出，战斗决策与其他领域的决策不同的地方是战斗行动前无法在极为相似的条件下对战斗决策的质量进行检验。上述推演结果的准确程度，根据想定的具体条件不同，可能有很大差异，最后仍然需要指挥员靠经验、智慧和责任感来决策。这说明，即使有了指挥自动化系统，决策仍然是指挥员创造性劳动的产物。系统本身只为指挥员制定决策、充分发挥其指挥艺术提供了更有利的条件，决不能代替指挥员的创造性劳动。

6. 作战指挥与兵力控制

作战指挥的任务是根据选定的作战方案或作战方案序列，将有关指令和信息按照适当方式下达给作战部队或武器控制系统，对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，实时指导各战斗诸元协同行动，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、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不断提高，可以借助于武器控制自动化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、火炮控制自动化系统等。这些武器控制系统自身也往往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。

作为指挥周期的最后一个环节，实施指挥就是传递指挥情报，因此传递情报环节的功