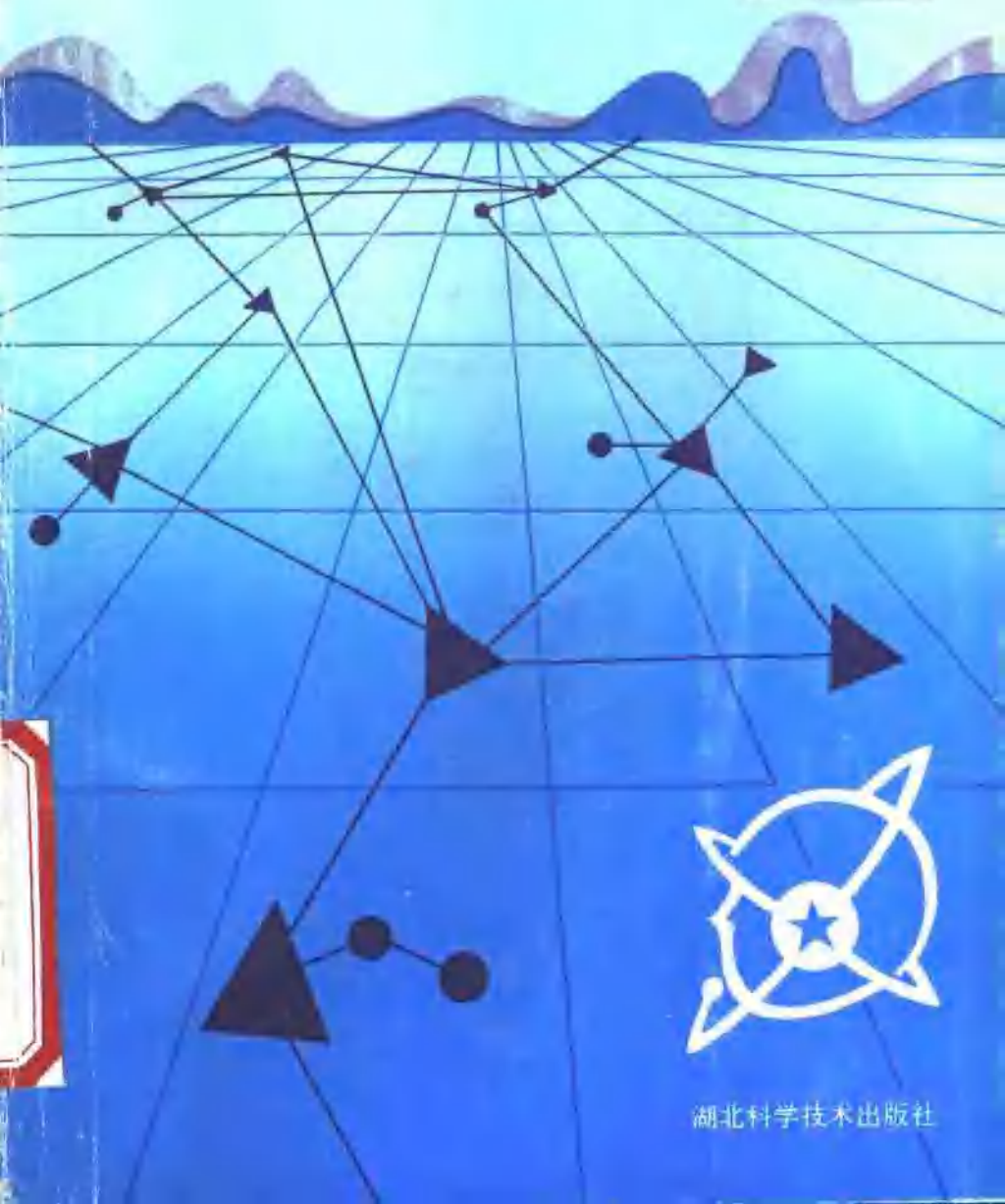


J S T X W J C

军事通信网基础

叶百荷 编著



湖北科学技术出版社

鄂新登字03号

军事通讯网基础

叶西荪 编著

*

湖北科学技术出版社出版发行 新华书店湖北发行所经销

湖北省新华印刷厂印刷

850 × 1168毫米 32开本 13.125印张 5插页 332千字

1991年11月第1版 1991年11月第1次印刷

ISBN7-5252-0750-2/O·13

印数：1—3 300 定价：6.80元

前 言

现代战争作战指挥对信息传递的要求，已使军事通信系统成为军队战斗力的一个重要组成部分。一方面，通信技术的最新研究成果往往被迅速应用于军事通信，另一方面，对军事通信越来越多的特殊要求又推动着通信技术向新的领域发展。总之，由于“技术决定战术”，通信技术的迅速发展，通信装备的不断更新，新型通信系统的出现，迫使一切从事军事通信工作的同志不断学习，提高科学规划、组织运用各类通信网的能力。然而目前国内所发行的有关通信网的专业书，一般都是从工程设计或经营管理角度撰写的，很少涉及“军事领域”。笔者根据五年来在通信指挥学院担任《军事通信网》课程的教学实践，在讲稿、讲义的基础上，修改、整理、编著了本书。其主要特点是：突出指挥和技术结合，从“网”的角度介绍军事通信网的各主要组成部分的基础知识及定量分析、科学组织通信网路所必备的话务工程理论和网路优化方法。为了使阅读对象更具广泛性，在编写中尽量做到联系实际，简明易懂；既有定性，又有定量；既有方法，又有实例；既讲基础，又讲应用；以满足从事实际通信工作同志们的需要。

本书共分六章。第一章介绍通信网的一般概念，重点分析了军事通信网的分类、特点、在C³I系统中的地位以及军事通信网的发展趋势，目的是使读者对军事通信网有一个全面的认识。第二章主要为读者提供定量研究军事通信网的数学工具。为此，特地从“话务工程”浩瀚的公式海洋中，精选了一部分适用于研究军事通信系统通信业务的数学模型，并结合实例进行了应用性的分

析。第三章介绍了军事通信网中通用的传输线路和传输系统，以及通信网的传输标准和传输特性。考虑到数字通信和数据通信是未来军事通信方式的必然趋势，故对数据传输原理作了较为系统的介绍。在第四章中，首先介绍了各类交换机的一般工作原理，进而从话务工程理论的角度分析了空分交换技术、时分交换技术和二维交换的工作原理、多级交换网络的构成及概率分析计算。为了使读者从处理信息的角度更深入地了解通信网交换系统，又概括地分析了电路交换、报文交换和分组交换三种交换方式的原理和应用范围。并重点介绍了两种战术网用交换机的构成和功能。本书的第五章主要介绍军事移动通信网基础知识。由于现代战争战场上移动通信应用越来越广、要求越来越高，该章专门介绍了两个典型的战术移动通信系统。本书的最后一章介绍了通信网网路（络）规划优化基础理论，包括网路话务量矩阵的建立，抗毁性和可靠性分析，物理网和功能网最优化方法等。该章还介绍了一些网路优化的具体算法，如线路容量和流量分配的计算机算法，网路中流量控制原理与算法。这些网路优化理论已大量用于当前发达国家的军事通信网中。因此，掌握以上理论，将有助于进一步研究外军的各类通信网和对我军的通信网进行科学规划。本书附录从军事通信的角度介绍了书中所涉及的概率论初步知识，以保证未学过概率论的同志自学。对于希望就某些专题进行深度研究的读者，书中介绍的深度可能还不够。为此，在书后列出了有关参考文献，以弥补这方面的不足。

通信指挥学院荆心泉副院长、总参六十一研究所郑祖辉高级工程师担任了本书的主审，通信部训练处郭新楼处长也审阅了部分书稿。

通信指挥学院训练部边孝贤部长对本书的出版给予了极大的关怀，许万良教授在学术上给予了重要指导，周继林处长给予了多方面的帮助，院绘图室肖经纬等同志为全书绘制了插图，在此

一并致以衷心感谢。

由于笔者水平有限，而军事通信网所涉及的问题十分广泛，因此本书在一些方面的理解和表述很可能有错误，恳请读者批评指正。

作 者

1990年12月于武汉

目 录

第一章 军事通信网概述.....	1
第一节 引言	1
第二节 通信网的一般概念	1
一、基本概念.....	1
二、通信网网路规划的一般概念.....	5
第三节 军事通信网的分类及其特点.....	9
一、战略通信网.....	11
二、战术(战役)通信网.....	13
第四节 通信网在 C ³ I 系统中的地位.....	20
第五节 军事通信网的发展特点与趋势	23
一、向综合数字通信网发展.....	23
二、通信网中广泛使用电子计算机.....	25
三、军事通信网中大量引入程控电子交换机.....	25
四、采用多种传输手段, 增大通信容量.....	26
五、以各种有效措施来提高通信网的抗毁性.....	26
六、大力开发先进技术, 并迅速用于通信系统之中.....	27
思考题	28
第二章 军事通信网话务理论基础	29
第一节 引言	29
第二节 呼叫流、话务量与服务量特性	32
一、呼叫流及其区分	32
二、常用呼叫流模型	33
三、话务量的有关概念	36
四、常用占用时间分布模型	40

五、服务质量特性	42
第三节 呼损系统话务分析方法	44
一、最简单流的全利用度系统	45
二、简单后效流的全利用度系统	50
三、重复呼叫流的全利用度系统	53
四、分品连接的部分利用度系统介绍	57
第四节 等待系统的话务分析方法	61
一、指数服务时长的全利用度系统	63
二、固定服务时长系统	68
第五节 网路阻塞概率计算方法	69
第六节 军事通信网中通信业务的定量计算	78
一、野战通信网及其业务量的基本特征	78
二、计算战役通信系统传输电路数的数学模型	79
三、通信业务量“高峰”值计算的数学模型	80
四、军用通信网话务量矩阵模型	82
五、集团军通信装备保障能力的一种分析方法	83
第七节 军事通信网计算机模拟及应用举例	84
一、通信网话务模拟的一般过程和步骤	85
二、军事通信网计算机模拟应用举例	88
思考题和练习题	94
第三章 军事通信网传输系统	96
第一节 引言	96
第二节 军事通信网传输线路	96
一、军用通信网传输线路的种类、用途及传输特性	97
二、传输线路的复用方式	108
第三节 军事通信网传输系统	113
一、音频系统	114
二、同轴电缆载波通信系统	116
三、无线电接力(中继)通信系统	117

四、对流层散射系统	122
五、卫星通信系统	124
六、光纤通信系统	127
第四节 通信网的传输标准和传输特性	128
一、电话交换网传输标准和传输规划的一般概念	129
二、各种通信方式的通信质量、传输质量标准	135
三、战术通信系统的传输特性	135
第五节 数据传输	140
一、数据通信系统的基本构成及通信方式	140
二、数据传输原理	143
三、传输控制规程	164
四、差错控制	167
思考题和练习题	175
第四章 军事通信网交换系统	177
第一节 引言	177
第二节 交换系统的基本组成、功能和制式	177
一、交换系统的基本组成	178
二、交换系统的基本功能	179
三、军用交换机的主要制式	181
第三节 交换原理	182
一、人工交换原理	183
二、步进制交换机原理	184
三、纵横制交换机原理	186
四、存储程序控制交换机基本原理	189
第四节 交换网络	190
一、空分交换网络	191
二、时分交换网络	198
三、二维交换	200
第五节 电路交换、报文交换、分组交换	205
一、电路交换	205

二、报文(电文)交换·····	206
三、分组交换·····	208
第六节 军事通信网中的交换机·····	218
一、英国普莱赛(PLESSEY)公司的多功能系统(MRS)交换机·····	219
二、美国三军联合战术通信(TRI—TAC)系统AN/TTC—39交换机·····	227
第七节 战术电路交换网中的路由选择技术·····	231
一、泛搜索路选法·····	231
二、确定路选法(决定路由方案)·····	233
三、自适应路选法·····	233
四、派遣路由法·····	234
思考题和练习题·····	237
第五章 军事移动通信网基础·····	239
第一节 军用移动通信概述·····	239
一、陆上移动通信的特点·····	240
二、移动通信的工作方式及有关体制·····	241
三、陆上移动通信的频率划分·····	245
四、移动通信在军事上的应用·····	245
第二节 移动通信的天线及天线共用·····	247
一、天线的基本概念及指标·····	247
二、移动台天线·····	250
三、基地台天线·····	251
四、发射天线共用器·····	254
五、接收天线共用器·····	256
六、收发天线共用器·····	256
七、分集技术·····	258
第三节 移动通信的信道划分·····	258
一、频分制·····	258
二、时分制·····	259
三、时频混合制(上频下时制)·····	261

四、码分制	262
第四节 移动通信的大区制配置	262
一、大区制的基本构成	263
二、大区制的信道指配	265
三、大区制的控制和交换	267
四、信令	269
第五节 移动通信的小区制配置	272
一、小区制概述	272
二、小区制蜂窝状公用移动电话系统的基本构成	275
三、小区制信道指配、位置登记和过区切换	276
四、小区制电话系统的控制和信令	278
第六节 移动通信的噪声、干扰及频率配置	282
一、移动通信的噪声	282
二、移动通信的电磁干扰和频率配置	282
第七节 军用(专用)移动通信系统组网的有关问题	286
一、组网的主要依据	286
二、系统的话务量、信道数及无线频道的呼损率	286
第八节 外军军用移动通信系统介绍	289
一、用户入口无线电电话(SART)系统简介	290
二、英国松鸡系统的SCRA简介	291
三、法国“RITA”系统的LIRSAC简介	292
思考题	294
第六章 通信网网路(络)规划优化基础	296
第一节 引言	296
第二节 通信网网路优化的一般概念	297
一、模型化的一般概念	298
二、优化准则	299
三、输入数据	301
四、输出数据	302
五、限制	302

六、网路特性规律	302
第三节 通信网的连通性、可靠性和抗毁性	302
一、连通度与割	302
二、网路的可靠性	304
三、网路的抗毁性	305
第四节 网路业务量矩阵及其建立	308
一、业务量矩阵	308
二、多局制网的矩阵描述	310
三、业务量矩阵的建立	311
第五节 物理网和功能网的最优化	313
一、物理网和功能网	314
二、物理网的最优化	316
三、功能网的最优化	318
第六节 网路(路)规划优化算法	326
一、通信网的链路容量分配	326
二、通信网的流量分配	337
三、集中式网连接方式的优化	338
四、集中式网中终端和集电器位置的确定	347
五、分布式网络的拓扑优化	353
思考题和练习题	358
附录A 数学基础——概率论初步	361
§ 1 随机现象和随机事件	361
§ 2 古典概率模型及其计算	369
§ 3 概率的加法定理	375
§ 4 条件概率、概率的乘法定理	379
§ 5 全概率公式和逆概率公式	384
§ 6 随机变量及其概率分布	389
§ 7 随机变量的分布函数	400
§ 8 随机变量的数学期望和方差	405

第一章 军事通信网概述

第一节 引 言

众所周知,随着科学技术的飞速发展,尤其是高技术的大力开发和利用,军事通信网在全社会的各方面都产生了巨大的影响。无论是从历史还是从现实来看,“军事”都是科学技术最为敏感的一只触角。科学技术的最新成果往往最先应用于军事,同时军事上的特殊需要,又成为科学技术发展的动力和催化剂。正是在这种军事需要和技术进步的推动下,当前世界各国都在大力发展被称为“第二次世界大战以来军事上的第三次革命”(前两次指核武器和洲际弹道导弹的出现)的指挥控制通信系统(即C³系统)。各国都清楚地认识到作为该有机整体的一大要素,“通信系统”已成为军队战斗力的一个重要组成部分。因此,各国军队都大力投资、广泛研究各种新型的通信方式和通信网络,制定各种战略网、战术网的发展目标和发展途径,以满足未来战争作战指挥对信息传递的越来越高的要求。

本章主要介绍通信网的一般概念、军事通信网的分类、特点、在C³I系统中的地位以及军事通信网的发展趋势等。

第二节 通信网的一般概念

一、基本概念

通信网可简单定义为传输信息的网络体系。

就业务种类而言，通信网可分为电话、电报、数据、图象、综合业务以及计算机网等；

就信息特点而言，通信网可分为模拟网和数字网；

就交换方式而言，通信网可分为电路交换、报文交换、分组交换，用户交换、汇接交换；

就组织形式而言，通信网可分为集中网、分散网、分布网，也可分为星形、网形、环形、链形、格栅形、立体形网；

就网的活动方式而言，通信网可分为固定网和移动网；

就服务对象而言，通信网可分为民用网(公用网、专用网)和军用网。

通信网一般由三大部份组成，即用户终端系统、传输系统和交换系统。其中：

用户终端系统包括：

各种电话、传真、电传终端；

各种数据终端、图象终端、汉字终端。

传输系统包括：

用户环路系统；

本地局间中继系统(音频、载波、PCM、微波、光纤……)；

长途干线系统(载波、PCM、微波、卫星、散射、光纤……)。

交换系统包括：

人工交换系统(磁石式、共电式)；

自动交换系统(其中机电式交换机分为步进制和纵横制，电子交换机分为空分制、时分制、空分时分二维交换制式等)。

通信系统从信息流程看可认为由以下三部分组成：

1. 信源、信宿(用户)；
2. 信源变换器和信号反变换器(用户终端)；
3. 传输通路(通信链路和交换设备)。

通信系统内这三部分连接示意图如图1.1所示。这里传输系统

和交换系统不难理解，信息变换设备包括信源变换器和反变换器。前者是将信号变换成为适宜于在信道上传输的电信号（如电话通信）或光信号（如光纤通信），后者是将接收到的信号重新变换为信息使用者可以接受的信号（如语音信号、文字信号……）。

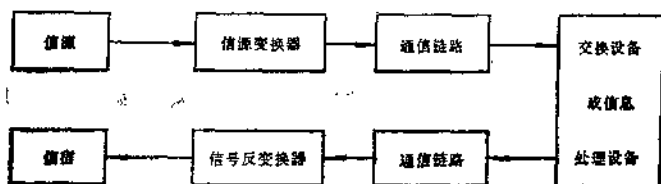


图1.1 通信系统的组成

通信网有下列主要特点：

第一，每一个由信源发出的信息（或信号）都是不可预知的。这就是说，即使已知通信网内所传输的信息量及有关发生间隔的统计特性，仍无法预先知道每个发出的信息（或信号）。因此，在设计通信网时，要想将通信网设计成能处理一切可传输的信息的设备，在经济上是完全行不通的。所以，设计通信网必将概率统计的思想贯彻于网的各个领域。换句话说，必须按照统计分布的特性和按照允许的限度来考虑通信网的网络结构、流量和容量分配。

第二，每一个信源发出的信息（或信号）不仅不可预知，而且时刻在变化。信息流量并不象交通流量那样可以看得见，因此，很难得到网络用户的协助和实行控制。譬如说：在公路交通网中的汽车，当出现阻滞现象时汽车司机本人可以用肉眼直接看到。从而完全可以以个人的意志决定迂回路线，也可以对此进行交通管制。通信网中的用户在自己的呼叫遭到阻塞时，除了重复呼叫并进一步引起话务激增的恶性循环之外，其本身无法了解全网话务流通上的拥塞情况，至于自己选择迂回路由更是无从谈起。

第三，对于电话通信，音频信号经过整个通信系统要求极大地缩短时延，并且要求能同时双向传输信息。这显然大大不同于允许出现某种程度区间拥塞的交通网。

通信网的这一系列特点反映了在网络设计时按照统计特性整体规划和协调的重要性。

从实际国情出发，目前各国通信网路布局形式有两种，一种是等级制布局，一种是非等级制布局。

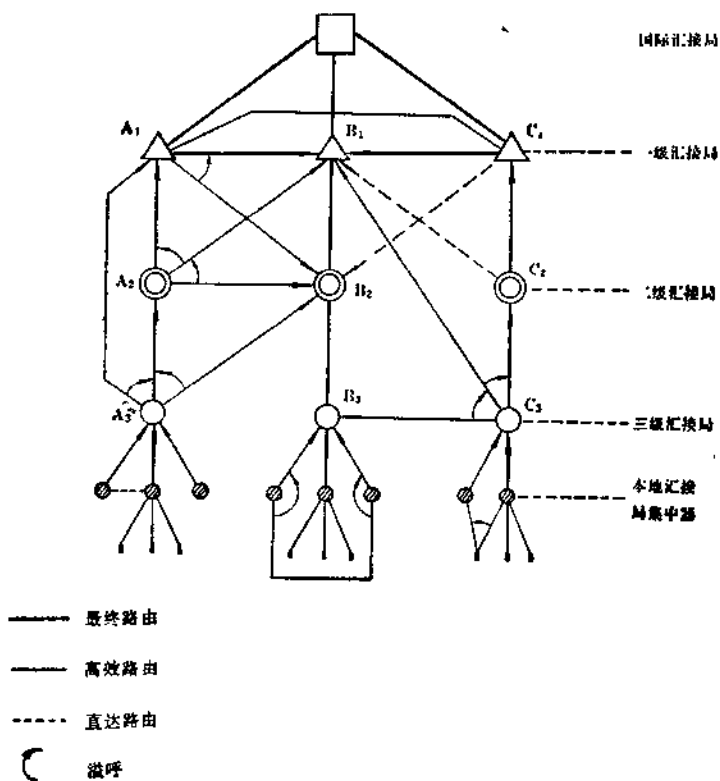


图1.2 等级制路由规划举例

通常，民用网总是以等级制为基础组建，以实现良好的经济效益(图1.2)。网中的交换局依其不同的重要程度来划分等级，各级在业务流量上受到一定的限制。由于这种结构包含了多次交换和集中，因而简化了网络的交换设计，减轻了交换局的干线群输出、输入线路的数量。然而这种结构的通信网往往缺乏足够的迂回路由，抗毁能力较差。

一些国家的军用网为了获得较强的抗毁能力，如美国的自动电话网(AUTOVON)采用了非等级制布局。网内每个电话局的级别相同。当任何一个电话局由于遭到破坏或发生故障而不能使用时，网络自动重选呼叫路由。

二、通信网网路规划的一般概念

无论是民用通信网，还是军用通信网，都必须很好地进行网路规划。尽管规划中所要满足的目标不尽相同，甚至大不相同。

网路规划是一种复杂的、多任务的活动，它是一个不断地、反复地监测网路、了解网路工作环境、制订满足现有和新业务的计划、实施这些计划并审查其结果的过程。为此，网路规划要调查当前的网路特性、预测未来网的需要、评定现有设备的可用性、估计对未来发展的技术可能性、以及选择对远期、中期和短期最合适的行动步骤。由于它所涉及的内容甚多，这里只能提供一些基本概念。

(一) 网路规划的基本定义

为了满足预期的需求和给出一种可以接受的服务等级，在恰当的地方、恰当的时间以恰当的费用提供恰当的设备。

(二) 网路规划的基本内容

网路规划可以分为两类(见表1.1“规划的分类”)

——战略规划，它给出网路要遵循的基本结构准则(网路结构等)；

——实施规划，它给出实现投资目的特定途径(工程项目

表 1.1 规划的分类

	战略规划 —— 网路结构 —— 数字化(全网)	实施规划 —— 长途网 —— 每一本地网
发展规划	基本发展规划 —— 战略规划	特定发展规划 —— 长期规划 —— 中期规划 —— 短期规划
技术规划 —— 路由 —— 编号 —— 计费 —— 传输 —— 等等	基本技术规划	特定的技术规划

的规定等)。

其中每一类又可提供两种规划:

—— 发展规划, 为了满足目标所需要的装备数量问题;

—— 技术规划, 为了保证按所要求的服务质量满足运行而采用的选择设备和安装设备的方法。

(三) 网路规划中的一些基本概念

1. 用户分类及业务分布概念

不同用途、不同性质的通信网的用户, 直接影响到网路结构的选择和系统的选择。因此在规划网路过程中首先要了解网络用户的分类情况, 例如:

民用网中电话用户有住宅用户、商业用户、机关或工厂的小交换机用户、公用付费电话用户等;

军用野战网中的电话用户有各级指挥所用户、移动双工用户、移动单工电台(入网)用户等, 其中移动用户多数是各级指挥