

TONGXIN WANGLUO JISHU



“九五”军队级重点教材

军队院校专业教材

通信网络 技术

李棠之 等编著

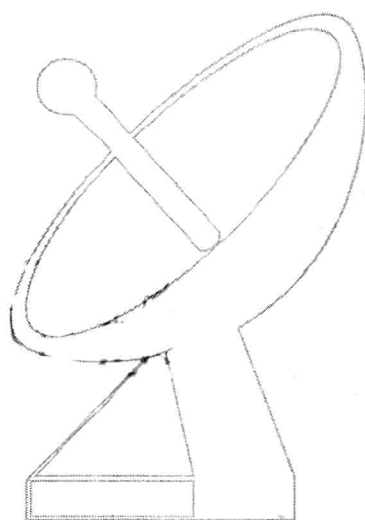
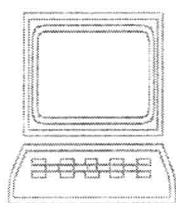


科学技术文献出版社

李棠之等 编著

TONG XIN WANG LUO JI SHU

通 信 网 络 技 术



科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

通信网络技术 / 李棠之等编著. - 北京: 科学技术文献出版社, 2000. 8

ISBN 7-5023-3573-0

I. 通... II. 李... III. 数字通信-通信网 IV. TN915.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 27316 号

策 划 编 辑: 王 维

责 任 编 辑: 木 易

责 任 校 对: 科 文

责 任 出 版: 魏 鹏

封 面 设 计: 江 东

发 行 者: 全国各地新华书店经销

印 刷 者: 重庆电力印刷厂

版 (印) 次: 2000 年 8 月第一版 2000 年 8 月第一次印刷

开 本: 787×1092 16 开

字 数: 700 千

印 张: 32.125

定 价: 41.60 元

@ 版权所有 违法必究

购买本图书, 凡有印装质量问题, 由承印厂负责调换。

前 言

本教材是总参军训部重点教材之一。

通信网络技术是当前信息技术中发展最快的一项技术,尤其在计算机技术迅猛发展的今天,更是如此。为了使读者对这些内容有一个概括的了解,以适应当前形势的发展与需要,特编写本教材。

本书内容共分为六章:引论、通信网的理论基础、通信网基本技术、电话通信网、数据通信网、军事通信网。在内容上既考虑了系统的完整性,又兼顾了通信网络最新的发展趋势。

由于通信网络技术其涵盖的内容异常广泛。为了给读者一个通信网的整体系统的概念,我们在编写本教材时,尽量做到言简意赅,在以前所学过的基础课程的基础上进行知识面的扩展,并对各种技术给予了提纲挈领的叙述。更为详尽的内容,读者可翻阅书中提到的参考书。

本教材由李崇之、杜国新、王雨、李廷泉编写,其中第一章、第二章及第三章部分内容由李崇之教授编写,第三章、第四章由杜国新副教授编写,第五章由李廷泉同志编写,第六章由王雨同志编写,李崇之教授负责内容的汇总与统审。

本教材初稿曾在研究生班试用了一期,并在此基础上对有关内容进行了修改和增删。在编写过程中,得到了总参军训部、总参通信部及重庆通信学院教保部门、基础部、研究生管理部门等多方面的关心与支持,并由重庆大学杨士中工程院院士进行了审核,在此表示深切的敬意。本书中参照了大量的有关资料,对所引用资料的作者及单位表示谢意。

本书既可作为信息工程或通信专业的教材,也可做为通信网络工程技术人员的参考书。并适用于大学本科及研究生教学。(如作为教材,最好是在各门专业基础课程都上完之后开始实施。)

感谢诸位能惠顾此书,并请提出批评与指正。

编 者

2000.8

目 录

第一章 引论	1
1.1 概述	1
1.1.1 通信系统与通信网	3
1.1.2 通信网的类型	4
1.1.3 对通信网的要求	6
1.2 通信网的组成要素	8
1.2.1 概述	8
1.2.2 通信网研究的主要问题	13
1.2.3 通信网的发展趋势	15
第二章 通信网的理论基础	19
2.1 通信网的结构理论	19
2.1.1 图论基础	20
2.1.2 最短路径问题	28
2.1.3 站址选择问题	34
2.1.4 流量分配	39
2.1.5 线性规划问题	42
2.2 网内业务分析	45
2.2.1 排队论基本概念	46
2.2.2 $M/M/1$ 排队系统	50
2.2.3 $M/M/m(n)$ 排队系统	53
2.3 可靠性理论基础	62
2.3.1 可靠性数学基本概念	62
2.3.2 局间通信的可靠性	71
2.3.3 通信网的可靠性	74
2.4 通信网的优化理论	77
2.4.1 电路转接的呼损计算	77
2.4.2 路由控制的优化	80
2.4.3 链路容量的选择	84
2.4.4 信息转接网的优化	85
2.4.5 容量配置的优化	89

2.4.6 路由选择的优化	89
2.4.7 流量控制的优化	91
2.4.8 通信网的规划设计	92
第三章 通信网基本技术	101
3.1 数字复接技术	101
3.1.1 概述	101
3.1.2 数字复接原理	103
3.1.3 同步数字复用系列(SDH)	111
3.2 数字传输技术	116
3.2.1 概述	116
3.2.2 数字信号的基带传输	121
3.2.3 数字信号的频带传输	128
3.2.4 电缆传输系统	141
3.2.5 光缆传输系统	142
3.2.6 微波中继传输系统	156
3.2.7 卫星传输系统	160
3.3 数字交换技术	166
3.3.1 概述	166
3.3.2 数字交换机的基本组成	169
3.3.3 数字交换终端	171
3.3.4 数字交换网络	174
3.3.5 控制方式与软件简介	180
3.4 数字网同步技术	183
3.4.1 数字网同步的必要性	183
3.4.2 数字网同步的方式	185
3.5 用户接入网技术	189
3.5.1 概述	189
3.5.2 接入网技术基础	190
3.5.3 有线接入网	196
3.5.4 无线接入网	202
3.6 有线电视网	204
第四章 电话通信网	216
4.1 电话网的结构	216
4.1.1 长途电话网	217
4.1.2 本地电话网	218
4.1.3 国际电话网	223

4.1.4	传输链路方式	224
4.2	电话网的信令系统	226
4.2.1	信令的基本概念	227
4.2.2	用户线信令	229
4.2.3	随路信令方式	230
4.2.4	公共信道信令方式及 No.7 信令系统	240
4.3	编号计划与计费方法	249
4.3.1	编号计划	249
4.3.2	计费方法	252
4.4	移动通信网	253
4.4.1	移动通信网概述	253
4.4.2	移动通信组网技术	260
4.4.3	码分多址(CDMA)及其应用	274

第五章 数据通信网 280

5.1	概述	280
5.1.1	数据通信网的含义	280
5.1.2	数据通信系统的组成	280
5.1.3	数据通信系统的特点	281
5.1.4	数据通信系统网络的现状和发展	282
5.2	数据通信网的组成及协议	284
5.2.1	计算机网络的概念	284
5.2.2	数据通信网的拓扑	285
5.2.3	网络中数据传输权的取得	287
5.2.4	网络通信协议概念	289
5.2.5	ISO/OSI 参考模型及各层功能	290
5.2.6	IEEE802 网络协议	330
5.3	B-ISDN 和 ATM	335
5.3.1	ISDN 的概述	335
5.3.2	N-ISDN	337
5.3.3	B-ISDN 的业务、主要实现技术和特点	351
5.3.4	B-ISDN 用户-网络接口	353
5.3.5	B-ISDN/ATM 协议参考模型	354
5.3.6	ATM 技术	367
5.3.7	ATM 交换机	367
5.3.8	光纤接入网	369
5.4	公用数据通信网	369
5.4.1	概述	369
5.4.2	有关协议	370

5.4.3	CHINAPAC	374
5.4.4	DDN 与 帧中继	377
5.4.5	国外公用数据网	385
5.5	Internet 和 Intranet	387
5.5.1	Internet 的形成与发展	387
5.5.2	Internet 体系结构	389
5.5.3	因特网名字和地址	391
5.5.4	连接 Internet 的方法	393
5.5.5	因特网应用和工具	394
5.5.6	Internet 展望	399
5.5.7	Interanet	402
5.6	网络互连	407
5.6.1	网络互连原理	407
5.6.2	网络互连设备	410
5.6.3	几种典型的网络互连技术	417
5.6.4	互连方案的选择与考虑	422
5.7	网络管理	425
5.7.1	网络管理的需求	425
5.7.2	网络管理的体系结构	426
5.7.3	网络管理的标准化	426
5.7.4	网络管理的功能	427
5.7.5	网络管理的协议	435

第六章 军事通信网

6.1	军事通信网的特点及其发展趋势	445
6.1.1	战略通信网	447
6.1.2	战术(战役)通信网	448
6.1.3	通信网在 C ³ I 系统中的地位	451
6.1.4	军事通信网的发展趋势	453
6.2	野战综合通信系统概述	455
6.2.1	系统组成	455
6.2.2	网络结构	455
6.2.3	系统特征	468
6.2.4	系统主要功能	469
6.3	野战综合通信系统组网技术	471
6.3.1	组网方式	471
6.3.2	路由选择技术	472
6.3.3	编号制度	477
6.3.4	同步方式	478

6.3.5	群路传输	479
6.3.6	系统互连接口	480
6.3.7	信令和协议	481
6.4	数据通信分系统	482
6.4.1	电路交换网上的数据通信	483
6.4.2	分组交换数据网	483
6.5	系统控制与管理	486
6.5.1	网控系统的体制	486
6.5.2	网控中心的信息通信规程与通信协议	489
6.5.3	网络管理协议	490
6.5.4	管理策略	493
6.6	野战通信网的工程勤务、保密性及其电磁兼容性	495
6.6.1	工程勤务的体系结构	496
6.6.2	工程勤务的工作方式	496
6.6.3	电磁兼容性、抗干扰性及安全性	497

第一章 引 论

当前知识经济中最活跃的是信息经济。在信息技术中,发展最快的又是数字技术,数字化技术的应用无所不在。在通信网的发展中,其重要的趋势就是由模拟化向数字化发展。社会网络化,网络社会化,网络互动化,这已经是当前社会发展的必然趋势。

本书包括六章,总共有三大内容,即通信网的基础理论、通信网的网络技术及野战局域通信网的举例。

1.1 概 述

信息时代已经到来。信息技术的发展日新月异,卫星通信、移动通信、光纤技术等的发展与计算机技术的日益推广,为信息技术的发展开拓了更加宽广的道路。并且随着世界经济的发展,对信息技术的市场需求不断增长,这又为信息技术的发展注入了活力。自海湾战争及科索沃战争以来,世界各国对信息化战争都倍加重视,纷纷对信息战、电子战、数字化部队等课题进行研究,在美国还进行了数字化部队的试验。这一切对我军也造成了巨大的压力。

现代的信息技术,不再象以往那样,只是为少数人所需求,而是任何人都可对其提出需求并得到服务,几乎无处不在。在以往的战争中,虽然说通信非常重要,其实它所处的地位,就是一般人都比较好理解的电报、电话保障作用。但近年来,随着高科技的不断发展,通信业务量及其业务种类大大增加,现代通信的范畴已远远超出了以往的概念,除了话音的传输而外,图文、声音、动画多媒体等多种业务,为指挥自动化提供了功能更加强大的技术保障。

电子技术是现代军事技术发展中最活跃的领域,而各种现代技术的应用又大大扩展了通信手段的功能。技术决定了装备的优劣,而装备又决定了战争的战略与策略。在电子战中,各种通信手段的运用,为 C³I 提供了更为有力的保证。

在现代战争中,首先考虑的往往是电子战。有人称其为第四战场。面对未来新的高技术战场的需要,又出现了许多有关电子战的新概念、新思想、新技术的研究。诸如:综合电子战概念,雷达告警的电子支援系统概念,机载导弹逼近告警系统,电子战设备的战区重编程能力,无源探测技术,对空中预警机的对抗,定向能武器,计算机对抗,电子战若干新技术(微电子学技术、人工智能神经网络技术、软件无线电技术、数字化接收技术和数字干扰技术、相控

阵/多波束电子战技术、对新体制雷达的干扰技术和对扩谱信号的侦收识别技术、电子战仿真技术)等等。

综合电子战概念是指:电子战的作战对象是防空雷达网、指挥通信网和大纵深多层次的防御电子兵器,是系统对系统、体系对体系的斗争。任何单一的电子战设备或多种电子战设备的简单叠加,都难以保障对敌方综合性电子兵器的有效压制,必须从战略战术上统一考虑,以求把不同种类不同型号、不同用途和频段的多种电子战装备和多种电子战手段通过不同时空的综合应用和密切协同形成综合战斗力,最大限度地发挥整体战斗效益。

微电子技术使 80 年代的机载雷达比 60 年代的机载雷达功能提高了 6000 倍,无故障时间增加了 230 倍,重量与功耗为原来的 1%;精确制导武器采用微电子技术其命中率可提高 1 至 2 个数量级。微电子技术已成为实现电子战新概念的一项关键技术。

在电子战争中,通信电子战是其中一个重要部分,通信电子战在 1943 年二次大战时已经兴起,当时德国空军使用两种新型的无线电制导的空对舰导弹击伤了英国的护卫舰,此后美军也开始研制了一批反导弹指令制导系统的干扰机和无线电侦察接收机。美军研制的无线电测向设备在德潜艇通信时,能对其定向定位,使德军潜艇损失惨重。

在目前的通信电子战中,大量采用跳频通信来抗干扰。跳频通信是抗干扰极优的一种通信体制,它是一种降低被截获概率的有效传输方式,它的射频随伪随机码而迅速改变,其频率的跳速有慢速(几十跳)、中速(几百跳)、高速(千跳或万跳)。这使得对它的侦听、测向和干扰带来了困难。有矛就有盾,目前也有一些方法对它进行干扰,如相关干扰、全频带或部分频带干扰、单频或多频干扰、频率跟踪式干扰等。

卫星通信也在采取各种措施防止各种干扰,因为卫星通信系统的天线波束很宽,很容易受到干扰。美军采用了 MILSTAR(军事战略、战术和中继卫星)系统,它包含有 6 个 MILSTAR 卫星,每个卫星上均使用了扩频/跳频技术,在下行线路(即接收信道)使用自适应天线,对于干扰信号来的方向自动调零,使干扰信号进不了接收机。

现代战争证明:只有建立并正确使用指挥自动化系统,才能最大限度地发挥各种武器装备的效能,极大地增强军队的战斗力。故有人称其为力量倍增器。

在军事上的指挥自动化系统其实在 60 年代已经有人提出。其实质就是以往经常提的 C³I,即指挥、控制、通信与情报。目前也有人称它是 C⁴I(将计算机单列)系统,但大多数人还是沿用 C³I。它还有各种分类方法,诸如战略战术、陆军海军、国家级和战区战场级等等。它的硬件包含有计算机及其外围设备、通信设备(交换、传输、终端等)、系统软件,当然还包括服务、操作、指挥人员。

C³I 是物化了的具体系统,是战场情报、分析判断、决策指挥、作战行为连为一体的军事电子作战系统。利用它可进行信息战,压制敌方信息系统,保护己方信息优势,故 C³I 系统具有信息对抗、系统对抗、体系对抗的作战功能。美军已将 C³I 系统对抗定义为指挥控制战,作战保密、军事欺骗、心理战、电子战和实体摧毁,是指挥控制战的“五大支柱”。这是从不同角度去描述 C³I 系统对抗、信息对抗、综合对抗。C³I 系统的电子战系统除了武器平台自卫性的电子战系统要参战而外,指挥员还要指挥独立的电子战平台参战,系统对抗、综合对抗几乎包含了电子战领域的全部,雷达、通信、光电、引信、导航、敌我识别、计算机等等都有与其相应的电子战设备,电子战软硬武器的使用都要在指挥员严密控制下实施,无论是电子防御还是电子进攻,电子战斗要严格贯彻指挥员的意图。何地何时实施电子侦察、电子伪

装、电子干扰、电子佯攻、电子欺骗、电子静默、电子摧毁,均由指挥员提供决策建议。

而分布式综合通信网是 C^3I 系统与各类武器连接的“粘合剂”,它把 C^3I 系统、电子战系统和武器系统紧密结合为一体。在未来战争中, C^3I 系统是首要打击目标之一,其抗毁生存能力极为重要,为此应采用机动、隐蔽、伪装、反侦察、反干扰、反摧毁的技术途径的分布式的体系结构。若采用积极的手段,用己方的电子干扰/欺骗、计算机病毒干扰和反辐射武器系统等电子进攻手段去削弱、破坏、摧毁敌方 C^3I 系统,可造成敌方高技术武器失控、信息传输中断、战场指挥失灵、丧失协调能力和整体作战能力,从而使己方获取信息优势。故 C^3I 系统中的电子战系统是完成上述作战功能的电子防卫系统。 C^3I 系统中的电子战系统有:雷达电子战系统、通信电子战系统(含 JTIDS 系统)、光电电子战系统、计算机病毒干扰系统、GPS 电子干扰系统、敌我识别干扰系统、引信干扰系统等。

由上述可以看出,在指挥自动化系统中,通信系统是它的基础设备。现代战争要求快速、高效、可靠、精确、安全。这就不仅要求信息的采集与处理上要快而可靠,还要求传输、交换上也要达到上述要求。并且信息的采集与处理上也离不开通信系统的高效快速。在军事领域中,也在向多媒体方向上发展,信息量越来越大,通信的业务也越来越多。尤其是在抗干扰、抗摧毁、安全保密等方面也提出了更严格的要求。各种自适应、扩频技术纷纷被采用。在安全保密方面,又提出了抗病毒,因此,严格地说,系统软件的操作系统也应该保密。

快速高效安全精确可靠,说起来很简单,但要实现起来绝非易事,因为现代战争是立体战争,空中的、海上的、地面的、前方后方、后勤保障、应急情况、敌我双方的各种情况,各种图表、文字,如此大量的信息,经过处理与综合分析方可判断、决策,而且有时要求很快做出判断与决策,紧急时刻,一瞬间的延误就是多少人的生命或亿万财产的损失。这一切,有一个环节出现不畅将影响整个战局的胜负。这样快的速度,这样大的信息量,并且是在战争的环境下进行的,它要求其高科技的含量是非常之高的。

通信的最终目标是个人通信,有人称其为 5W,即任何人,在任何时候,在任何地方,以任何方式,对任何人都可以进行通信。要实现这样的目标,就必须首先解决通信网的互动问题,容量及频率资源的不足问题,继而还需解决交换、接入、器件等问题,当然,在军事上还应解决抗毁性等问题。这些问题互相之间是相关的,它们都是通信网中的一个环节。

1.1.1 通信系统与通信网

系统有大有小。庞大的因特网可以称其为系统,一级放大器也可称为系统。系统通常是指由若干个具有特定功能、相互作用和相互依赖的单元组成的一个整体。要完成信息的传递,就要有一个通信系统,图 1-1-1 为一通信系统的方块组成。若两个用户之间要进行通信,就需要有两个这样的通信系统,一个作正向传输,另一个作反向传输,即双工通信。当 n 个用户要相互通信时,就需要有一个通信网,最简单的方法是建立 $n(n-1)$ 个单工通信系统或 $n(n-1)/2$ 个双工或半双工通信系统,即构成一个全联结网,但在实际上这是很浪费的。因为用户之间的通信一般不会连续进行,在相当长一段时间内无信息交换,而且一个用户与另一个用户在通信时,联结此用户的其它信道将被闲置,故其信道与有关设备的利用率很低,建网的费用很高,当用户很多时更是如此。后来引入电路转接、信息转接以及多址随机接入等概念,将各信道有机地结合起来,形成各式各样的通信网。这样可用经济的方式使 n 个用户互相传递信息。当各用户是较高级交换点时,业务量很大,能同时与其它各点通

信,尤其与卫星通信相结合时,这种形式的可行性很好。

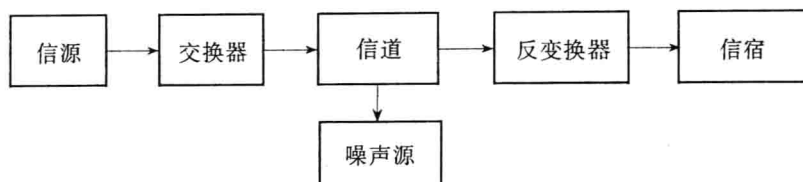


图 1-1-1 基本通信系统

显然,通信网就是通信系统的系统,是一个非常大的系统,它包含了所有的通信线路、设备及通信规程。每个通信设备都是通信网中的一部分,考虑通信设备必须从网的角度来研究。对于通信网整体上的任何改进,都可能大量地节省投资和发挥现有设备的功能。例如引入卫星通信的面式网、计算机通信中的总线网等,当这些问题能得到完善解决后,将更加广泛地推动通信网的发展,并可进一步指导通信设备的发展方向;再例如:通信网结构的优化及规划,往往比经验设计更能节省资金;业务量的随机性的分析和优化的控制方式,将更有效地使用信道和设备;可靠性的研究,可使通信网的运行更加稳定。

一个通信网就是一个整体,强调整体的研究,决不是忽视局部系统的技术问题,而网的研究恰恰正是建立在技术之上的。技术条件不成熟,也不可能性能优良的通信网。当话音的脉码调制技术不能经济地实现时,数字通信网的优点再多也是难以实现的。ATM、SDH、B-ISDN、接入网等各种技术的可靠性、有效性及经济性,以及现有的大量模拟设备和单用途网如何过渡到数字网,这更是一个繁杂的问题。

在信息技术飞速发展的今天,军事通信网的发展也在日新月异。若在理论上再完善一些,这些通信网的发展可能会更快更好一些。目前国际上对通信网理论的研究倍加关注。若对通信网的理论和技术掌握得更好一些,将对节省投资、提高性能,进一步适应现代战争的需要,无疑是非常重要的。

1.1.2 通信网的类型

从通信的内容来分,有电话网、电报和电传网、计算机网、传真网、广播网和电视网等。从军事角度来讲,可分为战略网、战役网、战术网或野战网。不论国内或国际上,不论民用或军用,当前大多还是以电话网为主。故当提到通信网时,往往就认为是电话网。但从发展角度来看,其它信息的增加率已超过电话业务的增加率,如有线电视网、以计算机用户为主的因特网(Internet),即计算机网的发展也很快。除此而外,还有不少其它数据网如交互传送图像等类型。上述这些网往往不能相互调节,即某种网的业务有溢出时,不能利用另一类网。这是由于各类网所传送的信息不同,网内信道及设施等不同,其规程也不同。例如,对语音信号,要求其非线性失真要小,而对线性失真则几乎不提什么要求;而对于数据信号则不然,其相位失真可能引起严重的误码,非线性失真则是次要的;至于图像信号也有类似的情况。为了节省投资,在建立一个通信网时,往往只希望符合所传信号的要求,这就使其它信号要在这种网内传输遇到困难,或者要降低质量,或者要附加高价的设施。

对于民用网而言,还可分为局域(部)网、市内网、国内网和国际网等,也可分为公用网、移动网(亦称流动网)、专用网等。

局域网是最初形成的网,它是通信网的最小单元,它将较小区域内的用户相互联结起来,能在两两终端之间进行信息的交互传输。各个局域网之间若能相互通信,就形成一个较大的网,如市内网。在人工转接时,这种将许多局域网合成一个较大的网时,只要有一些相互联结的线路即可形成。但当采用自动转换时,由于各局域网之间的信令可能有所不同,故不一定能实现上述的互连。此时只有采用人工干预的方法方可使它们互通,但这样会降低通信网的效率。在公用网与专用网之间也有类似的问题。当各个网相互独立时,它们忙闲不均,为了满足业务量最大时的要求,这必然要增加投资而造成其效率的降低。

移动网一般指的是汽车、飞机、轮船等移动用户所组成的通信网,亦称流动通信网。由于社会的发展,移动用户将会不断增加。一般来讲,一个通信网若不包括有移动用户,就不能认为它是一个完整的网。

习惯上还有按传输系统来进行分类,如电缆网、短波无线网、微波中继网、卫星网、光缆网等。它们在使用上和传输上各有特点。无线短波网很容易建立,但由于其信道是不稳定的,故其通信质量难以保证;卫星网很适用于远距离全联结网;光缆网通频带很宽、抗干扰性能强、中继距离长,其容量可作得很大。各种网可根据需要与条件分别建立,作为相互补充和备用,但要注意它们之间的互连性,即要使它们之间的接口标准一致。

(1) 军事通信网的分类

军事通信网是为了保障军事通信而建立的一种专用通信网。按其保障范围的不同而分为战略通信网和战术(战役)通信网。

战略通信网主要为国家最高指挥当局、各军兵种和战区级指挥系统提供长途定点通信服务,以固定通信系统为主。组成与民用通信网相同,其用户配置、传输线路连接和交换机设置等都基本固定。战术(战役)通信网的主要任务是为战役军团、战术兵团和部队(分队)指挥提供通信保障,主要由移动方便的野战通信装备组成,通信手段以移动(无线)通信为主,多种通信手段并用。通常战术(战役)通信网又可分为地域网和战斗网两个部分,战斗网直接供作战分队使用,其主要形式是战斗无线网;地域网则主要提供作战地域与司令部之间的通信联络,是战术(战役)网中的主要部分。

由于战略网的体制、结构和所采用的技术与民用通信网基本相同,甚至就以民用公用网作为战略网,因此军事通信网中最具有特点的是战术(战役)网,以地域网为代表。

(2) 军用地域通信网

地域通信网属于战术(战役)网的范畴,主要在野战条件下使用,是目前各国军事通信网建设的重点。外军比较著名的地域网有松鸡系统、里达系统等等。地域通信网的使用范围主要是集团军或师(旅)的作战地域,其典型的网络覆盖范围为 $150 \times 250\text{km}$,网内各通信节点间的距离为 25km ,含有 $30 \sim 40$ 个干线节点和上百个入口节点,可为数千个用户提供服

务。

地域通信网的构成主要有以下几部分:

干线节点:为干线群、环路群提供数字交换,也为少量用户直接提供用户入口;

入口节点:供各级指挥机关的用户入网;

移动通信分系统:使用户在移动中与地域网内任意用户通信;

网络管理节点:负责网络规划、配置、监控以及对网络的毁损情况作出反应;

单工无线电台入网接口,使单工无线电台用户(主要是战斗网用户)与网内用户互通;

用户设备,模拟(数字)话机、传真设备、图像设备和各种数据终端等。

地域通信网的主要特点:①普遍采用栅格状的拓扑结构,以提高网络的抗损毁能力。②用户可同时通过两个以上的节点接入网络,用户之间有多种迂回路由方案。干线节点与指挥所是分开的,指挥所可从任何合适的入口节点入网,便于指挥所隐蔽和转移。③网内各设备均采用车载设备,机动性好,每个节点一般由数台通信车组成,车辆间通过无线或有线链路相连。④传输手段以微波和无线为主,有线为辅。⑤正逐步向野战 ISDN 网发展,以在统一的网络中提供综合业务。

1.1.1.3 对通信网的要求

到目前为止,还没有一种通信网被认为是理想的。它们无论在结构上或是使用上,均有不合理的地方。评价一个网的好坏,主要看它是否符合要求。

1.对通信网的一般要求

对通信网的要求主要有如下几点。

(1)转接的任意性,即网内任意两个用户之间可以互通信息。这也是对一个通信网的最基本的要求,这是网的定义所规定的。若某些用户不能与其他某些用户通信,则这些用户就不能说是属于这个网的了。所谓任意转接还包括快速接通之意。在拓扑结构允许接通的情况下,影响接通速率的因素一般有两条:转换次数太多或某些环节出现堵塞,这牵涉到网络资源不足或结构不合理的问题。另一种是通路中某些环节发生物理性故障以致丧失其应有功能,且又不能立即修复,引起长期接不通。所谓快速接通是指前者,而后者通常是指可靠性。二者缺一不可。要使网络完全不堵塞而能即时接通,往往是不经济的,有时甚至是不可能的。对于紧急用户,只能借助于直通电路。当所有网内用户都是紧急时,就只有用全联结网。有时也可用优先制来适应紧急用户,这又使一般用户的接通率降低。对于接通的快速性,可规定一个时限,只要满足此时限即可认为它符合要求。

(2)运行要可靠。主要是指平均故障间隔时间或平均运行率要达到要求。增加可靠性就意味着增加投入,因为这需要增加备用信道和设备。并且为了节省费用而因陋就简会造成通信中断或各种各样的损失。如何取得平衡折中是一个很复杂的问题。这也与通信业务的性质有关。目前有许多通信网,为了保证其工作的可靠性,采用环状组网,若某处发生中断还可从另一个方向通信。方向呼损所造成的等待也属于可靠性的范畴,诸如由于某些线路的损坏而引起通信线路不足所造成的呼损增加就属于这一方面。

(3)信息的透明性要高。透明性是指所有的信息都可以在网内传递,不加任何限制,就象透明物体中可以通过任何波长的光线一样。即网络对用户的要求不应过高。如在数据通信中,需要比特同步以保证信息正确被提取,当信息中的代码是全“0”或全“1”时,就意味着同步电路失效,这就需要在网接口内附加一些设施,以保证同步正常进行而不向用户提出过于苛刻的要求。若必须对用户提出某些要求,就说明此网对用户的数据信息是不透明的。良好的网对用户是有限制的,信息是畅通的。即理想的网应允许任何形式的信息在网内传递。用户终端机应同时能传送语音、图像、数据等,这就是所谓的综合业务数据网(ISDN)。这是一个很高的要求,但这也是当前发展的趋势。对用户限制越多,对网的发展限制也就越大。

(4)质量的一致性要好。任何通信系统都有一定的质量指标,在通信网中,除了各子系

统均需满足各自的质量指标外,还需规定全程指标和它们的一致性。网内任何两个用户通信时,不论这两个用户距离的远近,应有相同或相仿的质量才能说此网是正常的。当然质量完全相同有时是不可能的也是不必要的,只是规定最低的质量指标,要求所有网内通信的质量都高于此标准即可。在综合各种信道以形成通信网时这也是必须解决的。象噪声、失真的分配上,主干线上应是最低的。实际上,网内各种用户对质量要求也可能是不同的。如落后地区用户有些要求不高,为了节省投资可建立一个简易网。若此简易网要进入大网时,由于其质量与其它网相差太大,一般是不允许的,否则会使大网的性能也随之下降。

(5)灵活性要高。即其扩容的性能要好。若一个网建成后,不容许新用户或新业务入网,或不能与其它网互联,这就限制了通信网的发展。灵活性还包括网的过载能力,当业务量超过设计容量时,应具有一定的适应能力。一个网的呼叫量远小于网的设计容量时,总通过量随呼叫量的增加而按线性规律上升,即绝大部分需求均可满足,由于网内资源限制而被拒绝时,所损失的部分一般只占很小的比例,如1%。当需求量进一步增加,通过量的上升就减缓,即被拒绝的部分逐渐增大,这也是容许的。当网内业务繁忙时,忙音常会出现,只要不经常,用户也可承受。当需求量再增加时,总通过量达到饱和点,以后反而随总需求量的增加而下降,此即为阻塞现象,即网内设备过载能力的限度。一个优良的网应有足够的灵活性来适应过载状态,尽量避免出现阻塞。

(6)经济适用,即性价比要高。若一个网的成本太高,再好的网也难以实现。有时成本甚至是决定性的因素。满足此项要求也是很复杂的,这不单纯是一个技术问题。在某一段时期,某些网结构或网络业务可能不太合理,随着经济的发展,各种费用也有变化,经济上的不合理又变得合理了,就成为很好的网了。合理性还与用户的需求有关。评价一个网经济上的合理性是很复杂的,也是很困难的,但它又往往是很重要的。

2、高技术战争对军事通信网的要求

现代高技术战争对军事通信网提出了更高的要求,主要体现在以下几方面:

(1)强大的生存能力。采用栅格状的网络结构,综合使用多种有线、无线通信手段和多重线路设置以对付敌方对我军通信系统的各种软硬件杀伤。通信枢纽和指挥中心的生存能力尤其重要。现代高技术战争中,通信、指挥中心是敌方打击的首选目标,敌方通过电子侦察获知其位置,再以精确制导武器加以摧毁,因此通信系统要充分掩蔽它们的电子特征。实践证明,远离天线工作的机动指挥具有相当强的生命力;

(2)大容量、小时延。现代高技术战争中,战场情况瞬息万变,信息量大增,要求通信网具有更大的容量和更小的传输时延,使指挥人员能及时获得足够的信息支持,以迅速作出决策;

(3)综合化。对通信的要求不再限于电话和低速数据,战场监视、战术数据库的共享及作战任务的下达等都要求通信系统提供包括视频在内的综合业务的传输能力。目前一些先进国家的军事通信系统已达到了窄带 ISDN 的水平;

(4)适应分布化的 C³I 系统的要求。现代战争已证明集中式的 C³I 系统不能适应高技术战争的需要,因为一旦中心节点被摧毁将导致整个系统瘫痪,并且信息经过层层处理和传输,系统反应速度慢。所以今后的 C³I 系统应是分布式的,各独立的节点均应有获取信息和作出决策的能力,通信系统必须能够提供多个 C³I 节点间的高速数据传输;

(5)高保密性,以有效防止敌方的侦听和入侵;

- (6)数字化,以利于多种信息的流动和处理;
- (7)兼容性好。要能方便地进行战略网、战术网间的互连以及军网与民网之间的互连,

1.2 通信网的组成要素

1.2.1 概述

通信网是通信系统的系统,故通信系统的部件也是通信网的部件,主要包括三大类:终端机、传输线路、交换设备。除这些硬件外,还应有一套软件系统,即各种规定、协议、信令、标准等,这套软件从某种意义上来说是通信网的核心,它决定了网的性能,使用户之间、用户与网之间、各个转接点之间有共同语言,使整个网能被有效地控制。质量的一致性、运转的可靠性、信息的透明性等指标除需有符合要求的硬件外,也要靠软件来保证。

终端:

终端设备的主要功能有三点:将待传送的信息转换为信道上可传送的信号,或反之;能处理信号的设备以使能与信道匹配;能产生和辨别网内所需的信令或协议,以便相互通信与应答。它可以是话筒、各式各样的传感器、摄录像机、扫描仪、扬声器、微机、鼠标、打印机等。目前有一种说法,即“网络傻瓜化,终端智能化”,说明对终端的智能化要求越来越高,而计算机技术的发展对此提供了可能性。

信道:

除终端设备外,还需有信道,它主要是指传输信道及收发设备。它可分为无线信道、有线信道、信道复用设备等。

无线信道包括有自由空间、发射机、接收机、天线等;有线信道包括有传输线、增音器(及均衡器)或再生器、复用设备等。

对信道的要求主要是:成本、容量与质量、可靠性等。一般认为微波中继线路成本较低,容量与质量较好。目前各国的通信网中,微波中继占有较大比重。随着卫星通信的发展,其寿命也在不断加长,费用不断下降,它构成的网基本上是全联结性,有许多优点,也是一种发展很快的通信信道。

各种信道都有各自的特点,在通信网中有其各自的位置。如在边远偏僻地区,用户少而散,业务量很少,可采用卫星信道或无线信道;中等距离而业务量很大时,可采用同轴电缆或光缆信道;为了应付紧急的灾害情况,可采用短波信道;汽车移动电话一般采用超短波及微波。通信网庞大复杂,还要考虑到各种信息的综合运用,如何合理地使用各种信道,这也是一个重要的课题。

交换:

要将多个用户的通信联结成网,就必须要有交换设备。交换即指信息的交换。传统的交换是电路转接,近年已有不用转接设备而依靠协议来完成交换的。

在电路转接的通信网中,转接任务由局和站完成。通常每局覆盖若干个用户,用中继线联结,此时每个局能完成三种转接:局内用户间的接通;本局用户与有中继线联结的局的用户接通,这就是将本局用户与相应的中继线接通,再由另一局去接通该局的的用户;还有一