

834

E96-43
L61

□ 21 世纪高等学校通信类系列教材

军事通信技术基础

林家薇 王兴亮 编著
杜思深 王 瑜

西安电子科技大学出版社

2001

内 容 简 介

本书系统介绍了军事通信中的信源编码、信道编码、调制与解调、抗干扰、保密等技术及现在所用各种通信系统。特别介绍了一些新通信技术及应用。

全书共分6章。第1章绪论；第2章信息源和信息源编码；第3章信道编码；第4章调制与解调；第5章军事通信抗干扰及保密技术；第6章现代通信系统。

本书系统性强，内容编排连贯；突出基本概念、基本原理、常用技术的阐述；注重军事通信中用到的通信技术，注重吸收新技术和新通信系统；注意知识的归纳、总结并附有适量的练习思考题。

本书语言简练、通俗易懂，叙述深入浅出，可用作军事通信专业本科高年级教材，也可作为相关专业研究生及军队干部培训教材，还可供相应的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

军事通信技术基础/林家薇，王兴亮主编。

—西安：西安电子科技大学出版社，2001.8

21世纪高等学校通信类系列教材

ISBN 7-5606-1022-6

I. 军… II. ①林… ②王… III. 军事通信—通信技术—高等学校—教材 IV. TN911

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 022563 号

责任编辑 徐德源

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 空军电讯工程学院印刷厂(西安兰翔印刷厂)

版 次 2001年8月第1版 2001年8月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 12.125

字 数 280千字

印 数 1~4 000册

定 价 15.00元

ISBN 7-5606-1022-6/TN·0176

* * * 如有印装问题可调换 * * *

本书封面贴有西安电子科技大学出版社的激光防伪标志，无标志者不得销售。

前 言

军事通信是现代战争的神经网络,是一种特殊形式的战斗力,是各种体系形成整体威力的粘合剂。战场通信能否确保迅速、准确、保密、不间断,这就成了现代高技术战争胜负的关键。在当今信息化社会中,一方面新的通信技术不断出现,而这些新技术往往迅速用于军事通信,另一方面,军事通信为适应军事环境而不同于民用通信的特殊性,又推动着通信技术的发展,使通信装备不断更新,新型通信系统和网络不断出现。这就要求有志于国防现代化的通信技术人员不断学习,提高运用各类通信技术的能力。

本书以军事通信技术为主线,对信源及信源编码、信道编码、调制与解调、抗干扰及保密技术进行了全面系统的论述,同时也对当前军用和民用各主要通信系统做了介绍。

全书共分为6章。第1章,绪论,介绍了军事通信的概念、作用和地位,军事通信的特点及发展趋势,该章还通过对军事通信系统的介绍,指明了在军事通信系统中的主要通信技术。第2章,信息源和信息源编码,介绍了三大信息源(语音、图像、数据)的基本特点和一般知识,系统论述了模拟语音信号源和图像的数字化过程及压缩编码技术和编码质量的评价。第3章,信道编码,给出了信道编码的理论依据及各种编码技术,包括常用的检错码、循环码、BCH码、卷积码等,特别是介绍了新的信道编码技术Turbo码及信道编码与调制的结合——网格编码调制。第4章,调制与解调,从调制解调的基本概念出发,介绍了常用的调制解调技术及同步技术,重点是各种数字调制技术,并围绕窄带调制技术介绍一些新的调制技术。第5章,军事通信抗干扰和安全保密技术,其中介绍的抗干扰技术有扩频通信抗干扰技术、自适应天线抗干扰技术和猝发通信等;保密通信主要介绍了一些保密的基本概念,体制和认证、签名技术。第6章,现代通信系统,扼要介绍了数据通信系统、移动通信系统、卫星通信系统、光纤通信系统、数字微波通信及军事通信网的特点、组成、工作原理及技术应用等。

本书的特点是系统性强,内容编排连贯,突出军事特点及通信的基本概念和通信技术原理;注重通信技术在军事通信中的应用,注意吸收新技术和新的通信系统;语言简练,通俗易懂、深入浅出,可作为军队通信类高年级学员及相关专业研究生的教材,也可作为军队通信干部深入学习培训的参考书。

本书由林家薇、王兴亮担任主编。林家薇编写第1、2、5章,王瑜编写第3章,王兴亮编写第4章,杜思深编写第6章。林家薇、王兴亮统稿全书。空军工程大学电讯工程学院孙克兴教授、宁德成教授、武昌教授对本书提出了宝贵意见。本书也得到空军工程大学电讯工程学院八系通信原理室主任达新宇的指导,在此一并表示衷心的感谢。

限于编者水平,缺点错误在所难免,欢迎各界读者批评指正。

编 者

2001年2月6日于空军工程大学(西安)

第 1 章 绪 论

通信技术已在各个领域起着关键性的作用,在人们的日常生活、教育、科研、企事业及国防等方面显得日益重要。随着世界进入飞速发展的信息时代,通信已成为社会和经济发展的生命线。在国防建设中,通信的地位和作用已从传统作战保障,转变为作战的主战武器。现代高技术战争胜负的关键,就是在战时通信是否能确保迅速、准确、保密、不间断。可以说通信是战斗力的体现。

在军队的发展中,人们历来都十分重视军事通信的发展,并尽可能地把最新通信设备、最先进的通信技术广泛地应用于军事领域,以提高军事通信的质量和水平,适应现代高技术战争对军事通信的日益增长的需要。

本书的目标,是要全面介绍军事通信原理、技术和系统。在基本原理的介绍中,尽量做到简明、扼要、通俗、易懂;在技术和系统叙述中,力求题材新颖、技术先进、紧密联系实际。下面分节叙述 5 个内容,依次是:通信的概念、军事通信的地位和作用、军事通信的特点、军事通信的发展趋势和军事通信系统主要技术。

1.1 通信的概念

一般地说,用任何方法、通过任何传输媒质将信息从一地传送到另一地,均可称为通信。满足此定义的例子很多,例如古代的“消息树”、“烽火台”及现代的电话、电报等。在各种各样的通信方式中,用电信号传送消息是一种最为常用的方法。它可以不受时间、地点、空间、距离的限制,把信号迅速、准确、可靠地传到接收方。因此,在当今自然科学中,“通信”和“电通信”几乎同义,可以定义为:把利用电子等技术手段,借助电信号(含光信号)实现从一地向另一地进行消息有效传递和交换称为通信。通信中的传输媒质包括导线、电缆、波导及电波、光波等,消息包括语音、图像和数据等。

通信从本质上讲,就是一门实现信息传递功能的科学技术,它要将大量有用的信息无失真地进行传输,同时还要在传输过程中将无用的信息和有害信息抑制掉。当今的通信不仅要有效地传递信息,而且还有存储、处理、采集及显示等功能;不仅有人与人之间的信息传递,还有人与机、机与机之间的信息交换。通信已成为信息科学技术的一个重要组成部分。

通信的种类很多,按不同的分法,可以分成许多类,下面按 3 种情况将它们分类。

(1) 按业务的不同分为电报、电话、传真、数据传输、可视电话、无线寻呼等。另外从广义的角度来看,广播、电视、雷达、导航、遥控、遥测也可列入通信范畴。由于广播、电视、雷达、导航的不断发展,目前它们已从通信中派生出来,形成了独立的学科。

(2) 按所传的信号形式分为模拟通信和数字通信。模拟通信包括普通电话、传真、电

视电话等,数字通信包括电报、数据通信等。数字通信与模拟通信比较,具有抗干扰、抗噪声性能好,差错可控,易加密和易于与现代技术相结合等优点。数字通信是现代通信的发展方向。

(3) 按传输媒介可分为两类。① 有线通信——电信号在电缆、光缆、波导上传输的通信,应分别称为明线通信、电缆通信、波导通信;② 无线通信——电波在空间传播的通信。现有两种分类法:a. 按传输方式又可分为微波中继通信(个人通信属此)、散射通信、卫星通信等;b. 按所用波段又可分为超长波通信、长波通信、短波通信、超短波通信、微波通信、毫米波通信和光通信等。

1.2 军事通信的地位和作用

从古至今,人类军事行动中不可缺少军事通信。它经历了运动通信(信鸽、驿站和人)、简易通信(简易的声、光、旗帜)和电通信,发展成为现代高科技条件下的军事通信。在战争中,通信历来被视为“中枢神经”、战斗诸因素的“粘合剂”。

1. 通信是指挥的命脉,是各兵种协同作战的基本手段

军事指挥是为了达到一定目的,对部队作战行动进行运筹决策、计划组织和协调控制的活动。这些“活动”主要是指指挥者和被指挥者的信息交流,主要是依靠通信联络达成的。通信是指挥系统中最活跃的因素,是制约战争胜负关键因素之一,因此它是指挥的命脉。

在现代战争中,作战指挥和各军兵种的协同作战对通信的依赖越来越大,原因如下所述。

(1) 在现代条件下的作战,部队高度机动,作战样式转换频繁,兵力配属相对分散,作战空间十分广阔,战机稍纵即逝,依靠指挥员及指挥机关工作人员的视觉、亲临战场直接用手势、语音指挥已无法胜任战场的变化。只有通过各种现代化的通信工具和通信联络,才能了解敌我情况,掌握战争全局,及时准确地指挥部队行动。海湾战事中,多国部队一方面通过全球战略通信网使距离海湾一万多公里美国总指挥部对前线指挥部和作战部队实施指挥,另一方面,在战争的一开始就对伊军的指挥通信设施进行强大的电磁干扰和火力破坏,使伊军指挥失灵,情报来源中断,导致伊军失败。可以说,“没有通信联络,就没有指挥”。

(2) 现代战争已从过去的单一兵种或小规模、小范围的协同作战,发展为诸军兵种大规模、大范围、全过程的联合作战。诸军兵种如何协调一致运转,如何协同作战,主要依靠通信。

2. 通信是部队整个战斗力非常重要的一部分

战斗力是指军队在一定条件下,担负作战任务的能力。从通信构成看,通信装备与其使用人的有机结合成通信组织,承载作战中的通信任务,因而具有形成战斗力的基本条件。从通信的作用看,一方面,先进的通信方式使传统的作战指挥、协同方式及战场的概念发生阶段性的变化,另一方面,电子战可以在广阔的电磁战场,通过破坏敌指挥系统、制导系统达到削弱敌战斗力的目的。战斗力的关键是通信系统。

3. 通信是 C'I 系统的神经和支柱

C'I 是指令、通信、计算、控制和情报系统的总称。发达国家的军队已建立各种层次的 C'I 系统。C'I 中的通信不仅保障指挥,同时也对现代化武器系统实施实时的控制。现代战争将是体系的对抗,是武器装备体系总体作战能力的较量。武器系统之间,武器系统各子系统之间以及单个装备之间,必须紧密配合,组成一个有机的整体才能发挥作用,而现代化的军事通信系统是形成这种整体力量和作战效能的关键。

军事通信是连接 C'I 各大要素的纽带和桥梁,是 C'I 系统的神经网络。其主要目的是迅速、准确、保密和可不间断地传输各种指挥、控制和情报信息,把战争中的各军种部队、武器和支援,把指挥、控制和情报连成一个有机整体。在 C'I 的不同层次使用不同的通信保障,所以通信是信息战的支柱,指挥自动化的基础。

4. 通信是军队日常工作的可靠保证

通信对军队日常工作的保障主要体现在保障应付重大事件和突发事件的通信联络。和平时期,在遇到各种重大事件和突发事件时,通信联络如不能快速反应、快速保障,就会贻误时机,给国家和人民造成损失。

综上所述,军事通信是现代化战争的重要支柱,是决定战争胜利的重要因素。目前,不论是技术先进的军事大国,还是发展中国家,无不把军用通信技术的发展放在其军事技术发展的重要位置予以充分的重视,投入大量的人力、物力和财力改进现有通信设备,开发新型通信工具,发展军用通信技术,以满足作战部队在未来作战中对通信的要求。

1.3 军事通信的特点

军事通信和民用通信相比有很大的不同,主要体现在军事环境对通信的要求上,可以从下面几个方面进行讨论。

1.3.1 军事通信的分类

军事通信除了可按本章 1.1 节分类外,还可从军事通信的任务、军事通信保障等方面进行分类。

1. 按军事通信任务分类

军事通信按任务可分为指挥通信、协同通信、报知通信和后方通信。

指挥通信是按指挥关系建立起的通信联络,是军队作战指挥的保障。指挥通信由各级司令部自上而下统一计划,按级组织。为保障指挥通信的稳定可靠,20 世纪 80 年代以来,以地域通信网作为现代指挥的主要形态,运用无线电台指挥网络或专向以及其他通信手段,形成多层次的指挥通信体系。

协同通信是有协同关系的各部队之间在执行共同任务时按某种协同关系建立的通信联络。协同通信通常由协同作战的指挥机构统一组织。在目前体制下,组织协同通信有以下几种形式:使有协同关系的部队使用相同体制的无线台,组成一个协同通信网;在军兵种无线电台体制不同时,互派代表携带各自电台,达成间接的协同通信联络关系;如果各协

同单位使用电台制式不同时,可通过互联接口达成通信联络关系;建立公用通信网,使协同部队的通信系统接入,实现协同通信。

警报通信是为保障传递警报信号和情报信号而建立的通信联络。警报报知通信一般使用大功率电台组织通播网,也可建立有线电警报网。情报报知通信通常运用无线电台、有线电或其他手段建网。

后方通信是为了保障军队后方勤务和战场技术保障勤务指挥,按照后方勤务部署、供应关系及技术保障关系建立的通信联络。它一般通过战略网、战役网及战术网实施。

2. 按通信保障的范围分类

按通信保障的范围的不同,军事通信分为战略通信、战役通信和战术通信。

战略通信的基本任务分平时和战时,平时主要是保障国家防务,应付突发事件、抢险救灾、科学试验、情报传递、教育训练和日常生活等通信联络;战时保障战略警报信号和情报信息的传递,统帅部指导战争全局和直接指挥重大战役的通信联络,指挥自动化系统的信息传递,实施战略核反击的通信联络以及战略后方的通信联络。战略通信系统的中心是统帅部基本指挥所,利用固定通信设施,通过大、中功率无线电台、地下(海底)电缆及光缆、卫星、架空明线、微波接力和散射等传输信道,使军以上指挥所通信枢纽连通,构成干线通信网。

战役通信是为保障实施战役指挥在作战地区建立的通信。平时,它的任务与战略通信相同,战时则保障战略、战役警报信息的传递,保障指挥战役、战斗和战役协同、战役后方、技术保障的通信联络,以及指挥自动化系统的信息传递。战役通信一般以固定通信设施为主体,结合机动通信装备和野战通信装备组成。

战术通信是为了保障实施战斗指挥在战斗地区内建立的通信。它主要由无线电台、有线电台、无线接力通信和野战光缆通信设施组成。

战术(役)通信系统,我军称为野战综合通信系统。它是根据现代作战的特点和要求,综合运用微电子、信息处理、抗干扰、软件工程和系统工程等先进技术,综合运用多种通信手段、通信网、通信业务,以地域通信网为骨干,与其他军事通信网络有机结合而成的。

通信枢纽是汇接、调度通信线路和传递、交换信息的中心。按通信设备安装与设置的方式不同,可分为固定通信枢纽和野战通信枢纽。把大型通信设备和指挥自动化设备,安装配置在地面建筑物或坑道、隐蔽部等永久工事内的一种永备性通信枢纽称固定通信枢纽。野战通信枢纽是把部队在编的野战通信装备和指挥自动化设备,安装配置在野战工事和各种车辆、飞机、舰船及其他运载工具内的可移动式通信枢纽。此外,通信枢纽还可按保障任务不同分为指挥所通信枢纽、干线通信枢纽和辅助通信枢纽。

1.3.2 军事通信的特点

在军事对抗中,特别是在高技术条件下的局部战争,由于高技术的武器大量运用,使传统的战斗方式发生重大变化,对通信提出了更高的要求。具体表现在军事通信的电子对抗能力、抗毁能力、安全保密能力、快速反应能力、综合保障能力及互联互通等方面,而这也是当前军事通信的特点。

1. 电子对抗能力

先进的电子侦察设备用于战场,使通信系统的隐蔽变得十分困难。在现代战争中,优

势装备之敌将空间技术、遥感遥测技术、信息技术广泛应用于侦察领域，侦察手段已由人工观察、侦察，发展到雷达、光电、红外线夜视和卫星侦察；侦察的范围已由地面、海上（下）扩展到空间和太空，侦察的精度也由分辨率为几米，发展到10余厘米。众多的通信设备都是电磁辐射体，一旦开机工作就形成一个个易被敌侦察定位的电磁辐射源。因此夺取电磁优势已成为夺取作战胜利的首要条件。电子战已成为战争的先导，并贯穿于始终。以干扰与反干扰、侦察与反侦察、保密与窃密、定位与反定位为基本内容的电子斗争，已构成了一个电磁战场，交战的双方在多层领域内展开电磁斗争。主要表现在3个方面。第一，电子战编成大，能力强；第二，电子对抗范围不断扩大，已由无线电对抗发展到光电对抗等领域，对抗的频谱从短波、超短波发展到微波和光波段；第三，电子对抗部分组成的综合电子侦察、干扰系统充满战场，干扰方式也由单一方式发展为综合运用多种方式。剧烈的电子战，使指挥通信中断、武器失控、行动失调。军事通信系统必须具备各种抗御电子战的能力，才能对付敌方电子战的软杀伤。

2. 抗毁能力

高技术条件下的战斗，交战双方为了尽快达到各自作战的目的，将集中使用具有高精度、大威力、智能化的精确制导武器、反辐射导弹、电磁脉冲和定向能武器，对敌方的战斗部队、指挥机关、通信系统实施火力袭击，而军事通信设施历来都是敌方首先攻击、杀伤的目标。海湾战争中，多国部队第一枚炸弹轰炸的目标就是巴格达的电信大楼，最先打击的目标是伊军的指挥通信系统，使伊军80%的指挥控制系统被毁，95%雷达系统无法运转，从而使多国部队完全掌握了战争信息主导权。军事通信系统必须具备硬杀伤后的自组织恢复的顽存抗毁能力以及防止电子高能武器的破坏与损伤的能力。

3. 安全保密能力

随着现代技术对信息的侦收、截获和破译能力的提高，各类信息的传输无时不在敌方监视、侦收、窃听威胁之中。此外，在信息的传递、存储和处理过程中，必须对收发身份和信息完整性进行鉴别、公证与审计，以对抗敌方非法存取、插入、删改、欺骗等主动攻击和信息收发者抵赖。各种计算机和微处理机在通信网中的应用，也给敌方施放病毒有机可乘。因此，军事通信系统必须具备信息的安全保密和抗病毒能力。

4. 快速反应能力

高技术条件下的战斗，交战双方的作战能力，机动能力空前提高，加之广泛使用先进的电子技术和远战兵器，使战斗的突然性增大，战斗的进程明显加快，通信的业务量大大增加，而且强度在时、空分布上差异极大，这使通信用于通信联络的准备、组织与实施的时限越来越短，时间因素增值。没有通信及时性，指挥员难于及时掌握战场瞬息万变的情况，难于及时开展军事行动，就会贻误战机，造成严重后果。为了保障战斗指挥的及时、高效、稳定，对通信联络的时效和快速反应能力提出了更高的要求，即军事通信系统要具备快速响应、实时调整、补充网络资源的能力，使通信联络以最快的速度，在最短时间内完成任务。

5. 综合保障能力

战场的高度信息化，使通信系统保障任务比其他任何类型的战斗更重要。整个战斗系

统的运转完全依赖于信息源,信息对抗将成为战场重心。战场的高度信息化和高技术装备多,自动化程度高,行动速度快,对抗性强,使指挥、控制、通信和情报系统出现了大容量、高速率的信息传输与交换,不仅数量比以往成倍增长,而且实时性要求也大大提高。此外,高技术条件下的战争,战场不分前沿与纵深,没有翼侧和后方。因此,要求军事通信系统必须综合利用各种手段,实施全纵深、全方位的整体保障,使不同层次上和军兵种通信网纵横相连、融为一体、互相补充;保证战区指挥和陆、海、空三军通信以及区域防空、区域情报、三军联勤等信息传输。

6. 协同通信能力

现代战争是诸兵种整体作战能力的较量,战斗将在多维空间展开,高立体战斗成为战斗的基本样式,陆、海、空三军联合作战,需要空地一体协同配合,才能发挥整体作战威力。另一方面,部队高度机动、超远打击、“软杀伤”和“硬杀伤”空前严重,战斗将速战速决,协同精确度和速度要求空前提高。这就要求军事通信能适应各种不同指挥样式的通信;保障各种武装力量之间、各进攻作战集团之间、各战场间的协同通信;具有多种手段综合运用能力;提供通信与识别、定位的综合能力。

7. 个人通信能力

高技术条件下的局部战争是高度机动,具有破坏性的,这就要求各级指挥人员能随时随地与部队保持通信联络,实施指挥与控制,即指挥员应具有个人通信能力,不仅能通过其随身携带的通信终端随时连接到通信网,及时、准确地提供所需信息,而且还能在网内任何终端设备上以其个人身份、特殊保密编号、获取或输入与其身份适应的话音、数据、图像、位置报告等信息。

为了保证以上通信能力的实施,军事通信系统应具备的技术能力有:多层次、全方位、大纵深的立体覆盖能力;多网络无缝连接能力;高速、宽带信息传输与交换能力;话音、数据、图形、图像多业务的综合能力;互联互通、互操作能力;全天候的可靠工作能力;通信与导航、识别、定位的多功能综合能力;通信资源共享能力。

1.4 军事通信发展趋势

随着信息时代的到来,以电子信息技术为核心的新技术革命蓬勃兴起,在 21 世纪,直接涉及战争的领域将发生许多重大变化,主要表现在制导能力的增强,武器的发射速度更快,杀伤力更强,反应时间更短。这使得 21 世纪的通信和信息系统的目标应该是,部队在合成作战的环境中达到更高层次的互通,从而使战斗部队获得信息优势。这就是人们日益强调的综合通信信息系统和战场通信数字化。它要求不仅在干扰和信号截获领域,而且在利用信息控制和信息制胜的整个领域,提供从事“信息战”的新的通信和信息能力。

信息战是通信和信息系统的功能。信息战是利用、控制或破坏敌方的信息和(或)信息系统,以获得制信息权的行动。在敌对行动产生之前或过程中,利用信息战在炮火射击、发射导弹,或海军陆战队登陆之前防备敌对行动或取得信息的优势。信息战通过对态势的精确反应提供一种有效的非杀伤的潜在能力,使敌方失去战斗力,以延缓决策的过程,使其产生混乱和不确定性,最终导致无力采取有效的行动。

要夺取制信息权，打赢信息战，首先要实现部队的数字化。数字化的通信系统实时或近实时把战场情报在各单位中传递，是取得未来战争胜利的关键环节。数字化就是应用数字通信技术在战场收集、交换、传送和利用信息，保障指挥员、战斗员和后勤保障人员及时而准确把握战场态势，制定和实施作战计划。数字化部队就是以数字通信技术为基础，使指挥控制、情报侦察、预警探测、信息利用和信息对抗一体化，武器装备智能化的部队。数字化战场就是利用现代通信手段和计算机技术把战场上的所有武器与战斗部队紧密地连接在一起，构成一个战斗整体，指挥机构和作战部队能够迅速、准确、可靠地传递和交换信息，从而获得很强的作战能力。

战场数字化对通信方式产生重大影响，它将把陆、海、空、天各种力量连为一体，把情报信息、指挥信息、武器控制和部队行动连为一体，充分发挥综合技术的威力。所以在未来信息战、数字化战场上，一体化军用通信网是军事通信发展的趋势。

一体化军用通信网的最终目标是建立一个全球(全国、或某区域)信息网，以提供各级指挥员所需的服务。有了一体化通信网，通信指挥、控制、计算机与情报(C⁴I)系统才能得以保障，才能统一于一体，整体效能才能发挥。一体化通信网具有以下特点：

(1) 互联互通。各种各样网络的互联互通是一体化通信网的核心。分散的、自治的各军兵种、各种用途、各种形式的通信体系或网络，有不同网络拓扑、交换体制，服务业务种类也不尽相同，要对它们进行改造，引入新技术，才能重新组成一个统一管理、互联互通的一体化通信网络。网络能够互联，信息能够互通，系统设备能够互操作使用，就能为资源共享和联合作战的统一指挥、控制提供强有力的保障。

(2) 各系统的集成。不同系统的集成，是指通信系统与其他不同技术领域的系统，通过高层综合，集成为一个功能更强的一体化网络，如通信与计算机的集成，通信与侦察、导航定位系统等的集成。不同系统的集成，使网络共享资源，可在需要时统一地持续调度，为作战提供有力通信支持。

(3) 综合利用多种通信技术。各种信息要在一体化通信网中传送，必须实现信息的数字化，就是说将语音、图像进行数字化处理，与数据信号一起综合传输。将成批数字信号高速传输需要扩大带宽，形成B-ISDN(宽带综合业务数字网)。ATM(异步转移模式)是解决“实施B-ISDN目标”的传递方式。多种通信技术的综合是一体化通信网的重要技术基础，多种技术的综合会产生出崭新的概念及巨大的生命力。

(4) 灵活性、可扩展性及军用性的网络功能体系结构。灵活性是指在功能实现上做到模块化，便于改变配置来支持所有作战任务。也即要求通信网络能够对不断改变的网络拓扑及时而灵活地作出反应；必须为多个指挥层次的指挥控制、多种复杂的传感和计算机对计算机的数据交换提供通信保证。可扩展性是指一体化网络是逐步过渡扩展形成的，几个服务范围较小的一体化网络可再次互联，综合成一个大的一体化网络，也可将原有的通信网络和新建的通信网络互联成一个一体化网络。军用性是指一体化网络中，对于那些非军事通信网专用的民用通信网，在加以利用时，必须具备安全和抗毁的军事特征。安全的考虑主要有：数据传输和业务量的保密、数据和用户的完整性、鉴别的可靠性和访问控制。其他的军事特征是，必须适应军事的对抗环境、机动性、无线接口、自适应路由、网络和设备冗余、抗恶劣环境的组件、电子战支持等。

从一体化军事通信网特点可以看出，一体化通信网是在确定一体化通信网络的功能协

议体系结构的基础上采用各种先进技术,完成各种不同系统间的集成,最后形成的通信网。该网络互联互通,提供多种业务、多种功能的综合服务,整个网在统一的安全机制和统一的网络管理下,高效、可靠地运行。

正在规划的北约 Post-2000 战术通信网和美国陆军通信电子司令部指定的战术战场连网(TBW)计划都充分体现了以上的特点。Post-2000 战术通信网是由广域子系统(WAS)、局域子系统(LAS)、移动系统(MS)、系统管理与控制子系统(SMCS)组成。LAS 支持有限区域内一个自我维持团体的内部和局部通信,为用户提供 WAS 的入口、与战略网的接口和与民用网的连接。其主干传送标准的 ATM 信元,信息出入量为 Gb/s 数量级,可选择移动或固定的配置。WAS 在长距离战术传输系统上为 LAS 提供转接,也为跨越 LAS 边界的用户提供交换,允许多个 LAS 通过它连接成较大的网络。WAS 由战术 ATM 骨干通信网组成。MS 用于机动作战,它可作为独立网络工作或作为战术通信系统的一部分工作。MS 由多功能电台(话音、数据、图像及定位、导航、敌我识别)和无线入口点(RAP)组成。RAP 可以作独立设备工作,也可连接到 LAS、WAS 或其他 MS 节点工作。RAP 的目的是把宽带多媒体 ATM 业务延伸到前线。SMCS 是该网络结构的有机组成部分。一体化通信系统要高效运行,必须由系统管理和控制子系统来统一管理、调度。SMCS 的管理功能遵循国际电信联盟(ITU)标准,作为应用层功能,合并在规定的网络管理终端内。

北约一体化战术通信网 Post-2000 在各方面都是合适的,而且,在抗毁性、灵活性、适配性、移动性和安全性等方面都优于目前系统。推荐的远程业务和承载业务表明,端端性能将满足所有预计的作战需求。

1.5 军事通信系统及主要技术问题

军事通信系统是针对军事要求用于军事目的的通信系统,其典型系统框图如图 1-1 所示。

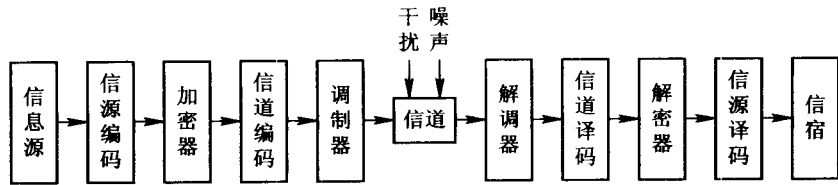


图 1-1 通信系统框图

1. 信息源

信息源(简称信源)的功能是把原始消息变换成原始电信号。常见的信源有产生模拟信号的电话机、话筒、摄像机和输出数据信号的电子计算机、电传机、纸带读出机等各种数字终端设备。模拟信号参数(幅度、频率、相位)随时间呈连续变化,数据信号(包括数字信号)的参数取值是离散的。

2. 信源编(译)码

信源编码功能有两种,当信源送来的是模拟信号时,发送端信源编码器要将模拟信号转换为数字信号。其作用是提高传输的有效性和进行压缩编码,以减少码元数目和降低码元速率。有关方面的技术和原理将在第2章介绍。

信源译码的作用和信源编码相反。

3. 加(解)密器

加密器的作用是对信码进行加密。它的位置可在信道编码之前,也可在信道编码之后。解密器的作用与加密器相反。

加(解)密在军事通信中具有特别重要的意义,将在第5章介绍其主要内容。

4. 信道编(译)码

信道编码又称抗干扰编码或纠错编码。它是将前一部件输出的数字基带信号人为地按照一定的规律加入多余码元,以便在接收端译码器中发现或纠正码元在传输中的错误,这样可以降低码元传输的错误概率。

信道编/译码是实现可靠通信或存储的重要手段,已成为现代数字通信系统、计算机系统设计的常规技术。本书将在第3章介绍。

5. 调制(解调)器

在调制前得到的信号是数字基带信号。为了使信号在信道中传输时,信号特性与信道特性相匹配,进一步提高抗干扰能力,或者信道复用,需要进行数字信号的调制与解调。如果不经调制、解调在有线信道中传输,需对原基带信号变换码型和波形,这种系统称数字基带传输系统。

在军事通信系统中,为了对抗敌人的有意干扰,需要采用扩频等措施,这些措施也在调制解调器中实现。调制解调的主要技术原理将在第4、5两章中介绍。

6. 信道

信道可分成狭义信道和广义信道两种。狭义信道是指信号传输的媒质,分为有线和无线两大类。利用自由空间传输电磁信号叫无线信道,如短波、超短波、微波中继、卫星信道及对流层散射等。利用导体传输电磁信号称有线信道,如明线、平衡电缆、光缆等。常用传输媒质如表1-1所示。除了简单的电话用户线,不论无线信道还是有线信道,都要附加设备才能构成传输信道,尤其是信道被复用时,所需的设备更多,更复杂。为了简化系统模型和突出主要问题,常根据所研究的问题,将信道的范围适当扩大。除传输媒质外,还包括有关部件和电路,这种扩大的信道称为广义信道。例如把含有信道编、译码器的信道称为编码信道,把含有调制解调器的信道称为调制信道。

军事通信中,信道的噪声背景是复杂的,除了自然界噪声、信道本身所包含的各种电子器件、转换器以及天线或传输线等的内部噪声外,在战场背景下,还有例如坦克、战斗机、快艇、炮兵阵地等发出的噪声和敌方的电磁干扰。

表 1 - 1 常用传输媒介

频率范围	波 长	符 号	传输媒介	用 途
3 Hz~30 kHz	$10^8 \sim 10^4$ m	甚低频 VLF	有线线对 长波无线电	音频、电话、数据终端、长距离导航时标
30~300 kHz	$10^4 \sim 10^3$ m	低频 LF	有线线对 长波无线电	导航、信标、电力线通信
300 kHz~3 MHz	$10^3 \sim 10^2$ m	中频 MF	同轴电缆 中波无线电	调幅广播、移动陆地通信、业余无线电
3~30 MHz	$10^2 \sim 10$ m	高频 HF	同轴电缆 短波无线电	移动无线电话、短波广播、定点军用通信、业余无线电
30~300 MHz	10~1 m	甚高频 VHF	同轴电缆 米波无线电	电视、调频广播、空中管制、车辆通信、导航
300 MHz~3 GHz	100~10 cm	特高频 UHF	波导 分米波无线电	电视、空间遥测、雷达导航、点对点通信、移动通信
3~30 GHz	10~1 cm	超高频 SHF	波导 厘米波无线电	微波接力、卫星和空间通信、雷达
30~300 GHz	10~1 mm	极高频 EHF	波导 毫米波无线电	雷达、微波接力、射电天文学
$10^5 \sim 10^7$ GHz	$3 \times 10^{-4} \sim 3 \times 10^{-6}$ cm	紫外、可见光、 红外	光纤 激光空间传播	光通信

需要说明的是，对于数字通信系统，传输的是一个接一个按节拍传送的数字信号，因而接收端必须有一个与发送端相同的节拍，否则会因收发步调不一致而造成混乱，故系统中有同步问题。同步包括载波同步、位同步、帧(群)同步和网同步。同步系统的位置往往不是固定的。

从图 1 - 1 及以上叙述，系统中包含的技术主要有信源编/译码技术、信道编/译码技术、调制/解调技术、加密/解密技术、同步技术等。除此之外，还有数字交换技术及信号处理技术等，限于篇幅这些内容未列入本书，但需要指出，这些技术和内容也是很重要的。

思考题与习题

1. 简述通信在军事中的地位和作用。
2. 军事通信和民用通信比较，主要特点是什么？为什么？
3. 简述军事通信发展前景。
4. 军事通信系统的主要技术是怎样影响系统的。

第 2 章 信息源和信息源编码

信息是人类社会和自然界中需要传送、交换、存储和提取的抽象内容。信息存在于一切事物之中，事物的一切变化和运动都伴随着信息的交换和传送，它是人类认识世界和改造世界的知识源泉。由于信息是抽象的内容，为了传送和交换信息，必须通过语言、图像、数据等将它表示出来。人们称表示信息的语言、图像和数据为消息，而产生这些消息的源称为信息源。在军事通信中，信息源来自语音、图形、文本、数据、动画和图像。现代通信系统的重要标志是信源信号、传输系统、交换系统和信号处理等诸环节实现数字化，而语音和图像等信源信号都是模拟的，它们在时间和幅度上都是连续取值的变量，是完全等同于原物理量的电信号。要实现数字化通信首先就要将模拟信号转换为数字信号，这就是信息源的编码。对语音信号实现数字化称为语音编码，对图像信号实现数字化称为图像编码。本章要讨论的是各种信息的特征以及信息源的编码。信源的特征包括各种信息的产生、统计表述等。信源的编码包括模拟信源的数字表示及数据信号的码型变换。

2.1 语音信号的特征

语音的作用是通信。语音信号是军事通信中最重要、最有效、最常用和最方便的通信形式。对语音通信潜在能力的表征方法有好几种，一种是利用由 Shannon(香农)引入的信息论的概念。按照信息论，语音可以用它的消息内容或信息来表示。另一种表征语音的方法是利用携带这一消息的信号即语声的波形。实际应用中最有用的是建立在波形或参量模型基础上的语音表示。本节的目的就是对语音的波形和模型做一般的讨论。

2.1.1 语音信号的模型

经过几十年的理论和实践研究，现已建立起一个近似语音信号模型，并被广泛地应用于语音信号处理中。

从声学的观点来说，不同的语音是由于发音器官中的声音激励源和口腔声道的形状不同引起的。根据激励源和声道模型不同，语音主要可分成浊音和清音。

1. 浊音和基音

浊音，又称有声音。发浊音时声带在气流的作用下准周期地闭合或开启，从而在声带中激励起准周期的声波，如图 2-1 所示。由图可见，声波有明显的准周期特性，周期为基音周期 T_p 。若 f_p 为基音频率，则 $f_p = 1/T_p$ 。通常基音频率在 $70 \sim 3\,000\text{ Hz}$ 范围内，相当于 T_p 为 $3 \sim 15\text{ ms}$ 。一般，女生的较小，男生的较大。

虽然语音信号具有非平稳性和随机性，但由于不同语音是由口腔肌肉运动构成的某种声道形状而产生的，而这种肌肉运动相对于语音频率来说是极缓慢的，因此，一般认为在

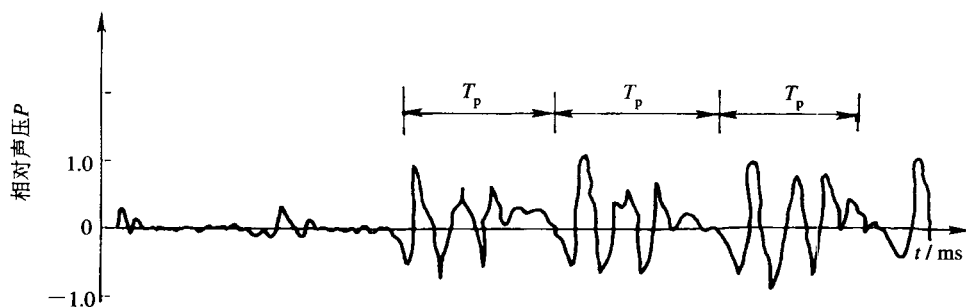


图 2-1 浊音声波波形图

20~40 ms 的短时间内，语音信号是平稳的，可用短时傅氏变换求它的频谱（功率谱）。图 2-2 是采用汉明窗函数截短的浊音段典型频谱 $(|X(\omega)|^2)$ 。频谱图上有许多小峰点，它们对应基音的谐波。“尖峰”形状的频谱说明，浊音信号的能量集中在各基音的谐波频谱附近，而且主要集中于低于 3 kHz 的范围内。由随机信号功率谱与信号时域相关性的关系和频谱的不均匀性可以看出，浊音信号具有较强的相关性。

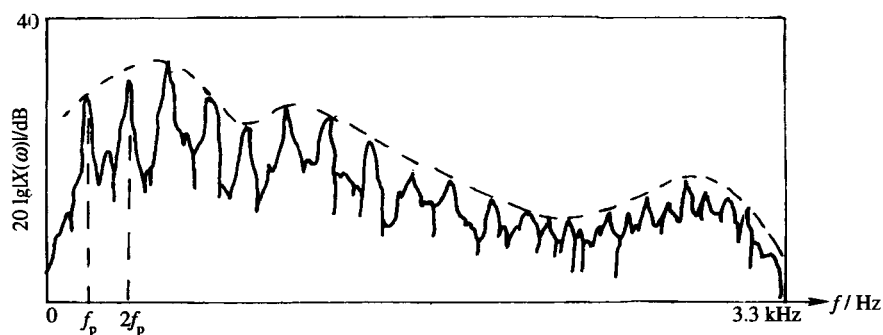


图 2-2 浊音段典型频谱

2. 清音

清音又称无声音。由声学 and 流体力学知，当气流速度达到某一临界速度时，就会引起湍流，此时声带不振动，声道被噪声状随机波激励，产生较小幅度声波，其波形与噪声很像，这就是清音，如图 2-3 所示。显然清音信号没有准周期特性。

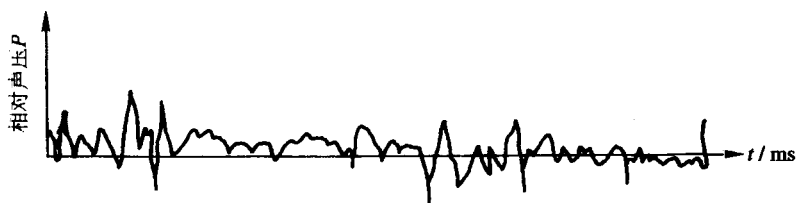


图 2-3 清音波形图

典型清音频谱如图 2-4 所示。其频谱没有明显的小尖峰存在，既无准周期的基音和其谐波，而且能量主要集中在比浊音更高的频率范围内。

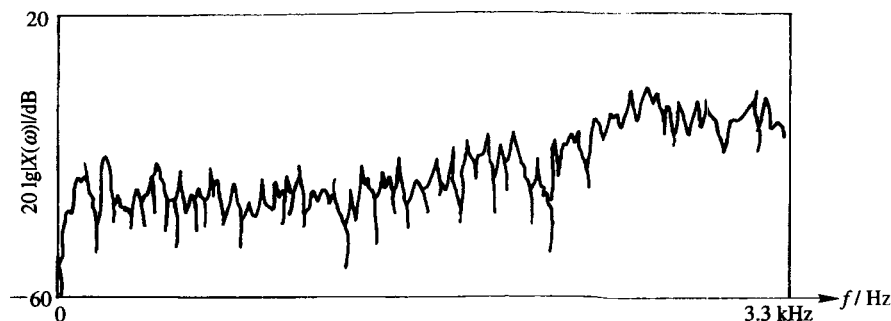


图 2-4 典型清音频谱

3. 共振峰

由流体力学知，声道频率特性(唇口声速 $v_{\text{出}}$ 与声门声速 $v_{\text{入}}$ 之比)与谐波类似，如图 2-5 所示。频率特性对应的谐振点叫做共振峰频率，共振峰出现在浊音频谱中。图 2-2 中，频谱包络(虚线所示)中峰值所对应的频率就是共振峰频率。清音频谱中没有共振峰存在。

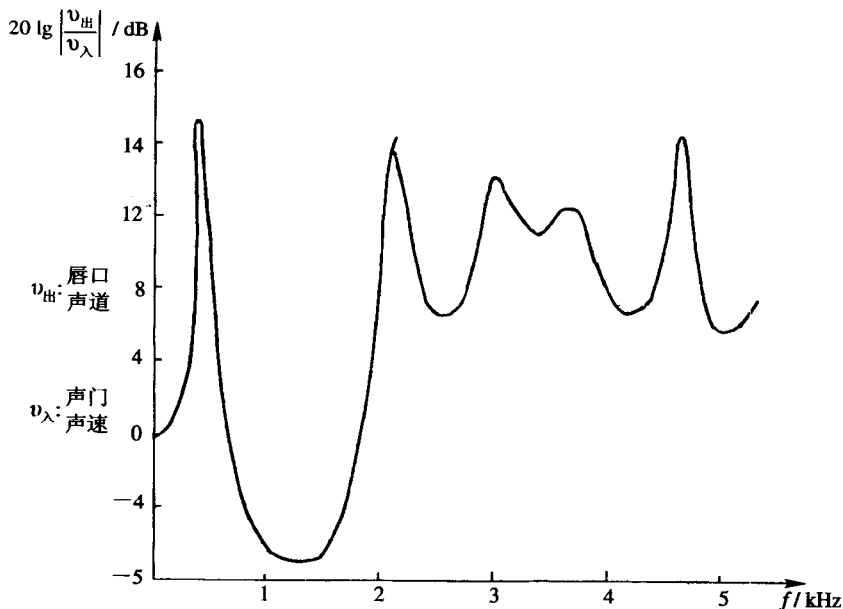


图 2-5 声道频率特性

4. 语音信号产生模型

根据对实际发音器官和发音过程的分析，可将语音信号发生过程抽象为如图 2-6 所示的数学模型。图中周期信号源表示浊音激励源；随机噪声信号源表示清音激励。根据语音信号种类，由浊/清音开关决定接入哪一种激励源。声道模型(口腔和鼻腔)可以看成一

个时变线性系统对声波系统起滤波作用，其参数随口腔运动缓慢变化，增益控制代表语音的强度。

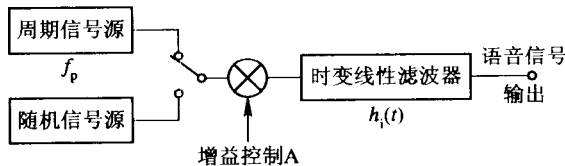


图 2-6 语音信号产生模型

2.1.2 语音信号的统计特性

1. 概率密度函数

语音信号的概率密度函数依赖于输入信号频带宽度以及录音条件。在采用高质量话筒以及电话频带(200~3 200 Hz)条件下，长时间间隔的概率密度函数或称为长时平均概率密度函数($N \rightarrow \infty$)的一阶近似可以由双边指数模型即拉普拉斯(Laplacian)模型来表述。如图 2-7 中所示的曲线 1，其概率密度函数为

$$p(x) = 0.5 \times e^{-\alpha|x|} \quad (2-1)$$

其中 $\alpha = \sqrt{2}/\sigma_x$ ， σ_x^2 为方差。

精度稍好些的是修正伽玛概率密度函数，用图 2-7 中曲线 2 表示，它的概率密度函数为

$$p(x) = \frac{\sqrt{K} \cdot e^{-K|x|}}{2 \sqrt{\pi} \sqrt{|x|}} \quad (2-2)$$

其中 $K = \sqrt{3}/(2\sigma_x)$ ， σ_x^2 为方差。

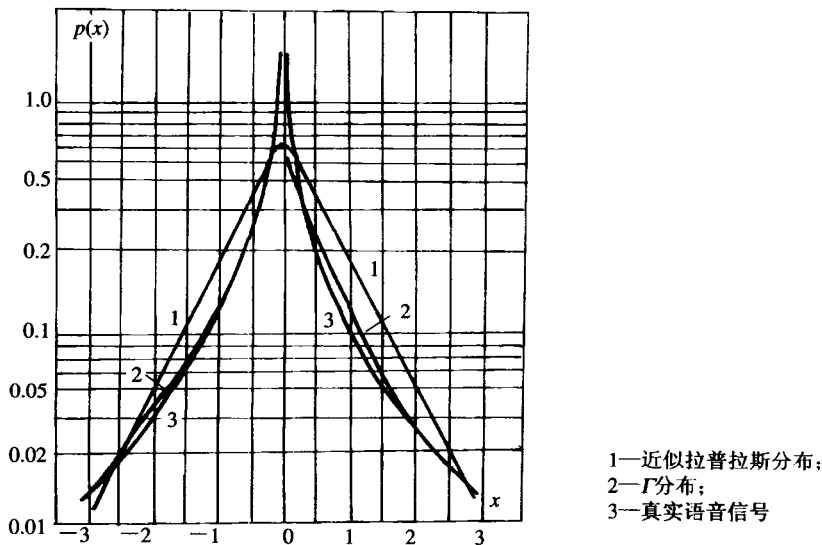


图 2-7 典型语音信号长时平均概率密度函数