

现代通信概论

现代通信干部
教育丛书

秦瑞新 主编 陈太一 主审

国防工业出版社

TN911

449722

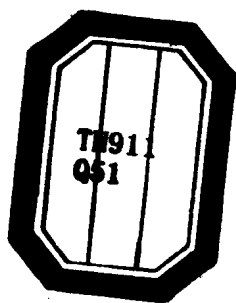
Q51 现代通信干部教育丛书

现代通信概论

秦瑞新 主编

尹建平 陈忠平 范冰冰 郑晓丽 编

陈太一 主审



国防工业出版社

· 北京 ·



图书在版编目(CIP)数据

现代通信概论/秦瑞新主编. —北京:国防工业出版社,
1999.10
(现代通信干部教育丛书)
ISBN 7-118-02151-2

I. 现… II. 秦… III. 通信理论 IV. TN911

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 06593 号

DV9658
26

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 20½ 459 千字

1999 年 10 月第 1 版 1999 年 10 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:29.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

發揮兩個
勢提高辦學
水平

袁邦松

一九九七年四月廿五日

《现代通信干部教育丛书》编委会

名誉主任：孙俊人

主任：袁邦根

副主任：张福奎 陈太一

委员：黎东汉 黄萍 江伟文 王俊义
杨千里 王永刚 鲁道海 李祖明
侯喜贵 赵志法 田福康 张维峰
王玉学 陈巾巾 王同生

编委会办公室

主任：陈巾巾

副主任：俞干泽

秘书：李作平 韩蓓蓓 熊正友 夏 璎

总 序

目前,全国全军正在响应江泽民总书记关于用正确的思想理论和高科技知识武装头脑的号召,掀起了学习高科技的热潮。

电子信息是高新技术的三大支柱之一。现代通信技术是现代电子信息技术的重要领域。在现代社会中,人类活动所需要的各种信息,主要是依靠现代通信技术与设施来处理、存储和传输的。如果说建立在微电子技术及软件技术基础上的计算机是现代社会的“大脑”,那么,由程控交换机、大容量光纤、通信卫星及其它现代通信装备交织成覆盖全球的电信网络就是现代社会的“神经系统”。因此,学习现代通信技术是学习高科技的重要内容。为了帮助大家学习现代通信技术及其相关的电子信息技术,我们组织编写了这套《现代通信干部教育丛书》。

1996年3月,在北京召开了《现代通信干部教育丛书》第一次编委会。会议由总参通信部训练局王永刚局长主持。出席会议的有:中国工程院院士、中国电子学会理事长孙俊人教授,总参通信部部长袁邦根,原通信兵部副主任黎东汉,原通信兵部副主任黄萍,原南京通信工程学院院长江伟文,中国工程院院士、原南京通信工程学院副院长、中国电子学会教育工作委员会主任陈太一教授,原总参通信部副部长杨千里,总参通信部训练局侯喜贵副局长,总参第61研究所赵志法高级工程师以及广州通信学院的代表。

会上,主编单位——广州通信学院的代表汇报了对丛书的总体设想和具体意见,陈太一教授就从书的宗旨、选题、内容等作了发言。编委们围绕编写出版《现代通信干部教育丛书》的意义、书目、内容、编写原则、发行范围等问题进行了广泛而热烈地讨论。总参通信部和中国电子学会对这次会议非常重视,袁邦根部长和孙俊人理事长作了重要指示。与会人员一致认为,编写《现代通信干部教育丛书》具有重要的现实意义和长远的历史意义,是一项基础性的工作,是落实“科教兴国”、“科技兴通信”发展战略的重要举措,是有利于通信兵长远建设的一件好事、一件实事。

《现代通信干部教育丛书》有三个特色。一是跨世纪。这是一套培养跨世纪人才的丛书,是一套立足“八五”,着眼“九五”,适应2010年通信发展的丛书。二是治本。这是以基础知识尤其是高科技基础知识为主的丛书,是培养适应高科技发展要求的通信干部的丛书。三是继续教育。这是一套继续教育丛书,是一套与院校及部队现有教材互补的丛书,是院校教学内容的延伸、补充和扩展。

《现代通信干部教育丛书》遵循了系统性、针对性、简明性、科学性的原则,深入浅出、概念清晰、层次分明、图文并茂;以解释物理概念为主,不做过多的数学推导。全套书为大学水平,可以作为院校教材及参考书,亦可作为自学、函授、短训班教材。

这套丛书共7册,包括:

《科学思维与科学方法概论》

《现代通信概论》

《现代计算机概论》

《现代战术通信系统概论》

《军事电子技术概论》

《军事电子信息英语》

《军队应用说写教程》

由于丛书涉及的内容广泛,编著者水平有限,时间紧迫,书中可能有不妥之处,敬请各位读者提出宝贵意见。

《现代通信干部教育丛书》编委会

一九九七年七月

前 言

随着社会经济的发展和人们生活水平的提高,社会对信息的需求更加迫切,因而促进了作为信息基础的通信事业的飞速发展。传统的电信业务在不断地充实和完善,现代的新业务大量涌现和发展,作为国民经济基础设施的通信网正以日新月异的变化走向 21 世纪。

为了配合广大通信工作者对高新科技知识的学习,迅速掌握通信领域技术发展的新趋向,我们编写了本书。它从宏观上全面而系统地介绍了通信网的基本原理,概要地讲述了传输、终端、交换、网络技术等通信网的基本概念和数字电话网、数据通信网、保密通信、移动通信和现代通信网的基本应用。

本书第一、四、五、九章由秦瑞新编写;第三、六章由尹建平编写;第二章由陈忠平编写;第七章由郑晓丽编写;第八章由范冰冰编写。全书由秦瑞新主编,陈忠平统稿。本书由中国工程院院士陈太一教授主审,并提出了一些相当有价值的意见。在编写过程中得到沈琪琪教授的指导和帮助,通信部门的领导和专家们也给予了热情鼓励和支持,在此一并致谢。

由于本书涉及到通信新技术领域的各个方面,内容广泛,且编者的学识水平有限,时间仓促,书中错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

内 容 简 介

本书是现代通信干部教育丛书之一。它从宏观上全面系统地介绍通信网的基本原理,概要地讲述终端、传输、交换、网络技术等通信网的基本概念和数字电话网、数据通信网、保密通信、移动通信和现代通信网的基本应用。

本书深入浅出,通俗易懂,简明扼要,理论联系实际。可供广大从事通信工作的技术人员、管理人员和领导干部阅读,也可供相关专业的大、中专院校师生参考。

目 录

第一章 绪论	1
1.1 通信的基本概念	1
1.2 通信网的分类	1
1.3 通信网的发展	3
第二章 信号传输	7
2.1 传输原理	7
2.1.1 模拟信号传输	8
2.1.2 模拟信号的数字化	12
2.1.3 数字信号的时分复用	16
2.1.4 数字基带传输	23
2.1.5 数字载波传输	30
2.2 有线传输技术	39
2.2.1 用户线路	39
2.2.2 中继线路传输	43
2.2.3 光缆传输	49
2.3 无线传输技术	65
2.3.1 短波通信	65
2.3.2 超短波通信	67
2.3.3 微波通信	67
2.3.4 卫星通信	74
第三章 终端	86
3.1 电话终端	86
3.1.1 电话机的发展概况	86
3.1.2 多功能电话机	88
3.2 数据终端	90
3.2.1 概述	90
3.2.2 印刷装置	90
3.2.3 显示装置	92
3.2.4 电传机	94
3.2.5 智能终端	98
3.3 图像终端	100
3.3.1 传真	100
3.3.2 可视电话	103
3.4 多媒体终端	104

第四章 程控数字电话交换和综合数字网	106
4.1 综合数字网的概述	106
4.2 网络结构	107
4.2.1 拓扑结构	107
4.2.2 分级路由选择	108
4.2.3 动态无级路由选择	109
4.3 程控数字电话交换机	110
4.3.1 程控数字交换机的优点	110
4.3.2 程控交换机的新服务功能	111
4.3.3 程控交换机的基本结构	112
4.3.4 数字交换网络	115
4.3.5 程控数字交换机的接口	117
4.3.6 信号设备	119
4.3.7 呼叫处理程序	119
4.3.8 执行控制程序	120
4.3.9 程控数字交换机软件系统	121
4.3.10 程控数字交换机发展趋势	127
4.4 信令系统	127
4.4.1 信令系统的基本概念	127
4.4.2 用户线信令	127
4.4.3 局间信令	129
4.5 数字网同步	146
4.5.1 同步的必要性	146
4.5.2 同步的方法	148
4.5.3 同步网结构	149
4.5.4 各级时钟进网要求	150
4.5.5 滑动指标的分配及基准时钟的传输链路	151
4.6 运营维护管理	152
4.6.1 网络管理的必要性	152
4.6.2 网络管理的目标	152
4.6.3 运营维护管理系统的构成	153
4.6.4 网管系统的数据和信息	154
4.6.5 网络的控制	154
4.7 程控数字交换系统的指标	155
第五章 数据通信网	159
5.1 数据通信的基本概念	159
5.2 公用电话网中的数据通信	160
5.3 数据通信系统	162
5.3.1 系统的构成	162
5.3.2 数据链路控制	166
5.3.3 高级数据链路控制规程	167
5.3.4 差错控制的基本方式	168

5.4 数据交换方式	169
5.5 分组交换数据网	171
5.5.1 分组交换数据网的构成	171
5.5.2 X.25 建议	172
5.5.3 分组的路由选择	175
5.5.4 分组网的流量控制	176
5.5.5 网际互联	177
5.6 帧中继	180
5.6.1 帧中继的概念	180
5.6.2 帧中继的帧结构	181
5.6.3 帧中继的应用	181
5.7 数字数据网(DDN)	182
5.7.1 DDN 的概念	182
5.7.2 DDN 的特点	182
5.7.3 DDN 系统构成	183
5.7.4 DDN 的业务及用户入网速率	183
第六章 移动通信网	185
6.1 概述	185
6.1.1 移动通信的概念及特点	185
6.1.2 移动通信的分类	186
6.1.3 移动通信的发展趋势	187
6.2 模拟蜂窝移动通信系统	187
6.2.1 移动通信系统的组成	187
6.2.2 频率配置	188
6.2.3 移动通信系统的体制	188
6.2.4 编号计划	191
6.2.5 网络及信道结构	193
6.2.6 模拟移动电话网的信令及工作过程	195
6.3 时分多址(TDMA)数字蜂窝移动通信系统	198
6.3.1 概述	198
6.3.2 数字移动通信的体制标准及特点	198
6.3.3 GSM 系统的组成	199
6.3.4 数字移动通信的主要技术问题	201
6.3.5 信道类型	206
6.3.6 编号计划	207
6.3.7 网络运行	209
6.4 码分多址(CDMA)移动通信系统	214
6.4.1 概述	214
6.4.2 CDMA 系统的特点	215
6.4.3 网络结构及频率配置	217
6.5 集群移动通信系统	219
6.5.1 集群系统的概念	219

6.5.2	网络结构	221
6.5.3	集群系统的分类	223
6.5.4	集群系统的特点	225
6.5.5	信令	226
6.5.6	频率配置和系统容量	226
6.5.7	智慧网(Smartnet)集群系统介绍	227
第七章	抗干扰通信	232
7.1	通信对抗	232
7.1.1	通信对抗在现代战争中的重要作用	232
7.1.2	通信对抗的主要内容	233
7.2	扩频技术的基本概念	236
7.3	扩频通信的几种工作方式	237
7.3.1	直接序列扩频(DS)	237
7.3.2	跳频(FH)	241
7.3.3	跳时(TH)	242
7.4	自适应天线系统	243
7.4.1	旁瓣对消器	243
7.4.2	自适应零调向	244
7.4.3	自适应天线阵的主要组成单元	245
7.4.4	自适应天线阵抗干扰的基本原理	246
7.4.5	干扰抵消技术	247
7.4.6	自适应干扰对消系统	248
7.4.7	突发通信	248
7.5	抗干扰通信技术的发展趋势	249
第八章	保密通信	251
8.1	信息安全与通信保密	251
8.1.1	概述	251
8.1.2	信息安全	252
8.1.3	通信保密	253
8.2	现代密码体制	255
8.2.1	完全保密	255
8.2.2	实际保密	256
8.2.3	序列密码	258
8.2.4	分组密码	260
8.2.5	公开密钥密码	264
8.2.6	签名与认证	266
8.3	语音保密通信	268
8.3.1	引言	268
8.3.2	频域置乱	269
8.3.3	时域置乱	271
8.3.4	两维置乱	273
8.3.5	语音置乱体制的评价	274

8.4 密钥与密钥管理	275
8.4.1 密钥结构	275
8.4.2 密钥更换的必要性	275
8.4.3 基本密钥和消息密钥	276
8.4.4 用户选择密钥	278
8.4.5 密钥管理	278
第九章 现代通信网	280
9.1 综合业务数字网	280
9.1.1 ISDN 的基本概念	280
9.1.2 ISDN 的特点	281
9.1.3 ISDN 网络结构	281
9.1.4 ISDN 用户/网络接口	282
9.1.5 ISDN 编号与寻址原则	283
9.1.6 网间互通	284
9.2 宽带综合业务数字网	287
9.2.1 概述	287
9.2.2 B-ISDN 的交换技术	291
9.2.3 异步传递模式	292
9.3 网络的智能化	297
9.3.1 智能网的概念	297
9.3.2 智能网的结构	297
9.3.3 智能网的基本原理	299
9.3.4 智能网与现有通信网的关系	300
9.4 网络的个人化	301
9.4.1 概述	301
9.4.2 个人通信终端	301
9.4.3 个人通信网	302
9.4.4 个人通信的关键技术	303
9.5 多媒体通信	306
9.5.1 多媒体通信的概念	306
9.5.2 多媒体通信的特点	307
9.5.3 多媒体通信网络	307
参考文献	309

第一章 绪 论

1.1 通信的基本概念

人类社会正在步入一个新的历史时代,即信息化时代。在信息社会中,信息、材料与能源被认为是现代社会的三大支柱,信息在社会的政治、军事和经济活动中起着十分重要的作用。人类社会生活离不开信息交流——通信。通信是国家和军队的神经系统,是国民经济的命脉,是国家信息基础设施(信息高速公路)的重要组成部分。

通信过程是人们传递和交流各类信息的过程。信息必须通过各种信息媒体承载并表现出来,从而才可能对信息进行保存、加工、传递和交换。媒体的种类是多种多样的,声音、文字、静态图形、图像、活动影像等都是信息媒体。各种类型的信息媒体通过传输媒介进行传递,并最终由人的听觉、视觉、触觉等器官来感知。

对上述信息交流的过程进一步抽象,可以得出通信系统的一般模型,即它由信源、信道和信宿三大基本要素组成。信源是信息(或信号)的产生源点;信道是信息的传输和交换的通道和媒介;信宿是信息的接收终点(图 1-1)。

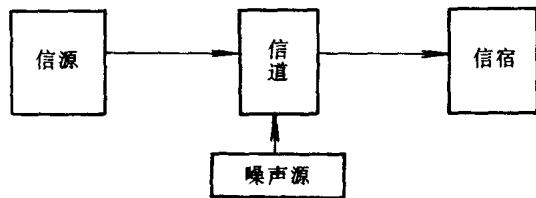


图 1-1 通信系统示意图

进行通信的最基本手段是在点与点之间建立通信系统,众多的通信系统(传输系统)通过交换系统按一定的连接方式组合在一起便构成了通信网。

通信离不开网络。通信网的所及已远远超出了一个城市、一个地区,也超出了国家的范围,它已成为一个世界性的网络系统。

1.2 通信网的分类

通信网可分为物理网、业务网和支撑管理网。

1. 物理网

由用户终端、交换系统等通信设备所组成的实体结构,是通信网的物质基础。

(1)用户终端 通信网最外围的设备。它将用户所发送的各种形式的信息转变为电磁信号送入电信网络传送,或将从电信网络中接收到的电磁信号、符号等转变为用户可识别的信息。

用户终端按其所具有的功能不同,可分为电话终端、非话终端及多功能多媒体通信终端。电话终端是指普通电话机、移动电话机、集团电话机、录音电话机等;非话终端是指公众电报终端、用户电报终端、传真终端、计算机终端、数据终端等;多功能多媒体通信终端是指可提供至少包含两种类型信息媒体或功能的终端设备,如可视电话、会议电视系统等。新型的多媒体终端是指能提供电话、用户电报、传真、数据等多种类型信息媒体和功能的综合性终端设备,可方便地用多种媒体提供多种业务使用。

(2)交换系统 处于电信网络枢纽位置,是各种信息的集散中心,是实现信息交换的关键。

交换系统按其交换方式的不同,可分为人工交换机和自动交换机。人工交换机包括磁石交换机和共电交换机;自动交换机按其接续控制方式的不同,可分为机电制交换机(旋转制交换机/步进制交换机/纵横制交换机)和程控交换机(程控模拟空分交换机/程控数字时分交换机)。交换机按其用途不同,可分为市内(本地)交换机、长途交换机、国际交换机。

(3)传输系统 信息传递的通道。它将用户终端与交换系统之间以及交换系统相互之间连接起来,形成网络。

传输系统按传输媒介的不同,可分为有线传输系统和无线传输系统。

有线传输系统以电磁波沿某种有形媒介的传播来实现信号的传递,它包括金属线传输系统和光缆传输系统。金属线传输系统是指音频实线传输、架空金属线载波系统、对称电缆系统、同轴电缆系统。光缆传输系统是使一种特殊形式的电磁波——光波沿光导纤维传输来实现信号的传递,主要传输数字信号,它可分为架空光缆系统、地下光缆系统和海底光缆系统。

无线传输系统是以电磁波在空中的传播来实现信号的传递。按其使用频段和方式的不同,可分为长波、短波、超短波和微波通信系统;微波通信系统又可分为地面微波通信系统和卫星通信系统等。

传输系统按其传递信号方式的不同,可划分为模拟传输系统和数字传输系统。模拟传输系统传输的信号为模拟信号,典型的模拟传输系统有音频信号的实线传输系统及采用频分复用技术实现的多路传输系统;数字传输系统传输的为数字信号,目前普遍应用的光纤通信系统就是采用数字传输方式。

2. 业务网

疏通电话、电报、传真、数据、图像等各类电信业务的网络,它向用户提供通信网的服务功能。按其业务种类,可分为电话网、电报网、数据网等。在各种业务中,电话业务是基本业务,也是使用最广泛的业务。因此,在业务网中,电话网是各种业务网的基础,其它业务网往往叠加于电话网之上。如电报网是通过在电话电路中加装电报复用设备而形成的,数据网则可用传输数据信号的电话电路或专用电路构成。

3. 支撑管理网

为保证业务网正常运行,增强网络功能,提高全网服务质量而形成的网络。在支撑管理网中传递的是相应的控制、监测及信令等信号。按支撑管理网所具有的不同功能,分为信令网、同步网和管理网。

(1)信令网 又称为 No. 7 信令网。No. 7 信令方式是一种国际性的标准化的通用公

共信道信令系统,这种信令系统最适合于采用数字交换和数字传输技术的数字通信网,它能在具有呼叫控制、遥控、管理和维护信号的通信网中,满足在处理机间传递事务处理信息的要求。它能提供可靠的方法,使信息按正确的顺序传送,不致丢失或重复。用 No. 7 信令网可使网具有智能化的功能,便于开发各种新业务。No. 7 信令网由交换和处理结点以及连接这些结点的传输链路组成。

(2)同步网 分为数字同步网和模拟同步网两种类型。数字同步网是使数字交换系统与数字传输系统之间的时钟同步的网络。它具有等级结构,其同步方式主要有准同步和同步两大类。由单一基准时钟控制的称为同步网。同步网的控制方式分为主从控制方式和互控方式。模拟同步网是按主从同步方式对模拟传输系统的主振器进行自动同步的网络。

(3)管理网 对电信网实施管理的网络。它的功能是:实时监视网络的状态和负荷性能,收集和分析相关数据;监测到网络运行出现不正常情况时,通过分析研究,找出问题所在,发出控制指令,采取纠正措施;与其它相关网络管理中心就网络管理及故障排除、恢复业务等问题进行合作和协调;与其它方面(如维护部门、规划设计部门及话务员等)就排除影响业务的问题进行合作和协调;向主管部门报告网络运行情况,包括已知和可预见的网络运行情况,以便事前采取对策。管理网可分为话务管理网和传输监控网两部分。

通信网的分类方法可以多种多样。除上述分类方法外,如按实现的技术分为模拟网和数字网;按管理部门分为公用网和专用网;按终端状态分为固定网和移动网;按交换方式分为电路交换网和分组交换网等。

常用的公用网有公用电话交换网(PSTN),公用分组交换数据网(PSPDN)和公用移动电话网(PLMN)。

公用电话交换网是最早的同时也是最大的通信网,公用分组交换数据网本身无传输、复接系统,只有末端的分接和自己的交换、终端设备,同另一种其它网络资源共享。移动网同公用电话交换网无共同资源,但能互通。以上概念可通过图 1-2 来说明。

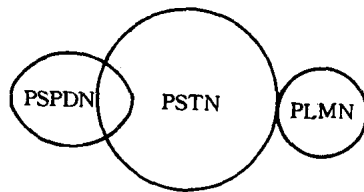


图 1-2 PSPDN、PSTN 与 PLMN 的关系

在本书中,将抗干扰通信和保密通信两专用网单列成章讲述,这是因为抗干扰通信和保密通信在专用网络中特别是在军用通信网中为必不可少的技术。电子对抗已成为当代战争的第三打击力量(火力、机动力、电子对抗),通信对抗是电子对抗的一种形式,干扰与反干扰,窃密与反窃密是通信对抗的重要内容。因此,在现代通信和现代战争中,抗干扰通信、保密通信起着至关重要的作用。

1.3 通信网的发展

在当代的信息社会中,人们对信息的需求已远远超出了传统的电报、电话业务。人们