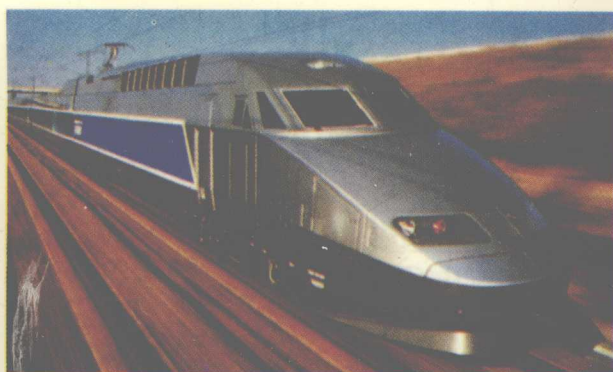


西南交通大学出版社

铁路继续教育系列教材

现代通信技术

铁道部人事司 组织编写
铁道部人才交流培训中心



TN91

3

P

铁路继续教育系列教材

现代通信技术

铁道部人事司

铁道部人才交流培训中心

组织编写

朱幼全 主编

朱荣筑 高冠学 主审

本开

18001

西南交通大学出版社

铁路继续教育系列教材编委会

名 单

编委会主任：	华茂昆		
编委会副主任：	费克勤	安立敏	温继武
编委会成员：	杨友根	吴 风	丁圻谔
	宋凤书	胡东源	卢祖文
	曹 菁	柳呈祥	于 川
	许守祐	章根明	柴浦安
	顾 聪	蔡申夫	刘国祥
	王申庆	何 璧	张玉秀
	杨安立	吴信然	王 成
	朱克勤	赵建国	张全寿
	黄大光		

《现代通信技术》编委会

主 编	朱幼全		
主 审	朱荣筑	高冠学	
主 编	朱幼全	黄承明	胡 桦 张永安
	邵志军	孙 星	

序 言

《铁路继续教育系列教材》，是对铁路专业技术人员进行继续教育的基础读本。它的问世，对于抓好铁路继续教育，提高铁路专业技术队伍的素质是有益的。

铁路是我国交通运输的骨干。在加快改革开放和发展社会主义市场经济的新形势下，铁路面临着新的机遇和挑战。为把我国铁路现代化建设事业全面推向 21 世纪，我们必须以十五大精神为指导，加快铁路改革与发展，实施科教兴路战略，使铁路从传统产业逐步走向现代化。

实现铁路现代化，关键是科技，基础在教育。加快铁路科技进步，提高铁路专业技术队伍的素质，直接关系到铁路现代化的进程，现代科技发展日新月异，世界铁路在高速技术、重载技术、管理技术、安全技术和信息技术等方面取得了重大进展。为了适应新的形势，必须对全路专业技术人员广泛开展继续教育。

为了搞好铁路专业技术人员的继续教育，编写一套好的教材是非常重要的。《铁路继续教育系列教材》反映了现代科学技术发展的水平和铁路企业技术进步的特点，兼顾了教材理论体系的系统性和专业人员选修的适用性，对专业技术人员了解和把握本专业学科领域国内外科技发展动态，学习掌握先进的技术、理论和方法等会有帮助。希望全路各级组织、各级领导都来关心继续教育工作。各单位要根据实际，以这套教材为基础读本，切实抓好继续教育工作。全路广大专业技术人员要通过继续教育，不断更新知识内容，拓宽知识面，为我国铁路现代化建设事业作出新贡献。

这套教材由铁道部人事司、人才交流培训中心组织各方面的专家、教授和学者编写，部机关有关司局进行指导和审定，在此，我谨向为这套教材的编写、出版倾注了大量心血的所有工作人员表示衷心的感谢。

傅 志 寰

一九九七年十二月一日

前 言

现代通信技术涉及的内容十分广泛,本书重点介绍近年来迅速发展的高新技术、新设备,着重分析其物理概念和基本原理,便于读者学习和掌握。

全书共由十三章组成,其中第一章介绍通信系统和现代通信网;第二、三章分别介绍数字通信和光纤通信;第四、五章分别介绍数字程控交换和数据通信;第六、七、八章分别为移动通信、数字微波通信和卫星通信;第九章为列车无线调度通信系统;第十章为综合业务数字网;第十一、十二章分别为接入网和智能网;第十三章为电信新业务简介。

本书可作为从事通信领域的科研、设计和维护管理的工程技术人员的继续教育教材,也可作为通信工程、信息工程、计算机通信等相关专业的教师及高年级学生的教学参考书。

参加本书编写的有朱幼全(第一、十、十一、十三章)、黄承明(第二、十二章)、栗书萍(第三章)、陈并(第四章)、王晓春(第五章)、朱健(第六章)、朱剑(第七、八、九章)等同志。

在本书编写过程中得到了铁道部电务局、铁道科学研究院、北京铁路局、上海铁道大学等单位 and 专家的大力支持和帮助,在此表示诚挚的谢意。

在本书编写过程中,我们引用和参考了许多有关专家的文章或著作,谨此表示衷心的感谢。

由于我们水平有限,疏漏之处在所难免,恳请广大读者给予批评和指正。

编 者

一九九七年十一月于上海

目 录

第一章 通信系统与现代通信网	1
第一节 概 述.....	1
第二节 电话通信网的等级结构.....	6
第三节 通信网的路由组织	13
第四节 传输链路方式及通信质量指标	23
第五节 数字通信网的支撑网	36
第二章 数字通信	43
第一节 PCM 基本原理.....	43
第二节 准同步数字系列 PDH	57
第三节 同步数字系列 SDH	60
第四节 同步光缆数字线路系统和光接口	83
第五节 网同步	85
第三章 光纤通信	89
第一节 光纤和光缆	89
第二节 光纤通信系统	96
第三节 光纤通信新技术.....	115
第四章 数字程控交换	127
第一节 数字交换原理.....	127
第二节 数字交换机的硬件组成.....	140
第三节 数字交换机的软件系统.....	147
第四节 S—1240J 型交换机	166
第五节 信令方式与中继配合.....	176
第五章 数据通信	188
第一节 概 述.....	188
第二节 数据传输原理.....	192
第三节 数据交换.....	200
第四节 通信协议.....	204
第五节 数据通信网.....	213
第六节 局域网.....	220
第七节 因特网.....	227
第六章 移动通信	236
第一节 概 述.....	236
第二节 移动电话通信网.....	240

第三节	无线寻呼系统·····	270
第四节	集群移动通信系统·····	275
第五节	无线局域网·····	284
第七章	数字微波通信·····	291
第一节	概 述·····	291
第二节	微波传播及抗衰落技术·····	297
第三节	调制技术·····	308
第四节	数字微波中继系统设计及选线·····	311
第五节	数字微波通信设备介绍·····	316
第八章	卫星通信·····	328
第一节	概 述·····	328
第二节	通信卫星·····	333
第三节	地球站·····	339
第四节	多址方式·····	347
第五节	几种新型的卫星通信系统·····	355
第九章	列车无线调度通信系统·····	365
第一节	列车无线调度通信系统原理·····	365
第二节	列车无线调度通信系统的指标及测试·····	386
第十章	综合业务数字网·····	392
第一节	概 述·····	392
第二节	N-ISDN 结构和协议·····	409
第三节	B-ISDN 信息传递方式——ATM·····	421
第四节	B-ISDN 的发展·····	430
第十一章	接入网·····	433
第一节	概 述·····	433
第二节	铜线接入网·····	436
第三节	光纤接入网·····	445
第四节	HFC 接入网·····	449
第五节	无线接入网·····	452
第十二章	智能网·····	458
第一节	概 述·····	458
第二节	智能网业务·····	462
第三节	智能网概念模型·····	470
第四节	智能网中的新业务应用举例·····	473
第十三章	电信新业务简介·····	475
第一节	语音信息服务业务·····	475
第二节	非话信息服务业务·····	481
参考文献	·····	492

第一章 通信系统与现代通信网

第一节 概 述

一、通信系统的组成

通信是指信息的传递和交换。通信系统则是用电或光信号传递和交换信息的系统。通信系统的类型多种多样,按通信业务的不同有电话、电报、传真、数据通信系统,按信道中传输的信号形式可分为模拟通信系统和数字通信系统,等等。任何一个通信系统都可用一个统一的模型来概括,如图 1-1 所示。该模型中包括信源、变换器、信道、噪声源、反变换器和信宿六部分。

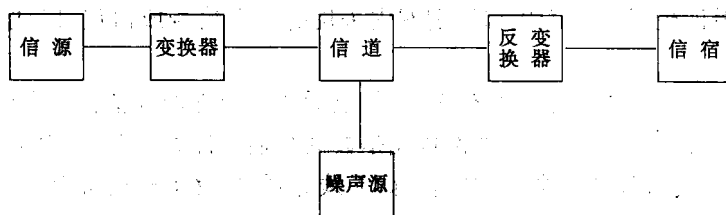


图 1-1 通信系统模型

信源是指发出信息的信息源。在人与人通信的情况下,信源就是指发出信息的人;在机器与机器通信的情况下,信源就是发出信息的机器。这里所指的信息包括语音、文字、图像或数据等。

变换器的功能是把信源产生的信息变换成适合于在信道上传输的信号。对于不同的信源,变换器的组成和变换功能也不相同。在电话通信系统中的变换器就是送话器,它将人发出的语音信号变换为电信号,再经过必要的变换和处理才能使之可靠有效地通过信通传输;在模拟电话通信中,变换器除了送话器外,还可能包括放大器、调制器、滤波器等;对于数字电话通信,则还应包括数字信号处理装置,如编码器等。

信道是信号传输媒体的总称。信道可分为有线信道和无线信道两大类。在有线信道中电磁信号(或光信号)被约束在信息传输线(如电缆、光缆)上传输;在无线信道中电磁信号在自由空间(大气层、对流层、电离层等)中传播。信号在不同的信道中传输时要经过不同的变换设备进行变换和处理。

反变换器的作用是将从信道上接收到的信号变换成信息接收者能够接收的信息。反变换器实现与变换器相反的功能、常用的反变换器包括受话器、解调器、解码器等。

信宿是信息传送的终点,即信息的接收者,它可以是人或机器。

噪声源是通信系统中各种干扰因素的集中等效反映。系统的噪声来自各个部分,从信源和信宿的周围环境,实现变换和反变换的电子设备,到信道受外部电磁场干扰,都会产生噪声。在

模型中我们把发送、传输和接收端各部分的干扰噪声集中地用一个噪声源来表示。

以上所述的基本通信系统只能实现两用户间的单向通信,要实现双向通信还需要有一个反向连接的相同的通信系统来完成相反方向的信息传递。要实现多用户间的通信则必须将多个通信系统有机地组成一个整体,即形成通信网,使它们能够协同工作。

二、现代通信网的构成要素

一个完整的现代通信网由硬件和软件两大部分组成。硬件是指构成通信网的设备,包括终端设备、传输设备和交换设备。要使各种硬件设备能够为用户提供优质的服务,还必需有一整套的规定、标准和协议。我们把这些规定、标准和协议称为通信网的软件。有了这些软件,才能使由硬件设备组成的物理网变成一个运转良好的动态体系。本节仅就现代通信网的硬件构成要素作简单介绍

(一) 终端设备

终端设备是用户直接用来与对方用户进行通信的设备。它是用户与通信网之间的接口设备,它包括通信系统模型中的信源、信宿之外,还包括变换器和反变换器的一部分。其主要作用是将待传送的信息与在信道上传送的信号进行互相转换。此外终端设备还应具备对信号进行处理使之能与信道匹配以及能产生和识别网内采用的信令信号或协议,以便实现相互联系和应答等功能。

终端设备的类型是和电信业务相对应的。如电话业务的终端设备就是电话机,传真业务的终端设备就是传真机,数据通信的终端设备就是数据终端或计算机等。随着通信技术的发展和新技术的开发开放,终端设备种类也在增多,如无线寻呼机、移动电话机等。在用户对通信业务的要求从单一的通信业务向多样化的通信业务变化过程中,终端设备也将朝着能适应多种业务需要即一机多用的方向发展。多媒体终端是将声音、数据和图像多种业务综合为一体的终端设备,是未来通信网中终端设备的发展方向。

(二) 传输设备

传输设备包括传输媒体和多路复用/分路、调制/解调、光/电、电/光等变换/反变换设备。由传输媒体和各种变换/反变换设备构成的信号传输通路通常也称为传输链路。传输链路是连接通信网络节点的媒介。

传输媒体的种类很多,有明线、电缆、光缆和自由空间等。当采用不同的变换/反变换设备时就可构成不同的传输系统,如频分复用 FDM 载波传输系统、时分复用脉码调制 PCM 传输系统、光纤传输系统、光同步数字传输系统 SDH、数字微波传输系统及卫星传输系统等。其中特别是光同步数字传输系统、数字微波传输系统及卫星传输系统等将是现代通信网中采用的主要传输方式(参见本章第四节)。

(三) 交换设备

交换设备是现代通信网的核心,它被置于通信网的各个节点处,其基本功能是完成接入交换节点的链路的汇集、转接和分配,根据用户的呼叫要求进行路由选择,实现通信连接等。对于不同的通信业务来说,交换设备的性能要求也各不相同,因而就要用不同类型的交换机,如电话通信中不允许对通话电流的传输产生明显的时延,因此电话交换机均采用直接接通通话电路的电路交换方式;对于主要用于计算机通信的数据业务来说,由于数据终端或计算机终端可有各种不同的速率,同时为了提高传输链路的利用率,可将流入交换节点的信息进行存储,然

后再转发到所需要的链路上去,这种方式称为存储转发交换方式。分组交换机就是专为数据通信设计的以存储转发方式进行交换的交换机。

随着通信技术的不断发展和对通信需求的日益增长,除语音、数据等通信外,图像等宽带信息的传输与交换要求也与日俱增。80年代后期人们研究了一种新的信息传递方式——ATM(异步传递模式),它是一种能够适用于语音、数据和图像等各种信息的信息传递技术。现在ATM技术已为各国关注,成了当今通信领域的热点,已被公认为是21世纪发展信息高速公路的核心技术。

三、通信网的基本结构

通信网的基本结构按照以传输链路将节点互相连接的形式来分主要有网形、星形、复合形、环形和总线形等五种,如图1-2所示。

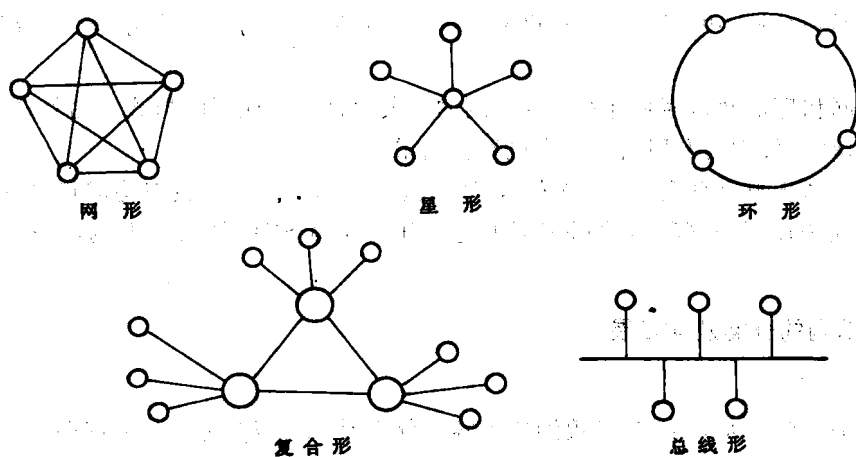


图 1-2 通信网的基本结构

(一) 网形网

在网内任何两个节点之间均有传输链路连接,如果有 N 个节点,则需要有 $N(N-1)/2$ 条传输链路。当节点数增加时,传输链路数量将迅速增大。这种网形结构的传输链路利用率不高,经济性较差。但因在任意两节点间均有链路,故不需转接,接续质量好,且当某链路发生故障时,该链路所连接的两个节点之间的通信可经过其它链路和节点迂回,故网络的稳定性较好。

(二) 星形网

星形网也称为汇接网,网内设一个汇接节点,该接点与其它节点之间均有链路直接连通。具有 N 个节点的星形网共需设置 $N-1$ 条传输链路。网中的汇接节点就是转接交换中心,其余 $N-1$ 个节点(分局)间的相互通信都要经过转接交换中心转接。很明显在星形网中所需的传输链路数要比网形网中所需数量少得多,因而比较经济,传输链路的利用率也较高。但是由于非汇接节点之间的通信都要经汇接中心局,因而汇接中心局交换设备的交换能力和可靠性会影响网内所有用户,且某一传输链路发生故障时也将影响与该故障链路相连接的分局的用户与其它局用户之间的通信,因此网的稳定性较差。

(三) 复合网

复合网就是把网形网和星形网综合起来所构成的通信网。组网时首先根据用户的地理分

布和经济技术比较确定若干个区域,每个区内设一个汇接局和若干个分局,各区内汇接局和分局间采用星形结构,各汇接局间采用网形结构。这种星形网和网形网复合方式可以使整个网络比较经济且稳定性较好。

(四) 总线形网

所有节点都连接在一个公共传输通道——总线上。这种形式的网所需的传输链路少,比较经济,但稳定性较差。

(五) 环形网

将总线形网的首尾相接就构成了环形网。与总线网相比,这种网的稳定性较高。

上述通信网的五种基本结构各有其优缺点,故其适用范围也各不相同。例如,网形网可用于等级制长途通信网的最高级 C_1 级间互连(见本章第二节),也可用于中、小城市本地网中各市话端局间互连;星形网可用于等级制长途通信网中上、下级互相连接,也可用于中、小城市中市话局间话务量较小的场合。就长途网或本地网整体来说通常是采用网形和星形混合的方式。

总线形网和环形网是随着计算机局域网的发展而被广泛应用的形式。另外总线形结构在某些专用通信网,如铁路专用通信网中也被普遍采用。

近年来光同步数字系列 SDH 技术迅速发展。由于 SDH 系统具有构成自愈环的能力(参见第二章),在长途通信网和本地通信网中也已开始采用 SDH 构成环形网,以提高网络的可用性和稳定性。

四、通信网的分类及其发展

(一) 分 类

通信网是一个庞大的系统,其蕴涵的内容十分广泛。通信网可划分成许多子网,从各个子网所呈现的特征来看,通信网可从以下几方面进行分类:

按使用范围分,有国际网、国内长途网、本地网、市内网、农村网等。但各网并不是孤立的而是按一定方式互连的。

按运营性质分,有公用网和专用网。公用网是面向全社会开放的通信网,为社会全体成员提供通信服务;专用通信网则是各专业部门根据各自的特殊用途而设置的通信网,如军用通信网、铁路通信网等均属专用通信网。通常专用网与公用网也是互相连接的。

按业务类别分,有电话网、电报网、数据网,传真网和综合业务数字网(ISDN)等。但这种划分并不是绝对的,因为在电话网中也可以进行数据和传真通信。另外,为每一种业务分设通信网的方式其经济性和网络的利用率是较低的,因而现在正朝着能在一个统一的网中传送语音、数据和图像等信息的综合业务数字网发展。

按传输信号形式分,有模拟网和数字网。传统的通信网一般来说均为模拟网,网中的终端设备、交换设备和传输设备均按传输模拟信号而设计的;由于数字信号具有抗干扰性强、易于加密等优点,随着电子技术的进步,通信网正在逐步从原来的模拟网向数字网转变。当传输设备和交换设备均采用数字形式时就构成了综合数字网(IDN)。当终端设备也采用数字形式时就可构成综合业务数字网(ISDN)。

按传输媒体类型分,有有线网和无线网。有线网中以电缆和光缆为传输媒体,是现代通信网的主体;无线网中以自由空间作为传输媒体,有微波和卫星通信,可作为有线网的延伸、补充

和备份。有线网和无线网的有机结合,可使整个通信网覆盖全国,乃至全球。

按交换方式分,有电路交换网和分组交换网等。电路交换网主要用来进行电话通信,也可用于传输数据,但设备的利用率较低,传输速率受到限制,传输质量不高;分组交换网则是用来进行数据通信的,它将要传输的数据信息先进行分组,然后进行传输和交换,它克服了用电路交换网传输数据的缺点。此外,用于传输数据的还有采用存储—转发技术的报文交换方式。最新发展的ATM交换技术是能够适应语音、数据和图像等各种信息的传递和交换的技术,是未来通信网的核心。

按网络组成范围划分,通信网又可分为接入网和传送网两大部分。接入网是指从用户终端连接交换节点的线路(有线或无线)及有关设备所构成的网络,(过去称为用户网或用户环路),其作用是将用户发出的信息送入传送网或反之;传送网是指交换节点(包括地区交换节点和长途交换节点)间用各种传输媒体,以各种拓扑形式连接构成的网络,其作用是将用户信息从源节点送到目的节点。

随着经济的发展,人们要求能随时随地地进行通信,以充分发挥信息的时效特征。移动通信是为满足现代信息社会及时传递信息的要求而发展起来的通信方式,它能使移动体与移动体(或固定点)间建立实时的通信。与固定通信网能提供电话、数据、传真、图像通信等业务一样,移动通信也能提供这些业务。目前移动通信按采用的技术来分,主要有蜂窝式移动通信系统、无线寻呼系统、无绳电话系统、集群调度系统、无中心选址系统和卫星移动通信系统等。采用各种移动通信设备可组成单独的移动通信网,但其覆盖的范围有限,移动通信网必须与固定通信网互连才能充分发挥其作用。

从计算机通信的角度来看,根据其通信的范围来划分有局域网(LAN)、广域网(WAN)、城域网(MAN)乃至现在广为流行的因特网及以其为基础的万维网(WWW)。

(二) 发展方向

在信息社会中,人们对通信的需求与日俱增,除语音、数据、传真通信之外,对图像等宽带信息的交换和传输也逐渐增多,如电视会议电话、影视节目点播(VOD)等。因此对通信网的传输容量、速率和带宽都提出了更高的要求。由传输、交换、终端等硬件设备和相应的体制标准等软件构成的电信网必须在数字化、综合化的基础上,逐步向宽带化、智能化和个人化方向发展。当前受到各国政府十分关注的“信息高速公路”是一个有吸引力的通俗的口号,其真正的内涵却包含了通信、计算机和信息处理各领域的最尖端技术。就通信方面而言,宽带化和智能化的光纤网络无疑就是信息高速公路的主干道。

在宽带化方面,除了采用前面提到的光同步数字系列 SDH 和异步传递模式 ATM 等先进技术之外,要能够向终端用户提供综合的宽带业务还必须要解决接入网的宽带化问题,否则接入网将成为实现宽带综合业务数字网的“瓶颈”。彻底解决接入网瓶颈问题的方法是采用光纤用户环路。在接入网光纤化方面已有光纤到办公室 FTTO、光纤到路边 FTTC 和光纤到家里 FTTN 等许多研究成果和应用。另一方面在利用现有的铜线资源开发宽带应用技术方面也取得了可喜的成果,高速数字用户环路 HDSL 和不对称数字用户环路 ADSL 技术可在普通电话线上向用户提供宽带业务。ADSL 技术在提高用户线速率;不必等到光纤铺设到家就能提前向用户提供宽带业务;充分利用现有铜线资源(延长其使用期)等方面具有十分重要的意义。

智能网(IN)是一个能快速、方便、灵活、经济、有效地生成和实现各种新业务的体系。它能随时提供满足各类用户需要的业务。这个体系的目标是要为所有的通信网服务,即它不仅可以

为现有的电话通信网(PSTN)服务,为分组交换数据网(PSPDN)服务,为窄带综合业务数字网(N-ISDN)服务,甚至可以为宽带综合业务数字网(B-ISDN)和个人通信网(PCN)提供服务。提出智能网的基本思路是改变传统的网络结构,在网络元件之间重新分配网络功能,把大部分功能集中到少数节点上,而不是分配在各交换局内。每种用户业务可以由若干个基本功能单元组成,每个功能单元完成不同的网络功能,与提供的业务没有固定的依附关系。不同业务的区别在于它们所包含的基本功能单元及内部参数的不同。当用户需要增加新业务或改变业务种类时,只要重新组配功能单元即可,而不需要改变交换机。智能网能够有效地使用网络资源,灵活地生成和提供新业务,是通信网的发展方向。

个人通信网是一个能向人们提供在任何时间、任何地点与任何人或机器进行各种业务通信的通信网。与一般移动通信的不同在于它除了能提供终端移动性服务外,还能提供个人移动性的服务。终端移动性是指用户携带终端在移动状态中能进行通信;个人移动性是指用户能在通信网覆盖范围内的任何地理位置上根据他的通信要求选择或配置任一移动的或固定的终端进行通信。个人通信的基本特点是利用个人通信号码在任何时间、任何地点与另一地点的任何人建立呼叫连接,它改变了把终端(线路)识别作为用户识别的传统方法,采用与网络无关的唯一的个人通信号码;提供个人通信的网络是由采用各种技术的多个网络综合而成的一个无缝隙的网络,不论用户在哪里都能被找到;用户可以在任何地方用有线或无线方式进入网络并获得所要求的服务。个人通信是在移动通信的基础上进一步发展的目标,它将移动通信技术和固定通信技术相结合并融入了计算机和数据库技术。

第二节 电话通信网的等级结构

一、我国现有电话网结构

一个国家的电信网一般都是由网形结构和星形结构组合而成的一种复合形网络。国家电信网要保证用户能在全国范围内,甚至与国外进行通信,就必须使网络既有秩序而又合理地为用户的呼叫进行接续,同时要保证通信质量符合一定的标准。因此,电信网络的组织要充分考虑经济、技术条件、地理位置、行政区域、话务流量等因素。一般采用的方法就是将全国划分为若干个区,在区内设汇接中心,并以汇接局为核心构成星形网络,再逐级延伸和扩展,从而构成等级制的网络结构。

我国电信网由公用电信网和专用电信网两大部分组成。公用电信网是为全社会提供服务的,专用电信网是军事、铁道、水利、电力、交通、广电、石油等部门供本部门内部业务使用的网络。

电话通信是使用最普遍最广泛的通信方式,电话通信网也是发展最早、覆盖范围最广的网络。无论是公用的电话网还是专用的电话网都可分为长途网和本地(或地区)网两部分。

(一) 公用电话网结构

我国的公用电话网分为长途电话网和本地电话网两部分,网络结构基本上是模拟通信网的框架结构。近年来虽然在原来模拟网的基础上增加了大量数字交换和传输设备形成了数字和模拟混合的网络,但网络的基本框架并未改变。

1. 长途电话网结构

我国的公用电话网从整体上讲(包括长途网和本地网),其网络结构是由五个等级的交换中心逐级互连构成的五级网络,如图 1-3 所示。由图 1-3 可见,除 C_0 为国际交换中心外,国内长途网设四级长途交换中心,分别为 $C_1 \sim C_4$, C_5 级为本地电话网的端局。

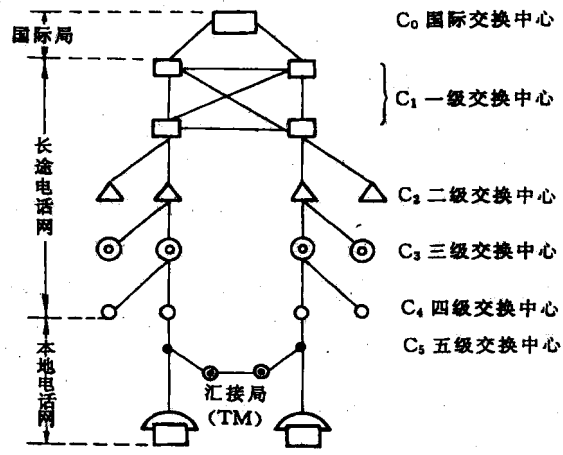


图 1-3 我国电话网结构示意图

C_1 为第一级长途交换中心,全国共设 8 个(图中仅画出 4 个)。 C_2 为第二级长途交换中心,全国共 31 个,设在各省省会城市。 C_3 为第三级长途交换中心,设在各省的地区城市。 C_4 为第四级长途交换中心,设在全国各县城。

在 8 个 C_1 级长途交换中心之间采用两两直接互连的网形结构; C_1 与 C_2 、 C_2 与 C_3 、 C_3 与 C_4 之间则采用由上向下幅射的星形连接方式,从而构成复合形的四级汇接制长途电话网。

2. 本地电话网结构

本地电话网是相对于全国长途电话网而言的局部地区电话网,它是在同一个长途编号区范围内由若干个端局和汇接局及用户环路所组成的网络。本地电话网的服务范围包括市内、该城市的郊区县城和农村的电话用户。其网络结构如图 1-4 所示。

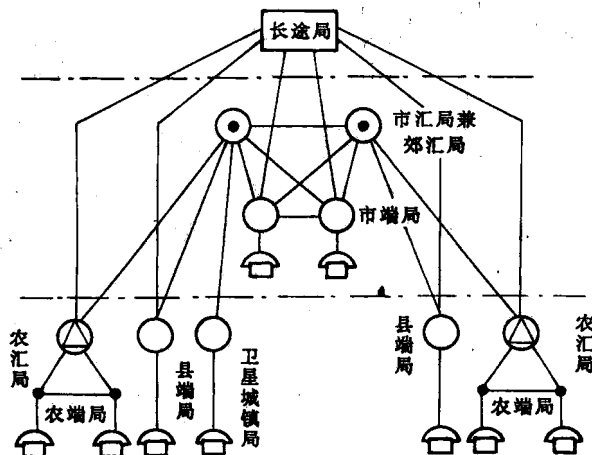


图 1-4 本地电话网网络结构示意图

由图 1-4 可见,本地网是一个汇接网,设有市话汇接局、郊县汇接局(市汇局和郊汇局可合设)、农汇局等。市话汇接局负责汇接市内各端局间的来去话务,郊县汇接局负责汇接各县至市内的来去话务及各县间的来去话务,农汇局设在县城(可与县端局合设)负责汇接本县各农端局间的话务。各市话端局、县端局均有长市(县)中继电路与长途局连接以实现长途通话接续。此外,在市端局间、县端局间、农端局间根据话务量的大小和经济技术比较,可设置直达电路,以减少汇接次数,提高接续速度和接续质量。

本地电话网的规模大小随城市及其管辖的郊县和农村范围的大小而不同,因而网内端局数和汇接局数也不一样,采用的汇接方式也不相同。对于一般中、小城市,其端局数较少的情况下,各端局间通常采用个个相连形成网形网络。对于大城市的本地网,由于其容量大、端局数多、网的服务区域大,局间中继线数和平均长度都要增加。如果仍采用网形结构,则整个网内中继线数量就会剧增,且中继线的利用率因每束中继线的平均线对数减少而降低。因此,大城市的本地网常采用分区汇接方式,可使总的中继线数减少,并将小线束合并成大线束,可提高中继线的利用率。

分区汇接方式是把整个城区划分成若干个汇接区,在每个汇接区内设一个汇接局,汇接局下设若干个端局(也叫分局)。分区汇接方式有来话汇接、去话汇接和来去话汇接三种。

(1) 来话汇接方式: 汇接区内各分局之间按个个相连成网状,外区来话经本区汇接局转接到各分局,各分局对外区的呼叫则不经本区汇接局而是直接到外区各汇接局再转接到该区各分局,如图 1-5(a)所示。由于汇接局只接受它区各分局的来话呼叫,因而称之为来话汇接方式。实际上通常汇接局可与该汇接区内某一分局合设,如图 1-5(b)中将汇接局“3”和“4”分别设在 301 和 401 分局中。在来话汇接方式中,区内各分局间有直达电路,各分局至它区汇接局也有直达电路,故这种方式适用于各分局间话务量较大的大容量本地电话网。

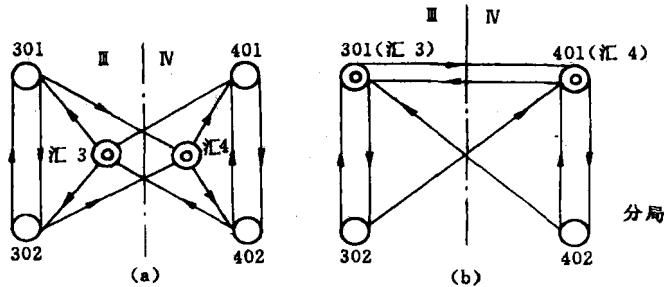


图 1-5 来话汇接方式示意图

(2) 去话汇接方式: 如果将本汇接区内的各分局间的呼叫和对其它汇接区内各分局的呼叫先在本区汇接局内集中,然后再转发到各被叫分局去,就成为去话汇接方式,如图 1-6 所示。由于这种方式中各分局间无直达中继,所以它适用于分局间话务量较小的本地电话网。

(3) 来去话汇接方式: 如果本区分局间的呼叫需经本区汇接局转接,本区分局对它区分局的呼叫需经双方各自的汇接局转接,就成了来去话汇接方式,如图 1-7 所示。在这种方式中,各分局间无直达电路,只有在各汇接局间设有直达电路。不同区分局用户间的通话需经过两个汇接局转接。

(二) 铁路电话网结构

为保证铁路运输和旅客列车安全、正点、高效,凡是铁路通达的地方都必须有通信作为支

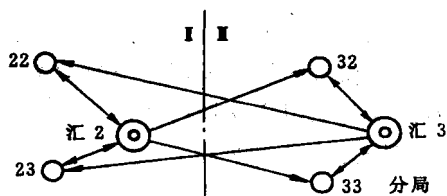


图 1-6 去话汇接方式示意图

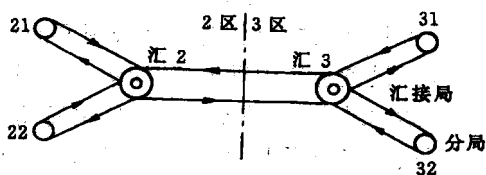


图 1-7 来去话汇接方式示意图

撑保证。铁路因其线长、点多、面广的特点，其通信网覆盖范围非常广，是一个有代表性的专用通信网。铁路电话通信网则是铁路通信网中最基本的网络。铁路电话通信网也可分为长途电话网和地区电话网两部分。

1. 铁路长途电话网结构

铁路长途电话网结构与公用长途电话网类似，采用四级汇接制，如图 1-8 所示。其中的 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 交换中心分别对应于铁路电话通信网中的局间枢纽、局枢纽、分枢纽和端站。

由图 1-8 可见，在各个 C_1 之间采用网形连接，在 C_1 与 C_2 、 C_2 与 C_3 、 C_3 与 C_4 各级之间采用自上而下的幅射式星形连接，从而构成四级汇接制复合形网络。其中 C_4 为长途电话网和地区电话网的衔接点，它既作为长途网中的端站，又作为地区网中的汇接所，故通常采用长市合一的交换设备。今后，在大的铁路站段，长途网的端站和地区网的汇接所将可能分设。

2. 铁路地区电话网结构

铁路地区电话网基本结构如图 1-9 所示。图中汇接所 C_4 起到连接长途网和地区网的作用。在地区网中基本上也采用星形连接方式，汇接所除汇接分所及下属支所的话务外，本身可连接用户线实现电话交换，故汇接所亦称中心电话所。与公用本地网相比，铁路地区电话网的结构是比较简单的。

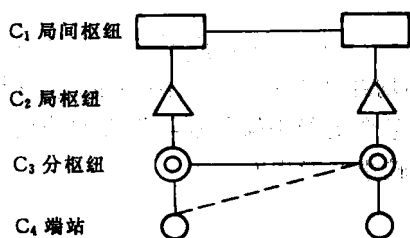


图 1-8 铁路长途电话网结构示意图

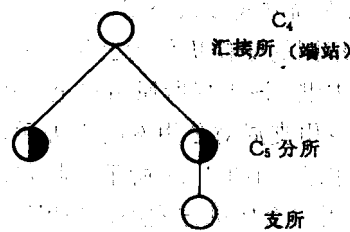


图 1-9 铁路地区电话网结构示意图

（三）专用网与公用网的连接

我国现在已有的全国性专用网，数量不少（约 30 多个），这些专用网在满足本行业内部专用通信要求之外，在向社会提供电信服务和加快我国电信事业的发展方面蕴藏着巨大的潜力。在改革开放和市场经济潮流的推动下，各专用网开始通过挖潜、改造和增容，在邮电部行业管理下与公用网互连互通，相互协调，共同发展，以壮大国家通信总体实力，适应国民经济的发展和人民生活水平提高的需要。

专用网和公用网实现全面的互连需要制定一系列政策、方案和统一技术标准。目前在本地网范围内已可实现互连，连接方式有汇接局方式、端（分）局方式、支局方式和用户交换机方式等。