

第一章 绪论

1.1 电话通信的历史与发展

1876年美国人贝尔发明了最早的电话机，首次把话音转换为变化的电流，并用导线传送到另一房间的电话机里再还原为话音，实现了电话通信。电话机的发明使人类获得了远距离通信的手段。而当人们希望能任意选择通信的对方时，电话的应用又向前迈进了一步——电话交换业务诞生了。

1878年第一台人工交换机在美国康涅狄格州纽好恩投入运营。它只由一组简单的转换开关组成，开关由话务员操作以把希望通话的双方连接起来。最早的磁石电话机中备有电池，当用户摇电话机摇柄时会送出呼叫信号，此信号提示话务员为其接通电话。1882年出现了共电式人工交换机和共电式电话机。共电式的特点是所有的电源（包括话机电源）都集中由交换机提供，用户摘放话筒可在交换台的指示灯上显示出来，话务员根据用户要求接通电话。然而随着用户数量的增加，人工交换方式接线速度慢、差错率高等弊病逐渐暴露出来，因此在人工交换机发展的同时，自动交换机和自动电话机的研制也在进行。

最早的自动电话交换机是在1892年11月3日投入使用的史端乔自动交换机，它标志着电话交换由人工时代发展到了机电式时代。1896年美国人爱立克森发明了旋转式电话拨号盘，将其装在共电式电话机上，用它控制史端乔步进选择器的弧刷作上升旋转动作，自动接通被叫用户，完成交换功能。这种拨号盘式话机几经修改，直至今日仍在使用。但是在步进制交换机的使用过程中，其噪声大、杂音大、维护工作量大、通话质量差、功能简单等缺点逐渐暴露出来，因而其它制式的自动交换机也陆续涌现出来，其中最具代表性且被广泛使用的就是纵横制交换机。

自动交换机的推广使用，使得单一的交换机不能满足为数众多的电话用户的通信需求，于是公共电话交换网（PSTN）应运而生。公共交换网开始只有本地网，然后本地网经长途电话交换机和中继线连成国内网，而国内网又通过国际长话线路与国际网连通。电话网由电话机（用户终端）、交换机（交换设备）和中继线（传输设备）组成。在本世纪60年代以前电话网中无论传输还是交换的均是模拟信号，故称为模拟电话网。此时的电话机为模拟话机，它把话音转换为相应的电流在电话网中传输；交换机无论是步进制还是纵横制均为模拟交换机；中继线由电缆载波或微波通信系统组成，传输多路模拟信号。与此同时，随着人们对各种通信业务需求的增加，公共交换网除提供电话业务外还提供电报、传真等非话业务。这些非话业务中的数字信号经调制解调器（MODEM）变换为相应的音频信号后在模拟电话网中传输，此时电话网又称为电信网。本世纪60年代，晶体管、集成电路相继发明并应用于电话交换中，使交换机由机电时代发展到了电子时代。

脉冲编码调制 (PCM) 技术的实用化, 首先在电信网的传输设备上实现了数字化, 并且在应用中 数字传输的一系列优点 如传输质量好、传输距离长、易于保密等 逐渐为人们所公认。然而由于此时的交换机仍是模拟交换机, 其构成的电信网是模数混合网。70 年代后 随着 PCM 技术的发展 语音、图像、数据等各种信息都能变成数字形式进行传输 这又促使交换技术向数字程控交换发展。数字程控交换机的实用化使数字的传输与交换相结合, 构成综合的数字通信网 (IDN)。在数字程控交换机中传输与交换均采用数字的时分复用方式进行, 使整个通信网的质量大为提高 且成本降低。随着通信手段的发展, 对各种通信的需求也不断增长。在数字化的通信网内不仅能传输语音信号, 而且能够传输其它各种业务信号 (如数据、电视和传真等)。这样 从 80 年代开始, 通信网就由 IDN 向窄带综合业务数字网 (N-ISDN) 过渡 并将从 N-ISDN 进一步向数字化、综合化、宽带化、智能化、个人化和标准化方向发展。

所谓数字化就是在通信网上全面使用数字技术, 包括数字传输、数字交换和数字终端等, 形成数字网 (DN)。综合化就是把来自各自信息源的业务综合在一个数字通信网中处理和传输 为用户提供综合性服务。宽带化即高速化, 指的是以每秒几百兆比特以上的高速率传输和交换从语音到数据直至图像的各种信息。智能化指的是在通信网中引进更多的智能部件, 形成所谓的智能网 (IN) 从而提高网络和业务应变能力。它可以对网络资源进行动态分配, 随时提供满足各类用户需求的业务。个人化也称个人通信 它把“服务到家”的通信方式变为“服务到人”, 使任何人随时随地可以同任何地方的另一人进行通信, 无论通信双方处于静止或是移动状态 都能利用分配给个人的号码 而不是分配给话机的号码 完成通信。标准化则是指随着通信网的演变不断制定或修订全国统一的网络标准以及有关国际标准的过程。

电话通信的历史与发展可用图 1-1 归纳如下:

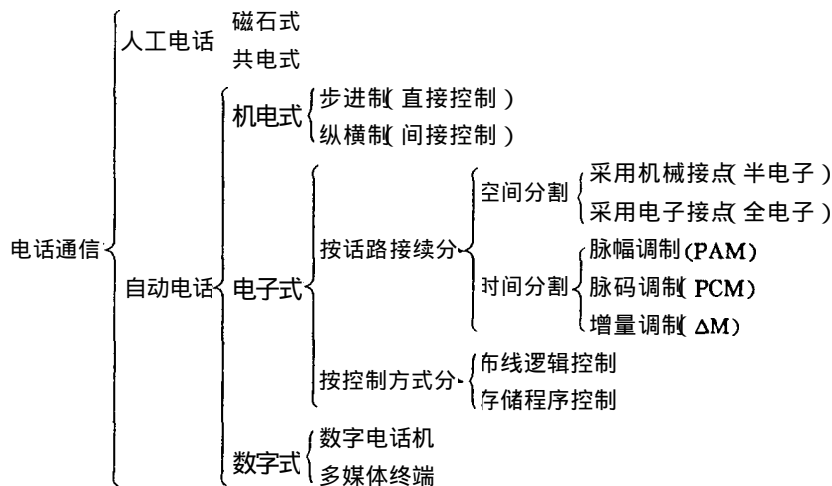


图 1-1 电话通信分类图

我国目前的电信水平还很低, 尚处于电话通信的普及期; 同时正在向高质量、大容量和多业务的 ISDN 过渡, 因此也处在电话通信的数字化时期。可喜的是, 1997 年 8 月随着最后一个县级城市程控交换机的开通, 我国已在县以上城市全部实现了程控化。至此 我国国家公用电信网电话交换机总容量已突破 1 亿门, 超过法国、日本而成为仅次于美国的世界第二大电信网。

作为电信业务的主要业务和各种非话业务发展的基础,电话业务仍是我国目前发展的重点.根据原邮电部的规划,2000年我国电话通信要达到的目标是:电话网总容量达到1.7亿门,电话机总数达到9700万部,全国电话普及率达到12.9%,城市电话普及率达到29%.在全国主要发达城市间初步具备开放ISDN业务的条件,使全国县级以上城市电话网基本实现数字化.

面对信息时代,通信网的理想要求称作“五个W”即保证任何人(whoever)随时(when-ever)随地(whenever)能同任何人(whoever)实现任何方式(whatever)的通信.电话通信正努力向着这一美好目标迈进.

1.2 电话机演变、现状及前景

电话机作为电话通信终端设备,自问世以来已有100多年的发展历史.其发展大致可分为四个时代:磁石话机时代、自动电话机时代、电子电话机时代和数字电话机时代.

随着科学技术的发展,尤其是最近十几年,话机有了脱胎换骨的变化.传统的炭精送话器、电磁受话器、振铃器、感应线圈和拨号盘都逐渐被新器件所取代.一般的自动话机已从拨号盘话机发展成为兼有脉冲拨号功能和双音多频(DTMF)拨号功能的按键话机,并开发了数字话机以及供多种通信业务使用的ISDN话机等多媒体终端.

在话机功能方面,已从单一功能话机发展成多功能多用途话机.由于微电子技术的发展,集成电路已广泛应用于话机中.首先由导电橡胶、按键和低功耗大规模集成电路构成的全电子按键号盘代替了机械拨号盘.其次,话机的送受话电路中采用了高增益高稳定性的集成放大电路,可以用灵敏度稍低但线性好的送、受话器,取代容易出故障且噪声大的炭精送话器和电磁受话器,从而提高了话机通话质量和减少了故障.1985年国外出现了只用单片集成电路的电话机.最近几年,又把微处理器、存储器芯片应用在电话机上,制造出能自动应答和记录语言的无旋转件的应答电话机.美国已推出了不用拨号盘,而是用话音实现“拨号”功能的电话机,可大大简化“拨号”操作.

目前,ISDN和计算机互联网(INTERNET)的应用日益普及,与之相适应的通信终端设备的研制与开发成功给传统话机的概念赋予了新的含义,随着通信网向综合化、智能化方向的发展,能够接收和发送语音、图像和数据等多种信息的多媒体话机已开始投放市场,预计将成为今后通信网、计算机网的主要终端设备之一.

习题

- 1-1 试述电话通信的发展过程及发展方向.
- 1-2 电话机的发展经历了哪几个时代?各有何特点?
- 1-3 电话交换机经历了哪几个时代?各有何特点?

第二章 电话通信基础知识

2.1 电话通信概念

在人类社会中，人与人之间的信息交换是将个体行为纳入群体行为的必不可少的手段。这种信息交换就是通信。而话音通信则是通信中最重要、最方便和最有效的手段。由于当面交谈这种原始的语言通信方式因空间和时间的制约而不能满足人类生活、生产与军事活动等对语言通信的需求，因而在长期科技实践中，人们千方百计地力图克服语言通信的空间与时间局限性。电话通信的发明与发展实现了语言通信的空间拓展，而留声机、录音机和留言电话的研制和应用则突破了语言通信的时间限制。

电话通信是借助于声电、电声转换和电信号的传输实现远距离语言通信的一种电信系统，其工作原理如图 2-1 所示。通常把声电变换装置称为送话器（话筒）把电声变换装置称为受话器（听筒）。电话机的作用是把发话人说话时的声压信号转换成电流信号（语音电流）输送到电话线路上，并把经由电话线路传送来的电流信号转换成声压信号（语言声波）使收话人听到发话人的声音。因此，不是直接传送语音信号而是传送语音信息（包括发话人所要表达的语义信息和发话人的个人特征信息），收话人收听到的只是发话人所发出的语音信号的具有一定保真度的复制品。由于任何一部电话机都同时设有话筒和听筒，因此既能送话又能受话，从而实现双向语音通信。

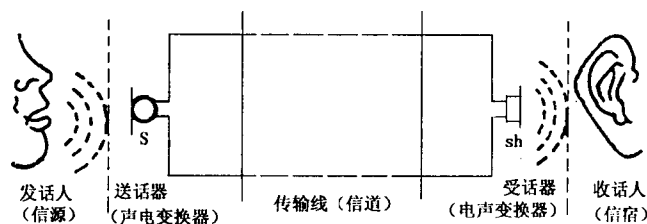


图 2-1 单向电话通信工作原理图

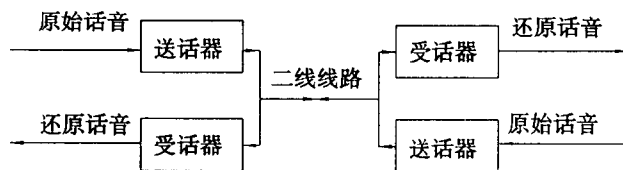


图 2-2 双向电话通信电路原理框图

由于各种原因，主要是考虑到电话线路传输设备的经济性，实际的电话通信系统总是采用一对导线的两线传输制来实现语音信号的双向传输，如图 2-2 所示。

遗憾的是这种双向通话方式存在侧音效应问题，即是说双方通话时本方发出的语音不仅通过送话器转换成电信号经由电话线路送往对方的受话器，还要通过本方的电话机送入本方的受话器使发话人通过电路传声听到自己的声音即侧音。侧音太大会使人耳疲劳影响收听对方的声音，所以现代电话设计总要采取改进措施消除侧音，如图 2-3 所示。混合电路的作用是进行 2/4 线制转换，把送话器来的电信号送往电话线路，把电话线路来的电信号送往受话器。由于混合电路上接有消侧音电路，从而可以有效地抑制侧音效应。

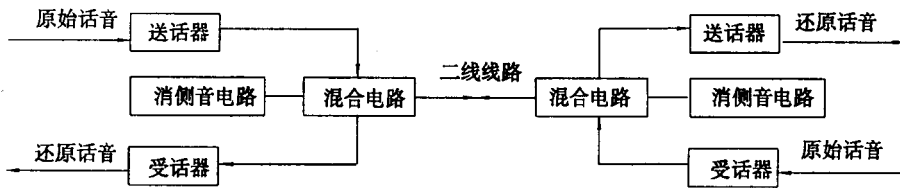


图 2-3 改进的双向电话通信电路原理框图

从上述的原理分析可知：作为电话通信的终端设备的电话机其基本的功能是完成转换功能即在发话时完成声/电转换功能而在受话时完成电/声转换功能。

2.2 电话机分类

电话机按接续方式可分为人工电话机和自动电话机两大类。前者包括磁石式电话机和共电式电话机两类，后者包括机械拨号电话机和电子拨号电话机两类。自动电话机按发号制式又分为直流脉冲电话机、双音多频电话机和脉冲/音频兼容电话机三种。

电话机从其发展的历史来分，可分为人工电话机、号盘自动电话机、电子自动电话机、数字话机和多媒体终端等。

2.2.1 人工电话机——第一代电话机

人工电话机一般指无拨号装置的电话机，它需要与人工交换机配合使用，其接线与拆线过程由话务员手工完成。按电源供给方式分为磁石式电话机和共电式电话机。

磁石电话机是一种比较古老的人工话机，它电路简单，通话效率低，侧音大。随着电话自动化的发展，它目前已被淘汰。

共电式电话机仍属人工电话机，它与磁石电话机的区别是没有机内电池和手摇发电机。通话用电源由交换机统一供给，随着电话自动化的发展，它也基本上被淘汰。

2.2.2 号盘自动电话机——第二代电话机

自动电话机能自动选择通话路径，沟通主被叫用户的电话通信系统终端。它的诞生得力于旋转式电话拨号盘和史端乔选择器，一般称旋转式电话机，各部件均采用机电元件。为了与史端乔交换机配合，1896 年美国的爱立克森发明了旋转式拨号盘，把它装在共电式电话机上，使这

种电话机线路中的直流电流产生断续，形成直流脉冲，以其脉冲个数控制选择器的动作步数，接到被叫用户的电话机线路上，完成交换功能。这种装有拨号盘的共电式电话机就是现在仍在使用的旋转式自动电话机。目前此类话机的数量在逐渐减少，即将被按键式话机替代。

2.2.3 电子自动电话机——第三代电话机

这一代电话机因拨号盘改为键盘，一般称为按键电话机。现在使用的电话机 70% 以上为按键电话机，正在生产的电话机 90% 以上为按键话机。其各部件采用了电子元件，现在多采用集成电路（IC）。

按键式电话机有很多种，但基本特征是：

(1) 发号部分由按键号盘、发号集成电路和其它电子元器件组成。

(2) 通话部分由高性能电/声、声/电转换器件作为受话器、送话器并配上集成放大器组成。

(3) 振铃部分由音调振铃集成电路、压电陶瓷振铃器或扬声器组成。据悉，国外已有采用将拨号、通话、振铃三种功能集于一体的 VLSI 制作的电话机，这样电话机体积大大减小，性能大大提高。

按键式电话机的优越性表现在以下几个方面：

(4) 发号参数由电子器件保证，非常稳定，而且按键方式比拨号盘方式简单；

(5) 通话失真度小，自动音量调节功能使长短距离通话时音量均柔和适中；

(6) 振铃声音悦耳，音量、音调可调；

(7) 可充分利用现代电子技术，增加许多附属功能，由此构成多种不同的多功能话机，如：

利用双音频信号快速发码——双音频话机

底座上装有话筒和扬声器——免提和扬声电话机

可以存储多个号码以缩位拨号——存储拨号电话机

自动应答并记录来话——录音电话机

此外，还有移动电话、可视电话、投币电话、磁卡电话和 IC 卡电话等。

2.2.4 数字话机和多媒体终端——第四代电话机

这种电话机输出的信号不再是模拟信号而是数字信号，数字话机可以作为 ISDN 的标准终端设备。多媒体终端则是目前正处于研制、开发和使用的初级阶段的一种综合化通信网的终端设备。它集语音、图像、数据、传真等多种终端设备的功能于一体，既能作为 ISDN 的终端设备，也能作为计算机网、数据通信网、传真网的终端设备。

2.3 电话机的命名

我国电话机的命名方法有两种，分别由原机械电子工业部和原邮电部规定。鉴于目前我国国家公用电话网由原邮电部主管，且电话机品种繁杂，重号太多，不易识别等状况，为了加强对进网电话机的管理，便于对各电话机进行质量跟踪、监督检查、清理核对等，我国由原邮电部于 1990 年制定了进网电话机管理暂行办法，其中规定电话机编号由四部分组成，其排列如图 2-4 所示。

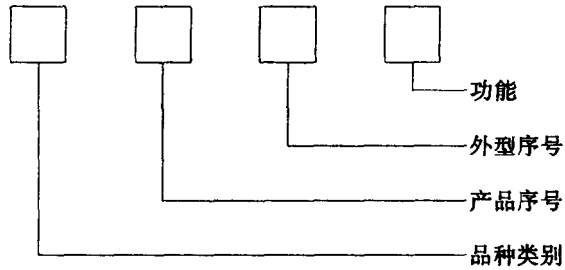


图 2-4 电话机编号结构

图中各部分符号代表的意义分别为：

(1) 品种类别 由两位汉语拼音字母组成 具体规定如下：

HC——磁石式电话机；HG——共电式电话机；HB——拨号盘式自动电话机；HA——按键式自动电话机；HL——录音电话机；HW——无绳电话机；HT——投币电话机；HK——磁卡电话机；HE——光卡电话机。

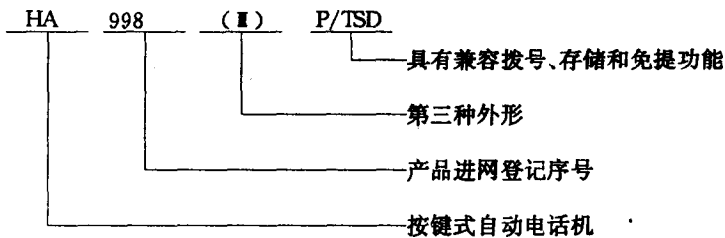
(2) 产品序号：原则上是按登记顺序排列，由两到三位阿拉伯数字组成，在不重号的原则上尽量照顾已获优质产品和量大面广、在用户中有深刻影响的原序号。

(3) 外型序号 用圆括号罗马数字表示。

(4) 功能 由英文字母拼成 规定如下：

P——脉冲发号；T——双音频发号；D——免提；S——有存储功能；P/T——脉冲/双音频发号兼容；L——带“0”字冠锁；I——有主、副机开关；R——增音；d——半免提。

例如：HA998 (Ⅲ)P/TSD 多功能电话机的编号解释如下：



2.4 电话通信网简介

2.4.1 电话通信网的引出

从原理上讲，只要有两部电话机和一对电话线就可以进行电话通信。但若有 n 个用户需要通话，则需要连接的电话线对数为：

$$C_n^2 = \frac{n!}{(n-2)! 2!} = \frac{n}{2} (n-1).$$

例如 $n=5$ 时（即 5 个用户间任意两个用户通话情况）就需要 10 对线 如图 2-5 所示。

若 $n=10\ 000$ 则需约 5×10^7 对线，显然这是一种非常浪费资源的方法。为此可在电话用户分布地区的中心地带设立一个交换局，将每个用户的话机都用一对线连接到交换局。图 2-6 为 5 个用户的连接情况。

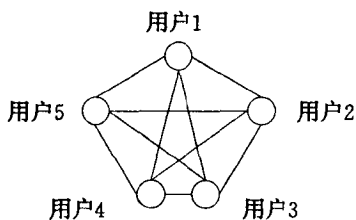


图2-5 多用户直接通话示意图

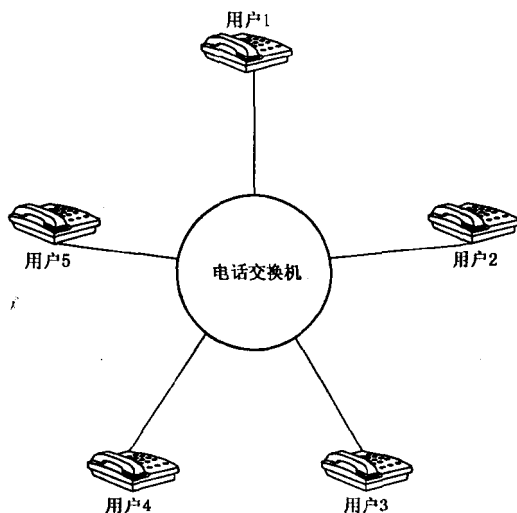


图 2-6 多用户电话交换示意图

当其中某两个用户需要通话时 就由电话局中专门的设备将它们之间的线路接通 构成通话路由. 通话完毕时 由电话局拆除以上连接 这样只用 n 对线就能实现 n 个用户之间的相互通话. 电话局中连接通话用户的设备就称为电话交换机, 这种能为任何一对电话用户提供通话路由的网络称为电话通信网.

2.4.2 电话通信网的组成

1. 电话通信网的一般结构

图 2-6 所示的是电话通信网的一种结构, 通信网的常见结构如图 2-7 所示. 表 2-1 归纳了各种结构的特点.

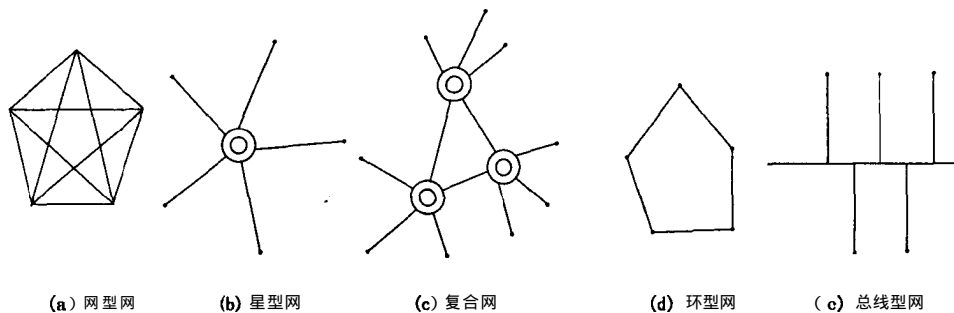


图 2-7 通信网的基本结构示意图

表 2-1 各种结构分类及其特点

结构类型	优点	缺点
星型网	局间中继线总数与长度较少,经济.	中心局的故障将会影响全部中继线.
网型网	任何两交换机之间的接续不需经过第三个交换机,接线迅速,控制方便.	所需中继线数量多,线路利用率低.投资维护费用大.适用于大话务量少交换机的情况.
复合型网	兼有上述两种网络的优点.	网络规划设计较复杂.
环型网和总线型网	计算机通信网中常用.传送信息速率高.	对各接点或网络终端接点的信息识别和处理能力要求高.

2. 我国电话网的分级结构

我国电话网分为 5 级 (C1~C5). 其中 C1~C4 为长途交换中心, C5 为本地网端局. 如图 2-8 所示.

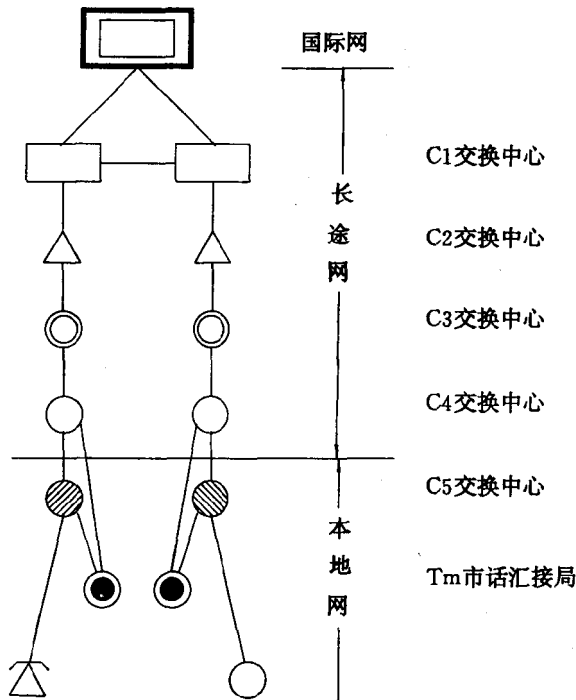


图 2-8 我国电话网的分级结构示意图

其中 C1 交换中心有 9 个 分别为六大区中心城市 华北—北京、华东—南京、中南—武汉、东北—沈阳、西北—西安、西南—成都 以及三个极大城市 上海、广州和重庆。

C2 交换中心为除 C1 中各城市以外的各省会城市。

C3 交换中心为地区中心或大本地网长途交换中心。

C4 交换中心为市长途交换局。

C5 交换中心为市话交换局。

目前在大城市中正对 C3 和 C4 进行合并 即建立 C3 大本域网，进而向无级动态网络发展。

3. 长途电话网

从安全可靠、经济合理的原则出发，原邮电部对我国长途电话网结构作如下基本要求：

①C1 局个个相连 且有直接路径 保证了各大区之间的直通。

C1 向本大区内所有 C2 局辐射，用低呼损直达电路群连接。

③C2 局向本省内所有 C3 局辐射，用低呼损直达电路群连接。

④C3 局向本地区内所有 C4 局辐射，用低呼损直达电路群连接。

这样一来，全国便形成了一个完整的四通八达的四级汇接式辐射网。

(1) 长途电话网的路由计划

路由分类

在我国的长途电话网中，长途路由主要有三种类型：

a. 基干路由：C1 间以及任意相邻两级间的低呼损电路群。它不允许溢出话务量到其它路由。

b. 低呼损直达路由：任意两级间的低呼损电路群。不允许溢出话务量到其它路由。

c. 高效直达路由：任意两级间的高效电路群。可溢出话务量到其它路由。

长途路由选择原则

在长途接续中，其路由选择应遵循以下原则：

先选直达路由 次选迂回路由 最后选最终路由。

选择不同的迂回路由的原则是：

a. 所选的任何一个转接长话局都应在发端长话局和终端长话局所构成的基干路由上。

b. 先在受话汇接的一边‘自上而下’地选择 然后在发话汇接的一边‘自下而上’地选择。

c. 最终路由是从发话局到受话局所经电路为不能溢出话务量的路由。

长途路由选择示例

图 2-9 为按上述原则进行的路由选择顺序示例。设交换中心 A 和交换中心 B 有高效直达路由 L1。A 局用户要呼叫 B 局用户时，应先选高效直达路由 L1 若 L1 全忙时，按上述原则顺序应选 L2, L3, L4, L5, L6, L7。

(2) 长途电话的接续制度和接续方式

由于我国各地区的经济发展不平衡，通信事业的发展速度也各不相同，各地的通信设备不完全一致。为保证长途通信的质量，提高各种现有设备和电路的利用率，长途电话交换接续主要采用了表 2-2 所示的 3 种不同的接续制度。

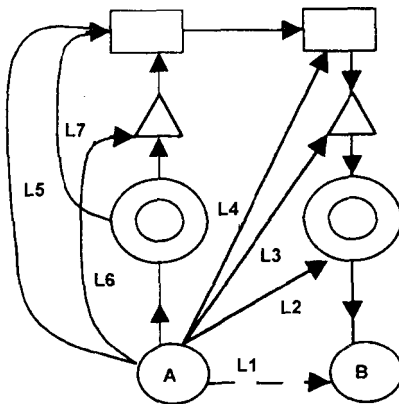


图 2-9 长途路由选择顺序示例

表 2-2 长途电话的接续制度和接续方式

制度(3种)	方式(3种)
挂号制(迟接制)(113)	人工接续方式
立即制(接不通,转为挂号制)	长途半自动接续方式
迅接制(接不通送忙音)	长途全自动接续方式

4 本地电话网

(1) 本地网定义

本地网的定义是指同一长途编号区范围内的网络，由端局（或端局和汇接局），局间中继，长话中继，用户线和话机等组成

(2) 本地网特征

本地网不含长途交换中心，但该中心是在其地域内。

本地网的电话接续具有封闭性，即本地网内电话不允许从长途中心局的长途口出去再迂回本地网。特例 边界局允许有直达线路 但属长途。

本地网号码采用等位制，即同一本地网的号码位数相同。一般本地网号码位数与容量的关系如下表 2-3 所示。

表 2-3 本地网号码位数与容量的关系

号长	容量
5 位(PABCD)	<5 万门
6 位(PQABCD)	5~50 万门
7 位(PQRABCD)	50~500 万门
8 位(PQRSABCD)	>500 万门

(3) 本地网类型

我国目前的本地网主要有以下几种类型：

京、津、沪、穗、渝等特大城市构成的本地网

此类本地网的范围可将原来的市内电话网扩大至整个郊区、郊县的县城及其所属农村。但其最大服务范围（指用户到用户之间的距离）一般不超过 300 km 且 40 年规划期末的用户容量小于 5 000 万号。

大城市本地网

此类本地网可将原来的市内电话扩大至郊区、相邻县及其所属农村，但必须同时具备以下四个条件：

- 省会和城市总人口在 100 万以上的大城市（100 万是指原有城市总人口）
- 40 年规划期末的电话容量一般不超过 500 万号，本地网的号码位长一般为 7 位。
- 本地网的最大服务范围一般不超过 300 km。
- 大城市所辖的县中，需具备能进入该城市本地网的条件。

中等城市本地网

这类本地网可将原来市内电话网扩大至郊区、相邻县及其所属农村，但必须同时具备以下四个条件：

- 城市总人口在 30~100 万（指原有城市总人口）
- 40 年规划期末的电话容量一般小于 50 万号，同时本地网的号码位长一般为 6 位 如超过 50 万号时号码长度采用 7 位。
- 本地网的最大服务范围一般不超过 300 km。
- 所辖的县中，需具备能进入该城市本地网的条件。

小城市本地网（30 万人以下）

这类本地网是指人口在 30 万以下的城市（但又不是县城的小城市）将所管辖的地区组成

的本地网,这类城市一般都是新兴城市(如新经济开发区等)。

⑤县本地电话网

对于不具备条件,未能进入特大城市、大城市、中等城市本地网的县,可以县城及其农村范围组成一个本地网,这类本地网是最基本的也是最小的本地网。

(4)本地网结构

本地网有三种基本结构:

一级结构,只有端局;

二级,即端局和汇接局结构;

扩展二级结构,用于极大城市。

(5)本地电话网的组成方式

本地网的组成方式也称制式,主要有三种组成方式:单局制、多局制和汇接制。

单局制特点:由端局和其他通信设备构成,四位制编号,无局号,容量小于8000门,如图2-10示。

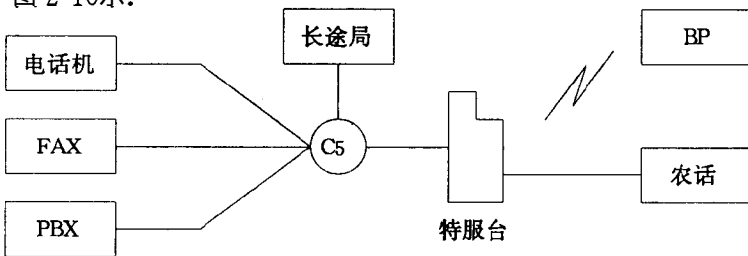


图 2-10 单局制本地网框图

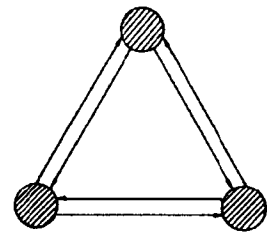


图 2-11 多局制本地网示意图

多局制特点:各局均有直达中继路由相连,网状网结构,容量在8000~80000门,如图2-11示。

汇接制特点:当市话容量超过8万门时采用,将市话网分成若干个联合区(汇接区)每个汇接区设若干分局,可有2~4位局号,在汇接制市话网内,汇接中继线一般有三种不同的连接方式:来话汇接、去话汇接和来去话汇接,此三种不同的汇接方式依次如图2-12的(A)、(B)、(C)所示。

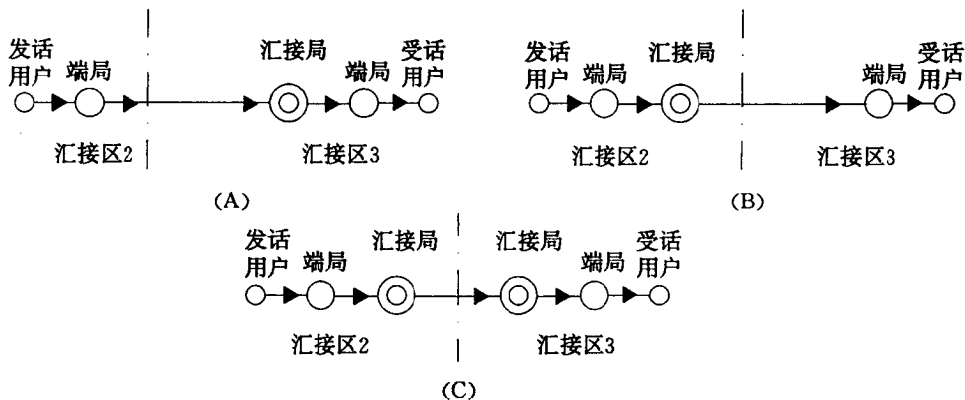


图 2-12 三种不同的汇接方式

(6) 本地网的延伸设备

本地网的延伸设备主要有：远端模块，支局，用户集线器，用户交换机等。

采用延伸设备的目的是为了提高用户线利用率，减小用户线投资。

其中用户小交换机入市话网的方式有三种：半自动入网方式（ $DOD_2 + BID$ ）全自动入网方式（ $DOD_1 + DID$ ）和混合入网方式（ $DOD_2 + DID$ 或 $DOD_1 + BID + DID$ ）。

(7) 本地网的计费方式

按次计费

按用户的通话次数计费 最简单的方法就是在每条用户线上装一只表（通话计数器）每当被叫用户应答一次就运转一次，计数结果就作为计次收费的依据。

复式计费

其方法是把通话的资费看成是与通话的持续时间成比例，即可按累计次方法计费。本地网交换机的计时电路就装在监视设备里，它由公用脉冲发生器发出的脉冲来操作，在通话过程中每隔一定的间隔就在主叫用户计费表中记录一次（一般是3分钟）这样通话的次数与每次通话时间的长短均统一由总的累计次数来衡量。为均衡话务量，收费率通常是随时刻而变的。此外，由于本地网中各电话局距离不一，费率也有所不同。我国要求本地网中交换机至少能提供5种不同费率，它根据被叫局号判别。

5. 国际电话

我国的国际局设在北京（处理华北、东北和西北的国际话务）和上海（处理华东、中南和西南的国际话务）

我国的边境局设在广州和南宁，负责疏通港澳地区的话务。

2.4.3 公用电话交换网的编号制度

电话号码是用户电话机的代号，采用多位阿拉伯数字代表。一方面为了拨号方便要求电话号码短而有规律；另一方面，为了适应电话机的迅速增加，每一电话机都有一个不同的号码，这又要求电话号码不能太短以保证大容量。而且为了用户号码的稳定，也要求电话号码不要因外界条件而作较大变动。从网络的角度来看，编号代表网络的组织系统和容量。如考虑不周不仅会给网路发展带来较大困难，而且也会引起社会和用户的不满。所以我国原邮电部作了如下的号码计划：

1. 电话网中号码组成

(1) 用户号码组成

本地网电话号码：局号（1~4位）+用户号（4位）。

国内长途电话号码（含字冠在内总位数不超过11位）：

长途字冠“0”+长途区号（2~4位）+本地网号码（5~8位）。

长途区号分配原则 大城市位数少 县及小城市位数多。

国际长途自动电话号码（含字冠在内总位数不超过14位）：

国际长途字冠+国家号码+长途区号+本地网号码。

“00” (1~3位) (2~4位) (5~8位)

(2) 特种业务号码

特点 均为三位等位制编号且第一位定为“1”。

例如：114, 119, 110, 120, 122, 130~139 等等。

2. 长途区号分配

长途区号采用不等位制，可为 2~4 位。

(1) 二位区号“10”，2X(X=1~9, X≠6) 用于直辖市和极大城市。

(2) 三位区号“3X₁X~9X₁X”(X=0~9, X₁ 为奇数)。

(3) 四位区号“3X₂XX~9X₂XX”(X=0~9, X₂ 为偶数)。

2.5 电话通信基本术语和用户常用信号音

2.5.1 电话通信基本术语

1. 接续与拆线

电话交换机中为要通话用户进行连接的过程称为接续或“接线”。通话完毕拆断上述连接的过程称为拆线。

2. 主叫(用户)与被叫(用户)发起呼叫的用户称为主叫(用户)被呼叫的用户称为被叫(用户)。

3. 摘机与挂机 电话听筒从话机上被拿起的过程 实质是话机叉簧状态改变的过程 称为摘机。通话完毕，用户将听筒放回话机上适当位置的过程(指必须使叉簧状态发生变化即被压下的过程称为挂机)。

4. 拨号：主叫拨被叫号码的过程。

5. 应答 被叫摘机以响应主叫的呼叫。

6. 信令(号)与信令(号)方式 信令(号)是电话通信过程中为建立主叫和被叫用户间的接通路由而在电话通信系统的各部分之间(包括交换机与话机之间，交换机与交换机之间)传送的一系列联络和控制信息。它被称为电话交换系统的“通信语言”。这种“通信语言”系统我们称为信令(号)系统或信令(号)方式。

7. 用户线与中继线：用户线是用户话机与交换机之间的连接线路。中继线则是各交换机之间的连接线路。

8. 清晰度与电话机工作频带 清晰度是一个主观量 它指对于通话双方发出的声音 收听的一方可以听懂的正确百分数

语音的频率范围为 80 Hz~8 000 Hz。在话音频带内 高频有利于提高清晰度。经试验发现 对清晰度有重大影响的频段是 500 Hz~2 000 Hz 但 500 Hz 以下频率的声音对话音音量的大小影响大。为兼顾音量和清晰度的要求以及电路实现的方便，国际上统一规定电话的话音频带为 300 Hz~3 400 Hz。随着通信技术的发展 目前已有最高频率达 7 000 Hz 的宽带电话问世。

9. 侧音与消侧音：一般把电话通话时讲话人听到的自己的讲话声叫侧音。电话机中减小侧音的方法叫做消侧音或侧音衰减。起消侧音作用的电路叫消侧音电路或消侧音网络。

10. 振鸣：某些电话机当拿起手柄接通话机电路后会自己产生啸叫声，严重时会使啸叫不止 这种现象叫振鸣。振鸣是由受话器到送话器的声回授引起的。

2.5.2 用户常用信号音

1. 拨号音 : 450 ± 25 Hz 连续信号 电平为 -10 ± 3 dBm.

它是主叫用户摘机后听到的由交换机送出的监视音,主叫用户在听到拨号音后拨号方为有效.

2. 忙音 : 450 ± 25 Hz 0.7 s 断续信号 (0.35 s 送,0.35 s 断) 电平为 -10 ± 3 dBm.

它是用户线上拆线的通知音信号,较常见的送忙音情况有:

- (1) 主叫用户所呼叫的被叫用户正在通话或被叫的话机存在未挂好、话机坏等故障;
- (2) 交换机未找到空闲的局内公用设备(如收号器等)或中继线忙;
- (3) 双方通话完毕任一方挂机,另一方听忙音;
- (4) 被叫在主叫接通后久不应答(一般以 20 s 为限)则交换机向主叫送忙音.

3. 回铃音 : 450 ± 25 Hz 5 s 断续信号 (1 s 送,4 s 断) 电平为 -10 ± 3 dBm.

它是交换机接通被叫后发给主叫用户的通知音.

4. 振铃信号 : 25 ± 3 Hz 正弦波,5 s 断续信号 (1 s 送,4 s 断),输出电压有效值为 90 ± 15 V.它是交换机接通被叫后送给被叫的通知音.

此外还有长途通知音、空号音、排队等待音、证实音、催挂音等,详细说明见 GB3380-82.

2.6 模拟通信与数字通信

2.6.1 概述

在电话通信中有两种不同的通信方式,即模拟通信和数字通信.在前一种通信方式中需要传送的信号为模拟信号(即幅度随时间连续变化的信号),而在后一种通信方式中传送的信号为数字信号(即在幅度和时间上都是离散的信号).

利用模拟信号来传递信息的通信方式称为模拟通信,实现模拟通信的系统称为模拟通信系统.

在模拟通信系统中,传送的信号是模拟信息变化的波形,它要求接收机能够高度保真地重现发端信号.所以在模拟通信系统中衡量系统质量的主要指标是信噪比,在接收端对信号的检测就是对信号连续波形的参数估计,对模拟信号的检测理论就是信号参量的估值理论.相应地,采用数字信号来传递信息的通信方式称作数字通信,实现数字通信的系统称为数字通信系统.

在数字通信系统中,传送的信号是取有限个状态的离散脉冲,接收机的主要任务是在干扰存在的情况下,正确判决接受信号属哪一种离散状态.只要传输波形的失真尚不足以引起错误判决,就不会影响通信的质量.所以衡量数字通信系统的主要指标是误码率.研究数字通信系统检测的主要理论是统计判决理论.

2.6.2 通信中的多路复用技术

无论是模拟通信还是数字通信,通常在其相应的通信网中,用于传输介质的成本约占 65%左右而用于设备的部分只占 35%左右.可见,如何提高线路利用率是通信网中的重要课

题之一。一般有两种常见的多路复用技术，即频分多路复用（FDM）和时分多路复用（TDM）两种。

在 FDM 中，把传输频带分割成若干部分，每个部分均可作为一个独立的传输信道使用。采用频率分割技术时，一对中继线上可以同时有若干对用户进行通话，每对用户所占用的仅仅是其中的一个频段。而时分制 TDM 是把一个传输通道或信道按时间分割以传送若干路电话的通信方式，所有的终端设备均接到一条公共的通道上，按一定的顺序轮流地给各个设备分配一段使用通道时间。当轮到某个设备时这个设备与通道接通执行操作。与此同时其他设备与通道的联系均被切断。待指定的时间间隔结束，则通过时分多路转换开关把通道连接到下一个要连接的设备上去。有关 FDM 和 TDM 的信道划分原理如图 2-13 所示。

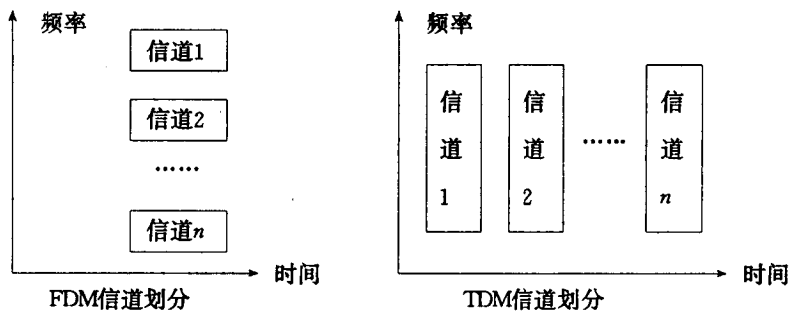


图 2-13 FDM和 TDM 的信道划分原理框图

频分多路复用是模拟通信传输的主要手段。时分多路复用是数字通信的主要方法，其中脉冲编码调制（PCM）又是数字电话多路通信的基本方式，PCM 的原理框图如图 2-14 所示。

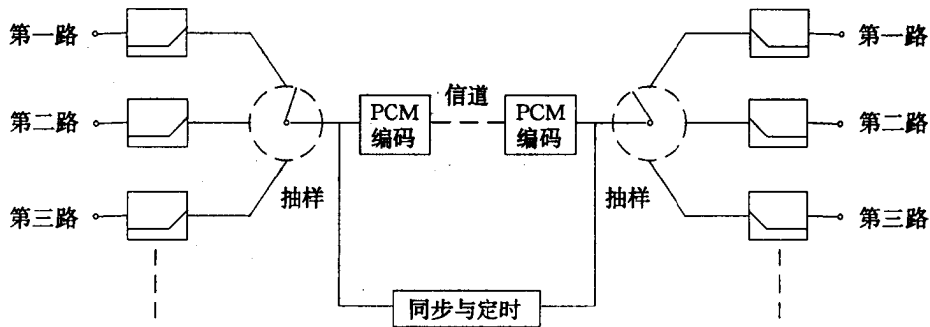


图 2-14 PCM 原理框图

在 PCM 通信中必须解决抽样频率、定时同步和传输信道等主要问题

近年来，数字通信无论在理论上还是在技术上都有了突飞猛进的发展。这除了计算机应用和大规模集成电路（LSI）高速发展的推进外，还与其本身所具有的一系列模拟通信所无法比拟的特点分不开。其中最突出的优点是抗干扰能力强，易实现高质量的远距离通信，便于加密和易于集成化和智能化等。

2.6.3 数字通信系统的构成和各部分功能

实现数字通信的系统形式各种各样，但从系统的功能和部件来看，所有的点对点数字通信

系统都可以抽象成如图 2-15 所示的数学模型。

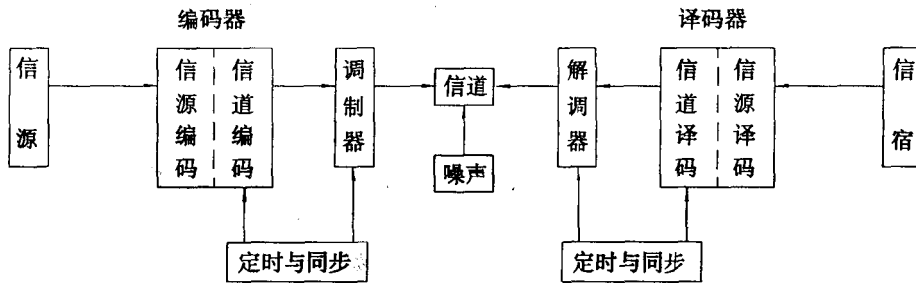


图 2-15 数字通信数学模型框图

由图 2-15 可见，一个数字通信系统主要由八部分组成：信源、编码器、调制器、信道、解调器、译码器、信宿和定时与同步系统。各部分的主要功能如下：

1. 信源和信宿

信源和信宿分别为信息的产生和接受者，通常可以是人或机器终端，它们产生或接受的信号可以是数字的，也可以是模拟的。

2. 编码器和译码器

编码器的功能主要是将原始信息转换成适当的数字序列（通常是二进制序列）；译码器的功能与编码器相反，将数字序列还原为消息。

编码器一般包括两部分：信源编码器和信道编码器。信源编码器主要是将输入信号数字化并进行某种变换以提高传输的有效性；信道编码器则主要是围绕信道特性对信号进行适当的变换，以提高传输的可靠性。因此信道编码有时也称为抗干扰编码。信源译码和信道译码为相应编码对应的逆变换，是为恢复原始消息而设置的。

3. 调制器和解调器

一般而言，编码器输出的信号不适宜直接送入信道进行传输，通常要进行某种变换，调制器即用来完成这一变换任务。调制主要有两类：一类仅作信号频谱变换，然后就直接传送，这种传输称为基带信号传输；另一类除了作频谱变换外，还要进行频谱搬移，以达到信道复用等目的，提高传输效率。

解调是调制的逆过程。

4. 信道和噪声

信道是传输信号的通路。由于构成信道的物理媒介不同，信道可以有有线信道（如电缆、光缆等）、无线信道（如短波、微波等）、卫星信道等。有时也把线路两端的某些设备包括进信道，称为广义信道（如调制信道、编码信道等）。

信号在信道中传输，不可避免地要受到噪声的干扰。噪声多种多样，但主要的噪声可以抽象成随机噪声（如热噪声、起伏噪声等）和脉冲噪声（如冲击噪声）或模拟成乘性噪声和加性噪声。不同的噪声对系统的主要影响是不同的。

5. 定时与同步系统

任何一个实际的通信系统要正常工作，都必须有一个稳定的定时同步系统。定时系统产生一系列定时信号，使系统有序地工作；同步系统确保收发端机之间具有一定的、相对不变的时间关系。