

# 第 1 章 绪 论

## 1.1 电话交换机的基本概念及分类

在当今的信息社会中，信息的传输和交换（即通信）具有越来越重要的地位，它已成为我们日常工作和生活中不可缺少的一部分。在众多的通信方式中，电话通信具有传递信息快速、准确、实时性强并且使用方便等特点，因此电话通信已成为现代社会中最重要和应用最广泛的通信方式。尤其是移动电话的发展以及英特网的出现，使人们的信息交流更加方便快捷，因而，电话的普及率往往在很大程度上可以反映一个国家的科技和经济发展水平。

### 1.1.1 电话交换机的概念

那么，电话通信如何实现呢？显然，要实现两个用户间的通话很简单，只需解决以下两个问题：

- (1) 语音信号的发送和接收。
- (2) 语音信号的传输。

如图 1.1 所示，用一根电话线把两部电话机连接起来即可实现。



图 1.1 两用户通话示意图

但是，当有众多的电话用户时，要想实现任意两个用户通话，还采用这种简单的直接连通方式就会有问题，只解决上述两个问题就不够了。如图 1.2 所示，按照这种方式，假设有  $N$  个用户需要两两通话，即每两个用户之间有一对连线，则  $N$  个用户将共需  $N(N-1)/2$  根线，才能满足任意两个用户之间通话的要求。当  $N$  增加时，传输线数目将急剧增加，如  $N=1000$  时，约需 50 万根线路。因此，这将使得线路投资太高，而每条线路由于专用于连接某对用户，又使其利用率极低，显然这种方式是没有实用价值的，也是难以实现的。

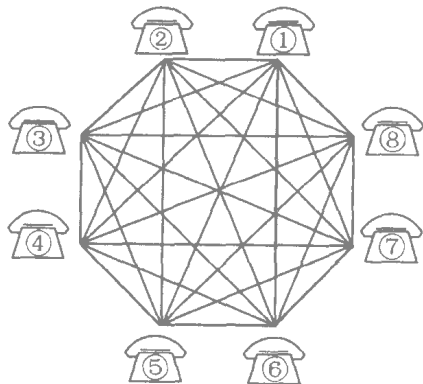


图 1.2 多用户直接通话示意图

于是，要实现任意两个用户之间的通话，还必须解决下面的第三个问题。

(3) 语音信号的交换问题。切实可行的解决办法如图 1.3 所示。在用户分布区域的中心位置处，设置一个共同使用的公共设备，每个用户话机用一根电话线连接到该公用设备上。当任意两个用户要求通话时，由该公用设备将两部话机连通起来，通话结束后再将线路拆除，以备其他用户使用。我们称这个公用设备为电话交换机。由此可见，交换机在通信网中起着关键的枢纽作用，是通信网中不可缺少的重要组成部分。



图 1.3 多用户电话交换通话示意图

### 1.1.2 电话交换机的基本功能

电话交换机要完成电话交换的任务，必须具备以下基本功能：

- (1) 交换机必须能在众多的用户中及时发现哪一个用户有呼叫请求；
- (2) 交换机必须能记录被叫用户话机号码；
- (3) 能找到被叫用户并判别被叫用户当前的忙闲状态；
- (4) 若被叫用户空闲 应能选择一条空闲的线路将主、被叫用户话机连通 并呼出被叫 使双方进入通话状态；
- (5) 通话结束后能及时进行拆线和释放处理；
- (6) 不同交换机之间的用户应能自由通话；
- (7) 在同一时间内交换机要能允许若干对用户同时进行通话且互相不受干扰。

### 1.1.3 电话交换机的分类及特点

电话交换机的种类很多，从不同的角度可以有不同的划分，目前通常可以分为以下几类。

#### 1. 按服务范围不同划分

- (1) 局用交换机 用于公众电话通信网中的交换机 包括市话交换机、汇接交换机、国内长途交换机、国际长途交换机等。
- (2) 用户交换机 主要用于机关、企业、学校以及行业等社会集团内部的通信。

#### 2. 按控制方式不同划分

- (1) 布线逻辑控制交换机：通过布线方法实现交换机的逻辑控制功能。这种交换机的控制电路组成后便不好更改，再想增加新功能或扩充容量都不易实现，灵活性很差。这是一种硬件控制方式。
- (2) 存储程序控制交换机：这是一种用计算机控制的电话交换机，我们将交换机的数据以及交换机的控制、维护与管理功能预先编成程序，存储到计算机的存储器内。当交换机工作时，根据要求执行相应的程序，从而完成各种交换功能。这种交换机就称为存储程序控制交换机 简称程控交换机。由于采用程序控制方式 要想改变功能 增加新业务 只需修改程序并不改动硬件 因而灵活性好 适应性强。这是一种软件控制方式。

#### 3. 按话路设备构成方式不同划分

- (1) 空间分割方式（空分）交换机：所谓空分交换机，是指每个用户话机在交换机接线场上占有一个固定的空间位置。当两个用户要求通话时，交换机提供一条实线通路将他们连通起来，这条通路只能为这一对用户服务，不能同时为其他用户使用。

步进制、纵横制以及半电子式交换机的话路系统都采用空间分割方式构成。接线场上的空分接点一般采用电磁器件的金属接点，也可以采用电子开关接点。空间分割方式的话路系统示意图如图 1.4 所示。

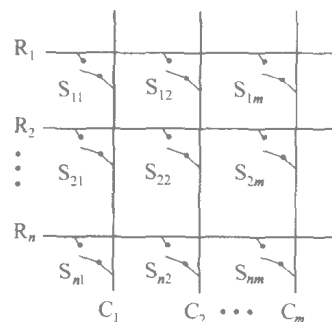


图 1.4 空间分割方式示意图

(2) 时间分割方式(时分)交换机:所谓时分交换机,是指若干对用户分时使用一条实线通路进行通话,即分时占用同一条通路(时分复用总线)。如图 1.5 所示 如果将脉冲  $K_1$  加到开关  $S_1, S_1'$  上 将脉冲  $K_2$  加到开关  $S_2, S_2'$  上 而同时将脉冲  $K_n$  加到开关  $S_n, S_n'$  上 这样就会产生  $N$  对用户(  $1^\#$  与  $1'^\#$ 、 $2^\#$  与  $2'^\#$ 、 $\dots$ 、 $n^\#$  与  $n'^\#$  等) 轮流占用同一条通路的效果。每对用户 在通话过程中并不始终占用通路, 而仅在脉冲到来的时间内占用通路, 脉冲一过就将通路分配给另一对用户使用。

可见, 时间分割方式通过分时使用可以使一条话路起到若干条话路的作用。用户在通话过程中的语音信号是时断时续进行传输的, 因此采用时间分割方式构成的话路系统, 所交换的语音信号必须是离散的。

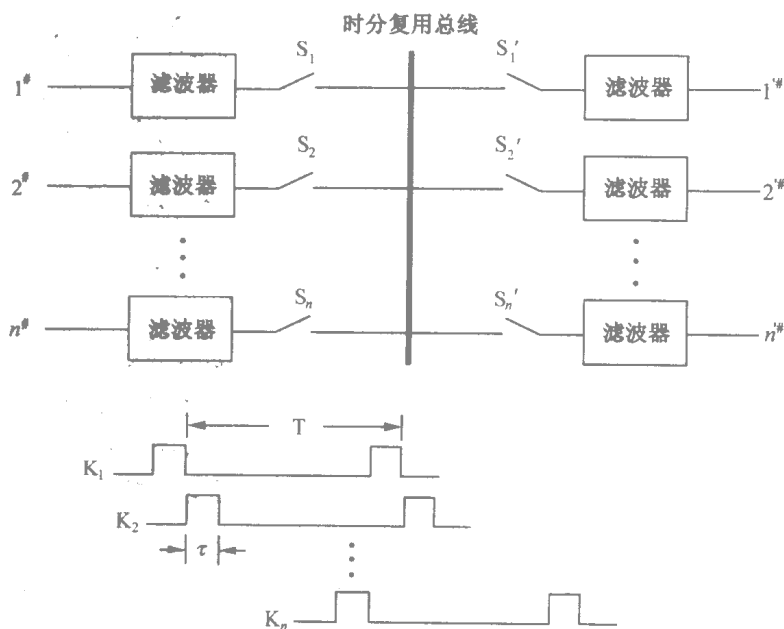
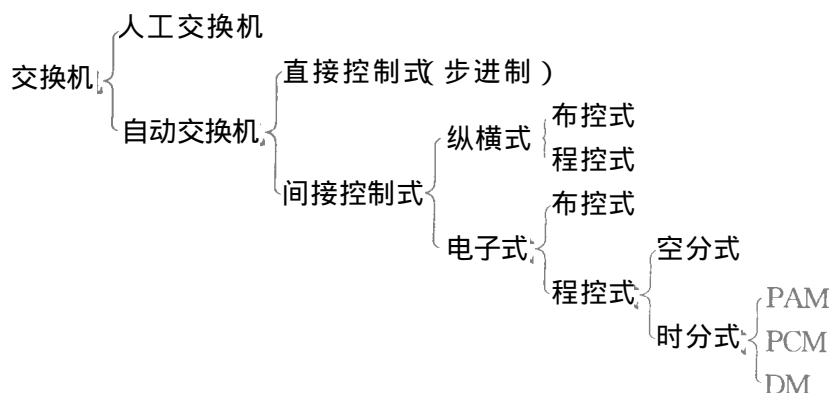


图 1.5 时间分割示意图

#### 4. 按交换的语音信号的形式不同划分

- (1) 模拟交换机: 在话路系统中交换的语音信号是模拟信号。
- (2) 数字交换机: 在话路系统中交换的语音信号是数字编码信号。

有关交换机的分类可以归纳如下:



近年来，国外研制与生产出的程控交换机种类繁多，各具特色，比较有代表性的机型有：

No.5 ESS	(美国 AT&T 公司)
HARRIS-20-20	(美国 HARRIS 公司)
D60,70	(日本 NTT 公司)
NEAX-61, NEAX-2400	(日本 NEC 公司)
FETEX-150	(日本富士通公司)
ITT-1240	(比利时 ITT-BTM 公司)
S-1240	(上海贝尔电话设备公司)
E10B/S	(法国 ALCATEL 公司)
DMS-100/200/300	(加拿大 NOR TEL 公司)
EWSD-601	(德国 SIEMENS 公司)
AXE-10, MD110	(瑞典 ERICSSON 公司)
SOPHO S, iS3000	(荷兰 PHILIPS 公司)

我国自 20 世纪 80 年代初开始，从国外引进了大量的程控交换机，在此基础上陆续建立了多条生产线同时大量地装备电信网使我国程控电话交换网发展很快并于 1997 年在县以上城市实现了电话交换的“程控化”。

随着程控交换技术的引进、消化、吸收，我国已能独立研制和生产大型局用程控数字交换机主要有 HJD-04、C&C08、ZXJ10 和 EIM-601 等。中外合作生产的大容量程控数字交换机主要有 S-1240、EWSD、SOPHOS、DMS、5ESS-2000 等。

## 1.2 程控数字交换机的优越性

程控交换机是现代数字通信技术、计算机技术与大规模集成电路技术相结合的产物。先进的硬件与日臻完善的软件的融合及统一，使程控交换机具有一系列的优越性。它与机电交换机相比具有如下优点。

(1) 提供高质量的交换与通信能力。由于采用电子器件和集成电路，降低了信号的衰减与噪声的干扰，可实现高质量的语音、低速数据及慢扫图像信号的传输与交换。

(2) 体积小、重量轻、功耗低。占用机房面积小，安装方便，节省了费用。

(3) 能灵活地向用户提供众多的新服务功能。由于采用存储程序控制技术，因而可以通过软件方便地增加或修改交换机的功能，向用户提供新的服务。

(4) 工作稳定可靠、维护方便。程控交换机均采用大规模集成电路，因而有很高的可靠性。它通常采用冗余技术及故障自动诊断技术，以进一步提高系统的可靠性。此外，程控交换机可以借助诊断程序对故障自动地进行检测和定位，及时地发现与排除故障，从而大大地减轻了工作人员维护的工作量。系统还可方便地提供自动计费、话务量统计、服务质量自动监视、超负荷控制等功能，给维护管理工作带来方便。

(5) 便于采用新型共路信令。由于程控数字交换机可以直接与数字传输设备进行连接，提供高速公共信令信道，适于采用先进的 7 号信令，不但可以提高呼叫接续的速度和提供更多新服务性能，而且还能提高通信质量。

(6) 易于与数字终端、数字传输系统连接，因而便于实现数字终端、传输与交换的综合及统一。可以扩大通信容量，降低系统投资，为发展成为综合数字网 (IDN) 和综合业务数字网

(ISDN) 奠定基础。

### 1.3 程控交换机的新服务性能介绍

程控交换机具有多种服务功能，电话用户可根据自己的需要到电信局办理申请手续。程控电话的新业务一般要求使用双音频话机。下面对程控交换机的新业务及使用方法做一些简单的介绍。

#### 1. 缩位拨号( Abbreviated Dialling)

这不同于具有存储功能的电话机使用的缩位拨号，而是程控交换机提供的一项新业务。所谓缩位拨号，是用户只需用一位或两位号码来代替原来的多位被叫电话号码（最长 16 位）的拨号方法。

(1) 登记操作 摘机听到拨号音后 依次按 \* 51 \* AN \* TN# 键即可 其中 AN 为用户自编的缩位代码 可在 00~99 中任取，一次可登记 100 个电话号码。TN 是需要缩位的电话号码。

(2) 使用操作 摘机听到拨号音后 只要按 \* \* AN 即可。

(3) 注销操作 摘机听到拨号音后 依次按 # 51 \* AN# 键即可。

#### 2. 热线服务( Hot Line Service)

又叫免拨号接通，主叫用户摘机后不需拨号，5 s 后就会自动接通事先指定的被叫用户的电话。

(1) 登记操作 摘机听到拨号音后 依次按 \* 52 \* TN# 键即可 其中 TN 是建立热线服务的被叫电话号码。

(2) 使用操作：摘机听到拨号音后，在 5s 内不要拨号，则交换机将自动接通热线电话号码。

(3) 注销操作 摘机听到拨号音后 依次按 # 52 # 键即可。

#### 3. 遇忙存储呼叫( Registered Call)

当你拨叫对方电话遇忙 所拨的电话号码会被存储下来 当再次摘机时 不必重拨 如对方空闲，便自动接通原遇忙的被叫电话上。

(1) 登记操作 拨叫对方电话遇忙时 先按 R 键 听到拨号音后 依次按 \* 53 # 键即可。

(2) 使用操作 摘机听到拨号音后 不用重拨，5 s 后，若对方空闲，便自动接通。此项服务只限当即登记电话号码 有效时间 20 min。如登记后，需拨叫别的电话号码，在摘机听到拨号音后 5s 内，拨出别的电话号码的至少一个号码即可。

(3) 注销操作：如在登记后 20 min 内注销 摘机听到拨号音后 依次按 # 53 # 键即可。

#### 4. 呼出限制( Outgoing Call Barring)

根据你的需要加密码锁限制别人使用你的电话，以节约通话费用。

(1) 登记操作 对于 F-150 程控交换机，摘机听到拨号音后，依次按 \* 54 \* ABCD# 键即可 其中 ABCD 为用户自编的 4 位密码数字。

限制类别 K 分为 3 类：

- ① K=1 限制全部呼出 包括市话、国内、国际长途电话；
- ② K=2 限制国内、国际长途电话；
- ③ K=3 限制国际长途电话。

限制类别 K 在用户向电信局申请此项业务时确定，如需要改变，向电信局申请改变。

对于 S-1240 程控交换机 摘机听到拨号音后 依次按 \* 54 \* ABCDK # 键即可。

(2) 注销操作：摘机听到拨号音后，依次按 # 54 \* ABCD # 键 受话器将传出证实音 即完成了注销。

## 5. 闹钟服务 (Alarm-call Service)

根据用户事先预定的时间，按时向用户发出振铃信号，起到闹钟的作用。

(1) 登记操作 摘机听到拨号音后 依次按 \* 55 \* HHMM # 键即可。其中 HH 为“时”采用 00~24 小时制，MM 为“分”取 00~59。

(2) 使用操作 到了预定时间自动响铃 听到提醒语音 此项服务自动取消。若响铃 1min 后无人接听 铃声自动终止 过 5min 后再响铃 1min，如第二次仍无人接听，此项服务自动取消。若到了预定时间，你正在通话，这项业务也自动取消。

(3) 注销操作 摘机听到拨号音后 依次按 # 55 # 键即可。

## 6. 免打扰服务 (Do-not Disturb Service)

若用户在某一段时间内，因某种原因不希望受电话铃声打扰，该项服务可将对本用户的呼叫转由程控交换机代为应答。

(1) 登记操作 摘机听到拨号音后 依次按 \* 56 # 键即可。

(2) 使用操作 当有人呼入时 将由交换机用语音代答 告诉对方现在电话的主人有事 请勿打扰。

(3) 注销操作 摘机听到拨号音后 依次按 # 56 # 键即可。此业务不能与转移呼叫和缺席用户服务同时登记操作使用。

## 7. 转移呼叫 (Call Transfer)

当你有事外出，为了避免因接不到重要电话而误事，可将你的电话转移到临时去处的电话机上。

(1) 登记操作 摘机听到拨号音后 依次按 \* 57 \* TN # 键即可 其中 TN 是你临时去处的电话号码。

(2) 使用操作：登记后，如有人呼叫你的电话，程控交换机就会自动转移到你所登记的电话机上呼叫。

(3) 注销操作 摘机听到拨号音后 依次按 # 57 # 键即可。此业务限同局使用，不能与免打扰服务和缺席用户服务同时登记操作使用。

## 8. 呼叫等待 (Call Waiting)

当你正在通话 遇到第三方呼入 你会听到“嘟、嘟……”呼入等待音。这时你可决定与谁先通话 请谁等候。此项业务使用时，需到电信局申请登记。

使用操作：

对于 F-150 程控交换机 只要在第三方呼入时 按 R 键即可与第三方通话，原通话方听保持音 若再按 R 键，又与原方通话，第三方听保持音此业务不能同追查恶意呼叫同时登记操作使用

对于 S-1240 程控交换机 当有第三方呼入时 按 R 键听到拨号音后，按 \* 58 # 键 便于第三方通话 原通话方等待 再按 R 键又与原通话方通话，第三方等待。如拒绝第三方呼入，只要不理它即可。此业务不能与遇忙回叫同时登记操作使用

### 9. 遇忙回叫 (Call Back)

当你拨叫的电话遇忙时 可以挂机等待回叫 不用再拨号，一旦对方电话空闲 程控交换机就自动回叫，将你的电话接通。

(1) 登记操作 摘机拨叫对方电话遇忙时 先按 R 键 听到特种拨号音后 再依次按 \* 59 # 键，挂机等待即可。每次只能登记一个遇忙回叫电话

(2) 使用操作 当对方电话空闲后 程控交换机将先向你的电话机振铃 等你摘机后 再向对方电话机振铃，接通双方。

如铃响时你不在 振铃持续 1 min 后 这次登记的“遇忙回叫”自动取消。

如果登记“遇忙回叫”后 对方 10 min 仍不挂机，该登记将自动取消。

如果登记“遇忙回叫”后 又想拨叫其他电话 摘机听到特殊拨号音后 应在 5 s 内拨出被叫的第一个号码。

(3) 注销操作 登记 20 min 内需要注销 依次按 # 59 # 键即可。登记 20 min 后 由程控交换机自行注销。

### 10. 缺席用户服务 (Absent-subscriber Service)

当你外出，又有其他用户来电话呼叫时，可由程控交换机通过“缺席用户服务”为你提供语音代答，以免对方再三拨叫。

(1) 登记操作：摘机听到拨号音后，依次按 \* 50 # 键即可。

(2) 注销操作：摘机听到拨号音后，依次按 # 50 # 键即可。

### 11. 三方通话 (Three Party Service)

提供 3 个人同时通话的方便。当甲、乙双方正在通话，需要丙方加入一起讨论问题时，甲方可按一下 R 键或拍一下叉簧，听到特种拨号音后，再拨丙方的电话号码（乙方听保持音）。待丙方应答后 甲再按一下 R 键或再拍一下叉簧即可实现甲、乙、丙三方通话。此业务限同局使用。

除此之外 还有“追查恶意呼叫”、“会议电话”、“截接服务”、“无应答转移”等 这里就不一一介绍了。

## 1.4 电话交换技术的发展概况

自 1876 年贝尔发明电话以来，电话交换技术的发展已有百余年的历史，近几十年来电子信息技术的飞速发展，更加促进了电话交换设备的发展。回顾电话交换技术的发展历程，大致

可分为三个阶段：人工交换、机电交换、电子交换。

### 1. 人工交换

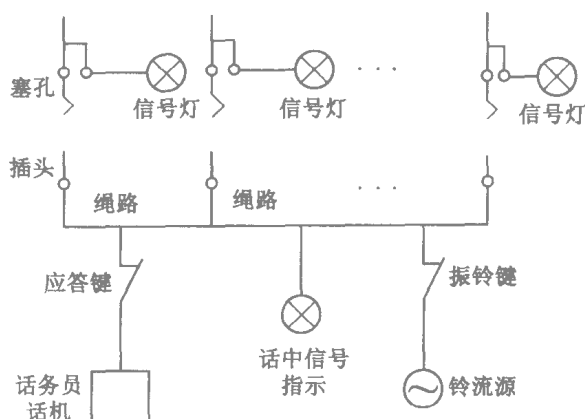


图 1.6 人工交换示意图

人工交换是电话通信中最早使用的一种交换技术，人工交换的接线和拆线等操作全部由话务员来完成如图 1.6 所示。

人工交换机的优点是设备简单，制造容易，成本低廉，缺点是接线时间长，劳动生产率低，并且服务质量差，很快被后来的机电式自动交换机所取代。

### 2. 机电交换

美国人史端乔 (Strowger) 于 1892 年发明了升降旋转接线器，并发明了史端乔步进制交换机，随后，又产生了西门子步进制交换机。

从此，交换技术从人工交换时代迈入了机电自动交换时代。

步进制交换机属于“直接控制”方式，即用户可以通过话机拨号脉冲的电流直接控制步进接线器做升降与旋转动作，从而自动地完成用户间的接续。这种交换机虽然实现了自动接续，但存在速度慢、效率低、杂音大与机械磨损严重等缺点。

直到 1919 年瑞典工程师发明了纵横接线器，并于 1926 年在瑞典首先开通了纵横制交换机，才部分解决了上述问题。纵横制交换机有两方面的重要改进：

(1) 利用继电器控制的压接触接线阵列取代步进接线器，从而减小了磨损与杂音，提高了可靠性和接续速度。

(2) 由直接控制过渡到间接控制方式。这时，用户的拨号脉冲不再直接控制接线器动作，而先由记发器接收，存储，然后通过标志器驱动接线器，以完成用户间接续。由于控制部分与话路部分分开，提高了灵活性与控制效率，加快了速度。

纵横制交换机是机电式自动交换机中较完善的一种，具有一系列优点，因而得到了广泛的应用。直到 20 世纪 90 年代，有一些国家和地区仍在使用纵横制交换机。

### 3. 电子交换

随着电子技术的进步，尤其是半导体集成电路技术和计算机技术的发展，也把电话交换技术带入了电子交换时代。

1965 年美国开通了世界第一台商用存储程序控制的电子交换机 (No.1 ESS) 这标志着电话交换机从此进入了电子时代。电子交换机具有体积小、速度快且便于提供有效而可靠的服务等优点。

随着数字通信与脉冲编码调制 (PCM) 技术的迅速发展和广泛应用，世界各先进国家自 20 世纪 60 年代开始竞相研制程控数字交换机。经过努力，法国首先于 1970 年在拉尼翁 (Lanion) 成功地开通了世界上第一个程控数字交换机 E10，它标志着交换技术从此进入了数字交换时代。由于程控数字交换技术的先进性和设备的经济性，使电话交换进入了一个新纪元，而且为开通非话业务，实现综合业务数字交换奠定了基础，因而成为当今交换技术发展的

主要方向。

近期，程控交换技术的发展动向和趋势有以下几个方面：

(1) 提高硬件集成度与模块化水平，以进一步减小体积，降低成本，增强功能及提高可靠性。

(2) 提高控制的分散、灵活程度与可靠性，采用全分散控制方式。

(3) 采用 CCITT 建议的高级语言，提高软件的可靠性和模块化程度，加强支援系统的开发，建立强大的软件生成系统。

(4) 采用共路信令系统。

(5) 引入非话业务 如数据、智能用户电报、可视图文、图文电视、视频、电子邮件、图像信息等，开发相应的接口，构成综合信息交换系统。

(6) 增强程控交换系统与其他类型通信网（如公用数据网、计算机局域网、因特网、移动通信网等）的接口、连接与组网能力。

(7) 为适应光纤通信的发展以及宽带综合业务数字网（B-ISDN）的要求 交换技术将从电交换发展到光交换。

## 习 题 1

1. 什么叫电话交换机？
2. 电话交换机的基本功能是什么？
3. 电话交换机是如何分类的？各有什么特点？
4. 什么叫“程控”和“布控”方式？
5. 什么叫“空分”和“时分”方式？
6. 电话交换机的发展大体上经过了几个阶段？
7. 程控交换技术的发展趋势怎样？

## 第 2 章 电话通信网概述

### 2.1 电话通信网

#### 2.1.1 电话通信网的基本概念及分类

所谓电话通信网，就是指由电话终端、传输线路及交换设备组成的网络。电话通信网从不同的角度可以分为不同的种类，主要有：

- (1) 按业务种类可分为固定电话网和移动电话通信网；
- (2) 按所传输的信号形式可分为数字电话网和模拟电话网；
- (3) 按服务范围可分为本地电话网、长途电话网和国际电话网；
- (4) 按运营方式可分为公用电话通信网和专用电话通信网。

以下主要讨论电话通信网的结构、组网形式、电话编号计划及信令方式等基本概念。

#### 2.1.2 电话通信网的结构

##### 1. 电话网的基本结构

电话网的基本结构主要有网型网、星型网、复合网等三种形式，如图 2.1 所示。

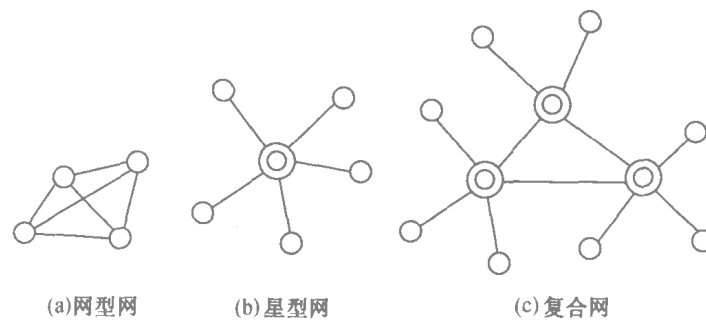


图 2.1 电话网的基本结构

(1) 网型网中任何两个电话局之间都有线路相连。具有接续速度快、可靠性高等优点，但也有线路数量多、线路利用率低、投资维护费用大的缺点。因此这种网络只适用于大话务量、少交换机的情况。

(2) 星型网也称辐射网，以某电话局作为中心汇接局，由中心局与下属各交换局以辐射状相连形成星型网。优点是线路数量少，经济。缺点是各分局之间无迂回路由，中心局一旦出故障会造成全网瘫痪。

(3) 复合网又称汇接辐射式网络，这种网络结构兼有上述两种网的优点，是电话网中常用的一种网络结构，但这种网络规划设计较复杂。

## 2. 我国电话网的分级结构

我国的电话通信网由长途电话网和本地电话网两部分组成，网络规划为五级（C1~C5）复合网结构如图 2.2 所示。其中，C1~C4 为四级长途交换中心，构成长途电话网，C5 为本地电话网交换中心。

### 2.1.3 长途电话网

#### 1. 我国长途电话网结构

长途电话网（简称长途网或长话网）是长途交换机和长途电路有机结合构成的整体。目前，我国长话网采用的是四级汇接辐射式网络结构，如图 2.3 所示。

全国一级交换中心（C1 级）共 9 个，分别设在六大区中心城市：北京、沈阳、南京、武汉、西安和成都，以及三个特大城市：上海、广州和重庆。

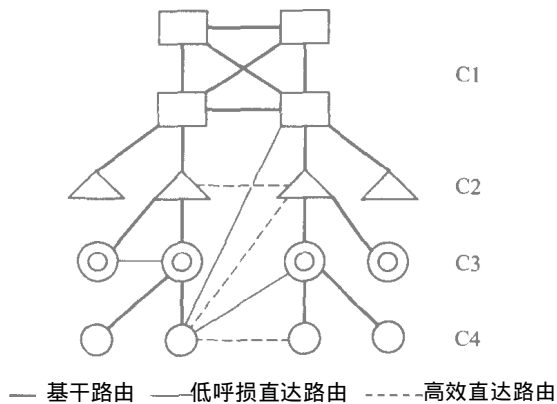


图 2.3 我国长话网的网络结构示意图

随着通信事业的高速发展，电话业务的日趋增多，网络结构划分得越小，等级数量越多，网络的管理和维护越复杂，同时也不利于新业务的开放，难以适应数字网的建设。因此，在目前我国的电话网中，C1 与 C2 的等级差别正逐步淡化，C1、C2 必将合并为一个网，同时扩大 C3 级本地网的形成，使 C3、C4、C5 构成一个本地网。这样，我国的长途网就将由五级向两级过渡，逐步向全国实现一个无级网方向发展。

#### 2. 国际电话网结构

各国长话网通过国际局进入国际电话网，国际电话网由三级交换中心组成。

一级国际交换中心（CT1 级）负责一个洲或洲内一部分范围的话务交换和接续任务。

二级国际交换中心（CT2 级）负责所在 CT1 区域内一部分范围的话务交换和接续任务，CT2 可以是一个国家。

三级国际交换中心（CT3 级）通常作为国内网的国际出入口局，负责国内网与国际电路的交换接续，领土较大的国家可设置多个 CT3 局。

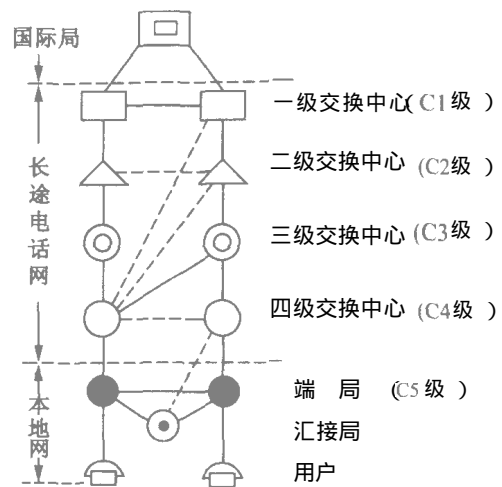


图 2.2 我国电话网的分级结构

二级交换中心（C2 级）为除 C1 级所在城市以外的省会城市。

三级交换中心（C3 级）为地区级长途交换中心。

四级交换中心（C4 级）为县级长途交换中心。

一级交换中心之间因话务量大，组织成直达式网型网结构，个个相连，这样做不但经济上合理，而且也可保证通信安全可靠。其他各级交换中心以逐级汇接为主，辅以一定数量的直达电路，从而形成复合型网络结构。

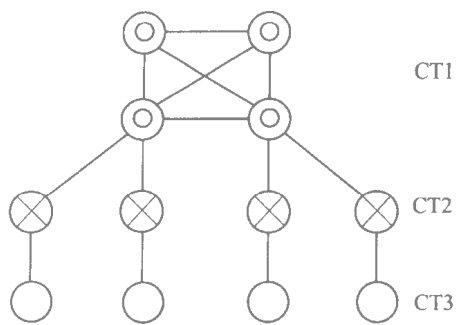


图 2.4 国际电话网结构示意图

目前，我国的国际出入口局（CT3 级）设置在北京、上海和广州。

各 CT1 局之间都设有直达电路，形成个个相连的网型网。CT1 至 CT2, CT2 至 CT3 作辐射式连接。国际电话网结构示意图如图 2.4 所示。

### 3. 路由计划

(1) 路由分类。在我国的长话网中，各交换中心之间的连接电路（即路由）主要有三种类型：基干路由、低呼损直达路由和高效直达路由。

**基干路由：**如图 2.3 中粗实线所示。它是 C1 级之间以及任意相邻两级间的低呼损电路群，它具有很小的呼损，承担自身话务量及其他电路的溢出话务量，不允许话务量溢出到其他路由。基干路由是网络中最基础的必须设置的电路，形成网络中的最终路由。

**高效直达路由：**如图 2.3 中虚线所示。高效直达路由是根据话务量的增长需要并考虑经济合理性而逐步设置的。它承担自身话务量并允许有部分话务量溢出到其他迂回路由，因此，高效直达路由具有较高的呼损。

**低呼损直达路由：**如图 2.3 中细实线所示。低呼损直达路由与高效直达路由一样，也是由于话务量的增长需要并考虑经济合理性而逐步设置的，但低呼损直达路由又具有与基干路由相同的特点，即不允许话务量溢出到其他路由，因此，它具有很小的呼损。

(2) 路由的选择原则。有了这些路由，就可以使长话网组成灵活的迂回接续路由。为了保证长途电话的传输质量，在接续过程中应尽量减少转接次数，限制电路串联数量，以便充分利用直达路由。因此，在长途接续中，路由的选择应遵循以下原则：

先选直达路由；

再选迂回路由，并按照自远而近的选择顺序，首先选择最靠近终端长话局的路由；

最后选最终路由，最终路由可以全部是基干路由，也可以部分是基干路由。

(3) 路由选择示例。如图 2.5 为长途电路的路由选择顺序示例，A 局用户呼叫 B 局用户时的选择顺序如图中数字顺序所示。若 A、B 局间有直达路由，则选择直达路由建立通路，如图 (a)；若 A、B 局间无直达路由，则选择迂回路由，选择顺序如图 (b) 中数字所示；若没有迂回路由 则只能选择最终路由 图 (c) 中表示了两种可能的情况。

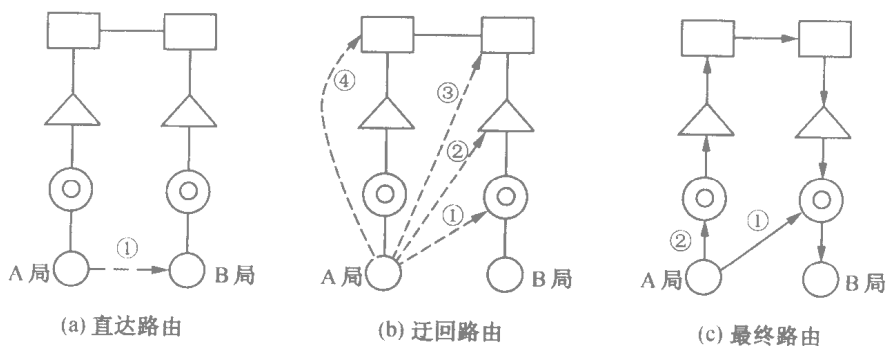


图 2.5 长途电路的路由选择顺序示例图

## 2.1.4 本地电话网

### 1. 本地电话网的定义

本地电话网（简称本地网）是指在同一长途区号范围内，由若干个端局，或者若干个端局和汇接局以及局间中继、长途中继、用户交换机、用户线和话机终端等所组成的电话网。

本地网用来疏通本地长途编号区范围内任何两个用户间的电话呼叫和长途发话、来话业务。

### 2. 本地网特征

- (1) 本地网不包含长途交换中心，虽然该中心设置在其地域内；
- (2) 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迂回本地网；
- (3) 本地网电话号码采用等位制，即同一本地网的电话号码位数相同。

### 3. 本地网的类型

20世纪90年代中期后，我国开始组建以地（市）级以上城市为中心城市的扩大本地网，这种扩大本地网的特点是城市周围郊县与城市划在同一个长途编号区内。扩大本地网的类型有以下两种。

(1) 特大和大城市本地网。以特大和大城市为中心，中心城市与所辖的郊县（市）及其所属农村共同组成的本地网，简称特大和大城市本地网。这种本地网的号码位长一般为8位，用户容量大于500万。

(2) 中等城市本地网。以中等城市为中心，中心城市与所辖的郊县（市）及其所属农村共同组成的本地网，简称中等城市本地网。这种本地网的号码位长一般为7位，用户容量大于50万，小于500万。地（市）级城市组建的本地网就是这种类型。

### 4. 本地网的结构

本地网有两种基本结构：一级结构，只有端局，又称单局制；二级结构，多局制。

(1) 单局制本地网。当城市较小，电话用户较集中且数量有限，或者建网初期用户较少，只需设置一个电话局即可收容所有用户时，只有一个电话局的本地网，称为单局制本地网，如图2.6所示。

电话局不仅要把网内电话用户连通，而且要通过中继线把网内所设的长话局、用户交换机及特种业务台等连通，从而组成一个完整的本地电话网。

网内所设的长话局主要负责本地网电话用户进入长话网，进行长途接续。

特种业务台是为电话用户提供特殊服务而设置的。特种业务包括查号、申告电话障碍、查询时间、拨号上网等等。

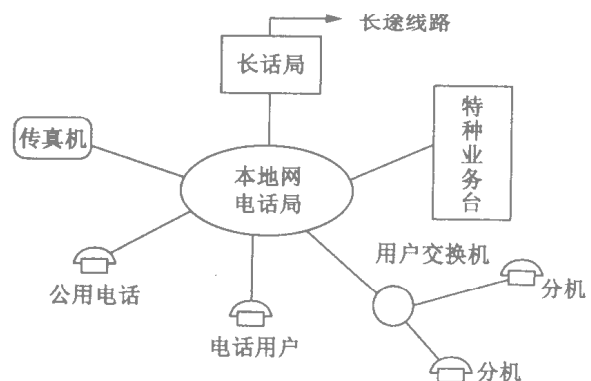


图 2.6 单局制本地网示意图

本地电话网的主要用户可分为两类：一类是单个的用户终端设备，如电话机、传真机等；另一类是群体的用户终端设备，如用户交换机等。电话机、传真机接入公用电话网的方式很简单，只要用一根和交换机相连的双绞线接入电话机即可。对于用户交换机，其接入公用电话网的中继方式有多种，通常主要有半自动接入和全自动接入两种。

半自动接入方式。半自动接入方式是将用户交换机的模拟中继单元通过模拟中继线接入市话局交换机设备的模拟用户级，如图 2.7 所示。

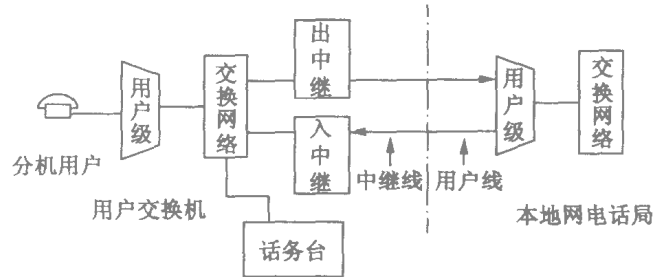


图 2.7 半自动接入方式

在这种接入方式中，用户交换机的出局呼叫需要拨出局冠号（如“9”等），而且分机用户要听二次拨号音。二次拨号音可以由市话局交换设备直接送到用户交换机的分机用户，这种二次拨号音称为直接二次拨号音。二次拨号音也可以由用户交换机向自己的分机用户发送，这种二次拨号音称为间接二次拨号音。与直接二次拨号音相比，采用间接二次拨号音可以缩短分机等待二次拨号音的时间。

在半自动接入方式中，当市话局用户呼叫用户交换机的分机用户时，需要由话务台转接。在这种入局呼叫方式中，用户交换机的每条中继线都相当于市话局的一条用户线，用户交换机的人中继线号以市话局交换设备的分机用户编号给出，相当于市话局的一个用户号，该用户号也就是用户交换机的总机号。

全自动接入方式。全自动接入方式如图 2.8 所示。用户交换机的中继单元和市话局交换设备的中继单元相连。

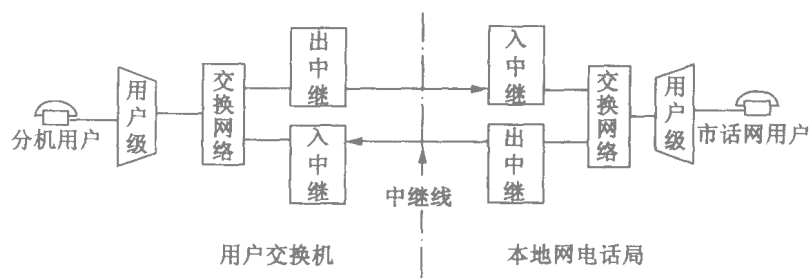


图 2.8 全自动接入方式

这种接入方式不仅能实现直拨出局呼叫，而且还能实现直拨入局呼叫。在出局呼叫时，分机用户只听一次拨号音。在直拨入局呼叫时，外线电话可以直接拨到分机用户，不需经过话务员转接。因此，采用这种接入方式的用户交换机相当于市话局的一个电话分局，其各个分机用户的电话号码要纳入市话网的编号中。

(2) 多局制本地网。当城市较大或容量增大，设置一个电话局不能收容所有用户时，应该在网内分区，每个分区建立一个电话分局收容本区所有用户，这样就构成了多局制本地网。根

据分局数量多少不同，多局制本地网可采用不同的网络结构：网型网和二级汇接网。

**网型网。**当本地网内交换局数目不太多时采用这种结构，如图 2.9 所示。网中所有端局个个相连，端局之间设立直达电路。

**二级汇接网。**当本地网内交换局数目较多时，可将市内用户先进行分区划分，再把邻近若干分区组织起来形成一个大区，称这个大区为汇接区。每个汇接区内设置汇接局，每个分区设置端局，从属于该大区的汇接局。这种由端局和汇接局构成的两级结构的本地网也叫做汇接制本地网，其组成结构如图 2.10 所示。各个汇接局之间都有直达中继线连接，汇接局与所属端局之间也有直达中继线连接。如果某两个端局之间或任一端局与某个汇接局之间通话频繁，也可设置直达中继线连接，如图 2.10 中虚线所示。

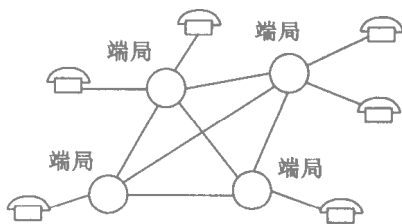


图 2.9 本地网网型网结构

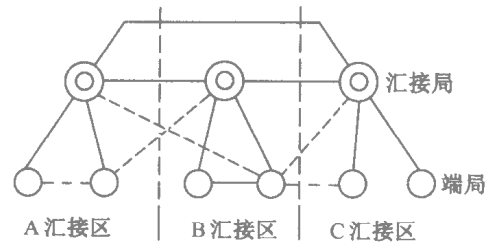


图 2.10 汇接制本地网结构

## 2.1.5 移动电话网介绍

### 1. 移动通信网分类

所谓移动通信，是指通信的双方或至少一方是在运动中进行的通信。移动通信系统是现代通信中发展最为迅速的一种通信方式，它是固定通信的延伸，是实现人类理想通信必不可少的手段。

移动通信按用途、频段、制式、组网方式等不同，可以有不同的分类方法。根据移动体活动范围不同，移动通信大体上可分为三大类：陆地移动通信、海上移动通信和空间移动通信。其中陆地移动通信系统主要包括以下几种：公众移动电话通信系统、无线寻呼系统、无线集群系统和无绳电话系统等。

陆地移动通信系统已成为移动通信领域中发展最快的分支，特别是公众移动电话通信系统，已成为公众通信网的极其重要的组成部分。

海上移动通信主要解决内海及远洋船舶与陆地、船舶与船舶之间的通信联络。

空间移动通信又包括航空和卫星移动通信，航空移动通信主要用于管理航空交通，如飞机的调度、飞机与地面指挥中心的通信联络等。卫星移动通信主要是解决卫星之间或卫星与陆地之间的通信联络。

### 2. 公用数字蜂窝移动通信网的基本结构

我国较早的移动通信主要使用甚高频 VHF (150 MHz) 和特高频 UHF (450 MHz) 频段，20 世纪 80 年代开始使用 800 MHz 和 900 MHz 频段并把 900 MHz 作为公众移动网频段。我国公用模拟蜂窝移动通信网基本上采用欧洲 TACS 标准，由于模拟蜂窝通信系统的缺点使其发展缓慢。我国 1994 年引入泛欧数字移动电话技术标准 GSM，并于当年在广州开通了第一

个 GSM 系统。由于 GSM 数字蜂窝移动通信网的优越性促使其发展迅速，截止到 2001 年 11 月全国 GSM 公用数字蜂窝移动电话用户已近 1.2 亿户。

(1) 模拟蜂窝通信系统有以下不足：

- 系统制式复杂，难以实现国际漫游。
- 随着通信网非话业务的发展，通信网的发展趋势最终将向综合业务数字网 (ISDN) 过渡，模拟蜂窝通信系统无法提供 ISDN 业务。

- 设备价格昂贵，手机体积大，电池持续工作时间短。

- 用户容量受限，扩容困难。

- 通信保密性差，通话质量不理想等。

(2) 数字蜂窝通信系统有以下优越性：

- 容易实现国际漫游。

- 数字蜂窝通信系统比模拟系统更有效地利用频率资源。

- 通话保密性好、质量高。

- 能提供多种业务易于与 ISDN 连接。

- 可大大降低设备成本和体积，有利于向个人通信发展。

因此，数字蜂窝通信系统取代模拟蜂窝通信系统是必然趋势，我国信息产业部已宣布，到 2001 年 12 月 31 日关闭所有的模拟蜂窝电话网。

(3) 公用数字蜂窝移动通信网的基本结构。公用数字蜂窝移动通信系统一般由移动业务交换中心 (MSC)、基站 (BS) 和移动台 (MS) 三部分等组成如图 2.11 所示。

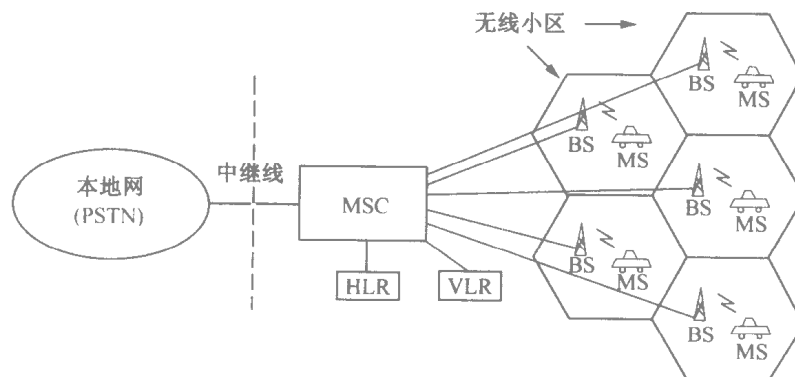


图 2.11 公用数字蜂窝移动通信网的基本结构

移动业务交换中心 (MSC) 是移动网的交换中心，也是与本地网之间的接口单元，主要设备包括移动交换机、归属位置寄存器 (HLR)、拜访位置寄存器 (VLR) 等。

移动交换机负责呼叫建立、呼叫控制和计费，并做位置更新与切换控制等工作。归属位置寄存器用来储存本地 MSC 所属移动台的全部用户数据和当时所处的位置信息；拜访位置寄存器用来储存当前处在本 MSC 区的全部移动台的有关信息，漫游到本 MSC 区的移动台用户的有关数据就储存在拜访位置寄存器中。

基站负责向移动台提供无线信道，并根据移动业务交换中心 (MSC) 发出的指令及时转换通信信道。基站的主要设备就是若干套无线电收、发信机，每一套无线电收、发信机构成一条无线信道。每个基站的控制范围叫做一个无线小区，若干小区组成一个大的蜂窝服务区。每个小区使用一组与相邻小区不同频率的信道，由于各小区基站服务范围小，因此间隔一定距离后同一组信道可以多次使用。

移动台装在移动载体上,包括有无线电收、发信机、用户控制器、电话机等,它负责将信令、语音及数据信息等经基站送到移动业务交换中心。

移动台有手持台和车载台两种,今后的主要形式是手持台(即手机)。

以上简单介绍了移动通信网的结构形式,由于不是本课程讨论的内容,这里就不赘述了。有兴趣的同学可以参阅有关资料。

## 2.2 电话编号计划

每一部用户电话机必须有个确定的电话号码,而且任何两个电话号码不能重复。为了使为数众多的用户话机各自有一个号码与之对应,必须制定出编号计划,然后根据计划给每部话机分配一个号码。

制定电话编号计划时要尽可能使电话号码简短,以便于记忆和节省交换设备;要做到无论在任何地点拨叫同一个被叫用户都应拨同一个号码,不能因主叫用户所在地不同而有所差异;编号计划应适应各种情况变化,号码一经使用后应相对稳定。

### 2.2.1 国内公用电话网编号计划

#### 1. 本地网电话编号计划

(1) 电话号码第一位的分配。

“1”作为特种业务号码的首位;

“2~9”作为市话用户号码的首位;

“0”是长途全自动电话的字冠号。

(2) 本地网号码组成。一般单局制本地网的容量最大为 8 000 门,所以对单局制本地网的用户采用 4 位(ABCD)号码进行编号就能满足要求,形成所谓 4 位制编号。

对于多局制,要根据所设置的汇接局及分局个数多少,设定 1~4 位(PQRS)号码对各电话局进行编号,这几位号码统称局号。这样多局制本地网内用户的电话号码就由两部分组成:

局号(1~4 位) + 用户号码(4 位)

目前,我国广泛地采用程控交换机,电话用户数量增长很快,考虑到将来的发展扩容方便,因此新建程控局时,一般中小城市采用 6 位制编号,大城市采用 7 位制编号。目前,规定本地网号码长度不应超过 8 位。

(3) 特种业务编号。特种业务是市话局为电话用户提供的特殊服务项目。为了能迅速地提供这类服务,特种业务的号码一般都很简短,这样既可缩短接续时间,又便于用户记忆。目前全国各城市已经统一的市话特种业务号码如表 2.1 所示。

表 2.1 特种业务号码

号 码	名 称	号 码	名 称
111	市话线路员与测量台联系	166	语音信箱
112	市话障碍申告	167	备用
113	国内人工长途挂号	168	自动信息服务台
114	市话查号	169	电脑多媒体互联网接入号
115	国际人工长途挂号	160	人工信息服务台