

# 第 1 章 概 论

现代通信交换是在电路交换的基础上发展而来的，电路交换的特点是可靠性高、实时性强，而分组交换则是数据通信的产物，也是通信网宽带化发展的必然。本章将概述电话交换机和各种交换技术。

## 1.1 交换概述

电话交换机是现在电信网的节点，我们首先应了解它的结构、功能、分类及发展过程。

### 1.1.1 交换节点

#### 1. 交换节点的引入

如果要把一个地域中的  $N$  个电话机——直接连通，则需要  $N(N-1)/2$  对线，如图 1.1(a) 所示。很明显，当  $N$  增大时，线对急剧增多，如果在用户分布中心放置一个交换节点，如图 1.1(b) 所示，则  $N$  个用户只需  $N$  对线即可。当要完成不同地域之间的电话通信时，就要引入更多的交换节点去完成相应的交换和接续任务，如图 1.1(c) 所示。

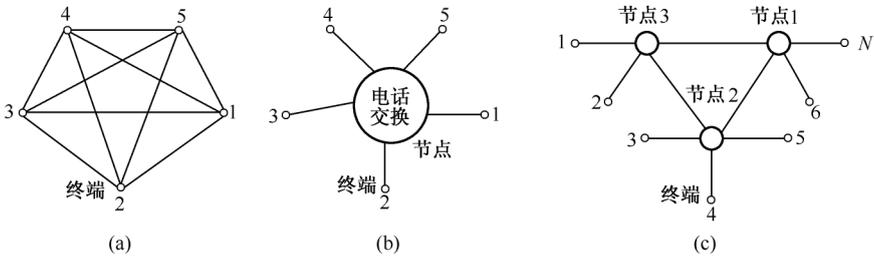


图 1.1 交换网络节点形成示意图

处于电话网网络节点位置的电话交换机在电话网中完成话路的选路和连接功能。所谓选路是指交换机的处理机根据被叫用户号码选择输出路由(属于同一局向的话路群);所谓连接是指在交换机的处理机控制下，由接线器完成输入话路与输出话路的连接。

#### 2. 交换机的基本结构与功能

交换节点的主要设备就是交换机，程控交换机的基本结构框图如图 1.2 所示。图中分为接口部分、交换网络部分、信令部分和控制部分。

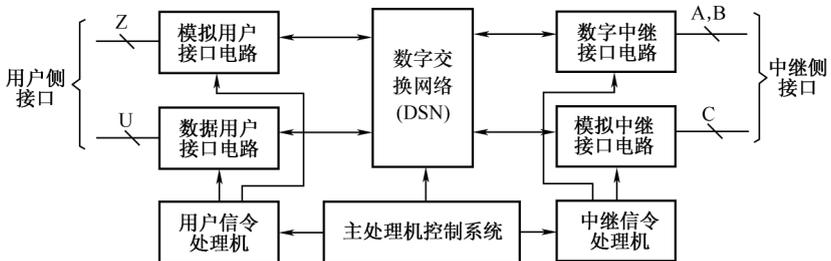


图 1.2 程控交换机的基本结构框图

接口部分又分为用户侧接口和中继侧接口。用户侧的用户电路为每个用户话机服务。它包括用户状态的监视以及与用户直接有关的功能等,有提供 Z 接口功能的模拟用户接口部分以及提供 U 接口功能的数据用户接口部分。中继侧为出中继电路和入中继电路,是与其他交换机连接的接口电路,用于传输交换机之间的各种通信信号,同时也用于监视局间通话话路的状态,有提供 A、B 接口功能的数字中继接口部分和提供 C 接口功能的模拟中继接口部分。

数字交换网络(DSN)用来完成进、出交换系统信息的可靠接续,可以是各种接线器,也可以是电子开关矩阵。它可以是空分的,也可以是时分的。它受主处理机的控制命令驱动。

信令部分用来完成接续过程中控制信息的收发,负责用户接口电路的用户信令处理机,负责中继接口电路的中继信令处理机和提供随路信令的多频信令处理机或提供公共信令等。

交换机实现的基本功能:接收和分析从用户线或中继线发来的呼叫信号;接收和分析从用户线或中继线发来的地址信号;按固定地址正确选路和在中继线上转发信号;按照所收到的释放信号拆除连接。

### 3. 程控交换机的分类

#### (1) 按话路系统的构成方式分类

① 空间分隔方式(空分方式)。该方式中交换网络的每个连接通路各自占据不同的空间位置,这种方式的交换网络多用金属节点或电子节点构成,交换网络中传递的是模拟信号。

② 时间分隔方式(时分方式)。在这种方式中,交换网络的各条话路具有不同的时间位置,各路语音的传输时间是相互错开的。

#### (2) 按控制系统的控制方式分类

① 布线逻辑控制方式。将各种电路元件焊装在电路板上,通过硬件电路进行控制。

② 存储程序控制方式。用计算机中的存储程序控制和处理交换网络。

#### (3) 程控交换机的大致分类

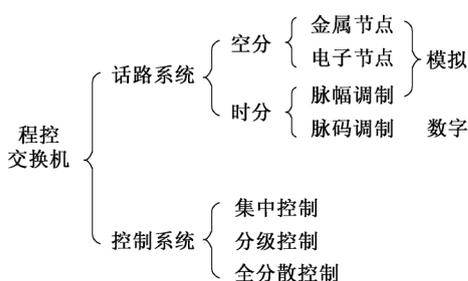


图 1.3 程控交换机的系统分类

① 空分模拟程控交换机。这种交换机的话路系统是空分的,只能交换模拟信号。

② 时分模拟程控交换机。这种交换机的话路系统是时分的,所传输、交换的是脉冲幅度调制信号。

③ 时分数字程控交换机。这种交换机的话路系统是时分的,传输、交换的是脉冲编码调制的数字信号,这就是数字程控交换机。

程控交换机的系统分类如图 1.3 所示。

## 1.1.2 程控交换机的发展过程

### (1) 人工电话交换机

1876 年,美国科学家贝尔发明了电话。其后,为适应多个用户之间的电话交换,于 1878 年出现了第一部人工磁石交换机。由于磁石交换机的容量不易扩大,话务员操作与用户使用均不方便,在 1891 年出现了人工供电交换机。

### (2) 自动交换机

1892 年,美国出现了步进制交换机,用户通过话机的拨号盘控制电话局中的电磁继电器与接线器的动作,完成电话的自动接续。从此,电话交换开始由人工操作转为自动化操作。

### (3) 纵横制交换机

1919年,瑞典首先制成了小型纵横制交换机并投入使用。纵横制交换机采用了比较理想的接线器和高效率的公共控制方式。

### (4) 电子式交换机

1965年,美国贝尔实验室在新泽西州开通了世界上第一台存储程序控制的商用电子交换机,标志着电话交换从机电时代进入电子时代,使交换技术发生划时代的变革。

### (5) 数字程控交换机

1970年,法国首先在拉尼永(Lannion)成功地开通了世界上第一个数字程控交换系统E10,它标志着交换技术从传统的模拟交换进入数字交换时代。我国于1982年在福州引进了第一台F150交换机。20世纪80年代末,我国自行研制成功了HJD04和DS30程控交换机。此后,08机、10机、601机相继研制成功,结束了交换机依靠进口的历史。

## 1.2 交换技术

### 1.2.1 交换技术概述

从最初适应语音通信的电路交换,到适应数据通信的分组交换,又发展到适应于宽带综合数据业务的ATM。为了适应NGN(下一代网络)的发展,又推出软交换、IMS、MPLS及ASON等新技术,各种交换方式发展关系大体上如图1.4所示。

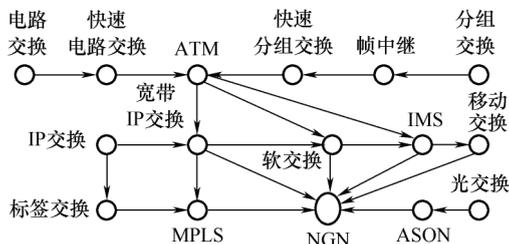


图 1.4 各种交换方式的发展关系

#### (1) 电路交换

电路交换(CS)是一种直接的交换方式,它为一对需要进行通信的站点之间提供一条临时的专用传输通道,该通道既可以是物理通道,也可以是逻辑通道。这条通道是由节点内部电路对节点间传输路径通过适当选择、连接而形成的,是由多个节点和多条节点间传输路径组成的链路。电路交换具有下列特点。

- ① 呼叫建立时间长,且存在呼损。
- ② 对传送信息没有差错控制,电路连通后提供给用户的是“透明通道”。
- ③ 对通信信息不做任何处理,原封不动地传送(信令除外)。
- ④ 线路利用率低。从电路建立到进行数据传输,直至通信链路拆除,通道都是专用的。
- ⑤ 通信用户间必须建立专用的物理连接通路。
- ⑥ 实时性较好。每一个终端发起呼叫等动作,系统能够及时发现并做出相应的处理。

#### (2) 快速电路交换

快速电路交换(FCS)的指导思想是对每个接续不分配固定的带宽,而是在信息传送时才

分配带宽和有关资源。该带宽的分配是动态的,其过程是先收集信息进行分析,根据信息分析的结果进行带宽分配,然后再进行连接,所以实现起来电路也较复杂。

### (3) 分组交换

分组交换(PS)采用存储转发方式,将用户要传送的信息分成若干组,以减少存储时间。分组交换有两种:一种是虚电路(VC, Virtual Circuit)传输方式,另一种是数据报(DG, Datagram)传输方式。

虚电路交换是采用面向连接的工作方式,指两个用户的终端设备在开始互相收发数据之前需要通过通信网络建立逻辑上的连接,这种连接直至用户不需要收发数据时才被清除。

数据报交换是采用无连接的工作方式,交换网把进网的任一个分组都当做单独的小报文来处理,而不理会它究竟属于哪个报文的分组。作为基本传输单位的“小报文”称为数据报。

### (4) 帧交换

帧交换(FS)基于 X.25 协议,只有下面两层,没有第三层,所以加快了处理速度。通常在第三层上传输的数据单元称为分组,在第二层上传输的数据单元称为帧(Frame)。

### (5) 快速分组交换

快速分组交换(FPS)可以理解为尽量简化协议,只具有核心网络功能,这种交换方式可以提供高速、高吞吐量和低时延的服务。FPS 包含帧中继(FR)和信源中继(CR)两种交换方式。

### (6) ATM

ATM(异步传送模式)是 ITU-T 确定用于宽带综合业务数字网(B-ISDN)的复用、传输和交换模式技术。ATM 在综合了电路交换和分组交换优点的同时,克服了电路交换方式中网络资源利用率低、分组交换方式信息时延大和抖动的缺点,提高了网络的效率。ATM 的传输过程分为建立连接、数据传输和连接终止 3 个阶段。

### (7) 移动通信交换

公共陆地移动网(PLMN)的核心网,1G、2G 主要采用电路交换;进入 3G 既有电路交换,也有 ATM,以及软交换或 ISM(IP 多媒体子系统);进入 4G 后,就是全 IP 网络了。蜂窝移动无线接入系统主要采用 FDMA(频分复用多址)、TDMA(时分复用多址)、CDMA(码分复用多址)和 OFDM(正交频分复用)等技术。

### (8) IP 交换

随着网络通信业务从电话、数据向视频、多媒体等宽带业务方向发展,人们就需要一种具有足够宽频带和高交换速率的传输交换网络。但一直以来,建设宽带传输交换网的核心技术存在两个发展方向:一个是计算机界推崇的 IP 网络技术,另一个是电信界所倡导的 ATM 技术。将第二层的 ATM 高速交换技术与第三层的 IP 路由技术的优点结合起来,就形成了 IP 交换技术。目前,有各种基于 IP 的交换技术,如 MPLS(多协议标签交换)、ATM 网上运行 IP (IPOA)、局域网仿真(LANE)及 ATM 上的多协议(MPOA)等。

### (9) MPLS

在标签交换的基础上发展起来的 MPLS(多协议标签交换),既具有 ATM 的高速性能,又具有 IP 的灵活性和可扩充性,可以在同一网络中同时提供 ATM 和 IP 业务。利用 ATM 传送 IP 是公用骨干网上最适用的技术方案之一。

### (10) 软交换

软交换技术是一种分布的软件系统,可以基于各种不同技术、协议和设备,在网络环境之间提供无缝的互操作功能。软交换设备独立于网络,主要完成呼叫控制、资源分配、协议处理

等功能,可以提供全部业务和其他新的业务。WCDMA 的 R4 版本就是采用的软交换技术。

#### (11) IMS

IP 多媒体子系统体系(IMS)结构设计利用了软交换技术,实现了业务与控制相分离、呼叫控制与媒体传输相分离。IMS 虽然是 3GPP 为了移动用户接入多媒体服务而开发的系统,但由于它全面融合了 IP 域的技术,并在开发阶段就和其他组织进行密切合作,使得 IMS 实际已经不仅仅局限于只为移动用户进行服务。

#### (12) 光交换

随着波分复用(WDM)的应用,光信号可以根据其波长直接在光网络中确定路由,而不需要进行光/电转换。ASON(自动交换光网络)将 IP 传输网的智能性和 WDM 光网络的宽带有机地结合在了一起。

### 1.2.2 交换技术的发展趋势

交换技术以提供单一的语音业务为主逐步向提供数据业务为主过渡,以硬件为主逐步向以软件为主过渡,以电路交换为主逐步向以分组交换(含软交换、ISM 等)为主过渡,以支持窄带业务为主的电话网逐步向以支持宽带业务为主的综合业务数字网过渡。

面向 IP、高度融合 IP 的交换技术将日益显现,而第四代移动通信(LTE)已实现了全 IP 扁平化网络结构。

## 习 题 1

- 1-1 简述程控交换机的基本结构和功能。
- 1-2 目前,通信网上都有哪些主要的交换技术? 电路交换、分组交换技术具有哪些特点?
- 1-3 结合通信网络现状,浅谈交换技术的分类及今后的发展趋势。