

第 1 章 现代交换技术概述

电信网络实现的关键是交换技术，它是支撑电话、移动电话和 Internet 技术发展的基础。交换技术主要有电路交换、报文交换、分组交换和异步传输模式(ATM)。电路交换是最早也是最成熟的交换技术，随着计算机网络的发展，分组交换技术得到了广泛应用。本章主要讲述程控交换技术、分组交换技术、ATM 以及网络交换技术的基本原理与发展，并介绍电信技术的发展趋势。

1.1 我国通信规模居世界第一

我国电话经过 100 多年的发展，现已建成世界规模最大、技术最先进的现代化网络，据 2005 年 5 月的统计数字：中国互联上网人数已达 9 880 万。固定电话和移动电话用户总数已达 6.74 亿户，规模居世界第一，普及率分别达到 24.9% 和 25.9%。其中，固定电话用户数突破 3 亿。固定电话的拥有率由新中国建国初期的每百人 0.07 部，增长为 1978 年的每百人 0.38 部，目前已达每百人 25 部。现在，对于中国电信来说，无论是网络规模和技术，还是客户资源都居于世界前列。

1.2 电话交换机的基本原理

电话交换机的基本功能是交换。图 1-1 是由一台电话交换机和许多用户话机相连的示意图，交换机实现所有电话的连接和中转业务，需要时将用户接至另一用户。

电话通信的基本目标是在任何时刻、使任何两个地点的人们之间进行通话，因此必须具备三个基本要素：

发送和接收语音的终端设备——电话机；

远距离传输语音信号的传输设

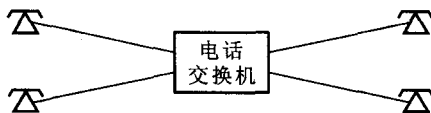


图 1-1 电话交换机与用户话机相连的示意图

备，包括最简单的金属线对、载波设备、微波设备、光缆和卫星设备等；

对话音信号进行交换接续的交换设备——各种类型的电话交换机。

这三者缺一不可，电话交换机在整个电话通信网中起着枢纽的作用，构成网中的各级结点。如果没有电话交换机就不可能组成电话通信网，也不会出现一个电话用户可以随时同世界上任何地方的另一电话用户进行通话的方便环境。

1.3 电话交换机的基本任务与结构

1.3.1 电话交换机的基本任务

一般地说，电话交换机有四种基本呼叫任务，根据进出交换机的呼叫流向及发起呼叫的起源，可以将呼叫分为：本局呼叫、出局呼叫、入局呼叫和转移呼叫，如图 1-2 所示。

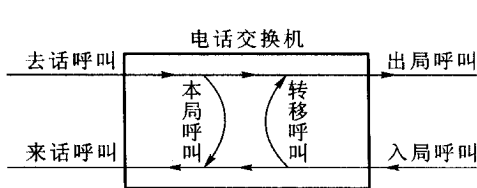


图 1-2 四种基本呼叫任务

将电话交换机理解为一个交换局，本局一个用户发起的呼叫，根据呼叫的流向可以分为出局呼叫或本局呼叫。主叫用户生成去话，被叫的是本局中另一个用户时，即形成本局呼叫；被叫的不是本局的用

户，交换机需要将呼叫接续到其他的交换机时，即形成出局呼叫。相应地，从其他交换机发来的来话，呼叫本局的一个用户时生成入局呼叫；呼叫的不是本局的一个用户，由交换机又接续到其他的交换机，交换机只提供汇接中转，则形成转移呼叫。除了汇接局一般只具备“转接呼叫”的功能外，每个局用电话交换机都具备这四种呼叫的处理能力。

至于长途和特种服务呼叫，可以看做是呼叫流向的固定出局呼叫。

1.3.2 电话交换机的基本结构

电话交换机的基本结构由两大部分构成：话路系统和控制系统，如图 1-3 所示。

话路系统包括所有的提供电话接续任务的终端和交换设备。话路系统的核心部分是“交换网络”，从人工台的接线面板与塞绳电路、步进制的各级接线器、纵横制的用户级、选组级交换网络到数字交换机的数字交换网络，都是用以提供在各种交换方式下的通话通路的。话路系统中还包括各种需要通过交换

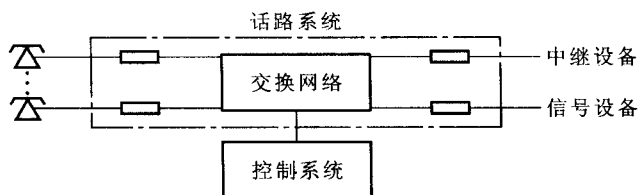


图 1-3 电话交换机基本结构

网络进行交换连接的终端，诸如用户电路、中继设备、信号设备等。

控制系统控制话路系统在需要的时候接通，提供语音信号的通路。电话交换机经历了从最初的人工进行控制接续到以数字电子计算机作为控制系统的核心，从基本的电话交换的控制功能来说，不论哪一种交换方式都具备，只是实现的手段和方法有所不同。

1.3.3 程控交换机的基本概念

程控数字交换机（PABX）实质上是一部由计算机软件控制的数字通信交换机，按用途可分为市话、长话和用户交换机。交换机在硬件上采用全模块化结构，提供高集成度、高可靠性、高性能、低成本的硬件产品。软件采用高级语言，具有多种为数据交换和连接而设计的系统软件，功能强大。

程控交换机的基本结构框图如图 1-4 所示。

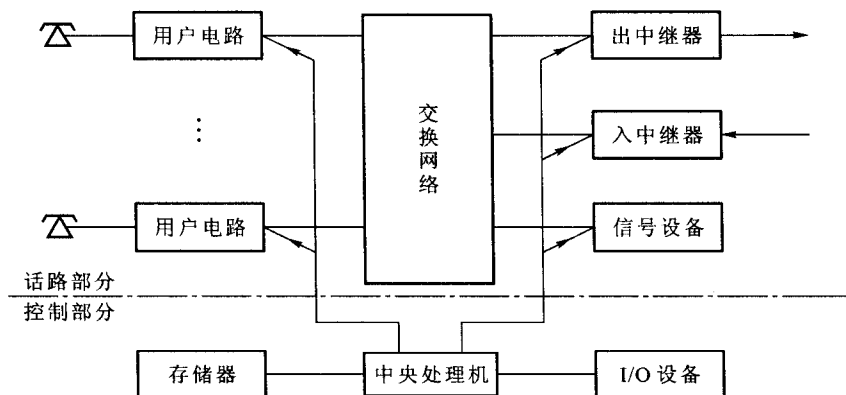


图 1-4 程控交换机结构框图

控制部分包括中央处理机（CPU）、存储器和 I/O 设备。

话路部分由交换网络、出/入中继器、用户电路等组成。

交换网络可以是各种接线器（如纵横接线器、编码接线器、笛簧接线器等），

也可以是电子开关矩阵（电子接线器）。它可以是模拟空分的，也可以是数字时分的。交换网络由 CPU 给出的控制命令驱动。

出中继器和入中继器是与中继线相连的接口电路（中继线用于互连交换机），传输交换机之间的各种通信信号，也监视局间通话话路的状态。

用户电路是每个用户独用的设备，包括用户状态的监视和用户有关的功能。在电子交换机，尤其在数字交换机中，用户电路的功能越来越加强了。

图中所示的话路部分，包括交换网络、中继器、用户电路以及信号设备都受控制部分的中央处理机控制。所以说程控交换机实质上是数字电子计算机控制的电话交换机。

1.4 交换技术的四个发展阶段

自 1876 年美国人贝尔发明电话以来，电话通信和电话交换机取得了巨大的进步和进展，电话交换技术发展经历了以下几个过程：

元器件的使用经历了由机电式到电子式的过程；

② 接续部分的组成方式由空分向时分方向发展；

控制设备的控制方式由布线逻辑控制（布控）向程序控制（程控）发展；

交换的信号类型由模拟向数字发展；

交换的业务由电话业务向综合业务（ISDN）方向发展；

⑥ 交换的信号带宽由窄带向宽带发展。

交换技术不但运用在传统的话音业务上，在数字业务、多媒体业务上应用更为广泛。交换技术可以概括为四个发展阶段：电路交换技术，报文交换技术，分组交换技术，ATM 技术。其中电路交换和分组交换是两种主要的交换方式。

1.5 现代交换技术简介

1.5.1 电路交换

电路交换（CS: Circuit Switching）是最早出现的一种交换方式，公用交换电话网（PSTN）和移动网（包括 GSM 网和 CDMA 网）采用的都是电路交换技术。

1. 电路交换技术

电路交换是一种实时交换的技术，在双方通信前需要建立专用的物理链接

通路，一方发起呼叫，独占一条物理线路。当交换机完成接续，对方收到发起端的信号，双方即可进行通信。在整个通信过程中双方一直占用该电路。如果没有空闲的链接通路，通信就不能进行，待通信结束后，还需要根据信令将这条通路拆除。电路交换所分配的带宽是固定的，在连接建立后，即使无信息传送也要占用信道带宽，所以电路利用率比较低。

2. 电路交换特点

电路交换的最大优点是实时性好，时延小，交换设备成本较低，十分适用于电话交换。但存在电路接续时间长，通信效率低，不同类型终端用户之间不能通信等缺点。

3. 电路交换的应用

电路交换技术主要适用于传送与话音相关的业务，这种交换方式对于数据业务而言，有着很大的局限性。

例 1-1 用电路交换的方式叙述用户 A 与用户 B 通过交换网络的信息流通过程。

为了进行双向话音的交换，需要建立一条即时可用的通话路径，即在呼叫期间，提供相应的路径或电路，此种交换方式称为电路交换。电路交换预先分配传输带宽，再利用控制信号建立接续路径，从而使信息不间断地流经网络。

电路交换中建立的通路，包括了许多点到点的电路，这些电路在连接点由交换机连接，通路建立后，才可以传送语音或数据，直到挂机才拆线释放电路。在电路交换系统中，每次呼叫所建立的通路是供通话双方专用的，如图 1-5 所示。

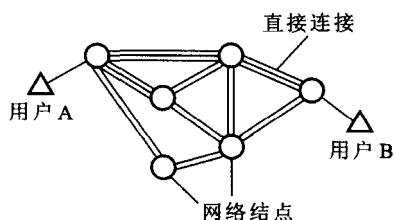


图 1-5 电路交换网络

1.5.2 报文交换

通常把在交换机中提供时延以达到交换目的的方法称为“报文交换”方式。

1. 报文交换技术

在这种方式中，用户间信息的交换是通过发送一系列互相独立的消息而进行的，如图 1-6 所示。用户要传送的消息被作为一个整体由某结点转发到另外结点。这种消息在特定结点进行排队，逐个链路传送通过网络。网络中利用小型计算机对信息进行缓存，并向终点方向寻找接到下个结点的路由。

2. 报文交换过程

报文交换过程的第一步是将信息传送到交换中心予以存储，如果通向下一

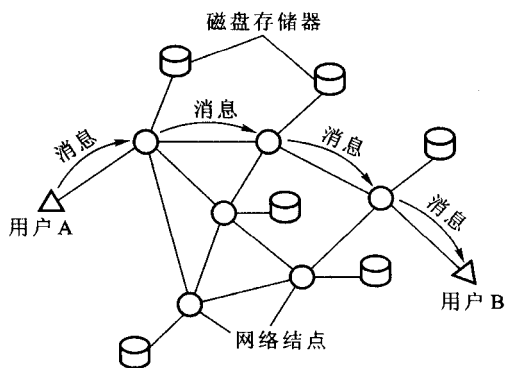


图 1-6 存储转发网络

个交换中心的有关设备可以占用的话，则信息传送并存储到该中心。沿途的每个结点把信息存到磁盘中。如果所要选用的通路示忙，则在该结点的信息需要排队、等待，因而要引起延时。这种存储、转发过程不断地进行，直到信息到达终点为止。

由于报文交换是为传送单向信息而设计的，不适于人或计算机之间实时对话，但中继线利用率高，即只在传送该信息期间占用通路，

其他时间可做他用。而电路交换中，当用户占用交换电路后，即使该通路不传数据，也不允许其他用户使用。

将用户的报文存储在交换机的存储器中。当所需要的输出电路空闲时，再将该报文发向接收交换机或终端，它以“存储—转发”方式在网内传输数据。报文交换的优点是中继电路利用率高，可以多个用户同时同一条线路上传送，可实现不同速率、不同规程的终端间互通。但它的缺点也是显而易见的。以报文为单位进行存储转发，网络传输时延大，且占用大量的交换机内存和外存，不能满足对实时性要求高的用户。

3. 报文交换的特点

(1) 报文交换的优点

由于存储交换系统能够在高峰期间存储信息，等到线路空闲时转发出去，在信息高峰时有灵活的适应能力。这种交换系统不是按信息高峰时的参数进行设计，降低了系统的成本。

不要求主叫和被叫用户同时工作。为了保证不同工作特性的终端互相通信，这种交换方式允许进行速率和码型的变换。

中继线利用率高，因为并不是把局间中继电路分配给固定的一对用户，多个用户报文按“先来先服务”的工作顺序共同使用中继电路。

采用“存储—转发”方式，可实现不同速率、不同规程、不同代码终端间的互通。

(2) 报文交换的缺点

因为是以报文为单位进行存储—转发，报文的长度不定，当进行一个较长的报文传送时，会影响其后的多个短报文信息的发送，所以网络传输时延大并且要占用大量内存和外存空间，对于要求网络传输时延较短的数据通信系统不适合。

4. 报文交换的应用

报文交换适用于传输的报文较短、实时性要求较低的网络用户之间的通信，如公用电报网。

1.5.3 分组交换技术

分组交换与存储 - 转发式的报文交换不同，需要将用户要传送的信息分割成若干个组 (packet)，并为其附上分组头，分组头中含有地址或其他控制信息。

1. 分组交换的分类

分组交换可以提供两种服务方式，即数据报 (Datagram) 和虚电路 VC: Virtual Circuit) 方式。

在数据报分组交换的网络中，每个分组独立地选择路由，不需要预先建立逻辑链接，所以连续的分组可能会经过不同的链路进行传送。而在虚电路分组网络中，需要在数据传输前的呼叫建立阶段选择一条固定的虚电路 (VC)，一旦 VC 建立，属于这一呼叫数据分组均沿着这条虚电路进行传送，最后清除分组并将虚电路拆除。

虚电路只是逻辑链接，不同于电路交换中的物理链接，虚电路并不独立占用线路，在一条物理链路上可以建立多个虚电路，以达到资源共享。虚电路实际上是数据报交换和电路交换的一种折中方案。

快速分组交换 (FPS: Fast Packet Switching) 可以理解为采用了尽量简化的协议。FPS 只具有核心网络的功能，可以提供高速、高吞吐量、低延迟的交换，ATM 交换就是其中的一种应用。FPS 属于固定长度信元的范畴，便于用硬件来实现，链路的效率也比较提高。

2. 分组交换技术

分组交换实质上是在“存储 - 转发”方式基础上发展起来的。它兼有电路交换和报文交换的优点。分组交换在线路上采用动态复用技术传送按一定长度分割为许多小段的数据——分组。每个分组标识后，在一条物理线路上采用动态复用的技术，同时传送多个数据分组。把来自用户发端的数据暂存在交换机的存储器内，接着在网内转发。到达接收端，再去掉分组头将各数据字段按顺序重新装配成完整的报文。分组交换比电路交换的电路利用率高，比报文交换的传输时延小，交互性好。

分组交换方式减少了结点的存储量，构成完整消息的各分组信息以分组为单位，独立地进行交换，而后通过不同路由传到其目的地，是报文交换的一种特殊形式，它包括组网与存储上的考虑，并应用虚拟电路交换技术。

分组交换不是按信源到终端的整个路径分配带宽，而是逐段链路进行带宽的动态配置。信息不是在网络中连续传送，而是将信息分成许多有限长度的信

息包，每个信息包中加入附加位作地址和管理用。信息以信息包为单位在网络中进行传送与交换，所以通常称为包交换或分组交换。各信息包分别进行处理，在任意给定瞬间各自寻找最佳可用路由传出去。并在不同的宽带链路交接处，对每个信息包进行差错校验。在终点处，由另一分组交换机将拆开的各信息包重新装配成完整的消息，如图 1-7 所示。信息包在网络中的传送时间足够小，通常包延时约为 10~100 ms。这意味着整个信息的延时在几秒以内。

3. 分组交换的特点

分组交换技术是针对数据通信业务的特点而提出的一种交换方式，它的基本特点是面向无连接而采用存储-转发的方式，将需要传送的数据按照一定的长度分割成许多小段数据，并在数据之前增加相应的用于对数据进行选路和校验等功能的头部字段，作为数据传送的基本单元即分组。采用分组交换技术，在通信之前不需要建立连接，每个结点首先将前一结点送来的分组收下并保存在缓冲区中，然后根据分组头部中的地址信息选择适当的链路将其发送至下一个结点，这样在通信过程中可以根据用户的要求和网络的能力来动态分配带宽。分组交换比电路交换的电路利用率高，但时延较大。

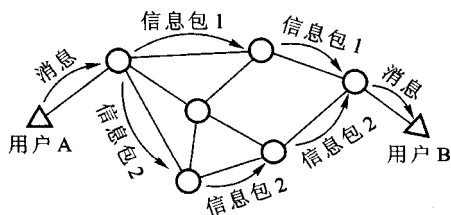


图 1-7 分组交换网络

作为数据传送的基本单元即分组。采用分组交换技术，在通信之前不需要建立连接，每个结点首先将前一结点送来的分组收下并保存在缓冲区中，然后根据分组头部中的地址信息选择适当的链路将其发送至下一个结点，这样在通信过程中可以根据用户的要求和网络的能力来动态分配带宽。分组交换比电路交换的电路利用率高，但时延较大。

分组交换的优点：一是多用户可同时共享传输设备，二是能自适应地为各个信息包选择路由。在分组交换系统中，借助快速用户扫描、交换，使多用户能够有效地共享网络资源；同时，采用缓冲存储器平滑话务流，并使用户的速率与网络的速率协调起来。此外，可以重新分配资源，使网络具有克服暂时阻塞或链路/交换机故障的能力。

分组交换与报文交换的主要区别在于网络的工作速度，对于常用的报文交换系统，关心的是用户间信息应有低的传输误码率，并不要求用户间实时对话。对分组交换系统而言，用户借助交换信息包互相通信，与电路交换系统交换信息相类似。

4. 分组交换的应用

分组交换综合了电路交换与报文交换在速度和效率方面的优点，特别适合计算机系统之间的信息交换。

电路交换技术是公用电话交换网（PSTN）这一百多年来生存的基础。但是现在这一基础正受到新的数据网络技术的挑战。众所周知，分组交换而非电路交换将成为语音网络的选择。

现有的电路交换技术在传送数据业务方面效率较低，不能按需支持宽带业

务，而 IP 网在支持实时业务方面缺乏服务质量保证，因此，从电路交换向分组交换的转变不是简单的转变。同时，从传统的电路交换网到分组交换网将是一个长期的渐进过程，采用具有开放式体系架构和标准接口，实现呼叫控制与媒体层和业务层分离的软交换将是完成这一平滑过渡任务的关键。

1.5.4 异步传输模式 (ATM)

异步传输模式 (ATM: Asynchronous Transfer Mode) 是指以信元为信息的传输、复用和交换的基本单位的传送方式。

ATM 的主要思想是：尽量把交换的处理负担从交换机转移到通信的两端，以最大限度地缩短交换机的处理时间，并给用户和网络操作者以最大的灵活性。

1. ATM 技术

ATM 以“信元”为单位进行数字信息的交换与传输，“信元”具有固定长度，由 5 个字节的信头和 48 个字节的信域，共 53 个字节组成。无论传送何种信息，都以面向连接的方式在一条虚电路上传送，该虚电路是通过呼叫处理功能在用户间半永久地建立的。ATM 的信息传送是异步的，信元在时间上没有固定的位置，信元流所承运的信息和时间之间没有任何联系。

ATM 可根据用户信息的有无来分割信元，适应于任何速率的通信，可高速率地传输突发业务。依靠标志码来区分各路信号，通过改变标志码（在 ATM 中包含信元的信头中）来完成交换的任务。ATM 技术能根据需要动态地分配有效容量，利用单一结构交换所有业务。按需要改变传送信息的速度，按照统计复用的原理进行传输和交换，适应任意速率的通信。对高速通信，信元的转移频次高，对低速通信，信元转移频次低。ATM 通过固定长度的信元 (cell) 实现的快速分组交换技术，将交换、传输的概念融合在一起，在一个统一的平台上解决各种不同的通信业务需求。

2. ATM 的特点

ATM 交换是综合了电路交换和分组交换的优点，具有不依赖于业务、动态分配带宽、统计复用、信元长度固定、交换速率高等特点，是目前一种先进的交换技术。ATM 一方面是用有“标志的电路”代替“定位置的电路”，因而能灵活地分配带宽；另一方面是取消了复杂的差错控制和流量控制，使传输时延大大降低。

3. ATM 的应用

ATM 技术可同时向用户提供统一的服务，包括话音业务、数据业务和图像信息，非常适合传送高速数据业务。它是目前已知的一种最适合于宽带综合业务数字网 (B-ISDN) 的交换技术。

从技术角度来讲，ATM 几乎无懈可击，但 ATM 技术的复杂性导致了 ATM 交换机造价极为昂贵，并且在 ATM 技术上没有推出新的业务来驱动 ATM 市场，从而制约了 ATM 技术的发展。目前 ATM 交换机主要用在骨干网络中。

1.5.5 光交换技术

光交换技术是一种光纤通信技术，它是指不经过任何光 / 电转换，在光域直接将输入光信号交换到不同的输出端。光交换技术可分成光路光交换和分组光交换两种类型，国际上现有的分组光交换单元还要由电信号来控制，即所谓的电控光交换。随着光器件技术的发展，光交换技术的最终发展趋势将是光控光交换。

光分组交换系统所涉及的关键技术主要包括：光分组交换技术，光突发交换技术，光标记分组交换技术，光子时隙路由技术等。该技术能确保用户与用户之间的信号传输和交换全部采用光波技术，即数据从源结点到目的结点的传输过程都在光域内进行。

在带宽需求量迅猛增长的背景下，光通信技术成为 21 世纪初最具发展潜力的技术。光分组交换技术将成为一项重要的通信技术得到广泛应用。

1.5.6 多层交换技术

多层交换技术常应用在网络技术中，它取代路由器承担起局域网内部的路由任务。随着网络规模、流量模型的变化以及网络病毒的攻击，传统三层交换机已经不能适应网络的需要。国际标准化组织（ISO）提出的开放系统互连参考模型（OSI - RM）的下四层（物理层、数据链路层、网络层、传输层）为通信层。多层交换技术就是基于这几层中的概念建立的。

多层交换技术为网络交换提供了很好的平台。传统的电路交换在物理层，真正的交换属于数据链路层，在这一层中采用了基于硬件的转发机制，能够转发各种数据链路层的协议，包括局域网（LAN）中的以太网和高速令牌环网（FDDI）以及广域网（WAN）中的帧中继（FR）和异步传输模式（ATM）等。经典的 LAN 多端口网桥也属于数据链路层。

IP 交换技术是多层交换的另一种类型；其目标就是要解决网络扩展的问题并能在同一基础结构上提供多种网络服务。

虚拟专用网（VPN）将在不长的时间内，在共享 Internet 上支持实时通信。

多层交换通过给网络增加智能，为未来实现可预见的、可靠的、可扩展的网络，奠定了坚实的基础。

1.5.7 综合交换机技术

综合交换机技术，主要是通过对现有的电路交换网络进行改造，来达到同时支持电路交换和宽带交换（包括 ATM 交换和 IP 交换）的目的。

综合交换机不但具有窄带交换机的功能，同时还要具有宽带交换机的功能。实现方式主要有两种：

1. 采用混合交换结点的方式

在交换机内部配置有多个独立交换矩阵，即电路交换矩阵、ATM 和 IP 分组交换模块，传统的 PSTN 呼叫主要由电路交换模块进行处理，与宽带相关的业务则交由宽带分组处理模块进行处理，当两个模块之间需要交互时要进行协议转换。

2. 采用融合交换结点的方式

综合交换机内部基本上只有一个单一的 ATM 或 IP 交换矩阵，所有的媒体信息都转换成 ATM 信元在交换机内部进行处理，对外则同时支持电路交换网、ATM 网和 IP 网。采用融合方式的综合交换机由于内部已改为统一的交换平台，在灵活快速的业务部署方面有很大的优势。综合交换机由于综合多种功能，所以造价也比较高，主要用在业务量较大的关口局和端局，不适合全网推行。

1.5.8 IP 电话技术

IP 电话网是以 ITU-T 制定 H.323 协议为基本框架，主要设备是网关和网守。IP 电话网络中的网关属于一个等级，负责 PSTN/ISDN 等电路交换网与 IP 网之间协议的转换；网守则可以根据具体情况组成三级网络或二级网络。顶级网守负责管辖所属地区的一级网守，并负责与不同 IP 电话运营商（包括国际 IP 电话运营商）之间的通信；一级网守负责管辖所属的所有二级网守，例如，可以一个省一个一级网守，负责管辖该省的所有二级网守；二级网守负责管辖的所属的全部网关，包括地址解析、用户和网关设备的认证等。H.323 协议是一个协议框架，它由 H.225、H.245、H.450、RTP、RTCP、G.7xx 等系列协议组成。

综合交换机主要是采用对电路交换机进行改造的方式来支持分组交换的方式。在探索电路交换技术和分组交换技术融合的过程中，人们同时也希望能够利用分组网络来传送话音业务。此时基于 Web 应用的出现，Internet 网以惊人的速度发展起来，并最终发展成为一个全球性的网络，人们使用 Internet 网来得到各种服务。

Internet 网是基于 IP 技术，属于分组交换技术，对每个分组根据路由信息和网络情况独自进行传输和选路。Internet 网主要用来传送数据业务，伴随着

Internet 网的巨大成功，已使 IP 技术成为未来信息网络的支柱技术，基于 TCP/IP 的网络技术不仅成为传送数据业务的主导技术，而且开始尝试使用 IP 技术来传送话音业务。最早出现的在分组网上传送话音业务的应用就是 IP 电话技术。

IP 电话技术目前已经成为人们比较熟悉的业务，主要采用 H.323 系列协议，在分组网上支持语音、图像和数据业务。因特网语音的应用，尤其是 IP 电话，已经成为电话通信网、高速数据网、有线电视网的“三网合一”大潮中最引人注目的应用之一。

1.5.9 软交换技术

软交换技术(Softswitch)是基于分组网利用程控软件提供呼叫控制功能与媒体处理相分离的设备和系统。

软交换的主要设计思想是业务 / 控制与传送 / 接入分离，各实体之间通过标准的协议进行连接和通信，以便在网上更加灵活地提供业务。更具体地讲，软交换是一个基于软件的分布式交换 / 控制平台，它将呼叫控制功能从网关中分离出来，开放业务、控制、接入和交换间的协议，从而真正实现多厂家的网络运营环境，并可以方便地在网上引入多种业务。从而实现呼叫传输与呼叫控制的分离，为控制、交换和软件可编程功能建立分离的平面。

软交换主要提供连接控制、翻译和选路、网关管理、呼叫控制、带宽管理、信令、安全性和呼叫详细记录等功能。与此同时，软交换还将网络资源、网络能力封装起来，通过标准开放的业务接口与业务应用层相连，可方便地在网络上快速提供新的业务。

软交换技术是一个分布式的软件系统，可以在基于各种不同技术、协议和设备的网络之间提供无缝的互操作性，其基本设计原理是设法创建一个具有很好的伸缩性、接口标准性、业务开放性等特点的分布式软件系统，它独立于特定的底层硬件 / 操作系统，并能够很好地处理各种业务所需要的同步通信协议。

有人对电话的发展有过这样的比喻：如果将机电制、数字程控制分别看做第一代电话网和第二代电话网的话，那么从“程控”方式向基于软交换方式的演变应是电话网的又一次转变，可以称之为第三代电话网。

软交换技术支持各种不同的 PSTN、ATM 和 IP 协议等各种网络的可编程呼叫处理系统。它可方便地运行在各种商用计算机和操作系统上。

例如：软交换加上一个中继网关便是一个长途 / 汇接交换机；软交换加上一个中继网关和一个本地性能服务器便是一个本地交换机；软交换加上一个接入网关便是一个语音虚拟专用网 (VPN) / 专用小交换机 (PBX) 中继线的替代，在骨干网中具有 VoIP 功能。

软交换通过一个开放的和灵活的号码簿接口便可以再利用 IN(智能网)业务。例如,它提供一个具有接入到关系数据库管理系统、轻量级号码簿访问协议和事务能力应用部分号簿的号码簿嵌入机制。软交换技术作为呼叫处理的组成部分,能够通过选择路由来完成每次呼叫,以使所选择的出口网关最接近目的电话,完成了原有通过电路交换网执行的呼叫操作功能。

软交换虽然具有很大的发展潜力,但目前仍处于发展的起步阶段。以软交换为核心的通信系统将会提供业务开放能力,符合三网合一的发展趋势,提供话音、数据、视频业务和多媒体融合业务,满足通信个性化、移动化和随时随地获取信息的发展目标。

软交换网络具有以下几个特征:

1. 融合的网络特征

业务的替代性和 IP 化是催生软交换的基础。分层的体系架构、统一的核心网是软交换网络的重要特征,它充分体现了“网络就是交换”的思想,为电话网与 IP 网、电话网与移动网的融合奠定了基础,进而可以减少网络基础建设和运营维护成本、简化各种系统的综合管理难度、提升系统综合使用效率,获得竞争优势。软交换网络基于分组传送的融合特性为满足更高速率和带宽需求创造了条件,为传统电话的演进奠定了基础。

2. 开放的业务特征

提供差异化业务、开拓新的业务领域来拉动业务增长,是固网运营商面对挑战的当然选择。软交换网络通过开放的业务平台提供丰富多彩的业务,打破传统电信网络的业务提供的封闭环境。业务开放的特征体现在业务开发和提供的开放性,它通过向第三方开放的 API 接口,实现业务开发和提供的完全开放。开放的业务体系架构具备的能力包括:底层通信网络能力以 API 的形式开放;具有业务验证、业务执行、数据管理、话务量管理、统计管理等功能;管理服务相对集中;具有计费、认证、业务和用户等管理功能;具备与运营支撑系统的接口等。

以软交换为核心的下一代电话网络——交换网络总体框架如图 1-8 所示。它与 NGN 分层结构模型相适应,为公众客户、商业客户、集团客户和大客户等各类用户提供多种业务。

其中,在业务层面利用分散的业务能力构建业务网,即根据业务覆盖范围的不同,可以分成本地业务平台、省级业务平台、全国业务平台,但业务管理服务应尽量集中化。在控制层,软交换的组网可以有两种方式,即宽、窄带域分开组网方式和宽、窄带域混合组网方式。从目前产品情况看,软交换设备分为窄带软交换设备、宽带软交换设备和综合软交换设备,因此在宽、窄带域分开组网模式中,利用窄带软交换设备组建窄带域,利用宽带软交换设备组建宽

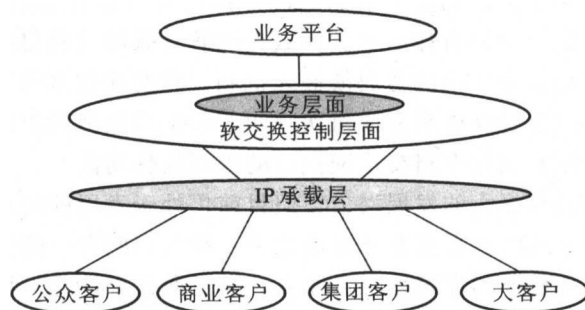


图 1-8 软交换网络总体框架

带域，而在宽、窄带域混合组网模式中，则利用综合软交换进行组网。具体采用何种组网结构与用户需求、设备结构密切相关，总体上讲宽、窄带域分开组网方式比较适用于宽、窄带用户发展十分不均衡地区，宽、窄带域混合组网方式比较适用于宽、窄带用户发展比较均衡地区。

软交换技术支持移动多媒体业务的体系架构，旨在将 Internet 与移动相融合，从而在任何地点都可以提供 Web、Email、即时消息和视频会议等多媒体业务。该体系架构已经得到 ETSI、ITU 等标准化组织重视，开始考虑是否在固网中引入相应的体系架构。

软交换技术在发展过程中，并没有一个严谨的定义和体系架构标准，因此，在用户漫游管理、路由计划、编号、支持多媒体业务的体系架构、业务管理、业务触发等方面还存在问题。

在电信市场竞争不断加剧的今天，业务创新进入了实质赢利阶段，单纯的语音业务已不能满足人们对各种信息服务和丰富多彩的应用需求，基于电路交换的 PSTN 网络建设的不确定因素越来越明显，电信技术的更新换代以及电信业务的创新逐渐成为电信运营商和业内关注焦点。作为传统的语音业务，为适应以 IP 为代表的业务迅猛发展，从电路交换网向 IP 网转移已是大势所趋，基于 H.323 VOIP 的出现验证了这一发展趋势。为了支持各种层出不穷的业务，建设可持续发展的网络，确保运营商的利益，世界各国开始研究基于 VOIP 的下一代网络，其中软交换技术起到了推波助澜的作用。

1.6 交换技术的发展趋势

随着现代电信技术的发展，电话语音交换与数据信息交换的界限越来越模糊，交换设备互取所长、互补所需，程控交换设备和网络交换设备进一步融

合，采用单一网络结构实现数据、语音、图像、音频和视频等信息的宽带高速传送与交换，实现电话通信网、高速数据网和有线电视网的“三网合一”是通信网络发展的趋势。

交换技术的发展主要有以下几个方向。

1.6.1 超强处理能力和超大容量的现代网络交换机

网络的优化，即通信网络由五级网络向三级网络直至无级网络过渡，逐步形成本地网络分区双汇接和端局双归属的典型结构，大容量少局所，要求网络结点的处理能力十分强大。

节日的祝福电话及群众参与性很强的业务如大众竞猜等，会造成网络的突发话务量剧增，致使交换结点的拥塞、瘫痪，甚至部分网络瘫痪，这样就要求结点具备自动拥塞控制（ACC）和过负荷控制能力。另外，增值业务特别是商业性和个性化较强的业务需求的快速增长及在现有平台基础上快速生成，要求现代交换机过负荷设计时有很大的过负荷冗余空间。

另一方面，网络优化和局间大容量光传输技术的采用，对网络结点造成很大的压力，因此现代通信网络结点需采用新型的大容量交换设备。

1.6.2 开放式交换网络平台

随着通信市场的迅速开放，未来的通信网络将是多家企业协作的一个整体，各家都希望能为自己提供一个理想的平台。此平台结点与网络中其他结点要有良好的兼容性，也就是网络接口（NNI）的开放性与协议的标准化。

例如：现代交换机内置 155 Mb/s 或 622 Mb/s 光同步数字序列（SDH），解决了大容量出局中继的要求，提高了局间中继传输的可靠性。同时，它本身为模块化设计，由不同的组件构成，如 ISDN 构件、IP 构件、ATM 构件，运营者可根据用户需求业务的种类和用户数的多少，来确定构建的种类与数量。构件互连时无远近之分，只有传输介质的不同，网络结点已经融合了目前电信支撑网的要求，将现在的局部网络浓缩为一个智能结点。

另一方面，该平台本身可以快速提供新业务，也就是通过标准应用程序接口（API）提供开放式的业务开发环境。其采用业务与交换分离的思想，继承了智能网和计算机语音集成（CTI）技术，主要在基本的交换平台上给用户定制业务环境，用外部主计算机去执行应用程序而完全控制呼叫回路和所有的相关交换资源，可以应用于增值业务的基本交换平台、客户服务平台、基站控制器、移动交换中心、网关等。该系统可以应用于电信领域、银行、邮政、税务、司法、政府、企业等各个部门，提供的业务如银行电话卡业务、1000 号用户服务中心、酒店服务与管理系统、电话广告卡业务、校园卡业务、移动预付费业

务、黄页广告、按需传真、交通旅游业务等。

1.6.3 大线束动态集线比

固定集线比方式或者靠人工配置方式已很难适应业务发展的需求，接入网的逐步推广迫使交换平台无法再用传统的线群分割方式（用户、中继分群配置）。

1.6.4 话务处理能力要求愈来愈高

现有移动交换系统发展模式仍旧依照大容量 / 大区制方式，以期达到实用化可接受的经济承受力，无线移动通信不可能单级组网，无线接人和交换将与有线系统综合，具有本地交换能力的 SWLL 的推出和有线网络的日趋成熟，有可能从根本上改变目前地面移动通信体系架构。

以带有基站控制器的小容量移动交换平台为单位（5 000 ~ 15 000 用户），通过现有传输网络连接各小容量交换平台至一个移动交换汇接平台（20 ~ 40 万用户），将多个或多级汇接平台互连构成一个广域的移动交换网络，采用这种网状互连方式构成局部的大容量平台，充分满足容量和投资的平滑增长需求。

1.7 我国交换技术的发展

我国从 20 世纪 90 年代初，通信技术开始转向数字化、宽带化，新标准不断出现，交换技术方面直接从宽带 ATM 切入，在光纤通信方面从光同步数字序列（SDH）切入而且同时开发 155 Mb/s、622 Mb/s 和 2.5 Gb/s 光纤通信系统，并较早启动了波分复用（WDM）系统的研究，个人通信方面侧重点放在 CDMA 移动通信系统上，从起点上缩短了与国外的差距，跟上了国际通信技术发展潮流。

在网络和交换设备方面，开发出容量为 10Gb/s 的 ATM 交叉连接设备，于 1998 年初完成实用化并进网应用，随后又进行了改进和升级，现已开发出容量为 80Gb/s 具有支持 IP 业务能力的 ATM 交换机产品。将智能网作为重点，从电话网的智能网到移动网的智能网，又到可与 IP 网互通的智能网。国内的移动智能网已形成国产设备为主的局面。

在国外第二代移动通信产品十分成熟且已大规模进入市场的情况下，通信技术在 TDMA 和 CDMA 方面分别选择从微蜂窝接入系统和窄带系统切入，在窄带 CDMA 方面利用自行设计的器件，研制成功了基站系统和移动台及移动通信交换机。

特别值得提到的是由我国提出的 TD - SCDMA 方案被选作国际第三代移动

通信无线传输技术主流标准之一（ITU-R 建议 M.1457），争得与源于欧、美标准的并列地位，这是我国百年电信史上在国际电信重要标准上的首次突破，在世界上取得了重要影响。

练 习 题

一、填空题

- 1.1 电话通信的基本目标是 _____，因此它必须具备三个基本要素：_____
_____、_____、_____。
- 1.2 ATM 进行数字信息传输的基本单位是 _____ 具有固定长度，由 _____ 字节构成。
- 1.3 一般地说电话交换机有四种基本呼叫任务，根据进出交换机的呼叫流向及发起呼叫的起源，可以将呼叫分为： _____、_____、_____ 和 _____。
- 1.4 程控交换机的控制部分是 _____，它包括 _____， _____ 和 _____ 设备。话路部分由 _____、_____、_____ 等组成。
- 1.5 交换方式主要有 _____。

二、简述题

- 1.6 简述电话交换机的分类。
- 1.7 “三网合一”中的“三网”指哪三个网？
- 1.8 简述分组交换的原理。
- 1.9 程控交换机的基本结构是怎样的？简述其各主要部件的作用和功能。
- 1.10 数据交换经历了哪些发展过程？
- 1.11 分组交换与报文交换的主要区别是什么？
- 1.12 电路交换、虚拟电路交换和分组交换的定义有何区别？主要应用于什么场合？