

第 3 章

广域网和网络接入

从计算机网络的角度来看,局域网和广域网都属于通信子网的范畴,它们解决了计算机之间的连接和数据传送的问题。与局域网不同,广域网往往由政府的电信部门或专门的电信公司构建和管理,它们为社会公众提供通信服务,因此又称公共电信网络或公用电信网络。也有一些特殊的企事业单位从业务需要出发会利用广域网技术组建属于自己部门所有的网络。广域网一般可以根据作用的不同划分为核心网(或主干网)和接入网两部分。核心网采用分布式结构连接网络中的节点、交换机或路由器。接入网介于本地交换机和用户之间,完成使用户接入到核心网的任务。接入网由业务节点接口(SNI)和用户网络接口(UNI)之间的一系列传送设备组成。

3.1 接入网技术

在计算机网络还不发达的时候,网络接入的传统技术主要是利用电话网的模拟用户线,采用话带调制解调器(Modem)实现数据传输的数字化。而在网络向数字化、光纤化和宽带化演进的今天,网络接入技术已是异彩纷呈。当前应用及研究中的接入网技术可大致分为6类:话带 Modem 及其改进技术、基于电话网用户线的综合业务数字网 ISDN 技术、基于电话网用户线的数字用户线(DSL)接入技术、基于 CATV 网 HFC 传输设施的电缆调制解调器(Cable Modem)接入技术、基于光缆的宽带光纤接入技术和基于无线电传输手段的无线接入技术。下面逐一讨论这些技术,并关注它们各自的特点和应用方法。

3.1.1 电话网和拨号接入

1. 电话网

电话网已有 100 多年的历史,当时设计它的目的是为了传输人类的语音。随着计算机之间相互通信需求的出现,电话网开始服务于计算机网络,而迅速发展的光纤技术和数字通信技术使电话网和计算机网络结合得更紧密。

电话网基本上由以下 3 个部分组成。

① 中继局。核心是可实现电路交换的交换设备。众多的中继局采用层次结构组织起来,并相互连接。根据所处位置的不同,中继局又分为端局、区局、长途局等。

② 连接用户与中继局的线缆。每台电话机用两根铜介质导线直接连接在最近的中继

局的交换机上,距离大约在1~10km之间,这段线路又称为本地回路。由于电话用户数量多,因此全世界的局部回路长度据估计可达到地球到月球距离的1000倍。两台电话机如果用各自的局部回路连接在同一个端局的交换机上,则交换机的交换机制可以在两个局部回路上建立直接的电路连接。两台电话机如果连接在不同的端局上,电话机的电路连接将根据电话机的位置跨越几个不同类型的中继局。

③ 中继线。用于中继局之间长距离连接的线缆。因为要同时支持多路电话连接,所以中继线往往由多根线缆组成。当连接数量进一步增加时,需要使用光纤和多路复用技术来提供多个连接通道。

图3-1是服务于计算机相互连接的电话网接入方式。从电话网端局来的电话线仍然传输模拟信号。当计算机想要在模拟电话线上传递数字数据时,首先把数字信号转换为模拟信号。实现该转换的设备就是调制解调器(Modem)。在电话网的端局,模拟信号被重新转换成数字信号,然后在中继线上传递。如果另一端的计算机也通过调制解调器连接,则相反的过程分别发生在另一端的端局和调制解调器上。图3-1中的ISP1即是这种情况。作为Internet的服务提供商,它需要同时为多个用户提供服务,因此使用了调制解调器池,池中的每个调制解调器可以连接一个用户。在56Kbps的调制解调器出现之前,这是符合常规的方法。ISP2则采用了另外一种技术,它利用高带宽传输介质或短距离连接可以直接接受电话网上来的数字信号。交换机与ISP间为数字连接,用户计算机与ISP之间只经过一次A/D和D/A转换,即仅在用户与电话程控交换机间使用调制解调器,在端局和ISP端免去了数字信号和模拟信号之间的转换,提高了效率,使线路上的数据传输速率达到了56Kbps(ITU建议V.90)。

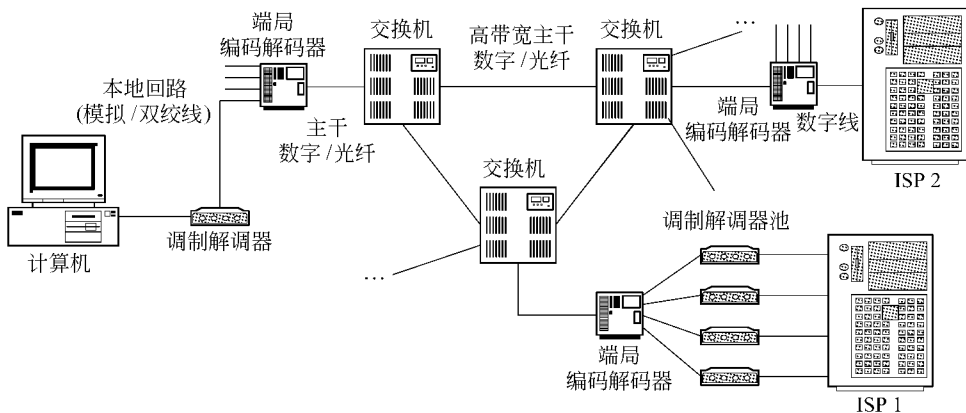


图 3-1 计算机利用电话网接入计算机网络

2. 调制解调器

公共电话交换网提供了模拟音频信道,信道频带为300~3400Hz,而数字信号频宽为零至几千兆赫兹。若不加任何措施利用模拟信道来传输数字信号,必定出现极大的失真和差错。所以,要在公共电话网上传输数字数据,必须将数字信号变换成电话网所允许的频带范围在300~3400Hz的模拟信号,经传输后再在接收端将模拟音频信号逆变换成对应的数字信号。调制解调器是实现数字信号与模拟信号互换的设备。

模拟信号传输的基础是载波,载波具有三大要素:幅度、频率和相位。数字数据可以针

对载波的不同要素或它们的组合进行调制,具有下面 3 种基本形式(如图 3-2 所示):

① 移幅键控法(ASK)。ASK 用载波的两种不同幅度来表示二进制的两种状态。ASK 方式容易受增益变化的影响,是一种低效的调制技术。在电话线路上,通常只能达到 1200bps 的速率。

② 移频键控法(FSK)。FSK 用载波频率附近的两种不同频率来表示二进制的两种状态。在电话线路上,使用 FSK 可以实现全双工操作,通常可达到 1200bps 的速率。

③ 移相键控法(PSK)。PSK 用载波信号的初始相位来表示数据。PSK 可以使用二相或多于二相的相移,利用这种技术,可以对传输速率起到加倍的作用。例如,常用的 4 相制,用 4 个不同的相位表示:00、01、10、11。PSK 还可分为绝对相移键控和差分相移键控(DPSK),后者具有更好的抗干扰性。它的规则是:相对于前一个码元载波的相位变化为 0° ,代表 0 码,变化 180° 代表 1 码。

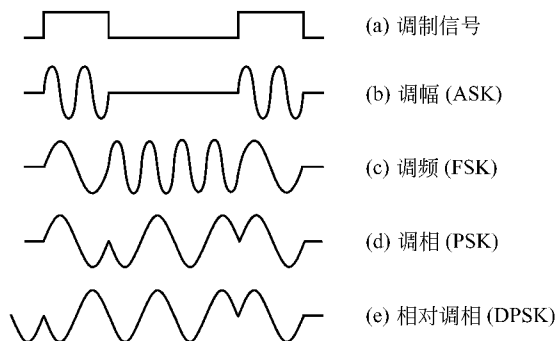


图 3-2 数字调制的基本形式

为了达到更高的速率,调制可以采用技术上更为复杂的多元制,即调制后一个码元携带多比特信息的方式,表现为码元的振幅、频率或相位允许多种取值。还可以把几种调制技术结合起来使用,如调制时采用 8 个相移位置和 2 个振幅值,共 16 种组合,这时的信息速率为码元速率的 4 倍。这是一种正交幅度调制(PAM)技术,其频带利用率与单边带调制等效。PAM 技术与另一种称为网格编码调制(TCM)的调制技术被广泛应用于高速调制解调器中。ITU 对电话网上传数据应采用的调制方式提出了 V 系列建议,以使各类调制解调器规范化,便于互连通信。

调制解调器的数据速率受香农定律的限制,香农定律根据电话环路的平均长度和线路的质量得到电话系统支持的数据速率小于 35Kbps。在图 3-1 中,当用户和 ISP 2 交换数据时,由于 ISP 2 端没有使用 Modem,用户的 PC 和 ISP 2 之间的电话环路的平均长度只有原来的 1/2,因此实际的数据速率可以提高到 56Kbps,这就是 ITU 的 V.90 采用的速率。

Modem 按其安装位置可以分为内置式 Modem 和外置式 Modem 两种,内置式 Modem 又称为 Modem 卡,安装在计算机内部,插入主板 COM3 或 COM4 槽内。外置式 Modem 安装在计算机外部,与计算机的 COM1 或 COM2 连接。Modem 串接在通信线路中,一端与计算机的串口相连,另一端与电话线相连。

3. PPP 协议

通过电话网和 Modem,计算机就可以连接提供 Internet 服务的 ISP 了,但是要获得 Internet 的服务还需要点到点的链路协议的支持。PPP 协议(Point-to-Point Protocol)就是



这样一种协议,它建立在点到点链路上,可以支持多种协议数据报的全双工传送。PPP 协议并不限于电话拨号上网,还可以用在其他点到点物理连接的线路上。

PPP 协议处理错误检测和身份认证,并通过链路控制协议(LCP)管理和检测链路,通过网络控制协议(NCP)协商、配置网络层的运行参数。PPP 协议的运行过程可以用简化的状态图描述,如图 3-3 所示。

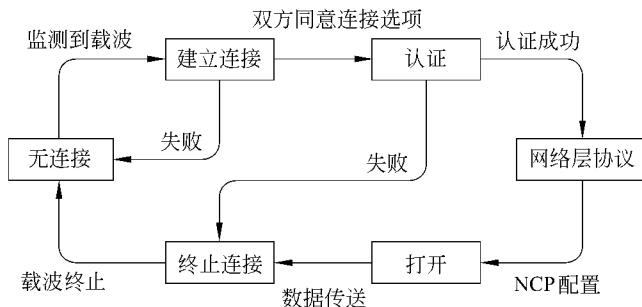


图 3-3 PPP 协议的运行过程

协议从无连接状态开始,此时物理线路上无载波信号,也不存在物理连接。当一个外部事件(如检测到线路上存在载波信号或网络管理人员配置)指示物理层已准备好并可以使用时,PPP 进入建立连接阶段。在建立连接状态,链路控制协议通过交换配置数据报建立连接。只有配置数据被双方确认,建立连接的交换过程才完成,此时可进入下一个认证状态,双方可相互检查对方的身份。如果认证失败,将转而进入终止连接状态。认证完成后,进入网络层协议状态,使用网络控制协议对网络层协议进行配置,如分配 IP 地址等。如果配置成功,双方就可以在打开状态交换用户数据了。交换数据结束,LCP 通过交换连接终止报文终止连接,通知物理层断开,回到无连接状态。

4. LAN 的拨号接入

除了单独的计算机可以用拨号方法接入 Internet 外,小单位的 LAN 也可以拨号接入 Internet,不用为每台机器申请账号和线路。此时 LAN 上的计算机将分享电话线的带宽。LAN 的拨号接入有多种方法,如利用 UNIX 主机上网收发邮件、设置代理等。同样的方法也可以用在后面几节介绍的其他接入技术上。

(1) 利用 UNIX 主机上网收发邮件

如果客户使用 Internet 的目的以 E-mail、FTP、Telnet 为主,则可以采用这种方式。其原理是:一台主机运行实现了 TCP/IP 和 PPP 协议的 UNIX 操作系统,客户端采用支持 TCP/IP 协议的其他操作系统,UNIX 主机运行 SMTP 和 POP3 服务器,利用 PPP 登录到 Internet 以后,其他客户 Telnet 到 UNIX 主机,在终端和仿真终端的方式下通过这台 UNIX 主机进入 Internet。同时,UNIX 主机可以收发 E-mail。

具体实现时,需要完成以下操作:为 LAN 配置 TCP/IP 协议,采用私用的 IP 地址;为局域网中的一台计算机安装 UNIX 类操作系统;配置 UNIX 主机不运行路由进程和不进行 IP 转发,即不要 Route 和 IP Forwarding;安装 SMTP 服务器和 POP3 服务器软件;为 LAN 上的用户建立 E-mail 用户名和口令;安装收集 POP E-mail 的软件,如 Popclient 等,这些软件收集用户的 E-mail,然后将 E-mail 放到 UNIX 主机的相应本地用户 E-mail 文件



中;让主机定时接入 Internet,并且运行 Popclient,收集用户的 E-mail,运行 SMTP 服务器,发送 E-mail 进入 Internet;在用户的计算机上安装 E-mail 客户端,将 SMTP 服务器和 POP3 服务器均设为 UNIX 主机名,同时将回信地址设为该用户的正式 E-mail 地址;安装 Telnet 客户端,使之可以使用仿真终端的方式登录到 UNIX 主机,可以运行 FTP、Telnet、Gopher 等。

(2) 设置代理接入 Internet

为 LAN 设置代理,同样可以使 LAN 上的所有用户都同时进入 Internet,这也是一个常用的方法。比较典型的代理有可以运行在 Windows 操作系统上的 WinGate 软件。

WinGate 是一个代理服务器软件,运行在一台作为代理的计算机上,该计算机一边连接在 LAN 上,一边用 Modem 连接电话网。LAN 内的其他计算机以运行 WinGate 的计算机为代理服务器进入 Internet。WinGate 可以代理 HTTP、FTP、Telnet、RealAudio 等服务,由于 Ping 是采用 ICMP 协议实现的,不能通过 WinGate 使用,因此配置 WinGate 时,允许 LAN 上的计算机使用 WinGate,并赋予相应的权限,允许提供各种服务。其他计算机要配置成 Proxy 客户端,并安装所需要的其他上网客户软件,如浏览器等。

3.1.2 ISDN 接入技术

1. ISDN 网络

ISDN(综合业务数字网)最初出现在 20 世纪 70 年代,历经坎坷,最终在 20 世纪 90 年代初开始在全球迅速发展起来,是 Internet 的发展给 ISDN 带来了新的生机和潜力。CCITT 为 ISDN 制定的建议中是这样描述 ISDN 的:ISDN 是一种网络,它由电话综合数字网演变而成,提供端到端的数字连接,以支持一系列广泛的业务(包括语音和非语音业务),它为用户入网提供一组有限的标准,即多用途用户—网络接口。通过 ISDN 接入 Internet 能以较低的成本享受到专线的高速度,因此受到众多 Internet 用户的欢迎。在我国,邮电部门已建设了全国范围的 ISDN 主干网,开通了 ISDN 业务。

与普通电话网相比,ISDN 具有数字化和综合业务两个特点。首先,通信网的数字化概念是随着脉冲编码调制(PCM)传送技术的出现而产生的,其目的是提高通信质量和采用位操作处理。这种技术的进一步发展,不再停留在通信网的两大要素——交换机和传送通道的分别数字化上,而是以一体化的形式把二者直接结合成统一的数字网。这样,一个用户终端到另一个用户终端之间的传输全部数字化了,包括用户线路部分,这和电话网有本质的区别。其中,由于交换和传送都以位为单位进行操作,因此可以缩小交换技术和传送技术的差别。

综合业务原来是指网络的综合,即不改变原来的业务内容,由一个网来实现包括电话和非电话的多种业务。但是,对于网络与用户的接口、业务种类、质量和号码等规定业务的各个项目,不变更已有的各种业务就很难在一个网络中实现。为此,现在的 ISDN 的考虑方法已不是网络的综合,而是向提供包括现有业务内容的新的综合业务方向发展,即把包括语音、图像、数字数据等内容的多种业务,用新的少数综合业务来代替,由一个综合数字网来实现。用户只需提出一次申请,用一根用户线和一个号码,就可把多个不同业务的终端连入网内,按照统一的规程同时通信。

2. ISDN 的数字管道

ISDN 以数字传输技术和数字交换技术为基础,其中心思想是数字位管道(Digital Bit



Pipe)。这是一个概念上的管道,在位管道中流过的是位(二进制数据)。而位可以来自电话机、数字传真机或计算机等,重要的是表示各种媒体信息的二进制数据流能够在管道中双向流动。数字位管道通常采用时分多路复用方式来支持多个独立的信道。

为使用户可以灵活地使用各种速率的位管道,ISDN 标准定义了以下几种位管道类型:

A——4kHz 模拟电话信道。

B——64Kbps 数字 PCM 信道,用于话音或数字传送。

C——8Kbps 或 16Kbps 数字信道。

D——16Kbps 数字信道,用于带外信令。

E——64Kbps 数字信道,用于 ISDN 内部信令。

H——384Kbps、1536Kbps 或 1920Kbps 的混合数字信道,用于高速率的应用,如视频会议等。

可以把几个低速率的数字信道用时分复用的方式组合在一个具有更高带宽的数字位管道中,为用户提供更高的数据传送速率。ISDN 标准给出了 3 种组合方式:基本速率,2B+D;主速率,23B+1D(美国和日本)或 30B+1D(欧洲和中国);混合,1A+1C。

ISDN 网络的控制信号,如呼叫建立通信通路、选路路由及呼叫释放等,通过与用户数据传输相隔离的通信链路进行传输。这种技术叫做带外信令或共路信令。ISDN 采用电话网络 7 号信令标准,在 D 通道上传送,以实现网络的营运、维护和管理,保证可靠通信。

3. ISDN 的接入设备

各种用户终端接入 ISDN 网有两个标准:家庭用低带宽标准和商业用高带宽标准。用于家庭或小型商务的一般配置,需要一种叫做 NT1 的网络终端设备。它用以前连接电话用的双绞线上连到电信部门的 ISDN 交换机上,通信距离可以有几千米远。所有用户终端则通过一条类似局域网连接的总线电缆接入到 NT1。一对普通用户线上最多可以连接 8 个 ISDN 终端,如 ISDN 电话、计算机或其他终端、报警装置等。

大型的商务应用,要求接入更多的终端设备,在这种情形下需要用到用户交换机 PBX,它是第二种 ISDN 网络终端设备 NT2。电话、终端和其他设备连到 NT2 上,再由 NT2 接至 NT1。实际上,用户交换机 PBX 就是一台 ISDN 交换机,只不过处理能力要小一些。

用户终端设备可分为 ISDN 标准设备 TE1 和非 ISDN 设备 TE2。非 ISDN 设备不能直接和 PBX 连接,而需要通过终端适配器(Terminal Adapter,TA)连到 NT2。非 ISDN 终端可用 EIA-232 接口与 TA 连接,终端适配器 TA 则用和其他标准 ISDN 设备一样的接入方式接入 PBX。

在实际应用 ISDN 设备实现接入时,经常根据需要使用上述标准设备的组合形式。下面介绍几种常用的 ISDN 接入设备及其使用方法。

(1) ISDN TA

这是最基本的接入设备,其作用是将来自计算机的信号和模拟语音信号调制成 ISDN 标准的帧。TA 按照制式分有欧、美、日等几种。我国电信只提供欧制接入服务。面向 ISDN 网络端的接口分为 S/T 4 线接口(无内置 NT1)和 U 2 线接口(内置 NT1)两种。我国的电信部门将 NT1 作为局端设备,由电信部门提供。所以除非特殊情况,用户没有必要选择内置 NT1 的 TA 设备。TA 面向用户端的两个物理接口 RS-232 和 RJ-11 分别连接 PC 的串口与电话。这样 PC 和电话即可分享或独占两个 B 信道(D 信道现在未向用户开放)。

(2) ISDN 代理服务器

当有多台 PC 连成一个 LAN 后共用一条 ISDN 线路时,ISDN 代理服务器成为最简洁,也是性能价格比相对较高的选择。服务器用 DHCP 协议动态地为 LAN 内的用户分配内部 IP 地址,但对外复用合法的 IP 地址。这样的服务器一般配置一个 ISDN BRI 口,可以直接和 ISDN 交换机来的线路相连;配置一个 10BASE-T 口,连接在内部 LAN 上。

(3) ISDN 路由器

这是一种专用路由器,它在 ISDN 代理服务器上添加了路由功能,基本配置是:一个 BRI 接口,直接和 ISDN 交换机相连;若干 RJ-11 接口连接电话等设备;以及一个 10BASE-T 接口,连接内部 LAN。这样的路由器有华为的 1003 ISDN 路由器、Cisco 的 1603、Intel 的 8100 系列等。

(4) 带有 ISDN 口的路由器

也可以使用带有 ISDN 端口的路由器接入 ISDN。这种路由器配置比较完整,如 Cisco 的 2503。有些机箱式的路由器可以灵活地插入 ISDN 模块,或支持 30B+D 的接入方式。

4. ISDN 的应用

ISDN 能提供各种通信业务,如语音、数据、可视图文、可视电话、传真、电子信箱、会议电视和语音信箱等。ISDN 也能够提供现在各种公用数据网的业务,如计算机的互连、计算机局域网的互连等。由于具有灵活、高传输速度、价格低廉等特点,除了解决 Internet 的接入问题外,ISDN 也受到众多网络用户的关注,用 ISDN 解决局域网间的互连问题。局域网通过 ISDN 互连一般有下面两种方法。

(1) 计算机网络间直接互连

采用 ISDN 连接分布在不同地点的两个网络,如图 3-4 所示。当路由器需要在两个 LAN 之间传送数据时,以 2B+D、30B+D 的呼叫方式拨号 ISDN 连接。在较小的办公室网络中按需要拨号上网非常有效,因为这些网络平均数据流量不大,这些小网络如果使用永久连接的专线,费用相对较高。

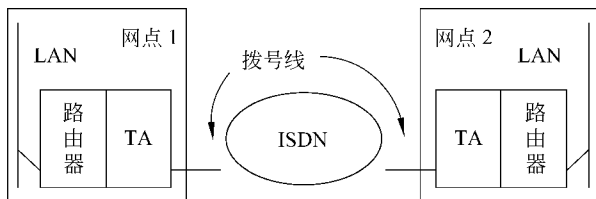


图 3-4 用 ISDN 连接分布在不同地点的两个网络

(2) 专线的备份

LAN 之间的主连接如果使用专线或其他类型网络,如 X.25 和帧中继等,考虑到存在发生故障的可能性,可以同时用 ISDN 做连接备份。此时的 ISDN 在使用时拨号连接,平时断开。备份状态下的 ISDN 连接方式如图 3-5 所示。这里使用了一个备用适配器,它的作用是同时连接专线(活动)和 ISDN 线(未活动),另外一端连接在局域网的路由器上。如果专线发生故障,备用适配器将自动拨通 ISDN,以保持数据传输的畅通。路由器用串口和备用适配器相连,仅存在一个串行连接,不需要特殊的硬件和软件,不必知道备用线路的存在与否。

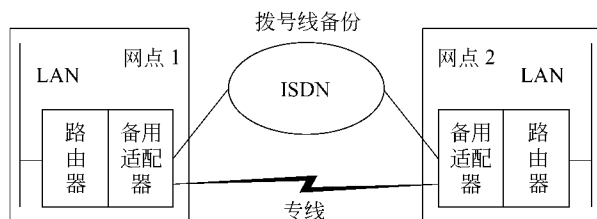


图 3-5 ISDN 用做备份连接

3.1.3 xDSL 接入技术

除了利用 56Kbps 的 Modem 和 ISDN 技术以外,人们还在寻找其他适宜于“最后一公里”的具有更高带宽的远程接入 Internet 的方法。目前存在多种过渡性的宽带接入网技术,而 xDSL 是最具有竞争力的技术之一。xDSL 以电话线为传输媒介,利用了电话网用户环路的全部可用的带宽,提高了数据传送的速率,支持高速的网络数据的传送。

1. xDSL 技术的种类和特点

xDSL 的 DSL 表示数字用户环路,x 表示几种不同类型的 DSL 接入技术。下面介绍几种主要的 xDSL 技术。

ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line,非对称数字用户线),利用现有的电话线进行双向不对称的高速数据传送,同时不影响通话。目前已得到广泛使用。ADSL 的最高速率:下行信号(从端局到用户)为 8Mbps,上行信号(从用户到端局)为 1Mbps。

HDSL(High bit-rate DSL,高比特率数字用户环路),xDSL 技术中最成熟的技术,利用两对双绞线传输,支持 $N \times 64\text{bps}$ 的各种速率,最高可以达到 E1 的速率。

SDSL(Single pair DSL,单对数字用户环路),与 HDSL 技术完全相同,但 SDSL 仅使用一对双绞线,且传输速率可调,从 160Kbps 到 2.084Mbps。

IDSL(ISDN DSL,综合数字业务用户环路),技术与 HDSL 相同,可以提供 ISDN 的基本速率(2B+D)或主速率(30B+D)的双向业务,用户端使用 ISDN 终端适配器,但 IDSL 与 ISDN 技术没有关系。

RADSL(Rate Adaptive DSL,速率自适应数字用户环路),可根据用户的需要调整 DSL 的带宽以适应线路的质量与长度,因而具有很强的灵活性。RADSL 可以在强噪声条件下自适应地降低传输速率而不中断通信,也能根据用户的需求调整传输速率,因为传输速率不同使用费用也不同。

VDSL(Very high bit-rate DSL,甚高速数字用户环路),属于 ADSL 技术范畴,但是传输速率在 ADSL 的 10 倍以上,最大下行速率可达到 55Mbps,如此高的速率对目前的应用来说绰绰有余,已经能够支持高清晰度电视信号的传送了。但是,VDSL 系统传输的距离较短,一般不超过 1.5km。

UDSL(Ultra high bit-rate DSL,超高速数字用户环路),也是 ADSL 技术的一种,但其传输速率更高,可达 155Mbps,而传输距离只有数十米。对 Internet 用户而言,UDSL 使用价值不大,目前也仅处于实验阶段。

MVDSL(Multiple Virtual DSL,多虚拟数字用户环路),综合了其他 xDSL 技术的优

点,专为中小型企业及家庭用户服务。例如,在不影响正常通信的同时,可在一对双绞线上传送 768Kbps 速率的数据;上下行速率可动态分配;传输距离可达 7km;在一条电话线上可以带 8 个 MVL Modem,且可同时使用,构成一个虚拟的局域网。

2. xDSL 调制解调技术

xDSL 技术利用了电话线上电话系统没有利用的高频部分,以及相应的调制解调技术,进行数据传送。采用的调制方法有 2B1Q、QAM、CAP 和 DMT。

2B1Q(2 Binary 1 Quarterary)是在 AMI 的基础上发展起来的,通过改变矩形波振幅来传送数据。2B1Q 技术把矩形波的振幅分成 4 级,这样一次能传送 2 位数据,因此能够利用 AMI 的一半频带达到与 AMI 一样的传输速率。由于降低了频带要求,延长了传输距离,因此这种技术主要用于 IDSL、HDSL、SDSL 等速率对称的 xDSL 方式中。

QAM(Quadrature Amplitude Modulation)调制技术在发送数据时让数据在比特/符号编码器内分成两路,每路的速率各为原来的 1/2,然后分别与一对正交调制分量相乘,求和后输出。与其他调制技术相比,QAM 编码具有能充分利用带宽、抗噪声能力强等优点。QAM 接收器需要一个和发送端具有相同频谱和相位特性的输入信号用于解码,QAM 接收器利用自适应均衡器来补偿传输过程中信号产生的失真,因此采用 QAM 的 xDSL 系统的复杂性主要来自于它的自适应均衡器。

CAP(Carrierless Amplitude Phase Modulation)调制技术以 QAM 为基础,是对 QAM 技术的发展。CAP 把 m 个输入位映射为 $K=2m$ 个不同的复数符号 A_n , $A_n = a_n + jb_n$,由 K 个不同的复数符号构成 K-CAP 线路编码。编码后的 a_n 和 b_n 被分别送入同相和正交数字整形滤波器,求和后送入 D/A 转换器,最后经低通滤波器把信号发送出去。CAP 编码的一个波特可以代表 2~9 位,所以在相同的传输速率下,CAP 编码所需要的频带比其他调制技术窄,因此传输距离会更远。CAP 把上下行信号调制在不同的载波上,对称或非对称的 xDSL 均可使用,现在主要应用于 HDSL、SDSL 和 RADSL 中。

DMT(Discrete Multi Tone)调制技术的原理是将频带 0~1.104MHz 分割为 256 个由频率指示的正交子信道,每个子信道占用 4312.5Hz 带宽。输入信号经过比特分配和缓存,将输入数据划分为比特块,经编码后再进行离散傅里叶反变换,这时比特块将转换成 256 个 QAM 子字符。随后对每个比特块加上循环前缀(用于消除码间干扰),经数模变换和发送滤波器将信号送上信道。在接收端则按相反的次序进行接收解码。由于美国的 ADSL 国家标准 T1.413 推荐使用 DMT 技术,因此今后将会有越来越多的 ADSL 调制解调器采用 DMT 技术。

与 DMT 相比,CAP 的处理比较简单,所以延迟时间短,芯片功耗低;而 DMT 的抗噪声性能比 CAP 好。

xDSL Modem 的内部结构与 V.34 等模拟 Modem 几乎完全相同。主要由处理 D/A 变换的模拟前端、进行调制/解调处理的数字信号处理器以及减小数字信号发送功率和传输误差、利用“网格编码”和“交织处理”实现差错校正的数字接口构成。交换局侧的 xDSL Modem 产品大多具有多路复用功能(DSL Access Multiplexer,DSLAM)。各条 xDSL 线路传来的信号在 DSLAM 中进行复用,通过高速接口向主干网侧的路由器等设备转发,这种配置可节省路由器的端口,布线也得到简化。目前已有将数条 xDSL 线路集束成一条 10BASE-T 的产品和将交换机架上全部数据综合成 155Mbps ATM 端口的产品。

3. ADSL 技术

ADSL 把电话线路上可用的 1.1MHz 频带划分成 256 个独立的信道,每个信道 4312.5Hz。信道 0 用于电话。信道 1~5 没有使用,让语音信号和数据信号分开,减少相互之间的干扰。另外 250 个信道中,一个用于上行的控制,一个用于下行的控制,其余的可以用于传送数据。由电信部门决定上下行数据分别占用多少个信道。考虑到大部分用户的下载数据量大于上传数据量,下行信道数一般可占有可用信道数的 80%~90%,上行信道只有 10%~20%。

ADSL 标准(ANSI T1.413 h 和 ITU G.992.1)允许有 8Mbps 的下行速率和 1Mbps 的上行速率。实际上,电信部门很少给用户提供这么高的速率,一般是 512Kbps 的下行速率和 64Kbps 的上行速率,或者 1Mbps 下行速率和 256Kbps 上行速率。

ADSL 的每个信道使用类似于 V.34 的调制方法,采样率是每秒 4000 次或 4000 波特。每条信道的数据速率根据线路质量而调整,因此不同的信道有可能用不同的数据速率。采用 QAM 调制技术后每个波特可携带 15 位数据。这样,如果有 224 个下行信道,每个信道 4000 波特,每个波特 15 位,则总的下行数据信道具有的带宽可以到 13.44Mbps。实际的信号传输受到噪声的影响,数据速率不会达到这么高,但 8Mbps 还是能达到的,这就是标准给出 8Mbps 的原因。

一个典型的 ADSL 的配置和连接情况如图 3-6 所示。在用户这一端必须有一个网络接口设备 NID,一边直接连接在电话线上,一边与用户设备相连。与 NID 相连的是一个分配器(有时直接和 NID 做在一个盒子里),这是一个模拟信号过滤器,把频率在 4000Hz 以下的电话语音信号从数据信号中分离出来。语音信号送入电话机,数据信号则送入 ADSL Modem。ADSL Modem 实际上是一个数字信号处理器,它可以并行地实现不同频率的 250 个 QAM Modem 的操作。因为目前的大部分 ADSL Modem 是外置的,计算机必须用高速线路与它相连,一般通过以太网卡和 5 类双绞线与 ADSL Modem 相连,也有使用 USB 接口相连的,将来一定会有内置的 ADSL Modem 出现。

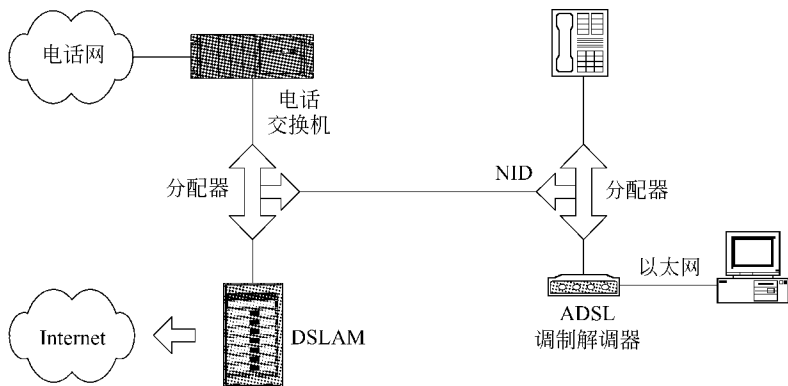


图 3-6 典型的 ADSL 设备配置和连接

电话线的另一端在电话网的交换局,它也使用一个分配器,把信号的语音部分过滤出来,并送到普通的电话交换器中。26kHz 以上的信号被送入 DSLAM,它具有和 ADSL Modem 同样的数字信号处理器。当数字信号恢复成位串后,形成的报文被送给 ISP。