

CATV 网与 Cable Modem

[摘要] 本文介绍了 CATV 网络建设的现状与发展。特别引入了 Cable Modem 话题，从其基本概念，传输模式，标准，工作原理作了较详细地介绍。

一、网络速度的现状

今天,网络的发展为我们提供了更大的发展空间和机会。但网络的传输速度也越来越成为利用网络自身发展的障碍。一系列新的 Internet 服务,包括提供音频、视频流,本地信息服务(社区资讯和服务),登录 CD-ROM 服务器,视频点播以及其他大量网上服务,都受制于网络速度而得不到广泛应用。甚至 WWW(World Wide Web 万维网,字面意思“世界范围的网络”)得了个无奈的外号:“World Wide Wait”(世界范围的等待)。一字之差,却反映出人们的无奈、需要和期待。于是,人们开始竞相研究各种 Internet 宽带接入技术。比如 ISDN(Integrated Service Digital Network 综合业务数字网俗称,“一线通”),ADSL(不对称数字用户线),DSL(Digital Subscriber Loop 数字用户环路),ATM(帧中继)等,不一而足。本文要介绍的则是另一种解决方案:利用 Cable Modem(线缆调制解调器)将电脑接入有线电视网络,实现网络操作,包括时下热门的 Internet 接入。Cable Modem 的上行带宽可达 10M,下行带宽可达 35M,如此传输速率无疑是非常诱人的。不过有线电视网是否有能力担起重任呢?

二、有线电视网的资源潜力

我国的有线电视网虽然没有得到国家投资,但却依靠自身力量发展起来了。目前它的覆盖范围比电信网还广,已经建成 12989 公里的国家级干线光缆网络,在许多地方已建成光缆和同轴电缆混合网,联通全国 22 个省、市、自治区。截至 1998 年底,有线电视用户超过 7000 万户。从用户数量看,我国拥有世界上最大的有线电视网络。

目前在我国有线电视网有两大优势:最后“一公里”带宽很宽;覆盖率高于电信网。电信网形成时,只是为了一个业务,那就是打电话,而打电话只要求 64K 的带宽。所以整个网络的设计也就仅局限于这 64K,包括入户的双绞线。这样一来,电信网的“最后一公里”就成了瓶颈,限制了网络速度的提高。尽管电信采取了 ISDN(综合服务数字网)、ADSL(非对称线性环路),目前可以做到 10M、8M、6M,但在当前价位上提高的余地不大。再往前走,

成本将非常高。而 CATV（有线电视）的同轴电缆的带宽很容易可以做到 800M，就现在的带宽需求而言，CATV 网的最后“一公里”是畅通的。

当然，由于有线电视网当初是用于广播式的电视传播，也就是说，是单向的，所以要用于电脑网络，必须对现有的网络前端和用户端进行改造，使之具有双向传输功能。

总的来说，有线电视网相对电信网络具有以下优势：

- 高传输速率
- 线路始终通畅（不用拨号，没有忙音）
- 多用户使用一条线路（包括完整的电视信号）
- 不占用公用电话线
- 提供真正的多媒体功能

三、Cable Modem 的原理和使用

1. Cable Modem 的基本概念

Cable Modem 是一种可以通过有线电视网络进行高速数据接入的装置。它一般有两个接口，一个用来接室内墙上的有线电视端口，另一个与计算机相联。Cable Modem 不仅包含调制解调部分，它还包括电视接收调谐、加密解密和协议适配等部分，它还可能是一个桥接器、路由器、网络控制器或集线器。一个 Cable Modem 要在两个不同的方向上接收和发送数据，把上、下行数字信号用不同的调制方式调制在双向传输的某一个 6MHz (或 8MHz) 带宽的电视频道上。它把上行的数字信号转换成模拟射频信号，类似电视信号，所以能在有线电视网上传送。接收下行信号时，Cable Modem 把它转换为数字信号，以便电脑处理。

Cable Modem 的传输速度一般可达 3-50 Mbps，距离可以是 100 公里甚至更远。Cable Modem 终端系统（CMTS）能和所有的 Cable Modem 通讯，但是 Cable Modem 只能和 CMTS 通讯。如果两个 Cable Modem 需要通讯，那么必须由 CMTS 转播信息。

2. Cable Modem 的速度

Cable Modem 通过有线电视网络进行高速数据传输，从网上下载信息的速度比现有的电话 Modem 快 1000 倍。通过电话线下载需要 20 分钟完成的工作，使用 Cable Modem 只需要 1.2 秒。Cable Modem 的速度范围可以从 500kbps 到 10Mbps。

3. Cable Modem 的传输模式

Cable Modem 的传输模式分为对称式传输和非对称式传输。

对称式传输

所谓对称式传输是指上/下行信号各占用一个普通频道 8M 带宽，上/下行信号可能采用不同的调制方法，但用相同传输速率(2~10Mbps)的传输模式。在有线电视网里利用 5~30(42)MHz 作为上行频带，对应的回传最多可利用 3 个标准 8MHz 频带：500~550MHz 传输模拟电视信号，550~650MHz 为 VOD(视频点播)，650~750MHz 为数据通讯。利用对称式传输，开通一个上行通道(中心频率 26MHz)和一个下行频道(中心频率 251MHz)。上行的 26MHz 信号经双向滤波器检出，输入给变频器，变频器解出上行信号的中频(36~44MHz)再调制为下行的 251MHz，构成一个逻辑环路，从而实现了有线电视网双向交互的物理链路。

非对称式传输

由于用户上网发出请求的信息量远远小于信息下行量，而上行通道又远远小于下行通道，人们发现非对称式传输能满足客户的要求，而又避开了上行通道带宽相对不足的矛盾。

频分复用、时分复用的配合加之以新的调制方法，每 8MHz 带宽下行速率可达 30Mbps，上行传输速率为 512Kbps 或 2.048Mbps。很明显，非对称式传输最大的优势在于提高了下行速率，并极大地满足网上数以万计的客户的应用申请，相对应的非对称式传输的前端设备是较为复杂的，它不仅有对称式应用中的数字交换设备，还必须有一个线缆路由器(Cable Router)，才能满足网络交换的需要；而对称式传输中执行的 IEEE802.4 令牌网协议在同一链路用户较少时还能达到设计速率，当用户达到一定数量时，其速率迅速下降，不能满足客户多媒体应用的需求。此时，非对称式传输就比对称式传输有了更多更大的应用范围，它可以开展电话、高速数据传递、视频广播、交互式服务和娱乐等服务，它能最大限度地利用可分离频谱，按客户需要提供带宽。

传输模式的选择

很明显，不同的用途，不同的范围和规模，就应该注意选择不同的传输模式和不同的产品。写字楼、办公楼、学校和小区主要是用网络传输数据、资料以及 Internet 接入，那么就选择对称模式的 Cable Modem，而且该类产品易用、易维护、价格低廉。如果网络结点设计合理的话(500 个电视终端，200 个数据用户)，利用有线电视网，采用对称式传输模式建立一个企业的 Intranet 通信平台也是可行的。

4. Cable Modem 的种类

随着 Cable Modem 技术的发展，出现了不少的类型。按不同的角度划分，大概可以分为以下几种：

1) 从传输方式的角度，可分为双向对称式传输和非对称式传输。对称式传输速率为 2Mbps~4Mbps、最高能达到 10Mbps。非对称式传输下行速率为 30Mbps，上行速率为 500K~2.56Mbps。

2) 从数据传输方向上看，有单向、双向之分。

3) 从网络通信角度上看，Modem 可分为同步(共享)和异步(交换)两种方式。同步(共享)类似以太网，网络用户共享同样的带宽。当用户增加到一定数量时，其速率急剧下降，碰撞增加，登录入网困难。而异步(交换)的 ATM 技术与非对称传输正在成为 Cable Modem 技术的发展主流趋势。

4) 从接入角度来看，可分为个人 Cable Modem 和宽带 Cable Modem(多用户)，宽带 Modem 可以具有网桥的功能，可以将一个计算机局域网接入。

5) 从接口角度分，可分为外置式、内置式和交互式机顶盒。外置 Cable Modem 的外形象小盒子，通过网卡连接电脑，所以连接 Cable Modem 前需要给电脑添置一块网卡，这也是外置 Cable Modem 的缺点。不过好处是可以支持局域网上的多台电脑同时上网。Cable Modem 支持大多操作系统和硬件平台。

内置 Cable Modem 是一块 PCI 插卡。这是最便宜的解决方案。缺点是：只能用在台式电脑上，在麦金塔电脑和膝上电脑无法使用。

交互式机顶盒是真正 Cable Modem 的伪装。机顶盒的主要功能是在频率数量不变的情况下提供更多的电视频道。通过使用数字电视编码(DVB)，交互式机顶盒提供一个回路，使用户可以直接在电视屏幕上访问网络，收发 E-Mail 等。我国电视机用户也即将有幸使用此项技术，比如 TCL 刚刚推出了“精彩王牌”机顶盒；迈威宝公司即将推出电视机顶盒和在线服务(www.myweb.com.cn)，使利用电视机浏览网页成为可能。

5. CATV 网上的加密

因为有线电视网属于共享资源，所以 Cable Modem 需要具有加密和解密功能。当给数据加密时，Cable Modem 对数据进行编码和扰码，使得黑客盗取数据没那么容易。

当通过 Internet 发送数据时，本地 Cable Modem 对数据进行加密，有线电视网服务器端的 Cable Modem 对数据解密，然后送给 Internet。接收数据时则相反，有线电视网服务器端的 Cable Modem 加密数据，送上有线网，然后本地电脑上的 Cable Modem 解密数据。

与 Netscape 的 Navigator 和 Microsoft 的 Internet Explorer 的加密不同的是，Cable Modem 只是在有线电视网两端对数据加密/解码，数据通过 Internet 时是不被加密的。

6. Cable Modem 的标准

目前，Cable Modem 主要存在两种不同的标准，一个是由美国有线电视运营公司成立的行业组织 MCNS（多媒体线缆网络系统）起草的、已被 ITU 批准的 J. 112 标准；还有一个是 IEEE802. 14，此标准正在制订中。从技术上讲 IEEE802. 14 比 ITUJ. 112 先进。

7. Cable Modem 工作原理

Cable Modem 从下行的模拟信号中划出 6MHz 频带，将信号转化为符合以太网协议的格式，从而与电脑实现通讯。用户需要给电脑配置以太网卡和相应的网卡驱动程序。

同轴电缆中的 6MHz 频带被用来提供数据通讯。电视和电脑可以同时使用，互不影响。有线电视网络实际怎样运行的呢？

射频信号在用户和前端之间沿同轴电缆上行或下行。上行和下行信号共享 6MHz 频带，但是调制在不同的载波频率上以避免相互干扰。一般速率下行为 10Mbps，上行速率为 786Kbs。

物理层

最主要的下行协议是 64QAM (Quadrature Amplitude Modulation 正交振幅调制)，调制速率可达 36Mbps。上行调制采用 QPSK (Quaternary Phase Shift Keying 四相移相键控调制)，抗干扰性能好，速率可达 10Mbps。另一个上行协议是 S-CDMA (Synchronous Code Division Multiple Access 同步码分复用)。例如，摩托罗拉，把上行信号更进一步细分为 10-600kHz 频带，把上行信号动态转入干净、无噪声的频带。

媒体通路控制层 (MAC —Media Access Control Layer) 和逻辑链接控制层 (LLC — Logical Link Control Layer)

这两个协议层规定了不同信号和用户怎样共享公共带宽。由于目前还没有统一的行业标准，有些 Cable Modem 厂家采用不同的协议。较常见的有：用于以太网的公共 CSMA/CD

(Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection 载波复用通路/冲突检测) 和先进的 ATM (Asynchronous Transfer Mode 异步传输模式) 协议。这些协议都可以有效地使用上行通道, 可以根据需要分配带宽, 保证通讯质量。

有线电视前端

在上行方向, Cable Modem 从电脑接收数据包, 把它们转换成模拟信号, 传给网络前端设备。该设备负责分离出数据信号, 把信号转换为数据包, 并传给 Internet 服务器。同时该设备还可以剥离出语音 (电话) 信号并传给交换机。

为实现上述功能, 需要将目前的单向有线电视网转变成双向光纤-同轴电缆混合网, 以便实现宽带应用。除了前端设备和现存的下行信号放大器外, 还需要在干线上插入上行信号放大器。

四、国外的发展情况

利用电缆调制解调器在有线电视混合光缆同轴网上传送数据, 用其做为互联网的宽带接入网是非常诱人的, 有着良好的发展前景。原因是这种方法成本低、频带宽, 是现有有线电视网宽带技术发展的热点。在美国有 50 个地方做试验网, 而象加州 Ahome 网已开始商业运行。在 1996 年 12 月举行的 96Westernshow 有线电视大展上, 有 20 家公司推出电缆调制解调器产品。一些大公司如 DEC、Philips 等采用多家公司的产品做系统集成服务, 用 HFC 网做接入网的互联网系统的操作支撑系统 (OSS) 软件也已出现。总之, 电缆调制解调器经过几年的发展已开始进入实用期。

尽管如此, 美国电缆调制解调器的发展并没有原来预期的那么快。其原因是在美国有线电视网大部分还是多年前铺设的同轴电缆网, 性能较差, 绝大部分是单向的, 没有上行能力。改造需要大量投资, 一般有线电视公司负担不起。另一原因是有线电视公司的网络运营管理能力和服务意识没有电信公司那么强, 比较而言体制也有缺陷, 要提供高质量的数据传输服务, 存在一个适应的过程。

目前已发展的、供家庭用户接入互联网使用的电缆调制解调器大多是双向不对称的。一般来说, 下行占用一个 NTSC 6MHz 通道, 采用 64QAM 调制提供高达 30Mbps 的传送速率, 而上行通道则在 5~40MHz 带中选择干扰较低的位置, 占用 1~2MHz 带宽, 用 QPSK (或 BPSK) 调制提供 500Kbps~2Mbps 传送速率, 第一代电缆调制解调器的标准大致是这样。典型产品

如 Motorola 的 Cybersurfr 电缆调制解调器,下行 30Mbps,上行 786Kbps(占用 600KHz 带宽)。
IBM 则推出其双向的 Cableonline 系统。它的下行速率为 30Mbps,上行为 2.5Mbps。这种电
缆调制解调器输入按照以太网协议连接用户,输出为 ATM 信号,在前端可用 ATM 交换机进行
交换,解决了对来自多个光结点的数据进行交换的问题。