

宽带接入 网络

李明琪 编



- 宽带接入网络技术总汇
- 以太网向城域网和广域网发展
- 以太网无源光网络
- 高速的数字用户线接入
- CATV和光纤的混合网络
- 无线宽带接入技术



科学出版社

宽带接入网络

李明琪 编

科学出版社

2002

内 容 简 介

本书全面介绍最新宽带接入网络技术。内容包括 ATM 无源光网络、以太网无源光网络、ADS 和 VDSL、宽带无线接入网络技术以及非主流的电力线接入技术。针对与宽带接入网络密切相关的家庭网络应用需求,介绍了适用于家庭网络建设的各种可选的宽带网络接入方式。对由 ITU 等国际组织所定义的宽带网络应用及宽带接入网络标准也做了简要的介绍。

本书可供通信、网络、计算机界的关心宽带接入网络技术的科技人员以及通信、计算机及相关专业的大专院校的师生参考,对从事智能小区设计工作的建筑界的技术人员和关心此项技术的宽带小区的住宅用户也具有参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

宽带接入网络/李明琪编. —北京:科学出版社,2002
ISBN 7-03-010085-9

I. 宽… II. 李… III. 宽带通信系统-接入网 IV. TN915.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 002645 号

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002年2月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2002年2月第一次印刷 印张:14 3/4

印数:1 4 000 字数:350 000

定 价:25.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

前 言

几年以前,在我国还有许多人不知 Internet 为何物。但是如今,Internet 一词几乎已经成为人们谈论最多的一个英文单词了。今天,科研技术人员需要通过 Internet 查阅最新的科技文献;大中学生通过 Internet 聆听名师的讲课;远在千里之外的亲人通过 Internet 拨打 IP 电话互致问候;网吧里,Internet 游戏战斗正酣;网上购物在给人们带来方便的同时也在悄悄地改变着人们的生活方式……。Internet 已经深入到了我们的生活当中,但是网络带给我们的绝不仅仅是这些。我们的工作、生活、学习等等都在因为 Internet 的出现而改变。

尽管 2000 年发生的 .COM 热已经迅速降温,.COM 公司进入盘整期,但这并不意味着网络已经衰退。挤掉泡沫以后,网络只会更健康地发展。

就在无数的人们拥向 Internet 的同时,也给人们带来了烦恼:接入速度慢如蜗牛;网络拥挤不堪;黑客攻击屡屡出现;人们期待已久的视频点播(VOD)、健康关怀、远程办公等等一些令人激动的应用久久没有出现,而这些问题绝大部分都是由于网络的带宽不足造成的。

经过多年的努力,网络干线的基础设施建设已经取得了长足的进步,特别是光缆的大规模普及,已经使得电信网的传输容量达到了非常高的程度。在长途干线上传输信息,带宽已经不存在问题。但是宽带网络入户的最后一公里,即宽带接入技术已成为宽带网络发展的瓶颈和主要制约因素,因此宽带网络技术如今已经成为通信、网络、计算机甚至包括建筑界的广大科技人员和管理人员以及网络用户和小区住户所共同关心的一个热点。

宽带网络入户的最终解决方案是光纤入户。由于网络业界有一个观点,认为异步传递模式(ATM, Asynchronous Transfer Mode)可能会在未来的电信网络中扮演重要的角色,所以最先出现的光纤解决方案是基于 ATM 的,这就是 ATM 无源光网络(APON)技术。这项技术早在 20 世纪 90 年代就出现了。但是,ATM 的 53 个字节长的固定信元长度使之在处理像 Internet 这样一类的猝发的数据交易事物的时候变得很不适应,效率低下,而且还有缺少传送电视信号的能力、带宽不足、复杂、费用高等一些缺点。于是人们又一次想到了以太网。以太网技术是由 Xerox PARC 公司的 Robert Metcalfe 和 David Boggs 于 1973 年发明的,其第一个版本是在 1980 年定稿的,并于次年发售。1983 年,IEEE 核准了 802.3 标准。以太网的变长的帧格式,使其很适合于成为在单一平台上传送打包的数据、电视和语音服务的占支配地位的方法。2000 年 11 月,在 IEEE 的主持下,通过第一英里以太网(EFM, Ethernet in the First Mile)研究组的形式,一个以太网厂商集团推出了他们自己的标准化成果。这个新的研究组的目标是开发一个适用于接入市场的试验和广泛应用的以太网协议。有 69 家公司表明他们将参加这个集团。由于干线光缆的传输能力的大大提高,甚至组建连接包括广域网、城域网和局域网的统一的以太网也在一些人的考虑之中。

宽带接入技术中,光纤入户被认为是最终的解决方案。但是利用现有的网络基础实施

也是可以实现宽带接入的。在现有的铜双绞线电话网络之上可以采用数字用户线(DSL)技术实现宽带接入。一般公认,住宅用户对下载数据速度的要求要比对上传数据的速度要求高得多,非对称数字用户线(ADSL)技术刚好是把环路上的大部分容量都交给了下行信道。在考虑到环路的长度的情况下,ADSL的可达到的下行位速率最高为7 Mbps,上行位速率为几百个 kbps。在这种方式中,ADSL把铜双绞线从一种只限于话音和低速数据的频带转换成了强大的多频带的 bit 管道。ADSL在完成这一使命的同时,把低端的3 kHz 频带完整地留给了现有的(模拟)电话业务。甚高速数字用户线(VDSL)的技术可在3km的铜环路上达到26 Mbps,如果环路长度在1km以内,还可达到52 Mbps。当然这比大多数的用户环路的长度都要短。然而,对于光纤到控制室(FTTCab)和光纤到路边(FTTC)的体系结构来说,它可用作提供“最后一公里”的连接。在这两种体系结构中,光纤从本地交换局扩展到了控制室或路边。普通的老式电话和ISDN业务也仍然可与高速度的VDSL继续在同一条双绞线上传送。

有线电视(CATV)网络是目前惟一的一个已经接入到千家万户的宽带网络。但是CATV网络是个单向的传输网络,目前只是由电视台向电视节目的接收用户发送电视节目。如果要想在CATV网络上实现数据和语音网络的功能,就必须对其进行双向的改造。这就是电缆调制解调器(cable modem)所要实现的功能。

经济的全球化和可以通向全球各处的Internet的出现和发展,为全世界造就了一大批“游牧”族。这些游牧族需要在移动的状态中工作、打电话、收发E-mail和上网浏览信息,以至于在网上娱乐。正是这种需求促成了无线宽带网络技术的发展。

在这些主流的宽带接入网络技术之外,则是利用无处不在的电力线设施实现宽带网络接入的技术。

本书全面介绍了目前宽带接入网络的一系列最新的技术,包括ATM无源光网络、以太网无源光网络、ADSL和VDSL、HFC网络和电缆调制解调器、无线宽带接入网络以及电力线接入技术。

本书所介绍的每一项宽带网络接入技术都可以作为一个专题写成一本书,而本书并不是专门论述某一项宽带网络技术的专著,因此对每一项技术的介绍都没有进行深入的展开,但是读者可以从本书全面了解到宽带网络技术的现状。如果读者是一个宽带网络技术的开发者,通过本书可以了解到宽带网络技术的全面概况;如果读者是一个智能小区的规划者,通过本书,可以找到适合于您的小区的宽带接入技术;如果读者是一个宽带网络的普通用户,通过本书,可以了解到各种适用的宽带网络技术,因此本书是适合于多种类型的读者阅读的。

应该感谢这个时代,出现了如此多的新技术,才使得我能够找到足够的素材成就这本小书;还应该感谢在成书过程中给予了我许多帮助的所有的人,如果没有他们的帮助,我很难在如此短的时间内完成本书的出版。

李明琪

2001年11月

目 录

第一章 绪论	(1)
1.1 宽带接入网络的类型	(3)
1.1.1 数字用户线(DSL)	(3)
1.1.2 电缆调制解调器	(4)
1.1.3 光纤技术	(5)
1.1.4 无线接入网络	(6)
1.1.5 电力线载波接入技术	(7)
1.2 宽带家庭网络	(7)
1.3 与宽带接入有关的网络协议	(8)
第二章 Internet	(9)
2.1 当前的 Internet 的结构	(9)
2.2 Internet 的演化	(10)
2.3 Internet 的资源	(10)
2.3.1 E-mail	(10)
2.3.2 FTP	(11)
2.3.3 在线服务	(11)
2.3.4 IRC	(11)
2.3.5 NEWS	(12)
2.3.6 WWW	(12)
2.3.7 Gopher	(13)
2.3.8 BBS	(13)
2.4 Internet 的应用	(13)
2.4.1 商业应用	(13)
2.4.2 广告	(14)
2.4.3 通信	(14)
2.4.4 教育与科研	(14)
2.4.5 娱乐	(15)
2.5 IP 电话	(15)
2.5.1 IP 电话的诞生	(15)
2.5.2 IP 电话的基本技术原理	(16)
2.5.3 IP 电话的未来方向	(16)
第三章 网络融合	(17)
3.1 推动网络融合的因素	(17)
3.1.1 技术因素	(17)

3.1.2	经济因素	(18)
3.1.3	消费者需求的因素	(19)
3.1.4	政策法规变化的因素	(19)
3.2	国际电联的长期架构研究	(20)
3.2.1	未来电信的发展趋势	(20)
3.2.2	公共趋势	(20)
3.2.3	网络趋势	(21)
3.2.4	多媒体服务所需的网络支持	(21)
3.2.5	LTA 的商业模型	(22)
3.3	公共交换电话网	(22)
3.3.1	传统的 PSTN	(23)
3.3.2	明天的 PSTN	(26)
3.4	有线电视网络	(28)
3.4.1	有线电视网络的现代化改造	(28)
3.4.2	下一代的有线网络 HFC	(29)
3.4.3	HFC 的不足之处	(30)
3.4.4	HFC 承载语音解决方案	(30)
第四章	异步传递模式(ATM)与宽带 ISDN	(33)
4.1	ATM 的历史	(33)
4.2	ATM 的优点	(33)
4.3	ATM 接口	(36)
4.4	B-ISDN 协议参考模型(PRM)	(37)
4.4.1	物理层	(37)
4.4.2	物理链路	(38)
4.4.3	ATM 层	(38)
4.5	ATM 适应层	(40)
4.6	B-ISDN 的高层	(42)
4.6.1	用户平面	(42)
4.6.2	控制平面或信令	(42)
4.7	多媒体中的信令	(44)
4.8	管理平面	(44)
4.9	B-ISDN 的其它方面	(45)
4.9.1	用户网络接口	(45)
4.9.2	交易控制	(45)
4.9.3	服务种类	(47)
4.9.4	路由	(48)
第五章	光纤解决方案 1:ATM 无源光网络	(50)
5.1	宽带接入网络的光纤解决方案	(50)
5.1.1	光纤入户	(50)

5.1.2	影响光纤入户实现方案的一个主要障碍	(52)
5.2	光纤接入网络的类型	(52)
5.3	完美服务接入网络行业集团	(54)
5.4	ATM 无源光网络	(55)
5.4.1	物理层操作	(56)
5.4.2	APON 的带宽管理	(59)
5.4.3	APON 确定距离范围协议	(60)
5.4.4	在 APON 上运用加密技术	(60)
5.5	防止 ONU 的泄密	(61)
5.6	APON 系统的实验配置	(61)
第六章	以太网	(63)
6.1	以太网技术	(63)
6.1.1	以太网的连接方式	(63)
6.1.2	以太网的帧格式	(64)
6.2	历史	(65)
6.2.1	第一个光以太网中继器	(66)
6.2.2	校园以太网	(66)
6.2.3	高速以太网	(66)
6.2.4	光千兆以太网	(67)
6.2.5	GBIC 模块	(67)
6.3	光以太网的今天	(68)
6.3.1	LAN	(68)
6.3.2	CAN	(68)
6.3.3	MAN	(68)
6.3.4	WAN	(69)
6.4	最近的趋势	(69)
6.4.1	以太网交换机	(69)
6.4.2	GBIC 模块	(70)
6.4.3	弹性信息包环	(70)
6.4.4	万兆以太网建议标准	(70)
6.5	未来展望	(71)
6.5.1	以太网进入消费者	(71)
6.5.2	以太网 LAN	(72)
6.5.3	超过万兆的以太网	(73)
第七章	光纤解决方案 2: 以太网无源光网络	(74)
7.1	无源光网络的演变	(74)
7.2	从经济的角度审视以太网 PON	(76)
7.3	无源光网络体系结构	(77)
7.4	有源网络元素	(78)

7.4.1	CO 机架	(78)
7.4.2	光网络单元	(79)
7.4.3	EMS	(79)
7.5	以太网 PON 的工作过程	(79)
7.5.1	EPON 的上行/下行交易管理	(80)
7.5.2	EPON 的帧格式	(81)
7.6	光系统设计	(82)
7.7	服务质量	(83)
7.8	应用	(84)
7.8.1	降低成本的应用	(84)
7.8.2	新的收益机会	(85)
7.8.3	竞争优势	(86)
7.9	以太网 PON 的效益	(86)
7.9.1	高带宽	(86)
7.9.2	低成本	(87)
7.9.3	高收入	(87)
7.10	第一公里以太网起步	(88)
7.11	以太网 PON 的未来	(88)
第八章	ADSL 和 VDSL	(89)
8.1	引言	(89)
8.2	铜双绞线的容量的增长过程	(90)
8.3	铜双绞线在信号传输过程中产生的传输质量问题	(92)
8.4	ADSL	(94)
8.4.1	系统需求参考模型	(94)
8.4.2	性能	(94)
8.4.3	传输模式	(95)
8.4.4	DMT 传送	(95)
8.4.5	频带与位的分配	(95)
8.4.6	差错校正	(96)
8.4.7	位速率适应性改变	(96)
8.4.8	ADSL 的特性	(96)
8.4.9	单载波传送(RADSL)	(101)
8.4.10	ADSL-Lite	(102)
8.5	VDSL	(103)
8.5.1	系统需求参考模型	(103)
8.5.2	传输模式	(103)
8.5.3	性能	(104)
8.5.4	传送频带	(104)
8.5.5	功率消耗	(104)

8.5.6 传送技术	(105)
第九章 光纤与同轴电缆混合网络	(109)
9.1 概述	(109)
9.2 宽带接入网络是市场和技术的竞争	(109)
9.3 电缆网络及其向 HFC 的演变	(110)
9.3.1 电缆网络的历史	(110)
9.3.2 传统电缆网络	(111)
9.3.3 HFC 网络	(112)
9.3.4 上行/下行电缆频谱	(113)
9.3.5 数字电缆网络	(114)
9.3.6 电缆网络的现代化改造	(114)
9.3.7 HFC 接入的不足之处	(115)
9.3.8 影响电缆调制解调器运行的因素	(115)
9.3.9 噪声	(116)
9.3.10 抑制噪声的方法	(118)
9.4 电缆调制解调器	(118)
9.4.1 两种类型的电缆调制解调器的对比	(119)
9.4.2 电缆调制解调器的运行简述	(120)
9.4.3 电缆调制解调器参考结构	(121)
9.4.4 电缆调制解调器的基础层	(123)
9.4.5 电缆调制解调器的运行(服务方面)	(132)
9.4.6 高速物理层	(133)
第十章 高速无线接入	(136)
10.1 引言	(136)
10.2 卫星通信基本原理	(137)
10.2.1 GEO 卫星	(138)
10.2.2 MEO 卫星	(139)
10.2.3 LEO 卫星	(139)
10.3 SkyBridge	(139)
10.3.1 SkyBridge 的历史	(140)
10.3.2 SkyBridge 星群	(140)
10.3.3 SkyBridge 的优点	(141)
10.3.4 SkyBridge 的体系结构	(141)
10.4 Teledesic	(143)
10.4.1 Teledesic 的历史	(143)
10.4.2 Teledesic 卫星群	(144)
10.4.3 Teledesic 的体系结构	(144)
10.5 Iridium(铱星)	(146)
10.5.1 Iridium 的历史	(146)

10.5.2	Iridium 卫星群	(146)
10.5.3	Iridium 的体系结构	(146)
10.5.4	Iridium 的工作频率	(148)
10.6	LMDS	(148)
10.6.1	LMDS 的体系结构	(149)
10.6.2	有哪些因素推动 LMDS 成功	(151)
10.6.3	LMDS 的标准化	(151)
10.7	无线宽带调制解调器	(152)
10.7.1	Internet 的传送基础	(152)
10.7.2	电缆调制解调器系统和电缆调制解调器的基本要素	(153)
10.7.3	无线下行系统的体系结构	(155)
10.7.4	频带和限制	(155)
10.7.5	在用户的场所接收信号	(157)
10.7.6	获取到达广播无线发射机的信号	(158)
10.7.7	无线返回(双向无线)选择	(158)
10.7.8	无线 Internet 接入的市场背景	(160)
10.7.9	用于 Internet 接入的 MMDS/WCS 发射机系统	(161)
第十一章	电力线载波接入技术	(163)
11.1	引言	(163)
11.2	历史	(163)
11.3	电力线作为高速传送媒体	(164)
11.4	电力线传送的体系结构	(164)
11.5	电力线上的噪声	(166)
11.6	物理层传输	(166)
11.6.1	多频率调制	(167)
11.6.2	展宽频谱调制	(167)
11.7	媒体接入控制和数据链路层	(167)
11.8	电力线通信的应用	(168)
第十二章	家庭网络	(170)
12.1	引言	(170)
12.2	家庭网络的类别	(171)
12.3	HomeRF LAN	(171)
12.3.1	HomeRF 系统概念	(172)
12.3.2	HomeRF 的体系结构	(172)
12.3.3	物理平面	(173)
12.3.4	控制平面	(173)
12.3.5	HomeRF 的优点和缺点	(174)
12.4	电力线以太网	(174)
12.4.1	电力线以太网的应用	(175)

12.4.2	电力线以太网系统概念	(175)
12.4.3	可供选择的物理层技术	(176)
12.4.4	可供选择的控制层技术	(177)
12.4.5	关于数字电力线技术的总体评述	(178)
12.5	家庭电话线	(178)
12.5.1	家庭电话线系统概念	(179)
12.5.2	电话线接入需求	(179)
12.5.3	电话线网络的体系结构	(180)
12.5.4	物理层	(180)
12.5.5	电话线网络的服务和优缺点	(181)
12.6	基于同轴电缆的家庭网络	(182)
12.6.1	基于同轴电缆的家庭网络的体系结构	(182)
12.6.2	基于同轴电缆的家庭网络的优点和缺点	(183)
12.7	几种家庭网络技术的对比	(183)
第十三章	应用	(185)
13.1	引言	(185)
13.2	服务与应用的定义	(185)
13.3	服务概况	(186)
13.3.1	服务分类	(186)
13.3.2	ATM 的服务结构	(187)
13.4	应用领域	(190)
13.4.1	关键传统应用	(190)
13.4.2	正在开发的应用	(192)
13.4.3	正在研究中的应用	(195)
第十四章	接入性能	(198)
14.1	概述	(198)
14.2	网络性能问题	(198)
14.3	性能需求和基础设施的发展	(199)
14.3.1	有多少个九就足够了	(199)
14.3.2	网络性能的原理阐述	(200)
14.4	ADSL 技术简要回顾	(202)
14.5	电缆调制解调器技术简要回顾	(205)
14.6	ADSL 和电缆调制解调器的对比	(205)
14.6.1	容量	(206)
14.6.2	吞吐量	(206)
14.6.3	可伸缩性	(206)
14.6.4	性能/服务类别	(207)
14.6.5	安全性	(207)
14.6.6	成本	(207)

14.6.7	语音适应能力	(207)
14.6.8	可靠性	(208)
14.6.9	Internet 应用方面的对比	(208)
第十五章	标准	(210)
15.1	标准的作用	(210)
15.2	与接入技术有关的标准	(210)
15.2.1	ADSL/VDSL	(210)
15.2.2	电缆调制解调器/HFC	(212)
15.2.3	电缆网络上的数据接口规范(DOCSIS)项目	(214)
15.2.4	IEEE 802.14	(215)
15.2.5	CableLabs	(216)
15.2.6	ATM 论坛	(217)
15.2.7	DAVIC	(218)
15.2.8	Internet 相关的标准	(219)
15.2.9	XIWT	(220)
15.2.10	ISOC	(220)
15.2.11	VON	(220)
15.2.12	IETF	(220)
15.2.13	ECTF	(221)
15.2.14	IMTC	(221)
主要参考文献		(222)

第一章 绪 论

在当今的世界上存在着公共电话网络、有线电视(CATV)网络和计算机网络这样三个大的通信网络。公共电信网络主要用于传输话音信息;有线电视网络一般是单向的,有线电视台用其向使用该网络收看电视节目的家庭传输电视信号(视频信息);而计算机网络主要是用于传输数据的。20世纪的90年代后期以来,Internet的应用呈现出了爆炸性的增长势头。但是在大多数情况下,Internet的数据信息却是在公共电话网络上传输的。多媒体技术的发展,又把视频信息的传送任务交到了Internet网络上。Internet电话(IP电话)技术的出现,为消费者提供了一种接受电话服务的新选择,但是又给本来是用来传输数据的Internet网络增加了传输话音信息的任务。当数据信息、话音信息和视频信息共同在现有的电信网络上传输的时候,现有网络的带宽呈现了无法满足应用需求的状况。于是在Internet的接入中出现了拥堵现象,严重地影响了网络应用的发展。

这一切向人们提示,现有的公共电话网络、CATV网络和计算机网络是无法满足未来的需求的。

经过多年的努力,网络干线的基础设施建设已经取得了长足的进步,特别是光缆的大规模普及,已经使得电信网的传输容量达到了非常高的程度。在长途干线上传输信息,带宽已经不存在问题。在1877年贝尔发明电话以后的将近一个世纪的时间内,电话的传输容量一直是电信行业最稀缺的资源。例如在20世纪的70年代,我国从北京到广州的主要通信干线只有几百条电路,而这个传输成本就占了长途电话总成本的90%以上。但是现在,光缆不但在我国传输干线上普及,而且正在向路边、大楼、用户和农村延伸。截至2000年7月,我国已建成光缆总长度100多万公里。全国所有的省会城市和部分沿海开放城市的卫星地面站总数达到38个,卫星通信网的通信能力大大加强,并开通了东南亚及欧洲等地的国际卫星通信业务。全国数字微波通信线路长度达到5.9万公里。在国际方面,近年来先后有中日(C-J)、中韩(CKC)、环球海底光缆系统(FLAG)和亚欧陆地光缆系统(TAE)建成并投入使用。此外,中国联通数据通信网覆盖全国300多个城市的本地网,包含上千个交换机。其IP网络的用户超过了1000万,网络整体方案能支持覆盖全国(300多个城市)并保证服务质量的VoIP业务网络,支持覆盖全国的、各种规模和不同服务质量的企业VPN的应用。中国公用计算机互联网(ChinaANET)网络节点的路由中继由原来的155M扩容为2.5G,提速16倍。网络总带宽达到800G。物理节点覆盖全国31个省、市、自治区的230多个城市,能够在所有的电话通达的地方提供接入服务。中国公用数字数据网(ChinaPAC)网络与世界上23个国家和地区的44个数据网络互联。中国公用帧中继宽带业务网(ChinaFRN)骨干网已覆盖全国所有省会城市,20个省已完成省内网建设。另一方面,经过十多年的建设和发展,目前全国的有线电视网线路已经超过240万公里,其中光缆超过30万公里,已经形成了国家干线网、省级干线网、地区本地网相连的全国网络城市体系,覆盖全国8500万用户,并以每年500万户以上的速度增长。中国95%的人口在其覆盖范围以内,超过了电信网。根据去年国际电联的报告,横跨大西洋的国际电话在

海底电缆上传输的每分钟成本不到 0.01 美分。在成本稍高的通信卫星上传输,成本也不会超过 1 美分。在我国,如果光缆的容量得到充分的利用,在 1 000 公里的距离上传输电话的每分钟成本甚至不到人民币 1 厘钱。

以上这些数据向我们揭示的一个事实是,目前发展宽带网络建设的障碍不在骨干网,宽带接入基础设施的建设是目前制约宽带网络建设的瓶颈。

正是在这种情况下,现有的网络运营商们都看到了,需要建设宽带网络来适应网络应用的发展需求。究竟是哪些因素在推动现有的电信网络向宽带网络升级呢?归纳起来大致有如下一些因素:技术、经济和行业竞争。

第一位的因素是技术进步:微处理器芯片按照摩尔定律所阐明的规律飞速地发展。几千元人民币就可以买得一台主频达上千兆,内存配置达 256 M 以上,配有 50 倍速以上的 CD-ROM,甚至是相当高速度的 DVD 光驱和几十兆字节容量硬盘的 PC 计算机。这样的价格使得计算机很快就大量地进入了普通百姓的家庭。仅仅一二百元钱就可以为自己的计算机加上一块 56 K 的调制解调器,让自己坐在家中就可以享受网上冲浪的乐趣。数字信号处理器(DSP, Digital Signal Processor)可以实现将数据、语音、图像压缩成为更低速率的数据流,从而能够在普通电话线上以每秒几兆比特到一百兆比特以上的速率传输数据流。无线电技术的进步,也使得各种无线设备变得更为高效、小巧和便宜。这些技术的进步所得到的结果就是使得建造有能力支持宽带服务的接入网络成为可能,而比采用老式的电话和 CATV 接入网络的成本更低。

第二个主要因素是 Internet 的爆炸性的增长。近年来,通信公司一直在努力建造电视图文系统,想要让用户在线访问新闻、获取信息、销售产品和娱乐。问题是这样的,系统建立起来了,却没有足够好的在线内容能够让用户保持住兴趣。潜在的内容提供商看到一些走在前面的系统只能吸引小量的用户,于是感到,现在还不足以让他们花费时间和金钱去创建这些在线内容。而现有的内容提供商则在努力互相竞争吸引用户的注意力。他们采用动画、视频短片和视频图像来为他们的站点增加趣味。用户已经发现这些内容很吸引人,但是却由于有限的接入速度而感到沮丧。一些用户觉得,宁愿等到 Internet 的接入速度达到能够让他们接受时才想为其掏腰包。宽带接入网络的建设已经成为用户的主动需求。

第三个因素是行业的竞争因素。在我国,由于长期以来的计划经济和行业垄断,电信行业一直处于封闭状态。1994 年,国家批准成立了独立运营的联通公司,后来又实现了对中国电信的切分,相继批准成立了铁通、网通等几家网络运营公司,国内为适应全球范围的电信行业的发展而开始了竞争的局面。竞争的结果使网络基础设施的建设取得了飞快的发展。我国的有线电视网络拥有数量众多的用户群,宽带网络的巨大市场也在吸引有线电视网络参与到竞争中来。我国的住宅建设总数目前已经居于世界第一的位置。房地产业在全国国民生产总值中占到了 7.5%,住宅建设连续三年竣工量超过 4 亿平方米,其中 2 000 年达到 5 亿平方米。住宅建设的大发展为宽带接入网络的建设造成了一个十分巨大的市场。国外的情况与此也有类似之处。在美国,自从 1996 年发布了联邦电信法案以来,在电信市场上的竞争格局已经出现。宽带网络的市场已经吸引网络运营商投入巨资建设宽带接入网络基础设施。

本章对宽带接入网络技术和与宽带接入技术相关的协议进行概述。这些内容将在以

后的各章节中逐步展开。

1.1 宽带接入网络的类型

宽带接入网络的发展大大地促进了宽带接入技术的发展。目前有一些宽带接入技术已经在开发或实验中,有的已经开始进入实用。本节概要介绍这些宽带网络接入技术,详细的内容将出现在以后各章节中。

1.1.1 数字用户线(DSL)

所谓数字用户线(DSL, Digital Subscriber Line)接入技术,就是利用与进入家庭的电话线相同的线路承载高速数据,实现数据网络接入的技术,如图 1.1 所示。在中心局中,在数据抵达电话交换系统之前把数据剥离有两点好处。

首先是,可发送的数据量大大增加,这主要是由于电话线能够发送的数据量有限,而这时数据进入的是话音交换机而不是电话线。第二是,把电话交换系统和干线让与了占据时间较长的数据呼叫。

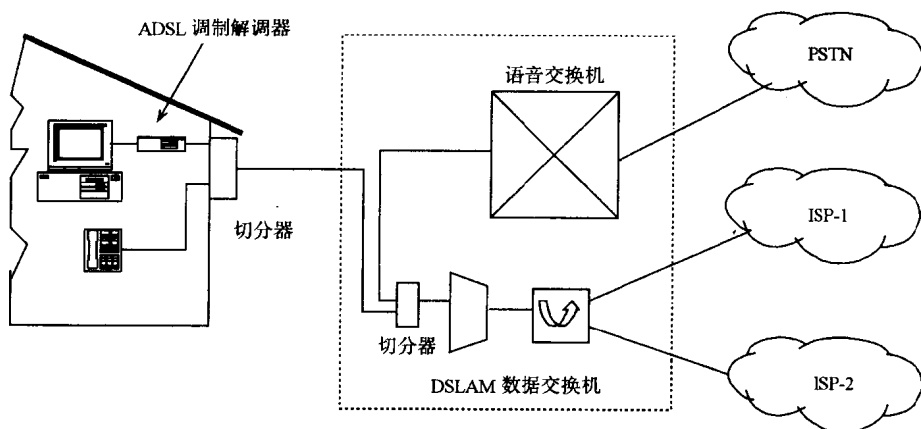


图 1.1 ADSL 宽带接入

有多种类型的数字用户线宽带接入技术可供选择。由于大多数用户都是下载数据而不是上传数据,所以有两种数字用户线接入技术更适合。一种是非对称数字用户线(ADSL, Asymmetrical Digital Subscriber Line)接入技术,另一种是甚高速数字用户线(VDSL, Very High Speed Digital Subscriber Line)接入技术。这两种技术所提供的下载数据的速度都要高于上传数据的速度。根据环路长度的不同,DSL 系统可以提供的速度从 128 kbps 到最高 52 Mbps。

早期的 DSL 实验集中于交换数字电视的应用上。这些实验并不成功,其中的一些原因是:当时的电视编码器非常昂贵;在这些实验中,1.5 Mbps 的电视质量并不是很好;每户家庭只能支持一台电视机;包括电视存储系统和电视交换系统等的系统成本比在音像商店租用电影视盘要高等等。

当前的 ADSL 配置的重点在高速 Internet 接入上。在这里,这项技术似乎找到了一

个已经准备好的和热切盼望的市场。全世界的各处,包括我国和北美以及欧洲都处在配置 DSL 接入网络的某个阶段中。

1.1.2 电缆调制解调器

目前的有线电视系统的带宽容量非常大,但是却存在着一个十分明显的问题:只能提供下行传输的信息。在 20 世纪 80 年代的后期,开始实验上行传输信息。如今的电缆调制解调器(cable modem)在光纤和同轴电缆混合(HFC,Hybrid Fiber Coax)网络上能够提供超过 40 Mbps 的下行传输信息,尽管这是由大量的用户所共享的。HFC 网络示意图如图 1.2 所示。

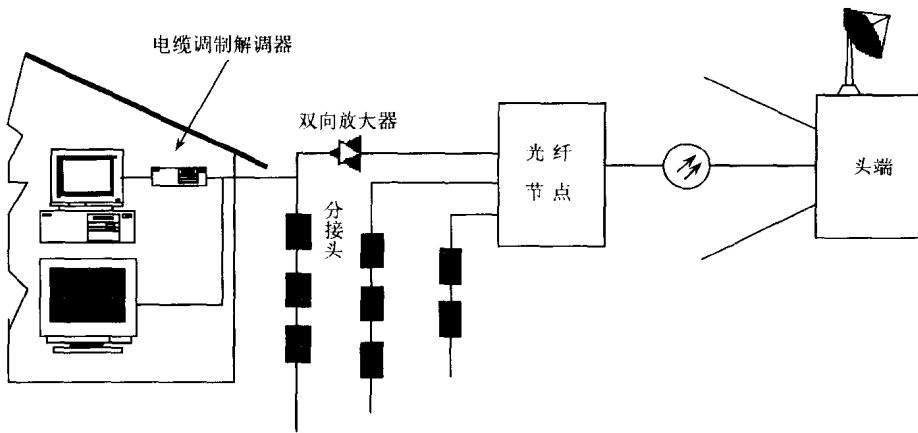


图 1.2 HFC 网络示意图

只要将这种结构放在了合适的场所,电缆公司就能够提供比单纯的高速 Internet 接入更多的东西。可以利用 IP 网承载语音(VoIP, Voice Over IP)技术提供电话服务,或者是自行出售这种服务,或者是与新兴的本地交换局(CLEC, Competitive Local Exchange Carrier)一起结成伙伴共同出售这种服务。例如美国的 AT&T 公司就从 TCI 公司与时代华纳公司所结成的伙伴关系中学到了这种结盟方式,并准备利用这种方式提供本地的电话服务。

上行传输通道可以用于交互式电视。

有数据显示,现在美国已经安装了数十万个电缆调制解调器。如今在美国的市场上,采用这种方式实现高速的 Internet 接入已经远远超过了其它方式。在我国,有线电视已经深入到了城市居民的千家万户,我国的有线电视网也对宽带接入网络这个巨大的市场具有极大的兴趣,正在积极努力准备实施。

但是采用电缆调制解调器方式的宽带接入技术本身也存在着一些技术问题。这些问题主要表现在对同轴电缆的质量要求很高。当一个光节点下的用户数超过 100 个以后,回传噪声的汇聚会让电缆调制解调器无法正常工作。美国市场上之所以能够普及电缆调制解调器的宽带接入技术是因为它们的国情与我国有不同之处。美国地广人稀,每一个光节点下一般只有十几个用户,长达几公里,电缆调制解调器的宽带接入方案对它们比较适合,而我国的城市住户密集,一个光节点下的用户数有时能超过 10 000,而且 95% 都处