

# 第1章 现代有线电视宽带网络 建设与综合业务的开展

新经济时代显著的特征是基于知识的经济和社会全面信息化。因此，世界各国特别注重国家信息化基础设施建设。由于有线电视业的产业属性和有线电视是国家信息化基础设施的重要组成部分，所以加速现代有线电视网络建设和开展综合信息业务服务，对国家信息化建设和国民经济增长将起到重大的促进作用。

现代有线电视宽带网络是集现代广播电视技术、现代通信技术和现代计算机技术为一体的现代化网络，即“三网整合”。从技术角度讲，它具有数字化、宽频带、高速率、智能化、规模化等现代信息高速公路的一切特征，是理想的、优越的信息通道。随着社会的进化和人类文明程度的提高，人们对信息的需求为有线电视业提供了广阔的市场前景。它在完成传统业务传送广播电视节目外，还可以利用其丰富的带宽资源开展某些具有广播电视特色的社会服务和增值业务服务，这也是在社会主义市场经济体制下我国有线电视产业属性所赋有的本能。

## 1.1 IT 信息技术与新经济

21 世纪的来临，全球经济似乎进入了新经济时代。

2000 年 7 月，联合国秘书长科菲安南向经社理事会“信息技术高层会议”提出题为“21 世纪中的发展和国际合作：信息技术在基于知识的全球经济中的作用”的报告。报告引言第 2 节中，指出世界上正在兴起基于知识的（**Knowledge-based**）全球经济，在叙述新经济的特征时，使用“由网络联结的（**networked**）经济；提到新经济的活动形式时，使用“基于互联网（**Internet-based**）的经济活动”，谈到新产品和方法时，在它们的前面加上修饰词“基于信息技术的（**IT-based**）”。

2000 年 7 月 8 日，西方七国集团的财政部长在给 7 月下旬八国首脑会议做准备的会议上，编写了题为《信息技术革命对经济和财政的影响》的报告。该报告第 3 小节中指出，信息技术导致生产率提高的可能性不限于与直接有关的产业，而将扩展到整个经济。八国首脑于 7 月 23 日通过的《全球信息社会冲绳宪章》开宗明义的指出：信息通信技术是塑造 21 世纪的最强大力量之一。它产生根本变革性冲击，影响到人们的生活、学习和工作以及政府与社会的交往；它正在成为世界经济成长的必不可少的发动机；IT 所驱动的经济和社会转型的本质，在于帮助个人和社会利用知识和创意。

欧盟委员会向 2000 年 3 月里斯本会议提交关于从 1999 年 12 月发起的“电子欧洲

(e-Europe) 倡议”的进展报告(按“e-”这个英语缩略符号表明以电子技术、电子信息作为手段)其附件 II 中有一段阐述,互联网的影响远远超出高科技产业,已经达到所有各门产业和各种服务,成长最快、最有成就的企业是成功地把互联网纳入它们的生产链及分销链中的那一些。

2000年4月2日,美国《财富》杂志公布的按营业总额排序的1999年度美国企业500强名单是值得予以注意的下列事实:

“美国在线”(AOL)进入这份名单序列为第337,这是信息服务商(ISP)首次进入500强队伍。但依靠互联网获利较多的限于出售技术产品的公司,例如计算机产业的每股红利比上年增加80%(从1989年起每年递增50%),居各产业之首。生产软件、硬件与提供网络集成服务的几家大型公司的排名都得到晋升,例如戴尔计算机、微软和思科系统这三家公司的排名分别从上一年的第78、第109和第192位晋升为第56、第84和第146位。

通用汽车这家传统产业连续12年稳居第一名,原因是它对新技术积极进取的努力获得了成功,它的首席执行官对互联网入了迷。另一家传统产业 Charles Schwab 证券公司依靠互联网使营业额和利润分别比上一年增加39%和69%,排名第435晋升到第343位。

零售商巨头 Wal-Mart 依靠把零售专用技术与零售经济结合并利用互联网,从第三名晋升到第二名。

1999年美国计算机及其相关设备加上电子行业,总产值约7000亿美元,通信业产值3300亿美元,广播和出版业550亿美元,如果把这些信息相关产业合计起来已近一万一千亿美元,大大超过零售业5920亿美元,汽车业4600亿美元,能源业4000亿美元等过去支柱产业。

美国国会提出的国情咨文中,列举了大量包括上述各个产业部门的统计数据,以表明新经济的成就,他似乎把整个美国经济看成新经济。

在我国中央十五届五中全会通过的“十五计划建议”,为我国绘制了新世纪初期发展的宏伟蓝图。全会公报指出,“大力推进国民经济和社会信息化,是覆盖现代化建设全局的战略举措。以信息化推动工业化,发挥后发优势,实现社会生产力的跨越式发展。”这也足以说明信息化在国民经济中的重要地位和作用。

我们可以说,在全球新经济的浪潮中,我国定会以信息化推动工业化,发挥后发优势,实现目前我国社会生产力的跨越式发展。

## 1.2 我国有线电视与信息产业的关系

国务院在《关于加强第三产业发展的决定》中已明确,广播电视列入第三产业,有线电视属第三产业中传媒业。国务院办公厅发出的国办发[1999]82号文《关于加强广播电视有线网络建设管理的意见》,文中阐明:“我国广播电视传输网络已有近50年的发展历史。建国初,已开始发展广播网络。90年代,广播电视建设进入高速发展阶段,现已建成有线电视传输网约225万公里。1992年以来,有线电视每年以新增1000万户的速度发展,至1998年12月,全国有线电视用户已达7700多万,列世界第1位。广播电视及其传输网络,已成为国家信息化的重要组成部分。”

1997年4月，国务院在深圳召开全国信息化工作会议，邹家华副总理代表国务院在会议报告中指出：中国的信息化基础框架结构是“三网一平台”，即在国家的统一信息大平台下，由计算机网、通信网与有线广播电视网构成。

1999年6月，国务院正式批准由中科院牵头，上海市政府和广电总局组建中国快速互联网，成立中国网络通信有限责任公司（CNC），实施“中国高速互联网先导示范工程”。CNC公司的宗旨是通过技术创新和体制创新相结合，建立一个以宽带IP协议构建新一代通信网络CNCnet，承载包括数据、话音、图像、传真和各种智能与增值服务在内的综合业务，实现各种业务的无缝连接，为中国的信息产业拓展一条新道路。CNC公司实施的中国高速互联网先导示范工程就是以广播电视网为主干。

国家广电光纤主干网于1996年启动建设2.5G SDH同步数字光缆网，经过几年的努力现已连接全国除新疆、西藏、宁夏、青海等处的20多个重要城市。辅助于数字微波联网，全国骨干网络已经基本形成。中国的有线电视接入网，从90年代就确定了采用宽带双向HFC网，经过多年的发展与技术、设备的升级改造，一个以传输广播电视节目为主的A平台及一个以传输数据为主的B平台已取得成功，保证了广播电视节目对千家万户的安全传输，也为数据通信及各种信息传输提供了速率高、容量大、资费省、安全可靠的传输手段。

据统计，1997年中国有线电视的总资产为2000亿元，加上无线电视、无线广播的总资产500亿元、全国广播电视的总资产近2500亿元。按资产负债率15%计算，广电的总资产2125亿元，与中国电信总资产数额相当。目前，我国有线电视用户已超过8000万户，光缆主干线26万多公里，电缆干线超过100万公里，根据广播电视的产业属性——第三产业传媒业，无疑这是一笔可贵的资本，也决定其在国家信息产业中的地位。2000年10月，在兰州召开的全国广播影视厅局长会议上，提出了加快广播影视集团化发展的战略任务，有线、无线、教育三台合并，省、地（市）、县三级贯通，资源共享、人才共用、优势互补、协调发展格局的形成，将给有线电视业解决长期面临的疑难问题提供了千载难逢的良机。同时综合业务的发展，也将在诸如网络公司职能、地市以下广电部门任务等方面影响广播影视集团格局的最终形成。届时，中国有线电视业作为我国信息产业的重要组成部分，肩负着“喉舌”和“信息通道”的双重任务。在“十五”期间，应当充分利用我国有线电视的广阔市场和丰富资源，学习、借鉴、引进国外的先进技术和运营管理经验，吸收、创建、发展具有世界先进水平、又有中国特色的有线电视综合信息产业，为国家的现代化和信息化进行不懈的努力，将是我国有线电视业界的使命。

### 1.3 有线电视宽带综合业务信息网络建设

现代信息网络最基本的要求是能支持多种综合业务，宽带全交互、智能化、随时随地满足人们需求的网络。其发展是受人们需求、市场刺激、技术推动、经济基础所决定的，是一个渐进的过程。

建设一个现代化信息网的指导思想是：适应我国信息产业日益激烈的竞争局面，适应城市信息港建设的需要，跟上信息产业的发展趋势，增加有线电视网络的自身的附加价值和吸引力，开展多种经营，开拓有线电视网络新的增长点，同时进一步提高网络现代化经营

管理水平，为有线电视产业化改造奠定基础。

建设目标是建立集数据、话音、视频图像于一体的宽带多媒体综合业务信息网，实现广播电视与通信的数字化、宽带化、综合化、智能化、规模化、标准化，能覆盖全地区、技术先进、性能完善、安全可靠、能与国内、国际通信接轨，与现代化城市相适应的广播电视和信息传输网；在实现联网的同时，充分利用原有网络资源；在重点进行接入网双向改造的同时扩大 HFC 网的覆盖范围，为整个地区的信息化建设提供功能强大，运行可靠的基础网络平台，使其成为现代化城市安全可靠的信息港和开展宽带综合信息服务的典范。

作为一个具有示范意义的建网工程，在网络系统设计中应遵循以下原则：

#### (1) 网络设计标准化

网络设计所有采用的组网技术和设备必须采用世界上成熟的、先进的，具有标准的主流技术，不能脱离已有的国际、国家标准或即将制定的国际标准。这样才能带动成本的降低和技术的普及，为网络的扩展升级，与其他网络的互联提供良好的基础。

#### (2) 技术的先进性和成熟性

根据现代通信技术的发展和区域网自身的特点，应该采用当今国际上具有先进水平的同时又是成熟、实用的技术，尽量减少技术风险和投资风险。

#### (3) 低成本、高带宽

宽带城域网的建设必须解决传统电信体制下的弊病，提供高带宽、低成本的数字通信服务。

#### (4) 高度可靠性

在设备的选择和关键设备的互联时，应提供充分的冗余备份，一方面最大限度地减少故障的可能性，另一方面要保护网络能在最短的时间内修复。

#### (5) 可扩展性

宽带城域网采用的网络技术，光缆资源，网络结构的设计都应该具有可扩展性，可平滑升级到未来的优化光学系统。

#### (6) 可运营性和综合性

城域宽带网必须同时可以支持各种实际数据业务和综合性及多媒体业务，为用户提供良好的高质量服务。

#### (7) 开放性

宽带城域网应该是一个面向全区域的开放网络平台，可为政府、企事业单位集团和个体用户提供全方位信息服务以及网络应用，同时可为国产设备制造进入市场的机会，进而带动以新一代通信技术为主的数字通信产业的发展。

#### (8) 良好的管理性能

整个网络系统的设备、链路、安全性、数据流量、性能等能得到很好的监视和控制，并可以进行远程管理和故障诊断。

## 1.4 有线电视宽带综合业务的开展

有线电视宽带信息网在完成传统业务向客户提供广播电视节目的前提下，依据国家良

好的信息产业政策指导，高瞻远瞩，瞄准市场发展趋势，并结合国内信息产业发展的实际情况，以效益为基点，利用资源优势、人才优势，积极参与竞争走进信息服务的大市场，向客户提供更多的服务。

综合新业务开展的主要服务对象有三类：

为政府机关、教育部门、科研机构、高新产业开发区等重点单位提供局域网互联、Internet、Intranet 基本信息服务、数据库应用、会议电视、视频点播、IP 电话等服务。

为集团用户（工矿企业、大型国有企业、外资及合资企业、大型商业单位、银行、金融机构、医院及医疗保健单位等）提供虚拟专网业务。

针对覆盖区域内家庭用户消费的特点，为家庭用户提供全面的交互式综合业务服务。

综合业务的设计应满足以下原则：

- 发挥行业优势，提供具有有线电视特色的社会服务内容。
- 充分和合理利用现有网络资源的带宽。
- 应该选用世界具有先进技术和发展前途的计算机软件技术。
- 应该按照各地有线电视网和实际情况进行设计，保证所开发的应用有良好的社会效益。

随着新技术的快速发展，新业务必将层出不穷，因此在应用系统设计时必须考虑到今后的发展趋势，便于将来系统的升级和扩展。

• 对于成千上万有线电视用户，层次参差不齐，很难统一用户的各种需求，因此应用系统设计时，应能让用户灵活选择自己所需要的服务。

总之，一切服务遵循市场经济规律，按资本运营模式运作。

利用有线电视网开展综合业务服务可有三种形式：一是电子政府（E-Government），即为政府、党委的政府上网服务。二是电子商务（E-Commerce），为国内外公司、企业、银行对顾客（B-B、B-C）的商务活动服务。三是电子社区（E-Community），为建立智能化信息社区服务。具体服务内容可提供：

• 广播电视接收、为用户提供数十套高质量模拟电视信号和数套调频广播信号的基本服务。

宽带因特网接入。

• 安全可靠、保密性好、伸缩性强的企业虚拟内部专网（Intranet、IP-VPN）使用户能快速准确、安全方便和放心的传输信息，感觉到好像自己拥有一个独立的信息网。

• 透明信道，提供不同速率，类似于出租专线的服务。

• 各种高速通信服务（如 IP 电话、IP 传真、可视电话、远程教育和培训、电视会议和桌面电视会议等），这类服务往往为政府机关、教育部门、商业集用户所使用。

• 实时的音频、视频传输和多点广播；数字电视、音频广播等大型文件传输等服务。

• 各类电子信息服务，尤其是经过加工整理的电子信息服务（如 Internet 接入、网上信息浏览，国际商务通信，网上购物和网上商场、电子数据交换 EDI、网上信息发布、电子广告及制作、电子邮件、新闻组、BBS 商务讨论和 Home Page 制作等），都是商务用户所看好的。

• 提供智能化社区服务和物业管理类服务，如社区内警视安全监控，物业管理远程

抄表等便民服务等。

对个体用户提供：**Internet** 接入、网上信息浏览、电子书屋、电子邮件、**NewsGroup** 新闻组、**BBS** 网上教育、网上电子购物、电子订票、电子交费、家庭大户室、远程医疗、**VOD/NVOD** 影视点播、**IP** 电话等服务。

目前，在有线电视网上开发的宽带综合业务应用，主要有以下几个方面：

### (1) 广播式信息服务

利用电视的逆程传送图文电视和正程图文电视进行数据广播。图文电视主要播出股票、金融行情、交通、新闻、天气等信息，也可以通过国际互联网下载适合本地区社会发展和经济状况以及符合用户口味的相关信息，然后将这些信息进行编辑处理，再通过有线台的图文频道播出。

开展数据广播式服务，能满足大部分用户的信息需求，特别是在还不能开展双向业务的阶段，用户无法根据自己的需求自由选择所需信息时，通过合理选择适合各种层次的互联网信息，进行网上发布，用户通过图文接收卡进行接收，用户同样可以享受网上冲浪的感觉。目前全国使用逆程图文电视接收卡约有 150~200 个。

### (2) 局域网互联

利用有线电视宽带网可以方便的实现计算机联网，这样有线电视网可为党政机关、企事业单位、科研机构、社会团体、大专院校、宾馆饭店、商业集团以及成千上万拥有计算机的家庭提供多种速率的计算机联网服务。此项业务是目前有线电视台能迅速开展并能立即产生社会效益和经济效益的服务。

### (3) ISP 服务

利用网络和用户优势，开展 **ISP** 及 **ICP** 服务，各地有线电视台可根据当地情况选择 **Internet** 出口，如 **China Net**、**China GBN**、科技网等，将有线用户和国际互联网连接起来，有线网可提供多种 **Internet** 接入方式，如拨号、专线、**Cable Modem**。可利用有线新闻网络优势，向网上用户提供丰富多彩的新闻服务、信息服务和娱乐服务。

为了开展 **ISP** 业务，在有线电视台中心节点必须建立 **ISP** 业务平台，**ISP** 平台由 **Web Server**、**DNS server**、**Mail Server**、**FTP Server**、**Proxy Server**、拨号服务器、路由器以及应用服务器等组成。应根据当地的业务状况和用户数量，采用适当的服务器的档次和规模。专线服务，为用户提供 **Internet** 接入端口。

### (4) 虚拟主机服务

虚拟主机服务是使用特殊的软硬件技术，把一台联网的计算机主机分成一台台“虚拟”的主机，每一台虚拟主机都具有独立的域名和 **IP** 地址（可选），具有完整的 **Internet** (**WWW**、**FTP**、**E-mail**等) 功能，虚拟主机之间完全独立。在外界来看，每一台虚拟主机和一台真实的主机完全一样，由于多台虚拟主机共享一台真实主机的资源，每个联网用户承受的硬件费用，网络维护费用，通信线路费用均大幅度减低，从而为企业上网开辟了一个新的途径。

### (5) 电视会议业务

电视会议是集话音和可视图像的实时通信，人们可不必出门坐在办公室或在家中与对方进行面对面的会晤交流和探讨问题。有线电视综合业务数字网的建立，给电视会议提供了网络基础。利用电视会议系统还可开展远程教育。这类服务的用户群主要是党政机关、

企事业单位、银行、医院、专业培训机构、军队、电力部门等。

#### (6) 可视电话业务

与具有多功能的桌面型会议系统不同，可视电话不具备文件共享、电子白板等功能，只具有基本的会议功能：让与会者互相听到声音，看到图像。由于功能少、设备简单、实现容易，所以可视电话具有明显的廉价优势。具备基本会议功能的可视电话将大有用武之地。

#### (7) 信息服务

有线电视台可充分利用新闻行业的优势，为用户提供丰富的信息服务。主要包括以下几个方面：

- 单向信息广播，如有线电视、广播、信息发布、电子广告等。
- 双向交互式信息服务，如网上交易、网上浏览、电子广播制作、BBS等。
- 广域网络接入服务，如Internet接入、国际商务通信、EDI、电子邮件等。
- 综合性社区服务，如电子卡片结算、电子教育等。

#### (8) 增值业务

有线电视网络提供Internet接入服务外，还能提供许多增值业务，主要有：

• **VOD 视频点播**：利用先进的视频服务器技术和设备，对以宽带接入的专线用户和Cable Modem用户开展高质量的VOD业务，使用户在家中或办公室中能点播观看所喜爱的影视片、卡拉OK和文艺节目。通过视频点播系统同样可以实现远程教育、远程监控和远程医疗等服务。

• **股市分析及证券交易系统**：有线电视台可以与当地证券公司合作，联合提供基于Internet或有线网的股市分析及证券交易系统，这样股民在家中就可享受“大户室”相同的服务。系统必须提供信息采集、整理、分析、发布、交易、管理等功能。

• **电子商务 / 电子购物 / 电子商场**：有线电视台可以采取与当地商场、贸易集团公司合作的方式，开展网上商场或网上贸易，可采用虚拟实现技术，构成三维立体商场，让用户感觉到身临其境地畅游各大商场一样，并可随时查询各种商品的有关信息，订购商品并获得相应服务。

• **网上电话**：即为IP电话。这是一种很有吸引力的、市场广阔的大众服务，它以独特的价格优势为企业集团、民众所青睐。

• **网上游戏**：网络时代的到来使游戏进入了一个新的境界。四通八达的互联网络，联系了来自全球各地的电脑玩家，在闲暇时刻，连上互联网络，就可以和千千万万素未谋面的玩家在形形色色的游戏世界中畅游，用户可以根据自己的喜爱选择围棋、象棋等各种娱乐项目，与你有着共同爱好的朋友分享乐趣。

有线电视台可以在Internet服务器上安装游戏平台，提供游戏接入，通过该平台，用户就可以相互斗智斗勇了。

• **网上电台 / 音乐点播**：有线电视台可以在网上开播电台，让用户有选择地收听需要的信息；另外还可以在网提供高品质的音乐点播服务。

- **网上杂志 / 网上书屋**：有线电视台可将经典杂志和图书作为资料库，供用户阅读。
- 利用互联网协同设计、协同研究。
- 虚拟环境业务。

## 1.5 有线电视宽带综合业务平台系统构成

为了开展 ISP 业务，在有线电视台中心节点必须建立 ISP 业务平台。ISP 平台由 WebServer、DNS Server、Mail Server、FTP Server、Proxy Server、拨号服务器、路由器以及应用服务器等组成。应根据当地有线电视台的规模业务状况，用户数量及市场情况，合理选择服务器的档次和规模，做到整系统合理可行并便于将来可升级和扩展。

### 1. WWW & FTP Server

提供有线电视台的 WWW 和 FTP 服务，制作和发布有线电视台的主页，并将部分应用如电子购物、股市分析等放在服务器上，可以提供将公司或单位的信息发布在服务器的服务。有线电视台的主页主要提供以下内容：有线电视台的台标、简介、费用查询、论坛、各类新闻及信息、个人主页、公司主页等。

FTP 服务提供有线电视台提供的应用所必须使用的共享软件 and 用户手册、宣传资料、应用操作说明等。

### 2. MAIL & DNS Server

提供用户电子信箱服务和域名服务，让用户之间能方便地相互联系和更好地合作。

### 3. Database Server

提供数据库驱动。该服务器主要提供有线电视台所提供的各种数据库信息的存储、查询、管理和计费数据存储以及各种应用数据、用户数据的管理；另外该服务器也充当有线电视台内部网的数据库服务器。

### 4. VOD Server

即视频点播服务器。该服务器为用户提供 VOD/KOD/MOD/EOD / 网上电台 / 音乐点播等服务。

### 5. Application Server

该服务器用作有线电视台 INTERNET 的应用服务器，如提供业务管理 MIS、费用查询、用户管理、网络游戏、网络电话的服务器等。

### 6. Internet WWW & DNS Server

提供有线电视台内部网的 WWW 和域名服务，为内部网用户提供娱乐、信息、增值服务。

### 7. FIREWALL

Firewall 提供全面的防火墙保护，将有线电视台内部网与外部世界完全隔绝。Firewall 允许从有线网安全地访问 Internet，并允许扩展和重新配置 TCP/IP 网络，而不必担心 IP 地址的短缺。

## 第2章 现代有线电视综合业务 宽带HFC 接入网络技术

有线电视宽带 HFC 接入网是有线电视综合业务开展的基础。利用双向 HFC 有线电视网络可以为广大用户提供大容量、高速度、高质量、高可靠性的交互式数据服务。同时利用有线电视电缆可真正实现有线电视、通信、计算机“三网合一”，彻底解决信息高速公路“最后一公里”的问题。

### 2.1 现代有线电视宽带 HFC 接入网络基本模式

现代有线电视是集电视（图像）、语音、数据为一体的综合业务服务系统。它应具有广播式和交互式传输的功能，并具有 QOS 服务质量保证。因此，作为宽带 HFC 接入系统必须是双向传输的系统。

一个比较典型的宽带 HFC 系统，如图 2-1 所示。它由前端设备系统、HFC 传输网络、光节点站、用户端接入、局域网接入五个部分组成。

- 前端设备系统：包括有线电视信号源设备、电缆调制解调器（Cable Modem）头端系统、数据业务服务设备、Internet 接入系统、前端信号混合、分离及光端机设备等。电视信号源设备包括模拟电视信号源接收、处理设备（如模拟调制器等）和数字卫星电视接收与解码（如数字卫星电视接收机等）。头端系统包括电缆调制解调器（Cable Modem）头端设备（CMTS）、管理服务器。数据业务服务设备包括第四层（基于应用层）高端中心交换机、WWW 服务器、VOD 视频服务器、邮件服务器、网管服务器/工作站、多媒体工作站等。Internet 接入系统包括防火墙，Cache Server（Web 缓存服务器）、路由设备，可以通过路由器用 DDN、帧中继连接 Chinanet/Internet 节点，也可以通过光纤、微波、卫星连接。前端信号混合与分离及光端机设备包括信号混合器、分离器、下行光发射机、光分路器、上行光接收机等。

- HFC 传输网络：由光纤传输主干线和同轴电缆传输支线、分配线以及电延长放大器组成。当光纤传输主干线作长距离传输时，还应包括光放大器。

- 光节点站设备包括：下行光接收机、上行光发射机、内置双向干线放大器等。

- 用户端接入设备包括：分配器、电视机、符合 MCNS DOCSIS1.0/1.1 标准的 Cable Modem、用户 PC 机或机顶盒等。Cable Modem 分 16MAC 地址的外置式 Cable Modem 和单地址的内置式 Cable Modem，它们支持多种标准网络协议。

- 局域网接入：局域网接入主要针对集团用户，如政府机关、证券金融、工矿企业、

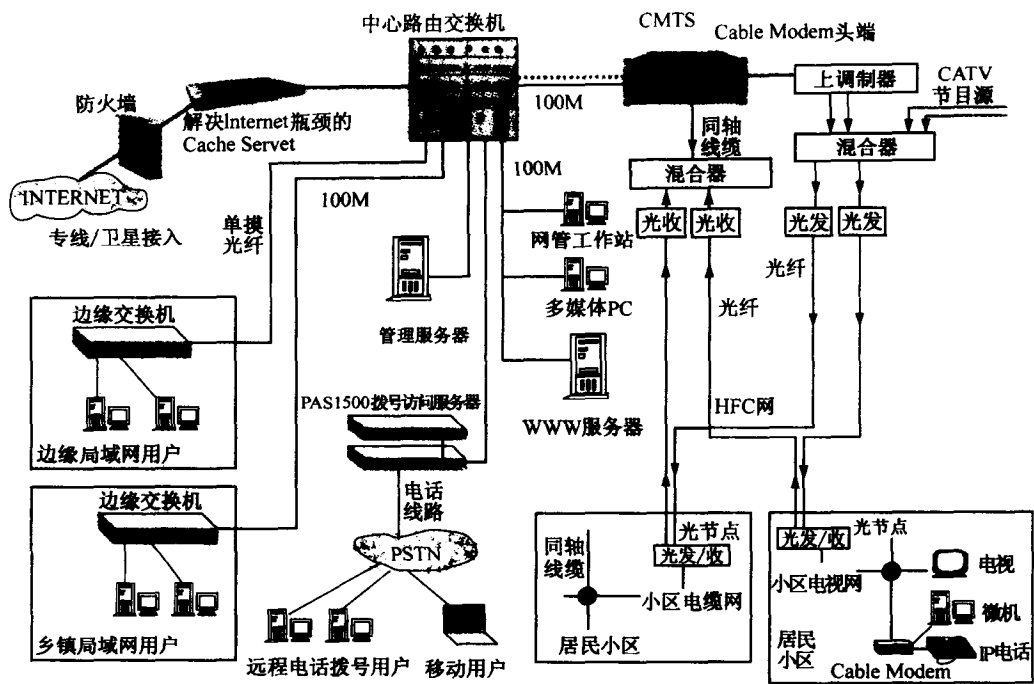


图 2-1 双向 HFC 系统

学校、医院等，可提供 Internet 专线接入、VPN 专线接入、点对点中继等业务。接入方式包括 10/100M 以太网、千兆以太网、ATM、FDDI、WAN、SDH 等多种方式，通过各种类型的边缘交换机互联，为用户提供 1000Mb 以内任意带宽。

HFC 宽带接入系统组合成星型结构，所有接在 HFC 网络上的 Cable Modem 通过 CMTS 进行互访，或通过中心交换机与其他网络，比如以太网上的数据通信设备以及因特网进行互访。CMTS 实现 HFC 网络与以太网或其他类型的局域网的桥接，并通过下行信道发送管理命令，控制用户的 Cable Modem 对网络的使用和设置、修改网络的参数等。

CMTS 在终端调制解调系统中，起网桥的作用，在 MAC 层将以太网与 HFC 网连接起来。

位于前端或光节点站处的一个或多个 CMTS，把 CATV 网络服务区中的用户连接到本地服务器和访问 Internet 的路由器上。

位于前端的高端中心交换机把各边缘交换机，各种服务器、CMTS 接口、Internet 接口，连接在一起，执行接口协议和接口转换。

位于前端的网络管理服务器 / 工作站用来控制所有的 CMTS 和电缆调制解调器，以及系统中所有配套的一些设备进行管理，如路由器、本地服务器、用户 PC 机等。

前端路由器实现本地网与因特网的互联、防火墙起到对本地网与因特网的隔离和保护。拨号访问服务器实现远程电话用户及移动用户与本地网的访问。

VOD 视频服务器，WWW 服务器，实现视频点播服务及 WWW 服务。

边缘交换机实现集团用户局域网与本地网间的通连。

用户电缆调制解调器将用户 PC 计算机接入 CATV 网，提供 PC 机和 CMTS 之间的双

向通信。电缆调制器也有桥接功能，可以连接到本地以太网的 HUB 集线器上。

位于前端的下行光发射机、上行光接收机以及光节点站处的下行光接收机和上行光发射机，实现下行 / 上行信号的光 / 电信号转换和光信号的发送和接收。

Cable Modem 接入系统是有线电视宽带网络建设的基础，也是基于有线电视资源的增值服务。利用有线电视双向 HFC 网络实现数据在 DOCSIS1.0/1.1 标准中可达到下行 38Mbps (PAL 制式为 52Mbps) 上行 10Mbps 的传输速率，让每个 Cable Modem 用户享受宽带的优势。

Cable Modem 接入系统如图 2-2 所示：

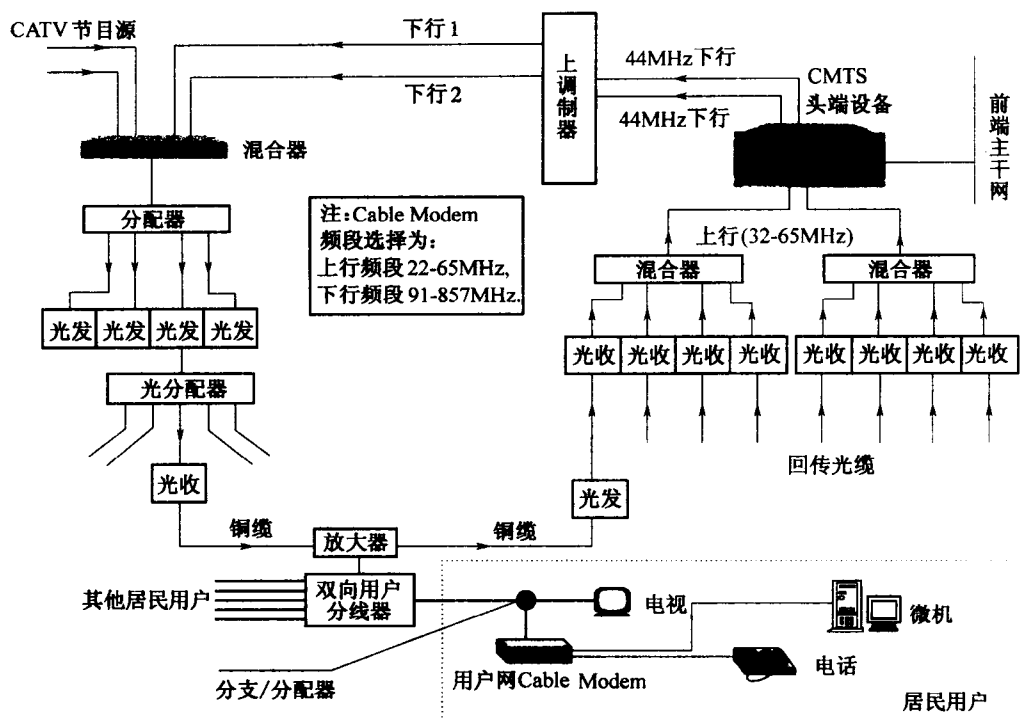


图 2-2 Cable Modem 头端及用户接入示意图

基于 MCNS 多媒体有线电视系统的 DOCSIS1.0/1.1 标准，如表 2-1 所示。

表 2-1 Cable Modem 及 CMTS 技术标准 (基于 MCNS DOCSIS 1.0/1.1 标准)

	下行数据	上行数据
调制方式	64QAM/256QAM	QPSK/16QAM
频率范围	91 ~ 857MHz	5 ~ 42MHz
信道带宽	6MHz	200 ~ 3,200kHz
传输速率	24Mbps ~ 38Mbps	128Kbps、9000Kbps
工作范围	接收器 + 15 至 - 16dBmV	发送器 + 8 至 + 58dBmV
阻抗	75 欧姆名义值	75 欧姆名义值
性能	比特错误率 $10^{-8}$	比特错误率 $10^{-8}$

	下行数据	上行数据
用户接口	RJ45 10Base-T/USB	
设备管理	SNMP, 提供管理信息库 (MIB) 定义	
访问控制	MCNS 多媒体服务质量标准 (QoS)	
CATV	F 型母连接器	
串行接口	DB9 公连接器	
通讯协议	支持多种标准的通讯协议如: IP IPX Appletalk 和 NETBEUI	
驱动程序	DOS Windows 3.x Windows 95/98	
应用程序	支持任何能与 TCP 或 UDP 层进行通讯的应用程度	

## 2.2 宽带 HFC 接入网络拓扑结构及结构形式

### 2.2.1 宽带 HFC 接入网络拓扑结构

光纤 CATV 网络拓扑结构大体上可分为树状拓扑、星形拓扑、双星拓扑、环形拓扑、网孔拓扑、母线-星形拓扑和星-树形拓扑结构几种。

#### (1) 树形拓扑结构

树形拓扑结构是采用一系列 1:2 光分路器的级联, 从光纤主干道分出多支连结了点的结构, 如图 2-3 所示。

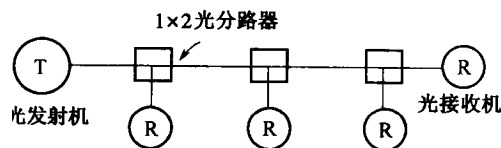


图 2-3 树形拓扑结构

目前, 有些 CATV 光纤网由于光纤芯数余量不够, 故采用树形结构。但是树形结构存在着以下弊端: 一是由于分路较多, 造成较多的熔接点, 这不但引入较大的插入损耗, 耗费了光功率, 缩短了传输距离, 而且由于各光分路器和各熔接点造成的多重反射, 使系统的噪声和功率, 缩短了传输距离, 同时由于各光分路器和各熔接点造成的多重反射, 使系统的噪声和非线性失真变大, 系统指标下降; 二是这种结构可靠性差, 若主干距前端近处一断, 将影响整个系统; 另外, 这种结构确定以后, 就基本定型, 将来网络的延伸和升级改造十分困难, 不到万不得已的情况下, 一般不应采用。

#### (2) 星形拓扑结构

星形拓扑是在前端到各分前端或到多个节点进行光分配一次到位, 由各自的光纤辐射到各节点的一种结构, 如图 2-4 所示 (见第 13 页)。

这种结构的好处是, 所用光分路器少, 光纤熔接点少, 传输质量高, 系统可靠性高, 当某一部分线中出现故障时, 不会影响到其他分支路上的用户。它还具有一个很大的优势, 就是最便于交互式业务的应用。

#### (3) 双星拓扑结构

双星拓扑是星形拓扑级联, 适用于大型区域联网, 主前端于星状向分前端辐射, 如

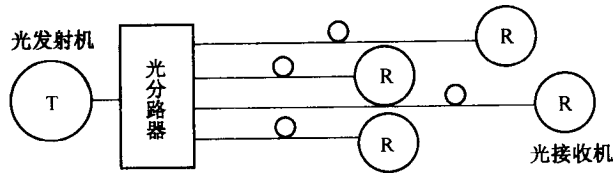


图 2-4 星形拓扑结构

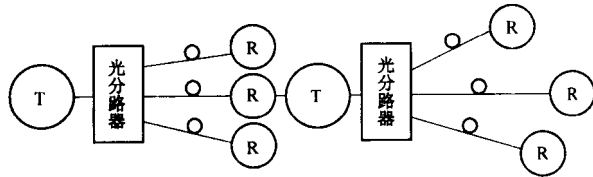


图 2-5 双星形拓扑结构

图 2-5 所示。

目前，AM 光纤采用 1310nm 分布反馈式 DFB 光端机在传输覆盖 35km 以上的距离时，可采用这种结构。

#### (4) 环形拓扑结构

环形拓扑是主前端同各分前端用光纤构成一个封闭环路连接起来的结构形式。一般光纤环形网络以双纤环（传输方向相反）作为整个网络的主干网，光发射机置于主前端。它可以通过双光纤环从两个方向把信号传递到若干个分前端，每个分前端选择两个输入信号中较好的一个，并把它传送到所属的节点中，根据光纤链路损耗情况不同，该分前端也可提供光信号中继，形成星形或树状拓扑进行光信号再分配。环形网络最大优点是可靠性高，自愈能力很强，当环在某一处断裂，不会影响信号传递。这种拓扑一般用于特大型综合数据网络。这种网络系统，必须配置一个网络管理系统，能对网络中的所有光发射机、光接收机、混合、切换、交换器进行寻址，并对它们分别进行监测和控制。目前各省和全国建立的广播电视数据传输网，即 SDH 同步数字光纤网均采用这种拓扑结构。在环形拓扑中还可由多环组合成相交和相切的拓扑结构，其结构如图 2-6 所示。

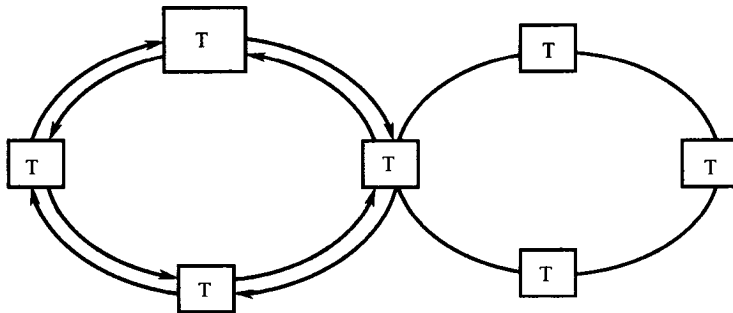


图 2-6 环形拓扑结构

#### (5) 网孔形拓扑结构

网孔形拓扑结构是现代大型数字光纤传输网络的主要拓扑结构，如图 2-7 所示。它

是在环形拓扑的基础上，将在主环网上和不在环网上的分前端，采用直线或环形光纤传输线路把它们连接起来，网络中各节点通过 SDH 的数字交叉连接设备或 ATM 的交换连接设备，可通过任一的一条路径同主前端联通，具有更高的可靠性和自愈能力。

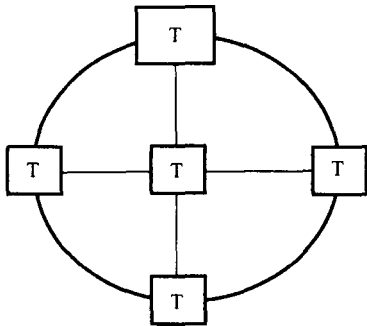


图 5-7 网孔形拓扑结构

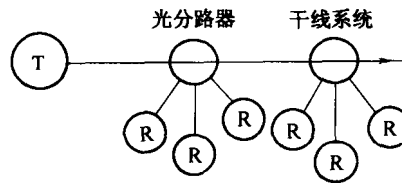


图 2-8 母线 - 星形拓扑结构

### (6) 母线 - 星形拓扑结构

母线 - 星形拓扑是树状结构的一种改变形。在连接前端的光纤干线系统上串接有两个以上的多路光分路器，干线构成母线，多路光分路器构成星形，如图 2-8 所示。

这种结构具有成本低之优点，适用于数字光纤 CATV 网用。

### (7) 星 - 树形拓扑结构

星 - 树形拓扑是前端与各分前端构成星状，各分前端之后为树状结构进行传输的一种结构。这种结构显著的特点是成本低，是目前世界各国 CATV 广泛采用的光纤 / 同轴电缆混合网络拓扑 (HFC)，如图 2-9 所示。

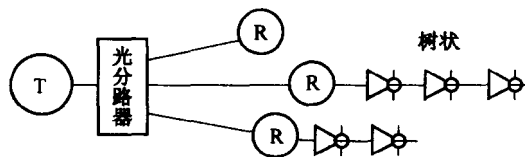


图 2-9 星 - 树形拓扑结构

## 2.2.2 HFC 光纤 / 同轴电缆混合网的几种结构形式

光纤 / 同轴电缆混合网络拓扑根据不同的发展阶段和所开发功能的不同，又可分为多种结构形式。现分别介绍如下：

### (1) 光纤到节点 (FTTF)

光纤到节点 (或称为光纤到服务区) 是目前国内外广泛采用的光纤 / 同轴电缆混合网的典型传输模式。它是主前端或分前端按星形辐射方式敷设光缆到各分配节点，在光节点处进行光 / 电转换成电信号，从节点再以星 - 树状方式敷设支线电缆的用户电缆将电信号传输到该区域中的有线电视用户。这种模式电缆网中不使用干线放大器，通常节点之后电缆网中的一条支路一般串有 3~5 台延长放大器为限，因而每一个节点的分配网络的服务区域通常较大，大约覆盖 2000 个左右用户。

### (2) 光纤到路边 FTTC

先进国家的经验说明，有线电视要与信息高速公路接轨，CATV网络必须开发双向传输和交互式业务功能。而双向传输的上行通道存在两个基本问题：一是串接反向放大噪声积累的漏斗效应和上行通道频段（5~40MHz或5~65MHz）受外界干扰比较严重，致使上行通道的载噪比一般都比较低；二是上行通道5~40MHz频段比较狭窄，如果接在一条电缆分支上的几千个用户同时抢占同一放大器的上行通道，那么通信就会产生阻塞，致使共同一个上行通道的用户数不能太多。为解决上述矛盾，人们对光纤到节点这一基本模式进行升级，将一个光节点所管辖服务区内的用户减少到500户或更少些，让光纤尽可能渗透到用户附近，进而产生光纤到路边或光纤到楼栋的结构模式。这种结构，电缆网上所接延长放大器通常只含一台或最多两台，以充分体现光纤传输的优越特性。

这种结构的覆盖半径一般小于1公里，对于服务小区用户数的划分，应随经济实力来决定，光纤到服务区FTSA，光纤到最后放大器FTLA，光纤到家FTTH应尽可能的取得小一些，在规划时应尽可能考虑得远一些，采取分步实施的原则进行。

### (3) 光纤到大楼 (FTTB)

光纤到大楼是光纤到路边的基础上让光纤更进一步的靠近用户家庭的结构型式。这种结构型式从多端口输出的光接收机（如四端输出）直接分配到用户，或从光接收机输出的射频信号最多只用一台分配放大器进行分配所覆盖的用户（一般在200~250户左右），可更有效地保证双向交互式业务开展。

### (4) 光纤到最后一个放大器 (FTTLA)

这种结构是在光接收机后面不再使用放大器，而用光缆线替代同轴电缆干线和支干线完全靠无源同轴电缆及元件将电信号分配到用户家庭。从每台光接收点下传服务区用户50左右。这种结构具有很高的传输质量使C/N指标大大提高，信号质量稳定可靠，可有效保证信息高速公路“最后一公里”畅通。所以FTTLA是光纤/同轴电缆混合网的最终发展方向。

### (5) 光纤到家庭 (FTTH)

这是传输干线、支干线、用户分配线全部采用光纤传输的一种结构形式。这种结构是光纤传输的最终方向，可望科学技术的进步和光纤传输技术的普及，这一时代总会到来。

## 2.3 宽带 HFC 交互式业务传输频带划分与配置

我国在1999年4月发布的GY/T106-1999有线电视广播系统技术规范中，对我国有线电视广播系统的频率配置作了规定，波段的划分如表2-2所示。

表 2-2 波段的划分

波 段	频率范围 (MHz)	业务内容
R	5 ~ 65	上行业务
X	65 ~ 87	过 渡 带
FM	87 ~ 108	广播业务
A	110 ~ 1000	下行模拟电视数字电视数据业务

下行传输电视频道配置：模拟电视频道配置如表2-3所示。

表 2-3

模拟电视频道划分

频道	频率范围 MHz	图像载波频率 MHz	伴音载波频率 MHz	频道	频率范围 MHz	图像载波频率 MHz	伴音载波频率 MHz
Z-1	111-119	112.25	118.75	DS-15	486-494	487.25	493.75
Z-2	119-127	120.25	126.75	DS-16	494-502	495.25	501.75
Z-3	127-135	128.25	134.75	DS-17	502-510	503.25	509.75
Z-4	135-143	136.25	142.75	DS-18	510-518	511.25	517.75
Z-5	143-151	144.25	150.75	DS-19	518-526	519.25	525.75
Z-6	151-159	152.25	158.75	DS-20	526-534	527.25	533.75
Z-7	159-167	160.25	166.75	DS-21	534-542	535.25	541.75
DS-6	167-175	168.25	174.75	DS-22	542-550	543.25	549.75
DS-7	175-183	176.25	182.75	DS-23	550-558	551.25	557.75
DS-8	183-191	184.25	190.75	DS-24	558-566	559.25	565.75
DS-9	191-199	192.25	198.75	Z-38	566-574	567.25	573.75
DS-10	199-207	200.25	206.75	Z-39	574-582	575.25	581.75
DS-11	207-215	208.25	214.75	Z-40	582-590	583.25	589.75
DS-12	215-223	216.25	222.75	Z-41	590-598	591.25	597.75
Z-8	223-231	224.25	230.75	Z-42	598-606	599.25	605.75
Z-9	231-239	232.25	238.75	DS-25	606-614	607.25	613.75
Z-10	239-247	240.25	246.75	DS-26	614-622	615.25	621.75
Z-11	247-255	248.25	254.75	DS-27	622-630	623.25	629.75
Z-12	255-263	256.25	262.75	DS-28	630-638	631.25	637.75
Z-13	263-271	264.25	270.75	DS-29	638-646	639.25	645.75
Z-14	271-279	272.25	278.75	DS-30	646-654	647.25	653.75
Z-15	279-287	280.25	286.75	DS-31	654-662	655.25	661.75
Z-16	287-295	288.25	294.75	DS-32	662-670	663.25	669.75
Z-17	295-303	296.25	302.75	DS-33	670-678	671.25	677.75
Z-18	303-311	304.25	310.75	DS-34	678-686	679.25	685.75
Z-19	311-319	312.25	318.75	DS-35	686-694	687.25	693.75
Z-20	319-327	320.25	326.75	DS-36	694-702	695.25	701.75
Z-21	327-335	328.25	334.75	DS-37	702-710	703.25	709.75
Z-22	335-343	336.25	342.75	DS-38	710-718	711.25	717.75
Z-23	343-351	344.25	350.75	DS-39	718-726	719.25	725.75
Z-24	351-359	352.25	358.75	DS-40	726-734	727.25	733.75
Z-25	359-367	360.25	366.75	DS-41	734-742	735.25	741.75
Z-26	367-375	368.25	374.75	DS-42	742-750	743.25	749.75
Z-27	375-383	376.25	382.75	DS-43	750-758	751.25	757.75
Z-28	383-391	384.25	390.75	DS-44	758-766	759.25	765.75
Z-29	391-399	392.25	398.75	DS-45	766-774	767.25	773.75
Z-30	399-407	400.25	406.75	DS-46	774-782	775.25	781.75
Z-31	407-415	408.25	414.75	DS-47	782-790	283.25	789.75
Z-32	415-423	416.25	422.75	DS-48	790-798	791.25	797.75
Z-33	423-431	424.25	430.75	DS-49	798-806	799.25	805.75
Z-34	431-439	432.25	438.75	DS-50	806-814	807.25	813.75
Z-35	439-447	440.25	446.75	DS-51	814-822	815.25	821.75
Z-36	447-455	448.25	454.75	DS-52	822-830	823.25	829.75
Z-37	455-463	456.25	462.75	DS-53	830-838	831.25	837.75
				DS-54	838-846	839.25	845.75
DS-13	470-478	471.25	477.75	DS-55	846-854	847.25	853.75
DS-14	478-486	479.25	485.75	DS-56	854-862	855.25	861.75

表中可以看出，下行模拟电视频道划分从 110~862MHz 频带按 PAL-D (8MHz/ 每频道) 连续划分了 42 个增补频道和 51 个标准电视频道，共计 93 个模拟电视广播频道。标准规定未来有线电视数据业务可在模拟频道内配置。

## 2.4 双向传输的实现方式

双向有线电视系统大体上可分为两类，即对称双向传输系统和不对称双向传输系统。

### 2.4.1 对称双向传输系统

对称双向传输系统是指上行、下行带宽都为 8MHz 以上的系统。典型的对称双向传输系统框图如图 2-10 所示。

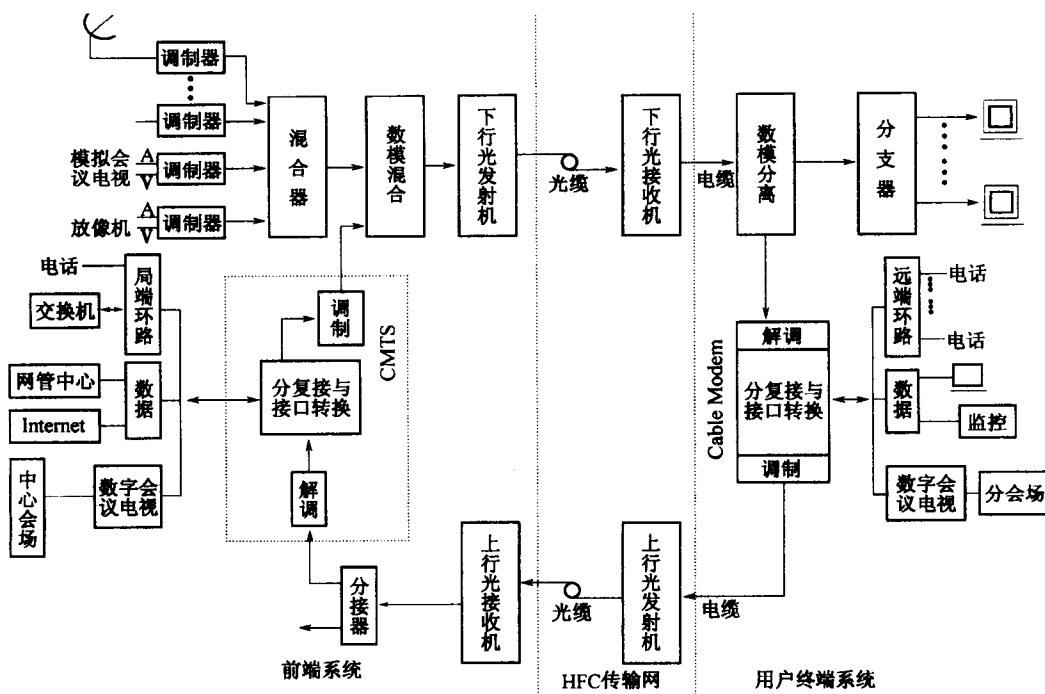


图 2-10 双向 CATV 宽带 HFC 综合服务网示意图

在图 2-10 中，模拟信号和数字信号按频分复用方式处理，数字信号分两部分：

数字视频信号，以 8MHz 为一单位置一载波，即按频分复用处理，在每 8MHz 之中采用时分复用 6~10 套节目，然后用 64QAM 或 256QAM 调制至每一载波上。

数字交互式信号，即数据和 IP 电话信号的双向交互式传输，下行频带位于 550~750MHz 频段中，其带宽为 8~30MHz，上行频道位于 5~65MHz，其带宽为 8~10MHz。调制方式可采用 QPSK、16QAM。数字前端设备主要是 CMTS。它包括分复接、接口转换、调制和解调功能。在 CMTS 的网络侧包括一些与网络连接有关的设备，如远端服务器、骨干网适配器和本地服务器等。在 CMTS 的射频侧则有数模混合器、分接器、下行光发射和上行光接收设备等。用户终端设备主要是 Cable Modem (简称 CM)，它具有调制