

具备宽带接入功能的双向光纤传输平台*

阳树宗** 邱 琪 宋玉娥 邱 昆

(电子科技大学宽带光纤传输与通信系统技术国家重点实验室 成都 610054)

【摘要】 介绍了多功能双向光纤传输平台(HFC)的系统方案、硬件实现和实验结果,整个系统包括上行光端机、下行光端机、频率变换器、频谱监测器、射频调制解调器以及网络管理软件。其技术特点包括具有远程监控功能的智能化光端机,采用频率变换和复用技术扩展上行频带、上行频谱在线监测和多功能中文网管。

关键词 光纤电缆混合网; 光端机; 频谱变换; 频谱监测; 中文网管

中图分类号 TN929

随着人类社会步入信息时代,人们不再满足于拨打电话和收看电视,更希望获得多媒体数据服务以进行各种学习交流和信息查阅,因此出现了全业务接入网,将电话、电视和数据包容其中,向用户提供各种类型的模拟和数据通信业务,即宽带服务^[1-6]。全业务接入网受到世界各国的重视,并提出了各种技术实现方案如下:1) 建立全新的网络结构,采用全数字化传输,如 FTTC、FTTH 等。这种方式投资成本高,并且和现有的模拟电视网不兼容。2) 利用现有的双绞线电信网,传统的用户线只支持语音和低速数据,要实现高速数据和视频传输只有提高线路频带性能,若同时传送语音、高速数据和多路视频信号,用户线的带宽是无法满足要求的。3) 利用现有的有线电视电缆网,同轴电缆的带宽可达1 000 MHz,易于实现多媒体宽带服务,传统的电视网是单向分配网,要进行双向改造才能进行语音和数据通信。4) 不改变现有的双绞线电信网和有线电视电缆网,另外增加一个数据网,这将形成三个独立网络,导致资源浪费,而三网合一技术发展的必然趋势。本文基于第三种方案设计并完成了一套具备宽带接入的双向光纤传输平台。

1 网络结构

宽带光纤传输平台的网络结构如图1所示,主要包括下行收发光端机、上行收发光端机、上行频谱变换和复用器、上行频谱扫描监视器、FSK 调制解调器和中文网管系统。前端信号经下行收发光端机送向用户端,用户端反向信号经上行收发光端机送向中心前端;同一台光端机下的用户被分为4个电缆小区,各个电缆小区的回传信号经过电频分复用后调制在光上,经上行光纤传输系统后由变频解复用器恢复出各个小区的回传信号,利用这一频谱变换技术扩展上行传输带宽;频谱监测对上行频带进行实时扫描检测,向系统提供频谱数据和曲线,可进行各种处理以减小上行噪声对系统的影响;传输平台的工作状态由网管系统进行监控和管理,前端设备和网管主机的数据传输用双绞线,用户端设备和网管主机之间需经过上下行调制解调器和光纤传输系统来实现指令和状态数据的双向传输。

2 实验系统

2.1 光纤传输平台的频谱分配

为了和传统的有线电视网兼容,又考虑到双向信息的非对称性,需要进行合理的频段划分以

1999年5月24日收稿

* 电子部生产发展基金资助项目

** 男 30岁 硕士 讲师

充分利用有限的频带资源，系统中上下行的频谱分配如表1所示，所有软硬件均以此条件设计。

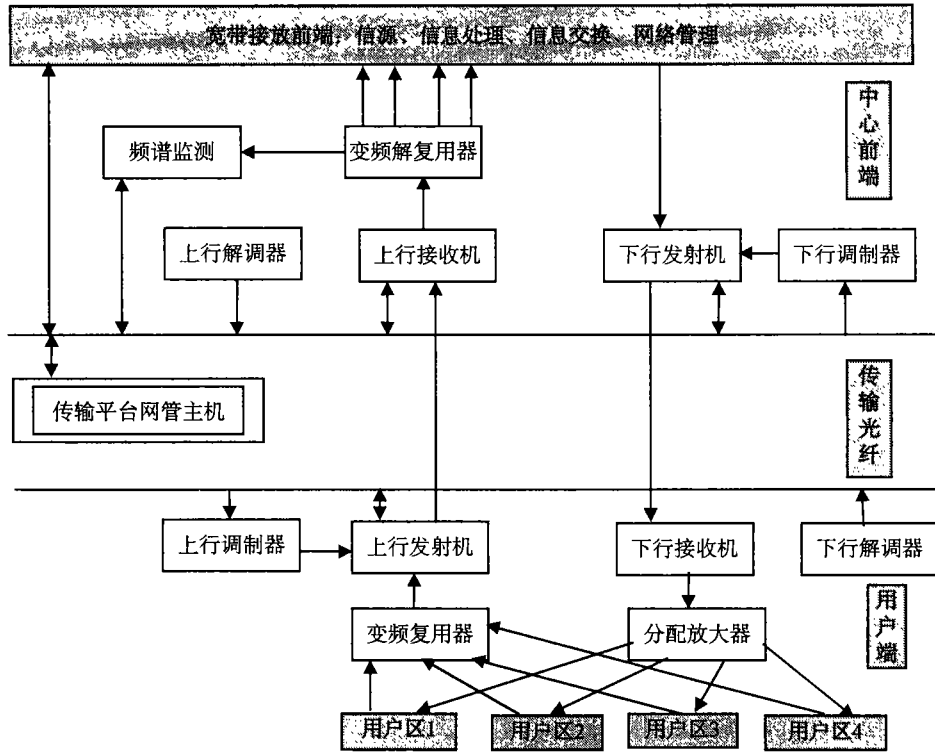


图1 双向光纤传输平台网络结构

表1 网络频谱分配表

分类	上行/ MHz	下行/ MHz
光端机	5~200	40~750
双向电缆	5~42	45~750
调制解调器	10.7	44.5

2.2 下行和上行收发光端机

光端机主要参数和指标如表2所示，除具有基本的传输功能外，还具有显示和控制功能，拥有本地监控模块和远程监控 RS485 串行通信接口、光发射机的输入射频电平、致冷电流、偏置电流、发射光功率、工作温度、直流电源电压和光接收机的输出射频电平、接收光功率、直流电源电压等参数可在光端机面板上显示，也可通过面板按键设置光发射机的偏置电流、发射光功率、调制深度和光接收机的输出射频幅度等工作参数。

2.3 上行频谱变换

由于传统的模拟广播电视占用了45~550 MHz 频带，在 HFC 双向网络中，为了不影响模拟电视节目，上行用户信号带宽被限制在45 MHz 以内，大量用户(实际情况是500~2 000户)共用这一带宽，使得上行信道很拥挤。为解决此问题，一种方法是增加双向传输的上行频带，但这势必压缩下行带宽，增加是有限的。考虑到上行带宽是由于同轴电缆的双向传输引起的，而上行光纤和光端机的带宽很宽，所以可采用变频复用方式来增加上行带宽而不影响下行带宽。把一个光节点下的用户分为4个独立的同轴电缆小区，每个用户小区单独占用5~42 MHz 频带，上行信号先变频混合再送入光发射机，经光纤传输及光接收后送进下变频解复用器恢复出4路用户信息，送给前端设备。上行频谱变换原理如图2所示，下变频正好相反，变频参数见表1，第一通道信号保持不变，

其余3个通道变频至不同的频带。变频器性能取决于滤波器质量，上下变频器带内平坦度±1.5 dB，带外抑制>45 dB，变频附加噪声<5 dB，对变频器进行了性能演示，设计了一个上行频带内的模拟电视调制解调器(AM/VSB)，中心频率为24.5 MHz，电视信号经调制解调器和变频器传输后输出的信号质量达到较高的主观评价效果。上行传输信号为数字信号时，对通道的性能要求更低。

表2 光端机技术参数和指标

技术参数	下行	上行
光电器件	DFB-LD /PIN	FP-LD/ PIN
工作光波长	1.31 μm	1.31 μm
光纤接口	SM9/125 μm	SM9/125 μm
光纤连接器	APC/FC	PC/FC
阻抗	75 Ω	75 Ω
输入/输出 RF 电平	75~95 dBμV/92 dBμV	75~95 dBμV/92 dBμV
传输带宽	45~750 MHz	5~200 MHz
带内平坦度	±1.0 dB	±1.0 dB
发射光功率	10 mW	1 mW
光功率稳定度	±1%	±1%
接收光功率	0.5~2.0 mW	0.2~1 mW
载噪比 CNR	51 dB	45 dB
二阶互调 CSO	-60 dB	
三阶差拍 CTB	-65 dB	

注：下行接收-2 dBm，上行接收-6 dBm 的指标。

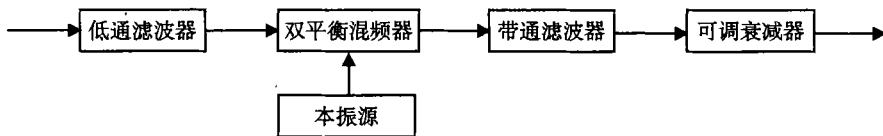


图2 频谱变换结构原理

2.4 上行频谱监测

在 CATV 双向接入网中，上行通道存在严重的汇聚噪声，影响传输质量，同时也减小了上行有效频带。由于上行噪声来自大量的同轴电缆网和用户终端，噪声频点和幅度具有很强的随机性，本文采用上行频谱在线监测技术，对上行信号实时扫描采样，可在本网管系统计算机界面上显示跟踪，还可向上一级网管提供有效数据，对上行通道的信号和噪声进行监视、判断和分析，避开噪声干扰大的数据信道，利用噪声干扰小的信道传输信息，充分利用上行有效频带，提高网络传输质量。频谱监测原理如图3所示，采用两级混频是为了实现窄带检波，压控振荡器频率由单片机控制，频率步进12 kHz。测试动态范围25 dB，可对55~80 dBμV 的信号电平进行线性测试，在计算机界面显示出的测试曲线与频谱分析仪的扫描曲线一致。

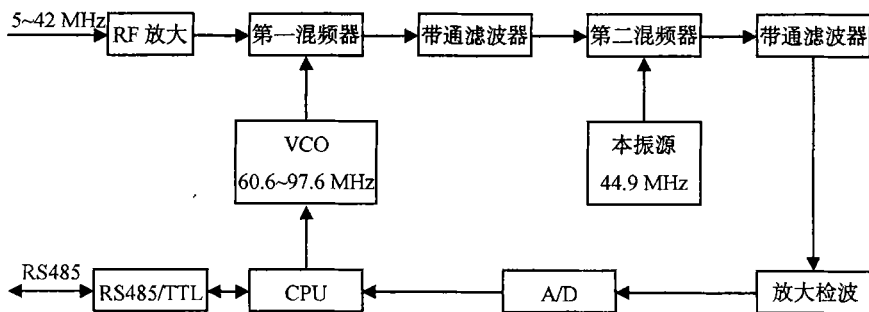


图3 上行频谱监测电路原理结构

2.5 中文网管系统

随着 CATV 网双向业务开通，网上信息种类和信息量不断增多，需要建立一套完善的网管系统以保证网络的通信质量和工作稳定正常，网管拓扑结构如图1所示。网管系统由一台计算机控制和显示，光端机内部监控模块完成通信和控制功能，用户端光端机需经上下行调制解调器实现数据通信。本网管系统具有友好的中文界面，可对256个单元设备进行集中的监控管理。

2.5.1 网管数据通信和调制解调器

网管数据通信采用 RS485串行总线，数据率19.2 kb/s。前端频谱监测器和光端机与主机采用双绞线串联进行网管数据双向通信；利用调制解调器和上下行光传输系统实现主机和用户端设备的数据通信，主机指令采用 FSK 技术调制在44.5 MHz，经下行光端机系统传输后由解调器解调出数据，相应光端机监控模块响应指令，回传状态数据采用 FSK 调制在10.7 MHz，经上行光端机系统传输后由解调器解调出数据，主机接收状态信息进行保存或显示。

2.5.2 光端机监控模块

每台光端机内有一个监控模块，如图4所示，由它完成主机和光端机的数据通信。监控模块处于常收状态，判断是否有送向本地地址的主机指令，若接收到查询指令，便把光端机的工作参数送给主机；若接收到参数修改指令，便把控制量送给光端机修改工作参数。监控模块除进行远程监控通信功能外，还可实现本机面板显示和面板按键控制功能。

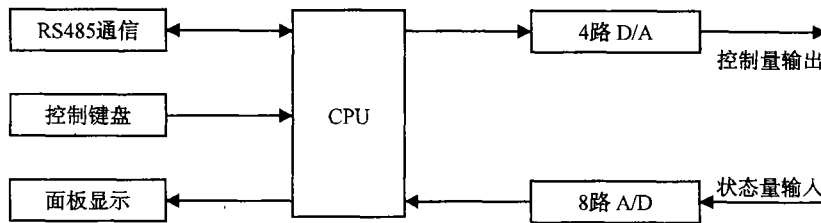


图4 监控模块组成结构

2.5.3 网管主机

网管系统的一系列功能由主机的各种软件完成，主机的人机界面如图5所示，是在 Windows95 工作环境下以 Visual Basic 为开发工具而编写的友好中文界面。主机自动对光端机和上行频谱测试仪轮流查询，保存新的参数，并和报警限比较，一旦光端机参数超出报警限，主机会出现闪烁的红色报警指示。建立了数据库保存各类数据(光端机地址、参数、报警限和输出限，上行频谱扫描数据)，以使用户随时查看，一旦设置了新参数或接收到新的状态参数，数据库立即更新。用户利用窗口和下拉菜单可完成以下功能：查看网络图、频谱图、光端机地址与参数、报警机号与参数、报警限，修改报警限、输出限和工作参数。

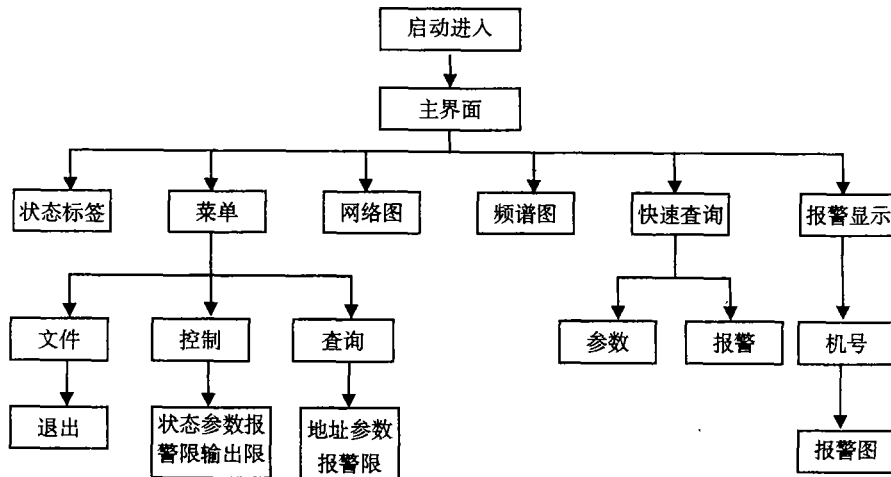


图5 网管主机用户界面

3 结论

本文完成了图1所示光纤传输平台的相关软硬件,并成功地进行了演示和测试,实现了上下行宽带光纤传输、上行频谱变换、上行频谱监测和中文网管等功能。本宽带光纤传输平台具有以下技术特点:1) 智能化光端机:具有状态参数本机面板显示和控制功能,拥有RS485总线串行通信网管数据接口,可实现状态参数远程查询和控制;2) 上行频谱变换:采用变频和复用技术,充分利用光纤宽带特性,扩展用户回传频带;3) 上行频谱分析和监测:使用在线频谱监测技术,实时了解噪声分布和大小,以便网络能充分利用上行有效频带;4) 多功能中文网管系统:由主机、调制解调器和监控模块实现整个网络的集中管理,通过友好的中文界面和菜单,实现状态监测、参数控制和自动报警等各种功能。本系统实现的功能和达到的技术指标都具有很高水平,对我国有线电视网宽带接入技术的发展具有重要意义。

参 考 文 献

- 1 李明阳. 混合光纤/同轴电缆(HFC)宽带用户接入技术. 山东通信技术, 1997(1): 7~12
- 2 Pipal A K. HFC: hybrid fiber/coax network. Electronics Information and Planning, 1996, 23(8): 450~461
- 3 Ohtani H. HFC (hybrid fiber coaxial) system. NEC Technical Journal, 1996, 49(8): 17~20
- 4 Tamura Y. Network management system. NEC Technical Journal, 1996, 49(8): 17~20
- 5 唐明光. 从 ECOC'94看光纤通信的发展. 电子科技大学学报, 1994, 23(增刊): 203~209
- 6 梅克俊, 邱 琪, 邱 昆等. 副载波复用 AU-VSB 光纤 CATV 传输系统研究. 电子科技大学学报, 1994, 23(增刊): 228~234

Broadband Optical Fiber Transmission System

Yang Shuzong Qiu Qi Song Yu'e Qiu Kun

(National Key Lab of Optical Fiber Transmission and Communication Networks, UEST of China Chengdu 610054)

Abstract This paper proposes the scheme, hardware implementation and experiment result of HFC. The system is composed of upward and downward channel optic transmission equipments, shifting frequency equipment, monitoring spectrum equipment, modulator/demodulator and network management software. The novel characteristics include intelligent fiber optic transmission equipment with remote monitoring and controlling, upward spreading channel spectrum using frequency shifting and multiplexing, online monitoring of the upward channel spectrum, and Chinese network management system.

Key words hybrid fiber coax; fiber optic transmission equipment; frequency shifting; monitor spectrum; network management system