

# 高速数字光纤传输系统研究\*

宋玉娥\*\* 邱 琪 阳树宗

(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】** 针对光纤数字传输的特点和低成本千兆芯片,提出了一种新的千兆数字光纤传输的开发设计方案,包括多路复用、编码、解码、解复用、发射机和接收机原理设计、数字视频及多速率业务的接入和恢复以及高速PCB板的设计,试验结果证实其效果良好。

**关键词** 多路复用; 编码; 解码; 解复用; 发射机; 接收机; 数字视频;

**中图分类号** TN913; TN929

光纤是一种最理想的宽带传输线,其优点是传输容量大、传输质量好、损耗低、中继距离长<sup>[1]</sup>,能避免电磁干扰,尺寸小,重量轻。因特网的最新发展动态是光因特网。光因特网组网简单、速率高、灵活性大、带宽利用率高,而且经济性十分可观(见 <http://www.canet2.net>)。光通信系统的性质一般是数字的,随着“数字地球”概念的出现和数字化进程的进一步加快,有必要对高速数字光纤传输系统进行研究,为新型的高速数字化传输研究和应用提供有价值的参考。

## 1 数字光纤传输系统

### 1.1 数字光纤传输系统的组成及常用编码方式

数字光纤传输系统是利用光纤作为传输媒质来传输数字信号的系统<sup>[2]</sup>,以往是电信部门用来传输数字电话,现在已开始在城市间的有线电视网中传输数字电视,将来则会用来传输由不同传输速率组成的综合数字信号,形成有线电视信息网。数字光纤传输系统基本组成如图1所示。

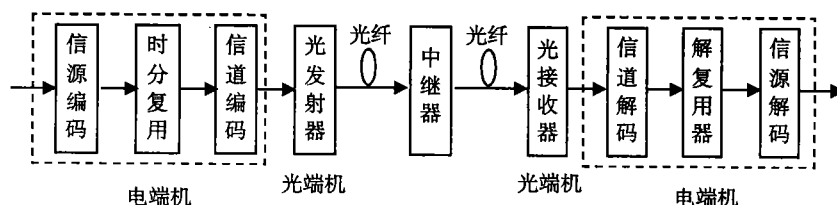


图1 数字光纤传输系统

数字通信系统可分为基带传输系统和载波传输系统两类。数字光纤传输系统多采用基带直接调制光信号,一般采用两电平码。常用基带传输编码方式有归零码、不归零码、曼彻斯特码、AMI码、CMI码、nBmB码和CMT码等。在选择基带传输码时,主要应从没有直流分量、低频成分和高频成分较少、码型频谱中含有发端时钟信息、比特序列具有独立性、误码倍增小、便于实现不中断业务的误码检测、易于在传送主信息的同时传送辅助信息和实现等方面综合考虑。我们开发设计的系统速率可达1.5 Gb/s,信道编码采用CMT码方式。

### 1.2 CMT码

如图2所示,CMT(conditional-invert master transition)码有三种帧形式<sup>[3]</sup>:数据帧、控制帧、填充帧。填充帧在发端没有输入信号时以及发端和收端建立连接时产生,数据帧和控制帧可以发送任意需要传送的数据或控制信息。每一帧都以C-Field(Coding Field)开始,其后接着D-Field(Data

2000年5月19日收稿

\* 国家科委863高科技项目

\*\* 女 32岁 硕士 讲师

Field)。其中, D-Field 为16或20 bit, 取决于电路结构; C-Field 中有一个主瞬变点, 作为收端时钟恢复电路锁定时钟的参考点。填充帧在主瞬变点只有一个单一的上升沿, 是收端时钟恢复的帧同步信号。

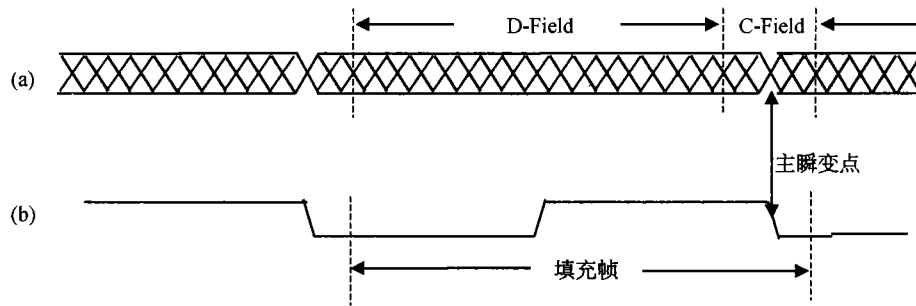


图2 CIMT 的帧结构

## 2 高速数字多业务光纤传输原理设计

在高速数字光纤传输系统中, 采用的主要特殊设备是电端机和光端机, 电端机和光端机可合成发射机和接收机。本文选用 HP 公司的低功耗 HDMP10xx 系列 G-Link 芯片作为千兆 CIMT 编码器/解码器(即电端机主要器件)<sup>[3]</sup>, HFCT-xxxx 系列芯片作为光发射器/接收器(即光端机)<sup>[4]</sup>, 开发设计了一套点对点的传输系统, 利用该系统开通了4路19.2 kb/s 数据、4路60 Mb/s 数据和2路数字视频的传输<sup>[2, 4-7]</sup>。

### 2.1 发射机原理设计

如图3所示, 前端处理是不同速率业务接入的预处理过程。从前端处理后输入的各路数字信号与发端主时钟产生同步码、信令码, 经过码型变换为 CIMT 码。在统一时钟的控制下进行码速调整, 做到系统同步, 在复用单元复接成一路高速信号, 同时生成另一路按位取反的信号, 由千兆 CIMT 编码器输出。

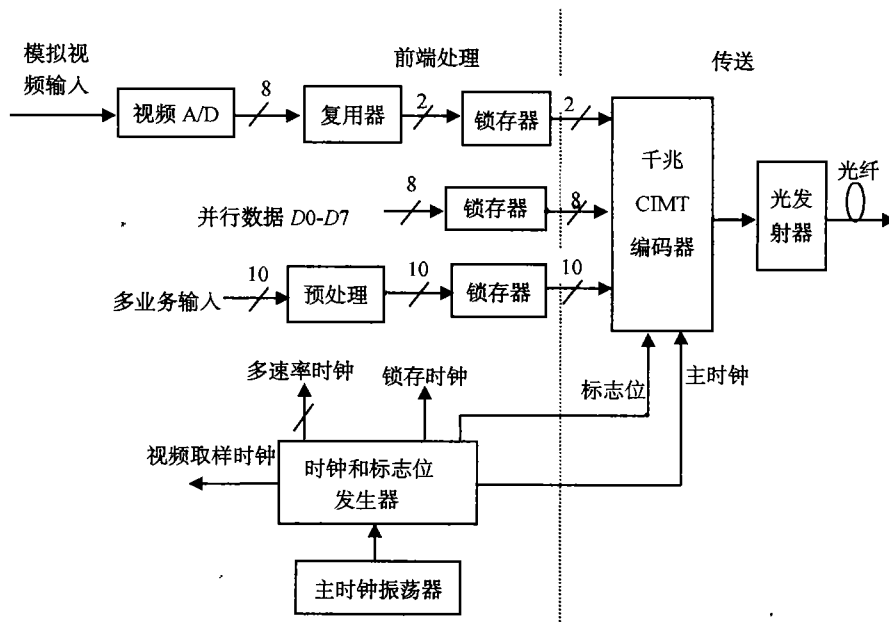


图3 发射机原理图

### 2.2 接收机原理设计

如图4所示，千兆 CIMT 解码器从来自光接收器的高速电信号中分离出同步信号，对分接和恢复单元进行定时控制，将高速电信号分接、恢复成低速数字信号，后端处理恢复信号原样。

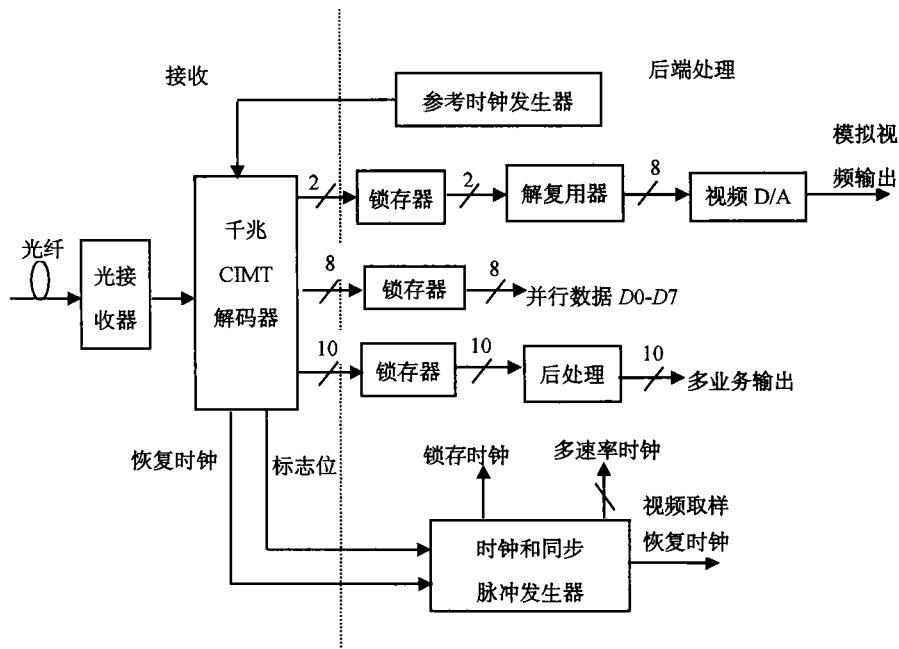


图4 接收机原理图

### 3 高速 PCB 板设计

对于速度较快的逻辑电路，特别是超高速 ECL 类集成电路，由于速度增快，若无其他措施，走线长度必须大大缩短，以保持信号的完整性。ECL 系统中常用的一种方法是线阻抗匹配法。微带线是一种传输速度快、应用广泛的印制版传输线。本文采用的表面微带线结构如图5所示<sup>[8]</sup>，其特性阻抗为

$$z_0 = \frac{87}{\sqrt{\epsilon_r + 1.41}} \ln \left( \frac{5.98h}{0.8\omega + t} \right)$$

式中  $\epsilon_r$  为介质介电常数； $h$  为介质层厚度； $\omega$  为线的宽度； $t$  为线的厚度。

### 4 测试结果

数字光纤传输系统的测试结果如下：

- 1) 1~16 CH 传输速率为19.2 kb/s~60 Mb/s，其误码率小于 $10^{-9}$ ；
- 2) 采用2 CH 传输一路视频信号(PAL 制式)，测试主要技术指标为：信噪比(SNR)>65 dB，微分增益(DG) $\leq \pm 1\%$ ，微分相位(DP) $\leq \pm 1^\circ$ 。

### 5 结束语

本文设计的一套点对点的传输系统，分别在1.2 Gb/s 和1.44 Gb/s 的速率下进行了观察，效果良好。同时，又在1.2 Gb/s 的速率下进行了视频传输指标测试，结果表明

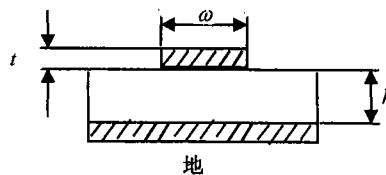


图5 表面微带线结构图

该传输系统传输视频特性良好。在无压缩情况下,该系统可实现10路视频的传输。如果将数字视频压缩编码,该系统可富裕地传输从码速2 Mb/s 的 VHS 图像质量电视600套到码速18 Mb/s 的高清晰度电视(HDTV)60套。

### 参 考 文 献

- 1 龚晓峰,张春红. 宽带网络技术及其应用. 北京:清华大学出版社,1997
- 2 李鉴增,焦方性. 有线电视综合信息网技术. 北京:人民邮电出版社,1999
- 3 HP 公司. Technical data. <http://www.cern.ch> 及 <http://www.hp.com>
- 4 黎洪松. 数字视频技术及其应用. 北京:清华大学出版社,1998
- 5 沙晓明. 数字技术浅识. 中国有线电视. 2000, 70(2): 18~21
- 6 吴昱静,李在铭. 多媒体信息的传输与控制技术. 电子科技大学学报, 1997, 25(1): 1~6
- 7 黎文,方伟,朱维乐. 用于 DVD 的 MPEG2实时解复用器的 FPGA 设计与实现. 电子科技大学学报, 2000, 29(2): 118~121
- 8 Synergy Semiconductor Corporation. Synergy product data book. California, 1997

## Study of High Speed Digital Fiber Optic Transmission System

Song Yu'e    Qiu Qi    Yang Shuzong

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

**Abstract** In this paper, a new designing scheme of gigabit rate digital fiber optic transmission system is introduced including multiplexer, encoder, decoder, demultiplexer, scheme design of transmitter and receiver, access and recovery of digitized video and multirate service, and high speed PCB design. Low cost G-Link chip is used in the system according to characters of digital fiber optic transmission. The experimental results show that the scheme is feasible and favorable.

**Key words** multiplexer; coder, decoder; demultiplexer; digitized video; multirate service