

· 电路与控制 ·

## 可编程光纤传输实验系统的设计

周 鑫, 赵同刚, 王 力

(北京邮电大学电子工程学院, 北京 100876)

**摘 要:**设计了一套以光收发模块为核心的数字信号光纤传输实验系统. 数字信号处理部分选用了复杂可编程逻辑器件 EPM7128SLC84-15, 通过拨码开关可以产生伪随机序列并作为输入信号进入 EPM7128 输入端, 对其进行任意编码后, 信号进入光纤传输. 接收端再进行解码处理, 并用 LED 或示波器显示结果. 实验系统工作可靠稳定, 其不仅可用于数字信号光纤传输实验教学, 而且在较短距离、较大容量的局域网信号传输中具有实用价值.

**关键词:**光收发模块; 数字信号; 光纤传输

**中图分类号:** TM935.4

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-1255(2009)05-0047-03

## Design of Programmable Optical Fiber Transmission Experiment System

ZHOU Xin, ZHAO Tong-gang, WANG Li

(School of Electronic & Engineering, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China)

**Abstract:** A set of digital signal optical fiber transmission system that uses integrated optical transceiver modules as the main device was designed. The system choose complex programmable logic device EPM7128SLC84-15 for digital signal processing. The Pseudo-random sequence can be generated by switch as input signal of EPM7128 for coding. This coding signal is transmitted through fiber-optic and shown with LED or oscilloscope in the receiver. The system works well, can be used in fiber-optic digital signal transmission experimental teaching, and it has a strong practical significance for the signal transmission in short distance, high speed local area network.

**Key words:** optical transceiver modules; digital signal; optical fiber transmission

设计的以集成光收发模块和可编程逻辑器件 (CPLD: complex programmable logic device) 为核心的数字信号光纤传输实验系统, 可用于数字信号的光纤传输, 信号的线路编码、解码等处理. 系统已经用于实验教学中. 通过实验系统, 不仅可以了解光纤信号传输的工作过程, 而且利用 CPLD 及数字可编程开发平台可以任意设计光纤传输线路码型, 如 AMI 码, HDB3, 5B6B 等. 同时自行设计解码程序进行解码. 发送信号及接收信号可以通过示波器或者 LED 进行对比显示, 以观察误码情况, 该实验系统具备了向实用产品转化的潜力<sup>[1,2]</sup>.

### 1 系统设计原理

实验系统以 TTL 光收发模块和 CPLD 芯片 EPM7128SLC84-15 为核心. 系统原理框图如图 1 所示. 首先, 由外部硬件电路控制, 向 CPLD 传输 8 位随机码序列; 然后, 通过 VHDL 语言编程, CPLD 对接收到的并行信号进行 CMI 编码, 转换为串行信号后发送给光收发模块, 光收发模块将接收到的 TTL 电平信号转换为适合在光纤中传输的光信号, 信号进入光纤传输; 最后, 光纤中传输的光信号又返

收稿日期: 2009-09-21

基金项目: 国家大学生 2007 创新基金

作者简介: 周鑫(1987-), 男, 江苏溧阳人, 现就读于北京邮电大学; 赵同刚(1972-), 男, 河北廊坊人, 博士, 副教授, 目前主要从事高速光电检测技术的研究.

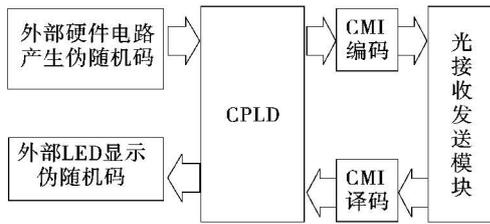


图1 系统原理框图

回光收发模块,光收发模块将接收到的光信号又转换为 TTL 电平信号后发送给 CPLD,通过 VHDL 语言编程,对接收到的信号进行 CMI 解码,恢复为原信号,并由 8 个 LED 显示该 8 位随机码序列。

## 2 硬件设计

### 2.1 光发送与接收模块

光发送与接收模块是光纤通信系统中的核心模块。系统采用 SFP 类型的集成光接收和发送模块<sup>[3]</sup>。该模块具有双 SC 插拔式、FC、ST 型光接口,且与 TTL 电平兼容,这也是采用该集成模块最重要的原因。由于和 TTL 电平兼容,CPLD 输出的电平信号就可以直接输入该模块,而光电转换、线路编码等过程则在集成模块中完成,无需在外围再搭建电路;同样,当光信号经光纤回到集成模块后,电平转换、光电转换等过程也在该模块中完成了,模块输出的 TTL 电平信号则可以直接返回给 CPLD。

### 2.2 CPLD 及其外围电路的设计

系统中的数字芯片采用 ALTERA 公司的 CPLD 芯片 EPM7128SLC84-15。EPM7128 共有 84 个管脚,其中有 60 个 I/O 口,满足 8 位并行信号的输入和输出,串行信号的输出和输入,复位等功能要求。电路设计原理框图如图 2 所示。

在外围电路中实现了伪随机码的产生和接收信号的 LED 显示。首先,由 8 个单刀双掷开关选择高低电平,由此产生 8 位并行信号,作为伪随机码直接输入 CPLD。CPLD 将此伪随机码进行 CMI 编码,并串转换后由串口输出;信号经光纤传输后,又由另一串口输入 CPLD,CPLD 进行串并转换和 CMI 译码,产生的 8 位并行信号由 8 个 I/O 口输出作为外围电路中 LED 的驱动,8 个 LED 则正好显示传送回来的 8 位伪随机码与发送的伪随机码相比较,也可用

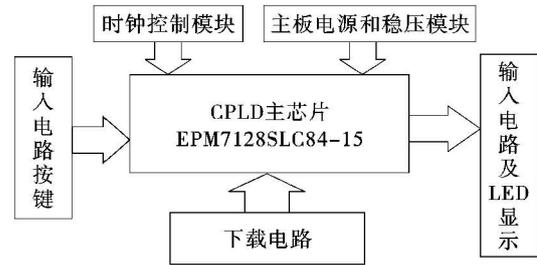


图2 CPLD 外围电路设计原理框图

示波器进行观察<sup>[4,5]</sup>。

### 2.3 程序设计

程序设计采用 VHDL 语言;适合光纤传输系统的线路码型有 CMI 码、HDB3 码等,以 CMI 编解码为例说明操作过程。CMI 码是将输入的二进制符号“0”编码为线路码的一对比特“0 1”,将二进制信号“1”编码为交替地用“1 1”或“0 0”表示的线路码。它是 CCITT 建议 PCM 时分多路 4 次群 139.264 Mbit/s 数字复接设备的接口线路码型,在光纤通信系统中有着广泛的应用。CMI 编译码流程如图 3 所示。

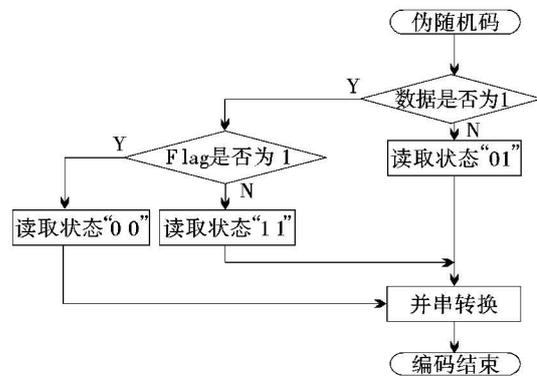


图3 CMI 编码流程图

首先,CMI 编码采用状态机方法<sup>[6]</sup>。设置 3 个状态“0 0、1 1、0 1”和标志位 Flag。当接收数据为“1”时,判断 Flag 是否为 1。若 Flag 为 1,则读取状态“0 0”,并置 Flag 为 0;若 Flag 为 0,则读取状态“1 1”,并置 Flag 为 1。当接收数据为“0”时,则读取状态“0 1”,Flag 保持不变。由此完成 CMI 编码。其次,设置 16 位计数器,完成 16 位 CMI 码的并串转换和串并转换。在接收端,提取时钟,同样采用状态机方法,完成 CMI 译码。最后,得到最初的伪随机码序列,并由 LED 显示。

### 3 实验结果

通过外围电路8个拨码开关选择8位并行输入信号:01010011;根据CMI编码原则,该输入信号相应的CMI码为:0100011101010011.

利用数字示波器分别观察集成光发送模块的发送端和CPLD输出端的波形,如图4、图5所示.从图4看出,发送端产生的伪随机序列,由8个拨码开

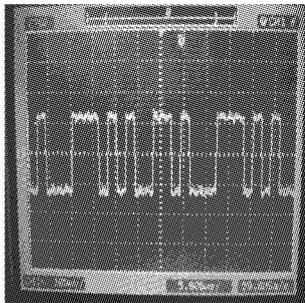


图4 发送信号波形

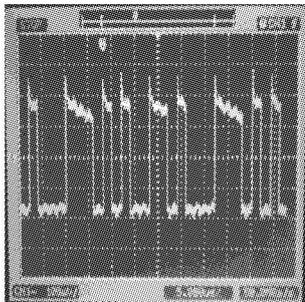


图5 光传输后接收信号波形

关控制,波形干净;图5是经光纤传输后,CPLD解码后的波形,用误码分析仪测试整个系统,整个系统误码率小于 $10^{-9}$ ,整个系统工作稳定.

### 4 结 论

系统以VHDL语言为工具,通过CPLD芯片EPM7128,很好地完成了对数字信号编解码的产生及其处理.同时,整个系统以光发送和接收模块为核心,较好地实现了数字信号在光纤中的传输.外围辅助电路则方便用户自行设置伪随机码产生和显示.实验研究表明,整个系统不仅通信质量较好,而且能实现多种线路码型的编码与解码,可开发更多扩展功能,具有很强的实用性.

#### 参考文献

- [1] 赵同刚,任建华,李蔚.光纤脉冲分析仪的研制[J].光电技术应用,2007,(22)3:54-56.
- [2] Rafel A. A new functional model for management of optical transport network nodes[J]. IEEE J. Lightwave Technol, 2001, 19(6): 810-820.
- [3] 陈建松,马明,陈青.雷达数字信号光纤传输系统发射模块的设计[J].量子电子学报,2004, 21(6): 884-886.
- [4] 肖忠. CPLD在可编程逻辑控制系统中的应用研究[J]. 电子技术应用, 2006(8): 66-67.
- [5] 方建,石永山. 数字电路的VHDL语言设计方法[J]. 光电技术应用, 2006, (21)3: 38-42.
- [6] 李国洪,沈明山. 可编程器件EDA技术与实践[M]. 北京:机械工业出版社, 2004.

### 简讯

#### 法国 DPSS 激光器

目前,法国采用新技术制造出可替代气体激光器的DPSS激光器.法国Oxxius的工程师开发了一种专利性单片电路振荡器,制造了一款独特的二极管泵浦固态激光器.该激光器能够替换目前在紫外和可见光领域的传统气体激光器,并具有功率高、窄线宽和高稳定的特点.它的紧凑式设计允许被集成到分析仪器当中,开辟了了在生物光学和光谱学领域的新应用.

专利性无阵列单片电路振荡器技术制造出了紧凑型激光零件,在晶体表面的光学接触消除了晶体的调整问题.

专利性无阵列单片振荡器技术把腔中元件封装到一个超低损耗光学子系统当中.这个工艺过程叫做光接触(optical

contacting),两个晶体表面的接触力创造了一个时间耐用和耐温度变化的结合物.在晶体表面的介质镜镀上膜,整个单片电路封装无移动部件.

紧凑式设计的部件被集成到了超小型激光封装模块之中.由于很少需要调整,它可以直接集成到激光模块的腔封装之中.无源滤波器增加了光发射的稳定性,同时晶体温度被控制,使之与过滤器相协调.结果这种激光器能够发出473 nm(最大功率50 mW)、532 nm(最大功率500 mW)和561 nm(最大功率200 mW)的连续波长光束.

(徐世录提供)