

# Multi-service Transmission Scheme Based on FPGA

Yu Ning

The 34th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Guilin, Guangxi, 541004, China

## Abstract

In the optical fiber transmission system, the signal source often has a variety of complex forms, both discrete digital signals and analog signals, and different signals have different level characteristics. When the signals of different systems are mixed, how to ensure that all the signals can be accurate and low delay transmission poses a new challenge to the design of optical fiber transmission. In this paper, it multiplexes multiple signals into one high-speed serial data stream, which is transmitted through optical fiber; the receiving end transforms the optical signal into optical signal, and it restores the electrical signals at the starting end. This scheme adopts single-fiber two-way transmission, which not only achieves the low delay transmission of error code, but also meets the requirements of reducing optical fiber transmission cost and more concise design.

## Keywords

multiplexing; demultiplexing; bit error rate; FPGA

## 基于 FPGA 的多业务传输方案

宁余

中国电子科技集团公司第三十四研究所, 中国 · 广西 桂林 541004

## 摘 要

在光纤传输系统中, 信号源往往有多种复杂形式, 既有离散数字信号, 也有模拟信号, 且不同信号具有不一样的电平特性。当多种不同制式信号混合传输时, 怎样确保所有信号能准确无误低时延传输, 对光纤传输设计方案提出了新的挑战。论文采取时分复用方式把多路信号复用成1路高速串行数据流, 经光电转换后经光纤传输; 接收端把光信号转换成电信号, 对电信号进行数字恢复、解复用, 还原出发送端的各路信号。该方案采取单纤双向传输, 在做到了无误码低时延传输的同时, 还满足了降低光纤传输成本, 设计更简洁的需求。

## 关键词

复用; 解复用; 误码率; FPGA

## 1 引言

信息社会时代, 随着信息数据的越来越庞大, 对信息数据传输提出了越来越高的要求。当信号源复杂时, 怎样准确无误及时地传输这些信息数据, 是必须面对的问题。在有有线通信系统中, 光纤传输在传输速率、保密性方面显然有着巨大优势, 所以光纤传输必然成为首选。当信号源形式复杂多样时, 发送端采用时分复用方式把多路信号复用成 1 路高速串行数据流, 经光电转换后经光纤传输; 接收端把光信号转换成电信号, 对电信号进行数字恢复、解复用, 还原出发送端的各路信号。FPGA 软件实现多业务传输模块的信号复用、解复用、数据同步处理等功能。

## 2 方案设计

多业务光传输模块实现发送端与接收端之间 2 路 10M/

100M/1000Mbit/s 速率自适应以太网、5 路 RS422 信号、5 路差分上下行信号和多路离散信号的单纤双向光传输功能。

多业务光传输模块主要由电源、时钟、FPGA、以太网 PHY、RS422、离散信号电平转换和光电转换功能单元组成<sup>[1]</sup>。

多业务传输模块主要用于在 A、B 两点利用单根光纤传输以太网数据、RS422 信号、差分上下行信号、多路离散信号, 具备以下功能:

① 2 路 10/100/1000Mbit/s 自适应以太网在 A 型和 B 型多业务光传输模块之间单纤双向光传输。

② 5 路 RS422 信号在 A 型和 B 型多业务光传输模块之间单纤双向光传输。

③ 5 路差分下行信号通过光纤从 A 型模块传到 B 型模块, 从 B 型模块输出。

④ 5 路差分上行信号通过光纤从 B 型模块传到 A 型模块, 从 A 型模块输出。

⑤ 16 路 24V 离散下行信号、20 路 5V 离散下行信号通

【作者简介】宁余 (1983-) , 男, 中国湖南衡阳人, 硕士, 工程师, 从事光通信、光传输研究。

过光纤从 A 型模块传到 B 型模块,从 B 型模块输出。

⑥ 16 路 24V 离散上行信号、20 路 5V 离散上行信号能通过光纤从 B 型模块传到 A 型模块,从 A 型模块输出。

### 3 主要技术指标要求

#### 3.1 以太网接口要求

- ①接口数量: 2 路。
- ②速率: 10M/100M/1000Mbit/s 自适应。
- ③丢包率: 千兆模式下,丢包率 $\leq 0.1\%$ 。

#### 3.2 RS422 接口要求

- ①波特率: 115200bit/s。
- ②误码率:  $BER \leq 1 \times 10^{-6}$ 。
- ③模式: 全双工。
- ④接口数量: 5 路。

#### 3.3 差分上下行信号接口要求

- ①波特率: 115200bit/s。

②误码率:  $BER \leq 1 \times 10^{-6}$ 。

③接口数量: 5 路。

#### 3.4 离散 24V 上、下行信号

- ①上行数量: 16 路。
- ②下行数量: 16 路。
- ③误码率:  $BER \leq 1 \times 10^{-6}$ 。

#### 3.5 离散 5V 上、下行信号

- ①上行数量: 20 路。
- ②下行数据: 20 路。

### 4 基本原理

多业务传输模块由发送端和接收端组成如图 1 所示。发送端采用时分复用方式把多路信号复用成 1 路 5Gbit/S 的高速串行数据流,经光电转换后经光纤传输;接收端把光信号转换成电信号,对电信号进行数字恢复、解复用,还原出发送端的各路信号<sup>[2]</sup>。

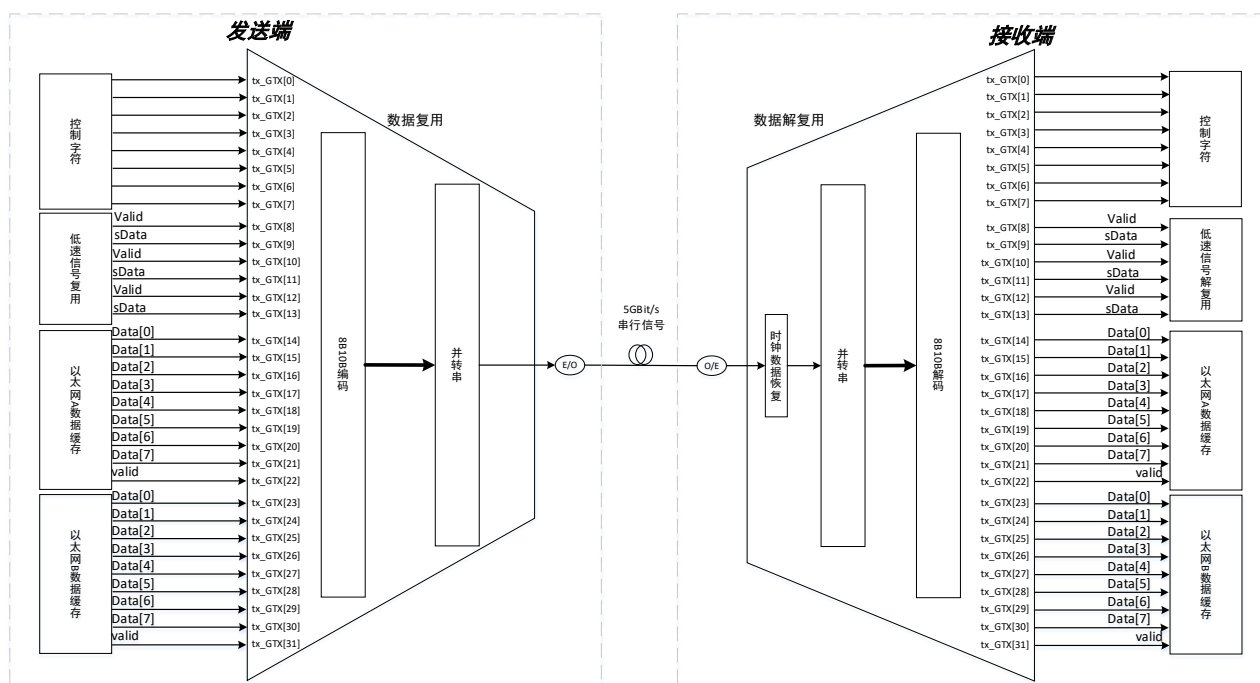


图 1 多业务传输模块基本原理框图

发送端处理过程:

- ①每 16 路低速信号指 RS422 信号、离散控制信号,速率小于等于 115200bit/s 为一组,复用成 2 路 125Mbit/s 的串行信号 Valid 与 sData。
- ②每 1 路以太网信号转换成 9 路 125Mbit/s 的串行信号。
- ③对 32 路 125Mbit/s 并行信号进行 8B/10B 编码,插入同步控制字符。
- ④并转串、时分复用,把 32 路并行信号转换成 1 路 5Gbit/s 高速串行信号。
- ⑤光电转换后光输出。

接收端处理过程:

- ①光电转换。
- ②时钟、数据恢复处理。
- ③根据控制字符完成数据同步处理。
- ④串转并、8B/10B 解码处理,恢复出原始数据输出。

### 5 方案设计

#### 5.1 总体设计

多业务光传输模块主要由电源、时钟、FPGA、以太网 PHY、RS422、离散信号电平转换和光电转换功能单元组成,如图 2 所示。

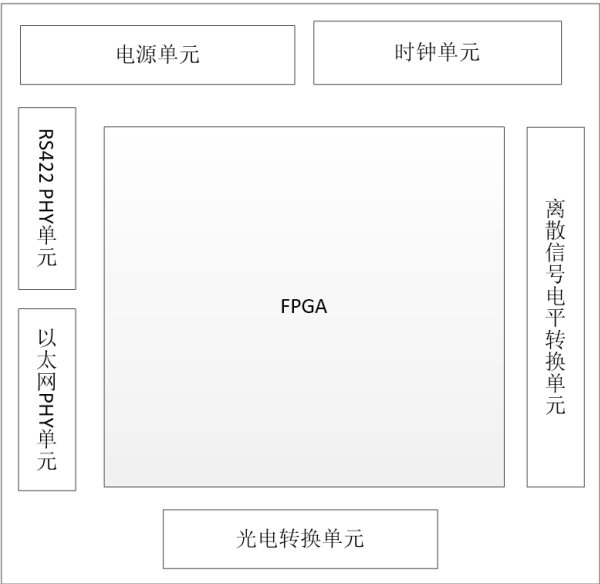


图 2 设计原理框图

5.2 软件方案设计

FPGA 软件实现多业务传输模块的信号复用、解复用、数据同步处理等功能<sup>[3]</sup>。

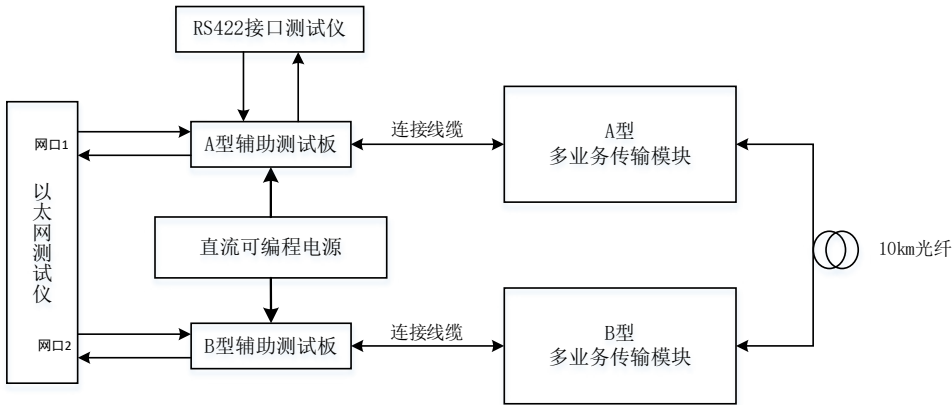


图 3 测试平台

7 结语

论文提出的时分复用方案把多路信号复用成 1 路高速串行数据流，经电光转换后经光纤传输；接收端把光信号转换成电信号，对电信号进行数字恢复、解复用，还原出发送端的各路信号。并详细介绍了复用原理，测试结果与设计相符合。

6 测试结果

图 3 为测试平台示意图。

- ①以太网测试仪的网口 1 连接到 A 型辅助测试板的网口 1。
  - ②以太网测试仪的网口 2 连接到 B 型辅助测试板的网口 1。
  - ③以太网测试仪的网口速率均设置成千兆模式。
  - ④启动误码测试，记录网口 1 的测试结果。
  - ⑤以太网测试仪的网口 1 连接到 A 型辅助测试板的网口 2。
  - ⑥以太网测试仪的网口 2 连接到 B 型辅助测试板的网口 2。
  - ⑦启动误码测试，记录网口 2 的测试结果。
  - ⑧依次将 RS422 测试仪信号接口连接到 A 型辅助测试板的第 1、第 2、第 3 个 RS422 接口，分别测试 RS422 接口、24V 离散接口和 5V 离散接口性能。
- 经过长时间拷机测试，以太网测试仪、RS422 测试仪均没有发生误码，满足设计要求。

参考文献

[1] 白杨,韦以超.基于FPGA的多路E1传输高速RS422业务方案[J].光通信技术,2016,40(5):3.

[2] 段吉海,黄智伟.基于CPLD/FPGA的数字通信系统建模与设计[M].北京:电子工业出版社,2004.

[3] 李文海,张方菡.数字通信原理[M].北京:人民邮电出版社,1986.