

高精度小型化多路测试信号光纤传输系统

邵长菁

(上海科学技术大学无线电电子学系, 上海, 201800)

秦菊如

(电子工业部第二十三研究所, 上海, 200437)

摘要: 描述了用于特殊测试系统的高精度多路测试信号光纤传输系统的工作原理、设计、结构特点及现场联试结果, 给出当系统获得高传输精度时所需确定采样速率的计算公式。

关键词: 扫描采样, 帧识别, 光纤, 传输系统, 多路信号, 多路测试信号。

引言

光纤通信由于其抗干扰性能好、容量大、损耗小等优点, 在许多应用领域中得到迅速发展。特殊测试系统的测试信号种类繁多, 且存在电磁干扰, 严重地影响了测试精度, 而采用光纤传输各种测试信号来提高传输质量是理想的选择。本文给出的光纤传输系统能传输特殊测试系统的各种测试信号, 且具有精度高、小型化等特点。该系统是把输入的多路各种速率测试信号合并成一路高速信号进行传输, 然后通过接收端再把它们一一分离出来^[1]。

1 基本原理

我们设计的传输全系统框图如图1。系统原理如下: 光发送端首先利用高速采样脉冲对各路并行输入的测试信号轮流采样, 采样速率是由系统要求的精度和并行输入的路数决定的, 将各路并行信号按次序变换成串行信号, 然后将串行信号送入编码器编码, 编成二态码。为了便于在接收端识别, 在每个采样周期中加入帧识别的标志位, 每采样一个周期就形成一帧脉冲。为了便于在接收端恢复时钟, 每一路不管有无信号输入, 编码器都有码

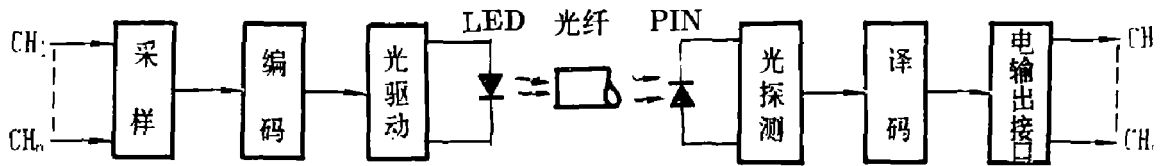


图 1 传输全系统框图

Fig. 1 Block diagram of the whole transmission system

输出，每一帧的串行码的个数与并行输入的路数相同。编码器采用调宽脉冲编码，即用宽脉冲代表输入低电平，编完码的串行信号送入 E/O 光驱动器激励 LED 发光管，转变成强度调制的光脉冲，从 LED 的尾纤进入光纤并传向光接收端。

光接收端由光探测器进行 O/E 转换，然后进行电平转换，根据帧识别标志位判断出一帧脉冲的起始点，由输入信号产生恢复时序，然后对输入的信码进行逐位译码。若宽脉冲译成高电平输出，窄脉冲就被译成低电平输出，最后把译码后的信号输入到输出接口，以满足各种不同负载所需电气的要求。这样，系统就完成了多路复用的传输任务。

这种时分多路^[2]复用系统还可以进一步分为光发送端机和光接收端机两个分系统。光发送端机分系统框图如图 2，是由晶振、时钟、扫描采样、编码和光驱动 5 部分组成。晶振是用与非门和晶体组成晶体振荡器。由它产生高速脉冲，再由该脉冲分频得出高速采样时钟脉冲。采样速率直接决定了系统的传输精度和可以传输的最多路数。我们以系统采用“时分”方式为前提，给出下列定量计算公式：

$$NT \leq \sigma,$$

式中 N 为平行输入信号路数和标志位的个数之和， T 为采样时钟周期， σ 为测试信号的传输精度指标（相邻两路的路际最大时延）。

高速时钟对并行输入信号进行扫描采样，判断出输入脉冲是高电平还是低电平，并把

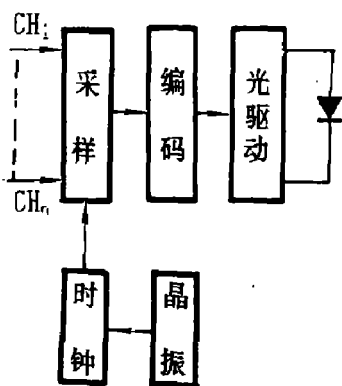


图 2 光发送端机分系统框图

Fig. 2 Block diagram of the sub-system in the transmitting set

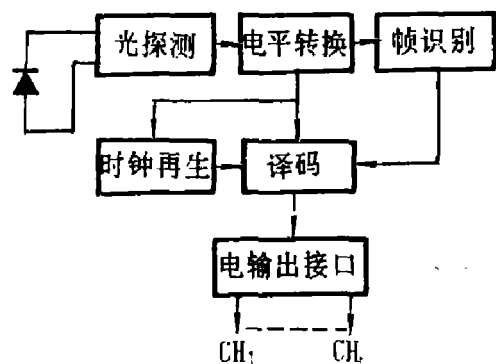


图 3 光接收端机分系统框图

Fig. 3 Block diagram of the sub-system in the receiving set

采样后的并行信号按次序进行并串变换,把并行信号变成串行信号,然后进入编码器进行调宽脉冲编码。即高电平编为宽脉冲输出,低电平编为窄脉冲输出。在编码的同时再加帧识别标志。这样,就组成了一帧编码串行电信号。最后,由光驱动器进行电光转换成为光脉冲信号送入光纤中去。根据传输距离的要求来选择发光管的光波长和发光功率^[3]。光驱动器采用了集电极电流驱动电路。

光接收端机分系统框图如图 3 所示,光接收端机是由光探测器、电平转换、时钟再生、帧识别、译码以及电输出接口 6 部分组成。

光脉冲信号进入光探测器进行光电转换,变为电脉冲信号,为了使系统性能稳定和小型化,我们采用了 PIN/FET 光电探测器组件。串行电脉冲信号通过电平转换电路,变成具有 TTL 电平的串行脉冲信号。由该串行脉冲信号产生时钟和提出帧识别脉冲。由恢复后的时钟、帧识别脉冲和串行帧脉冲信号通过译码器译出原来并行输入的信号,并按原来的次序进行串并变换,变成并行输出信号。这时的并行输出信号是 TTL 电平脉冲信号。为了满足负载的电气要求,并行信号要通过电输出接口。通过电输出接口可以输出任何电平、任何脉宽、任何电流要求的脉冲信号。

2 结构特点与性能

由于系统的体积是一个很重要的指标,要求系统集成化和结构小型化。除在电路的设计上加以考虑外,还从光器件本身挖掘潜力。我们采用了没有尾纤且与光活动连接器接头连成一体的光器件。这样,由于不要再考虑尾纤的曲率半径,发送与接收光端机的体积可以做得非常小。另外,由于没有尾纤,整个端机在耐受冲击、振动的能力方面大大加强,即提高了光端机的可靠性。这比过去传统使用带有尾纤的光器件有了质的改进,体现出一定的先进性。

系统可以传输数字信号,也可以传输离散的模拟信号以及开关量。本装置所传输的信号较为特殊,若以脉冲量信号为例,其特点如下。

输入端:脉冲速率为 $0\sim 256$ kbit/s (随机),脉冲宽度为 $2\sim 6$ μ s (变化),脉冲电平为 CMOS 电平 (> 10 V),路数为 14 路 (并行);输出端:脉冲速率为 $0\sim 256$ kbit/s,脉冲宽度为 2 μ s (不变),脉冲电平为 CMOS 电平 (> 10 V),路数为 14 路 (并行)。系统的传输距离可按需要从几米到几千米。

3 实验结果

我们的多路测试信号光纤传输系统在实际的特殊测试系统中进行了现场联试。联试结果表明:该系统能够正确传输特殊系统输出的各种脉冲量,性能稳定可靠。当系统采用的扫描采样速率为 10 Mbit/s 时,并行路数为 14 路信号,传输信号速率为 $0\sim 256$ kbit/s。测得系统的误码率小于 10^{-9} ,两路波形如图 4 所示,从图中输入端来看,1 与 2 这两路脉冲之间的时间间隔为 D ,而从输出端看,1 与 2 这两路的时间间隔为 C ,则路际时间

误差为 $D-C$ 。实验数据表明, 最大路际时间误差为 $1.32 \mu\text{s}$, 最小误差为 $0.16 \mu\text{s}$, 平均小于 $1 \mu\text{s}$, 满足高精度指标要求。

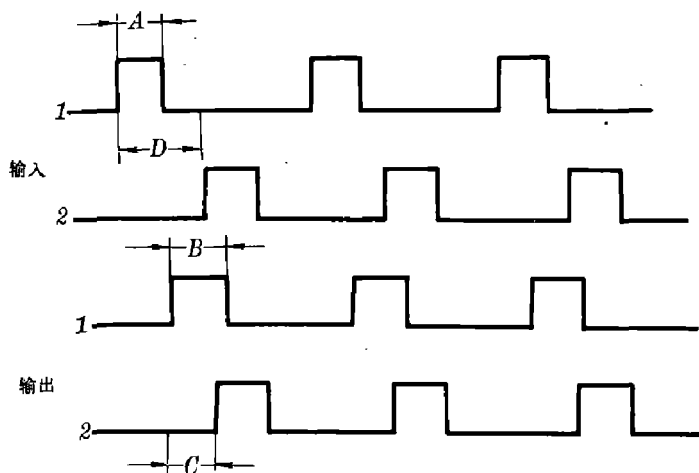


图 4 测量传输精度的波形图

Fig. 4 The waveform diagram for measuring the transmission precision

4 结语

本系统实现了用一根光纤正确传输多路信息, 并明显改善了抗复杂干扰的能力, 提高了传输容量、速率和精度等。

系统采用了集成功能模块, 并采用了具有合理结构的光器件, 使整机体积小、重量轻、具有高可靠性能, 为光纤传输系统在航天领域的实用化打下了基础。此外, 该系统在原理上可用于各种类型的工厂生产自动化、船舶通信系统、电站控制、各种信号传输领域及其它需要多路信息传输的场合。

参考文献

- 1 Tugal D A et al. *Data Transmission*, 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1989, pp149-152
- 2 副島俊雄編. *データ伝送システム*, 東京都: 産業図書株式会社, 1982, p278
- 3 Senior J.M. *Optical Fiber Communications Principle and Practice*, London: Prentice-Hall, 1985, p310-313

HIGH PRECISION, MINIATURE OPTICAL FIBER TRANSMISSION SYSTEM FOR MULTIPLE-PATH TEST SIGNAL

SHAO CHANGJING

*(Department of Radio and Electronics, Shanghai University of Science and Technology,
Shanghai 201800, China)*

QIN JURU

(No. 23 Institute, The Administration of Electronic Industry, Shanghai 200433, China)

Abstract: A high-precision optical fiber transmission system used for multiple-path test signals in a special test system and its principle of operation, design, structure and the results in practical experiments are described. A formula which is used to calculate the required sample rate for the system of high precision is given.

Key words: scan sampling, frame identification, optical fiber, transmission system, multiple-path signal, multiple-path test signal.