

ADL5304 在光线路保护系统中的应用

倪演海, 莫 斌, 赵 奎, 王 强

(桂林聚联科技有限公司, 广西 桂林 541004)

摘要: 1:1 类型的光线路保护 (Optical Line Protection, OLP) 系统, 不仅要检测光功率, 还要解调携带同步切换协议信息的光信号, 否则将无法实现同步切换。设计 1:1 类型 OLP 系统, 使用 ADL5304 对数转换器, 能够在实时监测光功率的同时, 解调 OLP 模块内部之间传输的光信号。实验测试表明, 输入到 ADL5304 的光信号平均功率 $\geq -60\text{dBm}$ 时, OLP 本端模块能够准确获知对端模块发送的协议指令信息。该方案可以简化电路设计、降低生产成本、提高 OLP 系统的稳定性。

关键词: ADL5304; 对数转换器; 光线路保护系统; 自动切换保护

中图分类号: 929.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-5561(2018)05-0014-03

DOI: 10.13921/j.cnki.issn1002-5561.2018.05.004

Application of ADL5304 in OLP system

NI Yanhai, MO Bin, ZHAO Kui, WANG Qiang

(Guilin G-LINK Technology co. Ltd., Guilin Guangxi 541004, China)

Abstract: As to the 1:1 optical line protection (OLP) system, it needs not only to detect the optical power but also to decode the optical signal with information of the synchronization switch protocol, otherwise it will not be able to keep the system synchronous. The designed 1:1 OLP system which using ADL5304 is able to decode the optical signal that transmits between OLP modules while real-time monitoring the optical power. Experiment shows that the local OLP module can identify the accurate information which transmits from the other OLP module when the mean optical signal power into the ADL5304 is $\geq -60\text{dBm}$. The design may simplify the circuits, reduce cost, and enhance the stability of OLP system.

Key word: ADL5304; logarithmic converter; OLP system; auto switch protection

0 引言

光线路保护 (Optical Line Protection, OLP) 系统主要用于光通信系统中, 对光传输层进行保护。OLP 系统一般可以分为双发选收方案 (1+1 类型) 和选发选收方案 (1:1 类型)^[1]。根据我国行业标准要求, 1+1 类型的 OLP 系统完成切换的时间 $\leq 25\text{ms}$, 1:1 类型的 OLP 系统完成切换的时间 $\leq 50\text{ms}$ ^[2]。

1+1 类型和 1:1 类型的 OLP 系统各有其优缺点^[3,4]。这两种类型的 OLP 系统内部都需要集成光功率监测模块, 既要监测发送设备进入 OLP 模块的功率, 也要监测进入 OLP 模块内部光开关之前的两路信号

的功率, 这样才能准确判断工作光纤和备用光纤的状况, 及时进行切换控制、上传告警等操作。

目前, OLP 系统中所用的光功率监测模块一般采用自动量程切换控制方案, 完成一次功率采集的时间相对较长, 导致 OLP 切换时间增加, 而且所用的内部通信模块一般采用集成式的光收发模块, 其灵敏度相对较低, 对较长距离的光纤线路的保护不利。因此, 本文在自带同步保护切换协议的 1:1 类型 OLP 系统中, 使用 ADL5304 对数转换器, 以在监测 OLP 模块的各项光功率的同时实现对模块内部之间相互传输的光信号的解调。

1 ADL5304 对数转换器

ADL5304 是一个高速对数转换器芯片, 具有测量范围广、快速响应、斜率可调和低噪声等特点; 可测量

收稿日期: 2018-01-05。

作者简介: 倪演海 (1986-), 男, 硕士, 主要研究方向为光通信、光检测、光传感等领域的应用技术。

1pA~10mA 的电流信号,具有 200dB 的动态范围;仅需一个 5V 单正电源便可在额定的 1pA~3mA 输入范围内工作;双电源供电可将额定输入电流范围扩展至 10mA。

ADL5304 的响应速度很快,在输入电流分别为 1nA、10nA 和 100nA 时的响应频率分别为 25kHz、350kHz 和 1.2MHz;输入电流大于 1 μ A 时的响应频率为 4MHz。ADL5304 的对数斜率标称值为 200mV/10dB,可以根据外围电路的不同连接方式得到不同的斜率,更加方便地与 A/D 转换芯片的输入范围相匹配。无论是单电源工作还是双电源工作,其对数斜率最小可为 150mV/Dec,最大为 800mV/Dec。

2 ADL5304 在 OLP 模块中的原理及应用

ADL5304 高速、大动态和低噪声的特点,特别适合在 OLP 系统中既实现光功率测量又同时解调模块内部之间相互传输的光信号。图 1 为本文设计的 1:1 类型 OLP 模块中的光功率测量电路,其主要工作原理是:线路接收到的光功率经过 5%或 10%分光后,进入 PIN 光电二极管;PIN 产生的光生电流进入 ADL5304 的分子输入端;ADL5304 将线性的电流信号转换为对数电压信号;微处理器(MCU)采集对数电压信号,经过程序处理后得到光功率值。图 1 中 PIN 光电二极管使用 5V 的偏置电压,以加快其在较弱光功率入射时的响应速度。ADL5304 的外围电路按照默认的方式连接,对数转换斜率为 200mV/Dec、光生电流为 100nA

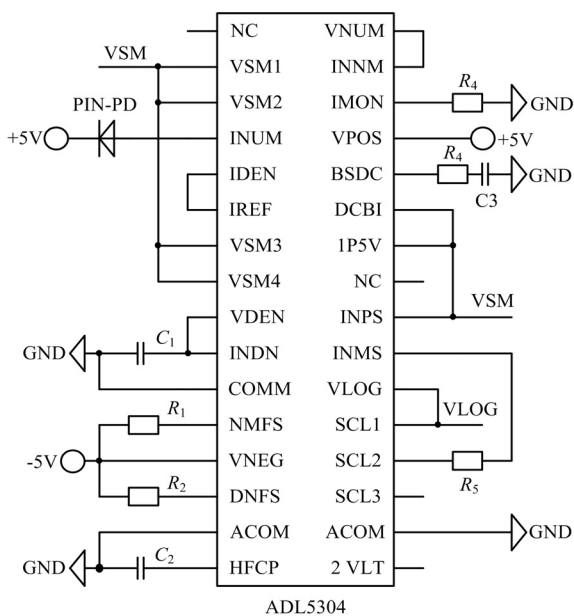


图 1 ADL5304 光功率测量电路

时,VLOG 输出电压为 1.5V。因此,当光电流为 1pA~10mA 时,对应的 VLOG 电压为 0.5~2.5V。使用 12bits、0~2.5V 输入范围的 A/D 转换器采集 VLOG 电压信号时,理论光功率分辨率可达 0.03dB。与常规自动量程测量的光功率测量电路相比,本文设计的电路的优点是 ADL5304 的光生电流输入范围非常广,不需要 MCU 进行档位切换控制、延迟和对数转换等操作,因而光功率测量的速度非常快,适合在 OLP 系统中使用。OLP 模块之间的内部通信过程如下:

①调制过程:MCU 测量传输设备入射到本端的光功率、主用接收线路的功率、备用接收线路的功率和内部通信光的发射功率(下文简称 4 个功率);MCU 将需要发送到对端 OLP 模块的信息如光功率、光开关状态、线路衰减、握手信号和同步切换协议等,在 MCU 串口的发送端进行发送。串口的发送端连接到 OLP 内部通信用的激光器的调制端对激光信号进行调制,调制后的光信号经过光开关后进入备用发送线路向对端 OLP 模块传输。

②解调过程:备用接收线路接收到来自对端 OLP 模块带有调制信息的光信号进入 ADL5304;ADL5304 将带有调制信息的光信号转换为对数电压信号;对数电压信号经过电容隔离直流功率信号后,得到交流调制信号;运算放大器对交流调制信号进行放大,经过比较器判决得到的电平信号直接进入 MCU 串口的接收端,这时 MCU 就可以直接得到对端 OLP 模块发送过来的协议信息。

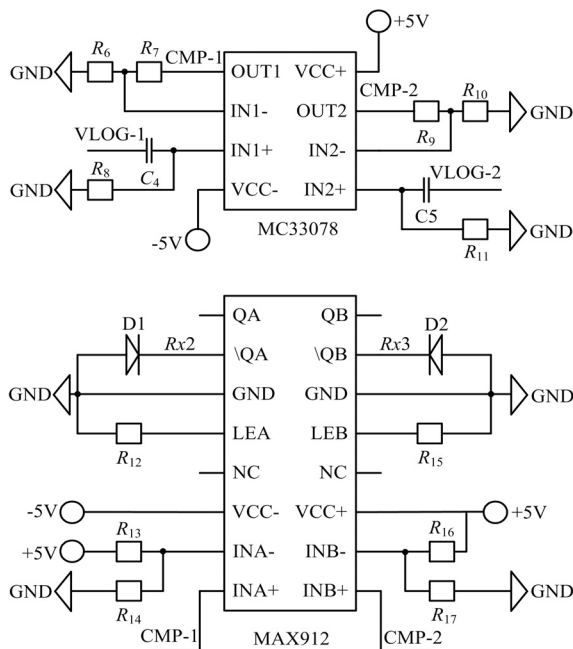


图 2 内部通信光信号解调电路

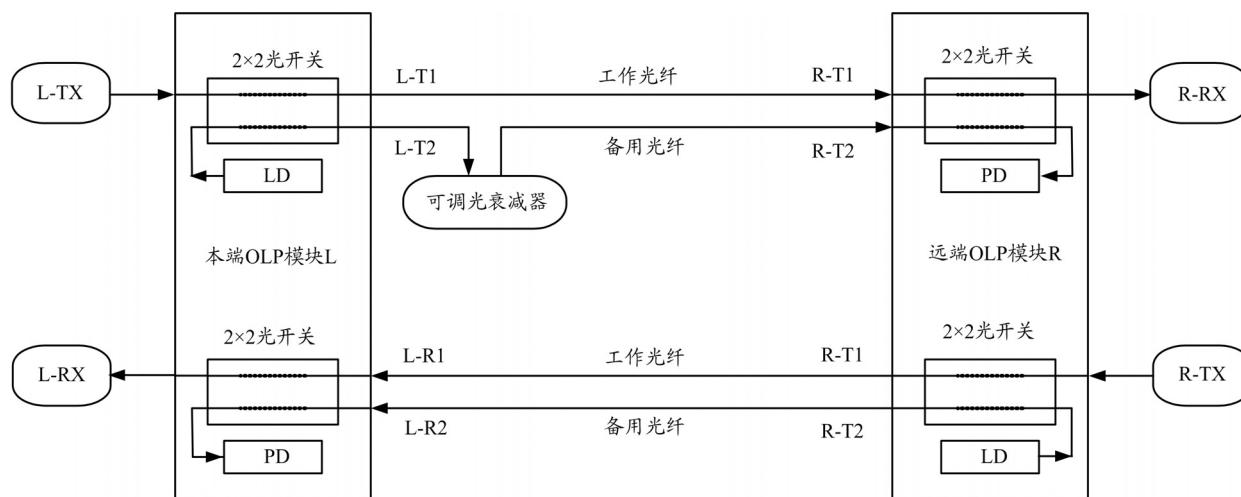


图 3 1:1 类型 OLP 系统测试之模块间光纤线路连接示意图

图 2 为本文设计的 1:1 类型 OLP 模块中的内部通信光信号解调电路。主用接收线路或备用接收线路中的内部通信光信号经过 ADL5304 转换后,VLOG 中的直流分量送给 MCU 进行光功率测量,交流分量经过电容后进入运算放大器 MC33078 进行放大,本设计中选择放大 27 倍,实际使用时可根据调试结果选择合适的放大倍数。放大后的信号进入比较器 MAX912 进行判决比较,判决电平选择略高于零,本设计中选择 0.5V,实际应用时可根据调试结果选择;比较器输出的信号直接输入到 MCU 的串口接收线上,这时 MCU 通过读取串口的接收内容就可解调出对端 OLP 模块发送过来的信息。

3 实验结果

我们搭建了如图 3 所示的 OLP 测试系统,在本端的备用发送光纤 L-T2 上接入一个可调光衰减器,用于模拟光纤线路衰减,可调衰减范围为 1.5~60dB,分辨率为 0.01dB。本端和远端 OLP 模块内部 LD 未经调制时的输出功率为-3dBm,以 115200 波特率对其进行调制。

测试结果表明,进入 ADL5304 电路的 PIN 光电二极管中的平均光功率 $\geq -60\text{dBm}$ 时,本端 OLP 模块能够迅速准确地获知对端 OLP 模块发送的内部通信信息。因此,OLP 系统可在 5ms 内完成握手、光功率信息传输及光开关同步切换控制等通信过程,加上 4 个光功率探测时间 4~5ms、光开关切换时间 8ms、MCU 处理时间 1~3ms,OLP 系统完成自动切换的保护时间小

于 21ms。继续增加线路衰减,当 PIN 光电二极管中的平均光功率小于 -60dBm 时,解调出来的协议指令信息存在一定的误码,且随着平均光功率的减小,误码概率越大,不能准确获知对端 OLP 模块发送的信息。

4 结束语

我们在自带同步保护切换协议的 1:1 类型 OLP 系统中使用 ADL5304 对数转换器,可以同时实现监测线路光功率和对内部通信光的解调。实验测试表明,在内置 LD 以 115200b/s 的串口速率调制光信号的条件下,只要进入到 ADL5304 电路的 PIN 光电二极管中的内部通信光平均功率 $\geq -60\text{dBm}$,OLP 模块就可以准确地获知内部通信信息。另外,配合 MCU 的串口通信,可以简化 OLP 系统的电路设计和 MCU 的软件处理过程,提高光功率的测量范围及测量速度,提升 OLP 系统的稳定性,降低模块的生产管理成本。

参考文献:

- [1] 武汉光讯科技有限责任公司. 光路自动切换保护系统在光线路保护中的应用 [J]. 光通信技术, 2005, 29(4): 63-64.
- [2] 中华人民共和国通信行业标准, YD/T 1529-2006, 光纤线路自动切换保护装置技术条件[S]. 2006.
- [3] 陈雄, 叶胤. OLP 技术及其在工程应用中的注意事项 [J]. 光通信技术, 2009, 33(3): 1-4.
- [4] 郑敏. 一种新型高性能光线路保护模块的设计与制作[D]. 天津: 天津大学, 2013.
- [5] 罗清, 胡强高, 喻杰奎, 等. 基于选发选收方案的 OLP 系统的设计与实现[J]. 光通信研究, 2008(3): 33-35.