

通信光纤性能检测机理及装置研究^{*}

李晓梅¹, 罗志勇¹, 贺新升¹, 高春甫¹, 艾学忠²

(1. 浙江师范大学 交通学院, 浙江 金华 321004; 2. 吉林化工学院 自动化系, 吉林 吉林 132022)

摘要: 光纤性能对信号的传输具有非常重要的影响, 因而安装前对光纤性能检测显得尤为重要。针对光纤性能的检测, 进行了机理分析及检测装置的研发, 并对光功率不同衰减区域以及对音频和数字信号的传输进行检测。研究测试结果表明: 该装置具有成本低廉、精度满足实际需要、兼具光功率测量和数字信号、音频信号传输性能等优点, 因而具有很好的精度, 可靠性高, 并有效地提高了电路的信噪比。

关键词: 光纤; 光功率; 检测; 对数放大

中图分类号: TN247

文献标识码: A

文章编号: 1001-4551(2010)03-0096-04

Detection mechanism and device of communication optical fiber

LI Xiao-mei¹, LUO Zhi-yong¹, HE Xin-sheng¹, GAO Chun-fu¹, AI Xue-zhong²

(1. Transportation College, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China;

2. Department of Automation, Jilin Institute of Chemical technology, Jilin 132022, China)

Abstract: The optical fiber performance is very important for the signal transmission on communications, pre-installation testing particularly. Aiming at the detection of the optical fiber performance, through mechanism analysis, a kind of optical fiber tester was developed, the different ranges of optical power attenuation and transmission of digital signal and audio signal were detected. The testing result proves that the tester has some advantages, such as low cost, accuracy meet the requirement, optical power measurement and the signal transmission performance of digital signal and audio signal, and it is very precise, high reliability, the signal to noise ratio has been effectively enhanced.

Key words: optical fiber; optical power; test; logarithmic amplifier

0 引 言

光纤具有频带宽、损耗低、重量轻、抗干扰能力强、保真度高、工作性能可靠等诸多优点, 因而其应用非常广泛, 尤其在有线通信领域, 已经成为远程通信唯一载体。信息在光纤中传递的过程中, 会因为线路的功率损耗而降低信息的传输质量, 因此在光纤安装和光纤通信过程中, 必须进行光纤质量和线路技术指标的测试, 其中关键是对光功率衰减值和语音、数字信息传输的测试。

目前国外光纤测试设备以美国和日本的产品为主, 其共同特点是价格昂贵, 每套价格均在十几万甚至几十万以上。国内光纤测试设备生产厂家不多, 其产品多数性能单一, 即只能测光功率或只具备光话机功

能, 且测试的效果不是很理想^[1]。

针对以上情况, 本研究对光纤检测机理进行分析, 并设计研发一种智能式光纤检测装置。系统具有光话机和光功率计双重功能, 既能进行高精度的光功率测量, 又能完成数字、音频信号的传输。

1 系统组成及工作原理

系统主要由测试光功率技术和远程调制解调技术两部分组成, 其工作原理如下。

1.1 光功率检测原理

光功率检测原理是在光纤的一侧输入一定功率的电信号, 经过光纤的传输, 在另一侧检测输出信号的功率值, 通过和传输线起始位置的光功率值进行对比, 可以考察功率的衰减情况。

收稿日期: 2009-10-20

基金项目: 吉林省教育厅资助项目(吉教科合字[2007]第 377)

作者简介: 李晓梅(1960-), 女, 吉林长春人, 教授, 主要从事机电设备检测、设计及其自动化方面的研究. E-mail: Lixm@zjnu.cn

通信联系人: 高春甫, 男, 教授, 硕士生导师. E-mail: cfgao2007@zjnu.cn

当要想把语音信号加载到光信号中,则应使模拟开关(CD4053)11脚(A)的控制信号为“0”,放大后的麦克信号经模拟开关送到激光发送电路;当想把数字信号加载到光信号中,就应加到模拟开关(CD4053)11脚(A)的控制信号为“1”,编码成双音频的数字信号经模拟开关送到激光发送电路。

2.4 激光接收电路

激光接收电路的功能是将激光接收管输出的光电流信号转换并放大成电压信号输出,以供后续电路处理。激光接收电路的原理如图5所示。

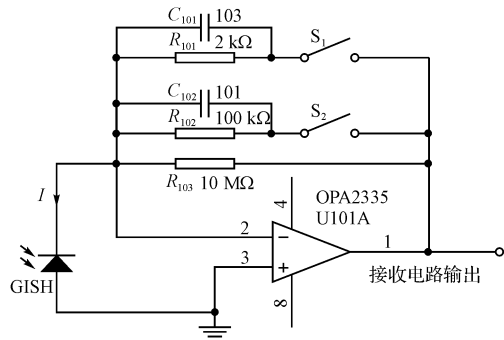


图5 激光接收电路

在图5中,激光接收管处于零偏压状态(零偏状态能够降低激光接收管的噪声电流)。S₁、S₂为继电器开关,单片机根据测得的光功率值对其控制,以用来切换放大电路中反馈电阻大小(选择R₁₀₁、R₁₀₂、R₁₀₃的连接情况),从而调整输出电压对光电流的增益关系。输出信号送到功率放大电路和音频放大电路。其中音频放大电路采用了LM386音频放大芯片,经DA1320放大后,信号送到CPU电路;数字信号送到放大电路,经过整形变成CPU可以识别的方波信号。

2.5 光功率放大电路

要传输语音或数字信号,必须对信号进行放大。从式(1)中可以看出,如果光功率变化范围为0 ~ -60 dBm,激光接收管上接收到的光电流将跨越6个数量级(10⁶),动态范围这样宽的信号,用普通线性放大电路是实现不了的。即使激光接收电路的远、近程切换开关S₁、S₂分为0 ~ -20 dBm、-20 ~ -40 dBm、-40 ~ -60 dBm 3档,每档内光电流的最大值与最小

值之比也将达到100倍,用线性放大电路勉强实现信号放大处理,则该电路的信噪比就会很低。因此,考虑使用对数运算放大器。由MAX4206构成的对数放大电路原理如图6所示^[8]。

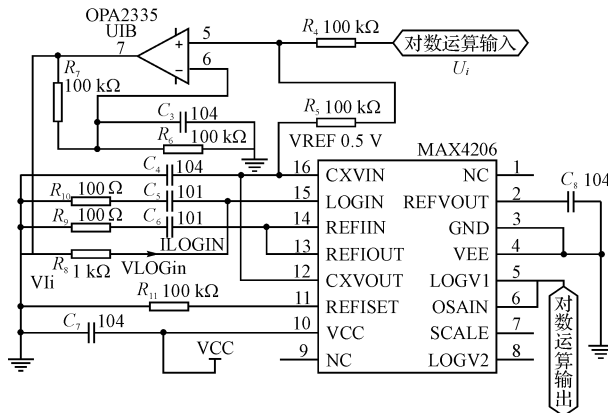


图6 MAX4206构成的对数运算放大电路

MAX4206新型对数运算放大器能够计算输入电流与基准电流(外部或内部生成的)之比的对数,并以电压形式输出,输出电压与输入电流及基准电流之间的关系为:

$$V = 0.251 \lg \frac{I_{\text{LOGIN}}}{I_{\text{REF}}} \quad (3)$$

调整电阻和基准电流的关系为:

$$R_{11} = \frac{V_{\text{REFISET}}}{10 \times I_{\text{REF}}} \quad (4)$$

式中 I_{LOGIN}—对数运算放大器输入电流; I_{REF}—对数运算放大器参比电流(基准电流); V—对数运算放大器输出电压。

V_{REFISET} = 0.5 V, R₁₁选择在5 kΩ ~ 5 MΩ之间,则REFIOUT(13脚)电流在10 nA ~ 10 mA之间。

3 测试结果

在光功率测量实验中,笔者分别对数段光功率进行多次测量,得到的测量数据最大绝对误差不大于0.05 dBm。本研究以标准值为0 dBm、-10 dBm、-20 dBm、-30 dBm、-40 dBm、-50 dBm、-60 dBm、-70 dBm、-80 dBm、-90 dBm的光功率进行10次测量为例,得出的光功率测量误差如表1所示。

表1 光功率测量误差 dBm

标准值	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90
10次测量单点平均值	0.032	-9.986	-20.041	-30.017	-39.966	-50.015	-60.037	-69.994	-79.978	-89.957
误差	0.032	0.014	-0.041	-0.017	0.034	-0.015	-0.037	0.006	0.022	-0.043

从表1可以看出,误差值在标准值上下波动,单点测量光功率其绝对误差均值不大于0.05 dBm,精度较

高,测量稳定性较好。测试结果表明:

(1) 光功率在-67 dBm ~ 0 dBm范围内,测量的

绝对误差 $< 0.1 \text{ dBm}$;

(2) 光功率在 $-53 \text{ dBm} \sim 0 \text{ dBm}$ 范围内,可清晰听到接收的语音信号;

(3) 光功率在 $-47 \text{ dBm} \sim 0 \text{ dBm}$ 范围内,能够准确接收到数字信号;

(4) 6 节充电电池供电时间(1 300 mAh) 达到 27 小时;

(5) 环境温度在 $-30 \text{ }^\circ\text{C} \sim 55 \text{ }^\circ\text{C}$ 范围内均能正常工作。

4 结束语

本研究研制的便携式智能光纤测试仪具备光功率测量和数字、音频信号传输多重功能,能够精确测量出光信号的强度并能够以数字的形式将测得的光功率值传给发送方,能够产生语音呼叫信号并传输呼叫方的语音和接收对方传来的数字和语音信号;采用最新的对数运算放大器来实现光功率测量,使得光功率测量值绝对误差小于 0.1 dBm 。

在降低电路噪声的基础上,通过单片机实现编/解

码、增强容错能力以保证数字传输的可靠性,解决了远距离数字通信过程中信号检测问题,并有效地提高了电路的信噪比。

参考文献(References):

- [1] 吴翼平. 现代光纤通信技术[M]. 北京:国防工业出版社, 2004.
- [2] 刘增基. 光纤通信[M]. 西安:西安电子科技大学出版社, 2001.
- [3] 范志刚. 光纤测试技术[M]. 北京:电子工业出版社, 2004.
- [4] 嵇晓强,戴明,张秋鄂. 基于 AD7705 的在线激光功率检测系统设计[J]. 现代电子技术, 2009, 32(6): 165 - 167.
- [5] 帅希士,帅词俊,杨成林,等. 基于 Delphi 的双通道光功率检测系统的设计[J]. 机械与电子, 2006(12): 44 - 46.
- [6] 林德健. 光纤元件的自动测试方法[J]. 国外电子测量技术, 1998(6): 30 - 31.
- [7] 王秀峰. OTDR 测试光纤故障点及应注意的几个问题[J]. 电线电缆, 2003(5): 30 - 32.
- [8] DAKIN J, CULSHAW B. Optical Fiber Sensors, Principles and Components, Vol. I[M]. London: Artech House, 1988.

[编辑:柴福莉]

(上接第 95 页)

以看出,基于 RPLS 模型的监控图中 SPE 控制限会利用 RPLS 进行递归更新,从而使得到的统计模型能够更真实地反映实时监控过程中的系统统计结构。对于第 24 个和第 27 个数据为故障数据的情况下,在图 4 中显示为正常,说明基于 PLS 模型的过程监控图不能准确的检测出故障;而基于 RPLS 方法的监控图显示这两个点的 Q 统计量已经超过控制限,为故障数据,因而能够准确的反映系统的性能。

5 结束语

本研究提出了一种与遗忘因子法相结合的 RPLS 方法来进行间歇过程质量监控,利用新获得的数据在线更新监控模型和 Q 统计量,使得模型能够适应过程的变换。该方法克服了传统 PLS 算法中不能实时更新 SPE 控制限的缺点,从而减少了监控系统中的误报率,提高了系统的可靠性。

参考文献(References):

- [1] HELLAND K, BERNTSEN H E, BORGES O S, et al. Re-

cursive algorithm for partial least squares regression [J]. **Chemometrics Intelligence Laboratory System**, 1992, 14 (1 - 3): 129 - 137.

- [2] QIN S J. Recursive PLS algorithms for adaptive data modeling [J]. **Computers & Chemical Engineering**, 1998, 22(4 - 5): 503 - 514.
- [3] 李凡,吴强,杨英华,等. 基于递推 PLS 的自适应钢温软测量模型 [J]. 控制工程, 2007(2): 147 - 150.
- [4] LINDGREN F, GELADI P, WORD S. The kernel algorithm for PLS [J]. **Chemometrics**, 1993, 7(1): 45 - 59.
- [5] 毛振华. 基于主元分析的自适应过程监控方法研究 [D]. 杭州:浙江大学信息科学与工程学院, 2008.
- [6] 赵忠盖. 基于 PCA 统计过程监控的若干问题研究 [D]. 无锡:江南大学通信与控制工程学院, 2007.
- [7] 张杰,阳宪惠. 多变量统计过程控制 [M]. 北京:化学工业出版社, 2000.
- [8] 李春富,叶昊,王桂增. 基于多向 PLS 方法的间歇过程质量预测 [J]. 系统仿真学报, 2004, 16(6): 1168 - 1170.

[编辑:柴福莉]