

光纤电流差动保护通道试验及研究

倪伟东¹, 李瑞生², 李峥峰²

(1. 广电集团佛山南海供电分公司, 广东 佛山 528000; 2 许继电气保护及自动化事业部, 河南 许昌 461000)

摘要: 该文介绍了光纤电流差动保护的一些试验内容、试验方法, 对专用及复用通道进行了试验性研究。对提高装置的可靠性、稳定性有一定意义。目前, 该方法已成功应用于 WXH - 803 数字式光纤电流差动保护装置。

关键词: 光纤通信; 光纤通道; 电流差动保护; 通道试验

中图分类号: TM77 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2005)08-0068-03

0 引言

近几年, 随着光纤通信技术的发展和光纤等通信设备的成本下降, 我国的光纤通信发展很快, 以光纤通讯为主干网的电力通信网络也在加速建设中。电流差动保护原理简单可靠, 已广泛应用于电力系统的发电机、变压器、母线、大型电动机等元件的主保护中。电力通讯网络的发展和普及为分相电流差动保护的大规模应用提供了充足的通道资源, 分相电流差动保护是将来保护发展的必然趋势^[1]。随着光纤电流差动保护应用的普及, 调试、投运、运行中由于通道原因暴露的问题愈来愈多。由于保护与通讯属两个专业, 有些问题分析不清, 会对保护装置及电网的稳定运行带来隐患。因此, 光纤电流差动保护对通道应充分试验验证。

1 光纤电流差动保护试验遇到的问题

光纤电流差动保护在定检投运前应作保护性能试验及通道的试验及检查。常规的保护装置做保护性能试验较多, 检查的也充分, 但对通道检查少, 或者由于条件限制, 对通道检查不充分, 给保护装置的安全运行带来隐患。具体体现在: 保护装置的光收发功率、接收灵敏度、光收发模块的稳定性等, 由于接触不良、老化等原因, 不能满足正常工作时所需的技术要求。装置若不检查这些指标, 在运行过程中, 由于接触不良、接头有灰尘、温度老化更降低通道指标, 会造成误码率增大, 影响保护动作行为;

目前光纤电流差动保护定检都是基于通道完好情况, 如采用尾纤连接定检试验, 误码率很低。但是随着装置的运行, 光器件老化、通道接触不良、光纤老化导致衰减增大, 误码率增大。所以应考虑在正常误码及许可误码的情况下保护装置的动作行为,

确保装置在许可误码下装置正确动作; 光纤电流差动保护由于是基于通道的纵联保护, 通道的时延、间断对保护性能有影响。采用双通道的光纤电流差动保护, 应检查双通道保护动作情况及单通道的动作情况。采用复接 PCM 设备时, 有条件时应检查 PCM 其它业务对光纤电流差动保护的影响。这些影响在目前的光纤电流差动保护定检中均未考虑。

2 试验准备

2.1 仪器准备及校准

试验仪器仪表: 光功率计、光衰耗仪、光误码仪、继电保护测试仪。

首先应对光功率计、光衰耗仪、光误码仪进行校准。尤其是光功率计, 常见的问题是偏移误差, 在高功率和低功率之间, 它使仪器恒定地读出一个稍高或稍低的功率值。最值得注意的问题是量程的不连续, 当放大器切换增益量程时, 它使功率显示值发生跳变。但是, 即使是经过了校准的光功率计也有大约 $\pm 5\%$ (0.2 dB) 的不确定性。这就是说, 用两台同样的光功率计去测量系统中同一点的功率, 也可能相差 10%^[2]。所以应采用同一台光功率计去测量。其次, 在确保光纤中的光有效地耦合到光功率计中去, 这时, 还必须使全部光都照射到检测器的接收面上, 又不使检测器过载。光纤表面应充分地平整清洁, 使散射和吸收降到最低。值得注意的是, 如果进行功率测量时所使用的光源与校准时所用的光谱不相同, 也会产生测量误差。

2.2 光纤及光收发模块的检查

检查光纤的连续性、光纤适配器的类型, 确定光纤模式类型、所用波长等是否和技术方案要求一致, 其主要技术参数由供货厂家保证。

检查光收发模块的所用波长、接口类型及是否满足使用规格和技术方案要求,其主要技术参数由供货厂家保证。

2.3 通道及时钟设定检查

检查通道之间的连线是否正确无误,确定发射端和对侧接收端相连接。

检查时钟方式设置,并根据通道的实际情况设置时钟方式。

光功率计和光衰耗仪,注意光功率计波长根据实际工作波长选择 1 310 nm 或 1 550 nm。

3 光收发器件测试

3.1 光发射器功率测试

目的:测试发射器功率是否满足要求。发射器功率测试接线如图 1 所示。其中 PM 是光功率计, Tx 是光发射端。

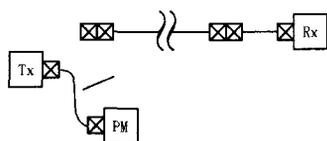


图 1 发射器功率测试

Fig 1 Test of optical transmitter power

用跳线光纤一端接光端机发射口,一端接光功率计测试端,读出表上显示稳定值 (dBm)。发射功率为该值加上 0.6 dB (跳线光纤接头损耗 0.3 dB × 2 个),对配合 WXH-803 使用的光发射器,要求其光发射功率不小于 -14 dBm (30 km 以内专用,波长 1 310 nm), -5 dBm (60 km 以内专用,波长 1 310 nm), -11 dBm (60 km 至 80 km 专用,波长 1 550 nm)。

3.2 光接收器灵敏度测试

目的:测试接收器灵敏度是否满足要求。测出发射功率后,测量接收灵敏度时,光端机用尾纤自环,串接光衰耗仪,调节光衰耗仪的衰耗值,直至出现标准规定的误码率指标 (一般为 1E-10)。接收灵敏度 = 发射功率 - 光衰耗仪值 - 1.2 dB (两根跳线光纤接头损耗 0.3 dB × 4 个)。对配合 WXH-803 试验的光接收器,要求其接收灵敏度优于 -34 dBm。

3.3 光接收器动态范围测试

光接收器的动态范围可用下式表示:

$$D = 10 \times \lg(P_{\max} / P_{\min})$$

式中: P_{\max} 指满足规定误码率指标下,接收器的最大输入光功率; P_{\min} 即为接收器的灵敏度。因而,测量光接收器的动态范围时,只要测出在规定误码率指

标下 (1E-10) 接收器的 P_{\max} 和 P_{\min} 值,并代入式中即可算出动态范围。

测量 P_{\max} 时,调整衰耗仪衰耗逐渐减少 (表示接收功率逐渐变大),数据传输系统的误码率检测仪中的误码率逐渐加大,直到误码率增大到规定指标 (1E-10),这时光功率计读出的光功率即为 P_{\max} 。

3.4 光收发模块稳定性测试

在单端自环、双端试验和复接 PCM 设备试验时候,没有其它干扰的情况下,要求收发模块的误码应该优于某规定指标 (1E-9),同时监视光收发模块是否出现连续误码。

3.5 光收发模块抗干扰测试

在单端自环、双端试验和复接 PCM 设备试验时候,在某一标准的电磁干扰情况下,要求收发模块产生的误码应该优于其规定误码率指标 (1E-7),同时监视光收发模块是否出现连续误码。

4 保护功能测试

4.1 正常误码下保护功能测试

目的:在通道误码率优于 1E-6 时,保护功能正确,符合各种技术指标。

在通道中间加光衰耗仪,改变衰耗的大小,当显示的通道误码率约为 1E-6 时,此时做差动试验,模拟区内外故障等各种故障,区内故障保护正确动作,满足保护装置动作性能指标要求,区外故障保护不误动。

4.2 许可误码下保护功能测试

目的:在通道误码率约为 1E-4 时,保护功能正确,符合各种技术指标。

在通道中间加光衰耗仪,改变衰耗的大小,当显示的通道误码统计约为 1E-4 时,此时做差动试验,模拟区内外故障等各种动作,保护装置正确动作,区内故障动作允许在正常动作时间基础上不超过 20 ms 延时。区外故障保护不误动。

4.3 临界接收灵敏度下保护功能测试

在单端自环、双端试验、复接 PCM 设备的时候,串联光衰耗仪,经计算,增大衰耗使光功率约等于光接收模块临界灵敏度时候,测试告警信号和报文显示以及复归;然后降低衰耗,减少误码,经延时告警信号和报文正确反应;再提高衰耗,增大误码,告警信号和报文应正确反映。保持接收光功率约等于接收灵敏度试验,持续一段时间,测试告警及报文等信息的稳定性。在临界接收灵敏度试验条件下,做差动试验,模拟区内外故障,保护动作应正确一致,并

给出相应报文。

5 装置通道自适应性测试

5.1 通道中断测试

目的:当连续一段时间,例如 1 s,接收不到对侧正确数据时,装置闭锁保护功能,两侧保护装置均给出通道中断报文且发送通道中断告警信号。

在双通道控制模式下,分别依次中断其中一个通道,而另一通道正常,本侧和对侧均给出相应通道的接收中断报文,且发送通道中断告警信号,此时做差动,保护应该正确动作。同时中断两个通道,本侧和对侧均给出相应通道的接收中断报文,且发送两个通道中断告警信号,闭锁保护,此时差动试验,模拟区内外故障,保护应不动作。

5.2 自动同步调整通道及通道切换

在双通道控制模式下,在任一个通道出现误码达到 $1E-4$ 情况下,另一通道正常,做差动试验,模拟区内外故障,装置自动进行双通道数据选择,选择正确的数据,不会影响保护功能和性能;然后,降低该通道误码到正常水平,增加另一通道误码达到 $1E-4$,做差动试验,模拟区内外故障,装置自动进行双通道数据选择,选择正确的数据,不会影响保护功能和性能。该试验说明实现了在双通道控制模式下自动进行通道数据选择。

5.3 其它性能指标测试

在现场具备条件的情况下可进行以下测试。

1) 其它业务影响:复接 PCM 设备时候,网络查询维护业务,如告警查询、2 M 及其它业务、通信系统时钟设置等,对保护性能的影响。

2) 通道自愈时间:不大于 20 ms

3) 单向延时测试:要求 $< 20 \text{ ms}$

4) 双向不对称延时测试:要求 $< 1 \text{ ms}$

6 结论

本文介绍了光纤电流差动保护通道试验及方法,这些试验对试验设备要求不多,在光纤电流差动保护投入运行前进行这些试验能够很容易实现。在有条件时,可进行 4.3 条试验,更全面验证了通道的性能及其对保护的影响。这些试验对现场的实际运行,对保护装置运行稳定很有必要。

参考文献:

- [1] 廖泽友,鲍伟廉,杨维那,等. 高压线路电流差动保护的现状及其前景展望[J]. 继电器, 1999, 27(1): 4-7.
LIAO Ze-you, BAO Wei-lian, YANG Wei-na, et al. Actuality and Perspective of Current Differential Protection in HV Transmission Line[J]. Relay, 1999, 27(1): 4-7.
- [2] 黎连业. 网络综合布线系统与施工技术[M]. 北京:机械工业出版社, 2000. 11-15.
LI Lian-ye. Integrated line Configuration System and Construction Technica in Networks[M]. Beijing: China Machine Press, 2000. 11-15.

收稿日期: 2004-10-21; 修回日期: 2004-11-12

作者简介:

倪伟东(1971-),男,硕士研究生,主要从事继电保护的维护管理工作;

李瑞生(1966-),男,硕士,从事继电保护方面的开发与研究; E-mail: niushengl@xjgc.com

李峥峰(1976-),男,硕士,从事继电保护方面的设计与研究。

Experimentation and research on optical fiber channel in current differential protection system

NI Wei-dong¹, LI Rui-sheng², LI Zheng-feng²

(1. Foshan Nanhai Power Supply Branch, Guangdong Power Grid Group Co., Ltd, Foshan 528000, China;

2. XJ Electric Protection & Automation Business Dept, Xuchang 461000, China)

Abstract: Some methods and content of experimentation on optical fiber channel in current differential protective relaying are introduced, and the research of experimentation on optical fiber channel used special and multiplex channels have been done, which is very useful to improve the reliability and stability of protective devices. At present, the proposed method has been successfully applied in WXH-803 digital optical fiber current differential protective device.

Key words: optical fiber communication; optical fiber channel; current differential protection; channel experimentation