

高频通道异常情况的现场特殊处理

唐明亮, 赵玉忠

(映秀水力发电总厂, 四川 都江堰 611830)

摘要: 高频通道是线路纵联保护中高频信号传输通道。通过一起实例, 对超高压线路运行中的高频通道现场突发故障情况进行分析, 并探讨了针对现场特殊情况的一些“特殊”处理方法。

关键词: 高频通道; 故障; 处理

Abstract: High-frequency channel is the transmission channel of high-frequency signal in the pilot protection. The sudden failures of high-frequency channel of EHV transmission line which is in operation are analyzed by an example and some special treatments for the special situation are discussed.

Key words: high-frequency channel; failure; treatment

中图分类号: TM773 **文献标志码:** B **文章编号:** 1003-6954(2009)05-0075-03

0 前言

高压线路的纵联保护是当线路全长范围内发生短路或接地故障时, 能快速动作, 使两侧开关同时快速跳闸的一种保护装置, 是线路的主保护。对高压电网, 其稳定性要求比较突出, 所以要求继电保护实现全线速动。目前实现保护全线速动的唯一办法是将线路两侧的保护装置的故障信息进行快速交换。对于短线路, 可用敷设辅助导线的方法来实现, 但长线, 因受外界环境干扰和线路本身衰耗等影响, 只能使用高频通道或者光纤传输。而在实际运行中高频通道由于种种原因会出现各种通道异常的情况, 严重时将导致保护误动或拒动, 引起严重的电网事故。

1 载波通道的基本构成及简介

四川甘孜洲金康电站 220 kV 线路“金小线”配备了两套高频保护, 其中 1 号高频保护屏的高频信号来至“金小线”A 相通道, 通道的阻塞频率为 178 kHz。保护屏内采用的收发信机为南瑞继保电气有限公司生产的 LFX-912 继电保护专用收发信机。该收发信机具有体积小、重量轻、使用维护方便、抗干扰性强、收信工作范围宽, 收信裕度从 4~36 dB 均能正常工作等优点, 是一款比较适合继电保护用的收发信机。收发信机和电力线、阻波器、结合滤波器、耦合电

容等共同组成高频信号的传输通道, 它的构成如图 1。

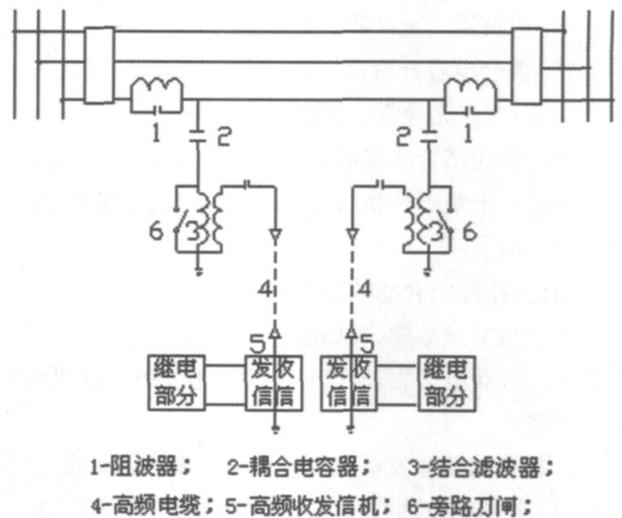


图 1 高频通道构成

图 1 为结合加工设备的构成图, 也即电力线路载波通道的构成图, 主要包括电力线、高频阻波器、耦合电容器、结合滤波器、高频电缆和高频收发信机, 这就是在中国电网中得到了广泛应用的相一地制电力线高频通道的构成图。

2 现场故障情况

2009 年 3 月, 220 kV 线路“金小线”一次线路常规停电后, 运行人员进行复电操作, 发现保护装置告警: 通道异常。由于系统需要, 接调度命令, 暂时将 1 号保护屏的主保护退出运行, 线路投入运行。为确保

线路运行的安全,立即对 1 号保护屏的高频通道进行了全面的检查。

故障现象:收发信机在试验发信时,收信灯瞬间闪亮一次后熄灭。联系线路对侧试验发信,故障现象一样。保护装置报“通道异常”。显然高频通道存在严重衰耗。

3 检查分析及现场处理

1)首先进行阻波器的目测检查和结合滤波器的检查。由于线路已经投运带电,所以只能在安全距离内用望远镜进行目测外观检查。检查结果如下。

- (1)导线无断股,接头无发热现象,阻波器无异常响声;
- (2)高频阻波器与线路导线接头安装牢固;
- (3)高频阻波器与导线间的绝缘子安装牢固,外观良好;
- (4)阻波器上无杂物,构架无变形;
- (5)耦合电容外观良好。

结论:检查无异常。排除一次设备的原因。

查询该相结合滤波器的检修记录,曾经因为故障而更换过。于是更换相同参数的该相结合滤波器,故障现象依旧。

结论:排除结合滤波器的原因。

由于是突发故障,现场没有检查高频通道必备的工具——选频电平表,所以只有用其他特殊方法进行逐级排查。

2)检查两侧收发信机工作发信频率是否正常。

(1)分别检查两侧收发信机发信频率是否正常。联系线路对侧检修人员,试验发信。本侧用 FLUKE189 型数字万用表(四位半的高精度万用表,测量速度是其它万用表速度的两倍,测频范围最大可达 1 MHz)的“频率”挡位结合滤波器和耦合电容器之间对地测量。在对侧试验发信的同时,本侧测量到的信号频率为 178 kHz 表明对侧收发信机发信频率正常。

(2)用相同方法,本侧试验发信,对侧测量。频率也为 178 kHz。误差小于 10 Hz。

结论:至此可以排除收发信机发信插件故障,也能初步断定高频通道无开断点故障。

3)检查两侧收发信机工作发信电平是否正常:

由于现场没有选频电平表,无法直接测量发信电平。只能采用数字示波器读数。

首先检查本侧:短接背板上“本机”、“负载”插孔。示波器选择高阻输入测量,短接背板 T10、T12(起动发信)端子,测试点为“接线滤波”插件面板上的“负载”与“公共”测试孔。

发信状态下,用示波器测“滤波”插件面板上的“负载”与“公共”测试孔处波形,调节电压档和时间档位,将波形固定下来。检查结果,波形为正弦波,无明显畸变,电压值为 $U_x=3.1\text{V}$ 左右,测试波形现场拍照如图 2。

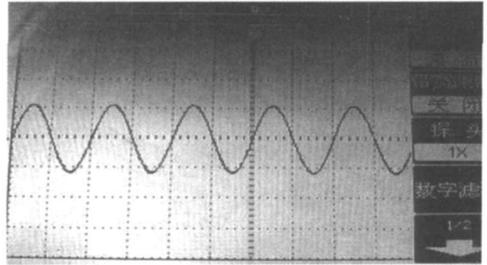


图 2 本侧示波器测试波形图

计算本侧的发信电压电平 $L_{ux}=20\lg(U_x/U_0)$ 分贝 (dBV) = 11.7 dBV, 换算成功率电平约 40 dBm 左右。

其中 U_0 为标准电压 0.775 V (1 mW 的功率在 600 负载上的电压为 0.775 V)。

结论:本侧发信电平在正常范围内。

排除本侧收发信机电平低的原因后,驱车到线路对侧,用相同方法检查对侧收发信机的发信电平。在短接背板 T10、T12(起动发信)端子后,示波器显示发信电平只有 0.2 V 左右。现场测得波形图如图 3。

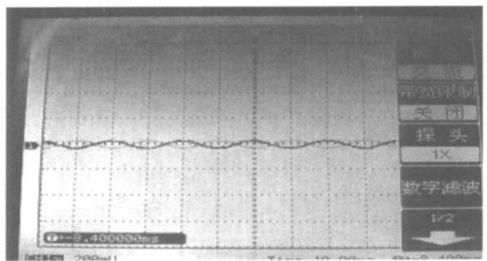


图 3 对侧示波器测试波形

至此,故障点锁定在对侧收发信机的范围内。

4)通过更换插件的方法进一步缩小故障点,最后发现对侧“线路滤波”插件故障,导致通道异常。经更换相同中心频率的插件后,通道恢复正常。

4 故障原因分析

收发信机的功能框图如图 4 所示。

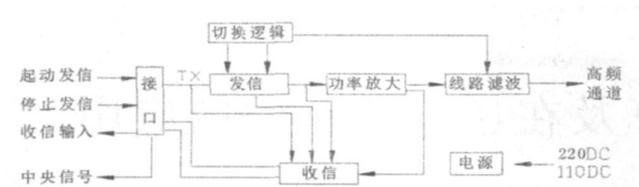


图 4 收发信机功能框图

由图 4 可见，“线路滤波”插件为连接到高频通道的直接关口，“线路滤波”(FLT7)插件主要提供发信谐波抑制和线路阻抗匹配。

参见图 5 的原理框图，该插件有四组低通滤波器，其截止频率分别为 400 kHz、230 kHz、130 kHz 及 70 kHz 并且可以根据工作频率的不同由“切换逻辑”送来的信号，控制其切换继电器，自行切换工作滤波器。当工作频率确定时，其所选用的滤波器是高于该工作频率的最小截止频率的滤波器。例如，工作频率是 50 kHz 则滤波器选择为 70 kHz 工作频率为 140 kHz 则滤波器自动选择为 230 kHz 其滤波器的选择由“切换逻辑”根据工作频率自动执行。

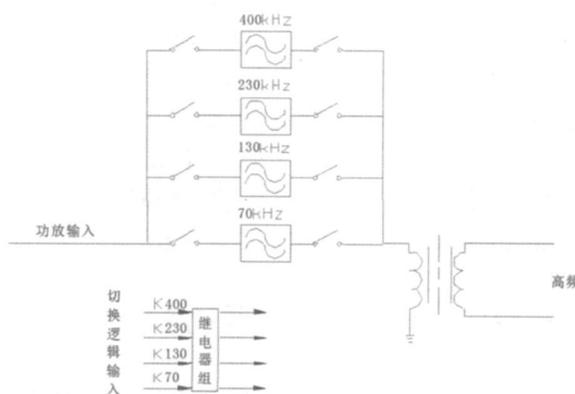


图 5 “线路滤波”插件原理框图

在本次故障中，由于该插件频率切换故障，引起高频信号的严重衰减。

所以，当对侧试验发信时，虽然对侧的信号已经发送到本侧，但由于“线路滤波”插件的衰减，本侧接收电平太低，故认为对侧并未发信，所以本侧也不会进入连续向对侧发信 5 s 的过程。在对侧表现出来的故障现象就是按下“试验”按钮后，“收信插件”上所有收信灯都只是闪亮一下（此时实际上是收到的本侧启动 200 ms 的发信信号）后熄灭。

而在本侧试验发信时，由于本侧的高频信号在经

过“线路滤波”插件后已经严重衰减，根本就不能通过高频通道送到对侧的收发信机，同理，对侧也不会进行发信 5 s 的过程。

5 结 论

高频保护涉及面较广，通道的任何一个环节出现问题或不匹配，都可能影响其正常工作。高频通道上各加工设备和收发信机元件的老化和故障都会引起衰耗，都会影响高频保护的正常运行。当高频保护因故不能投运时，只能逐个环节进行检查。在本起高频通道故障的现象中，如果按照常规方法，即厂家的装置说明书中所说：“起动装置发信，发信时，若“正常”灯灭，并且收信回路的有关指示灯（收信起动”、“收信输出”等）不亮，说明“收信”插件可能有故障。”将误导检查方向。因此，在现场的处理中需要灵活掌握方法，善于利用有限的检查工具，比如能测频率的万用表、示波器等常规工具，在保证安全的前提下，也可以不依靠选频电平表等专业工具（在现场突发故障情况下，这些专用工具往往都没有在现场），而采取“另类”处理方法及时地发现异常，消除缺陷，控制异常，预防故障，这是高频通道设备维护工作中的难点，也是运行检修人员日常工作中的重点，更是保障电力系统安全生产的重要途径。

参考文献

- [1] 南瑞继保电气有限公司. LFX-912型收发讯机原理与调试 [R]. 2005.
- [2] 葛耀中. 高压输电线路高频保护 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1986.
- [3] 继电保护丛书 输电线路高频保护 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1987.
- [4] 张国珠, 邵玉槐. WXB-15型微机高频保护误动作分析 [J]. 继电器, 2005, 36(1): 79-81.

作者简介:

唐明亮 (1975—), 男, 重庆市人, 映秀湾水力发电总厂, 工程师, 工程硕士。主要从事电力系统电气二次工作。

赵玉忠 (1964—), 男, 四川省大邑县人, 映秀湾水力发电总厂, 高级工程师, 工程硕士。主要从事电力系统电气二次工作。

(收稿日期: 2009-05-31)

(上接第 70 页)

2007, (1): 66-68

- [4] 李江华. 浅析 10 kV 配电网合环产生环流的原因及预防措施 [J]. 电网技术, 2006, 30(8): 199-201.

- [5] 于建辉, 周浩, 陆华. 杭州 10 kV 配电网合环问题的研究 [J]. 机电工程, 2007, 24(10): 54-57.

- [6] 杨志栋, 刘一, 张建华, 等. 北京 10 kV 配电网合环试验与分析 [J]. 中国电力, 2006, 39(3): 66-69.

(收稿日期: 2009-06-12)