

阻波器检查的几种简单方法

冯杨州, 李和明

(华北电力大学, 河北 保定 071003)

摘要: 高频通道作为高频保护信号的传输通道,它能否正常地工作对于电网的安全可靠运行起着非常重要的作用。线路阻波器串联在电力线路中,是高频通道的重要部件。由于种种原因,运行中的线路阻波器缺乏测试维护,成为影响高频通道质量的重要因素,该文通过对线路阻波器的分析,结合现场实际给出了阻波器故障检查的几种简单方法。

关键词: 阻波器; 高频通道; 故障

中图分类号: TM73 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2005)19-0082-03

0 引言

高频保护是利用电力线载波进行交换信号的,由电力线路和频阻波器、结合滤波器等高频加工设备构成了传递高频信号的高频通道。线路纵联保护是当线路发生故障时,使两侧开关同时快速跳闸的一种保护装置,一般作为线路的主保护。对超高压电网,其稳定性要求比较突出,故必须要求配置全线速动的高频保护,对于短线和双回线,由于继电保护后备段配合日趋困难,在很多情况下难以获得足够的灵敏度,所以也要求配置高频保护。高频通道作为高频保护信号的传输通道,它能否正常的工作对于电网的安全可靠运行起着非常重要的作用。线路阻波器作为高频通道的重要组成部分,在实际的工作中,它的故障检查或预防性试验是将线路停电,阻波器从线路拆除,在地面进行测试,这种方法也显得很实际,可操作性不强。本文通过对线路阻波器的分析,结合现场实际给出了阻波器故障检查的几种简单实用的方法。

1 阻波器的结构及原理

高频通道(见图1)主要由电力线,高频阻波器,耦合电容器,结合滤波器,高频电缆和频收发信机等设备构成。耦合电容器对工频信号呈现很大阻抗,而对高频信号呈现阻抗很小,其耐压高,电容量小,高频信号可以顺利传输进入结合滤波器;结合滤波器的主要作用是实现线路的波阻抗与高频电缆的波阻抗匹配,提供工频电流接地通路;高频电缆的作用是将结合滤波器的高频信号引入收发信机;高频阻波器是一个由电感线圈和可调电容组成的并联谐振电路,其作用是分离工频电流和频电流。阻波

器的一般结构如图2所示。

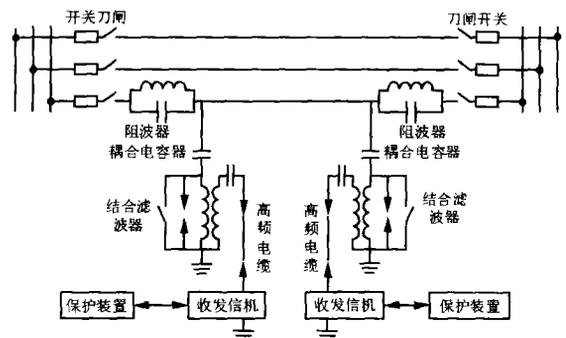


图1 高频通道构成示意图

Fig 1 Structure of HF channel

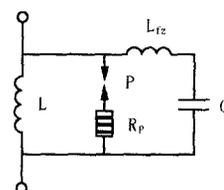


图2 高频阻波器原理图

Fig 2 Principle of HF trapper

电感(L)和电容(C)组成的并联谐振电路,对调谐于高频保护频率的高频电流呈现很大的阻抗,对工频电流呈现很小的阻抗(约为0.04),从而防止高频信号分流。其中电感线圈(L)为强流线圈,直接串接在输电线路。电容器(C)为调谐元件。 L_r 为辅助线圈,起到雷击时保护调谐电容器的作用。P为阀型避雷器的放电间隙,也起到高压下保护调谐电容器的作用。 R_p 为阀型避雷器的非线性电阻。

2 阻波器的检查方法

高频阻波器故障可引起通道中断、特性变坏、干

扰加大等,影响高频通道的正常运行和保护的正确动作,甚至会对输电线路造成危害。近端跨越衰耗测试可以最直接地确定阻波器的好坏(见图3)。

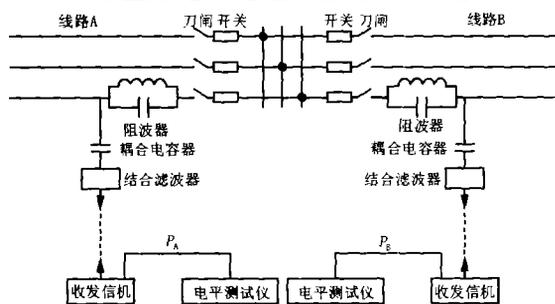


图3 近端跨越衰耗测试示意图

Fig 3 Crossover loss measurement of near terminal on adjacent line

当变电站同一母线不同电力线上分别有高频通道时,利用测近端跨越衰耗,可检查线路阻波器的工作情况。电平测试仪电阻(取值为100),测出线路A的发信电平 P_A 与线路B的收信电平 P_B ,其近端跨越衰耗的理论值可按下式计算:

$$A_j = 20 \lg | 1 + \frac{Z_{LT1}}{Z_B} + \frac{Z_{LT2}}{Z_L} + \frac{Z_{LT1}}{Z_S} + \frac{Z_{LT1} Z_{LT2}}{Z_L Z_S} | \quad (1)$$

$$A_j = P_A - P_B - 8.6 \text{ dB} \quad (2)$$

式中: Z_{LT1} , Z_{LT2} 为母线两侧线路等效波阻抗, Z_S 为变电站母线等效高频阻抗, Z_L 为被串通道接收端等效阻抗, Z_S 为接到公共母线上的两条线路的输入阻抗,一般有 $Z_L = Z_S$ 。例如,某变电站 $Z_S = -j70$, $Z_L = 400$ (相-地耦合线路侧阻抗一般取400),阻波器等效阻抗 Z_{LT1} 、 Z_{LT2} 均取600,把数值代入上式可求得: $A_j = 26.7 \text{ dB}$,如果某一阻波器击穿,则有其近端跨越衰耗为 $A_j = 19 \text{ dB}$ 。将测量值与理论值进行对比,就可以判断出阻波器是否损坏。从以上分析可知,阻波器是用来阻止高频信号流向母线的,如果该阻波器损坏,就会引起高频通道阻波频率漂移,不能阻止本线路的高频信号流向母线,那么在其他线路高频通道上应能测到该线路高频的信号。下面分别就单高频通道线路和多高频通道线路分别进行分析。

1) 单高频通道线路

如图3所示,当线路A发信时,在线路B收发信机高频电缆入口处测频率与线路A相同的高频信号,其跨越衰耗值与理论值相比较。可以明确地判断出线路A阻波器是否损坏。对于同一母线上有多条线路装设高频通道的变电站,可以通过对比其他线路高频通道的跨越衰耗来判断本线路,如图

4所示,可以通过测量线路C上收到正常线路B同频率高频信号的电平对比故障线路A,如果从线路C高频通道入口处测到的线路A同频率高频信号电平远大于线路B,则说明线路A的阻波器损坏。

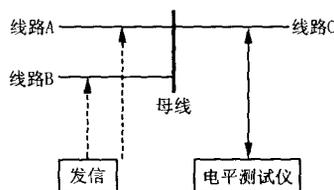


图4 对比其他线路近端跨越衰耗测试示意图

Fig 4 Crossover loss measurement of near terminal contrast to the other line

2) 多高频通道线路

对于220 kV以上电压等级线路来说,由于都配置了两套高频保护,当线路的某一个加工相的高频通道出现问题时,可以用另一个加工相的高频通道的跨越衰耗来对比故障通道(见图5),这种方法对于同一母线上有多条线路装设高频通道的变电站也适用。如可以通过测B相的跨越衰耗来对比A相是否正常。

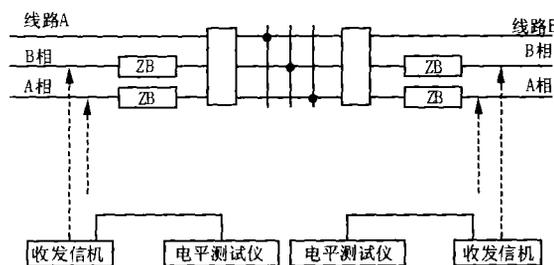


图5 非故障通道相对比故障通道相跨越衰耗示意图

Fig 5 Crossover loss measurement comparison of non-faulted channel and faulted channel

3) 拉合刀闸测试

可以根据在开关及线路侧刀闸拉开、接地刀闸未合上之前高频收发信机的交换情况来判断阻波器是否完好。如果收信电平有明显提高,则说明先拉开一侧的阻波器损坏;如果与未拉开时相同的话,则说明阻波器没有问题。

4) 逐点测试

高频通道由于长期的运行,阻波器元件老化可能引起通道匹配不好,导致谐振点偏移,致使通道衰耗增加,严重时导致通道故障,高频保护被迫停用。以单频阻波器为例,如图6所示,此阻波器频率偏移为 f_0 。

发生这种故障时,单独检查高频通道各元件不能准确地排除故障,可以通过逐点测量的方法确定

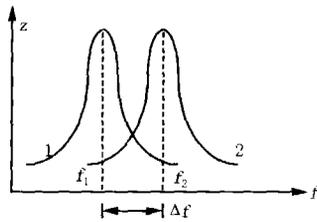


图 6 阻波器阻抗与频率关系示意图

Fig 6 Relation of trapper impedance and frequency

新的谐振点,其具体方法是将有故障的通道的高频电缆与收发信机断开,在高频电缆上接选频振荡器,在原频率附近以 10 kHz 的步长加入高频信号,在本侧变电站相邻线路高频信号入口处测出相应频率的近端跨越衰耗,做出各频率点的近端跨越衰耗曲线图,找出衰耗最大的频率点,例如对某线路高频通道进行近端跨越衰耗测试,并做出其衰耗曲线如图 7 所示,原高频通道频率为 182.5 kHz,由测试结果可知该通道在 140 kHz 时跨越衰耗值最大,且经计算阻波器在该频点工作时满足高频收发信机工作的裕度,可以更换高频收发信机相关的频率插件,使通道在新的谐振点工作,这样可以避免高频阻波器的吊装检查与更换。

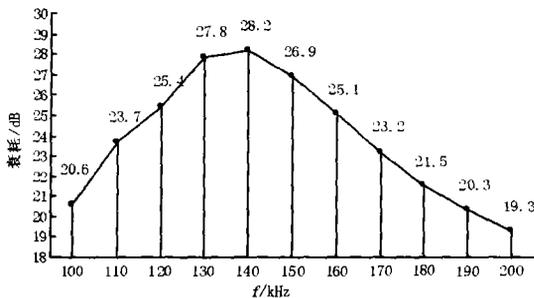


图 7 逐点测试通道衰耗曲线

Fig 7 Channel loss curve of point-by-point measurement

3 结束语

高频通道涉及两个厂站的设备,其输电线路跨越几千米至几百千米的地区,阻波器的老化和故障都会引起衰耗的增加,都可能影响高频保护的正常运行。本文通过对高频通道中阻波器的分析,给出了阻波器故障检查的几种简单实用的方法,在实际的应用中取得了比较好的效果。

参考文献:

- [1] 施育华. 电力载波通道 [M]. 北京:水利电力出版社, 1992
SHI Yu-hua Carrier Channel of Electric Power [M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press, 1992
- [2] 罗玲, 欧志光. 运行阻波器在线检测 [J]. 继电器, 2002, 30(10): 73-74.
LUO Ling, OU Zhi-guang On-line Test of Wave Trapper in Service [M]. Relay, 2002, 30(10): 73-74
- [3] 欧阳青, 罗家华. 高频通道的运行维护及其故障处理 [J]. 继电器, 2002, 30(3): 56-58
OUYANG Qing, LUO Jia-hua Maintenance and Fault Processing of HF Channel [J]. Relay, 2002, 30(3): 56-58

收稿日期: 2005-01-12; 修回日期: 2005-04-13

作者简介:

冯杨州 (1979 -), 男, 硕士研究生, 助理工程师, 研究方向为电力系统继电保护、电气设备故障诊断; Email: mavson@163.com

李和明 (1957 -), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向为大型发电机在线监测与故障诊断。

Simple methods in wave trapper inspection

FENG Yang-zhou, LI He-ming

(North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

Abstract: High frequency channel as the signal transmission path of the carrier current protection is important to the safety of electrical network. As the important constituent in high frequency channel, high frequency trapper in service lacks of test and maintenance, as the result that wave trapper becomes a critical factor effecting on quality of high frequency channel. This paper analyses the wave trapper presents test methods according to the condition of actual work.

Key words: wave trapper; high frequency channel; fault