

继电保护现场试验 存在的典型问题及试验方法探讨

罗志平¹, 张旭宁²

(1. 湖南省超高压输变电公司, 湖南 长沙 410015; 2. 银川供电局, 宁夏 银川 751000)

摘要: 现场试验是继电保护安装、调试和检修维护的重要组成部分, 是保证继电保护及其二次设备具备良好运行状态的一种有效措施。针对现场试验中带负荷检查存在的问题、高频保护中通道问题、光纤保护中远跳功能应注意的问题等, 指出应特别关注的问题。还提出了现场试验中几种典型的试验方法: 跳闸回路的绝缘试验、装置电源对地绝缘测量、电流互感器伏安特性测量及二次负载核算方法。

关键词: 现场试验; 典型问题; 试验方法

中图分类号: TM 77

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2006)05-0096-03

0 引言

随着继电保护的不断发展, 湖南省大部分保护装置已更新为微机保护。由于微机保护具有智能作用, 依靠本身的自检功能, 能够及时发现存在的问题, 同时微机保护具备比较完善的闭锁措施, 一般不会发生直接误动出口的情况, 使保护装置动作的可靠性有了保障。通过 10 年来微机保护运行状况看, 因装置原因造成保护误动作的情况越来越少。同时, 保护装置在运行中自身的故障率也在逐年下降。继电保护系统是一个由继电保护装置、相关电器设备及二次回路构成的统一整体。要保证继电保护安全、稳定、可靠运行, 必须要求其构成的各个环节正确可靠。但是, 作为继电保护检修人员, 一定要掌握保护装置性能, 以及新装置的新原理, 二次回路的正确性, 一次设备接线对二次回路的影响, 以及典型的试验方法。这样便可真正保证继电保护的正確动作, 为电网安全稳定运行提供强有力的保证^[1]。

1 检验工作中容易忽视的典型问题

1.1 带负荷检查中容易忽视的问题

以往的电磁型、电子型保护装置在新安装投运时, 都要求当一次设备带上负荷后, 利用负荷电流和实际工作电压作六角图, 检查接入电流、电压的极性、变化和相位是否正确。对于微机保护, 这也是一项必要而实用的测试项目。以往的测试必须通过钳型相位仪实现^[2]。现在的微机保护具有先进的自检功能, 它的显示窗口可以观察有功功率、无功功率、各项电流、电压的有效值, 也可以利用其菜单打印电流、电压采样值, 通过采样值可以看到进入保护装

置内各路模拟量的幅值和相位关系。应注意检查所测二次电流、电压大小、相位要与一次潮流相一致, 综合利用这些参数可以准确判断分析接入保护装置的模拟量是否正确。在带负荷检查的检查项目中, 不能忽视的是对开口三角电压、中性点电流、N 相电流的测量; 特别是电流互感器(TA)二次中性线 N 在正常时的电流很小, 接近为 0, 如果接线不紧, 在带负荷检查中, 容易被忽视, 当发生接地故障时, 由于电流不平衡, 正常会产生较大的零序电流, 如果 TA 二次接线接触不紧, 则故障电流只能在非故障相的二次回路中流动, TA 采样数据便会出错, 导致保护误动^[3]。

1.2 高频保护中的通道问题

对于允许式的高频保护, 当考虑相邻并联线路故障两侧相继切除, 使本线路的故障方向在过程中倒换时, 就必须计及发出允许跳闸信号一侧送来的跳闸信号撤出延时问题。如果在另一侧的故障方向判别元件已倒向动作, 而对侧送来的允许跳闸信号尚未撤除时, 则将导致误动^[1]。湖南省曾因此问题发生过 500 kV 线路的误动, 原因是允许式纵联保护通道中的西门子载波机将允许跳闸信号展宽了 100 ms, 在功率导向时由于信号展宽过长, 引起了保护误动。因而在平时的定期检验中, 不能忽视通道上的载波机延时^[4]。

对于用于纵联保护通道中高频阻波器, 一般对它的检验周期较长, 但是由于操作或雷电或短路时产生的尖峰过电压导致阻波器的调谐元件、避雷器的绝缘击穿而损坏。阻波器调谐元件损坏后, 在正常情况下由于阻波器对高频量仍有一定的阻塞电阻, 高频收发信机的收发信电平变化不超过 2 dB, 在收发信机正常交信时, 收发信机仍能正常工作。而在接地故障时, 便会产生以下影响: 由于高频信号新增一入地点, 母线的分布电容影响, 母线分流衰耗将急剧

增加,这使得非故障线路的高频信号收信电平急剧降低而使正方向一侧的高频保护由于收不到闭锁信号而误动;在系统短路故障时,如果系统过电压,或上升沿非常陡峭的高频过电压将阻波器中的避雷器击穿,也会导致高频信号瞬时被旁路而引起高频保护收信电平低而保护误动^[5]。

从调谐盒内电阻被击穿的情况看,在高频过电压时,电阻放弧而电容器在高频下阻抗很小,调谐盒相当于短路,阻波器高频信号被旁路,引起高频信号接收故障^[2]。

湖南省 220 kV 系统中曾发生过多起因该原因在区外故障时造成高频闭锁式保护的误动。针对此现象,应该采取以下措施:

a. 这些线路的高频收发信机在平时由于交信正常而无法发现问题,这需要在不停电查找阻波器缺陷的有效方法上进行研究;

b. 在有系统过电压,或上升沿非常陡峭的高频过电压将阻波器中的避雷器击穿而导致阻波器特性急剧下降,影响高频信号传送的问题上,应联系厂家研究从阻波器设计原理或调谐盒、避雷器产品选型上下功夫,减少这类情况的发生;

c. 应加强对阻波器的检查工作,每 3~5 年结合线路停电做好对阻波器的检查和校验工作^[6]。

1.3 光纤保护中远跳功能应注意的问题

光纤纵联保护中均配置了远跳功能,主要是防止在线路电流互感器与断路器中发生故障时,母差保护动作后跳开本侧母线所有断路器,但故障仍然存在,依靠母差保护启动线路保护操作箱中永跳继电器,由其接点开入至光纤纵差保护实现远跳对侧线路断路器来切除此死区故障。但在现场工作中,存在以下 2 种情况需要引起重视。

a. 当线路保护配置一套光纤纵差保护和另一套载波通道的高频保护时,如用旁路开关代运该线路时,此时该线路保护可退出进行定期检验,但线路对侧开关仍然在运行,如此时试验人员未断开光纤通道时,便会在本侧试验传动开关时启动永跳继电器,从而误远跳对侧线路断路器。

b. 当对侧为 3/2 断路器主接线时,这就存在虽然线路停运,而对侧开关却成串运行的工作方式。此时,当本侧保护检验时,就有可能误跳对侧成串运行的开关,为了防止此情况发生,对于以上 2 种情况,应注意以下几点:增加操作箱永跳继电器启动光纤保护远跳回路的压板,在对侧断路器运行时退出该启动远跳压板;对于此类远跳信号,需完善就地判据功能;在本侧进行试验时,最好退出该光纤通道或进行光纤自环^[7]。

2 几种典型试验方法分析

2.1 跳闸回路的绝缘试验

首先,通过查对二次回路图,明确哪些回路是

需要检查绝缘的,如保护本身的跳闸(对于线路保护有第 1 套主保护、第 2 套主保护,主变保护有本体、差动、后备保护等),母差、失灵、远切、联切、远跳等保护过来的跳闸接点,断路器操作箱的三跳继电器接点;然后,再确定用于试验的仪器,如对于强电出口应采用 1 000 V 的绝缘摇表,对于弱电出口应采用不大于 500 V 的绝缘摇表,同时要求遥测时的速度达到 120 r/min。

绝缘检查分为 2 个步骤。

a. 先检查直接用于跳闸的回路,即正电源对 33 (见图 1)。

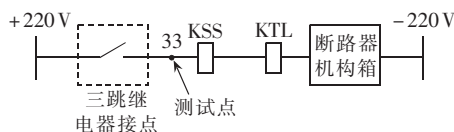


图 1 跳闸回路绝缘检查示意图

Fig.1 Insulation test of tripping circuit

b. 检查保护各出口继电器接点的绝缘,如果各接点是通过压板控制后送至操作箱启动三跳继电器,可以直接通过检查正电源与三跳启动回路之间的绝缘达到检查目的,但此时应注意应将每个启动回路的压板投入(见图 2)。

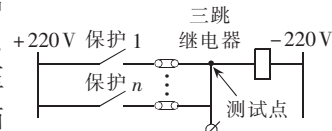


图 2 跳闸出口接点绝缘检查示意图

Fig.2 Insulation test of trip output port

如果跳闸回路串有其他继电器,如:防跳继电器(KTL)和信号继电器(KSS),则还应检查继电器带正电源接点与线圈之间的绝缘。若保护出口继电器或三跳继电器其他接点上还接有信号或控制电源,则还应检查接点与接点、接点与线圈之间的绝缘。

2.2 装置电源对地绝缘测量

装置电源对地的绝缘测量是考验装置电源对大地的独立性,如果对地绝缘不良,极易使装置电源回路产生干扰造成保护误动,本试验非常重要,是现场试验的必需项目。具体的试验方法是:将装置电源投入,然后是在保护屏后用数字万用表的一端接柜体的金属裸露部位或直接接地,另一端小心地搭在装置逆变电源 5 V, 0 V, +15 V, -15 V, +24 V, -24 V 的输出插头上(或者用过渡板将逆变电源引出进行测试),万用表的显示值无论是交流电压,还是直流电压,都应该是不确定的浮空电压,如果是一个固定不变的值,则说明装置直流弱电对地绝缘不良或装置上有不正常的情况。

上述试验完毕后,断开直流电源,进一步用数字万用表电阻兆欧档,检查直流弱电 0 V 对地的直流电阻,如果电阻值偏小(千欧级),说明装置电源 0 V 对地绝缘不良。如果电阻值较大(兆欧级),说明装置电源 0 V 对地绝缘良好,但装置其他部位存在问题^[8]。

2.3 TA 二次空载伏安特性测试方法

2.3.1 试验方法

TA 一次侧开路,二次侧施加交流电压,测量电压和电流。注意保持电压均匀上升,不得来回摆动,否则剩磁的存在将严重影响测量结果。测得饱和点电流约为 10% 额定电流的电压,500 mA 以上视 TA 饱和情况确定是否要继续进行,若已经饱和,一般可不进行,若未饱和可继续,但最大电流一般不超过额定电流。TA 是否饱和,主要是判断电压、电流是否为线性增长。特别值得注意的是,对于大变比 TA 和 110 kV 及以上的 1 A 制 TA,由于励磁电抗较大,TA 二次空载伏安特性很难作到饱和,一般只作到电压 1 000 V 不饱和即可。试验完毕之后,作出 TA 二次空载伏安特性曲线如图 3 所示(图中, U_0 为饱和始点电压; I_0 为饱和始点电流,一般为额定电流的 10%~20%)。也可采用专用的 TA 伏安特性测试仪(如 LYA-2000 型装置)进行试验。

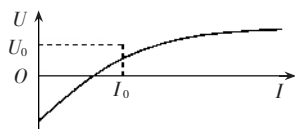


图 3 电流互感器二次空载伏安特性曲线图

Fig.3 Volt-ampere characteristic curve of CT with secondary side unloaded

2.3.2 测试注意事项

试验时,保持电压均匀上升,不得来回摆动,要防止调压器炭刷接触不良。一旦出现此种情况,应将电压均匀降至零,或调换调压器,或重新升压做试验。

若出现 TA 的剩磁情况,可重新升压,将电压调至比原加压稍高时再均匀降至零,重复 1~2 次即可。一般情况下,当二次加电压为 1 000 V 左右,而电流未超出额定电流的 10%~20% 时,则不必再升高电压。

2.4 TA 回路二次负载测量方法

TA 回路二次负载包括电缆阻抗、装置负载阻抗、中间 TA 阻抗和导线接触电阻等,统称为二次负载阻抗 Z_{fd} 。测试时,应测量相阻抗 Z_{fd} 和零相阻抗 Z_{f0} 。

TA 二次按三角形接线,应测量 3 个相-相阻抗,然后换算成相阻抗 Z_{fd} :

$$Z_{fda} = (Z_{ab} + Z_{ca} - Z_{bc}) / 2$$

$$Z_{fdh} = (Z_{bc} + Z_{ab} - Z_{ca}) / 2$$

$$Z_{fdc} = (Z_{bc} + Z_{ca} - Z_{ab}) / 2$$

TA 二次按星形接线,除测量 3 个相-相阻抗外,还应测量一次相-零阻抗。如测量 A 相的相-零阻抗 Z_{fda0} ,可计算零相阻抗 Z_{f0} :

$$Z_{f0} = Z_{fda0} - Z_{fda}$$

2.5 TA 二次负载简易核算及判断方法

已知: U_0 与 I_0 ;三相短路最大电流 I_{max} ;二次负载 Z_{fd} (Z_{f0});TA 二次接线方式。下面是核算方法。

a. TA 采用 Y 型接线时, $I_{max} Z_{fd} < U_0$, 合格。

b. TA 采用 Δ 型接线时, $3 I_{max} Z_{fd} < U_0$, 合格。

c. TA 采用 Y 型接线时, $I_{max} Z_{fd} \geq U_0$, 则按此判

断: $0.9 I_{max} Z_{fd} < U_0$, 合格; 大于 U_0 为不合格。

d. TA 采用 Y 型接线时,若零相阻抗 Z_{f0} 不可忽略,则应考虑在接地故障时的最大短路电流 $I_{max}^{(1)}$ 和相阻抗 Z_{f0} 。 $I_{max}^{(1)} (Z_{fd} + Z_{f0}) < U_0$, 合格。其他如此类推。

值得注意的是: U_0 电压为饱和始点电压,即特性曲线拐点电压,实际工作中难于确定。可根据试验数据,在额定电流 10%~20% 范围找相应的电压值^[8]。

3 结语

继电保护的现场试验工作的成果,会直接体现在保护的安全稳定运行上,因此,在现场试验时不能忽视一些典型问题,而且必须加强典型试验方法的研究,大力提高保护检验水平,注意新技术应用带来的新问题^[10],如综合自动化技术、光纤通信技术等应用中的专业接口设备的检验等。希望在广大现场试验人员共同努力下,不断探讨和改进现场试验中存在的问题,保证继电保护正确可靠的动作。

参考文献:

- [1] 王梅义. 电网继电保护应用[M]. 北京:中国电力出版社, 1999.
- [2] 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术[M]. 北京:中国电力出版社, 1995.
- [3] 王炳华. 防止电力生产重大事故的二十五项重点要求辅导教材[M]. 北京:中国电力出版社, 2001.
- [4] 王玉杰,冯秋芳,张新萍,等. WXH-802 与 CSL101 微机线路保护的配合使用[J]. 继电器, 2003, 31(3): 64-66. WANG Yu-jie, FENG Qiu-fang, ZHANG Xin-ping, et al. Cooperation between WXH-802 microcomputer-based protection and CSL101 microcomputer-based protection[J]. Relay, 2003, 31(3): 64-66.
- [5] 王国光. 加强二次回路工作, 确保微机保护安全运行[J]. 继电器, 2002, 30(1): 51-53. WANG Guo-guang. Ensuring safe operation of microcomputer based protection based on secondary circuit[J]. Relay, 2002, 30(1): 51-53.
- [6] 郑学军. 高频保护专用收发信机的正确整定与联调[J]. 电力系统自动化, 1999, 23(18): 56-58. ZHENG Xue-jun. Correct setting and on-line test to dedicated transceiver for high frequency protection[J]. Automation of Electric Power Systems, 1999, 23(18): 56-58.
- [7] 李保恩,马拥军,李海峰,等. 光纤差动保护的应用研究及现场试验[J]. 继电器, 2003, 31(7): 73-76. LI Bao-en, MA Yong-jun, LI Hai-feng, et al. The application research of optic-fiber differential protection and site test[J]. Relay, 2003, 31(7): 73-76.
- [8] 高艳萍,常风然. 继电保护检验工作中的若干问题分析[J]. 继电器, 2003, 31(11): 63-66. GAO Yan-ping, CHANG Feng-ran. Analysis of some problems on relaying protection inspection[J]. Relay, 2003, 31(11): 63-66.

[9] 孙茁,南春雷,梅纪东. 电流互感器二次负载阻抗校核实例[J]. 继电器,2003,31(3):70-72.
SUN Zhuo,NAN Chun-lei,MEI Ji-dong. The actual example for verifying secondary loaded impedance of the current transformer[J]. **Relay**,2003,31(3):70-72.

[10] 贺家李,宋从矩. 电力系统继电保护原理[M]. 北京:中国电力出版社,1994.

[11] 邓重一. 电磁兼容测试技术选析[J]. 电力自动化设备,2005,25(8):92-95.

DENG Zhong-yi. Analysis of electromagnetic compatibility test technologies[J]. **Electric Power Automation Equipment**,2005,25(8):92-95.

(责任编辑:李 玲)

作者简介:

罗志平(1977-),男,湖南宁乡人,工程师,从事继电保护检修管理工作(**E-mail**:lyrlzp@yahoo.com.cn);
张旭宁(1977-),男,宁夏银川人,工程师,从事继电保护检修管理工作。

**Discussion on typical problems and test methods
in site test of relay protection**

LUO Zhi-ping¹,ZHANG Xu-ning²

(1. Hunan Provincial EHV & Transformation Company,Changsha 410015,China;
2. Yinchuan Hydropower Plant,Yinchuan 751000,China)

Abstract: Site test is an important procedure of relay protection installation,commissioning and maintenance,and is an effective measure to guarantee the relay protection and its secondary equipment in normal operating state. Several typical problems existing in site test of relay protection are pointed out,such as test with load,channel test of high frequency protection,remote trip function test of optical protection. Several typical test methods are also provided,such as insulation test of tripping circuit,insulation measuring of power supply to ground,volt-ampere characteristic measurement of current transformer and secondary load check method.

Key words: site test; typical problem; test method