

一起主变被迫停运事故的分析与对策

吴建辉, 郑新才, 高世伟

(商丘供电公司, 河南 商丘 476000)

摘要: 针对由于一起变压器套管 CT 二次侧短路造成变压器被迫停运事故, 指出目前对变压器套管 CT 升流试验普遍存在误区和盲点, 导致变压器投运前不能真正全面的检查套管 CT 的二次回路, 给变压器安全运行造成隐患。针对此类缺陷, 提出了一种新的主变套管 CT 试验方法。

关键词: 主变被迫停运; 套管 CT; 新型试验方法

Analysis and countermeasure of an accident of the main transformer forced outage

WU Jian-hui, ZHENG Xin-cai, GAO Shi-wei

(Shangqiu Power Supply Company, Henan Power Company, Shangqiu 476000, China)

Abstract: With the forced outage accident of the transformer caused by the secondary side short circuit of the transformer bushing CT, this paper points out that the up-flow test to the transformer bushing CT at present commonly has the errors and blind spots. And it will result in that the secondary circuit of the bushing CT can not be examined really and comprehensively before the transformer puts into operation, which can cause the hidden trouble to the safety operation of the transformer. Aiming at such defects, a new test method to the main transformer bushing CT is presented.

Key words: main transformer forced outage; bushing CT; new test method

中图分类号: TM711 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)22-0160-03

0 引言

近年来由于对主变套管 CT 缺乏科学的试验方法, 好多单位和个人在对主变套管 CT 二次回路的检查时, 仅在套管 CT 安装前在地面上对套管 CT 升流试验, 套管 CT 安装到主变后由于受方法的限制无法再做升流试验, 导致主变投运前不能真正全面的检查套管 CT 的二次回路, 给主变安全运行造成很大隐患。某电力公司曾发生了因中压侧套管 CT 二次侧短路造成一台 220 kV 变压器被迫停运事故, 通过对这起事故的分析, 笔者研究了一种新的主变套管 CT 试验方法和大家一起分享。

1 事故经过

某 220 kV 变电站新建 #1 主变投入运行后, 在带负荷检验的过程中, 第一套主变保护装置一切正常, 第二套主变保护装置中报出 CT 回路异常, 查看装置采样值和用钳形电流测量中压侧的电流采样值都为零。其中第二套主变保护为南自的 PST1200 型保护, 主变保护的三侧电流均取自主变三侧的套管 CT。另外在对主变故障录波器装置进行检查时

发现主变高低压侧的电流采样值正常, 而其中压侧的电流值也为零, 其中主变故障录波器的三侧电流也取自主变三侧的套管 CT。将上述结果上报调度后, 调度下令将主变停运转检修。

2 事故分析

经过上述现象综合分析, 主变中压侧 A、B、C 三相套管 CT 二次侧电流回路出现短路现象。因为 #1 主变第二套保护装置和主变故障录波器装置投运前已检验完毕, 一切正常没出什么问题; 主变中压侧套管 CT 在安装前也在地面做了升流试验, 套管 CT 本身也没有问题。主变端子箱和主变本体端子箱在投运前继电保护人员也进行了排查, 其接线和电流回路也一切正常。经询问继电保护人员得知主变套管 CT 二次接线箱接线时按图接线没有存在二次端子短接现象。究竟是哪里出现问题能导致主变中压侧 A、B、C 三相套管 CT 二次侧电流回路出现短路现象呢? 主变停运后, 继电保护人员对整个二次回路进行排查, 当打开中压侧 A、B、C 三相套管 CT 二次接线盒时发现三相套管 CT 二次侧接线端子都用保险丝缠绕短路接地。将保险丝拆除后

再送电一切正常。用保险丝将 CT 二次侧接线端子缠绕短路接地显然不是继电保护人员所为, 那么是谁将 CT 二次侧短路呢? 为什么要将 CT 二次侧短路呢? 经过现场询问和检查各种记录查出事故原因, 原来高压实验人员在对主变做局部放电试验时将主变套管 CT 二次接线端子短路接地, 实验结束后忘记将中压侧套管 CT 二次侧短路线拆除造成本起事故。

3 措施与对策

虽然本起事故最根本的原因是高压试验人员工作行为不规范造成的, 但是继电保护人员也有着不可逃避的责任。如果继电保护人员在主变验收结束后对套管 CT 做升流试验, 全面检查套管 CT 的二次回路, 就可以避免此类事故的发生。当然继电保护人员也很想在套管 CT 安装在主变上后连着主变一起做升流试验, 但是由于受试验方法的局限, 此项业务迟迟无法开展。他们只能在套管安装前对套管做简单的升流试验来检查 CT 的变比。针对此类问题笔者研究了一种如何带着主变一起给主变套管 CT 和间隙 CT 做升流试验的方法和与大家分享。下面就以中压侧——高压侧为例简单介绍一下如何根据主变的接线方式, 带着主变一起对主变套管 CT 和间隙 CT 进行全面的检查, 为了防止干扰, 在进行下面的检查时应将低压侧开路, 其主变的部分铭牌参数和简单的逻辑图如图 1。

表 1 变压器部分铭牌参数

Tab.1 Part of the nameplate parameters of the transformer

运行参数	额定容量 /kW	负载损耗 /kW	阻抗容量 (100%容量)		
			最大分接	额定分接	最小分接
HV-MV	150 000	46.154 4	15.27	14.67	14.48
HV-LV	75 000	126.241	25.74	25.14	24.96
MV-LV	75 000	104.562			
高压侧绕组		中压侧绕组		低压侧绕组	
电压	电流	电压	电流	电压	电流
220 000	394	121 000	716	10 500	4 124

3.1 中性点套管 CT 的升流试验

图 1 中所示实验仪为三相正序工频交流电压, 如图所示依次合上高压侧中性点地刀、中压侧中性点地刀、1DK 空开。此时中压侧的 A 相 CT 和中性点套管 CT 的一次电流:

$$I_A = I_{mL} = \frac{\sqrt{3}U_A}{U_M \times U_d\%} \times \frac{S_n}{\sqrt{3}U_M} = 70 \text{ A}$$

其中: U_A 为实验电源电压 = 1000 V, U_M 为变压器中

压侧额定电压 = 121000 V, $U_d\%$ 为中压侧短路阻电压 = 14.67%。则此时高压侧中性点电流为中压侧中性点套管 CT 的一次电流除以变压器高中压侧的变比 K_i , 其中 $K_i = 220/121$, 所以高压侧中性点 CT 的一次电流:

$$I_{HL} = 1/K_i \times I_{ML} = 38.5 \text{ A}$$

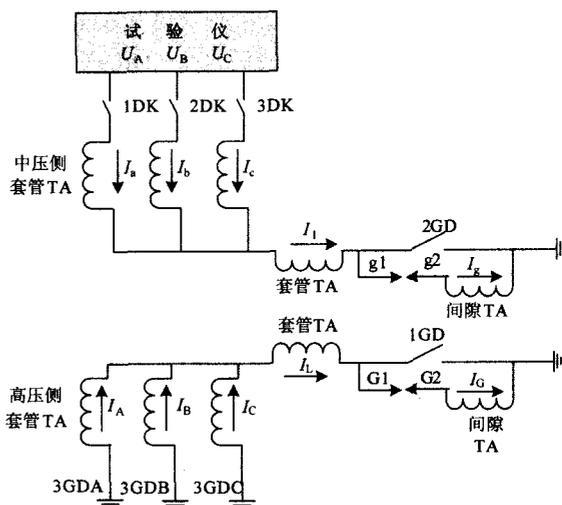


图 1 套管试验逻辑图

Fig.1 Logic diagram of the bushing test

当然也可以直接用钳形电流表测量高中压侧的一次电流值。设某变压器变配置南自生产 PST1200 型保护, 下面就简单介绍一下如何进行中性点套管 CT 二次回路的检查。若零序差动保护的高压侧中性点套管 CT 的变比为 600/5, 中压侧中性点套管 CT 的变比为 1200/5, 则高压侧平衡系数:

$$K_{PH} = 1/\sqrt{3} = 0.5573$$

中压侧平衡系数:

$$K_{PM} = \frac{MCT \times U_M}{HCT \times U_H \times \sqrt{3}} = \frac{240 \times 121000}{120 \times 220000 \times \sqrt{3}} = 0.6351$$

高压侧二次电流 $I_{2HL} = 38.5/120 = 0.32 \text{ A}$, 中压侧二次电流 $I_{2ML} = 70/240 = 0.292 \text{ A}$ 。若二次回路接线正确, 此时主变保护装置采样值应为: $I_{2HL} = 0.32 \text{ A}$, $I_{2ML} = 0.292 \text{ A}$, 差流:

$$I_{CD} = I_{2HL} \times K_{PH} - I_{2ML} \times K_{PM} = 0.007 \text{ A}$$

否则其二次回路接线错误, 需要重新检查。任何新建变压器或保护用电流互感器绕组二次回路

改动的变压器投运前,都必须进行此项工作,因为主变正常运行时中性点 CT 中没有电流,无法进行带负荷检验零序差动保护的极性,无法保证中性点 CT 二次回路接线的正确性。

3.2 中性点间隙 CT 的升流试验

中性点 CT 二次回路检查工作结束后,按图 1 所示依次断开,1DK、中压侧中性点地刀、高压侧中性点地刀、并分别短接高压侧放电间隙 G1、G2、中压侧放电间隙 g1、g2。最后合上 1DK。同理,此时中压侧放电间隙的电流的一次电流值:

$$I_{MG} = \frac{\sqrt{3}U_A}{ULM \times U_d\%} \times \frac{S_n}{\sqrt{3}ULM} = 70 \text{ A}$$

高压侧间隙电流 $I_{HG}=38.5 \text{ A}$ 。高压侧间隙 CT 的变比为 600/5,中压侧间隙 CT 的变比为 1200/5,则高压侧二次电流 $I_{2HG}=30/120=0.32\text{A}$,中压侧二次电流 $I_{2MG}=70/240=0.292 \text{ A}$ 。若二次回路接线正确,此时主变保护装置采样值应为: $I_{2HG}=0.32 \text{ A}$, $I_{2MG}=0.292 \text{ A}$ 。否则其二次回路接线错误,需要重新检查。由于主变间隙过流保护不带方向,不必验证其二次接线的极性。实验结束后拆除 G1、G2 和 g1、g2 的短接线,并合上相应的中性点地刀。

3.3 高中压侧套管 CT 二次回路的检查

如图 1 所示依次合上高压侧 A、B、C 三项的 3GDA、3GDB、3GDC,1DK、2DK、3DK,中压侧的一次电流 $I_{MA}=I_{MB}=I_{MC}=70 \text{ A}$,高压侧的一次电流 $I_{MA}=I_{MB}=I_{MC}=38.5 \text{ A}$ 。若变压器的差动保护取自高中压侧套管 CT,且高压侧套管 CT 的变比为 600/5,中压侧套管 CT 的变比为 1200/5,则高压侧平衡系数

$$K_{PH} = 1/\sqrt{3} = 0.5573$$

中压侧平衡系数

$$K_{PM} = \frac{MCT \times U_M}{HCT \times U_H \times \sqrt{3}} = \frac{240 \times 121000}{120 \times 220000 \times \sqrt{3}} = 0.6351$$

则高压侧二次电流:

$I_{2HA}=I_{2HB}=I_{2HC}=38.5/120=0.32 \text{ A}$,中压侧二次电流 $I_{2MA}=I_{2MB}=I_{2MC}=70/240=0.292 \text{ A}$ 。若二次回路接线正确,此时主变保护装置采样值应为:

$$I_{2HA}=I_{2HB}=I_{2HC}=0.32 \text{ A},$$

$$I_{2MA}=I_{2MB}=I_{2MC}=0.292 \text{ A},$$

差流:

$$I_{CD} = I_{2HL} \times K_{PH} - I_{2ML} \times K_{PM} = 0.007 \text{ A}$$

否则其二次回路接线错误,需要重新检查。

新建变压器或保护用电流互感器绕组二次回路改动的变压器投运前,进行此项工作后,就不必重

出差动保护进行差动保护带负荷检验工作,进一步提高了设备的可靠性。当然无论主变差动保护的电流回路取自套管 CT 还是开关 CT,本实验方法都行之有效。

4 拓宽思维、举一反三,用新型试验方法检查主变差动保护的极性

以上只是介绍了高中压侧 CT 二次回路及保护极性的检验,下面就简单介绍一下如何通过加压试验来检验低压侧差动保护极性的正确性。本实验方法特别适用于低压侧只带一台站用变的主变差动保护极性的检查,因为正常情况下这些变电站变压器投运时,低压侧只有站用变,没有其它负荷,负荷太小无法进行带负荷检查差动保护的极性,不能发现低压侧 CT 极性是否正确。若低压侧极性接反就可能造成保护的拒动和误动。其试验接线图如图 2。

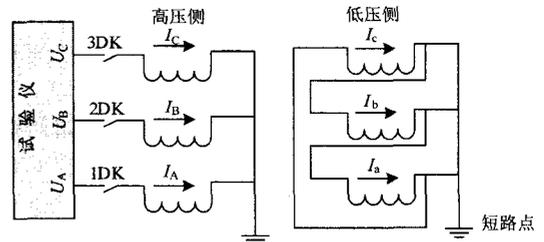


图 2 差动极性校验接线图

Fig.2 Wiring diagram of the differential polarity check

将主变低压侧三相短接接地时要选用线径较粗的导线,因为短路电流较大,一般在 250 A 左右。进行此项试验时为了防止干扰,最好将主变中压侧开路。按图 2 所示在站用变开关外侧设置短路点 D1,并合上 1DK、2DK、3DK,则在高压侧的一次电流。

$$I_{AH} = I_{BH} = I_{CH} = \frac{\sqrt{3}U_A}{U_H \times U_d\%} \times \frac{S_n}{\sqrt{3}U_H} = 12.33 \text{ A}$$

其中: U_H 为高压侧额定电压 = 220000 V, $U_d\%$ 为低压侧短路阻电压 = 25.14%。(见表 1)。则低压侧的一次电流 $I_{AL}=I_{BL}=I_{CL}=12.33 \times K_i$, K_i 为变压器高低压侧的变比 = 2200/105, 所以 $I_{AL}=I_{BL}=I_{CL} = 12.33 \times 2200/105 = 258.5 \text{ A}$ 。若差动保护中高压侧 CT 的变比为 600/5,低压侧 CT 的变比为 4000/5,则高压侧平衡系数 $1/\sqrt{3} = 0.5573$,低压侧平衡系数:

$$K_{PL} = K_{PM} = \frac{L_{CT} \times U_L}{H_{CT} \times U_H \times \sqrt{3}} = \frac{800 \times 10500}{120 \times 220000 \times \sqrt{3}} = 0.1837$$

(下转第 177 页 continued on page 177)

的工作环境比较恶劣, 电力系统中因非电量继电器触点绝缘不良导致非电量保护误动作的事故非常普遍, 采用此方法后可以有效的防止此类事故的发生, 提高供电可靠性。

3) 此方法对于国网公司最新发布标准化设计规范中所要求的变压器断路器失灵保护动作后联跳变压器各侧断路器功能的实现上也有改善之处: 失灵保护动作的可切换触点可以各自引入每套变压器保护中, 经主变保护出口跳闸, 此时变压器保护中无需额外增加延时; 失灵保护动作的可切换触点也可以引入非电量保护中, 经非电量继电器重动后跳闸, 此重动继电器无需使用大功率继电器也无需外加延时。

5 结论

综上所述, 本方法能有效的防止直流系统各类干扰造成的影响, 不会影响原有回路的动作可靠性, 同时也不增加任何的附加时延, 非常适合应用于直流系统抗干扰要求较高的回路中。

参考文献

[1] GB/T14285-2006, 继电保护和安全自动装置技术规程

[S].

GB/T14285-2006, Technical Code for Relaying Protection and Security Automatic Equipment[S].

[2] 国家电网公司十八项电网重大反事故措施(试行)[Z]. Important Eighteen Anti-accident Measurement for the State Grid Corporation of China[Z].

[3] 电力系统继电保护及安全自动装置反事故措施要点[Z].

Anti-accident Measurement Technical Code for Relaying Protection and Security Automatic Equipment[Z].

[4] Q/GDW175-2008, 变压器、高压并联电抗器和母线保护及辅助装置标准化设计规范[S].

Q/GDW175-2008, Standardization Design Specification for Power Transformer, High Voltage Shunt Reactor, Bus-bar Protection and Auxiliary Equipments[S].

收稿日期: 2009-09-27; 修回日期: 2009-10-20

作者简介:

钱建国(1976-), 男, 工程师, 从事继电保护设备运行和管理工作; E-mail: qjq41132@163.com

袁愉涛(1967-), 男, 高级工程师, 从事继电保护设备运行和管理工作。

(上接第 162 页 continued from page 162)

高压侧二次电流 $I_{2HA}=I_{2HB}=I_{2HC}=12.33/120=0.103$ A, 低压侧二次电流 $I_{2LA}=I_{2LB}=I_{2LC}=258.5/800=0.3231$ A。若二次回路接线正确, 此时主变保护装置采样值应为:

高压侧二次电流 $I_{2HA}=I_{2HB}=I_{2HC}=0.103$ A, 低压侧二次电流 $I_{2LA}=I_{2LB}=I_{2LC}=0.3225$ A, 差流:

$$I_{CD} = I_{2HA} \times K_{PH} - I_{2LA} \times K_{LM} =$$

$$0.103 \times 0.5573 - 0.3231 \times 0.1837 = -0.0019 \text{ A}$$

否则其二次回路接线错误, 需要重新检查。

5 结束语

通过本起事故, 笔者研究出了套管 CT 及主变差动保护极性校验方法, 起到了“亡羊补牢”的作用。我们应该经常总结实际工作中遇到的难题, 集思

广益想出科学的解决办法。坚决杜绝在工作中因试验方法不当或缺乏试验方法而出现误检验或漏检验现象的发生。

参考文献

[1] PST1200 数字式变压器保护装置说明书, 国电南京自动化股份有限公司[Z]. 2002.

收稿日期: 2009-03-26; 修回日期: 2009-05-14

作者简介:

吴建辉(1976-), 男, 中级职称, 长期从事继电保护研究工作; E-mail: wujianhui2009126@126.com

郑新才(1962-), 男, 高级职称, 长期从事继电保护研究工作;

高世伟(1981-), 男, 初级职称, 从事继电保护研究工作。