

# 一起自耦变中性点过流保护误动分析

凌 桥，陈传恒，韩祥政，张琦兵

(江苏省电力公司检修分公司南京检修分部，江苏 南京 210041)

**摘 要：**本文介绍了一起自耦变中性点过流保护误动事件，经分析其误动是由于中性点流变线圈有两相极性接反，当主变负荷增大并且中低压负荷差距较大，中性点零序电流增大导致。文中探讨了极性接反情况下，中性点零序电流随变压器负载的变化情况。针对中性点过流保护电流回路异常难于检查的特点，文中提出了相应的保护建议以提高中性点过流保护的可靠性。

**关键词：**自耦变；中性点过流保护；CT 极性

## 0 保护动作情况

2011 年 6 月 12 日 17 时 46 分 31 秒 119 毫秒南京 220kV 莫愁变 A 套 PST1200 主变保护高压侧后备启动，17 时 46 分 36 秒 617 毫秒中性点过流保护动作，跳开变压器三侧 2502、702、302 开关。B 套 PST1200 主变保护在相同时刻启动，但未动作。故障录波器未启动。保护动作前运行方式如图 1 所示：2502 运行于 220kV 副母线，702 运行于 110kV 副母线，接有莫云线 796、莫虎#2 线 798、莫新#2 线 794，302 运行于 35kVII 段母线，A 套保护动作时 35kV 分段备投 310 正确动作。

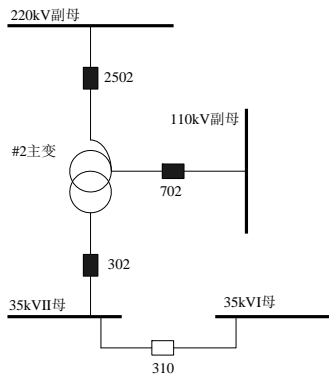


图1 保护动作前系统运行情况

## 1 分析与处理

### 1.1 动作原因分析

由于B套保护起动但是并未动作，初步怀疑A套保护属误动。跳闸前高压侧后备保护的电流录波图如图 2 所示，图中 $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ 为高压侧电流， $3I_0$ 为高压侧零序电流， $I_0'$ 为中性点零序电流。由图可知，高压侧负荷电流约为 195A（一次值）/0.39A（二

次值）、零序电流  $3I_0$  为 0，而中性点零序电流  $I_0'$  为 264A/1.65A，达到整定值 1.5A/5.5s，所以在延时 5498ms 后，保护出口动作，图 3 为中性点过流保护的逻辑。

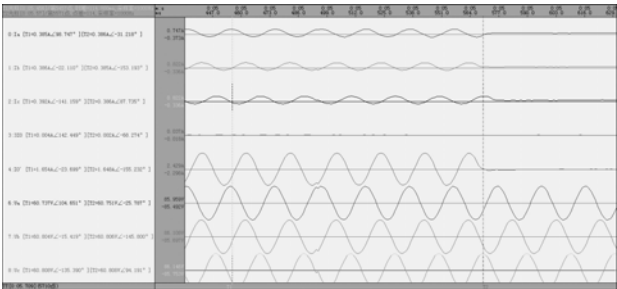


图2 高压侧后备保护故障录波

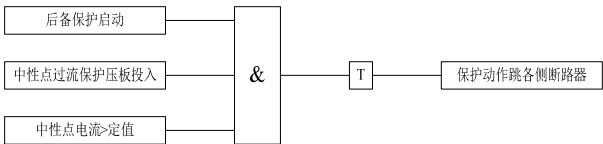


图3 中性点过流保护的逻辑

根据录波数据，绘制相量图如图 4 所示， $I_0'$  与高压侧B相电流  $I_b$  同相，大小为高压侧负荷电流的 1.35 倍。查看高压侧后备前几次负荷变化时的录波记录，公共绕组中性点电流  $I_0'$  就一直存在，并随负荷增大而增大，其电流方向与B相电压方向一致。如图 5 所示中性点流变接线，保护是用三相流变合成中性点过流，正常运行时不应出现电流，由此可断定中性点电流  $I_0'$  是由于公共绕组交流电流回路三相接线不一致引起的，具体来说是A、C两相极性接错。现场检查了A套保护从流变端子接线盒至保护屏接线，接线正确。所以是A、C两相绕组在流变端

子接线盒至流变线圈的极性发生错误,导致在正常运行时,中性点零序电流变为2倍的公共绕组负荷电流。在工程完成投运前期,由于变压器负载小,公共绕组负荷电流小,中性点电流未达到定值,不会误动。当负荷加大时,公共绕组负荷电流增大,中性点零序电流增大,达到整定值后,保护延时出口动作。

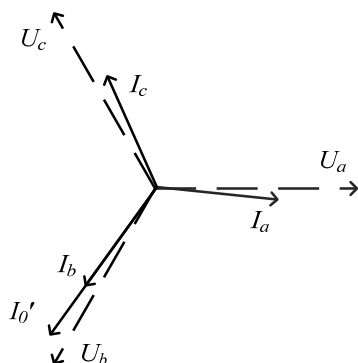


图4 中性点零序电流与高压侧电压、电流相位关系

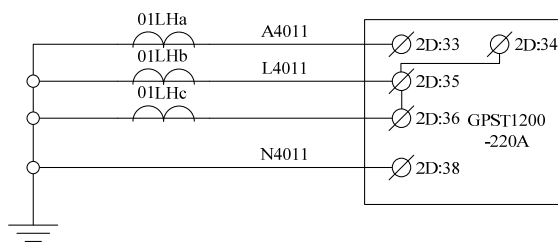


图5 中性点流变接线

然而对于三绕组自耦变压器,公共绕组负荷电流并非和变压器的负载呈简单的线性关系,还与中压侧和低压侧的负载分配有关。如图6所示自耦变电流示意图,自耦变公共绕组负荷电流计算如下(假设高压侧向中、低压侧输送电能):

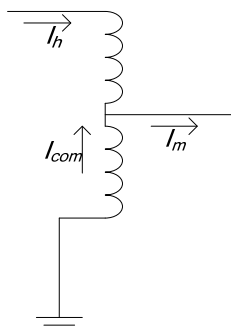


图6 自耦变电流示意图

$$I_{com} = I_m - I_h = \frac{S_m}{\sqrt{3}U_m} - \frac{S_m + S_l}{\sqrt{3}U_h} \quad (1)$$

式中:

$S_m$  和  $S_l$  分别为中压侧和低压侧所带负载;

$U_h$  和  $U_m$  分别为高、中压侧线电压;

$I_h$ 、 $I_m$  和  $I_{com}$  分别为高压侧、中压侧和公共绕组电流。

表1 公共绕组电流随中低压负荷变化

S <sub>1</sub>	S <sub>m</sub>								
	0	10	20	30	40	50	60	70	80
0	0.00	26.24	52.49	78.73	104.98	131.22	157.46	183.71	209.95
10	26.24	0.00	26.24	52.49	78.73	104.98	131.22	157.46	183.71
20	52.49	26.24	0.00	26.24	52.49	78.73	104.98	131.22	157.46
30	78.73	52.49	26.24	0.00	26.24	52.49	78.73	104.98	131.22
40	104.98	78.73	52.49	26.24	0.00	26.24	52.49	78.73	104.98
50	131.22	104.98	78.73	52.49	26.24	0.00	26.24	52.49	78.73
60	157.46	131.22	104.98	78.73	52.49	26.24	0.00	26.24	52.49
70	183.71	157.46	131.22	104.98	78.73	52.49	26.24	0.00	26.24
80	209.95	183.71	157.46	131.22	104.98	78.73	52.49	26.24	0.00

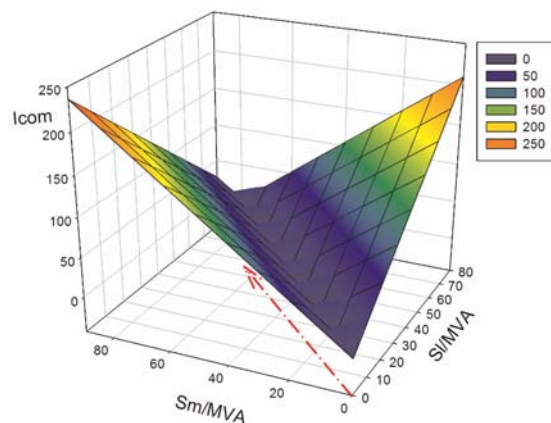


图7 公共绕组电流随变压器负载变化情况

根据式(1),可以计算出当中压侧和低压侧负载动态变化时,公共绕组电流的变化情况。假设变压器的变比为220kV/110kV/35kV,计算结果如表1所示,根据表一可以绘制出图7。如图7所示公共绕组电流随变压器中低压负载变化是一个典型的对称谷型图。当变压器负载较小时,公共绕组负荷电流也较小。然而当变压器负载增加时,如果中压侧和低压侧负载大小相同,则公共绕组负荷电流为0,即使公共绕组CT线圈极性接反,此时也不会出现中性点零序电流。其物理解释是:对应相同的中压或者低压负载,公共绕组的负荷电流是相等的,但是方向正好相反。在本次事故中,高压侧传输功率为:74.3MVA;中压侧负荷为:62.3MVA;低压侧负载只有:12MVA,所以此次保护误动不仅与变

压器负荷过大有关,还与中低压的负荷分配有密切关系。

## 1.2 现场处理措施

由于套管流变在吊装完毕后不具备检查极性的条件,且中性点过流保护无需方向判据,故根据现场情况将公共绕组流变B相在主变本体接线箱(X2-2与X2-5)反接使A、B、C三相电流同极性消除N相电流(即三相和电流)是2倍公共绕组相电流的错误接线。后将#2主变投入运行,经带负荷测向量正确,投运正常。

由此,可以肯定B相公共绕组流变1S1、1S2绕组的在流变端子接线盒至流变线圈极性与A、C相不一致造成 $I_0$ 出现电流,从而引起#2主变A套保护中性点过流保护动作。

## 2 思考和建议

截止2010年底,南京地区总计有220kV变压器63台,其中自耦变43台占有相当大的部分。中性点过流保护动作后跳主变三侧,影响范围很大,其绕组极性、保护设计和负荷测试须引起极大的重视。出于监测自耦变公共绕组过负荷的原因,自耦变利用三相CT采集公共绕组电流。而传统的保护(如PST-1200)针对普通三绕组变压器设计,中性点过流只有一个采样通道,所以自耦变中需用三相流变合成中性点过流(如图5)。这样有可能发生一相流变回路不正常情况,比如回路接触不好,电流回路开路等,但后果很严重,可能引起主变三侧跳闸。虽然可以从中性点过流定值上去考虑,但保护无报警,不能让检修人员及时处理回路异常。因此提出以下建议:

(1)对PST-1200保护,凡是中性点过流使用三相流变合成中性点零序的回路,厂家可以实现从程序上应设置电流回路异常报警。PST-1200保护因采样通道限制,公共绕组侧只能引入A相、N相电流,且因中性点过流保护在高压侧CPU中,无中压侧电压采样开入,但是可以通过中后备的低电压元件开入进行闭锁(因高压侧为电源侧,相对于中压侧电压对故障的反应不灵敏,不能作为CT断线保

护的电压判据),也可通过N相电流异常报警发现CT二次回路断线问题。

(2)对PST-1200U保护(如沿泰变),咨询厂家后得知:该型号保护采样通道完善,可以对公共绕组A、B、C、N相进行采样,且中压侧电压可以引入保护计算逻辑,形成有中压侧电压判据的CT二次断线闭锁保护的功能,但现版本中没有加入该逻辑,仍无CT二次断线报警及闭锁功能。厂家可以实现从程序上应设置电流回路异常报警并闭锁保护。

(3)对于RCS-978保护也应考虑有相应报警及闭锁回路。

## 3 结论

对于自耦变压器,当高压侧和中压侧零序电流保护灵敏度不够时,需要在中性点装设零序过流保护<sup>[1]</sup>。中性点过流保护采用公共绕组CT三相作和,其绕组接线需要严格的极性试验,在本次误动事件中,厂家的出厂试验和施工单位的安装调试试验不负责固然是主因,而验收单位也难辞其咎。针对本次事件,文中进行了分析与反思,提出了一些保护建议以提高中性点过流保护的可靠性,防止事故的再次发生。

### 参考文献:

- [1] DLT 684-1999, 大型发电机变压器继电保护整定计算导则[S].

### 作者简介:

凌 桥(1976—),男,江苏南京人,工程师,技师,从事二次系统检修工作;

陈传恒(1958—),男,江苏南京人,工程师,高级技师,从事二次系统检修工作;

韩祥政(1975—),男,江苏南京人,工程师,技师,从事二次系统检修工作;

张琦兵(1985—),男,贵州人,助理工程师,从事二次系统检修工作。