

# 电流回路多点接地对变压器差动保护的影响

郭润生

(山西朔州供电分公司, 山西 朔州 036002)

**摘要:** 在电力系统中, 二次回路对保障系统安全运行起到非常重要的作用。系统正常运行情况下, 为了保证人身和设备的安全, 《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》、《电力作业现场安全规程》规定电流互感器二次回路的一个电气连接必须有一个可靠的接地点。通过现场具体实例, 提供了大量的实测数据作佐证, 详细地论证了某 110 kV 变电站由于主变差动电流回路多点接地, 造成变压器差动保护误动的事例, 辅以试验验证, 提出解决问题的措施, 并强调了电流互感器二次回路一点接地及接地点选择的重要意义, 对现场工作具有现实指导价值。

**关键词:** 电流互感器回路多点接地; 差动保护误动; 分析

## Impact of current loop multipoint earth on transformer differential protection

GUO Run-sheng

(Shanxi Shuozhou Power Supply Branch, Shuozhou 036002, China)

**Abstract:** The secondary circuits play an important role in ensuring safe running of power system. As the system runs normally, in order to protect persons and equipments, a reliable earth point must be guaranteed in every current transformer secondary circuit electric connection, this is regulated by <eighteen significant methods against accidents occurred in the state grid corporation> and <safety regulations applied to electric jobsite operation>. Through specific instances and numerous experiment data, this paper thoroughly augments the transformer differential protection misacting owing to the differential current loop multipoint earth of the main transformer in a 110 kV transformer station. Additionally, it verifies these instances by experiments and puts forward a new approach to solve related problems. Specially, it emphasizes the significance of current transformer secondary circuit one-point earth and the earth location selecting, so it is valuable to onsite task.

**Key words:** current transformer circuit multipoint earth; differential protection misacting; analysis

中图分类号: TM772 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2008)07-0080-03

## 0 引言

在电力系统中, 二次回路对保障系统安全运行起到非常重要的作用。系统正常运行情况下, 为了保证人身和设备的安全, 《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》、《电力作业现场安全规程》规定电流互感器二次回路的一个电气连接必须有一个可靠的接地点。同时为了保证继电保护和自动装置的正确工作, 要求电流回路一点接地。但是, 变电所电流二次回路连接设备繁多, 延伸范围广, 常常由于人为的接线错误或一些不可避免的自然规律, 如绝缘的老化等, 出现在一个电气连接的二次回路中出现多点接地, 而且系统的二次回路大部分在室外, 绝缘损坏的几率大, 多点接地导致保护的不正确动作, 造成大面积停电事故在系统屡屡发生。

## 1 主变差动保护误动过程分析

某 110 kV 变电站, 有一台容量 20 MVA, 电压比 121 kV/38.5 kV/10.5 kV, 接线组别 yn/-yn0/△-12-11 的变压器, 配置常规 BCH-1 电磁型差动保护。该主变投运时, 向量测试完全正确。经多年运行和多次外部短路故障的考验, 无误动情况。2004 年, 该主变中压侧所带一条 35 kV 出线发生线路短路故障, 在 35 kV 线路保护动作的同时, 主变差动保护也同时动作跳闸。毫无疑问, 这是一次主变差动保护误动事故。

事故后, 我们对该主变差动保护外部回路进行仔细的检查, 未发现问题。为了分析主变差动保护误动原因, 我们将该主变 10 kV 低压侧开关停运, 对其 110 kV、35 kV 侧差动保护向量进行第一次

测试, 结果见表 1。

从第一次向量测试结果分析得出, 该主变 110 kV、35 kV 侧电流相位基本没有问题, 两侧相角相差  $180^\circ$ , 但是, 110 kV、35 kV 侧 B 相电流数值明显不平衡, 有 0.7 A 差流。而且中性线上也出现了电流, 且 110 kV 侧和 35 kV 侧 B 相电流不平衡

电流数值大小正好和中性线上出现的电流数值相等。

通过对主变端子箱所有保护、测量电流互感器回路进行检查后发现, 主变后备保护用 B 相电流互感器开路。将其封死, 对其 110 kV、35 kV 侧差动保护向量进行第 2 次测试, 结果见表 1。

表 1 第 1 次、第 2 次向量测试结果

Tab.1 Results of first & second vector test

名称	第 1 次向量测试				第 2 次向量测试			
	$I_b$	$I_c$	$I_a$	$I_n$	$I_b$	$I_c$	$I_a$	$I_n$
高压 (110 kV)	1.3 A	1.3 A	1.3 A		1.3 A	1.3 A	1.3 A	
中压 (35 kV)	1.3 A	0.6 A	1.3 A	0.7 A	1.3 A	0.9 A	1.3 A	0.4 A
高压与中压相角	$172^\circ$	$189^\circ$	$176^\circ$		$174^\circ$	$190^\circ$	$180^\circ$	

从第 2 次向量测试结果分析得出, 主变后备保护 B 相开路对测量结果有明显影响, B 相差流明显减小, 但仍然有 0.4 A 差流存在。电流之间的相位基本正确。

从第 1、2 次向量测试结果电流之间的相位基本正确可以判断电流互感器回路接线没有问题。B 相出现的差流和中性线上出现的电流数值说明电流互感器回路存在分流现象。

为了彻底查清问题, 我们对该主变 10 kV 侧差动回路进行了检查, 在主变 10 kV 开关柜内发现其星形接线 N 有一处接地点, 将其星形接线 N 接地点解开后, 对其 110 kV、35 kV 侧差动保护向量进行测试, 结果 B 相差流消失, 中性线上电流数值为零。测试结果虽然正确, 但分析认为主变 10 kV 开关柜内接地点打开并不能解释主变后备保护 B 相开路造成 B 相分流原因。

再将端子箱处其它多组电流互感器 (测量、仪表、保护、计量) 接地点解开, 将所有电流互感器回路接地点改在主控, 并恢复原差动回路电流互感器接地点, 测试结果完全正确。

由于主变端子箱后备保护 B 相开路和其它多组电流互感器接地点对测试结果有影响, 我们分析认为, 主变 35 kV 侧电流互感器内部回路肯定有接地点存在, 将所有电流互感器 (测量、仪表、保护、

计量) 回路接地点改在主控室, B 相差流消失的原因极可能是因为负荷电流小, 分流太小, 仪表无法测试出来。

为验证以上分析, 对中压侧所有电流互感器回路进行绝缘测试。测试结果表明: 电流互感器外部回路接线, 即端子箱到保护、测量部分电缆绝缘良好, 端子箱到机构端子箱电缆绝缘良好。对电流互感器本身进行测试, 发现有多组电流互感器绝缘损坏接地。分析其形成原因认为: 我们知道电流互感器倘若二次发生开路, 一次电流将全部用于励磁, 使铁芯严重饱和。交变的磁通在二次线圈上将感应出很高的电压, 其峰值可达几千伏甚至上万伏, 这么高的电压作用于二次线圈及二次回路上, 将会线圈绝缘因过热而烧坏开路点。原后备保护电流互感器回路 B 相长期开路, 感应的高电压造成该电流互感器绕组绝缘损坏接地。

进一步分析认为, 端子箱接地点的解除, 只是降低了分流作用, 并没有去掉分流作用, 在较大负荷下, 还会有差流出现, 选择高峰负荷测量, 对其 110 kV、35 kV 侧差动保护向量进行第 3 次测试, 结果见表 2。

后经对中压侧开关套管电流互感器和相应接线进行处理, 绝缘测试良好。在大负荷下, 对其 110 kV、35 kV 侧差动保护向量进行第 4 次测试, 结果如表 2。

表 2 第 3 次、第 4 次向量测试结果

Tab.2 Results of third & forth vector test

名称	第 3 次向量测试				第 4 次向量测试			
	$I_a$	$I_b$	$I_c$	$I_n$	$I_a$	$I_b$	$I_c$	$I_n$
高压/110 kV	1.9 A	1.9 A	1.9 A		2.3 A	2.3 A	2.3 A	
中压/35 kV	1.9 A	1.6 A	1.9 A	0.3 A	2.3 A	2.9 A	2.3 A	0 A
高压与中压相角	$120^\circ$	$175^\circ$	$190^\circ$		$179^\circ$	$179^\circ$	$182^\circ$	

第 3 次向量测试结果充分说明我们分析问题正确。

各相差动继电器差压:  $U_a=40$  mV,  $U_b=90$  mV,  $U_c=40$  mV, 测试结果验证了以上分析是正确的。

简单分析电流互感器内部有接地点其形成机理如图 1 所示。

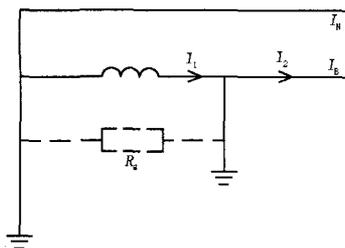


图 1 电流互感器绕组内部有接地点原理图

Fig.1 Principle diagram of current transformer winding internal earth point

电流互感器内部有接地点,端子箱有接地点,两个接地点存在地网电阻  $R_g$ ,端子箱接地点存在时, $R_g$  较小,分流大,B 相减少越多,当接地点改在主控时,由于  $R_g$  较大,分流明显减弱,相量测试结果正常。另外,电流互感器开路有高压,有较大的入地电流,使分流作用明显,所以测试结果是可解释的。

## 2 结束语

在实际工作中,造成电流互感器回路多点接地主要有以下几点:(1)主控室内控制屏和保护屏分别接地,引起两点接地。(2)10 kV 开关柜出厂时电流二次回路接地点已和断路器外壳连接,在安装中开关柜与接地网连接,已有一点接地,又在控制室接地,造成电流回路两点接地。(3)在对变电所的改造

中,将接地点改接在控制室,将户外端子箱接地点解开,但由于人为疏忽,造成电流回路两点接地。

(4)电流二次回路绝缘损坏接地,造成电流回路两点接地。(5)电流互感器绕组绝缘损坏接地。

此现场实例表明,不仅是差动保护回路的电流互感器一点接地及接地点选择问题非常重要,其它类型保护电流互感器回路接地问题同样非常关键!在执行部颁反措要点时,应将多组电流互感器回路独立接地,并且统一接地点在主控制室。这样,接地点标志明显,便于检查、管理,不易形成多点接地。即使电流互感器回路绝缘破坏造成多点接地,也能最大程度地减少分流,使影响降到最小。由于电流互感器回路多点接地没有监察装置,使缺陷不能及时发现处理,所以必须非常重视电流互感器回路绝缘测试,应保证定期测试。

## 参考文献

- [1] 电力系统继电保护及安全自动装置反事故措施要点[S].
- [2] 国家电网公司十八项电网重大反事故措施. 继电保护专业重点实施要求[S].
- [3] 邹森元. 电力系统继电保护及安全自动装置反事故措施要点[Z].

收稿日期: 2007-08-30; 修回日期: 2007-10-23

作者简介:

郭润生(1969-),男,高级工程师,高级技师,长期从事继电保护运行管理工作。E-mail:grs2283@sina.com

(上接第 53 页 continued from page 53)

- [3] 杨冠城. 电力系统自动装置原理(第三版)[M].北京:中国电力出版社,2002.  
YANG Guan-cheng.Theory of Power System Automatic Device[M].Beijing: China Electric Power Press, 2002.
- [4] 锁军,史可琴,等. 渭河 3 号机组励磁系统参数测试与仿真[J]. 电网技术,2007,31(5):72-74.  
SUO Jun,SHI Ke-qing,et al. Simulation and Measurement of Excitation System Parameters for No. 3 Unit in Weihe Power Plant[J]. Power System Technology, 2007,31(5):72-74.
- [5] 刘永奇,苏为民,等. 华北电网大容量发电机励磁系统建模与参数辨识测试[J].电网技术,2007,31(5):64-71.  
LIU Yong-qi,SU Wei-min,et al. Modeling and Parameter Testing and Recognition for Excitation Systems of High-Capacity Generators in North China Power Grid[J]. Power System Technology, 2007,31(5):64-71.
- [6] 李基成.现代同步发电机励磁系统设计及应用[M].北京:中国电力出版社,2002.

LI Ji-cheng. The Design and Application of Modern Synchronous Generator Excitation System[M].Beijing: China Electric Power Press,2002.

- [7] 赵红光,刘增煌,等. 华中-川渝联网稳定计算用发电机励磁和调速系统的数[J].电网技术, 2007, 31 (5): 50-63.

ZHAO Hong-guang,LIU Zeng-huang,et al. Research on Mathematical Models and Parameters of Generator Excitation System and Governor System for Stability Analysis of Interconnection of Central China Power Grid with Sichuan-Chongqing Power Grid[J]. Power System Technology, 2007,31(5):50-63.

收稿日期: 2007-09-09; 修回日期: 2007-10-26

作者简介:

李学军(1979-),男,硕士研究生,研究方向为分布式发电对配网的影响; E-mail: lxjzld981080@yahoo.com

王 击(1968-),男,副教授,主要从事配网重构的研究。