

一种防止电压互感器二次侧反充电空气开关的探讨与研究

吴建辉¹, 郑新才¹, 韩潇¹, 刘艳玲¹, 李娜²

(1. 河南商丘供电公司, 河南 商丘 476000; 2. 河南新乡供电公司, 河南 新乡 453002)

摘要: 列举了一起不规范施工引起的电压互感器二次系统向一次系统反充电事故, 通过该事故介绍了电压互感器二次回路的一些基本知识, 分析了电压互感器二次回路短路以及电压互感器二次回路反充电对电力系统的危害, 研究出了一种防止电压互感器二次系统向一次系统反充电的空气开关, 在常规空气开关的动作原理上增加了反充电逻辑, 在动作结构上增加了一个反充电电压脱扣线圈, 当空气开关的反充电电压脱扣线圈检测到空开下端有电而上端无电后立即脱扣跳闸, 能有效防止反充电事故的发生, 保证了电网的安全运行。

关键词: 电压互感器; 二次回路; 反充电; 空气开关; 脱扣; 反充电逻辑

Discussion and research of air switch used to prevent the secondary reverse charge of voltage transformer

WU Jian-hui¹, ZHENG Xin-cai¹, HAN Xiao¹, LIU Yan-ling¹, LI-na²

(1. Shangqiu Power Supply Company of Henan Power Company, Shangqiu 476000, China;
2. Xinxiang Power Supply Company of Henan Power Company, Xinxiang 453002, China)

Abstract: Through introducing the accident of reverse charge from secondary system to primary system of the voltage transformer caused by non-standard construction, the basic knowledge of voltage transformer secondary circuit is presented, the damage of the voltage transformer secondary circuit short circuit and reverse charge to power system is analyzed, and the air switch used to prevent the accident of reverse charge is developed, which supplements the conventional air switch with reverse charge logic in its operation principle, and adds reverse charge voltage tripping coil in the operation structure. When the proposed tripping coil detects that there is current at the bottom of air switch but no current at the top, the immediate tripping can be realized, which effectively prevents the accident of reverse charge and ensures the safety operation of power grid.

Keywords: voltage transformer; secondary circuit; anti-charge; air switch; tripping; the charging logic

中图分类号: TM774 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)24-0182-03

0 引言

电压互感器是将一次系统中高电压转换成二次系统中的低电压, 以便给继电保护和自动装置提供二次电压的设备。运行中的电压互感器主要防止二次回路短路和二次回路向一次回路反充电^[1-3]。目前电气二次回路中虽然也有防止电压互感器反充电的措施, 但是在实际的运行中, 由于施工、设计、二次设备质量和人员的错误操作等因素, 电力系统还经常发生电压互感器反充电事故^[1-3]。为了避免出现反充电电压互感器电事故, 本文将从 PT 二次空开内部结构研究, 提出全新的防止反充电理念, 从根本上杜绝电压互感器二次反充电事故的发生。

1 电压互感器二次回路

所谓电压互感器二次回路是指电压互感器的直流重动回路和交流切换回路, 如图 1 和图 2 所示。

图 1 中 1G 为 I 母电压互感器隔离开关, 2G 为 II 母电压互感器隔离开关, M1G 为母联断路器的 I 母隔离开关, M2G 为母联断路器的 II 母隔离开关, MDL 为母联断路器。在图 2 中 PT 二次回路交流切换部分以 A 相电压为例, BC 两相的交流切换回路没有画出。在实际的工作中, 为了防止电压互感器二次侧向一次侧反充电, 通常将停运电压互感器所对应的二次空气开关断开。在图 2 中若 I 母 PT 停运, 即 1G 在断开位置时, 应 I 母 PT 二次回路的 1ZKK 二次空气开关断开, 在图 2 中若 II 母 PT 停运, 即

2G 在断开位置时, 应 II 母 PT 二次回路的 2ZKK 二次空气开关。发生电压互感器二次侧向一次侧反充电事故一般出现在双母线接线方式或单母线分段接线方式的变电站中, 比如在图 2 中当 I 母 PT 停电或检修而 I 母上的一次设备并不停运, 此时合上 M1G, M2G, MDL, 可以使 I 母的一次设备通过 II 母 PT 继续运行, 为了保证继电保护及安全自动装置、测量装置、计量装置等设备所采集二次电压与一次电压对应, 此时也需要将电压互感器二次回路进行并列切换^[4], 即合上图 1 中的 2QK 电压切换开关。若按正确的逻辑顺序操作, 电力系统也不会发生反充电事故, 但是由于个别人员的综合素质和敬业精神较差, 电力系统中经常发生反充电事故。下面就简单举一个例子说明。

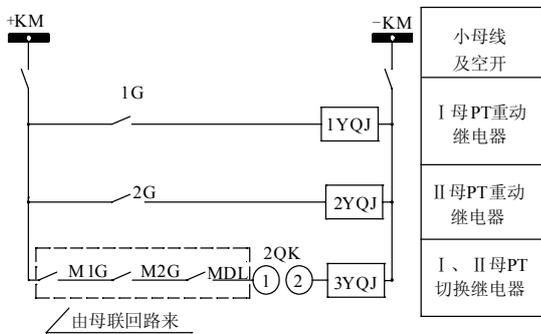


图 1 电压互感器直流重动回路图

Fig.1 DC verb voltage transformer circuit diagram

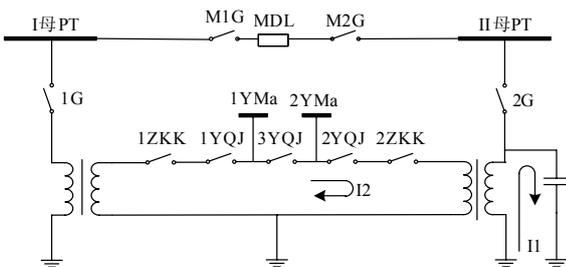


图 2 电压互感器交流切换回路图

Fig.2 AC switching nvoltage transformer circuit diagram

2 施工不规范引起的反充电事故

某 110 kV 变电站新上一段 110 kV 母线, 准备用母联断路器对新上 II 段母线充电, 当合上母联断路器两侧隔离开关后, 即图 2 中的 M1G 和 M2G, 准备操作母联断路器(MDL)时, 发现 110 kV PT 切换装置上 PT 并列灯点亮, 同时两段母线 PT 二次空开 1ZKK 和 2ZKK 全部跳闸, 并烧坏 PT 并列插件中的零序电压并列继电器。事后检查发现由于母联

断路器端子箱至母联断路器机构箱的电缆芯数不够, 继电保护人员懒惰不想再重新敷设电缆, 仅将母联断路器两侧的隔离开关触点串接入电压互感器二次并列回路, 没有按规定将母联断路器的辅助触点引入二次并列回路。另外继电保护人员将 2QK 电压切换达到合闸位置校验 PT 切换装置的并列回路后, 没有将 2QK 恢复原来的位置, 再者变电站操作人员没有按规定操作, 没有检查 2QK 的位置, 这三个因素造成这起反充电事故。所以当合上 M1G 和 M2G 隔离开关时 3YQJ 动作, 此时 II 段母线 PT 的二次电压通过 2ZKK, 3YQJ 触点, 2YQJ 触点和 1ZKK 空开向 I 段母线 PT 反送电, 造成事故。

3 电压互感器二次回路短路和二次反充电对电力系统的危害

电压互感器在运行中一定要防止其二次侧短路和二次回路向一次回路反充电。防止其二次侧短路是因为电压互感器一个内阻极小的电压源, 正常运行时负载阻抗很大, 相当于开路状态, 二次侧仅有很小的负载电流^[5]。当二次侧短路时, 负载阻抗为零, 将产生很大的短路电流, 会将电压互感器烧坏。另外由以上事故可知当 PT 发生反充电时除了会在 PT 一次侧产生高电压外, 还将造成全部 PT 二次空开跳闸和烧坏 PT 并列插件中的零序电压并列继电器。为什么会造成这样的现象呢?下面就以 PT 变比为 $K_1=1100/1$, A 相电压互感器为例进行简单的分析, 其原理图如图 2。其中 I 母 PT 有电压, II 母 PT 无电压, 二次回路中 1ZKK、1YQJ、2YQJ、3YQJ、2ZKK 都在合闸位置。由图 2 可知二次回路倒送 II 母线 A 相 PT 的一次电压为 $100/\sqrt{3} \times K_1=6.347 \text{ kV}$, 此电压将在 II 母一次设备上产生一个电容电流。假设此电容电流为 $I_1=8 \text{ mA}$, 则其在二次回路将产生 $I_2=8 \text{ mA} \times K_1=8 \text{ mA} \times 1100=8.8 \text{ A}$ 的电流。此时通过空开 1ZKK 和 2ZKK 的电流为该电流加上全部的负载电流, 所以引起 1ZKK 和 2ZKK 因过载跳闸。另外由于在零序电压回路没有空气开关, 导致零序电压回路长期通过大电流造成烧坏 PT 并列插件中的零序电压并列继电器。

4 反充电空开

为了避免电力系统中出现二次反充电事故, 本文提出了生产一种防止电压互感器二次侧反充电单极空气开关, 可从根本上杜绝二次反充电现象。A、B、C 三相电压互感器分别对应三个单极空气开关, 三个单极空气开关各自独立互不影响, 此空气开关工作原理简单, 能有效地结合工作实际, 保证电网的安全稳定运行, 动作结构原理如图 3 所示, 其逻辑

辑原理如图 4 所示。

反充电电压二次空开的结构原理比常规的二次电压空开多了一个反充电脱扣器，常规电压二次空开只有电流脱扣功能。电流脱扣的原理是通常情况下空气开关在合位，电流继电器 I 中没有通过电流，电流继电器 I 不动作。当电路发生短路或严重过载时，电流继电器动作，使脱扣机构动作，空气开关跳开。反充电脱扣的动作逻辑如图 4 所示，当电压互感器因故停运，在断开电压互感器隔离开关 1G 的同时，如果变电站值班人员没有断开二次空气开关，此时其他回路的电压准备通过二次设备向过二次空气开关 1ZKK 向电压互感器反充电，但是在断开电压互感器隔离开关 1G 的瞬间，反充电继电器 U 监测到二次空气开关上端 L1 电压为零，下端 L2 电压为 57 V，反充电继电器 I 立即动作，使图 3 反充电脱扣器动作导致二次空气开关脱扣断开。彻底避免二次反充电事故。

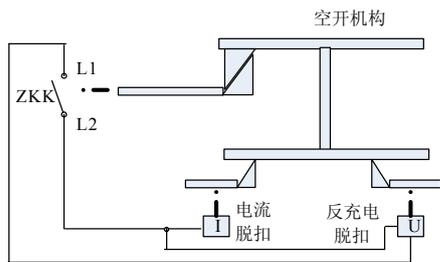


图 3 动作结构原理图

Fig.3 Action structure diagram

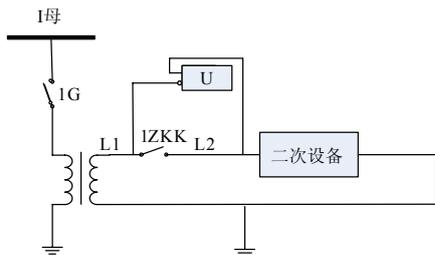


图 4 动作逻辑图

Fig.4 Action logic diagram

5 结束语

随着电网的发展，电力设备的更新，将会有许多新的试验方法等待我们去创新。在现实工作中一定要留意每一个细节，注意每一个试验，分析每一次缺陷，总结每一个亮点，搞好科技攻关，创造出更好更切合实际的试验方法和科技项目服务电流系

统。使我们的电网更加稳定，更加坚强。

参考文献

[1] 吴建辉, 李孟超. 两起电压互感器反充电引起的思考 [J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38 (13): 124-125. WU Jian-hui, LI Meng-chao. Thinking of two anti-charging incidents voltage transformer's anti-charging[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(13): 124-125.

[2] 张丰, 郭碧媛. 10 kV 三相电磁式电压互感器并列运行时烧毁原因分析[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(21): 108-111. ZHANG Feng, GUO Bi-yuan. Analysis of the cause of two electromagnetic three-phase potential transformers burnt-out when operated in juxtaposition mode in 10 kV system[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(21): 108-111.

[3] 李敏霞, 袁文嘉, 郭化冰. 电压切换插件烧毁问题的分析及解决方[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37 (23): 149-153. LI Min-xia, YUAN Wen-jia, GUO Hua-bing. Analysis and solution of voltage switch plug-burning problem[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(23): 149-153.

[4] 高中德, 舒治淮, 王德林, 等. 国家电网公司继电保护培训教材[M]. 北京: 中国电力出版社, 2009. GAO Zhong-de, SHU Zhi-huai, WANG De-lin, et al. State grid corporation of protection training materials[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2009.

[5] 毛锦庆, 赵自刚, 马杰, 等. 电力系统继电保护使用技术问答[M]. 二版. 北京: 中国电力出版社, 2006. MAO Jin-qing, ZHAO Zi-gang, MA Jie, et al. Practical technical questions and answers of power system relay protection[M]. Second edition. Beijing: China Electric Power Press, 2006.

收稿日期: 2010-07-13; 修回日期: 2010-08-16

作者简介:

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

郑新才 (1962-), 男, 高级工程师, 长期从事继电保护生产调度工作;

韩 潇 (1976-), 女, 高级工程师, 长期从事继电保护研究工作。