

# 两点接地导致 500 kV 保护误动分析及控制

吴海涛

(深圳供电局有限公司, 广东 深圳 518020)

**摘要:**目前电网发生多起高压变电站电流互感器二次回路误碰两点接地导致 500 kV 保护误动的事故, 因为 500 kV 保护采集的是两台电流互感器二次回路的和电流, 采取二分之三接线方式, 当其中一台电流互感器及其二次回路检修停运, 另外一台电流互感器及其二次回路仍然运行, 此时如果在工作中对风险控制措施不妥将会导致保护误动作, 导致电网事故。本文在通过案例分析总结出高压变电站 500 kV 保护采集的是两台电流互感器二次回路的和电流接线方式情况在维护中风险控制措施, 遵循“先断后短”的安全措施原则进行控制, 同时也总结一般 220 kV 保护常规双母线接线方式风险控制措施, 一般遵循“先短后断”的原则, 该原则已在工程中得到实践。

**关键词:**两点接地; 和电流接线方式; 双母线接线方式; 误动

**文章编号:**2096-4633(2018)05-0082-04 **中图分类号:**TM75 **文献标志码:**B

高压变电站 500 kV 保护采集的电流互感器二次回路采取是和电流接线方式, 只能有一个接地点, 其接地点宜选在控制室<sup>[1]</sup>。

在高压变电站 500 kV 保护式中, 主保护配置采用两台电流互感器二次和电流<sup>[2]</sup>。当其中一台电流互感器停运, 而另外一台电流互感器继续运行, 此时保护仍然处于运行状态<sup>[3]</sup>。当对停运电流互感器进行检修等其它工作, 若操作方法不正确或导致两点接地等, 有可能造成保护在工作过程中误动, 可见高压变电站 500 kV 保护采集的电流互感器二次回路采取是和电流接线方式存在高风险因素<sup>[4]</sup>。对于此风险, 文章提出的遵循规范操作步骤的安全措施原则, 在控制误碰两点接地导致 500 kV 保护误动提供借鉴。

## 1 案例分析

误碰两点接地导致 500 kV 保护误动案例, 该变电站为二分之三接线方式, 一共有五个完整串。事发前, 该站 500 kV 第五串某甲线检修, 500 kV 某甲线 5053 开关检修, 第五串联络 5052 开关检修、该串上的乙线 5051 开关运行。500 kV 其余串开关均在运行状态。图 1 所示。

在事故发生前某日, 该 500 kV 变电站现场工作人员在统计月度电量时, 发现母线电量不平衡, 该 500 kV 串甲线该侧非关口电量少于甲线对侧, 误差达到 20.14%。通知了计量中心, 计量中心计量运维班现场工作人员核查计量自动化系统数据, 自前三月某日

起, 该 500 kV 串上甲线计量二次电流回路出现三相不平衡的异常现象, 与监控后台测量电流比较差别较为明显(A 相差值为 178 A, B 相差值为 107 A; C 相差值为 60 A)<sup>[5]</sup>, 初步判断为属于一般缺陷。计量中心计量运维班决定采取排除法逐段检查查找原因<sup>[6]</sup>。

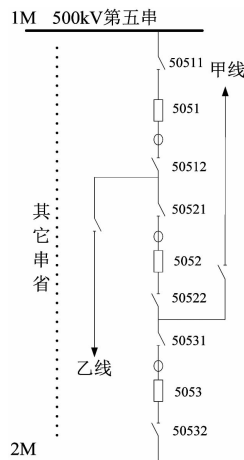


图 1 该站 500 kV 第五串示意图

Fig. 1 The 500 kV station fifth series schematic diagram

第 1 步: 对该 500 kV 串甲线电能表进行现场误差校验, 测试误差合格, 排除电能表设备的原因;

第 2 步: 对该 500 kV 串甲线计量二次回路接线检查, 结论合格;

第 3 步: 按照排除法, 下一步申请该 500 kV 串甲线 5053 开关、第五串 5052 中开关停电检修, 对 CT 计量绕组进行测试检查。

计量中心在测试检查前, 进行如下措施与防风

险,包括组织措施、技术措施、工作流程、环保措施和职业健康安全措施,也有风险分析与控制措施,其中提及了使用二次措施单、CT二次回路拆除和短接时退出有关保护装置、严禁CT二次回路开路、CT回路并联时先断后短等相关内容<sup>[7]</sup>。

在拆除测试绕组的电流回路工作中,核查C相CT端子箱所拆接线时,此时端子箱的活动门在外力风吹作用下突然活动,并与拆除回路接触,误碰两点接地导致500 kV保护误动。图2所示。

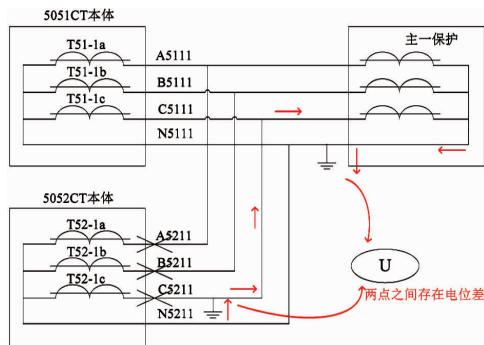


图2 误碰两点接地导致500 kV保护误动示意图

Fig. 2 A sketch of 500 kV protection misoperation caused by the accidental grounding of two points

在制定及执行二次措施单时,只有拆除二次电流电缆头,没有对裸露的线头做好绝缘包扎,门盖受外力移动后与线头接触,造成该500 kV串上乙线主一保护电流回路两点接地,其电位差产生的异常电流,导致该500 kV串乙线主一保护动作跳闸<sup>[8]</sup>。

## 2 控制措施

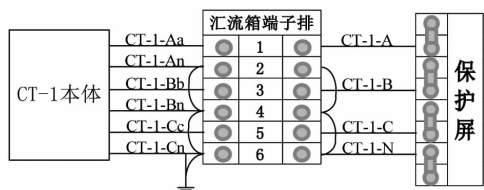


图3 220 kV保护常规双母线保护电流回路接线规范化操作步骤示意图

Fig. 3 Standard operation steps schematic diagram of 220 kV protection conventional double busbar protection current circuit wiring

相比之下对在一般220 kV保护常规双母线保护电流回路接线中,电流二次回路操作时,一般遵循“先短后断”的原则。所谓“先短”是指在对某电流回路进行操作时,先将电流回路的A、B、C、N用短接线短接在一起;所谓“后断”是指在执行短接操作

后,用电流钳表量测短接线后无电流,然后推开电流连片<sup>[9]</sup>。图3所示。

操作方法:

第1步:好绝缘垫。

第2步:在CT-1电流端子箱电流回路端子排处,先用一只钳形电流表钳好需要检修的CT-1电流互感器二次靠CT侧,确任基本无电流<sup>[10]</sup>。

第3步:先将预先准备好的短接线接地,然后再按照短接顺序n-c-b-a(形成接地点-n-c-b-a)<sup>[11]</sup>。

第4步:再断开电流互感器二次CT侧与保护侧的端子中间连接片<sup>[12]</sup>。

第5步:检修的CT-1电流互感器工作完毕后恢复电流回路,慢逐相恢复检修好的CT-1电流互感器二次CT侧与保护侧的端子中间连接片。

第6步:再按照顺序拆除a-b-c-n-接地点恢复(说明:拆除过程中接地点一直在CT侧保持接地,保护人身安全)<sup>[13]</sup>。

第7步:待保护装置带负荷测试正确后,再投入运行。

但是在高压变电站500 kV保护采集的电流互感器二次回路采取是和电流接线方式中,执行该原则会导致运行间隔的误跳闸<sup>[14]</sup>。应该电流回路采用遵循“先断后短”的安全措施原则。高压变电站500 kV保护采集的电流互感器二次回路采取是和电流接线方式规范化操作步骤如图4所示。

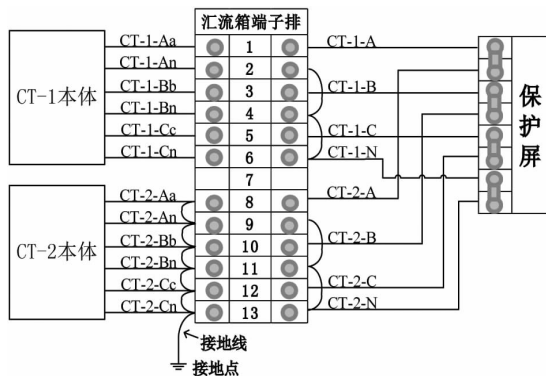


图4 和电流互感器回路检修规范化操作步骤示意图

Fig. 4 Operation steps schematic of current transformer circuit standardized overhaul

操作方法:

第1步:好绝缘垫。

第2步:在CT-1与CT-2电流互感器二次侧的和电流端子箱电流回路端子排处,先用一只钳形电流表钳好需要检修的CT-2电流互感器二次靠CT侧,确

任基本无电流;再用另外一只钳形电流表钳好运行的 CT-1 电流互感器二次靠保护侧,确认有电流<sup>[15]</sup>。

第 3 步:慢断开检修的 CT-2 电流互感器二次 CT 侧与保护侧的端子中间连接片,同时观察 CT-1 电流互感器二次靠保护侧是否有变化,若无变化继续断开后将断开的连接片紧固,若有变化立即将接线断开的连接片恢复,查明原因再进行工作。

第 4 步:先将预先准备好的短接线接地,然后再按照短接顺序 n-c-b-a(形成接地点-n-c-b-a)。

第 5 步:检修的 CT-2 电流互感器工作完毕后恢复电流回路,顺序是 a-b-c-n-接地点恢复(说明:拆除过程中接地点一直在 CT 侧保持接地,保护人身安全)<sup>[16]</sup>。

第 6 步:慢逐相恢复检修好的 CT-2 电流互感器二次 CT 侧与保护侧的端子中间连接片,同时变观察 CT-1 电流互感器二次靠保护侧是否有变化,若无变化继续将恢复的连接片紧固,若有变化立即将连接片断开,查明原因再进行工作<sup>[17]</sup>。

第 7 步:待保护装置带负荷测试正确后,再投入运行。

### 3 结束语

一般 220 kV 保护常规双母线保护电流回路接线中,电流二次回路操作时,一般遵循“先短后断”的原则。高压变电站 500 kV 保护采集的电流互感器二次回路采取是和电流接线方式中,当一组电流互感器停运维护检修,一组继续运行,在工作中若不小心防范,容易导致事故的发生,导致 500 kV 变电站失压,威胁电网的安全稳定运行,其重要性不言而喻。本文通过分析得出与双目或单母等普通的接线方式(“先短后断”的原则)的控制措施,即遵循“先断后短”的安全措施原则。

文章提出高压变电站 500 kV 保护采集的电流互感器二次回路采取是和电流接线方式规范操作方法<sup>[18]</sup>,该解决问题有:①高压变电站 500 kV 保护采集的电流互感器二次回路采取是和电流接线方式检修短接操作方法,有效避免了高压变电站 500 kV 保护采集的电流互感器二次回路采取是和电流接线方式检修时盲目将其短接线短接、盲目将其断开接地点、操作的顺序不正确等等导致保护无跳闸事故<sup>[19]</sup>;②高压变电站 500 kV 保护采集的电流互感

器二次回路采取是和电流接线方式规范操作方法,补充完善公司作业指导书,提高了 500 kV(厂)站三分之二接线方式的和电流回路现场工作规范化水平<sup>[20-22]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 陈隆. 500 kV 母线跳闸事故的分析[J]. 贵州电力技术, 2016, 19(10):1-2.  
CHEN Long. Analysis of 500 kV bus trip accident[J]. Guizhou Electric Power Technology, 2016, 19(10):1-2.
- [2] 张帆, 李一泉, 袁亮荣, 等. 电压互感器二次回路接地研究[J]. 广东电力, 2008, 21(04):5-9.  
ZHANG Fan, LI Yiquan, YUAN Liangrong, et al. Research on multiple earth in voltage transformer secondary circuit[J]. Guangdong Electric Power, 2008, 21(04):5-9.
- [3] 詹荣荣, 周玉兰. 2003 年全国电网元件保护运行情况分析[J]. 电力自动化设备, 2005, 25(05):13-19.  
ZHAN Rongrong, ZHOU Yulan. Analysis of 2003's element protection operation in power grids[J]. Electric Power Automation Equipment, 2005, 25(05):13-19.
- [4] 周玉兰. 2004 年全国电网元件保护运行情况分析[J]. 中国电力, 2006, 39(05):23-26.  
ZHOU Yulan. Operating statistics and analysis of element protection for power system in 2004[J]. Electric Power, 2006, 39(05):23-26.
- [5] HAN KE, WEIJEN LEE, MOSHING CHEN, et al. Grounding techniques and induced surge voltage on the control signal cables[J]. IEEE Transactions on Industry Applications, 1998, 34(04):663-668.
- [6] 陈宇晖. 电流互感器二次回路检测方法的探讨[J]. 贵州电力技术, 2017, 20(06):34-36.  
CHEN Yuhui. Discussion on the detecting method of secondary circuit of current transformer[J]. Guizhou Electric Power Technology, 2017, 20(06):34-36.
- [7] 朱征峰, 胡铁军, 王坚敏. 新乐变镇乐 2306 线保护误动的分析[J]. 电网技术, 2000, 24(11):70-71.  
ZHU Zhengfeng, HU Tiejun, WANG Jianmin. Analysis on maloperation of protective relaying for 220 kV Zhenle 2306 transmission line[J]. Power System Technology, 2000, 24(11):70-71.
- [8] 钟成元. 翠山电站 110 kV 线路保护误动原因分析[J]. 继电器, 2008, 36(07):86-87, 91.  
ZHONG Chengyuan. Analysis of maloperation of line protection in Cuishan 110 kV Hydrosbustation[J]. Relay, 2008, 36(07):86-87, 91.
- [9] 邱涛, 王攀峰, 张克元, 等. 一起二次回路两点接地引起母线保护误动的事故分析[J]. 电力系统保护与控制, 2008, 36(24):110-112.  
QIU Tao, WANG Panfeng, ZHANG Keyuan, et al. Analysis of two groundings in secondary circuit arising maloperation of busbar

- protection[J]. Power System Protection and Control, 2008, 36(24):110-112.
- [10] D. E. THOMAS, C. M. WIGGINS, T. M. SALAS, et al. Induced transients in substation cable: measurements and models[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 1994, 9(04): 1861-1868.
- [11] 龚洪金, 顾燕明, 秦莉敏. 微机型主变差动保护误动原因分析及对策[J]. 继电器, 2007, 13(07): 77-81.  
GONG Hongjin, GU Yanming, QIN Limin. Analysis and countermeasures of misoperation of microcomputer-based transformer differential misprotection[J]. Relay, 2007, 13(07): 77-81.
- [12] 尹仓武. 主变差动保护误动及防范措施[C]//第16届华东六省一市电机工程学会输配电技术研讨会论文集. 2008.
- [13] 李苇. 变电所电压互感器二次绕组中性点的接地[J]. 电力勘测设计, 2004, (02): 47-49.  
LI Wei. Discussion about secondary earthing of voltage transformer in high voltage substation[J]. Electric Power Survey & Design, 2004, (02): 47-49.
- [14] K. E. BOW, D. A. VOLTZ. Overall shield protects instruments cable from the effect of lightning[J]. IEEE Transactions on Industry Application, 1994, 30(02): 269-276.
- [15] 焦彦军, 于江涛. 衰减直流分量对傅立叶变换快速算法的影响及其消除办法[J]. 华北电力大学学报, 2006, 33(02): 37-39.  
JIAO Yanjun, YU Jiangtao. Influence of decaying DC component on FFT fast algorithm and its solution[J]. Journal of North China Electric Power University, 2006, 33(02): 37-39.
- [16] 张志军, 孟庆波. 交流二次回路多点接地的解决方案[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(23): 125-129.  
ZHANG Zhijun, MENG Qingbo. Many-place earthing solution of the AC secondary circuit[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(23): 125-129.
- [17] RJ GAVAZZA, CM WIGGINS. Reduction of interference on substation low voltage wiring[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 1996, 11(03): 1317-1329.
- [18] 杨鹏宇, 高柳明. 电流互感器二次回路错误接线故障特征分析
- 析及检验方法[J]. 电力大数据, 2017, 20(11): 12-14.  
YANG Pengyu, GAO liuming. The fault character analysis and checking method of the secondary circuit of current transformer[J]. Power Systems and Big Data. 2017, 20(11): 12-14.
- [19] 王玮. 二次设备检修潜伏性风险隔离端子设计[J]. 贵州电力技术, 2016, 19(10): 36-39.  
WANG Wei. The design of the electric secondary equipments dangerous points of isolation terminals in examining and repairing[J]. Guizhou Electric Power Technology, 2016, 19(10): 36-39.
- [20] 赵勇, 石光, 刘魏. 电流回路两点接地引起变压器差动保护误动分析[J]. 华中电力, 2010, 23(01): 43-44.  
ZHAO Yong, SHI Guang, LIU Wei. Analysis of transformer differential protection malfunctioning from current circuit two points grounding, Central China Electric Power, 2010, 23(01): 43-44.
- [21] 乔彩霞, 王蕴敏. 变电站母线差动保护误动原因分析及处理措施[J]. 内蒙古电力技术, 2016, 34(03): 38-41.  
QIAO Caixia, WANG Yunmin. Analysis and countermeasures on substation bus differential protection misoperation[J]. Inner Mongolia Electric Power, 2016, 34(03): 38-41.
- [22] 罗宇航, 李兴. 云广特高压直流接地极母线差动保护状态识别信号的改进[J]. 广东电力, 2017, 30(03): 122-127.  
LUO Yuhang, LI Xing. Improvement on electrode bus differential protection state identification signals in Yunnan-Guangdong UHVDC transmission system[J]. Guangdong Electric Power, 2017, 30(03): 122-127.

收稿日期: 2018-04-18

作者简介:



吴海涛(1971)男,本科,高级工程师,主要从事变电管理工作。

(本文责任编辑:王燕)

## Analysis and control of 500 kV protection maloperation caused by two points grounding

WU Haitao

(Shenzhen Power Supply Bureau Co., Shenzhen 518020, China)

**Abstract:** At present, there are many secondary faults in the secondary circuit of the current transformer of the high-voltage substation. The two-point grounding of the current transformer causes a 500 kV protection misoperation because 500 kV protection collects the currents of the secondary loops of the two current transformers and adopts two-fold. In the three-connection mode, when one of the current transformers and its secondary circuit is overhauled and stopped, another current transformer and its secondary circuit are still running. At this time, if the risk control measures are improper in the work, it will lead to protection. Misoperation caused grid accidents. This article summarizes the 500 kV protection of high-voltage substations through the case analysis and summarizes the risk control measures in the maintenance of the secondary circuits of the two current transformer, and the general principle had been proved in the project practica.

**Key words:** two-point grounding; current wiring mode; double busbar connection; protection disoperation