

电压互感器反充电问题分析及防范措施

Analysis and Preventive Measures of Back-charging of Voltage Transformer

向小旭

Xiaoxu Xiang

台山核电合营有限公司 中国·广东 台山 529200

Taishan Nuclear Power Joint Venture Co., Ltd., Taishan, Guangdong, 529200, China

摘要: 220kV 的双母线接线方式, 在运行中必然需要对母线进行倒闸和停送电操作。论文阐述了三种二次电压切换接线回路特点和在母线切换以及停送电操作中的电压互感器二次反充电原因和潜在风险, 并提出了改进防范措施。

Abstract: The 220kV double busbar connection mode must be switched off and the operation of power off and transmission must be performed on the busbar during operation. The paper expounds the characteristics of three secondary voltage switching wiring circuits, the causes and potential risks of secondary reverse charging of voltage transformers in bus switching and power outage operations, and proposes improved preventive measures.

关键词: 220kV 辅助电源; 双母线接线; 电压互感器; 反充电; 防范措施

Keywords: 220kV auxiliary power supply; double bus wiring; voltage transformer; reverse charging; preventive measures

DOI: 10.12346/peti.v3i4.6423

1 引言

220kV 辅助电源为施工期间用电和商运后的辅助电源。220kV 开关站采用双母线接线方式, 该接线方式具有供电可靠性大, 可以轮流检修母线而不使供电中断, 当一组母线故障时, 只要将故障母线上的回路倒换到另一组母线, 就可迅速恢复供电。另外, 还具有调度、扩建、检修方便的优点, 但也存在一次设备倒闸操作时, 电压互感器二次回路向一次设备反充电的风险。

所谓反充电就是在倒闸操作过程中, 由于误操作或工作票本身有误, 造成双母线带电的电压互感器二次回路与不带电的电压互感器二次回路相并联, 其后果是使带电的电压互感器二次回路空气开关跳开, 继而造成所有运行线路的交流二次回路电压消失。这是因为电压互感器相当于一个内阻极小的电压源, 在正常情况下电压互感器二次负载是计量表的电压线圈和继电保护及自动装置的电压线圈, 其阻抗很大、工作电流很小, 相当于变压器空载运行, 故电压互感器二次空气开关容量很小, 一般为 1~3A。但在一次侧未带电的情况下, 即使停电的一次母线未接地, 其阻抗(包括母线

电容及绝缘电阻)虽然较大, 假定为 $1M\Omega$, 电压互感器二次侧额定电压一般为 100V, 如对 220kV 电压互感器, 变比为 $220000V/100V=2200$, 所以反充电时从电压互感器二次测看到的阻抗只有 $1000000/(2200)^2=0.21\Omega$, 近乎短路, 故在反充电过程中, 会产生很大的电流($I=100/0.21=476.19A$), 将造成运行中电压互感器二次侧小开关跳开或熔断器熔断, 使运行中的保护装置失去电压, 可能造成保护装置的误动或拒动。如果电压互感器二次空气开关跳不开, 还会造成人身和设备损坏事故(如电压切换箱烧毁)。虽然目前还并未出现类似事件, 但是这种风险值得我们探讨和研究。

2 双母线接线二次电压的切换

2.1 二次电压切换原理

双母线接线上所连接的设备, 为了保证其一次系统和二次系统在电压上保持对应, 要求保护、测量、计量都有电压自动切换回路。电压自动切换通过用刀闸辅助接点去启动电压切换继电器来实现, 目前主要有以下三种电压切换回路:

①单接点非自保持切换回路, 即采用母线刀闸的常开辅

【作者简介】向小旭(1984-), 男, 中国重庆人, 本科, 工程师, 从事核电站反应堆运行研究。

助接点串接常规电压继电器。单接点非自保持的典型电压切换原理为当 I (II) 母刀闸推上后, I (II) 母刀闸常开辅助触点闭合, 继电器动作, 常开接点闭合, I (II) 母电压互感器二次电压经过切换后进入保护、测控或计量装置。

②单接点自保持方式也是接入线路 I、II 母侧刀闸的常开辅助接点来控制切换继电器。其与单接点非自保持方式的区别是, 当 I 母刀闸闭合时, 其常开接点除启动继电器把 I 母二次电压引入切换后回路外, 同时还会复归 II 母切换继电器。当母 II 母刀闸闭合时亦同。这样就可有效避免 I、II 母二次电压非正常并列。

③双接点自保持方式。即采用了母线刀闸的常开辅助接点串接双位置电压继电器动作线圈, 母线刀闸的常闭辅助接点串接双位置电压继电器复归线圈。图 1 为双接点自保持型式的电压切换原理接线图, 其中 1YQJ1-1YQJ3、2YQJ1-2YQJ3 为非保持的单位置电压切换继电器; 1YQJ4-1YQJ7、2YQJ4-2YQJ7 为双线圈磁保持的双位置电压切换继电器, 其动作线圈得电后, 继电器的常开接点闭合, 常闭接点打开, 此时如果动作线圈再失电, 继电器接点维持原来的状态, 直到复归线圈得电后才转换为另一种状态。当 I (II) 母刀闸闭合后, I (II) 母刀闸常开接点闭合, 1YQJ (2YQJ) 继电器动作, 1YQJ6、1YQJ7 (2YQJ6、2YQJ7) 常开接点闭合, I (II) 母电压互感器二次电压经过切换后进入保护、测控或计量装置。

2.2 各种切换方式的优缺点

三种电压切换继电器回路各有优缺点, 采用单接点非保持的优点是简单、便于实现, 但当刀闸辅助接点接触不良时保护会失去电压, 因此对刀闸辅助接点的可靠性要求非常高。而采用单接点自保持或双接点自保持方式时保护一般不会失去电压, 但由于存在保持回路而容易造成 I、II 母二次电压非正常并列^[1]。他们的具体差别见表 1。

表 1 三种电压切换回路性能比较

类型	单接点非保持	单接点自保持	双接点自保持
回路复杂程度	简单	一般	复杂
对辅助接点的要求	高	一般	一般
辅助接点的数量	少	少	多
辅助接点接触不良时保护是否会失去电压	会	不会	不会
辅助接点坏是否会引起电压非正常并列	不会	不会	会
复归线圈不可靠是否引起电压非正常并列	不会	会	会

2.3 母线电压互感器二次电压反充电原理

对双接点自保持继电器接线切换回路, 在倒母线过程中, 以下两种情况会造成母线二次电压通过电压切换继电器接点并列:

①已拉开的母线刀闸常开接点粘结。例如, 在 220kV I 母停电操作过程中, 将原接于 I 母运行的线路或主变的 II 母刀闸推上后, II 母刀闸常开接点闭合, 使 2YQJ 继电器均动作;

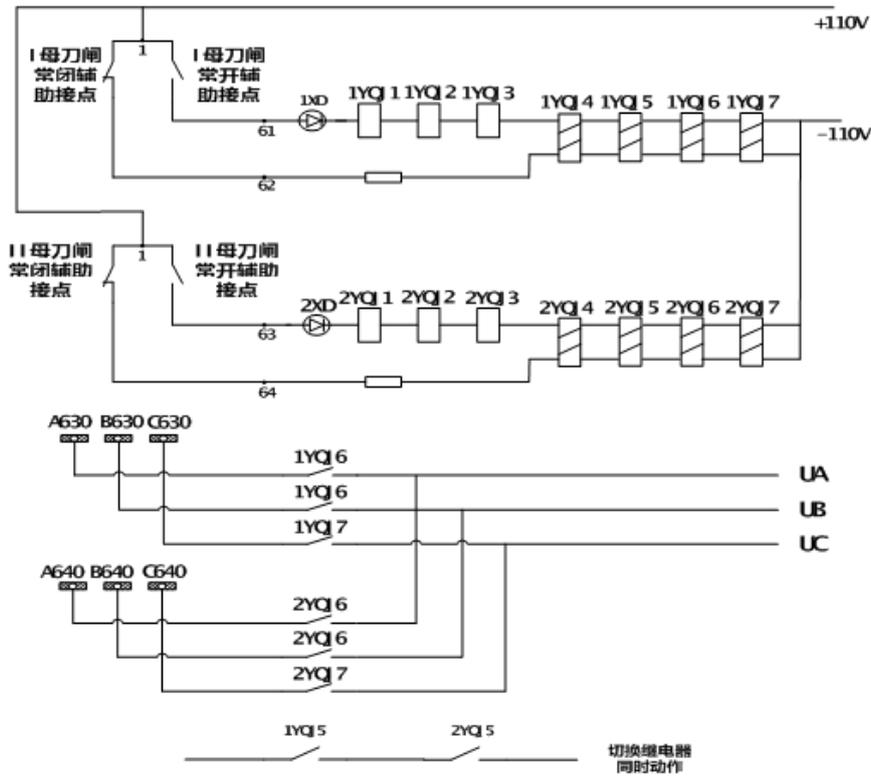


图 1 双接点自保持继电器切换原理接线图

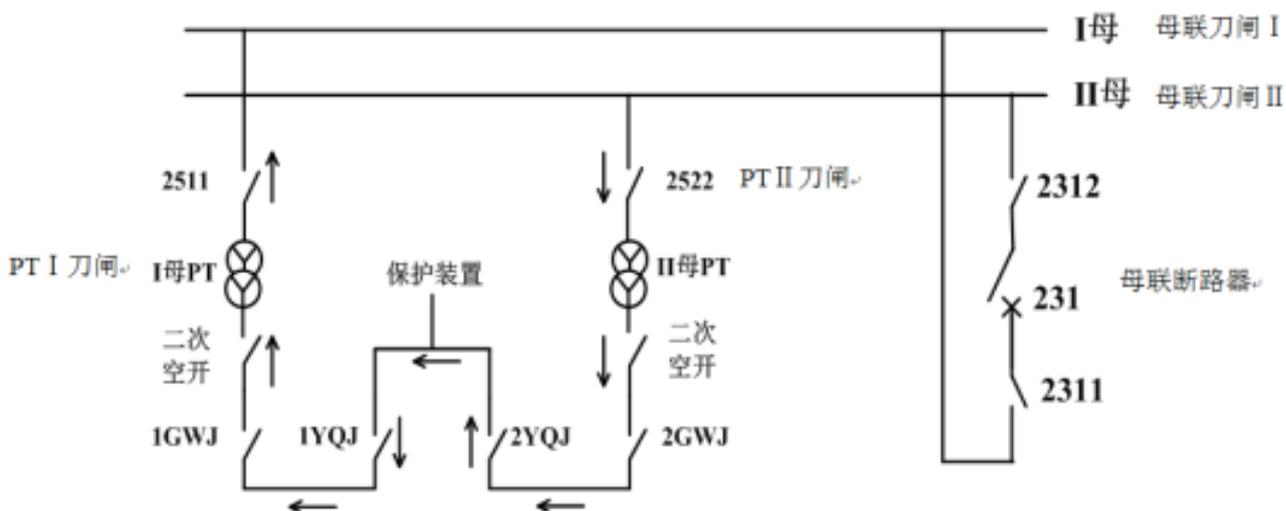


图2 双母线 PT 反充电回路示意图

再拉开 I 母刀闸，而刀闸常开接点粘结，使 1YQJ 继电器不能返回，此时 I、II 母二次电压通过 1YQJ、2YQJ 的接点并列。

②双位置启动方式的电压切换回路中，已拉开母线刀闸的常闭接点未闭合或双位置继电器的复归回路失效（断线、继电器失灵等）。例如，在 220kV I 母停电操作过程中，将接于 I 母运行的线路或主变的 II 母刀闸推上后，II 母刀闸常开接点闭合，使 2YQJ 继电器均动作；再拉开 I 母刀闸，刀闸常开接点打开，而刀闸的常闭接点未闭合或双位置继电器复归回路失效，使 1YQJ 中的双位置继电器不能返回，此时 I、II 母电压互感器二次电压就通过 1YQJ 和 2YQJ 中的双位置继电器接点并列。

当由于以上原因导致 I、II 母电压互感器二次电压通过电压切换继电器接点并列时，若此时停电母线的电压互感器仍连接于其上，就会发生运行母线电压互感器对停电母线电压互感器从二次侧反充电的事故。图 2 为双母线 PT 二次反充电示意图，如果 220kV I 母停电操作时，在将接于 I 母上运行的某线路倒至 II 母后，该线路某套电压切换回路中的 I 母电压切换继电器 1YQJ 未正确返回，而 2YQJ 已经动作，1YQJ、2YQJ 接点均闭合，使 I、II 母电压互感器二次电压通过电压互感器二次空开、电压互感器刀闸继电器接点 1GWJ/2GWJ、电压切换继电器接点 1YQJ/2YQJ 并列，此时若断开母联 231 开关，II 母电压互感器将对停电的 I 母电压互感器从二次侧反充电。

3 反充电防范措施

通过以上分析，针对在母线停送电操作过程中，容易发生母线二次电压通过电压切换继电器接点反充电的事故，现提出几点防范措施：

①母线倒闸操作过程中，操作人员应及时、正确判断“切换继电器同时动作”信号是否正常。当 I、II 母电压互

感器二次电压通过电压切换继电器接点并列时，会发出“切换继电器同时动作”告警信号，提醒操作人员二次电压已并列，此时严禁不退出母线电压互感器，直接断开母联开关停母线。

②电压互感器检修后的投入。运行值班人员投入检修后电压互感器二次回路空气开关时，应测量空气开关两侧是否带电，确认两侧不带电后，方可投入电压互感器二次回路空气开关，确保不会母线不带电的 PT 不会因为电压互感器二次侧的并列而出现反充电。

③采用不带母线电压互感器停送母线的操作方式。即母线电感式电压互感器的投退，必须在母线带电的情况下进行操作，即不带母线电感式电压互感器停送母线。当采用不带母线电压互感器停送母线的方式操作时，先断开电压互感器二次空气开关，切断二次电压反充电回路，就不会发生二次电压反充电的事故。对母线停电时，可以采取先断电压互感器二次空开、后断开母联开关、再拉开电压互感器刀闸的顺序来操作，送母线时相反。

④“切换继电器同时动作”信号回路接线应正确。双接点自保持方式的电压切换回路的“切换继电器同时动作”信号应采用双位置继电器接点，当刀闸位置异常或切换继电器接点粘连，导致母线电压并列时，信号会一致保持至故障排除。

⑤对于切换回路接线方式的选择。双接点自保持切换方式，由于此方式要求辅助节点多、回路复杂且容易造成漏接、错接及二次电压的非正常并列等原因在应用中已不具备优势。而随着现在各厂家制造工艺非常成熟，继电器可靠性不断增强，故单接点自保持切换方式已具有较高的可靠性。国家电网公司企业标准 Q/GDW161—2007^[2]中关于电压切换回路也明确规定应采用单接点自保持方式。

4 结论

经过以上分析可以发现,双母线切换回路电压互感器的反充电会造成两条母线都失去保护电压,母线开关跳闸而失电的严重后果。建议在220kV开关站的倒闸、检修和再投入等运行操作中,运行人员和相关专业处应结合以上各种切换接线回路的特点,在工作文件的准备上和实际操作时明确操作风险和做好防范措施。在核电站正常运行期间,在主变、厂变发生故障或主外电源不可用的情况下,会首先由220kV电源向核电厂的安全、非安全厂用负荷供电,

实现核电站的三大安全功能^[3]。如果出现由于倒换母线引起PT反充电事件导致220kV电源母线跳闸失电,将会降低电站电源冗余度。由此可见,这种母线切换造成的反充电风险都值得我们给予充分重视。

参考文献

- [1] 宗秀红,王炼,王世祥.电压切换回路的隐患分析[J].电力系统保护与控制,2008(20):69-71+74.
- [2] Q/GDW161—2007 线路保护及辅助装置标准化设计规范[S].
- [3] HAF-102 核动力厂设计安全规定[Z].