

电压互感器二次回路反充电的原因分析及防范措施

孙亚辉, 陈志强, 蔡 衍

(福建省厦门超高压输变电局, 福建 厦门 361004)

摘要: 论述了双母线接线电压互感器二次回路典型接线及实现二次电压切换、并列的基本原理, 详细分析了多种电压互感器二次切换、并列的回路图, 指出了引起电压互感器二次回路反充电的可能原因, 并结合一起具体的事故案例, 指出查找此类事故的基本原则, 通过现场排查, 找出了本起事故的最终原因, 针对不同的检修人员和运行人员, 提出了具体的防范措施。三年多的运行和操作经验, 表明方法可行。

关键字: 母线; 电压互感器; 切换继电器; 反充电; 防范措施

Cause analysis and preventions of voltage transformer secondary circuit anti-inverse charge

SUN Ya-hui, CHEN Zhi-qiang, CAI Yan

(Xiamen Extra High Voltage Power Transmission and Substation Bureau of Fujian Province, Xiamen 361004, China)

Abstract: The paper discusses the typical PT secondary circuit connection of double-bus and the principle of switch and parallel operation. The several secondary circuit drawings are analyzed. Possible reasons of anti-inverse charge are presented. Moreover, the paper gives an example of the accident. On the basis of it, some basic principles of finding anti-inverse charge are introduced. At last, the paper points out the cause of the accident. Measures of preventing similar accident are presented. The operation experience of voltage transformer by the rules in the past three years shows it is feasible.

Key words: busbar; voltage transformer; selection relay; anti-inverse charge; preventive measures

中图分类号: TM451 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)09-0126-04

0 引言

多段式母线上所连接的电气设备, 其保护装置所接的母线电压随该间隔一次回路一起进行切换, 利用该间隔的隔离开关辅助触点和中间继电器触点进行自动切换。在某段母线电压互感器停役而母线不停役时, 设置两段母线电压互感器切换回路, 便于其中一段母线电压互感器停用时, 保证其电压互感器二次电压小母线上电压不间断, 该段母线所接的保护、测量和计量元件可正常运行。但电压互感器二次切换回路在操作过程中, 由于某种原因可能产生电压互感器二次反充电的情况, 造成事故的发生。

1 电压互感器二次回路接线

目前变电所大多选用四绕组母线电压互感器, 两个主二次绕组接成星形, 一个供测量仪表和继电保护回路用, 一个供计量表计用, 剩余电压绕组接成开口三角形供接地保护用^[1]。双母线接线电压互

感器回路典型接线见图 1。

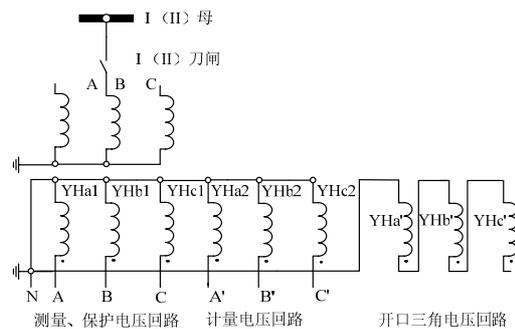


图 1 双母线接线电压互感器二次回路典型接线

Fig.1 Typical PT secondary circuit connection of double-bus

2 电压互感器二次切换、并列回路原理

如图2, I母或II母的二次电压经过电压切换回路的选择切换以后才能到达保护、测量、计量装置等回路, 回路中的切换触点分别为切换继电器的触点, 切换继电器由该出线间隔相应的母线隔离开关辅助触点控制。电压切换回路保证出线间隔的二次

保护、测量和计量回路所得到的母线二次电压与一次系统始终保持一致^[2]。

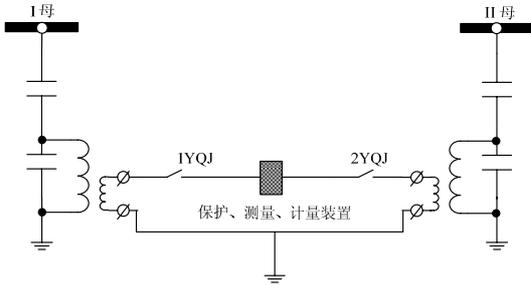


图2 双母线接线电压互感器二次切换、并列回路示意图
Fig.2 Schematic diagram of PT anti-inverse charge

3 电压互感器二次反充电回路分析

3.1 母线电压并列回路

以四方公司的 YQX-23J 型电压切换箱为例, I-III 母母线电压并列回路图如图 3 所示。

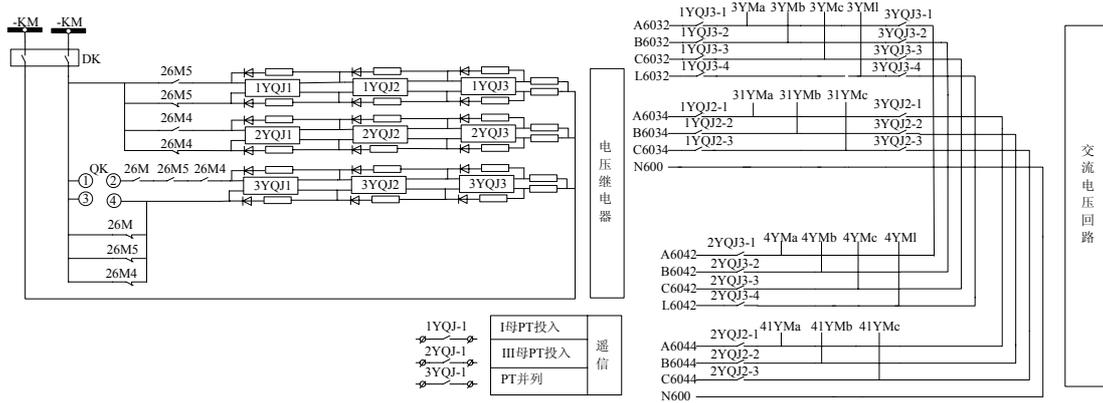


图3 电压并列控制回路
Fig.3 Voltage parallel secondary circuit

然而, 由于电压互感器并列回路由 3YQJ2、3YQJ3 的触点实现, 而电压互感器并列信号由 3YQJ1 触点发出, 当 3YQJ2、3YQJ3 触点粘死, 而 3YQJ1 正常时, 两段母线电压互感器二次电压实际处于并列状态但综自后台并不会收到并列信号。这种情况在正常运行时并不会引起运行人员注意, 但一旦一段母线停运, 就会发生电压互感器反充电事故。

3.2 线路间隔保护电压切换回路

以 CZX-12R1 操作箱和 CZX-12A 操作箱为例, 其中 CZX-12R1 操作箱电压切换采用隔离开关常开动作、常闭返回, 而 CZX-12A 操作箱电压切换只采用隔离开关常开触点来控制。如图 4、图 5 所示。

只用隔离开关的一对常开触点来控制切换回路

26M 为母联开关辅助触点, 26M5、26M4 为 I 母、III 母隔离开关辅助触点, QK 为切换开关, 切至“禁止并列”位置 3 4 点接通, 1 2 点断开, 切至“允许并列”位置 1 2 点接通, 3 4 点断开。1YQJ1、2YQJ1、3YQJ1、1YQJ2、2YQJ2、3YQJ2、1YQJ3、2YQJ3、3YQJ3 为电压切换继电器, 用于电压切换、发信号等。当 I 母、III 母隔离开关在合位时, 其常开触点接通, 常闭触点断开, 1YQJ2、1YQJ3、2YQJ2、2YQJ3 继电器励磁, 相应的触点闭合, 由于继电器 3YQJ2、3YQJ3 处于断开状态, 因此 I 母和 III 母二次电压各自工作。只有这时在 QK 切换至 12 位置, 继电器 3YQJ2、3YQJ3 对应的触点接通, 才能实现电压的并列。

的 CZX-12A 操作箱, 在切换回路失电 (如隔离开关辅助触点接触不良) 的时候继电器也失电, 其常开触点断开, 相应的保护就会取不到 PT 电压, 可能引起保护误动。而采用隔离开关的常开触点动作、常闭触点返回的双位置继电器来实现对切换回路的控制, 这样, 当隔离开关常开触点闭合, 即使在在切换回路失电的时候, 双位置继电器不会返回, 除非隔离开关常闭触点返回, 切换回路仍然是导通的。

以上两电压切换回路, 在线路倒母线操作时, 将导致两段母线二次电压并列, 各线路均发“切换继电器同时动作”告警信号, 但发切换继电器同时动作信号的 1YQJ1、2YQJ1, 其控制电压切换与发出信号的触点不为同一个继电器控制。

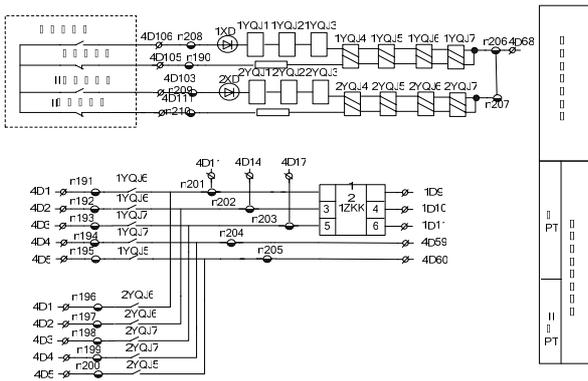


图 4 CZX-12R1 操作箱

Fig.4 CZX-12R1 operation cabinet

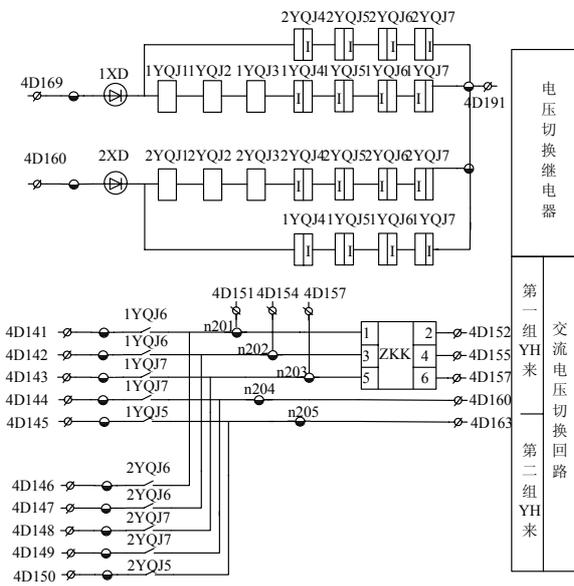


图 5 CZX-12A 操作箱

Fig.5 CZX-12A operation cabinet

3.3 线路间隔计量电压切换回路

计量表计(电度表)PT二次电压是经过电压切换继电器屏上相应线路的重动继电器切换后的电压。如图6所示。在线路倒母线操作时,将发生两段母线二次电压并列。

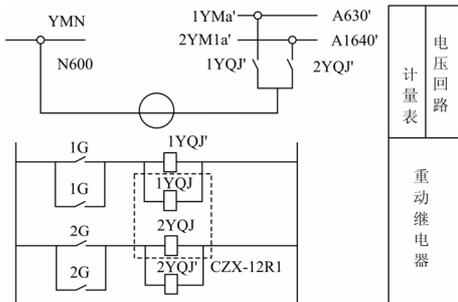


图 6 计量电压切换回路

Fig.6 Metric voltage switch circuit

3.4 同期回路

同期小母线切换是由 1G、2G 隔离开关位置继电器(3HWJ、4HWJ)控制,回路图如图7所示。如 3HWJ 或 4HWJ 触点粘死(假设 4HWJ 触点粘死),在两段母线正常运行时无法发现其中的异常情况,但一旦 II 段母线停电, A640 失电,此时将发生由 A630 经 3HWJ 和 4HWJ 触点向 II 段母线电压互感器反充电的情况。

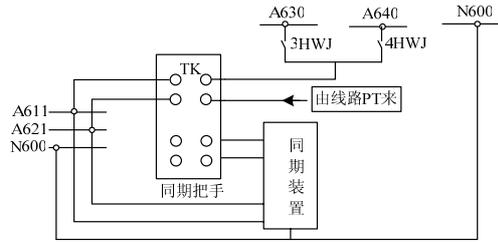


图 7 同期小母线切换回路

Fig.7 Synchronous switch circuit

4 事故案例

4.1 事故现象

2006年2月,某变电站在操作“220 kV III 段母线由检修转热备用”过程中,合上 220 kV III 段母线电压互感器二次侧空开时, 220 kV I、III 段母线电压互感器二次侧空开一起跳闸,造成整段母线保护失压。

4.2 二次设备配置

该变电站 220 kV 系统为双母线、双分段运行,公用测控屏上共装设了 4 套 YQX-23J 型电压切换箱,用于 I-II 母、III-IV 母母线电压切换或并列和 I-III 母、II-IV 母母线电压并列。其中, I-III 母母线电压并列回路图见图 3。此外,该变电站部分采用 CZX-12R1 操作箱,部分采用 CZX-12A 操作箱。

4.3 事故查找原则

根据以上分析,按照《PT 二次切换回路避免反充电的反措规定》,主要按以下原则进行检查:

- 1) 查母线电压并列继电器的触点均接正确,隔离开关辅助触点与实际相符。
- 2) 母线电压互感器二次并列,现场应发“母线电压并列”“切换继电器同时动作”告警信号。
- 3) 电压互感器二次并列继电器,其控制电压切换和发出母线并列信号的触点宜由同一个继电器控制。
- 4) 用隔离开关辅助触点控制的电压切换继电器,应有一副电压切换触点作监视,保证隔离开关的正确位置。

4.4 现场检查情况

根据排查:

1) 电压切换接点均接线正确, 隔离开关辅助触点与实际相符。

2) I 母电压互感器二次空开与 III 母电压互感器二次空开之间 3YQJ 插件内控制电压切换的常开常闭触点接反, 发出母线并列信号的节点采用另一个继电器控制, 导致正常运行时电压互感器二次侧既并列, 而信号回路又正常, 在母线热备用后由于反充电造成电压互感器空开跳闸。这就是本次事故的具体原因。

5 结论

1) 若接某段母线的出线隔离开关用于控制 YQJ 继电器返回的辅助常闭触点由于质量问题不返回, 导致 1YQJ 和 2YQJ 重动继电器同时动作, 在母线转热备用操作时, 电压互感器反充电空开跳闸造成保护全部失压。

2) 若并列继电器触点出现粘合或触点用错, 二次电压回路将误并列。若母线一次侧未送电, 该母线电压互感器空开一旦送上就出现电压互感器二次反充电, 导致并列的另一段母线电压互感器空开跳闸, 从而造成整段母线保护失压。

3) 发出母线并列信号的触点的继电器与控制电压切换的继电器不是同一个。

6 事故防范措施及效果

由于切换用的接点和回路很多, 无法用同一个继电器完成。根据上述分析, 我们提出以下防范措施。

6.1 检修人员的防范措施

1) 加强年检时对保护操作箱、计量、同期电压切换继电器的检验工作, 要检查到每个触点, 以防触点粘死。

2) 用隔离开关辅助触点控制的电压切换继电器, 应有一副电压切换继电器触点作监视用; 电压互感器二次并列继电器, 其控制电压切换和发出母线并列信号的节点宜由同一个继电器控制, 现场监控及有关信号系统应接有“母线电压并列”、“切换继电器同时动作”等信号。

3) 检修人员, 应保证隔离开关常闭辅助触点动作的可靠性, 保护投运前, 应测量隔离开关常闭辅助触点可靠闭合。

4) 检修人员在校验继电器完毕后, 应测量两组带保持的电压切换继电器, 确保只有其中一组动作, 而另一组要可靠返回。

5) 检修人员在做二次通电试验时, 应确保至电

压互感器二次侧的回路可靠断开, 恢复时应再次进行测量核对。

6.2 运行人员的防范措施

1) 母线停电和送电操作前, 运行人员要加强对切换设备的监视, 若发现“母线电压互感器并列”或“切换继电器同时动作”告警信号, 要暂停操作, 安排检修人员进行检查处理, 主要检查母线电压并列继电器的触点是否误闭合及出线隔离开关辅助触点是否与实际相符。

2) 现场应有处理切换继电器同时动作与同时不动作、非正常出现母线电压互感器并列信号等异常情况的专用运行规程。

3) 运行人员投入停运 PT 二次空开时, 应确认下口不带电后, 才可投入 PT 二次空开。

4) 为了保证在切换过程中, 不会产生电压互感器二次反充电, 在母线停送电操作时, 运行人员必须先送一次设备, 再合上二次空开, 停电时则相反。

6.3 防范效果

根据上述措施, 立即对运行规程进行了修改, 对操作过程进行了详细规定, 制定了专用运行规程, 并对某些站的没有引出“母线电压并列信号”光字牌进行了整改, 加强了检修人员对电压切换继电器的检验工作, 确保接线逻辑上的正确无误, 同时也加强了运行人员对切换设备操作和监视力度。三年多的运行结果表明, 措施可行, 没有出现类似情况的发生。

7 结束语

这是一起在操作“220 kV 母线由检修转热备用”的过程中, 由于电压切换插件触点接反, 导致电压互感器二次反充电, 造成整段母线保护失压的事故。根据事故现象, 讨论了对引起这类事故的多种可能原因, 分析了对应的电压互感器二次切换、并列的回路图, 最终得出了事故结论, 给出了防范措施。对这种双母线主接线方式, 在操作过程中易发生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, 会造成电压互感器二次侧向一次侧反充电。在这一过程中, 会产生很大的电流, 对人身和设备带来了安全隐患。因此, 需要认真防范这种情况的发生。

参考文献

[1] 张廷. 电压互感器切换回路改进[J]. 继电器, 2003, 31(2): 61-63.

ZHANG Ting. Improvement on Switch Circuit of the Potential Transformer[J]. Relay, 2003, 31(2): 61-63.

(下转第 133 页 continued on page 133)

令则不予接受, 重合闸继续走延时, 然后重合; 如果再次收到与前一次不同相别的起动重合闸命令则开关直接三跳不重合。

3 案例分析^[2]

3.1 案例一

由于线路两侧开关保护重合闸是不同厂家的, 其中 ABB 厂家的 REB551 开关保护接受到线路保护的跳令时即开始重合闸计时; 而南瑞的 RCS-921A 的重合闸计时需等线路保护跳令返回后才开始, 由于所配置的 ABB 线路保护 REL561 判定线路故障后发出一个展宽至 150 ms 固定跳闸脉冲命令。因此梅里侧 5043 开关先于对侧重合, 重合于故障, 线路保护再次动作, 梅里侧开关三跳。而木渎侧, 因为开关保护重合令尚未发出, 因此线路保护再发跳 C 相令, 对于 RCS-921A (V1.07 版本以上) 开关保护, 在重合闸启动 200 ms 后, 如果收到任何跳闸令, 重合闸立即放电, 沟通三跳。因此木渎侧开关重合闸未发重合令直接三跳。设想如果这条线路上配置的是两套南瑞的 RCS-931 系列分相电流差动保护, 则当梅里侧开关重合于故障时, 木渎侧由于没有故障电流存在, RCS-931 不会发跳令, 必须等本侧开关合于故障后 RCS-931 才能发三跳令, 5041 开关才能三跳; 或者木渎侧开关保护配置的是 ABB 厂家的 REB551, 则当 REL561 线路保护再发单相起动重合闸令时, 由于前后两次故障相别相同, 开关不予接受, 重合闸继续走延时, 然后重合, 合于故障后 REL561 才能发三跳令, 5041 开关方可三跳。

3.2 案例二

同样的原因, 东善桥侧 5013 开关 REB551 先重合, 三汊湾 REL561 保护又测量到 B 相故障而再次发出单跳令, 因三汊湾侧 5051 开关保护 RCS-921A 为 V1.07 版本, 在重合闸计时未到又接收到单跳令重合闸会清零并重新开始计时 (重合闸计时 665 ms 未满足 700 ms), 因此三汊湾侧 5051 开关近似于走了两倍的重合闸延时时间再重合。

4 几点建议

鉴于目前保护类型、厂家非常多, 新、老保护会在很长时间内共存。同一厂家的线路保护配

同一厂家的开关重合闸对应一个固定的故障类型应该不会上述不同的保护动作行为。但不同厂家的线路保护和开关重合闸配合可能会出现很多种难以预料的保护动作行为, 给现场运行人员和各级调度人员带来许多不必要的麻烦, 甚至延误事故处理。因此, 笔者建议:

(1) 对于分相电流差动原理的线路保护, 当一侧先合于故障时, 另一侧也有差流出现, 理论上完全能做到未合的这一侧也直接三跳, 而没必要本侧再次合于故障才三跳, 以减少对一次设备的冲击和对系统稳定产生不必要的影响。事实上国内外均有厂家这样实现了。其他目前还未这样处理的厂家应考虑软件修改的必要。

(2) 保护微机化的普遍使用, 重合闸智能化已成为可能, 因此开关重合闸编制一些故障判别的简单逻辑不是难事, 以保证不同厂家的线路保护和开关重合闸配合时能尽可能减少开关不必要的重合。

(3) 至于同一保护不同版本会出现不同的动作行为, 保护厂家应本着为用户负责的原则, 即时进行软件升级。

参考文献

- [1] 裘愉涛, 方愉冬, 宋森涛. 一起母线故障保护动作行为分析[J]. 浙江电力, 2004(2): 38-39.
QIU Yu-tao, FANG Yu-dong, SONG Sen-tao. Analysis on the Behavior of Protection Relays in a Busbar Fault[J]. Zhejiang Electric Power, 2004(2): 38-39.
- [2] 柳焕章. 中阻抗母线差动保护部正确动作事故分析[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(12): 91-93.
LIU Huang-zhang. Middle Impedance Type Bus Differential Protection Behavior Analysis[J]. Electric Power Automation Equipment, 2006, 30(12): 91-93.

收稿日期: 2009-07-08; 修回日期: 2009-08-12

作者简介:

倪腊琴 (1973-), 女, 高级工程师, 硕士, 从事继电保护运行管理和整定计算工作; E-mail: ni_lq@ec.sgcc.com.cn

骆敬年 (1963-), 男, 高级工程师, 本科, 从事继电保护运行管理工作。

(上接第 129 页 continued from page 129)

- [2] 郭占伟, 魏晓强, 肖志刚, 等. 电压切换回路故障分析[J]. 继电器, 2006, 34(22): 81-83.
GUO Zhan-wei, WEI Xiao-qiang, XIAO Zhi-gang, et al. Analysis of Busbar Secondary Voltage Selection Route Faults[J]. Relay, 2006, 34(22): 81-83.

收稿日期: 2009-06-13; 修回日期: 2009-08-20

作者简介:

孙亚辉 (1978-), 男, 工程师, 硕士, 从事变电运行工作; E-mail: s98021220@yahoo.com.cn

陈志强 (1982-) 男, 技术员, 大专, 从事变电运行工作;

蔡衍 (1974-), 男, 工程师, 本科, 从事变电运行工作。