

电压切换回路的隐患分析

宗秀红, 王炼, 王世祥

(广东电网公司深圳供电局, 广东 深圳 518020)

摘要: 双母线接线方式下的主变和线路操作箱中都设有电压切换回路。电压切换继电器同时动作将会引起 PT 二次并列并烧毁 PT 二次保险, 从而使全站保护装置失压的现象; 双重故障下, 甚至造成全站失压, 扩大事故范围的严重后果。针对电压切换回路中存在的这种隐患, 本文进行了详细的分析探讨, 并提出了一些相应措施, 以提高电压切换回路的可靠性以及变电站运行的可靠性。

关键词: 电压切换; PT 并列; 反充电; 母线失压

Hidden trouble analysis of voltage switch circuit

ZONG Xiu-hong, WANG Lian, WANG Shi-xiang

(Shenzhen Power Bureau, Guangdong Power Grid Company, Shenzhen 518020, China)

Abstract: Voltage switch circuits are set in the operation boxes of transformers and transmission lines for duplicate bus scheme. The PT secondary circuit will be paralleled and the PT secondary safety device may be fused while the voltage switch relays operate at one time, which will make the protection devices of the whole transformer substation voltage loss. Furthermore, the whole transformer substation may lose voltage under another fault. For the existing hidden trouble of the voltage switch circuit, the detailed analysis is made in this paper. Also, some corresponding measures are brought forth, which can improve the reliability of voltage switch circuits and the operation of transformer substations.

Key words: switch of voltage; PT juxtaposition; anti-inverse charge of voltage; bus voltage failure

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2008)20-0069-03

0 引言

220 kV 及以上的变电站, 110 kV 侧和 220 kV 侧系统通常采用双母线接法, 变压器或线路运行在其中的一条母线上。主变保护和线路保护中的带方向保护、距离保护、阻抗保护等都要用到母线二次电压, 为了使主变和线路在倒母线运行时, 保护装置能够取得所挂母线相应的二次电压, 在操作箱中都设有电压切换回路。电压切换回路是靠主变或线路的母线侧刀闸的辅助触点来启动电压切换继电器, 并将电压切换继电器的触点用于二次电压切换以及相关信号的发生, 如“切换继电器同时动作”信号。

目前所用的电压切换回路中, 通常采用部分或全部的双位置电压切换继电器, 当两条母线分裂运行时, 电压切换继电器同时动作将会造成 PT 二次并列烧毁 PT 切换继电器或者 PT 二次保险, 这样将会导致全站保护装置失压^[1-4]; 若期间遇上其它故障,

可能引起失灵保护误动作, 从而扩大事故范围, 造成全站失压的严重后果^[5], 因此必须加以重视。

针对操作箱中电压切回路存在的这种安全隐患, 结合实际事故案例, 本文进行了分析探讨, 并提出了一些具体的解决方法, 对变电站的实际运行及日常维护具有较高的实用价值。

1 事故案例现象

1.1 案例 1

某变电站 110 kV 侧一次主接线如图 1 所示, 事发当时运行方式为 I 母运行、II 母停运检修。由于当时一、二次设备上均有工作, 在一、二次设备工作完毕并恢复一次正常运行方式时, 需要先投入停运母线, 即合上 II 母 PT 一次刀闸, 然后投入 PT 二次保险。然而当运行人员投入 PT 二次保险时, 发生了 PT 二次保险烧坏, 造成全站保护装置失压。

1.2 案例 2^[5]

中山小榄站 220 kV I 母母差失灵保护 RCS-915A

动作, 误切除了 220 kV 1M、2M 母线上所有开关, 造成 220 kV 小榄站全站失压。

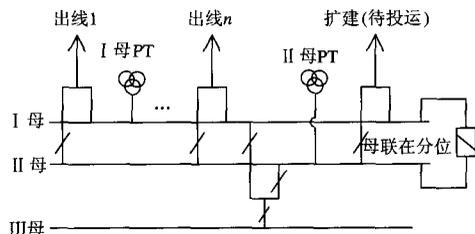


图1 主接线示意图

Fig.1 Sketch map of main connection

2 事故案例分析

2.1 案例1

事发后, 现场测量发现 II 母 (即停运母线) PT 二次保险下口有电压, 而当时 II 母检修, 所有母线均挂在 I 母上运行。再逐个检查每一个间隔时, 发现在未投运的新扩建间隔, 保护屏电压切换后的端子上有电压, 电压值分别为 $U_{ab}=100\text{ V}$ 、 $U_{bc}=100\text{ V}$ 、 $U_{ca}=100\text{ V}$ 、 $U_{an}=57\text{ V}$ 、 $U_{bn}=57\text{ V}$ 、 $U_{cn}=57\text{ V}$, 保护操作箱的电压切换处于不正常状态, 将操作箱的电

压切换插件拔出后, 上述电压值随即消失, 重新给上 PT 二次保险时, 站内的 110 kV 侧系统即恢复正常。

新扩建间隔的保护操作箱为南瑞生产的 CZX-12A 操作箱, 如图 2 所示。在现场刀闸回路没有接好的情况下, 电压切换回路的刀闸辅助触点还都没有接入。保护操作箱在出厂验收时是通过给 1D23 和 1D25 加正电来验收的, 而验收完毕后并没有对 1D24 和 1D26 进行加电压将切换回路中的双位置继电器复归, 从而使 I 母的 YQJ 和 II 母的 YQJ 常开触点均处于导通状态, 造成了两组母线 PT 通过电压切换插件实现了 PT 二次并列的现象, 以其中一相为例, 触点图中 1YQJ3 和 2YQJ3 的触点闭合, I 母二次电压经 $S630 \rightarrow 1D109 \rightarrow 1YQJ3 \rightarrow 1D108 \rightarrow 2YQJ3 \rightarrow 1D110 \rightarrow S640 \rightarrow$ 屏顶小母线 \rightarrow PT 接口屏 (或中央信号继电器屏) \rightarrow PT 端子箱的二次保险 \rightarrow PT 一次刀闸 \rightarrow II 母反充电。由于母联开关处于分位, I、II 母一次侧有电压差, 从而在反充电回路中形成了较强的电流, 以至烧毁 PT 二次保险, 导致全站保护装置失压。

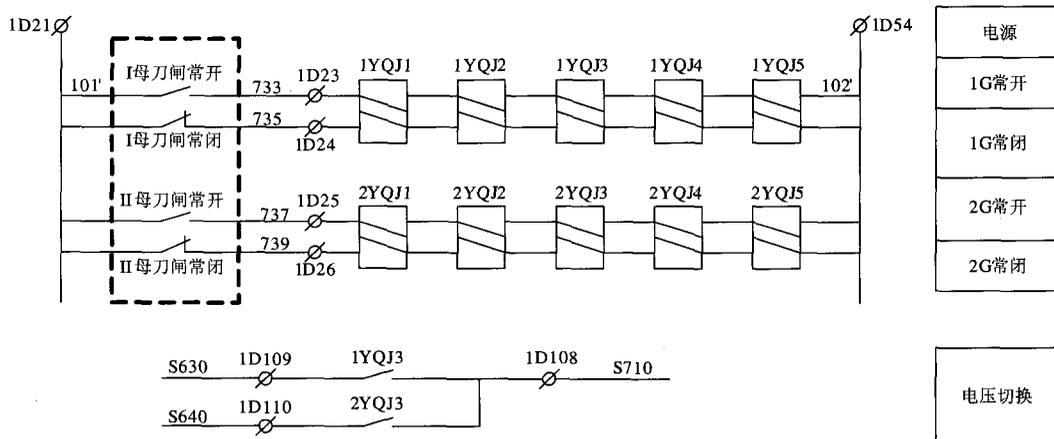


图2 案例1 电压切换回路

Fig.2 Voltage switch circuit of the first case

2.2 案例2

中山小榄站 220 kV 某线路发生故障, 开关失灵无法切除故障。该线路运行于 220 kV I 母线上, 失灵元件动作后应该切除 I 母线上的所有线路即可, 然而却同时切除了 II 母线上的所有线路, 导致全站失压。

该线路的二次电压切换回路如图 3 所示, 事后调查发现, 该线路的 II 母侧刀闸常闭辅助触点故障而不能接通, 使得双位置继电器 2YQJ4~2YQJ7 处于

励磁状态而无法复归, 又该线路实际运行于 I 母线上, 故 I 母侧常开刀闸辅助触点接通, 双位置继电器 1YQJ4~1YQJ7 也处于励磁状态, 故而导致 PT 二次非正常并列, 电压切换回路中形成很大的电流, 烧毁电压切换继电器, 造成双位置继电器触点碾死现象。开关的失灵保护也是通过电压切换回路的双位置继电器触点来启动和跳闸的, 这使得线路故障且线路开关失灵的情况下, 导致线路失灵保护跳闸时误判线路同时运行在两条母线上, 故而切除 220 kV 1M、2M

母线上所有开关, 造成 220 kV 小榄站全站失压。

此外, 该线路保护操作箱中“切换继电器同时动作”信号是采用切换回路中的单位置继电器触点来发信的, 即“切换继电器同时动作”信号是瞬时

不带保持的, 运行人员没有及时地发现该线路保护操作箱发出的“切换继电器同时动作”信号, 这也是导致失灵保护误动作的重要原因之一。

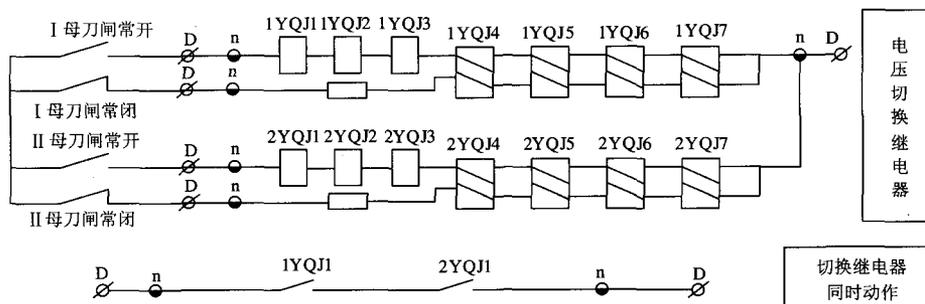


图3 案例2 电压切换回路

Fig.3 Voltage switch circuit of the second case

3 事故暴露的问题及防范措施

① 目前现场大量采用了南瑞公司生产的 CZX-12A 型操作箱, 该型号的操作箱采用了自保持的电压切换继电器, 目的是确保一次刀闸辅助触点接触不良的情况下, 保护装置不会失压。但同时也带来了一个弊端, 即继电器的复归线圈不正确动作时, 将会引起 PT 二次并列的现象, 因此, 必须要求在继电器校验完毕后, 测量带保持的电压切换继电器, 确保只有一组电压切换继电器动作。

② 需要采用与正常运行完全相同的方式进行继电器校验, 对于南瑞公司生产的 CZX-12A 型操作箱, 不能单独校验动作圈和复归圈, 否则, 回路分压将使试验值不符合实际情况。正确的方法应该将动作圈和复归圈的负电连在一起进行校验, 确保一组 YQJ 动作时, 复归另一组 YQJ 继电器。

③ 二次加压试验时, 应该可靠地断开至电压互感器二次侧的回路 (拔出电压切换继电器插件或者解开切换前的二次电压线), 经测量核对方能恢复; 此外, 运行人员投入停运 PT 二次保险时, 一定要先测量下口电压, 确保下口不带电时方可投入 PT 二次保险, 防止 PT 二次并列反充电的发生。

④ 在回路设计中, 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触点, 以便监视双位置切换继电器的工作状态。当保护屏的切换电压回路采用双位置继电器触点时, 如遇刀闸位置异常或双位置继电器本身故障引起了触点粘死, 导致两组电压非正常并列的情况, “切换继电器同时动作”信号将会保持, 以便于运行人员发现并及时排除故障。

⑤ 母线运行方式的判别应该由刀闸的辅助触点直接完成或者由断路器失灵保护来完成, 而不是由电压切换的双位置继电器触点来完成。

⑥ 运行中的隔离开关, 在相应保护不退出的情况下, 尽可能地减少刀闸辅助触点的维修工作。

4 结论

电力规程中的每一条都蕴含着深刻的内涵, 都是事故教训的结晶, 在变电站的设计、承建、运行和维护过程中, 一定要严格执行规程, 正确理解规程中的要求, 切实对现场的安全起到把关作用。

即便如此, 在现有的技术水平下, 运行的变电站中仍存在这样或那样的缺陷和隐患。本文所讨论的电压切换回路中切换继电器同时动作的问题就是典型的事故隐患。针对切换继电器同时动作造成的两起事故进行了分析探讨, 并提出了相应的防范措施, 对变电站的实际运行和日常维护都具有较高的实用价值。

此外, 在平时的工作中运行人员和维护人员都要不断地进行总结, 寻找解决问题的新捷径, 及时发现并尽可能地消除这些隐患, 确保电力系统的安全稳定运行。

参考文献

- [1] 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.

(下转第 74 页 continued on page 74)

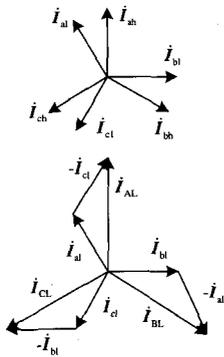


图4 $\Delta \rightarrow Y$ 向量图
Fig.4 $\Delta \rightarrow Y$ vector map

同时为了防止区外发生接地故障，差动保护误动，在计算程序中高压侧每相电流还应减去零序电流，即：

$$I_{AH} = I_{ah} - I_0$$

$$I_{BH} = I_{bh} - I_0$$

$$I_{CH} = I_{ch} - I_0$$

采用 Δ 侧 $\rightarrow Y$ 侧进行相位补偿^[3]，由于Y侧电流仅和零序电流相减计算，变压器空载合闸时各相涌流特征明显，有涌流时闭锁保护更加可靠，又由于装置判别出涌流特征后可实行分相闭锁，这样当空投在故障变压器上时因为故障相肯定没有涌流特征而使得故障相的差动保护没有被闭锁可以快速跳闸，动作时间小于40 ms。

3 结论

目前国内电网220 kV系统中主变保护大多采用上述两个厂家的保护设备，通过相位补偿方法原理分析，我们发现第一种方法即：Y侧 $\rightarrow \Delta$ 侧相位补偿方法虽然解决了相位补偿、二次接线简单化等问题，但它由于失去了对涌流特征判别不明显的功能而造成差动保护误动或一相有涌流同时闭锁三相，当空投在故障相变压器上时延长了故障切除时间，不利于继电保护的快速性，该方法存在一定的不足之处。

第二种方法采用 Δ 侧 $\rightarrow Y$ 侧相位补偿方法能够解决上述的问题，同时还引入了高压侧零序电流平衡，充分考虑到了主变高压侧铁芯接地当发生不平衡故障时产生的零序电流，而且还能实现励磁涌流闭锁判据可以分相制动，是较为完善的一种补偿方法，也是目前国内外比较先进的补偿方法。

参考文献

[1] 江苏省电力公司.《电力系统继电保护原理与实用技术》[M].北京：中国电力出版社，2006.
[2] 江苏省电力公司.《单元制高级工培训讲义》（二）[Z].2006.
[3] 高中德.《RCS-978 变压器保护用户培训教材》[Z].2005.

收稿日期：2008-07-10； 修回日期：2008-07-16

作者简介：

戴绍勇（1970-），男，学士，工程师，继电保护技师，从事电力设备检修及运行管理工作，并兼任江苏电力公司培训中心部分继电保护培训工作。E-mail:dasy1050@163.com

（上接第71页 continued from page 71）

[2] 张延.电压互感器切换回路改进[J].继电器，2003,31(2):61-63.
ZHANG Yan. Improvement on Switch Circuit of the Potential Transformer [J].Relay, 2003,31(2):61-63.
[3] 国家电力调度通信中心.电力系统继电保护实用技术问答[M].北京：中国电力出版社，1999.
State Power Dispatch Communication Center of China.The Applied Technology of Power System Relay Protection[M]. Beijing:China Electric Power Press,1999.
[4] 国家电力调度通信中心.电力系统继电保护典型事故分析[M].北京：中国电力出版社，2003.
State Power Dispatch Communication Center of China.Typical Fault Analysis of Power System Relay Protection [M]. Beijing:China Electric Power Press,2003.

[5] 广东省电力调度中心文件：广电调[2007]55号[Z].
Power Dispatch Center File of Guangdong Province[Z]. 2007.

收稿日期：2008-01-16； 修回日期：2008-01-24

作者简介：

宗秀红（1978-）：女，博士，工程师，从事电力系统稳定性研究以及电力系统继电保护方面的工作； E-mail: xhzong2006@163.com
王 炼（1979-）：男，工程师，从事电力系统继电保护方面的工作；
王世祥（1970-）：男，工程师，从事电力系统继电保护方面的工作。