

一次主变间隙零序过压保护误动原因分析及处理

李剑峰, 李国友, 孙建华

(曲靖供电局, 云南 曲靖 655000)

摘要: 针对 110 kV FY 变电站发生的一次主变间隙零序过压保护误动事故, 通过实际故障录波图波形及电压互感器二次等效回路分析, 从理论上解释了事故发生的原因, 指出了 CST200 系列数字式变压器保护装置在零序过压保护方面存在的问题, 并提出了有针对性的现场防误动改进措施。存在相同设备的变电站经过改进后, 现场应用效果良好。

关键词: 主变; 零序过压; 误动

Analysis and disposal of an incident of primary transformer zero-sequence overvoltage protection misoperation

LI Jian-feng, LI Guo-you, SUN Jian-hua
(Qujing Power Supply Bureau, Qujing 655000, China)

Abstract: Aiming at an incident of transformer zero-sequence overvoltage protection misoperation in 110kV FY station, the theoretical reason of the accident is explained according to analyzing the recorder pictures and equivalent circuit of PT. Some matters for zero-sequence overvoltage protection are pointed out about the CST200 digital transformer protection series, and some pertinency improving measures for preventing misoperation are advanced. The field application effect is good after the improvement of same equipment in power stations.

Key words: transformer; zero-sequence overvoltage; misoperation

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)23-0176-02

0 引言

目前对中性点不接地的变压器, 通常中性点设有相应的避雷器及保护间隙, 同时增设反应零序电压和间隙放电电流的零序过电压保护和间隙零序过流保护来作为变压器中性点经放电间隙接地时的接地保护^[1]。间隙保护动作原理简单, 整定值不需要与其他保护相配合, 只要放电间隙距离和零序电流、过压保护定值设置合理, 在应用中一般均能取得较好的效果^[2], 但在实际应用中却经常出现因细节处理不当导致间隙保护误动作的情况。

下面以我局 110 kV FY 站一次主变间隙零序过压保护误动案例来讨论应用较广泛的 CST200 系列数字式变压器保护装置存在的问题及解决对策。

1 案例相关情况介绍

110 kV FY 站主变采用 CST231 型保护装置, 其中后备保护软件版本为 V3.16。110 kV 母线 PT 二次侧保护、计量共用同一绕组。事故发生前 (主接线如图 1), 110 kV YF 线 151 断路器主供 110 kV FY 变电站,

110 kV HF 线 152 断路器热备用, #1、#2 主变均运行 (35 kV 侧有小电负荷), 其中 #2 主变中性点接地, 110 kV 母线 PT 检修。

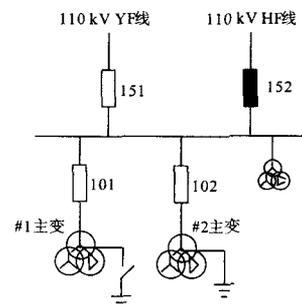


图1 110 kV 母线接线图
Fig.1 Wiring diagram of 110 kV bus

2008 年 5 月 20 日 17:59, 110 kV FY 站 110 kV 母线 PT 检修完毕, 在恢复母线 PT 二次单相空开 (如图 2) 时, 110 kV #2 主变间隙零序过压保护动作跳主变三侧, 同时联切 35 kV 小电负荷 (故障录波图如图 3 所示)。故障后检查站内无任何异常, 询问 110 kV YF 线对侧变电站, 对侧变电站 110 kV YF

线线路保护装置无任何启动信号。

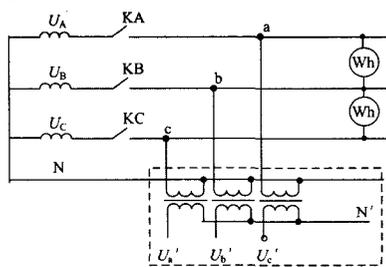


图2 110 kV 母线 PT 二次接线简化图

Fig.2 Simple second wiring diagram of PT in 110 kV bus

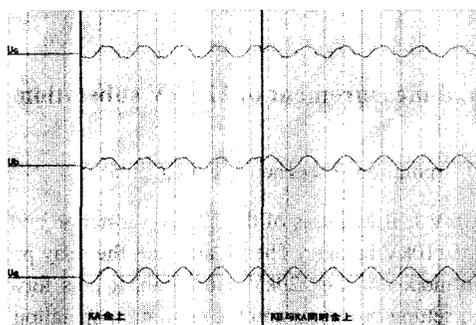
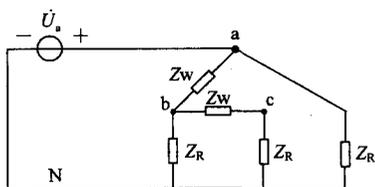


图3 故障录波截图

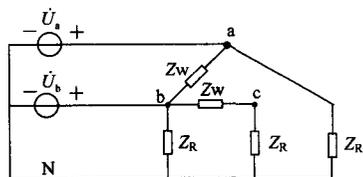
Fig.3 Part diagram of fault recorder

2 保护动作分析

在不考虑其它因素影响的情况下, 母线 PT 二次空开单相合闸等效电路如图 4 所示, 图中 Z_w 表示计量回路等效阻抗, Z_R 表示保护回路等效阻抗。



(a) A 相空开合闸后



(b) AB 相空开合闸后

图4 空开合闸后等效电路图

Fig.4 Equivalent circuit diagram of air switches closing

1) 当只合上A相空开时 (如图4(a)), a、b、c 三点电压分别为:

$$\dot{U}_a = U_A$$

$$\dot{U}_b = \left(1 - \frac{Z_w}{Z_w + \frac{Z_R(Z_w + Z_R)}{2Z_R + Z_w}} \right) \dot{U}_A \quad (1)$$

$$\dot{U}_c = \frac{Z_R}{Z_R + Z_w} \left(1 - \frac{Z_w}{Z_w + \frac{Z_R(Z_w + Z_R)}{2Z_R + Z_w}} \right) \dot{U}_A$$

考虑在 $Z_w \ll Z_R$ 的理想状况下应有:

$$\dot{U}_a \approx \dot{U}_b \approx \dot{U}_c$$

2) 当合上A相及B两相空开时 (如图4(b)), a、b、c 三点电压分别为:

$$\begin{cases} \dot{U}_a = \dot{U}_A \\ \dot{U}_b = \dot{U}_B \\ \dot{U}_c = \frac{Z_R}{Z_R + Z_w} \dot{U}_B \end{cases} \quad (2)$$

考虑在 $Z_w \ll Z_R$ 的理想状况下应有: $\dot{U}_b \approx \dot{U}_c$ 。

图3所示的故障录波图图形也验证了上述两种情况下理论推论的正确。

查阅保护装置说明书可知, 此版本零序过压保护 $3\dot{U}_0$ 采用的是装置自产, 即 $3\dot{U}_0 = \dot{U}_a + \dot{U}_b + \dot{U}_c$, 保护装置动作条件为: $3U_0 > V_{J0}$ (保护定值) 且时间超过动作时限定值 T。在断开 PT 二次空开状态下, 用万用表测得 110 kV 母线 PT 二次电压分别为: $U_a = 59 \text{ V}$, $U_b = 60 \text{ V}$, $U_c = 60 \text{ V}$, 则理想情况下可由理论推知: 当只合上 A 相空开时, 应有 $3U_0 \approx 177 \text{ V}$; 当合上 A 相和 B 相两相空开时, 应有 $3U_0 \approx 103 \text{ V}$ 。而间隙零序电压保护定值 $V_{J0} = 150 \text{ V}$, 动作时限 $T_1 = 0.3 \text{ s}$ (跳小电), $T_2 = 1 \text{ s}$ (跳三侧)。所以理论上讲, 当运行人员操作合上 A 相空开后, 如果在 1 s 内未合上 B 或 C 相, 则保护装置会动作跳小电及三侧开关。

查看实际故障录波图, 当只合上 A 相空开时, 录波图上 B、C 两相电压曲线并非与 A 相顺滑, 且数值相对 A 相略有偏小, 这种现象是由计量负载性质决定的, 同时也说明 Z_w 虽然比 Z_R 小很多, 但并非 $Z_w \ll Z_R$ 。通过实际打印电压有效值得 $3U_0$ 等于 151.3 V, 这就恰好在保护装置动作误差范围内, 造成 #2 主变跳闸, 而 #1 主变未跳闸。

3 事故原因分析及解决对策

通过以上分析并结合变电运行实际, 造成此次事故的原因主要有以下几点:

(下转第 181 页 continued on page 181)

“线路保护采用远后备, 如果由其他线路或变压器的后备保护切除故障将扩大停电范围(例如采用多角形接线, 双母线或分段单母线等时), 并引起严重后果时, 可以装设断路器失灵保护。”如果必须保持目前的运行方式, 在 220 kV 变电站配置 110 kV 断路器失灵保护, 可以使停电范围大大缩小, 弊端在于增加了保护装置、电缆等投资, 回路较复杂, 增加了运行维护工作量。

3 结束语

目前, 深圳供电局正在创建国际一流供电企业, 供电可靠率有待进一步提高, 为此, 根据各片网的实际情况, 因地制宜, 为各片网安排最可靠的运行方式、设计最优的整定方案, 这是提高供电可靠率的基石, 也是强有力的保障。为此, 对于双回线供电的 110 kV 变电站, 我们推荐方案三, 将 110 kV 变电站 110 kV 母线分裂运行, 并以 110 kV 分段备自投装置作为补救措施, 此方案比较容易实现, 方案四次之, 方案五再次之。

(上接第 177 页 continued from page 177)

1) 装置本身软件设计有缺陷, CST200 系列数字式变压器保护装置的零序过压保护 $3U_0$ 采用的是装置自产零序电压, 并且不经保护启动判据控制, 这是造成事故的主要原因。

2) PT 二次侧采用单相空开, 运行值班人员不可能同时操作三相合闸, 也就造成短时间内自产零序电压超过保护定值而误动。

3) PT 二次侧保护、计量装置共用同一绕组, 既影响计量精度, 又造成保护回路存在“寄生现象”。

4) 对特殊运行方式下的保护装置操作步骤考虑不够优化, 即在单母接线方式下安排主变不停电检修 PT 时, 恢复 PT 二次负荷时应先合上总的 PT 二次单相空开, 检查三相电压正常后, 再给上各保护装置电压小空开, 若操作顺序相反, 则可能造成保护误动。

针对以上原因, 为防止同类事故发生, 可采取以下措施应对:

1) 变压器零序过压保护应采用 PT 开口 $3U_0$, 同时增加保护启动判据, 这些已在 CSC200 系列数字式变压器保护装置中得到更正, 目前仍采用自产 $3U_0$ 的变压器零序过压保护装置, 应尽快安排装置升级改造。

2) PT 二次侧采用三相小空开, 避免人为三相不同时合闸。

3) 在新建变电站中 PT 二次侧保护、计量装置分别采用不同绕组。

4) 加强对变电运行人员优化操作步骤的培训, 对特殊运行方式下 CST200 系列变压器保护装置采

参考文献

- [1] DL/T 559—1994, 220~500 kV 电网继电保护装置运行整定规程[S].
DL/T 559—1994, The Regulations of Relay Protection Device Running and Setting About 220~500 kV Power Network[S].
- [2] DL/T 584—1995, 3~110 kV 电网继电保护装置运行整定规程[S].
DL/T 584—1995, The Regulations of Relay Protection Device Running and Setting About 3~110 kV Power Network[S].
- [3] 朱景富. 双回线并列运行方式对系统及保护定值的要求[J]. 继电器, 2007, 36(10):69-70, 80.
ZHU Jing-fu. Condition of System and Protection Setting Coordination by Adopting Double Power Lines Parallel Operation[J]. Relay, 2007, 36(10):69-70, 80.

收稿日期: 2008-12-16; 修回日期: 2009-01-19

作者简介:

李洪卫(1974-)男, 本科, 工程师, 从事继电保护整定和继电保护运行管理工作。E-mail:lihongwei111@126.com

用优化操作步骤。

以上四点措施中, 建议优先采用第 2 项, 同时有计划地安排装置升级改造工作。

4 结论

事故发生后, 我局对 6 个主变采用相同型号的变电站进行了隐患排查, 及时对 PT 二次侧单相空开进行了更换, 消除了潜在事故隐患, 从此再未发生过类似故障。

参考文献

- [1] 韩佩雯. 太原地区 110kV 网中变压器中性点保护[J]. 山西电力, 2006, (2):19-22.
HAN Pei-wen. Protect of Transformer Neutral Point in 110kV Network of Taiyuan Area[J]. Shanxi Power, 2006, (2):19-22.
- [2] 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.
Jiangsu Electrical Power Company. Relay Protection Theory and Practical Technology in Power System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2006.

收稿日期: 2009-01-03; 修回日期: 2009-02-27

作者简介:

李剑峰(1983-)男, 本科, 助理工程师, 现从事继电保护现场调试与检修工作;

李国友(1979-)男, 工学硕士, 现从事调度管理工作; E-mail:sdsglgy@126.com

孙建华(1963-)男, 工程师, 现从事继电保护技术监督与运行管理工作。