

一起 110 kV 主变差动保护误动作原因分析

陆志平

(泰州供电公司,江苏泰州 225300)

摘要: 介绍一起在 110 kV 主变差动保护接线组别整定错误的情况下,因 10 kV 线路故障导致穿越电流增大而引起 110 kV 主变差动保护误动作的实例,分析了误动作、误整定、带负荷试验未发现误整定的原因,并提出改进措施,以便实际工作中加以防范。

关键词: 差动保护;接线组别;误整定;误动作

中图分类号: TM77

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2013)01-0013-02

变压器差动保护原理简单、使用电气量单纯、保护范围明确、动作不需延时,一直用作变压器主保护。目前变压器微机差动保护装置均采用具有比率制动特性的差动元件,原则上在区外故障时不会发生误动作现象。但各微机保护差动保护在实现方式细节上的各不相同,增加了其在具体使用中的复杂性,人为出错机率增大,正确动作率降低。某日兴化地区 110 kV 罗么变发生了一起 10 kV 线路故障引起 110 kV 主变差动保护误动作跳闸,导致全所失电。

1 事故描述

110 kV 罗么变为单母分段接线方式,母联 710 开关热备用,1号、2号主变分列运行,运行方式如图 1 所示。

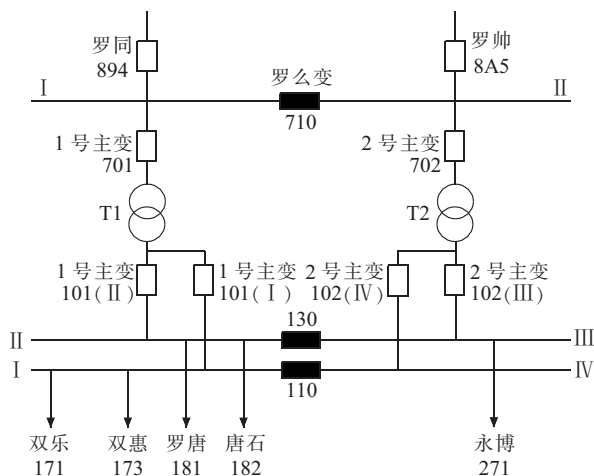


图 1 事故前罗么变电站运行方式

某日 2:20,110 kV 罗么变 2 号主变差动动作,跳开 2 号主变 702、102(III)、102(IV) 开关;同时,永博 271、唐石 182、罗唐 181 线路速断动作,唐石 182 线路重合未成。2:22,罗么变 1 号主变差动动作,跳开 1 号主变 701、101(I)、101(II) 开关;同时,双乐 171、双惠 173 线路速断动作。全所失电,所有负荷无法转移。6:

47,地调将 1 号主变恢复运行后,兴化调试送唐石 182 线,唐石 182 线速断动作,重合未成,1 号主变主变未动作。6:50 兴化调试送双乐 171 线,1 号主变差动动作,同时双乐 171 线速断动作。

2 原因分析

发生事故当天为雷暴雨天气,罗么变 2:20 永博 271、双乐 171、双惠 173 线路发生永久性相间故障,因而流过罗么变 1 号、2 号穿越电流非常大,同时主变差动保护接线组别整定错误,最终导致主变差动保护误动作跳三侧开关。

2.1 接线组别整定错误造成较大差流

不平衡电流产生的原因大致分为^[1]:稳态情况下不平衡电流;暂态情况下不平衡电流。其中稳态情况下不平衡电流的原因主要有:(1) 变压器绕组接线方式不同。(2) 带负荷调分接头引起变压器变比的改变。(3) 变压器各侧电流互感器的型号和变比不相同。

罗么变 1 号、2 号主变高压侧 CT 变比为 1 200/5,低压侧 CT 变比为 4 000/5,线路 CT 变比为 600/5。

2:22 双惠 173 跳闸时,1 号主变同时跳闸。双惠 173 线路保护动作电流二次值为 78.6 A,反映到一次电流为 9 432 A,此时主变低压侧的一次电流为 9 432 A。差动保护检测到的二次电流 I_d 为 11.8 A,反映到主变高压侧的一次电流为 900.3 A,差动保护检测到的二次电流 I_g 为 3.75 A。

接线组别整定为 Y/△/△,装置的平衡系数:高压侧 K_1 为 1/1.732;低压侧 K_2 为 0.318;差流 I_{cd} 为:

$$I_{cd} = I_g \times K_1 \times 1.732 - I_d \times K_2 = 0.002 \text{ A} \quad (1)$$

接线组别整定为 Y/Y/△,装置的平衡系数为:高压侧 K_1 为 1/1.732;低压侧 K_2 为 0.1836,差流 I_{cd} 为:

$$I_{cd} = I_g \times K_1 \times 1.732 - I_d \times K_2 = 1.58 \text{ A} \quad (2)$$

差动保护的启动值 I_{qd} 整定为 1.4 A 小于 1.58 A,此时差动保护将启动。差动保护装置采样到的差流为 2.85 A 大于 1.4 A。可见 1 号主变跳闸是由接线组别整

定错误产生的。

2.2 试送唐石 182 线路 1 号主变差动未误动的原因

罗么变 2 台主变容量均为 8 万 $\text{kV}\cdot\text{A}$, 主变有 110 $\text{kV}/10.5 \text{ kV}$ 2 个额定电压等级, 接线组别 Y/Δ 接线, 低压侧采用双分支接线。差动保护配置为南瑞科技(城乡所) DSA-2321-3 型变压器差动保护, 该型号保护全称为三圈变高中低三侧差动主保护。查阅 110 kV 罗么变主变电压电流回路设计图, 图中差动保护电流回路标有 110 kV 侧进线、10 kV 分支一、10 kV 分支二, 而没有标明中压侧接有电流回路(如图 2 所示)。继电保护整定人员按照常规思路, 认为 10 kV 分支一与 10 kV 分支二的电流回路同时接在保护装置的低压侧电流回路上, 并在装置内部进行电流矢量计算, 因此将接线组别整定成了 $Y/Y/\Delta$ 。而现场检查装置背板的电流端子发现, 实际将 10 kV 分支一电流接入了中压侧电流回路, 10 kV 分支二接入了低压侧电流回路, 据此, 接线组别应该整定成 $Y/\Delta/\Delta$ 。

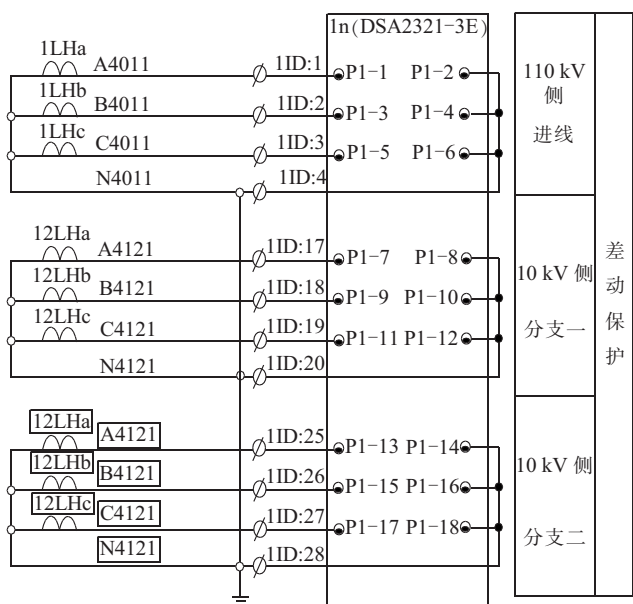


图 2 差动保护电流回路

对罗么变 10 kV 的 4 段母线来说, 10 kV II 段母线及 IV 段母线的电流接入主变差动回路是正确的, 而 10 kV I 段母线及 III 段母线的电流接入主变差动回路则会产生差流, 且差流随着电流的增大而增大。因此在试送 10 kV II 母线上的唐石 182 线路时, 唐石 182 线路速断保护动作, 而 1 号主变差动保护未动作; 在试送 10 kV I 段母线上的双乐 171 线路时, 双乐 171 线路速断保护动作的同时 1 号主变差动也动作。由此也说明这次主变跳闸是由接线组别整定错误产生的。

2.3 主变带负荷试验未发现差流的原因

主变带负荷试验时, 带 2 组电容器, 容量为 12 000 kVar , 约占主变容量的 15%。2 台电容器的一次负荷电流 I_e 为 660 A , 即 I_{d1} 为 330 A , I_{d2} 为 330 A 。此时, 反映

到主变低一侧及低二侧的一次电流为 330 A 。低压侧 CT 变比为 4 000/5, 差动保护检测到的二次电流 I_{d1} , I_{d2} 均为 0.412 5 A 。此时, 反映到主变高压侧的一次电流为 63 A 。高压侧 CT 变比为 1 200/5, 差动保护检测到的二次电流 I_g 为 0.262 5 A 。

如果整定成 $Y/\Delta/\Delta$, 装置的平衡系数: 高压侧 K_1 为 1/1.732; 低一侧 K_2 为 0.316; 低二侧 K_3 为 0.316, 差流 I_{cd} 为:

$$I_{cd} = I_g \times K_1 \times 1.732 - I_{d1} \times K_2 - I_{d2} \times K_3 = 0 \quad (3)$$

如果整定成 $Y/Y/\Delta$, 装置的平衡系数: 高压侧 K_1 为 1/1.732; 低一侧 K_2 为 0.183 6; 低二侧 K_3 为 0.316 差流 I_{cd} 为:

$$I_{cd} = I_g \times K_1 \times 1.732 - I_{d1} \times K_2 - I_{d2} \times K_3 = 0.055 \quad (4)$$

由此可以判断, 考虑到装置精度, 带负荷试验无法验证有差流。

3 暴露的问题

由于对罗么变 1 号、2 号主变差动保护均与 10 kV 线路速断保护同时动作认识不够, 现场没有检查差动保护电流回路。当 1 号主变差动保护再次因 10 kV 线路故障引起误动时, 才检查了差动保护电流回路。整定人员业务水平有待提高, 工作不够严谨, 对保护装置电流回路接线方式的多样性和复杂性认识不足, 按照常规方式进行整定, 导致差错发生。对于主变差动保护带负荷试验认识不足, 没有认识到双分支、负荷电流小, 在带有限负荷进行带负荷试验及保护装置精确度限制的情况下可能无法暴露差动保护接线组别整定错误。

4 改进措施

(1) 做好日常的事故预想工作, 尽可能考虑各变电站的不同情况、各类事故, 针对恶劣天气做好危险点分析。制定具体的事故应急处理预案、事故预想等应急措施, 经常进行事故演练。

(2) 加强检修人员、操作人员及调度员的培训。针对保护装置电流、电压回路接线方式的多样性和复杂性, 多学习一些事故案例, 增加见识, 以提高对事故原因分析和判断能力, 确保事故处理准确无误。

(3) 要深入现场, 熟悉有关图纸、现场设备情况, 认真进行定值计算, 严格按照规定进行审批和核对。加强与施工单位、设计单位沟通, 对于不同于常规做法的地方, 将其作为重点内容特别提供给运行运行、生技、调度等部门, 从源头防止类似事故的发生。

(4) 应定期对差动保护二次回路进行检查, 利用每年进行的设备年检, 对差动保护二次回路进行试验, 保证设备的安全运行。