

提高 REB103 母差保护安全运行的几点改进措施

余志慧¹, 赵晓明², 吴俊²

(1. 浙江大学, 浙江 杭州 310027; 2. 浙江省电力试验研究院, 浙江 杭州 310014)

摘要: 介绍了多起 REB103 中阻抗母差保护不正常运行实例, 大多是在作者进行母差保护定期校验和带负荷试验中发现的。文中深入分析了 REB103 母差保护的動作原理, 详细阐述了保护在区内、区外故障的動作行为, 着重指出了 REB103 母差保护由于备用间隔辅助电流互感器被短接造成保护可能的潜在拒动、误动原因, 并模拟母线区内、区外故障, 通过试验验证理论分析的正确性。文中同时还从设计制造、安装调试、运行维护以及保护整定等各个方面提出了提高 REB103 母线保护安全可靠运行的解决方案和反事故措施。

关键词: REB103 母差保护; 辅助电流互感器; CT 断线; 运行维护

Improvement of REB103 bus differential relay security application

YU Zhi-hui¹, ZHAO Xiao-ming², WU Jun²

(1. Zhejiang University, Hangzhou 310027, China;

2. Zhejiang Electric Power Test and Research Institute, Hangzhou 310014, China)

Abstract: Several abnormal operation instances of REB 103 bus differential relay are introduced. Most of these abnormal operation instances are detected in periodically inspection and commissioning of REB 103 on energized bus. The paper illuminates the action of REB103 bus differential relay during normal conditions, external faults with fully saturated line TA, internal bus faults and so on. The paper emphasizes the action of REB103 bus differential relay during the auxiliary TA short circuit. The reasons are analyzed based on its working principles and are simulated in field-tests. The resolved methods about installation and commissioning, routine testing, maintenance and setting-calculation are presented to improve the stabilization and sensitivity of REB 103 bus differential relay.

Key words: REB 103 bus differential relay; auxiliary TA; TA open; operation maintenance

中图分类号: TM77

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2007)07-0080-03

0 引言

电力系统中母线保护对电网稳定运行起着非常重要的作用。REB103 中阻抗母线差动保护由于具有灵敏度高、动作速度快、可靠性好等优点, 在浙江省 500 kV 及 220 kV 电压等级厂、站中得到了广泛应用。近期由浙江省电力试验研究院承担的多座 500 kV 变电站母差保护定期校验中, 发现了几起 REB103 型母差保护不安全运行事例。本文通过深入分析保护的動作原理, 结合几起保护不正常运行事例, 指出了由于备用间隔辅助电流互感器被短接造成保护潜在的拒动、误动等危险因素。同时提出了从设计制造、安装调试、运行维护以及保护整定等各个方面提高 REB103 母线保护安全可靠运行的解决方案。

1 母差保护备用间隔辅助 CT 的原边误短接导致保护可能拒动分析

REB103 母差保护备用间隔辅助电流互感器原边被误短接的时, 母线发生区内故障, 母差保护将拒动。为说明此问题, 必须分析保护動作原理。图 1 为母差保护正常运行时的等效电路。其中, I_{T3} 为流入继电器的总电流, I_{D1} 为流经差动回路的总差动电流, I_L 为流出继电器的电流, R_{DT} 为等效差动电阻 9.4 k Ω 。

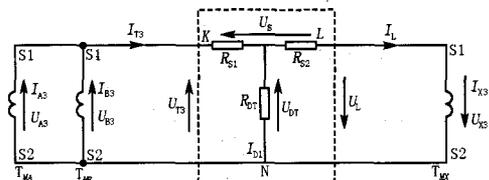


图1 REB103母差保护正常运行时的等效电路

Fig. 1 Basic circuit during normal conditions

$R_{S1} = R_{S2} = 8 \Omega \ll R_{DT}$, R_{S1} 、 R_{S2} 可以忽略不计。T_{MA}、T_{MB} 等效为流进母线间隔的辅助电流互感器付边绕组, T_{MX} 等效为流出母线间隔的辅

助电流互感器付边绕组。保护的动方程为:

$$I_{D1} = SI_{T3} + K \quad (1)$$

式中: $S=0.5$ 为斜率, K 为一常数。保护动作基于比例制动原理, 正常运行时流入母线的电流几乎等于流出母线的电流, 差流 I_{D1} 为零, 保护可靠不动。对于 CT 二次回路下述的两个基本假设是成立的。

1) 区外故障时, 若线路 CT 完全饱和, 其二次回路可以仅由其全部直流电阻表示, 即感抗可以忽略不计, 即等效为 R_{LX} 。

2) 区内故障时, 空载的连接元件的 CT 二次回路可以由相对很大的励磁阻抗 Z_{MC} 来表示, $Z_{MC} \gg R_{DT}$ 。

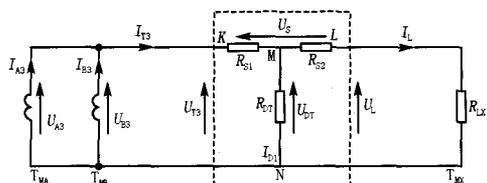


图2 REB103母差保护区外故障CT饱和时等效电路

Fig. 2 Basic circuit during external fault with fully saturated line CT

母线发生区外故障时, 若 CT 未饱和, 该运行状态的分析同正常状态, 保护不会误动。若 CT 饱和, 根据基本假设 1) 其等效电路图如图 2 所示。图 2 中 $R_{LX} = n^2 R_{X2}$, 为完全饱和的线路 CT 二次回路直流电阻 R_{X2} 折算到保护侧的值, n 为该辅助电流互感器的变比。由式 (2) 得出, 只要 $R_{LX} < R_{DT}$ 就能确保区外故障条件下保护可靠不动。保护整定单上对此有明确要求, R_{LX} 需在母差保护正式投运前实际测量。母线发生区内故障时, 其等效电路如图 3 所示。根据基本假设 2), 空载线路 CT 的励磁阻抗 $Z_{MC} \gg R_{DT}$, 励磁电流 I_L 很小, 电流绝大部分流到差动回路中去, 保护迅速正确动作。

$$I_{D1} = I_{T3} \frac{R_{LX}}{R_{LX} + R_{DT}} \quad (2)$$

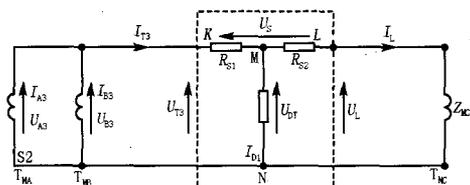


图3 REB103母差保护区内故障时等效电路

Fig. 3 Basic circuit during internal bus fault

下面分析备用间隔辅助电流互感器原边误短接时, 保护拒动原因。实际上, 保护所有备用辅助电流互感器付边均接入保护装置, 原边开路, 从保护装置看出去表现为较大的开路测量阻抗 Z_{MC} 。

表 1 为作者实测辅助电流互感器伏安特性。从表 1 得知 ZMCC 测量阻抗与等效差动电阻 R_{DT} 相近。短接备用间隔辅助电流互感器原边, 相当于直接短接 ZMCC, 如图 4 所示, 这时测得的短路阻抗几乎为零, 实际上为辅助电流互感器的漏抗。因为差动回路被短接, 流出继电器的电流 I_L 急剧增大, 流进差动回路的总电流 I_{D1} 大大减少, 最终导致保护拒动。模拟试验如下: 把任一组备用间隔辅助电流互感器的原边短接, 模拟母线区内故障, 测得此时的故障电流与备用间隔流出的电流几乎相等, 而差动回路的电流几乎为零, 保护拒动。拆除短接线重作试验, 保护动作正确。

表1 辅助电流互感器伏安特性

Tab.1 Voltage-current characteristic of REB103 auxiliary CT

电压/V	30	50	70	80	90
电流/mA	13	22	37	50	260
测量阻抗/kΩ	1.25	2.27	1.89	1.6	饱和
折合到二次 测量阻抗/kΩ	5	9.08	7.56	6.4	-

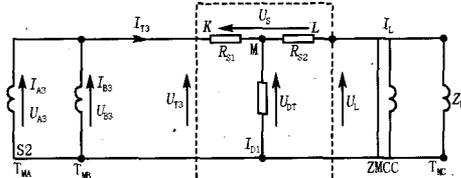


图4 REB103母差保护区内故障备用间隔辅助电流互感器短接时等效电路

Fig. 4 Basic circuit during auxiliary CT short circuit

2 母差保护 CT 断线时保护没有被正确闭锁分析

某变电站因扩建新间隔, 对 REB103 母差保护进行带负荷试验。新间隔的主 CT 变比为 4000/1, 母差保护的辅助 CT 变比为 1/0.5, 负荷电流为 80 A。当新间隔 CT 正常接入时, 测得流入保护和流出保护的电流均为 10 mA, 差流为 0 mA; 当新间隔 CT 被短接退出时, 测得流入保护的电流为 10 mA, 差流仅为 1 mA, 并没有出现预期的 10 mA 差流, 因为保护整定的 CT 断线告警为 16 V (对应差流约为 1.7 mA), 差流没达到告警定值, 保护拒发告警信号, 仍正常运行。这时如果发生母线区外故障, 故障电流将被迫流进差动回路, 保护将极可能误动。

图 5 为 REB103 母差保护 CT 断线时等效电路。很明显当母差保护 CT 断线时, 差流被 ZMCC 分流, 而且备用间隔辅助电流互感器越多, 差流分流的越明显。上述带负荷试验中的备用间隔辅助电流互感

器有 5 个, 实测每个备用间隔辅助电流互感器都有电流通过, 后把所用备用间隔辅助电流互感器断开, 测得差流为 10 mA, 保护发出 CT 断线告警信号并成功闭锁。

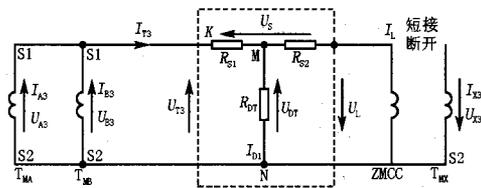


图5 REB103母差保护CT断线时等效电路

Fig. 5 Basic circuit during CT-Open

对于 220 kV 母线, 一般为双母接线方式, 母差保护中备用辅助电流互感器通过刀闸切换可以退出。但对于 500 kV 母线, 一般为 3/2 接线方式, 母差保护不具备电流切换功能, CT 断线时备用辅助电流互感器会产生分流, 致使 CT 断线告警灵敏度降低。为避免上述情况发生, 尤其是在线路轻负荷下发生, 建议保护整定部门可以适当降低 CT 断线定值, 提高其灵敏度。

对于区内故障, 为了叙述方便, 前文没有提出备用间隔的辅助电流互感器 ZMCC 分流对保护的影响。实际上如果保护对此不加以处理, 在一定程度上确有降低动作灵敏度的可能性。REB103 保护作如下处理, 在区内故障时, 差动回路中的电流将在 R_{DT} 上产生一个高电压 U_{DT} , 与之相并联的电抗器迅速饱和, 阻抗从正常时的 70 k Ω 下降到 12 Ω 左右, 辅助电流互感器将产生足够大的电流, 使保护动作。所以有无必要对 500 kV 母差保护采取备用辅助电流互感器隔离措施, 以减轻 ZMCC 的励磁电流 I_L 的分流影响还可以进一步与制造厂家讨论。

3 结束语

REB103 母差保护本身不具备录波和数据通讯功能, 一旦发生问题, 不易被运行人员发现。为此作者从运行实践的角度提出以下几点建议:

- 1) 避免备用间隔辅助电流互感器原边误短接的不安全隐患发生。
- 2) 母联或分段断路器须严格按合闸顺序操作, 避免产生差流导致保护退出运行。
- 3) 停用母差保护时建议按下保护 BLOCK 闭锁按钮, 手动闭锁差动保护, 避免由于电流切换产生的差流损坏差动电阻。

4) 母差保护出口自保持继电器动作后必须及时手动复归, 尤其对于 220 kV 母差保护, 否则母线正常运行时会误动。

5) 重视二次回路的绝缘问题, 避免由此产生的差流导致保护退出运行。

以上几点都曾在浙江电网发生过, 作者希望通过本文能对 REB103 母差保护的安全可靠稳定运行有所帮助和借鉴。

参考文献

- [1] 王春生, 卓友乐, 艾素兰. 母线保护[M]. 北京: 中国电力出版社, 1991.
WANG Chun-sheng, ZHUO You-le, AI Suo-lan. Busbar Protection[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1991.
- [2] 程利军, 杨奇逊. 中阻抗母线保护原理、整定及运行的探讨[J]. 电网技术, 2000, 24(6): 65-69.
CHENG Li-jun, YANG Qi-xun. Theory, Setting and Operation for Mid-impedance Busbar Protection[J]. Power System Technology, 2000, 24(6): 65-69.
- [3] 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 1995.
ZHU Sheng-shi. Theory and Technology for High-voltage Power System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1995.
- [4] 唐之军. REB103 母差保护原理分析[J]. 福建电力与电工, 2001, 21(3): 35-37.
TANG Zhi-jun. Theory for REB103 Bus Differential Relay[J]. Fujian Power and Electrical Engineering, 2001, 21(3): 35-37.
- [5] 黄清. REB103 母差保护的绩效及运行实践[J]. 华东电力, 2000, (7): 47-49.
HUANG Qing. The Performance and the Practice of Maintenance for REB103 Differential Relay[J]. East China Electric Power, 2000, (7): 47-49.

收稿日期: 2006-09-15; 修回日期: 2006-10-13

作者简介:

余志慧(1976-), 女, 硕士研究生, 从事电力系统运行管理工作; E-mail: zjsbd@sina.com

赵晓明(1976-), 男, 工程师, 从事电力系统继电保护研究和试验工作;

吴俊(1980-), 男, 硕士, 从事电力系统继电保护研究和试验工作。