

变电站母差保护技术改造方案探讨

林伟华¹, 刘浩明¹, 田 伟²

(1. 广东电网公司 广州供电局, 广东 广州 510180;

2. 南京南自电网控制技术有限公司, 江苏 南京 210003)

摘要: 根据变电站现有设备条件, 提出了 3 套母差保护技术改造方案: 方案 1 保证技术改造期间母差保护一直投入运行, 最容易实施; 方案 2 改变电网运行方式与潮流分布, 需要进行大量的一次设备倒闸操作; 方案 3 需要对二次回路进行频繁操作, 实施难度最大。阐明了选择方案的原则: 在各间隔电流互感器均有备用二次绕组的前提下优先采用方案 1, 其次根据变电站在电网中所处的地位选择方案 2 或方案 3。至今, 该 3 套方案已经在生产实践中得到了应用。

关键词: 母差保护; 电流互感器; 备用二次绕组; 二次回路

中图分类号: TM 773

文献标识码: A

文章编号: 1006-6047(2006)09-0098-03

母线差动(简称母差)保护是变电站母线的主保护, 母差保护通过快速切除母线短路故障, 避免事故范围的扩大, 保护电气设备免受破坏, 保证电网安全稳定运行, 因此, 母差保护在可靠性、选择性、速动性方面均有很高要求^[1-4]。以前使用的母差保护为电磁型母差保护与中阻抗型快速母差保护等, 存在各种不足。近年来逐步技术改造为自适应能力强、速度快、动作可靠、具有良好自检功能的微机型母差保护, 如 WMZ-41、RCS-915、BP-2 微机母差保护等^[5-6]。

1 母差保护技术改造的要求与难点

运行中变电站进行母差保护技术改造, 涉及母线各进出线, 涉及面广, 施工时间长, 是一项较复杂的工作。为使技术改造期间母线各进出线不停电, 可采用旁路开关代路母线各进出线开关方式逐个间隔技术改造。

早期的母差保护配置一般没有双重化, 母差保护作为母线的主保护一般不允许退出运行, 如遇特殊情况也只能短时退出运行, 母差保护退出时间超过 4 h 需更改母线各进出线对侧后备保护定值^[7]。在母差保护技术改造期间, 母线设备操作增多导致故障几率增大, 母差保护的重要性更加突出, 因此技术改造期间应尽量保证母差保护投入运行。为了满足这个要求, 必须制定合理可行的技术改造方案。

2 母差保护技术改造方案

图 1 为典型变电站一次设备接线, 现按图 1 讨论母差保护技术改造方案。母差保护技术改造要求尽量不需母线各进出线停电, 这可通过旁路开关代路方式解决; 还要求尽量使母差保护在技术改造期间投入运行, 既可是旧母差保护投入运行, 也可是新母差保护, 还可是新、旧母差保护同时投入运行, 这是制定母差保护技术改造方案的关键与难点。

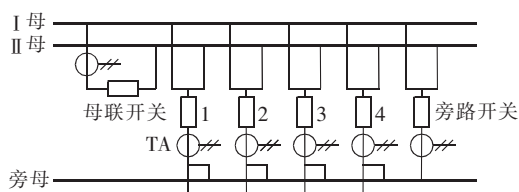


图 1 典型变电站一次设备接线

Fig.1 Typical connection of substation primary equipments

2.1 方案 1

方案 1 适合各间隔电流互感器(TA)均有备用二次绕组或母差保护双重化的情况, 可以保证在母差保护一直投入运行与母线各进出线不停电的条件下完成母差保护技术改造, 且比较容易进行。

对于各间隔 TA 均有备用二次绕组, 方案如下:

- a. 首先, 将新母差保护装置调试好, 将 220 kV 1 号、2 号 TV 二次回路接入新母差保护;
- b. 断开母联开关, 旧母差保护投双母分列运行方式, 将母联间隔 TA 备用二次绕组与跳闸回路等接入新母差保护并调试; 调试时如果进行 TA 一次升流则需在旧母差保护屏端子排外侧短接母联 TA 二次回路并解开连接片, 避免一次升流造成旧母差保护误动;
- c. 合上母联开关, 旧母差保护投双母并列运行;
- d. 旧母差保护在运行中, 用旁路开关代路开关 1 使出线 1 继续运行, 开关 1 与间隔 1 TA 停电, 将间隔 1 TA 备用二次绕组与跳闸回路等接入新母差保护并调试;
- e. 同上完成间隔 2~4 接入新母差保护并调试;
- f. 旁路开关停电, 将旁路间隔 TA 备用二次绕组与跳闸回路等接入新母差保护并调试;
- g. 新母差保护带负荷测试, 测试正确后投入运行;
- h. 旧母差保护退出运行, 拆除旧母差保护, 母差保护技术改造结束。

对于母差保护双重化的情况而言, 母差保护技术

改造方案基本相同,不同的只是在技术改造前将其中一套旧母差保护退出运行,拆除与该旧母差保护连接的二次回路,使各个间隔 TA 均有备用二次绕组可供使用。

该方案不需母线各进出线停电,不改变电网运行方式与潮流分布,有利于电网安全稳定运行;且在整个改造过程中旧母差保护一直投入运行,直到新母差保护投入运行后才将该套旧母差保护退出运行,完全满足前面提出的技术改造要求。若条件满足,采用方案 1 是最佳选择;但以前的设备除了母联间隔 TA 有备用二次绕组外其他间隔 TA 一般没有备用二次绕组,且早期的母差保护配置一般没有双重化,因此,在实际工作中较少采用方案 1,而是采用方案 2 与方案 3。方案 2 与方案 3 是针对除母联间隔 TA 外其他间隔 TA 没有备用二次绕组而言的,也是实际工作中经常采用的方案。

2.2 方案 2

方案 2 首先将全站所有间隔转移到 I 母运行,然后用旁路开关代路的方式对各间隔逐个进行母差保护技术改造,改造完成后间隔转移到 II 母运行,整个改造期间旧母差保护一直投入运行保护 I 母、新母差保护大部分时间投入运行保护 II 母,具体如下:

- 将新母差保护装置调试好,将 220 kV 1 号、2 号 TV 二次回路接入新母差保护;
 - 断开母联开关,旧母差保护投双母分列运行,将母联间隔 TA 的备用二次绕组与跳闸回路等接入新母差保护并调试;
 - 将所有间隔转移到 I 母运行,旧母差保护投单母运行方式保护 I 母;
 - 用旁路开关代路开关 1 使出线 1 继续运行,开关 1 与间隔 1 TA 停电,拆除旧母差保护与间隔 1 连接的 TA 与跳闸等二次回路,空出一个 TA 二次绕组;
 - 将间隔 1 空出的 TA 二次绕组与跳闸回路等接入新母差保护并调试;
 - 合上母联开关,将间隔 1 转移到 II 母上运行,进行新母差保护带负荷测试,测试正确后将新母差保护按单母方式投入运行保护 II 母;
 - 用旁路开关代路开关 2,开关 2 与间隔 2 TA 停电,拆除旧母差保护与间隔 2 连接的二次回路,空出一个 TA 二次绕组;
 - 新母差保护退出运行,II 母暂时失去母差保护,将间隔 2 空出的 TA 二次绕组与跳闸回路等接入新母差保护并调试完毕后,将间隔 2 转移到 II 母上运行,进行新母差保护带负荷测试,正确后将新母差保护按单母方式投入运行保护 II 母,准备充分后可将以上过程控制在 4 h 内,即 II 母失去母差保护的时间不超过 4 h,因此在天气良好母线故障几率低时可不用更改 II 母各进出线对侧的后备保护定值;
 - 重复步骤 g 和 h,将其他间隔接入新母差保护并调试完毕;
 - 按调度要求恢复变电站正常运行方式,新母差保护投正常运行方式;
 - 拆除旧母差保护,母差保护技术改造结束。
- 该方案不需母线各进出线停电;而且整个改造过

程条理清晰,旧母差保护一直投入运行保护 I 母,新母差保护大部分时间投入运行保护 II 母,不需要对侧更改定值,基本满足前面提出的技术改造要求。但该方案最大的缺点就是需要改变电网运行方式,所有间隔在改造初期转移到 I 母运行,在改造后期转移到 II 母运行;如果此时发生 I 母或 II 母故障,将会导致全站失压,改变电网的潮流分布,威胁电网的安全稳定运行;而且该方案需要对一次设备进行大量的倒闸操作,导致母线故障的几率增大。因此,该方案仅适用于终端与负荷重要程度不高的变电站;对于枢纽变电站或负荷重要程度较高的变电站,该方案不适用。

2.3 方案 3

方案 3 不改变电网运行方式与潮流分布,而是通过对新、旧母差保护与各间隔之间连接的二次回路切换完成母差保护技术改造工作,图 2 为各间隔保护屏、TA 端子箱与新、旧母差保护屏之间的二次电缆连接示意图。首先,将新母差保护屏就位并调试,确保装置内部逻辑与厂家配线正确,将 220 kV 1 号、2 号二次回路接入新母差保护屏,将各间隔 TA 回路及跳闸回路等二次电缆敷设到位并将新母差保护屏侧的二次电缆接入,然后逐个间隔进行技术改造。



图 2 二次电缆连接示意图

Fig.2 Connection of cable loops

- 用旁路开关代路开关 1 使出线 1 继续运行,开关 1 与间隔 1 TA 停电,在间隔 1 TA 端子箱处解开与旧母差保护屏连接的 TA 二次回路电缆 1,在间隔 1 保护屏处解开与旧母差保护屏连接的跳闸回路等电缆 2,使间隔 1 与旧母差保护之间完全解离。
- 在间隔 1 TA 端子箱处对应位置(电缆 1 解开前的位置)接入与新母差保护屏连接的 TA 二次回路电缆 3,在间隔 1 保护屏处对应位置(电缆 2 解开前的位置)接入与新母差保护屏连接的跳闸回路等电缆 4 进行调试,确保间隔 1 与新母差保护之间连接的二次回路正确。
- 调试完毕后,在间隔 1 TA 端子箱处解开电缆 3 并将电缆 1 接回原位,在间隔 1 保护屏处解开电缆 4 并将电缆 2 接回原位,即完全恢复间隔 1 与旧母差保护之间连接;上述过程中旧母差保护一直投入运行保护 I、II 母。
- 重复步骤 a~c 完成其他间隔与新母差保护之间连接的二次回路调试。
- 退出旧母差保护, I、II 母暂时失去母线保护,在各间隔 TA 端子箱处短接运行中的 TA 二次回路后,解开电缆 1 并接入电缆 3,在各间隔保护屏处解开电缆 2 并接入电缆 4;待全部间隔接入新母差保护后进行带负荷测试,测试正确后将新母差保护投入运行;以上过程可控制在 4 h 内,即 I、II 母失去母差保护的时间不超过 4 h,在天气良好、母线故障几率低的情况下不需更改母线各进出线对侧后备保护定值。

f. 拆除旧母差保护,母差保护技术改造结束。

该方案不需母线各进出线停电,不改变电网运行方式与潮流分布,有利于电网的安全稳定运行;而且在整个改造过程中旧母差保护基本上一直投入运行保护 I、II 母,只是在最后阶段才短时退出运行,基本满足前面提出的技术改造要求。但该方案需要对二次回路进行频繁的操作,使由于误碰、误接线等造成电网事故的几率增大。二次回路的操作主要通过组织措施(如措施票)保证安全,而一次设备的操作则有完善的组织措施(如操作票)与技术措施(如电气连锁、微机五防等)来保证安全,因此,二次回路操作比一次设备操作的危险程度要高一些^[8-9]。对于各间隔 TA 没有备用二次绕组与技术改造期间母线不能失去母差保护的枢纽变电站或负荷重要程度较高的变电站,采用该方案是最佳选择。

3 3 套母差保护技术改造方案比较

3 套方案的比较如表 1 所示。

表 1 3 套方案比较
Tab.1 Comparison among three schemes

项 目	方案 1	方案 2	方案 3
对设备的要求	各间隔 TA 均有备用二次绕组	母联间隔 TA 有备用二次绕组	母联间隔 TA 有备用二次绕组
母线各进出线	不需停电	不需停电	不需停电
电网运行方式与潮流分布	不改变	改变	不改变
技术改造期间母线失去母差保护的时间	不失去	每个间隔在 4 h 内	总共在 4 h 内
一次设备倒闸操作量	小	大	小
二次回路操作量	小	小	大
实施难度	小	中	大
适用变电站类型	所有变电站	终端与负荷重要程度不高的变电站	枢纽变电站或负荷重要程度较高的变电站

一般根据以下原则进行方案的选择:

- a. 对于所有类型的变电站,如果设备条件满足,优先考虑采用实施难度小的技术改造方案 1;
- b. 如果设备条件不满足,考虑采用技术改造方案

2 或方案 3,对于终端与负荷重要程度不高的变电站,采用方案 2,对于枢纽变电站或负荷重要程度较高的变电站,采用实施难度大的方案 3,同时通过应用各种技术措施与组织措施等方法降低该方案的实施难度。

4 结语

广州供电局近几年采用上述 3 种技术改造方案对所辖 15 个变电站进行母差保护技术改造。由于制定的技术改造方案合理可行,技术改造过程中没有发生一起事故,确保了技术改造工作的安全与质量。母差保护的寿命一般不超过 10 年,而 TA 的寿命超过 20 年,从而决定母差保护的技术改造与 TA 更换不同步;技术改造方案 1 是母差保护技术改造的最好选择,但该方案要求各间隔 TA 均有备用二次绕组;因此,今后进行 TA 更换或基建时应考虑采用二次绕组数量多的 TA,保证至少有一个备用二次绕组,为以后的母差保护技术改造等工作打好基础。

参考文献:

[1] 贺家李,宋从矩. 电力系统继电保护原理[M]. 北京:水利电力出版社,1991.
[2] 王春生,卓乐友,艾素兰. 母线保护[M]. 北京:中国电力出版社,1987.
[3] 王梅义. 电网继电保护应用[M]. 北京:中国电力出版社,1999.
[4] 崔家佩,孟庆炎,陈永芳,等. 电力系统继电保护与安全自动装置整定计算[M]. 北京:中国电力出版社,1990.
[5] 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]. 2 版. 北京:中国电力出版社,1999.
[6] 罗士萍. 微机保护实现原理及装置[M]. 北京:中国电力出版社,2001.
[7] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护规定汇编[M]. 2 版. 北京:中国电力出版社,2000.
[8] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护典型故障分析[M]. 北京:中国电力出版社,2001.
[9] 国家电力公司. 防止电力生产重大事故的二十五项重点要求[M]. 北京:中国电力出版社,2000.

(责任编辑:李 玲)

作者简介:

林伟华(1971-),男,广东翁源人,工程师,硕士,从事继电保护管理工作(E-mail:lw866@21cn.com)。

Discussion on substation bus differential protection retrofitting

LIN Wei-hua¹, LIU Hao-ming¹, TIAN Wei²

(1. Guangzhou Power Supply Bureau, Guangzhou 510180, China;

2. Nanjing Nanzi Power System Control Technology Co., Ltd., Nanjing 210003, China)

Abstract: Based on existing equipment conditions of substations, three retrofitting schemes of bus differential protection are provided. Scheme one is easy to be carried out, which keeps the normal operation of bus differential protection during the period. Scheme two changes the electric grid operating mode and the electric power flow distribution, needing a lot of primary equipment on-off operations. Scheme three is difficult in implementation, which frequently operates on cable loops. The principle of scheme selection is clarified; scheme one is applied firstly if there are standby secondary windings for all current transformers of every cell, otherwise choose scheme two or three according to the position of substation in grid. All three schemes are applied in practice.

Key words: bus differential protection; current transformer; standby secondary winding; secondary loop