

母线保护中母联死区故障保护逻辑的研究

任立辉¹, 樊文东², 程天保², 李秀红²

(1. 平顶山姚孟第二发电有限公司, 河南 平顶山 467031; 2 许继电气保护及自动化事业部, 河南 许昌 461000)

摘要: 分别阐述了双母线微机保护中母联带单 CT 和双 CT 时, 发生母线故障和死区故障时的保护逻辑, 同时指出它们各自的优缺点。针对现有的母联双 CT 交叉接线方式, 提出一种能够正确判别是母线故障还是死区故障的方法, 同时对母联死区故障的保护原理提出一种改进措施。

关键词: 双母线; 母联; 母线故障; 死区故障

中图分类号: TM77 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2006)10-0012-03

0 引言

目前, 微机母线保护在电力系统中得到了比较广泛的应用。考虑到系统运行和操作的灵活可靠性, 国内的 110 ~ 220 kV 母线大部分采用双母线接线方式, 母联断路器常常装设一组或两组 CT。在母联断路器与母联 CT 之间的地方, 人们称它为“死区”。在现有的母线保护装置中, 母线故障和死区故障时都有相类似的保护原理, 其中使用最多最成熟的原理是带比率制动的差动保护原理^[1, 2, 4]。

本文将首先简要介绍带比率制动特性的差动保护原理, 以母线故障和死区故障为例, 说明各自的保护原理, 指出他们各自的优缺点, 最后对两侧装设 CT 的母联死区保护提出了一种更加合理的改进措施。

1 带比率制动的差动保护原理^[1]

母线差动保护常采用比率制动差动保护, 设置大差及各段母线小差, 大差为除母联 (或分段) 外母线上所有元件构成的差流, 小差为每段母线上所有元件 (包括母联或分段) 构成的差流。大差作为启动元件, 用以区分母联区内外故障, 小差为故障母线的选择元件。大差, 小差均采用具有比率制动特性的电流差动算法, 其动作方程为:

$$I_d > I_s$$
$$I_d > KI_r$$

其中: $I_d = \left| \sum_{j=1}^n I_j \right|$ $I_r = \sum_{j=1}^n |I_j|$

式中: I_d 为差动电流, I_r 为制动电流, K 为比率制动系数, I_s 为差动电流整定门坎。如果大差和某段小差都满足上式的动作方程, 判为母线内部故障, 母线

保护动作, 跳开故障母线上的所有断路器。对于双母线, 大差及小差各自的保护范围如图 1 所示:

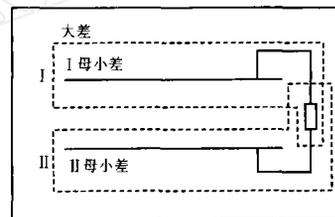


图 1 双母线系统大差、小差保护范围

Fig 1 Great and small difference zones of duplicate busbars

2 双母线母联单 CT 时的保护原理^[3, 4]

母联断路器仅一侧装设 CT, 如图 2 中所示。

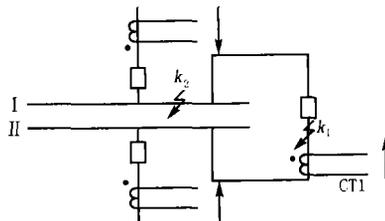


图 2 母联单 CT 时双母线 I 母故障和死区故障示意图

Fig 2 Fault in "I" busbar and dead-zone of duplicate busbars with one coupler CT

以 I 母故障和死区故障为例, 如图 2 所示, 说明其动作逻辑:

k_2 点发生故障, 大差动作, I 母小差动作, II 母小差不动作, 动作逻辑为: 母联和 I 母差动保护瞬时动作, 切除故障;

k_1 点 (死区) 发生故障, 动作逻辑为: 对母差动保护来说为外部故障, 母差动保护不动作; 对母差动保护来说为内部故障, 母差动保护动作, 瞬时跳开母上的连接元件及母联断路器。但此时

故障仍不能切除,针对这种情况,可以采用经过跳母联的整定延时后检测母联断路器的位置,若母联处于跳位,则母联 CT 电流不记入 I 母小差计算,从而破坏 I 母小差的电流平衡,加速 I 母差动保护动作,最终切除故障。若没有把母联的跳位接点引入保护装置,或者保护没有识别到母联断路器的位置,则母联死区故障时保护自动按母联失灵来处理,需经过整定的延时跳 II 母。

从上面的分析来看, k_1 点(死区)发生故障时,最好不要切除 I 母,只需切除母联和 II 母上所连元件即可,但是现在 I 母被切除了,扩大了停电范围,这是母联单 CT 时死区故障保护的最大缺点。当然,它的优点就是少用了一组 CT,装置接线简单了。

3 双母线母联双 CT 时的保护原理

母联断路器两侧装设两组 CT,交叉接线, CT1 极性与 I 母元件一致, CT2 极性与 II 母元件一致,母联 CT1 电流计入 I 母小差,母联 CT2 电流计入 II 母小差,如图 3 所示。

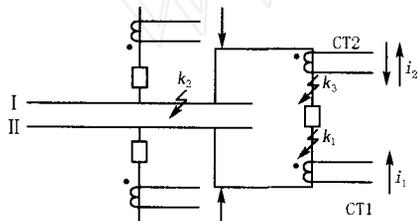


图 3 母联双 CT 时双母线 I 母故障和死区故障示意图

Fig 3 Fault in "I" busbar and dead-zone of duplicate busbars with two coupler CT

以 I 母故障和死区故障为例,如图 3 所示,说明其动作逻辑:

k_2 点发生故障,大差动作, I 母小差动作, II 母小差不动作,动作逻辑为:母联和 I 母差动保护瞬时动作,切除故障;

k_1 点(死区)发生故障,动作逻辑为:由于交叉接线,根据差动保护原理可知,对于 I 母和 II 母差动保护来说均为内部故障, I 母和 II 母差动保护动作,瞬时跳开 I 母、II 母上的连接元件及母联断路器;

同母联带单 CT 时的情况一样, k_1 点(死区)发生故障时,最好不要切除 I 母,只需切除母联和 II 母上所连元件即可,但是现在 I 母被切除了,扩大了停电范围。它的优点就是不需要延时,能够瞬时切除故障。

同理可以分析,当 k_3 点(死区)发生故障时,不应该切除 II 母。

4 死区故障时误跳 I 母的原因分析

根据差动保护原理,对于常规母线保护,母联单 CT 或双 CT 两种情况,无论是 I 母,还是死区发生故障, I 母小差始终满足动作条件。因此,当死区(k_1 点)发生故障时,保护装置分辨不清是 I 母故障还是死区故障,对 I 母差动保护来说均为内部故障,所以只能切除 I 母,造成停电范围的扩大。

对于双 CT 交叉接线方式,本文提出一种能够正确判别 I 母故障或死区故障的方法,同时对死区故障保护原理提出一种改进措施。

5 母联死区故障保护原理的改进措施

5.1 正确判别母线故障或死区故障的方法

如图 3 所示,设母线(例如 I 母)发生故障,流过 CT1、CT2 的电流分别为 i_1 、 i_2 ,假定 CT 极性是以同名端指向非同名端为正,它们的相位差为 180° ,幅值相等,因此 $|i_1 + i_2| = 0$ (考虑到 CT 误差),相应的向量图如图 4(a)所示。死区发生故障时,电流 i_1 将从 II 母流向 I 母,电流 i_2 将从 I 母流向 II 母,电流幅值一般不相等,但是 $|i_1 + i_2| = I_d$ 始终成立,向量图示于图 4(b)。

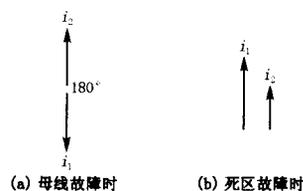


图 4 电流 i_1 与 i_2 的向量图

Fig 4 Vector diagram of currents i_1 and i_2

所以,保护装置能够正确地判别母线故障或者死区故障的方法是:当大差动作, $|i_1 + i_2| = 0$ 时,属于母线故障;当大差动作, $|i_1 + i_2| = I_d$ 时,属于死区故障。

5.2 死区故障保护原理的改进措施

以 I 母 k_2 点和死区 k_1 点故障为例,说明母联双 CT 时死区故障保护原理的改进方法,其逻辑如图 5 所示。

除大差作为起动元件外,把母联 CT1、CT2 电流的瞬时值之和 $|i_1 + i_2|$ 也作为起动条件;

大差动作, $|i_1 + i_2| = 0$,可设定 $|i_1 + i_2| < I_{d\alpha}$,如果 I 母小差动作,判为 I 母故障,电压闭锁开

放, I母出口跳闸, 瞬时跳开母联和 I母上所有元件, 其逻辑如图 5(a)所示;

大差动作, $|i_1 + i_2| = I_d$, 判为死区故障, 这时只跳母联, 确认母联跳开后, 则使 CT₁、CT₂ 的电流不记入各自小差, 相当于 $i_1 = i_2 = 0$, 这时大差仍动作, I母小差不动作, II母小差动作, 电压闭锁开放, II母出口跳闸, 跳开 II母上所有元件, 切除故障, 其逻辑如图 5(b)所示; 如果母联没有跳开, 则自动按母联断路器失灵来处理。在母联未跳开以前, 虽然 I母和 II母小差均动作, 但是条件 $|i_1 + i_2| < I_{dx}$ 不满足, 所以跳母联过程中不用闭锁 I II母差动保护。

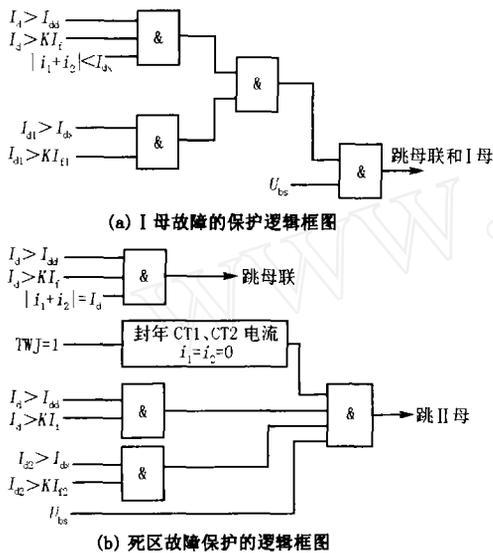


图 5 I母及死区故障保护的逻辑框图

Fig 5 Logical protection diagram of "I" busbar and dead-zone fault

图中: I_d : 大差电流; I_{d1} : I母小差电流; I_{da} : 大差定值; I_{dx} : 小差定值; K : 比率制动系数; I_t : 总制动电流; I_{t1} : I母制动电流; I_{d2} : II母小差电流; I_{t2} : II母制动电流; TWJ : 母联跳位接点; U_{bs} : 复合电压闭锁; i_1 : CT₁ 电流; i_2 : CT₂ 电流。

6 结论

通过上述分析, 可以总结出死区故障 (以 k1 点为例) 时三种保护措施的优缺点:

母联单 CT 方式, 缺点是: 多跳一条母线 (I 母); 延时跳原则上应该跳的母线 (II 母)。优点是: 装置接线简单。常规母联双 CT 方式, 缺点是: 多跳一条母线 (I 母); 优点是: 瞬时跳原则上应该跳的母线 (II 母)。改进母联双 CT 方式, 缺点是: 延时跳原则上应该跳的母线 (II 母)。优点是: 不多跳母线 (I 母)。

参考文献:

- [1] 王春生, 等. 母线保护 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1997.
WANG Chun-sheng, et al Busbar Protection [M]. Beijing: China Electric Power Press, 1997.
- [2] Siemens AG Distributed Busbar/Circuit Breaker Failure Protection SIPROTEC 7SS52 [Z]. 1998
- [3] 李力, 等. LFP-915 微机型母线保护装置 [J]. 电力系统自动化, 2000, 24 (1).
L I L i, et al LFP-915 Type Protection Equipment on Microprocessor Based Busbar [J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24 (1).
- [4] 杨奇逊. 微机继电保护基础 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1988.
YANG Qi-xun Basis of Microprocessor-based Protection [M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press, 1988.

收稿日期: 2005-09-16; 修回日期: 2005-10-10

作者简介:

任立辉 (1970 -), 男, 工程师, 从事继电保护运行;
樊文东 (1973 -), 男, 硕士, 助理工程师, 从事微机继电保护的研发和市场技术支持; E-mail: wendongf@163.com
程天保 (1971 -), 男, 本科, 工程师, 从事微机母线保护的研发和市场技术支持。

Research of busbar protection's logic on dead-zone fault of coupler

REN Li-hui¹, FAN Wen-dong², CHENG Tian-bao², LIXiu-hong²

(1. Pingdingshan Yaomeng Second Generation Co., Ltd, Pingdingshan 467031, China;

2. XJ Electric Protection and Automation Business Department, Xuchang 461000, China)

Abstract: This paper describes differential protection's logic on busbar or dead-zone fault when coupler has one or two TAs, as well as their advantages and limitations. Aiming at present across connective mode of the coupler with two TAs, a scheme that can rightly judge busbar or dead-zone fault is presented and an improved method on protection principle of dead-zone fault is proposed.

Key words: duplicate busbar; coupler; busbar fault; dead-zone fault