

浅谈双母双分段母线保护配置中的若干问题

周晓龙¹, 王攀峰¹, 田盈², 王东¹, 程天保¹

(1. 许继电气公司保护及自动化事业部, 河南 许昌 461000; 2. 许昌继电器研究所, 河南 许昌 461000)

摘要: 阐述了双母双分段母线系统的保护配置方案, 分析了双母双分段母线系统保护配置中需注意的几个问题, 尤其是母线故障时环流的影响, 另外分段断路器辅助触点的使用给分段死区故障带来了新的解决方案, 但也带来了因辅助触点不可靠而产生的相应问题, 讨论了这些问题并给出了相应的处理方案。

关键词: 双母双分段; 死区; 母线保护

中图分类号: TM774 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)08-0036-04

0 引言

在超高压变电所或 220 kV 出线回数较多的变电所中, 为在母线发生短路故障时将停电范围限制到最小, 采用了多分段母线。目前国内采用较多的是四分段即双母双分段母线。它是双母线方式的延伸, 继电保护和二次回路比较简单清晰。在任一段母线发生短路故障时, 可将停电范围限制到全厂或全所的四分之一。对双母双分段母线保护的配置有两种模式: 一种是用进口的分布式母线保护装置, 按间隔配置; 另一种是采用国产的集中式双母线保护装置按两个双母线系统配置(如图 1 所示), 两套装置一起完成对整个双母双分段母线的保护。后一种配置模式是国内普遍采用的。

1 双母双分段母线系统的特殊性

如图 1 所示, 单面保护屏所保护的範圍其实就是一个双母线系统, 但它与一般的双母线系统还有所不同。首先, 它有两个特殊的连接元件即图 1 中所示的 #2、#3 元件, 对整个双母双分段母线系统来说, 它们是分段开关, 具有母联的全部特点, 母联 #1 可能发生的故障分段开关 #2、#3 也都有可能发生。但对单面保护屏来说, 它们又与两条出线很相似, 所以处理其故障时又不能完全像母联一样处理。另外, 在该系统中当母线发生短路时, 由于整个母线系统形成了环路, 故障电流有可能迂回, 从而产生了电流流出, 如图 2 所示。流出电流将会对保护灵敏度产生不利影响。本文将针对这些特殊性讨论以下问题, 即: 母线故障时电流流出的影响及对策; 分段断路器失灵的对策; 分段断路器死区故障的处理方法; 分段断路器辅助接点的使用和防误措施。

2 母线故障时电流流出的影响及对策

以图 2 所示系统为例, B 母故障时, 连接在该段母线上的发电机提供的电流为 I , 假设有 kI 的电流通过母线 A、A 和 B 迂回到故障点, 即 B 母有 kI 的流出电流。

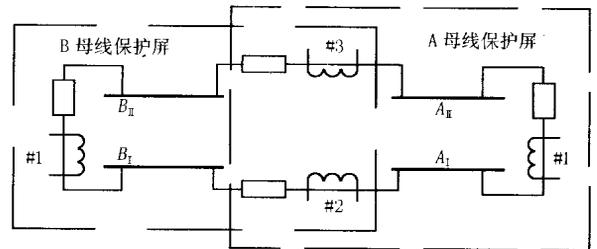


图 1 双母双分段母线系统及其保护配置示意图
Fig. 1 Schematic diagram of 4-section busbar system and its relay configuration

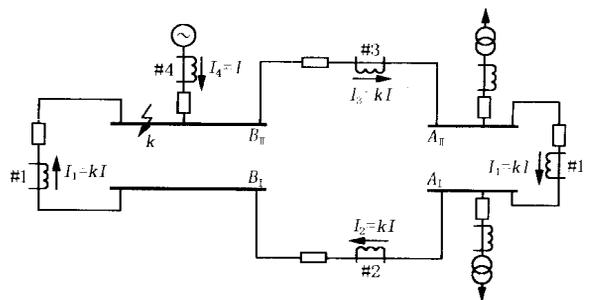


图 2 母线故障电流流出示意图
Fig. 2 Circumcurrent during busbar short-circuit

差动保护的动作为:

$$I_d > I_{set} \quad (1)$$

$$I_d > Z_d I_f \quad (2)$$

B 组母线的大差及大差制动量计算如下:

$$I_d = I_4 - I_3 + I_2 = I - kI + kI = I \quad (3)$$

$$I_f = I_4 + I_3 + I_2 = I + kI + kI = (2k + 1)I \quad (4)$$

B 母线的小差及小差制动量计算如下:

$$I_{dB} = I_4 - I_3 + I_1 = I - kI + kI = I \quad (5)$$

$$I_{fB} = I_4 + I_3 + I_1 = I + kI + kI = (2k + 1)I \quad (6)$$

假设整定的差动定值 $I_{set} < I$, 即大差和小差的差电流都满足判据式(1)。欲使 B 母线保护屏差动保护动作, 大差和小差均需满足判据式(2), 即

$$I > Z_d(2k + 1)I \quad (7)$$

从而得到制动系数:

$$Z_d < \frac{1}{2k + 1} \quad (8)$$

式(8)中电流流出的比例 k 小于 1, 所以制动系数 Z_d 的极限是 0.33, 即如果故障时电流完全迂回, 若 Z_d 整定的大于 0.33, 保护将会拒动。所以双母双分段母线保护整定计算中选取制动系数 Z_d 时, 母线故障时电流流出的比例将是一个重要的考虑因素。电流流出比例是与电源到故障点的环路各段阻抗有关的, 从图 2 的系统示意中可以看出, 一般情况下电源直接到故障点 K 的母线阻抗是不大于迂回路线的母线阻抗的, 所以一般情况下电流流出比例 k 应不大于 0.5, 由式(8)可得 Z_d 整定值小于 0.5 就能满足实际运行的需要。

从以上的计算分析, 如果制动系数 Z_d 固定为 0.3, 则保护一定不会因为故障时电流流出的影响而拒动, 但在最大运行方式下有元件 TA 断线时或者母线出口故障 TA 严重饱和时以及 TA 累计误差太大时保护将有误动的危险。为了解决这个问题, 一方面提高大差灵敏度, 大差所用制动系数选一个较低的值, 可以固定为 0.3, 小差所用制动系数 Z_d 根据系统具体情况整定一个较高且合适的值; 另一方面, 因为所用制动系数不同造成大差比小差灵敏度高, 在特定工况下母线故障时有可能出现大差动作条件满足而小差动作条件不满足的情况, 为了解决这个问题, 可以考虑在大差动作而小差不动作的情况下有选择性地跳开母联, 破坏该母线系统的环路状态, 从而使小差动作, 有选择性地切除故障母线。注意必须将 TA 饱和的影响考虑进去, 差动判别必须采用抗 TA 饱和措施, 从而防止大差起动误跳母联。

3 分段断路器失灵的对策

如图 1 所示, 假设 B 母故障, 当 B 母线保护屏动作跳 B 母时, 应把 #2 分段断路器跳开, 如果它失灵, 则应跳开相连的母线 A 母。保护的处理逻辑

是当 B 屏动作跳 #2 分段断路器的同时发给 A 屏一个该分段断路器跳闸的信号, A 屏接收到该信号后, 经过延时(可整定, 躲分段断路器跳闸时间、熄弧时间并考虑一定裕度), 若 #2 分段电流越限(可整定, 按最小运行方式下母线故障时流过分段断路器的短路电流整定, 并考虑一定的灵敏度, 尽可能躲过最大运行方式下流过分段断路器的负荷电流), 则判定为 #2 分段断路器失灵, A 母线保护屏将跳开该分段断路器连接的母线上所有连接元件(即 A 母, 包括 #1 母联), 最终切除故障。同理, 当 B 母线保护屏动作跳 B 母时, 应把 #3 分段断路器跳开, 这时 B 屏同时发给 A 屏一个该分段断路器跳闸的信号, A 屏接收到该信号后, 经过延时, 若 #3 分段电流越限, 则判定为 #3 分段断路器失灵, A 母线保护屏将跳开该分段断路器连接的母线上所有连接元件(即 A 母, 包括 #1 母联), 最终切除故障。

A 母线保护屏动作时, 一样发给 B 屏相关的分段断路器的动作信号, B 保护屏接收到信号后将做同样的逻辑判断并动作切除相关母线。

本质上, 分段断路器失灵的处理逻辑对单套母差保护屏来说等效于一般出线的失灵保护。只不过失灵起动由两面母差保护屏互相提供。

4 分段断路器死区故障的处理方法

如果分段断路器两侧装设 TA, 如图 3 所示, #3 TA_B 接入 B 母线保护屏, #3 TA_A 接入 A 母线保护屏, 交叉接线消除了分段断路器的保护死区, K 点发生故障时两套保护都会瞬时动作。这也是保护设备配套者建议的一次设计方式。

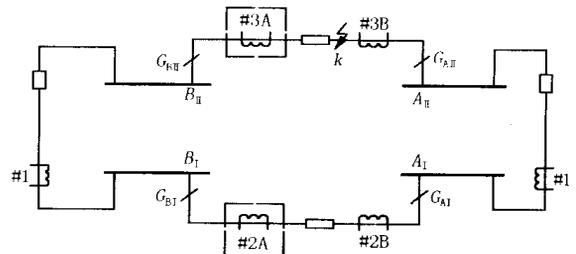


图 3 分段断路器 TA 安装方式及死区故障示意图

Fig. 3 TA mount mode of the section breaker and short-circuit in the dead zone

如果分段断路器仅一侧装设 TA, 即图 3 中虚线框内 TA 不存在, 则存在分段死区问题。分段死区故障可以按分段断路器失灵处理。在图 3 中 K 点发生故障, B 母判为区内, 将瞬时动作, A 母判为区外, 将不动作, 这时故障将仍然存在, 分段断路器失

灵逻辑将会成立,两套保护将会按分段失灵逻辑相继切除 B 母和 A 母。

大多数情况下上述两种分段死区处理模式都不会有什么问题。但如果分段断路器处于热备用状态,即刀闸 GA、GB 合而 #3 分段断路器在分位。在死区点发生故障时,非故障母线 B 母将会瞬时误跳,而故障母线 A 母在分段断路器单侧装设 TA 时将会延时动作。

传统上,B 母的误跳是允许的。但如果把分段断路器失灵和分段死区故障区别对待,这个问题是可以解决的。为此保护要求引入分段断路器的跳闸位置触点 TWJ(常闭触点),当保护识别到分段断路器的 TWJ 闭合(即分段断路器处于分位)时,保护将“封掉”相应的分段 TA。在分段断路器运行时,若发生分段死区故障,判为区内的母线(B 母)先跳闸,分段断路器(#3)断开,对侧保护(即 A 母线保护)识别到分段跳开(对应的 $TWJ = 1$),该分段 TA 的电流将不再计入差流(即所谓的封 TA),从而破坏电流平衡,加速 A 屏母差动作,最终切除故障。这比按分段失灵逻辑处理动作速度更快。在分段热备用状态下,分段 TA 一直处于被“封闭”状态,发生死区故障时,非故障母线 B 母因为不把分段电流计入差流,差流保持平衡,所以不会误动;而真正的故障母线 A 母也因为不把分段电流计入差流,差流产生,所以能够正确地瞬时动作。

如果 TWJ 的识别出了问题,死区故障时保护将自动按分段失灵来处理。以保证万无一失。只不过动作时间要长一点,为分段失灵延时时间。

5 分段断路器辅助接点的使用和防误措施

在分段死区故障的处理方案中使用了断路器的辅助位置触点 TWJ,它将影响大差和小差计算时对分段电流的取舍。母差保护原理中大差是起动元件,它不应受母线运行方式的影响,这样才能保证母线运行方式识别有异常时大差不会误起动,从而保证保护的可靠性。在双母线保护中就是这样的。如果在双母双分段母线保护中也按该原则进行大差的计算,分段死区故障和分段失灵将无法区分,分段热备用情况下死区点故障时非故障母线的误跳也将不可避免。但从安全性方面考虑,宁愿如此。

笔者认为,安全性方面的担心主要是怕辅助触点失灵或与主触头不同步对继电保护产生不利影响。辅助触点由主触头拉动,但因为主触头行程长而辅助触点行程短,所以辅助触点和主触头不同步是

可能的。

现场实测表明辅助触点的变化与主触头的变化是基本同步的,偶尔有快于主触头的情况,但一般也只是几个毫秒的差异。西门子 SF₆ 开关的技术参数表明:(以线圈得电为时标 0 点)主触头断开时间为 40 ms, TWJ(常闭触点)闭合时间为 30 ± 6 ms。极限情况下考虑 TWJ 闭合时间为 24 ms,则 TWJ 有可能在主触头完全断开前 16 ms 闭合。这样,如果保护一识别到 TWJ 闭合就“封掉”对应的分段 TA,则有可能在正常跳分段时无故障母线提前误封电流造成差流不平衡,引起差动误动。

辅助触点的变化当然也有可能晚于主触头的变化。合分段开关时,如果 TWJ 的打开滞后于主触头的闭合,保护将会因为分段 TA 仍处于“封闭”状态而产生差流,引起差动误动。

为消除这些不安全因素,要求:合上断路器时,辅助触点应先于主触头变化;断开断路器时,辅助触点应后于主触头变化,保证二次回路始终与一次回路相对应,正常情况下,不产生差流。

为消除合分段开关时 TWJ 滞后主触头的影响,可以引入分段开关的手合触点 SHJ。SHJ 的闭合应该是先于主触头的动作,当 SHJ 闭合时,表明有合分段的操作,保护将不再用 TWJ 封 TA,按刀闸位置直接认为分段已经投入,分段电流计入差流。从而消除合分段过程中差动误动的可能。

对于断开(跳开)断路器时, TWJ 可能先于主触头断开的不同步问题,参考西门子开关参数相差约 16 ms,另考虑断路器的熄弧时间 20 ms,并考虑一定裕度,母差保护在识别分段断路器由合位变为分位,由辅助触点判别开关断开时应有 50 ms 的延时确认时间,以消除不同步的影响。

辅助触点还有可能出现失灵,即该闭合时因触卡死而合不上,该断开时因粘连而断不开,还有可能因为保护光隔击穿而误识别。所以在正常运行时对辅助触点开合的正确与否加以监视是必要的。对 TWJ 可以用断路器的常开触点 HWJ(断路器断开时打开,断路器运行时闭合)来校核,断路器只存在一种状态,要么断开,要么闭合,所以 TWJ 和 HWJ 不应该同时都闭合也不应该同时都断开。如果保护识别到的 TWJ 和 HWJ 出现不对应的情况,应延时发警告信号。在这种情况下,保护如果以 TWJ 为主,认为对应的分段断路器处于分位(不运行),假设实际是运行的,发生区外故障时因为“封掉”了分段电流有可能引起母差保护误动,所以这时闭锁母差保护

是必要的。保护如果以 HWJ 为主,认为对应的分段断路器处于合位(运行),假设实际是不运行的,发生死区故障时因为没有“封掉”分段电流,非故障母线将会误动,故障母线将会延时动作。考虑到母线发生故障的机率远小于线路发生故障的机率,所以笔者认为当出现 TWJ 和 HWJ 不对应时以 HWJ 为主的方案更好一些。

对 SHJ 和分段失灵起动触点都可以设置长时起动告警,如果长时间处于闭合状态,提示运行人员及时检查修复是必要的。

6 结论

双母双分段母线保护单面保护屏在其它方面的保护逻辑与普通双母线保护是完全一样的,本文不再阐述。以上方案在用 WMH - 800 配置的多套双母双分段母线保护中已经使用,并经过动态模拟试验验证,结果表明,分段断路器辅助接点参与保护逻辑判别不仅提高了分段单 TA 配置死区故障时的动作

速度,而且解决了开关热备用时死区故障非故障母线误跳的问题。

参考文献:

- [1] 王春生,等(WANG Chunsheng, et al). 母线保护(Busbar Protection)[M]. 北京:中国电力出版社(Beijing:China Electric Power Press),1997.
- [2] Siemens AG. Distributed Busbar/ Circuit Breaker Failure Protection SIPROTEC 7SS52[Z]. 1998.

收稿日期: 2003-08-05; 修回日期: 2003-09-28

作者简介:

周晓龙(1976 -),男,本科,助理工程师,从事微机母线保护的研发和市场技术支持;

王攀峰(1977 -),男,本科,助理工程师,从事微机母线保护的研发和市场技术支持;

田盈(1975 -),女,本科,助理工程师,从事保护的研发和市场技术支持。

Ponderation on the 4-section busbar relay configuration

ZHOU Xiao-long¹, WANG Pan-feng¹, TIAN Ying², WANG Dong¹, CHENG Tian-bao¹

(1. Protection and Automation Department, XJ Electronic Co., Ltd, Xuchang 461000, China;

2. Xuchang Relay Research Institute, Xuchang 461000, China)

Abstract: The 4-section busbar relay configuration is introduced. It analyses several problems of the configuration that must be paid attention to. Especially the circumcurrent will influence the sensitivity of the differential protection. The using of auxiliary point of section provides a new scheme to solve the the short-circuit in dead zone, but with the uncertainty of the auxiliary point, it also brings some new problems, which have been discussed and given the relevant countermeasures.

Key words: 4-sections busbar; dead zone; busbar protection

(上接第 18 页 continued from page 18)

收稿日期: 2003-07-14; 修回日期: 2003-09-29

作者简介:

梅慧兰(1979 -),女,硕士,目前主要研究方向为电力系

统继电保护;

徐玮(1980 -),男,硕士,目前主要研究方向为电力系统运行与控制;

陈允平(1945 -),男,教授,博士生导师,现主要从事电力系统继电保护、电力电子技术、高电压工程等方面的研究。

Application research on expert system in protective relay setting calculation

MEI Hui-lan, XU Wei, CHEN Yur-ping, HU Zhi-jian

(School of Electrical Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: There are many uncertain problems in protective relay setting calculation, which can only be solved through experts experience and enlightening knowledge. It proves to be an effective and practical approach to deal with these problems by introducing expert system into setting calculation. A great deal of research in this field is summarized in this paper, advantages and disadvantages of several general ways of knowledge representation in relay setting expert system are briefly discussed, some valuable thoughts and main work needed to do in future are proposed, and its prospect of research and application is also pointed out.

Key words: expert system; setting calculation; protective relay; knowledge representation