

侧,差动保护不会动作。而母差保护判为区内故障能快速动作跳闸。但由于母差保护并不灭磁停机,而断路器跳开后对机组而言故障并未消失,所以一直要等到发变组的后备保护负序过流动作后才能将机组灭磁、停机。若发生接地故障,由于主变零序电压取自母线 PT 的 $3U_0$,在断路器跳开后母线 $PT3U_0$ 随之消失,所以致使主变零序保护也不能动作。而负序电流保护动作时间为 8 秒。对于如此严重的出口故障要长达 8 秒才能使发电机灭磁停机,对发变组的损坏将是严重的。

另外,当发变组主开关由于某种原因跳开一相或因开关触头接触不良而会使机组处于非全相运行状态。有计算表明,在变压器高压侧一相断线时,发电机承受的负序电流为额定值的 56%^[1],而我厂负序过流保护动作值整定为额定值的 60%,这就使得在变压器高压侧一相断线或开关非全相时,可能有较大的负序电流而负序过流保护又不能动作,以致使发电机长期承受负序电流造成转子过热损坏。

2.1.2 发变组保护消除死区对策

如图 2 示,只需在原负序过流保护装置中引出一副负序过负荷接点,将其串与断路器跳闸位置继电器 TWJ_{A-C} 并联接点后,起动一个带 100ms 延时的中间继电器 ZJ,再用 ZJ 的三副开接点去跳闸、灭磁、停机操作回路。

其动作过程为:当图 1 的 K_1 处发生故障,母差保护动作跳开发变组主开关, $TWJ_A \sim TWJ_C$ 动作闭合,此时因故障仍未消失, I_2 仍动作,起动 ZJ 励磁,经 100ms 后去灭磁、停机。

当正常运行状态下 DL 跳开一相处于非全相运行时,也会出现负序中流使 I_2 动作,而 $TWJ_A \sim TWJ_C$ 至少有一副接点闭合起动 ZJ,经 100ms 去跳开另外两相。

ZJ 之所以带有 100ms 延时,是考虑到由于 I_2 整定得较灵敏,在发变组断路器合闸过程中可能会因瞬间不同期而使 I_2 动作,由于 TWJ 此时而未返回,而致使 ZJ 误动。

在并网之前,机组开关尚未合上, TWJ_{A-C} 接点闭合,此时若发生故障 I_2 动作后去灭磁、停机,这相当于加速负序过流后备保护,对快速切除故障也是十分有利的。

2.2 线路保护

2.2.1 线路保护死区分析

对线路保护而言,图 1 的 K_2 处发生故障,本侧线路保护判为区外反方向故障而不会动作,而母差保护判为区内故障。当跳开线路开关后,对于对侧线路而言故障仍存在,须靠距离或零序 II 段才能延时切除。若对侧为距离较近的大电源,要经过 II 段时限才能切除故障对系统稳定是十分不利的。

2.2.2 线路保护死区消除对策

对于装有高频保护的线路而言,消除因 K_2 点故障对侧线路保护不能快速跳闸的最简便措施是将母差失灵保护启动线路永跳继电器 TJ_R 及开关跳闸位置继电器 TWJ_{A-C} 并联接点去收发讯机停讯回路。当 K_2 点故障时,本侧母差保护动作启动 TJ_R 使本侧收发讯机停讯,对侧收发讯机也因 II 段保护动作而停信,使高频闭锁保护快速跳闸。因较新型的按“四统一”标准设计

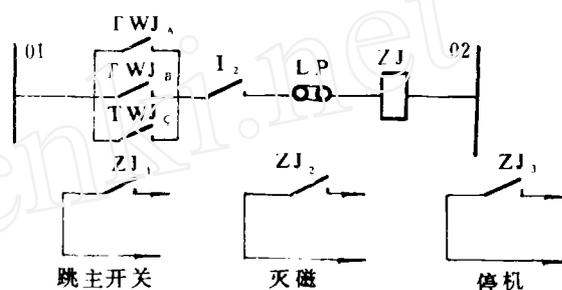


图 2 发变组保护回路改进图

的收发讯机,如许继的 SF-21x, SF-500,扬州的 YBX-1 等均设有此回路接口,只需将 TJ_R 及 TWJ_{A~c} 的接点按开入量接入即可。而对于较老的产品如 SF-5B,当需用此类收发讯机构成高闭保护时需对启讯回路作一些改进,文献 2 有这方面较详细的介绍。

对于无高频保护的线路,可用相继速动的原理使对侧快速跳闸,关于这方面的原理本文不再赘述。

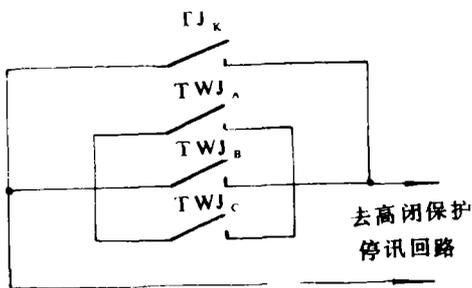


图 3 线路保护高闭停讯回路改进图

3 母联保护

3.1 母联保护死区分析

对图 1 的 K₃ 处发生故障,母差保护判别为 II 母故障(因电流由 I 母经 CT 流向故障点),故 II 母差动元件动作,但跳开母联开关后故障仍存在。

I 母差动元件判为区外故障而不会动作,故只能以各机组及

线路的后备保护来切除故障,这对系统可能会遭受灾难性后果。

3.2 母联保护死区消除对策

一般的双母线差动保护^[3]在考虑消除母联死区故障所设死区保护兼母联断路器失灵保护如图 4 示。

其中:1~2ZJ:分别为 I、II 母差动元件出口中间继电器,1CZJ~2CZJ 为其重动中间,LJ_a~LJ_c 为母联相电流继电器触点。

上述回路动作过程为:当某一母线发生区内故障,该母线差动元件动作,若母联断路器失灵拒动,则通过 LJ_a~LJ_c 触点由动作的母差元件去启动另一母线的失灵保护。当 K₃ 处发生故障,也可通过 LJ_a~LJ_c 与 2CZJ 去启动 I 母失灵,经 0.5s 跳开 I 母上所有开关切除故障。然而,当 K₃ 处发生故障,母联 CT 严重饱和时情况有些不同。由于 CT 至少在故障后 1/4 周波才会饱和,所以一开始 II 母差动元件可以正确动作,但当它跳开 II 母所有开关后,一方面因差动回路电流由原来 II 母所有 CT 电流之和减少为只有母联 CT 电流,另一方面由于母联 CT 的逐渐饱和使此差动电流更加减少,在严重饱和的情况下很可能使 II 母差动元件不能动作而返回。为防止这种情况发生,可加一使 1.2CZJ 自保持的回路,如图 5 示。

图 5 的改进回路可以保证,一旦 K₃ 处发生故障,在母联 CT 饱和之前 II (下转 42 页)

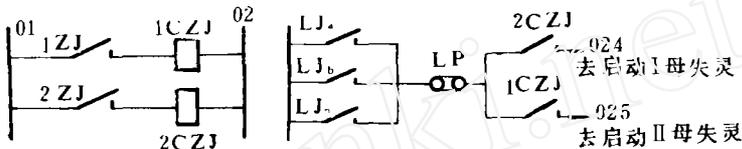


图 4 母联保护起动失灵回路

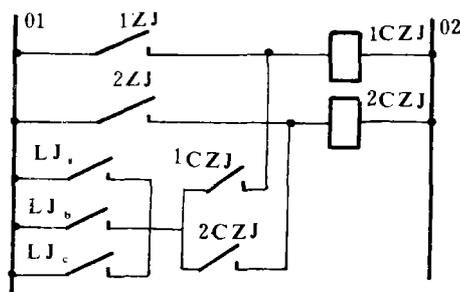


图 5 差动重动继电器改进接线图

路器拒分,若断路器断开相正好是故障相,且变压器中性点直接地,这种非全相事故是纵向故障。变压器中有零序电流和负序电流。快速保护可能返回,那么必须靠负序电流长延时后动作来启动失灵保护来消除断路器非全相事故。当断路器非全相过程中,可能会引起电网中其它保护越级跳闸,扩大事故。这一做法似乎欠妥。

总之,《改进意见》提出零序电流做失灵保护的闭锁元件,原则上是可行的,而且有实用意义。理由是:

(1)我国已运行的 220~500kV 断路器只发生过单相拒动,两相拒分从来没有发生过。

(2)我国继电保护技术规程、反措、会议纪要对分相操作的断路器都只考虑一相拒动的可能性,为了保持规程的一致性,不考虑断路器两相拒分的情况。

(3)发电机变压器组中性点不接地在发电厂只是一部分,其它中性点都是直接地,330kV、500kV 变压器中性点全是直接地,变压器直接地占超高压电网的大多数。断路器出现一相拒动,变压器都有零序电流,采用零序电流做失灵保护闭锁元件完全可以满足要求。

(4)由于采用零序电流比负序电流,具有回路简单可靠,调试工作量少等特点,《改进意见》采用零序电流做失灵保护闭锁元件是有根据的。

(上接 36 页)

母差动元件动作后 2CZJ 随之动作,由于此时故障并未切除,故母联电流元件 $LJ_A \sim LJ_C$ 仍闭合。此时 2CZJ 即可通过该回路自保持,即使母联 CT 饱和后 2ZJ 返回,2CZJ 仍能保持到起动 I 母失灵,完全切除故障后, $LJ_A \sim LJ_C$ 才会返回,此时 2CZJ 才能随之返回。

4 结论

本文论述分析了双母线主接线方式中存在的几个保护死区。虽然这些区域内发生故障的机会不多,但一旦发生故障,造成的后果和危害是极其严重的;或不能使机组快速灭磁停机,或不能使线路快速跳闸,或不能启动失灵保护。而这些区域内的故障都相当于母线故障。如此严重的故障不能快速切除,对机组的损坏将是十分严重的,对系统稳定也十分不利。本文针对其特点所采取的一些消除保护死区的对策,具有改动接线少,易于实现等特点,其中许多改进措施经过实践检验是行之有效的。

参考文献

- 1 王维俭、候炳蕴. 大型机组继电保护理论基础. 水利电力出版社,1982
- 2 王伟华. 220kV 线路高频闭锁保护存在问题及改进措施. 继电器,1992. 1
- 3 许昌继电器研究所. BMH-2 型母差保护装置说明书