

断路器机构与自适应重合闸的配合

郭又华¹, 赵俊¹, 朱雨²

(1. 四川省电力公司超(特)高压运行检修公司, 四川 成都 610041;

2. 成都电业局继电保护所, 四川 成都 610021)

摘要:超高压电网快速发展,同塔双回输电线路逐步推广使用,断路器机构与自适应重合闸的配合必须重视。论述了同塔双回输电线路自适应重合闸的基本策略,分析了某液压机构断路器的合闸回路及合闸低油压闭锁回路,提出了该断路器液压机构与自适应重合闸配合方面存在的问题,详细分析了自适应重合闸动作失败的原因,并提出了相关解决方案。

关键词:断路器; 自适应重合闸; 配合

Abstract: The cooperation of circuit breaker and adaptive recloser should be taken into consideration seriously due to the fast development of extra-high voltage power grid and the gradual promotion of double circuit lines on the same tower. The basic strategies of adaptive recloser in double circuit lines on the same tower are discussed, the closing circuit and the low oil pressure blocking circuit of circuit breaker of a hydraulic mechanism are analyzed, and the existing problems which may be caused by the cooperation of hydraulic mechanism of this kind breaker and adaptive recloser are proposed. The causes of adaptive reclosing failure are analyzed in detail, and the corresponding solutions are put forward.

Key words: circuit breaker; adaptive recloser; cooperation

中图分类号: TM862 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2011)05-0071-03

0 引言

大容量机组或电厂由于种种原因通常位于远离负荷中心的地方,这就需要将产生的大量电能进行长距离传输,并且要求很高的输电电压^[1]。部分地区为了缓解输送容量增加和输电线路通道资源减少的矛盾,同时控制建设成本,逐渐较多地使用500 kV同塔双回输电线路。500 kV同塔双回输电线路断面潮流大,需要采取多种措施以提高电网稳定运行水平。就继电保护而言,目前同塔双回输电线路多采用自适应重合闸技术,以提高重合闸成功率,尤其是减小同塔双回输电线路跨线故障以及相间故障对系统的影响。从国内外的研究情况来看,已经基本解决了断路器机构与常规重合闸的配合问题^[2,3]。而随着自适应重合闸技术的广泛应用,已经发现有断路器二次回路与自适应重合闸配合不当发生重合闸误动的行为发生,因此断路器机构如何与自适应重合闸逻辑配合应引起关注。

某变电站500 kV一次设备为HGIS配电装置,采用液压机构断路器。因多回出线为同塔双回线路,根

据同塔双回输电线路使用自适应重合闸的要求,配置了南京南瑞继保公司的RCS-931E线路保护、RCS-921C断路器保护以及CZX-22R型操作箱。

在变电站工程验收调试中发现500 kV断路器液压机构与自适应重合闸配合不当,导致一些情况下断路器不能按自适应重合闸的逻辑正确动作。下面就该问题产生的原因做一下分析,并提出解决方案,该方案的可行性在变电站得以验证。

1 自适应重合闸的基本策略

自适应重合闸逻辑位于线路保护RCS-931E中,因此断路器与自适应重合闸配合更多地是跟RCS-931E线路保护配合。

当RCS-931E保护定值中控制字“投自适应重合闸”投入,RCS-921C保护定值中控制字“投自适应重合闸”投入且RCS-921C保护屏“投自适应重合闸”压板投入时,重合闸方式为自适应重合闸方式。RCS-931E实现自适应重合闸的全部逻辑,RCS-921C负责接受来自RCS-931E的分相合闸命令后,仅完成重合闸出口功能。当RCS-931E出现

通道异常、TV断线等情况时,RCS-931E线路保护自动转为常规重合闸方式。RCS-931E常规重合闸方式可整定为单相重合闸或三相重合闸,此时RCS-921C并不受其影响,仍接受RCS-931E合闸命令且仅完成重合闸出口功能。

若将RCS-921C的“投自适应重合闸压板”退出,或者虽重合闸方式为自适应重合闸,但发生开关偷跳,以及3/2断路器接线中发生非同塔双回线跳闸时,RCS-921C转入预先设定的常规重合闸方式^[4],不再等待RCS-931E发出的合闸命令。常规重合闸方式并不是这里讨论的范围,但必须指出即便RCS-931E与RCS-921C都转入常规重合闸方式时,二者能互相配合,不会发生二次重合问题。

简单说来,自适应重合闸就是要实现分相结合无严重故障顺序重合。无严重故障重合是指判别是否发生了出口附近永久性故障,如果是出口附近的严重故障,则采取远故障侧先重合,重合于故障对侧三跳,本侧不再重合,若重合成功本侧接着重合,避免了重合于出口单相故障对系统的冲击。分相顺序重合是指两回线同时只有一相重合,如果有多相需要重合,则按一定顺序分别重合,避免了重合于多相永久故障给系统带来的冲击。当发生同塔双回输电线相间非严重故障,若双回线各自的健全相仍能构成准三相运行,则线路相间故障不必跳该线路三相断路器,应允许重合以保持功率的连续性,从而提高系统的稳定性。分相顺序重合具体如下^[5]。

1) 如果同塔双回输电线有同名相故障,同名相优先重合且可以同时重合,尽快恢复缺相的运行;

2) 如果同塔双回输电线无同名相故障时,按两回线超前相优先重合。

显然分相顺序重合要求相间非严重故障时超前相重合成功后滞后相能够继续重合。断路器机构和二次回路必须能够满足分相顺序重合这一要求。

2 断路器合闸低油压闭锁回路及合闸回路

断路器合闸低油压闭锁回路示意图如图1所示。断路器机构三相储能正常时,断路器各相储能电机行程开关到位,各相断路器储能电机行程开关合闸低油压闭锁接点S1都处于闭合状态,断路器合闸低油压闭锁中间继电器HYJ承受电压动作。

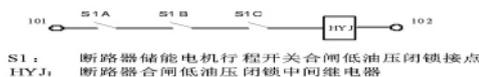


图1 断路器合闸低油压闭锁回路示意图

断路器合闸回路示意图如图2所示。断路器合闸低油压闭锁接点HYJ串联在A、B、C三相合闸回路中。当合闸储能到位时,串接在图2合闸回路中的HYJ接点闭合,故电能够到达合闸线圈。若此时断路器处于跳闸位置,断路器三相均储能到位,断路器允许合闸。当断路器A、B、C三相中任意一相合闸压力降低到需要闭锁合闸时,该相断路器储能电机行程开关合闸低油压闭锁接点S1断开,导致HYJ继电器失电,HYJ接点返回,断路器三相合闸回路都被断开,此时断路器三相均不允许合闸。

根据以上分析,该站500kV断路器为任一相断路器合闸压力降低同时闭锁断路器三相合闸回路设计。

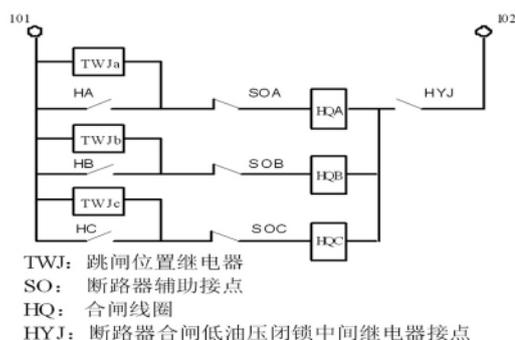


图2 断路器合闸回路示意图

3 断路器机构与自适应重合闸的配合

3.1 断路器误动行为

同塔双回输电线之间发生跨线单相故障时,例如I线A相对II线B相短路,超前相为I线A相,按照分相顺序重合的要求,I线A相先合,II线B相后合。同塔双回输电线之中某一回线发生单相短路或双回线之间发生上述跨线单相短路时断路器都能够正确动作重合。

同塔双回输电线之中某一回线发生相间短路,该线故障相之超前相重合成功后,滞后相重合闸出口但开关拒动,造成滞后相断路器重合失败,断路器机构非全相继电器动作跳开该线断路器三相。

同塔双回输电线发生跨线的相间短路时,例如I线A相对II线BC相短路,按照分相顺序重合的要求,超前相为I线A相,I线A相先合,然后再合II线B相,B相重合成功最后合C相。试验结果为I

线 A 相重合成功,接着 II 线 B 相重合成功, C 相断路器拒动,最后 II 线断路器机构非全相继电器动作跳开 II 线三相断路器。如果跨线相间短路包含同名相,例如 I 线 AB 相对 II 线 AC 相短路,按照分相顺序重合的要求两条线路应同时先合同名相 A 相, B 相合闸成功后再由 I 线合 B 相,最后 II 线再合 C 相。动作结果为 I 线、II 线各自 A 相重合成功后 I 线 B 相断路器、II 线 C 相断路器分别拒动,各自断路器机构非全相继电器动作跳开双回线六相断路器。

试验发现只要某线路发生相间短路,其滞后相断路器必然拒动,分析原因认为这都与断路器机构合闸回路和合闸低油压闭锁回路有关。

3.2 断路器误动原因分析

该站断路器为油压机构,开关跳、合闸都要释能。当故障超前相断路器重合闸动作出口后,该相储能释放,合闸储能不到位,该相储能电机行程开关低油压闭锁接点 S1 打开,合闸低油压闭锁中间继电器 HYJ 返回,断路器合闸回路中的 HYJ 接点因此断开,导致三相合闸回路不通。由图 1 可见,合闸回路断开后,三相跳闸位置继电器返回,但这并非重合闸立即放电的充要条件,重合闸继续动作合滞后相。由于电机运转打压对超前相重新储能需要一定时间,在此期间断路器合闸回路一直不通,断路器不能动作。同样由于合闸回路被断开,跳闸位置继电器返回,虽然故障超前相已经重合成功,断路器此时处于非全相状态,但 TWJa = 0、TWJb = 0、TWJc = 0、RCS - 921C 认为断路器三相都处于合位,当非全相整定时间到达时,机构非全相继电器动作跳开三相断路器而不是 RCS - 921C 非全相保护动作跳开该断路器。这就是为什么单相短路或双回线跨线单相短路情况下断路器能够正确重合,而只要发生相间短路,相间短路线路之滞后相断路器必然拒动,最终由发生相间短路的线路机构非全相继电器动作跳开其三三相断路器的原因。

对常规重合闸而言,如果投入单相重合闸,当发生相间短路时,保护三跳不重,如果投入三相重合闸,任何短路故障保护装置都三跳三重,重合闸动作后断路器合闸压力降低对线路保护与断路器机构二者之间的配合并无影响。

3.3 解决方案

解决该断路器机构与 RCS - 931E 自适应重合闸的配合问题,需将断路器机构合闸低油压闭锁回路由一相合闸压力降低闭锁三相合闸回路更改为分相闭

锁回路。如图 3,各相新增一电压型继电器 HYJa、HYJb、HYJc,串接于各自的储能电机行程开关合闸低油压闭锁接点 S1A、S1B、S1C 中,然后将各相低油压闭锁中间继电器接点 HYJa、HYJb、HYJc 分别串接于各相合闸回路,如图 4 所示。这样当超前相重合闸动作后,该相断路器合闸低油压发生,但只断开本相合闸回路,不影响滞后相继续重合,实现断路器与自适应重合闸的正确配合。

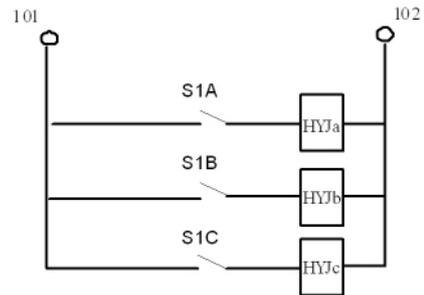


图3 断路器分相合闸低油压闭锁回路示意图

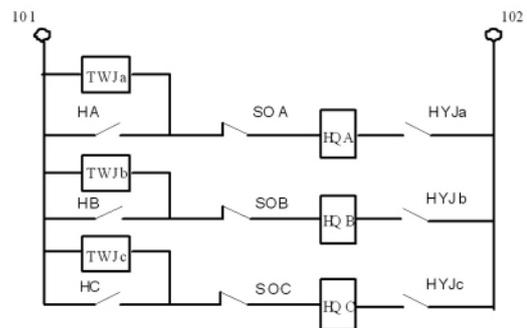


图4 改进的断路器合闸回路示意图

4 结 论

推广使用同塔双回输电线自适应重合闸,最大限度地维持了故障期间系统间的联系,在避免了对系统严重冲击的前提下,大大增加了重合的机会和重合成功率,从稳定的角度使双回线的输送能力进一步提高,带来了直接的经济效益。断路器机构有弹簧储能机构、液压机构等,每种机构在储能和释能的特性上可能有所不同。如果把断路器跳闸、重合闸、再加速跳闸称为断路器的一个工作循环,有些机构储满只能满足一个工作循环,有些机构却能满足一个以上的工作循环。另外,不同断路器二次回路也有一些差别。因此在断路器机构与自适应重合闸配合方面,就要针对不同断路器的实际情况具体分析,不能照搬常规重合闸的经验。前面针对该站断路器机构与自适应重

(下转第76页)

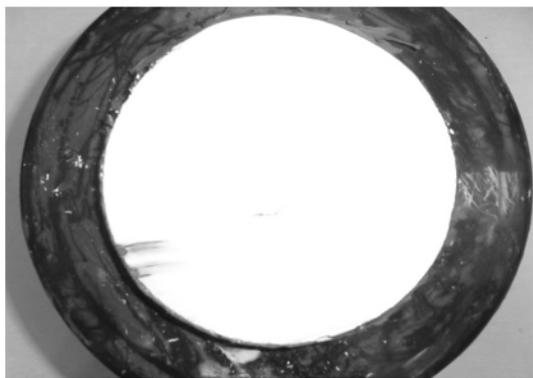


图7 瓷瓶横向剖切图(瓷瓶底部区域)

1.4 试验结果分析

在试验时存在两种现象,一是耐压时,随着电压的升高,发热区域从瓷瓶顶部由上到下,从内而外,逐渐扩散,且耐压装置的二次电流、电压剧烈变化。二是耐压后,瓷瓶绝缘电阻极低,只有1.5 MΩ,但过一段时间后绝缘又恢复到耐压前。

为了解释这两种异常现象,先建立缺陷瓷瓶的等效电路模型,如图7, C_i 为瓷裙间的分布电容, R_i 为瓷瓶电阻, G_i 为存在裂纹的地方的等效气隙。

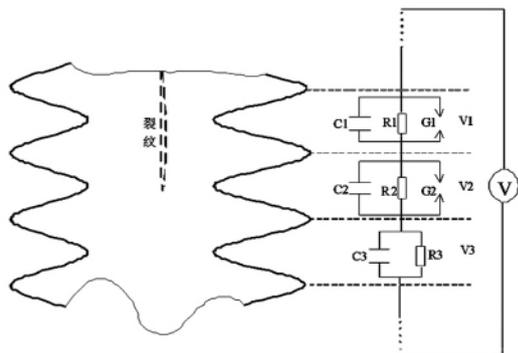


图7 瓷瓶横向剖切图(瓷瓶底部区域)

耐压时瓷瓶内部气隙在高压下击穿放电,放电导致试验电压降低,放电终止,瓷瓶内部气隙绝缘得以恢复,试验电压回升,当试验电压回升到放电电压值时,气隙又被击穿,又开始新一轮放电。因此,耐压设备二次电流、电压也相应地剧烈波动。放电导致瓷瓶内部温度升高,尤其是在瓷瓶顶部气隙越多的地方,放电越强烈温度越高,当试验电压升高时放电向瓷瓶下部气隙较小的区域扩散。相应地,从红外图谱上也反映出发热区域从瓷瓶顶部由上到下,从内而外,逐渐扩散。

从绝缘电阻的变化可以看出瓷瓶内部裂纹和外部环境存在联通通道,第一次耐压后,联通通道变得更大,使外部潮气进入瓷瓶内部,在第二次耐压时,瓷瓶温度升高,将瓷瓶干燥,排出潮气,绝缘又恢复到第一次耐压时状况。

2 结 语

通过这次缺陷处理及分析,说明了红外测温对设备隐患排查具有重要意义,利用红外测温及图谱分析的手段可以发现设备存在的绝缘缺陷。

参考文献

[1] 李建明,朱康. 高压电气设备试验方法[M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.

作者简介:

罗 飞(1979),男,硕士研究生,从事变电检修及高压试验工作。

(收稿日期:2011-07-15)

(上接第73页)

合闸的配合问题进行了分析,指出了该断路器不能正确重合闸的原因并提出了解决方案,能较有效地避免同塔双回输电线自适应重合闸误动作对电网造成的危害。

参考文献

[1] Rakosh Das Begamudre. 超高压交流输电工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
[2] 杜水平,吴俊芳,赵敏,等. SF₆ 弹簧操作机构断路器与重合闸配合问题的浅析[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(19): 122-123.

[3] 张赞,张斌,吴祖升. 浅析110 kV线路保护与SF₆断路器配合时的重合闸问题[J]. 继电器, 2007, 35(20): 77-78.
[4] RCS-921C型断路器失灵保护及自动重合闸装置技术说明书.
[5] RCS-931E型超高压线路成套保护装置技术说明书.

作者简介:

郭又华(1979),男,硕士,工程师,从事继电保护、电测仪表工作;

赵 俊(1984),男,硕士,助理工程师,从事继电保护工作;

朱 雨(1978),女,学士,工程师,从事继电保护工作。

(收稿日期:2011-06-01)