

浅谈 500 kV 液压机构断路器控制回路 对自适应重合闸的影响

李利红¹, 尧 广², 杨晓涛²

(1. 国网四川省电力公司检修公司, 四川 成都 610041; 2. 国网泸州供电公司, 四川 泸州 646000)

摘要: 在 500 kV 开关传动试验验收过程中, 发现同塔双回输电线路自适应重合闸开关液压机构控制回路与常规重合闸开关控制回路设计相同, 自适应重合闸功能将无法实现, 这给电力系统的稳定、可靠运行带来极大的安全隐患。通过对自适应重合闸动作过程及液压机构控制回路分析, 提出了具体的解决方案和防范措施。

关键词: 同塔双回; 自适应重合闸; 液压机构; 控制回路; 低油压闭锁合闸

Abstract: During the acceptance of 500 kV switch driving test, it is found that the control circuit of hydraulic unit in self-adaptive reclosing switch is the same as the control circuit of the general reclosing switch in double-circuit lines on the same tower, so the function of self-adaptive reclosing cannot be achieved, which brings a great security risk to the stable and reliable operation of power system. Though analyzing the action process of self-adaptive reclosing and the control circuit of hydraulic unit, the specific solutions and preventive measures are proposed.

Key words: double-circuit lines on the same tower; self-adaptive reclosing; hydraulic unit; control circuit; locking closing under low oil pressure

中图分类号: TM773 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2014)01-0043-04

0 引言

某 500 kV 变电站 500 kV 泸复一、二、三线是随川电东送工程的建设而出现的, 是四川电网与 ±800 kV 复龙换流站连接的唯一交流通道, 其安全稳定运行显得尤为重要。为增大复奉直流近区电网供电的可靠性, 同杆并架的泸复一、二线采用自适应重合闸来提高瞬时性故障的重合概率^[1-4]。但在对泸复一、二线开关验收过程中, 发现该液压机构控制回路在油压闭锁、SF₆ 压力闭锁部分均未考虑与自适应重合闸相配合的因素, 根本无法实现泸复一、二线自适应重合闸分相重合的功能。下面就自适应重合闸与常规重合闸具体的动作过程进行了比较分析, 并将不合理的控制回路带来的危害性进行了具体阐述, 最终提出了与自适应重合闸相匹配的控制回路设计改进。为新投、改扩建站的自适应重合闸液压机构断路器控制回路在设计及验收方面提供一定的参考价值。

1 自适应重合闸及现象说明

1.1 自适应重合闸

同杆并架双回线是将两回线装设在同一杆塔上, 可节省大量的线路走廊, 具有较高的经济价值^[5]。但同杆双回线与单回输电线路相比线间距离更近, 发生故障的概率更大, 且故障类型也更广。简单的常规重合闸无严重故障识别能力, 不具备分相重合的功能, 面对同杆双回线较为复杂的多相故障、跨线故障时, 不仅容易造成重合于永久性故障而使系统及电力设备在短时间内遭受两次严重故障的冲击, 对系统的稳定及设备运行造成严重的影响, 极端情况下可能导致系统失稳以及电力设备损坏, 无法满足 500 kV 系统稳定性及可靠性的要求。而自适应重合闸是将同杆并架的两线六相作为一个整体考虑, 不仅能正确区分单线路相间故障和双回线的跨线故障, 还根据自适应重合闸故障相电压判据和辅助判据可识别故障点状态, 从而实现无严重故障的分相顺序重合^[6], 并且任何线路故障情况下两回线同时只有一相重合, 其合闸遵循如下的原则进行:

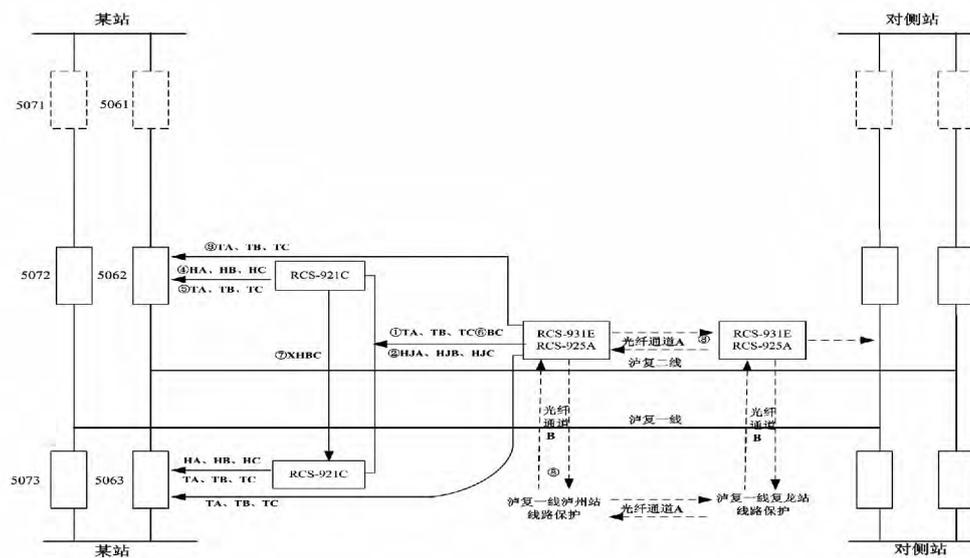


图 1 沪复一、二线线路保护与断路器保护配合实现自适应重合闸联系图

图示说明: ①TA、TB、TC: 沪复一、二线线路保护分相跳闸接点分别开入至 5062、5063 断路器保护, 作为重合闸逻辑判据之一。②HJA、HJB、HJC: 沪复一、二线线路保护分相合闸接点开入至断路器保护, 作为自适应重合闸工作逻辑的判据之一。③TA、TB、TC: 沪复一、二线线路保护分相跳闸出口直接作用于开关。④HA、HB、HC: 沪复二线 5062 断路器保护合闸出口作用于开关, 当满足自适应重合闸判据后, 可实现分相顺序重合。⑤TA、TB、TC: 沪复二线 5062 断路器保护跳闸出口作用于开关。⑥BC: 沪复一、二线线路闭锁重合闸。当严重故障、沟三闭重开入等条件任一满足时, BC 开入至断路器保护对重合闸放电。⑦XHBC: 闭锁先重。先合开关对后合开关发闭锁信号, 后合开关经后合重合延时 + 重合闸整定时间发出合闸命令。⑧双通道结构。为完成双回线保护及自适应重合闸功能, RCS-931E 采用双通道结构, 通道 A 用于与线路对侧的 RCS-931E 通讯, 完成纵差保护功能及取得对侧信息; 通道 B 用于与本侧同杆双回线另一回线的 RCS-931E 交换信息, 得到为完成分相按顺序重合所必需的信息。

①两回线有同名相故障时, 同名相同时优先重合; ②两回线无同名相故障时, 按两回线超前相合闸; ③两回线多相故障时, 多相故障线路的超前相优先重合^[3-5]; ④远故障侧优先重合。自适应重合闸的分相顺序重合不仅可以避免重合于多相永久性故障, 还通过两线故障同名相先合减少了整个的重合时间, 极大地提高输电的可靠性和重合的概率。

1.2 现象说明

2010 年 1 月, 沪复一、二、三回线建成验收阶段, 在对沪复一线 5073 开关传动试验验收过程中, 运行人员远方分开 5073 开关, 并将 5073 开关 A 相液压机构高压油箱内的油压降至合闸闭锁接点动作 (油压低于 27.8 ± 0.8 MPa), 在汇控箱内操作就地手动合 5073 开关, 发现 5073 开关 A、B、C 三相均不能正常合闸。同样的操作方法, 将 5073 开关 B 相或 C 相油压降低至合闸闭锁, 5073 开关也不能正常合闸, 同时监控机上有“油压低闭锁合闸”的信号发出。用类似的方法使 5073 开关 A、B、C 三相中任一相机构箱内 SF₆ 低气压闭锁合闸接点动作后, 该

开关也是三相均不能正常合闸。依次验收分闸回路及 5072、5062、5063 开关, 发现本批河南平高的 LW10B-550/CYT 型液压机构断路器的控制回路均采用单相油压低闭锁三相合闸和单相 SF₆ 气压低闭锁三相分、合闸, 为典型的常规重合闸液压机构断路器控制回路设计, 无法满足自适应重合闸分相顺序合闸的要求。

2 分析与讨论

沪复一线 5072、5073 开关, 沪复二线 5062、5063 开关控制回路设计为单相油压低闭锁三相合闸及单相 SF₆ 气压低闭锁三相分、合闸, 当任何一相油压或 SF₆ 气压低闭锁合闸都会导致线路合闸失败, 从根本上阻碍了自适应重合闸功能的实现, 具体原因分析及错误设计所带来的危害性简要阐明如图 1。

(1) 沪复二线发生 B、C 相瞬时性接地故障时, 自适应重合闸实现的过程为: 沪复二线线路保护 RCS-931E 动作跳开 B、C 相, 5062、5063 断路器保

护 RCS-921C 跟跳 B、C 相,按超前相先合的原则先重合 B 相,线路保护 RCS-931E 先将故障相 HJB 开入至 5062、5063 断路器保护 RCS-921C 中重合 B 相,并遵循先合边开关 5063 后合 5062 的顺序合闸,若 5062、5063 断路器控制回路可实现分相合闸,则 B 相重合成功,待 B 相电压恢复超过 120 ms 后再重合 C 相。但事实上,5062、5063 断路器控制回路采用单相合闸闭锁三相合闸的方式时,即当线路保护 RCS-931E 将故障相 HJB 开入至 5062、5063 断路器保护中重合 B 相后,B 相油压经分-合操作后,油压低闭锁合闸继电器动作,则 A、B、C 三相合闸均被闭锁,C 相将不能启动合闸,泸复二线 5062、5063 断路器终因三相不一致保护动作跳闸,从而降低了重合闸的成功率,也扩大了线路停电的概率。

(2) 泸复一线的 AB 相和泸复二线的 BC 相同时发生故障,自适应重合闸按顺序先同时合上泸复一线和泸复二线的 B 相,如果都重合成功,则接着合泸复二线的 C 相,最后合泸复一线的 A 相。但控制回路采用单相合闸闭锁三相合闸的方式时,两回六相中任一相断路器机构出现油压低闭锁合闸或因 SF₆ 气压低闭锁合闸时,所有断路器均不能重合成功,双回线重合失败,该单相闭锁三相合闸的控制回路不仅使自适应重合闸保护失去优势,严重情况下甚至造成设备损坏或系统的瓦解。

很显然,自适应重合闸采用按相启动的方式,断路器的控制回路也必须采用按相闭锁的原则,才能充分发挥该重合闸方式的优势,提高重合闸成功率。

3 解决措施

将泸复一线 5072、5073 开关、泸复二线 5062、5063 开关液压机构合闸控制回路油压低闭锁、SF₆ 气压低闭锁合闸进行 3 处分相闭锁更改后,达到与自适应重合闸分相顺序重合功能的配合要求。具体的改进措施如下。

(1) 在开关汇控箱内解开单相 SF₆ 气体密度继电器启动三相 SF₆ 气压低闭锁合闸继电器 KB4 的连线 115,并在 A、C 相分别增加了 SF₆ 气压低闭锁合闸继电器 KB4A 和 KB4C。如图 2 所示(虚线部分表示拆除连线)。

(2) 在开关汇控箱内解开单相油压位置启动三相油压低闭锁合闸继电器 KB3 的连线 121,并在 A、C 相分别增加了油压低闭锁合闸继电器 KB3A 和 KB3C(如图 2)。

(3) 在开关汇控箱内开关合闸控制回路中解开了单相经 SF₆ 气压低、油压低闭锁三相合闸电源负极的连线 161、120、162,并在 A、C 相合闸控制回路中分别增加了经本相 SF₆ 气压低、油压低闭锁合闸的连线。如图 3(虚线部分表示拆除连线)。

4 结论及建议

(1) 在新投或扩建 500 kV 变电站的验收过程中,应特别注意对 500 kV 同杆双回线路自适应重合闸功能的验收,不仅在保护逻辑验收时要求保护装

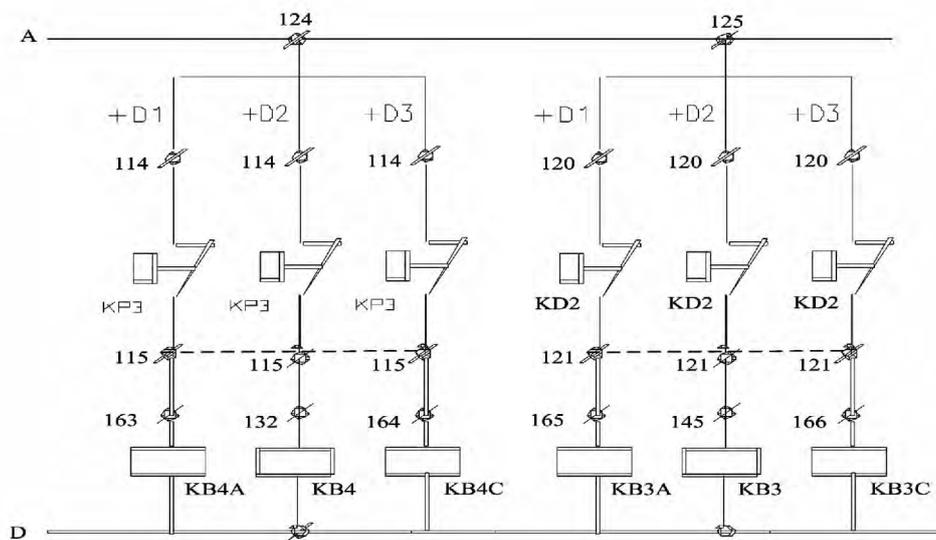


图 2 开关汇控箱 SF₆ 气压低闭锁和油压低闭锁继电器

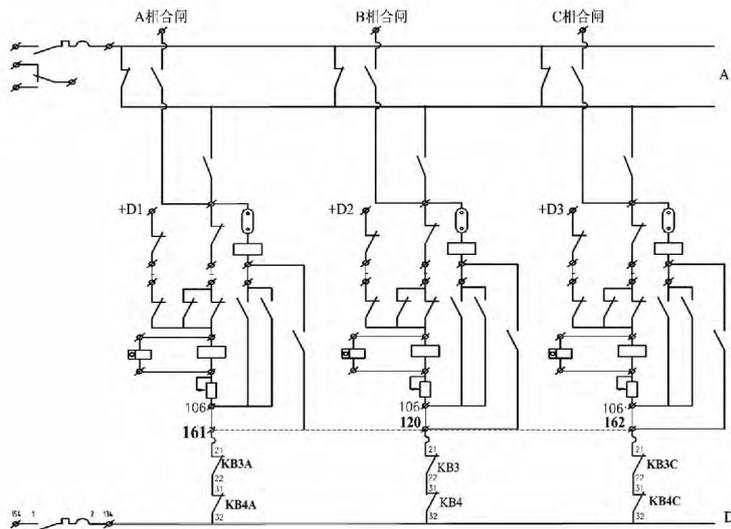


图 3 开关汇控箱 SF₆ 空压低、油压低闭锁各闸连线

置具备分相重合的功能,还应特别注意开关传动试验的验收,重点检查控制回路是否满足分相闭锁合闸的要求,以确保自适应重合闸分相顺序重合功能的实现。

(2) 液压机构断路器采用油压储能,储能效果极易受到气候、零部件的工艺条件等因素的影响而造成压力不足够支持断路器实现分-合-分的循环操作,导致重合闸不成功,在运行中应特别注意加强对液压系统的检查,保证设备运行条件的良好性。

参考文献

[1] 郑玉平,黄震,张哲,等.同杆并架双回线自适应重合闸的研究[J].电力系统自动化,2004,28(22):58-62.

[2] 郑玉平,张哲,等.同杆双回线的继电保护及自动重合闸.第二十八届中国电网调度运行会议论文集[M].北京:中国电力出版社,2003.

[3] 李斌,李永丽,盛鹏,等.带并联电抗器的超高压输电线单相自适应重合闸的研究[J].中国电机工程学报,2004,24(5):52-56.

[4] 朱建红,陈福锋,等.新型同杆双回线自适应重合闸方案研究[J].电力自动化设备,2007,27(4):31-33.

[5] 沈军,张哲,郑玉平,等.500 kV 同杆双回线自适应重合闸方案[J].电力设备,2006,7(1):20-23.

[6] 梁懋,钟泽章,殷光辉,等.JCJZ-21A 型多相重合闸装置[J].电力自动化设备,1990,3(1):43-54.

作者简介:

李利红(1984),工程师,技师,从事变电运行工作。

(收稿日期:2013-08-19)

(上接第 12 页)

参考文献

[1] 徐政.交直流电力系统动态行为分析[M].北京:机械工业出版社,2004.

[2] 赵婉君.高压直流输电工程技术[M].北京:中国电力出版社,2004.

[3] 刘崇茹,张伯明,孙宏斌.交直流混合输电系统的换流变压器分接头控制[J].电网技术,2006,9(30):22-27.

[4] 杨彬,叶鹏,孙保功,等.多种控制方式下 HVDC 系统的潮流计算[J].电网技术,2010,34(6):139-143.

[5] 陈厚合,李国庆,姜涛.控制方式转换策略下的改进交

直流系统潮流算法[J].电网技术,2011,35(8):93-98.

[6] 胡金磊,张尧,李聪.交直流电力系统概率潮流计算[J].电网技术,2008,32(18):36-40.

[7] 倪以信.动态电力系统的理论和分析[M].北京:清华大学出版社,2002.

[8] 王毅,侯俊贤,马士英,等.用于调度计划安全稳定校验的潮流自动整合调整方法[J].电网技术,2010,34(4):100-104.

作者简介:

陶奕彩(1971),工程师,主要从事电力系统规划设计工作。

(收稿日期:2013-09-17)