

断路器偷跳引起的重合闸反复动作

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:断路器偷跳可能造成严重后果,应予以重视。介绍一起500 kV断路器偷跳引起的重合闸反复动作案例,提出了某些情况下偷跳会引起重合闸反复动作、造成断路器周期性跳合类似“跳跃”的现象,详细分析了该现象产生原因及过程,最后提出了能避免重合闸反复动作,加快断路器三相跳闸的解决方案。

关键词:断路器;偷跳;重合闸

Abstract: The non-fault trip of circuit breaker may cause serious consequences, so it should be much accounted. A case of repeating reclosing caused by non-fault trip of a 500 kV circuit breaker is introduced. The phenomenon, such as repeating reclosing and periodically tripping and closing of circuit breaker like "jumping", are put forward in some cases, which are caused by non-fault trip. The occurring reasons and process of this phenomenon are analyzed in detail. Finally, the solutions are proposed to avoid repeating reclosing and to accelerate three-phase tripping of circuit breaker.

Key words: circuit breaker; non-fault trip; reclosing

中图分类号:TM561 文献标志码:B 文章编号:1003-6954(2011)06-0032-04

0 引言

超高压断路器偷跳往往带来意想不到的严重后果,引起非全相运行、断路器误动、稳定等问题。因此尽管断路器偷跳并不时常发生,依然受到继电保护技术人员的重视。文献[1]介绍了一起发电机组断路器偷跳甩负荷的案例。文献[2]提出了为避免断路器偷跳引起的负序电流对机组的危害,利用偷跳进行远方切机的技术方案。文献[3]分析了一起330 kV断路器发生偷跳的原因,给出了一种避免偷跳的方案。文献[4]分析了一起220 kV液压机构断路器偷跳后,由于压力降低接点被直接引入保护装置重合闸放电,导致重合闸不能起动的案例。

在某500 kV变电站验收调试过程中模拟断路器单相偷跳时,偷跳相断路器因合闸储能不到位,断路器机构非全相继电器与断路器保护配合,出现重合闸反复动作,断路器周期性反复跳合类似“跳跃”的现象。该站为3/2断路器接线,多回出线为同塔双回线路,采用自适应重合闸技术,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。为避免在运行中出现类似情况,下面就该现象产生的原因和过程做一下分析,并给出解决方案供探讨。

1 断路器合闸回路

图1为断路器合闸回路示意图。该断路器为液压机构,为与保护装置配合实现自适应重合闸之相间故障分相顺序重合逻辑,合闸压力低闭锁采用分相闭锁合闸回路设计。即断路器各相合闸压力低闭锁接点分别对应串接于各相合闸回路中。相间故障时,断路器超前相先合释能,导致该相机构储能下降至合闸压力低闭锁位置,该相断路器合闸压力低闭锁接点HYJ打开,断开该相合闸回路,滞后相重合闸不受超前相合闸压力低的影响可以继续重合。断路器机构释能后储能电机运转开始打压储能,储能期间,该相断路器合闸压力低闭锁接点HYJ一直断开,液压机构整个储能过程持续10 s以上,储能完成后HYJ闭合允许合闸。

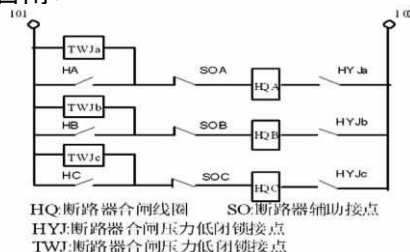


图1 断路器合闸回路示意图

2 RCS-921C 充电条件与跳闸位置起 动单重逻辑

2.1 RCS-921C 充电条件

RCS-931E 线路保护包含自适应重合闸的全部逻辑,自适应重合闸可由跳闸位置或者跳闸固定启动。但对于3/2断路器接线,线路保护跳闸位置开入采用双断路器位置串联接入线路保护。双断路器运行时,如果某相断路器发生偷跳,RCS-931E并不能反映断路器偷跳的行为。虽然单断路器运行时RCS-931E自适应重合闸可由跳闸位置启动顺序重合,但RCS-921C断路器保护重合闸在断路器偷跳后自动转入常规重合闸方式,常规重合闸由两种方式启动,一是线路保护跳闸启动,二是由断路器跳闸位置启动。因此对于断路器偷跳后重合闸的动作行为,RCS-921C起着决定性作用。鉴于此,这里只论述RCS-921C重合闸充电条件^[5]。

RCS-921C断路器保护在以下条件均满足时,重合闸充电计时器开始计时,充电时间为10s。

- 1) 跳闸位置继电器TWJ不动作或线路有流;
- 2) 保护未启动;
- 3) 不满足重合闸放电条件。

2.2 跳闸位置启动单重逻辑

跳闸位置启动重合闸分为跳闸位置启动单重与跳闸位置启动三重,通常投入跳闸位置启动单重。RCS-921C断路器保护的跳闸位置启动单重逻辑可简化为图2所示的逻辑图^[5]。由图2中可看出,满足跳闸位置启动单重的条件是:重合闸充电成功、断路器三相TWJ不同时动作且跳开相无流、跳闸位置启动单重控制字投入、无单相跳闸和三相跳闸动作。

3 重合闸反复动作使断路器“跳跃”的过程

模拟断路器单相偷跳时,恰逢偷跳相储能电机异常,合闸储能不到位,该相断路器合闸压力低闭锁接点HYJ一直处于断开状态。断路器“跳跃”过程可以划分为两个阶段。第一阶段动作行为是断路器单相偷跳后,机构非全相继电器动作跳开另外两相,而后RCS-921C断路器保护重合闸动作,合上这两相。第二阶段动作行为是断路器机构在储能过程中,机构非全相继电器再次动作跳开这两相,储能结束后RCS-921C断路器保护重合闸充电成功,储能完成后重

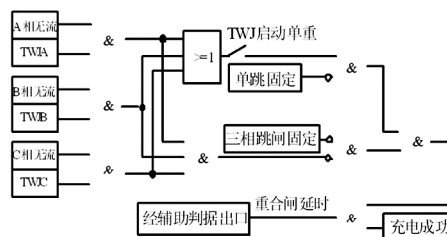


图2 跳闸位置启动单重逻辑图

合闸再次动作合上跳开的两相断路器,然后第二阶段的上述过程不断重复。表现出来就是重合闸反复动作,断路器出现周期性跳合类似“跳跃”的行为。这里以模拟A相断路器偷跳为例说明断路器“跳跃”的全过程。

首先看第一阶段。

假设断路器三相合位运行,但A相储能不到位,即图1中A相HYJa断开。当断路器A相发生偷跳后,A相跳闸位置继电器TWJa因合闸回路不通并不能动作。虽然A相断路器实际处于跳闸位置,但RCS-921C的开入量为“TWJa=0; TWJb=0; TWJc=0”,RCS-921C没有正确反映A相断路器的实际位置,认为断路器三相仍然处于合位。因此尽管断路器此时实际处于非全相运行状态,但RCS-921C非全相保护不会启动。在上节中说到,RCS-921C断路器保护重合闸逻辑在断路器偷跳后转入常规重合闸逻辑,并可由位置不对应启动重合闸,但在三相跳位开入量都为0的情况下,此时重合闸不启动、不放电。

断路器机构非全相继电器直接采用断路器辅助接点判断断路器是否处于非全相运行状态,不受操作箱TWJ的影响。因此A相偷跳后,机构非全相时间继电器即启动,经过非全相整定延时后,机构非全相继电器动作出口将B、C相断路器跳开,断路器实际处于三相跳位。

断路器B、C相跳开后,由图1可见B、C相断路器辅助接点SOB、SOC闭合,合闸回路导通,TWJb、TWJc动作,RCS-921C开入量“TWJa=0; TWJb=1; TWJc=1”,因此RCS-921C判断断路器处于非全相运行状态,由于没有负荷电流,因此RCS-921C装置非全相保护并不会动作。RCS-921C检测到B、C两相TWJ开入量由分到合的过程,判断B、C相断路器发生偷跳,于是转入常规重合闸逻辑。由图2知,如果RCS-921C保护“跳闸位置启动单重”控制的投入,且处于充电完成状态,同时满足了不对应启动重合闸的条件,则重合闸启动并动作出口将处于分位的

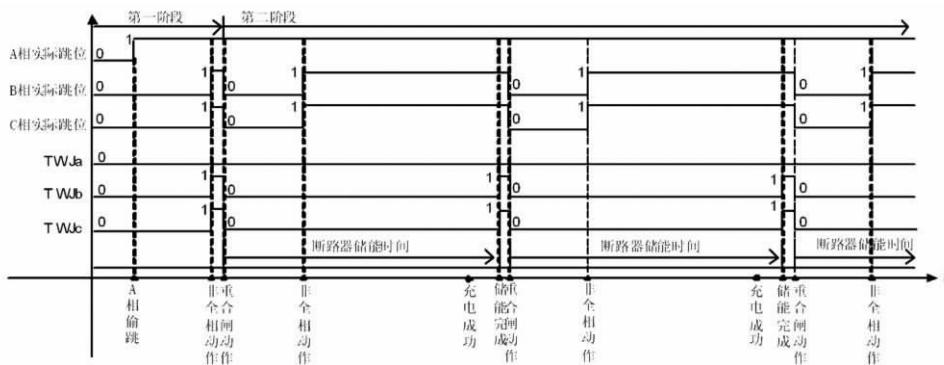


图 3 断路器“跳跃”过程

B、C 两相重合,此时断路器实际位置为 A 相跳位, B、C 相合位,断路器实际重新进入非全相运行状态。需要指出, B、C 相重合后,因负荷不对称可能出现零序电流,但由于是合闸于负荷,线路保护不会发出跳闸信号, RCS-921C 不会判断为合闸于故障,因此不会动作跳闸。

下面是断路器跳跃的第二阶段。

B、C 两相断路器重合后, RCS-921C 开入量“TWJa=0; TWJb=0; TWJc=0”,满足第 2 节所述的重合闸充电条件,重合闸开始充电计时,同时 B、C 相断路器储能电机运转开始补压储能,重新储能到位需要 10 余秒钟。机构非全相整定时间一般较短,储能仍在恢复过程中,机构非全相继电器就再次动作将 B、C 相跳开。虽然此时断路器实际又处于三相跳位,但只要合闸储能未到位,图 2 中 HYJb、HYJc 都一直断开, TWJb、TWJc 不动作, RCS-921C 开入量仍保持“TWJa=0; TWJb=0; TWJc=0”, RCS-921C 判断断路器仍在三相合位,重合闸充电计时不因 B、C 相断路器跳闸而中断。由于重合闸 10 s 的充电时间小于 B、C 相断路器重新储能到位的时间,假如此时无其他闭重条件开入, RCS-921C 保护重合闸在 B、C 相断路器储能到位之前就已充电成功。

B、C 相断路器机构储能到位后,合闸回路中 HYJb、HYJc 遂闭合,图 1 中 B、C 相断路器辅助接点 SOB、SOC 亦闭合, B、C 相断路器合闸回路导通,操作箱内 TWJb、TWJc 于是动作。RCS-921C 保护装置此时检测到“TWJa=0; TWJb=1; TWJc=1”,认为发生 B、C 两相断路器由分到合的过程,判断 B、C 相发生偷跳,转入常规重合闸逻辑,并由跳闸位置起动单相重合闸再次重合 B、C 相断路器。

接下来就是不断重复第二阶段的上述过程。其看到的现象为:重合闸反复充电、动作,断路器机构非全相继电器周期性反复动作, B、C 相储能电机不断运

转储能, B、C 相断路器周期性地跳合闸。断路器整个“跳跃”过程如图 3 所示。

4 解决方案

造成 RCS-921C 断路器保护重合闸反复动作,断路器周期性跳合的类似“跳跃”现象的根本原因在于断路器某相合闸回路因故断开,而刚好该相又发生偷跳。而由于断路器机构合闸储能时间过长,超过了 RCS-921C 保护装置重合闸的充电延时也为重合闸反复动作提供了条件。模拟断路器单相偷跳时适逢偷跳相储能电机故障,造成偷跳相储能不到位, HYJ 断开偷跳相断路器合闸回路。多种原因都可能造成偷跳相的合闸回路不通,除了合闸储能不到位外,偷跳相断路器合闸回路辅助接点 SO 接触不良、SF₆ 闭锁等异常原因都可能导致合闸回路断开,同样会使断路器出现上述“跳跃”现象。

为了防止断路器“跳跃”,断路器机构非全相继电器动作后,将非全相继电器一对动作后即保持的动合接点接入 RCS-921C 之“闭锁重合闸”开入。机构非全相继电器动作后,则立即对重合闸放电不再重合。需要指出,如果将其接入操作箱之“压力降低禁止重合”回路, RCS-921C 会延时 400 ms 对重合闸放电,用以避免机构压力突然短时的抖动造成合闸压力低开入闭锁重合闸。在此延期内 RCS-921C 若检测到 TWJ 开入,则不再受操作箱“压力降低禁止重合”的影响,由跳闸位置起动重合闸,不能达到闭锁重合闸的目的。将该接点接入 RCS-921C “闭锁重合闸”开入,即使 TWJ 先于非全相继电器动作接点开入到 RCS-921C 装置,造成重合闸起动后 RCS-921C 才收到非全相继电器动作接点,只要此时重合闸脉冲没有发出, RCS-921C 就立即放电不再重合。

如果不增设上述回路,针对防止断路器某相合闸

压力低闭锁时该相偷跳引起前面所述重合闸反复动作,造成断路器“跳跃”现象,也可将各相“断路器合闸压力低闭锁”接点并联接入操作箱“压力降低禁止重合”回路,当任意相断路器合闸压力低闭锁发生时即对 RCS-921C 重合闸放电,任意相断路器偷跳都不能再启动重合闸。该回路另外一个好处是当任意相断路器合闸压力低闭锁时,发生任何故障直接三相跳闸,不再需要等到机构非全相继电器动作跳开三相断路器,可以缩短断路器三相跳闸的时间。相反如果某相断路器合闸压力低闭锁时不采取措施,该相单相故障时线路保护选跳故障相,重合闸动作,但故障相断路器因合闸压力不足而拒合,最后才由机构非全相继电器动作跳开断路器余相,增加了断路器非全相运行的时间。虽然一相断路器合闸压力低闭锁时其他相仍然具备重合闸的条件,但是从运行角度考虑,此时也应将断路器停运检修而不是让其坚持运行,因此任一相断路器合闸压力低闭锁时即对 RCS-921C 重合闸放电利大于弊。增加该回路也并不会影响自适应重合闸在相间故障时的顺序动作行为,对此不再展开论述。

5 结 论

根据分析,将各相“断路器合闸压力低闭锁”接点并联接入操作箱“压力降低禁止重合”回路,任意相断路器发生合闸压力低闭锁时即对 RCS-921C 重合闸放电,增加了某相合闸压力低闭锁时再故障情况下线路保护跳开三相断路器的快速性。相对于断路器合闸压力低闭锁时不采取措施,该方案更为合理。另外,将机构非全相继电器动作后一对能够保持的动合接点接入 RCS-921C 装置“闭锁重合闸”开入对 RCS-921 重合闸放电,可以有效避免由各种原因导

致断路器合闸回路断线时再发生故障或偷跳引起的重合闸反复动作、致使断路器周期性“跳跃”的现象,而且不会因此带来其他问题。

虽然某相断路器合闸回路断线时合并发生该相故障或偷跳的可能性很小,但是并非不存在这种事故,如果前面所述的断路器类似“跳跃”现象一旦发生,极可能造成非常严重的后果,对断路器本身乃至电网的安全都构成重大威胁,因此继电保护仍不得不加以重视和防范。继电保护技术人员应针对不同断路器的特性,综合考虑二次回路,分清矛盾的主次,尽量避免不利情况的发生。另外在解决断路器问题的同时,也要注意不能引起其他问题。

参考文献

- [1] 肖明,卢建勇,马应成.小浪底电厂开关偷跳原因分析与处理[J].人民黄河,2010,32(8):130-131.
- [2] 于广耀,于金立.断路器偷跳远方切机研究[J].继电器,2008,36(4):81-83.
- [3] 王德志.一起 330 kV 断路器偷跳事件的分析及改进[J].电力系统保护与控制,2010,38(5):119-120.
- [4] 王宏茹,甘红庆,郭剑黎,等.一起开关偷跳重合闸不动作的分析和改进[J].电力系统保护与控制,2009,37(24):201-206.
- [5] RCS-921C 型断路器失灵保护及自动重合闸装置技术说明书.

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,从事继电保护管理工作。

(收稿日期:2011-06-16)

(上接第 13 页)

- [7] 李飏.火电机组 OPC 超速保护动作特性分析[J].电力安全技术,2005,7(12):21-22.
- [8] 吴琛,李文云,杨强,等.云南电网高频率问题与火电机组 OPC 功能协调配合研究[J].云南电力技术,2005,33(6):1-3.
- [9] 罗志浩,王达峰,姚文伟.600 MW 机组 RB 功能试验及其分析[J].热力发电,2009,38(12):64-67.
- [10] 黄宗君,晁剑,李兴源,等.贵阳南部电网高频

问题与超速保护器仿真研究[J].电网技术,2007,31(15):26-32.

- [11] 袁季修.电力系统安全稳定控制[M].北京:中国电力出版社,1996.

作者简介:

王筱(1988)男,陕西安康人,硕士,主要从事电力系统稳定与控制方面研究;

晁勤(1959)女,教授,博士生导师,主要从事电力系统综合自动化和并网风力发电系统稳定性等方面的研究和教学工作。

(收稿日期:2011-07-26)