

浅析 500 kV 系统中 3/2 接线方式线路重合闸

路改强, 刘敏

(濮阳供电公司, 河南 濮阳 457000)

摘要: 500 kV 超高压电力系统为保障供电可靠性, 大部分采用 3/2 接线方式, 突出问题是断路器保护与自动重合闸装置的配合。根据 3/2 接线方式较为灵活的特点, 利用 3/2 接线断路器保护自身原理及重合闸装置重合原则, 找出其共同点, 并结合 500 kV 变电站的运行和工作实际, 分析论证线路重合闸有关问题, 给出了 3/2 接线断路器重合闸的保护配合方法, 对优化运行操作、提高系统运行稳定性和可靠性提供帮助。

关键词: 500kV 系统; 3/2 接线; 重合闸; 保护配合

Analysis of 3 / 2 connection mode line reclosing in 500 kV system

LU Gai-qiang, LIU Min

(Puyang Electric Power Supply Company, Puyang 457000, China)

Abstract: 500kV EHV power system uses mostly 3 / 2 connection mode for the protection of power supply reliability. The prominent problem is that the match of circuit breaker protection and automatic re-closing device. Based on the flexible features of 3/2 connection mode and the use of its own principles of circuit breaker and the principle of re-closing devices overlap, it identifies their common features. Combined with 500kV substation operation and actual work, it analyses and demonstrates line reclosing problem, and gives the protection matching way of 3/2 wiring circuit breaker reclosing protection. It is helpful to optimize operation and enhance the system stability and reliability.

Key words: 500kV system; 3 / 2 connection; reclosing; protection coordination

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)23-0141-04

0 引言

3/2 接线的复杂性主要体现在断路器保护及自动装置的配合上, 我国 3/2 接线的断路器保护及自动装置基本都是按断路器配置。随着超高压、大电网的不断发展, 系统的稳定问题已突现出来, 并摆在一个特别重要的位置。根据设计导则要求 220 kV 及以上系统保护配置按照双重化原则配置且不同原理。由于重合闸装置通常与断路器保护配置在一起, 而线路保护与断路器保护可能是不同厂家产品, 原理也不尽相同, 因此重合闸配合仍然是一个较为复杂的问题。下面就重合闸专项问题及与保护配合情况逐一论述。

1 重合闸装置的先后重合

1.1 重合闸重合原则

3/2 接线方式下线路故障时要断开两台开关, 在重合时, 为减少开关动作次数, 缩短永久性故障的切除时间及故障对系统造成的冲击, 一般规定在保护动作跳开两开关后, 其中一台开关的重合闸应先重合,

另一台开关的重合闸经一定延时(躲重合闸后加速动作时间不得少于 300 ms)后再重合。为简化 3/2 接线开关重合闸的配合问题, 将取消重合闸优先回路。

以 500 kV 仓颉变电站为例, 其 500 kV 部分一次接线图如图 1 所示。该站 500 kV 重合闸就是靠时间整定配合的, 即开关跳闸后两开关的重合闸同时启动。拿 500 kV 洹仓线来说, 边开关仓 5033 单相重合闸时间整定为 0.7 s, 中开关仓 5032 单相重合闸时间整定为 0.7 s, 并带 0.3 s 延时。

1.2 重合闸重合方法

若先重合开关重合不成功, 则后重合开关不再重合。即当优先重合的这个开关的重合闸重合成功后, 允许滞后重合的这个开关的重合闸继电器继续重合, 否则, 优先重合闸应闭锁滞后重合闸重合。若先重合装置由于某些原因拒合, 则后重合的重合闸装置应重合一次。一般有下列三种方法可以实现:

1) 由先重侧重合闸的后加速接点串接保护动作接点来闭锁后合侧的重合闸。这种方法的缺点是一旦运行先合后合开关就确定, 灵活性较差, 而且如果保护启动失灵和启动重合闸接点公用的话这种

方法就不可用。

2) 用先重开关的成功条件启动后重合闸,对于取消重合闸优先回路来说,这种方法不可用。

3) 如果所配置线路保护或者重合闸保护装置本身的后加速跳闸有永跳接点输出,应通过永跳回路也就是闭锁重合闸接点(三相跳闸)给后重合闸装置放电,现在大部分都采取这种方法。

上例中,仓 5032、仓 5033 开关重合闸的启动方式采用先合重合闸启动时发出“闭锁先合”信号的方式。即边开关仓 5033 重合闸启动时发出“闭锁先合”信号,如果之后重合闸又返回,且期间未发出重合脉冲,则“闭锁先合”接点瞬时返回;若先合重合闸返回前已发出重合脉冲,则“闭锁先合”接点在装置整组复归后返回。先合重合闸的“闭锁先合”输出接点接至后重合闸的“闭锁先合”输入接点。先合重合闸启动后,经“重合闸整定时间”(0.7 s),发出一次合闸脉冲时间 200 ms。而后重合闸如果收到“闭锁先合”信号,则经“重合闸整定时间+后合整定时间”(0.7 s+0.3 s)合闸。当先合重合闸重合失败时,由于“闭锁先合”信号也随之瞬时返回,因此后合侧将在之后经“重合闸整定时间”动作;当先合重合闸检修或退出时,由于先合重合闸发不出“闭锁先合”信号,后合重合闸将在“重合闸整定时间”动作,避免后合重合闸作出不必要的延时,尽量保证系统的稳定性。

2 重合闸的检定方式

PRS-721A 断路器保护装置重合闸共有三种检定方式:检无压、检同期及不检方式。检无压是检查线路电压或同期电压小于 30 V 时满足条件;而检同期则是在三相交流电压均大于 40 V 且同期电压大于 40 V (同期相别为单相),若同期电压和相同相位的线路之间的相位在规定范围内时,认为检同期条件满足。

当发生交流 PT 断线时,认为检无压、检同期条件不满足;当同期电压断线时,认为检同期条件不满足。另外,对于后重合闸后合侧,若在合闸前三相电压已恢复有利于断路器正确合闸,装置设有“投后合侧经线路有压”控制字。上例中涇仓线仓 5032、仓 5033 开关“投后合侧经线路有压”控制字不投。

对中开关检无压重合的判别,可采用故障侧总是相当于线路侧的方法。即可采用检启动重合闸侧无电压的方法。这种情况下的母线电压和线路电压,重合闸装置应能自动进行判别。当“线-线”串的中开关先进行三相重合闸时,应能区分故障线路和完好线路,以保证能够正确地只加速故障线路和保

护。此时可认为启动重合闸的一侧为故障侧,应检启动重合闸侧电压是否无压。若有压,则检无压方式应自动转为检同期合闸。这些问题在微机保护中均得到了解决,现仓颉站即为此种重合闸鉴定方式。

3 重合闸的启动方式

在实际运行中,重合闸除由保护动作使开关跳闸可以启动外,也存有开关误碰或偷跳时产生的“不对应”状态启动。此时不应加速保护,因为如果开关压机构存在问题,重合后,特别是当偷跳相又发生故障时,有可能导致开关损坏,并危及系统安全。因此,不对应启动重合闸前也应先检查是否有低气压开入,若无低压力闭锁时,再进行重合。不对应启动重合闸时,重合闸装置发重合闸令后不应加速保护。PRS-721A 断路器保护仅利用三个跳位继电器触点启动重合闸,在二次回路中保证手跳时通过“闭锁重合闸”开入端子将重合闸放电。例子中的 500 kV 线路重合闸均为线路保护跳闸启动,而未采用“跳闸位置不对应启动”,这是因为现在断路器的制造工艺及改进技术已相对可靠稳定。

4 重合闸与开关非全相保护的配合

线路的单相重合闸时间必须要躲过三相不一致保护动作时间,以保证重合闸装置能够可靠动作。考虑重合闸优先的问题,一般开关的三相不一致保护动作时间应区别对待,如边开关先合,中开关后合,则边开关三相不一致保护动作时间短一些,中开关长一些。3/2 接线方式下开关出现非全相运行时,线路不一定非全相。但当线路非全相运行时,开关一定处于非全相运行状态。如果其中一台开关退出运行,则当另一侧开关非全相时,就会导致线路的非全相运行。通常非全相保护可由开关的辅助接点或位置继电器的接点组合而成。

例如仓颉站,仓 5033、仓 5032 开关的三相不一致是根据采集的开关位置分相接点以及相电流判据自适应判断开关位置状态。任一相 TWJ 动作且无流时,确认开关在跳闸位置。若判处只有一相跳开或只有两相跳开,则认为是三相不一致。它经零序、负序电流判别,当开关处于三相不一致状态,且满足条件时,经大于重合闸动作的延时后跳开本开关,同时闭锁重合闸。

5 重合闸装置的沟通三跳

5.1 重合闸装置沟通三跳特点

按开关配置的重合闸其沟通三跳接点不应引至线路保护装置。

按预定方式重合是对 3/2 接线重合闸装置的基本要求。由于系统均采用单相重合闸方式, 在发生单相接地故障时, 开关的重合方式一般设置为单跳单合。重合时应有先后次序, 通常要求母线侧开关优先于中间开关重合, 这是为了防止当重合于永久性故障线路上时, 一旦边开关失灵, 会连跳所有母线侧开关, 不影响其他设备的正常运行。

但是当由于某种原因使重合闸装置不能按预先规定的重合使命进行重合时, 单跳就不再有意义, 甚至可能造成开关的长期非全相运行, 此时应沟通开关的三相跳闸回路, 并不再重合。

引起重合闸不能进行重合的原因主要有下面几种情况: (1) 重合闸装置停用; (2) 重合闸装置异常; (3) 重合闸未充满电; (4) 开关低压闭锁

重合闸或其他异常闭锁; (5) 线线串两线路同时或先后(重合闸周期内)启动中间开关重合闸等。

当发生以上情况之一时, 断路器保护装置相应沟通开关的三相跳闸回路, 使本开关避免出现非全相运行状态。采用 3/2 接线的优点就在于当一侧开关跳开时, 不会影响线路的正常供电。所以此沟通三跳接点不能引至线路保护装置, 而接至断路器保护装置本身回路, 以使另一侧开关能够单跳单合, 保证线路的正常供电, 保证系统的稳定性。

5.2 举例说明(仍以仓颉变电站为例)

运行人员在投运前验收中发现, 在特殊方式下, 500 kV 洹仓线的重合闸有导致开关重合闸不能正确动作的现象。

仓颉变 500 kV 部分一次接线图如图 1 所示。

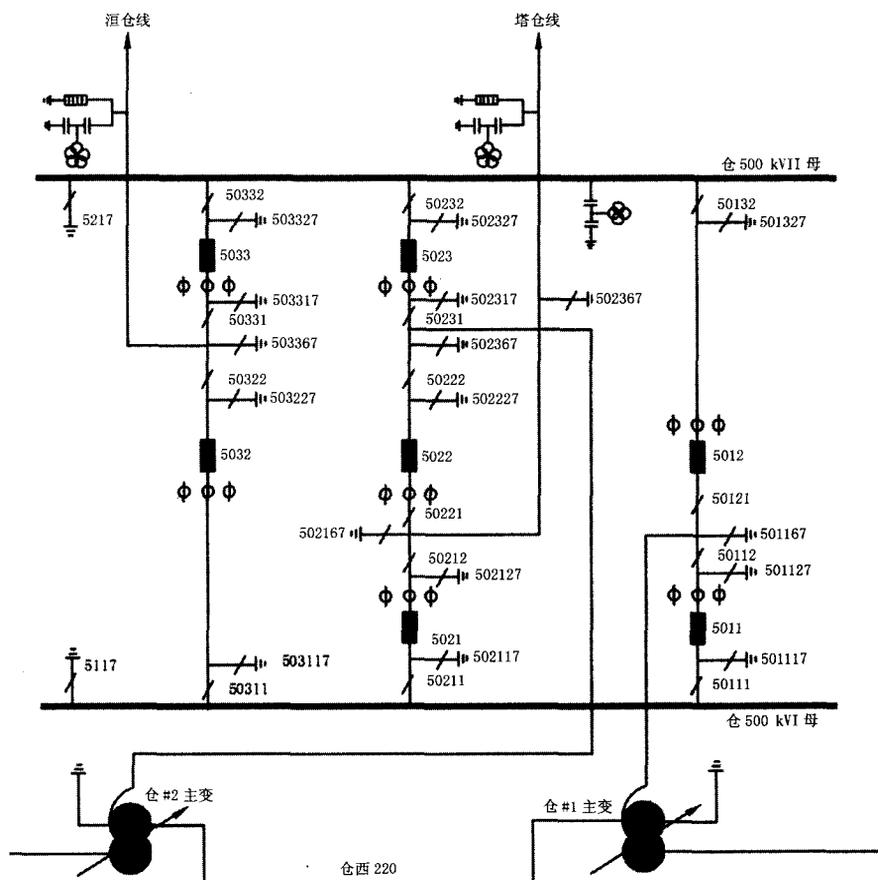


图 1 仓颉变 500 kV 部分一次接线图

Fig. 1 Part of a wiring diagram of 500kV Cangjie substation

仓颉变 500 kV 洹仓线线路保护及断路器保护配置如表 1 所示。

(1) 正常运行时: RCS-931A 线路保护重合闸功能不用, PSL-603GW 线路保护不具有重合闸功能, 但两者选相跳闸功能完备。仓 5032、仓 5033

开关在合位, 且运行在单相重合闸方式, 两开关保护重合闸充电正常, 若线路单相故障, RCS-931A、PSL-603GW 线路保护选相跳闸, 启动仓 5032、5033 开关单相重合, 即洹仓线仓 5032、5033 两开关正常运行时, 洹仓线单相重合闸能够正确动作。

表 1 仓颉变 500kV 涇仓线线路保护及断路器保护配置表
Tab.1 Line protection and circuit breaker configuration of Hengcang line of Cangjie substation

保护配置	保护装置型号	生产厂家
涇仓线 第一套 线路保护	RCS-931A 分相电流差动保护装置	南瑞继保
	RCS-925 过电压保护及故障启动装置	南瑞继保
涇仓线 第二套 线路保护	PSL-603GW 分相电流差动保护装置	国电南自
	SSR530 数字式远跳判别装置	国电南自
5032 断 路器保 护	PRS-721A 断路器失灵保护及自动重 合闸装置	深圳南瑞
5033 断 路器保 护	PRS-721A 断路器失灵保护及自动重 合闸装置	深圳南瑞

(2) 若涇仓线在下列运行情况下:

1) 仓 5032、仓 5033 中有一开关运行, 而另一开关在分位时。

2) 仓 5032、仓 5033 开关都在合位, 但其中一开关由于某种原因导致其重合闸装置充电不成功时。

上面两种情况都会导致某一开关重合闸装置重合闸充电不成功, 且其“充电未沟通三跳”控制字投入, 此时“沟通三跳”接点接通输出至 RCS-931A 线路保护, 则 RCS-931A 线路保护将不能选相跳闸, 单相故障时而沟通三相跳闸, 开关三相跳闸出口并闭锁另一运行开关 PRS-721A 断路器保护中的重合闸, 另一重合闸充电正常的 PRS-721A 断路器保护的单相重合闸将不会成功, 所以涇仓线仓 5032、5033 两开关在单开关运行或两开关都在运行但其中一开关重合闸充电不正常时, 会出现涇仓线单相重合闸将不能正确动作的现象。

5.3 解决此问题的方法

经保护人员现场分析检查, 做出了解决这种情况下重合闸不能正确动作的方法: (1) 改用由开关保护装置自动沟通三跳功能, 即在开关沟通三跳情况下, 当线路保护发单跳令时, 由开关保护装置自动沟通本开关三相。(2) 沟通三跳接点直接接到本开关的操作箱回路, 实现开关三跳功能。这样在充电未沟通情况下沟通三跳只需沟通本开关三跳即可, 而不影响另一开关的重合闸回路。

在相关部门进行检查、分析及核查后, 我们配合保护人员对涇仓线重合闸回路进行了改进, 实现了由断路器保护装置沟通三跳功能, 保证了在特殊运行方式或重合闸装置异常下线路单相故障重合闸仍能正确动作, 提高了系统运行的稳定性。

6 重合闸后加速问题

6.1 重合闸后加速的原则

对于 3/2 接线方式下的线路重合闸, 尤其对中间开关的断路器保护, 重合闸后加速的基本原则是: 只加速应加速跳开的元件。为此, 线线串的两回线路的单跳或三跳启动重合闸开入量应分别给出。否则, 会出现一条线路单相故障跳闸, 重合闸重合于永久性故障后, 将会导致相邻另一条非故障线路加速误跳闸。中间开关重合时, 应根据哪侧启动重合闸就加速哪一侧保护的原则, 只加速故障线路的保护, 而不得加速相邻完好线路的保护。

6.2 手动合闸加速问题

如 PRS-721A 断路器保护, 在手动合闸时, 在合闸脉冲发出的同时, 还给出了 400 ms 的加速信号。由于正常运行时线路保护所接的电压取自线路电压互感器, 为解决手合于出口三相短路故障时的可靠动作问题, 手动合闸时, 除给重合闸放电(重合闸充电未沟通)闭锁重合闸外, 还将距离保护中的方向阻抗元件的动作特性向第三象限偏移、高频保护用阻抗原理瞬时加速切除三相。正因为如此, 在用母线开关给母线或变压器(母线-变压器组接线)充电时, 若有故障, 则会因手合后加速将所接的完好线路切除。所以应采取措施, 例如利用合闸前母线侧无电压这一点, 即只加速无电压侧保护, 而达到仅加速跳开母线开关, 即后合的那台开关, 而不加速线路保护。这对于用中间开关向线路充电, 且合于故障的情况, 同样具有重要意义。所以我们工作中在操作顺序上也进行了严格的规定。随着电网结构的不断强大, 这些问题也通过运行方式的改变而得到了解决或改善。

7 结束语

通过对 3/2 接线线路重合闸的分析讨论, 并通过 500 kV 保护的运行应用, 证实了重合闸先重不成必须闭锁后重合, 否则会造成对系统的再次冲击; 重合闸沟通三跳接点不能引至线路保护装置, 以保证系统稳定性; 微机保护中重合闸与其他保护的正确配合, 从而保证重合闸的正确动作等特点。

收稿日期: 2009-07-21; 修回日期: 2009-09-30

作者简介:

路改强 (1966-), 男, 高级工程师, 本科, 研究方向为电网安全运行、安全管理; E-mail: lugq99@163.com

刘敏 (1975-), 女, 本科, 工程师, 从事变电运行工作。