

220kV 线路闭锁式纵联保护应用分析

李剑兰

(徐州供电公司, 江苏 徐州 221000)

摘 要: 220kV 线路闭锁式纵联保护是 220kV 线路主保护, 在电力系统中以优越的保护性能, 动作可靠、准确灵敏得到广泛的应用。本文从保护原理出发, 着重论述了停信回路, 分析了造成保护不正确动作的原因, 并提出保护正确动作的措施。

关键词: 闭锁式; 纵联保护; 停信回路; 动作措施

0 引言

220 kV 及以上系统线路的主保护一般采用线路闭锁式纵联保护, 它经历了由常规高频保护到国产微机保护的发展过程, 并以优越的保护性能, 在 220kV 变电站中广泛应用。纵联保护的停信回路又是保证正确动作的重要的元件。因此, 分析了造成线路闭锁纵联保护不正确动作的原因及采取的措施。

1 220kV 闭锁式纵联保护基本原理

闭锁式纵联保护的基本原理: 本侧保护元件动作且收不到对侧发来的闭锁信号, 保护作用于跳闸。

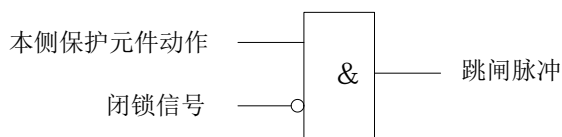


图1 闭锁式纵联保护的基本原理逻辑图

1.1 区内故障时

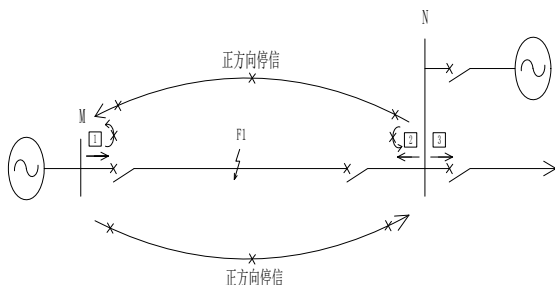


图2 区内故障时闭锁信号示意图

在线路 MN 区内 F1 点发生故障的瞬间, 保护 1、2 启动元件动作发信, M 侧保护 1 正方向元件停信, N 侧保护 2 正方向元件也停信, 两侧保护均收不到

闭锁信号, 同时保护正方向测量元件动作, 保护出口跳线路两侧开关, 实现保护有选择性动作。见图 2。

1.2 区外故障时

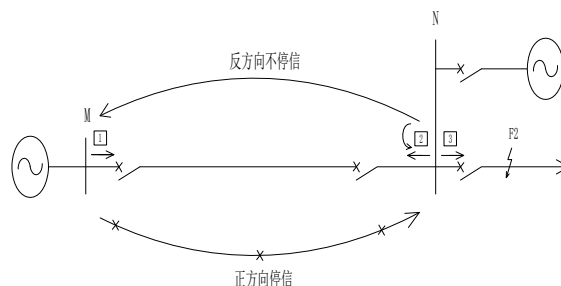


图3 区外故障时闭锁信号示意图

在线路 MN 区外 F2 点发生故障的瞬间, 保护 1、2 启动元件动作发信, M 侧保护 1 正方向元件停信, N 侧保护 2 因故障处在反方向不停信。因此保护 1 因故障处在正方向, 但又收到对侧闭锁信号, 所以保护不动作; 保护 2 虽然未收到对侧发来的闭锁信号 (实际上收到本侧所发的闭锁信号), 故障处于反向, 所以保护不动作。见图 3。

闭锁式纵联保护的优点是区内故障时, 如果通道同时损坏 (比如发生三相接地故障时) 闭锁式纵联保护不会因为通道中断而导致拒动。但是如果发生正方向区外故障, 通道因故障损坏而没有正确传输信号, 纵联保护可能会误动。

1.3 保护与收发信机回路

保护对控制发停信采用单打接点方式, 接点闭合时启动发信机发信, 断开为发信机停信。远方启动发信、位置停信、其他保护停信、本保护停信逻辑等均由保护来完成。同时, 要求收发信机远方启动发信功能退出。见图 4。

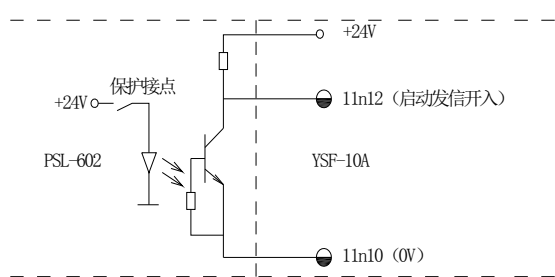


图4 保护与收发信机联系回路

2 纵联保护停信回路

对闭锁保护，仅一侧发信时表示发生区外故障，发出的高频信号是一种闭锁信号，用于闭锁对侧的保护。只要可靠发信及收信，高频闭锁保护在区外故障时就不会发生误动。而本侧保护的收发信机停信的结果是使对侧高频闭锁保护动作于跳闸。因此高频闭锁保护的发信和停信是保护能否正确动作的关键。

闭锁式纵联保护停信回路包括：正方向元件停信、其它保护动作停信、本保护动作停信、断路器位置停信和弱馈保护停信五种实现方式。各停信回路的实现方式分别说明如下：

2.1 正方向元件停信

正方向元件停信回路，对于保护正方向元件停信，为了能可靠地与远方启动发信回路配合，以防止正向区外故障时，还没有来得及收到对侧的闭锁信号就停信而导致误动，需要在收信后再延时投入停信回路，延时的时间应大于高频信号在线路上的往返传输时间及对侧收发信机的发信动作时间之和，该延时一般在5-10ms之间。

正方向元件停信是实现闭锁式保护正确动作的首要前提，说明保护判定为正方向发生了故障，实现对收发信机的停信，解除对保护的高频闭锁。

2.2 其他保护动作停信

所谓“其他保护”是指母差保护、失灵保护等非本线路的保护，即其他保护保护停信是由外部保护开入的停信。

2.2.1 母差保护动作停信

当N侧的断路器和电流互感器之间F1点发生短路故障，母差保护动作跳开本侧开关后，故障仍存在，F1点故障处于保护2的反向，因此一直向保护1发闭锁信号，纵联保护不动作，只有靠保护1的后备保护带延时切除故障，这对系统稳定极为不利。

当N侧的母线F2点发生短路故障时，线路开关拒跳的情况与上相同。为此纵联闭锁保护增设了其他保护停信和开关三跳位置停信功能，其他保护停信主要指母差。一旦母差保护动作，使保护2向对侧停发闭锁信号，让保护1的纵联闭锁保护无时限切除故障。见图5。

2.2.2 失灵保护动作停信

对于双母线接线，当发生母线故障，母差保护动作时，有断路器发生拒动，则要启动断路器失灵保护，失灵保护动作先瞬跳本断路器，随后以较短时限跳母联断路器，再以较长时限跳相关电源的断路器，并采用失灵保护停信，使对侧高频闭锁保护加速动作。

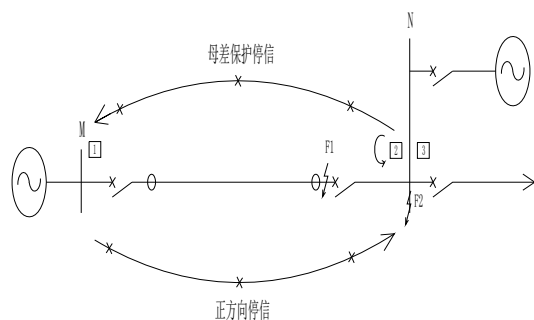


图5 其他保护动作停信图

2.3 三跳位置停信

三跳位置停信的作用是在断路器断开的情况下使收发机处于停信状态，解除远方启动发信回路的作用。当本侧手动合于故障线路时，如果对侧的高频闭锁保护装置未被处于断开状态的断路器三跳位置控制于停信状态，就可能被本侧的闭锁信号远方启动，并有在10s内发出闭锁信号，而本侧的闭锁式纵联保护无法切除故障线路。

为了防止对侧断路器处于合闸状态，本侧手动合闸或重合闸时，由于断路器三相不同时合闸，对侧的某种正方向元件会瞬时停信，而本侧三相跳闸位置继电器还没有来得及返回而处于停信状态，发不出闭锁信号，会引起对侧闭锁式保护误动作。因此，在本侧合闸时，应由合闸加速脉冲闭锁三相跳闸位置继电器停信，或由三相均无流开放三相跳闸位置继电器停信（本侧断路器与电流互感器之间故障由其他保护动作停信和对侧配合，而不是由三跳位置停信）。见图6。

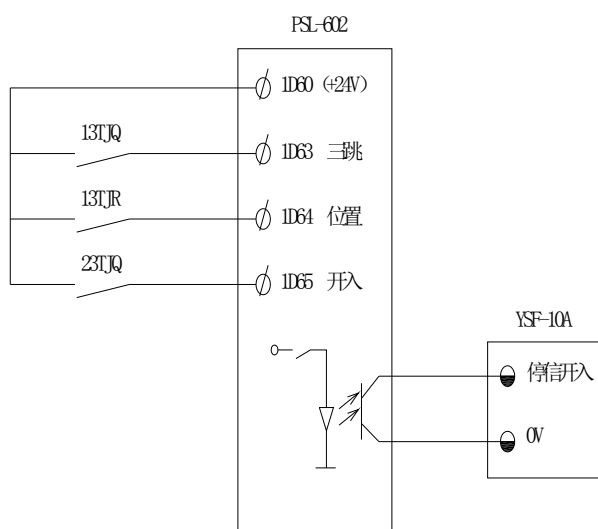


图6 三跳位置停信控制回路示意图

2.4 本保护动作停信

本侧保护装置的后备保护动作（如距离保护Ⅰ段动作），而纵联保护正方向元件还没有动作，比如线路正方向出口和反方向出口同时故障，距离保护Ⅰ段能够动作，而纵联保护正方向元件可能被反方向元件闭锁而不停信。在这种情况下需要本侧保护动作信号去停信，从而加速对侧纵联保护快速动作跳闸。

2.5 弱馈保护停信

在联络线路两侧电源中一侧电源较弱，另一侧电源较强或馈供线路，当线路发生故障时，电源较弱的一侧或受电侧正方向元件可能因灵敏度不够而不动作，从而发闭锁信号而不停信。为了使纵联闭锁保护快速切除本线路故障，增加了弱馈保护停信功能，使纵联闭锁保护的适用范围扩大弱馈线路上，也就是运方的变化，联络线变成了馈供线或一侧弱电源线路，而纵联闭锁保护不必退出。

3 造成保护不正确动作原因分析

近几年来纵联保护不正确动作频繁发生，如通道的堵塞、通道质量的低劣是影响高频保护不正确动作的主要因素，从故障录波器的波形图分析常常会看到高频信号有间断、畸变的现象。

3.1 压变多点接地引起拒动

压变多点接地对高频保护造成影响是由于间隙击穿电压未按照部颁反措所规定的 $30I_{\max}$ 进行设计而引起的。由于故障时间隙击穿造成压变多点接地，使电压回路电压发生畸变， $3I_0$ 和 $3U_0$ 方向判断

出错致使高频保护区外故障时发生反向误动，保护区内发生故障时保护拒动。

3.2 结合滤波器问题

通过对结合滤波器检查发现，在高频电缆侧的电容器不知什么原因已被取消。该电容器除用于和结合滤波器、高压侧耦合电容器组成匹配的四端网络，另外还用来阻隔变电站发生故障时地电位升高，50 Hz 工频电流进入结合滤波器二次线圈，引起磁芯饱和，影响高频信号传送。由于缺少电缆侧电容器的原因，国内某些电网曾多次发生高频保护区外故障时误动跳闸，为此，加装电缆侧电容器或更换新型的 JL-400-B8Z 作为反措项目实施。

3.3 收信裕量整定过大造成误动

按照继电保护规程规定，在正常运行状态下，高频保护收信裕量不应低于 1NP (8.686 dB)。但对于线路长度较短的线路来说，过高的收信裕量更容易造成功率倒灌或自激问题，使反方向的收发信机不能发连续信号或发信有缺口，从而造成保护误动。因此继电保护人员在做高频保护通道对调时，应按规程严格执行。一般先整定发信功率，对于线路长度较短或收发信机发信频率 f_0 较小的线路，由于其线路衰耗较小，发信功率一般可整定为 10 W（相当于绝对功率电平 40dBm）；而对于线路长度较长或收发信机发信频率 f_0 较高或易遭遇大雾、结冰的线路，发信功率一般可整定为 20 W（相当于绝对功率电平 43 dBm）或稍大。然后检查收信电平，当大于 10 dB 时，就需投入衰耗，以降低收信裕量，并将收信裕量控制在 12~15dB 之间。

3.4 元件质量问题

造成微机纵联保护不正确动作的原因以高频保护装置及收发信机元件的质量问题较为突出。如 SF-500 型收发信机使用的早期逆变电源，在直流电压降低到 140 V 以下或消失后无输出，但直流电压恢复到 220 V 以上时，仍不能自动恢复供电。在各型高频保护及收发信机中还存在一些虚焊、二次回路接线错误和插件接触不良的问题，也曾出现过保护装置开关量输入光电耦合损坏、YBX 型收发信机功放元件损坏和线路滤波器插件中电容 C_{03} 被击穿，引起高频保护拒动的情况。

3.5 外界干扰问题

外部干扰对保护装置产生危害较为严重，如变电站开关动作、刀闸拉弧、高压线路放电、其它设

备继电器动作、输电线路或主设备故障、交流及直流回路内设备的操作、现场操作人员的移动通信及大气雷电等。当未采取抗干扰措施或采用的抗干扰措施有问题时(如高频电缆未两端接地或单端接地、未铺设微机保护专用接地铜排等),这些干扰信号将会作用在通道或保护装置上,使得高频收发信机在区外故障时,正方向所收闭锁信号间断,引起保护误动。

3.6 调试不良问题

(1) 部分继保人员对厂家依赖性强,遇到问题就请厂家,自己对整套保护却不了解。

(2) 保护装置二次图纸与实际现场运行的设备并不完全相符,给系统的安全生产埋下了很大隐患。

(3) 技术力量薄弱。目前,继电保护人员流动较快,新增加人员当中大多数是学校刚毕业的学生,现场经验欠缺,对设备和保护不熟悉,对试验方法和检验规程掌握不够。

(4) 近几年新增保护装置较多,产品型号杂,个别变电站不同厂家的产品达十多种,这给运行和继保人员带来的不便足以影响到高频保护和其它保护的可靠运行。

4 采取的措施

4.1 落实部颁反措

伴随着微机型继电保护装置在电力系统中的普及,认真落实“反措”,提高高频保护装置和收发信机的抗干扰能力,对维护电网安全稳定运行意义非常大。

(1) 进一步完善继电保护室铜排接地网系统。在此基础上,沿高频电缆方向敷设抗干扰铜排,面积不小于 100mm^2 ,并确保高频电缆屏蔽层两端与抗干扰铜排可靠联接。收发信机和保护装置的屏蔽线均应接地。

(2) 按反措要求重新校验变电站压变二次绕组中性点放电间隙的击穿电压,对于不满足要求的应

及时更换。同时应全面检查 PT 接地情况,确保 PT 控制室内一点接地。

(3) 更新或改造旧结合滤波器,在结合滤波器电缆侧加装 $0.1\ \mu\text{F}$ 电容,消除 50 Hz 工频干扰。

(4) 在“其它保护停信”和“位置停信”上,增加 5~8 ms 延时,协助厂家尽快统一微机保护版本,改进收发信机电路设计,强化收发信机的屏蔽与接地。

4.2 解决产品质量问题

制造厂家应严把质量关,特别是提高收发信机等外围设备的质量,以防错线及元器件损坏等造成的误动或拒动,威胁系统的安全,并加强对集成电路芯片及分立元件的老化筛选和整机通电老化工作。对在运行中发现的原理缺陷以及设计回路不合理等技术性问题,应加大技术改革的力度,及时提出整改措施。

5 结束语

本文对 220kV 线路闭锁式纵联保护停信回路论述分析,提出影响保护正确性动作原因所采取对策。作为运行维护人员在日常巡视和保护定期工作中,必须加强对线路闭锁式纵联保护熟悉程度,提高事故处理时的正确性。

参考文献:

- [1] 张全元.变电运行现场技术问答[M].北京:中国电力出版社,2003.
- [2] 张 举.微机型继电保护装置原理与运行[M].天津:天津科学技术出版社,1996.
- [3] 江苏省电力公司.江苏省 500kV 变电所通用运行规程[Z].南京:江苏省电力公司,2010.

作者简介:

李剑兰(1971-),女,江苏徐州人,工程师,技师,主要从事变电运行工作。