

苏州电网同杆双线并馈送终端变的继电保护配置和整定

潘 琪, 吴 奕

(苏州供电公司, 江苏 苏州 215000)

摘要: 介绍了在苏州电网实施的 220 kV 同杆双线并列运行送终端变的继电保护方案选择和整定。提出为了保证灵敏度、选择性、可靠性, 线路保护采用双套分相电流差动保护的方案, 实际运行情况表明, 已达到预期效果, 并经受了区内外故障的考验。

关键词: 双线并馈; 继电保护; 整定

中图分类号: TM 773

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2007)07-0126-03

目前, 苏州地区南部电网存在部分 220 kV 线路多级串供的方式, 如 220 kV 望林双线、220 kV 林寒双线。采用该种运行方式, 在上级母线故障或线路区内故障时, 有可能导致所馈送的 220 kV 主变失电, 并导致下级 110 kV 变电站主变失电的连锁反应, 尽管通过各自投动作可挽回一部分负荷, 但对外影响还是较大的。为解决这个问题, 提出是否可以同杆双线并列馈送的运行方式, 即将受电侧的母联开关改为运行来提高供电可靠性。由此面临着 220 kV 双线并馈的继电保护方案选择和整定的一些新问题。

1 双线并馈的继电保护问题

同杆双线并列运行在 220 kV 环网中得到了广泛应用, 但是在馈供电网中由于保护配置和整定有一定困难, 因此很少采用。其问题主要在于: 同杆异名相跨线故障时, 保护选相困难^[1-5]; 线路近送电母线侧故障时, 受电侧保护故障电流分流较小, 无法正确可靠动作; 零序互感对继电保护整定的影响以及助增对后备保护范围的影响; 电源侧和负荷侧重合闸方式的选择和配合。

针对上述问题, 对同杆双线并馈提出一种解决方案, 即采用双套分相电流差动为主保护原理的线路保护配置, 并合理简化后备保护整定和重合闸设置。

2 双线并馈的继电保护纵差保护方案

图 1 为建林—寒山电网结构图。

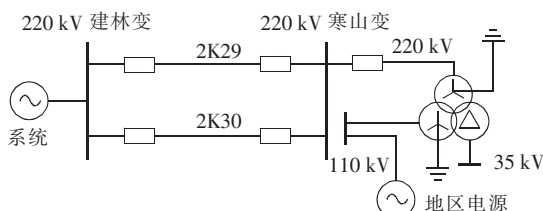


图 1 建林—寒山电网结构图

Fig.1 Sketch of Jianlin-Hanshan power system

针对 220 kV 线路双线并列运行的纵差保护配置, 主要有 2 种原理可供选择。

a. 采用高频纵联保护。 2K29、2K30 双线在改造前均配置有 1 套南瑞公司高频纵联距离零序保护 (RCS-902A 保护), 工作于闭锁式。在以前的单线送终端变方式下, 任意一点区内故障, 负荷侧的相电压均会降低, 易于实现低电压情况下发高频闭锁信号, 同时由于该方式为单端系统, 即一侧系统带一侧负荷, 受电侧无需跳闸, 仅系统侧跳闸即可切除故障。但是该种原理的保护如应用于同杆平行双回线时, 当发生跨线接地故障时, 由于零序互感的影响, 导致接地保护的测量阻抗会产生较大偏差, 有可能出现保护误动和拒动。而在相间跨线不接地故障时, 双线中零序电流形成环流, 母线侧零序电压几乎为零, 阻抗继电器同样无法正确反映故障点的距离。导致在区内故障时距离继电器均无法可靠动作。苏州电网曾经发生过同杆双回线跨线不接地故障, 当时配置了双套高频距离零序保护的 2 条线路均将单相故障误选为三相, 出口跳闸并闭锁重合闸。理论与实际运行情况表明, 同杆双回线并送终端变的线路继电保护配置采用高频保护存在局限性。

b. 采用光纤分相电流差动保护。 与高频保护相比, 光纤分相电流差动的原理上较为先进。该保护的核心是电流差动元件, 其工作原理是将线路两端的电流序分量的综合值进行矢量相加与矢量相减, 得到差动元件的动作量和制动量, 若动作量大于制动量乘以比率系数, 并大于整定的门槛值时, 则电流差动元件动作。分相电流差动的主要优越性在于其原理简单, 不受弱馈方式的影响, 不受系统振荡及负荷的影响, 对全相运行及非全相运行中的保护均能正确选相。对于平行双回线的跨线故障,

分相电流差动保护的投入。若无法保证,则要求将线路陪停。由于 2K29、2K30 已配置有一套国电南自的 PSL-603 分相电流差动保护,只需将另一套 RCS-902A 高频保护改造成分相电流差动保护即可满足要求。

3 分相电流差动保护的通道配置方案

明确了主保护的原理,必须为光纤分相电流差动选择一个可靠的通道配置方案。

a. 采用复用光纤通道。保护信号通过 SDH 光纤通信网络传送,不依赖于两站点之间的直通光缆。优点在于在长线路的情况下,可以节约光缆建设费用,充分利用通道资源,同时减少了专用光纤损坏造成保护停运的风险;缺点在于现行 SDH 网络存在路由切换的问题,切换延时会造成保护短时间内(毫秒级)误码增加,这一点在苏州供电公司承担的省公司科技项目《基于光纤自愈环网的线路纵联保护试验研究》的实施过程中已经得到证实。同时,大量采用的 DXC 和数字网管等通信功能的使用在路由调配和调试时可能对保护通道产生影响。

b. 采用专用光纤通道。采用同步通信方式,线路两端保护装置通过光纤通道直接相连。优点在于通道由光纤直接接入保护装置,通道的构成环节简单,通道延时较小,抗干扰能力较强。但其可靠性完全依赖于这根自承式光缆(ADSS)或架空地线复合光缆(OPGW)。同时也需考虑光缆的建设费用。

c. 因 2K29、2K30 双线已建设 OPGW 架空地线复合光缆,不需考虑光缆投资,同时考虑到 OPGW 光缆的机械强度较高,不易受外力破坏,安全系数高,因此通道上确定采用 OPGW 架空地线复合光缆。

4 重合闸的使用方式

一般,双线并馈的重合闸方式比单回线重合闸方式更复杂。必须确认的是双线并馈对于区内故障实际上是一个双侧电源系统。其选择条件可考虑电源侧检无压先合,受电侧检同期后合。考虑到一回线仍与系统连接,也可在受电侧检有压后合。人为地设置一回线先合,另一回线后合,同时若先重合线路重合于故障则发信号闭锁另一回线路重合。但是,要实现上述重合闸条件的选择必然导致重合闸回路的复杂化,需要对一次设备和二次回路进行较大的改造,对运行、检修工作均有不利之处。

由于双线并馈的目的是提高供电可靠性,并不是考虑提高输送功率,即正常运行时双线的最大输送潮流是控制在不超过双线中事故后过载能力(30℃时)较小的那回线路的热稳定限额以内的。同时考虑到 2K29、2K30 双线寒山侧无线路压变,无法实现检同期或检有压重合的方式。一次设备的改造周期相对于二次设备的改造周期长很多。基于上述前提,采用了电源侧重合闸检无压先重、受电侧重

合闸停用的条件。如果一回线区内故障,电源侧重合闸是否成功可以提供给调度人员区分线路故障的性质,若成功,则为瞬时性故障,可以合上受电侧开关恢复双线并馈方式;若不成功,则为永久性故障,将另一回线改为单线馈供方式。这种重合闸方式的优点在于重合闸回路简单可靠,便于现场的运行维护,无需对现有设备进行改造。

重合闸方式采用了特殊三相重合闸方式,即单故三重,相间故障闭重。这种重合闸方式的优点在于考虑了选相不正确时仍能可靠重合,同时避免了重合于相间故障对系统造成的冲击。

5 继电保护整定方案

2K29、2K30 双回线采用同杆并架的方式。由于有零序互感,双回线在继电保护整定计算方面较一般线路复杂。

5.1 零序电流保护

在《220~500 kV 电网继电保护装置运行整定规程》(下面简称《规程》)一般规定部分对零序电流保护作如下规定:同杆并架的双回线,零序电流或接地距离 I 段按双回线路中的另一回线断开并两端接地的条件整定。整定配合有困难时,允许双回线路的后备延时保护段之间对双回线路内部故障的整定配合无选择性。同时,在计算区外故障最大零序电流时,应对各种运行方式及不同故障类型进行比较,选择对保护最不利的运行方式和故障类型进行计算。区外故障最严重的故障点一般选择在线路两侧母线处。在上述理论依据的支持下,对 2K29、2K30 双线在几种故障情况下作了短路电流计算,如表 1 所示。

表 1 零序电流计算表
Tab.1 Calculation of zero - sequence current

故障点及运行方式	故障电流 / A			
	2K29 / 30 线保护		2K29 / 30 线保护 相继动作后	
	建林变侧	寒山变侧	建林变侧	寒山变侧
大方式下寒山变侧 母线接地	1483	1937		
小方式下寒山变侧 母线接地	1076	1254		
大方式下寒山变侧 母线接地且一回线 停运并两侧接地	2441	1178		
大方式下建林变侧 母线接地	46			

表 2 零序电流保护定值配置表

Tab.2 Setting calculation of zero - sequence current protection

保护	2K29/30		2K29	
	建林侧	原则	寒山侧	原则
I01	14400	停用	14400	停用
I02	2160	保护线路末端灵敏度, 定值不伸出所供变压器中压侧	2160	保护线路末端灵敏度
I03	1440	保护线路末端灵敏度	720	保护线路末端灵敏度
I04	288	规程要求	300	规程要求

5.2 相间距离保护

由于相间距离保护的计算公式仅反映正序分量,基本与单馈线路相同。需要考虑的是助增对相间距离保护保护范围的影响。由于江苏省对于系统稳定要求较高,一般,距离Ⅱ段的时间限额均控制在 0.3 s,这个条件也限制了后备保护只能考虑与 0 s 动作的保护相配合整定。下面是《规程》中的要求。

a. 相间距离Ⅰ段按环网线路考虑,2K29、2K30 双线两侧均按躲对侧母线故障 $K_k=0.7$ 整定。

b. 相间距离Ⅱ段按保护线路末端灵敏度段整定,配合均与相邻线路主保护配合。

表 3 为相间距离定值配置表。

表 3 相间距离保护定值配置表

Tab.3 Setting calculation of phase-to-phase distance protection

保护	2K29/30		2K29	
	建林侧	原则	寒山侧	原则
Z_1	2.52	躲线路末端故障	2.52	躲线路末端故障
Z_2	16.04	与下级线路距离Ⅰ段配合,保护线路末端灵敏度	16.04	保护线路末端灵敏度
Z_3	73.33	躲负荷阻抗,远后备灵敏度不足	73.33	躲负荷阻抗

实际整定中,将建林侧距离Ⅱ段的定值按躲下级线路距离保护Ⅰ段整定,在寒山侧线路末端故障灵敏度大于 1.5。将寒山侧距离Ⅱ段定值按建林侧母线故障灵敏度大于 3 整定。

c. 相间距离Ⅲ段按可靠躲过对本线路最大事故过负荷电流对应的最小阻抗整定,应与相邻线路或主变后备保护配合。由于助增系数的影响,双线对区外故障的 $Z_k = 2 \Omega$,做变压器低压侧后备保护时,其测量阻抗 $Z_c = Z_{k1} + 2 Z_1$,可以计算得出其对变压器低压侧故障的灵敏度不足。

5.3 接地距离保护

接地距离保护同样受到零序互感的影响,其保护范围在不同的运行方式下变化较大,与零序电流保护的问题类似。表 4 为接地距离定值配置表。

5.4 结语

以上对保护整定分析的结果表明,在同杆并馈送终端变的运行方式下,零序电流保护受系统方式和故障点选取以及相邻线路运行检修方式的影响,故障电流计算较为复杂;接地距离保护同样受零序

表 4 接地距离保护定值配置表

Tab.4 Setting calculation of earth fault distance protection

保护	2K29/30		2K29	
	建林侧	原则	寒山侧	原则
Z_{01}	2.06	躲线路末端故障	2.11	躲线路末端故障
Z_{02}	20.06	与下级线路距离Ⅰ段配合,保护线路末端灵敏度	20.06	保护线路末端灵敏度
Z_{03}	73.33	躲负荷阻抗	73.33	躲负荷阻抗

互感影响,互感补偿系数的变化较大;相间距离保护受助增的影响,导致实际保护范围变小,单回线运行时又无助增影响。后备保护在整定配合上存在一定困难。考虑到 2K29、2K30 已配置了双套可靠的分相电流差动作为主保护,后备保护的已有有所缓解,可以简化后备保护的整定配合。整定原则的选取上不考虑后备段对双回线区内故障的配合,同时按照 220 kV 及以上电网的整定原则,即“防拒动,允许误动”,所有后备保护的Ⅱ段均考虑最恶劣情况下线路末端