

侧后备保护整定,时间整定 3s 左右,另一段零序电流保护不带方向元件,按变压器 220kV 系统后备保护整定,时间整定 4.5s 左右。一段复合电压过流保护按变压器 220kV 侧后备保护整定,时间整定 3s 左右。

1.2.2 主变 110kV 侧保护配置与整定情况

1 号主变压器 110kV 侧配置两段零序电流保护、两段复合电压过流保护。其中 110kV 侧的 I 段零序电流保护、I 段复合电压过流保护均按 110kV 母线接地故障或相间故障有足够的灵敏度整定,即为 110kV 母线故障的后备保护,动作时间整定 1.1s。

1.2.3 220kV 线路保护配置与整定情况

220kV 线路保护配置了一套晶体管型线路保护,由于为单电源供电线路,所以配置了三段相间距离保护和四段零序电流保护。四段零序电流保护中的 I 段保护按躲过线路末端接地故障整定;II 段保护按躲过下级变电所主变压器 110kV 侧接地故障整定;III 段按线路末端接地故障有足够的灵敏度整定,但定值保护范围已伸出下级变电所主变压器 110kV 侧。

1.3 保护动作情况分析

由于故障发生在 1#主变压器 110kV 侧断路器与电流互感器之间,为 110kV 母线差动保护范围,110kV 母线差动保护动作作为正确的;但故障发生在 1 号主变压器差动保护范围之外,故主变差动保护不能动作;虽然主变压器 110kV 侧零序 I 段保护动作出口,但 110kV 侧断路器已经跳开,故该保护的動作已无意义;1#主变压器 220kV 侧后备保护由于动作时间长,故在 1.12s 内未能启动出口,最后只能由上级 220kV 线路零序 III 段保护 1.12s 切除故障。

2 变压器死区故障快速切除保护整定

2.1 整定变压器死区故障保护的必要性

上述 220kV 变电所是单电源供电的。若为多电源供电时,220kV 联络线保护按双重化配置,分别配置了三段相间距离保护、三段接地距离保护和两段零序电流保护。II 段相间距离保护、II 段接地距离保护和一段零序电流保护一般按线路末端相间故障或接地故障有足够的灵敏度整定,由于其他线路电源助增或分流的影响,保护范围一般不能保护到 220kV 变压器的 110kV 侧,III 段相间距离保护和 III 段接地距离保护动作时间比较长或也不能保护到

220kV 变压器的 110kV 侧,按防止高阻接地整定的定值 $\leq 300A$ 的零序电流保护动作时间比较长(3-4s)。因此,220kV 联络线保护一般不能作为 220kV 变压器的后备保护来使用。

对于上述死区故障,220kV 联络线保护一般不能作为 220kV 变压器的后备保护,变压器按过电流整定的 220kV 侧复合电压过流保护和作为变压器接地故障和系统接地故障的两套 220kV 侧零序电流保护切除故障时间又比较长,靠这些保护来切除该死区故障,该变压器肯定损坏,因此,针对该死区故障,整定快速切除变压器死区故障保护很有必要。

如何在现有 220kV 变压器保护配置的基础进行合理的整定,来防止这一死区故障,答案是肯定的。若能考虑各有一段针对该死区故障的快速动作的 220kV 侧后备保护,就可实现变压器 110kV 侧死区故障的快速切除。下面按国网公司 2008 年颁布的 Q / GDW_175-2008_ 方案的变压器保护^[5](简称“六统一”变压器保护)为例,探讨针对变压器 110kV 侧死区故障的保护整定。

2.2 “六统一”变压器保护配置方案^[5]

“六统一”变压器保护除配置了纵差保护、非电量保护和防止变压器中性点过电压的间隙保护(三绕组变压器)及外部接地故障引起变压器过电流的中性点零序电流保护外(自耦变压器)、过负荷保护外,还在高压侧、中压侧装设了下列后备保护。

2.2.1 高压侧后备保护

1) 复压闭锁过流(方向)保护。保护为二段式,第一段带方向,方向可整定,设两个时限;第二段不带方向,延时跳开变压器各侧断路器。

2) 零序过流(方向)保护。保护为二段式,第一段带方向,方向可整定,设两个时限。第二段不带方向,延时跳开变压器各侧断路器。

2.2.2 中压侧后备保护

1) 复压闭锁过流(方向)保护。设三时限,第一时限和第二时限带方向,方向可整定;第三时限不带方向,延时跳开变压器各侧断路器。

2) 限时速断过流保护,延时跳开本侧断路器。

3) 零序过流(方向)保护。保护为二段式,第一段带方向,方向可整定,设两个时限。第二段不带方向,延时跳开变压器各侧断路器。

2.3 针对变压器死区故障快速切除保护整定

2.3.1 相间死区故障保护整定

将 220kV 侧后备保护其中 220kV 侧复压过流保

护的一段按该变压器 110kV 侧相间故障有足够的灵敏度整定, 即

$$I_{zd.gl}^{220} = I_{k.min}^{(2)} / K_{lm} \quad (1)$$

式 (1) 中, $I_{zd.gl}^{220}$ 为 220kV 侧复压过流保护整

定值, K_{lm} 为灵敏系数, 一般取 1.5; $I_{k.min}^{(2)}$ 为系统最小方式 220kV 变电所 110kV 母线两相短路折算到该变压器 220kV 侧的短路电流。

该保护电流定值还需与 110kV 限时速断过流保护电流定值配合整定。由于该保护是根据短路电流取一定的灵敏系数整定, 定值较大, 因此, 复合电压元件可不用。

时间元件一般与 110kV 限时速断过流保护配合整定。

$$t_{220} = t_{110} + \Delta t \quad (2)$$

式 (2) 中, t_{220} 为 220kV 侧复压过流保护时间整定值; t_{110} 为 110kV 侧限时速断过流保护时间整定值; Δt 为时间级差, 一般取 0.3-0.5s。

2.3.2 接地死区故障保护整定

将 220kV 侧后备保护中的零序过流 (方向) 保护其中的一段零序保护按该变压器 110kV 侧接地故障有足够的灵敏度整定, 即

$$I_{zd.lx}^{220} = 3I_{0.min} / K_{lm} \quad (3)$$

式 (3) 中, $I_{zd.lx}^{220}$ 为 220kV 侧一段零序保护整

定值, K_{lm} 为灵敏系数, 一般取 1.5; $3I_{0.min}$ 为系统最小方式 220kV 变电所 110kV 母线接地短路折算到该变压器 220kV 侧的 3 倍的零序电流。

该保护电流定值还需与变压器 110kV 侧 I 段 110kV 零序过流 (方向) 保护配合整定。注意, 该保护一般躲不过的 220kV 母线接地故障时本变压器由于 220kV 中性点接地时提供的 3 倍的零序电流, 所以, 该保护得零序方向元件要启用, 方向指向变压器。

时间元件一般与变压器 110kV 侧 I 段 110kV 零序过流 (方向) 保护配合整定。

$$t_{0.I}^{220} = t_{0.I}^{110} + \Delta t \quad (4)$$

式 (4) 中, $t_{0.I}^{220}$ 为 220kV 侧一段零序保护时

间整定值; $t_{0.I}^{110}$ 为 110kV 侧 I 段零序过流 (方向)

保护时间整定值; Δt 为时间级差, 一般取 0.3-0.5s。

由于变压器 220kV 侧零序过流保护仅有两段, 而考虑上述死区故障保护整定则需要三段。对于三绕组变压器来说, 可以将其中一段按上述死区故障保护整定, 另一段按系统后备保护整定 (即将系统后备保护和变压器 220kV 侧后备保护合并整定); 对于自耦变压器来说, 可以将变压器中性点零序过流保护按系统后备保护整定, 因为, 对大多数 220kV 变电所 110kV 系统中的 110kV 变压器是不接地的。

2.4 运行效果分析

无论是接地死区故障还是变压器相间死区故障, 我们在变压器 220kV 侧各整定了一段零序保护和电流限时速断保护。变压器 110kV 侧限时速断过流保护和零序保护时间整定值一般整定为 0.6-1.1s (由于变压器 110kV 侧稳定切除故障时间一般为 0.6s, 当 110kV 母差保护停用时, 上述两套保护均要将动作时间改为 0.6s, 来满足电网稳定要求), 考虑配合, 取时间级差为 0.3-0.5s, 变压器 220kV 侧各整定了一段零序保护和电流限时速断保护时间整定值一般可整定为 0.9-1.6s。当出现上述变压器死区故障时, 就可以将该故障切除时间限制在小于 2s 的变压器切除时间要求以内^[6]。因为这样的整定是较为合理, 短路电流大, 我们可以以较快的时限切除; 而短路电流较小时, 可以以较长的时限切除, 从而使整个变压器后备保护运行合理, 效果最佳。

2.5 一个快速切除变压器死区故障实例

2012 年 2 月 26 日 12 时 45 分, 无锡电网某 220kV 变电所发生了 1 号主变压器 110kV 侧断路器与 TA 之间的 A 相接地短路, 110kV 母线差动保护动作跳开 110kV 正母线上所有断路器 (含 1 号主变压器 110kV 侧断路器), 由于主电源为 220kV 侧, 故故障未切除, 虽然变压器 110kV 侧零序 I 段保护动作出口, 但 110kV 侧断路器已经跳开, 最后按上述死区故障整定的变压器两套 CSC-326D 型 220kV 侧 I 段方向复压过流保护动作 1.630s 跳开切除故障 (220kV 侧两段零序电流保护一段零序电流保护按变压器后备保护整定、一段零序电流保护按系统后备保护整定, 动作时限长), 变压器试验结果是未出现变压器变形等情况, 避免了变压器损坏。

2.6 其他措施

若变压器为三绕组变压器, 220kV 侧中性点不接地, 由于 220kV 变压器 110kV 侧死区短路, 则 220kV 后备保护不能反映接地故障或由于不反映零序电流而致使灵敏度降低可能不动作, 因此出现上述死区故障没有办法切除。因此, 应考虑用 110kV 侧后备保护来联跳变压器各侧断路器, 防止这一现象和问题的发生。

2.6.1 110kV 侧后备保护配置

220kV 变压器 110kV 侧后备保护一般有如下三种配置。

(1) “六统一”变压器保护^[5]

复压闭锁过流(方向)保护。设三时限, 第一时限和第二时限带方向, 方向可整定; 第三时限不带方向, 延时跳开变压器各侧断路器。2) 限时速断过流保护, 延时跳开本侧断路器。3) 零序过流(方向)保护。保护为二段式, 第一段带方向, 方向可整定, 设两个时限。第二段不带方向, 延时跳开变压器各侧断路器。

(2) 110kV 侧后备保护多段多时限配置^[1-4]

有些变压器保护 110kV 侧后备保护配置两段, 每段三个时限; 也有配置三段, 一段和二段三个时限, 三段一个时限; 也有其他配置。

(3) 110kV 侧后备保护多段一个时限配置^[1-4]

有些变压器保护 110kV 侧后备保护配置多段保护, 但每段只有一个时限, 这种情况在一些老变电所就存在这种配置。

2.6.2 变压器 110kV 侧后备保护跳闸方案

(1) “六统一”变压器 110kV 侧后备保护

“六统一”变压器两段保护可按其中的一段保护按母线保护整定, 另一段保护按复合电压过流保护整定; 复压闭锁过流保护跳闸方案仍然采用原方案, 即第一时限跳开本侧分段或母联断路器, 第二时限跳开本侧断路器, 第三时限跳开变压器各侧断路器。

(2) 110kV 侧后备保护多段多时限配置

对于 220kV 变压器 110kV 侧后备保护按多段多时限配置时, 至少整定让其中一段保护有一个时限跳去变压器各侧断路器方案。若多于两段配置时, 可以单独整定一段保护有一个时限去跳变压器各侧断路器方案。若各段均有三时限, 则第一时限跳开本侧分段或母联断路器, 第二时限跳开本侧断路器, 第三时限跳开变压器各侧断路器。

(3) 110kV 侧后备保护多段一个时限配置

对于 220kV 变压器 110kV 侧后备保护按多段一时限配置时, 可以将其中的一段保护单独按母线保护整定或按复合电压过流保护整定, 并去跳变压器各侧断路器方案。当 110kV 侧后备保护配置多达四段时, 可以分别将其中的一段保护单独按母线保护整定、其中的另一段保护单独按复合电压过流保护整定, 并分别去跳变压器各侧断路器方案。

3 结束语

220kV 变压器中压侧死区故障, 由于变压器承受的短路电流最大, 对变压器伤害也最大。整定针对这一死区故障快速切除的 220kV 后备保护或采用 110kV 侧后备保护联跳变压器各侧断路器方案, 就很有必要。本文章对 220kV 变压器 110kV 侧死区故障抛砖引玉, 望能启迪电网变压器继电保护的整定。另建议 220kV 变压器 220kV 侧零序电流保护配置三段, 其中的一段按上述 110kV 母线故障或变压器中压侧死区故障的后备保护整定, 另一段按变压器 220kV 侧接地故障的后备保护整定, 第三段按系统接地故障的后备保护整定。

参考文献:

- [1] GB-14285, 继电保护和安全自动装置技术规程[S].
- [2] DL/T584-2007, 3~110kV 电网继电保护运行整定规程[S].
- [3] DL/T594-2007, 220~750kV 电网继电保护运行整定规程[S].
- [4] DL/T 684-1999, 大型发电机变压器继电保护整定计算导则[S].
- [5] 国家电网公司.Q / GDW_175-2008_ 变压器、高压并联电抗器和母线保护及辅助装置标准化设计规范[Z].2008.
- [6] 国家电网公司.国家电网公司十八项电网重大反事故措施(修订版)[Z].2012.

作者简介:

陈永明(1979-), 男, 江苏海安人, 工程师, 从事电网继电保护运行管理工作;

汤大海(1963-), 男, 江苏镇江人, 本科, 高级工程师/高级技师, 江苏省电力公司基层公司技术专家, 从事电网继电保护运行管理工作;

曹 斌(1977-), 男, 江苏海安人, 本科, 工程师, 从事电网继电保护运行管理工作。