

[低电压保护]

火电厂低电压保护应用及二次回路改进

文/国电黄金埠发电有限公司 罗 杰

电压保护能保护电气设备免于低电压和过电压的威胁。配置合理的低电压保护能检测电力设备上发生的电压崩溃，阻止不正确运行状态的出现和系统失稳的可能。探讨了低电压保护的原理及配置原则，对某大型火电厂低电压保护设置进行了说明，对低电压二次回路改进进行了分析。

电厂的低电压保护二次回路在电力系统的安全运行中发挥着十分重要的作用，它直接影响着电厂设备及运行人员的安全，对保障火电厂正常生产、防止电厂设备损坏和避免大型电力事故的发生等起着重要作用。

低电压保护原理

1. 在系统电压过低时断开部分电动机电源，保证设备不至于损坏

电厂大部分负荷为电动机，由于电动机起动转矩和最大转矩与电压的平方成正比，在电动机的供电母线电压短时降低或中断又恢复时，大量电动机自起动，在电动机绕组内开始流过比额定电流大好几倍的自起动电流，这样大的自起动电流将使母线电压降加大，使电压恢复的过程延迟。为了防止电动机自起动时使电源电压长时间严重降低，保证设备不至于损坏，引入低电压保护装置。

2. 在系统电压过低时，逐步切除部分负荷以维持线电压

当电动机的供电母线电压短时降低或短时中断又恢复时，为了防止电动机自起动时使电源电压严重降低，通常在次要电动机上装设低电压保护，当供电母线电压降低到一定值时，延时将次要电动机切除，使供电母线有足够的电压，以保

证重要电动机自起动。

低电压保护整定原则

通常电动机低电压保护动作时限有两个。一个为0.5 s跳闸，当电压降低到额定电压的70%时保护动作，切除这部分负荷，使这部分电动机得到保护，母线电压在减小负荷后得到恢复。如系统电压由于某种原因仍未能恢复而继续下降时经过9 s再切除一部分比较重要的负荷。电动机低电压保护之所以有两个时限是因为如果某种原因使电压瞬时降低，只要切除部分不重要负荷就可提高系统电压，维持设备机组继续运行，不影响正常工作。当由于某种原因使电压长期不能恢复，而有损毁设备的危险时，就以保护设备为主，将一些重要辅机也自动跳闸，此时机组一般来说就停止运行了。

辅机中最重要的设备可不装设低电压保护，如锅炉引风机，给水泵等。在一旦电压恢复时，可立即自起动，尽量保证机炉的主机正常运行。

某电厂低电压保护配置

某电厂低电压保护主要用于保护接于6 kV母线上的大容量电动机。保护装置通过配置在电源或负荷侧处的电压互感器，采集三相电压送至低电压保护装置。某电厂使用的低电压保护装置为西门子生产的7SJ68综合保护，该保护既可以和三相相地电

压（ U_A-N ， U_B-N ， U_C-N ）连接，也可以和两组相间电压连接（ U_A-B ， U_B-C ），某电厂根据接线方式，设置为测量三相相地电压。

保护装置在使用低压保护时，需对测量的电压数据进行处理。首先对三个相间电压的基波分量用傅里叶分析法滤波，然后评估相间电压的正序分量。由于在接线方式设置中设为测量三相相地电压，因此保护装置需对测得的相电压乘以 $\sqrt{3}$ 。欠电压保护包括两段时限 $U_{<}$ 和 $U_{<=}$ ，可以根据电压降低程度设定跳闸时间等级，两个元件都可以分别设置电压起动值、延时以及返回率。起动值为相间值，相应的正序系统的起动值要乘以 $\sqrt{3}$ 。欠电压保护工作频率范围很大，而不仅指额定的工作频率下。这就保证了即使保护降速电动机，欠电压保护依然能动作。但是如果频率偏差很严重，那么正序电压的有效值就可能太小了。因此，欠电压保护提供额外的功能：如果频率将要超过额定频率的 $\pm 10\%$ ，电流判断不返回真实结果，而是必须立即跳闸。

保护装置还配置有PT回路监测功能，该功能可监测PT有无故障。PT故障可以为单相、二相和三相。装置对3个相对地电压，中性点偏移电压以及三相电流都进行了测量，评判条件根据这些测量值计算，然后作出判断是否PT故障。检测到PT故障时装置发信报警，此时低电压保护功能不能闭锁。

根据整定原则，某电厂低电压保护定值设置为次要辅机线电压低于65 V时经0.5 s延时跳闸，重要辅机线电压低于50 V时经9 s延时跳闸。母线PT二次回路一级低压断路器采用3个单联低压断路器，综合保护装置电压采集不设二级低压断路器，直接由屏

顶电压小母线经端子排接入。母线电压通过屏顶小母线还送至其他高压开关柜供电能表使用。

某电厂低电压保护二次回路改进

1. 事件经过

在某次机组停机检修期间，维护人员在对6 kV开关柜内电能表进行拆装校验时，未对安全措施进行全面考虑、不清楚现场接线方式，擅自在未采取任何安全措施情况下带电直接拆装电能表，导致电压回路直接接触高压柜金属柜体，母线PT二次回路一级3个低压断路器短路跳闸。低电压综保装置在达到低电压保护定值后发出跳闸命令，正在运行的多个电动机误动跳闸。

2. 二次回路改进措施

为避免类似故障再次发生，需对某电厂6 kV母线低电压保护功能进行改进。首先是寻找保护装置是否具备PT断线闭锁保护功能。经查询保护装置说明书，装置带有熔丝故障监视器，可对电压故障进行监视并闭锁保护。但是熔丝故障监视器判断条件中需对相电流进行检测以防止误动，而母线PT柜内无电流互感器，无法给保护装置提供三相电流。

重新考虑在6 kV母线电压保护控制回路进行改进。更改前的6 kV母线电压保护控制回路接线图如图1所示，当母线电压降至设定值时，综保7SJ68低电压保护动作，F6\F7及F8\F9接通，1ZJ，2ZJ-I，2ZJ-II继电器线圈带电动作，继电器辅助接点接至相关电动机跳闸回路。在前述事件发生时，母线电压正常，低电压保护不应动作。

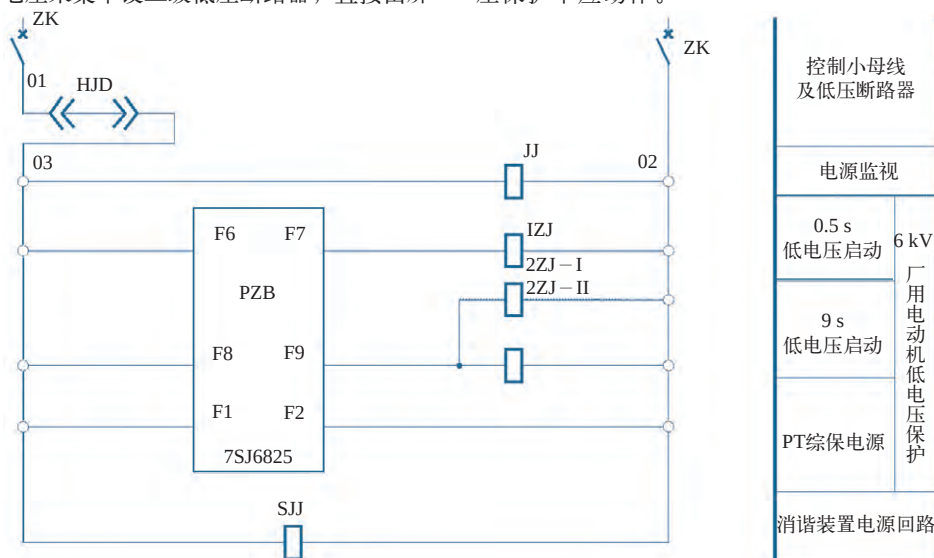


图1 更改前6 kV母线电压保护控制回路接线图

图2为更改后6 kV母线电压保护控制回路接线图,主要改进为增加中间继电器3ZJ,同时引出母线电压互感器二次侧一级低压断路器常闭接点放置于3ZJ线圈之前。当母线电压互感器二次侧低压断路器合闸,母线电压正常时,3ZJ线圈不带电,保护装置跳闸回路开放。当母线电压

正常,而母线电压互感器二次侧三相低压断路器任一个不正常跳开时,3ZJ线圈带电,跳闸回路中的3ZJ常闭辅助触点断开,保护装置动作但无法出口跳电动机,防止保护装置误动。同时3ZJ一对常开触点闭合,向集控室发送“PT断线报警”信号,通知值班人员处理。

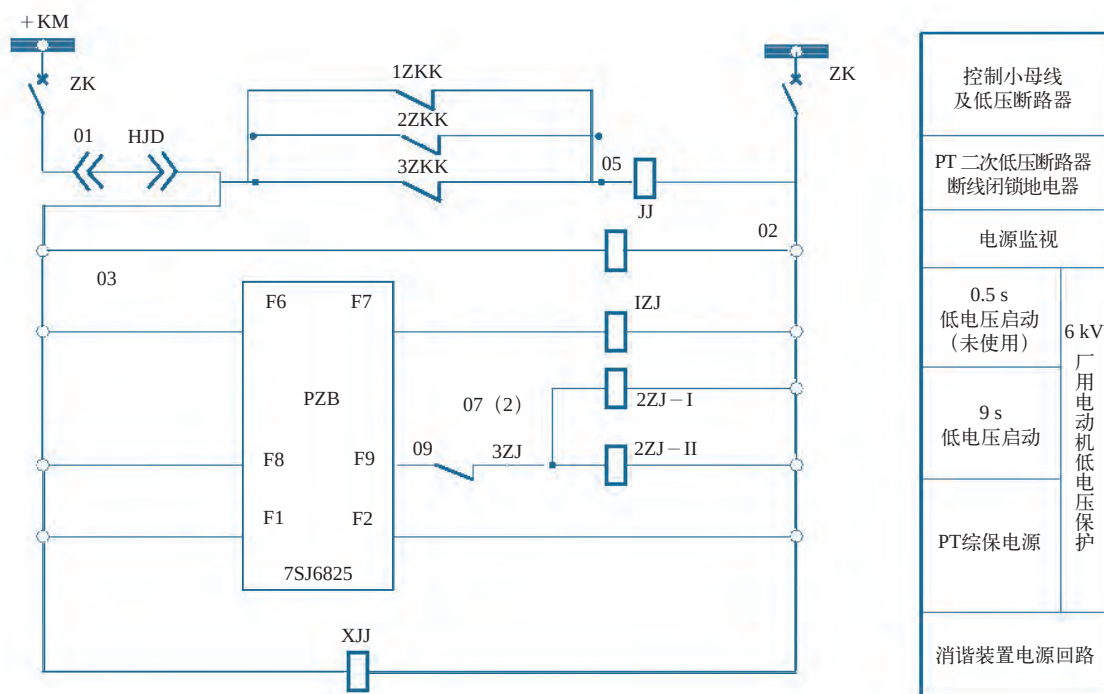


图2 更改后6 kV母线电压保护控制回路接线图

低电压保护校验

在进行了低电压保护控制回路改进后,通过试验验证保护是否能正确动作。拆除母线PT二次回路低压断路器至PT回路接线,接入继保测试仪。首先模拟电压降至保护动作定值,经保护延时,装置正确动作,相关电动机均在设置时间内跳闸。然后保持母线电压在额定值,分别断开一相、两相、三相电压低压断路器。按照低电压保护动作条件,在断开一相、两相低压断路器时,因线电压未达到低电压保护定值,保护只发“PT断线报警”信号,“零序电压告警”而不会动作出口。在断开三相电压低压断路器时,线电压达到低电压保护定值,保护动作出口,此时

3ZJ继电器已动作断开跳闸回路,电动机依然能正常运行。

结束语

电压保护能保护电气设备免于低电压和过电压的威胁。不论是低电压还是过电压对设备都是有害的,如过电压会引起绝缘损害,而低电压将会影响系统的稳定。配置合理的低电压保护能检测输电线路和电力设备上发生的电压崩溃,阻止不正确运行状态的出现和系统失稳的可能。

通过实际运行情况,对低电压保护二次回路进行了改进,保证了低电压保护正确发挥作用。EA

(收稿日期: 2015.03.01)

(编辑: 白文亭)