

[开关设备]

6 kV厂用电高压开关“五防”闭锁功能完善改造

文/陈 斌
国能（福州）热电有限公司

分析国能（福州）热电有限公司6 kV高压厂用电系统开关设备“五防”闭锁存在的问题，阐述了开关“五防”功能完善改造方案及实施情况，解决了该公司6 kV开关“五防”功能不能满足双电源供电时有效防误闭锁的问题。改造后的“五防”闭锁系统满足了系统要求。

国能（福州）热电有限公司6 kV高压厂用电系统开关设备采用上海通用电气有限公司生产的金属铠装中置式P/V II -7.2型真空开关。该型号开关柜单个设备具有相对完善的机械“五防”闭锁措施，可实现以下闭锁功能：手车在工作位时，二次插头不能拔出；断路器处于分闸状态时，手车在柜内移动；接地开关在分闸位置时，手车才能移动至工作位置，后柜门不能打开；接地开关在合闸位置时，手车不能移动至工作位置，后柜门可以打开，后柜门打开后，接地开关不能分闸；手车在断开/试验位置或在柜外，接地开关合闸，手车在断开/试验位置或在工作位时，断路器进行合闸操作。国能（福州）热电有限公司响应国家号召和自身发展的需要，进行了大量节能改造，增加了一定数量的变频器，实现设备工频/变频共同控制，形成设备双电源供电。在生产运行过程中，发现单一开关的机械“五防”闭锁系统已经无法满足双电源供电系统性防误操作的要求，在防误操作“五防”闭锁环节存在严重的缺陷，急需进行系统性的“五防”闭锁完善改造。

带变频器双电源供电系统及“五防”闭锁存在的问题

1. 带变频器双电源供电系统接线及运行方式

以凝结水泵改造工频/变频双电源供电系统为

例，变频改造后接线方式如图1所示。正常运行期间，变频器回路为主供电回路，6135开关、1QF5开关合闸，变频器运行，工频6105开关作为备用在工作位分闸状态，工频6105开关的上下触头都在带电的状态。当变频器因故停运退出时，1QF5开关分闸，工频6105开关合闸，保证对凝结水泵可靠持续供电。

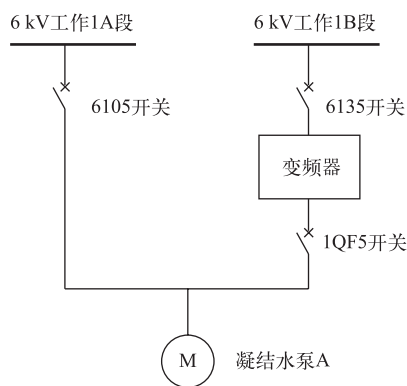


图1 凝结水泵变频改造后电气接线图

2. 高压开关“五防”闭锁存在的问题

P/V II -7.2型真空开关具备单个开关完善的机械“五防”闭锁措施，但在运行中发现该类开关在双电源系统、柜与柜之间并没有很好的闭锁功能，仅实现了“防带电合接地开关”和“防带接地开关合断路器”的“五防”闭锁功能。图1中，当凝结水

泵变频器运行时，工频6105开关在分闸状态，手车可摇出，接地开关允许合闸，因6105开关下侧电缆仍有电，若此时操作6105开关接地开关合闸，将出现带电合接地开关的严重事故，危及设备甚至人身安全。出现这种问题的原因主要为该型号的接地开关只和手车位置有闭锁关系，可实现自身开关防误合接地开关，但在双电源系统中，存在反送电情况，开关缺少线路有电闭锁合接地开关的措施。

开关“五防”功能完善改造

针对当前开关“五防”功能的先天缺陷，仅有自身的机械“五防”闭锁功能，没有相应的电气闭锁功能，更没有开关与开关之间的闭锁功能。通过分析在倒闸操作中存在的危险点，明确需要防控的措施，制定了以下开关“五防”功能完善改造方案。

1. 增加开关高压带电显示闭锁装置

增加开关高压带电显示闭锁装置，加装接地开关闭锁电磁铁，满足开关自身竖向闭锁的要求。方案实施如下。

1) 将开关柜状态显示装置更换为带电显示闭锁状态显示装置，提醒操作人员接地开关闭锁状态。如图2所示，只有显示装置面板中的“开锁”指示灯亮且“高压带电指示”灯灭，才具备操作接地开关的条件。有条件的可安装带二次核相孔的高压带电显示闭锁装置，方便相序检测，使检修更加便捷、安全。



图2 带电显示闭锁装置

2) 在开关柜下前柜门内，靠近接地开关操作孔小活门处安装接地开关闭锁电磁铁和闭锁机构，如图3所示。其工作原理是：从带电显示闭锁状态装置输出触头和闭锁电磁铁串联，通过带电显示闭锁状态装置的触头的连通对接地开关进行控制，二次接线图如图4所示。即通过检测出线线路带电情况控制电磁铁的工作，从而控制闭锁机构是否闭锁接地开关操作杆。只有检测到出线不带电，方能解锁接地开关闭锁机构，配合开关本身的机械“五防”措施，形成出线无电压+开关手车位置在断开/试验位置或在柜外，允许操作接地开关。

图3所示。其工作原理是：从带电显示闭锁状态装置输出触头和闭锁电磁铁串联，通过带电显示闭锁状态装置的触头的连通对接地开关进行控制，二次接线图如图4所示。即通过检测出线线路带电情况控制电磁铁的工作，从而控制闭锁机构是否闭锁接地开关操作杆。只有检测到出线不带电，方能解锁接地开关闭锁机构，配合开关本身的机械“五防”措施，形成出线无电压+开关手车位置在断开/试验位置或在柜外，允许操作接地开关。

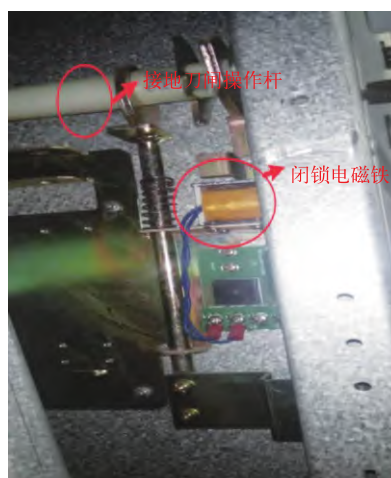


图3 闭锁电磁铁安装情况

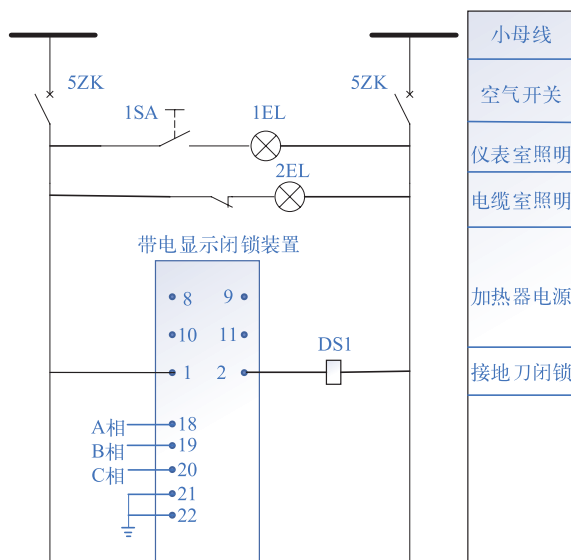


图4 闭锁电磁铁控制回路图

2. 增加一套微机“五防”系统

增加一套微机“五防”系统，满足开关柜与柜之间的横向闭锁要求。同时也增强整个高压厂用电系统高压开关自身的“五防”功能，比如很好地实

现了防误入带电间隔的功能。微机“五防”系统介绍和实施方案如下。

1) 公司采用的是珠海优特电力科技有限公司卓越型微机“五防”闭锁系统。该系统由微机控制系统、计算机钥匙和就地机械编码锁具组成。

2) 微机“五防”闭锁系统主机通过RS 485与机组厂用电监控系统连接,实时读取开关设备状态,并与微机“五防”系统软件中预制的电气一次接线图中的开关设备一一对应。

3) 就地安装机械编码锁具。在每面6 kV开关柜的前后柜门、手车操作孔和接地开关操作孔处均安装上机械编码锁具,编码锁具与微机“五防”系统软件中预制的电气一次接线图中画面一一对应。闭锁前后柜门、手车操作孔和接地开关操作孔四把机械编码锁的开锁顺序必须和计算机钥匙模拟操作通过的操作顺序一致才能依次打开,从而杜绝电气误操作事件的发生。

4) 根据电气倒闸操作的原则,结合实际的配电接线方式,预先编制闭锁逻辑数据库,操作逻辑与设备实时状态相结合,形成操作闭锁信息。在具体操作前,操作员要根据操作票的内容在微机“五防”系统主机的一次接线图上进行模拟操作,只有符合相关闭锁逻辑,操作才能模拟完成,同时生成实际机械编码锁具解锁操作程序,上传至计算机钥匙中。若模拟操作错误,微机“五防”系统将弹窗显示相应的闭锁信息,提示哪些条件不允许,终止继续模拟操作。

5) 操作员依据操作票的步骤和计算机钥匙的提示,逐项对开关进行操作。对违反“五防”逻辑规定的操作,机械编码锁具拒绝解锁,操作无法进行,同时指出正确的操作项目,防止误操作的发生。

6) 计算机钥匙记录所有操作机械编码锁具的情况,操作结束后,要通过计算机钥匙回传功能将现场开关状态回传至微机“五防”系统,保证系统上的一次接线图中开关设备的状态与现场一致,为下一次操作做好准备。

以凝结水泵工频/变频双电源供电系统为例,要操作工频6105开关接地开关合闸,在微机“五防”系统中判断逻辑为:只有6105开关和1QF5开关均分闸且在断开/试验位置,才能打开6105开关接地刀操作孔机械编码锁,允许合闸6105开关刀闸。1QF5开关允许摇至工作位的判断逻辑为:1QF5开关分

闸+6105开关刀闸分闸。总之,实现了6105开关和1QF5开关相互的横向闭锁联系,避免了“带电合接地开关”和“带接地开关合断路器”等恶性误操作事件的发生。

结束语

通过对6 kV高压厂用电系统开关设备增加开关高压带电显示闭锁装置,加装接地开关闭锁电磁铁,增加微机“五防”闭锁系统的改造,解决了国能(福州)热电有限公司6 kV开关“五防”功能不能满足双电源供电时有效防误闭锁的重大隐患,而且使整个6 kV高压厂用电系统“五防”功能更加完善,改造投入使用后,整体运行良好,闭锁可靠,起到电气操作安全卫士的作用。

特别是微机“五防”闭锁系统,完全能满足开关柜本身、相关柜与柜之间及电气上下级开关之间的各种竖向和横向的闭锁要求。国能(福州)热电有限公司已将微机“五防”闭锁系统应用扩大引入厂用变压器系统和重要的低压配电母线系统中,减少甚至杜绝电气误操作和“五防”功能不全引起的恶性事故的发生,保证高低厂用电系统和设备的安全,减少误操作对人身的伤害。

国能(福州)热电有限公司厂用电系统“五防”功能完善改造后使用至今,未发生过任何一起电气误操作事故,改造经验可供存在类似厂用电系统“五防”功能不能满足要求的公司借鉴。

(收稿日期:2023-01-20)

参考文献

- [1] 朱建立,李玉冰.厂用电系统“五防”闭锁改造方案及其实施[J].电力安全技术,2016,18(2):34-37.
- [2] 邢希东,徐艳娟.ZS1型中压成套开关柜五防功能完善改造[J].电气制造,2007(10):48-52.
- [3] 高敏.手车式高压开关柜的五防改造和实施方案[J].中国电力,1993(11):68-70.
- [4] 张冠军.开关柜接地刀闸电气联锁缺陷[J].科技创新导报,2017,14(28):59.
- [5] 林星齐,王彦文,韩晋阳,等.有变频器的低压供电系统漏电闭锁技术[J].电气应用,2021,40(9):88-92.