

煤矿供电系统中高压开关柜电气闭锁探讨

王 猛

河南崤函电力供应有限责任公司 河南义马 472300

摘 要：在煤矿供电系统中，高压开关柜作为核心设备，承担着控制和保护电力系统安全运行的重要任务。其中，电气闭锁作为一种重要的保护手段，对于防止误操作、提高设备运行可靠性具有重要意义。特别是对于双电源分列运行的煤矿供电系统，电气闭锁能够可靠的防止联络开关误操作，确保供电系统的安全性。但在特殊情况下，不合适的电气闭锁会导致煤矿供电的可靠性降低，本文从一起电气闭锁导致的进线开关跳闸出发，对煤矿供电高压开关柜电气闭锁进行探讨，分析其工作原理、应用现状以及存在的问题和改进方向，以提升煤矿的供电的安全性和可靠性。

关键词：开关柜闭锁；电气闭锁；煤矿供电

一、电气闭锁的工作原理

电气闭锁是一种利用电气信号实现设备间逻辑关系控制的技术。在煤矿供电高压开关柜中，电气闭锁主要通过设置一系列的电气联锁回路，实现对设备操作的相互制约和监督。当某个设备处于工作状态时，相应的闭锁回路会被激活，阻止其他设备的误操作；只有在该设备停止工作或解除闭锁状态后，其他设备才能进行操作。这种逻辑关系的控制方式有效地防止了误操作的发生，提高了设备运行的可靠性。

二、煤矿供电高压开关柜电气闭锁的应用现状

目前，煤矿供电高压开关柜电气闭锁已经得到了广泛应用。在许多现代化的煤矿企业中，为了确保电力系统的安全稳定运行，都会采用电气闭锁技术对高压开关柜进行控制和保护。然而，随着煤矿生产的不断发展和电力系统的日益复杂化，煤矿供电可靠性要求越来越高，对电气闭锁技术提出更高的要求。一些老旧的电气闭锁装置已经难以满足现代煤矿的需求，需要进行更新换代。

三、进线开关柜与计量柜电气闭锁引起的异常跳闸案例分析

崤函电力公司某变电站35kV开关柜为单母分段接线，在两路进线柜前端设置有高压计量柜，正常运行方式为双电源分列运行，主要向煤矿一级负荷供电。2024年5月5日，变电站值班人员发现35kV I回路进线计量

柜PT故障，在将计量柜PT手车由工作位退出运行时，进线开关突然跳闸，造成该进线所带的矿井负荷无计划停电。

经现场查看 I回路进线保护装置，无故障跳闸电流和动作记录，考虑为断路器直跳或偷跳，对高压计量柜及进线开关柜二次回路进行检查，发现在进线开关跳闸回路，有来自计量柜的直跳回路，即高压计量柜PT手车工作位置限位开关的常闭触点直跳进线开关，因此当手车从工作位摇出时即导致进线开关跳闸。与开关柜厂家沟通得知，此闭锁方式设计初衷主要是为实现无计量时不允许供电，对于三级用电负荷来说，此闭锁连跳功能具有利大于弊的作用，但对于矿井一级负荷来讲，特别是对于双突矿井，却给正常供电带来一定的安全隐患，由于此闭锁在设备正常运行时不影响供电，因此设备运行中不容易发现，但当计量柜PT因故障需紧急退出运行时，此电气闭锁严重降低了供电可靠性，造成进线开关跳闸，从而导致矿井无计划停电。

该变电站 II回路进线同样也采用了此电气闭锁连跳功能，经过与开关柜厂家沟通，取消了两路进线柜与与高压计量柜的闭锁连跳功能。为避免电气闭锁使用不当造成煤矿供电可靠性降低，改进措施一是开关柜厂家在电气闭锁设计时，必须结合煤矿供电的实际情况，把供电可靠性和安全性放在首位，慎重使用电气闭锁连跳功能，以免给矿井供电带来停电隐患。二是开关柜使用单位要与开关柜厂家沟通，加强对二次图纸的审查核实和电气闭锁逻辑原理的了解，对影响安全供电及不合适的电气闭锁不得采用。

作者简介：王猛（1985-），男，河南省义马市人，本科，工程师，主要从事电气二次维护、继电保护管理工作。

四、进线开关柜与室外刀闸的电气闭锁

有的变电站35kV开关柜设计采用在室外安装一组进线刀闸，高压导线经过刀闸后进入室内进线柜再连至母线，进线开关柜不带接地刀闸的方案。目前部分开关柜厂家对进线开关柜后柜门闭锁采用电磁锁，闭锁的条件仅为进线侧带电显示器闭锁，但是由于打开后柜门时运维人员可接触到进线侧母排或电缆头，在进线停电又来电的特殊情况下，并不能完全防止人员触电，因此进线柜与室外刀闸间应有电气闭锁，后柜门电磁闭锁可以利用进线开关下侧（进线侧）的带电显示器闭锁输出接点+本柜手车试验位置+室外刀闸常闭辅助触点来实现闭锁，利用本柜手车试验位置+室外刀闸常闭触点主要是防止在进线停电后又突然来电的情况，即只有进线柜下侧不带电，本柜手车拉至试验位、室外刀闸拉开的情况下，才能解除闭锁打开柜后门。反之后柜门打开后没关上之前，不允许送电，此时，需给柜后门安装门控开关，将其触点作为闭锁条件，若室外刀闸为电动操作机构，刀闸的分合操作需经进线开关常闭辅助触点+进线柜后柜门闭锁，即实现只有在进线开关在断开状态，后柜门关闭时，才能操作室外刀闸，防止带负荷和在柜后门打开时拉合隔离刀闸。

五、进线柜与母联柜的电气闭锁

对于单母分段接线方式，两路进线与母联之间一般带有电气闭锁，以实现三台开关只能同时合两台，此闭锁通过在进线开关柜合闸回路串入母联柜开关常闭辅助触点实现，即只有在母联柜处于分位时，进线开关才能进行合闸操作。在母联开关合闸回路中，分别串入Ⅰ回路进线开关常开触点+Ⅱ回路进线开关常闭触点或Ⅰ回路进线开关常闭触点+Ⅱ回路进线开关常开触点，实现Ⅰ回路进线开关在合位、Ⅱ回路进线开关必须在分位（或Ⅱ回路进线开关在合位、Ⅰ回路进线开关必须在分位）的情况下，母联开关才能进行合闸操作。并且母联开关合闸还受其隔离柜手车位置闭锁。进线柜与母联柜之间的闭锁只有在两路电源不允许合环操作时才采用，且闭锁一般只设置在合闸回路，闭锁开关的合闸操作，且由于多一个闭锁条件多一个故障点风险，因而一般不在其跳闸回路设置闭锁条件以避免降低跳闸回路的可靠性，若两路电源来自同一座上级变电站，根据运行规程允许合环操作，则此闭锁不适用因而不能采用。

六、开关柜电气闭锁目前存在的问题与改进方向

尽管煤矿供电高压开关柜电气闭锁在保障电力系统

安全方面发挥了重要作用，但仍然存在一些问题需要解决。首先，一些开关柜厂家未充分利用带电显示仪的闭锁功能，闭锁设置相对简单，闭锁还有待完善。其次，部分煤矿供电系统中，电气闭锁装置的选型和配置上存在不足，未能充分考虑到实际生产需求和设备特点，导致其无法发挥最佳效果，甚至在某些特殊情况下，降低了供电可靠性。

煤矿供电直接关系到人身安全。高压开关柜闭锁首选机械闭锁，其闭锁是通过物理手段实现的，具有直观、可靠等特点，但是却受到很多因素的限制，比如跨柜之间的闭锁等，用机械闭锁很难实现，这时只能使用电气闭锁来实现防误闭锁的要求，而电气闭锁是通过电路来实现锁定和解锁，对于开关柜设计者来说，必须结合现场条件，使闭锁能够完全满足要求，以确保煤矿供电的安全性和可靠性。

针对以上开关柜在电气闭锁存在的不足，改进措施包括：一是加强对老旧电气闭锁装置的更新和改造工作，优化电气闭锁装置的选型和配置方案，根据实际生产需求和设备特点进行合理设计；二是加强对电气闭锁装置的日常维护和保养工作，确保其始终处于良好状态，例如，建立完善的设备维护和检修制度，定期对电气闭锁装置进行全面检查和维修，及时发现并解决潜在问题。三是加强对操作人员的培训，提高他们对高压开关柜电气闭锁的理解和操作技能，也是提升整体安全水平的重要途径。四是引入智能化技术，如物联网、在线监测等，对电气闭锁装置进行远程监控和故障预警，提高其运行效率和可靠性。

结束语

煤矿供电高压开关柜电气闭锁是保障电力系统安全稳定运行的重要手段之一。通过对其工作原理、应用现状以及存在的问题和改进方向的探讨，我们可以更好地认识其重要性，推动煤矿供电系统的安全发展。在未来的工作中，我们应继续加强对高压开关柜电气闭锁技术的研究和创新，不断提升其性能和可靠性，为煤矿生产提供更加安全、高效的电力保障。

参考文献

[1] 党丽敏. 关于开关柜五防闭锁的分析及解决方案[J]. 电气技术, 2015, (7): 121-125.