

机电与自动化

井下变电所高压开关操作控制优化改造

吕 帅

(西山煤电集团 电力公司, 山西 太原 030053)

摘 要:对井下变电所高压开关的操作方式进行合理优化改造,实现井下高压开关“远方”模式和“就地”模式下断路器合闸操作之间制约闭锁,以及高压断路器分闸操作的自锁功能,防止职工操作开关柜时发生误操作事故,造成人员触电,有效保障了井下工作人员安全。

关键词:供电系统;高压开关;闭锁;误操作

中图分类号:TD611.4 文献标识码:B 文章编号:2095-5979(2018)05-0086-03

Operation optimization of coal mine substation high voltage switchgear

Lv Shuai

(Xishan Coal and electricity group power company, Taiyuan 030053, China)

Abstract: Reasonable optimization and transformation of underground substations operating mode high-voltage switch was conducted to achieve restrict blocking of high-voltage switch remote mode and local mode circuit breaker closing operation, and high-voltage circuit breaker opening operation of the self-locking function, prevent workers operating the switchgear misoperation accident, resulting in personnel shock, the technology ensured the safe production underground.

Key words: power supply system; high voltage switch; atresia; wrong operation

1 事故分析

对井下高压供电线路检修时,应对计划检修电缆停电处理,并遵从电力安全作业规程:①拉开检修电缆供电电源断路器;②拉开被检修线路的隔离开关;③在断路器操作按钮上悬挂“有人作业,禁止合闸”标识牌;④在开关柜的线路侧挂接有效接地线。

2017年,西铭矿井下部分变电所实现了无人化值守和远程操作功能,远程操作员依据检修审批报告和停电工作票,在调度中心远程操作拉开了煤矿井下变电所计划停电线路的高压断路器。但煤矿井下变电所现场工作人员发现无法拉开线路隔离开关,随按下合闸按钮,使已经停电的高压线路再次带电,致使一名线路末端拆除电缆的人员触电。

此次误送电、误操作事故主要原因是工作人员没有严格履行停电步骤,未做好停电安全措施。现

场工人对设备性能工况不了解,开关柜设备存在缺陷也是发生事故的重要原因。为解决硬件上的缺陷,增强井下变电所的安全性,对井下高开的控制系统进行优化,实现井下高开断路器合闸操作闭锁功能和分闸操作自锁功能。

2 井下高压开关的合闸闭锁优化

远方集中控制操作是煤矿智能化、无人化的首要功能。但是,实现开关的远程控制,需要满足命令的唯一性,断路器在控制系统上优化强制实现开关两种工况下的合闸闭锁,远方和就地只能有一方能实现合闸操作,避免误操作的发生。矿井井下常用高压开关设备分为隔爆本安型和隔爆非本安型,两种高开的控制部分接线是不同的,下面就两种高压开关的功能接线分别说明。

2.1 隔爆本安型高开

隔爆本安型高开内设有本安型先导控制电路,

责任编辑:任 伟 DOI: 10.19286/j.cnki.cci.2018.05.026

作者简介:吕 帅(1962—),男,山西静乐人,助理电气工程师。

引用格式:吕 帅.井下变电所高压开关操作控制优化改造[J].煤炭与化工,2018,41(5):86-88,91.

为满足集中控制功能，通过改造高开内控制分合闸的综合保护器，增加通讯命令接口与遥控节点，远程遥控合闸、分闸，实现了“远方”和“就地”功

能之间切换和合闸闭锁。改造后的高开电气如图 1 所示。

井下高压开关的“远方”和“就地”操作的合

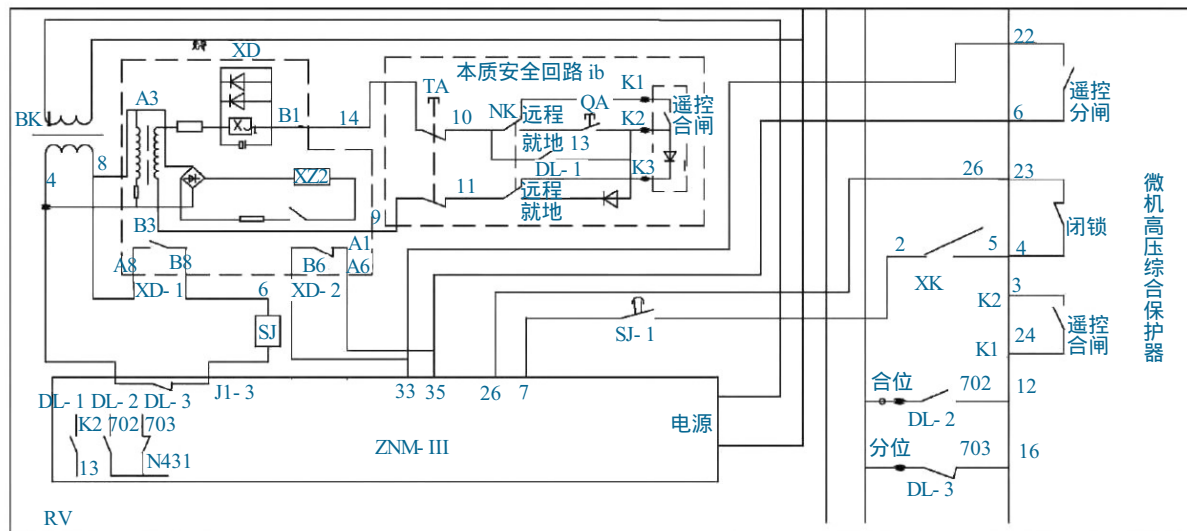


图 1 隔爆本安型高压开关保护电气原理示意

Fig. 1 Electrical protection principle of flameproof type high voltage switch

闸闭锁如图 1 所示，当旋转开关“NK”打到远方接点，远方操作回路连通。K1 和 K2 点之间的遥控远程合闸可以操作合闸。这时“就地”操作回路是断开状态，现场工作人员按下合闸按钮 QA 合闸回路不导通，断路器不会合闸。当旋转开关“NK”转到就地接点，保护器就地控制回路连通，按下合闸按钮 QA 回路导通，断路器即可合闸。这时远方操作回路是断开的，K1 和 K2 点之间的遥控远程

合闸不可以操作合闸。对原有的分闸回路不做电气二次回路上的改动，保证在紧急情况下立即断开电源，立即按下“TA”按钮，就能进行分闸操作，在远方或现场都能切断电源保障安全。

2.2 隔爆型高压开关

隔爆型高压开关内没有本安型先导控制电路，“远程”和“就地”难以切换。未改造时，隔爆型高开保护器原理如图 2 所示。

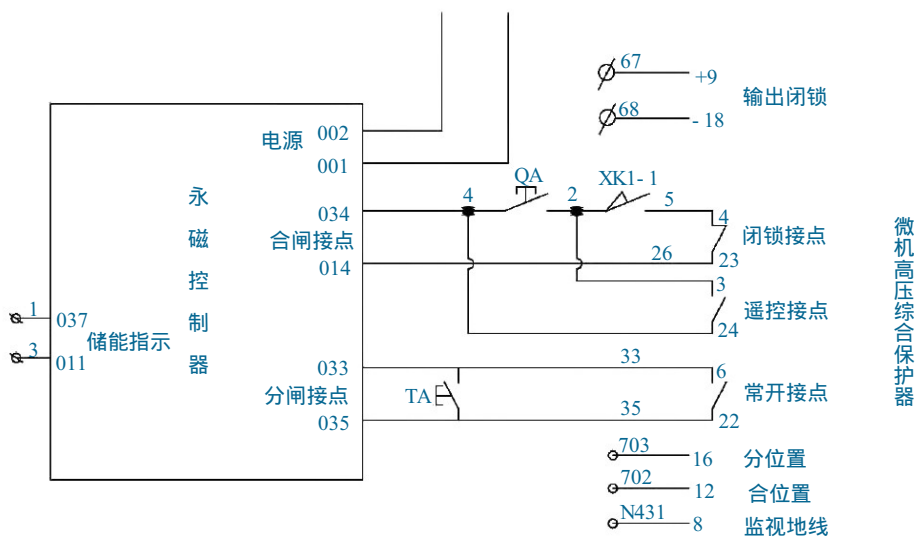


图 2 未改造时隔爆型高压开关保护器原理示意

Fig. 2 Principle of high - voltage switch protector for explosion proof before transformation

由于远方合闸与现场合闸按钮是并联回路的，远方合闸与现场合闸均可操作断路器合闸，不能够进行闭锁。优化后的隔爆型高开保护器原理如图 3

所示。

经过优化改接，在接点处增加了旋转开关“NK”，利用旋转开关“NK”的两个位置接点分

别定义成远方操作和就地操作。当旋转开关“NK”打到远方接点，远方操作回路连通。遥控远程合闸可以操作合闸。这时“就地”操作回路断开，现场工作人员按下合闸按钮，QA合闸回路不导通，断路器不会合闸。当旋转开关

“NK”转到就地接点，保护器就地控制回路连通，按下合闸按钮QA回路导通，断路器即可合闸。这时远方操作回路断开，遥控远程合闸不可以操作合闸，实现了和隔爆本安型高开一样的闭锁功能。

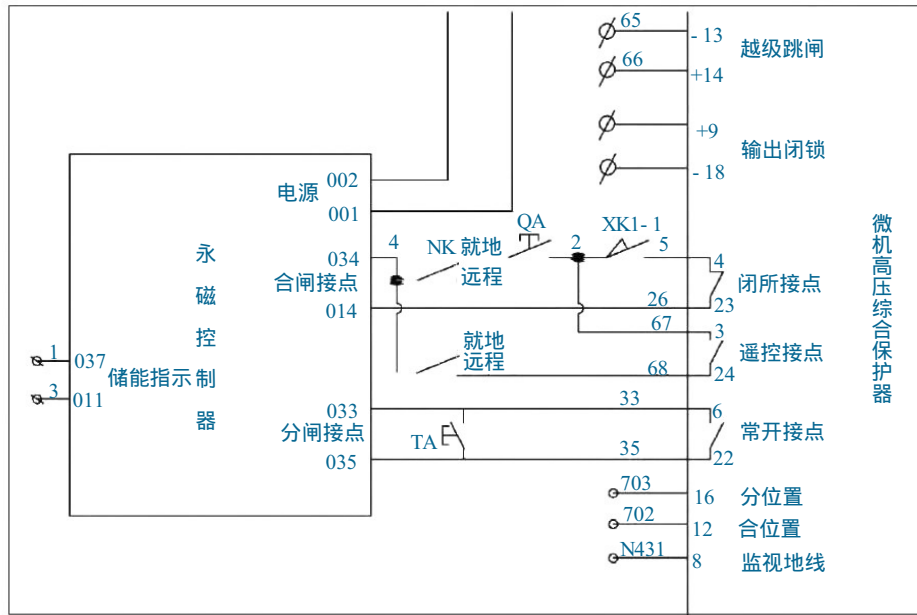


图3 优化后隔爆型高压开关保护器原理示意

Fig. 3 Principle of high - voltage switch protector for explosion - proof after optimization

3 井下高压开关的分闸自锁优化

高压开关合闸操作闭锁功能后，在旋转到远方控制模式下，按下断路器分闸按钮后开关分开，在进行下一步拉开隔离刀闸操作时，调度中心依旧能够远程操作合闸，如果此时远方工作人员误操作合

上断路器，会导致现场工作人员带负荷拉隔离开关的事故，造成人员伤亡和开关柜损坏的严重后果。根据现场实践经验，将点动式分闸按钮更换为能够按下锁住触点的按钮，即具有分闸自锁功能，避免上述现象的发生，井下高开分闸自锁的电气原理如图4所示。

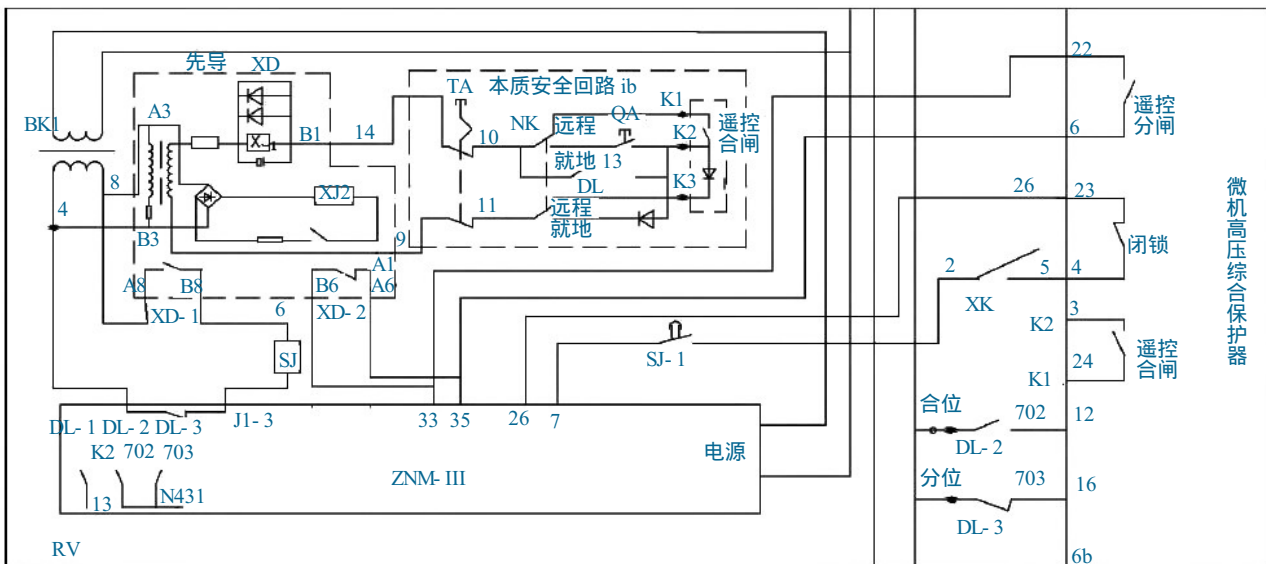


图4 井下高压开关分闸自锁的电气原理示意

Fig. 4 Electrical principle of self - lock of subsurface high voltage switch

(下转第91页)

3.2.2 后退工况下驱动轮受力分析

从图3可知，驱动轮最大应力位置为受载轮齿3的根部，最大应力为46.2 MPa。最大变形如图3(b)所示，最大变形为0.017 mm，位于驱动轮轮齿3的顶端部位。

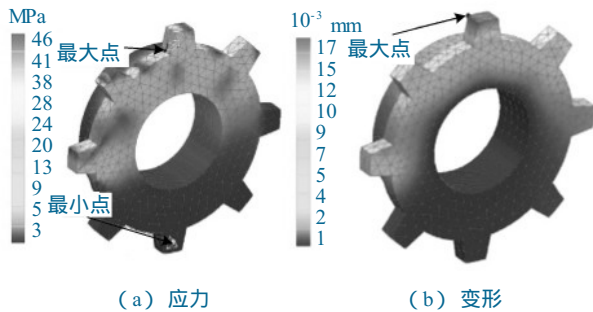


图3 后退时驱动轮有限元应力分析

Fig. 3 Finite element analysis of drive wheel in retreating

当驱动轮后退时所受的最大应力与变形均稍小于前进状态，最大应力与变形的承载位置处于不同的轮齿。

3.3 对比分析

将有限元模型与结果与采用传统方法计算驱动轮的最大应力值进行对比。二者计算结果误差较小，不同工况下的误差为5.4%~7.5%，验证了有限元方法的准确性。

4 结 语

针对连采机驱动轮容易失效问题，文章分别采用传统齿轮强度计算公式与有限元法对连采机

的驱动轮分别处于前进和后退两种工况下的受力情况进行分析，分析结果表明，驱动轮轮齿1齿根弯曲应力偏大，最大变形位于轮齿1的顶部，应力极限远小于驱动轮材料极限，验证了驱动在两种工况下是安全可靠的。与传统方法相比，有限元计算齿轮弯曲应力偏差为5.4%~7.5%，验证了有限元分析方法的准确性。

参考文献：

- [1] 李庆茹, 申 磊, 李玉标. 新型采煤机行走轮的研究与探讨[J]. 煤矿机械, 2011, 32(12): 158-159.
- [2] 陈 伟, 杜长龙, 夏丽建, 等. 基于ANSYS Workbench采煤机行走轮与销轨啮合瞬态动力分析[J]. 矿山机械, 2011, 39(2): 20-23.
- [3] 冯建军. 浅析采煤机行走轮轮齿断裂现象[J]. 煤矿机电, 2008(1): 115.
- [4] 郎国军, 苑雪涛, 虞文敏, 等. 采煤机行走轮断齿现象分析[J]. 煤矿机电, 2010(3): 34-35.
- [5] 王振乾. 采煤机行走轮与输送机销排啮合冲击原因分析[J]. 煤矿机械, 2007, 28(3): 50-51.
- [6] 宋相坤, 翟雨生, 王卓敏. 采煤机行走轮齿廓设计方法研究[J]. 煤矿机电, 2009(4): 14-16.
- [7] 张彦禄, 李志强, 周茂普, 等. EML340型连续采煤机及配套设备在煤矿中的应用[J]. 煤炭科学技术, 2010, 38(12): 89-92.
- [8] 成大先. 机械设计手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [9] 郭光辉, 吴斌斌, 李玉波. ML360连续采煤机行走部的设计[J]. 煤矿机械, 2016, 37(8): 102-104.
- [10] 张 强, 付欣欣, 王艳杰. ML340连续采煤机[J]. 煤矿机械, 2010, 31(11): 136-138.

(上接第88页)

由图4可知，将分闸按钮更换为能够按下锁住触点的按钮后，在“远方”模式下，如果选择现场操作分闸，按下分闸按钮后，按钮会锁住分闸回路触点，分闸回路导通，合闸回路失效，从二次回路上强制性的形成了闭锁，当工作人员操作完毕隔离开关后，确认无误后再按下按钮，分闸按钮弹出到初始位置，这时合闸回路解锁，能够进行远方和现场操作合闸，实现分闸自锁功能。

4 结 语

通过对西铭矿事故情况进行分析，找到井下高压开关在操作上存在的缺陷，考虑设备配套安全性

能，提出了对井下高开远方操作和现场操作两种不同方式下的合闸闭锁功能和分闸自锁功能，解决了当前矿井存在的高压电气设备操作安全隐患，提高了供电系统的安全性。

参考文献：

- [1] 张 红. 高压电技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.
- [2] 孔祥冲, 卢连凤, 迟永志, 等. 高压开关柜的智能管理[J]. 现代制造技术与装备, 2017(7): 96-97.
- [3] 王光生. 固定式高压开关柜“五防”功能改造及实现[J]. 电工电气, 2017(7): 74-76.
- [4] 石盛洋, 李世朝. 变压器低压侧接地刀闸防误操作闭锁回路设计[J]. 华电技术. 2016(3): 60-61.