

矿井越级跳闸事故成因及解决对策

史飞龙（潞安化工集团余吾煤业公司，山西 长治 046100）

摘要：在煤矿安全生产当中，供电系统是其中的基础环节，随着采煤工作面的不断深入，煤矿供电形式在不断发生变化，从地面变电所延伸到井下变电所，给供电安全提出了更高的要求。而煤矿高压供电的越级跳闸事故则由于其较强的破坏力而引发了各界的广泛重视，其不仅让正常供电受到影响，导致煤矿生产无法继续进行，同时影响着瓦斯和排水工作，威胁工作人员的安全。本文首先对于煤矿越级跳闸事故的成因进行分析，并基于此探讨解决对策。

关键词：煤矿供电；越级跳闸；解决对策

煤矿井下供电系统结构较为复杂，且供电环境也较为恶劣，所以容易出现各种供电安全事故，例如线路倒杆、设备故障、调试不到位等等。一旦出现供电安全事故，不仅导致各种用电装置无法使用，如开采设备、照明系统等等，同时也会引发煤层气爆炸，形成严重的安全隐患。这就需要采取有效的技术措施来避免井下供电系统越级跳闸，及时分析跳闸原因，确保在出现越级跳闸事故之后能够及时处理。

1 煤矿供电越级跳闸的危害

总结起来，煤矿供电系统越级跳闸问题造成的灾害体现在三个方面：首先，会导致煤矿整体运营区域耗电量出现异常，从而形成安全隐患甚至是安全事故，引发人员伤亡；其次，这种故障会扩散，对于矿区的变电站产生影响，让该区域内的供电设备无法正常运行，在严重时甚至会出现大规模停电事故，一旦风机停转，就会导致煤层气无法顺利排出，瓦斯聚集，造成爆炸，对矿区作业安全造成严重威胁；最后，如果供电系统当中的中央变频器出现故障，就会导致井下大范围停电，造成生产停滞，降低区域内作业安全性。

2 当前我国煤矿井下供电系统存在的问题

2.1 主变压器容量缺陷

当前很多煤矿的供电系统都经历了改建和扩建，所以已经无法适应于矿井在用电量方面的需要，所以变电站各个主分变压器都处于饱和运行状态，变压器局部过热问题非常严重，导致出现绝缘性能的下滑，让变压器的使用年限受到了影响，并且形成了安全隐患，一旦发生短路事故就会造成严重的经济损失和人员伤亡。如图1所示，为煤矿供电系统示意图。

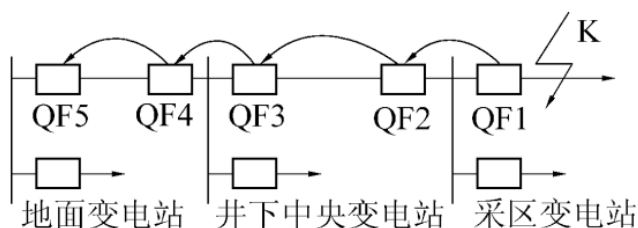


图1 煤矿供电系统示意图

2.2 供电质量下滑

随着技术的不断发展和进步，应用于煤矿开采中的

机电设备也在不断迭代，将这些设备应用到煤矿的生产当中，可以有效地提高开采效率。然而大功率设备运行过程中所形成的谐波会经由供电线路传播到整个供电系统，从而影响电能质量，对相关设备的正常运行造成一定的影响。除此之外，低质量电能还会给继电保护系统的供电质量造成影响，形成安全隐患。

2.3 设备违规使用

随着我国对于煤矿安全生产问题重视程度的不断提高，对于煤矿生产工作中的各个环节都给予了更高的重视，例如不得在煤炭生产的过程中应用空气开关，其原因在于这类开关所产生的能量电弧会引发气体爆炸，影响煤炭生产。但是相关数据证实，很多矿井仍然在使用空气开关，严重威胁着煤矿井下供电安全。

2.4 监测系统自动化水平低下

由于资金和技术的限制，很多煤矿并没有按照相关要求装设自动化监测系统，长此以往，井下设备的实际运行情况无法被传输和监控，所以工作人员无法判断供电系统的运行情况，无法及时处理事故，很容易造成损失扩大。

3 煤矿供电越级跳闸问题的成因

3.1 开关控制因素

开关控制因素对于煤矿井下供电系统可靠性造成了严重影响，更容易导致出现越级跳闸，从而让地下供电系统更加容易受到运行环境的影响。供电系统当中很容易出现三相不平衡、电压不平衡的问题，尤其是出现瞬间失压的情况就会直接破坏供电保护系统，引发控制开关的故障，进而引起分线路故障、短路等问题，一旦发生这种问题，供电保护系统或装置的电源开关就无法正常运转，进而出现越级跳闸。

3.2 继电保护因素

井下供电系统的结构和地面供电系统结构并不相同，由于其供电线路较短，所以一旦发生供电线路故障，其首末端电流差异并不大，所以井下供电线路对于其继电保护设备提出了更高的要求，尤其是在精密度方面。但是在供电线路故障当中，继电保护系统经常无法通过电路首末端电流的大小来确定故障，所以需要应用逐段延时的手段来达到过流保护效果，然而这种形式很容易

引发越级跳闸事故。除此之外,地面供电线路当中所应用的差动保护形式对于短距离供电线路保护并不适用,同时地下线路保护需要重视总系统电压。一旦系统发生短路故障,其分支开关就会动作,然而纵差保护也会由于同样的原因导致其他未发生短路的仙姑出现停电,导致越级跳闸问题。如图2所示,为短线路电流速断保护范围。

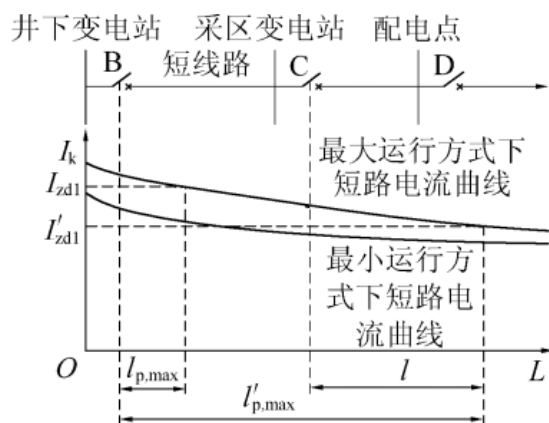


图2 短线路的电流速断保护范围

3.3 漏电保护因素

我国所出台的行业标准和规范当中,明确指出,高压电网和配电网需要严格控制单相接地电容和电流,从而避免出现由于接地不到位而引发的故障,例如对于接地电流的控制就要求不高于20A。然而在煤矿井下供电当中,由于煤矿井下较为复杂,所以其选择的保护依据是功率,因而供电系统在供电过程当中所形成的谐波就会影响供电系统的运行,一旦出现电气故障,就会导致漏电保护失效,出现漏电现象,最终形成越级跳闸。

3.4 瞬间失压因素

在煤矿井下供电系统中,为了提高供电系统的安全性,往往会在高压开关上设置失压脱扣器,在该设备的作用下,一旦电压达到了额定电压的85%,就会出现吸合,且电压处于额定电压65%以上时,吸合状态就会得到保持,在电压下降到额定电压的35%以下时,才会完全解除吸合,断开连接。所以在这个过程中,负荷电压如果处于额定电压35%~65%的区间内的状态下,失压脱扣器的运行状态并不可靠,无法及时调整动作控制回路,所以在这种情况下,一旦线路短路,那么过电流保护系统就无法发挥正常作用,出现越级跳闸事故。

4 煤矿井下供电越级跳闸的解决对策

4.1 设置高低压开关失压保护延时

为高低压开关失压保护设备设定相应的延时时间,并配备不间断的后备电源,同时将机械性失压脱扣设备更换为微机综合保护设备。通过对失压延时保护时间的合理设置,可以确保施压延时保护动作于短路保护机制之后,就可以有效地避免失压保护先动作,同时将这两种保护进行结合,就可以在失压保护装置开关动作之后,

及时分析和判断系统供电情况。

4.2 整定井下各级保护开关

为了更好地预防煤矿越级跳闸事故,就要做好地面高压开关柜和井下高压隔爆真空开关参数的匹配,并优化和调整井下和地面供电配合方案。如果客观条件允许,可以适当调整地面速断保护阈值,并分段保护入井回路电缆,同时基于设备正常运行的基础,适当缩小井下速断保护阈值,清楚井下供电和监控盲区,从而更好地掌控井下供电情况,就可以较好地避免越级跳闸事故。

4.3 实现配电自动化

井下配电自动化对于井下供电安全的作用是至关重要的,其可以确保井下供电系统安全运行,而煤矿变电所当中所配备的配电自动化系统可以经由计算机来及时识别线路的故障,切断故障线路。很多自动化装置还能够监视控制对象,一旦其处于不正常工作状态,可以及时发出告警信息,并锁定故障点。所以一旦发生越级跳闸,计算机可以及时判断是由哪个开关发出跳闸指令,从而进一步定位故障位置。

4.4 提高供电管理力度

加强供电管理,并优化和调整供电系统,及时查找井下存在的不合理供电情况,如有条件可以将通风供电和动力供电进行区分,确保供电线路的合理性。同时还要做好日常巡检工作,及时修理和维护相关设备,确保设备的正常运行,避免出现越级跳闸事故,让供电系统可以为煤矿井下开采工作提供便利。

5 总结

在前文分析中不难发现,煤矿供电系统的越级跳闸问题不仅仅会给煤矿正常生产造成严重影响,同时也会引发事故,造成经济损失,严重时则会导致人员伤亡。从原因来看,诱发越级跳闸事故的因素有开关控制电源、继电和漏电保护、瞬间失压等原因,这就需要我们具体问题具体分析,提出有针对性的对策,这样才能做到有效预防,确保煤矿生产的安全进行。

参考文献:

- [1] 古伟. 司马煤业井下防越级跳闸防护系统的应用研究[J]. 山东煤炭科技, 2021, 39(05): 138-139+142.
- [2] 安胜泽. 煤矿井下供电系统越级跳闸的原因及对策研究[J]. 能源与节能, 2021(05): 146-147+169.
- [3] 曹晋鹏. 煤矿供电系统越级跳闸分析[J]. 能源与节能, 2021(03): 156-157.
- [4] 何山. 煤矿井下越级跳闸事故原因分析及解决措施[J]. 中国科技博览, 2014(11): 110-110.
- [5] 罗少平. 浅谈煤矿井下供电系统越级跳闸事故原因及解决方案[J]. 科技信息, 2013(18): 422-423.
- [6] 马志国. 煤矿井下供电系统越级跳闸的现状分析及解决方案[J]. 中国科技博览, 2012(18): 12-12.

作者简介:

史飞龙(1996-), 男, 山西长治人, 2020年于中国矿业大学(徐州)毕业, 本科, 研究方向: 电力系统。