

Cause and countermeasures of over-level tripping in mine power supply system

Tengfei Dou

Shaanxi Zhongneng Coalfield Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract

Driven by continuous technological advancements, high-voltage power supply systems have become essential for underground coal mining operations. While these systems significantly enhance overall power delivery capacity and performance as voltage levels increase, they also introduce increasingly complex circuit challenges. The safety and operational efficiency of coal mining directly depend on the reliability of high-voltage power systems. With the advancement of mechanized mining techniques and expanding coal mining areas, heightened safety management requirements have emerged for high-voltage power systems in coal mines. This paper analyzes and discusses the operation and safety management of high-voltage power systems in coal mining, aiming to provide safeguards for improving the stability and safety of such systems.

Keywords

coal mining; high voltage power supply system; safety management

浅谈煤矿高压供电系统及安全管理

豆腾飞

陕西中能煤田有限公司, 中国·陕西 榆林 719000

摘要

在科技不断进步的推动下, 高压供电系统在煤矿井下作业中的应用很好地满足采矿工作需求。而随着煤矿供电系统的电压不断提升, 供电系统的整体供电能力以及供电性能都得到显著提升, 但同时也带来了越发复杂的电路问题。煤矿开采作业的安全性、高效性会受到高压供电系统优劣的直接影响。尤其是在机械化采煤水平不断提高、采煤作业面不断扩大等的背景下, 对煤矿高压供电系统的安全管理提出了更高要求。基于此, 文章对煤矿高压供电系统的运行及安全管理进行了分析、探讨, 希望能够为提高煤矿高压供电的稳定、安全程度提供保障。

关键词

煤矿开采; 高压供电系统; 安全管理

1 引言

煤矿开采过程往往涉及井下作业的复杂条件, 对井下作业面的供电也提出了较高要求, 尤其是高压供电系统的运行需充分做好相应的安全措施, 以此确保满足采煤作业电力供应需求的同时, 避免出现严重的安全事故。对此, 煤矿企业必须严格遵循“以人为本”“安全第一”的生产原则, 加强对高压供电系统的应用完善, 采取有效措施促使提高高压供电的安全管理水平, 为煤矿开采的高压供电提供全面的安全保障。

2 煤矿高压供电系统现状

在煤矿生产过程中, 电力是不可或缺的能源保障, 尤其是对于井下采煤作业而言, 高压供电更是直接关乎生产的效率与安全。因此, 加强对煤矿高压供电系统的应用优化对于提高采煤经济效益与采煤工作安全有着十分重要的现实意义。当前, 随着矿山用电需求的不断提升, 井下供电系统的电压以及供电系统规模也在不断扩大, 电源线需要从地面的高压(110kV)变电站到地下作业平台的中央变电站, 经过矿区变电站之后再回到煤矿地面。整个过程对高压供电系统的运行提出了较高要求。比如, 煤矿的开采产量会受到高压电源的较大影响, 若是高压电源供应不足不但会引发供电系统故障, 而且会对矿井运作带来破坏性影响, 因此必须确保高压电源输出的不间断性与可靠性, 即便是电源系统突发故障下, 也需要确保最为基础的不间断电源, 以确保井下作业的人员、设备安全^[1]。同时, 高压供电与井下作业瓦斯、粉尘等因素的混合, 大大提高了中毒、爆炸等安全风险系数,

【作者简介】豆腾飞(1993-), 男, 中国陕西西安人, 本科, 工程师, 从事煤矿机电、电气, 安装维护检修与管理研究。

需要严谨、慎重对待设备短路、漏电等故障问题。此外，高压供电系统的电能质量。如电源电压、交流频率等，需要充分满足单相异步电机等设备正常运行需求，确保采煤作业的顺利、高效进行。

3 煤矿高压供电系统的电压等级及系统运行现状

采煤作业中涉及的各种电气设备都有特定的标准电压要求，高压供电系统所提供的电压也必须满足设备运行的额定电压要求。发电机运行的输出电压集中于额定负载下，而这一额定负载通常需要较同等级设备运行负载要高出5%左右，以弥补电网输电过程中产生的电压损失。煤矿矿区的高压供电系统电源大于一般为110kV，而井下电源的电压则通常使用6kV的标准，在特定情况下可使用10kV的井下电源电压^[2]。

受到电缆外径与线径的限制，煤矿井下的低压功率输出半径通常在1200m以内，工作表面长度超过1500m。煤矿高压电源接入的安全性、可靠性会对这些低压功率的设备使用产生影响，尤其是线路的运行功耗超出特高压输电损耗的50%。因此，做好对煤矿高压供电系统的设计十分关键，确保系统组件的安全性能充分符合高压电源的接入与应用要求，以及避免系统组件故障而引发的整个高压供电系统停摆的问题。

就现阶段我国的煤矿高压供电系统运行而言，主要存在以下几个方面的问题：首先，在继电保护方面，采用的继电保护调节措施无法与最优级别的保护要求相匹配，高压供电系统的安全保护器的稳定性与可靠性遭到严重削弱，这也是井下供电系统频繁出现短路故障的重要原因。其次，在谐波输出控制方面，由于对开关器件的大量使用，对高压供电系统的运行形成了较大的谐波干扰，同时采矿作业涉及的诸多设备采用的是四象限变换电压的大功率变流设备类型，在实际运行过程中会产生较大的高频谐波，使得电气设备的运行效率严重受限，甚至引发各种各样的设备故障问题^[3]。最后，在系统谐振方面。由于高压供电系统的中性点采用的是直接接地的方式设置，以及采用消弧圈的方式进行接地电容电流的补偿，会产生较为明显的谐波影响。加上电压互感器、电缆电容器等复杂电气设备的使用又会形成振荡电路，使得电流安全保护器发生错误动作。除此之外，配电路长、运行负载过重，以及装置启动问题等也是煤炭高压供电系统运行需要重视解决的问题。

4 煤矿高压供电系统的安全管理措施

4.1 过流保护措施

任何设备的设计制造都有着标准的额定容量，若是流经设备的电流超出这一额定容量，则会产生过额电流，进而对设备产生破坏性影响，在井下瓦斯、粉尘积聚的环境下还会引发严重的爆炸、火灾等严重安全事故。而过流保护措施

的有效应用，使得在电流超出额定容量的情况下实现对设备供电的快速、有效切断，很好地规避安全事故的发生，有效保护设备安全。这一过程涉及对断路器应用，而煤矿高压供电系统中短路开关运行的稳定，需要重视加强对高压防爆系统运行效果的全面保障，尤其是在瓦斯、粉尘积聚的环境下，需要借助有效的高压防爆系统来避免高压输电线路短路而产生的电火花问题，避免出现严重的爆炸事故。高压开关在煤矿高压供电系统中的应用需要结合对开关类型设置的中断电流量，和相应变电所母线短路的最大电流量考虑，合理地进行配电变压器的分离设置，结合不同的设备电荷载与功能，配置独立的专用变压器，实现对短路等故障有效的电气隔离，确保设备与人员安全，同时也有利于抑制供电系统谐波，提高电压稳定性，也赋予了井下煤矿供电系统配置的较好灵活性与可拓展性。值得注意的是，变压器高压、低压侧型模腔盖都必须严格按照要求进行连锁开关的设置，实现线路的低压接点与高压供电系统的安全串接。若是实际应用出现串接位置的高压橡胶套线之间出现断裂，此时借助高压开关的重合闸，能够实现对煤矿井下整个供电系统的有效维护^[4]。

4.2 漏电保护措施

若是煤矿高压系统运行发生漏电故障，极易导致触电、引发瓦斯爆炸等严重安全问题，这就要求煤矿企业必须重视加强对漏电保护措施的研究。借助对漏电保护装置的合理设置，能在供电系统发生漏电现象的第一时间进行断开电源操作，避免危险事态的进一步扩大。借助高爆系统运行体系中的综合安全防护设备，也有利于供电系统的漏电保护。通过高爆系统运行实现对经过支路零序电压、零序电流的采样，借助零序输出功率理论，以支路零序电源与零序电流值为依据进行支路漏电情况的判断。在实际应用中，受到接地问题同步发生的影响，消弧线圈电流的作用下故障支路激波电流遭到抵消，此时以零序输出功率为依据的漏电防护机制则会失去效用，虽然通过对高压选择性漏电安全保护器的应用能够起到线路的漏电保护作用，但是在实际应用时仍会出现错判问题。原因有三：一是基于50Hz常规零序电压互感器的应用，支路漏电电流安全保护器的消弧圈会对事故信息产生弥补作用，即使存在未能弥补的事故信息，其信号也是较为微弱，达不到漏电保护的判断标准。二是选择性漏电安全保护系统的一些硬件并不具备同步采样的能力，因此需要采用AD+CPU结合的硬件结构，但是在缺乏光纤连接的情况下难以实现与电力系统的兼容。三是漏电选择原理较为简单，在漏电问题检测防腐木的方法应用较为单一，导致漏电判断依据不够全面。这就需要结合对电力监测中防越级跳闸系统的应用实现对电力系统运行过程的实时监控，一旦出现漏电等故障可以在最短时间内做好断电等保护动作，以免越级重合闸问题的发生。因此，高爆系统漏电防护作用的发挥需要妥善解决好高压选择性泄漏问题，合理选择高爆综合保护

器,避免出现误震,实现有效的漏电保护^[5]。

4.3 电力监控措施

电力监控系统在煤矿高压供电系统中的应用,主要是通过通过对煤矿地面与井下供电系统各个环节运行情况的实时监控,准确把握煤矿高压供电系统各个电力环节的电能数据,并进行数据的记录、统计、分析,客观反映整个煤矿电力系统构成,以便于相关人对供电系统运行工况的实时掌握,为远程的电能管理与安全防护控制提供依据,实现对煤矿高压电力系统远程操控范围的有效拓展,奠定变电站无人值守模式基础,同时为电气设备预防保养、电力设备故障调查、设备运行电负荷计算等提供依据,提高了井下电力设备维护保养的便利性。不仅如此,还可合理应用智能分析算法,结合历史故障数据与负荷曲线,完成趋势预测与潜在风险识别,实现预防性维护调度。远程监控界面通过分区可视化图表显示各回路负荷分布、设备健康状态及告警等级,支持运维人员快速定位问题,并制定修复优先级。对关键母线和主变压器引入冗余监测点,实现信号交叉验证,降低单点监测失效对系统判断的影响。此外,电力监控系统应与自动化保护设备联动,实现过流、过压、断路器跳闸等保护动作的实时执行,确保在异常事件发生时快速切断故障回路,防止事故扩大。整个运维过程能够实现高压供电系统运行情况的全面了解,奠定故障预警的重要基础,创造煤矿高压供电系统安全运行的有利条件^[6]。

4.4 内部管理措施

在内部管理措施方面,煤矿企业应建立系统化的供电运行安全管理框架,将岗位职责、操作规程、检查制度与应急处置程序纳入统一管理体系,并形成可量化、可追溯的执行标准。首先,煤矿企业需要重视加强供电系统运行安全管理体系的建设,完善安全培训与定期检查机制,为隐患排查、事故预警、应急管理提供执行依据。其次,具体的电力设备操作人员必须接受专业的系统培训,持证上岗,尤其是涉及高压供电作业的人员必须经过严格培训,并设置操作监督岗位进行专业监督。再者,需要重视加强设备管理,确保投入

使用的设备都必须符合国家、行业规范要求,并对设备性能进行定期的性能检测,做好详细的检修、验收记录,及时更好反应灵敏性不足等性能不达标的变压器等设备,确保供电系统的运行安全。除此之外,还需重视做好个人防护措施,严格按照操作规范要求穿戴绝缘手套、护目镜、防静电服、绝缘靴等,做好安全区域的警示设置,以免发生触电等安全事故。并加强日常的安全演练,通过模拟演练、应急演练及风险演习,将作业流程与安全技能操作固化于常规训练体系,确保井下作业人员掌握必备的安全技能,提高生产作业的安全性。

5 结语

综述可知,在煤矿生产过程中高压供电系统的建设运行至关重要,是确保采煤作业安全、高效进行的重要保障。而在实际的煤矿高压供电系统运行过程中由于复杂的系统设置以及井下运行环境等的影响,高压供电面临诸多安全隐患威胁,进而影响采煤作业的整体质效。对此,煤矿企业需要准确把握高压供电系统的运行要求与特殊性,准确处理好各种高压供电系统运行的安全问题,结合井下供电系统运行实际采取有效的安全管理措施,确保煤矿井高压供电系统的运行安效、安全,为采煤作业效益的提升提供电力保障。

参考文献

- [1] 管先宗.浅谈提高煤矿供电系统可靠性的措施与对策[J].能源与节能, 2014(3):2.
- [2] 韩义凤.浅谈煤矿供电系统存在的问题和解决办法[J].中小企业管理与科技, 2011(28):2.
- [3] 马伟伟.浅谈提高煤矿井下高压供电系统安全可靠性的途径[J].科学技术创新, 2014, 000(025):23-24.
- [4] 郭保强.煤矿电气设备与供电系统保护研究[J].内蒙古煤炭经济, 2023(2):148-150.
- [5] 陈仲波.煤矿机电设备与供电系统的保护方法探讨[J].内蒙古煤炭经济, 2024(10):45-47.
- [6] 张亚飞.煤矿井下供电系统安全隐患及处理措施研究探讨[J].电脑爱好者(电子刊), 2023(6).