

# 煤矿 35 kV 变电站运行问题及其应对策略

侯 萍

(陕西德源府谷能源有限公司三道沟煤矿, 陕西 榆林 719407)

**摘 要** 文章针对煤矿 35 kV 变电站运行中存在的真空断路器、电缆和电压互感器故障问题, 提出了全面的应对策略和优化措施。通过加强设备状态监测、优化设计和运维管理, 采用故障诊断与预警技术, 改进材料选型和施工工艺, 构建全生命周期管理体系等方法, 有效提高了关键设备的可靠性。同时, 优化工作流程, 完善管理制度, 为变电站安全稳定运行提供了制度保障。研究成果对于提升煤矿供电可靠性、降低事故风险具有重要意义, 期为煤矿变电站运行管理提供可资借鉴的思路和方法。

**关键词** 煤矿; 35 kV 变电站; 运行问题

中图分类号: TM63

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)10-0043-03

煤矿 35 kV 变电站是煤矿供电系统的核心枢纽, 其安全稳定运行直接关系到煤矿生产的连续性和可靠性。然而, 受恶劣工作环境和复杂负荷特性的影响, 煤矿变电站存在设备故障频发、事故风险高的问题, 严重威胁供电安全。真空断路器、电缆和电压互感器是变电站的关键设备, 其故障已成为制约煤矿供电可靠性提升的瓶颈。因此, 亟需开展煤矿 35 kV 变电站运行问题的深入研究, 揭示故障发生机理, 创新应对策略和优化措施, 切实提高变电站本质安全水平。文章立足于煤矿变电站工程实际, 针对真空断路器、电缆和电压互感器的典型故障问题, 提出全面的诊断、预防和治理措施, 并从全生命周期管理、工作流程优化和制度完善等角度, 探讨变电站运行管理的改进途径, 以期对煤矿供电安全提供有力支撑。

## 1 煤矿 35 kV 变电站运行问题

### 1.1 真空断路器故障问题

真空断路器是煤矿 35 kV 变电站的核心设备, 其可靠性直接影响整个供电系统的安全稳定运行。然而, 受煤矿恶劣工作环境的影响, 真空断路器易发生各类故障, 严重威胁变电站的正常运转。真空灭弧室密封性能下降是引发断路器故障的主要原因之一。腐蚀性气体和粉尘颗粒侵入灭弧室, 吸附在触头表面, 导致真空度降低, 削弱断路器的绝缘性能和开断能力, 增大触头烧蚀风险。此外, 断路器的操作机构也易出现机械故障。煤矿环境中的粉尘和潮气侵入机构内部, 造成传动部件磨损、变形或卡涩, 使断路器无法正常合闸或分闸, 甚至引发误动和拒动事故。电磁阀线圈绝缘老化是另一个影响真空断路器可靠性的因素。潮湿环境加速线圈绝缘材料劣化, 降低其电气性能, 导

致电磁阀动作异常, 进而影响断路器的正常操作。上述真空断路器故障问题不仅降低了煤矿变电站的供电可靠性, 还可能诱发严重的安全事故, 给煤矿生产带来重大经济损失和安全隐患。

### 1.2 电缆故障问题

电缆故障是困扰煤矿 35 kV 变电站运行的另一个突出问题。作为变电站重要的输电设备, 电缆的运行状态直接关系到供电系统的安全性和可靠性。但在煤矿复杂多变的工作环境下, 电缆故障时有发生, 严重影响变电站的正常运转。电缆绝缘老化是引发故障的主要原因之一。潮湿的煤矿环境加速了电缆绝缘材料的劣化过程, 导致其机械强度下降, 电气性能恶化, 极易发生相间或相地短路故障。电缆护层破损问题也不容忽视。恶劣的煤矿环境条件、电缆敷设不当以及外部机械力的作用, 都可能导致电缆护层开裂或破损, 使电缆芯线暴露在潮湿和腐蚀性介质中, 加速其绝缘性能劣化, 增大故障风险。电缆接头过热则是另一个引发故障的潜在因素。接头施工质量缺陷、接触电阻增大等原因, 都可能导致接头局部温度异常升高, 加速绝缘材料老化, 引发短路或开路故障, 甚至引起电缆起火、爆炸等严重事故。上述电缆故障问题已成为制约煤矿 35 kV 变电站安全稳定运行的重要障碍, 亟须引起足够重视并采取有效措施加以解决。

### 1.3 电压互感器故障问题

电压互感器是煤矿 35 kV 变电站二次系统的关键设备, 为继电保护和测控装置提供可靠的电压信号。但受煤矿恶劣环境影响, 电压互感器易发生各类故障, 严重影响变电站的安全稳定运行。其中, 绝缘子闪络放电是引发电压互感器故障的主要原因之一。粉尘、

水汽等污秽物吸附在绝缘子表面,在电压作用下形成导电通路,导致绝缘子表面闪络放电,破坏互感器绝缘,引发短路故障<sup>[1]</sup>。此外,电压互感器铁芯饱和也是一个不容忽视的问题。电网电压波动、谐波含量增大等因素,可能导致互感器铁芯进入饱和状态,使其励磁电流急剧增大,产生大量谐波,严重时甚至引起互感器过热烧毁。二次线路故障也是影响电压互感器可靠性的重要因素。煤矿环境中的腐蚀性气体和机械振动,可能导致二次线路接头松动或导线破损,引发信号中断或误动故障,给继电保护和测控装置的正常工作带来严重干扰。上述电压互感器故障问题已成为制约煤矿35 kV变电站安全运行的重大隐患,严重影响供电可靠性和煤矿生产的连续性,亟须采取针对性措施加以解决。

## 2 煤矿35 kV变电站运行应对策略

### 2.1 真空断路器故障应对策略

针对煤矿35 kV变电站真空断路器故障问题,需从设备状态监测、结构优化设计以及运维管理优化等方面入手,采取综合应对措施。首先,应加强真空断路器的在线监测,采用先进的传感器和数据采集技术,实时监测断路器的真空度、机械特性和电气参数等关键指标,及时发现潜在故障征兆,为状态检修和预防性维护提供依据。同时,应用机器学习算法和专家知识库,建立真空断路器故障诊断与预警模型,实现对设备健康状态的全面评估和趋势预测,指导维修决策。其次,应优化真空断路器的结构设计,提高其适应煤矿恶劣环境的能力。采用耐腐蚀、耐磨损的材料,改进灭弧室密封结构,提高设备的防尘防潮性能。优化操作机构传动部件的布置,减小煤矿环境因素对其运动精度和可靠性的影响。此外,还应改进电磁阀线圈的绝缘材料和工艺,提高其抗湿热能力,延长使用寿命<sup>[2]</sup>。最后,应加强真空断路器的运维管理,建立健全的设备管理制度和操作规程,明确各项工作职责和要求。加强对运维人员的专业培训,提高其故障诊断和处置能力。定期开展预防性试验和检修,及时清理灭弧室内的污秽物,检查和更换易损部件,消除设备潜在缺陷。同时,做好真空断路器的备品备件管理,确保故障时能够及时更换损坏部件,减少停运时间。通过上述综合应对措施,可有效提高煤矿35 kV变电站真空断路器的可靠性,降低故障发生频率,保障变电站的安全稳定运行。

### 2.2 电缆故障应对策略

电缆故障是威胁煤矿35 kV变电站安全运行的重

大隐患,需要从状态监测、材料选型、敷设施工以及运维管理等多个环节入手,采取系统的应对措施。在线监测技术的应用是预防电缆故障的重要手段。采用分布式光纤测温、局部放电检测等先进的传感与诊断技术,实时监测电缆的温度场、绝缘状态等关键参数,及时发现绝缘老化、过热等潜在故障征兆,为状态检修和预防性维护提供依据。基于大数据分析和机器学习算法,建立电缆故障预警模型,评估电缆健康状态,预测其剩余寿命,指导检修和更换决策。合理选择电缆材料是提高其可靠性的关键因素。针对煤矿环境的特殊性,应优先选用耐潮湿、耐腐蚀的交联聚乙烯绝缘材料,提高电缆的防水防潮能力。同时,采用高强度、高韧性的护套材料,增强电缆的机械防护性能,降低外力损伤风险<sup>[3]</sup>。优化电缆敷设方式和施工工艺也是减少故障发生的重要环节。合理规划电缆路径,避开易发生机械损伤和化学腐蚀的区域。采用电缆沟或电缆架等保护性措施,防止电缆与潮湿和腐蚀性介质直接接触。加强电缆接头的施工质量管控,规范操作流程,确保接头的可靠性和一致性。加强电缆运维管理是降低故障风险的必然要求。建立电缆巡检和定期试验制度,及时发现和处置绝缘缺陷、护层破损等问题。加强电缆防护,定期清理电缆沟内的积水和杂物,避免化学腐蚀和机械损伤。同时,做好故障应急预案,明确故障处置流程和技术要求,确保在电缆故障发生时能够快速恢复供电。通过建立全生命周期的电缆状态监测和管理体系,最大限度地降低电缆故障发生概率,提高煤矿变电站供电可靠性。

### 2.3 电压互感器故障应对策略

电压互感器是煤矿35 kV变电站二次系统的核心设备,其故障会严重影响继电保护和安全自动装置的正常运行。为有效应对电压互感器故障问题,需要从绝缘防护、负荷管理以及故障诊断等方面入手,采取针对性的解决措施。从源头上防止互感器绝缘子闪络放电,是提高互感器可靠性的关键举措。合理选择绝缘子材料,采用憎水性能好、抗污秽能力强的硅橡胶或复合材料,减少污秽物在绝缘子表面的吸附和积累。优化绝缘子外形设计,增大爬电比距,提高绝缘子的防污闪能力。同时,加强绝缘子表面清洁,定期开展检查和清洗工作,及时清除污秽物,维持良好的绝缘性能。针对电压互感器铁芯饱和问题,需要加强对电网电压质量的监测和管理。采用谐波检测装置,实时监测电压互感器初级侧和二次侧的谐波含量,发现异常情况及时采取措施。优化变电站无功补偿装置的配置,减少电网电压波动和谐波含量,降低互感器铁芯

饱和风险。必要时可采用具有宽频响应特性的消谐电压互感器,抑制铁芯饱和现象的发生。加强对电压互感器二次回路的故障诊断与在线监测,是保障其安全可靠运行的重要手段。应用光纤测温、微机保护装置等先进技术,实时监测二次线路导线温度、电阻等关键参数,及时发现接头松动、虚接等缺陷隐患。构建二次回路故障录波触发机制,自动记录故障过程的电压电流波形,为故障分析和定位提供数据支撑。同时,加强对二次回路的定期检查和预防性试验,及时更换老化导线,消除接头故障隐患。通过加强电压互感器的状态监测、谐波治理和预防性维护,最大限度地降低故障发生风险,确保二次系统安全稳定运行。

### 3 煤矿 35 kV 变电站运行管理优化措施

#### 3.1 全周期掌握设备状态

全面掌握变电站设备的全周期运行状态,是保障煤矿供电可靠性的重要基础。建立覆盖设备全生命周期的状态监测与管理,采用先进的传感器技术和数据采集装置,实时监测变压器、断路器、电缆等关键设备的温度、电压、电流、局部放电等运行参数,形成完整的状态数据库。利用大数据分析和机器学习算法,对设备运行数据进行挖掘和建模,构建设备健康状态评估和故障预警模型,及时发现设备性能退化趋势和潜在故障征兆,为状态检修和预防性维护提供决策支持。此外,应用全生命周期管理理念,加强设备台账和档案管理,记录设备从选型、安装、调试、运行、维护到改造等全过程信息,实现设备管理的信息化、标准化和可追溯性<sup>[4]</sup>。通过构建设备全周期状态监测与管理,转换被动应对为主动预防,将设备故障消除在萌芽状态,全面提升煤矿变电站的供电可靠性。

#### 3.2 制定完善的工作流程

制定科学完善的变电站工作流程,是规范运行管理、提高工作效率的关键举措。全面梳理变电站运行、维护、检修等各个环节的工作内容和要求,形成规范化、标准化的工作流程,明确各岗位人员的职责权限和操作规程。优化变电站的巡视点检流程,合理设置巡检路线和频次,规范巡视内容和方法,确保对设备状态的全面监督。改进设备检修工作流程,加强检修计划管理,优化工作票制度,规范检修操作流程,提高检修质量和效率。强化变电站应急管理流程,完善突发事件应急预案,明确应急组织体系和响应机制,定期开展应急演练,提高应急处置能力。通过优化变电站工作流程,实现管理过程的闭环控制,构建责任明晰、流程顺畅、执行有力的工作机制,进一步提高煤矿变

电站运行管理的规范化水平。

#### 3.3 完善变电站运行管理制度

健全的运行管理制度是保障煤矿变电站安全稳定运行的根本保证。结合煤矿变电站的实际情况,系统构建涵盖安全管理、设备管理、操作规程、绩效考核等方面的管理制度体系,形成规范统一、责权明晰的制度框架。建立严格的安全管理制度,落实安全生产责任,加强安全教育培训,规范安全操作行为,强化安全风险管控和隐患排查治理,营造良好的安全文化氛围<sup>[5]</sup>。完善设备管理制度,明确设备购置、使用、维护、报废等环节的管理要求,建立设备缺陷管理和隐患治理机制,确保设备处于受控状态。优化变电站值班管理制度,合理配置运行值班人员,规范交接班程序,加强对值班期间的工作行为监督和考核。建立以业绩为导向的绩效考核制度,将设备可靠性、运行效率、安全指标等关键绩效指标纳入考核体系,调动员工的积极性和主动性。健全完善的变电站管理制度体系,是加强运行过程控制、规范人员行为、提高管理水平的必然要求,对于保障煤矿供电安全、提升设备运行效率具有重要意义。

### 4 结束语

煤矿 35 kV 变电站是保障煤炭生产的电力命脉,其安全稳定运行至关重要。文章立足于煤矿供电工程实际,针对变电站真空断路器、电缆和电压互感器的运行故障问题,从设备、技术和管理三个维度提出了系统的应对策略和优化措施。这些研究成果的实际应用,将有效提升煤矿变电站的本质安全水平,为煤矿行业的高质量发展提供坚实的电力保障。未来,还需进一步加强智能化、信息化技术在变电站运行管理中的融合应用,建立风险动态监控与预警体系,推动形成专业化、精细化、标准化的管理模式,不断开创煤矿供电安全管理的新局面。

#### 参考文献:

- [1] 闫晓霞. 煤矿 35kV 变电站运行问题及其应对策略[J]. 当代化工研究, 2020(17):165-166.
- [2] 荣江. 关于加强煤矿 35kV 变电站运行管理的探索[J]. 矿业装备, 2023(10):87-89.
- [3] 张慧辉. 浅谈煤矿 35kV 变电站运行管理问题[J]. 矿业装备, 2024(01):96-98.
- [4] 王丽琴. 煤矿 35kV 变电站运行管理研究[J]. 当代化工研究, 2020(17):171-172.
- [5] 武志刚. 关于对煤矿 35kV 变电站运行管理的思考[J]. 当代化工研究, 2020(17):169-170.