

煤矿机电设备的电气自动化改造及维护

徐龙跃

江苏省矿业工程集团有限公司矿建分公司 江苏 徐州 221000

摘要：煤炭作为我国重要能源，其生产效率与安全至关重要，而煤矿机电设备运行状况直接关联于此。本文剖析了煤矿机电设备现状，阐述了电气自动化改造设计需遵循的安全性、可靠性、经济性、兼容性原则。详细介绍了PLC技术、传感器技术、变频调速技术等关键技术要点。最后从日常维护管理、预防性维护、维护技术与人员管理三方面提出电气自动化维护策略，旨在为煤矿机电设备电气自动化改造与维护提供理论参考与实践指导，提升煤矿生产效率与安全性。

关键词：煤矿机电设备；电气自动化改造技术；维护策略

引言：当前部分煤矿机电设备技术落后、自动化程度低，在性能、可靠性、安全保障等方面存在诸多问题，难以满足现代化煤矿生产需求。电气自动化成为提升煤矿机电设备性能的关键途径。本文深入探讨煤矿机电设备电气自动化改造及维护相关内容，分析改造设计原则、技术要点，并提出有效维护策略，期望为煤矿行业机电设备升级改造提供有益借鉴，推动煤炭产业向高效、安全、智能化方向发展。

1 煤矿机电设备现状

在煤炭行业发展进程中，煤矿机电设备的运行状况直接影响着生产效率与安全。从技术层面来看，部分煤矿仍在使用技术陈旧的机电设备，其自动化程度较低，多依赖人工操作与监控。如一些小型煤矿的提升设备仍采用传统的继电器控制方式，这种控制方式操作繁琐，而且故障频发，难以实现精准控制，与现代化煤矿生产高效、精准的要求严重脱节。在性能方面，许多煤矿机电设备存在能耗高、效率低的问题。以通风设备为例，传统的通风机大多采用恒速运行模式，无法根据井下实际需风量进行调节，导致大量电能浪费。设备的磨损严重，使用寿命缩短，进一步增加了运营成本。可靠性不足也是煤矿机电设备的突出问题。由于井下环境恶劣，潮湿、粉尘大、腐蚀性强，使得机电设备的电气元件和机械部件容易受损，故障率居高不下。一些煤矿的排水设备在雨季常因故障无法及时排水，威胁到矿井的安全生产。安全保障方面也存在隐患。部分煤矿机电设备缺乏完善的安全保护装置，或安全装置老化失效，无法在设备出现异常时及时触发保护动作^[1]。设备的日常维护保养不到位，导致设备带病运行，增加了安全事故发生的风险。

2 煤矿机电设备电气自动化改造设计原则

煤矿机电设备电气自动化改造设计需遵循以下一系列核心原则，以确保改造工作的科学性、有效性和可持续性。

2.1 安全性原则

煤矿井下环境复杂，存在瓦斯爆炸、透水等安全隐患，改造后的电气设备必须具备完善的防爆、防漏电、过载保护等功能，避免因电气故障引发安全事故。在电气设备选型时，应优先选择符合煤矿安全标准的防爆型设备，确保设备在危险环境中稳定运行。

2.2 可靠性原则

改造后的设备需在恶劣工况下保持稳定运行，减少故障停机时间。这要求在设计过程中，采用成熟可靠的技术和高质量的电气元件，提高设备的抗干扰能力和环境适应能力。

2.3 经济性原则

要求在满足改造目标的前提下，合理控制成本，避免过度投资。通过对设备性能需求和成本的综合评估，选择性价比高的改造方案，同时考虑设备长期运行的能耗成本和维护成本，实现经济效益最大化。

2.4 兼容性原则

强调改造后的电气自动化系统应与原有设备、控制系统相互兼容，便于系统集成和升级，避免因设备不兼容导致的资源浪费和系统冲突^[2]。

3 煤矿机电设备电气自动化改造技术要点

3.1 PLC技术的应用要点

PLC（可编程逻辑控制器）凭借其可靠性高、编程灵活、抗干扰能力强等优势。在实际应用中，PLC技术的要点主要体现在系统选型、程序设计和功能实现三个方面。（1）系统选型方面，根据煤矿机电设备的控制规模、复杂程度以及运行环境进行精准匹配。对于小型的皮带

运输控制,可选择小型PLC模块,其具备基本的数字量输入输出功能,能满足简单的启停、联锁控制需求;而对于大型的提升机控制系统,由于涉及到速度调节、安全制动、故障诊断等复杂功能,则需选用中型或大型PLC系统,并配备模拟量输入输出模块,以实现和提升机运行状态的精确监测与控制。考虑到井下潮湿、粉尘多的环境特点,所选PLC应具备良好的防护性能,符合煤矿安全标准。(2)程序设计,在煤矿设备控制中,程序需实现逻辑控制、顺序控制和闭环控制等功能。以井下通风机控制为例,PLC程序要根据井下瓦斯浓度、温度等参数,自动调节通风机的启停和转速。编程时需采用模块化设计思想,将复杂的控制任务分解为多个子模块,如数据采集模块、逻辑判断模块、输出控制模块等,提高程序的可读性和可维护性。还需设置完善的故障诊断程序,当设备出现异常时,PLC能迅速定位故障点,并通过声光报警或远程通信的方式通知操作人员。(3)在功能实现上,PLC技术可与其他技术相结合,拓展设备的自动化功能。通过与触摸屏技术结合,实现人机交互界面的可视化操作,操作人员可实时监控设备运行参数,并进行参数设置和手动干预;与工业以太网技术结合,实现PLC之间的数据通信和远程监控,便于管理人员对整个煤矿机电设备系统进行集中管理和调度。

3.2 传感器技术的应用要点

传感器技术是实现煤矿机电设备自动化监测和控制的基础,其应用要点集中在类型选择、安装布置和数据处理三个方面。(1)类型选择,不同类型的传感器适用于不同的监测对象和工况。在煤矿机电设备改造中,常用的传感器包括压力传感器、温度传感器、速度传感器、位置传感器和瓦斯浓度传感器等。压力传感器可用于监测液压支架的工作压力、水泵的出水压力等,确保设备在安全压力范围内运行;温度传感器用于监测电机、变压器等设备的温度,防止因过热引发故障;速度传感器则用于皮带输送机、提升机的速度监测,实现速度闭环控制。在传感器选型时,需考虑其精度、量程、响应时间等性能指标,以及井下环境对传感器的影响,如选择具有防爆功能的瓦斯浓度传感器,以满足井下安全监测需求。(2)合理的安装布置,以皮带输送机为例,速度传感器应安装在输送机的主动滚筒或从动滚筒附近,确保能准确测量皮带的运行速度;温度传感器需安装在电机绕组、轴承等易发热部位,且要保证良好的接触,避免因安装不当导致测量误差。同时,为防止传感器受到机械损伤和电磁干扰,需对其进行防护和屏蔽处理,如加装防护外壳、使用屏蔽电缆等。(3)传感器采集的数据

需要进行有效的处理和分析,通过数据滤波技术去除噪声干扰,提高数据的准确性;运用数据融合技术,将多个传感器采集的数据进行综合分析,获取更全面的设备运行信息。将瓦斯浓度传感器、风速传感器和温度传感器的数据融合,可更准确地判断井下通风状况,为通风系统的自动调节提供决策支持。

3.3 变频调速技术的应用要点

变频调速技术在煤矿机电设备节能降耗和优化运行性能方面发挥着重要作用,其应用要点主要体现在调速控制策略、节能优化和系统匹配三个方面。(1)调速控制策略的选择,在煤矿中,常见的调速控制策略有V/F控制、矢量控制和直接转矩控制。V/F控制是一种简单的调速方式,适用于对调速精度要求不高的场合,如井下水泵的调速,通过调节变频器的输出频率和电压,实现水泵转速的改变,满足不同排水需求;矢量控制能实现对电机转矩的精确控制,常用于对调速性能要求较高的设备,如提升机,可使提升机在启动、加速、减速和停车过程中保持平稳运行,减少机械冲击;直接转矩控制则具有动态响应快的特点,适用于需要频繁启停和快速调速的设备,如皮带输送机。(2)节能优化,在煤矿机电设备中,许多设备如通风机、水泵、皮带输送机等,其运行工况会随生产需求发生变化。通过变频调速技术,可根据实际工况调节设备转速,降低能耗。在井下通风系统中,当瓦斯浓度较低时,可降低通风机转速,减少电能消耗;在排水系统中,根据水位高低自动调节水泵转速,避免水泵长时间满负荷运行。还可通过优化变频器的参数设置,如载波频率、启动时间、加减速时间等,进一步提高节能效果。(3)系统匹配,在改造过程中,需对变频器与电机、负载进行合理匹配。首先变频器的容量要与电机功率相匹配,若变频器容量过小,会导致电机无法正常运行,甚至损坏变频器;若容量过大,则会造成投资浪费。其次要考虑负载特性,对于恒转矩负载,如提升机,需选择具有高转矩输出能力的变频器;对于风机、水泵等平方转矩负载,可选择普通型变频器^[3]。此外还需对变频器与电机之间的电缆进行合理选型和布置,避免因电缆过长或选型不当导致的电压降和电磁干扰问题。

4 煤矿机电设备电气自动化维护策略

4.1 日常维护管理

日常维护管理是保障煤矿机电设备电气自动化系统稳定运行的基础,需采取以策略建立完善的制度和规范流程。(1)制定详细的设备巡检计划,明确巡检内容、周期和路线。对于电气控制柜、PLC系统、传感器等

关键设备,每日需进行外观检查,查看是否存在元件松动、线路破损、指示灯异常等情况;每周对设备的运行参数,如电压、电流、温度、压力等进行记录和分析,对比正常运行范围,及时发现参数异常。(2)建立标准化的故障处理流程,当设备出现故障时,维护人员优先通过设备自带的故障诊断系统获取报警信息,初步判断故障类型和位置。PLC系统报警后,可通过编程软件读取故障代码,结合故障手册确定故障原因。对于常见的电气故障,如短路、断路等,可利用万用表、示波器等工具进行检测;对于传感器故障,则需对传感器的安装位置、接线、输出信号进行逐一排查。同时,建立故障案例库,将每次故障的现象、原因、处理方法记录存档,以便后续遇到类似问题时能够快速解决。(3)注重设备的清洁与保养,煤矿井下粉尘大、湿度高,容易导致电气元件积尘、受潮,影响设备性能。定期使用专用工具对电气设备进行除尘处理,对于易受潮的部位,如控制柜内部,可安装防潮装置,并检查密封性能。对设备的机械传动部件,如皮带输送机的轴承、链条等,定期添加润滑剂,减少磨损,延长设备使用寿命。

4.2 预防性维护

预防性维护是通过先进的监测技术和数据分析,以下策略是提前发现设备潜在故障,避免突发停机事故的重要手段。(1)状态监测技术在预防性维护中的应用,采用振动监测、红外热成像、油液分析等方法对设备运行状态进行实时监测。利用振动传感器采集电机、风机等旋转设备的振动数据,通过频谱分析判断设备是否存在不平衡、轴承磨损等故障;借助红外热成像仪检测电气接头、变压器等设备的温度分布,及时发现因接触不良、过载等原因导致的发热异常。(2)数据分析,通过对设备运行参数、状态监测数据的长期积累和分析,建立设备的健康状态模型。利用机器学习算法对数据进行挖掘,预测设备故障发生的概率和时间。根据历史数据建立轴承磨损预测模型,当监测数据显示轴承磨损程度接近阈值时,提前安排更换,避免设备故障。结合煤矿生产计划和设备运行规律,制定合理的预防性维护计划,在设备非生产时段进行维护作业,减少对生产的影响。(3)关注设备的软件系统,定期对PLC程序、监控软件进

行备份,防止因程序丢失或损坏导致设备失控。对软件系统进行版本更新和漏洞修复,提高系统的稳定性和安全性。

4.3 维护技术与人员管理

维护技术与人员管理方面,应采取以下策略:(1)积极引入智能化维护技术,如远程诊断技术、无人机巡检技术等。远程诊断技术可通过网络连接,实现专家对现场设备故障的远程分析和指导,提高故障处理效率;无人机巡检技术则可对煤矿井下复杂环境中的设备进行快速巡检,获取设备图像和数据,减少人工巡检的安全风险和劳动强度。(2)加强维护人员的培训与管理,定期组织维护人员参加专业技术培训,内容涵盖电气自动化技术、设备原理、故障诊断方法等方面,提高维护人员的理论水平和实践技能。鼓励维护人员参加行业技能竞赛和技术交流活动,拓宽视野,学习先进的维护经验。(3)建立完善的绩效考核制度,将设备维护质量、故障处理时效、技能提升等指标纳入考核范围,激励维护人员积极工作。(4)注重维护团队的建设,通过合理的人员配置和分工,形成高效协作的工作模式,提升整体维护能力^[4]。

结束语

煤矿机电设备的电气自动化改造及维护是提升煤矿生产水平、保障安全生产的重要举措。通过遵循科学的设计原则,合理运用PLC技术、传感器技术、变频调速技术等改造技术要点,并实施有效的日常维护管理、预防性维护以及加强维护技术与人员管理,可显著提高煤矿机电设备的自动化程度、运行效率与可靠性,降低能耗与故障率,减少安全事故发生。

参考文献

- [1]王月清.煤矿机电设备的电气自动化改造及维护策略[J].矿业装备,2023(9):129-131.
- [2]王振华.煤矿机电设备的电气自动化改造及维护[J].当代化工研究,2021(20):134-135.
- [3]赵鹏飞.煤矿机电设备的电气自动化改造及维护[J].现代工程科技,2022,1(12):125-128.
- [4]王立阳.煤矿机电设备的电气自动化改造及维护[J].工程管理与技术探讨,2022,4(11):33-34.