

矿用局部通风机远程智能控制系统应用

石国栋*

(山西煤炭进出口集团左权宏远煤业有限公司,山西 左权 032600)

摘要:在煤矿安全管理体系中,井下通风系统扮演着重要角色,可以为煤矿安全生产提供基础保障。局部通风机作为核心矿井设备,其主要功能在于为掘进区域输送新鲜空气,排除有毒气体和粉尘,优化作业环境,在瓦斯聚集时发挥稀释和排放功能,保障井下作业的安全。为此,正确运用和有效管理局部通风机对煤矿安全至关重要。鉴于此,重点探讨矿用局部通风机远程智能控制系统应用问题。

关键词:矿用局部通风机;远程智能控制;应用策略

中图分类号:TD441 **文献标识码:**B **文章编号:**1004-5716(2025)06-0091-03

在煤矿矿井掘进过程中,确保通风质量达标且防止瓦斯浓度过高是硬性规定,故通风机的稳定运行至关重要。为了确保局部通风设备的稳定运行,目前有两种主要的监控方式:一是依赖于传统仪表的模拟显示监控,二是利用专业控制模块对局部通风机进行远程控制。中国多数矿井目前仍依赖模拟仪表,然而这将带来诸多问题,如电力和设备运维人员需频繁手动记录仪表显示的电力参数及瓦斯浓度,且要24h不间断地进行监控,效率低且易出错。在实时监控矿井的电气数据和瓦斯状况并实现远程控制,以及确保通风系统的顺畅运行方面,现有的技术还未达到削减人员,甚至实现全面无人化的高标准要求。针对部分场合需利用专用风机配合信息化远程控制为手段,远程控制通风机的工作状态,须构建一套专门且功能单一的通风机控制体系,并创设其相应的检测硬件和软件环境。然而,这样的系统实施成本通常较高。

为优化煤矿井下局部通风机监控体系,增强数据详实度与稳定性,本文专门研发了一款煤矿井下局部通风机远程控制系统。此系统不仅具备独立运行的能力,且兼容并蓄。系统能实时监控局部通风机运行状况,并自动收集设备运行参数,包括电流、电压、功率、频率、功率因数、设备腔内温度等数据,该系统具备风压、风速、环境温度、湿度以及瓦斯等关键数据采集。且可以实时分析风压、风量和风速数据,通过自动调整满足安全标准,确保工作区域的有害气体浓度始终处

于可控范围内。进而在维持生产效率的同时,达成节能和减排,兼顾环保与经济效益的目标。且系统增设了针对移动设备的监控功能,利用手机终端可无缝对接监控平台,无论何时何地都能执行所有监控任务。一旦系统出现故障,视频图像会自动联动并在手持设备中发出报警信息,进而提升应急响应能力。

本文研发的局部通风机智能控制系统,可以实时监控和精确管理风机运行状态,确保其稳定、安全运行,从而极大地提升煤矿井下通风效率和安全生产水平。这一系统成功整合了信息化平台,可实现预期的所有功能,能为煤矿生产环境的智能化保驾护航。

1 矿用局部通风机远程智能控制问题

1.1 局部风机故障停电的危害

局部通风机作为掘进工作面通风的关键设备,其设备停机会造成掘进工作面瓦斯超限等重大事故,甚至导致引起瓦斯、煤尘爆炸事故,造成重大人身伤亡,是煤矿掘进通风的核心设备。目前《煤矿安全规程》规定,局部风机实行双专供电,主机和备机实现自动切换,一回路停电后,备用风机能自动启动风机,保障掘进工作面的供风,大大提高了局部风机的可靠性。但是在双回路全部停电或者交接班过程时或在停掘的工作面中,局部风机意外停电后需要人工送电启动,时间长,送电层级多,不能满足十分钟内启动的要求,会导致瓦斯的积存和事故的发生,研究一套远程控制系统,通过远程控制启动风机,监控通风参数意义重大。

* 收稿日期:2024-08-29

作者简介:石国栋(1987-),男(汉族),山西太原人,工程师,现从事煤矿机电安全管理工作。

1.2 局部通风机运行故障

局部通风机设备故障引起意外停机。设备长时间运行和煤尘的侵蚀容易导致电机、传动装置等零部件故障或损坏。比如风机轴承、风叶、消音器等,容易产生异响,导致设备发热,堵转造成设备停机。

电机故障也是主要原因之一,长时间运行和使用在比较潮湿的环境中,导致电机绝缘下降,发热,甚至发生电流变大、温度升高等故障,严重时导致电机烧毁。此外,电机振动也是主因之一,主要是机械与电磁不协调运行这一风机电机问题引起的。在电机的非稳定工作条件下,销孔和密封圈的问题会引发磨损,进而导致风机核心运行位置严重偏离设计参数。在离心力驱动下,电机会出现明显的振动现象。需要强调一点是:电机运行过程中,电磁转换产生的力矩经由中介传递,会对机座产生影响,进而触发风机的振动现象^[1]。因此检测电机温度、振动、电流、电压、运行功率非常重要。

1.3 局部风机供电故障

目前,局部通风机供电采用“三专两闭锁”,即:专用变压器、专用开关、专用线路,并有风电闭锁和瓦电闭锁,以上设备损坏和闭锁误动均会导致局部风机停机,因此局部风机双机热备非常重要,实现局部风机远程控制 and 供电系统远程监控配合,远程供电设备异常停机后,实现一键送电、智能化风机启动、监控瓦斯、风速等至关重要。

1.4 叶轮振动故障

由于KJ1303进风顺槽的工作环境极其严峻,弥漫着高浓度的煤尘,运行的风机在吸入空气时会不可避免地吸引并积累大量的煤尘,导致这些粉尘黏附在叶轮表面。风机叶片孔洞附近积累了大量煤尘,这引发了叶轮异常振动及明显的噪声问题。

2 系统基本架构设计

KJ1303煤矿井下局部通风机监控系统的使用情况,主要采用分层分布式设计法,可实时监控风机状态、运行参数及环境指标。具备全面的功能,如自动管理通风、一键应急启动、供电切换、单双机智能切换等,可以全方位保障通风系统的高效与安全运行。此系统功能丰富,操作直观简便,支持以图形、动态图像、数据曲线、趋势分析和生成报表的方式呈现风机运行详情。它具备打印和网络发布功能,并且允许用户通过手机应用进行实时移动监控。

该系统整合的设备具备高效的数据收集功能,专

门针对风机的局域数据,且可以远程监控地面。亮点在于融入了符合矿用防爆及本质安全规范的真空馈电开关,以及具备双电源管理功能和直流稳压供电特性的真空电磁启动器。

3 通风系统智能化改造

利用综合技术手段,设计一套局部风机远程智能控制系统,确保局部风机能够实现“四遥”、自动排瓦斯、双风机自动切换功能,还要将风机运行数据以图形画面、曲线、趋势图、报表等多种形式变现出来。其中包含了传感器、变送器、控制器、传输接口、监控计算机与软件等部件。可以实现对负压、轴温、电流等参数的在线连续监控,以及风机的运转状态及其开关情况。该系统集成了动态叶片调节、一键无缝切换备机、云端服务等特色功能。

(1)具备“四遥”功能,即:遥调功能可就地或远程在线对风机开关的保护定值进行整定、查询、修改、储存操作。遥测功能可检测三相电压、电流、功率、频率、功率因数、设备腔内温度等遥测数据。遥信功能实现在线监测开关变位、风电闭锁瓦电闭锁状态,控制输出状态、保护系统动作信号、各故障报警状态信号量。遥控功能能够远程控制风机开关断路器和接触器的分合闸操作,具备本地控制和远程遥控双重功能。

(2)具备数据采集功能和移动信息浏览,具备瓦斯、温度、风速、振动、CO等信号的采集功能。利用WEB和移动信息浏览,系统内实现互联网移动通讯网的调度信息实时数据共享。办公系统计算机,或移动的便携终端,能主动查询功能,通过互联网浏览器和手机浏览器可以随时查阅各项内容。具备井下风机开关和设备所有状态、参数、视频传送至井上计算机,能够在计算机上显示操作监控界面。

(3)智能通风系统由变频器、分风器、瓦斯传感器、监控分站等构成局部通风机控制系统。通过构建以PLC(可编程逻辑控制器)和变频器为核心的技术系统,实现了对通风机转速的精确动态调整。这一创新设计不仅确保了“即时预测管理”、“人机交互控制”的高效协同,还实现了“根据需求提供适宜的通风量”和“灾害预防与减轻”的双重目标。实现掘进作业区域的风量自动估算,引入局部通风设备的工作状况及外界条件的实时监控,强化局部通风的安全防护机制,采用变频技术实现智能化调控。完成了局部供风软管的漏气率自动化评估、风电与瓦斯电远程操作的自动锁定与环境条件锁定、主备用通风设备的远程单键转换、根据需

求动态调整的智能变频送风,以及瓦斯排放过程中的智能变频管理等功能。

(4)系统可以根据采集到的瓦斯、温度、风速、CO等信号来设定控制模式以及风量参数。系统具有“自动通风模式”、“自动排瓦斯模式”、“手动模式”3种运行模式。

①自动通风。当巷道内T1、T2、T3处瓦斯浓度都不超过设定值时,系统调速装置默认在自动通风状态,此时则以巷道内温度、CO含量、粉尘含量等综合数据来控制风机调速,当巷道温度和CO或粉尘含量任何一个测点超过设定值时,调速装置将自动提高转速,增大供风量,直到超标信号恢复至设定安全数值以下后,则风机转速也由大变小,恢复至默认风速。在此过程中瓦斯浓度需一直在安全值下,任何时候超标则立马切换至自动排瓦斯模式。

②自动排瓦斯。当巷道内T1、T2、T3任一实际瓦斯浓度大于或等于设定值时,系统应当立即自动转入自动排瓦斯模式,根据T3瓦斯浓度自动调节风机转速,T3浓度由小变大,则风机转速也由大变小;反之,T3浓度由大变小,则风机转速也由小变大,调节风机稳定输出风量,避免出现瓦斯超限。

③手动调节模式。在手动调节频率模式下,输出频率不受瓦斯浓度传感器T1、T2、T3浓度的控制,可根据用户自身需求进行局扇风量调节。

4 智能化建设成效

(1)利用智能通风技术,可实现对通风系统运行状况的实时监控与动态优化,从而提升矿井通风系统的稳定性、安全性和可靠性,全面强化矿井的安全防护。

(2)可提升智能通风系统的稳定性和精确度,同步增强计算能力,可以在减少人力资源需求的同时,实现工作效率的显著提升。

(3)利用智能通风系统的精密计算、分析和优化功能,将主通风设备调整至最优运行状态,通过优化变频局部风机,成功实现节能和降耗目标。

(4)利用智能通风系统的阻力测量数据,构建以数字通风空间为依托的模型,实现风网动态模拟计算、数据自动校准及实时风险管控,体现智能通风领域的重大突破与创新。

(5)开发出一款可视化工具,能整合多源数据并即

时显示,支持实时共享与全面动态分析。这项创新可强有力地提升通风防灾专家的分析 and 决策能力,为其工作提供强大支持^[5]。

(6)在灾害发生时,系统会实时呈现避难路线,精准监控火情并进行分析管理,可有效支持应急救援决策,从而增强灾变应对的反应能力和处理效率。

(7)已将局部通风机从人工值守升级为自动操控,掘进面风机无需人工监控,仅需定期巡查及远程管理即可。此举节省了矿井人力资源,显著提升了工作效率。在传统人工值守模式中,5个掘进面每日需配备27个风机看护工,每人薪酬为240元/工,那么5年总计1182.5万元人工成本;在远程集中监控的运营体系中,初始设备投入为139万元,年均维护成本保持在10万元,总计5年总花费为189万元。在5年期限内,局部通风机的远程集中控制系统相较于人工值守,预计能节省总计993.5万元的开支。

(8)在煤炭开采行业的安全运营中,井下的通风体系扮演着至关重要的角色,是确保煤矿安全的核心组成部分^[6]。

5 结束语

为解决KJ1303煤矿井在初始阶段局部通风机频发故障,且维修复杂问题,文章提出了一款故障监测系统,用于监控局部通风机的运行状况。自系统启用以来,该系统成功自动识别并修复风机故障多次,有效防止了掘进期间的停风事件,确保了巷道安全高效的施工进度,实际应用效果显著。

参考文献:

- [1] 张硕.矿井局部通风机智能远程监控系统的设计与应用[J].中国设备工程,2020(23):157-158.
- [2] 董甲武.基于PLC控制的局部通风机集控平台设计与应用[J].自动化应用,2020(7):136-137.
- [3] 亢佳乐.矿用通风机风压监测控制系统研究[J].机械管理,2022,37(9):225-226,233.
- [4] 任宝瑞.矿用通风机远程监控系统的工程应用研究[J].机械管理开发,2022,37(7):217-219.
- [5] 李春潮.煤矿通风机智能监测及故障诊断系统研究[J].山西冶金,2022,45(4):157-158,200.
- [6] 焦婉莹,史佳豪,赵向杰.煤矿通风机监控系统应用研究[J].能源与环保,2022,44(7):254-259.