

掘进巷道智能化通风系统设计应用

王寰宇*

(山西高平科兴前和煤业有限公司,山西 高平 048400)

摘要:基于前和煤矿原掘进巷道通风控制系统自动化水平低、故障率高等技术难题,前和煤矿通过技术研究,设计了一套具有温度、风速、粉尘浓度自动控制以及远程监控的智能自动化通风控制系统,分析了该系统结构及工作原理,并通过在3110回风顺槽中实际应用,应用效果表明:通风系统优化后提高了掘进巷道通风稳定性,巷道内风流温度控制在 $18^{\circ}\text{C}\sim 22^{\circ}\text{C}$,回风流中平均粉尘浓度控制在 $21.75\text{mg}/\text{m}^3$,取得了显著应用成效。

关键词:巷道;通风系统;优化改进;应用分析

中图分类号:TD82 **文献标识码:**B **文章编号:**1004-5716(2025)05-0087-03

1 概述

前和煤矿3110回风顺槽位于3[#]煤层1采区,巷道东侧为3111运输顺槽,南侧为采区东部三条大巷,西侧为3109采空区,北侧20m为南阳煤矿矿界。

3110回风顺槽设计掘进长度为665m,为矩形断面,断面规格为宽 $\times$ 高=4.6m $\times$ 3.1m,沿3[#]煤层底板进行掘进,该煤层为稳定可采煤层,一般含0~1层泥岩及炭质泥岩夹矸,偶尔含2层夹矸,夹矸厚5~20cm,结构简单。依据GB/T20104-2006《煤自燃倾向性色谱吸氧鉴定法》,判定该矿3[#]煤层自燃倾向性等级为Ⅲ类,自燃倾向性性质为不易自燃。

3110回风顺槽巷采用综合机械化掘进工艺,巷道掘进期间在巷口上风流30m处安装2台FBD.NO5.5型局部通风机,风机功率为55kW,采用双回路供电方式,分别由东翼变电所2[#]、4[#]变压器供电(660V),安装一台400A隔爆磁力启动器进行供电控制;风机全风压吸风量为 $485\text{m}^3/\text{min}$,采用直径为1.0m柔性风筒引导风流至掘进巷道内,风筒出风口距迎头不超过10m,通过安装风筒传感器、瓦斯传感器等实现风机“两闭锁”。

巷道掘进期间每100m布置一道喷雾洒水装置进行降尘,喷雾洒水装置主要由高压喷头、支架、高压胶管,利用巷道静压水作为雾化介质及喷雾动力源,每道洒水装置洒水量为 $0.75\text{m}^3/\text{h}$ 。

2 巷道原通风系统主要存在问题

(1)自动化水平低:原通风系统每班需安排专人进行风机切换试验,在风机切换过程中存在5~10s停风间

隙,无法实现倒机不停风,很容易造成巷道局部瓦斯超限;风机出现故障无法自动报警、自动修复,且无法实现地面远程控制,通风控制自动化水平低。

(2)风流温度无法控制:3110回风顺槽设计掘进长度为665m,随着巷道开拓延伸,巷道供风风流温度逐渐降低,当巷道掘进至350m处时实测巷道内风流温度为 16.4°C ,风流温度低,而原通风系统不具有风流温度调校功能,无法满足巷道后期掘进需求。

(3)风速无法控制:3110回风顺槽在进行系统巷掘进期间由于通风路线短,出风口风速达 $2.24\text{m}/\text{s}$,高速风流导致迎头出现高浓度扬尘,能见度低,影响施工作业;随着巷道掘进延伸,风筒延长,通风漏风量及风阻加大,巷道掘进至500m处时出风口风速降低至 $1.47\text{m}/\text{s}$,造成污风回流速度慢,巷道内扬尘不能及时排除,原通风系统不具有风速控制功能。

(4)降尘效果差:3110回风顺槽在前期掘进过程中巷道迎头平均粉尘浓度高达 $117\text{mg}/\text{m}^3$,能见度不足10m,传统喷雾洒水装置主要利用水雾颗粒吸附粉尘颗粒实现降尘目的,但是水雾颗粒体积小、重量大、粘着性差,导致对粉尘吸附效果差,达不到预期降尘效果;而且传统喷雾洒水装置结构简单、自动化水平低,无法根据巷道粉尘浓度自动降尘。

3 智能化自动除尘系统设计应用

3.1 系统结构组成

为了弥补传统通风系统缺点,前和煤矿通过技术研究设计一套具有风速、温度控制以及根据粉尘浓度

* 收稿日期:2023-07-26

作者简介:王寰宇(1989-),男(汉族),山西高平人,工程师,现从事煤矿技术管理工作。

自动降尘的智能化通风系统。该系统主要由地面控制系统、网络交换系统、供风系统、温度风速控制系统、除尘系统等部分组成,如图1所示。

3.1.1 地面控制系统

地面控制系统安装在调度室内,主要包括上位机、工业显示屏、打印机等部分组成,在上位机内安装了专用FameVice组态软件,通过组态软件将井下通风系统

工况参数进行收集、处理,并利用工业显示屏形成三维画面;同时对各类参数进行存储以及生成报表。

3.1.2 网络交换系统

网络交换系统主要由网络交换站、工业以太网等部分组成,其中网络交换站分别安装井底车场、井筒以及井口大厅,各网络交换站利用工业以太网进行数据传输,并具有数据储存功能。

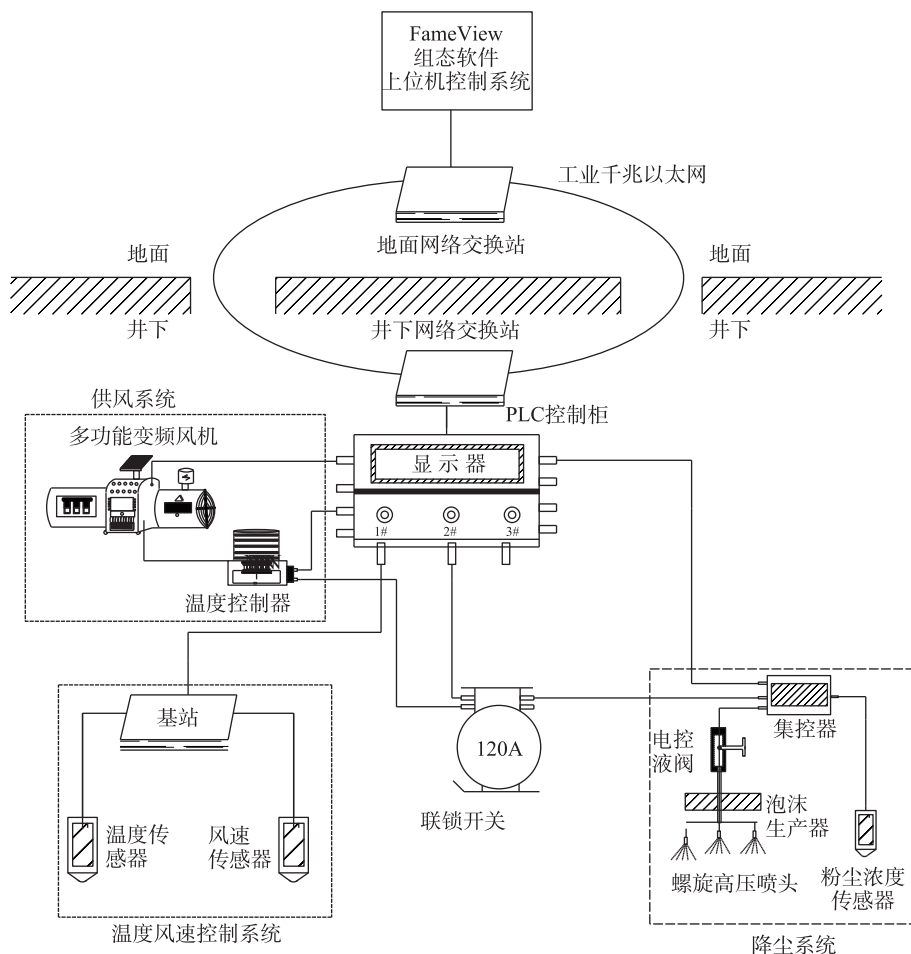


图1 智能化通风控制系统结构示意图

3.1.3 供风系统

供风系统主要由变频风机、联锁开关、PLC控制柜等部分组成,变频风机共计2台功率为55kW,变频风机可实现风机风量、风速调控;变频风机分别与PLC控制柜、温度控制连接;PLC控制柜是整套系统核心部件,主要对采集后的信息进行处理以及发送指令。

3.1.4 温度风速控制系统

温度风速控制系统主要由温度控制器、传感器、基站等部分组成,其中传感器主要包括温度传感器和风速传感器,传感器安装在距风筒出风口3~5m位置;传

感器通过基站与PLC控制连接。

3.1.5 降尘系统

降尘系统主要由粉尘浓度传感器、集控器、电控液阀、泡沫生产器、螺旋高压喷头部分组成;粉尘浓度传感器安装在巷道中部,主要对巷道回风流中粉尘浓度监测,设定动作保护值 $45\text{mg}/\text{m}^3$;电控液阀分别与集控器以及泡沫生产器连接,主要实现风水管路自动开关动作;泡沫生产器内添加泡沫生成剂,通过水压水流及风流作用产生高浓度泡沫并利用旋转喷头喷出。

3.2 系统工作原理

3.2.1 温度风速控制原理

(1)首先对系统中温度传感器及风速传感器设定保护阈值,温度传感器设定阈值范围为 $17^{\circ}\text{C}\sim 22^{\circ}\text{C}$;风速传感器设定阈值范围为 $1.5\sim 1.8\text{m/s}$ 。

(2)当温度传感检测到巷道供风风流温度低于 17°C 时,传感器收集数据通过基站上传至PLC控制柜内,控制器及时对温度参数进行处理分析,并对温度控制器进行“加热”指令发送,温度控制器接收指令后对供风风流进行加热。

(3)当巷道内风流温度高于 22°C 时传感器采集数据再次上传至PLC控制柜内,控制器对数据进行分析处理,并对温度控制器发送“制冷”指令,温度控制器接收指令后通过内部半导体制冷机对供风风流进行制冷。

(4)风筒出风口风流速度低于 1.5m/s 或高于 1.8m/s 时风速传感器及时将采集风速数据上传至PLC控制柜内,控制器分析处理后对变频风机发生风速调节指令,通过风机变频控制后确保风筒出风口风流风速控制在 $1.5\sim 1.8\text{m/s}$ 范围内。

3.2.2 降尘系统工作原理

(1)巷道掘进过程中利用粉尘浓度传感器实时对巷道内粉尘浓度进行采集,当粉尘浓度达 $25\text{mg}/\text{m}^3$ 时通过PLC控制器进行数据分析处理,并对集控器发送指令。

(2)集控器接收指令后自动打开电控液阀阀门,电控液阀打开后对泡沫生产器内注入高压水流并产生高浓度泡沫,利用风压作用泡沫通过分配器均匀分配后从各个高压喷头喷出实现降尘作用。

(3)与传统水雾颗粒相比,泡沫颗粒体积大、质量轻,泡沫表层黏膜吸附性强,增加了与粉尘颗粒碰撞面积,吸附后粉尘颗粒达到一定质量后自动降尘,而且泡沫颗粒可自动降解,对作业环境影响小。

3.2.3 远程控制系统工作原理

(1)PLC控制柜具有数据处理、指令发送以及储存等功能,通风系统在运行过程中PLC控制柜对数据处理后通过信号电缆上传至井底车场基站内,然后利用工业以太网上传至井口交换站;井口交换站利用信号电缆将信号传送至远程控制室主机系统内。

(2)主机系统接收各类数据信号后利用FameVice组态软件分析处理,并形成三维动画,通过工业大屏进

行显示,显示内容主要包括:通风系统安装位置、运行状况、风流温度、风速、粉尘浓度等,操作人员可利用界面远程控制按钮对井下通风系统进行手动控制;同时该系统具有故障报警功能,系统出现故障后能够在控制界面进行显示,便于检修人员及时准确对故障进行处理。

4 结束语

前和煤矿对3110回风顺槽原通风系统进行优化改进后安装了一台智能化通风系统,通过现场4个月实际应用效果来看,取得了以下显著应用成效。

(1)提高了自动化水平:与传统通风系统相比,智能化通风控制系统具有温度调节、风速调节、自动降尘等功能,自动化水平高,解决了传统人工降尘劳动作业强度大、降尘效果差等技术难题。

(2)实现了恒温、匀速通风:智能化通风控制系统利用传感器对巷道内风流温度及风速进行采集,利用PLC控制器控制作用实现对风流风速、温度进行控制,巷道在后期掘进中平均风速为 1.67m/s ,平均温度为 20.4°C ,保证了巷道具有适宜的作业环境。

(3)降低了工作面粉尘浓度:智能化通风控制系统利用泡沫抑尘,与传统喷雾除尘相比,泡沫除尘效果好、吸尘效果好、发泡率高,泡沫对作业环境污染小,巷道在后期掘进过程中平均粉尘浓度为 $32\text{mg}/\text{m}^3$,能见度提高至 47m 。

参考文献:

- [1] 杜晓科.煤矿巷道中智能化通风系统的应用研究[J].机械管理开发,2022(9):248-249.
- [2] 陈冬.掘进巷道自动化通风系统应用分析[J].能源与节能,2021(3):189-190.
- [3] 魏建军.长距离掘进巷道贯通通风系统调整技术研究[J].矿业装备,2022(3):87-89.
- [4] 王守贵.煤矿通风系统的优化与应用[J].山西冶金,2022(9):137-139.
- [5] 杨会龙.煤矿通风系统自动化技术应用探究[J].中国设备工程,2022(24):228-230.
- [6] 高忠国.矿井掘进通风智能控制系统设计及应用[J].山东煤炭科技,2013(2):80,82.
- [7] 李向国.自动化控制在煤矿通风系统中的应用研究[J].矿业装备,2022(6):89-90.
- [8] 崔启文.煤矿通风系统中自动化控制技术的应用[J].当代化工研究,2021(15):228-230.