

煤矿智能局部通风系统研究

张丙辉, 崔广涛

中信重工开诚智能装备有限公司, 河北 唐山 063000

摘 要 : 针对现有煤矿井下局部通风机缺乏通风机系统参数状态的实时、有效监测监控和记录, 系统中隐藏的设备隐患、安全问题不能及时发现, 从而导致局部通风机系统发生停机故障甚至导致矿井瓦斯超限事故, 以及事故发生后原因不详、系统故障排查困难、时间长等, 严重影响煤矿的安全生产。设计煤矿局部通风机智能控制系统。

关 键 词 : 局部通风; 双机热备; 风电瓦斯闭锁; 一风吹; 探头保护

Research On Intelligent Local Ventilation System In Coal Mine

Zhang Binghui, Cui Guangtao

Citic Heavy Industries Kaicheng Intelligent Equipment Co., LTD., Hebei, Tangshan 063000

Abstract : In view of the lack of real-time and effective monitoring, monitoring and recording of the parameter status of the fan system in existing underground coal mines, hidden equipment hazards and safety problems in the system cannot be discovered in time, which leads to the shutdown of the local fan system and even the mine gas overrun accident, as well as the unknown cause of the accident, the difficulty of troubleshooting the system and the long time. Seriously affect the safety of coal mine production. Design intelligent control system of local fan in coal mine.

Keywords : local ventilation; dual-system hot backup; wind power gas lock; a gust of wind; probe protection

引言

煤矿的通风系统是保障煤矿安全、生产的关键环节之一, 局部通风系统作为煤矿通风系统的重要组成部分, 直接关系到煤矿井下生产环境作业区域的空气质量和瓦斯浓度控制^[1]。目前我国矿井局部通风系统虽然大多数已经采用了自动控制方式, 但仍然采用手动调节通风机频率, 且依靠人工采集风量参数, 缺少具有实时、准确、可靠的监测方法及手段来反映实时的通风状态, 无法为准确调节局扇风机的风量提供科学的依据, 同时还存在“一风吹”和“大马拉小车”的现象^[2-4]。局部通风机的风速、风量不能根据瓦斯的浓度进行自动调节, 更无法实现科学、有效的智能控制, 当瓦斯浓度突增时, 局部通风机提供的风量及风速达不到稀释区域内瓦斯浓度的要求, 非常容易造成瓦斯积聚浓度过高, 产生极大的安全隐患^[5]; 在矿井瓦斯浓度非常低时, 风机提供的风速和风量依然不变, 风机全速运转而造成极大的资源浪费^[6]。随着煤矿开采深度和强度的不断增加, 一系列复杂且严峻的问题接踵而至。开采环境变得越发恶劣, 地质结构的稳定性受到极大挑战, 瓦斯突出等安全事故的风险也呈直线上升态势, 对局部通风系统的要求也越来越高。因此, 实现煤矿局部通风系统的智能控制对于提高煤矿安全、生产水平具有重要意义。

针对以上现状, 设计并研究了一种煤矿智能型局部通风系统可根据瓦斯浓度自动调节通风机运行频率转速, 实现自动排瓦斯功能。可以设定通风机运行风量, 使通风机始终按照设定值恒风量运行, 还可实时显示通风机的风量、风压、电机功率等参数。一主一备, 出现故障可自动切换, 保证正常供风需求^[7]。

一、局部智能通风系统设计

(一) 矿井智能局部通风系统组成

系统由通风机用隔爆兼本质安全型双电源双变频器、瓦斯浓度传感器、温度传感器、风速传感器、一氧化碳传感器、粉尘传感器、视频监控系统和网络系统及局部通风机组成。

①隔爆兼本质安全型双电源双变频器

双电源: 确保在一个电源失效时, 另一个电源可以立即接

管, 保证系统的连续运行。

双变频器: 可能用于调节通风机的速度和功率, 以适应不同的通风需求, 同时也提供了冗余和备份功能。

②传感器

瓦斯浓度传感器: 用于检测环境中的瓦斯(甲烷)浓度, 是煤矿安全监控的重要参数。

温度传感器: 监测环境温度, 确保工作环境在安全的温度范围内。

作者简介: 张丙辉, 出生年月: 1985年10月, 男, 汉, 河北省平泉市, 大专, 工程师, 主要从事煤矿智能化自动化技术服务工作。



风速传感器：测量空气流动的速度，有助于评估通风效果。

一氧化碳传感器：检测一氧化碳浓度，一氧化碳是有毒气体，需要严格控制其浓度。

粉尘传感器：用于测量空气中的粉尘浓度，高浓度的粉尘不仅影响空气质量，还可能引发爆炸。

③视频监控系统

通过摄像头实时捕捉现场画面，为远程监控和事故调查提供视觉信息。

④网络系统

将所有传感器和监控设备连接到一起，实现数据的实时传输和远程监控。

⑤局部通风机

可能用于特定区域的额外通风，维持环境内的空气质量，并有助于降低有害气体和粉尘的浓度。

整个系统的设计和配置都是为了确保在可能存在的爆炸性环境中能够安全运行，同时提供及时、准确的环境参数监测和必要的通风。这对于预防事故、保障人员安全和提高生产效率都至关重要。

（二）系统运行模式

系统运行模式有“自动通风”“自动排瓦斯排放”“手动调速”三种运行模式。

①自动通风模式

对于低瓦斯矿井，工作面迎头、回风区瓦斯浓度都不超过设定值时，通风机用隔爆兼本质安全型双电源双变频器在自动通风模式下工作，即依据巷道风量、一氧化碳含量、粉尘浓度、温度等监测数据实现通风机调速，如果此时巷道内风量、一氧化碳含量、粉尘浓度、温度任何一个检测点的检测数据超过系统预设阈值，变频调速装置将自动提高转速，增大供风量（上限频率），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（下限频率）。在此过程中瓦斯浓度数值需一直在正常值下，只要出现瓦斯浓度超限情况出现系统立刻切换到自动排瓦斯模式运行状态。

自控通风模式下调速装置调速范围：在下限频率的设定值和上限频率的设定值之间：

上限频率设定值设定范围 30 ~ 50Hz；

下限频率设定值设定范围 20 ~ 45Hz；

煤矿局部通风智能控制系统可接入矿井现有应急广播系统、UWB精确定位系统、GIS进行系统联动，实现瓦斯超限应急播报，并根据人员、车辆变化情况进行调速，从而自动控制风量，规划逃生路线。

②自控排瓦斯

系统自动排瓦斯模式，系统根据工作面瓦斯浓度联动变频调速装置自动调节风机转速，工作面瓦斯浓度增高，则变频器输出频率逐渐增加控制风机转速也由小变大；反之，当工作面瓦斯浓度由降低，则变频器输出频率则由高变低控制风机转速也由高变低。根据瓦斯浓度自动调节风机输出风量，避免瓦斯超限。

③手控频率给定模式

手控频率给定工作模式下，工作人员根据井下用风需求，手动设定变频器运行频率，控制风机运行。该运行模式下，变频器以手动频率设定值运行，不受瓦斯探头探测数据影响。

（三）系统工作方式

“双机热备”是主、备局部通风机之间的切换功能，调速装置控制两组独立电源供电的局部通风机自动切换，具有如下功能：

①主通风机自动启动时，备用通风机处于待机状态；

②主通风机停机或停电时，系统在自动模式下备用通风机按照预设延时 10—20s（可调）时间自动启动；

③主通风机运行时，如主通风机发生故障，系统在自动模式下备用通风机按照预设延时 10—20s（可调）时间自动启动。



二、系统功能

（一）风电、瓦斯电闭锁

风电闭锁：当主机启动运行调速装置输出频率到达 20Hz 后，系统输出常闭触电极点，停止运行后则常闭触电极点断开。（注：该触电极点用于闭锁动力设备的供电）

瓦斯电闭锁：系统控制调速装置处于“自动”模式状态时，当瓦斯浓度传感器检测到的瓦斯浓度值大于设置值时，系统输出触电极点由闭合变为常开。（注：该触电极点用于闭锁动力设备的供电）

回风区瓦斯浓度 > 1.5%

工作面迎头瓦斯浓度 ≥ 1.0%

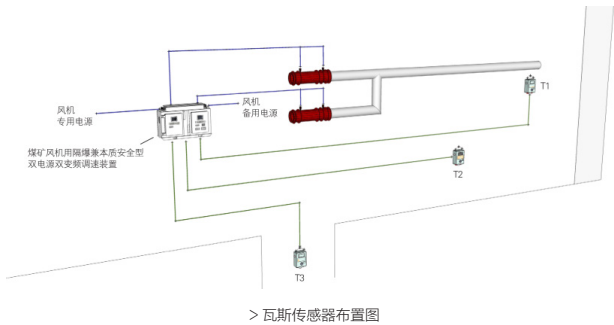
（二）主备切换

当采用双电源时，一组为主机，另一组自动成为备机。当其中一台按下启动按钮时，此机自动成为主机，当此台变频器停机

或故障时，另一台频率由0开始自动启动。当需要整体停止时，需要同时按下主机和备机的停止按钮。

（三）探头保护

探头布置：T1 工作区，T2 集中通道，T3 排风口。



当 T1 位置不超标时，风机按照 T3 位置瓦斯浓度进行自动通风。当 T3 位置浓度增大时，输出频率降低（最低到手动设定频率点），当 T3 位置浓度减小时，输出频率增大，最大到 50Hz。

当 T3 位置不超标时，风机按照 T1 位置瓦斯浓度自动排瓦斯。当 T1 浓度增大时，输出频率增高（最低到手动设定频率点），当 T1 浓度减小时，输出频率降低。

当检测到瓦斯探头故障时，报警，并自动使用 T2 位置替换 T3 位置。如果检测到两个探头发生故障时，系统发出探头故障报警。

（四）防止一风吹

系统通过变频调速装置使风机转速可调，得以实现电机转速的精确控制，风量也能够根据实际需求灵活调节；将传统的全压启动方式转变为更为安全可靠的软启动，避免了局扇风机全压启动的“一风吹”可能导致瓦斯浓度瞬间失衡，增加爆炸风险；以及造成风流紊乱，影响整个通风系统的稳定性等安全隐患。

（五）温度振动检测功能

系统增加风机轴承温度和振动检测，当轴承温度和振动大于设定标准值后，系统将发出报警提示，工作人员可根据报警信息及时对通风机进行维护检修，避免紧急瓦斯故障发生。

（六）保养提醒功能

系统具备风机使用保养提醒功能，系统针对风机运行时间、运行效率进行统计存储，结合厂家维护保养手册进行时间或期限设定，到期自动提醒，避免忘记或过时保养，大大提升风机的使

用寿命，使得风机保养更加规范化。

（七）声光报警

系统配置了声光报警装置，当系统发生故障或者监测数据阈值超限，系统自动发出声光报警，提醒工作人员及时应对处理异常状态。提高了系统运行的安全性。

（八）集控功能

系统可通过煤矿井下环网将局扇数据上传至矿井调度中心的集控平台上，工作人员可通过系统集中监控平台实现对井下所有局部通风机系统的在线监测、控制、数据的查看、曲线描述报警提示等。

三、达到的效果

（一）安全效益

防止瓦斯超限，实现“0”瓦斯，该系统集监测与自动控制为一体，具备局部通风机系统根据瓦斯浓度自动调节风机风量“按需供风”的功能、自动排瓦斯功能、瓦斯风电闭锁功能、双风机电源自动切换功能，从根本上实现了防治瓦斯超限。

（二）减人提效

降低工耗，提高了生产效率。煤矿智能局部通风系统的运行，有效的减少了井下相关的工作人员，做到了“无人则安”，同时，在矿井下监测和排放瓦斯的工作时间大大减少。大大减少了煤矿生产中在局部通风控制与监测上的人员投入，提高了局部通风的生产效率。

四、结论

煤矿局部智能通风系统是为矿井的安全生产需要提供的一种一机多用、高效节能的智能设备，它实现了矿井局部通风控制系统与局部通风机的融合，配套相应的监测传感器，进行闭环控制。系统依托电气控制技术、监控监测技术、变频控制技术、供配电技术实现矿井局部通风系统的远程集中监测与控制，实现连续供风。把煤矿矿井通风和矿井安全管理有效结合在一起，为煤矿安全、高效的生产提供了可靠的保障。

参考文献

[1]周福宝，魏连江，夏同强，等. 矿井智能通风原理、关键技术及其初步实现 [J]. 煤炭学报，2020,45(6):2225-2235.
[2]杜岗，马小平，张津. 煤矿局部通风机转速控制算法研究 [J]. 工矿自动化，2020,46(9):69-73.
[3]王凯，郝海清，蒋曙光，等. 矿井火灾风烟流区域联动与智能调控系统研究 [J]. 工矿自动化，2019,45(7):21-27.
[4]李团结，黄维明，潘伟华，等. 煤矿局部通风机风量智能控制系统研究及应用 [J]. 煤炭科学技术，2023, 51（4）：166-174
[5]程晓之，王凯，郝海清，等. 矿井局部通风智能调控系统及关键技术研究 [J]. 工矿自动化，2021,47(9): 18-24.
[6]吴银成，李一文，黄春，等. 基于母线中心电平的局部通风机变频调速系统设计 [J]. 自动化与仪器仪表，2022, 269（3）：119-122.
[7]王刚，卫华军. 局部通风机用双电源双变频调速器应用研究 [J]. 煤矿现代化，2017, 45（6）:4.