

# 基于系统融合与WEKA平台的局部通风智能监控系统控制策略研究

高晓东 薛 准 侯小琴  
重庆公共运输职业学院 重庆 402247

**摘要:**局部通风智能监控系统以煤矿井下使用的局部通风为背景,深入研究了监控系统的控制策略。针对传统局部通风机控制存在的延时性、智能化水平低等问题,本文提出了基于数据多系统融合、WEKA平台技术、优化算法的智能控制策略,并通过实验验证了其有效性。本文的研究旨在提高局部通风智能监控系统工作的可靠性、节能性和高效性。

**关键词:**局部通风;监控系统;控制策略;系统融合;WEKA平台

## 1 引言

局部通风智能监控系统对于保障煤矿井下的开采安全和提高生产效率具有重要意义。然而,传统的局部通风监控系统存在许多问题,如工频一风吹、操作延时、智能化水平低、无法及时控制局部通风机启停、能耗高等<sup>[1]</sup>。因此,研究局部通风智能监控系统控制策略具有非常重要的现实意义。

国内外学者在掘进工作面局部通风调控和评价方面,做了较为深入的研究。任子晖等,将通风基础理论与煤矿具体通风需求相结合,提出一种基于改进BAS算法的矿井通风网络风量智能调控方法。开发了一种通风系统风量优化的数学模型,融合了灵敏度分析与分支控制理论,精准识别出可调节风量的关键分支及风阻的调节区间。借助优化后的BAS算法,高效计算出最佳调风参数,并据此精准调控相关通风设备,确保风量达到理想状态<sup>[2]</sup>。借助神经网络回归模型精准定位通风机调节器的安装位置,再通过模糊控制技术驱动调节器实施通风机的智能化变频调风操作<sup>[3]</sup>。赵凯等以煤矿中的FBCDZ-10-No36轴流式通风机为对象,采用BP神经网络,构建了通风机运行状态监测及报警系统<sup>[4]</sup>。

本研究依托多系统数据融合技术,对特征传感器采集的数据进行统计分析,借助WEKA平台开展数据挖掘工作。通过优化算法与模糊技术相结合的方式,对现有监测数据实施模型训练,进而预测短时局部通风需求。同时,深入探讨局部通风智能监控系统的控制策略,旨在为局部通风机的启停操作及变频调控提供科学依据,确保井下作业的安全性。

## 2 局部通风智能监控系统组成

### 2.1 现场设备系统组成

局部通风智能监控系统由局部通风机房和集控工作站组成,每个局部通风机房配有一套KJ1532的PLC分站、主备两台变频器、两台局部通风机,各类型传感器通过串口通讯的方式接入PLC;同时,局部通风智能监控系统接入工业环网,实现与安全监控系统、主通风系统等自动化系统的数据融合,达到运行数据接入工业环网,如图1所示,实现工作面集控中心和地面调度指挥中心对局部通风机的运行数据监测、远程控制和风机切换等功能,实现局部通风机远程集控和无人值守的目的。

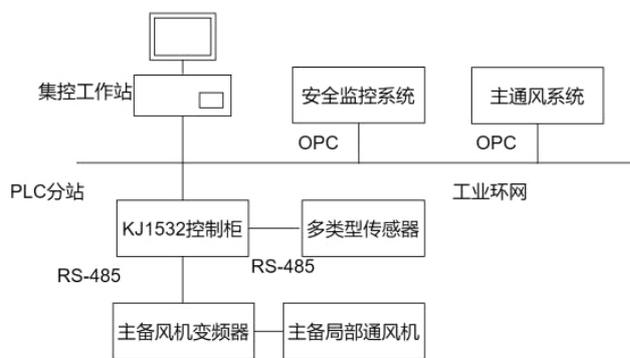


图1 现场设备系统构架示意图

### 2.2 PLC分站通讯方式

局部通风智能监控系统主要采用串口通讯和以太网通讯的方式进行数据交互,如图2所示。

串口通信有4路本安型485和4路非安型485两种,4路本安型485对应PLC接线板上COM1-COM4,是通过多协议网关把485数据转成网口数据传给PLC的CPU,多协议网关一般作Server,PLC作为客户端来进行通讯,读写数据;4路非安型485对应PLC接线板上COM5-COM8,通过有人物联网的USR-N540串口服务器把485数据转成网口数据,为方便通讯,把压力、温度、一氧化碳、二氧化碳等

多种类型的传感器，通过RS-485接口总线1-3，主备变频器通过RS-485接口总线4，接入PLC分站中的多协议网关，从而实现PLC分站的数据采集与设备之间的通讯。

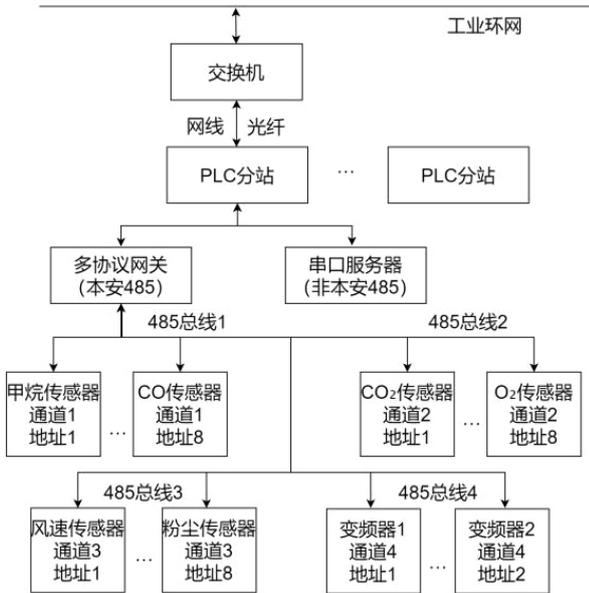


图2 系统通讯示意图

### 3 局部通风智能监控系统控制策略

局部通风智能监控系统控制策略主要包括局部需风量预测、局部通风机控制策略制定两个部分。局部需风量预测是通过掘进面甲烷浓度、粉尘、温度、一氧化碳浓度、二氧化碳浓度等环境因素的监测与统计分析，利用WEKA平台优化算法进行预测，得到优化的需风量。局部通风机控制策略制定则是根据预测出的需风量，综合结合井下综合自动化系统及生产实际情况，采用更优化的控制策略对局部通风机进行控制<sup>[5]</sup>。

#### 3.1 多系统数据融合

为了优化综合自动化系统资源利用效率，提高局部通风智能监控系统的可靠性，通过OPC-UA通讯手段，进行自动化多系统融合，将安全监控系统、皮带集控系统、通风机监控系统等的的数据信息及系统的各种要素有机地结合起来，形成一个统一、高效的整体。图3是局部通风智能监控系统与综合自动化系统数据交互的关系图。

#### 3.2 局部需风量计算

基于数据融合技术，同时依据《煤矿安全规程》对风速、气体浓度和供风量的规定，以甲烷绝对涌出量、掘进工作面作业人员数量、巷道风速、一氧化碳气体浓度为关键因素进行分析研究，对局部通风系统中的传感器数据进行统计分析，进而借助WEKA平台开展数据挖掘工作。在此基础上，结合LIBSVM算法优化实际生产条件下的局部风量需求系数，对短时局部通风需求进行预测，为

局部通风智能监控系统的控制策略制定提供数据支持。

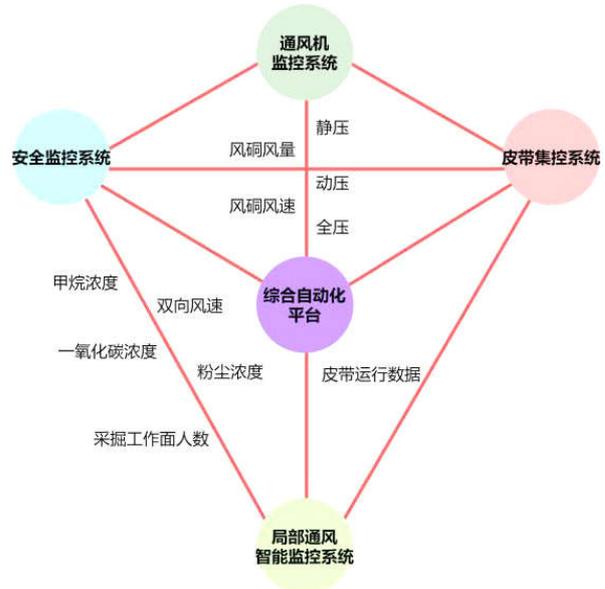


图3 综合自动化系统数据交互关系图

1) 以掘进工作面同时作业人数为依据计算需风量

$$Q_A = 4N$$

其中， $Q_A$ 是指局部所需的风量，单位为 $m^3/min$ ， $N$ 是指掘进工作面同时作业人数。

2) 以掘进巷道风速要求为依据计算需风量

$$Q_v = 60vS$$

其中， $Q_v$ 是指局部所需的风量，单位为 $m^3/min$ ， $v$ 是指掘进巷道内最低要求风速，单位为 $m/s$ ； $S$ 是指掘进巷道断面面积，单位为 $m^2$ 。

3) 以甲烷绝对涌出量为依据计算需风量

$$Q_q = qk/C$$

其中， $Q$ 是指局部所需的风量，单位为 $m^3/min$ ； $q$ 是指绝对甲烷涌出量，单位为 $m^3/min$ ； $k$ 是指甲烷涌出不均衡系数； $C$ 是指甲烷浓度。

当掘进工作面进风流中的甲烷浓度超过0.5%时，进入风量需求计划，局部风机变频器频率增加，增加供风量；当甲烷浓度超过0.75%时，增加风量需求，局部风机变频器频率增加到最大，局部风机全功率运行，供风量达到最大，直到甲烷浓度降到0.5%以下，退出风量需求计划。

4) 以一氧化碳气体浓度为依据进行风量预测

在掘进工作面进风流中的一氧化碳浓度一旦接近0.0024%，进入风量需求计划，增加供风量，直到浓度降到监测阈值以下，退出风量需求计划。

#### 3.3 需求预测与分析

首先，通过采集掘进工作面甲烷T1、T2、T3传感器数据，其中，T1为掘进工作面甲烷浓度传感器，T2为掘

进巷回风工作面甲烷浓度传感器, T3为回风巷混合甲烷浓度传感器。融合粉尘浓度、温度、湿度等环境因素的实时监测数据, 融合安全监控系统掘进面巷道传感器数据、皮带集控系统运输皮带运行状态、通风机监控系统数据构建训练样本数据。

然后, 利用WEKA平台, 通过LIBSVM对现有系统监测数据进行模型训练, 得出特定井下工作环境下某一时间段的需风量, 并根据数据分析, 预测出需风量, 从而对智能监控系统进行联动控制。

1) 数据准备。系统配套采用BPJ1-110(75)/660SF煤矿风机用隔爆兼本质安全型双电源双变频调速器和KJ1532型的PLC分站。采集整理现有局部通风机运行过程中的双向风速、风量、频率、甲烷浓度等数据, 将某一时间段、特定工作状态下的局部风机风量绝对值与上一采集点风量绝对值作为风量变化值进行统计记录。

2) 模型训练。将原始数据导入WEKA平台, 通过数据预处理剔除无效数据, 利用LIBSVM算法训练模型。通过对一段时间内的数据进行训练, 得到较高成功率的预测模型, 以满足控制策略要求。

3) 分析预测。借助WEKA平台完成模型训练后, 能够清晰展示局部短时供风需求的高低分布情况。通过运用该训练模型, 精准分析并输出通风需求量, 进而为变频器的运行提供可靠的数据支撑, 并为局部通风智能监控系统的调控策略提供坚实的依据。

### 3.4 局部通风智能监控系统控制策略

局部通风机控制策略制定是局部通风智能监控系统控制策略的核心, 本文采用模糊技术对通风机进行控制。

控制策略如图4所示。

局部通风智能监控系统自动运行时, 以掘进工作面同时作业人员数量、巷道风速要求等为依据进行初始风量需求参数配置, 结合井下实际情况, 设定局部通风机的目标参数, 利用模糊推理规则, 生成局部通风机的控制信号; 系统运行过程中, 进入自动工况巡航模式, 此模式下, 系统会随着掘进工作面甲烷浓度变化、一氧化碳浓度变化以及同时作业人员数量变化等因素, 进行风量需求计划预测, 从而改变局部风机变频器频率, 调整供风风量, 以到达掘进工作面的风量供给需求, 从而实现局部通风智能监控系统的智能化调控, 具体控制方式如图4所示。

### 4 实验验证

为了验证本文提出的局部通风智能监控系统控制策略的有效性, 我们在某煤矿掘进工作面进行了实验验证。实验结果表明, 该控制策略能够较为准确地判断当

前工作环境下的需风量, 并根据预测结果对局部通风机进行智能化调控。

同时, 局部通风智能监控系统使用该控制策略后, 能够减少局部风机变频器的频繁变频动作, 降低系统故障率, 达到节能环保的目的, 实现绿色生产。

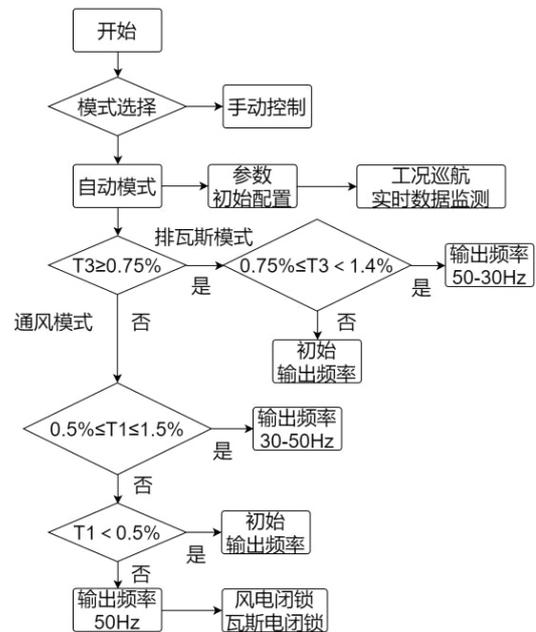


图4 系统控制流程图

### 5 结论与展望

本文提出了一种基于WEKA平台和模糊技术的局部通风智能监控系统控制策略, 并通过实验验证了其有效性。该控制策略能够较为准确地判断需风量, 实现对局部通风机的智能化调控。然而, 该控制策略仍存在一些局限性, 例如环境因素的多样性对需风量预测的影响、模糊推理规则的复杂性以及系统故障预警与诊断问题等。

### 参考文献

- [1]李巧燕.浅析煤矿智能通风系统[J].矿业装备,2021(4):252-253.
- [2]任子晖,李昂,吴新忠,等.矿井通风网络风量智能调控研究[J].工矿自动化,2022,48(11):110-118.
- [3]KASHNIKOV A V, LEVIN L. Fan and Regulators Fuzzy Control in Mine Ventilation Systems[C]. International Conference on Soft Computing and Measurements, Saint Petersburg,2019:85-88.
- [4]赵凯,徐梦雅.基于BP神经网络的矿用通风机运行状态监测及报警系统研究[J].能源与环保,44(8):271-272.
- [5]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.