

基于 PLC 的井下风门自动控制系统设计

周新义

(枣矿集团付村煤业有限公司 山东 济宁 277605)

摘要：在我国煤矿井下配有风门系统，用于矿井通风调节、灾害防治以及安全监测监控，但是关于煤矿火灾的控制及预防的监测体系尚不健全，应对灾变能力不足，且风门系统功能不全。针对这种情况，本文研制了一种新型的自动风门系统，其硬件部分包括 PLC 控制器、传感器、视频监控系统等，而软件部分则采用了自动开关的流程框图。通过遥控能够实现自动开启、关闭等操作，可以准确地调整和控制巷道空气流量，具有较好推广应用价值。

关键词：风门；自动控制；PLC 控制器；流程框图

0 引言

煤矿安全的关键和基础是优化矿井通风工作，建立矿井安全应急救援系统，有效防止矿井通风安全事故的发生，是煤矿安全生产急需解决的问题。强化煤矿的监测和监控，是当前和今后煤矿工作的重点，也是实施“预防为主、以人为本”的先决条件和基础保障。因此，采用自动风门技术，是煤矿井下应急救援体系的重要环节，也是提高煤矿应急管理水平的重点内容。在煤矿灾变期间，通过遥控风门，防止大量有毒有害气体进入其他作业场所，将有毒气体限制在一定范围内，或者将有毒气体引入回风巷，以降低事故的发生。

1 系统总体方案

煤矿生产环境十分严峻，给矿井的安全带来了极大的威胁，尤其是瓦斯爆炸、火灾等重大、恶性事故，给矿井和人民的生命财产造成了极大的损害。在煤矿发生严重灾害后，煤矿资源、设备、人员伤亡都会受到很大的影响，如果不能做出正确的反应，将会加剧煤矿的灾难。为此，以风流远程控制和灾变智能监测监控为基础的自动风门系统亟待研发应用，实现矿井通风系统智能化，灾变应对决策系统可视化，以及井下应急救援体系网络化，从而提高矿井生产安全性和可靠性^[1]。

该系统由 PC 监控平台、PLC 控制器、各种环境检测模块、视频监控系统、红外探测传感器和电动球阀等设备构成，系统的整体结构见图 1。PC 监控平台包括工控机、服务器、打印机等，它的主要任务是实时地以曲线的形式对风门的周边环境进行监测，可以用影像进行监视，并对风门的开闭程度进行遥控，具有数据查询、

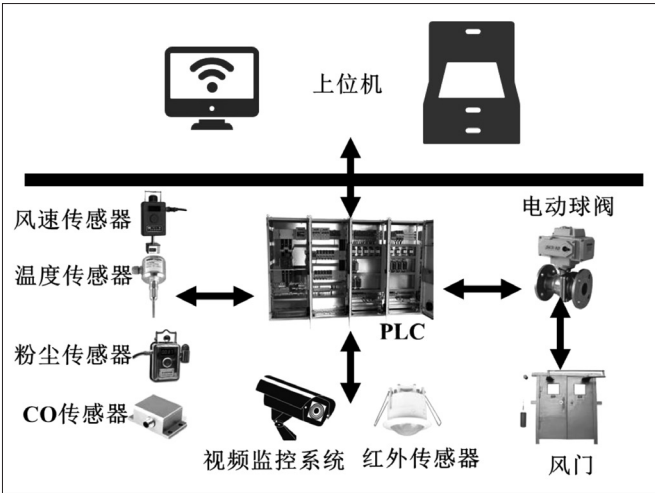


图 1 风门自动控制系统总体方案

数据存储等功能；环境感知检测模块主要完成对气门周边环境参数的采集，并将其上传至 PLC，从而准确地调整气门的开闭度；视频监测系统主要完成对挡板和挡板附近的影像采集，并为操作人员进行远程操作，提供更加完整的数据支撑；红外探测器主要对行人、交通工具的行驶状况进行监控，并对其开启和关闭进行反馈；电动球阀起到控制气门的作用，以达到不同的开启和关闭；PLC 控制器主要对感应器所接收到的数据进行转换，并进行数据融合、智能决策，实现对控制中心的运行，并具有声光报警、液晶显示等多种功能。该系统主要分为三大模块，其主要功能及介绍如下所述。

1.1 风门控制及运行参数检测模块

该模块主要监控“矿井应急风门”“全自动智能风门”等有关风门的开启 / 关闭位置、故障类型等操作状况，实现了行车和行人在经过风门时的语音提示和控制；实施遥控消防阀门的开启 / 关闭、井下现场（按键

及遥控)的遥控操作。通过对灾变设施进行远程监控和局部监控,以确保在发生矿井火灾时,灾变设备能够按照应急救援计划运行,并在最短的时间内对灾变设备进行正确的操作。全自动智能气阀通过对气门周边的两个方向的影像进行局部改造,并能完成对地面的控制和复位。

1.2 音、视频监控信号采集模块

该模块的主要任务是对矿井自动风门进行实时、高清晰度的影像数据的采集和管理,以及地面上的声音广播。每一台消防应急风门主机均可同时提供两个视频接口,一个接口监测监控风门运行工作情况,另一个接口观察风门周边工作环境。同时可以对矿井下人员和车辆的进出状态进行实时监控,能够实现监控音频、视频上传保存,供日后历史查询;并能对矿井人员、车辆的行走轨迹进行实时跟踪,实时影像可以经由网路或 BNC 方式存取。语音模块的主要功能是通过接入系统语音平台,实现与地面调度中心对话,同时也可以进行广播或随意选择会议录音文件、其他音频文件的播放^[2,3]。

1.3 环境传感器信号采集模块

该模块的主要功能是对矿井火灾应急风门周围的重要监控点进行粉尘浓度、风速、温度的管理;通过对 CO、烟雾等环境敏感元件的采集和接入,可以对风门周围环境条件等进行实时监测。如果收集到的烟气、温度等环境信息超标,则会发出警报,并将其记录下来。

2 硬件及软件方案设计

2.1 硬件部分方案设计

硬件部分主要包括主控制器、传感器检测模块和视频监控系統。

2.1.1 主控制器选型

通过对控制需求的分析,可以确定 10 个需要的输入信号和 9 个输出信号,为了提高系统的性能,可以选用西门子 S7-200 系列的 PLC 和欧姆龙 CPM1A 系列 PLC。本文选用 CPU224PLC 为西门子 S7-200 系列。下表列出了输入信号分配的地址及功能^[4]。

2.1.2 传感器检测模块设计与选型

传感器检测模块是整个系统的最基本和关键环节,其控制效果取决于现场的风速、温度、烟雾浓度、粉尘浓度、CO 浓度等参数。为了确保精确控制风门的开合程度,对所需的传感器进行了详细的选择。同时,在 PLC 控制器的设计中,还会保留 2 个 RS485 接口,3 个 4 ~ 20mA 的电流或者 0 ~ 5V 的电压采集接口,以

表 输入信号 I/O 地址分配

编程 原件	输入 端子	电路器件	说明
输入 继 电 器	10.0	Go	A 门的“光感信号”开门按钮
	10.1	Yo	A 门的“遥感信号”开门按钮
	10.2	FJ	防夹红外检测信号
	10.3	AK	A 门开到位行程开关
	10.4	AG	A 门关到位行程开关
	10.5	JFW	A 门报警复位按钮
	10.6	SK	手动开门按钮
	10.7	SG	手动关门按钮
	11.0	FW	强制初始状态按钮
	11.1	BK	B 门开闭锁信号

保证其他的传感器能在后期需要时加装到系统中。

2.1.3 视频监控系统设计与选型

视频监控系统主要由视频采集装置和远程监控中心控制单元组成。矿井下的视频采集设备选用 KBA115 矿用隔离光纤摄像机,整个仪器采用不锈钢结构,具有防腐、防尘、防水等特点,具有较高安全性。同时配有一台单通道的视频光端机,通过光纤进行视频传送。

2.2 软件部分方案设计

该系统使用了 STEP7V5.5 程序,程序设计采用了阶梯图形的方法。对各个子程序进行了模块化,划分成了主要的主程序和各个子程序,利用主程序对子程序进行调用,实现了高效控制。主要内容有环境检测子程序、风门自动开启和关闭子程序、声光报警子程序;包括 LCD 子程序、风门开度调节子程序、RS485 通讯子程序等。图 2 是自动开启和关闭阀的程序流程图。本系统使用三套红外感应器和两套位置感应器,其中两套红外感应器分别位于两个风门的外侧,一套在两个风门之间,两套位置感应器分别安装在两个风门内部。首先,在挡板的外面会形成一张探测网络,无论从哪个方向通过,无论是行人或车辆,都会在第一时间将信息传递到控制装置上。在阻尼器内部安装位置传感器,距阻尼器 3m,对阻尼器的开启和关闭进行实时监测。在实际巷道环境中,A、B 两个阀之间存在着闭锁关系,如果 A 门内测位置传感器探测到信号时 B 门未正确关闭,A 门不能打开,因为 A 和 B 两个闸门是相互锁定的,所以 B 门必须在完全闭合的状态下才能打开。也就是说,B 门的关闭位置,将直接影响到下一扇风门的打开与否,这种闭合关系可以避免 A、B 两扇门同时打开所造成的漏风问题,从而保证矿井的安全。该自动控制风门的结构见图 3。

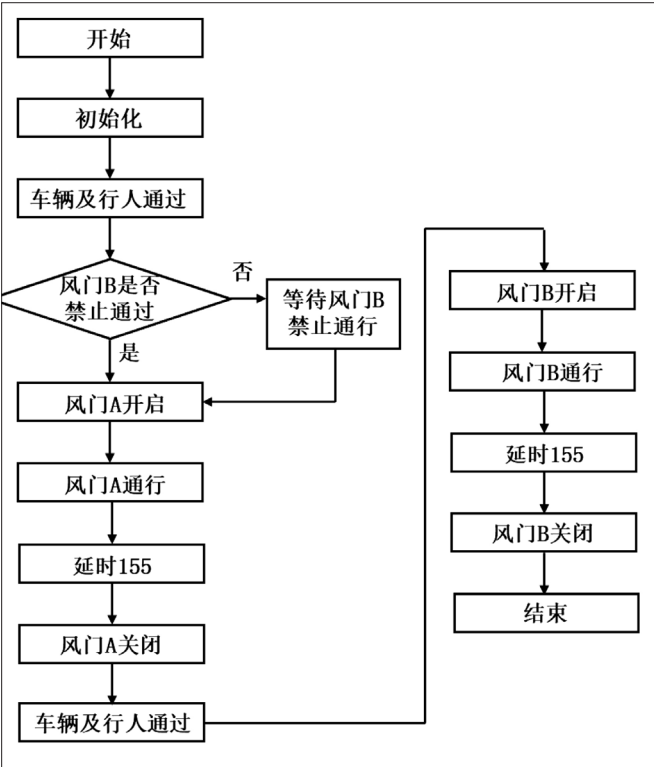


图 2 风门自动控制系统流程图

3 结语

煤矿井下开采工作条件复杂，存在着多种潜在危险因素，给煤矿的资源 and 工人带来了巨大的威胁。通过智能自动风门系统，实现了风门的远程自动控制，既能提高工作面的自动化水平，又能实时监测矿井的风流等环境，减少了接触式传感器的损坏概率，增加了其可靠性，为煤矿的抗灾减灾和煤矿的安全生产提供了保障。

参考文献：

[1] 于杰．井下自动防火风门监控系统设计研究[J]．

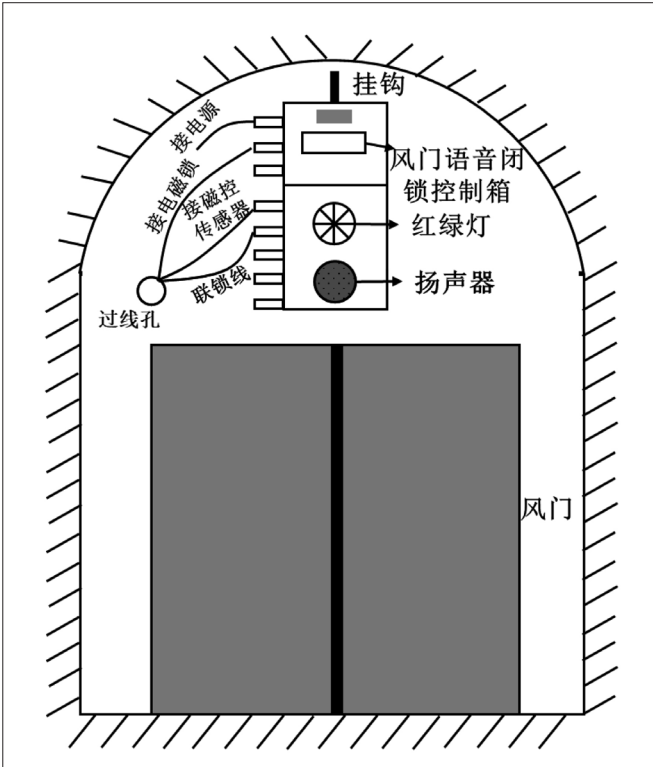


图 3 自动控制风门结构

机械管理开发,2022,37(08):267-269.
[2] 张寅伟．矿井主通风机防冻风门的设计与应用研究[J]．山东煤炭科技,2022,40(06):146-147+150.
[3] 司海波．智能采煤工作面自动风门系统的设计[J]．机械管理开发,2021,36(11):246-247+254.
[4] 刘嘉鑫．基于PLC的矿井风门自动控制系统研究和设计[J]．机械管理开发,2021,36(05):193-194+266.

作者简介：周新义（1979.01-），男，汉族，山东滕州人，本科，工程师，研究方向：矿山一通三防管理。