

附件 2

# 粉尘涉爆企业安全生产风险监测预警 数据采集技术指南（试行）

2023 年 4 月

# 粉尘涉爆企业安全生产风险监测预警 数据采集技术指南（试行）

## 一、总则

本指南旨在指导工贸行业粉尘涉爆企业安全生产风险相关监测数据的采集，包括除尘系统及其控制系统的辨识、感知数据的选择、数据采集方式的选择以及传感器安装等。

本指南适用于工贸行业粉尘涉爆企业安全生产相关基础数据、感知数据的采集接入。

## 二、编制依据

《工贸行业粉尘涉爆企业安全生产风险监测预警系统数据接入规范》

《工贸行业重大生产安全事故隐患判定标准（2017版）》  
（安监总管四〔2017〕129号）

GB/T 12476.3-2017 可燃性粉尘环境用电气设备

GB 15577-2018 粉尘防爆安全规程

GB/T 15604-2008 粉尘防爆术语

GB 50058-2014 爆炸危险环境电力装置设计规范

AQ 4272-2016 铝镁制品机械加工粉尘防爆安全技术规范

AQ 4273-2016 粉尘爆炸危险场所用除尘系统安全技术规范

## 三、基本要求

对粉尘涉爆企业除尘系统等设备设施开展安全生产风险数据采集前，应消除相关的事故隐患。

应根据《工贸行业粉尘涉爆企业安全生产风险监测预警系统数据接入规范》（以下简称《接入规范》）明确需要采集的参数。

涉及除尘系统安全改造、传感器安装等作业，应按照动火、有限空间等相关作业规定实施，落实安全操作规程和防护措施。

安装于爆炸性危险场所的电气设备应按照《可燃性粉尘环境用电气设备》（GB 12476.3-2017）和《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058-2014）进行选型和规范安装。

由第三方进行安装实施的，应明确验收标准和安全责任，确保感知数据采集接入的安全性和稳定性。

#### 四、除尘系统

除尘系统是指由吸尘罩、风管、除尘器、风机及控制系统组成，用于捕集气固两相流中固体颗粒物的系统。除尘系统种类繁多，按其分布规模，可分为单机式除尘器和集中除尘系统；按除尘方式，可分为干式除尘系统和湿式除尘系统。

干式除尘系统的工作原理如下：含尘气体由进风管进入过滤室，较粗颗粒直接落入灰仓，含尘气体经过滤元件（如滤袋、滤筒），粉尘被阻留于过滤元件表面，洁净气体经过滤元件进入净气室，由风机排入大气。当过滤元件表面的粉尘不断增加，程控仪开始工作，逐个开启脉冲阀，使压缩空气通过喷口对过滤元件进行喷吹清灰，进而使过滤元件突然膨胀，在反向气流的作用下，浮于表面的粉尘迅速脱离元件落入灰仓，由卸灰阀排出。必要时，通过输灰装置运送至集尘仓。典型的干式除尘系统示意图见图 1。

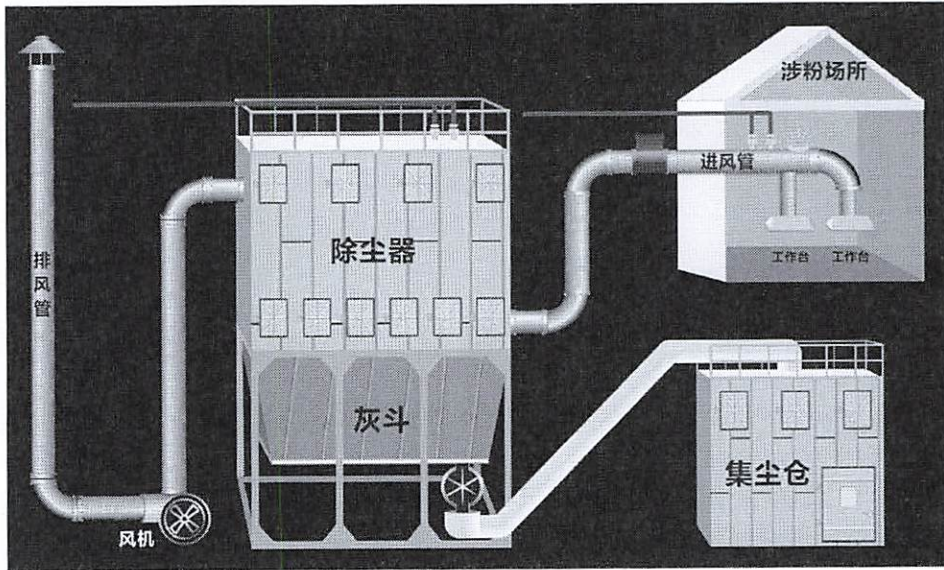


图 1 干式除尘系统示意图

湿式除尘系统的工作原理如下：使含尘气体与水密切接触，利用水滴和粉尘颗粒的惯性碰撞或者利用水和粉尘的充分混合作用捕集粉尘颗粒达到除尘效果。湿式除尘器的种类很多，包括喷淋式、旋流式和文丘里湿式等，可根据粉尘特性、气体浓度、湿度、粘度、捕集效率等来进行选择。典型的湿式除尘系统示意图见图 2。

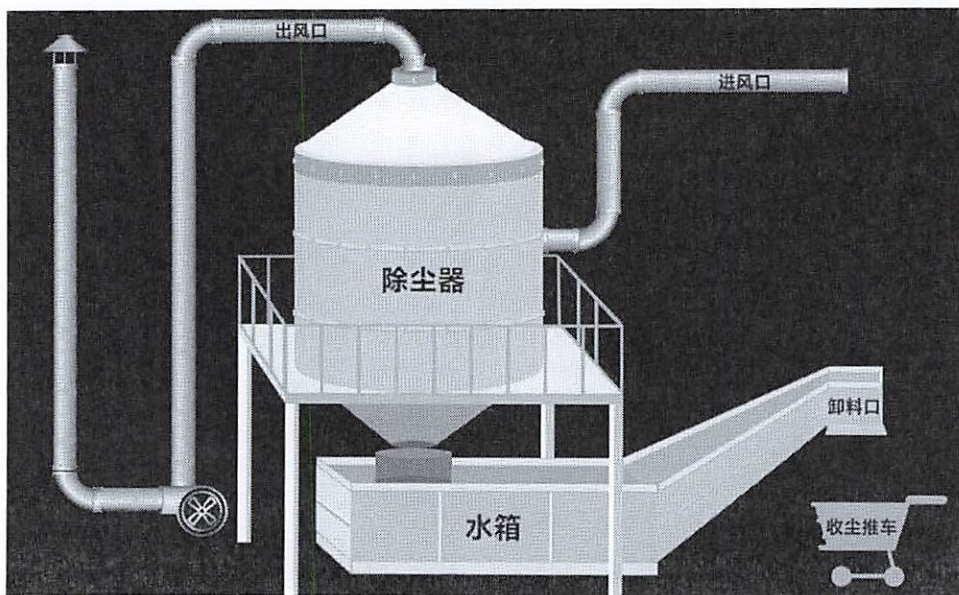


图 2 湿式除尘系统（喷淋式）示意图

本指南根据《接入规范》中的要求，主要针对干式、湿式两类除尘系统提供数据采集接入技术指导，其他类型除尘系统可参考执行。

## 五、控制系统

除尘系统控制系统用于保障除尘系统稳定运行，可实现风机、脉冲清灰、阀门、喷淋等部件的运行控制，以及温度、风压差、脉冲压力、水流量、液位等运行参数的监测记录，并具备联锁报警、紧急停车等安全控制功能。功能完善的控制系统配有触摸屏，便于操作控制，其安全功能要求参见《粉尘防爆安全规程》（GB 15577-2018）和《粉尘爆炸危险场所用除尘系统安全技术规范》（AQ 4273-2016）等标准规范。

控制系统通常可分为三大类：电路硬线回路型、单片机（PCB板）型、可编程逻辑控制器（PLC）型。各类控制系统基本功能如下：

**电路硬线回路型：**实现简单控制，利用数据记录仪等设备及其超限报警功能，通过电气回路实现对相关设备的联锁控制，实物示例见图3。

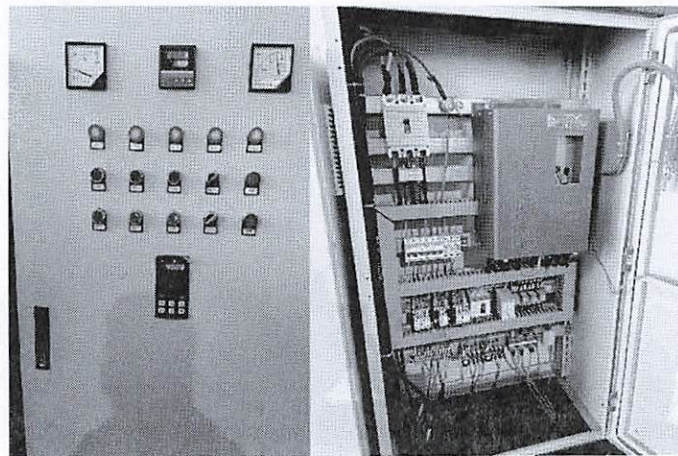


图3 电路硬线回路型控制系统

**单片机（PCB板）型：**可实现比较复杂的逻辑控制，但设计定型后扩展性较差，难以变更，常见于量大且功能固定的设备（如火花探测和熄灭系统的控制柜），集成度高，功能单一，设备小巧。实物示例见图4：

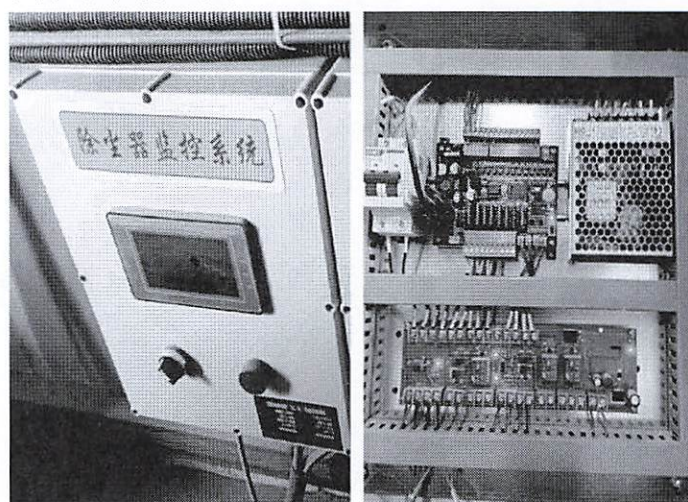


图4 单片机型控制系统

**可编程逻辑控制器型（以下简称“PLC”）：**可实现复杂的逻辑控制，且控制逻辑可根据需求变更，灵活性强，近年来粉尘涉爆改造大多采用该方式。但不同品牌的PLC采用不同的编程软件、不通用，且不同的PLC功能不一样，可拓展能力差异大。实物示例见图5：

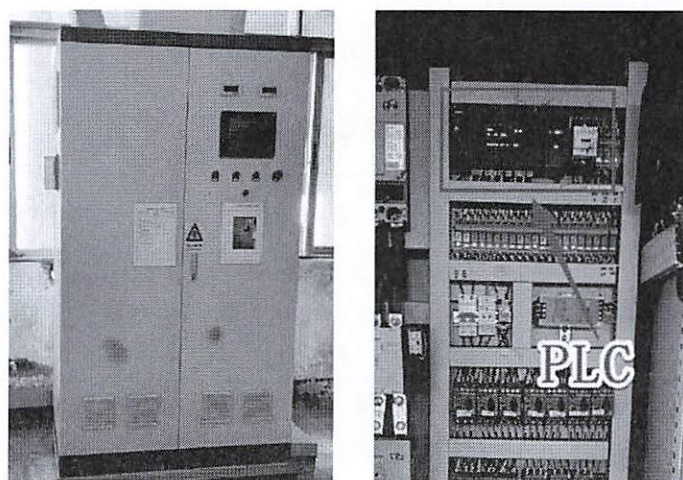


图5 PLC型控制系统

## 六、感知数据

### 1. 概述

按照《接入规范》的要求，对除尘器的感知数据进行实时采集接入，主要接入的数据包括干式除尘系统灰斗内部温度、进出口风压差、锁气卸灰故障信号以及湿式除尘系统水箱水位、水循环管路水流量等关键安全参数。根据风险分级需要，将感知数据分为三类：

(1) 必选参数：所有企业强制必须接入的信号，若现场无信号，需改造后接入系统；

(2) 条件性必选参数：如有砂光等相关工艺，则必须接入相关信号，如无相关装置或信号，需改造接入系统；

(3) 可选参数：企业若有相关装置需接入信号，如无相关装置，则不强制新增装置。

不同类型的除尘工艺参数选择不同，应按照“2.参数选择”要求选择相应的参数进行采集接入。

### 2. 参数选择

对于干式除尘系统，应按照表 1 所列要求选择相关参数采集接入，此类工艺系统及安装点位说明见图 6。

表 1 干式除尘系统关键安全参数表

序号	参数名称	参数来源	参数类型	是否必选
1	除尘系统启停信号	表征除尘器是否处于运行状态的点位，例如除尘系统控制柜开关按钮、运行指示灯、风机电路电流表。	开关量	必选
2	除尘器进出风口压差	风压差传感器，传感器的两个引压口分别位于滤袋前后。（用于风险预警模型，暂不作具体指标报警和处置要求）	模拟量	必选

序号	参数名称	参数来源	参数类型	是否必选
3	锁气卸灰故障信号	表征锁气卸灰连续工作的指标，例如采用接近传感器监测旋转阀的转动或双插板阀周期性交替开闭。	开关量	必选
4	除尘器灰斗温度	安装于除尘器灰斗位置的温度传感器	模拟量	必选
5	爆炸防控措施失效信号	惰化装置料位或重量传感器/抑爆装置压力传感器/气体氧浓度监测仪等	开关量	可选
6	除尘器灭火装置有效性信号	灭火装置压力传感器，例如喷淋水压、惰性气体压力	模拟量	可选
7	泄爆装置失效信号	除尘器泄爆装置断发线	开关量	可选
8	隔爆阀自锁反馈信号	除尘器进风管隔爆阀阀瓣位置传感器、角度传感器。	开关量	可选
9	过滤器清灰气源压力	监测脉冲喷吹气压的压力传感器	模拟量	可选

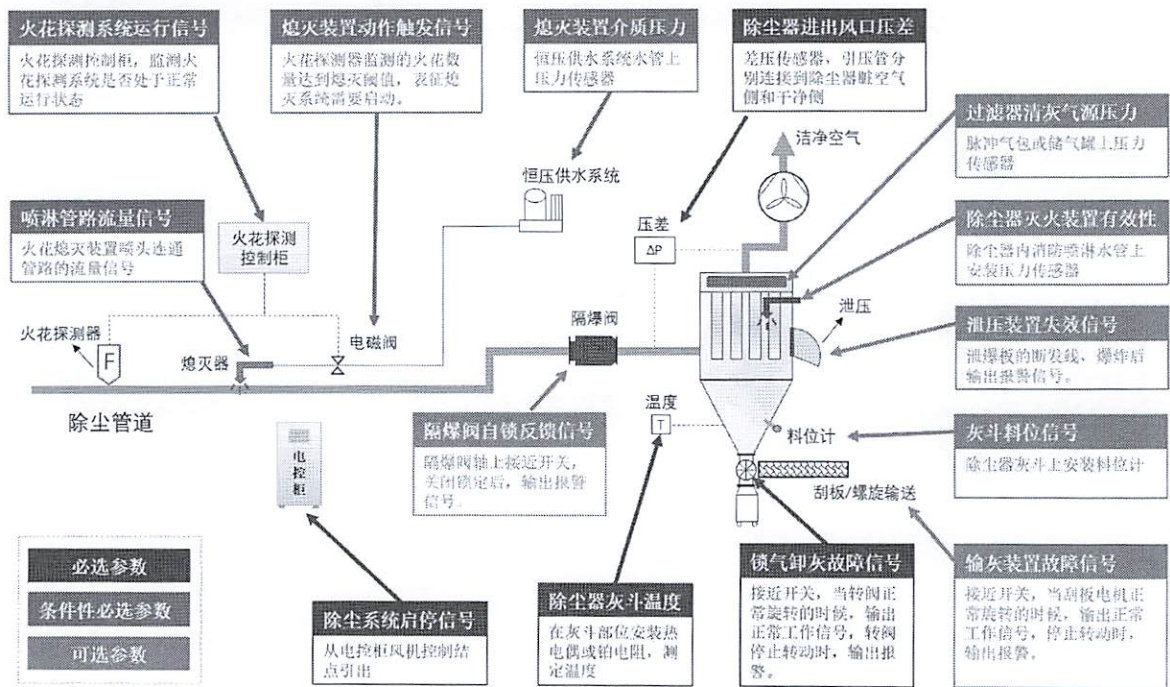


图 6 干式除尘系统工艺及安装点位示意图

对于湿式除尘系统，应按照表 2 所列要求选择相关参数采集接入。湿式除尘系统工艺系统及安装点位说明见图 7。



表 2 湿式除尘系统关键安全参数表

序号	参数名称	参数来源	参数类型	是否必选
1	除尘系统启停信号	表征除尘器是否处于运行状态的点位，例如除尘系统控制柜开关按钮、运行指示灯、风机电路电流表。	开关量	必选
2	水箱水位信号	水箱水位传感器	模拟量或开关量	必选
3	喷淋水流量	喷淋式除尘器水循环管路流量计。(必选条件：喷淋式除尘器)	模拟量或开关量	条件性必选
4	金属粉储存场所氢气浓度信号	高镁金属粉尘堆积处氢气探测器。(必选条件：高镁粉尘存放于半密闭空间)	模拟量或开关量	条件性必选
5	过滤水压力	过滤水池出水管水压传感器	模拟量	可选

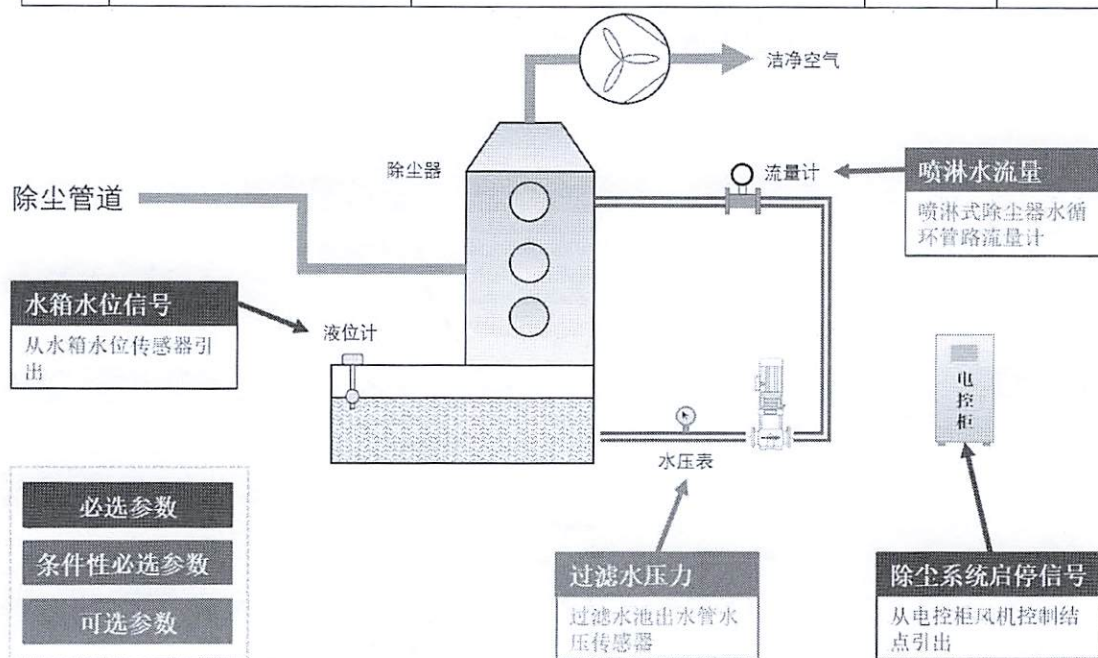


图 7 湿式除尘系统工艺及安装点位示意图

对于特定粉尘的除尘系统，除表 1 和表 2 表中基本参数外，还应按照表 3 选择相关参数采集接入。

表 3 特定粉尘除尘系统关键安全参数表

序号	参数名称	参数来源	参数类型	是否必选
<b>木粉尘</b>				
1	火花熄灭装置动作触发信号	砂光、研磨、粉碎机进风口管道处火花探测器监测的火花数量达到熄灭阈值，表征熄灭系统需要启动	开关量	条件性必选
2	火花熄灭装置喷淋水压/水蒸气压力	火花熄灭装置喷头连通管路的压力传感器，表征熄灭介质的压力是否满足要求	模拟量	条件性必选
3	火花熄灭装置喷淋管路流量信号	火花熄灭装置喷头连通管路的流量信号，表征熄灭装置启动后，是否有水流通过	开关量	条件性必选
4	火花探测系统运行信号	火花探测控制柜，监测火花探测系统是否处于正常运行状态（对于无该信号的设备，取通电状态信号）	开关量	条件性必选
5	灰斗料位信号	灰斗料位计报警信号	开关量	可选
6	输灰装置故障信号	刮板、螺杆等输灰装置电机故障信号	开关量	可选
<b>静电喷涂粉尘</b>				
7	火焰探测器报警信号	喷涂粉房火焰探测器	开关量	可选
<b>饲料等农副产品加工粉尘</b>				
8	输灰装置故障信号	刮板、螺杆等输灰装置电机故障信号	开关量	可选
9	斗提机打滑、跑偏报警信号	斗提机打滑、跑偏连锁报警信号	开关量	可选

## 七、采集方式

### 1. 概述

实现感知数据的采集，有多种不同技术手段，总体上可分为两类：一种是新增数据采集装置的方式，一种是基于已有设备改造的方式。

为便于企业开展感知数据采集和接入工作，本指南针对上

述两种方式阐明感知数据规范化接入的实施要点，为企业快速完成数据采集提供参考。企业可参考图 8 选择相应的数据采集接入方式。其他符合《接入规范》技术要求的采集方式可参考本指南。

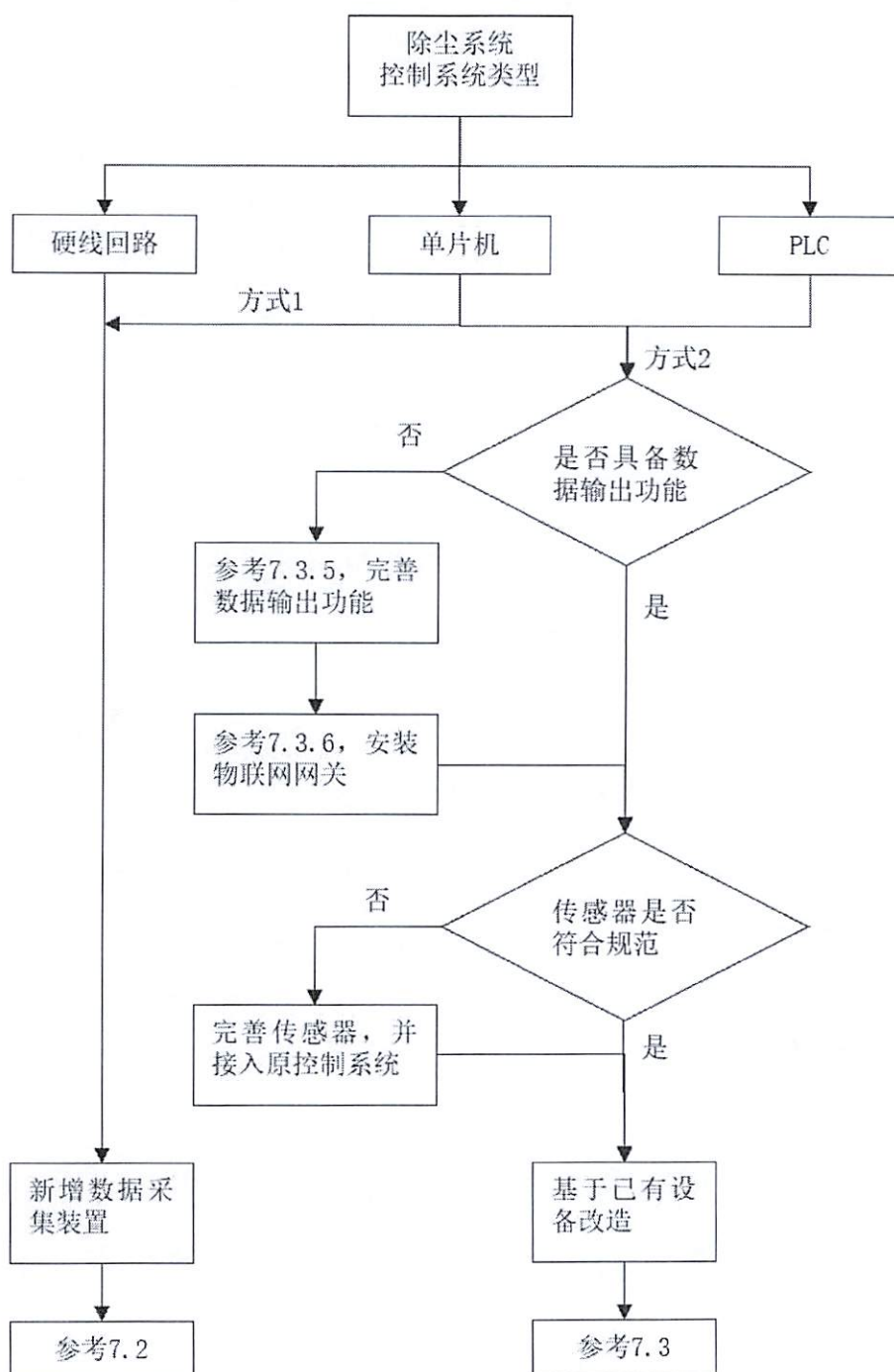


图 8 采集方式选择路线图

## 2. 新增数据采集装置的方式

### 2.1 方法介绍

该方法不依赖于原有控制系统及传感器，通过新增数据采集装置的方式完成感知数据的采集和传输，适用范围较广，尤其是企业除尘系统电控线路不清、传感器选型不当或缺失、控制系统数据交换功能不足等不利条件下的感知数据接入。

新增的数据采集装置由“数据采集终端”和“配套传感器”组成，数据采集终端具备数据感知、处理和传输功能，能够连接配套传感器，传感器应符合《接入规范》的要求，并通过无线 4G、互联网以及政务专线等形式完成数据传输。

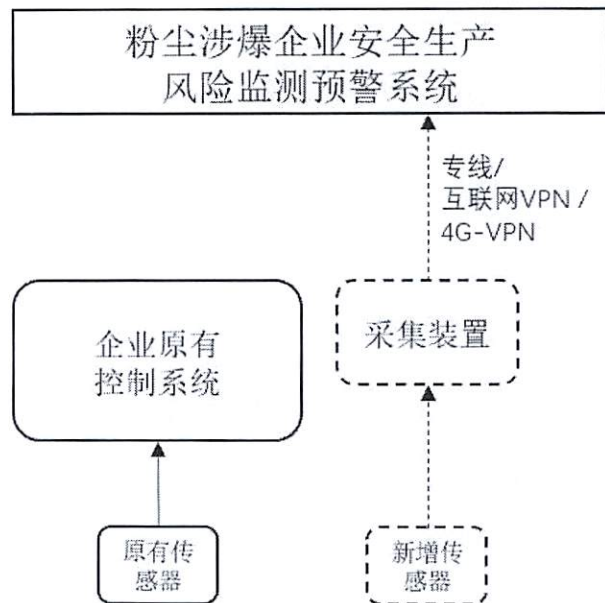


图 9 技术路线示意图

数据采集终端示例见图 10。

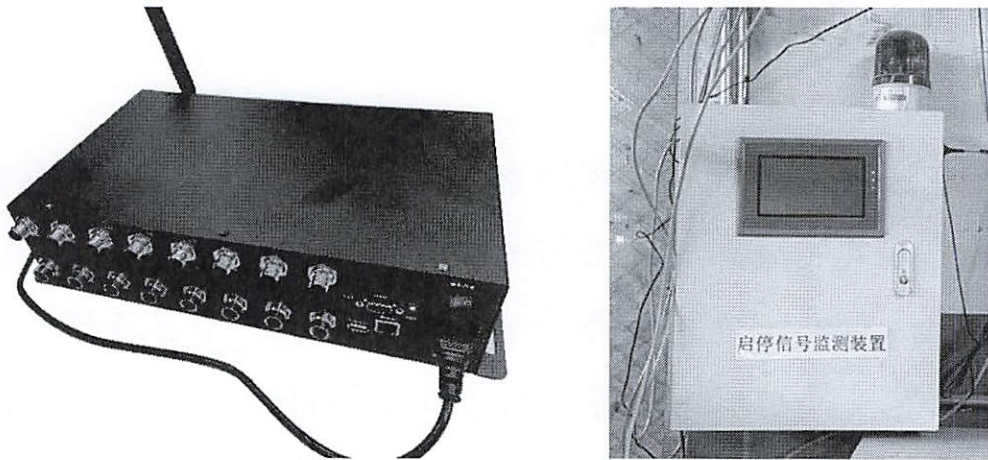


图 10 数据采集终端示例

## 2.2 适用性

该方式不依赖于原有控制系统，集数据采集传输接入功能于一体，适用于绝大多数工况。

新增的配套传感器所采集数据与原除尘系统完全隔离，不影响原除尘器控制系统，有条件的企业可参照本指南完成安装。

## 2.3 实施步骤

采用该方式进行数据采集可按照以下步骤实施：

- 1) 选择合适的数据采集终端和配套传感器；
- 2) 参考本节完成数据采集终端的安装；
- 3) 参考“4.传感器选型及安装参考”完成配套传感器选型和安装，并通过线缆连接至数据采集终端；
- 4) 开机调试，参考“5.数据确认”确认数据质量。

数据采集终端应安装于合适的位置，宜选择相对干燥洁净区域，例如除尘系统控制柜附近。如采用无线 4G 传输数据，应确认拟安装位置的网络信号情况，周围无电磁干扰；如遇到网络不佳的情况，优先选用有线网络（如宽带或专线）进行数据

传输。采集装置安装示例见图 11。

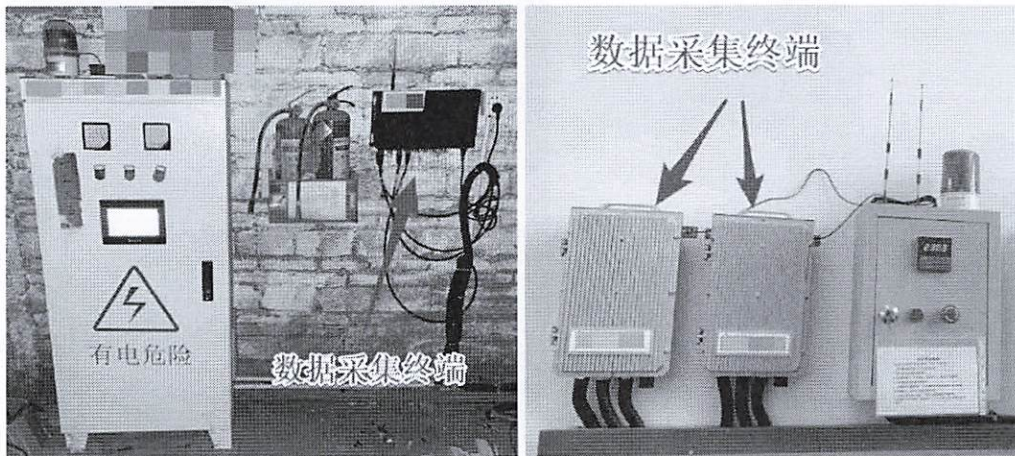


图 11 数据采集终端安装示例

### 3. 基于已有设备改造的方式

#### 3.1 方法介绍

该方法基于企业原有控制系统进行改造。

企业应参照《接入规范》的要求检查传感器是否符合规范要求，缺失或不符合规范要求的传感器应新增或替换。通过控制系统的通讯端口，读取程序中的各个相关数据参数，实现数据采集。

企业的控制系统应具备数据交换输出功能，例如 RS-485 输出。

企业需新增物联网网关将采集数据接入监测预警平台，物联网网关应符合地方应急管理局整体网络接入要求、数据对接接口要求。具体要求请在新增前，咨询地方应急管理局。

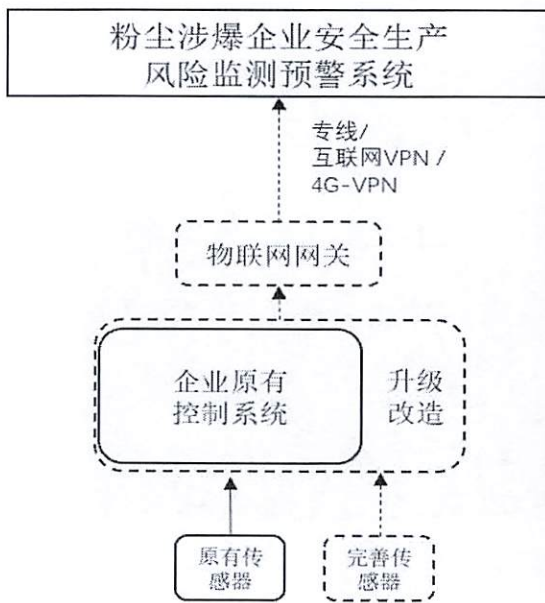


图 12 技术路线示意图

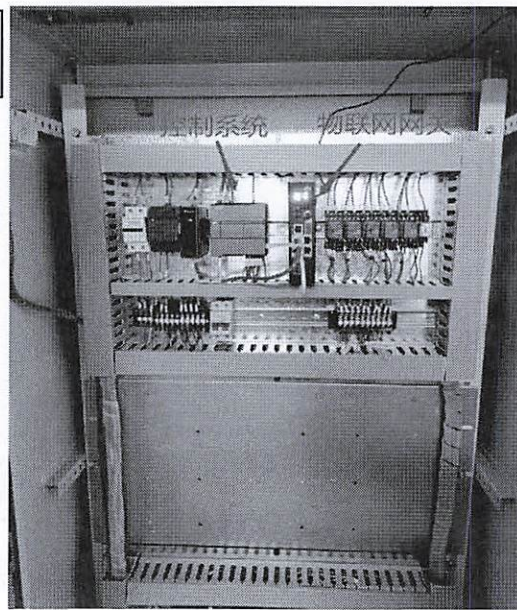


图 13 控制系统数据采集示意图

### 3.2 适用性

该方式适用于企业除尘系统感知数据已由控制系统采集汇聚的情况。如不具备该条件，宜由控制系统原厂商实施改造，完成数据采集汇聚。

### 3.3 实施步骤

采用该方式进行数据采集可按照以下步骤实施：

- 1) 参考第 3.4 节改造除尘系统感知设备；
- 2) 参考第 3.5 节改造控制系统；
- 3) 参考第 3.6 节安装物联网网关；
- 4) 开机调试，参考“5.数据确认”确认数据质量。

### 3.4 除尘系统感知设备改造

企业需按照《接入规范》中的要求，对除尘系统已有监测感知参数进行自查，对于监测感知传感器不完善，安装点位错误，数据不稳定的除尘系统，应按照“4.传感器选型及安装参考”

安装相应的传感器，并连接至原有控制系统。除尘系统在改造时需要符合《粉尘防爆安全规程》（GB 15577-2018）和《粉尘爆炸危险场所用除尘系统安全技术规范》（AQ 4273-2016）等粉尘防爆安全标准要求。

### 3.5 控制系统改造

对控制系统改造前，应参考第五章确认控制系统种类，选择适配的改造方案。各类控制系统的改造方法如下文所列。

#### （1）PLC 型控制系统改造

首先，应核查控制系统 PLC 的输出功能，确认是否具备以下功能：

PLC 内的传感数据经过组态和输出编程；

PLC 硬件上具备至少一个空余的 RS485 输出接口，如图 14 所示；

PLC 输出协议符合工业通用协议 Modbus-RTU。

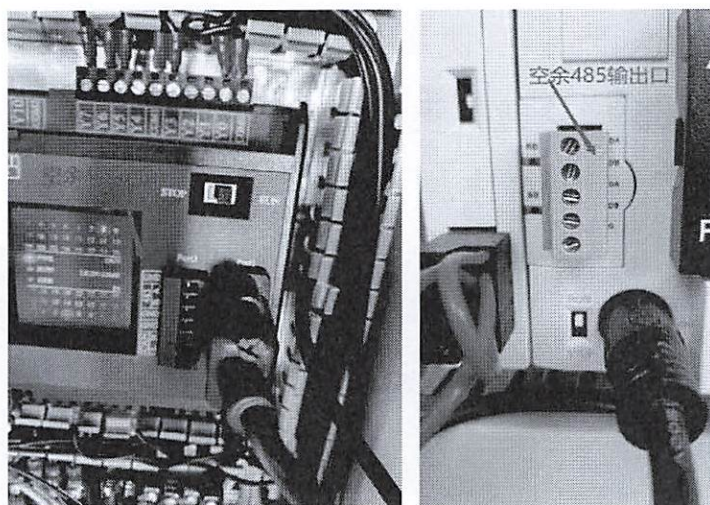


图 14 PLC 的 RS485 输出接口示例

不符合要求的 PLC 系统，需根据不同情况进行改造。对于传感数据未进行组态和输出编程的 PLC，分下列情况进行改造：



1) 原有 PLC 内程序支持重新组态编程的。请原 PLC 编程厂家或自控编程厂家对原有 PLC 程序进行补充编写，将新增的传感数据编写至 PLC 输出程序内；

2) 原有 PLC 内程序不支持重新组态编程或原程序编程厂商无法支持的，尽量在原 PLC 模块硬件基础上重新编程；

3) 对于上述方式均不支持的，应更换 PLC 主模块后重新编程，或参考“2.新增数据采集装置的方式”采用新增数据采集装置的方式。

对于控制系统硬件上不具备空余 RS485 输出接口的 PLC，分下列情况进行改造：

1) 原有 PLC 上无 RS485 输出接口。根据 PLC 的可扩展情况来进行改造，支持在原硬件上拓展输出接口的 PLC，通过采用新增扩展通讯板或扩展通讯模块的形式新增 RS485 输出接口（示例见图 15）。不支持在原硬件上扩展输出接口的 PLC，可以利用 PLC 原有通讯接口，使用外接接口转换模块进行扩展（例如 RS232 转 RS485 接口转换模块等，示例见图 16）。上述方式均无法解决的可更换 PLC 主模块；

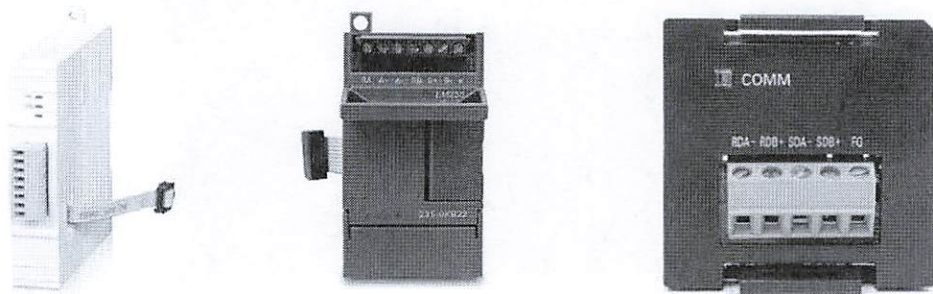


图 15 PLC 的 RS485 输出扩展模块示例



图 16 接口转换模块示例

2) 原有 PLC 上有 RS485 输出口, 但是已被占用。查看与 RS485 输出口通讯的设备, 向设备厂家咨询是否可以将通讯改至 PLC 的其他输出接口或与电控柜内的其他设备通讯以实现同样效能。无法技改的参照无 RS485 输出口的改造方式。

对于输出协议不符合 Modbus-RTU 协议的 PLC, 分下列情况进行整改:

1) 对于原 PLC 支持协议修改的, 请原 PLC 编程厂家或自控编程厂家对输出协议进行调整;

2) 对于原 PLC 不支持协议修改的, 采用协议转换模块进行协议转换;(如 Modbus-TCP 转 RTU 模块, Profibus 转 Modbus 模块等)

3) 对于上述方式均不支持的, 应更换 PLC 主模块后重新编程, 或参考采用新增数据采集装置的方式。

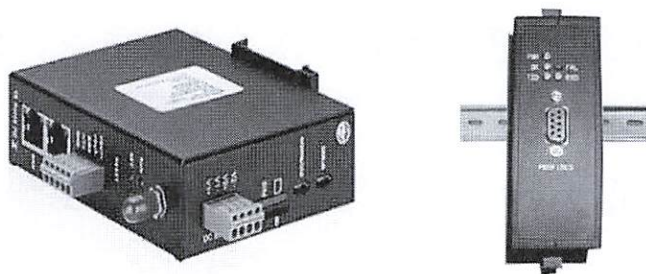


图 17 几种常见的协议转换模块

## (2) 单片机型控制系统改造

首先，应对自有单片机的输出功能进行检查。单片机需要具备的能力如下：

单片机内的传感数据经过组态；

单片机硬件上具备一个空余的 RS485 输出接口；

单片机输出协议符合工业通用协议 Modbus-RTU。

不符合要求的单片机型控制系统，需根据不同情况进行改造。对于原单片机硬件支持修改或扩展的，在原单片机上对输出程序进行扩展和修改；对于原单片机硬件不支持修改或扩展的，采取更换符合输出要求单片机 PCB 板，或参考“2. 新增数据采集装置方式”采用新增数据采集装置方式。

### （3）硬线回路型控制系统改造

采用硬线回路式控制系统的除尘系统，通常不具备数据输出功能，建议企业将现有控制回路升级为符合规范的 PLC 控制系统或采用“2.新增数据采集装置的方式”技术路线。

## 3.6 物联网网关安装

物联网网关是连接企业感知数据网络和通讯网络的媒介，用于将企业侧采集数据传输接入至风险监测预警平台，需要具备以下几点基本功能：

1) 根据地方应急管理局的整体网络接入要求、数据对接接口要求，选择网关；

2) 数据接入能力，可以将除尘系统的感知数据通过 RS485 接口，采集至物联网网关中，并将数据通过 4G、互联网、专线网络等网络传输至管理平台；

3) 协议转换功能，可以将感知数据的 Modbus 协议，转换

为统一的实时数据和信令。

物联网网关宜安装在干燥、洁净的环境下，避免强电磁干扰。数据接入端使用有线\无线形式与控制系统相连，通讯端使用 4G-VPN 网络或者有线网络进行数据转发。

#### 4. 传感器选型及安装参考

按照第六章“2.参数选择”需要采集的感知数据要求，根据除尘器类型和粉尘类别，结合数据采集方式，确定需要新增或改造的传感器。按照工艺情况和传感器安装要求，完成感知数据传感器的部署。以下为常见工况的安装示例。

##### (1) 除尘系统启停信号

表征除尘器是否处于运行状态的点位，例如除尘系统控制柜开关按钮、运行指示灯、风机电路电流表。

图 18 显示了从电控柜启动按钮获取除尘系统开机信号，通过继电器感知启停状态。

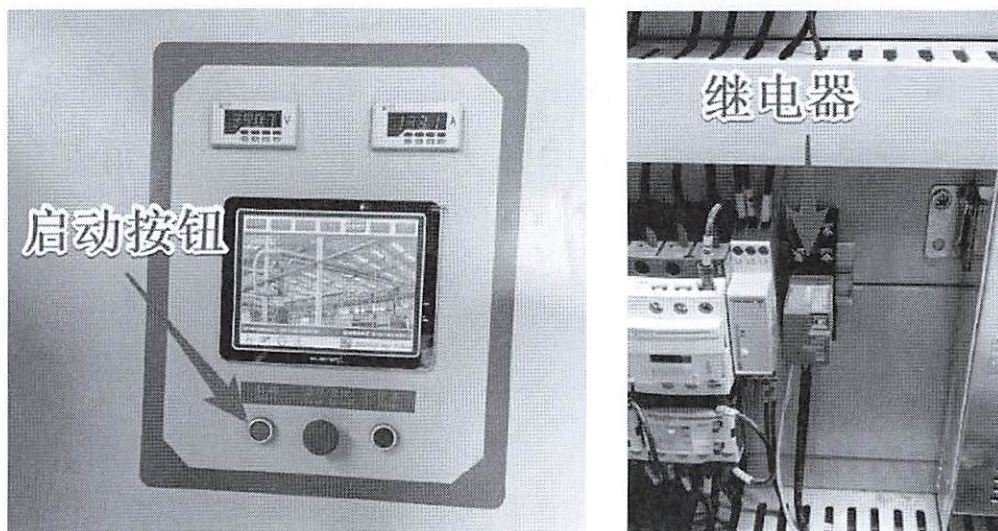


图 18 从启动按钮感知启停

图 19 显示了通过风机供电线缆上的电流感知启停状态。采用该方式应确定合理的阈值，将模拟量转化为能够表征启停的

开关量信号。

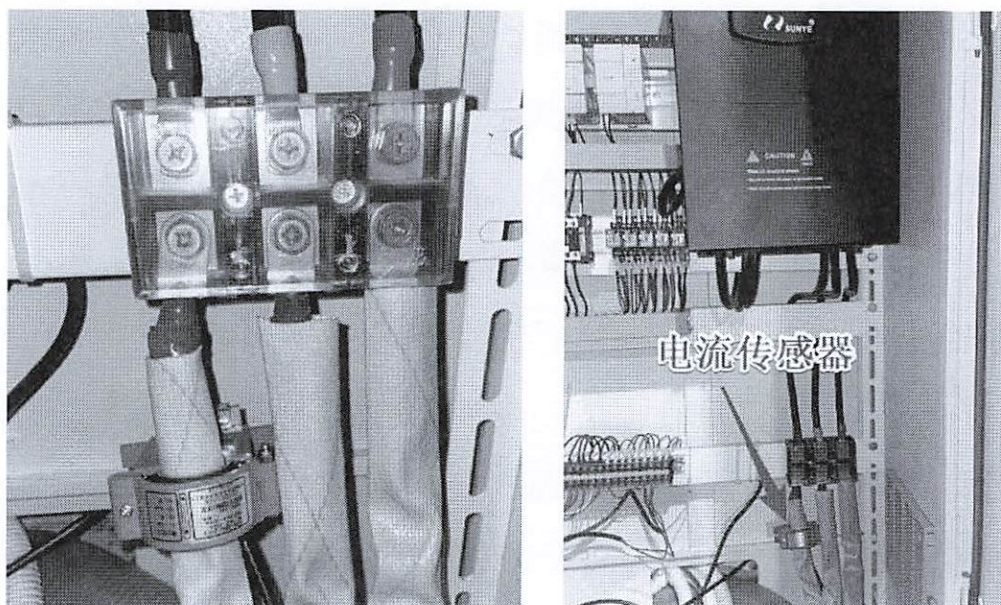


图 19 从风机电流感知启停

## (2) 进出风口压差

进出风口压差表征过滤式除尘器过滤元件前后的压力差，通过安装风压差传感器采集该数据，传感器的两个引压口分别位于进、出风管道的直管段或除尘器过滤装置两侧。宜选用压差计，通过两个引压管连接至进、出风管道或箱体上适当位置，避免采用进风口压力和出风口压力相减的方式。图 20 显示了进出风口压差安装示例。

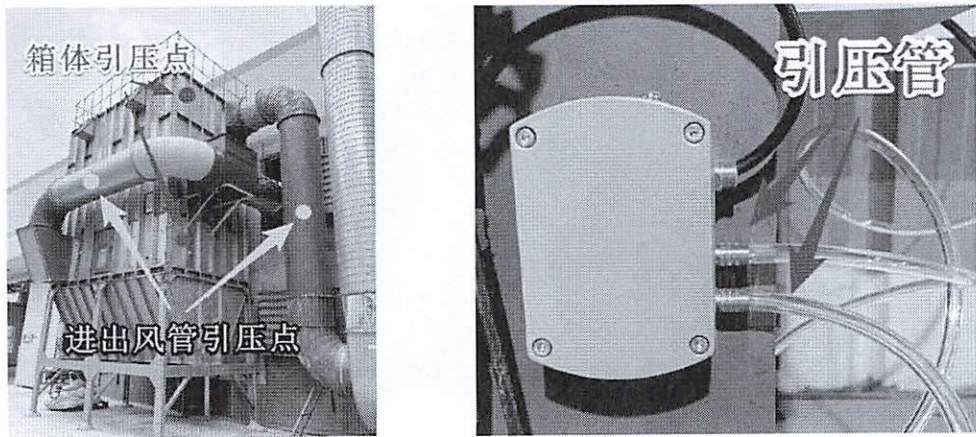


图 20 风压差传感器示例

### (3) 锁气卸灰故障信号

锁气卸灰故障信号表征锁气卸灰阀是否连续工作，例如采用接近传感器监测旋转阀的转动或双插板阀周期性交替开闭。

锁气卸灰装置安装于灰斗卸料位置，图 21 显示了旋转阀式装置的故障信号监测示例。



图 21 锁气卸灰故障监测示例

### (4) 除尘器灰斗温度

除尘器灰斗温度用于监测易于产生粉尘累积位置的灰斗内温度，通常采用热电偶或铂电阻等温度传感器，安装于除尘器主体灰斗位置。图 22 显示了灰斗温度安装示例。

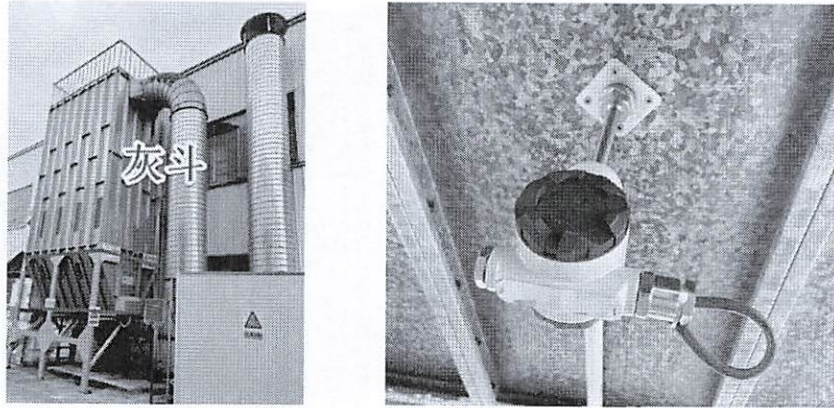


图 22 灰斗温度安装示例

### (5) 喷淋水流量

水流量表征了喷淋式除尘器水循环管路是否持续有足够的水流，通常采用流量计或流量开关监测，安装于连接喷淋头的供水管路。应根据工况选择合适的流量计或流量开关，例如热式、电磁式、涡轮式等。图 23 显示了水流量安装示例。

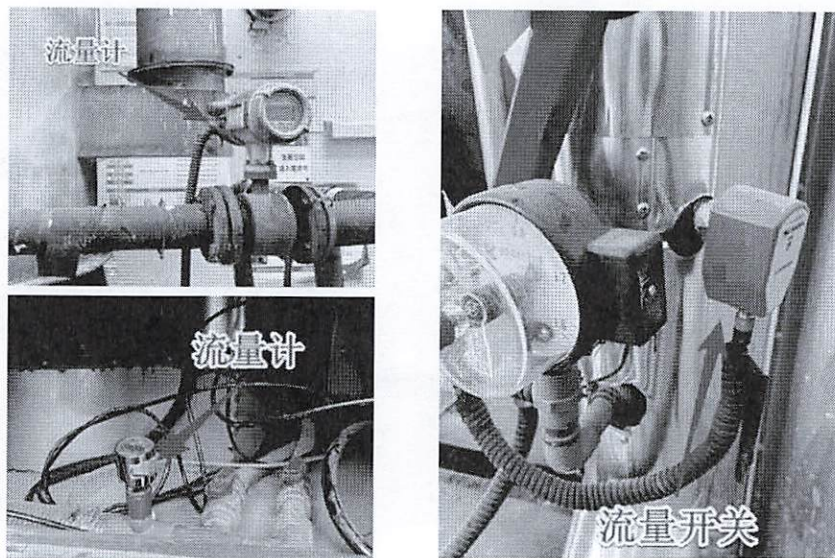


图 23 水流量计安装示例

### (6) 水箱水位信号

水箱水位信号表征了湿式除尘系统监测用于喷淋水储存的水箱是否满足除尘喷淋要求，通常安装于水箱上。应根据工况

选择合适的液位传感器。图 24 显示了水位信号安装示例。

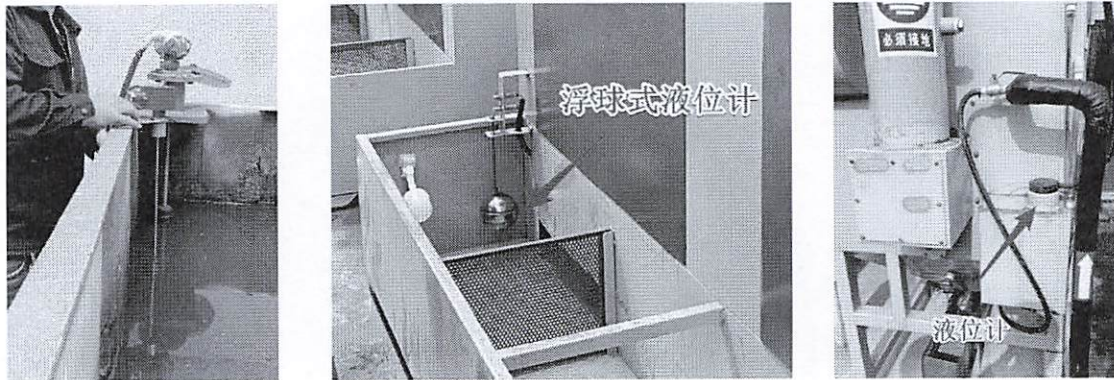


图 24 水位传感器安装示例

### (7) 火花熄灭装置动作触发信号

砂光、研磨、粉碎机进风口管道处火花探测器监测的火花数量达到熄灭阈值，表征熄灭系统需要启动。通常从火花探测控制柜的熄灭控制信号接出，见图 25。采集该信号前应咨询产品生产厂家的产品资料，以免损坏火花探测系统。

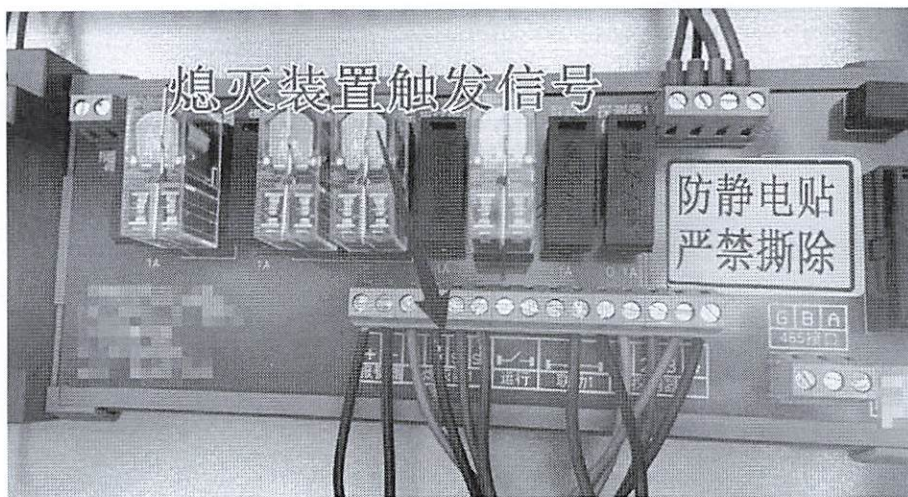


图 25 火花熄灭装置动作触发信号示例

### (8) 火花熄灭装置喷淋水压/水蒸气压力

火花熄灭装置喷淋水压/水蒸气压力表征用于熄灭管道火花的喷淋水压力，通常安装于与熄灭喷头相连的管路上，压力传



感器安装点与喷头之间不宜设置手动阀门，见图 26。



图 26 喷淋水压安装示例

#### (9) 火花熄灭装置喷淋管路流量信号

火花熄灭装置喷头连通管路的流量信号，表征熄灭装置启动后，是否有水通过。通常安装于与熄灭喷头相连的管路上，见图 27。

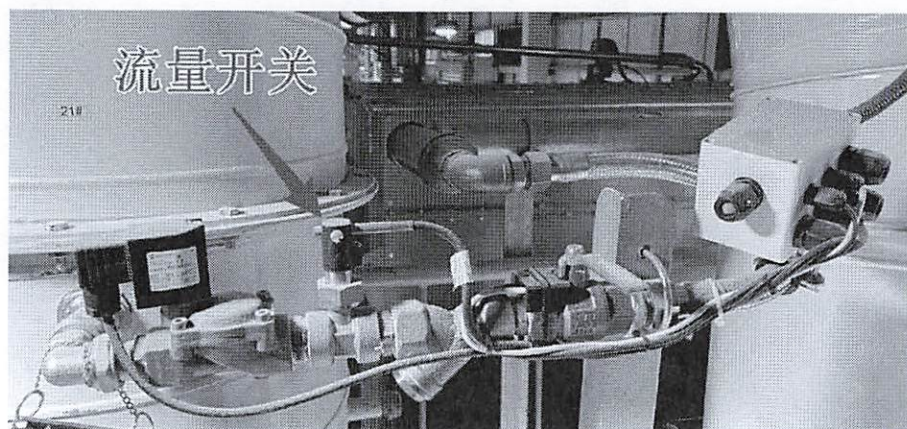


图 27 流量开关安装示例

## 5. 数据确认

安装完毕后，应在当地政府侧平台进行数据核验确认。核验内容包括以下项目：

- 1.感知数据监测是否在线；
- 2.除尘系统启停状态是否一致；

3.政府侧监测预警平台显示感知数据是否与现场一致，开关量数据应完全一致，模拟量数据应在误差范围内，不影响风险分级的准确性。