

工业除尘滤袋无线远程监控

一、工业除尘滤袋现状与需求

布袋除尘器作为目前使用最广泛的除尘器设备，结构简单，运行稳定，除尘效率高，在很多行业的车间除尘中都能见到。工业窑炉产生的烟尘也是我国主要大气污染源之一，也是环保部门重点关注的行业，环保标准要求严格，需要使用袋式除尘器来实现粉尘排放达标。

袋式除尘器滤袋堪称除尘器的核心，滤袋材料及质量的选用至关重要，它直接影响袋式除尘器的除尘效果。而大型除尘设备的滤袋，由于工艺及需求的不断提升，其制造成本也开始攀升。加上工作于高温密闭空间，其恶劣的工作环境，使其常年被工业废渣磨损、风机气压振动所导致的龙骨磨损、空气炮定时间的冲击磨损，及滤袋间的相互碰撞磨损，导致滤袋的破裂直接影响排放指标。

本文立足上述困难与问题，以 LPWAN 窄带物联网成熟技术 LORA，无线布设传感器监测点，连接各主体的采集信号。及时了解滤袋破损前的指标变化信息。并依靠积累的常态信息，建立数据模型，比较事故成立与其形成的差异过程，最终成立预警滤袋破损的判断指标。



二、系统架构

基于方案的系统构成，可划分为一个由感知层、网络层和应用层组成的 3 层体系，如图所示：

1) 感知层

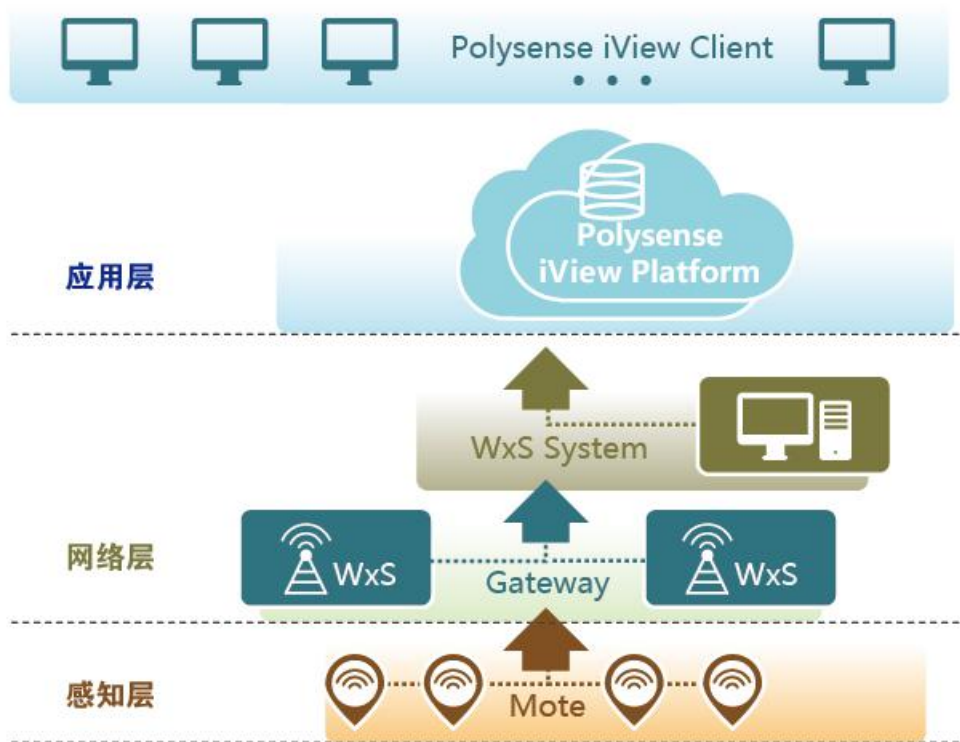
感知层包括置于工业除尘机械内部的各种传感器（如：温度传感器、振动传感器、气压传感器等），感知层的主要作用是感知和识别变化因素，采集并捕获实时信息。

2) 网络层

网络层包括无线网络接入物联网管理中心和信息中心，并利用网络的能力对海量信息进行智能处理的部分。也就是说网络层不但要具备网络的能力，还要提升信息采集处理的能力。同时，对海量的物联网提供的数据和信息进行分析处理，提升对监测方案的洞察力，实现真正的智能化。

3) 应用层

应用层是将物联网技术与事故判断的需求相结合，实现智能化应用的解决方案。通过应用层最终实现信息技术与大数据模型分析的深度融合，对事故判断的依据及发展具有关联的影响。



三、监测系统阐述

1. 执行分析

工业除尘滤袋的破损原因由以下原因导致：

- 1) 高温废渣由倾倒车辆或运输管道直接倾入除尘机械，其滤袋由于气流吸力，直接滞留废渣于滤袋内表体，致使高温直接传导滤袋，加上工业废渣在内测气流影响下，磨损内壁布袋组织，降低其使用寿命。

结论：需监测比较典型滤袋的完好与破损的温度差异。

- 2) 风机气压机的气流涌动，使得内部滤袋龙骨随气流走向频繁振动，而其振动所导致的龙骨外侧滤袋将与金属龙骨常年磨损。由于滤袋间隙很密集，所以也会让滤袋相互间形成常态磨损。

结论：需监测比较典型滤袋的气流走向及其气压变化。

- 3) 考虑到废渣在滤袋内的常态堆积，将启动定时定量的空气炮冲击，使其废渣下落至指定

位置，而其空气炮振动量也将使得滤袋再次磨损。

结论：需监测比较典型滤袋的空气炮振动影响及龙骨间常态振动的影响。

- 4) 一旦滤袋形成间隙破损，其恶劣的环境将加速其破裂的进程，直至废渣直接通过破裂口涌出滤袋，随气流导出除尘排风口。

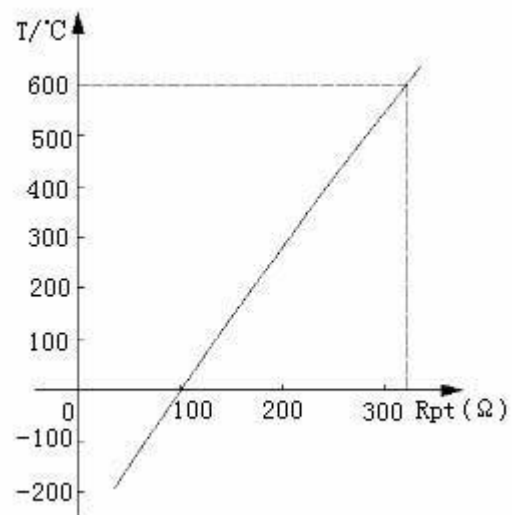
结论：需监测比较典型滤袋的间隙破损过程的趋势指标。



2. 检测技术描述:

1) 铂电阻高温监测

铂电阻是用很细的铂丝 ($\Phi 0.03 \sim 0.07\text{mm}$) 绕在云母支架上制成, 是国际公认的高精度测温标准传感器。因为铂电阻在氧化性介质中, 甚至高温下其物理、化学性质都非常稳定, 因此它具有精度高、稳定性好、性能可靠的特点。因此铂电阻在中温 ($-200 \sim 650^\circ\text{C}$) 范围内得到广泛应用。目前市场上已有用金属铂制作成的标准测温热电阻,



如 Pt100、Pt500、Pt1000 等。它的电阻—温度关系的线性度非常好, 温度关系曲线, 在 $-200 \sim 650^\circ\text{C}$ 温度范围内线性度已经非常接近直线。

Pt100 是电阻式温度传感器, 测温的本质其实是测量传感器的电阻, 通常是将电阻的变化转换成电压或电流等模拟信号, 再将模拟信号转换成数字信号, 再由处理器换算出相应温度。

2) 高温扩散硅气压监测

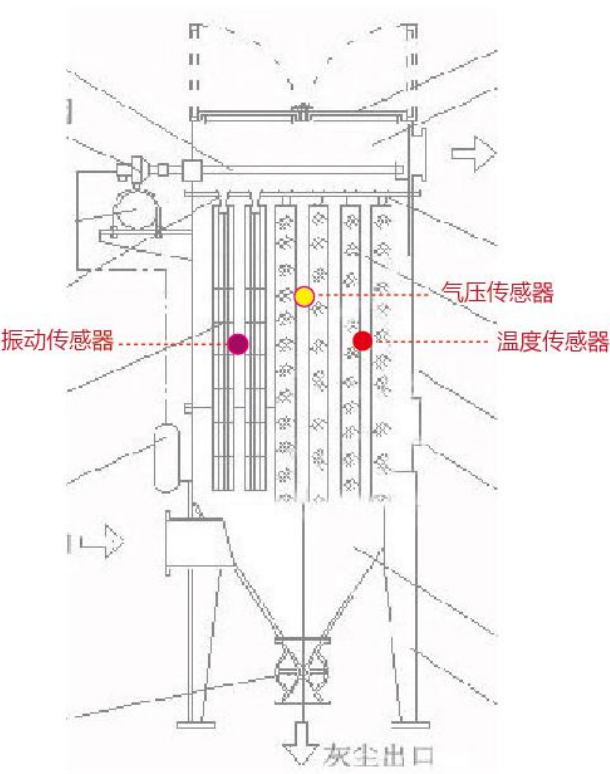
被测介质的压力直接作用于传感器的膜片上(不锈钢或陶瓷), 使膜片产生与介质压力成正比的微位移, 使传感器的电阻值发生变化, 和用电子线路检测这一变化, 并转换输出一个对应于这一压力的标准测量信号。

蓝宝石系由单晶体绝缘体元素组成，不会发生滞后、疲劳和蠕变现象；蓝宝石比硅要坚固，硬度更高，不怕形变；蓝宝石有着非常好的弹性和绝缘特性(10000C 以内)，因此，利用硅-蓝宝石制造的半导体敏感元件，对温度变化不敏感，即使在高温条件下，也有着很好的工作特性；蓝宝石的抗辐射特性极强；另外，硅-蓝宝石半导体敏感元件，无 p-n 漂移，因此，从根本上简化了制造工艺，提高了重复性，确保了高成品率。

用硅-蓝宝石半导体敏感元件制造的
压力传感器和变送器，可在最恶劣的工作条件下正常工作，并且可靠性高、精度好、温度误差极小、性价比高。

表压压力传感器和压力变送器由双膜片构成：钛合金测量膜片和钛合金接收膜片。印刷有异质外延性应变灵敏电桥电路的蓝宝石薄片，被焊接在钛合金测量膜片上。被测压力传送到接收膜片上(接收膜片与测量膜片之间用拉杆坚固的连接在一起)。在压力的作用下，钛合金接收膜片产生形变，该形变被硅-蓝宝石敏感元件感知后，其电桥输出会发生变化，变化的幅度与被测压力成正比。

传感器的电路能够保证应变电桥电路的供电，并将应变电桥的失衡信号转换为统一的电信号输出(0-5，4-20mA 或 0-5V)。在压力传感器和压力变送器中，蓝宝石薄片，与陶瓷基极玻璃焊料连接在一起，起到了弹性元件的作用，将被测压力转换为应变片形变，从而达到压力测量的目的。



2. 通信技术描述:

WxS8800 这是一个基于 Lora 技术建立的点式传感系统，终端传感器由 lora 通信模块与多重传感器组成。其通过一个或多个网关进行信号传输，满足 LoRaWAN 定义的无线电协议规范。网关通过以太网渠道与 Lora 服务器通信。期间网关并不解析信息与数据，只做到终端传感器与



LoRa 服务器间的信息传播。一个终端传感器可以指定某个 LoRa 服务器与其通信。也可以经过一个或多个网关，让服务器实施信息交换。

LoRa 技术具有超长距离扩频通信，抗干扰性强，电池低功耗以及低成本的性能。核心芯片 SX1276 采用低成本的晶体和物料即可获得超过-148dBm 的高灵敏度，大幅增加传感器部件的范围。此外，LoRa 能够减少 Repeater 用量，延长使用时间。待机电流低至 2.5 μ A，比 GPRS 的耗电量更低，可减小电池体积而增加其传感器待机时间。高灵敏度与+20dBm 功率放大器的集成使这些期间的链路预算达到了行业领先水平,成为远距离传输和对可靠性要求极高的应用的最佳选择。

通信技术优势如下：

关键特性	优势
148dB 链路预算	远距离，其厂区公共范围均可覆盖
远距离 2~5km	
连接点>10000 点	易于建设和部署，适用于技改项目，无需施工通信线路，可广域连接上万终端。
使用网关/集中器扩展系统容量	
免牌照的频段	使用期间，全控私网运营，无需提交运营商费用，其数据安全有保障
基础设施成本低	
节点/终端成本低	
双向通信（半双工）	可无线远程调度部署及信息采集
终端 MCU 运行	独立逻辑判断，支持边缘计算

四、 方案优势：

本方案是专为除尘滤袋检测领域定款设计的无线传感系统。其规模化数据采集为系统检测提供了有利的数据支撑，为判断排放指标的应变管理做到了可靠保障。其整体方案的先进优势如下：

■ 大规模组网简便，降低工程施工预算

基于 Lora 无线技术的多信道线性扩频的技术,可使单个网关容量达到上万数据量。并依靠通信灵敏度达标-148dbm，使得传感终端的探测能力高达 10 公里（郊外），远超

了 WIFI、蓝牙、zigbee，使得技改或新建的预算成本，免去了有线布设的大量工程及中间通信节点的集成预算。

■ 终端模组化长期供电，运维简便成本低

基于 Lora 无线技术的低功耗配电方案（休眠状态 0.2uA，接收模式 10mA，发射 20-120mA），在无电源供给的前提下，使得 2 节 AA 级电池可运行 2~3 年。满足了长期无需养护的可靠品质。

■ ISM 工业频段通信，免除运营成本费用

由于 Lora 无线技术的工作频段为 ISM（工业、医疗专用频段）的开放频段，合法使用期间，无需向通信运营单位注册及交付通信年费。节省了每个终端的通信使用成本。

■ 多类别定制传感能力，满足早期预警探测

基于终端模组的嵌入式传感芯片技术，使得传感器的探测能力可根据检测场景定制开发多项传感能力的集成方案。并由中控平台判断事因的早期条件，让预警判断更可靠、更合理。

■ 规模化纵深覆盖，支持模型分析

当布设数据传感点后，各点数据可靠连接，定位呈现于可视平台，管理人员便可长期采样检测预警的环境变化模型，以供分布式预警及分级等级措施做到依据对应。

技术服务部

2017 年 11 月