振动筛运行监测系统研究

武丽君（西山煤电马兰矿选煤厂，山西　古交　030200）

摘　要：振动筛是选煤厂煤炭洗选的主要设备之一，为了解决传统人工点检存在的问题，设计一种基于无线传输的振动筛运行监控系统。该系统通过振动、温度传感器对振动筛运行状态进行监控，并通过上位机对振动筛运行状态进行判定；对监控系统结构、硬件以及软件等结构进行详细阐述。现场应用后，该监控系统可实现振动筛运行实时监控，可在一定程度上增强振动筛故障诊断以及运行可靠性。

关键词：振动筛；煤炭洗选；运行监控；传感器；无线传输

Abstract：vibrating screen is one of the main equipment of coal washing in coal preparation plant. In order to solve the problems of traditional manual spot check, a monitoring system of vibrating screen based on wireless transmission is designed. The system monitors the running state of the vibrating screen through the vibration and temperature sensors, and judges the running state of the vibrating screen through the upper computer; The structure, hardware and software of the monitoring system are described in detail. After field application, the monitoring system can realize the real-time monitoring of the operation of the vibrating screen, and can enhance the fault diagnosis and operation reliability of the vibrating screen to a certain extent.

Key words：vibrating screen; Coal washing; Operation monitoring; Sensors; Wireless transmission

振动筛是煤炭洗选环节不可或缺的设备，主要用以对原煤分级、脱泥、脱水以及脱介等，振动筛运行效果会直接影响选煤厂生产。现阶段振动筛一般采用人工点检方式进行日常检修，通过巡检人员自身经验对振动筛运行故障进行判定，缺乏振动筛关键零部件监测数据，从而导致振动筛潜在的故障排除较为困难。因此，为了确保振动筛可高效运行，文中设计一种振动筛运行监测系统。

1 振动筛运行监控系统结构

振动筛在工作时容易出现的故障包括有震荡力不均衡、横梁及弹簧断裂、侧板开裂等，上述故障发生后最为直观的表现是振动频率、幅度发生变化并往往伴随有异常噪音、振动出现。由于振动筛工作环境辅助，通过监测异常噪音可对振动筛运行状态进行判定相关理论研究仍不成熟。为此，提出通过对振动信号进行分析来实现对振动筛运行状态判定。具体监测到的振动信号包括有加速度、频率、振幅、轴温、角速度等。

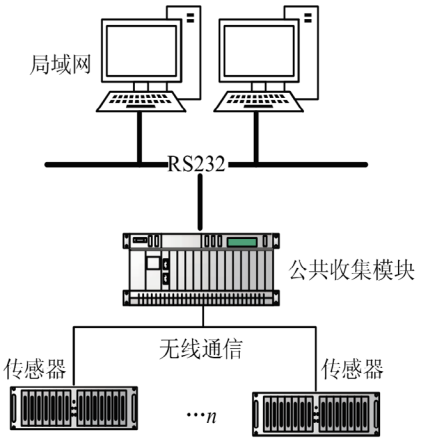

图 1　振动筛运行监控系统结构图

采用的振动筛运行监控系统结构见图 1 所示，监控网络信号使用局域网 + 无线通信方式传输。在振动筛上布置的各类传感器通过无线通信方式将数据传输给公共收集模块，公共收集模块对采集到的数据进行初步处理后并由 RS232 总线传输给局域网传输网络。

2 运行监控系统硬件及软件设计

2.1 硬件结构

监控系统中硬件结构由各类传感器（温度、振动、电量）、微处理器等构成，具体硬件结构见图 2 所示。传感器监测获取到的信号采用通过无线方式传输给数据接收模块，单片机（STC51）对监测数据进行处理后，通过串口将数据传输给上位机，上位机对监测数据进行汇总分析，并对振动筛运行状态进行判定、当数据异常后会发出报警信号。

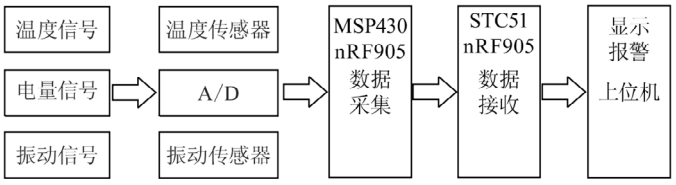

图 2　硬件机构图

2.1.1 振动传感器

振动参数可直观反应振动筛运行状态，一般采用位移、加速度传感器获取到振动位移以及加速度信号。位移传感器使用非接触式获取位移信号，测量范围相对较小，但是受到振动筛工作时振幅量较大影响，现场应用时不宜采用位移传感器对振动位移信号进行采集。为此，文中使用型号 MPU6050 组件（六轴运动处理组件）对振动筛运行进行监测，该 MPU6050 组件集成三轴加速度计、三轴陀螺仪功能，避免使用多个传感器监测数据存在时间差问题，同时减少了传感器安装空间占用量。

2.1.2 处理器

监控系统采用的处理器型号为 MSP430，该型号处

理器额定工作电压为 1.8~3.6V、低功耗时工作电流仅需 0.1μA，不仅可缓解监控系统供电不足问题，而且可大幅延长设备工作时间。

2.1.3 无线传输模块

振动筛长时间处于振动状态，监测信号传输不宜采用有线方式，无线传输方式可提高监测信号传输效率并增加监测信号传输适应性。在监控系统中选用的无线传输模块型号为 Nrf905，工作频率有三种，具体为 433MHz、868MHz 以及 915MHz，有效覆盖距离可达到 300m。

2.2 监控系统软件

监控系统工作后首先对处理器、微处理器进行初始化处理，并读取 MPU6050、陀螺仪中 X、Y、Z 三个方向监测数据。首先对读取到的数据是否合格进行判定，若读取数据有误则重新读取；读取完成振动信号首先对振动数据进行处理，并将处理结寄存至寄存器中；随后获取电量、温度信息，并对上述信息进行分析处理，并将处理结果存储至寄存器中。对数据分析完成后，对监测结果以及阈值进行比对，从而对振动筛工作是否正常进行判定；若振动筛监测数据未超过阈值时，则判定振动筛处于正常工作状态，监控系统休眠 5min 后再次读取监测数据；若监测数据超过阈值时，则判定振动筛运行异常，并通过无线模块将故障信号以及分析结果传输给上位机，监控系统持续对监测数据进行读取分析，持续对振动筛工作情况进行监测。

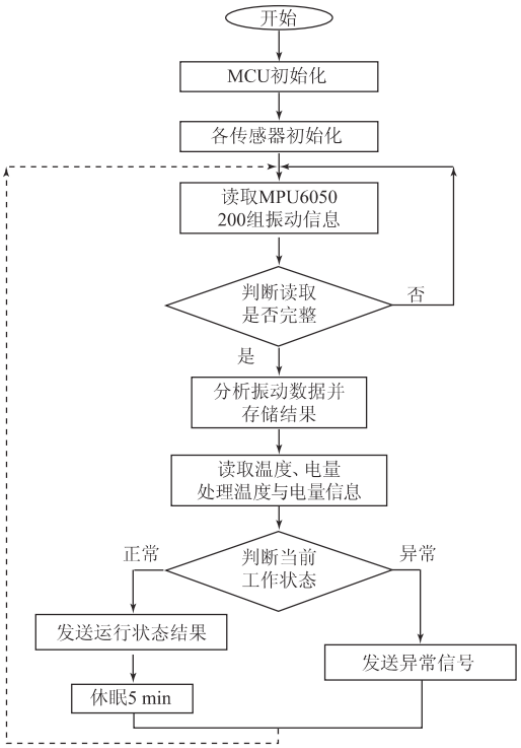

图 3 监控软件结构

电量与使用温度、自放电率、放电率等因素相关。微处理采用电池供电，为了提高监控系统硬件结构稳定性，提出使用工作电压法对电池电量进行预估。当预估到电池电量小于额定电量 30% 时，系统会提醒电量过低并建议及时更换电池。

2.3 监控系统安装

振动筛筛箱侧板位置入料、出料端各布置 2 个测点，使用螺栓将数据采集模块固定到预先制作的尼龙模具上。模具两侧分别为屏蔽磁体、强磁铁，通过屏蔽磁铁降低强磁铁给监控系统造成到电磁干扰。强磁铁主要作用是将模具与筛箱牢固吸合。

采用温度传感器对振动筛工作环境温度、轴承温度进行测定，共计布置 9 个传感器，其中 1 个传感器用以监测环境温度、8 个传感器对轴承温度进行测定。由于轴承属于传动部件，为此在轴承底座上安装布置温度传感器（型号 DS18B20）。

3 现场应用效果分析

将监控系统应用到山西某矿选煤厂振动筛运行监控中，该振动筛使用的激荡器为一级传动齿轮箱，具体的转速为 1100r/min，共计 68 个齿轮，正常情况下齿轮啮合频率为 1246Hz。为了提高监测效率，传感器振动监测安装下述频率设计：低频、高频振动加速度频率分别为 2~2kHz、2~20kHz，振动速度频率在 2~2kHz。

振动筛监控系统耗时 1 个月完成安装调试，在后续运行中可实现对振动筛运行状态监控，当某个监测数据存在异常时监控系统会发出预警信息，从而为在一定程度上增强了振动筛运行保障能力。

4 总结

采用自动化监控系统代替传统的人工点检方式对振动筛运行进行自动监控，从而可准确、及时的对振动筛损失、故障位置进行判定，为后续制定针对性维修方案提供指导。该系统在山西某选煤厂振动筛上进行现场应用后，实现了振动筛运行的全自动监控，可在一定程度上提升振动筛运行可靠性，并提升选煤厂经济效益。

参考文献：

[1] 王振乾，王琳，开春琪，葛亚存.ZK0916 型直线振动筛动力学特性分析 [J]. 煤矿机械 ,2021,42(04):88-90.
[2] 姜雪，张正旭，韩越，苏奕欣 . 振动筛筛箱异常振动分析与监测 [J]. 煤矿机械 ,2021,42(04):165-168.
[3] 张鹏 . 选煤厂粗煤泥洗选回收工艺优化改造研究 [J]. 山东煤炭科技 ,2021,39(03):199-200+204.
[4] 刘鹤鸣 . 选煤厂振动筛运行状态及故障诊断系统研究 [J]. 机械管理开发 ,2021,36(02):121-123.
[5] 白健 . 振动筛故障智能诊断系统研究 [J]. 机械管理开发 ,2021,36(02):129-130+176.
[6] 朱文斌 . 选煤用振动筛横梁断裂问题分析与改进 [J]. 机械工程与自动化 ,2021(01):213-214+216.
[7] 李惠 . 选煤厂集中控制系统的研究与设计 [J]. 中国矿山工程 ,2020,49(05):71-72+76.

作者简介：

武丽君（1982- ），男，山西古交人，2011 年 1 月毕业于中北大学，电气工程及其自动化专业，本科，现为助理工程师。