

矿井带式输送机运行智能监控系统研究

段熙昀 (大同市焦煤矿调度室, 山西 大同 037000)

摘要: 带式输送机是实现矿井煤炭、矸石等远距离、高效运输的设备, 对带式输送机运行监测和对提升设备运行可靠性、安全保障能力具有重要意义。传统的传感器监控方式虽然可实现带式输送机运行监测, 但是存在监测精度不高、系统结构复杂以及传感器故障率高等问题。为此, 文中提出综合使用弱磁检测技术、红外热成像技术、机器视觉技术等对带式输送机运行状态进行智能监控, 并对该智能监控系统关键子系统结构进行阐述。所提智能监控系统结构简单、功能丰富, 可在一定程度上提升矿井带式输送机运行保障能力。

关键词: 带式输送机; 运输系统; 智能监控; 运行状态; 故障诊断

0 引言

带式输送机具有运输量大、适应性强以及运输距离远等优点, 在煤炭开采、洗选以及其他工矿企业中应用较为普遍^[1-2]。随着科学技术的快速发展, 现阶段矿井生产控制朝向自动化、智能化方向发展, 虽然矿井布置的带式输送机普遍采用现场总线+PLC方式控制带式输送机运行, 但是带式输送机在实际应用过程中仍不同程度存在能耗高、运量及带速不匹配、故障预警不及时等问题^[3-5]。

为了确保带式输送机可安全、平稳运行, 通过在带式输送机运行沿线布置断带、纵向撕裂、跑偏、温度以及堆煤等传感器, 用以对带式输送机运行进行监控。采用传感器虽然能实现带式输送机运行状态监控, 但是也存在监控系统布置繁琐、传感器监测精度不高、误报警等问题^[6-7]。为此, 文中综合使用红外热成像技术、弱磁检测技术以及视觉检测技术设计一种带式输送机运行智能监控系统, 以便提升带式输送机运行监控运行效率, 并提升带式输送机运行可靠以及安全性。

1 运行智能监控系统总体功能

矿井使用的带式输送机结构主要由驱动电机、输送带、传动滚筒、张紧装置以及托辊等构成, 具体结构见图1所示。文本研究对象以山西某矿井下使用的带式输送机, 该带式输送机采用双机驱动方式, 电机额定功率为 $2 \times 110\text{kW}$, 运速 2.5m/s 、额定输送量 1500t/h 。

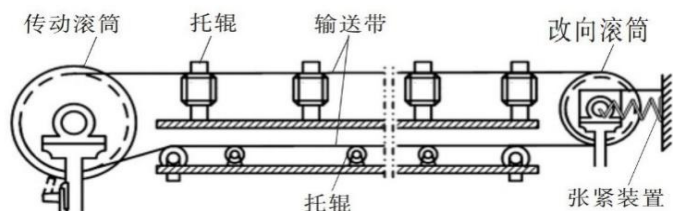


图1 带式输送机结构示意图

带式输送机运行过程中需要对输送机带、关键部件、煤流等情况进行监测, 具体带式输送机运行智能监控系统监测系统具备的功能包括有: ①输送机带损伤监测; ②关键零部件(电动机、滚筒、托辊等)故障诊断及预警; ③输送煤流量实时监测; ④工作人员安全监测等。

2 智能监控系统关键技术

2.1 输送带损伤智能监测技术

矿井带式输送机使用的输送带一般均为钢丝绳芯输送带, 该输送带在使用过程中损伤主要有输送带内部损伤、硫化接头损伤两类, 具体损伤表现为输送带硫化接头位移、内部钢丝断丝、疲劳以及磨损等。输送带损伤监测可通过弱磁检测法实现, 具体在带式输送机输送带损伤智能监测系统结构见图2所示。在带式输送机上布置磁加载模块, 从而使得带式输送机内钢丝绳在弱磁环境中运行; 通过损伤检测模块对监测系统首先通过弱磁实时获取输送带内部钢丝损伤信号, 后续对损伤信号进行降噪、特征提取等; 将处理得到的特征信号通过以太网实时传输给上位机, 从而实现对输送带损伤智能识别、监测。

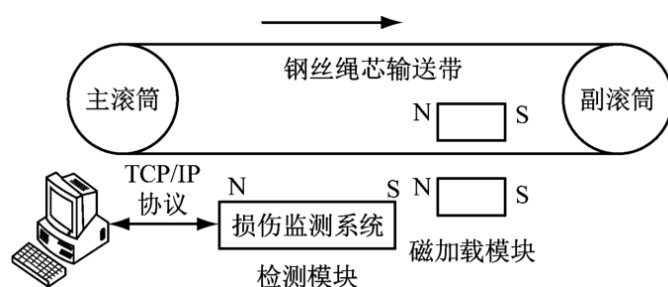


图2 输送带损伤智能监测系统结构图

2.2 输送机关键零部件故障诊断

带式输送机电动机、滚筒、托辊等零部件出现故障时, 最为直观的表现是运行温度异常, 因此通过对关键零部件温度进行监测即可实现故障智能诊断以及故障预警。在带式输送机电动机、滚筒、托辊等位置采用红外热成像仪获取设备红外图像; 随后对红外热成像图进行分割、特征提取以及识别等, 从而分类得到电动机、托辊以及滚筒等不同位置温度场; 最后一句获取到的不同位置温度特征, 并从故障数据库中已有的故障诊断规则对关键零部件故障进行诊断、预警。具体输送机关键零部件故障诊断系统结构见图3所示。

以托辊故障诊断为例, 对故障诊断及预警过程进行分析。采用红外热成像仪实时获取托辊温度 T_{\max} ,

当 $T_{max} > 55^{\circ}\text{C}$ 时即认为该位置可能存在有故障，从故障数据库中调用相关规则对故障进行诊断并划分故障等级，若判定有故障则根据故障等级采取对应故障处理措施，若无故障则继续对下一监测点进行分析；若 $T_{max} < 55^{\circ}\text{C}$ ，则表明该位置设备运行正常，可继续采集分析下一监测点红外图像。

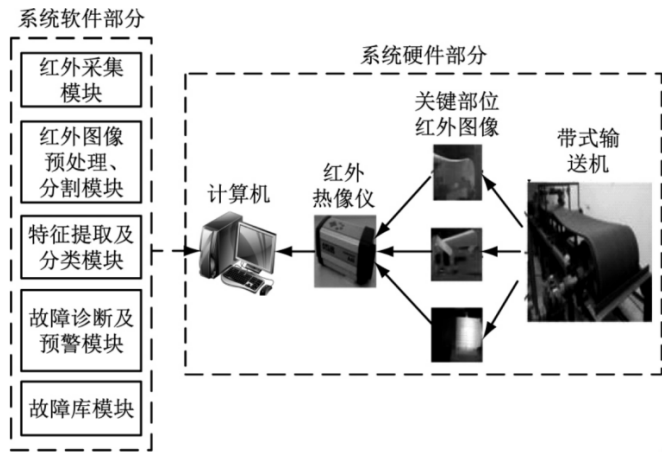


图3 输送机关键零部件故障诊断系统结构图

2.3 煤流量监测

采用机器检测法对带式输送机煤流量进行实时监测。在带式输送机斜上方布置防爆摄像机、激光发射器实时获取含有激光发射条纹的输送机带图像。根据输送机带内煤流占用面积、输送机带运输速度以及散煤密度等获取得到输送机单位时间运送煤流量。具体煤流量监测系统结构见图4所示。

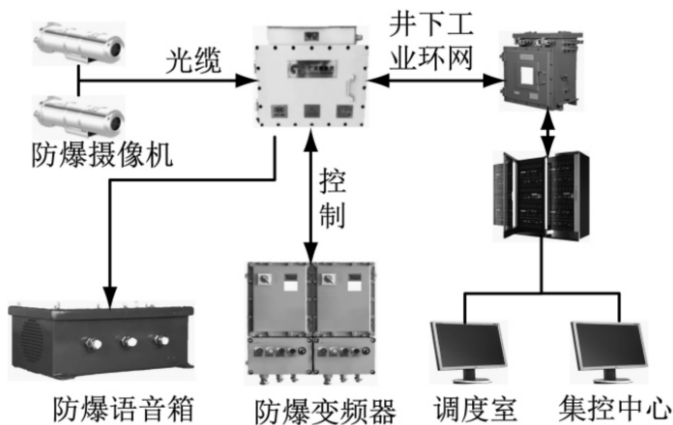


图4 煤流量监测系统结构图

通过实时监测获取得到输送带煤流，并将煤流监测结果实时传输给变频控制器，通过变频控制器实现带式输送机输送煤流量-带速间智能配备。当带式输送机空载时则适当降低带速、重载时则按照额定带式运行。通过智能调整带式输送机运行速度，达到降低输送机能耗以及磨损目的。

2.4 工作人员安全监测

井下工作人员靠近带式输送机容易引发安全事故，特别是作业人员靠近输送机机头、机尾等高危区域时，

危险系数更大。为此，提出将机器视觉技术应用到工作人员安全监控中，具体在输送机机头、机尾两个位置分别设定2条安全线。当有作业人员接触最外围的第1条安全线时，系统会发出预警警报提醒人员及时撤离；当接触内部第2条安全线时，则表明作业人员存在较大的受伤几率，此时立即停止带式输送机运行。

3 总结

①传统的依靠传感器获取带式输送机运行状态方式难以满足矿井智能化建设需要。为此，文中提出综合使用弱磁检测技术、红外热成像技术、机器视觉技术等对带式输送机运行状态进行智能监控；

②通过弱磁检测技术可实现输送机带内部损伤检测，具有检测效率高全自动操作，作业人员通过监控中心即可掌握实时输送带损伤检测结果；通过红外热成像技术对输送机各关键零部件进行故障诊断及预警，并配合人工检修，大幅提高带式输送机运行可靠性；通过机械视觉技术对输送机煤流量进行检测，并配合智能调速控制方案实现输送机煤流量与运行速度间的智能匹配，以便达到降低输送机运行能耗以及磨损目的；通过机器视觉技术在输送机机头、机尾等危险性较高区域划定安全线，当有人员进入到安全线内时系统会根据工作人员位置发出警报或者停止带式输送机运行等措施确保作业人员安全；

③文中所提带式输送机运行智能监控系统结构较为简单，井下主要布置设备主要为加磁模块、防爆摄像机等，主要设备均布置在地面监控中心，因此智能监控系统后续维修、升级等更为便捷。

参考文献：

- [1] 黑明亮. 煤矿带式输送机常见故障与智能监测监控研究 [J]. 内燃机与配件, 2021(06):147-148.
- [2] 冯亮. 煤矿带式输送机智能监控系统设计研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020,40(23):116-118.
- [3] 蒋卫良, 王兴茹, 刘冰, 郝存根. 煤矿智能化连续运输系统关键技术研究 [J]. 煤炭科学技术, 2020,48(07):134-142.
- [4] 余东, 黄萌. 基于 PLC 的煤矿带式输送机智能监控与节能保护系统设计 [J]. 煤矿机械, 2020,41(05):199-202.
- [5] 高立斌. 基于顺煤流节能的优化控制研究 [J]. 中国矿山工程, 2019,48(04):65-67.
- [6] 蒋建军, 王艳丽. 煤矿带式输送机常见故障分析及防范措施研究 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2019(15):179-180.
- [7] 郭晓君. 带式输送机故障分析及智能监测监控 [J]. 能源技术与管理, 2017,42(06):113-114.

作者简介：

段熙昫 (1992-)，男，汉族，山西怀仁人，本科，技术员，主要从事矿井机电工作。