

带式输送机电控系统的远程监控方案构建

白秦育

陕西彬长大佛寺矿业有限公司 陕西 咸阳 712000

摘要: 随着工业自动化与智能化技术的飞速发展,带式输送机在物料运输领域的应用日益广泛。为提升其运行稳定性与管理效率,构建一套完善的带式输送机电控系统远程监控方案至关重要。该方案借助现代通信技术,如物联网、云计算等,实现对输送机运行状态、参数的实时远程监测与控制。能及时发现故障隐患,提前预警,降低停机时间,保障生产的连续性,提升企业经济效益。

关键词: 带式输送机; 电控系统; 远程监控; 方案构建

引言: 在现代化工业生产中,带式输送机作为物料运输的关键设备,其稳定运行对生产流程的连续性和高效性影响重大。传统监控方式受限于空间与时间,难以实时掌握设备动态。随着信息技术的发展,远程监控技术为解决这一问题提供了新途径。构建带式输送机电控系统远程监控方案,可打破地域限制,实现对设备运行状态的远程实时监测、故障诊断与智能调控,对提升生产管理水平意义深远。

1 带式输送机电控系统概述

1.1 带式输送机基本结构与工作原理

(1) 机械部分: 作为设备运行的基础载体, 主要包含驱动装置、输送带、滚筒等核心部件。驱动装置为输送机提供动力输出, 是设备运转的“动力源”; 输送带承担物料承载与输送的核心功能, 直接决定输送效率与物料适配性; 滚筒分为驱动滚筒和改向滚筒, 驱动滚筒与输送带摩擦力配合带动输送带运行, 改向滚筒则用于调整输送带运行方向, 保障输送路径顺畅。(2) 电控系统组成: 作为输送机的“大脑与神经中枢”, 核心由PLC、传感器、变频器等部件组成。PLC作为核心控制单元, 负责接收指令并协调各部件运行; 传感器实时采集输送带速度、物料重量、设备温度等关键数据; 变频器则通过调节电机转速, 实现输送速度的精准控制, 保障设备高效运行^[1]。

1.2 传统电控系统的痛点分析

(1) 监控范围有限: 传统电控系统多采用局部点位监控模式, 无法实现对输送机全链路、全部件的覆盖式监控, 对于输送带边缘磨损、滚筒轴承损耗等隐蔽性部位的运行状态难以实时捕捉, 易形成监控盲区。(2) 数据实时性不足: 数据传输依赖传统有线传输方式, 信号传输延迟较高, 且易受现场粉尘、振动等环境因素干扰, 导致采集的运行数据与设备实际状态存在偏差, 无

法为运维决策提供精准的实时数据支撑。(3) 故障诊断依赖人工经验: 传统系统缺乏智能故障分析模块, 当设备出现异响、停机等故障时, 需依赖运维人员现场排查, 诊断效率低且易受个人经验限制, 常出现误判、漏判情况, 延长故障停机时间, 影响输送作业连续性。

2 带式输送机电控远程监控系统需求分析与设计原则

2.1 功能需求

(1) 实时数据采集与传输: 需覆盖带式输送机全链路关键参数, 包括驱动电机转速、电流、温度, 输送带速度、张力, 物料流量、重量, 以及设备运行环境的温湿度、粉尘浓度等。采用高精度传感器采集数据, 通过稳定的传输模块实现数据毫秒级上传至远程监控中心, 确保数据实时性与准确性, 为系统管控提供基础数据支撑。(2) 远程控制与参数调整: 支持运维人员在远程监控中心对输送机进行启停操作, 可根据物料输送需求远程调整输送带运行速度、变频器频率等核心参数。同时具备参数调整预览与确认功能, 避免误操作导致设备故障, 实现无人值守场景下的灵活管控。(3) 故障预警与诊断: 系统需内置智能诊断算法, 基于采集的实时数据与预设阈值对比, 对电机过热、输送带跑偏、轴承磨损等潜在故障进行提前预警。当故障发生时, 快速定位故障部位、分析故障原因, 并自动推送故障信息与处理建议, 降低故障排查难度^[2]。(4) 历史数据存储与分析: 具备大容量历史数据存储功能, 保存周期不低于1年, 涵盖设备运行参数、故障记录、操作日志等。支持按时间、设备部位、参数类型等维度进行数据查询与统计分析, 生成运行报表, 为设备运维优化、产能提升提供数据决策依据。

2.2 非功能需求

(1) 系统可靠性: 需具备强抗干扰能力, 能适应工业现场粉尘、振动、电磁干扰等复杂环境, 保障数据

采集与传输稳定。同时具备容错功能,当单个传感器或传输模块故障时,系统可自动切换备用模块或采用冗余数据处理,避免整体运行中断。(2)数据安全性:采用加密传输协议对数据传输过程进行加密处理,防止数据被窃取或篡改。建立分级权限管理体系,按运维、管理、访客等角色分配不同操作权限,实现操作日志全程追溯,保障系统与数据安全。(3)扩展性与兼容性:系统架构需支持后续功能模块扩展,如新增AI预测维护、多设备协同管控等功能。同时需兼容不同品牌、型号的PLC、传感器等设备,实现与现有电控系统的无缝对接,降低改造升级成本。

2.3 设计原则

(1)模块化设计:将系统划分为数据采集模块、传输模块、控制模块、预警诊断模块等独立模块,各模块功能清晰、接口标准化,便于模块单独调试、维护与更换,提升系统开发与运维效率。(2)标准化通信协议:采用Modbus、TCP/IP等工业通用标准化通信协议,保障系统各模块间、系统与外部设备间的通信顺畅,降低设备兼容难度,提升系统的通用性与互换性。(3)低功耗与高性价比:在硬件选型与软件设计中兼顾低功耗需求,优先选用节能型传感器与传输设备,降低系统长期运行能耗。同时在满足功能需求的前提下,优化方案设计,选择性价比高的元器件与技术方案,控制系统建设与运维成本。

3 带式输送机电控远程监控系统总体架构设计

3.1 系统分层架构

(1)感知层:作为系统数据采集的“前端触角”,核心由各类传感器与数据采集模块组成。其中,温度传感器实时监测电机、滚筒等关键部件的运行温度,振动传感器捕捉设备振动频率与幅度,电流传感器采集驱动电机工作电流,同时配备物料流量、输送带张力等专用传感器,全面覆盖设备运行与物料输送核心参数。数据采集模块对传感器信号进行滤波、放大与模数转换,将模拟信号转化为可传输的数字信号,为后续数据处理奠定基础。(2)网络层:承担数据传输与边缘预处理的职责,构建“工业以太网+5G/Wi-Fi+边缘计算网关”的多元传输网络。工业以太网保障车间内设备与网关的高速稳定通信;5G/Wi-Fi实现无线路由传输,适配复杂工业现场布线难题;边缘计算网关对采集的数据进行本地预处理,过滤冗余数据、提取关键信息,降低云端传输压力,同时保障网络中断时的本地数据缓存,提升系统容错性^[3]。(3)平台层:作为系统的“核心中枢”,由云服务器、数据库与监控平台构成。云服务器提供强大

的算力支撑,实现数据的集中处理与存储;数据库采用分布式存储架构,分类存储实时运行数据、历史故障记录、操作日志等信息,保障数据安全与快速检索;监控平台实现数据的整合分析、设备状态可视化展示,为上层应用提供数据与功能支撑。(4)应用层:面向用户实现管控需求落地,包含PC端/移动端监控界面、报警模块与数据分析工具。监控界面支持设备状态实时可视化展示、远程参数调整与启停操作,移动端实现随时随地的移动管控;报警模块在设备异常时通过声光、短信、APP推送等多方式预警;数据分析工具支持历史数据追溯、运行趋势分析,为运维优化提供决策依据。

3.2 关键技术选型

(1)通信协议:选用Modbus TCP、OP CUA、MQTT三类协议协同保障通信质量。Modbus TCP适用于工业以太网内设备间的短距离数据传输,具备传输高效、兼容性强的优势;OP CUA协议实现跨平台、跨设备的数据交互,保障不同品牌设备间的互联互通;MQTT协议适用于低带宽、高延迟的无线传输场景,保障5G/Wi-Fi环境下数据的稳定传输。(2)数据处理技术:采用“边缘计算+云计算”协同处理模式。边缘计算负责本地实时数据的快速处理与异常筛选,提升数据处理时效性;云计算依托云端强大算力,开展大规模历史数据挖掘、趋势预测与全局优化分析,实现数据价值最大化。(3)故障诊断算法:选用基于机器学习的异常检测算法。通过对大量设备正常与故障运行数据的训练,构建精准的异常检测模型,能够自动识别电机过热、输送带跑偏等故障特征,实现故障的早期预警与精准定位,相比传统人工诊断,大幅提升诊断效率与准确性。

4 带式输送机电控远程监控系统详细设计与实现

4.1 硬件设计

(1)传感器布局与选型:遵循“全链路覆盖、关键部位加密”原则布局传感器。电机端安装PT100温度传感器(测量范围-50~200℃,精度±0.5℃)与压电式振动传感器(频率响应10~1000Hz),实时捕捉电机温振参数;滚筒轴承处部署霍尔式转速传感器,监测滚筒转速;输送带两侧安装红外跑偏传感器,边缘加装张力传感器;物料输送通道配置超声波流量传感器。所有传感器选用工业级防护型号(IP65及以上),适配粉尘、潮湿的现场环境。(2)数据采集终端设计:采用STM32+PLC集成方案。STM32单片机负责多通道传感器数据同步采集与预处理(滤波、校准),具备低功耗、响应快的优势;PLC选用西门子S7-1200系列,承担设备逻辑控制与执行指令下发,两者通过RS485接口实现数据交互。终端集

成电源管理模块,支持AC220V转DC24V供电,配备备用锂电池,保障突发断电时数据不丢失。(3)通信模块配置:采用“5G+LoRa”双模传输方案。5G模块选用华为ME909s-821,实现海量数据高速远程传输,适配云平台实时交互;LoRa模块采用SX1278芯片,构建车间内短距离物联网,实现传感器与采集终端的低功耗通信。模块集成信号增强天线,在工业厂房遮挡环境下保障传输稳定性,同时支持自动切换传输模式,降低能耗^[4]。

4.2 软件设计

(1)嵌入式系统开发:基于FreeRTOS实时操作系统开发,核心实现多任务调度。设计数据采集任务(周期100ms),完成传感器信号读取与模数转换;预处理任务通过卡尔曼滤波算法消除噪声干扰,修正数据精度;通信任务实现与上位机及云平台的协议适配与数据转发,保障实时性与可靠性。(2)云平台架构:对接阿里云IoT平台,采用“设备接入-数据流转-存储分析”三层架构。设备通过MQTT协议接入平台,数据流转模块实现数据分类分拣;选用阿里云RDS关系型数据库存储设备参数、故障记录,OSS对象存储存储历史趋势数据;集成平台边缘计算节点,实现就近数据处理,降低云端压力。

(3)监控界面设计:采用Web+APP双端可视化方案。Web端基于Vue.js开发,实现设备状态全景展示、参数配置、报表生成等功能;APP端适配Android/iOS系统,重点实现故障预警推送、远程启停等轻量化操作。界面采用模块化设计,支持自定义布局,数据以仪表盘、折线图、告警列表等形式直观呈现。

4.3 核心功能实现

(1)实时状态监测:通过采集终端同步上传电机温振、输送带转速、物料流量等参数,云平台实时解析后在监控界面展示,同时关联故障代码库,当参数异常时自动匹配故障类型并标注,实现“参数-状态-故障”的联动展示。(2)远程启停控制与参数配置:用户通过Web/APP下发控制指令,经云平台加密传输至PLC,PLC执

行指令并反馈执行结果。参数配置支持输送带速度、预警阈值等关键参数远程修改,具备参数校验与历史版本回溯功能,避免误操作^[5]。(3)基于阈值与AI的故障预警:采用“阈值判断+AI分析”双重预警机制。预设各参数安全阈值,超出阈值立即触发初级预警;基于LSTM神经网络算法构建AI模型,通过学习历史故障数据,识别设备异常趋势,实现提前30分钟的精准预警,并推送针对性处理方案。(4)数据存储与历史趋势分析:数据库按天归档实时数据,保留周期1年,支持按设备、时间、参数类型多维度查询。分析工具基于Python实现,生成日/周/月运行报表,通过趋势图展示参数变化规律,为设备预防性维护与产能优化提供数据支撑。

结束语

带式输送机电控系统远程监控方案的构建,是工业智能化发展在物料运输领域的生动实践。通过融合先进通信与传感技术,实现对设备全方位、实时性的远程管控,有效提升了设备运行的稳定性与可靠性,降低了运维成本与故障发生率。未来,随着技术的持续革新,该方案将不断优化完善,进一步推动带式输送机向高效、智能、绿色方向发展,为企业创造更高的经济效益与社会效益。

参考文献

- [1]肖旭辉.基于PLC的矿用带式输送机电气控制系统应用研究[J].矿业装备,2021,(04):204-205.
- [2]梁尚文.带式输送机电气及液压控制系统的设计[J].机械管理开发,2021,36(07):272-274.
- [3]秦玉忠.矿用带式输送机电气控制保护功能探讨[J].煤矿机械,2021,42(07):80-82.
- [4]李晓东.带式输送机偏差耦合平衡控制系统设计与试验[J].煤矿机械,2025,46(04):15-19.
- [5]秦珂玮.带式输送机自动巡检机器人研发及应用[J].陕西煤炭,2025,44(04):159-161.