

炼铁烧结工序皮带输送自动化监控系统优化设计

龚世杰

天津钢铁集团有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i12.5189

[摘要] 针对炼铁烧结皮带输送系统运行不稳、监控精度不足、人工干预多、故障响应滞后等问题,本文依托烧结皮带输送工艺流程,开展自动化监控系统优化研究。通过梳理现有系统硬件、数据采集、联动控制、故障预警等方面的缺陷,从多维度完成系统优化,搭建一体化监控体系。优化系统可实现设备全流程监测、精准调控与故障预判,降低设备故障率,保障烧结生产稳定高效运行。

[关键词] 炼铁烧结工序; 皮带输送; 自动化监控; 系统优化设计

中图分类号: TF046.4 **文献标识码:** A

Optimization Design of an Automated Monitoring and Control System for Belt Conveying in the Ironmaking Sintering Process

Shijie Gong

Tianjin Iron and Steel Group Co., Ltd.

[Abstract] To address problems such as unstable operation, insufficient monitoring accuracy, excessive manual intervention, and delayed fault response in the belt conveying system of the ironmaking sintering process, this paper conducts an optimization study of the automated monitoring and control system based on the sintering belt conveying process. By analyzing deficiencies in the existing system hardware, data acquisition, coordinated control, and fault warning functions, the system is optimized from multiple dimensions to establish an integrated monitoring and control framework. The optimized system enables full-process equipment monitoring, precise regulation, and fault prediction, thereby reducing equipment failure rates and ensuring stable and efficient sintering production.

[Key words] ironmaking sintering process; belt conveying; automated monitoring and control; system optimization design

引言

炼铁烧结是钢铁生产的重要前置工序,皮带输送系统负责烧结各类物料的转运,是保障生产线连续运行的关键设备。目前多数企业烧结皮带输送监控模式较为传统,数据采集手段落后、监控覆盖不全、自动化集成度偏低,皮带各类常见故障难以提前预判,故障处置效率低,易引发生产线停机、物料及设备损耗等问题。为补齐生产运行短板,提升设备自动化与智能化运行能力,本文对烧结皮带输送自动化监控系统开展优化设计。

1 烧结皮带输送系统概述

炼铁烧结工序皮带输送系统为烧结生产提供物料输送支撑,贯穿原料配料、混合料输送、烧结布料、成品筛分、返矿回收全生产流程。系统由多条不同规格皮带输送机组成,各设备协同运行,完成铁矿石、熔剂、燃料、烧结返矿等物料的连续转运,设备运行状态直接决定烧结生产线的整体运行连续性。现有烧结皮带输送系统采用分段式运行模式,每条皮带对应独立启停

控制单元,各单元之间缺乏联动机制。系统原有运行模式以人工值守监控、定时巡检、事后故障处理为主要运维方式,配套的基础监控设备仅可实现简单的设备启停状态监测,无法完成运行参数的实时采集与动态分析^[1]。烧结生产属于连续化作业模式,皮带输送设备长期处于高负荷、不间断运行状态,现场粉尘浓度高、设备振动频繁,物料输送负荷波动大,易引发各类设备故障。传统监控体系仅能实现故障发生后的报警提示,不具备前置预警、自动调控、智能研判功能。各皮带设备运行数据独立存储,数据无法集中汇总、统一分析,管理人员无法实时掌握整条输送线路的运行状态,设备运维、生产调度均依赖人工经验。同时,原有监控系统响应速度滞后,故障处置流程繁琐,轻微设备异常若未及时处理,会逐步扩大为设备停机故障,造成烧结生产中断,影响整体生产产能,增加设备维修成本与生产能耗,无法适配现代化烧结智能制造的运行需求。

2 原有自动化监控系统现存问题分析

2.1 系统架构问题

原有烧结皮带输送自动化监控系统采用分层独立架构,现场采集层、数据传输层、中控监控层、执行控制层衔接性较差,各层级数据交互存在延迟与断层问题。系统整体集成化程度偏低,多条皮带输送机的监控单元相互独立,未形成统一的集中管控平台,设备运行数据分散存储,无法实现数据共享与联动分析。系统架构设计仅满足基础设备监测需求,未预留智能化升级拓展接口,无法适配新增监测设备、新增控制功能的接入需求。架构内部数据传输链路单一,多设备同时运行时易出现数据拥堵、数据丢失、数据延迟更新等问题,导致中控端显示的设备运行状态与现场实际运行状态存在偏差。原有架构缺乏闭环控制逻辑,监测模块仅负责数据采集与上传,无法根据采集数据反向调控设备运行状态,设备运行调控完全依赖人工操作。同时,架构容错能力不足,单一点位设备故障或线路故障会影响局部监控单元运行,造成部分皮带设备处于无监控状态,大幅降低系统整体运行稳定性与可靠性。

2.2 硬件设备配置缺陷

原有监控系统现场硬件设备选型与布置存在多处短板,数据采集传感器型号老旧,采集精度、响应速度无法适配高强度连续生产工况。各类传感器安装点位固定,覆盖范围有限,皮带滚筒、托辊、转接料口等关键易故障点位未设置专项监测设备,存在大量监控盲区。现场硬件设备防护等级不足,烧结生产现场粉尘多、湿度高、温度波动大,传感器、传输线路、接线端子长期受现场环境影响,易出现线路老化、设备失灵、信号干扰等问题,造成数据采集失真、设备报警误触发或不触发^[2]。系统执行硬件功能单一,仅支持设备启停基础操作,不具备转速微调、负荷调节、故障自锁等智能控制功能。硬件设备之间兼容性较差,不同批次、不同型号设备无法协同工作,新增硬件设备难以接入原有系统。同时,硬件设备缺乏状态自检功能,设备自身故障无法主动上报,需人工排查发现,增加设备运维工作量,影响监控系统整体运行效果。

2.3 数据监测与传输缺陷

原有监控系统数据监测维度单一,仅采集皮带设备启停、运行转速等基础参数,未覆盖皮带跑偏量、物料负荷、设备温度、皮带张力、物料堵塞状态等关键运行参数,无法全面反映设备实际运行工况。数据采集频次固定,无法根据生产负荷变化调整采集频率,高负荷运行状态下数据采集密度不足,难以捕捉瞬时设备异常。系统数据传输采用有线单一传输模式,传输线路布置杂乱,现场生产设备振动、物料掉落易造成线路破损,导致数据传输中断。数据传输未设置加密与校验机制,传输过程中易受现场电磁干扰,出现数据错乱、数据缺失问题。数据存储方式简单,仅实现短期数据留存,无数据分类、数据回溯、数据统计功能,无法为设备故障分析、生产工况优化、设备运维计划制定提供数据支撑。同时,系统数据同步性较差,现场设备运行状态更新滞后于中控显示,操作人员无法实时精准掌握现场工况,易出现操作滞后、调控失误等问题。

3 皮带输送自动化监控系统优化设计

3.1 系统整体架构优化设计

结合烧结皮带输送系统生产运行需求与原有架构缺陷,对自动化监控系统整体架构进行分层优化,搭建采集层、传输层、分析层、控制层、展示层五级一体化集成架构,实现全层级数据互通、闭环管控。优化后的架构打破原有各单元独立运行的模式,将所有皮带输送设备的监控单元统一接入集中管控平台,实现全线设备集中监测、统一调度、联动控制。采集层作为底层基础架构,优化原有采集点位布局,补齐关键设备、关键工况点位的监测单元,实现皮带输送全流程、全参数数据采集。传输层优化数据传输链路,采用有线传输与无线备份传输结合的双链路传输模式,解决单一传输模式易中断的问题,同时增设数据校验、数据纠错、信号抗干扰模块,保障数据传输的完整性与准确性^[3]。分析层新增数据汇总、数据比对、异常研判功能,对采集的设备运行参数、生产工况参数进行实时整合分析,筛选设备异常数据,生成设备运行状态研判结果。控制层搭建联动控制逻辑,根据分析层输出的研判数据,实现皮带设备自动调速、故障自锁、上下游设备联动启停等自动化操作,替代传统人工手动调控模式。展示层优化中控操作界面,分类展示各条皮带设备的运行参数、故障状态、工况信息,支持数据实时刷新、历史数据查询、异常信息弹窗提示。优化后的架构预留标准化拓展接口,可适配后续智能化设备、新增监测功能的接入需求,提升系统的通用性与可拓展性,同时强化架构容错能力,单点设备故障不会影响整体系统运行,保障监控系统全天候稳定工作。

3.2 系统硬件设备优化选型与布置

基于优化后的系统架构,结合烧结生产现场工况条件,完成全系列硬件设备的优化选型与点位调整,替换原有老旧、低精度、低防护等级的监测与控制硬件。数据采集硬件选用高防护、高精度工业级传感器,分别对应皮带跑偏、物料堵塞、皮带打滑、设备温度、皮带撕裂、物料负荷等监测需求,匹配不同监测场景的运行参数采集标准。重新规划硬件设备布置点位,在皮带机头、机尾、托辊组、物料转接处、下料口等故障高发区域增设专项监测传感器,消除原有监控盲区。所有现场硬件设备统一提升防护等级,适配烧结现场高粉尘、高振动、温湿度波动大的运行环境,避免环境因素造成的设备失灵、数据失真问题。优化系统控制硬件配置,更换老旧PLC控制模块,升级核心控制处理器,提升设备指令响应速度与运算能力,保障多设备、多参数同步调控的稳定性。增设现场设备状态自检硬件,实现传感器、传输线路、控制模块的自主状态检测,硬件异常数据可实时上传至中控平台。统一所有硬件设备的通讯协议,解决原有设备兼容性差、无法协同工作的问题,保障各类硬件设备数据互通、指令同步执行^[4]。规范现场硬件线路布置,采用封闭式布线方式,固定线路走向,减少设备振动、物料冲击对线路的损坏,降低线路故障发生率。同时配套增设硬件防雷、抗干扰装置,规避现场电磁、天气等外界因素对硬件设备运行的影响,提升整套硬件系统的运行稳定性与使用寿命。

3.3 数据采集与传输系统优化

针对原有数据采集维度单一、采集精度不足、传输不稳定的问题,对数据采集与传输系统进行全面优化。拓展数据采集参数维度,保留原有设备启停、运行转速基础参数,新增皮带跑偏偏移量、输送物料瞬时负荷、皮带表面温度、托辊运行温度、皮带张力数值、物料堵塞状态、设备振动幅值等核心参数,实现皮带输送设备运行全状态数据全覆盖采集。设置动态采集频次机制,根据烧结生产负荷、设备运行状态自动调整数据采集频率。设备正常稳态运行时采用常规采集频次,高负荷运行、参数波动较大时自动提升采集频次,精准捕捉设备瞬时异常工况,保障数据采集的全面性与针对性。优化数据传输体系,搭建双链路传输网络,主链路采用工业以太网有线传输,保障常规状态下数据高速、稳定传输;备用链路采用工业无线传输模式,主链路故障时自动切换,避免数据传输中断。在传输系统中增设数据校验、纠错、过滤模块,自动剔除干扰产生的错误数据、无效数据,保障传输至中控平台的数据精准有效。优化数据存储与同步机制,搭建分级数据存储体系,实时运行数据短期缓存,历史运行数据、异常故障数据长期留存,支持数据回溯、数据统计分析。统一全线设备数据同步更新频率,消除各设备数据更新时差,保障中控平台展示数据与现场设备运行状态完全同步。

3.4 自动化控制逻辑优化设计

结合烧结皮带输送生产工艺要求与优化后的采集数据参数,重构系统自动化控制逻辑,摒弃原有单一启停控制模式,搭建多维度、联动式、闭环自动化控制体系。优化单设备独立控制逻辑,根据物料负荷、设备运行转速、皮带张力等参数,实现皮带输送机转速自主调节,匹配物料输送需求,避免空载高速运行、过载超负荷运行的问题。设计上下游设备联动控制逻辑,依据烧结物料输送顺序,建立皮带设备启停联动机制^[5]。上游设备故障停机时,下游设备自动延时停机,避免物料堆积、堵料;下游设备异常停机时,上游设备自动停止供料,杜绝物料持续输送造成的设备堵塞、物料洒落问题,实现全线设备协同运行。增设故障自锁与应急调控逻辑,系统监测到皮带跑偏、轻微打滑、温度异

常等轻微故障时,自动触发预警并执行微调控制指令,修正设备运行状态,无需人工干预即可消除轻度异常。针对皮带撕裂、严重堵料、设备超温等重大故障,系统立即触发设备自锁停机,锁定故障设备运行状态,同时上传故障点位、故障类型、故障参数信息,防止故障扩大。优化人工干预与自动控制切换逻辑,系统默认自动化运行模式,操作人员可根据现场特殊生产工况,手动切换人工控制模式,同时保留人工操作记录,便于后期溯源。简化控制指令执行流程,缩短系统响应时间,提升自动化控制精准度与时效性。

4 结语

针对烧结皮带输送监控系统存在的监控盲区、数据精度不足、自动化程度低、故障响应滞后、设备联动性弱等问题,从系统架构、硬件配置、数据传输、控制逻辑四个方面完成整体优化。优化后系统可实现皮带设备全工况实时监测、自主调控、前置预警与精准报警,提升输送设备运行稳定性和自动化能力,减少设备停机故障,降低运维与生产损耗,保障烧结生产线稳定运行,适用于钢铁企业烧结皮带监控系统的智能化升级改造。

【参考文献】

- [1]王彦娜.带式输送机液压自动系统的优化设计研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2024(6):0082-0085.
- [2]王浩.矿用带式输送机监测监控系统的优化及应用[J].山西焦煤科技,2020,44(5):62-64.
- [3]高峰,王瑞林,李自成.烧结混合料自动加水系统的设计与应用[J].自动化与仪表,2023,38(6):18-22.
- [4]罗化龙,刘永志.炼铁烧结矿槽卸矿小车自动装料控制方法[J].设备管理与维修,2022(11):134-135.
- [5]王帅.基于人工智能的煤矿皮带输送系统设计与实现[J].装备制造技术,2024(3):144-146.

作者简介:

龚世杰(1981--),男,汉族,江苏人,本科,中级工程师,研究方向:冶金动力电机控制及电气自动化方面。