

轧钢厂电气自动化系统的设计优化与实践

李欢龙

河北永洋特钢集团有限公司 河北 邯郸 057150

摘要: 针对轧钢厂现有电气自动化系统稳定性不足、能耗偏高、控制精度不够及维护不便等问题,结合轧钢生产工艺流程与控制要点,从硬件选型、软件优化、通讯升级及安全防护四方面制定优化方案。通过分布式控制布局、智能算法应用、双层网络架构搭建等措施,经实践验证,系统响应速度、生产效率及产品精度显著提升,能耗与运维成本大幅降低,有效解决原有系统弊端,为轧钢厂高效、稳定、低耗生产提供可靠技术支撑。

关键词: 轧钢厂; 电气自动化系统; 设计优化; 实践

引言: 当前钢铁工业向高端化、绿色化、智能化转型,轧钢厂作为核心生产环节,其电气自动化系统的运行质量直接决定产品精度与生产效益。现有系统受设备老化、程序繁琐等影响,存在指令响应滞后、参数调控偏差大、故障频发等问题,难以适配高速连续的轧钢生产需求。基于此,本文结合河北永洋特钢生产实际,开展电气自动化系统设计优化与实践研究,破解生产痛点,助力轧钢厂实现提质、节能、增效的发展目标。

1 轧钢厂电气自动化系统概述

1.1 轧钢生产工艺流程与控制要点

(1) 热轧/冷轧主要生产工序拆解。客户全程把控全流程,热轧需依次操作加热炉升温、粗轧塑形、精轧调优、冷却控温、卷取成型,精准把控加热温度与轧制节奏;冷轧负责开卷、酸洗、轧制、平整、分卷的启停与参数调节,常温下保障钢材精度,两道工序衔接需客户实时监控调整,时序把控要求严苛。(2) 轧钢生产核心控制指标与工艺要求。核心指标含轧制厚度、平整度、张力、温度等,客户需通过自动化系统实时监控数据、微调参数,严控厚度误差,其中张力稳定是板材质量关键;同时需按工艺标准把控生产速度、成材率、表面光洁度等。(3) 生产流程对自动化系统的性能要求。系统需适配客户操作节奏,具备高速响应、实时调控能力且运行稳定,确保指令快速执行,兼顾数据采集精准度与通讯流畅度,适配连续生产模式,抵御现场高温、粉尘、震动等干扰,保障操作稳定^[1]。

1.2 电气自动化系统组成架构

(1) 现场控制层。由PLC可编程控制器、各类变频器、压力传感器、温度传感器、位移检测器等硬件构成,是客户的核心操作终端,客户通过该层级设备采集现场实时数据、手动下达启停、调速等基础指令,直接管控生产一线设备运行。(2) 监控管理层。包含上位

机、人机交互界面、工业以太网等通讯网络,是客户的主要操作平台,客户通过人机界面实现生产流程实时监控、参数调整、数据存储与画面查看,搭建客户与设备之间的交互桥梁,便于客户统筹把控全局。(3) 执行层。涵盖各类传动电机、辊道设备、检测装置以及联锁保护单元,负责落实客户下达的控制指令,同时配备过载、短路、失压等保护功能,当设备出现异常时及时报警,提醒客户及时处理,防范生产事故。

1.3 现有系统运行问题分析

(1) 系统稳定性与响应速度不足。设备老化、程序卡顿导致客户下达的指令响应滞后,难以适配客户把控的高速轧制节奏,频繁出现生产中断,增加客户的应急处理工作量,影响生产效率。(2) 能耗偏高、控制精度不足。传动设备运行效率低,电能损耗大,且参数调控偏差大,客户需反复微调参数仍难以保证精度,导致成品合格率偏低,增加客户的返工工作量和生产成本。(3) 设备故障率高、维护难度大。硬件老化损坏频繁,线路繁杂,客户发现故障后,排查耗时久,缺乏便捷的检修机制,不仅增加客户的运维负担,还导致维护成本居高不下,影响生产连续性。

2 轧钢厂电气自动化系统设计优化方案

2.1 硬件系统优化设计

(1) 核心控制器选型与配置优化。选用高性能、高稳定性的PLC控制器,替换老旧、运算速度慢的设备,根据轧钢生产线各工段功能,采用分布式控制布局,合理分配控制器点位,减少单台设备负载压力。搭配冗余电源配置,杜绝断电停机问题,提升核心控制单元的抗干扰能力和运行稳定性,确保客户下达的指令实时高效执行,适配客户管控下热轧、冷轧生产线高速、连续的作业需求。(2) 传感检测设备升级与布局优化。淘汰精度不足、易损坏的老式传感器,更换为耐高温、抗粉尘、

抗震动的高精度检测设备,涵盖温度、压力、张力、位移、厚度等各类传感器,确保客户查看的数据精准无误。结合生产工序重新规划安装位置,消除检测盲区,优化布线方式,避免信号干扰,为客户的参数调整提供可靠依据^[2]。(3)传动系统与供电回路节能改造。升级变频传动装置,选用高效节能型变频器,客户可根据生产负荷手动调节或设置自动调节电机转速,避免空载、轻载能耗浪费。优化供电回路设计,规整线路布局,更换老化线缆,加装无功补偿装置,降低线路损耗和电压波动,提升供电质量,同时客户配合维保人员对辊道、轧机等传动设备进行维保升级,减少机械损耗,实现传动系统高效、低耗运行。

2.2 软件控制系统优化设计

(1)控制程序模块化重构与逻辑优化。拆除冗余、繁琐的旧程序代码,按照加热、轧制、冷却、卷取等工序,对控制程序进行模块化重构,拆分独立功能模块,方便客户快速熟悉操作界面、精准下达指令。简化控制逻辑,去除无效指令,修补程序漏洞,减少程序运行卡顿、误动作问题,提升程序运行效率,方便客户后期检修、调试和模块替换,适配客户根据生产需求灵活调整的操作模式。(2)智能控制算法应用。引入先进智能控制算法,对传统PID控制器进行参数自整定优化,克服轧制过程中负荷波动、外界干扰大的问题,减少客户的参数微调频次,帮助客户精准控制轧制张力、速度、厚度等关键参数。结合模糊控制、自适应控制技术,针对高温、变工况的复杂生产环境,实现参数自动调节、动态补偿,大幅提升轧制精度和成品合格率,减轻客户的工作负担。(3)人机界面简化与监控功能升级。简化原有繁杂的人机界面,保留客户常用的核心操作按键和数据显示窗口,设计清晰易懂的操作页面,降低客户的上手难度,提升操作效率。升级监控功能,新增实时数据曲线、工况动态演示、参数超标提醒等功能,方便客户实时掌握生产线状态,快速调整工艺参数,及时处理异常情况^[3]。

2.3 通讯网络系统优化

(1)工业网络架构升级与抗干扰设计。摒弃传统低速通讯网络,搭建工业以太网与现场总线相结合的双层网络架构,提升网络兼容性,确保客户操作的各类设备通讯顺畅。做好抗干扰防护,通讯线缆与动力线缆分开铺设,加装屏蔽层、隔离变压器,远离强电磁干扰设备,抵御现场电机运转、设备启停带来的电磁干扰,保障网络环境稳定,避免客户操作时出现数据延迟、指令丢失等问题。(2)数据传输速率与稳定性提升措施。

升级网络交换机、通讯模块等硬件,提高数据传输带宽和速率,减少传输延时,确保客户实时查看的数据同步更新、下达的指令快速执行。设置网络冗余备份,主网络故障时自动切换备用网络,杜绝数据丢包、传输中断问题,避免客户因网络问题无法正常操作。优化通讯协议,规范数据传输格式,缩短指令传输周期,满足客户对生产线高速控制、实时反馈的操作要求。(3)多设备互联互通与数据共享实现。打通各工段设备、控制单元、监控终端之间的通讯壁垒,建立统一的数据传输平台,实现PLC、变频器、传感器、上位机等多设备互联互通,方便客户在一个操作平台上统筹管控所有设备。整合生产数据、设备运行数据、质量检测数据,实现全厂数据共享,便于客户集中管控、数据分析和资源调配,推动生产线智能化协同运行,提升客户的工作效率。

2.4 安全与故障诊断系统优化

(1)设备联锁保护机制完善。完善轧机、辊道、加热炉等设备的联锁保护逻辑,新增急停联锁、过载联锁、限位联锁、误操作联锁等功能,客户可手动设置安全运行阈值,当参数超标或设备违规运行时,系统立即触发停机保护并报警,提醒客户及时处理,杜绝设备损坏、人员受伤等安全事故,筑牢生产安全防线。(2)在线故障诊断与预警系统搭建。搭建全自动在线故障诊断平台,实时监测设备运行状态、程序运行情况、线路通断状态,收集故障代码和运行参数,当出现异常时及时向客户发出声光预警信号,精准定位故障点位,方便客户快速排查处理,减少故障处理时间^[4]。(3)应急处理与安全防护功能强化。制定完善的应急处理流程,在控制系统中加入应急启停、故障隔离、断电保护等应急功能,方便客户在突发故障时快速处置,最大限度降低损失。加装安全护栏、防火防尘装置、漏电保护器等硬件防护设施,强化系统安全防护等级,同时留存故障日志,记录故障原因和处理方案,方便客户后续查阅、总结经验,提升应急处理能力。

3 轧钢厂电气自动化系统优化实践应用与效果分析

3.1 工程实施概况

(1)项目实施背景与现场条件。本次优化源于原有系统老化、故障频发、能耗高、控制精度不足,加重客户负担,无法满足高产优质需求。现场环境复杂,高温、粉尘、电磁干扰突出,生产连续且设备紧凑、实施空间有限,需客户全程配合施工,在不停产前提下推进改造,对客户操作配合与安全管控要求极高。(2)优化方案实施步骤与工期安排。项目分前期准备、分步改造、调试试运行三阶段:前期客户配合完成设备采购、

现场勘测及方案细化,耗时7天;分步改造采用分区交替作业,客户配合完成硬件更换、线路整改和软件调试,规避全线停产,工期20天;最后客户参与联机调试、参数校准及试运行,熟练掌握新系统操作,用时8天,总工期35天,不影响产能交付。(3)实施过程难点与解决措施。主要难点为不停产施工、现场干扰多、线路繁杂、新旧系统兼容冲突。客户利用夜间停产窗口期配合作业,划分生产与施工区;提前做好设备屏蔽、规整线路,避开强电磁区域;配合绘制图纸、标注线路,逐一对接检查;协助搭建过渡接口,实现新旧系统平稳切换。

3.2 系统调试与运行测试

(1)硬件安装调试与参数校准。硬件安装后,客户逐项检查接线、供电及接地,排除线路故障;配合调试人员校准检测设备,调试传感器灵敏度、控制器响应参数及传动设备性能,核对供电参数,确保硬件运行正常、数据采集精准,契合操作需求。(2)软件程序调试与功能测试。客户参与控制程序分步调试,测试各工序控制逻辑,校正算法参数,熟悉模块操作;测试人机界面、数据监控、故障报警等功能,核对指令响应与数据传输准确性,反馈漏洞、配合优化流程,保障软件适配自身操作习惯^[5]。(3)联机试运行与工况调试。单设备调试完成后,客户开展全流程联机试运行,模拟各类生产场景,调试设备联动与故障响应,熟练掌握应急操作;根据实际工况微调参数,排查卡顿、偏差等问题,确保系统适配连续生产需求。

3.3 优化效果对比分析

(1)生产效率与产品精度提升效果。优化后系统响应加快,契合客户操作节奏,单机效率提升15%左右,日产量增加;产品厚度、平整度误差达标,客户无需反复微调,成材率提升近3%,次品率下降,减轻返工负担。(2)能耗降低与运维成本节约数据。客户可精准控制能耗,系统整体能耗下降12%以上,电费大幅减少;设备故障率降低,客户检修频次减少,人工及配件成本同比下降20%,降低运营成本。(3)系统稳定性与故障发生率改善情况。系统运行平稳,无卡顿、停机问题,客户操作连贯性提升,故障停机时间缩短70%以上;抗干扰能力

增强,故障发生率大幅下降,保障生产连续。

3.4 存在问题与改进建议

(1)运行期间暴露的遗留问题。系统满负荷运行时,部分低端传感器寿命短、更换频繁,增加客户工作量;少数特殊工况下算法调节滞后,需客户手动补充微调;部分线路防护不足,受粉尘侵蚀存在老化隐患,需客户加强排查。(2)后续系统升级与智能化改进方向。更换高规格耐用型检测设备,减少客户更换工作量;优化智能算法,引入大数据与自适应技术,减少微调频次;搭建远程监控平台,实现客户移动端管控,推进生产线智能化升级。(3)长期运维管理优化建议。建立定期检修校准制度,客户按月排查设备、线路及系统漏洞,做好记录;加强客户技能培训,提升操作与应急能力;完善运维台账,实行精细化管理,延长设备寿命,保障系统稳定运行。

结束语

本文围绕轧钢厂电气自动化系统设计优化与实践展开研究,针对原有系统核心问题,构建硬件、软件、通讯、安全一体化优化方案,并完成实际生产场景的工程实施与调试。实践证明,优化后系统有效解决响应滞后、能耗偏高、故障频发等痛点,提升生产效率与产品质量、降低运营成本,为同类轧钢厂提供实践参考,后续将持续改进遗留问题,推进系统智能化升级,助力钢铁企业高质量发展。

参考文献

- [1]肖克实.轧钢厂电气自动化控制系统应用优化[J].冶金管理,2021,9(11):134-136.
- [2]黄昭博.轧钢厂电气自动化控制系统优化策略研究[J].科技经济市场,2024,11(5):41-43.
- [3]蔺阳海.轧钢厂电气自动化控制系统应用优化策略研究[J].冶金与材料,2023,43(2):44-46.
- [4]徐凡.轧钢厂电气自动化控制系统应用优化[J].冶金与材料,2023,43(2):87-89.
- [5]张增文.轧钢自动化控制系统的技术分析[J].集成电路应用,2022,39(9):240-241.