

有关钢铁冶金电气自动化控制技术的创新探讨

姚妍宏

天津荣程联合钢铁集团有限公司 天津 300350

摘要: 钢铁冶金生产对电气自动化控制技术的依赖程度持续加深,传统控制模式在集成化、动态响应与智能协同等层面已显现出明显的技术瓶颈。本文围绕钢铁冶金电气自动化控制的基础体系与运行特征展开梳理,剖析传统技术在系统集成、动态调控、数据传输及设备联动等方面存在的短板,并从集成化控制架构、动态自适应调节、数据智能化处理及联动协同管控四个维度提出创新方向,同时探讨硬件迭代、算法优化、运维完善与多技术融合的应用路径,为冶金电气控制技术的升级提供参考。

关键词: 钢铁冶金; 电气自动化; 控制技术; 智能化; 集成化

引言: 钢铁冶金产业作为国民经济的支柱性行业,其生产流程涵盖烧结、炼铁、炼钢、轧钢等多个连续化作业环节,对电气自动化控制技术的精度与响应能力提出了严苛要求。伴随智能制造理念的持续渗透,传统电气控制技术在系统集成度、动态适配性与数据利用率等方面的不足日益凸显,制约了冶金产线向高效化、精细化方向演进。深入探究电气自动化控制技术的创新路径与优化策略,对于推动冶金生产模式的转型升级具有现实意义。

1 钢铁冶金电气自动化控制基础体系

1.1 电气自动化控制基本构成

钢铁冶金电气自动化控制系统由硬件设备、软件程序、信号传输、联动控制四大功能模块组成。硬件设备涵盖现场传感检测装置、可编程控制器、动力执行器件与配套配电设施,负责现场生产数据采集、控制指令执行与设备动力供给^[1]。软件程序包含专用控制程序、逻辑运算程序 and 数据处理程序,对现场采集的生产参数进行识别与运算,输出对应控制指令。信号传输体系依托工业专用线路与通讯协议搭建数据通道,实现现场设备与控制终端之间的实时数据交互。联动控制单元对接各工位控制流程,整合独立设备运行逻辑,通过标准化现场布设与层级运行模式,满足冶金生产线自动化作业的运行需求。

1.2 冶金电气自动化控制运行特征

钢铁冶金生产呈现连续化、流程化作业特点,电气自动化控制适配各类特殊生产工况。冶金设备长期保持长周期不间断运行状态,控制设备适配低频次启停、持续性工作的运行模式。生产区域普遍存在高温、高负载、高粉尘的作业环境,电气控制元器件与运行程序针对恶劣工况设定专属运行参数。控制逻辑随烧结、炼

钢、轧钢等工序推进同步切换,针对不同生产环节的作业特点,匹配对应的参数调控方式与设备控制逻辑。控制运行节奏遵循冶金流水线分步递进的作业规律,跟随各工序动态变化的生产状态稳定运行。

1.3 传统冶金电气控制技术应用模式

传统钢铁冶金电气控制采用固定化、单一化的调控模式,仅满足基础生产操作。依托定型电路结构实现设备启停与基础保护操作,无法根据现场工况完成动态参数调节。针对单台生产设备单独设置控制程序,各设备控制系统相互独立,工位之间不存在数据交互与联动调控机制。按照提前设定的固定参数完成生产作业,无法响应生产过程中工况的细微波动。整体控制架构较为分散,控制逻辑固化不变,调控覆盖范围有限,仅服务于标准化、单一化的基础冶金生产场景。

1.4 电气自动化技术冶金结合原理

电气自动化技术可根据冶金各工序的生产特性完成精准适配调控。烧结生产中,自动化设备调控物料输送速率、布料配比以及烧结区间温度,满足物料焙烧的生产条件。炼铁生产中,电气控制系统调节炉体通风风压、原料进料速度与出铁作业节奏,维持炉内生产状态稳定。炼钢生产中,依托实时数据采集功能,匹配熔炼、精炼阶段的参数波动规律,输出对应的调控指令。轧钢生产中,自动化控制逻辑精准调节轧制运行速度、压下参数与物料输送节奏,满足钢材成型的工艺标准。技术从参数调节、设备配合、工况结合多个维度,服务冶金全流程工序的运行作业需求。

2 钢铁冶金电气自动化控制传统技术短板

2.1 系统控制集成化程度不足

传统钢铁冶金电气控制系统普遍采用分散式运行架构,现场各类生产设备配备独立的控制单元。各控制单

元单独承担对应设备的启停管控与参数调节,单元之间保持独立运行状态,不存在数据互通与逻辑衔接机制^[2]。烧结、炼铁、炼钢、轧钢等上下游生产工序的控制体系相互割裂,工序衔接位置缺少联动调控通道。生产运行过程只能完成单设备、单工位的独立管控,无法形成整条生产线的统一调度模式。分散化的控制架构会造成生产资源调度割裂,工位运行节奏无法同步,生产线整体运行统一性难以保障。

2.2 动态调控适配能力薄弱

传统电气控制依托固定参数程序完成生产管控,整套运行逻辑保持固化状态。钢铁冶金生产过程存在大量动态变量,物料状态、炉内工况、设备运行状态都会产生持续波动。固化的参数程序无法跟随工况变量实时调整控制逻辑,参数调节动作存在明显滞后性。控制模式仅能应对稳定、标准的生产状态,工况出现小幅波动时难以做出对应响应。固定化调控模式灵活性偏弱,无法匹配冶金生产动态变化的运行需求,容易出现调控偏差,引发设备运行状态不稳、生产参数偏移等问题。

2.3 数据采集与传输体系滞后

传统电气控制系统的数据采集模块功能较为单一,仅能捕捉设备基础运行参数。温度、压力、流量、设备负载等关键生产数据无法实现全方位采集,数据覆盖维度存在明显缺口。数据传输依靠传统线路完成单向传递,传输过程存在延迟、信号抖动、数据丢失等现象。系统内部缺少专业化的数据整合与分类处理机制,零散数据无法形成系统化的数据资源。采集传输体系的短板会造成生产状态无法完整还原,现场调控与设备运维工作缺少全面、实时的数据依据。

2.4 设备联动与智能调控缺失

传统电气控制技术的运行高度依赖人工操作,关键工序的参数调整、设备启停、工况修正均需要人工介入完成。设备之间的联动控制逻辑设置简单,仅保留基础同步启停功能,不存在精细化联动调控机制。整套控制系统不具备自主判断、自主修正的智能调控能力,无法根据现场工况变化自主更新控制指令。设备运行异常、参数偏移等问题出现时,系统无法提前预判与自主修正,只能依靠人工排查处理。整体技术模式智能化层级偏低,难以适配现代化冶金高效、精准、自动的生产运行要求。

3 钢铁冶金电气自动化控制技术创新方向

3.1 集成化控制系统技术创新

对钢铁冶金现场分散布置的电气控制单元进行整合升级,打破单设备、单工序独立控制的运行模式。统一

各类型控制硬件与程序端口的运行标准,消除不同工位控制系统之间的独立壁垒^[3]。搭建一体化集成控制架构,将烧结、炼铁、炼钢、轧钢等各工序的电气控制模块纳入统一控制平台。打通工序之间的数据交互通道,让各工位运行状态能够实时互通共享。借助集成化平台完成全线电气设备的统筹调度,统一各设备运行节奏,弱化传统分散控制带来的工位割裂问题,实现冶金生产线整体控制体系的高度统一。

3.2 动态自适应控制技术创新

对传统固定化的自动化控制逻辑进行迭代优化,摆脱预设参数固化运行的管控模式。搭建可随生产状态变化的动态参数调节机制,根据现场实时采集的生产工况信息更新控制逻辑。针对冶金生产物料波动、炉内状态变化、设备负载变动等工况变化,自动调整对应控制参数的输出范围。细化不同生产状态下的控制逻辑分支,区分稳定生产与波动生产的调控方式。提升控制系统对复杂生产环境的响应能力,精准匹配冶金生产全过程的动态运行状态,减少固定参数运行带来的调控偏差。

3.3 数据智能化控制技术创新

拓展电气控制系统的数据采集范围,增设多类型传感采集设备,覆盖生产温度、运行压力、介质流量、设备载荷等全方位生产信息。优化数据传输架构,升级工业传输链路与通讯方式,降低数据传输延迟与信号干扰问题。搭建系统化的数据处理机制,对零散的现场数据进行分类梳理与深度解析。以真实生产数据为支撑驱动电气设备完成精准调控,按照数据变化规律调整设备运行状态。延伸数据技术在电气控制领域的应用范围,丰富自动化控制的技术支撑维度。

3.4 联动协同控制技术创新

重构传统简单化的设备联动控制逻辑,摒弃仅支持同步启停的基础联动模式。细化各生产设备的联动触发条件与运行时序,建立工序之间的电气协同控制机制。梳理生产设备、输送设备、温控设备之间的运行关联,匹配各设备的运行节奏与动作时序。优化多设备协同运行的参数匹配关系,弱化设备独立运行产生的节奏偏差。完善全线设备的联动配合性能,让各类型电气设备形成相互配合、同步适配的运行体系,提升整体控制体系的精细化程度。

4 钢铁冶金电气自动化创新技术应用优化路径

4.1 硬件设备迭代升级优化

对冶金生产现场老旧电气构件进行迭代更新,替换长期服役、性能衰减的控制元件,淘汰响应迟缓、精度不足的传统硬件设施。选用适配智能调控模式的全新电

气设备,完成现场传感器、可编程控制器与信号传输装置的整体更新。调整现场硬件排布结构,优化传感器安装位置与布设密度,提升生产数据采集的精准度与完整性^[4]。统一控制器、传输设备的选型标准,匹配新型自动化控制技术的运行参数,让硬件性能贴合全新控制架构的运行标准。补齐现场硬件配置缺位、型号不匹配、性能余量不足等问题,完善整套硬件配套体系,为创新控制技术的落地运行提供稳定硬件支撑。在硬件升级过程中,还需充分考虑现场环境的高温、高粉尘等特殊条件,选用具备足够防护等级与耐受能力的工业级设备,确保新设备在恶劣工况下依然能够长期稳定运行。

4.2 控制程序与算法优化升级

对传统固化的自动化控制程序结构进行重构优化,拆解冗余繁琐的运行模块,重新梳理程序内部逻辑层级与执行顺序。更新智能控制算法体系,替换运算形式单一、响应速度滞后的传统逻辑,适配冶金生产动态变化的工况特点。删减系统无效运行步骤,压缩指令执行周期,提升设备运算效率与指令输出速度。根据烧结、炼钢、轧钢等不同工序的工艺特点,定制差异化控制程序,调整算法运算逻辑,满足各工序精细化调控需求。修复程序运行中的逻辑缺陷与运算偏差,提升系统参数识别、数据运算、指令输出的精准度,适配冶金高精度、高稳定性的生产调控标准。

4.3 系统运维体系优化完善

针对创新型电气自动化控制系统搭建专属运维机制,摒弃只适用于传统设备的老旧运维模式。细化日常运维工作内容,明确电气硬件、控制程序、信号链路的常规检查项目与操作规范。规范系统故障排查流程,梳理新型控制系统常见的运行异常,制定对应的排查步骤与处理方式。建立阶段性系统升级机制,结合生产工况变化与技术迭代节奏,有序开展程序更新、硬件校准、参数重置等工作。统一各运维环节的操作规范,规整整体运维流程,让创新型自动化系统可以长期保持稳定、

可靠的运行状态。

4.4 技术融合创新拓展路径

推动电气自动化控制与智能传感技术深度融合,利用高精度传感设备拓宽现场数据采集维度,强化系统对复杂工况的感知能力。接入物联网技术打通设备与控制终端的数据通道,实现现场设备运行状态的实时交互与远程管控。运用大数据技术整理分析海量生产数据,挖掘各类运行参数的变化规律,为控制逻辑的优化调整提供技术依据^[5]。持续拓展多技术融合的应用场景,覆盖生产参数调控、设备状态管控、现场工况监测等核心环节,不断拓宽冶金电气控制技术的智能化、精细化应用范围。

结束语

钢铁冶金电气自动化控制技术的创新探索涉及基础体系重构、传统短板突破、技术方向更新及应用路径优化等多个层面。通过推进控制系统集成化、调控逻辑动态化、数据处理智能化与设备联动精细化,并配合硬件升级、算法迭代、运维完善及多技术深度融合,能够有效弥补传统控制模式的固有缺陷,使电气自动化系统更好地适配冶金全流程复杂多变的生产工况,助力钢铁企业实现高效稳定运行与生产质量的持续提升。

参考文献

- [1]张桂林.有关钢铁冶金电气自动化控制技术的创新探讨[J].中国金属通报,2022(5):58-60.
- [2]衣松泉.有关钢铁冶金电气自动化控制技术的创新探讨[J].商品与质量,2023(1):113-115.
- [3]孙浩.钢铁冶金电气设计中的自动化控制技术创新方案研究[J].中国金属通报,2024(18):77-79.
- [4]王媛,张琪.钢铁冶金电气自动化控制技术创新研究[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2022(9):225-226.
- [5]冯园园.钢铁冶金企业自动化仪表技术应用及分析[J].仪器仪表用户,2024,31(10):104-106,109.