

智能制造背景下机电设备自动化控制技术改造研究

肖 闯

中国葛洲坝集团第二工程有限公司 四川 成都 610091

摘 要: 智能制造的普及推动工业生产模式全面转型, 机电设备运行形态与控制体系面临全新升级要求。现有传统自动化控制模式存在功能固化、联动性弱、数据交互低效等诸多短板, 难以适配柔性化智能生产场景。本文从技术适配体系、核心改造内容、改造制约难点及优化路径四个维度, 系统梳理机电设备自动化控制的升级改造逻辑, 逐层剖析感知、传输、执行、管控各层级的改造重点, 拆解设备兼容、体系融合等实操难题, 搭建适配智能生产场景的分层改造与动态优化体系, 为工业机电设备智能化升级提供系统化的技术参考。

关键词: 智能制造; 机电设备; 自动化控制; 技术改造

引言: 工业智能化转型持续推进, 传统粗放式生产模式逐步被柔性化、数字化生产模式替代, 机电设备作为工业生产的核心载体, 运行工况与作业需求发生明显转变。传统自动化控制架构模式固化、拓展性不足, 无法适配智能生产的动态调控与多设备联动需求, 设备运行效能难以充分发挥。推进机电设备自动化控制技术迭代升级, 补齐传统控制体系的运行短板, 贴合智能生产的作业特征与运行逻辑, 成为工业生产智能化提质增效的重要抓手。

1 智能制造与机电设备自动化控制技术适配体系

1.1 智能制造场景下机电设备运行特征转变

现代工业产业不断迭代升级, 智能化生产模式逐步取代传统粗放生产模式, 机电设备的整体运行形态发生实质性转变。传统生产流程中, 机电设备依托预设程序开展标准化作业, 运行状态长期保持恒定, 只能适配固定工序与单一加工内容。作业形式存在极强的局限性, 难以应对生产任务的动态调整。智能化生产融合数字化调控手段, 赋予机电设备灵活调节与动态响应的基础能力。设备可以跟随生产线工序更迭、产能起伏、任务切换实时调整运行状态, 适配柔性化的生产作业场景^[1]。设备接入工业数据网络后, 可独立完成工况采集、状态判定、工序切换等一系列操作。主动调整设备运行逻辑, 适配新型工业生产作业模式。

1.2 传统机电设备自动化控制技术适配短板

传统机电自动化控制技术针对传统工业生产场景研发搭建, 整体运行逻辑偏向固定, 功能模式较为单一。控制程序定型后难以改动, 参数可调范围有限, 工况出现变动时无法自主更新运行逻辑。系统功能大多服务于单机独立作业, 不具备多设备联动调度的运行能力, 无法支撑整条生产线的协同运转。老旧技术架构的数据交

互效率较差, 传输过程存在延迟, 难以满足智能生产高速、高频的数据流转需求。硬件拓展空间有限, 无法适配新增的智能感知、数据处理与智能调控模块。针对性补齐各项技术短板, 为设备智能化升级扫清技术障碍。

1.3 机电设备自动化控制技术改造的适配逻辑

机电设备自动化控制技术改造摒弃表层化、碎片化的局部改动, 围绕智能生产的实际作业需求开展全方位系统升级。改造工作聚焦动态调控、数据互通、多机联动三大方向, 对原有控制架构进行深度优化。重新梳理控制程序的运行逻辑, 强化设备对复杂工况的自适应能力, 拓宽系统的数据交互通道。结合现场真实生产工况打磨升级方案, 保障技术升级贴合实际作业场景。重构整套自控运行架构, 让机电设备深度融入智能生产作业流程。

2 智能制造下机电设备自动化控制技术改造核心内容

2.1 设备感知层自动化控制技术迭代改造

感知层是机电设备获取现场工况、生产数据的前端核心单元, 承担设备状态采集、环境信息捕捉、工序状态识别的关键职能。传统感知设备采集维度单一, 采集精度有限, 仅能完成基础数据记录, 无法捕捉生产过程中的细微工况变化, 难以支撑智能生产的精细化调控需求。技术迭代改造聚焦感知模块的性能升级与功能拓展, 替换老旧传感组件, 更新高精度、高灵敏度的智能感知设备。丰富数据采集维度, 覆盖设备运行温度、运行负荷、工况位移、环境参数等多项指标, 实现生产状态的全方位捕捉。优化数据采集频率与识别精度, 弱化外界环境干扰带来的数据偏差, 保证采集信息真实有效^[2]。搭建标准化数据输出规范, 统一感知信息的传输格式。全面提升设备前端的数据采集与状态识别能力, 为后端调控作业提供可靠的数据支撑。

2.2 设备传输层自动化控制技术升级改造

传输层负责承接感知层采集数据,完成各类工况信息与控制指令的流转交互,是连通设备前端与管控终端的关键枢纽。传统传输架构通道单一,数据吞吐能力薄弱,容易出现信息拥堵、指令延迟等问题,制约整体调控效率。升级改造针对传输链路架构开展优化重构,搭建高速、稳定的工业数据传输链路。更新老旧传输硬件设备,优化链路布局结构,减少数据传输过程中的损耗与延迟。规范数据传输协议,统一各类设备、各类数据的交互标准,提升不同模块之间的信息互通效率。增设数据容错与纠错机制,规避数据丢包、信息错乱等问题,保障指令与数据稳定流转。持续完善工业传输体系架构,筑牢机电设备智能调控的链路基础。

2.3 设备执行层自动化控制技术优化改造

执行层是机电设备完成生产动作、落实调控指令的终端载体,直接决定生产作业的精准度与稳定性。传统执行机构响应速度慢,动作精度偏低,调控灵活性不足,难以适配智能生产的高精度作业要求。优化改造围绕执行机构的响应能力、作业精度与可控性能展开系统性优化。更换老旧滞后的动力组件与执行配件,提升设备动作响应的灵敏程度,缩小指令执行误差。优化内部驱动程序与调控逻辑,细化动作执行精度,规范设备启停、调速、位移等各类作业动作。强化执行机构的工况适配能力,让设备可以根据不同生产任务调整作业强度与运行节奏。完善执行机构自检机制,及时排查动作异常与运行故障。精准落实各项智能调控指令,保障现场生产作业稳定有序开展。

2.4 设备管控层自动化控制技术革新改造

管控层属于机电设备自动化系统的中枢模块,统筹统筹设备运行调度、工况判别、参数调控与作业管理等核心工作。传统管控系统逻辑固化,调度方式死板,自主研判与动态调控能力薄弱,无法适配柔性化智能生产模式。革新改造重点重构管控系统的底层逻辑与调度架构,优化程序运行算法,提升系统自主研判与动态调控能力。新增工况分析、智能调度、异常判别等功能模块,丰富系统管控维度,摆脱单一化的固定调控模式。优化人机交互界面与操作逻辑,简化管控流程,提升现场运维操作便捷性。搭建分层管控机制,细化不同工况、不同设备的管控标准与调度规则。革新传统设备管控模式,适配现代化智能工厂的生产管理需求。

3 机电设备自动化控制技术改造的关键难点与制约因素

3.1 多类型机电设备控制技术兼容难点

工业生产场景中部署的机电设备品类繁杂,不同设备出自不同生产厂商,投产时间、硬件架构、控制程序存在明显差异。各类设备搭载的自控系统编程逻辑、运行协议、参数标准互不统一,没有通用的技术规范作为衔接依据。开展整体智能化改造时,新型控制技术很难适配老旧设备的硬件架构,新旧系统程序容易出现运行冲突。部分专用机电设备的控制程序具备封闭性,底层代码无法自主修改与调试,技术拓展空间受到限制。设备品类的差异化布局,大幅提升一体化自控改造的实施难度^[1]。工作人员需要针对性定制适配方案,破解多设备系统互通运行的技术壁垒。

3.2 自动化控制技术与智能生产体系融合难点

智能生产体系涵盖数据采集、云端调度、智能分析、生产线联动等多项数字化模块,整体运行逻辑更为复杂。传统机电自控技术仅聚焦单机设备的基础调控,功能设计相对独立,未对接智能生产的数字化运行框架。改造后的自控系统需要对接工业平台完成数据上传、指令接收、工况联动等操作,新旧运行体系的逻辑衔接存在诸多阻碍。部分自控技术升级仅完成硬件与程序更新,未深度适配智能生产的流程架构,难以融入整体生产调度体系。技术融合过程容易出现数据断层、流程脱节、指令不互通等问题。调整自控技术运行架构,适配智能生产整体流程的运行逻辑。

3.3 老旧设备技术改造的衔控制约因素

厂区留存的大量老旧机电设备,硬件老化、架构落后,整体性能与新型智能自控技术存在脱节。老旧设备的硬件接口、传输模块、驱动组件适配性较差,无法直接搭载高精度传感设备与智能调控模块。完全更换全新设备会增加生产投入成本,还会造成原有设备资源浪费,不符合厂区提质增效的改造原则。局部改造升级会受限于原有硬件架构,无法充分发挥新型自控技术的智能调控性能。老旧设备改造很难兼顾经济性、实用性与智能化标准。平衡改造投入与改造成效,制定适配老旧设备的轻量化升级方案。

3.4 自动化控制技术迭代的适配制约因素

工业智能技术处于持续更新迭代的状态,新型自控算法、调控架构、数据技术不断落地应用。现有机电自控改造方案多针对当下生产工况设计,技术更新速度滞后于行业技术迭代节奏。完成阶段性改造后的自控系统,短期内就会出现功能滞后、性能不足等问题。生产厂区的技术运维体系更新缓慢,工作人员对新型自控技术的掌握程度有限,无法充分适配技术迭代后的运行要求。技术迭代的持续性,让自控改造工作存在长期适配

难题。建立常态化技术运维与迭代优化机制,持续跟进行业智能技术发展节奏。

4 智能制造下机电设备自动化控制技术改造优化路径

4.1 推进多设备控制技术一体化融合改造

工业生产线搭载的机电设备型号多样、品牌繁杂,各类设备原有控制标准、运行协议互不统一,长期存在独立运行、互不连通的问题。零散独立的控制模式制约生产线整体智能化升级进度,阻碍整体调控效能提升。针对多设备兼容难题,改造工作需要统一现场设备的控制规范与数据交互标准,梳理不同品类设备的技术差异。对各类设备的控制程序、传输协议、端口规格进行标准化整改,消除系统运行的抵触问题。针对特殊专用设备的封闭性控制系统,搭建专属适配接口与中转程序,打通不同设备间的数据交互通道^[4]。汇总梳理各台设备的独立调控单元,将分散的设备控制逻辑纳入统一管控框架。实现整条生产线设备的集中管控与统一调度。

4.2 深化智能技术与自动化控制体系深度融合

智能生产体系具备数据化、数字化、智能化的运行特征,传统自动化控制体系架构相对封闭,难以承接智能生产的多维作业需求。优化工作需要打破自控系统的独立运行模式,重构系统底层运行架构与数据处理逻辑。主动对接智能生产平台的数据采集、智能研判、工序调度等核心功能,重塑自控系统的作业流程。引入智能算法与数据处理技术,升级设备工况判别、参数调节、异常识别的运行逻辑。根据智能生产的作业流程调整自控程序的运行优先级,匹配柔性化生产的作业节奏。拓展自控系统的数据处理维度,丰富设备运行调控的功能场景。推动自动化控制体系深度融入智能生产整体运行框架。

4.3 建立老旧机电设备分层迭代改造模式

老旧机电设备硬件架构陈旧、拓展能力薄弱,整体性能无法匹配新型智能自控技术,全盘更换或整体改造都会影响生产秩序、增加投入成本。结合老旧设备的运行年限、硬件状态、生产作用开展层级划分,区分可改造设备、限制性改造设备与淘汰替换设备。针对性能尚可的老旧设备,采取轻量化改造方式,替换核心损耗组件、增设适配模块,保留原有可用架构。针对性能短

板突出的设备,针对性优化核心控制单元与数据传输模块,补齐智能化运行短板。针对严重老化、无法适配升级的设备,制定有序替换计划,避免盲目改造造成资源浪费。依托分层迭代模式稳步完成老旧设备智能化升级工作。

4.4 构建自动化控制技术动态更新改造机制

智能制造行业技术迭代速度较快,自控技术、智能算法、硬件设备持续更新,固定的改造方案无法适配长期生产发展需求。静态的改造模式会让设备管控能力逐步落后于行业发展水平,滋生新的技术适配问题。立足行业技术发展规律与厂区生产现状,搭建长效化的技术更新体系。定期梳理行业新型自控技术成果,对比现有设备运行体系查找性能短板与技术差距。常态化开展设备技术校核与程序优化工作,适时更新控制算法、硬件模块与数据交互标准。配套完善技术运维与人员培训体系,保障新型技术可以落地应用。依托动态更新机制持续维持设备自控系统的先进性与实用性。

结束语

机电设备自动化控制技术的智能化改造是工业转型的核心环节,适配体系革新、分层技术升级、难点问题破解与长效机制构建,共同构成完整的设备升级体系。多维度的技术改造能够有效打破传统控制模式的运行局限,打通设备数据交互与联动调控壁垒,适配智能生产的各类作业场景。持续优化设备控制技术融合模式,落实分层迭代改造思路,完善动态更新机制,可有效推动机电设备与智能生产体系的深度适配,助力工业生产智能化水平稳步提升。

参考文献

- [1]赵得学,王洪生.基于人工智能的机电设备自动化控制系统设计与实现[J].现代制造技术与装备,2024,60(6):207-209.
- [2]王子中.机电设备的电气自动化改造及维护探讨[J].中国金属通报,2025(20):143-145.
- [3]姚喜成.机电设备电气自动化改造及维护[J].数字农业与智能农机,2022(5):107-110.
- [4]唐训培.机电自动化技术在机械制造领域的使用与研究[J].佛山陶瓷,2023,33(04):40-42.