

机电一体化设备自动化升级改造中PLC技术的运用

高丙江 孟运琛 付秀宁

邢台钢铁有限责任公司 河北 邢台 054000

摘要: 在工业智能化转型背景下,机电一体化设备自动化升级改造成为提升企业竞争力的关键。PLC技术凭借高可靠性、灵活适配性等优势,成为升级改造的核心支撑技术。本文围绕机电一体化设备升级的核心需求,阐述PLC技术的核心原理与适配性要求,系统分析PLC控制系统的软硬件设计要点,探讨其在运动控制、流程控制、状态监测及智能交互等场景的具体应用。研究表明,PLC技术可有效提升设备自动化水平、运行稳定性与运维效率,为机电一体化设备升级改造提供可靠技术路径,具有重要的工业应用价值。

关键词: 机电一体化;设备自动化;升级改造;PLC技术;运用

引言:随着制造业向智能化、高效化转型,传统机电一体化设备存在的控制精度低、运维滞后、柔性不足等问题日益凸显,自动化升级改造迫在眉睫。PLC技术作为工业自动化领域的核心控制技术,具备逻辑运算、时序控制、通信联动等多元功能,可精准匹配机电一体化设备升级的多样化需求。本文立足行业实际发展需求,从PLC技术原理适配性、控制系统设计、具体应用等维度展开研究,旨在明确PLC技术在机电一体化设备升级改造中的应用逻辑与实施要点,为相关升级改造工程提供理论与实践参考。

1 机电一体化设备自动化升级改造核心需求与技术基础

1.1 机电一体化设备自动化升级改造的核心需求

从行业实际发展需求来看,机电一体化设备自动化升级的核心需求集中在三个维度。(1)提升生产过程的稳定性与精准度,传统设备多依赖人工干预,易受人为操作误差影响,升级改造需通过自动化控制实现工序标准化,降低产品不良率。(2)强化设备运维的便捷性与高效性,传统设备故障诊断滞后、维护成本偏高,升级后需具备实时数据监测、故障预警功能,缩短停机检修时间。(3)增强产能调节的灵活性,适应市场订单多品种、小批量的变化趋势,实现设备生产参数的快速切换与产能动态适配,提升企业对市场需求的响应速度。

1.2 机电一体化设备自动化升级改造的技术基础

机电一体化设备自动化升级改造要依托坚实的技术基础支撑,主要包括四个核心层面。(1)传感检测技术,需具备高精度、高稳定性的信号采集能力,实现对设备运行状态、物料参数等关键信息的实时捕捉,为自动化控制提供数据支撑。(2)控制逻辑优化技术,基于设备原有运行机理,构建适配自动化需求的控制模型,

保障控制指令的精准执行。(3)接口适配技术,实现传统设备机械结构、电气系统与新型自动化控制模块的兼容对接,避免硬件冲突。(4)数据传输与处理技术,搭建稳定的信号传输通道,确保控制指令与监测数据的高效交互,为自动化控制闭环的形成提供保障^[1]。

2 PLC技术核心原理与在升级改造中的适配性分析

2.1 PLC技术的基本构成与工作原理

PLC技术核心构成包含中央处理单元(CPU)、存储器、输入/输出(I/O)接口、电源模块及通信接口等关键部件。其中CPU作为核心控制单元,负责指令解读、逻辑运算与数据处理;存储器用于存储系统程序与用户控制程序;I/O接口实现与外部设备的信号交互。其工作原理遵循“循环扫描”模式,依次完成输入采样、程序执行、输出刷新三个阶段:输入采样阶段采集外部传感器、开关等信号并存入输入映像区;程序执行阶段按顺序解读用户程序,结合输入映像区数据进行逻辑运算;输出刷新阶段将运算结果写入输出映像区,驱动执行机构动作,形成闭环控制流程。

2.2 PLC技术与机电一体化设备升级改造的适配性考量

PLC技术与机电一体化设备升级改造的适配性要从多维度考量。(1)控制需求适配,需结合设备升级后的功能目标,判断PLC的运算能力、I/O点数是否匹配设备的控制复杂度;(2)硬件兼容适配,确保PLC与设备原有电气系统、执行机构、检测元件的接口协议一致,减少硬件改造工作量;(3)环境适配性,根据设备运行的工业环境,选择具备相应防护等级、抗干扰能力的PLC型号;(4)升级扩展性适配,需预留通信接口与程序扩展空间,满足设备未来功能升级或产能提升的需求,保障改造的长效性与经济性^[2]。

3 PLC 控制系统在机电一体化设备升级中的设计

3.1 PLC控制系统在机电一体化设备升级中的硬件设计

PLC控制系统硬件设计需结合设备原有结构与升级控制需求,构建稳定兼容的硬件架构,核心要点包括:

(1) 核心控制模块选型与电路整合,依据升级后运算负荷、控制精度确定PLC CPU型号与性能,匹配适配容量存储器保障程序存储与数据处理,电路设计注重电源模块稳定性,采用隔离式电源减少电压波动影响,确保核心单元与原有电气回路兼容衔接。(2) I/O接口扩展与适配,精准核算传感器、执行机构数量及信号类型,合理配置数字量、模拟量I/O模块,通过扩展模块满足接口扩容需求,采用信号隔离技术避免干扰导致控制偏差,接线遵循规范并预留检修空间与标识,提升维护便捷性。

(3) 抗干扰与防护设计,针对工业现场高温、粉尘、强电磁干扰等环境,采用电磁屏蔽外壳封装核心模块,I/O线路选用屏蔽电缆规范布线并与动力电缆保持安全间距,配置浪涌保护器、滤波器抑制干扰与电压冲击,依据环境湿度、粉尘等级选用对应防护等级部件,保障硬件长效稳定运行。

3.2 PLC控制系统在机电一体化设备升级中的软件设计

软件设计以硬件架构为基础,围绕自动化升级目标实现精准控制逻辑,核心要点包括:(1) 控制程序开发流程与规范构建,拆解梳理升级后控制需求,明确工序控制逻辑与联动关系,制定变量命名、程序注释等标准化编程规范,采用模块化思路拆分程序为初始化、主控制、辅助功能等模块,提升可读性与修改便捷性,预留扩展接口满足后续升级。(2) 核心控制逻辑编程实现,基于设备运行机理与工艺要求,通过梯形图、功能块图等实现工序启停、参数调节、连锁保护等核心逻辑,强化逻辑校验并设置故障冗余环节,避免单一逻辑故障导致停机,优化程序执行路径缩短循环扫描周期,提升响应速度。(3) 人机交互界面设计与调试,结合运维需求设计简洁直观界面,清晰划分参数显示、操作、故障报警区,实现运行参数实时显示与控制参数手动设定,嵌入故障报警逻辑,异常时触发声光报警并显示故障代码与排查指引,完成设计后联机调试,校验界面与程序联动一致性,优化操作流程提升运维便捷性^[1]。

4 PLC 技术在机电一体化设备升级改造中的具体运用

4.1 PLC在设备运动控制升级中的运用

运动控制是机电一体化设备自动化升级的核心场景,PLC通过精准指令输出与逻辑协同,实现运动轨迹、

速度、位置的自动化管控,具体应用要点包括:(1) 多轴协同控制实现,依托PLC脉冲输出功能与专用运动控制模块构建联动架构,通过编程设定各轴速度、加速度、位移量等参数,借助逻辑运算达成多轴同步协调,解决传统设备多轴不同步、精度低的问题,保障复杂工序运动协调性与稳定性。(2) 位置与速度闭环控制搭建,通过PLC与增量式、绝对值编码器等检测元件联动,实时采集运动部件位置与速度信号并反馈至控制单元,与预设参数对比后通过PID调节算法输出修正指令,动态调整执行机构状态,实现精准闭环控制,提升控制精度与抗干扰能力。(3) 运动安全连锁控制部署,通过PLC编程整合限位开关、急停按钮、安全门等安全检测信号,构建多层次连锁逻辑,检测到异常时立即触发运动部件急停、复位等保护动作,切断危险区域动力输出,保障人员与设备安全,符合工业安全规范。(4) 运动参数柔性调节设计,利用PLC程序扩展性预设多组参数模板,通过人机交互界面或远程信号触发实现不同工况参数快速切换,无需手动调整机械结构或重新编程,提升设备对多品种生产的适配性与生产柔性。

4.2 PLC在设备流程控制升级中的支运用

流程控制升级的核心是实现工序自动化衔接与有序管控,PLC通过逻辑编程构建控制模型替代传统继电器逻辑,提升控制可靠性与智能化水平,具体应用要点包括:(1) 工序逻辑时序控制规划,结合工艺需求通过PLC编程梳理工序先后顺序、衔接条件与时间参数,构建时序控制逻辑,实现工序自动启停、顺序切换与延时动作,无需人工干预,保障生产流程连续性与规范性。

(2) 物料输送与分拣流程自动化控制,PLC整合物料检测传感器信号,通过逻辑运算判断物料位置、状态与规格,控制输送机构速度与方向,联动分拣执行机构实现精准分拣分流,优化物料处理流程,减少卡顿与误分拣问题。(3) 多设备协同流程联动控制,针对多设备生产单元,通过PLC通信功能构建分布式控制网络,实现设备间信号交互与数据共享,编程设定协同逻辑确保多设备按统一节拍运行,提升生产单元整体运行效率。(4) 流程异常自适应处理与容错控制,在PLC程序中嵌入异常检测逻辑,实时监控工序运行状态,出现物料缺失、设备故障等异常时,自动触发工序暂停、备用流程启动或预警信号,避免异常扩散导致流程中断,提升运行稳定性。

4.3 PLC在设备状态监测与故障诊断升级中的运用

针对传统设备状态监测滞后、故障诊断困难的问题,PLC结合传感检测与数据处理功能,实现运行状态实

时监测与故障精准诊断,为运维提供数据支撑,具体应用要点包括:(1)多维度运行状态参数监测实现,通过PLC连接温度、压力、振动、电流等传感器,实时采集电机、轴承、液压系统等关键部件运行参数,将模拟量信号转换为数字量并进行滤波、校准处理,通过人机交互界面或远程平台展示参数变化趋势,实现运行状态全面感知。(2)故障预警阈值设定与预警逻辑实现,基于设备正常运行参数范围,在PLC程序中预设预警与故障阈值,参数超出预警阈值时触发预警并记录数据;超出故障阈值时立即报警并联动保护动作,锁定故障时刻参数,为排查提供依据。(3)故障诊断逻辑编程实现,通过PLC整合设备各部件关联运行数据构建诊断模型,故障发生时根据故障现象与参数数据,通过逻辑推理定位故障类型与部位,提升诊断精准度与效率。(4)运维数据记录与追溯功能实现,利用PLC存储器与通信功能自动记录运行参数、故障信息、维护记录等数据,支持本地存储与远程上传,形成完整运维档案,便于追溯运行历史、分析故障规律,制定针对性维护策略,实现预测性维护。

4.4 PLC在设备智能化交互与远程管控升级中的运用

顺应工业智能化发展需求,PLC通过通信模块扩展与程序优化,实现设备与人、设备与系统的智能交互,具体应用要点包括:(1)智能化人机交互系统搭建,以PLC为核心联动触摸屏、工业平板等设备,设计可视化操作界面,划分参数设置、状态显示、故障报警、操作指引等功能区,支持参数设定、设备启停与数据查看,通过编程实现操作权限分级管理,避免误操作,提升交互便捷性与安全性。(2)设备与上位机系统通信对接,通过PLC以太网、RS485等通信模块,实现与工厂MES、ERP等上位机系统连接,按Modbus、Profinet等协议上传

运行、生产、故障等数据,接收上位机生产计划、参数调整等指令,实现集中管控与智能调度。(3)远程监控与维护功能实现,基于PLC网络通信功能搭建远程监控平台,运维人员可通过电脑、手机等终端远程查看设备状态、实时参数与故障信息;针对软件故障可远程接入PLC程序进行调试、参数修改与故障排除,无需现场值守,降低运维成本、提升效率。(4)设备间数据共享与协同管控实现,通过PLC构建设备间通信网络,实现运行数据实时共享,编程设定协同逻辑,根据上下游设备状态自动调整本设备参数,实现生产流程自适应优化,提升整个生产系统智能化水平与运行效率^[4]。

结束语:PLC技术在机电一体化设备自动化升级改造中发挥着不可替代的核心作用,其在软硬件设计上的灵活性与适配性,可有效满足设备运动控制、流程优化、状态监测及智能管控等升级需求。通过科学运用PLC技术,能够显著改善传统设备短板,提升设备自动化与智能化水平。随着工业互联网技术的发展,PLC技术将朝着更高效的网络协同、更精准的智能控制方向演进,为机电一体化设备升级改造注入更强动力,助力制造业实现高质量发展。

参考文献

- [1]郭小军.基于PLC机电一体化技术的数控机床改造研究[J].自动化应用,2025,66(15):272-274.
- [2]刘红武.PLC变频节能技术在电气自动化设备中的应用研究[J].企业科技与发展,2021(3):67-68+71.
- [3]杨洁,赵海龙.PLC变频调速技术在机电设备中的运用研究[J].现代制造技术与装备,2021,57(2):189-190.
- [4]赖育相.机电一体化设备自动化升级改造中的PLC技术应用[J].大众科学,2024,45(22):66-68.