

机械电气控制装置 PLC 技术分析

冯流洋

中国船舶集团有限公司第七一三研究所 河南 郑州 450015

摘要: 随着工业自动化水平的提升, PLC技术在机械电气控制领域的应用愈发广泛。本文以机械电气控制装置 PLC技术为研究对象, 先阐述PLC技术基础理论, 包括定义特征、组成结构及工作机制; 再分析PLC与机械电气控制装置的适配性, 探讨关键应用技术; 最后梳理其典型应用场景。研究表明, PLC技术凭借高可靠性、强适配性等优势, 能有效提升机械电气控制的精准度与稳定性, 为工业自动化发展提供有力支撑。

关键词: 机械; 电气控制装置; PLC技术; 应用

引言: 在工业智能制造转型背景下, 机械电气控制装置对控制系统的精准性、稳定性和灵活性提出更高要求。传统控制方式存在适配性差、抗干扰能力弱等弊端, 难以满足现代工业生产需求。PLC作为专为工业环境设计的控制技术, 凭借可编程性、强抗干扰性等核心优势, 逐渐成为机械电气控制的核心支撑。本文围绕机械电气控制装置PLC技术展开系统分析, 旨在明晰其应用逻辑与技术要点, 为相关领域的技术应用与优化提供参考。

1 PLC技术基础理论概述

1.1 PLC的定义与核心特征

可编程逻辑控制器 (PLC) 是专为工业环境设计的数字运算电子系统, 通过可编程存储器存储程序, 执行逻辑运算、顺序控制、定时计数及算术运算等指令, 借助数字或模拟I/O接口控制各类机械与生产过程。其核心特征突出: 具备强抗干扰与高可靠性, 可适应工业现场粉尘、振动、电磁干扰等恶劣环境; 扩展性灵活, 能通过增减模块匹配不同控制需求; 编程调试便捷, 采用贴近工业逻辑的编程语言, 降低操作门槛, 实现快速组态维护。

1.2 PLC的基本组成结构

PLC主要由核心控制、I/O、电源及编程通讯四大模块构成。核心控制模块作为“大脑”, 含CPU与存储器, 前者负责指令解读执行, 后者存储系统及用户程序; I/O模块是与外部设备的接口, 输入模块将按钮、传感器等信号转为CPU可识别的数字信号, 输出模块将处理后信号转换为驱动执行器的信号; 电源模块提供稳定供电保障系统运行; 编程通讯模块支持程序上传下载及PLC与其他设备的联网通讯。

1.3 PLC的工作原理与运行机制

PLC采用循环扫描工作机制, 以扫描周期为单位依次完成输入采样、程序执行、输出刷新三个阶段。输入采样阶段, PLC逐条读取所有输入端子状态并存入输入映像寄

存器, 此后输入状态保持不变直至下一周期; 程序执行阶段, CPU按用户程序顺序逐条执行指令, 结合输入映像寄存器及内部寄存器状态完成逻辑运算与数据处理, 结果存入输出映像寄存器; 输出刷新阶段, PLC将输出映像寄存器状态一次性传送至输出端子, 驱动执行器动作, 完成一次循环扫描^[1]。

2 机械电气控制装置与PLC的适配性分析

2.1 机械电气控制装置的控制需求

机械电气控制装置的核心控制需求集中于精准性、稳定性与灵活性三大维度。在精准性方面, 需实现对电机转速、执行机构位移等参数的精确调控, 满足机械加工、物料传输等场景的精度要求; 稳定性要求控制系统在长时间连续运行及工业复杂环境中, 保持输出信号的一致性, 避免因故障导致生产中断; 灵活性则体现在需适配不同工况切换、负载变化, 以及支持后续功能扩展。此外, 部分高端机械装置还需具备数据采集、故障诊断等附加控制需求, 为设备智能化管理提供支撑。

2.2 PLC与传统控制方式的适配对比

PLC与传统继电器-接触器控制、单片机控制等方式在适配性上差异显著。传统继电器控制依赖硬件接线实现逻辑功能, 适配性差, 修改控制逻辑需重新布线, 难以满足多工况切换需求; 单片机控制虽具备一定灵活性, 但抗干扰能力弱, 不适用于恶劣工业环境, 且系统扩展需重新设计电路。而PLC采用模块化结构与可编程特性, 可通过修改程序快速适配不同控制逻辑, 无需改动硬件接线; 同时具备强抗干扰能力, 能直接适配工业现场环境, 在多输入输出、复杂逻辑控制场景的适配性远超传统控制方式。

2.3 PLC在机械电气控制中的适配优势

PLC在机械电气控制中的适配优势主要体现在三方面: 一是适配范围广, 通过不同模块组合可适配从简单

单机控制到复杂生产线协同控制的各类机械装置；二是适配效率高，图形化编程降低了控制逻辑设计难度，缩短了系统调试周期，能快速响应机械装置的控制需求变更；三是适配可靠性强，硬件层面具备完善的抗干扰设计与故障自诊断功能，软件层面支持程序备份与恢复，可保障机械电气控制装置长期稳定运行，有效降低因控制系统适配问题导致的生产风险^[2]。

3 机械电气控制装置PLC关键技术

3.1 PLC与机械电气系统的精准适配技术

PLC与机械电气系统的精准适配技术是保障控制有效性的核心前提，重点涵盖以下关键点：（1）控制需求精准拆解技术，基于机械电气装置的运行参数范围、控制逻辑复杂度、响应时效要求等核心指标，建立量化需求模型，明确PLC的输入输出信号类型、数量及精度等级；（2）模块选型匹配技术，根据拆解后的控制需求，针对性选择CPU运算性能、I/O模块通道类型、特殊功能模块的规格参数，确保模块性能与机械电气系统的负载特性、控制精度相匹配；（3）接口兼容适配技术，采用标准化接口协议与信号转换机制，解决PLC与机械电气系统中传感器、执行器、驱动器等设备的信号匹配问题，避免信号衰减或干扰导致的控制偏差；（4）电源适配优化技术，结合工业现场电压波动情况与PLC及外设的功率需求，配置稳定的供电模块与防浪涌、防电磁干扰的电源保护电路，保障适配后系统的供电稳定性。

3.2 PLC控制逻辑优化与抗干扰技术

PLC控制逻辑优化与抗干扰技术是提升机械电气控制可靠性的关键支撑，核心内容包括：（1）控制逻辑结构化设计技术，采用模块化编程思路，将复杂控制逻辑拆解为独立功能单元，通过逻辑复用与层级化管理，降低程序冗余度，提升逻辑执行效率；（2）时序优化技术，针对机械电气系统中多执行机构的动作协同需求，精准规划指令执行时序，设置合理的延时与优先级排序，避免动作冲突；（3）硬件抗干扰技术，采用屏蔽电缆传输信号、合理布局PLC与强电设备的安装位置、配置接地装置与滤波模块等措施，削弱工业现场电磁干扰对PLC信号传输的影响；（4）软件抗干扰技术，通过程序中设置信号滤波算法、冗余判断逻辑、故障自诊断程序，对采集的异常信号进行处理，避免误动作，同时快速定位逻辑执行过程中的故障点。

3.3 PLC网络化协同与数据交互技术

PLC网络化协同与数据交互技术是实现机械电气系统集成控制的关键路径，主要包含：（1）多PLC协同通讯技术，采用工业以太网、CANopen等标准化通讯协议，构

建分布式通讯网络，实现多台PLC之间的控制指令交互与状态信息共享，保障多单元机械装置的协同运行；（2）PLC与上位机数据交互技术，通过通讯接口与数据传输协议，建立PLC与监控上位机的双向数据通道，实现控制参数的远程下发与运行状态数据的实时上传；（3）数据采集与预处理技术，针对机械电气系统的关键运行参数，采用高精度数据采集算法，对采集的数据进行去噪、归一化处理，提升数据准确性；（4）网络安全防护技术，配置访问权限管理、数据加密传输、防火墙等安全措施，防止网络攻击与数据泄露，保障PLC网络化控制体系的稳定运行；（5）兼容扩展技术，采用开放式通讯架构与标准化接口，预留后续设备接入与功能扩展的空间，提升PLC网络化系统的适配性与扩展性。

3.4 机械电气控制装置中PLC的软件编程技术

该技术是实现机械电气控制逻辑落地的核心，关键点包括：（1）控制程序模块化开发技术，按机械电气装置的功能模块划分编程单元，实现程序模块的独立开发、调试与复用，提升编程效率与后期维护便捷性；（2）控制逻辑可视化编程技术，结合机械动作流程采用功能块图（FBD）、顺序功能图（SFC）等图形化编程方式，清晰呈现控制时序与逻辑关联，降低复杂控制逻辑的编程难度；（3）程序调试与优化技术，运用在线监控、断点调试等功能定位程序逻辑漏洞，通过精简指令、优化程序执行顺序等方式提升程序运行效率，确保控制响应的及时性；（4）程序兼容性与可移植性设计技术，遵循标准化编程规范，减少对特定PLC型号的依赖，便于后续控制系统的升级与设备替换^[3]。

4 PLC在机械电气控制装置中的应用场景

4.1 流水线机械电气控制中的PLC应用

在流水线机械电气控制中，PLC的应用核心围绕流程协同与运行管控展开，具体体现在：（1）启停与调速控制，通过PLC接收流水线启停信号，联动控制输送机、传送带等执行机构的启停动作，同时根据生产节拍需求，精准调节电机转速，实现流水线运行速度的无级适配；（2）工序协同控制，基于预设程序实现各工位工序的有序衔接，控制物料传输、加工、检测等环节的动作时序，确保上一工序完成后下一工序精准启动，避免工序脱节或重叠；（3）物料定位与传输控制，结合光电传感器、编码器等信号，PLC实时判断物料位置，控制定位机构精准停靠，保障物料在各加工工位的定位精度，同时调控传输机构的运行状态，实现物料的平稳传输；（4）运行监控与保护，PLC实时采集流水线各机构的运行参数（如电流、温度）和状态信号，当检测到过载、卡滞等异常情

况时,立即触发报警机制并执行紧急停机程序,保护设备与物料安全;(5)生产计数与统计,通过PLC计数功能记录流水线的产量、物料消耗等数据,实时上传至监控系统,为生产调度与产能统计提供数据支撑。

4.2 数控机床电气控制中的PLC应用

数控机床电气控制中,PLC承担着辅助控制与逻辑协调的关键作用,主要应用内容包括:(1)主轴控制,PLC接收数控系统的主轴转速与转向指令,通过驱动模块控制主轴电机的启停、调速与正反转,同时实时监测主轴运行状态,实现主轴过载、过热保护;(2)进给轴协同控制,配合数控系统完成各进给轴的运动逻辑控制,精准调控坐标轴的移动轨迹与速度,保障机床切削加工的精度,同时协调各进给轴与主轴的动作时序,实现切削过程的同步性;(3)刀具管理控制,通过PLC控制刀库的旋转、定位与换刀机构的动作,根据加工需求自动完成刀具的选择、抓取与更换,同时记录刀具使用次数与寿命,当刀具达到使用寿命阈值时发出更换提示;(4)辅助功能控制,实现机床冷却系统、润滑系统、液压系统等辅助机构的自动控制,根据加工工况自动开启或关闭冷却泵、润滑泵,确保加工过程的冷却与润滑需求,同时监控辅助系统的运行状态,避免因辅助系统故障影响加工。

4.3 自动化生产线分拣装置中的PLC应用

在自动化生产线分拣装置的电气控制中,PLC的应用聚焦于物料识别与分拣动作的精准管控,具体表现为:(1)物料识别信号处理,PLC接收视觉传感器、红外传感器、重量传感器等设备的信号,对物料的规格、材质、重量等特征进行识别与判断,区分不同类型的物料,为分拣动作提供依据;(2)分拣路径规划与控制,根据物料识别结果,PLC自动规划分拣路径,控制分拣机械臂、

推料机构、分拣通道等执行元件的动作,将不同类型的物料精准输送至对应的收集区域,实现物料的分类分拣;(3)分拣动作精准控制,通过PLC调节分拣机构的动作速度与力度,确保物料在分拣过程中不发生破损,同时控制分拣机构的定位精度,保障物料能准确进入目标通道;(4)分拣节奏适配控制,根据生产线的物料输送速度,PLC动态调整分拣频率,确保分拣效率与物料输送效率匹配,避免物料堆积或分拣不及时;(5)异常分拣处理,当检测到物料识别失败、分拣机构卡滞等异常情况时,PLC立即停止对应分拣动作,发出报警信号,同时将异常物料输送至预设的不合格品区域,避免影响整体分拣流程的正常运行^[4]。

结束语:本文系统分析了机械电气控制装置PLC技术的基础理论、适配性、关键技术及应用场景。PLC技术以其独特优势,在提升机械电气控制水平方面发挥着不可替代的作用。随着工业自动化技术的持续发展,PLC技术将朝着更智能化、网络化的方向演进。未来,需进一步深化PLC技术与机械电气控制的融合创新,优化核心技术体系,拓展应用领域,以更好地满足现代工业生产的多元化需求,助力制造业高质量发展。

参考文献:

- [1]刘毅.机械电气控制装置PLC技术分析[J].中国设备工程,2023(5):212-214.
- [2]蔡树兴,徐海平,杨刚.机械电气控制装置PLC技术分析[J].葡萄酒,2022(14):0051-0052.
- [3]江莉,蒋蓓,辛宏伟.机械电气控制装置PLC技术的应用探讨[J].科技资讯,2025,23(15):80-82.
- [4]李大川.机械电气控制装置PLC技术分析[J].新潮电子,2025(22):115-117.