

# 电气控制中的PLC技术应用

姚 远

郑州机电工程研究所 河南 郑州 450000

**摘 要:** 随着工业自动化浪潮迅猛推进,电气控制领域正经历深刻变革。本文聚焦电气控制中的PLC技术应用。首先概述PLC技术在电气控制领域的基本情况,接着详细阐述其在电气控制中的顺序控制、运动控制、过程控制、数据处理及通信网络等核心应用模式,展现该技术强大的功能与适应性。最后探讨其发展趋势,包括智能化演进、网络化升级以及小型化与高性能化方向。旨在为电气控制领域相关人员全面了解PLC技术提供参考,助力其更好地运用该技术推动行业发展。

**关键词:** 电气控制; PLC技术; 应用模式; 发展趋势

引言:在工业自动化飞速发展的当下,电气控制作为关键环节,对生产效率与质量起着决定性作用。传统的电气控制方式在面对复杂多变的工业场景时,逐渐暴露出灵活性差、效率低等弊端。而可编程逻辑控制器(PLC)技术的出现,为电气控制领域带来了革命性变革。它凭借强大的逻辑处理能力、高度的可靠性和灵活性,迅速在工业生产各领域得到广泛应用。深入研究PLC技术在电气控制中的应用,对于提升工业自动化水平、推动产业升级具有重要意义。

## 1 电气控制中的 PLC 技术概述

在电气控制领域,PLC(可编程逻辑控制器)技术占据着举足轻重的地位,是推动工业自动化发展的关键力量。PLC是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作电子系统。它采用可编程的存储器,在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令,通过数字式或模拟式的输入输出来控制各种类型的机械设备或生产过程。与传统电气控制系统相比,PLC具有显著优势。它具有高度的灵活性和可扩展性,用户可根据实际需求,通过修改程序轻松改变控制逻辑,无需大规模改动硬件线路,大大缩短了系统升级和改造的周期。其可靠性也极高,采用了一系列抗干扰措施,能在恶劣的工业环境中稳定运行,减少设备故障和停机时间。从硬件结构看,PLC主要由中央处理单元(CPU)、存储器、输入输出接口、电源等部分组成。CPU是控制核心,负责执行程序和处理数据;存储器用于存放系统程序和用户程序;输入输出接口则实现与外部设备的信号交互<sup>[1]</sup>。

## 2 PLC 在电气控制中的核心应用模式

### 2.1 顺序控制模式

(1) 单轴/多轴同步控制。单轴控制主要针对单个运

动轴,精准调控其启动、停止、速度与位置,确保单一动作的精确执行。多轴同步控制则更为复杂,它协调多个运动轴同时或按特定时序动作,实现多轴间的协同运作。比如在自动化生产线中,多个机械臂需同步抓取、放置物品,多轴同步控制能保证各机械臂动作协调一致,避免碰撞,提升生产效率与产品质量。(2) 分支与循环逻辑。分支逻辑根据不同的条件判断,使程序执行路径发生改变,就像交通路口根据不同方向指示选择行驶路线。例如在设备故障检测中,若检测到特定故障信号,程序会分支到故障处理子程序。循环逻辑则让程序重复执行特定任务,直到满足退出条件。像在产品批量加工中,对每个产品执行相同的加工步骤,通过循环逻辑可高效完成批量生产。PLC凭借强大的逻辑处理能力,能灵活实现各种分支与循环逻辑,满足多样化生产需求。(3) 人机交互集成。通过操作面板、触摸屏等设备,操作人员能直观地输入指令、设置参数,监控设备运行状态。例如,工人可在触摸屏上轻松启动或停止生产线,调整生产速度。同时,PLC将设备运行数据实时反馈给操作人员,如运行时间、故障信息等。这种双向的信息交互,使操作人员能及时掌握设备情况,快速做出决策。

### 2.2 运动控制模式

(1) 多轴联动控制。其通过脉冲控制或工业总线(如EtherCAT)连接伺服驱动器,依托内置运动指令实现轨迹规划。在数控机床中,PLC可联动X、Y、Z轴及主轴,完成圆弧、曲面加工;在工业机器人领域,能协调关节轴运动,实现抓取、装配等连贯动作。该技术解决了传统单轴控制的局限性,将运动误差控制在微米级,大幅提升设备加工精度与生产效率,适配高端制造场景需求。(2) 速度与加速度规划。通过梯形、S型等加減

速曲线算法,避免执行机构因速度突变产生机械冲击。PLC根据负载、机械刚性设定起始速度、最大速度及加减速时间,如自动化输送线启动时,通过规划加速度防止物料滑动;机械臂搬运时,用S型曲线减少振动与部件磨损。同时,PLC实时采集速度反馈信号,动态修正参数,确保实际速度与设定值偏差在允许范围,既保护设备结构,又提升生产过程稳定性与产品质量。(3)电子齿轮功能。电子齿轮功能通过PLC软件算法替代传统机械齿轮,实现输入轴与输出轴的灵活速比控制,无机械磨损且参数可调。其以外部信号(如编码器反馈)为“主动轮”,按预设速比计算输出轴目标速度,驱动伺服系统。在印刷机中,可使印刷辊与送纸辊保持固定速比,适配不同纸张尺寸;在贴标机中,调整速比实现标签与产品精准对位。相较于机械齿轮,无需拆卸更换部件,仅改PLC参数即可切换速比,缩短换型时间,避免磨损导致的速比偏差,提升设备可靠性。

### 2.3 过程控制模式

(1)温度控制系统以PLC为核心构建闭环控制体系,通过热电偶、PT100等温度传感器实时采集被控对象的温度信号,将模拟量信号转换为数字量后传输至PLC。PLC内部搭载PID(比例-积分-微分)控制算法,对比采集值与预设温度阈值,计算出偏差量并输出控制信号。该信号驱动加热器、冷却阀等执行机构动作,调节热量输入或输出速率,同时PLC持续接收传感器反馈的温度数据,动态修正控制参数,确保被控对象温度稳定在设定范围内,还可联动报警模块,当温度超出安全阈值时触发警示,保障系统运行安全。(2)液位调节系统依托PLC实现对液体容器液位的精准管控,通过浮球液位计、超声波液位传感器采集液位高度信号,将信号传输至PLC的模拟量输入模块。PLC对采集的液位数据进行分析,判断当前液位是否处于正常区间,若低于下限则输出信号开启进水阀或提升给水泵转速,补充液体;若高于上限则控制排水阀开启或降低给水泵转速,减少液体输入。系统通过PID算法优化调节精度,避免液位剧烈波动,同时具备液位超限检测功能,可及时触发停机或报警动作,防止液体溢出或设备空转损坏。(3)压力保护机制通过PLC实现对工业管道、容器内压力的实时监控与安全管控,压力传感器将采集到的压力信号转换为标准电信号,传输至PLC进行数据处理。PLC预先存储压力安全阈值,将实时压力值与阈值进行比对,当压力高于上限时,立即输出信号控制泄压阀开启,释放多余压力;当压力低于下限时,触发增压泵启动或进气阀调节,补充压力。

### 2.4 数据处理模式

(1)批量数据采集是PLC数据处理的基础,主要实现对电气控制系统多类型数据的实时集中获取。PLC通过模拟量输入模块、数字量输入模块或工业总线(如Modbus、Profinet),同步采集传感器(温度、压力)、执行器(阀门开度、电机转速)及设备状态(运行/故障信号)等数据,采集频率可按工艺需求设为毫秒级至秒级。采集时,PLC会对原始数据预处理,过滤干扰信号与冗余数据,再将有效数据存入内部寄存器或扩展存储模块,确保数据完整、时效,为后续统计分析决策提供支持。提供高质量数据源,避免数据问题影响控制精度。(2)统计分析与决策支持是PLC数据处理的核心理念,通过内置算法对采集数据深度加工,为生产优化和故障预警提供依据。PLC按预设周期计算关键指标,如生产参数的均值、峰值、波动范围,及设备运行时长、故障频次,再对比预设阈值判断运行状态。若参数异常,PLC自动生成预警信号,将分析结果输出至HMI或上位机供人员查看;同时导出历史统计数据,为工艺优化、维护计划制定提供支撑,减少人工判断误差,提升决策精准度。(3)数据转换与协议解析是PLC实现多设备数据互通的关键,解决设备间数据格式与协议不兼容问题。数据转换上,PLC将模拟量信号(如4-20mA)转数字量,或统一不同精度数值格式;协议解析上,支持Modbus、Profinet等协议,可解析变频器、传感器、上位机的协议数据,转换为内部可处理格式。通过该功能,PLC成为数据中转节点,实现系统内设备数据交互,打破“数据孤岛”,保障电气控制系统协同运行,提升集成效率与稳定性。

### 2.5 通信网络模式

(1)现场总线通信是PLC连接现场设备的核心方式,可实现PLC与传感器、执行器、变频器等设备的高速数据交互。其支持多种主流总线协议,如Profinet、ModbusRTU、EtherCAT等,具备实时性强、抗干扰能力突出的特点,能适应工业现场复杂的电磁环境。PLC通过现场总线模块接入总线网络,既可向从站设备发送控制指令,也能实时接收设备反馈的运行数据与状态信号,同时支持总线级故障诊断,可快速定位通信异常节点。(2)无线通信集成是PLC应对复杂布线场景的重要补充,通过无线模块实现PLC与设备的无缆数据传输。其支持Wi-Fi、LoRa、蓝牙等多种无线技术,可根据通信距离、数据量需求选择适配方案,解决传统有线方式在移动设备、偏远区域或复杂地形中的布线难题。PLC作为无线通信的核心节点,负责发起数据传输请求、接收无线设备信号,并对数据进行校验与解析,确保传输准确

性。(3) OPCUA服务是PLC实现跨平台、跨厂商数据互通的标准化方案,通过统一的通信协议与数据模型,打破不同设备间的“协议壁垒”。PLC可作为OPCUA服务器,将内部寄存器数据、设备状态信息按标准化格式封装,供上位机、MES系统或云端平台访问;也可作为客户端,从其他OPCUA兼容设备中获取数据<sup>[2]</sup>。

### 3 电气控制中 PLC 技术的发展趋势

#### 3.1 智能化演进

PLC技术的智能化演进核心是突破传统被动执行逻辑,向主动感知与决策方向升级。其通过集成机器学习、模糊控制等智能算法,可自主分析历史运行数据与实时工况,实现故障提前预测与自动诊断,缩短故障排查周期。同时,智能化PLC具备自适应控制能力,能根据负载波动、环境变化动态调整控制参数,无需人工干预即可优化运行效率。此外,该技术还在融合语音交互、机器视觉功能,可直接对接智能传感器获取多维信息,实现场景化精准控制,推动电气控制系统从自动化向智能化深度转型,提升运行自主性与可靠性。

#### 3.2 网络化升级

PLC的网络化升级聚焦于构建高效协同的工业通信体系,强化多设备与多系统的数据交互能力。一方面,工业总线技术持续迭代,通信速率、带宽及连接节点数量显著提升,可满足毫秒级实时数据传输需求,保障高同步性控制。另一方面,PLC逐步融合边缘计算技术,能在边缘节点完成数据预处理与即时控制,避免云端传输延迟。同时,网络化PLC支持与云端平台双向交互,可通过云端实现远程监控、参数配置与程序更新,打破地域限制,构建“边缘-云端”分布式控制网络,提升系统整体联动效率。

#### 3.3 小型化与高性能化

PLC的小型化与高性能化呈现“体积精简、功能强化”的协同趋势。小型化方面,依托芯片集成度提升与模块化设计优化,PLC硬件体积大幅缩减,部分微型PLC可适配紧凑安装场景,同时降低能耗与散热需求。高性能化方面,PLC运算速度显著提升,能快速处理复杂算法与多通道数据;存储容量扩大,可容纳更多程序指令与历史数据;多任务处理能力增强,可同步运行控制、监测、通信任务。此外,其抗电磁干扰、耐温湿度变化的能力进一步优化,确保在复杂工业环境中稳定运行,实现“小体积承载强功能”的应用价值<sup>[3]</sup>。

#### 结束语

综上所述,PLC技术作为电气控制领域的核心支撑,已从传统的逻辑控制工具,发展为覆盖顺序控制、运动控制、过程控制、数据处理与通信网络的多功能技术体系,其高可靠性、灵活性与扩展性,有效解决了传统控制系统的局限,成为现代工业自动化的关键基石。随着智能化演进、网络化升级及小型化高性能化趋势的深化,PLC技术将进一步融合边缘计算、智能算法等新兴技术,打破设备与系统间的协同壁垒,为电气控制系统赋予更强的自主决策与远程协同能力。

#### 参考文献

- [1]王军.PLC技术在机械电气控制装置中的应用[J].现代制造技术与装备,2022,58(10):200-202+209.
- [2]齐群.PLC技术在机械电气控制装置中的应用研究[J].装备制造技术,2021(04):150-152.
- [3]周宝星.电气工程及其自动化控制中PLC技术的应用[J].数字技术与应用,2022,40(11):97-99.