

# PLC技术在电气工程及其自动化控制中的运用

宁 宁

中国三峡新能源(集团)股份有限公司 河南 郑州 450000

**摘 要:** 本文深入探讨PLC技术在电气工程及其自动化控制中的运用。介绍PLC技术基本结构、工作原理及编程语言, 阐述电气工程及其自动化控制内涵, 分析二者适配性。针对传统控制方式弊端, 指出引入PLC技术在提升控制精度、增强稳定性与实现复杂逻辑控制的需求。详细阐述PLC在顺序控制、开关量控制、闭环控制、运动控制等系统中的具体应用, 展现其在电气工程自动化领域的关键作用。

**关键词:** PLC技术; 电气工程; 自动化控制; 顺序控制; 闭环控制

引言: 在现代工业发展进程中, 电气工程及其自动化控制水平直接影响生产效率与质量。传统控制方式因灵活性差、可靠性低及智能化不足, 难以契合复杂多变的生产需求。PLC技术凭借灵活编程、高可靠性等优势, 成为电气工程自动化革新的关键驱动力, 为解决传统控制难题、提升系统性能开辟新路径, 在各工业场景中展现出广阔应用前景。

## 1 PLC技术与电气工程及其自动化控制相关理论

### 1.1 PLC技术概述

PLC (Programmable Logic Controller) 即可编程逻辑控制器, 作为工业自动化领域核心控制设备, 以灵活编程与高可靠性著称。其基本结构由中央处理器、存储器、输入输出接口等关键部件构成。中央处理器如同设备大脑, 负责执行程序指令, 对输入信号进行运算处理; 存储器分为随机存取存储器 (RAM) 和只读存储器 (ROM), 前者用于存储运行中的程序与数据, 后者则保存系统程序与用户编写的固定程序; 输入输出接口是连接外部设备的桥梁, 输入接口接收传感器、按钮等外部信号, 输出接口则控制接触器、电磁阀等执行元件动作。PLC工作原理基于循环扫描机制, 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读取全部输入端子状态并存储至输入映像寄存器; 程序执行阶段, 按从上到下、从左到右顺序扫描用户程序, 依据输入映像寄存器与其他元件状态进行逻辑运算, 结果存入输出映像寄存器; 输出刷新阶段, 将输出映像寄存器状态传送到输出锁存器, 驱动外部负载。编程语言方面, PLC支持梯形图、指令表、结构化文本等多种形式。梯形图以图形化符号直观表示逻辑关系, 类似于电气控制原理图, 易于电气工程师理解与掌握; 指令表采用助记符编写程序, 简洁紧凑, 适合熟悉汇编语言的人员; 结构化文本则类似高级语言, 适合编写复杂逻辑与

数学运算程序。这些编程语言各有优势, 赋予PLC强大编程灵活性。

### 1.2 电气工程及其自动化控制内涵

电气工程及其自动化控制以提升电气系统运行效率、稳定性与安全性为目标, 涵盖电力系统运行控制与电气设备自动化管理等核心内容<sup>[1]</sup>。电力系统运行控制旨在保障发电、输电、变电、配电、用电各环节协调稳定, 通过自动化手段实现负荷预测、潮流控制、故障诊断与隔离, 优化资源配置, 降低人工干预成本与操作风险。电气设备自动化管理聚焦各类电气设备全生命周期管理, 包括电机、变压器、开关设备等。从设备启动、运行到停机, 自动化系统实时监测设备状态参数, 如温度、振动、电流等, 依据预设阈值触发报警或自动调整运行参数, 预防设备故障, 延长使用寿命。自动化系统还能对设备进行远程控制与维护, 减少现场操作工作量, 提升管理效率。在现代工业生产中, 电气工程及其自动化控制广泛应用于工厂生产线、楼宇智能系统、交通运输等领域, 通过自动化技术实现生产流程优化、能源高效利用与环境舒适营造, 推动各行业向智能化、高效化方向发展。

### 1.3 PLC技术与电气工程及其自动化控制的适配性

PLC技术在电气工程自动化控制的逻辑控制、数据处理、实时监控等方面展现出显著优势与适配特点。逻辑控制方面, PLC基于存储程序执行逻辑运算, 能替代传统继电器控制系统, 实现复杂逻辑控制功能。无论是顺序控制、条件控制还是定时计数控制, PLC都能通过编程灵活实现, 且修改程序即可改变控制逻辑, 无需改动硬件线路, 极大提高系统灵活性与可扩展性。数据处理能力上, PLC具备强大算术运算与数据处理功能, 可对采集的模拟量、数字量信号进行滤波、转换、运算等处理, 满足不同控制场景需求。例如在工业过程控制中, PLC

可对温度、压力等模拟信号进行PID调节,确保控制精度;在生产线控制中,可对产品数量、运行速度等数字量进行统计与计算,实现生产过程精准控制。实时监控方面,PLC通过高速输入输出接口与外部设备快速通信,能及时采集设备运行状态信息并进行处理。配合人机界面(HMI),操作人员可实时查看系统运行参数、故障报警等信息,还能远程修改控制参数,实现对电气系统全方位监控与管理,保障系统稳定运行。

## 2 电气工程及其自动化控制现状分析

### 2.1 传统控制方式的特点与问题

传统电气工程自动化控制多依赖继电器、接触器等硬件电路构建逻辑控制系统。在工业生产中,这类系统通过物理线路连接各电气元件,利用继电器触点开合实现逻辑判断与信号传递,形成固定的控制流程。例如在电机启停控制中,需借助大量继电器串联、并联构成连锁电路,通过机械触点通断完成对电机的启动、停止与保护功能<sup>[2]</sup>。这种控制方式在灵活性上存在明显短板。一旦控制需求发生变化,如调整工艺流程、增加控制环节,就必须重新设计和改造硬件线路。从拆除原有线路、更换元器件到重新布线调试,整个过程不仅耗时耗力,还容易因线路改动引入新的故障点。硬件电路的扩展性有限,难以快速适应复杂多变的生产场景需求。可靠性方面,传统控制方式受机械触点寿命制约。继电器、接触器等元件频繁动作会导致触点氧化、磨损,引发接触不良、误动作等故障。而且,当系统规模扩大,硬件元件数量增多,线路复杂度呈指数级上升,故障排查难度随之增加,故障定位与修复时间长,严重影响系统连续运行。在智能化程度上,传统控制方式缺乏数据处理与自主决策能力。其控制逻辑固定,无法根据外部环境变化实时调整运行参数,难以满足现代工业对精准控制、柔性生产的需求。面对复杂工况与多变量控制任务,传统控制系统只能实现简单顺序控制,无法执行高级算法与优化策略。

### 2.2 引入PLC技术的需求

电气工程及其自动化控制对提升控制精度有迫切需求。PLC具备高速数据处理能力与精准的模拟量控制功能,能对温度、压力等物理量进行精确调节。通过内置PID控制算法,PLC可自动调整输出信号,使被控对象稳定在设定值,解决传统控制方式精度低、波动大的问题。增强系统稳定性方面,PLC采用模块化设计与冗余技术,即使部分模块出现故障,系统仍能维持基本运行。其无触点电子开关取代传统机械触点,避免因触点磨损导致的故障,降低维护频率。PLC的循环扫描工作机制保

证程序按固定顺序执行,有效防止逻辑冲突与误动作,提升系统运行可靠性。实现复杂控制逻辑是引入PLC技术的关键驱动力。现代工业生产中,工艺流程日益复杂,涉及多任务协同、条件判断与动态调整。PLC通过编程实现各种复杂逻辑控制,无论是多台设备的联动控制,还是基于传感器反馈的闭环控制,都能通过编写相应程序快速实现。当控制需求改变时,仅需修改程序即可完成系统功能升级,无需大规模改动硬件,极大提高系统灵活性与适应性。

## 3 PLC技术在电气工程及其自动化控制中的具体运用

### 3.1 在顺序控制系统中的运用

顺序控制系统遵循预设时序逻辑,控制设备按固定顺序执行操作,是工业生产中维持流程稳定性的关键环节。在火力发电厂输煤系统,从原煤仓卸料、皮带输送到磨煤机进料,各环节需严格遵循“先后后停、逆煤流启动、顺煤流停止”的规则,防止煤炭堆积堵塞;水处理厂污水处理流程中,污水经格栅除杂、沉砂池沉淀、生物处理到消毒排放,每个工艺单元的运行状态直接影响出水质量,需精准控制设备启停顺序<sup>[3]</sup>。PLC通过编写梯形图或结构化文本程序,构建严密的逻辑控制网络。以输煤系统为例,PLC首先检测皮带输送机的运行状态信号,确认无故障后触发启动指令,通过输出接口驱动接触器线圈,使皮带电机运转;延时一定时间后,再依次启动破碎机、给煤机等下游设备。停止时,PLC依据预设逻辑反向执行,先关停给煤机,待皮带上煤炭输送完毕,再依次关闭破碎机与皮带输送机。这种连锁控制模式通过程序算法实现,避免传统继电器控制中因触点粘连导致的误动作。PLC技术在顺序控制中的优势体现在多方面。其循环扫描机制确保每个设备动作间隔精确到毫秒级,避免人工操作因反应延迟导致的设备碰撞或物料堆积;自动化控制替代人工值守,减少人员频繁巡检带来的安全风险;程序逻辑的模块化设计便于修改控制流程,当生产工艺变更时,仅需调整程序参数,无需重新布线,显著提升系统适应性。在污水处理厂,PLC控制的加药系统可根据水质监测数据自动调整药剂投放顺序与剂量,降低药剂浪费,提高处理效率。

### 3.2 在开关量控制系统中的运用

开关量控制系统以“通”与“断”两种状态实现设备控制,广泛应用于电动机启停、照明回路管理等场景。工业生产线中,数十台电动机协同工作,传统继电器控制需大量物理触点实现连锁逻辑,易因触点氧化导致接触不良;楼宇照明系统若采用手动开关控制,不仅能耗高,还难以适应不同时段的光照需求。PLC通过输入

输出接口构建数字化控制链路。在电动机启停控制中,启动按钮、急停按钮等外部信号接入PLC输入端口,转化为数字信号后进入中央处理器。PLC根据预设程序执行逻辑判断,若启动条件满足,则通过输出端口向接触器线圈发送高电平信号,驱动电机运转;当急停按钮触发或热继电器过载时,PLC立即切断输出,实现安全停机。在智能照明系统中,PLC连接光照传感器与时间模块,白天光照充足时关闭照明回路,夜间或阴天自动开启,并可根据区域人流量动态调节亮度。PLC的电子开关特性赋予开关量控制更高可靠性。无触点设计避免了机械磨损,降低维护频率;内部程序的自检功能实时监测输入输出状态,当检测到异常信号时,自动触发报警并切断危险回路。其灵活性体现在可编程特性上,通过修改程序即可实现多台电机的星三角降压启动、照明系统的分时分区控制等复杂逻辑,无需更换硬件设备,有效应对不同工况下的控制需求。

### 3.3 在闭环控制系统中的运用

闭环控制系统由被控对象、传感器、控制器和执行机构组成,通过反馈机制实现参数精确调节,在温度、压力、速度控制等场景中至关重要。工业加热炉需将温度稳定在特定范围,否则影响工件热处理质量;化工管道压力控制精度直接关系生产安全。PLC结合模拟量输入输出模块实现闭环控制。以温度控制为例,热电偶将炉温转化为电压信号,经模拟量输入模块转为数字值传入PLC寄存器<sup>[4]</sup>。PLC比较实测值与设定值,计算偏差后调用PID控制算法:比例环节快速响应偏差,积分环节消除稳态误差,微分环节预测变化趋势。运算结果经模拟量输出模块转换为电流信号,调节加热元件功率。在压力控制系统中,PLC与压力传感器、电动调节阀协同工作。管道压力低于设定值时,PLC增大输出信号开大调节阀;压力过高则反向调节,相比传统机械压力阀,响应速度和调节精度大幅提升。

### 3.4 在运动控制系统中的运用

运动控制系统涵盖直流调速、交流变频、步进驱动等类型,应用于数控机床、自动化生产线等领域。直流调速系统用于对速度稳定性要求高的纺织机械;交流变频系统在风机、水泵控制中节能优势显著;步进电机常用于3D打印机、激光切割机等设备。PLC作为运动控制核心,通过脉冲输出或通信协议操控电机。在数控机床中,PLC将数控系统运动指令转换为脉冲序列发送给伺服驱动器,控制伺服电机实现复杂轨迹加工;自动化流水线上,PLC控制变频器调节异步电机转速,配合光电传感器实现物料精准定位分拣。PLC与变频器、伺服驱动器配合提升系统性能。在电梯控制中,PLC通过Modbus协议与变频器通信实现平滑加减速;伺服系统中,编码器反馈电机位置形成闭环,确保定位误差控制在微米级。在机器人应用中,PLC实现多关节伺服电机联动,完成复杂动作。

### 结束语

PLC技术通过逻辑编程与模块化设计,在电气工程自动化控制中实现高效、精准与灵活运行。在顺序控制、闭环调节及运动控制中的应用,不仅提升了系统稳定性与响应速度,还降低了维护成本。未来,随着工业4.0与物联网技术融合,PLC将进一步推动电气工程智能化发展,成为工业自动化升级的核心驱动力。

### 参考文献

- [1]罗辉栋.电气设备自动化控制中应用PLC技术的实践分析[J].世界有色金属,2023(22):14-16.
- [2]何丽阳.PLC技术原理及其在电气设备自动化控制中的实践[J].自动化应用,2023,64(21):43-46.
- [3]赵德权.浅谈PLC技术在电气设备自动化控制中的应用[J].中国设备工程,2023(10):233-235.
- [4]王一行.PLC技术在电气设备自动化控制中的应用[J].中国设备工程,2023(19):221-223.