

Application of PLC Technology in Electrical Engineering and Automation Control

Zhimin Zhao

Ganli Pharmaceutical Co., Ltd., Beijing, 101109, China

Abstract

As a commonly used programmable controller in industrial fields, PLC has been widely applied in electrical control systems such as China's manufacturing industry, municipal and energy sectors. Facing the challenges of increasing equipment scale, frequent switching of operating conditions, and heightened safety requirements, the shortcomings of traditional relay circuits—such as complex wiring, difficulty in interlock modification, and time-consuming fault localization—have gradually become apparent. Relying on modular I/O, periodic scanning, and engineering programming, PLC integrates start-stop sequences, protection conditions, and control strategies into programs and circuits, facilitating unified implementation and maintenance. This paper focuses on the application of PLC technology in electrical engineering and automation control, combining practical experience to analyze its technical characteristics, application value, and implementation key points.

Keywords

PLC technology; Electrical Engineering and Automation; Control; Application; Value; Key Points

PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的应用

赵志民

甘李药业股份有限公司, 中国·北京 101109

摘要

PLC作为工业现场常用可编程序控制器, 已在中国制造业、市政与能源等电气控制系统中广泛应用。面对设备规模增大、工况频繁切换和安全要求提高, 传统继电器回路在接线复杂、联锁变更困难和故障定位耗时方面的不足逐渐显现。PLC依托模块化I/O、周期扫描和工程化编程, 将启停顺序、保护条件与调节策略固化到程序与回路中, 便于统一实施与维护。本文围绕PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用, 结合实践, 分析其技术特征、应用价值与实施要点。

关键词

PLC技术; 电气工程及其自动化; 控制; 应用; 价值; 要点

1 引言

可编程逻辑控制器 (programmable logic controller, PLC) 由于具有高可靠性、高灵活性、编程方式简单、高扩展性等特点, 在电气工程及其自动化控制领域中占据着重要的位置^[1]。文章从实施角度出发, 讨论 PLC 在典型电气工程及其自动化控制场景中的价值与关键做法, 为设计、改造和运维提供可执行参考。

2 PLC 技术概述

PLC 是以微处理器为核心、面向工业现场的可编程序控制器, 其基本任务是采集开关量与模拟量信号, 按预设逻辑完成顺序控制、联锁保护和调节输出。应用中, PLC 通常由 CPU、电源、I/O 模块及机架组成, 配合继电器、接触器、

变频器及仪表回路实现对电机、阀门和执行机构的控制。控制程序多采用梯形图、功能块或顺序功能图等形式, 编程语言体系与 IEC 61131-3 及其对应的国家标准 GB/T 15969.3 保持一致。工程上常按输入采集、逻辑运算、输出刷新的扫描周期运行, 并通过自诊断、掉电保持与强制功能支撑现场调试与检修。随着国产 PLC 产品成熟, 更多项目开始采用统一表、地址规划和模块化机柜方案, 以适应中国设备成套与改造需求。

3 PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的应用价值

PLC 在电气工程及其自动化控制中的价值, 首先体现在控制逻辑的可复制性上。现场把启停顺序、互锁条件与保护动作写入程序后, 同类设备可按模板快速扩展, 减少重复接线和二次更改, 特别适合泵站、风机、输送线等成组设备的统一改造。其次, PLC 提升了复杂回路的可靠运行水平。

【作者简介】赵志民 (1983—), 男, 中国黑龙江双鸭山人, 本科, 助理工程师, 从事电气工程及其自动化研究。

其抗干扰设计、输入滤波、看门狗与模块自诊断,使控制系统在电机频繁启停、接触器抖动、现场电磁环境较差的工况下仍能保持稳定。再次,PLC有利于把电气安全要求落到细节。工程师可将急停回路、热继电器、限位开关、液位与压力开关等信号纳入连锁判断,并按失效模式设定允许启动、有序停机或立即切断动作,避免保护逻辑缺口。第四,PLC让调试与检修更具针对性。通过在线监视、强制、状态指示与报警分组,维护人员能够沿着输入—逻辑—输出链路快速定位故障点,同时把误动作原因追溯到具体触点或回路^[2]。第五,PLC有助于提升运行参数的一致性。将软启动时间、延时、计数与阈值集中管理,能够减少操作人员差异导致的工况波动,并便于形成统一备件与作业标准。最后,PLC适应中国常见的技改节奏。很多工厂在不停产或短停窗口实施改造,PLC模块化扩展和程序迭代便于分阶段投运,实现平稳升级并降低停产风险。

4 PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用要点

4.1 回路级 I/O 选型与接线落地

回路级 I/O 选型与接线落地的关键在于先把信号属性说清,再把图纸、端子和程序三者对齐。第一,输入侧要按两线制变送器、三线制热电阻及干接点分型选模件,并在原理图中写明供电来源、公共端归属和常开常闭状态,现场端子用统一符号标注失电安全方向与回路号,接线完成后用仿真触发逐点核对,同时在程序中设置去抖时间、上电屏蔽与延时确认,避免触点抖动或反向接线造成误动作。第二,输出侧要区分晶体管点与继电器点的适用场景,接触器线圈、制动阀等感性负载应优先经中间继电器隔离,并在负载端并联续流二极管或 RC 吸收以抑制反向感应电压,回路中增加合闸、到位或压力开关反馈触点进入输入点,用于动作闭环校核,减少单向指令导致的假执行。第三,模拟量回路应先确定量程、精度与供电方式,工艺量长距离传输优选 4-20 mA 并配屏蔽电缆,屏蔽层按单端接地原则处理以降低环流干扰,同时把电源负端与模拟公共端的连接点固定在柜内,电压信号需要校核压降与共地噪声,温度、压力等慢变量在程序中采用合理滤波系数和量程超限诊断,避免漂移与跳变引发误报警。第四,端子排布局应遵循地址规划与回路成组原则,按功能区分 DI、DO、AI、AO 与电源端子,预留测试孔、旁路短接与隔离端子,检修时可分段拔插隔离,并按 GB/T 5226.1-2019 要求做编号与压线复核。

4.2 顺序控制与连锁边界固化

在电气工程及其自动化控制场景中,PLC 顺序控制与连锁边界要做到可验证、可追溯和可复装,才能把自动启停做得稳定。第一,工程设计应把准备、启动、运行、停机拆分为状态机,逐步定义每一步的许可输入、保持输出与切换触发,并将关键状态位设置为掉电保持或按工艺复位,同时

在操作画面同步显示当前步号、未满足的条件与剩余等待时间,现场调试时用强制与模拟信号逐项验证,避免来电恢复后出现越级跳闸或误启动。第二,连锁条件应按保护等级分层管理,急停回路、门禁开关和人身安全链路优先采用硬接线直接切断使能或动力回路,PLC 程序连锁用于过程保护与防误操作,图纸端子号、回路名称和程序注释必须一一对应,任何改线或替换元件都需同步更新连锁表与点检记录,防止边界漂移导致保护失效或误停机^[3]。第三,启动链建议采用逐项确认方式,将电源健康、断路器合闸、柜门闭合、热继电器复位、阀位到位及润滑压力建立等条件按顺序核对,对关键反馈设定抖动滤波与超时退出,并限定重试次数和间隔,PLC 应把失败步号、触发信号与时间戳写入事件记录,便于班组按线索排查而不反复试车。第四,停机逻辑需区分正常停机与故障停机,正常停机按卸载、延时惰走和回收相关执行机构依序执行,并对阀门回位、制动释放、润滑延时停泵等动作设置到位反馈,保证停机后状态可复现。故障停机则立即撤销控制输出并保持报警,复位条件限定为故障原因消除、关键反馈恢复和人工确认三项同时满足,复位后统一到准备态再重新走启动链。

4.3 模拟量闭环与过程稳定配置

电气工程及其自动化控制的压力、液位、温度与流量等连续量控制场景中,PLC 程序应把模拟量处理与闭环调节按工程步骤固化,才能让现场运行保持可控和可复核。第一,工程配置应从量程、单位与供电接线入手,将原始采样按线性或分段标定换算为工程量,并在程序内建立断线与异常值识别规则,例如对 4-20 mA 回路设置下限电流判据与超量程判别,同时加入上下限钳位与量程外保持策略,再对采样值采用中值或滑动平均滤波并设置更新门限,抑制毛刺触发的输出跳变,对关键测点可定期与现场表计比对并修正零点偏差。第二,闭环算法要结合对象惯性选取控制周期与参数,慢过程采用较长采样并限制输出变化率与最小调节步长,快过程提高刷新频率并叠加前馈补偿与抗积分饱和措施,参数整定应在带负荷条件下按比例、积分、微分顺序逐步调整,并记录整定工况与最终系数,避免超调后形成持续振荡。第三,执行机构应与调节策略匹配,调节阀以脉冲方式驱动时需设置最小动作时间、死区与回差补偿,电动阀利用开到位与中间位反馈做开度校核并限制频繁反向动作,变频调速则要给出频率下限、加减速斜率和跳频区间,必要时设置旁路切换与故障保持,确保控制输出可被设备真实跟随且不引起机械冲击。第四,模拟量报警应按偏离程度分层设置,预警用于提示趋势漂移,高高或低低用于连锁停机并与动作对象逐条对应,触发条件应加入持续时间判定与恢复滞回,恢复后可要求人工确认,同时在事件记录中保存触发值与持续时长,便于复盘排查反复跳变的根因^[4]。

4.4 电机启停与变频控制协同

电气工程及其自动化控制中 PLC 编程若要电机启停

与变频驱动动作稳定一致,必须把回路条件、动作步骤和保护退出统一固化。第一,针对直接起动电机,程序应设置两次起动最小间隔与同组设备顺序互锁,并在发出合闸命令后校核接触器辅助触点、断路器告警触点、热继电器常闭触点的组合反馈,确认合闸成功才允许进入运行状态,同时把缺相、相序错误与反转风险纳入允许条件,电机跳闸后应设置冷却等待与再启动禁止位,避免频繁重合闸造成热积累。第二,星三角或软启动回路应按步骤控制主接触器、星接触器与三角接触器的互斥吸合,设置星切换延时、切换确认与失败回退路径,对启动超时、电流持续偏高、接触器未到位等情况直接退出并保持断开,互锁反馈宜采用主触点与辅助触点交叉核对,现场复位需先消除故障再重新允许启动。第三,变频驱动场景要把频率给定、运行许可、故障复位和使能链路梳理成明确的时序,启动采用升速到目标频率并保持稳速的过程,频率给定应设置变化率限值与断点保持,低速段设置最小频率与转矩限幅并关注电机散热,停机则按工况选择自由停车或减速停车,并对过流、过载、过热等故障分类锁定与分级复位,必要时增加停车后直流制动或抱闸联锁。第四,多电机联动应采用主从节拍,先建立主机电流与转速稳定再投入辅机,按工艺设定并联条件与切换窗口,切换过程中锁定重复启动命令,并对电流不平衡、制动未释放、机械联锁不到位与负载突变设置限制与延时,停机按先辅后主顺序退出并设置重启次数上限,必要时冷却复归后再允许再启动。

4.5 调试流程与故障诊断可追溯

为保证 PLC 技术在电气工程及其自动化控制系统在工程投运后具备可维护与可追溯基础,调试阶段应把回路正确性、动作边界和诊断链路一次性固化。第一,单回路调试坚持先硬后软,电气人员先核对电源等级与极性、端子号与电缆标识、回路通断和屏蔽接地,再逐点核对输入触点常开常闭方向与现场反馈一致性,随后在安全状态下做点动、互锁与急停试验,并记录电压、电阻、触点状态与 I/O 地址对应关系,避免用改程序掩盖接线或元件方向问题。第二,动作测试按空载、轻载、满载分级推进,每一级都限定动作次数与间隔,记录电流峰值、动作时间、到位反馈延时及保护触

发点,出现异常先用临时限幅与临时旁路把风险压住,同时在作业票写清旁路条件、监护人和恢复步骤,试验结束当班复位并复核联锁^[5]。第三,故障诊断在程序中建立可检查路径,对关键条件写入触发来源、时间戳和保持原因,对输出回路增加反馈超时判定与复位条件,并把常见问题分成输入缺失、条件未满足、输出无反馈三段指示,现场同步设置端子测点、继电器指示与回路标识,维护人员可沿信号链逐级定位。第四,投运后对易波动量做趋势复核与周期校验,按月比对模拟量零点、量程与屏蔽接地状态,按周核查执行机构行程与反馈一致性,关键报警要在现场可控条件下做复现验证,修改后执行回归测试,更新接线图、点表、参数清单与程序版本号,并把变更原因、实施人和日期纳入记录。现场复核时应保留工单编号、测量仪表编号和复测结果,并将异常及时闭环到回路元件层面处理。

5 结语

PLC 在中国电气工程及其自动化控制中已形成成熟的工程体系,关键在于把回路、逻辑与保护条件按现场规律落实到 I/O、程序和接线细节。实践表明,只有在设计阶段做到信号定义清晰、联锁边界明确,并在调试阶段完成逐回路验证与故障可追溯,PLC 控制系统才能在长期运行中保持稳定。后续工作可围绕标准化模板与回路优化持续完善,使 PLC 应用更贴近国产设备成套与技改需求。

参考文献

- [1] 何亚福,李留现,路续.PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用[J].锻压装备与制造技术,2023,58(4):83-84.
- [2] 王瑶.PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J].新潮电子,2024(11):115-117.
- [3] 于明春,胡增超.PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用[C]//2025年第五届工程领域数字化转型与新质生产力发展研究学术交流论文集.2025.
- [4] 吴立明,赵承志.PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用探研[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023.
- [5] 于爽.PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023.