

PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的实施

李 山

盛隆化工有限公司 山东省滕州市 277519

摘要：随着工业自动化技术的飞速发展，可编程逻辑控制器（PLC）凭借其高可靠性、强抗干扰能力及灵活的编程特性，已成为电气工程及其自动化控制领域的核心技术支撑。本文首先阐述了 PLC 技术的基本概念；其次从控制精度、可靠性等角度，系统分析 PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用优势；最后以技术实施为核心，从硬件选型、软件编程、系统调试、安全防护及运维管理五个关键环节，详细论述 PLC 技术在电气工程自动化控制中的具体实施路径与操作要点，为相关工程实践提供技术参考，推动 PLC 技术在电气工程领域的深度应用与高效落地。

关键词：PLC 技术；电气工程；自动化控制；硬件选型；软件编程；系统调试；工业自动化

前言：

在现代工业体系中，电气工程及其自动化控制是保证生产流程高效稳定的基础部分，其技术水平直接关系工业产品的质量、运行效率以及安全状况。可编程逻辑控制器（PLC）属于核心技术范畴，在电力系统、机械制造、冶金化工等诸多领域都起着关键作用，逐渐成为推动工业自动化转型升级的重要推动力量。探究 PLC 技术在电气工程和自动化控制方面的实施，既能明显改进电气控制系统的性能，又可提升稳定程度，又可达成降本增效目标，具有一定的研究价值。

1 PLC 技术的概述

PLC 属于一种专门针对工业环境而设计的数字运算电子系统，其主要特点是依靠可编程存储器进行存储和运行程序。这种系统可以执行逻辑运算，顺序控制，定时处理，计数操作以及算术运算等多种类型的复杂任务，还能凭借数字或者模拟信号接口对外部设备执行精确的输入输出控制，进而满足机械装置或者生产流程的多种需求^[1]。PLC 是现代数字化工业控制的重要手段，可以解读用户编写好的控制程序，并将其转换成对电气设备的实际操作指令，以此完成生产过程的自动化管理。

2 PLC 技术在电气工程与自动化控制中的应用优势

2.1 控制精度高

在电气工程自动化范畴中，控制精度属于改善生产效率并保证产品品质的重要因素。PLC 技术结合了高精度定时器和计数器，并带有先进的 PID 算法，能够精准调节复杂

的电气装置。以电力系统变电站为例，电力变电站使用 PLC 装置调控输出电压，PLC 利用模拟信号收集单元收集电压、电流以及频率等核心参数，然后按照 PID 回馈机制不断改进电压数值，可将控制误差稳固维持在 $\pm 0.5\%$ ^[2]。

2.2 可靠性强

PLC 技术凭借独特的架构设计，在恶劣工况下表现出明显的技术优势，具有较强的可靠性。从硬件角度来讲，PLC 大多选用工业级电子元件，具有很好的温湿度适应能力。大多数产品正常工作温度范围达到 $-20^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ ，足以应对复杂环境中的长期稳定运行需求。就软件方面而言，通过硬件滤波、光电隔离以及接地保护等技术途径，可增强抵抗电磁干扰能力，进而有效抵御外界噪声对系统功能产生的威胁。

3 PLC 技术在电气工程与自动化控制中的实施

3.1 硬件选型

3.1.1 PLC 主机（CPU 模块）选型

依据 I/O 点数确定机型。其中，微型 PLC (≤ 64 点) 适用于小型设备控制，小型 PLC (64–256 点) 可满足生产线单机台控制，中型 PLC (256–1024 点) 适配多设备联动，大型 PLC (> 1024 点) 则用于大型工厂分布式控制。此外，还需要预留 $20\% \sim 30\%$ 元余点数应对后期扩容。针对运算速度，简单逻辑控制可选扫描周期 10ms 级 PLC，复杂控制通常需选用 1ms 级机型，例如西门子 S7-1500 PLC 基本指令运算速度达 $0.1 \mu\text{s}/\text{条}$ ，可满足高精度控制需求。结合存储器容量，应按程序复杂度估算^[3]。一般含 1000 条指令的程序需至少 16KB 用户存储容量，同时预留 50% 空间存储

运行数据。最后考虑通信能力,必须能够匹配现场设备协议,如与变频器通信支持 Modbus RTU 的 RS485 接口,与上位机联网则需 Ethernet 接口及 Profinet 协议

3.1.2 I/O 模块及辅助硬件选型

数字量输入 / 输出 (I/O) 模块设计时应按照信号类型合理安排, 直流 24V 输入模块适合接近开关、光电传感器等设备, 交流 220V 输入模块主要用于按钮、行程开关等场景。在输出端口设计上, 继电器输出型的额定负载电流为 2A 适用于接触器、电磁阀等大功率驱动需求, 晶体管输出型的最大输出电流为 0.5A 则更合适高频响应要求高的场合。针对模拟量 I/O 模块的选择, 也要结合信号特性与实际应用需求来考虑。其中, 4 ~ 20mA 电流信号具备较强的抗干扰能力, 在长距离数据传输过程中表现良好; 0~10V 电压信号因为测量精度较高, 在近距离控制领域有明显优势^[4]。为了保证整个系统的性能达到要求, 其精度指标必须符合特定的控制目标, 当温度控制误差 $\leq \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 时, 尽量采用不低于十六位分辨率的高精度模块。

电源模块设计需顾及系统总功耗要求, 其容量至少比各个功能单元功率总和多出 1.5 倍, 这样才能保证系统正常运转。通信模块选择应满足现场总线协议的具体标准。Profibus-DP 模块可以做到 PLC、变频器以及传感器之间的高效数据交换。关于外部设备配置, HMI 选择应当依照实际的应用场景决定。小系统适合用 7 寸显示屏, 大系统则适用 10 寸或者更大的显示屏。而且, 传感器和执行器的信号类型也要和 I/O 模块相匹配。

3.2 软件编程

3.2.1 编程软件与结构设计

按照 PLC 供应商的技术规范选择对应的开发工具。其中, 西门子 S7 系列推荐用 TIA Portal, 三菱 FX 系列则建议用 GX Works3。程序设计时可采用“主程序 + 子程序 + 中断程序”这种架构模式。主程序承担调度各功能模块的任务, 如生产线的启停控制这类核心逻辑就归入主程序。子程序专注于特定功能任务, 可以把电机过载保护之类的功能封装成独立子程序, 从而提升代码复用性^[5]。中断程序针对突发状况展开处理, 比如急停指令, 其运行优先级高于主程序, 应保证系统在紧急状况下能迅速反应并可靠地执行应急操作。此外, 合理区分功能块 (FB) 和函数 (FC), 把 PID 算法当作独立功能单元进行设计。凭借参数传递手段做到跨回路

应用, 这样既能大幅削减代码重复现象, 又能明显提高开发速度和系统维护的便捷程度。

3.2.2 核心控制逻辑编写

顺序控制逻辑设计通常依靠顺序功能图 (SFC) 完成。在机床加工情景当中, 其操作步骤可分解成“工件夹紧、主轴启动、进给加工、主轴停止、工件松开”五部分, 用夹紧传感器信号等作为触发条件促使状态之间发生转变, 而且还要准确判定各个部分具体执行的动作。

PID 控制算法的完成主要依靠编程平台所提供的功能模块, 在化工反应釜温度控制系统当中, 系统要随时得到温度传感器所测得的数据, 即过程变量 PV, 然后把其同预先设定好的目标温度值 SV 做对比运算, 从而产生出输出控制信号被控变量 MV, 用以调控加热设备的工作状况。为防止出现超调造成的温度波动现象, 应同时采用抗积分饱和技术和输出限幅这两种方法提升系统的稳定性和可靠性。

3.3 系统调试

3.3.1 软硬件独立调试

软件调试通过离线仿真与在线监控结合: 离线时用仿真软件模拟输入信号, 如模拟“工件到位”信号, 查看程序是否按步序执行; 在线时将程序下载至 PLC, 实时监控变量值, 如 PID 调节的 PV、SV、MV 值, 调整参数如增大 PID 比例系数加快响应速度, 确保控制精度达标^[6]。

进行硬件调试时先做断电检测, 找出可能存在的危险因素, 着重查看电源正负极的连接是否恰当, I/O 模块同传感器或者执行器之间的接线有没有问题。还要给通信线路实施短路检测, 在通电之后, 凭借观察各个模块指示灯的情况评判系统的运作状况, “POWER” 灯应当正常点亮, “RUN” 灯要处于常亮状态。若没有出现故障报警提示, 就表示硬件设置已经达到了基本标准。随后, 采用万用表量测信号参数, 模拟传感器被触发的情形, 再检查执行机构是否按照预期做出反应, 从而进一步验证信号传送是否准确无误。

3.3.2 联调与稳定性测试

空载调试阶段, 断开执行器的供电后, 借助检测系统之间信号交互的正确性, 评判控制回路的功能是否完备。当生产线模拟运行时, PLC 发出“夹紧” 指令后, 接触器线圈应当稳定吸合, 用电压测量设备验证其工作状况, 这样可显示控制系统运作正常。在带载调试环节, 应接入执行器电源, 还要联系实际的运行环境展开性能检测。在反应釜的温控实

验中，启动加热装置，观察温度的波动状况，把超调幅度以及调节周期记录下来，从而改良 PID 控制器的参数设置；在机床加工的情形下，考察工件的尺寸精确度是否契合工艺标准，如果存在明显误差，重新调整伺服驱动单元的有关配置参数^[7]。连续运行测试需持续 24 ~ 72h，记录设备运行数据，观察其是否出现故障。若是电机电流异常升高，需要检查负载是否过载。当温度波动超标，需要排查传感器是否漂移，以此保证系统长期稳定。

3.4 安全防护

硬件防护需加装保护装置。电源回路串联熔断器、断路器，防止过流烧毁模块；电机控制回路加装热继电器，过载时切断电源；PLC 控制柜安装接地装置，保护接地电阻 $\leq 4\Omega$ ，信号接地单独设置，抑制电磁干扰；粉尘环境加装防尘罩与通风风扇，潮湿环境配备除湿器，高温环境安装空调，确保设备工作环境达标，一般温度为 0~55℃，湿度在 40% ~ 60% 范围内^[8]。

软件防护体系需创建多层安全逻辑架构，通过权限分配机制做到细致管理，给管理员代码编辑权限，操作员只具有设备开启关闭控制权限，这样可防止错误操作。采用误动抑制策略，在电机正反转切换时添加延时控制，可有效防止电气故障隐患。布置实时监测与警报系统，当传感器数据出现异常时立刻触发停机，并发出警报信息，在人机交互界面中清楚标出故障种类，为后面修理给予准确方向。此外，还要对工作人员进行安全教育，提升其安全意识，增加设备的使用寿命。

3.5 运维管理

运维人员应每天执行设备巡检，主要涵盖控制柜外观完好性检查，柜门密封性能检测以及风机运转状况，清除模块和接线端子表面灰尘。通过人机交互界面 HMI 随时观察关键参数，例如电流数值、温度数据等，记录出现的异常情形，方便之后查找故障^[9]。

专业人员应该主导定期维护工作，采用专业仪器检测各模块功能。如果检测发现 I/O 模块存在问题就及时更换。查看接线端子状态并对松动部分加以紧固处理，避免因为接触不良而产生故障现象。对传感器以及执行器实施校准操作，

比如使用标准信号源检验温度传感器的表现情况，以此保证其测量的准确性。此外，还要做好程序以及数据方面的备份工作，把其存放到计算机硬盘、移动存储设备或者云端服务器，这样可确保数据的安全性与完整性。

结束语：总之，PLC 作为电气工程与自动化控制方面的关键支撑性技术支持工具，在工业生产进程中有着特别重要的作用。其具备高可靠性、灵活性等优势，上文从技术原理视角入手，系统整理 PLC 的应用优势，并且通过具体情形开展进一步讨论，集中于核心部分展开探究，认为在硬件选配的时候注重准确适配条件；在软件程序编程环节实行逻辑改善设计步骤；就系统调试部分着重加强各项功能检验及故障检测操作；并且还对有关安全防护机制形成和运维管理体系改进等方面做出相应意见；各个流程都按照真正项目实际需求来处理，务必遵守相关技术准则。未来 PLC 技术还将与物联网、大数据、人工智能等技术深度融合，为电气工程及其自动化控制带来更广阔的应用前景。

参考文献：

- [1] 李英 . 智能化技术在电气工程自动化控制中的应用分析 [J]. 模具制造 ,2025,(08):183~185.
- [2] 李玉飞 .PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的运用分析 [J]. 仪器仪表用户 ,2025,(07):133~135.
- [3] 袁挺 . 电气工程自动化控制中智能化技术的应用探究 [J]. 科技资讯 ,2025,(11):50~52.
- [4] 朱子才 . 电气工程中的电机与电气控制技术及其应用 [J]. 电站辅机 ,2025,(02):103~105.
- [5] 贺增虎 .PLC 技术在电气工程及其自动化控制系统中的应用 [J]. 中国信息界 ,2025,(05):32~34.
- [6] 陈显灵 .PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用 [J]. 中国设备工程 ,2025,(09):223~225.
- [7] 王雅娴 . 电力系统电气工程自动化中 PLC 自动控制技术的运用探讨 [J]. 科技资讯 ,2025,(04):114~116.
- [8] 刘勇 .PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的应用 [J]. 中国设备工程 ,2025,(01):227~229.
- [9] 张艳 .PLC 技术在电气设备自动化控制中的应用分析 [J]. 科技与创新 ,2024,(19):179~181.