

# PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用

肖 朋

泰姆电气(杭州)股份有限公司 浙江杭州 310000

**摘 要:** 可编程逻辑控制器(PLC)作为现代工业自动化控制的核心技术,其具备编程简便、运行稳定、抗干扰能力强、可扩展性好等优点,已逐步取代传统的继电器控制系统,成为实现工业自动化的关键手段。本文围绕PLC技术在电气工程及其自动化控制中的实际应用展开探讨,介绍PLC的基本概念、工作原理和主要组成部分,为后续应用分析打下理论基础。通过对具体控制系统的构建与优化过程的剖析,本文旨在展示PLC技术在提高系统稳定性、运行效率及智能化水平方面的重要作用,进而能够推动电气工程领域的智能化发展提供参考和借鉴。

**关键词:** PLC技术;电气工程;自动化控制;物联网

## 序言

随着工业现代化和智能制造的发展,电气工程及其自动化控制技术不断升级,对控制系统的智能化和高效性提出了更高的要求。传统的控制方式已经难以适应日益复杂的工业流程和多变的现场环境,PLC技术的出现与发展恰好契合了这一转型需求。作为一种专用于工业控制的数字运算操作电子系统,PLC凭借其可靠性高、编程灵活、维护便捷等特性,在电气自动化控制中得到了广泛应用,深入研究PLC技术及其在电气工程中的具体应用,不仅有助于提升工业控制水平,也为自动化系统的稳定性和经济性提供技术保障。本文以PLC技术为核心,系统分析其基本原理和结构,并通过应用实例,展现其在现代电气工程中的巨大潜力和实际价值。

## 一、PLC技术概述

### (一) PLC的基本概念

PLC是一种专为工业环境设计的数字运算控制装置,主要用于实现对机电设备或生产流程的自动控制,其以微处理器为核心,结合输入/输出模块、程序存储器和通信接口等功能模块,能够根据预设的程序逻辑对外部设备进行控制操作<sup>[1]</sup>。PLC的出现最早可以追溯到上世纪六十年代末,旨在替代继电器-接触器控制系统,实现控制方式的柔性化和系统结构的简化<sup>[2]</sup>。与传统控制装

置相比,PLC具有抗干扰能力强、维护成本低、控制逻辑更改灵活等优势,特别适用于工业现场的复杂环境<sup>[3]</sup>。其应用覆盖了冶金、电力、化工、机械制造、楼宇自动化等多个领域,是实现电气控制系统数字化、智能化和网络化的基础支撑技术<sup>[4]</sup>。在工业自动化进程不断推进的今天,PLC的重要性日益凸显,已成为现代电气工程领域不可或缺的关键技术<sup>[5]</sup>。

### (二) PLC的工作原理

PLC的基本工作原理是“扫描周期”模式,即控制器按照固定顺序周期性地执行一系列操作,通常分为输入采样、程序执行和输出刷新三个阶段。在输入采样阶段,PLC采集所有输入信号的状态,并将其暂存于输入映像寄存器中。在程序执行阶段,PLC根据事先编制好的用户程序,从头到尾逐条执行逻辑指令,运算结果暂存在输出映像寄存器中。在输出刷新阶段,PLC将输出映像寄存器中的结果传送至实际输出端口,控制现场的执行器或设备。这种周期性运行方式使得PLC系统能够实时响应输入变化,并根据控制逻辑及时调整输出状态。

## 二、PLC在自动化控制系统中的关键作用

### (一) 实时控制与数据采集

在电气工程及其自动化控制系统中,PLC(可编程逻辑控制器)以其强大的实时控制能力和高效的数据采集功能成为核心控制设备之一,其能够对生产现场的各种输入信号进行快速响应,如温度、压力、液位、速度等,并实时输出相应的控制指令,其高速的扫描周期和处理速度使得控制系统可以稳定运行,满足对高响应速

**作者简介:** 肖朋(1984.4-),男,汉,籍贯:湖北黄冈市,学历:大专,单位:泰姆电气(杭州)股份有限公司,研究方向:电气工程。

度和高精度的自动化需求，从而实现对于电气设备的精准控制。同时，PLC内置的模拟量与数字量接口便于与各种传感器、变送器等现场设备进行无缝连接，实现对环境与设备状态的全面监测。通过对采集数据的实时分析，系统可以动态调整运行参数，进而能够提高生产效率和安全性。此外，PLC还可以将采集到的关键运行数据传输至上位机或管理平台，进而为远程监控、数据统计和后续优化决策提供重要依据。

## （二）程序逻辑设计与控制流程优化

PLC采用梯形图、功能块图、顺序功能图等多种编程语言，为自动化控制系统的程序逻辑设计提供了极大的灵活性和可操作性。逻辑程序的合理设计不仅能够精准实现控制目标，还能显著优化系统的整体控制流程。在实际工程应用中，通过对生产流程的深入分析，结合PLC编程对各环节进行科学划分与逻辑控制，使得系统运行更加有序、高效。PLC还支持子程序、循环控制、条件跳转等结构，便于程序模块化管理和后期维护，极大地降低了复杂控制系统的开发难度。同时，借助PLC的定时、计数等功能，可以有效地实现工艺节拍控制，进而能够避免各环节之间的冲突和延误。在控制流程优化方面，工程师可通过程序仿真与现场测试，不断调整控制逻辑，实现最优控制路径。此外，程序逻辑还可根据实际需要进行在线修改和升级，能够增强了系统的可扩展性和适应性。

## （三）通信功能与系统集成

随着工业自动化水平的不断提高，PLC的通信能力在系统集成中发挥着越来越关键的作用。现代PLC普遍具备丰富的通信接口和协议支持，如RS-232、RS-485、Ethernet、Profibus、Modbus等，使其能够与各种现场设备、上位机系统、分布式控制系统（DCS）以及企业资源管理系统（ERP）实现高效数据交互。通信功能使得PLC可将现场实时数据上传至监控系统，进而实现可视化管理和远程控制，也可以接收调度指令并动态调整控制策略，进而实现多层次协同控制。在系统集成方面，PLC凭借其开放性和兼容性，可灵活接入传感器、执行器、人机界面（HMI）、工业机器人等，进而实现跨设备、跨系统的统一管理 with 协同操作，不仅大幅度简化了系统架构，也为工业4.0中的“信息互联、系统集成”提供了有力支撑。PLC的通信与集成功能使电气自动化控制系统从孤立运行走向了网络化、智能化，大大提升了整体自动化系统的效率和管理水平。

## （四）故障检测与报警系统

PLC在电气工程自动化控制系统中的另一项关键功能就是故障检测与报警管理。通过对控制程序中设置的故障判别逻辑，PLC可以实现对电机过载、温度过高、电压异常、信号丢失等常见故障的及时识别。当系统运行过程中出现异常，PLC能够迅速捕捉到故障信号，并执行相应的保护动作，如停机、切断电源、切换控制模式等，以防止事故扩大。同时，PLC可以将故障信息以文本、图像或声光形式在操作面板或人机界面上实时显示，提醒操作人员及时处理。某些高级PLC系统还具备故障日志记录功能，可将故障发生的时间、类型、相关变量等详细数据存储，便于工程技术人员后续分析与维护。通过合理设置报警优先级和响应机制，PLC能够实现多级报警与分类管理，提高了报警系统的精准性和实用性。此外，结合远程通信功能，PLC还可以将故障信息发送至维护人员的终端设备，进而实现故障远程通知和协助诊断。

## 三、优化PLC应用效果的策略与建议

### （一）选择适配的PLC硬件与模块

在电气工程及其自动化控制系统中，选择适配的PLC（可编程逻辑控制器）硬件与模块是确保系统稳定运行和实现控制目标的基础。PLC种类繁多，不同厂商的产品在性能、接口、编程语言支持及扩展能力等方面存在差异，因此在选型时必须综合考虑控制系统的规模、控制对象的特性、系统复杂度以及未来扩展需求。例如，对于小型或单机自动化系统，可以选择成本较低的微型PLC，如西门子S7-200系列或三菱FX系列，而对于需要多点控制、通信互联或数据处理能力较强的中大型系统，则应选择功能强大、具备丰富通讯接口和模块化设计的PLC，如西门子S7-1200/1500系列或施耐德M340系列。此外，模块选择也需贴合实际需要，包括输入输出模块的类型（数字量、模拟量）、通讯模块（如Ethernet、Profibus、Modbus等）、功能模块（如PID调节、温度控制、运动控制）等，合理的硬件与模块配置不仅可提升系统的响应速度与稳定性，还可为后期的升级和维护提供便利。

### （二）合理编写控制程序与调试方案

PLC控制程序的编写直接关系到自动化系统运行的效率、稳定性和安全性。编程过程中应以系统功能需求为导向，遵循结构清晰、逻辑严谨、易于维护的原则，采用模块化设计思想，将程序划分为初始化、主控制逻

辑、异常处理、通讯控制等若干子程序，提高程序的可读性与可重用性。同时，应结合具体的控制任务选择合适的编程语言，如梯形图（LAD）适合于逻辑控制场景，功能块图（FBD）更适合连续控制任务，而结构化文本（ST）适合处理复杂算法或数据运算。调试阶段应制定详细的调试计划，包括单元测试、系统联调、负载测试等环节，逐步验证程序逻辑和设备响应，确保系统按预期工作。此外，为提高调试效率和减少风险，可以使用仿真工具（如PLC自带的仿真器或第三方仿真软件）进行虚拟测试，进而能够提前发现潜在问题。

### （三）加强系统维护与故障预警机制建设

随着电气自动化系统复杂程度的提高，对PLC系统的运行稳定性和连续性提出了更高要求，因此加强系统维护与建立完善的故障预警机制成为保障系统长期可靠运行的关键。一方面，PLC系统应定期进行硬件检查，包括电源、电缆连接、输入输出点的状态、模块温度和信号干扰等，确保设备处于良好工作状态；同时，也要定期备份PLC程序，防止因突发故障或误操作导致程序丢失。另一方面，现代PLC系统普遍支持远程监控与数据记录功能，可以通过SCADA系统或上位机软件对PLC运行状态、故障信息、通信状况等进行实时监控。通过设置关键参数的报警阈值，建立多级预警机制，能够在故障苗头出现时及时发出警报并自动记录相关信息，辅助运维人员快速定位和排查问题，从而降低设备停机风险。此外，结合大数据与人工智能技术，可对故障数据进行分析，进而能够预测设备寿命与潜在隐患。

### （四）推进智能化与网络化集成发展

在工业4.0和智能制造的大背景下，PLC技术正不断向智能化与网络化方向发展，以适应复杂多变的生产环境和对系统柔性、可扩展性提出的更高要求。智能化方面，PLC逐步集成更多数据处理与逻辑判断能力，能够支持边缘计算、智能决策与远程运维，为自动化系统赋能。例如，现代PLC具备数据存储、趋势分析、异常识

别等功能，部分型号还能内嵌人工智能算法，实现局部的智能控制与自主学习。网络化方面，PLC系统通过工业以太网、物联网技术与MES、ERP等上层系统互联互通，实现信息的实时共享与系统的统一调度，提高了整体生产效率与协同能力。同时，PLC作为工业自动化控制的核心节点，其网络安全问题也日益重要，应通过设立访问权限、数据加密、防火墙等手段构建安全防护体系。未来，PLC与传感器、执行机构、云平台等将实现更加紧密的融合，推动从“自动化控制”向“智能化协同”转型。因此，推动PLC系统向智能化与网络化集成发展，是提升电气工程自动化水平和构建新型工业体系的必由之路。

### 结语

综上所述，PLC技术作为现代电气工程及其自动化控制的重要支撑手段，凭借其稳定可靠、灵活高效、功能多样等优势，已成为实现工业自动化和智能控制的核心技术。从配电系统到工业生产线，从楼宇自动化到未来的物联网和人工智能融合，PLC展现出广阔的发展空间与实际价值。

### 参考文献

- [1] 李碧杨. 电气工程及其自动化控制中PLC技术的应用研究[J]. 低碳世界, 2024, 14(01): 58-60.
- [2] 王彦博. PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J]. 电气技术与经济, 2024, (01): 313-315.
- [3] 冯军. PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J]. 造纸装备及材料, 2023, 52(11): 79-81.
- [4] 王彦博. PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J]. 电气技术与经济, 2024(1): 313-315.
- [5] 张钿. PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用问题及解决措施研究[J]. 今日自动化, 2024(9): 164-166.