

# 研究 PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用

徐凌军

西马克技术（北京）有限公司，北京，100102；

**摘要：**本文将对 PLC 在电气自动化控制领域中的应用进行深入剖析，阐明其基本原理和特点，对其在不同应用场景下的具体性能进行全面分析，并通过实例展示其应用效果，预测其未来的发展趋势。本文旨在阐明 PLC 技术在推进电气工程自动化进程中所起到的重要作用，为相关行业从业人员提供技术借鉴。

**关键词：**PLC 技术；自动化控制；数据采集

**DOI：**10.69979/3041-0673.25.10.010

## 引言

随着科学技术的飞速发展，提高电气工程的自动化控制水平对于各行各业的生产效率具有重要意义。可编程逻辑控制器（PLC）作为一种先进的自动控制器，因其可靠性高、灵活性强、编程方便等特点，被广泛应用于电气工程自动化领域。它不仅可以显著提高生产效率，降低人力成本，而且可以提高系统的稳定性和控制精度，对电气工程的自动控制具有革命性的意义。深入研究可编程控制器在电气工程自动化控制领域的应用，对于促进电气工程领域的发展，提高工业生产的自动化水平，具有十分重要的现实意义。

## 1 PLC 技术原理与特性

### 1.1 PLC 工作原理

PLC 实质上是一种配有微处理器的数字操作控制设备，在其内部设置了可编程存储器，用来存储面向用户的指令，如逻辑操作、顺序控制、定时、计数和算术操作等。它还可以利用数字或模拟的输入/输出接口，精确地控制各种机械设备或生产过程。它的工作原理是以循环扫描方式为基础，主要包括三个阶段：输入采样，程序执行，输出刷新。输入采样时，PLC 快速读出输入端的状态，存入输入镜像寄存器；在程序执行阶段，根据程序指令的顺序，对输入的信号进行逻辑运算和处理；在输出刷新阶段，从输出镜像寄存器向实际输出端输出程序执行结果，实现对外部设备的操作的控制。这一循环扫描方式使得 PLC 能快速准确地完成各种控制任务，从而实现复杂系统的自动化控制。

### 1.2 PLC 特性解析

PLC 通过屏蔽，滤波，隔离等一系列抗干扰措施，

使其能在恶劣的工业环境下稳定工作。内部电子元器件都经过严格的筛选和测试，使用寿命长，平均无故障时间上万小时以上。同时，PLC 具有自诊断功能，能对其运行状态进行实时监控，并在发现故障时及时报警、停机，为系统安全可靠提供了有力的保证。

PLC 具有丰富的编程方式，支持多种程序语言，如梯形图，语句表，功能块图等。其中梯形图因其直观、易于理解和与继电器控制电路图相似而受到工程师们的青睐。用户可以根据实际的控制要求，方便地编写、修改程序，实现各种控制功能。另外，PLC 的硬件结构是模块化的，用户可以根据系统的大小和功能需求，对不同的模块进行组合，如输入、输出、通讯等，具有很好的扩展性和适应性。

与传统的继电器控制方式相比，PLC 的编程方式更加直观。工程师不需要对计算机有很深的了解，只要掌握了逻辑控制的基本概念，掌握了编程语言，就可以进行 PLC 编程。另外，PLC 的编程软件一般都具有可视化的界面，便于在线进行编程、调试和监视，大大提高了编程的效率，缩短了系统的开发周期。

## 2 PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用场景

### 2.1 开关量控制应用

在电气工程中，需要对开关量进行控制的设备、系统有很多，例如电动机的启停，阀门的开闭，信号灯的亮灭等。PLC 对开关量的控制有很大的优势，它可以通过输入模块对诸如按钮、限位开关、传感器等外部开关量信号进行采集，并按照预先编写的程序对外部执行元件进行逻辑运算，最后利用输出模块对外部执行元件进行控制。例如，利用 PLC 实现了电机正反转控制，过载

保护，故障报警等功能。当电机过载时，温度继电器常开触头闭合，PLC 检测到此信号，立即停机，发出报警信号，提醒操作人员及时处理。这种以可编程控制器为基础的开关量控制方法，使控制系统的硬件结构得到了极大的简化。

表 1 PLC 在电气工程开关量控制中的典型应用及实现方式

控制对象	控制要求	PLC 实现方式
电机	正反转控制、过载保护、故障报警	通过输入模块采集按钮、热继电器等信号，经程序逻辑运算后，由输出模块控制接触器动作
阀门	依据工艺要求开闭	采集阀门位置传感器信号，按程序控制电磁阀动作
信号灯	指示系统运行状态	依据程序判断系统状态，控制信号灯亮灭

2.2 模拟量控制应用

在众多的电气自动化系统中，速度，温度，压力，流量等模拟量的准确控制是非常重要的。PLC 是利用模拟量输入模块，把外部模拟量信号转换成数字量，再送到内部处理器作处理。在编程时，可以利用各种控制算法，比如常用的 PID 算法，实现对模拟量的精确控制<sup>[1]</sup>。最后，在模拟量输出模块的帮助下，将数字信号转换成模拟信号，用来控制执行器的动作，从而实现对模拟量的准确控制。例如，在某一温控系统中，温度传感器负责对现场温度信号进行采集，并把它转化成标准的模拟量（例如 4~20 mA），然后输入到 PLC 的模拟量输入模块。PLC 根据预设的温度值和采集到的实际温度值，利用 PID 控制算法，计算出控制量，再由模拟量输出模块输出对应的模拟信号，对加热设备的功率进行控制，从而达到对温度的精确控制。

表 2 PLC 在电气工程模拟量控制中的核心应用及控制流程

模拟量参数	控制场景	PLC 控制流程
温度	工业加热炉温度控制	温度传感器采集信号→模拟量输入模块转换→PLC 内部 PID 运算→模拟量输出模块控制加热设备
压力	管道压力控制	压力传感器采集信号→模拟量输入模块转换→PLC 根据设定值运算→模拟量输出模块控制调节阀

流量	液体流量控制	流量传感器采集信号→模拟量输入模块转换→PLC 运算处理→模拟量输出模块控制泵或阀门
----	--------	--

2.3 数据处理与通信应用

PLC 不但具有优秀的电气控制功能，而且具有较强的数据处理和通讯功能。该系统能对采集到的数据进行算术运算，逻辑运算，比对，转换等运算，从而实现对生产过程的监测和管理。另外，PLC 还可以通过 RS-232，RS-485，以太网等多种通讯接口与上位机（如计算机）、智能仪器等进行数据通讯，从而实现数据的共享和交换。针对大型工业自动化生产线，采用多台可编程控制器组成分布式控制系统，实现对整条生产线的集中监控和管理。上位机能够实时地读取每一条 PLC 所收集到的数据，并对其进行分析、处理和显示，同时，还可以按照生产的实际状况，发布控制命令，从而对生产过程进行优化和调整。

2.4 工业生产线自动化控制应用

在金属带材加工环节，闭环张力（直接张力）控制系统通过张力传感器实时检测带钢张力大小，并将检测信号反馈至 PLC。PLC 将接收到的实际张力值与预设的张力目标值进行对比分析，若实际张力值偏离目标值，PLC 则依据预设的控制算法（一般是 PI 控制），输出控制信号调节电机速度设定，从而调整带钢的张力。在加减速的动态过程中，张力调节器相应速度较慢，导致张力波动变大，一般通过在速度环后，直接补偿加减速转矩来获得更好的动态性能，进而保证张力的稳定。张力控制稳定性直接影响了工艺控制和带钢质量。闭环张力控制系统能够快速响应，通过 PLC 控制电机，使张力保持在稳定范围内，确保带钢在冲压、轧制等后续加工过程中，尺寸精度和表面质量不受影响<sup>[2]</sup>。

2.5 楼宇自动化系统集成应用

楼宇自动化领域，PLC 技术用于建筑设备控制与管理，涵盖电梯控制、空调系统控制及照明系统控制等。电梯控制方面，PLC 依据轿厢内及各楼层召唤信号，合理调度电梯运行。通过连接称重传感器与门机控制系统，实时监测电梯载重与门状态，保障电梯运行安全舒适。电梯发生故障时，PLC 自动执行应急措施，将电梯停靠最近楼层并开门，同时通知维修人员。空调系统控制中，

PLC 根据室内温度、湿度、空气质量等参数,自动调节空调机组制冷量、送风量、新风量,营造舒适节能的室内环境。通过与变频器配合,控制空调风机与水泵转速,降低设备能耗。同时,统计分析空调系统运行数据,为设备维护管理提供参考。照明系统控制时,PLC 依据时间、环境光线及使用需求,自动控制照明灯具开关与亮度调节。白天光照充足时,关闭部分灯具;夜晚或阴天时,根据光线强度调节亮度。结合人体感应传感器,实现人来灯亮、人走灯灭的智能控制,达到节能目的。

### 3 PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用案例剖析

#### 3.1 案例背景阐述

某钢铁企业服役超 15 年的冷轧高速平整产线,因设备老化面临控制精度下降、故障率高等难题。采用“核心控制系统 + 传动系统国产化改造”方案,部署 2 套 T4 高性能大型控制器与 1 套 T3 紧凑型中型控制器,搭配约 40 套远程 I/O 站构建分布式控制架构。该 PLC 支持 PROFINET/EtherCAT 等工业以太网总线,实现了国产传动与进口设备的高效互联,破解了老旧产线多品牌通讯壁垒难题。基于标准 TCP 协议,该系统还与 SCADA、L2 系统实现实时数据交互,打通了产线设备间的信息孤岛。机组投运后运行速度达 1300m/min,各项控制精度均达到用户预先设定的指标要求。

#### 3.2 PLC 控制系统设计详情

根据生产线的控制要求和规模,认真选择适合的 PLC 型号,并对相应的输入/输出、模拟、通讯等模块进行合理配置。以冲压工艺为例,考虑到需要对大量的开关量(如模具位置传感器、压力传感器等)进行采集,并对多个电磁阀、电机等设备进行控制,选择具有较高输入/输出点数的 PLC,并配置模拟量输入模块对压力信号进行监控。

采用结构化编程的方法,将整个控制系统划分成不同的功能模块,如:冲压控制,焊接控制,喷涂控制等。各功能模块按工艺要求编写专用程序逻辑,精确控制每个工艺过程。在冲压控制模块中,通过编写程序,实现了冲压机自动进给,冲压,出料的顺序控制,并对冲压

压力和速度进行调整和控制<sup>[3]</sup>。

利用以太网技术建立生产线的通讯网络,实现各 PLC 与上位机的通讯。上位机采用专用的监控软件,能实时显示生产线的运行状况和设备参数,并能对 PLC 进行远程监测和调试。同时,各个 PLC 之间还可以通过网络进行数据交互,从而使不同的设备在同一生产线上工作。

#### 3.3 应用效果呈现

采用 PLC 技术改造生产线,取得了明显的效果。生产效率大大提高,与改造前相比提高了三成以上,产品质量更加稳定,废品率下降了 15% 左右。而且,由于实现了自动控制,人工干预大大减少,劳动强度减轻,生产过程安全得到提高。另外,在 PC 机的监测和数据分析功能的帮助下,设备故障和生产过程中出现的问题都能被及时地发现,这也使得生产线的可靠性和稳定性得到了进一步的提高。

### 4 结束语

综上所述,PLC 技术在电气工程自动化控制领域具有广阔的应用前景与重要地位。凭借高可靠性、强灵活性、易编程等特性,在开关量控制、模拟量控制、运动控制、数据处理与通信等多个领域发挥着关键作用。从实际案例可以看出,运用 PLC 技术对电气工程自动化系统进行升级改造,能够显著提高生产效率、产品质量与系统可靠性,降低成本与劳动强度。

#### 参考文献

- [1] 张博,刘光辉,孙桂磊. 智能化技术在电气工程自动化控制中的应用研究[J]. 中国设备工程,2025,(07):26-28.
- [2] 张俊莲. PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用[J]. 造纸装备及材料,2025,54(02):55-57.
- [3] 马奇友. PLC 技术在电气仪表自动化控制中的应用研究[J]. 现代盐化工,2025,52(01):97-99.

作者简介:徐凌军(1979.12-),男,汉族,黑龙江省哈尔滨市尚志市人,本科,中级职称,研究方向:PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的应用。