

# 基于 PLC 的电气自动化控制系统设计与工程应用

余永强

重庆川仪自动化股份有限公司智能控制系统分公司 重庆 两江新区 401121

**【摘要】**：基于 PLC 的电气自动化控制系统在现代工业生产中具有广泛的应用价值。PLC 凭借其稳定性强、抗干扰能力高、编程灵活等优势，正逐步取代传统继电器控制方式，成为电气自动化系统的核心控制单元。本文围绕 PLC 控制系统的基本结构与工作原理展开研究，结合典型工程应用场景，对系统硬件配置、软件设计及控制策略进行分析，探讨 PLC 在提升系统运行可靠性、简化维护流程及优化生产效率方面的核心作用。通过工程实例验证，明确 PLC 控制系统在实际应用中的可行性与实用性，为电气自动化控制系统的设计与工程实施提供理论参考和技术依据。

**【关键词】**：PLC；电气自动化；控制系统；工程应用；工业控制

DOI:10.12417/2811-0536.26.05.013

## 引言

随着工业自动化水平的不断提升，传统电气控制方式在系统稳定性、扩展性及维护成本等方面的局限性日益凸显。PLC 作为一种专用于工业环境的控制设备，因其可靠性高、编程方式灵活、适应性强，在电气自动化控制领域得到广泛应用。研究基于 PLC 的电气自动化控制系统设计方法及其工程应用，对于提升工业控制系统运行效率和保障生产安全具有重要意义。本文旨在探讨 PLC 在电气自动化控制系统中的应用特点与实现方式，为相关工程实践提供全面的理论支持和技术参考。

## 1 PLC 技术在电气自动化控制体系中的发展与应用特征

PLC 技术作为现代电气自动化控制体系中的核心控制手段，其发展过程与工业控制需求的演变密切相关。随着工业生产规模的扩大和控制对象复杂程度的提升，传统继电器控制系统在布线复杂、响应速度和系统稳定性方面逐渐难以满足实际需求。PLC 以可编程逻辑控制为基础，通过模块化硬件结构和数字化控制方式，实现了控制逻辑的高度集成，为电气自动化系统提供了更加稳定和高效的技术支撑。在电气自动化控制体系中，PLC 通常作为现场控制层的关键设备，承担信号采集、逻辑运算与执行控制等任务。其输入输出模块能够直接与传感器、执行机构进行可靠连接，使系统具备良好的实时性和协调性。通过内部逻辑运算单元对采集到的信号进行处理，PLC 可根据预设程序实现顺序控制、联锁控制及过程控制等多种控制功能，满足复杂工况下的自动化运行要求。

PLC 技术的显著应用特征之一体现在其高度的可靠性与抗干扰能力。针对工业现场电磁环境复杂、设备运行条件苛刻的特点，PLC 在硬件设计和信号处理

方面采用多重防护措施，有效降低外部干扰对系统运行的影响<sup>[1]</sup>。这一特性使 PLC 能够长期稳定运行，减少控制系统故障发生率，保障电气自动化系统的连续性和安全性。在软件层面，PLC 采用梯形图、功能块图等编程方式，使控制逻辑表达更加直观，便于系统调试和维护。程序结构的模块化设计增强了系统的可扩展性，当生产工艺发生调整或设备更新时，仅需对局部程序进行修改即可完成控制功能的优化，显著提升了电气自动化控制体系的灵活性。

随着工业自动化水平的不断提升，PLC 在电气自动化控制体系中的应用范围持续拓展，逐步向网络化、信息化方向发展。通过与上位监控系统及现场总线技术的结合，PLC 不仅实现了单机设备控制，还在生产过程协调、数据采集与运行监测等方面发挥重要作用，成为现代电气自动化控制体系中不可或缺的关键技术。

## 2 PLC 控制系统在工程实践中的运行瓶颈与优化路径

在工程实践中，PLC 控制系统虽然具备较高的稳定性和适应性，但在复杂工业环境下仍面临一定的运行瓶颈。随着控制对象数量的增加和控制逻辑复杂程度的提升，PLC 系统在数据处理负荷、程序结构合理性以及响应速度等方面容易暴露出不足。如果系统初期设计未充分考虑实际工况变化，可能导致程序冗余、扫描周期延长，从而影响控制指令的实时执行，降低电气自动化系统的整体运行效率。

工程应用中，硬件配置不合理也是制约 PLC 系统性能的重要因素。部分项目在设备选型阶段对输入输出点数、通信能力及扩展需求估计不足，导致系统后期扩展受限，甚至出现模块超负荷运行的情况。这不仅增加了系统故障隐患，还对维护和升级带来困难。

同时,现场环境中电磁干扰、温湿度变化等因素对 PLC 信号传输的稳定性提出更高要求,若防护措施不到位,容易引发误动作或数据丢失问题<sup>[2]</sup>。在软件层面,控制程序设计不规范同样是影响 PLC 系统运行效果的关键问题。部分工程项目中存在程序结构层次不清、变量命名混乱、注释不完整等现象,增加了系统调试和后期维护的难度。当控制逻辑发生调整时,缺乏良好程序架构的系统往往需要大范围修改,影响设备的正常运行周期。此类问题在多工序协同控制和连续生产系统中表现尤为明显。

针对上述运行瓶颈,优化 PLC 控制系统需从整体设计和工程实施两方面入手。在系统规划阶段,应结合实际工艺流程和未来扩展需求,合理配置 PLC 型号及功能模块,确保硬件资源具备充足余量。通过科学划分控制任务,优化输入输出分配,可有效提升系统的运行稳定性和响应效率。在程序设计过程中,采用模块化和分层控制思想,对控制逻辑进行合理拆分,有助于降低程序复杂度。通过规范编程标准和调试流程,增强程序的可读性和可维护性,使系统在长期运行中保持良好的稳定状态。

### 3 PLC 电气自动化控制系统的工程成效与未来发展趋势

在工程实践中,PLC 电气自动化控制系统的应用成效主要体现在生产运行的稳定性和管理水平的提升。通过对生产设备和工艺流程的集中控制,PLC 系统能够实现设备运行状态的实时监测与协调调度,有效减少人工干预带来的不确定性。控制系统在长期运行过程中表现出较高的可靠性,使电气设备能够在既定工况下持续稳定工作,为工程项目的安全运行提供有力保障。PLC 控制系统在工程应用中还显著改善了生产过程的自动化程度。借助精准的逻辑运算和时序控制功能,系统能够实现复杂工艺流程的自动执行,降低人为操作失误的发生概率。通过对关键参数的实时采集与处理,PLC 系统可对设备运行状态进行动态

调整,从而保持生产过程的连续性和一致性。这种控制方式在多设备协同运行的工程场景中展现出良好的适应能力。

在工程管理层面,PLC 电气自动化控制系统为运行维护提供了有效支撑。系统具备故障诊断和报警功能,当设备或控制环节出现异常时,可及时反馈相关信息,缩短故障定位和处理时间。这不仅降低了维护成本,还提升了工程项目的整体运行效率。通过对运行数据的积累和分析,管理人员能够对设备性能和工艺状态进行评估,为后续优化提供依据<sup>[3]</sup>。随着工业技术的不断进步,PLC 电气自动化控制系统正朝着更加智能化和集成化方向发展。控制系统在保持原有稳定性优势的基础上,逐步融合数据通信、信息处理与监控功能,实现控制与管理的一体化。PLC 在复杂控制场景中的应用深度不断提升,使电气自动化系统能够适应更加多样化的工程需求。

面向未来,PLC 技术的发展将更加注重系统开放性与兼容性,通过与多种控制平台和通信网络的协同运行,构建更加完善的电气自动化控制体系。这种发展趋势有助于提升工程应用的灵活性和可扩展性,为电气自动化控制系统的持续优化和技术升级奠定基础。

### 4 结语

PLC 电气自动化控制系统在工业工程领域的广泛应用,体现了其在控制可靠性、运行效率及系统灵活性方面的显著优势。通过合理的系统设计与工程实施,PLC 能够有效满足复杂工况下的自动化控制需求,并在实际运行中展现出良好的稳定性与适应能力。面对不断提升的工程应用要求,持续优化控制结构与应用方式,有助于进一步发挥 PLC 技术在电气自动化控制体系中的价值,为工业生产的安全、高效运行提供坚实支撑。

### 参考文献:

- [1] 苗文旭.工业 PLC 控制系统在电气自动化生产中的应用优化[C]//《中国招标》期刊有限公司.新质生产力驱动第二产业发展与招标采购创新论坛——绿色智造·采购革新专题(第二册).天津长荣科技集团股份有限公司; 2025:895-899.
- [2] 刘单浩泰,魏东.基于 PLC 技术的电气工程自动化控制分析[J].科学技术创新,2025,(22):221-224.
- [3] 姜冰,庄福新.基于 PLC 控制技术的汽车电气自动化设备系统研究[J].汽车知识,2025,25(12):83-85.