

# PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析

贾晓彬<sup>1</sup> 刘玉龙<sup>2</sup>

1. 河南金数智能科技股份有限公司 河南 安阳 455000

2. 河南安钢招标代理有限公司 河南 安阳 455000

**摘要:** PLC技术以微处理器为核心,融合计算机、通信与自动控制技术,凭借高可靠性、强抗干扰性及灵活编程能力,在电气工程中广泛应用。其通过闭环控制提升系统稳定性,利用顺序控制优化能源管理,借助开关量控制简化电路设计,实现生产流程自动化、智能化,显著提高生产效率与产品质量,降低运维成本,推动电气工程向高效、绿色方向发展。

**关键词:** PLC技术; 电气工程; 自动化控制; 应用

引言: 在工业现代化进程加速推进的当下,电气工程及其自动化控制领域对高效、精准、可靠控制技术的需求愈发迫切。PLC(可编程逻辑控制器)技术凭借其强大的抗干扰能力、灵活的编程特性以及高度的可靠性,成为该领域的关键支撑技术。它不仅革新了传统工业控制模式,更在提升生产效率、保障系统稳定运行等方面发挥着不可替代的作用。深入剖析其应用,对推动电气工程自动化发展意义重大。

## 1 PLC技术概述

### 1.1 PLC的定义与基本原理

(1) 可编程逻辑控制器的定义: 可编程逻辑控制器(PLC)是一种专为工业环境应用而设计的数字运算操作电子系统,它采用可编程的存储器,用于其内部存储程序,执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等面向用户的指令,并通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程。(2) 工作原理: PLC采用循环扫描工作方式,核心分为三个阶段。输入采样阶段,PLC读取所有输入端子的状态并存入输入映像寄存器;程序执行阶段,CPU按顺序逐条执行用户程序,根据输入映像寄存器和内部寄存器状态进行逻辑运算,结果存入输出映像寄存器;输出刷新阶段,CPU将输出映像寄存器状态传至输出端子,驱动外部设备,完成一次循环。

### 1.2 PLC的组成结构

(1) 硬件组成: 核心为CPU,负责指令执行和系统控

制;输入/输出模块实现与外部设备的信号交互,输入模块接收开关量、模拟量信号,输出模块输出控制信号;电源模块为系统提供稳定供电,此外还包括存储器、通信接口等辅助部件。(2) 软件系统: 编程语言以梯形图、功能块图、指令表为主,梯形图贴近电气控制原理图,易于工程师理解;开发环境是用于程序编写、调试、下载的计算机软件,支持程序编辑、逻辑校验和在线监控<sup>[1]</sup>。

### 1.3 PLC的核心特点

(1) 抗干扰能力强、可靠性高: 采用屏蔽、滤波等抗干扰设计,适应工业复杂电磁环境,平均无故障时间长,满足连续生产需求。(2) 编程简单、扩展性强: 图形化编程降低门槛,程序修改便捷;通过增减模块实现功能扩展,适配不同规模控制场景。(3) 维护便捷、成本效益优势: 故障诊断功能直观,便于快速排查问题;结构紧凑、安装简便,长期运行成本低,性价比突出。

## 2 PLC技术在电气工程及其自动化控制中的关键技术

### 2.1 抗干扰技术

(1) 硬件滤波与软件冗余设计: 硬件层面,通过配置电源滤波器、信号滤波器抑制电磁干扰,采用屏蔽电缆传输信号并做好接地处理,减少外界干扰对信号传输的影响;针对关键输入输出信号,增设浪涌保护器,避免电压突变损坏PLC模块。软件层面,采用冗余设计,对重要控制逻辑重复编程验证,通过多次采样取平均值、设置信号阈值判断等方式,剔除干扰信号,确保数据采集与控制指令执行的准确性。(2) 电磁兼容性(EMC)优化: 严格遵循EMC设计规范,合理布局PLC控制柜内部元件,将强电模块与弱电模块分区放置,缩短导线长度以减少电磁耦合;对PLC外壳进行接地屏蔽设计,阻断外部电磁辐射侵入,同时降低PLC自身电磁辐射对周边设备的干扰,保障整个电气工程自动化系统在复杂电磁环境

**第一作者:** 贾晓彬, 1989年2月, 男, 汉族, 北京人, 本科学历, 初级工程师, 研究方向电气工程。

**第二作者:** 刘玉龙, 1988年10月, 男, 汉族, 河南郑州人, 本科学历, 电气助理工程师, 研究方向电气自动化。

下稳定协同运行。

## 2.2 网络通信技术

(1) 工业以太网、现场总线：工业以太网凭借高速传输优势，实现PLC与上位机、其他控制设备的远距离大数据交互，支撑复杂控制系统的协同运作；现场总线是PLC与现场设备通信的核心技术，其中Profibus适用于过程控制与离散控制场景，Modbus因协议简单、兼容性强，广泛应用于中小型电气工程，实现传感器、执行器与PLC的高效数据传输。(2) 物联网（IoT）与PLC的融合应用：借助IoT技术，PLC可接入云端平台，实现设备状态的实时采集与远程上传；通过云平台对数据的分析处理，为设备运维提供预判依据，同时支持远程下发控制指令，优化生产调度，推动电气工程自动化系统向智能化、无人化方向升级<sup>[2]</sup>。

## 2.3 冗余与容错技术

(1) 双机热备、电源冗余设计：采用双机热备模式，两台PLC实时同步数据，当主PLC出现故障时，备用PLC可无缝切换接管控制任务，无间断保障系统运行；电源冗余设计通过配置双电源模块，当主电源故障时，备用电源立即投入使用，避免因供电中断导致系统停机。(2) 故障自诊断与恢复机制：PLC内置故障自诊断功能，可实时监测自身模块、输入输出信号、通信链路等状态，当检测到故障时，立即发出报警信号并记录故障信息；同时具备故障恢复机制，在故障排除后，可自动恢复正常控制状态，减少人工干预，提升系统可靠性。

## 2.4 人机交互技术

(1) 触摸屏（HMI）与PLC的协同控制：触摸屏作为核心人机交互终端，与PLC实时通信，操作人员可通过触摸屏直观查看设备运行参数、状态信息，同时通过触控操作下发控制指令，PLC接收指令后驱动执行机构动作，实现可视化、便捷化的现场控制。(2) 远程监控与数据可视化：通过远程监控系统，操作人员可在异地借助计算机、移动终端访问PLC控制系统，实时查看生产数据、设备状态；利用数据可视化技术，将采集到的运行数据以图表、曲线等形式呈现，清晰反映生产趋势，为生产优化与决策提供数据支撑。

# 3 PLC技术在电气工程及其自动化控制中的具体应用

## 3.1 工业生产自动化控制

(1) 流水线控制：在汽车制造领域，PLC是流水线控制的核心中枢，负责统筹车身焊接、涂装、总装等全流程工序。通过精准控制输送线的启停、定位，以及机器人焊接臂、装配机械手的协同动作，实现车身零部件的自动化装配，大幅提升生产效率与装配精度，同时通过

实时监测流水线运行状态，及时响应故障报警，减少生产中断时间。在包装机械领域，PLC可根据不同产品的包装规格，灵活调整包装速度、封口温度、切割精度等参数，适配食品、日化等行业的多样化包装需求，实现从物料输送、计量填充到封装贴标的全流程自动化控制，降低人工干预带来的误差<sup>[3]</sup>。(2) 机器人协同作业与运动控制：PLC通过现场总线或工业以太网与多台工业机器人建立通信，实现机器人之间的协同作业。在电子元件组装车间，PLC可调度不同功能的机器人完成元件拾取、焊接、检测等工序，确保各环节衔接顺畅；在仓储物流场景，PLC控制机器人进行货物搬运、分拣与码垛，提升物流周转效率。同时，PLC具备高精度运动控制功能，可通过脉冲指令驱动伺服电机，实现机器人末端执行器的精准定位与轨迹控制，满足精密制造的严苛要求。

## 3.2 电力系统自动化

(1) 变电站综合自动化：PLC在变电站中承担着核心控制与保护任务，通过采集电压、电流、频率等关键电气参数，实时监测变压器、断路器等设备的运行状态。当发生短路、过载等故障时，PLC可快速触发继电保护装置，切断故障线路，避免故障扩大；同时，PLC将采集到的设备运行数据与故障信息上传至上位机监控系统，实现变电站运行状态的远程监测与故障追溯，大幅提升变电站的运维效率与供电可靠性，减少人工巡检的工作量与安全风险。(2) 智能电网中的分布式能源管理：在智能电网体系中，PLC负责分布式能源（如光伏、风电、储能装置）的接入与协同控制。通过实时采集分布式能源的出力数据、电网负荷变化，PLC动态调整能源输出功率，实现分布式能源与大电网的平稳对接；同时，PLC可根据电网调度指令，优化储能装置的充放电策略，平衡电网负荷，提升电网对可再生能源的消纳能力，推动能源结构的绿色转型。

## 3.3 建筑设备自动化

(1) 智能楼宇的照明、空调、安防系统控制：在智能楼宇中，PLC实现对各类建筑设备的集中管控。照明控制方面，PLC根据室内光照强度、人员流动情况，自动调节灯具的开关与亮度，实现节能降耗；空调控制方面，PLC实时采集室内温度、湿度数据，精准调控空调机组的运行状态，维持舒适的室内环境，同时优化空调运行效率。安防系统中，PLC联动摄像头、红外探测器、门禁系统，当检测到非法入侵、火灾等异常情况时，立即触发报警装置，并联动应急照明、消防喷淋等设备，保障楼宇安全。(2) 电梯群控与节能优化：PLC作为电梯群控系统的核心，可实时监测多台电梯的运行状态、轿厢负载

与乘客呼叫信息,通过优化调度算法,合理分配电梯运行任务,减少乘客等待时间。例如,在上下班高峰时段,PLC可调度多台电梯集中响应高流量楼层的呼叫;在低峰时段,减少运行电梯数量,降低能耗。同时,PLC通过监测电梯运行电流、转速等参数,及时发现电梯故障隐患,发出维护预警,提升电梯运行的安全性与可靠性。

### 3.4 交通信号控制

(1) 城市交通灯智能调度系统:PLC通过接入交通流量检测器(如地感线圈、视频监控),实时采集路口车辆通行数据,根据不同时段、不同方向的交通流量变化,动态调整交通灯的放行时长。在交通高峰期,延长主干道放行时间,缓解交通拥堵;在平峰时段,缩短空等时长,提升通行效率。同时,PLC可实现区域内多个路口交通灯的协同调度,形成绿波带,减少车辆启停次数,降低能耗与尾气排放。(2) 轨道交通信号与列车自动控制系统:在轨道交通领域,PLC是列车自动控制(ATC)系统的关键组成部分,负责列车的运行监控、速度控制与安全防护。通过与轨道旁的信号设备、车载传感器通信,PLC实时获取列车位置、运行速度等信息,精准控制列车的加速、减速与停车,确保列车之间保持安全间距;同时,PLC联动站台屏蔽门系统,实现列车到站与屏蔽门开关的同步控制,保障乘客上下车安全,提升轨道交通运营的高效性与安全性<sup>[4]</sup>。

## 4 PLC技术面临的挑战与发展趋势

### 4.1 当前挑战

(1) 复杂环境下的稳定性问题:工业场景中高温、高湿度、强电磁干扰、粉尘腐蚀等复杂条件,易导致PLC模块性能衰减,出现信号传输失真、控制指令延迟等问题。尤其在极端工况下,传统PLC的抗干扰能力和环境适应性难以完全匹配需求,影响自动化系统的连续稳定运行,增加运维成本。(2) 与新兴技术的融合瓶颈:PLC核心功能集中于逻辑控制与数据采集,缺乏对AI算法的原生支持和大数据处理能力。现有融合方案多为外部嫁接,存在数据交互延迟、兼容性差等问题,难以充分发挥AI的智能分析与预测能力,制约了控制系统的智能化升级。(3) 标准化与互操作性不足:不同厂商的PLC产品采用专属通信协议和编程规范,缺乏统一行业标准。这导致跨品牌PLC之间、PLC与其他智能设备之间的互联互通难度

大,增加了系统集成成本,阻碍了自动化系统的灵活扩展与协同运作。

### 4.2 未来发展趋势

(1) 智能化:边缘计算技术将逐步融入PLC,实现数据在设备端的实时处理和分析,减少对云端的依赖,提升控制响应速度。同时,PLC将嵌入轻量化AI算法,具备自主学习、故障预判、自适应调节等能力,可根据工业场景的变化自动优化控制策略,推动工业控制从“自动化”向“智能化”跨越。(2) 网络化:5G技术与工业互联网的深度融合将重构PLC的网络架构。依托5G高带宽、低延迟、广连接的优势,PLC可实现与多终端、多系统的高速数据交互,支撑大规模设备协同控制;同时,借助工业互联网平台,PLC将打破信息孤岛,实现跨地域、跨行业的远程监控和协同调度,提升工业生产的全局管控能力。(3) 绿色化:在“双碳”目标引领下,PLC将朝着低功耗方向发展,通过优化硬件电路设计、采用高效节能芯片等方式,降低自身能耗。同时,PLC将深度参与工业系统的节能优化,通过精准控制生产设备的运行状态、合理调配能源资源,助力工业企业实现节能降耗、绿色生产。

### 结束语

PLC技术凭借自身独特优势,在电气工程及其自动化控制的诸多领域实现了深度应用,有力推动了工业生产的智能化、高效化转型。尽管当前其发展面临复杂环境适应性、新兴技术融合及标准化等挑战,但随着智能化、网络化、绿色化趋势的推进,PLC技术将不断突破创新。未来,它必将在更多新兴场景中大放异彩,持续为电气工程领域的进步与升级提供坚实的技术保障。

### 参考文献

- [1]张会.PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J].中国设备工程,2022(09):150-152.
- [2]米捷.PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J].中国设备工程,2022(07):185-186.
- [3]张晓艳.浅谈PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用[J].时代汽车,2022(07):29-30.
- [4]耿直,王佳楠,冯雨桐.PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J].电子元器件与信息技术,2022,6(01):34-35.