

基于 PLC 控制技术研究

马 功

赛迈科先进材料（宁夏）有限公司 宁夏 银川 750100

摘 要：可编程逻辑控制器（PLC）作为工业自动化领域的核心控制手段，融合计算机处理、自动调节与网络通信多项技术。整套控制器硬件包含 CPU 单元、存储模块、I/O 接口以及供电单元，依靠循环扫描模式完成控制任务，具备抗干扰能力强、组态灵活等突出优势，梯形图是工程场景中使用最为普遍的编程形式。现阶段 PLC 已经广泛落地于多个行业，覆盖生产线自动化作业、工艺参数闭环调节、交通设施管控、电力设备监测以及楼宇机电设备管控等场景。面向未来，PLC 技术将会朝着智能自适应调控、工业物联网网络化互联、多系统开放集成、低能耗绿色应用几个方向持续迭代，持续为现代工业转型升级提供技术支撑。

关键词：可编程逻辑控制器；自动化控制；工程应用；技术发展

引言：现代工业体系持续迭代升级，自动化生产模式已经成为企业提升产品品质、压缩生产损耗的重要途径。PLC 凭借运行稳定、组态灵活、响应速度快等优势，在各行各业自动化项目当中得到大量应用。从工厂流水线作业到交通基础设施运行，从电力能源调度再到楼宇机电运维，可编程逻辑控制器都承担着不可或缺的控制职能。伴随新工艺、新设备不断涌现，工业现场对于控制系统的综合性能要求持续提升。深入梳理 PLC 控制技术的技术特点，拓展其实际应用场景，研判技术未来演进方向，对推动国内工业自动化水平进一步提升具备现实研究价值。

1 PLC 控制技术概述

可编程逻辑控制器是面向工业恶劣工况开发的数字化自动控制设备，融合计算机处理、自动控制、通信交互、故障诊断多项技术，可在高温、高湿、粉尘、强电磁干扰的生产现场稳定工作，为自动化项目提供可靠的控制解决方案。PLC 采用模块化标准化硬件设计，硬件体系由 CPU、存储器、I/O 模块、电源模块共同构成，模块可按需组合，适配简单逻辑控制以及多设备协同的复杂工况。

CPU 作为控制系统的运算中枢，负责解析用户程序、处理现场采集数据、调度硬件模块运行，决定整套系统的控制性能。存储器分为系统存储区与用户存储区，系统存储区存放底层固件程序，保障设备基础功能；用户存储区保存编写的控制逻辑、现场采集数据与运行参数，支持程序随时修改更新。I/O 模块是 PLC 和现场设备交互的桥梁，输入模块采集传感器、开关、限

位装置的外部信号，并转换为 PLC 可识别数字信号；输出模块将运算后的控制指令转化为驱动信号，输出至电机、电磁阀、报警装置等执行机构。电源模块采用工业级稳压设计，抵御电网电压波动和电流冲击，保障设备可以长时间不间断连续运行。

PLC 工作依靠循环扫描机制，一个完整扫描周期分为输入采样、程序运算、输出刷新三个阶段。输入采样阶段读取全部外部输入点状态并存入输入映像寄存器；程序运算阶段 CPU 按照用户程序顺序执行逻辑运算，运算结果写入输出映像寄存器；输出刷新阶段将输出映像寄存器数据传递至输出锁存器，经过输出模块驱动外部负载完成动作。

针对工业现场复杂条件，PLC 具备多项实用特性^[1]。硬件全部选用工业级元器件，设备做防尘、防潮、防震、抗干扰处理，长时间连续运行故障率低。程序组态灵活性高，不需要改动硬件，只修改程序就可以适配不同工艺，能够快速响应产品迭代带来的生产调整，降低产线改造成本。信号采集灵敏、运算速度快，指令输出延迟小，可以快速捕捉工况变化，保障生产实时精准可控。内置故障自诊断功能，能够记录故障代码、定位故障点位，方便运维人员排查故障，减少停机损失。

编程方式多样化，包含梯形图、指令表、功能块图、结构化文本等。梯形图参照电气原理图图形化表达，逻辑直观，学习门槛低，更适合一线电气技术人员调试开发，是工程领域最常用编程语言，多种编程方式共同满足简单逻辑与复杂算法的不同控制需求。

2 PLC 控制技术的应用领域

2.1 制造业自动化生产线控制

制造行业自动化生产线是 PLC 应用最为普遍的场景之一。PLC 可以精准管控流水线各类执行机构,完成机械臂抓取、移位、放料等一系列动作,保障设备动作精度,以此提升工件加工与装配质量。同时它能够统筹整条产线各个工序,协调物料输送、加工、组装等环节有序衔接,压缩产品整体生产周期。针对多品种小批量的生产模式,仅调整控制程序就可以切换生产工艺,实现产线柔性化生产。系统能够持续采集温度、压力、转速等设备运行参数,一旦监测到工况异常,就可以触发报警信号,同步执行保护逻辑,规避生产事故。除此之外,PLC 还能够汇总生产过程当中的各类数据,统计产出数量、核算设备稼动率,为生产管理优化提供数据支撑。

2.2 过程控制领域的参数调节

在化工、材料等流程型工业当中,PLC 可完成各类工艺参数闭环调控,保障生产工况稳定。针对温度管控场景,借助温度传感元件采集现场实际温度,对比工艺设定值之后,调控加热、制冷设备输出功率,把反应釜、生产腔体温度维持在工艺允许区间。面对液压、管道输送等压力工况,系统依据实际压力反馈调节阀门开度,把系统压力稳定在安全范围,守护生产安全与成品品质。流量管控环节依靠流量采集设备获取介质流量,调节泵体输出功率或者调节阀开度,满足不同生产阶段的流量需求。对于储罐、反应容器液位管控,实时监测液位高低,液位超出阈值时自动启停进料、出料设备,避免出现介质溢出或者容器干烧等故障。在物料混合工艺中,按照配方配比要求精准控制各类原料投料,保障批次产品性能保持一致。

2.3 交通运输系统的智能管控

PLC 技术已经大量应用于交通基础设施,提升运输过程的安全性及运行效率。城市轨道交通场景下,控制器配合信号系统获取轨道状态、列车位置信息,动态管控列车行驶速度以及站台停靠时长,保障列车准点安全运行。城市路口交通信号灯借助 PLC 根据车流量变化动态调整信号灯配时,缓解路口拥堵。高速公路场景中,PLC 管控收费栏杆、道路情报板等设施,识别通行车辆,完成栏杆起落控制,并且结合路面通行状况更新显示屏提示内容,引导车流有序通行^[2]。机场行李输送系统依靠 PLC 协同各类传感器,跟踪行李位置,调整输送机构速度与走向,减少行李错运、损坏问题;同时还可以管控登机桥、客运电梯等配套设施,完善机场旅客配

套服务,推动交通领域设施自动化升级。

2.4 能源管理与电力系统监控

在电力生产、输配以及能源管控工作中,PLC 发挥重要的监测与调控作用。发电环节,持续采集发电机组电压、电流、设备温度等运行参数,结合运行逻辑动态调整输出功率,维持机组稳定发电;设备出现异常工况时及时启动保护逻辑,防止故障范围扩大。输配电环节部署的 PLC 设备配合现场传感器采集线路负荷、损耗数据,一旦识别线路故障,快速定位故障点位,完成故障区段隔离,保障其余区域供电不间断^[3]。还可以结合不同时段用电负荷差异调配电力资源,助力电网经济化运行。面向企业、园区能耗管理,PLC 采集各类耗能设备运行数据,汇总形成能耗统计报表,帮助管理人员定位能耗浪费环节,落地节能方案,推动能源管理向精细化方向发展。

2.5 建筑自动化的设备运行管理

现代建筑内部机电设备也普遍采用 PLC 实现自动化运维。照明控制系统结合区域光照条件、人员活动情况调节灯具输出亮度,自然光充足时降低照明输出,无人区域自动切断照明回路,兼顾使用舒适度与节电效果。暖通空调系统采集室内温湿度数据,对比目标参数动态调节空调机组工作状态,维持室内环境舒适,同时降低空调系统能耗。电梯调度依靠 PLC 接收各楼层呼叫信号,结合电梯当前位置规划运行逻辑,缩短乘客等候时长,同时实时监测电梯运行状态,保障乘梯安全。建筑给排水系统结合水箱液位、用水负荷,动态调节水泵启停与运行频率,在保障供水稳定的前提下节约水资源。

3 PLC 控制技术的发展趋势

3.1 智能化与自适应控制升级

传统 PLC 依靠固定预设逻辑完成控制,难以应对复杂多变的动态工况。伴随人工智能、大数据技术发展,智能化自适应升级成为 PLC 重要发展方向。将神经网络、模糊控制、自适应 PID 等智能算法嵌入 PLC,系统获得数据分析与自主学习能力,能够根据现场采集的工艺、设备、环境数据,自主识别工况波动,无需人工介入就可以优化控制参数,让系统始终处于最优工作状态,改善工艺缺陷,提升产品稳定性。故障处理方面,PLC 依托运行大数据实现故障预测,识别参数漂移等不易察觉的早期隐患,提前发出预警,开展预防性维护,有效降低非计划停机时长。面对突发异常工况,智能化 PLC 可以自主切换控制策略,优先保障核心工序运行,减少生产中断损失。人机交互层面,搭配触摸屏、上位

监控系统,操作人员直观查看运行曲线、故障信息,便捷下发指令修改参数,实现高效人机协同,改善传统控制系统操作繁琐的问题。

3.2 网络化与工业物联网融合

网络通信技术的普及推动 PLC 与工业物联网深度融合,打破设备之间的数据壁垒。不同车间、不同厂区的 PLC 设备能够完成数据交互,实现多设备协同作业,提升整体生产效能。各类传感器采集设备工况、环境参数,由 PLC 汇总之后上传云端平台,依托云计算、大数据技术挖掘数据价值,实现故障预判、工艺优化、能耗降低等目标^[4]。运维人员能够借助网络远程访问 PLC 控制系统,查看设备运行状态,远程修改控制参数,对跨区域项目运维带来很大便利。PLC 作为物联网底层关键节点,和其余智能装备协同构建智能工厂体系,推动企业生产与管理全面智能化,提升企业市场竞争实力。

3.3 开放性与系统集成拓展

工业数字化转型对系统集成、定制化功能需求不断提升,早期 PLC 系统封闭,设备兼容性差,集成难度高,拓展开放性成为技术迭代重点。通信层面,新型 PLC 广泛支持以太网、Modbus、Profibus 等标准化工业协议,能够对接不同厂商传感器、仪表、数控设备,破除异构设备的数据壁垒,提升设备通用适配能力。软件上开放二次开发接口,企业可以结合自身工艺、管理需求拓展统计、报警等个性化功能,满足行业差异化生产管控。系统集成能力不断增强,PLC 能够和 DCS、SCADA、MES 等自动化与信息化平台深度对接。PLC 负责底层设备控制与数据采集,上层平台完成全局调度统计,上下协同构建从现场控制到生产管理的完整体系,提升自动化系统综合性能。同时 PLC 适配电脑、移动端、工业触摸屏多类终端,方便对接企业各类信息系统,为数字化改造提供底层支撑。开放生态吸引开发者和设备厂商参与创新,进一步加速 PLC 技术迭代普及。

3.4 绿色节能与可持续应用推进

在绿色低碳发展的大背景下,PLC 的节能化设计与可持续应用成为重要发展方向^[5]。硬件层面选用低功耗芯片与节能电路设计,降低控制器自身功耗,延长硬件使用寿命,减少电子废弃物产生。运行过程中依据现场实际负载动态调节设备输出功率,生产非满负荷阶段降

低电机转速,减少无效能源消耗。依托传感采集与智能算法,定位生产流程当中高能耗环节,优化控制逻辑实现节能降耗。在新能源领域,PLC 可管控光伏、风力发电设备,跟踪光照、风力条件调整装置运行参数,提升新能源转化效率;同时完成新能源与传统供电系统的切换调配,助力工业领域绿色转型。

结语

PLC 控制技术凭借运行稳定、组态灵活、环境适应性强等诸多优势,深度赋能工业自动化、数字化建设,在制造、流程工业、交通、电力、建筑等领域发挥不可替代的作用,是现代工业重要的底层支撑技术,未来发展前景广阔。

随着 AI、工业物联网、大数据、新能源技术不断融合,PLC 将突破传统固定逻辑控制的局限,实现全方位升级。智能化方向融合人工智能算法,强化自适应调节、故障预测、自主决策能力,更好应对复杂工况,提升生产柔性 with 精细化水平。开放集成层面不断提升兼容性,对接各类工业信息化系统,适配企业定制化数字化改造需求。绿色化将贯穿硬件设计与控制逻辑,持续降低生产能耗,优化能源结构,助力工业可持续发展。

总之,PLC 依旧是工业自动化领域主流核心技术,它的持续创新与落地应用,将不断推动国内工业高质量转型升级,为产业提质增效、绿色发展提供源源不断的技术动力。

参考文献

- [1] 邓祥周.基于 PLC 技术的电气自动化工程控制系统应用研究[J].电子元器件与信息技术,2026,10(4):1215.
- [2] 孙彦庆,刘林林,范萍,等.基于 PLC 技术的机电一体化数控机床智能控制研究[J].中国新技术新产品,2026,(8):5759+120.
- [3] 张浩,汪院林,陈福寿,等.基于 PLC 与物联网技术的低压电气控制系统架构研究[J].机电信息,2026,(3):811+15.
- [4] 吴静.PLC 控制技术在智能制造中的应用研究[J].智能城市应用,2026,9(7):7477.
- [5] 高子婷.基于 PLC 技术的电气工程自动化控制研究[J].今日自动化,2026,(4):129130+142.