

关于电气自动化工程中PLC的应用分析与发展探讨

王 林

中冶华天工程技术有限公司 安徽 马鞍山 243000

摘 要:可编程逻辑控制器(PLC)是电气自动化工程的核心控制设备,凭借高灵活性、稳定性与低运维成本,广泛应用于工业生产、电力系统、智能楼宇等多个领域。本文简要阐述PLC的技术原理、系统架构及核心优势,分析其在电气自动化工程中的典型应用,梳理当前技术适配不足、核心技术受限、专业人才短缺等现存问题,并提出软硬件优化及运维完善策略,最后探析智能化、国产化、绿色化的行业发展趋势,为电气自动化技术升级提供参考。

关键词:电气自动化工程; PLC; 应用; 发展

引言:随着工业智能化、自动化转型升级,传统电气控制技术已无法适配现代化生产的高精度、柔性化需求。PLC作为专为工业场景设计的可编程控制装置,突破了传统继电器控制的技术局限,成为电气自动化工程的核心支撑技术。为充分发挥PLC的应用价值,推动工业电气系统提质增效,本文结合PLC核心技术基础,系统探究其各类工程应用场景,剖析应用痛点并制定优化方案,同时预判行业未来发展方向,助力工业自动化行业高质量发展。

1 PLC 相关理论与技术基础

1.1 PLC的基本概念与工作原理

(1) PLC基本定义:可编程逻辑控制器是专为工业环境设计的数字运算操作电子系统,核心是通过可编程程序实现自动化控制。相较于传统继电器控制器,其核心特征为可编程、可柔性调整,摆脱了传统设备固定接线、控制逻辑固化的局限,适配现代化工业动态生产需求。(2) 核心工作原理:设备采用循环扫描工作模式,全程分为三个核心阶段。输入采样阶段统一采集现场输入信号并存入寄存器;程序执行阶段按顺序逐行解析、执行用户编写的控制程序;输出刷新阶段将运算结果同步输出,驱动外部执行设备完成对应动作。(3) 运行核心逻辑:依托内置可编程程序,替代传统硬件接线逻辑,精准实现工业电气设备的逻辑启停、时序联动及精准运动控制,适配多场景自动化控制需求。

1.2 PLC的系统组成与核心类型

(1) 硬件组成:核心硬件包含CPU、输入输出、电源、存储及通信模块。CPU负责运算与指令调度,输入输出模块实现信号采集与指令输出,电源模块保障设备稳定供电,存储模块存储程序与数据,通信模块支撑设备联网数据传输。(2) 软件组成:主要分为系统程序、用户程序和监控调试软件。系统程序保障设备基础运

行,用户程序为自主编写的控制逻辑,监控软件用于设备调试、运行监测与参数修改。(3) 主流类型划分:按设备规模可分为小型、中型、大型PLC,分别适配小型单机设备、中小型生产线、大型成套自动化工程,场景适配性极强^[1]。

1.3 PLC相较于传统控制技术的优势

(1) 控制性能优势:编程操作简单、程序修改灵活,可快速适配不同生产工艺,摒弃传统设备改造繁琐的问题,同时控制精度更高,可满足精细化生产控制要求。(2) 运行稳定性优势:具备极强的工业抗干扰能力,可适应高温、电磁干扰、粉尘等复杂工业环境,运行故障率低、设备使用寿命更长。(3) 运维成本优势:硬件集成度高、结构简洁,故障排查与日常维护便捷,无需频繁改造硬件线路,大幅降低人工运维和设备升级改造成本。

2 PLC 在电气自动化工程中的典型应用

2.1 工业生产流水线自动化控制

(1) 工序逻辑控制:在工业流水线生产场景中,PLC可通过预设编程替代传统人工操作与硬件接线控制,精准管控设备启停、各工序有序衔接及生产节拍稳定调控。能够根据生产流程逻辑,自动完成上料、加工、输送、下料等一系列连贯工序,有效规避人工操作失误,保障整条流水线持续、有序、高效运行。(2) 故障监测与预警:PLC可实时采集流水线设备运行状态、工序进度等核心数据,精准识别设备卡顿、停机、参数异常等各类故障问题。当检测到异常工况时,可快速触发自动停机保护机制,同时发出声光预警信号,及时规避设备带病运行、工序堆积等问题,降低设备损坏与生产损耗风险^[2]。(3) 产能精准调控:相较于传统固定模式的生产控制,PLC可根据生产订单、物料供应等实际需求,灵活修改程序参数、调整流水线运行速度与生产模式,快速

适配多品种、小批量的柔性生产需求,大幅提升生产线的适配性与生产调控精度。

2.2 电气设备运动与过程控制

(1) 运动控制应用: PLC具备高精度运动控制能力,可对工业电机、机床、输送设备等运动类电气设备进行精准调速、精准定位、自动换向控制,保障设备运行平稳、动作精准,满足机械加工、物料输送等场景的高精度作业标准,提升设备运行稳定性。(2) 过程控制应用: 针对工业生产中的温度、压力、流量等关键工艺参数, PLC可搭配传感设备完成实时数据采集,通过闭环调控算法动态修正运行参数,稳定生产工况,避免参数波动影响产品质量,有效提升产品合格率与生产稳定性。(3) 联动控制应用: 可实现多台电气设备的协同联动运行,统一调控各设备运行时序与工作状态,解决传统设备独立控制存在的衔接滞后、配合错乱等漏洞,让整套自动化系统运行更加协调高效^[3]。

2.3 楼宇与市政电气自动化控制

(1) 楼宇电气控制: PLC广泛应用于现代智能楼宇电气系统,可对楼宇照明、电梯、中央空调、给排水等系统进行集中自动化管控,根据环境状态、人员流动自动调节设备运行状态,在保障楼宇使用舒适度的同时,有效降低能耗,实现节能降耗的运行目标。(2) 市政电气控制: 在市政工程中, PLC可实现城市路灯、排水泵站、交通辅助电气设备的智能化自动控制,可根据时段、天气、路况自动调控设备运行,减少人工巡检与运维工作量,显著提升市政电气设备的运维效率与智能化水平。

2.4 电力系统自动化控制

(1) 配电系统控制: PLC可对高低压配电柜等核心配电设备进行全天候自动监测,实时采集配电运行数据,精准完成自动合闸、分闸等操作,规范配电运行流程,实时把控配电工况,保障电力配电系统安全、稳定、可靠运行。(2) 电力故障处理: 能够快速识别电力系统短路、过载、漏电等常见故障,精准定位故障点,瞬时触发断电保护、故障报警等防护机制,快速切断故障线路,规避故障扩大引发的电力安全事故,降低设备损耗与用电安全风险,保障电力系统平稳运行。

3 PLC应用现存问题与优化策略

3.1 PLC在电气自动化应用中的现存问题

(1) 技术适配问题: 在传统老旧工业场景中,原有电气设备线路老化、控制模式固化,与新型PLC系统匹配度较低。开展自动化改造时,往往需要大规模整改硬件线路和配套设备,整体改造工序复杂、周期较长,不仅

大幅提升改造成本,还容易出现适配漏洞,影响系统整体运行稳定性。(2) 技术壁垒问题: 目前国内高端大型PLC设备的核心芯片、专用编程系统仍高度依赖进口技术,存在明显技术受制于人问题。同时,国产化PLC设备在控制精度、运行稳定性和复杂工况适配性上仍存在短板,难以完全适配高精度、高可靠性的大型工业自动化工程项目。(3) 运维人才问题: 随着PLC系统向智能化、网络化升级,设备调试、故障排查、程序优化的技术门槛持续提升。但基层一线运维人员普遍专业能力参差不齐,大多仅掌握基础操作,难以应对复杂系统的调试、运维和故障修复工作,制约PLC系统的高效稳定运行。(4) 系统拓展问题: 部分传统PLC系统功能单一、架构封闭,网络化与智能化拓展性能不足。缺乏标准化对接接口,无法顺畅衔接工业互联网、智能制造管理平台,难以满足现代工业数字化、智能化、集成化的升级发展需求。

3.2 PLC硬件与软件系统优化策略

(1) 硬件优化: 结合不同工业场景的工况环境、生产需求合理选型PLC设备,杜绝盲目选型造成的资源浪费与适配问题。同时针对性配备屏蔽、稳压、抗干扰配件,有效抵御工业现场电磁、高温、粉尘等干扰因素,全面提升硬件设备运行稳定性与环境适配能力。(2) 软件优化: 简化冗余繁琐的编程逻辑,梳理优化程序结构,剔除无效指令与重复程序段。通过优化控制算法缩短系统运算周期,降低设备运行延迟,提升PLC系统的控制响应速度与运行精准度,适配高精度自动化生产需求^[4]。(3) 系统兼容优化: 搭建统一标准化的通信与数据对接接口,统一数据传输协议,打破设备间的数据壁垒。有效提升PLC系统与各类老旧电气设备、新型智能终端的兼容性,实现多设备、多系统的数据互通与协同运行。

3.3 工程应用与运维体系优化

(1) 规范施工安装流程: 制定标准化、规范化的PLC设备安装、布线、调试作业流程,明确施工标准与操作规范。严控施工全过程质量,规避布线混乱、安装不规范等人为问题,从源头降低施工故障与后期运行隐患。(2) 完善运维管理制度: 建立常态化设备巡检、程序定期备份、故障台账记录制度。定期排查设备运行隐患,及时更新备份程序,汇总分析故障数据,针对性优化运行方案,保障PLC系统长期安全、稳定、高效运行。(3) 强化人才培养: 搭建系统化的人才培训体系,围绕PLC编程、系统调试、故障排查、智能对接等核心内容开展专项培训。持续提升运维人员专业技术能力,打造高素质技术团队,适配智能化PLC系统的应用与运维需求。

4 PLC 技术在电气自动化工程中的发展趋势

4.1 智能化发展趋势

(1) 融合人工智能技术: 在智能制造发展背景下, PLC技术逐步与机器学习、智能算法模型深度融合, 彻底改变传统单一的逻辑控制模式。通过搭载智能运算模块, PLC系统可自主采集、分析设备运行数据, 精准完成故障自主诊断、隐患识别以及运行参数自适应调控, 无需人工频繁干预参数调节, 大幅提升自动化控制系统的智能化水平与运行精度。(2) 智能决策升级: 传统PLC仅能被动执行预设程序与控制指令, 功能局限性较强。未来PLC系统将逐步实现智能决策升级, 依托海量运行数据积累与算法分析能力, 主动预判设备故障、生产波动等潜在问题, 自主优化生产节拍与控制方案, 完成从被动执行到主动优化的智能化控制转型。

4.2 网络化与集成化发展趋势

(1) 工业互联网深度融合: 随着5G通信、工业以太网技术的普及, PLC设备彻底打破单机运行的局限。通过接入工业互联网体系, 可实现设备运行状态远程监控、程序远程调试、故障远程排查, 同时完成各设备之间的数据实时互联互通, 突破空间限制, 极大提升工业现场的管控便捷度与运维效率。(2) 多系统集成一体化: 未来PLC不再是独立的控制单元, 而是与SCADA监控系统、MES生产管理系统等工业核心系统深度融合。通过统一数据协议与对接接口, 实现生产监控、设备控制、生产调度、数据统计的一体化管控, 构建全覆盖、一体化的工业自动化管控体系, 推动生产流程整体协同优化^[5]。

4.3 国产化与低成本化发展趋势

(1) 核心技术国产化突破: 针对我国高端PLC核心芯片、编程系统依赖进口的技术短板, 国内行业持续开展技术攻关。随着核心软硬件技术不断突破, 国产PLC设备的稳定性、精度与性能持续提升, 逐步替代进口设备, 有效打破技术垄断, 大幅提升国产PLC设备的市场占有率与行业话语权。(2) 轻量化低成本发展: 为适配中小企业自动化改造需求, PLC技术正向小型化、模块化、轻量化方向发展。模块化设备可根据生产需求灵活组合

配置, 避免资源冗余, 同时降低设备采购、安装与运维成本, 有效降低中小企业工业自动化改造的资金门槛, 助力全行业智能化升级。

4.4 绿色节能化发展趋势

(1) 节能控制优化: 依托精准的编程逻辑与智能调控算法, PLC系统可根据生产负荷动态调整电气设备的运行状态, 精准管控设备启停、转速、工况参数, 减少设备空载、过载运行产生的无效能耗, 持续优化生产能耗结构, 实现工业生产精细化节能降耗。(2) 低碳运维升级: 通过优化PLC系统运行逻辑与控制程序, 减少设备频繁启停、异常运行带来的机械损耗与电气损耗, 有效延长电气设备与PLC系统的使用寿命。降低设备更换迭代频率, 减少设备生产与报废过程中的能源消耗, 实现工业运维环节的低碳化、绿色化发展。

结束语

综上所述, PLC技术凭借多重应用优势, 深度赋能电气自动化工程升级, 覆盖工业生产、电力、市政等诸多场景, 是现代工业体系不可或缺的核心技术。当前PLC应用仍存在技术适配、技术壁垒、运维体系不完善等问题, 需通过软硬件优化、规范运维、人才培育补齐短板。未来PLC将朝着智能化、集成化、国产化与绿色化方向发展, 持续突破技术瓶颈, 为工业电气自动化数字化升级提供强劲动力。

参考文献

- [1]詹明化.基于PLC技术的电气工程及其自动化控制分析[J].现代制造技术与装备,2022,58(10):210-212.
- [2]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.
- [3]胡玉辉,席振威.风力发电领域PLC控制系统的升级改造方案[J].电气技术与经济,2023,10(2):57-64.
- [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,2024,27(1):313-315.
- [5]张旭辉.PLC技术在机电工程自动化中的运用分析[J].工程技术研究,2025,7(14):171-173.