

PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用

韩雷斌

(郑州轨道工程职业学院, 河南 郑州 450100)

摘要 随着科技的不断发展, 电气工程及其自动化控制在工业生产、智能制造等领域扮演着至关重要的角色。传统的电气控制系统存在功能单一、抗干扰能力差、控制效率低下等问题, 难以满足现代工业对高效、稳定、智能化控制的需求。本文通过分析 PLC 技术的多样化功能、良好的抗干扰性能以及高控制效率等特点, 揭示了其在提升电气工程自动化水平、增强系统稳定性和可靠性方面的重要作用。研究结果表明, PLC 技术的引入显著提高了电气工程自动化控制系统的运行效率和灵活性, 为电气工程领域的智能化发展提供了有力支持。

关键词 电气工程; 自动化; 可编程逻辑控制器;

中图分类号: TP273; TM76

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.30.006

0 引言

随着科技的不断进步, 电气工程及其自动化控制领域在工业生产、能源管理和交通等领域发挥着日益重要的作用。可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller, PLC) 作为一种新型的控制方式, 在工业生产中得到了广泛应用。PLC 技术融合了电子技术、计算机技术和通信技术, 具备多种功能, 具有较强的抗干扰能力和高效的控制效果, 能够适应多样化的生产环境和复杂的工业工艺需求^[1]。然而, 在推广应用过程中, 也出现了管理不善、应用层次较低以及专业人才短缺等问题。为此, 通过加强管理、推动技术创新和开展专业化培训等措施, 对电力系统进行了优化, 为电力系统的可持续发展提供了有力支持。

1 PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的应用优势

1.1 具有多样化的功能

PLC 技术在电气工程及其自动化控制中具备显著的应用优势, 其中多样化的功能是核心亮点之一。它集成了逻辑控制、顺序控制、定时控制、计数控制等基础功能, 可轻松实现对电机启停、设备运行状态切换等常规操作的精准管理。同时, 还具备模拟量控制、运动控制、数据处理及通信联网等高级功能, 能适应复杂工业场景下的温度、压力等连续变量调节, 以及机床进给、机器人运动轨迹等精密控制需求。此外, PLC 支持多种编程语言, 如梯形图、指令表、结构化文本等, 方便不同技术背景的工程师进行程序设计 with 调试, 且可通过扩展模块灵活适配各类输入输出设备, 无论是开关量信号还是高速脉冲信号, 都能高效处理,

极大地提升了系统的兼容性和扩展性, 为电气工程自动化控制的多元化需求提供了强有力的技术支撑^[2]。

1.2 具有良好的抗干扰性能

PLC 的卓越抗干扰性能, 得益于其精密的设计和独特的工作原理。在硬件层面, PLC 采用密封式机箱, 内部电路经过特殊屏蔽处理, 能有效抵御电磁辐射、静电等外部干扰源; 同时配备高质量的电源模块和滤波电路, 可抑制电网波动和电压尖峰对系统的影响。在软件方面, PLC 采用循环扫描工作方式, 在一个扫描周期内集中采集输入信号、执行程序并刷新输出, 这种分时处理机制减少了信号间的相互干扰。此外, PLC 还具备故障自诊断和冗余设计功能, 当遭遇突发干扰导致程序异常时, 能迅速检测错误并启动备用程序或报警, 确保系统在恶劣工业环境下依然稳定运行, 为自动化控制的连续性和可靠性提供坚实的保障。

1.3 具有较高的控制效率

PLC 凭借内部灵活的编程能力, 可快速实现逻辑运算、数据处理等多种复杂操作, 大幅提升控制效率。通过预先编写的程序, PLC 能精准控制电气设备的启动、调速、换向等动作, 避免传统继电器控制因触点磨损导致的延迟和故障, 显著提高了控制的响应速度和准确性^[3]。其模块化结构支持根据实际需求灵活扩展, 无论是增加控制点数还是添加特殊功能模块, 都能快速部署, 有效提升系统的整体性能。在电力系统中, PLC 可实时监测电网运行参数, 自动调节电压、分配电能, 实现负荷的动态平衡, 减少能量损耗。同时, 自动化的控制流程降低了人工巡检和操作频率, 极大地节省了人力资源成本, 保障了电网稳定、高效运行,

充分彰显其在电气工程自动化控制中的显著优势。

2 PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的应用实例

2.1 系统总体设计

在电气工程及自动化控制中, PLC 技术应用体现在系统总体设计多方面: 用交流接触器控制马达启停, 正反转通过 PLC 软件实现互锁, 减少电触点损耗; 借助移动转换装置和接近开关精确定位可移动部件, 需考虑其抗干扰与抗磨损性; 导轨变速器电机的过载保护装置利用信号逻辑关系防过载, 小型系统中冲切开关提供定位信息, 启动前需测试; 起吊、横行等电机用温度敏感继电器保护, 经中继转换将触点接入 PLC, 实现过负荷保护^[4]。

2.2 电气控制系统的设计

1. 主电路电源配置。电气控制系统主电路选用 380 V 三相交流电源, 为整个系统提供稳定的动力支持。系统由 QF 型自动切换器作为主控核心, 其具备双重功能, 既能在电路正常运行时实现电源的可靠切换, 又能在电路出现异常状况时迅速切断电源, 起到保护和隔离作用, 有效防止故障范围扩大, 确保电气设备及人员安全, 为系统稳定运行奠定基础^[5]。

2. 电机控制机制。交流接触器 KM1-KM8 承担着对电机的精准控制任务。其中, KM1、KM2 控制起吊电机 M1, KM3、KM4 控制横行电机 M2, KM5、KM6 控制走行电机 M3, KM7、KM8 控制自检电机 M4, 通过不同接触器的组合动作, 实现各电机的正反转运行特性, 满足设备在不同工作场景下的运动需求, 保障电气控制系统的多样化功能得以实现。

3. 电机过载保护设计。鉴于电机在实际运行中工作时间长且电流较大, 为避免电机因过载运行而损坏, 电气控制系统专门设置了过载保护措施。通过安装过载保护装置, 实时监测电机的运行电流, 一旦电流超过额定值, 过载保护装置立即动作, 切断电机电源, 防止电机因长时间过载导致绕组发热烧毁, 延长电机使用寿命, 提高系统运行的可靠性。

4. 短路防护设置。系统配置 FU1-FU4 熔断器, 分别对各负荷回路进行短路防护。当某一负荷回路发生短路故障时, 对应的熔断器迅速熔断, 切断故障电路, 避免短路电流对其他电气设备造成损害。同时, FU5、FU6 熔断器分别对 PLC 和 AC 进行保护, 防止短路故障波及核心控制设备, 确保整个电气控制系统在短路情况下仍能维持部分功能运行, 便于故障排查与修复。

5. 系统协同运行。主电路主要负责驱动电机运转,

为设备提供动力, 而 PLC 作为控制系统的核心, 承担自动化监控与报警功能。PLC 实时采集电机及各电气元件的运行状态数据, 通过预设程序进行分析处理, 当检测到异常情况时, 立即触发报警装置, 并可根据故障类型自动采取相应的控制措施, 实现主电路与控制电路的高效协同, 保障电气控制系统安全、稳定、高效运行。

2.3 PLC 控制电路设计

在电镀工艺中, 可编程控制器的线路设计是非常关键的环节。通过软件与硬件的结合, 实现了自动控制和手动控制两种不同的操作方式。该系统分为两大部分, 其中第一部分是软硬件集成部分。

1. 电路设计说明。电镀 PLC I/O 电路图展示电镀车间小型行车电气系统设计: PLC 输入接接近开关等主动元件, 220 V 电压经变压器隔离防短路。继电器 KM9 为启动开关, FR1-FR4 常闭提供电机过热保护。行程开关、接近开关等现场安装, 冲程开关调定位与方向限制。X405 ~ X411 接行程开关频闪开关, 实现工艺预选。COM 端口短接并接 220 V 电源, 启动保护机制, 警报并显负载状态, 电机经继电器供电, 启动时指示灯亮。硬件结构及参数运算的元件列表保障安全高效运行^[6]。

2. 手动程序的分析说明。选择“手动”方式或桌面起始模式转换时, X512 启动, 需重启输出终端完成自动操作。执行升降、左右、前后等手动操作, 只需按下对应人工控制按钮。机器手动操作返回初始位置后, 将手动 / 自动开关切换到“自动”模式并输入工作接口, 程序控制电机上、下、左、右、前、后六个状态。

3. 自检程序及报警程序分析说明。在电镀工序中, 冲程切换至关重要, 但频繁操作可能导致机械式无源转换装置故障, 影响 PLC 信号接收。为预防此类问题, 系统设有自检程序, 仅在开关闭合时识别信号, 并在开机前探测冲程切换状态, 若失败则禁止自动启动^[7]。同时, 自动检测功能可在故障时启动, 确保手动操作时的安全性。对于马达故障, 尽管 PLC 控制逻辑正常, 但机械故障可能导致电机不按指令动作, 此时系统会触发警报并停机。手动模式下, 系统实时监控, 无需额外保护, 电机随按钮操作启动或停止^[8]。报警装置还可在电机启动后遇到限制情况时自动停机, 并在特定时间段内向操作者发出指令, 确保生产安全与效率。

2.4 控制系统软件设计

1. 分步编程架构。控制系统软件采用分步编程模式, 依据状态转移曲线进行设计。将各子系统通过在主程序中添加独立控制模块的方式整合, 以虚线划分

为12个部分,实现功能模块化管理。其中,接近开关通过数字编程实现自检功能,利用点动X002指令对小车进行检查,同时设置定时器T56定时100秒,在检测完成后自动调整车身位置,确保设备运行的准确性与稳定性。

2. 冲程转换装置检测。数字程序对1号冲程转换装置进行严格检测,由M117控制检测流程,一旦发现错误立即触发警报,通过X510可停止报警信号。对于冲程开关的检测,以X503与X405的同步状态为判断依据,若状态正确则启动M101,错误时启动M106并使告警灯Y436闪烁,其余冲程开关也遵循相同的检测逻辑,保障设备冲程转换的可靠性。

3. 报警功能实现。软件第六部分专门负责报警功能,当M106至M110出现故障时,系统立即发出信号报警,定时器T56同样设置为100秒,用于控制报警相关的时间逻辑。该设计能及时反馈系统故障信息,便于操作人员快速定位和处理问题,减少故障对系统运行的影响^[9]。

4. 系统功能完善模块。后续部分涵盖自检测信号生成、主程序启停控制、状态转换指示、电机状态输入等功能模块。通过这些模块的协同工作,确保系统功能全面覆盖运行需求,实现从状态监测到程序控制的全流程管理,保障系统安全、高效运行,提升自动化控制水平。

5. 互斥与状态记录逻辑。在控制系统软件中,Y530和Y531设置为互斥运行,避免功能冲突;另外两条支路用于记录M2和M3中继状态,实时反馈设备关键节点的工作情况。这种逻辑设计确保系统运行的有序性,为故障排查和系统优化提供了准确的数据支持。

6. 电机状态监测与报警。M111至M113与电机涡流传感器状态通过“异或”逻辑运算进行监测,一旦出现状态不一致的情况,立即触发报警信号M114至M115。该机制能及时发现电机运行中的异常,通过报警提示操作人员介入处理,防止故障扩大,保障电机及整个系统的安全运行。

7. 告警消除与故障处理。第十部分程序针对告警处理进行设计,在自动作业模式下,可通过关闭M120消除告警;手动处理时同样具备取消告警的功能。当自动转换器X512开启,故障信号M117可通过X510点动关闭以断开报警;手动开关X511断开时,可经X012和X013操作生成M117假信号,故障解除后自动断开报警,灵活应对不同作业场景下的告警处理需求^[10]。

8. 故障闪烁报警与蜂鸣提示。第十一部分实现故障信号的1秒闪烁报警,并同步触发蜂鸣器鸣响,通

过视觉和听觉双重提示,增强报警信息的辨识度,确保操作人员能第一时间察觉故障,提高故障响应速度,减少设备停机时间。

9. 手动操作与安全防护。第十二部分为手动操作程序,操作人员通过按键启动相应电机,各支路均插入加热防护功能,防止电机因过热损坏。同时,设置六种电机工作模式为互锁状态,确保每次操作仅能执行一种模式,避免误操作引发安全事故,从软件层面为系统运行筑牢安全防线,保障操作的安全性与效率。

3 结束语

通过分析PLC在电气工程及其自动化控制中的优点,可以看出其在提高电力系统自动化程度上的重要作用。研究显示,PLC具备丰富的功能、强大的抗干扰能力和出色的控制效果,已经成为电气工程自动化控制系统中不可或缺的组成部分。从系统总体设计、电气控制系统设计、PLC控制电路设计以及控制系统软件设计等多个方面进行了详细规划和实施,PLC技术显著提升了电气工程自动化控制系统的性能,极大地提高了系统的工作效率和稳定性。这项研究成果为电气工程的智能化和网络化发展提供了新的思路和方法。

参考文献:

- [1] 何梦倩.PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J].电子测试,2021(14):111-112,115.
- [2] 刘许锋.基于PLC技术在电气工程自动化控制中的应用分析[J].电子测试,2020(12):109-110.
- [3] 鲍日洋.浅析PLC技术在电气工程自动化控制中的应用[J].电子测试,2019(06):128-129,113.
- [4] 张俊.PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用[J].装饰装修天地,2019(20):387.
- [5] 崔潇彬,郭钟仁,冯易,等.PLC技术在电气工程自动化控制中的应用探究[J].2021,18(24):81-83.
- [6] 贺增虎.PLC技术在电气工程及其自动化控制系统中的应用[J].中国信息界,2025(05):32-34.
- [7] 陈显灵.PLC技术在电气工程自动化控制中的应用[J].中国设备工程,2025(09):223-225.
- [8] 刘少航.关于PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用探讨[N].企业家日报,2025-04-28(006).
- [9] 甄宏智,沈明祥,矫建巍,等.PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用[C]//中国机电一体化技术应用协会.第八届全国石油和化工电气设计与应用论文大赛入选论文集.江苏盛虹石化产业集团有限公司,2025.
- [10] 林国梁.PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J].广西电业,2025(Z1):32-35.