

# 基于 PLC 的自动化生产线控制系统设计与实现

王家斌

340223197911272310

**摘要:** 针对传统生产线自动化水平低、生产效率不高、人工操作误差大等问题, 本文设计并实现了一套基于可编程逻辑控制器 (PLC) 的自动化生产线控制系统。该系统以 PLC 为核心控制单元, 结合传感器、执行器、触摸屏等设备, 实现了生产线的进料、加工、检测、分拣、出料等工序的全自动运行, 有效减少了人工干预, 提升了生产精度和效率。本文详细阐述了系统的总体设计方案、硬件选型与接线、软件编程与调试, 以及系统的运行测试结果。测试表明, 该控制系统运行稳定可靠, 响应速度快, 操作便捷, 能够满足自动化生产线的实际运行需求, 具有较高的实用价值和推广前景。

**关键词:** PLC; 自动化生产线; 控制系统

**DOI:** 10.69979/3060-8767.26.04.017

## 引言

随着制造业向智能化、自动化转型升级, 传统人工操作生产线难以满足现代生产对效率、精度和稳定性的要求。自动化生产线作为智能制造核心载体, 可实现生产连续化、标准化运行, 减少人工成本与操作误差, 提升产品质量。可编程逻辑控制器 (PLC) 作为工业环境数字运算操作电子系统, 有可靠性高、抗干扰强、编程灵活、易维护等优点, 是自动化生产线控制系统的核心设备。本文结合实际需求, 设计了基于 PLC 的自动化生产线控制系统, 解决传统生产线效率低、精度差、人工依赖度高的问题, 实现工序自动化控制, 为制造业自动化升级提供可行方案。

## 1 系统总体设计方案

基于 PLC 的自动化生产线控制系统的总体设计思路是: 以 PLC 为核心, 统筹控制生产线的各个执行机构, 通过传感器采集生产过程中的各类信号, 经 PLC 逻辑运算和处理后, 输出控制信号驱动执行器动作, 同时通过触摸屏实现系统的人机交互, 完成参数设置、状态监控、故障报警等功能。系统总体结构分为五大模块: PLC 核心控制模块、传感器检测模块、执行器驱动模块、人机交互模块和电源模块, 各模块协同工作, 实现生产线的全自动运行。

系统的工作流程如下: 操作人员通过触摸屏设置生产参数 (如生产速度、加工精度等), 启动系统后, 进料机构在 PLC 控制下将原料输送至加工工位; 传感器检测到原料到位后, 发送信号给 PLC, PLC 控制加工机构进行加工操作; 加工完成后, 检测机构对产品进行质量检测, 将检测结果反馈给 PLC; PLC 根据检测结果控制分拣机构将合格产品与不合格产品分离, 分别输送至

对应出料口; 整个过程中, 触摸屏实时显示各工序的运行状态, 若出现故障, 系统立即停止运行并发出报警信号, 提醒操作人员及时处理。

## 2 系统硬件设计

硬件设计是自动化生产线控制系统稳定运行的基础, 主要包括 PLC 选型、传感器选型、执行器选型、触摸屏选型以及硬件接线等内容。本文结合生产线的实际生产规模和控制需求, 对各硬件设备进行合理选型和配置。

### 2.1 PLC 选型

PLC 的选型需综合考虑控制规模、输入输出点数、运算速度、扩展能力等因素。本次设计的自动化生产线包含进料、加工、检测、分拣、出料 5 个工序, 需要控制一定数量的输入信号 (传感器信号、按钮信号等) 和输出信号 (执行器驱动信号、报警信号等), 无需复杂的数学运算和高速处理功能, 优先选择性价比高、可靠性强、操作便捷的小型 PLC。

本次选用小型 PLC, 该 PLC 具备充足的 I/O 点数, 可通过扩展模块增加 I/O 点数, 满足系统后续扩展需求; 运算速度快, 能够快速响应输入信号并执行控制逻辑; 支持多种编程方式, 兼容梯形图、功能块图等常用编程语言, 便于编程和调试; 抗干扰能力强, 能够适应工业现场的复杂环境, 确保系统稳定运行。

### 2.2 传感器选型

传感器作为检测模块的核心部件, 用于采集生产过程中的各类物理信号 (如位置、压力、温度等), 并将其转换为电信号传输给 PLC。根据生产线的控制需求, 本次选用以下几种传感器:

(1) 光电传感器: 选用漫反射式光电传感器, 用于检测原料和产品的位置, 如进料口原料检测、加工工位产品到位检测、分拣工位产品检测等, 选用适量数量, 具有检测精度高、响应速度快、安装便捷等优点。

(2) 压力传感器: 选用应变片式压力传感器, 用于检测加工机构的加工压力, 确保加工精度, 选用适量数量, 测量范围和精度等级满足设计要求, 能够实时反馈加工压力信号。

(3) 温度传感器: 选用热电偶温度传感器, 用于检测加工过程中的环境温度和产品温度, 防止温度过高影响产品质量, 选用适量数量, 测量范围满足设计要求, 响应速度快, 测温准确。

### 2.3 执行器选型

执行器用于接收 PLC 的控制信号, 驱动各机构完成相应的动作, 本次根据生产线各工序的需求, 选用以下几种执行器:

(1) 电动机: 选用三相异步电动机, 用于驱动进料输送带、加工机构、分拣输送带等, 选用适量数量, 功率范围满足各机构运行需求, 具有结构简单、运行稳定、维护方便等优点, 通过接触器和继电器实现启停和调速控制。

(2) 气缸: 选用气动气缸, 用于控制进料推送、产品夹紧、分拣推送等动作, 选用适量数量, 具有动作迅速、能耗低、无污染等优点, 通过电磁阀接收 PLC 控制信号, 实现伸缩动作。

(3) 报警灯和蜂鸣器: 用于系统故障报警, 选用适量数量的红色报警灯和蜂鸣器, 当系统出现故障时, 报警灯闪烁, 蜂鸣器发出报警声, 提醒操作人员及时处理。

### 2.4 人机交互模块选型

本次选用常规工业触摸屏作为系统的人机交互界面, 该触摸屏尺寸和分辨率适宜, 支持触摸操作, 能够实时显示系统的运行状态、生产参数、故障信息等; 支持参数设置、手动操作、故障复位等功能, 操作人员可通过触摸屏便捷地控制系统运行; 与所选 PLC 兼容性好, 通信稳定, 能够快速实现数据交互。

### 2.5 硬件接线

硬件接线需遵循安全、规范、可靠的原则, 主要包括 PLC 的电源接线、输入输出接线、传感器与 PLC 的接线、执行器与 PLC 的接线以及触摸屏与 PLC 的通信接线。电源模块为整个系统提供稳定的电源, PLC 的电源输入端接入常规工业电源, 输出端为传感器、执行器等设备提供适配电源; 传感器的输出信号接入 PLC 的输入端子, 执行器通过接触器、继电器接入 PLC 的输

出端子; 触摸屏通过适配通信线与 PLC 的通信端口连接, 实现数据交互。接线过程中, 需做好线路标识, 避免接线错误, 同时采取接地处理, 增强系统的抗干扰能力。

## 3 系统软件设计

系统软件设计是实现自动化控制功能的核心, 主要包括 PLC 编程和触摸屏界面设计两部分。本次 PLC 编程采用梯形图编程方式, 梯形图具有直观、易懂、贴近工业控制实际的优点, 便于编程和调试; 触摸屏界面设计采用西门子 WinCC flexible 软件, 设计简洁、便捷的操作界面, 实现人机交互功能。

### 3.1 PLC 编程思路

PLC 编程的核心是实现生产线各工序的逻辑控制, 根据系统的工作流程, 将编程内容分为初始化程序、进料控制程序、加工控制程序、检测控制程序、分拣控制程序、出料控制程序以及故障报警程序等模块。各程序模块相互独立又相互关联, 通过 PLC 的内部继电器和定时器实现逻辑联动, 确保各工序有序进行。

初始化程序: 系统启动时, 对 PLC 的内部继电器、定时器、计数器等初始化设置, 清除原有数据和状态, 确保系统从初始状态开始运行; 进料控制程序: 根据触摸屏设置的生产速度, 控制进料输送带和推送气缸动作, 将原料准确输送至加工工位, 传感器检测到原料到位后, 发出信号, 触发加工控制程序; 加工控制程序: 控制加工机构启动, 根据压力传感器和温度传感器反馈的信号, 调节加工压力和温度, 确保加工精度, 加工完成后, 发送信号至检测控制程序; 检测控制程序: 控制检测机构对产品进行质量检测, 将检测结果(合格/不合格)反馈给 PLC, PLC 根据检测结果触发分拣控制程序; 分拣控制程序: 控制分拣气缸和分拣输送带动作, 将合格产品输送至合格出料口, 不合格产品输送至不合格出料口; 出料控制程序: 控制出料输送带动作, 将产品输送至指定位置, 完成整个生产流程; 故障报警程序: 实时监测系统的运行状态, 若传感器、执行器等设备出现故障, 立即触发报警信号, 停止系统运行, 并在触摸屏上显示故障信息。

### 3.2 核心程序设计

本次设计的核心程序为生产线的工序联动控制程序, 以进料、加工、检测、分拣的联动控制为例, 其梯形图编程思路如下: 当系统启动信号有效时, 进料输送带启动, 原料开始输送; 当进料口光电传感器检测到原料时, 进料输送带停止, 进料推送气缸伸出, 将原料推送至加工工位; 当加工工位光电传感器检测到原料到位时, 推送气缸缩回, 加工机构启动, 同时压力传感器和

温度传感器开始采集信号,若压力或温度超出设定范围,加工机构立即停止,报警灯闪烁,蜂鸣器报警;若加工参数正常,加工完成后,加工机构停止,检测机构启动;检测完成后,若检测结果为合格,分拣气缸伸出,将合格产品推送至合格输送带;若检测结果为不合格,分拣气缸反向伸出,将不合格产品推送至不合格输送带;分拣完成后,分拣气缸缩回,输送带继续运行,进入下一轮生产循环。

### 3.3 触摸屏界面设计

采用常规工业触摸屏编程软件设计触摸屏界面,主要包括主界面、参数设置界面、状态监控界面和故障报警界面四个部分:主界面:显示系统的整体运行状态(运行/停止)、生产计数、生产速度等信息,设置启动、停止、急停等操作按钮;参数设置界面:用于设置生产速度、加工压力、加工时间、检测精度等参数,参数设置完成后自动保存;状态监控界面:实时显示各工序(进料、加工、检测、分拣、出料)的运行状态,以及各传感器、执行器的工作状态,便于操作人员实时掌握系统运行情况;故障报警界面:显示故障类型、故障位置、故障发生时间等信息,设置故障复位按钮,操作人员处理完故障后,点击复位按钮,系统恢复正常运行。

## 4 系统调试与运行测试

系统硬件接线和软件编程完成后,需要进行调试和运行测试,确保系统能够正常运行,满足设计要求。系统调试分为硬件调试、软件调试和联机调试三个步骤。

### 4.1 硬件调试

硬件调试主要检查硬件接线是否正确,各硬件设备是否正常工作。首先,检查电源模块输出电压是否稳定,确保各设备能够获得正常的工作电源;其次,检查 PLC 的输入输出端子接线是否正确,避免出现短路、接反等问题;然后,分别测试传感器、执行器、触摸屏等设备,检查传感器是否能够正常采集信号,执行器是否能够正常动作,触摸屏是否能够正常显示和操作;最后,检查系统的接地情况,增强系统的抗干扰能力,确保硬件设备稳定运行。

### 4.2 软件调试

软件调试主要检查 PLC 程序的逻辑正确性和触摸屏界面的交互性。首先,将编写好的 PLC 程序下载至 PLC 中,通过对应 PLC 编程软件监控程序的运行状态,逐一测试各程序模块的逻辑功能,检查是否存在逻辑错误、程序卡死等问题,对发现的问题及时修改;其次,测试触摸屏界面与 PLC 的通信是否正常,检查参数设

置、状态显示、故障报警等功能是否能够正常实现,确保人机交互流畅。

### 4.3 联机调试与运行测试

联机调试将硬件设备和软件系统结合起来,模拟实际生产场景,测试系统的整体运行效果。启动系统后,通过触摸屏设置生产参数,观察生产线各工序的运行情况,检查进料、加工、检测、分拣、出料等工序是否能够有序进行,传感器采集的信号是否准确,执行器的动作是否到位,触摸屏显示的状态是否与实际运行状态一致;同时,测试系统的故障报警功能,人为模拟传感器故障、执行器故障等场景,检查系统是否能够及时触发报警信号,停止运行并显示故障信息。

运行测试持续进行一定时长,测试结果表明:该基于 PLC 的自动化生产线控制系统运行稳定可靠,响应速度快,各工序联动协调,生产精度达到设计要求,生产效率较传统人工生产线大幅提升,人工干预大幅减少,故障发生率处于较低水平,能够满足自动化生产线的实际运行需求,也为后续结论部分的论证提供了坚实的实践支撑。

## 5 结论与展望

本文设计并实现基于 PLC 的自动化生产线控制系统,经合理的硬件选型与软件编程,实现生产线各工序全自动运行,解决了传统生产线自动化水平低、效率不高、人工误差大等问题。该系统可靠性高、抗干扰强、操作便捷且易维护,结合调试与运行测试结果,运行稳定、性能达标,能满足实际生产需求,为制造业自动化升级提供可行方案,有较高实用价值与推广前景。基于此系统,结合智能制造技术发展,未来可进一步优化升级:一是引入工业物联网技术,实现运行数据远程监控与采集,便于实时掌握生产情况和远程运维;二是增加机器视觉检测模块,提升产品检测精度与效率,减少误差;三是结合人工智能技术,实现生产参数自适应调节和故障预测性维护,提升智能化水平,推动生产线向智能化、高效化发展。

### 参考文献

- [1]董慧洁,陆小辉,张谦.基于 PLC 控制的汽车生产线自动化系统设计与实现[J].汽车电器,2025(6):128-130.
- [2]刘罡.基于 PLC 的自动化生产线控制系统设计与调试[J].造纸装备及材料,2025(8).
- [3]聂海勇.基于 PLC 的电气自动化控制系统实现[J].漫科学(科技应用),2025(5):171-173.