

基于 PLC 和触摸屏的机床自动化控制系统设计

周彦兆 巩 岩

河北科技学院, 河北 唐山 063200

摘要: 机床自动化是现代化机械制造业转型升级的重点, 传统机床控制系统均为手动或简单电气控制, 操作繁琐、控制精度低、稳定性差、运维困难, 难以适应现代高效准确生产要求。PLC 具备可靠性高、抗干扰能力强、编程灵活等优点, 触摸屏可实现操作可视化、参数可调, 二者结合的机床自动化控制系统可有效解决传统机床控制系统的问题, 提高机床自动化水平和生产效率。聚焦机床自动化控制实操设计, 弱化理论推导, 重点围绕系统硬件选型、软件编程、实操调试等环节, 设计适合机床生产需求的控制系统, 实现机床加工过程自动化控制、参数精准调控与运行状态实时监测, 经验证, 机床自动化控制系统运行可靠、操作便利, 有助于提高机床控制精度与生产效率, 降低人工操作强度, 为机床自动化改造与控制系统设计提供实操参考。

关键词: PLC; 触摸屏; 机床自动化; 控制系统; 实操设计

0 引言

机床控制系统是机械制造的核心, 其控制系统的性能直接关系到加工精度、生产效率、操作便利性等方面。部分机械制造企业的传统机床控制系统还采用人工操控, 多数通过人工操控完成机床启停、参数调整、工序切换等工作, 操作复杂、人力成本高, 容易造成人为操作不当导致的加工误差。一些简易电气控制系统虽然实现了一些自动化功能, 但是其控制逻辑一成不变, 无法满足具体加工要求, 且不具有实时监测、故障预警功能, 在机床运行异常时难以及时处理, 容易导致生产停滞; 传统控制系统调试、维护工作难度大, 需要专业人员操控, 运维效率低, 无法满足现代化机床自动化、精准化的生产需求, 机床控制系统的自动化升级也是必然要求。

1 机床控制系统自动化设计需求与价值

1.1 机床自动化控制系统的核心设计需求

根据机床的实际加工工况和行业发展, 基于 PLC 和触摸屏的机床自动化控制系统主要满足操作便捷性、控制精准性、运行稳定性、运维便捷性四大方面的需求。操作便捷性指的是通过触摸屏可以实现参数设置, 工序切换、故障查询等操作, 操作人员基本不需要太多编程, 无需专业人员进行专业操作; 控制精准性指的是通过 PLC 的可靠性和精确控制, 对机床主轴转速、进给速度、加工行程等参数进行精准控制, 保证零件加工精度, 减少人为操作误差; 运行稳定性指的是系统具备一定的抗干扰性能, 适应机床加工过程中存在的振动、电磁干扰等情况, 避免控制失灵、参数漂移等现象。运维便捷性指的是系统具有故障诊断和实时监测功能, 能够提前发现设备运行异常, 提前预警, 同时

缩短系统调试与维护等步骤。

1.2 PLC 与触摸屏结合的实操设计价值

PLC 与触摸屏结合的方式为机床自动化控制系统设计提供了有效、可靠的技术路线, 具有很高的实用价值。PLC 具有抗干扰能力强、编程方便、可靠性高, 可以有效实现控制逻辑, 实现机床加工过程的自动化控制, 代替手动、简单的电气控制, 减少人为误差, 提高控制精度; 触摸屏作为人机交互模块, 可以实现各项控制参数的设置和运行的状态展现, 可以让操作者实时看到机床运行参数、故障信息, 可以快速调试参数和解决故障问题。二者结合可以实现机床的自动化改造, 无需改变机床主体结构, 可适配性强, 可适配不同型号、不同规格的机床, 减少机床的自动化改造成本。同时, 系统的调试、维护方便, 可以进一步提高运维效率, 降低停机时间, 实现机床的自动化、高效化生产。

2 机床自动化控制系统的设计基础

2.1 PLC 与触摸屏的核心工作特性

PLC 是机床自动化控制系统的核心控制单元, 主要工作特性是高可靠性、抗干扰能力强、编程可变。PLC 采用模块化结构, 可根据控制需要随意添加输入输出模块, 适应不同规格的机床控制, 可在振动、电磁场、高温环境等工业环境下工作, 不会发生控制失灵等现象, 编程方式简单、功能块图等简单易懂, 无需编程知识, 可调试修改, 可根据不同的机床加工需求快速改变控制逻辑。触摸屏是人机交互的设备, 具有操作便捷、可视化, 可实现控制参数设置、运行状态显示、故障信息查询、报警等功能, 使操作人员和控制系统之间的沟通形式得到简化, 操作效率更高。

2.2 控制系统的核心设计原则

基于PLC和触摸屏的机床自动化控制系统需要遵循实操性、可靠性、适配性、便捷性四大原则,保证系统满足机床实际加工需求。实操性要求系统设计要面向实际、避免复杂设计,注重实际硬件选型、软件编程和调试、系统使用的实操性。可靠性要求系统采用高品质的硬件设备,优化控制逻辑、抗干扰性强,长期稳定运行,避免系统出现故障,影响生产过程;适配性要求系统能够灵活适应不同机床的加工需求,可以根据机床的规格、加工工艺等改变控制参数和控制逻辑,不需要进行大规模的修改。便捷性要求系统操作简单、调试容易、维护方便,减少操作人员和运维人员的工作量。

2.3 控制系统的设计前期准备

控制系统需要在前期做足准备,为后期硬件的选择、软件的编程和调试做好准备。前期准备主要是对机床加工需求梳理、控制逻辑规划、现场环境调研,梳理机床的加工过程,控制参数、动作要求,明确系统要实现的控制功能,包括机床的启停、主轴的转速、进给速度、工序切换。控制逻辑规划根据机床加工需求,确定PLC的输入输出信号,规划控制逻辑和动作顺序,确保控制逻辑的逻辑合理性,无逻辑错误。现场环境调研,掌握机床的运行环境,包括温度、湿度、振动、电磁干扰等。做好硬件的选择,确保选择设备对应环境,保障系统的正常运行;梳理调试维护需求,做好后续系统调试和运维方案的设计。

3 基于PLC和触摸屏的机床自动化控制系统硬件设计

3.1 PLC的选型与模块配置

PLC的选型和模块是硬件设计的核心,直接影响到系统的控制性能和适用性,需要根据机床的控制需求、输入输出信号个数和现场环境来确定PLC的型号,并根据机床的控制规模确定PLC的输入输出点数,能够接入机床所有的控制信号。输入模块的选型适用于机床上各种传感器、按钮等输入设备,保证采集输入信号。输出模块的选型适用于机床上各种接触器、继电器、伺服电机等执行设备,保证控制信号的输出;根据控制需求来确定功能模块,如模拟量输入输出模块用于主轴转速、进给速度等连续参数的控制,通讯模块用于PLC与触摸屏的通讯。

3.2 触摸屏的选型与界面设计要点

触摸屏应满足机床工作的需要,屏幕显示效果清晰、操作方便、可靠、抗干扰性强的触摸屏为主,屏幕尺寸根据操作空间选取,保证操作人员查看参数及操作界面。触摸屏分辨率满足参数显示和操作要求,参数显示清晰、操作方便、防水防尘、抗振动,适合机床加工环境;

屏幕界面应简洁、直观、便捷,按机床功能分为参数设置区、运行状态显示区、故障报警区、手动操作区,便于操作人员快速查看功能。参数设置区主要为主轴转速、进给速度等参数的设置,运行状态显示区实时显示机床运行状态、加工进度,故障报警区实时显示故障类型及故障位置,方便及时查找。

3.3 其他硬件选型与接线设计

除PLC和触摸屏以外,控制系统也要选择传感器、执行器、电源、接线端子等硬件以保障系统正常运行;传感器的选择要根据控制的需要选择精度高,稳定性好的产品,比如位置传感器用于检测机床的加工行程,温度传感器用于检测主轴温度,转速传感器用于检测主轴转速,执行器的选择要匹配机床的执行机构,比如伺服电机用于控制主轴转速和进给速度,接触器、继电器用于控制机床启停和工序切换,执行机构能够准确的反映出控制信号。电源的选择要匹配稳定可靠的开关电源,稳定的供给PLC、触摸屏、传感器等设备,避免电压的波动。接线设计要合理,明确各硬件的接线关系,清晰接线端子的含义,接线要牢固、整齐,避免出现接线错误造成的系统故障,接地设计需要准确。

4 基于PLC和触摸屏的机床自动化控制系统软件设计

4.1 PLC控制程序设计

PLC控制程序的编制方法是应用在系统中,需要结合机床加工程序和控制逻辑进行梯形图编程,控制程序应简洁易懂、可靠,易于编制。控制程序设计时,应首先控制机床的各个环节,如机床启停控制、主轴转速控制、进给速度控制、工序切换控制等,并分别分别控制各个控制环节,不存在逻辑的冲突和漏洞。主轴转速控制程序中,控制模块通过PLC模拟量输出模块输出控制信号,调节伺服电机转速,控制主轴转速;进给速度控制程序中,根据加工需求设置进给速度参数,进给速度控制是PLC控制进给机构的运动,保证进给精度。还需要通过加入故障检测和报警逻辑,控制输入输出信号,当检测到异常信号,发出报警,并停止相关操作,避免故障扩大。

4.2 触摸屏界面程序设计

触摸屏界面程序设计需与PLC控制程序协同配合,实现人机交互的便捷性与可视化,程序设计需贴合操作人员的操作习惯,简化操作流程。界面程序需实现参数设置、运行状态显示、故障报警、手动操作等功能,参数设置功能需支持关键控制参数的输入与修改,修改后的数据实时传输至PLC,实现参数的实时更新。运行状态显示功能需实时接收PLC传输的机床运行数据,以直观的形式展示主轴转速、进给速

度、加工进度、设备运行状态等信息,便于操作人员实时掌握机床情况。故障报警功能需接收PLC传输的故障信号,在触摸屏上显示故障类型、故障位置与故障处理提示,同时发出报警声音,提醒操作人员及时处理。手动操作功能需支持操作人员手动控制机床的启停、工序切换等动作,便于系统调试与应急操作。

4.3 系统调试与优化

系统调试与优化是确保控制系统稳定运行、满足控制需求的关键,调试需分阶段有序推进,重点排查硬件接线、控制程序与界面程序的问题。硬件调试首先检查各硬件设备的接线是否正确、牢固,测试PLC、触摸屏、传感器、执行器等设备的供电是否正常,确保各硬件设备能够正常工作。程序调试先进行PLC程序单独调试,通过PLC编程软件模拟输入信号,测试程序的控制逻辑是否正确,排查程序中的逻辑漏洞与错误,确保各控制功能能够正常实现。随后进行PLC与触摸屏的联机调试,测试二者之间的数据传输是否顺畅,触摸屏参数设置是否能够实时同步至PLC,PLC运行状态是否能够实时显示在触摸屏上。调试过程中发现问题及时优化,调整控制参数与程序逻辑,确保系统运行稳定、控制精准、操作便捷。

4.4 系统实操运维要点

控制系统投入使用后,需做好日常实操运维工作,确保系统长期稳定运行,延长系统使用寿命。日常实操需规范操作人员的操作流程,禁止违规操作,操作人员需熟悉触摸屏界面功能与参数设置方法,精准完成参数调整、工序

切换等操作,避免因操作不当导致系统故障。日常运维需定期检查各硬件设备的运行状态,清理PLC、触摸屏表面的灰尘、油污,检查接线端子的连接状态,及时紧固松动的接线,定期校准传感器,确保数据采集的精准性。同时,定期备份PLC控制程序与触摸屏界面程序,避免程序丢失,当系统出现故障时,可快速恢复程序,缩短故障处理时间。运维过程中需记录系统运行状态、故障情况及处理结果,为后续系统优化与故障排查提供依据。

5 结论

基于PLC、触摸屏的机床自动化控制系统,能够解决传统机床控制系统操作复杂、控制精度低、稳定性差、运维困难等问题,为机床自动化升级提供有效可靠的实操设计方案。该系统依托PLC高可靠性、灵活编程的优势,自动控制机床加工过程,配合触摸屏可视化操作,简化操作流程、提高操作便利性,促使机床自动化、精准化生产,通过硬件的选型设计、控制程序和界面程序设计,以及调试和运维规范,满足机床加工环境的复杂度、稳定性、控制精度高、效率高的机床加工精度和生产效率,节约人工操作强度、运维成本。该控制系统适配性强,不需大量改造机床主体结构,可以适用于不同类型、不同规格的机床,实操设计方案符合工业实际,为机械制造企业机床自动化改造与控制系统设计提供重要参考,推动机床自动化水平提升与机械制造行业高质量发展。

参考文献:

- [1] 郭小军. 基于PLC机电一体化技术的数控机床改造研究[J]. 自动化应用, 2025, 66(15): 272-274.
- [2] 杨德才. 基于嵌入式系统的数控机床自动化控制系统设计[J]. 现代制造技术与装备, 2025, 61(04): 178-180.
- [3] 龙斌. 基于PLC控制技术的数控机床自动化生产研究[J]. 中国机械, 2024, (36): 69-73.

作者简介: 周彦兆(2004.09—), 男, 汉, 山西省阳泉市, 专科, 研究方向: 机械制造及自动化。