

基于 PLC 的汽车涂胶机控制系统设计研究

吴发佳

(广州中设机器人智能装备股份有限公司, 广东 广州 510700)

摘要 针对流水化、规模化生产汽车零部件的生产线, 讨论了生产需要用到的涂胶工艺。本文在介绍自动涂胶设备工作原理的基础上, 从硬件、软件两个角度出发, 讨论了设计涂胶机控制系统的技术要点, 分析了 PLC、人机界面的设计方案及二者所适用的通信方法, 内容主要涉及程序、界面的设计与优化等, 并指出基于 PLC 对涂胶机进行远程控制, 可以使胶线高度、宽度更加精准, 对实现规模化生产目标具有参考价值。

关键词 涂胶机; 涂胶工艺; 自动涂胶设备; 涂胶机控制系统; 远程控制

中图分类号: TP3; U466

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.26.001

0 引言

随着我国汽车制造业的不断发展, 通过引入工业机器人, 搬运、焊接和装配等多道工序的工作效率都得到了显著提升。以往汽车生产线多采用手动涂胶法, 存在胶料溢出、效率较低和消耗量难以统一等不足, 用机器涂胶代替人工涂胶能够有效解决上述问题。要想使机器人的作用得到充分发挥, 需尽快确定其适用的 PLC (可编程逻辑控制器) 系统, 通过远程精准控制, 在保证涂胶质量的前提下, 最大限度压缩该道工序的耗时, 为大规模生产汽车提供支持。

1 自动涂胶设备工作原理介绍

汽车生产线具有流水化、批量化特点, 由于汽车对零部件性能有极为严格的要求, 且包括行李箱内衬、车灯和柱板在内的部分都存在大量需要粘接的部位, 需要用到密封胶和粘接剂, 涂胶质量会直接影响汽车的性能及寿命。因此, 在设计涂胶系统时, 一方面要考虑密封胶、粘接剂是否满足生产线的要求; 另一方面要以工件模型为依据, 对涂胶的轨迹做合理规划, 严格控制胶泵每次出胶量、机器人运行速度和胶枪姿态等各项重要参数, 使自动涂胶的设想成为现实^[1]。在生产线上, 压合往往伴随着涂胶而出现, 原理是通过持续向材料表面施加一定压力, 使不同材料充分压合, 成为一个整体。自动涂胶原理见图 1。

生产线依靠 I/O 对涂胶系统、机器人进行连接, 将机器人运行参数 (即涂胶速度) 同步至涂胶系统, 由 PLC 负责对涂胶单元所输出电压的大小加以控制, 确保出胶速度合理, 由此解决胶线尺寸与要求不符的问题。

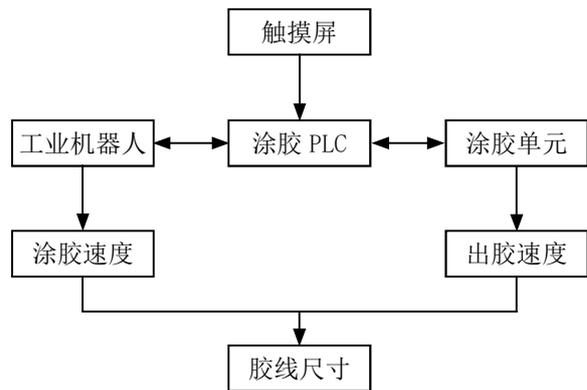


图 1 自动涂胶原理

2 涂胶机控制系统硬件选型

设计控制系统需要先对硬件进行选型, 具体包括 PLC、人机界面和涂胶机三部分。PLC 作为控制系统必不可少的组成部分, 对控制效果能否达到预期起决定作用, 在选择 PLC 时, 要考虑系统功能及 I/O 点数, 以应用需求为依据, 将主控单元定为功能完整、结构紧凑且具有组态灵活特点的 PLC。人机界面作为连接计算机和工作人员的桥梁、同步数据信息的载体, 在控制系统中同样发挥着无法替代的作用, 配套触摸屏尺寸为 7 英寸, 屏幕分辨率为标准的 800*480。涂胶机对控制系统提出的要求具体包括: (1) 可以同时加热多个零件管道; (2) 可以实时监控升温速度; (3) 可以自诊断温度参数。为充分满足上述要求, 将温控器定为多回路模块结构的 PUM 富士电机, 该设备支持阀门、PID、双位置控制等多种原理不同的控制模式, 可以自动或手动切换, 达到有效控制温度的效果。另外, 涂胶机任一通道都配有两个能够实时监测加热器状态

的CT端子,确保负载短路、短线等问题及时得到处理,以避免造成更加严重的后果。

3 涂胶机控制系统软件设计

3.1 设计PLC程序

PLC程序需要分别设置温控器参数、逻辑函数,并依靠Modbus对二者进行连接。考虑到涂胶机虽包含多个运行程序,但不同程序需要协同运行,因此,要先整理涂胶机具有的功能,据此构建适合的子程序,再将子程序并入主程序,做到在不改变涂胶机既有功能的前提下,省略对运行效果没有影响的部分,以解决扫描周期过长,导致PLC无法最大化实现价值的问题。构建PLC的流程大致如下:第一步,对涂胶机性能、功能展开分析,根据分析得出的结论将PLC初步划分成气动、温控两个模块;第二步,确定温控硬件,调用对应函数,根据读取函数得到的数据,对温控器各项性能参数加以设置;第三步,构建子函数,以既有操作功能为依据,对温控逻辑函数进行编写;第四步,开展温控测试,对实际生产过程中可能遇到的情况实施模拟,根据测试结果对PLC程序做出调整,详细记录调整的原因和具体内容;第五步,考虑到气动程序正常运行所产生的数据多为输入数据,故而在保留函数现有程序的前提下增设程序,为统一测试做准备^[2]。

待构件气动、温控模块的工作告一段落,为确保涂胶机能够长期使用,根据长期实践所积累的经验,对系统辅助功能加以设计,在保证主程序处于正常运行状态的前提下,降低操作难度并压缩运行周期。对程序进行优化升级时,出于避免基础功能、辅助功能混淆的考虑,先制作记录有数据类型和变量名称等重要信息的表格,再通过程序段注释,保证构建达到行业标准。改动内容具体包括:新增选择温控器的程序,工作人员可以根据实际需求对单双温控器做出选择,只需一键修改指令,便能够完成温控器的切换;新增针对传感器失效、超温及容差超出允许范围的报警功能,通过将故障内容详细显示在报警界面,为开展下一步工作提供参考;为PID控制系统增设温度自诊断模块,获得权限的工作人员可以手动调整;分别设置非紧急、紧急故障两种状态,依靠故障灯对故障状态进行如实反映^[3]。

3.2 设计人机界面

由于涂胶机结构、功能模块已大致确定,且PLC测试未发现异常,故无需对功能结构做进一步调整。在设计人机界面时,根据PLC测试需求、界面需要具

有的功能,把界面分成管理界面、温控及气动等界面,分别针对每个界面制定设计方案。其中,管理界面涉及三种不同的使用权限,分别是监视权、操作权及管理权,考虑到工作人员随意修改涂胶机性能参数会影响涂胶机作用的发挥,导致良品率降低,因此,在制定设计方案时,需要根据该界面的布局设置相应的隐藏通道,确保不同账号能够在权限允许的范围内独立完成各项操作。设计温控界面的关键是对温控器通道涉及的变量、变量的详细地址进行定义,保证各个变量的信息都能够准确、完整地显示在显示屏上。气动界面提供的功能多为操作功能,变量地址数量明显少于温控界面,设计时应该突出升降及开关按钮,为工作人员日常操作提供便利。

除上文所介绍的界面外,还应该视情况设置辅助界面,通过全面优化人机界面,使工作人员获得良好的使用体验。从日常操作的角度分析,按照上述方案所设计的界面无法同时显示多种信息,工作人员需要频繁切换显示界面,才能够完整获取自己需要的信息,针对该情况,可以设置能够进入各个功能模块的标准中控界面,把故障信息、泵机状态和加热温度等重要信息置顶,使工作人员能够第一时间了解生产线设备状态,解决界面过于杂乱,导致信息被淹没的问题。从安全生产的角度分析,可以根据实际需要有选择性地增设统计界面、报警界面和显示历史信息的界面,帮助工作人员了解涂胶机所处的状态,根据界面显示的信息判断设备是否存在潜在问题并予以处理,为涂胶机长期稳定、高效运行提供支持。优化后的人机界面共包括账户权限2个,操作记录9个,画面16个,报警信息28个,变量304个。试运行效果表明,不同界面、功能模块之间都存在清晰的逻辑关系,且操作难度较小,能够充分满足PLC的通信需求,可以作为最终版本正式投入使用。

3.3 人机界面和PLC通信设计

人机界面、PLC可以通过多种方式连接并共享信息。实际操作时,要先整理数据并分类,根据PLC变量筛选数据变量并确定地址,再将地址输入通信驱动程序,最后单击界面传送按键,使人机界面、PLC成为一个整体。具体来说,就是基于人机界面对所需信息进行完整且全面的展示,同时,通过PLC远程控制设备的运行,通讯驱动程序的加入拉近了二者的距离,使实时交换信息的设想成为现实,为信息的准确性、及时性提供了保障。其中,通讯驱动程序可以简单理解为负责在

人机界面、PLC 之间传递数据的软件程序，该程序既能够快速、准确地解析人机界面所发出的指令，将指令转换成 PLC 可以识别的格式，又能够把 PLC 反馈的数据转换成人机界面可以显示的信息，从某种程度上说，该程序的运行效率、稳定性会给系统运行效果带来直接影响，无论是设计全新通讯驱动程序还是选用现有程序，都要对系统实际需求引起重视，以确保数据能够快速且准确地传递^[4]。对工业自动化系统而言，人机界面主要负责显示设备运行状态、报警信息，PLC 能够根据上述信息控制设备启停并调整参数，通过连接并共享信息，赋予系统更加理想的自动化程度，使运行质效得到提高。实际操作时，要注意以下几点：一是确保人机界面、PLC 的连接稳定可靠，避免由于传输过程中断，导致数据泄露或丢失；二是定期检查通讯驱动程序的状态，在发现异常的第一时间修复或更新，确保其能够高效、准确地传输信息；三是结合工作经验确定人机界面的整体布局，保证规划合理，工作人员只需要花费较少的时间便能够找到自己所需的信息，使操作效率得到保障；四是定期优化 PLC 编程，严格控制运算的步骤及体量，避免由于运算过于繁琐导致不必要的延迟，在保证控制精度的前提下，使响应速度得到更进一步的提升；五是根据实际情况建立维护机制，严格按照规定维护、保养系统，最大限度地延长其寿命，以增加项目的经济与社会效益^[5]。

4 涂胶机控制系统最终设计方案说明

在了解系统需要具备的性能和功能后，需确定 PLC 架构设计方案，赋予系统更加理想的稳定性、可靠性，同时降低日后维护系统的难度。对 PLC 程序、功能模块进行设计与开发，确定控制功能模块运行的逻辑后，结合仿真测试结果，对设计方案做出进一步调整，确保系统长期稳定运行。人机界面提供多个选项，每个选项分别对应一个功能模块，包括但不限于参数、报警信息、输入输出（具体见表 1）^[6]。涂胶工作站处于自动运行状态时，传感器实时检测伺服报警信息、机器人状态、模具上料情况及光栅情况，检测发现任一主体和预设条件不符，均不会进入涂胶模式。工作站进入自动作业状态后，工作人员可以在主界面了解结束涂胶的产品总数、机器人状态及当前出胶速度。压合工作站对应交互界面在保留涂胶工作站功能模块的前提下，新增了手动换模功能，具体如表 2 所示。

工作站处于自动运行状态时，现场传感器自动检测气缸限位状态、模具进料情况及报警信息，只有完全符合预设条件，才会压合并过渡到下一环节。

表 1 控制系统主界面功能

内容	描述		
设备状态	触碰光栅暂停	触碰光栅复位	触碰光栅运行
	未急停	无报警	设备待机
	自动模式	下模有料	缩模气缸 上限位
运行条件	换模气缸	压合气缸	自动原点 指示灯
	下限位	下限位	
	伺服回零	伺服复位	
	减速位	过回零	

表 2 控制系统换模界面

内容	描述	
螺丝状态	上模螺丝松开	上模螺丝锁紧
	下模螺丝松开	下模螺丝锁紧
手动操作	换模气缸下降	换模气缸松开

（注：手动操作需先确定螺丝状态，螺丝松开后，根据需要换模，避免损坏模具。）

5 结束语

本研究以常规涂胶机具备的功能为依据，将控制系统划分成气动、温控模块，在保留现有功能的前提下，对二者的控制程度做出调整，通过精简对日常运行无明显影响的逻辑，使系统实效性得到增强。同时，结合工作经验制定了人机界面适用的设计方案，其中，气动模块新增开关等功能按键，温控模块通过整合温控器、PLC，确保了各通道信息得到完整显示，并使一键切换显示信息的设想成为现实，对汽车制造业的发展有积极影响。

参考文献：

- [1] 赵新昶, 郭磊. 涂胶机的精确定量控制 [J]. 时代汽车, 2025(02):157-159.
- [2] 孔庆飞, 林通, 王顺利, 等. 一种线下涂胶机的结构设计 [J]. 机电产品开发与创新, 2024, 37(06):18-20, 24.
- [3] 刘立华, 莫文将, 曾令重, 等. 程式自动化车门多点涂胶装置及技术的研发与应用 [J]. 时代汽车, 2024(13):113-115.
- [4] 郭锐, 郭秋萍, 李志锋, 等. 基于 PLC 的某机构合件自动装配机控制系统的设计 [J]. 黑龙江科学, 2024, 15(08):140-142.
- [5] 杨皓坤, 王伟, 王玉明, 等. 用于高端汽车板锌层附着试验的自动涂胶制样方法 [J]. 理化检验-物理分册, 2023, 59(03):14-15, 18.
- [6] 孙鹏涛. 汽车玻璃涂胶装配的工业机器人实训系统结构设计 [J]. 科学技术创新, 2021(10):153-154.