

doi: 10.7690/bgzdh.2018.01.019

弹头涂色标机控制系统设计

范庆辉, 钱俊松, 黄 权, 李作武, 金丰护

(中国兵器装备集团自动化研究所装药中心, 四川 绵阳 621000)

摘要: 为解决弹头涂色标存在连续批量生产能力弱、自动化程度较低等问题, 设计一套基于西门子 PLC 和触摸屏的弹头涂色标机控制系统。对弹头涂色标机的应用现状和存在的问题进行分析, 阐述控制系统实现的功能, 以 PLC 和触摸屏组态软件为核心, 对控制系统硬件部分的设计进行论述, 从总体设计、PLC 程序设计和人机界面设计完成控制系统软件部分的设计。应用结果表明: 该系统能实现弹头涂色标各个状态的实时监控, 提高弹头涂色标机的工作效率和工艺自动化程度。

关键词: 弹头涂色标机; 工况监视; 人机交互

中图分类号: TJ05 **文献标志码:** A

Design of Control System for Bullet Painting and Marking Machine

Fan Qinghui, Qian Junsong, Huang Quan, Li Zuowu, Jin Fenghu

(Center of Ammunition Charging, Automation Research Institute of China South Industries Group Corporation, Mianyang 621000, China)

Abstract: In order to solve the existing problems in bullet painting and marking ,such as the weak continuous mass production capacity, low degree of automation, etc, a control system for bullet painting and marking machine based on SIEMENS PLC and touch screen machine was designed. Carry out analysis and research on application situation and problems of bullet painting and marking machine, introduce the control system realization function, taking PLC and touch screen configuration software as core, discuss the design of control system hardware. Realize the control system software design by overall design, PLC program design and man-machine interface design. The application results show that the system can realize the real-time monitoring on every situation of bullet painting and marking, and improve the work efficiency and technique automation degree.

Keywords: bullet painting and marking machine; work condition monitoring; man-machine interaction

0 引言

弹头尖部涂色标是为了对不同弹种进行区分, 在子弹生产领域涂色标机的应用相当广泛^[1]。如今涂色标机的研制和生产已经形成一定规模, 生产厂家已掌握弹头尖部涂漆的工艺技术^[2], 但是与之配套的控制系统的研究却相对较少, 弹头涂色标存在连续批量生产能力弱、自动化程度较低等问题。为提高弹头涂色标机的工作效率, 实现弹头涂色标的自动控制, 笔者设计了一套基于西门子 PLC 和触摸屏的弹头涂色标机控制系统。

1 弹头涂色标机工作原理

弹头涂色标机主要由上料花盘、外观检测机构、换向及涂尖、热风与干燥等部分组成, 完成弹体的自动排序供料、外观检测、弹头涂尖和快速安全烘干等功能。首先将弹头加入到自动供料装置内, 供料装置将弹头自动排序后, 沿底盘上预先开设的下

料口进入到蛇形滑槽内。弹头在重力的作用下沿着蛇形滑槽下滑到检测丝杠由丝杠带动弹头向右旋转运动, 通过 CCD 摄像头检查弹头外观^[3], 将不合格的弹头剔除, 合格的弹头自动翻转到传动丝杠, 由靠板将弹头换向为弹尖朝下并依次进入漆盒沾尖, 沾尖后去除弹尖多余的色料漆, 最后弹头进入干燥区通过加热管和热风机进行快速烘干并自动下料, 如图 1。

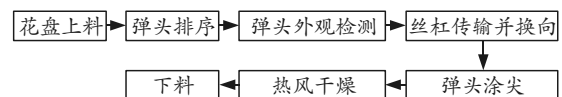


图 1 弹头涂色标机工艺流程

2 控制系统功能分析

1) 工况监视和参数显示功能。

提供画面供操作人员对设备的整体运行情况进行监视和控制, 实时显示加热器温度、花盘供料情况和弹头涂尖烘干操作状态等。

收稿日期: 2017-09-24; 修回日期: 2017-11-02

作者简介: 范庆辉(1990—), 男, 河北人, 硕士, 助理工程师, 从事电气自动化控制研究。

2) 各机构手动调试功能。

提供手动调试画面。在生产线手动模式下，操作人员可进行防爆加热器加热、停止和电机的手动启/停等操作。

3) 生产线自动运行功能。

提供自动运行画面。在生产线自动模式下，操作人员可进行生产线自动运行操作和生产。

4) 参数权限设定功能。

在进行参数设置时，每种参数对应不同的操作权限，可以在系统管理中设定权限功能。操作员只有输入正确密码才能进行设置，否则不能修改参数。

5) 复位功能。

系统在遇到紧急情况急停或者发生故障停机后，按触摸屏上复位键，各机构能够立刻停止运行并自动回到初始状态。由于某些时候设备停止会造成不可预知的错误，复位功能需谨慎使用。

6) 设备自锁、互锁功能、故障报警自诊断功能。

在生产线初始化后，若防爆加热器、风机、电机等不在初始位置，系统自锁，将发出执行元件不在初始位置的报警，提示有故障未处理，生产线将不能启动运行。生产线运行过程中，若检测温度过高、加热器和防爆风机启动顺序错误或发生电机故障，系统互锁，将发出相应执行元件运行故障报警，生产线将自动停止运行。系统报警时，所有机构停止运行。设备在生产运行引起的故障能够被设备自检报警并能快速排除，当出现这些故障时，红色“故障”指示灯亮并伴有鸣叫报警提示，人机界面弹出相应故障提示。人工排除此类故障后，在“故障信息”界面点击相应故障对应的“恢复”按钮，设备即可恢复使用^[4]。

3 控制系统硬件设计

弹头涂色标机控制系统硬件主要由触摸屏、CPU(含 I/O 模块)、按钮开关、指示灯、检测元件、减变速机、防爆风机和防爆加热管、电机启动器、断路器、滤波器、开关电源等组成。采用西门子 1200 系列 PLC 作为主控制器进行整个系统的逻辑控制，普洛菲斯 GP 系列触摸屏进行人机交互，实现现场调试及监控等功能，通过光纤传感器、温度传感器和按钮来触发信号，用防爆电机、防爆风机等作为执行机构，如图 2。由于设备工作现场为易燃粉尘环境，所以需要选用具有火花抑制能力或有防尘设计的执行器件，如安装在现场的电机、热风机等需选用具有防爆设计的型号，以将电火花与周

围危险环境隔离。

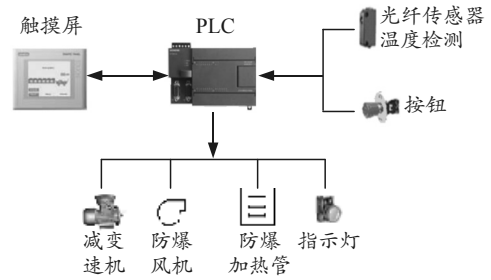


图 2 硬件组成

4 控制系统软件设计

4.1 总体设计

本控制系统是为了满足弹头尖部自动涂漆并风干的需要，整个控制系统的架构分为 3 层，如图 3 所示。PLC、电源模块、I/O 模块、电机启动器和断路器安装在防爆控制柜内，控制系统软件运行在 PLC 中，作控制层；触摸屏、按钮和指示灯等安装在防爆操作台上，人机界面软件运行在触摸屏中，作应用层。由于触摸屏和 PLC 均配有以太网接口，所以两者之间采用以太网通信，不需要另写通信程序，标准统一，实现简单，即插即用。在设备调试阶段利用交换机实现 PLC、触摸屏和调试电脑三者之间的通信，便于程序下载、界面修改等操作步骤，实现系统各种信息的交互；PLC 通过扩展模块接口与现场的传感器、执行元件以及操作台上的按钮、指示灯等通信连接，实时采集现场设备层的各传感器信号，并发出各执行元件动作指令。

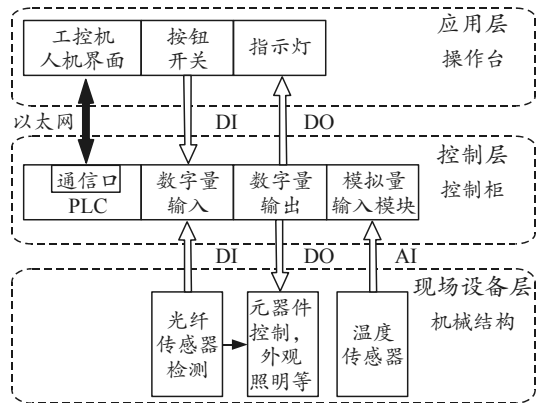


图 3 控制系统体系架构

4.2 PLC 程序设计

在软件程序设计方面，笔者采用模块化的设计思想，使程序结构明晰，提高可读性和可维护性，也利于软件的调试，提高软件的运行速度。在具体实现上采用主程序模块和子功能模块结构，主程序完成各子功能模块调用的时序逻辑控制，各子功能

模块则实现根据工艺要求划分的若干功能^[5-6]。模块调用如图 4 所示。

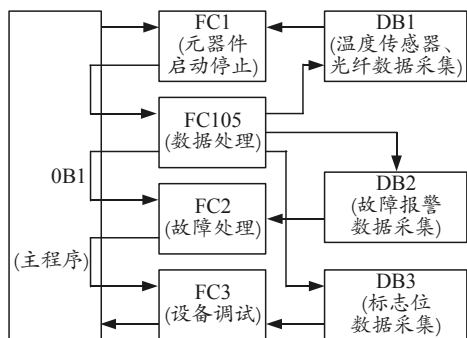


图 4 模块调用结构

系统上电后先进行初始化，使各部分元器件在归零位置，然后进行系统自检，确保初始化操作有效。自检不成功，则进行紧急保护，不能启动设备；自检成功后进行人机交互。工作模式分为手动和自动。自动模式下，丝杠减变速器、防爆风机和防爆加热管的启停由 PLC 控制，利用变频器对其电机的速度进行调节，花盘的减变速器通过 PLC 检测下料滑槽中弹头的有无来控制交流接触器进行启停，防爆风机和防爆加热管完成吹干弹头尖部漆液的功能。手动模式下，单机运行，根据需要进行点动启停，主要运用在初期调试和后期故障排查阶段^[7]。程序流程如图 5 所示。

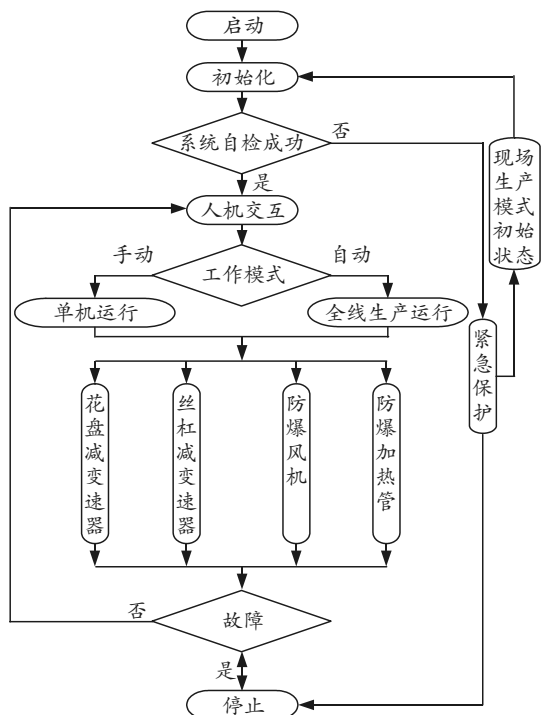


图 5 程序流程

弹头尖端涂胶液，胶液不能过多或者过少，涂色后不流挂、不堆色漆、无气泡、无缩孔，涂色均

匀，安全快速烘干；烘干温度可调，调节范围为 50~80℃；烘干后的产品碰撞、挤压（弹头压入弹壳装成成弹时）不能掉色漆。温度由温度变送器检测，检测值转换成标准信号后传入 PLC 控制器，采用 PID 算法，控制变频器调节防爆风机的风量。温度控制流程如图 6 所示。

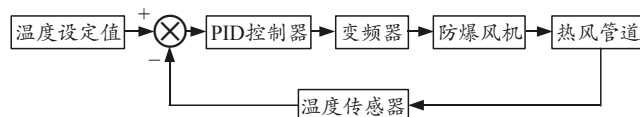


图 6 温度控制流程

为防止加热管持续加热烧毁元器件和自身装置，加热管与风机必须进行联动控制。开机时防爆风机先运转后加热管才能通电，停机时加热管先断电，风机继续运转 1~2 min 后才能断电。如图 7，防爆风机和加热管需要进行互锁设计，两者不能同时开启与关闭，只能顺序启动与停止。

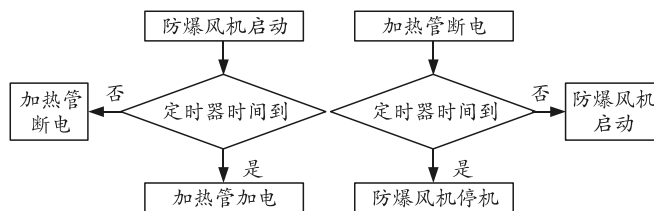


图 7 防爆风机与加热管互锁设计

4.3 人机界面设计

控制系统采用普洛菲斯触摸屏软件 GP-Pro4.0 进行人机交互界面设计。界面直观、大方、友好，便于工作人员监控和操作。画面主要包括系统主界面、工况监视、报警浏览和处理、设备调试等，如图 8。在系统中设置了不同的登录权限，便于维护和管理。在主界面中，点击“登录”按钮后，出现登录对话框。输入不同用户名和密码，即可取得相应的权限。用户名 user1 为使用者权限，admin 是管理者权限。输入正确密码，按“确定”按钮后，进入相应权限界面；在工况监视界面可以直观地了解设备运行情况和热风管中的温度值；报警浏览和处理界面可以显示报警器件、发生位置和发生次数，并自动存档，还可进行过往报警数据的查询与打印操作；设备调试界面主要是在手动模式下进行单个元器件的启动和停止，方便调试和故障查询。

笔者在每个界面里设置了报警灯，一旦有异常和紧急情况出现，报警灯闪烁并产生报警声，在界面底部滚动显示报警信息，操作人员可以立即采取相应措施。当系统出现故障时，能自动跳至报警画面，程序如图 9 所示。



图 8 控制系统主界面

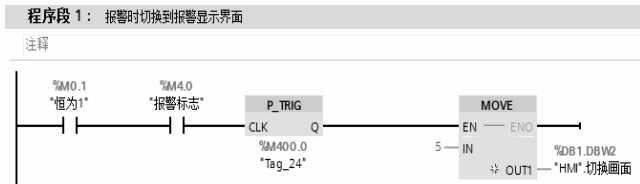


图 9 界面跳转程序

5 结语

笔者设计的控制系统已经运用在某兵器厂的弹头涂色标机上。经过前期的磨合与调试，机器生产节拍可达到 120 发/min，弹头涂尖废品率控制在 0.01% 以下，涂色后漆液不流挂、不堆砌，无气泡、

无缩孔产生，涂色均匀，烘干快速，温度控制稳定可靠，各元器件启动停止有序完成，故障率控制在 1% 以下，抗干扰性强。应用结果表明：该控制系统是可行的，在同行业中具有一定的借鉴和推广价值。

参考文献：

- [1] 段国发, 赵强, 宋建华. 某特种弹头涂双色工艺研究及应用[J]. 表面技术, 2004, 33(5): 63-66.
- [2] 张怀智, 曹宏安, 黄鹏波, 等. 炮弹标志自动印刷系统研究与开发[J]. 包装工程, 2011, 39(5): 26-28.
- [3] 彭旭, 李锦, 李全俊. 图像处理技术在枪弹外观检测上的应用[J]. 四川兵工学报, 2015, 36(8): 85-88.
- [4] 王浩, 王家军, 高营. 基于电流分配方法的开关磁阻电动机速度控制研究[J]. 机电工程, 2016, 33(8): 984-990.
- [5] 徐亮, 李作武, 钟顺金. 基于 PLC 的冲压力控制系统[J]. 兵工自动化, 2013, 32(4): 64-66.
- [6] 刘远博, 薛丽贤, 郑毅. 可编程控制器 PLC 控制系统程序设计探讨[J]. 黄金, 2011, 32(4): 34-36.
- [7] 夏志勇, 刘彬, 曾云翔, 等. 一种转子式弹头长度及质量在线快速检测分选技术研究[J]. 兵工自动化, 2016, 35(4): 64-66.