

doi: 10.7690/bgzdh.2020.06.006

某枪弹装配系统的控制系统设计

金翰林, 李 锦, 谷岩波

(中国兵器装备集团自动化研究所智能制造事业部, 四川 绵阳 621000)

摘要: 为提高某枪弹装配系统的自动化程度和工作效率, 结合控制系统硬件, 设计一套基于 PLC 的某枪弹装配系统的控制系统。对装配系统的应用现状进行分析, 针对系统自动化程度和工作效率提出改进方案; 根据设备调试和生产需求, 分析控制系统需实现的功能; 以 PLC 作为控制核心, 触摸屏作为人机界面, 对控制系统硬件部分进行设计; 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。测试结果表明: 该系统运行稳定, 枪弹各项参数满足技术指标, 系统自动化程度和工作效率得到有效提高。

关键词: 枪弹; 装配; 控制系统

中图分类号: TJ05 **文献标志码:** A

Design of Control System for Certain Type Cartridge Assembly System

Jin Hanlin, Li Jin, Gu Yanbo

(Department of Intelligent Manufacture, Automation Research Institute of
China South Industries Group Corporation, Mianyang 621000, China)

Abstract: In order to improve the automation degree and work efficiency of cartridge assembly system, a set of control system based on PLC was designed by combining with control system hardware. Analyze the application status of cartridge assembly system, and puts forward the improvement plan for the automation degree and work efficiency of the system. Analyze the functions of the control system according to the equipment debugging and production requirements. The hardware part of the control system is designed by taking PLC as the control center and touch screen as human-machine interface. From the overall design, PLC program design and human-machine interface design to complete the control system software design. The test results show that the system running is stable, parameters of cartridge meet the technical indexes, and the automation degree and work efficiency of the system are effectively improved.

Keywords: cartridge; assembly; control system

0 引言

某枪弹装配系统用于某枪弹自动装配工作, 主要实现枪弹自动装药、弹头压入、罩口、全弹长度和合膛尺寸检测、涂口和外观检测等功能。国内对某枪弹加工工艺的研究已比较完善, 但在自动化程度和工作效率方面仍与发达国家存在不小的差距^[1]。为进一步提高设备的工作效率及自动化程度, 对装配系统进行改进: 1) 加药料斗采用真空加药机完成自动装药; 2) 弹头分组机构采用花盘和提升机来实现装载弹头和弹头自动排序功能; 3) 将加工工位从四工位增至六工位。为完成某枪弹装配系统的控制工作, 现结合控制系统硬件, 设计一套基于 PLC 的某枪弹装配系统的控制系统。

1 某枪弹装配系统工作原理与方案改进

某枪弹装配系统的工作原理: 人工将弹壳排列在溜槽上, 弹壳分组机构将溜槽上弹壳分组送入步

进机构, 步进机构带动弹壳先后送至装药机构、药量检测机构、药量剔除机构、预压机构、结弹机构、罩口机构、长度检测机构、合膛检测机构和全弹剔除机构^[2]。装药机构通过计量板控制装药量, 装填发射药到弹壳内; 药量检测机构通过探测头检测装药量是否达到要求高度; 药量剔除机构将药量不合格的弹壳剔除生产线; 预压机构使用花盘控制弹头放入溜槽排序, 由气缸推送至下弹模并预压入弹壳; 结弹机构将弹头压入弹壳至指定深度, 保证全弹长度; 罩口机构对压入后的枪弹进行罩口, 满足枪弹全形及拔弹力要求^[3]; 长度检测机构对枪弹进行全长检测; 合膛检测机构对枪弹进行全形检测^[4]; 全弹剔除机构对全弹长度和合膛检测后不合格的枪弹剔除。将装配好的枪弹通过传输线送至外观检测机构, 外观检测机构对弹头尖部和弹壳与弹头接合部进行涂胶并使用风机晾干, 由人工进行枪弹外观缺陷拣选工作。装配系统结构见图 1。

收稿日期: 2020-02-29; 修回日期: 2020-04-03

作者简介: 金翰林(1992—), 男, 辽宁人, 硕士, 助理工程师, 从事自动化控制研究。E-mail: 1071375809@qq.com。

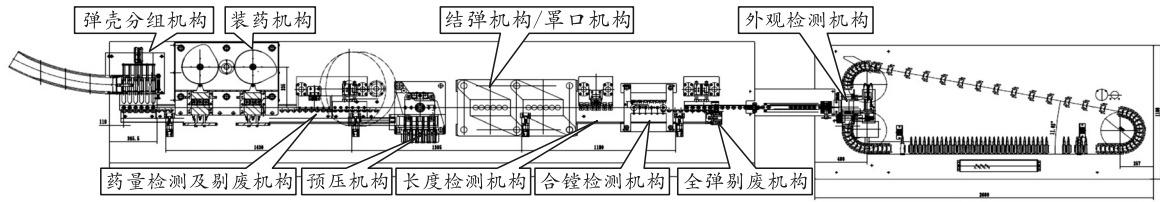


图 1 装配系统结构

为提高自动化程度和工作效率，相对以往设备共优化 3 处。以往装药机构中装药料斗需要人工定期加药，本次采用真空加药设备，当传感器检测到药量低于警戒值时，自动将发射药吸入装药料斗中，省去了人工将发射药倒入的工作；预压机构的弹头分组工作以往采用人工将弹头整齐排列在弹头溜槽上，现采用提升机和花盘机构代替，花盘机构将内部的弹头以固定姿态导出至弹头溜槽上，当花盘内部弹头低于一定高度时，控制提升机将弹头送入花盘，实现弹头自动装载的功能；将加工工位由以往的四工位提高到六工位，生产效率将会有明显的提升，预计生产效率可提高 40%。

2 控制系统功能分析

针对设备的调试和生产的需求，分析设备应具备功能如下：

1) 多种工作模式功能。

为实现设备在调试和实际生产的需求，共设定单步调试、单机运行、空车运行和生产运行 4 种工作模式。单步调试模式指定执行部件运动，例如气缸伸缩或电机启停，主要用于设备调试以及出现故障后手动排除故障；单机运行模式控制专机按工作流程运动一次，用于生产前装配线各机构的调试^[5]；空车运行模式主要用于演示生产运行的动作，运行时不进行物料检测和实际装配，运行前应确保装配系统没有放置生产材料；生产运行模式用于枪弹实际装配生产。在实际生产或空车运行过程中，为防止操作人员误操作，导致设备运行出现故障，对模式切换功能进行屏蔽，只有处于暂停或停止状态下才能切换模式。

2) 参数设置功能。

因枪弹种类和批次不同，装配参数需要进行调整。将参数设置功能设置在触摸屏上，方便快捷地调整装配参数，能够调整的参数包括全长、合膛合格标准、全长和合膛位移传感器的标定值。

3) 故障报警自诊断功能。

故障报警自诊断功能用于非单步调试模式下运行过程中，当出现机构卡滞、检测开关松动、脱落

或缺料等情况，程序自动报警并暂停全线运行。通过故障查询界面查询故障发生的位置，查找故障发生原因，使用单步调试模式手动清除故障，切换回原先工作模式，点击继续生产按钮恢复生产。

4) 复位功能。

若设备出现无法恢复的故障，清理生产线上的半成品，电机复位按键，设备恢复到开机初始状态，各个执行元器件恢复到初始位置，可以重新开始生产工作。

5) 数据记录功能和状态显示功能。

数据记录功能用于记录枪弹长度和合膛尺寸的数据。通过查看触摸屏和状态指示灯，实时掌握设备工作状态。状态指示灯显示运行、停止、故障状态。触摸屏上可查询枪弹生产数量、不合格数量等状态。

3 控制系统硬件设计

如图 2 所示，本控制系统硬件由 PLC、触摸屏、光纤传感器、磁性开关、电机和电磁阀等组成。采用西门子 1500 系列 PLC 作为主控制器，普洛菲斯品牌的触摸屏作为人机界面。Et200sp 分布式 IO 模块作为分站，与主站使用 Profinet 协议通信，这种由 PLC 和分布式 I/O 模块组成的主从控制系统实时性高，能够有效减少电线排布^[6]。设备运行在易燃粉尘工作环境中，设计时需考虑对能够产生电火花的电气元器件进行防爆处理，安装在防爆柜外部元器件应选择防爆型号，例如防爆电机、防爆磁性开关、防爆接近开关等，其中防爆接近开关需要配套安全栅。不具备防爆能力的元器件如 PLC 控制系统、安全栅、光纤放大器和位移放大器等安装在防爆控制柜内，实现设备整体防爆功能。

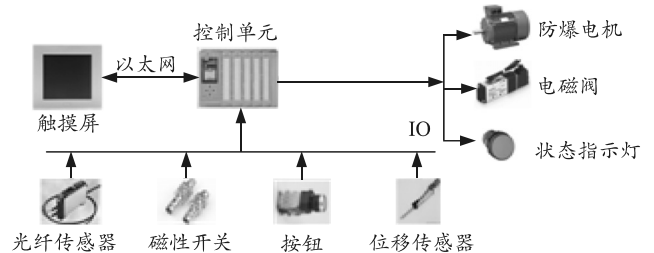


图 2 控制系统硬件构成

4 控制系统软件设计

4.1 总体设计

如图 3 所示，控制系统按功能可划分为应用层、控制层和执行层 3 部分。

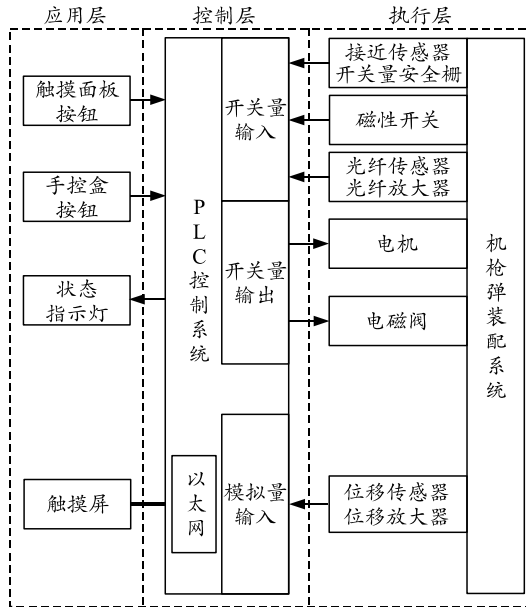


图 3 控制系统结构

操作人员通过应用层中的触摸屏、按钮部件控制装配系统，通过触摸屏和状态指示灯获得装配系统状态反馈。控制层中 PLC 接受应用层发送过来的控制信号后，通过开关量输出模块控制执行层中电机和电磁阀工作，通过开关量输入模块和模拟量输入模块接受传感器的信号，用于判断气缸运行是否到位，工位是否存在物料，获得全弹长度和合膛尺寸等。

4.2 控制程序设计

控制系统采用模块化编程方式，将各专机程序和多功能编写成单独模块。系统开启后进行硬件自检工作，停止指示灯亮表示启动完成，可以进行生产工作，控制系统工作流程见图 4。在生产模式下，按压启动按钮后，步进机构先运行一次，弹壳分组机构、装药机构等机构再运行一次，两者反复交叉运行。外观机构单独工作，当传感器检测到加工工位有待加工枪弹，则开始进行涂胶和晾干工作。系统具备暂定功能和下班功能，按压触摸屏上暂停按钮后，所有正在工作的机构执行完当前步骤后停止运行，释放暂停按钮机构继续执行下一步工作；当日生产工作完成后，按压下班按钮后，弹壳分组机构停止工作，系统将生产线上的剩余弹壳装配完成后，系统停止工作^[7]。

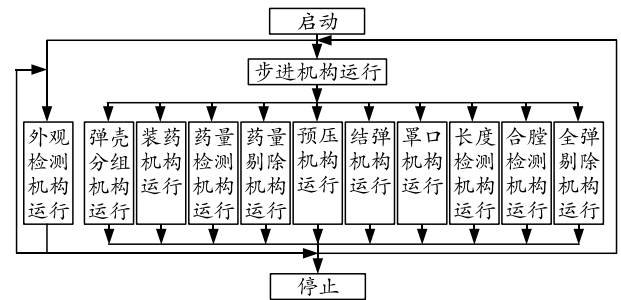


图 4 控制系统工作流程

4.3 人机界面设计

人机界面采用普洛菲斯品牌的触摸屏，通过网线与西门子 PLC 通信，在屏幕上添加控制组件并与 PLC 地址相关联。在触摸屏上点击按键，触摸屏将地址更改信号传递给 PLC，PLC 根据内部地址改变，做出相应的控制工作，控制系统主界面见图 5。

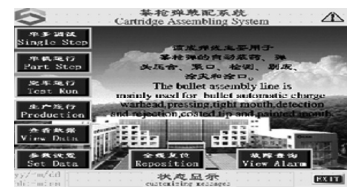


图 5 控制系统主界面

5 结束语

某枪弹装配系统已投入使用，系统运行可靠，生产效率提高 40%。真空加药设备、花盘机构和提升机的装载弹头工作状态良好，可完全取代人工操作，系统自动化程度得到提升。枪弹的装药量、全弹长度和合膛尺寸均满足技术指标，涂漆部分不漏涂、不挂流，设备满足实际生产需要，证明某枪弹装配系统控制方案是可行的。

参考文献：

- [1] 段红, 虞波, 陶光成. WJ20426-2016《枪弹自动装配生产线设计要求》校准解析[J]. 中国管理信息化, 2017, 20(21): 96-100.
- [2] 黄权, 李锦. 大口径枪弹集成装配研究[J]. 四川兵工学报, 2015, 36(7): 10-12.
- [3] 《枪弹制造》编写组. 枪弹装配和包装[M]. 北京: 国防工业出版社, 1979: 1-2.
- [4] 孙镇和. 枪弹药筒制造工艺学[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1995: 240-246.
- [5] 范庆辉, 钱俊松, 黄权, 等. 弹头涂色标机控制系统设计[J]. 兵工自动化, 2018, 37(1): 79-82.
- [6] 廖常初. S7-1200PLC 编程及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2016: 169-170.
- [7] 汪洋, 韩银泉. 大口径枪弹弹头外形优化与气动特性[J]. 兵工自动化, 2019, 38(1): 63-66.