

[自控·检测]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.06.016

基于 PLC 的自动封塑灌装机控制系统设计

黄淑琴

(泰州职业技术学院 机电技术学院, 江苏 泰州 225300)

摘要:为提高系统运行效率,设计自动封塑灌装机控制系统。运用 PLC 技术和 PID 调节技术,控制加热棒的温度,同时控制包装薄膜的送给长度,使得该系统运行效率有显著提高;采用 HMI 来设计系统的操作控制、报警显示、延时设定、温度设定及产量显示界面,同时触摸屏与 PLC 进行实时通信,以满足用户对功能的需求;最终通过合理选取系统硬件,实现了封塑过程中加热棒温度的实时、可靠控制。

关键词:封塑灌装机;温度控制;可编程逻辑控制器(PLC);PID 控制器;HMI 组态

中图分类号:TB486

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2014)06-0063-04

PLC-Based Automatic Sealing Plastic Filling Machine Control System Design

HUANG Shuqin

(Institute of Mechanical and Electrical Engineering, Taizhou Polytechnical College, Taizhou, Jiangsu 225300, China)

Abstract: In order to improve system efficiency, designed automatically sealed plastic filling machine control system, which adopted PLC and PID regulation technology, controlling the heating rod temperature, as well as controlling given length of packaging film, so that the system efficiency was improved significantly. It adopted the HMI to design the system operation control, alarm display, delay setting, temperature setting and yield display, while the touch screen and PLC communicated in real time, in order to meet the functional needs of the user. This paper described the operation of process control system, rational selection of the system hardware, electrical control system for the detailed design process to achieve a sealed plastic heater temperature in real time and reliable control function.

Key words: sealing plastic filling machine; temperature control; Programmable Logic Controller (PLC); PID (Proportion Integration Differentiation) controller; HMI configuration

机械制造和加工的自动化控制随着可编程控制器(Programmable Logic Controller, PLC)技术的空前发展而得到广泛应用。专为工业环境应用而设计,具有通用性强、使用方便、可靠性高、抗干扰能力强等特点,采用自动控制,更具备快速、简便等优点^[1]。这种背景下,自动封塑灌装机采用 PLC 来控制加热棒的温度,同时控制包装薄膜的送给长度,使得该系统运行效率显著提高。以 PLC 为控制核心,以 HMI 为人机交互平台,设计自动封塑灌装机的控制系统,全自动完成封塑、灌装、拉膜和落料的全过程,使得控制系统的实用性和可靠性进一步增强^[2]。

1 系统控制要求

该机器灌装的产品为工业胶水,包装材料为塑料

薄膜,首先往塑料袋里面灌入定量的胶水,然后把袋口加热、封装好^[3]。因为塑料薄膜很薄,加热时间过长或者温度过高,都会引起薄膜口的破裂导致封装失败;如果加热温度过低或者时间过短,就会导致袋口封装不严而泄露,或使袋口承受不了规定的压力。袋口承受的压力标准为 100 kg,也就是说将 100 kg 的物体放在包装好的袋子上面,袋口不至于破裂、崩口、泄露。

2 系统的控制原理

2.1 系统工作过程

首先上电加热棒自动加热,当达到设定温度后按下启动按钮对包装薄膜进行纵向和横向两个方向的封塑即纵封和横封;纵封和横封延时一定时间,此时送料电机启动,通过 PLC 给定的脉冲控制步进电机驱动送

收稿日期:2014-04-01;修回日期:2014-08-12

作者简介:黄淑琴(1965),女,江苏泰州人,硕士,副教授,主要研究方向为机电一体化技术。E-mail:hsq_1965@163.com

出给定的长度的包装薄膜,即拉膜动作;下一步进行灌浆操作,灌浆延时后停止灌浆,接着对包装膜进行最后一个封口的横封,延时后横封结束,再次拉膜达到规定的长度,封好口的包装袋在重力作用下落料,从而完成封塑灌装流程。

2.2 PID 闭环控制系统

对加热棒温度进行控制,需要采用 PID 调节技术^[4],通过 Pt100 传感器,检测出监测点的温度变化,进而通过 PLC 的 PID 运算,在设定的控制周期内,以占空比的方式输出控制固态继电器的动作,控制加热棒的加热幅度,确保温度在允许范围内动态平稳。

具体的控制是采用了 PID 闭环控制的原理^[5],如图 1 所示,PID 的控制规律如下:

$$e(t) = r(t) - c(t) \quad (1)$$

$$u(t) = K_p[e(t) + 1/T_i \int e(t) dt + T_d de(t)/dt] \quad (2)$$

其中, $e(t)$ 为偏差, $r(t)$ 为给定值, $c(t)$ 为实际输出值, $u(t)$ 为控制量;式(2)中, K_p 、 T_i 、 T_d 分别为比例系数、积分时间系数、微分时间系数。

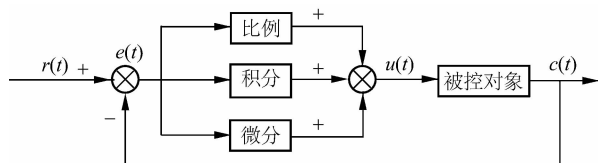


图 1 模拟 PID 控制系统原理图

Figure 1 Simulation PID control system schematics

开始工作之前,先设定一个合理温度传感器的温度,即为给定值 $r(t)$ 。正常工作的时候,由于环境温度的变化,热量的损失等,使得当前所测温度不断变化,并将此结果 $c(t)$ 反馈到 PLC 中,PLC 根据温度的变化即偏差值 $e(t)$,通过我们之前设定好的 PID 运算参数分别为比例系数 K_p 、积分时间系数 T_i 、微分时间系数 T_d ,通过 PID 算法调节加热接通时间,输出为控制量 $u(t)$,使得实际温度保持在一个动态平衡范围内。

3 系统硬件

自动封塑灌装机控制系统主要由 PLC 与触摸屏 HMI 组成。硬件系统主要包括电源模块、PLC 及其扩展模块、步进电机及其驱动器、触摸屏、温度传感器、DC 24 V 继电器、光电开关和电控箱等。

3.1 步进电机及其驱动器

送料电机为步进电机,转速可调,通过 PLC 给定

脉冲经过步进驱动放大驱使电机转动,输出恒定转矩^[6]。控制包装薄膜的送给长度。在停机的时候,能够保持恒定的自锁转矩,不会造成转轴的漂移。电机、步进驱动单元采用无锡信捷高细分精度驱动系统,驱动器型号为 DP-5022,电机型号为 110BYGH3216,力矩平稳,定位精准,静转矩 20 N·M。

3.2 PLC 及其扩展模块

本设计选择的 PLC 为国产信捷 XC3 系列,除具有一般数据处理功能外,还具有高速计数,高速脉冲输出,它支持扩展模块和 BD 板,可以直接对其它运动控制模块进行控制,根据实现本控制所需的 I/O 点数,选用 XC3-32T-E,共 18 点输入,14 点输出,其中 2 路为高速脉冲输出。另外加有扩展模块 XC-E6PT-P,具有 6 路 Pt100 测温 and 内置 PID 调节功能。

3.3 电控箱

电控箱就是安装固定硬件的部分。它采用 1.5 mm 钢板喷塑,并采用密封圈密封,有效的阻隔现场的产品胶水、灰尘和机油进入控制箱,污染元器件,外围接口全部采用标准的航空接头连接,安装、拆卸甚为方便。

3.4 温度传感器

温度传感器采用常用温度传感器 Pt100,刻度精准,测温更灵敏,进而使得控温效果更稳定^[7]。

4 程序控制设计

4.1 控制要求分析

分析控制功能要求,关键问题就是控制温度精度和加热时间精度。

温度要控制在 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 以内。如果加热的环境比较理想,如在密封情况,加热幅度和降温幅度比较平缓的情况下,那么控制在 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 以内是没有问题的,但是机器的实际运行环境是比较恶劣的,室外的温差、空气流动以及湿度都会影响加热棒的散热幅度,所以我们在程序中也不能单一的依靠 PID 参数来调节,要根据不同的室外环境,不同的温差,预设不同 PID 参数和目标温度,实现阶梯加热,提高温度变化的平稳性,减小温度的过冲。

加热时间精度要控制在毫秒级。但程序中普通的定时器是不能够满足精度的,就是 1 ms 为单位的定时器也不能实现,因为 PLC 的扫描周期就超过 5 ms,因而在程序中采取定时中断的方式来执行,从而排除扫描精度引起的误差。除此之外,该控制系统还有一个关键部分就是下料的定量控制。一般情况是通过控制电磁阀的开启时间,来实现下料的定量控制。但是下

料的时间同加热时间一样,也要通过定时中断的方式执行,这样控制精度才能够保证。但是在实际运行过程中,胶水的灌装过程是通过重力的作用自由流下的,下料的流量会随着下料桶里面胶水的量变化而变化,料筒越满,流量越大,如果简单的控制灌装时间,时间精度够高,也难以实现定量控制。因而采取在料筒中安装浮球开关,检测不同液位,预设不同的下料时间,进而提高下料的精度。HMI 组态画面提供直观友好的人机交互界面,它不仅满足用户对功能的需求,还要让用户能够简单、愉悦的使用^[8],设计了运行状态、参数设定和监控等界面,可以通过屏幕观察控制系统的运行状态,参数设定和运行过程^[9]。图 2 为自动封塑灌装机控制系统软件模块。

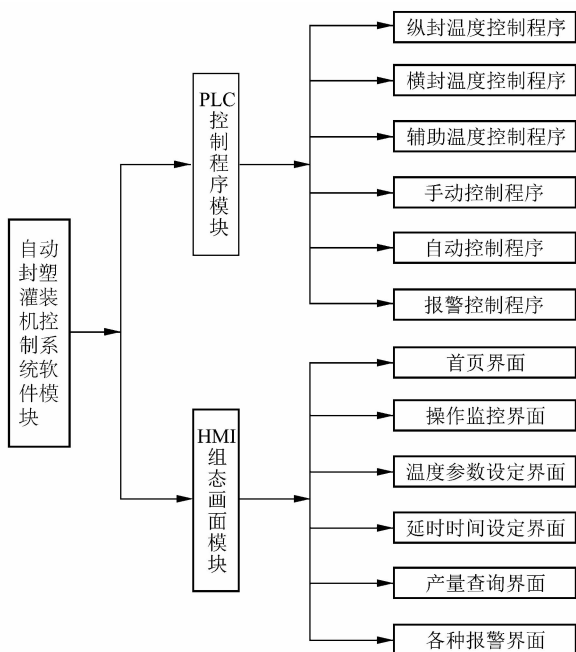


图 2 自动封塑灌装机控制系统软件模块组成

Figure 2 Automatically sealed plastic filling machine control system software modules

4.2 程序设计

自动封塑灌装机控制系统模块包括 PLC 控制程序和 HMI 组态画面。控制部分使得控制部件按照输入设备的指令执行相应的动作。

PLC 的控制程序段主要有:纵封温度控制程序、横封温度控制程序、辅助温度控制程序、手动控制程序、自动控制程序、报警控制程序等。图 3 所示为纵封温度控制程序界面。

在工业现场大量使用 PLC,使得触摸屏技术得到越来越广泛应用。根据自动封塑灌装机控制系统的控制特点,选用 TH765-N 型 HMI。该 HMI 采用 7 寸分辨

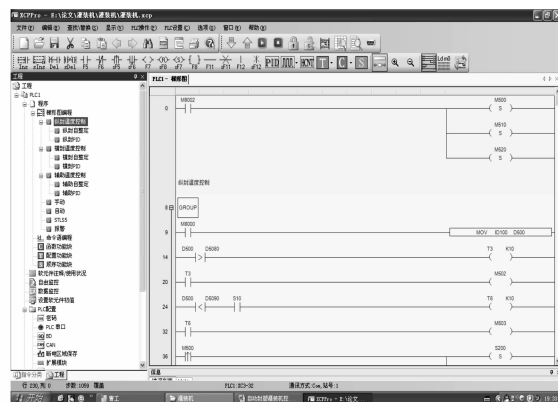


图 3 纵封温度控制程序

Figure 3 Vertical temperature control procedures

率为 800×480 的彩色显示器。通过 HMI 来设计系统的操作控制、报警显示、延时设定、温度设定及产量显示界面,同时触摸屏与 PLC 进行实时通信。图 4 所示为控制系统 HMI 操作监控界面。



图 4 HMI 操作监控画面

Figure 4 HMI operation monitor screen

5 结语

自动封塑灌装机控制系统采用成熟的 PLC 控制技术,软硬件结合,较好地解决了封塑过程中加热棒温度控制和加热时间控制问题。实践表明:该方法提高了封塑的可靠性,提高了劳动生产率,并且保证了工作质量,解决了人工操作所产生的差错率问题。该控制系统设计和选型合理;系统软件设计满足工艺要求,特别是监控界面操作简单方便,自动化程度高,系统运行可靠。

参考文献:

- [1] 蒋焕新,赵琳. PLC 和触摸屏在包装机控制系统中的应用[J]. 轻工机械, 2005, 23(3): 95-96.
- [2] 黄海. 可编程控制器 PLC 的应用及维护[J]. 特钢技术, 2006, 12(4): 44-48.

(下转第 69 页)