

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2016.09.016

基于 PLC 和触摸屏的气辅挤出气体控制系统的设计*

董添文,陈富,柳和生,黄益宾,章凯,余忠,顾磊

(上饶师范学院,江西省塑料制备成型重点实验室,江西上饶 334001)

摘要: 基于 PLC 和触摸屏设计了一套气体控制系统。其包含的气体加热装置为内含加热棒的容器。该容器上安装有压力与温度传感器。当触摸屏设置的目标控制参数与检测到的值存在偏差,可编程逻辑控制器 (PLC) 将进行比例积分微分 (PID) 运算与脉宽调制 (PWM),并将转换后的控制信号分别输出到气压电磁阀与固态继电器 (控制加热棒),最终实现气体压力与温度的调节。经试验证明,该系统控制精度高,人机界面简洁美观,具有良好的可扩展性,在聚合物气辅挤出实验中运行稳定。

关键词: 气体控制;可编程逻辑控制器;触摸屏;脉宽调制

中图分类号: TQ320.5+ **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2016)09-0075-04

Design of Gas Control System for Air-Assisted Extrusion Based on PLC and Touch Screen

Dong Tianwen, Chen Fu, Liu Hesheng, Huang Yibin, Zhang Kai, Yu Zhong, Gu Lei

(Shangrao Normal University, Jiangxi Province Key Laboratory of Polymer Preparation and Processing, Shangrao 334001, China)

Abstract : A gas control system was designed based on programmable logic controller (PLC) and touch screen. Gas heating device within the system was a container with a heating rod. A pressure sensor and a temperature sensor were fixed in the container. When the values detected by the sensors deviate from the values set in touch screen, instructions such as proportion integral derivative (PID) and pulse width modulation (PWM) would be executed by PLC. Thus, it send control signals to a electro-pneumatic valve or a solid state relay that was used to control the heating rod. As a result, the gas pressure and temperature would be adjusted. The test result show that the system has high control precision, simple and beautiful man-machine interface and good expansibility. It runs stably in the experiment of polymer gas-assisted extrusion.

Keywords : gas control ; programmable logic controller ; touch screen ; pulse width modulation

气体辅助挤出成型技术 (以下简称气辅挤出) 通过在聚合物挤出成型模具中引入气体,使聚合物熔体与模具内表面之间形成一层气垫,可改善模具内的应力集中,降低模具压降,从而减小挤出胀大率,提高挤出产品质量^[1-2]。气辅挤出中,气体压力与温度是气垫层的形成与稳定的关键因素^[3]。若气体不进行控制而输入到模具,随着气泵中气体的减少,气压逐渐减小,且气体温度低于聚合物熔体温度,气垫层将无法形成或不稳定。目前气体控制核心主要有三种^[4-7]: 智能仪表、工控机、可编程逻辑控制器 (PLC)。智能仪表成本较低,但它属于分离控制方式,无法实现系统综合控制,后期不易维护。工控机与 PLC 能实现控制系统整合,控制精度高,软件资源丰富,后期维护或扩展较容易。工控机成本相对 PLC 更高,因此笔者采用 PLC 进行气辅挤出气体控制系统的设计,采用触摸屏开发人机界面。

1 系统工作原理

图 1 为气辅挤出机及气体控制系统的实物照

片。该系统控制精度高、体积小、成本低、易于维护和扩展。图 2 为气辅挤出气体控制系统的原理图。气体控制系统主要由虚线框内的各部分组成。控制核心是 PLC 和模数 (AD)、数模 (DA) 功能模块 [模拟量输入输出 (IO) 模块]。触摸屏用来设置和显示控制参数。压力和温度传感器是检测元件 (安装在加热容器输出端),气压电磁阀和气体加热容器内的加热棒是执行元件。气源三联体的作用是将气泵中输出的高压气体进行减压和过滤杂质处理,以保护电磁阀。在开始气辅挤出实验前,先将挤出机内的聚合物加热到设定温度值,再开启气体控制系统。当熔体和气体一起进入模具后,气体在熔体表面形成气垫层,气膜出口是开放的 (与大气相连)。

* 江西省科技厅科技计划项目 (20141BBE50014),江西省教育厅科技项目 (GJJ14718)

联系人: 董添文,博士,副教授,主要从事聚合物成型理论及设备开发工作

收稿日期: 2016-07-02

挤出过程中,气体温度和压力是不断变化的,一旦检测元件检测到气压和气温与触摸屏设定的值存在偏差,PLC通过内部的程序进行PID运算,并将运算结果经过DA转换或者PWM调制后,分别输出到电磁阀和固态继电器(控制加热棒),从而实现气体压力和温度的调节。

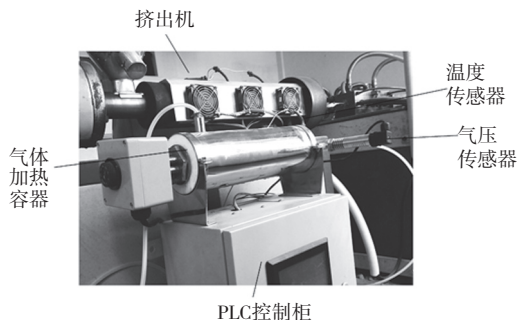


图1 气辅挤出机及气体控制系统

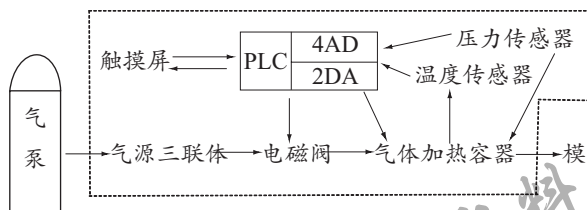


图2 气体控制系统原理图(主要由虚线框内的各部分组成)

2 系统硬件结构

图3是气体控制系统硬件接线图。

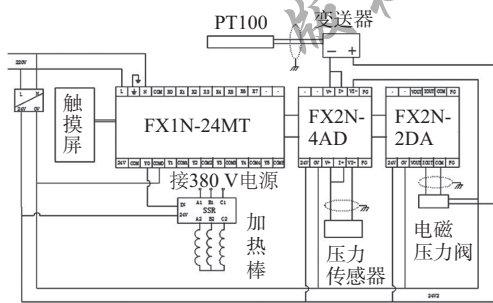


图3 气体控制系统硬件接线图

根据实际控制需要,选用了三菱FX1N-24MT型的PLC,该PLC拥有直流输入14点,晶体管输出10点。为将来系统扩展需要,选用FX2N-4AD,FX2N-2DA功能(扩展IO)模块。选用信捷触摸屏作为上位机,它与PLC通过通讯线连接。选用广州昆仑自动化公司的KLJYB-KO-HAG型气体压力传感器,测量范围是:0~1 MPa,输出4~20 mA直流信号。选用SMC公司的ITV2050-012L气压电磁阀,输入4~20 mA直流信号,输出0.005~0.9 MPa。压力传感器将检测的压力线性转换为4~20 mA的直流信号,PLC通过4AD模块采集该

电流信号并转换成为0~1 000的数字信号进行PID运算。运算结果为一个0~4 000的数字量。2DA模块将该数字量转换成4~20 mA的电流信号,输出到电磁阀调节输出气压。

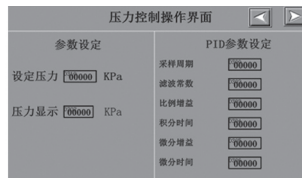
选用PT100型热电阻作为温度传感器,测温范围是:0~300℃。需要加一个变送器转化为4~20 mA直流信号才能输入到AD功能模块。气体温度加热元件为三支加热棒,功率各500 W。加热棒通过三相固态继电器(SSR)与380 V电源连接,采用Y型接法。加热棒被内置在一个加热容器内(上海涑恒电热器厂定制)。加热容器上开有进气口、出气口、气压检测口、气温检测口。变送器、固态继电器、压力传感器、电磁阀均需要外接24 V直流电源。该系统摒弃了复杂的温度控制策略^[8-9],系统开启后,先通过气体加热容器上的保护开关进行气温粗调到触摸屏设置的温度。气辅挤出实验中,气温一旦有波动,PT100热电阻通过变送器将所检测的温度转换为4~20 mA的直流电流信号,该信号送4AD模块转换为0~1 000的数字量,PLC进行PID运算,运算结果再通过PWM指令转换为脉宽调制信号,该信号通过Y0输出到SSR对加热棒的加热时间进行控制,从而实现气体温度的精确控制。

3 系统软件与人机界面的设计

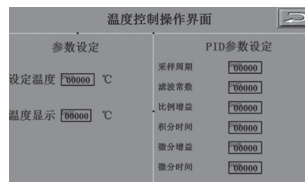
为适应工业油污环境,选用信捷TH765-MT型触摸屏^[10-11]。该屏为7英寸65 536色800*480分辨率触摸屏,支持RS422串口标准与三菱PLC进行通讯。图4为触摸屏人机操作界面。



(a)



(b)



(c)

a—主界面;b—压力控制界面;c—温度控制界面

图4 触摸屏人机操作界面

该界面采用“TouchWin”组态软件在PC机上进行设计,然后通过USB数据线下载到触摸屏。系统开启后,进入主界面,点击“欢迎进入系统”则进

入压力控制界面,通过按钮可以在压力控制界面、温度控制界面,以及主界面之间相互切换。点击进行数据输入时,会弹出数字键盘进行设定。通过“TouchWin”设计数据输入框与 PLC 的数据寄存器相互关联,保证了界面上显示的数据与 PLC 寄存器内数据一致。图 5 为气体控制系统软件流程图^[12]。根据该流程图,采用 PLC 编程软件 GX Developer 编写梯形图。首先通过触摸屏进行控制参数的设定;然后进行 AD 采样(见图 6),读取温度传感器和压力传感器检测到的信号,进行气体压力的 PID 控制运算(见图 6),PID 控制参数的整定通过现场试凑完成;最后进行 DA 转换,输出到气压电磁阀。

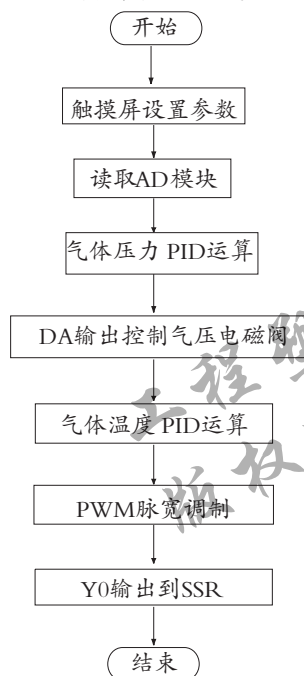


图5 气体控制系统软件流程图

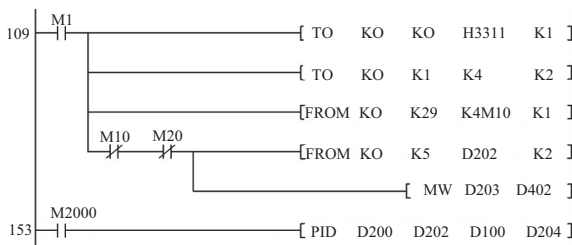


图6 AD采样及气体压力控制PID指令

气体温度的控制主要采用PID运算和脉宽调制指令PWM来实现。如图7所示,脉冲周期为10000 ms, PID运算后的值(在图7中D404,小于10 s)经PWM进行脉宽调制,调制后的脉冲信号经数字量输出口Y0输出到固态继电器,最后用来控制加热棒。

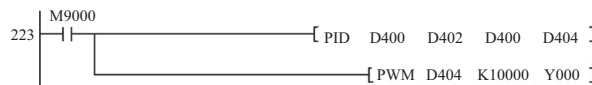


图7 气体温度控制主要指令

4 结语

采用PLC与触摸屏结合的方式开发气辅挤出气体控制系统,结构紧凑,安装调试方便。触摸屏配套的组态软件可以设计出界面美观、功能强大的人机交互界面。PLC配套的GX Developer编程软件、PLC中提供的PID运算和PWM指令为气体压力和温度的控制提供了极大的便利。本气体控制系统实现了气体压力与温度的自动控制,控制精度高,运行稳定,提高了工作效率。本系统在气辅挤出实验中运行情况良好。

参考文献

- [1] Liang R F, Mackley M R. The gas-assisted extrusion of molten polyethylene[J]. Journal of Rheology, 2001, 45(1):211-226.
- [2] 柳和生,邓小珍,黄益宾,等. 气体压力对气辅共挤成型界面的影响[J]. 高分子材料科学与工程, 2014, 30(3):119-123.
Liu Hesheng, Deng Xiaozhen, Huang Yibin, et al. Effect of air pressure on interface profile in gas-assisted coextrusion process[J]. Polymer Materials Science & Engineering, 2014, 30(3):119-123.
- [3] 黄兴元,柳和生,周国发,等. 气体辅助挤出中影响气垫形成及稳定性因素分析[J]. 塑性工程学报, 2005, 12(5):101-104.
Huang Xingyuan, Liu Hesheng, Zhou Guofa, et al. The influence factors on the set up and stability of gas layer in gas assisted polymer extrusion[J]. Journal of Plasticity Engineering, 2005, 12(5):101-104.
- [4] 张还. 基于PLC和智能温控表的塑料挤出机温度控制系统设计[J]. 工程塑料应用, 2010, 38(1):76-79.
Zhang Huan. Design of temperature control system of plastic extruder base on PLC and smart thermostat[J]. Engineering Plastics Application, 2010, 38(1):76-79.
- [5] 柳和生,张庸夫,匡唐清,等. 气体辅助注射成型注气控制实验系统设计与软件开发[J]. 中国塑料, 2003(11):85-89.
Liu Hesheng, Zhang Yongfu, Kuang Tangqing, et al. Design of an experimental gas pressure control system for gas assisted injection molding and development of its control software[J]. China Plastics, 2003(11):85-89.
- [6] 匡唐清,柳和生,周国发,等. 气辅技术的注气控制系统设计[J]. 工程塑料应用, 2004, 32(7):56-59.
Kuang Tangqing, Liu Hesheng, Zhou Guofa, et al. Design of gas injection control system for gas-assisted technology[J]. Engineering Plastics Application, 2004, 32(7):56-59.
- [7] 霍海波,尚飞. 基于PLC的塑料挤出生产线集散控制系统的研究[J]. 塑料工业, 2016, 44(3):100-102.

- Huo Haibo, Shang Fei. Plastic extrusion line and distributing control system based on PLC[J]. China Plastics Industry, 2016, 44(3):100-102.
- [8] 王红玉,王伟明,雷宝珍.PLC在塑料挤出机温度控制系统中的应用[J].塑料,2003,32(1):21-22.
- Wang Hongyu, Wang Weiming, Lei Baozhen. Application of PLC to temperature control system in extruder[J]. Plastics, 2003, 32(1):21-22.
- [9] 尹新正,王伟明.PLC在塑料挤出机温度控制系统中的应用[J].塑料工业,2002,30(5):21-22.
- Yin Xinzheng, Wang Weiming. Application of PLC to temperature control system for plastics extrusion machine[J]. China Plastics Industry, 2002, 30(5):21-22.
- [10] 邵彬.基于PLC和触摸屏的电热锅炉控制系统改造[J].工业控制计算机,2010,23(5):118-119.
- Shao Bin. Electric boiler control system modification based on PLC and touch screen [J]. Industrial Control Computer, 2010, 23(5):118-119.
- [11] 彭天好,刘海斌,张晓转,等.基于PLC和触摸屏的井下喷浆料搅拌系统设计[J].液压与气动,2015(2):112-115.
- Peng Tianhao, Liu Haibin, Zhang Xiaozhuan, et al. Design of shotcreting mixing system based on plc and touch screen for coal mine [J]. Chinese Hydraulics & Pneumatics, 2015(2):112-115.
- [12] 孙正昌,李培杰,董天舒,等.基于软PLC的总线型全电动注塑机控制系统设计[J].工程塑料应用,2012,40(1):62-65.
- Sun Zhengchang, Li Peijie, Dong Tianshu, et al. Designs of soft-plc and fieldbus type control system for all-electronic injection molding machine[J]. Engineering Plastics Application, 2012, 40(1):62-65.

欢迎订阅 2016 年《工程塑料应用》、《化学分析计量》及合订本光盘

邮发代号 24-42, 24-138 全国各地邮局均可订阅

也可直接通过邮局或银行汇款向《工程塑料应用》杂志社订阅《工程塑料应用》、《化学分析计量》及合订本光盘,请注明
订阅期刊/光盘的名称、收件人、邮编及地址。

《工程塑料应用》国内外公开发行的全国性塑料专业技术类刊物,月刊,大 16 开本,每月 10 日出版。本刊为中文核心期刊,是中国合成树脂供销协会会刊,荣获首届、第二届、第三届全国期刊奖等多项国家、省部级优秀期刊奖,入选美国化学文摘(CA)千种表。2016 年定价 15 元/期,全年 180 元。目前杂志社尚有部分 2000 年以来的单册和合订本库存,如需订阅,请联系杂志社。

《化学分析计量》国内外公开发行的全国性分析、计量专业技术类刊物,双月刊,大 16 开本,单月 20 日出版。本刊为中国科技核心期刊,荣获多项省部级优秀期刊奖,入选美国化学文摘(CA)千种表。2016 年定价 15 元/期,全年 90 元。目前杂志社尚有部分 2000 年以来的单册和合订本库存,如需订阅,请联系杂志社。

《工程塑料应用》、《化学分析计量》合订本光盘 杂志社已将《工程塑料应用》自创刊号(1973 年)至 2015 年底共 43 卷 314 期的期刊电子化,并制成合订本光盘,现公开发售;同时也将《化学分析计量》自创刊号(1992 年)至 2015 年底

共 24 卷 109 期的期刊电子化,并制成合订本光盘,现公开发售。合订本光盘既可按作者、文题、关键词、年、期等分类查阅各期刊已发表的所有科技文章和科技信息的全文,又可根据读者自定义的关键词进行全文检索,非常方便、实用。《工程塑料应用》合订本光盘优惠售价 530 元;《化学分析计量》合订本光盘优惠售价 230 元。

邮局汇款:

收款地址:济南市天桥区田庄东路 3 号

收款单位:《工程塑料应用》杂志社

邮编:250031

电话:(0531)85878223 85878057 85878278

传真:(0531)85947355

银行汇款:

户 名:山东非金属材料研究所

开户银行:济南市工商银行经十一路支行

账 号:1602001229014425546

网上订阅: <http://www.epa1973.com>