

温度控制在屏蔽泡棉生产中的应用

朱锦华

(派克汉尼汾液压系统上海有限公司, 上海 201206)

摘要: 引入以 PLC 为核心的模糊控制方法来设计恒温控制系统, 以解决产品溢胶问题。结果表明: 该系统具有较高的稳定性、控制精度和品质。

关键词: PID 控制; PLC; 模糊控制

中图分类号: TP273

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2011)09-0102-03

The EMI form after temperature control

Zhu Jinhua

(Parker Hannifin Fluid Power Systems & Components(Shanghai)Co. Ltd, Shanghai 201206, China)

Abstract: We introduce the fuzzy control method by the core of PLC in order to work out the problem of the hot-melt overflowing. The practical results show that this system has better stability, accuracy and quality of control.

Key words: PID control; PLC; Fuzzy control

温度控制在工业控制中被广泛应用, 是极其重要的控制之一。温度控制具有延时和惯性的特点, 它的数学模型较难建立。工业生产中, 常用位式调节器和 PID 控制器等来控制温度。对于此类位式调节器, 有着不可避免的缺陷, 当实际温度大于给定温度时, 系统不加电压, 导致了超调和精度差, 甚至出现失控。虽然 PID 有着较好的控制, 但需大范围变化温度时, PID 控制器的参数是很难确定的, 而 PID 控制也不能总是处于最佳状态, 甚至在控制过程中发生超调。随着 PLC 技术的不断发展, 各家厂家推出了适用于各类过程控制的智能专用模块, 用 PLC 软件实现模糊控制, 来处理温度控制, 并能克服超调大的问题, 提高控制精度。其实现方式具体有两种: 其一是通过专用的硬件实现, 但其价格昂贵, 通用性差, 并需要专门的编程设备。还有一种方式是通过软件实现, 把模糊控制程序作为整个 PLC 控制程序的子程序, 包括数据的读取、模糊推理和控制信号输出, 通过中断调用子程序完成模糊控制^[1-2]。

本文着重介绍温度控制在泡棉产品生产中的应用。

1 温度控制系统

温度控制系统结构如图 1 所示。系统采用 FX 微型机, 配以模拟量输入输出模块 FX-4AD、FX-2AD, 该系统扫描速度快, 抗干扰能力极强, 当温度上升到 95% 以前, 采

取全压控制, 大大节约升温时间, 加热区一旦上升到 95%, 采用模糊控制, 提高了控制精度, 当上升到给定值的 102% 时, 采取失压控制, 使加热块温度快速下降。假设设定温度为 220℃, 热电偶电势就会送给放大电路放大, 而放大信号会与基准电压 2 V 比较, 转换为高低电平信号送给 PLC, 对于采样信号执行模糊算法的控制程序, 输出信号经过放大, 再通过晶闸管区控制加热区域。

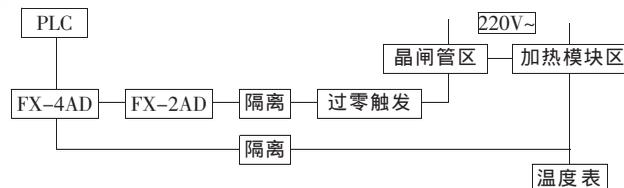


图1 温度控制系统结构

2 模糊控制原理

如果采用传统 PID 控制, 控制温度的超调就会比较大, 调节到设定值的时间就比较长, 控制效果较差, 为了提高控制精度, 需采用模糊推理控制, 对 K_p 、 T_i 、 T_d 参数进行自整定, 以提高控制精度。控制原理如图 2 所示。

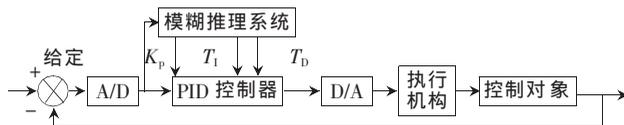


图2 系统控制原理

由参数可调节PID完成对温度系统的控制,模糊调节器实现对PID 3个参数的自动校正。

数字PID的位置式算法如式(1):

$$U(n)=K_p \left\{ e(n) + \frac{T_s}{T_i} \sum_{j=0}^n e(j) + \frac{T_d}{T_s} [e(n) - e(n-1)] \right\} \quad (1)$$

K_p 为比例系数, $U(n)$ 为控制器的输出, $e(n)$ 为偏差值, T_s 为采样周期, T_i 为积分时间, T_d 为微分时间。

模糊控制作为PLC控制程序的一个子程序,其中包括数据的读取、模糊推理和控制信号输出。

PLC通过采样获取被控量的精确值,然后将此量与给定值比较得到误差信号 E ,把误差信号进行模糊化处理(即通过模糊推理系统),得到了误差 E 的模糊语言的一个子集 e ,再由 e 模糊控制规则 R ,根据合成规则进行决策,得到模糊控制量为 U (U 为模糊量)。为了对被控对象进行精确的控制,还需将模糊量 U 转化为精确的数字量,再经D/A转换,送给执行机构,从而对被控对象实施控制。

3 模糊控制的实现

本系统采用二维模糊控制。设模糊变量为: e (温差), ec (温差变化率), u (输出量)。输入输出变量语言可以表达为:负大(NB),负小(NS),负零(NZ),正零(PZ),正小(PS),正大(PB)。系统中温差、温差变化率的基本论域分别为 $+e$ 、 $+ec$,其范围为 $[-5,+5]$ 。输出量 u 的论域设定为 $+u$,其范围定为 $[-6,+6]$ 。

本系统为双输入单输出模糊控制,根据过程控制的实际经验得到一系列推理语言规则,写成如下形式:

IF $E=(NB)$ and $EC=(PB)$, then $U=(PB)$

例如:温度偏差($E=e'$)为负大且偏差变化率($EC=ec'$)为正大,则输出控制增量($U=\Delta u$)应为正大,以减少负偏差,使其趋近于给定值。根据这些模糊条件语句可归纳为模糊关系:

$$R=U(E \times EC)U \quad (2)$$

式(2)中,“ \times ”为模糊关系矩阵的关系运算符号。由 E 、 EC 及上式推理合成规则,得到控制增量模糊集 U 为:

$$U=(E \times EC)R \quad (3)$$

求出控制决策 U ,再按隶属函数中位数方法得到相应的控制增量 Δu ,再通过计算机离线反复调试修正,就可得到相应的模糊控制规则表。然后实时控制时,根据输入偏差与输入偏差变化率的模糊值直接查找控制表,获得控制量。

4 模糊控制的程序流程图设计

模糊控制程序作为整个PLC控制程序的一个子程序,包括数据的读取、模糊推理和控制信号输出。模糊控制算法的程序流程图如图3所示。

5 模糊控制具体应用

所谓泡棉产品,就是泡棉芯被导电布包裹,在接缝处贴胶带。如图4所示。

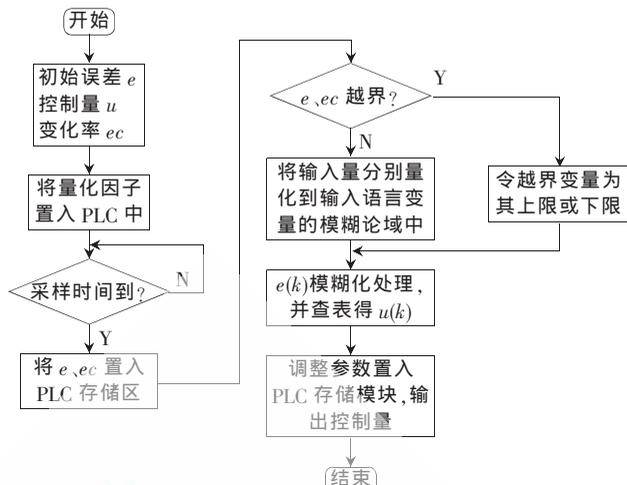


图3 模糊控制程序流程图

本单位主要生产的产品有SS3500、SS5000、SS4000、SS2000、SS1000等,SS3500加工工艺是镍铜导电布包裹泡棉加热粘合处理,属于“外包装”产品。

SS3500产品是由导电布和泡棉包裹而成的产品,通过模具对其截面形状的控制,完成不同形状的产品的加工,常见的截面形状有矩形(R型)、D型、Bell型和C型等。加工工艺流程如图5所示。

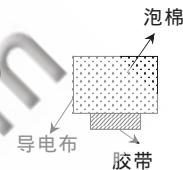


图4 泡棉产品示意图



图5 SS3500工艺流程图

其中导电布就是截面外围包裹的一层布,泡棉作为内芯,通过相应的引导模具引导导电布及泡棉传动,在热模中进行加热粘合(加热粘合就是本文会主要探讨的技术,通过对其温度精准的控制,使导电布包裹时通过合适的温度进行粘合但不会产生溢胶),然后再通过冷模具加风冷进行冷却至常温,即可背客户要求的胶带。该工艺流程虽比较简单,但对有的成品的表面要求较高,不能在导电布接缝处有溢胶(该溢胶即导电布上热熔胶,通过加热,使其与泡棉粘合的粘结剂),从而影响产品屏蔽效果。

所以该加热过程必须引入恒温控制,并通过借用软件实现其控制。具体方法为:把模糊控制程序作为整个PLC控制程序的一个子程序,包括数据的读取、模糊推理和控制信号输出,通过中断调用子程序来完成模糊控制。这种方法简单,便于实现,但是参数整定比较困难,在实际中往往是根据经验来手动设定PID参数,且一组整定的参数不能完全适应不同的温度控制工艺要求,还易产生较大的超调。本研究针对控制过程中出现的升温速度慢、超调量大、控制精度不高等现象,利用PLC编程

软件采用模块化编程方法,使用编制程序实现模糊控制算法,对标准的PID控制模块的 K_P 、 T_I 和 T_D 进行模糊参数自整定,以达到良好的控制效果和良好的稳定性。

将模糊PID控制系统应用于热模加热区域控制系统中,实测数据表明模糊PID参数自整定控制较常规的PID控制有更好的控制效果。设定保温温度为200℃,分别采用两种不同的控制方式,模糊参数自整定控制的超调量比常规PID控制降低70%,上升时间缩短10%。模糊PID参数自整定控制的动态和静态特性全面改善,表现出良好的鲁棒性。

而超调量的大大降低,直接影响了产品加工的质量,提高了产品的性能,见图6。

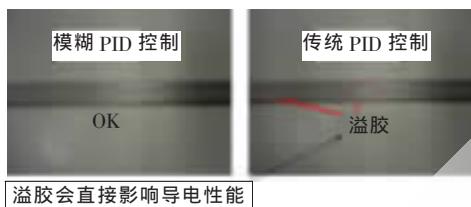


图6 模糊控制与传统PID控制效果对比

从上图中可以看,传统PID控制后的产品有溢胶产生,这就是超调导致的结果,温度加温至过高,使热熔胶沾污了产品表面。而经过模糊PID控制后,就没有了这种

现象,完全解决了溢胶问题,从而一定程度上提高了泡棉本身性能,使其能在一些电子高端行业里得到应用。并使泡棉的电性能和屏障的电性能尽可能相同,在界面处保持高等级的导电性和避免空气或其他高电阻的间隙,这样就能使屏蔽效果到达最佳。

将模糊控制与PLC控制系统相结合,既显示了PLC的可靠、灵活、适应性强的特点,也大大提高了控制系统的智能化程度。基于模糊控制的PLC系统适用于很多场合,控制程序易于模块化、标准化,与PLC自带的PID控制模块相比,具有编程方式灵活,限制条件少,模糊变量和模糊规则个数不受系统硬件限制等特点,降低了系统的开发成本,扩大了应用范围。

参考文献

- [1] 高钦和.可编程控制器应用技术与设计实例[M].北京:人民邮电出版社,2004.
- [2] 黄水红.可编程控制器原理及应用[M].北京:机械工业出版社,2003.

(收稿日期:2010-12-13)

作者简介:

朱锦华,男,1982年生,硕士,主要研究方向:控制工程。