

闸门定位自动控制系统设计

李安伏,王保吉,李晓红
(安阳工学院,河南 安阳 455000)

摘要: 在自动配料系统中,对大重量闸门的执行机构的控制是非常重要的一个环节,采用高可靠性、高性能的可编程逻辑控制器 PLC(Programmable Logic Controller)可成功解决这一问题。根据大重量闸门执行机构的特点,设计了以 PLC 为核心部件的闸门定位自动控制系统,给出了控制系统的硬件结构。以模块化的方式设计了系统的程序软件,给出了计算过程及程序流程。该系统已成功应用到配料的自动化系统中,达到了设计要求。

关键词: 闸门定位; 可编程逻辑控制器; 自动控制; 系统设计

中图分类号: TP 273

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2005)08-0090-02

在工业生产过程中的许多领域,均涉及到原材料的配比,配比的稳定是保证产品质量的首要问题。为提高生产效率又保证产品质量的稳定,一般要采用微机控制自动配料系统。但是,控制方案制定之后,材料的投放是靠执行机构完成的,因此,执行机构的选择或设计又成为控制系统的一个更加重要的问题。对执行机构的选择可根据生产原材料的不同而选择不同的执行机构,但对一些大物流原材料的控制由于闸门或阀门受生产线的不同及原材料的不同等因素影响,没有定型的执行机构,需要进行具体的设计。本文介绍一种采用液压驱动依靠可编程逻辑控制器 PLC(Programmable Logic Controller)控制的大重量闸门的执行机构的设计方法^[1~6],用以解决大流量物料自动生产线的微机控制系统的自动定位。

1 控制系统的控制要求

本闸门定位系统有以下控制要求:

- 闸门宽度为 1500 mm;
- 重量为 250 kg;
- 控制量程为 0~100 mm;
- 控制精度为 ± 1 mm;
- 控制输入为 4~20 mA;
- 操作功能具有手动及自动两种功能,手动时可由按钮单独操作闸门的升降,自动时由上位机提供的 4~20 mA 信号进行定位控制;
- 具有数码显示功能。

2 控制系统硬件结构设计

系统的硬件由两部分组成,一部分为液压驱动部分,另一部分为电气控制部分。

控制部分采用西门子公司的 S7-200 高速微型 PLC,外加扩展 ADC 模块,由其实现数据的采集、闭环控制、设备的启停控制、自动/手动控制和现场报警等功能。位移传感器选用 TDZ-1 型中频位移传感器,由变送器产生 4~20 mA 的位移信号送 PLC。控制系统的硬件结构如图 1 所示。

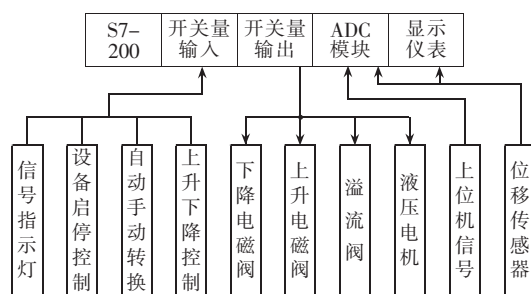


图 1 控制系统结构图

Fig.1 The structure of control system

3 控制系统软件设计

控制软件主要由初始化模块、模拟量采集模块、滤波模块、PID 运算模块及开关量控制输入、输出模块组成,主要程序模块如下面所述。

3.1 初始化模块

在初始化中,程序主要对有关变量赋于初值,如设置定时器的时间常数、PID 参数等。

3.2 模拟量的采集及滤波

本系统有两路模拟量,一路为上位机输入的定值信号,一路为位移传感器输入的测量反馈信号,均为 4~20 mA,模数转换模块的 A 口作为定值输入,C 口为反馈输入,采样中采取了数字滤波的方法,去掉一个最大值和一个最小值,然后求平均值作为滤波结果。

3.3 PID 运算模块

S7-200 指令系统中没有 PID 指令,因此必须自

行编制 PID 运算模块程序。它的设计是以连续系统的 PID 控制规律为基础的,将其数字化,写成离散型的 PID 控制方程,然后再根据离散方程设计程序。

连续的 PID 控制方程表达式如下:

$$u_i=k\left[e(t)+\frac{1}{t_i}\int_0^te(t)dt+t_d\frac{de(t)}{dt}\right]+u_0$$

式中 k 为比例系数; u_0 为偏差为 0 时的控制作用; t_i 为积分时间; t_d 为微分时间; e_i 为设定值与实际输入值构成的控制偏差; u_i 为第 n 次采样时间的输出值。

离散后的 PID 算式为

$$u_i=k\left[e_i+\frac{t}{t_i}\sum_{i=0}^ne_i+\frac{t_d}{t}(e_i-e_{i-1})\right]+u_0$$

上式为位置式 PID 控制算法。从上式可见,对偏差 e_i 进行累计不仅使计算繁琐,而且要占用相当大的内存,因此一般采用由上式推出的增量式算法。

$$\Delta u_i=k\left[e_i-e_{i-1}+\frac{t}{t_i}e_i+\frac{t_d}{t}(e_i-2e_{i-1}+e_{i-2})\right]=k_p(e_i-e_{i-1})+k_i e_i+k_d(e_i-2e_{i-1}+e_{i-2})$$

式中 $k_p=k$ 为比例系数; $k_i=k t/t_i$ 为积分系数; $k_d=k t_d/t$ 为微分系数。

为使编制程序方便,可作如下变换:

$$\Delta U=(k_p+k_i+k_d)e_i+(k_p+2k_d)+k_d e_i+k_d e_{i-2}=A e_i-B e_{i-1}+C e_{i-2}$$

式中 $A=k_p+k_i+k_d$; $B=k_p+2k_d$; $C=k_d$ 。

可见增量式 PID 算法只需保持现时以前的三个时刻的偏差值即可,不会产生较大的积累误差。在本控制装置中,由于考虑了控制精度的要求,兼液压电磁阀门的动作不应频繁启动,采用了如下不灵敏区的 PID 算法,该算法对标准 PID 控制输出作了如下的限制:

$$\Delta U_i=\begin{cases}\Delta U_i & |e_i|>D \\ \Delta U_i=0 & |e_i|\leq D\end{cases}$$

上式中 D 称为不灵敏区的带宽。本系统中 D 为满量程设定值的 0.5%,当 D 为零时,即为标准的 PID 算法;当 D 不为零时,若 $|e_i|>D$ 时,则执行 PID 算法,当 $|e_i|\leq D$ 时, ΔU_i 为零,因此避免了频繁调节启动、停止的动作,从而实现了用开关量进行调节的控制。

PID 的软件框图如图 2 所示。

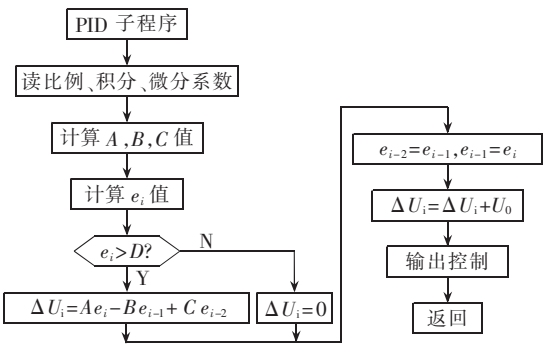


图 2 PID 模块框图

Fig.2 The block diagram of PID module

4 结语

闸门的定位调节涉及到液压驱动、行程要求及开关量输出的电磁执行机构等,因此,可根据实际的控制对象选择合理的液压系统及位移传感器,按照上述介绍的方法进行设计,以满足控制要求。本文介绍的控制装置已成功地用于自动控制系统中,达到了设计要求。

参考文献:

[1] 张云瑞. 可编程序控制器[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1995.
[2] 余文杰. 自动化控制工程基础[M]. 广州:华南理工大学出版社,1995.
[3] 田云. 工业控制机原理及应用[M]. 北京:电子工业出版社,1989.
[4] 番新民. 微型计算机控制技术[M]. 北京:人民邮电出版社,1991.
[5] 孙传有. 测控系统原理与设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
[6] 张学福. 实用传感器手册[M]. 北京:电子工业出版社,1989.
[7] 番新民. 微型计算机与传感器技术[M]. 北京:人民邮电出版社,1988.

(责任编辑:戴绪云)

作者简介:

李安伏(1966-),男,河南林州人,高级工程师,研究方向为自动控制。

Design of automatic control system for valve composition

LI An-fu,WANG Bao-ji,LI Xiao-hong

(Anyang Institute of Technology,Anyang 455000,China)

Abstract: In automatic feeding system,the control of heavy gate actuator is an important part. According to the characters of heavy gate actuator,an automatic control system applying PLC (Programmable Logic Controller) with high reliability and excellent performance as its core is designed. Its hardware is introduced. The system program adopts modularized design and its calculation process and flowchart are provided. The proposed system meets the design requirements of an automatic feeding system.

Key words: valve composition; PLC; automatic control; system design