基于 TMS320F2812 的变积分型模糊 PID 供热控制系统

高海涛，蔡启仲
（广西工学院电子信息与控制工程系，广西柳州 545006）

摘要：针对目前我国区域供热控制系统的不足，提出将 TMS320F2812 应用到该控制系统中，采用现代微机控制技术与先进控制算法设计了一种新型的区域供热控制系统；系统设计克服了传统控制系统在灵活性、体积、运行速度、控制精度等方面的不足；变积分型模糊 PID 控制算法的引用，增强了控制系统的鲁棒性、自适应能力，提高了系统的控制精度；对于提高区域供热系统的供热质量，降低供热控制系统投入，促进传统供热控制系统升级具有重要的意义。

关键词：TMS320F2812；变积分型模糊 PID；供热控制系统；标准信号
中图分类号：TP273 **文献标识码**：A **文章编号**：1002－1841(2010)01－0089－03

Integral Variable Fuzzy PID Control System for Heating Supply Based on TMS320F2812

GAO Hai-tao, CAI Qi-zhong
(**Department of Electronic Information and Control Engineering, Guangxi University of Technology, Liuzhou 545006, China**)

Abstract: For weak point of control system of China's district heating, a new type of district heating control system was introduced. It adopted TMS320F2812 as the core chip and modern computer control technology and applied advanced control algorithms. The control system design overcame control deficiencies of traditional control system in flexibility, size, speed and measurement accuracy. The use of integral variable fuzzy PID control algorithm enhanced robustness, adaptive capacity of the control system, improved control accuracy. It can increase heating quality, reduce devotion, and promote upgrade of traditional control system, which has great significance.

Key words: TMS320F2812; integral variable fuzzy PID; heating control system; standard signal

0 引言

随着我国城市化建设的不断发展，需要供热的建筑面积也在迅速增长，如何进一步保证用户的供热质量和稳定性，并使供热企业能够降低功耗、节约成本，向集中供热控制系统提出了新的更高要求。

供热控制系统的质量直接决定着供热系统的运行质量，但传统供热控制系统的设计越来越满足不了当今人们对它的需要。硬件设计上，目前我国供热控制系统主要采用传统的工控机、PLC 或单片机控制设计实现的，满足了大多数场合的需要。但是，工控机体积大、价格相对昂贵；PLC 则灵活性相对不足，并且体积大，成本相对较高，功能扩展需要较多的模块；单片机运行速度慢，数据处理能力差，主要用于小型设备的控制[1]。控制算法上，目前我国供热控制系统多采用传统的 PID 控制算法，其在参数整定、控制效果等方面相对不足。近年来各种型号的高档处理器不断涌现，而且多种先进的控制算法也在不断出现，如自整定 PID 控制、遗传优化模糊控制、模糊神经网络控制等，有的已经应用到其他控制系统中，但在供热控制系统中这些先进的控制算法大都仅停留在理论阶段。这些先进的控制算法和新型高档处理器芯片的出现为传统供热控制系统的改造升级提供了条件，文中提出采用先进的 TMS320F2812 处理器结合变积分型模糊 PID 控制算法设计新型供热控制系统。

1 供热系统与控制方案

1.1 供热系统

典型供热系统结构如图 1 所示，它由热源、一次管网、换热器、二次管网和用户终端四部分组成，热源通过一次管网将高温蒸汽送入换热器，在换热器中高温蒸汽对二次管网中循环水进行加温，再通过二次管网送入用户终端，向用户供暖。其中，一次管网中的调节阀用于对流经一次管网的高温蒸汽流量进行调节，二次管网中循环泵及补水泵分别保障二次网循环水的流动和水量。

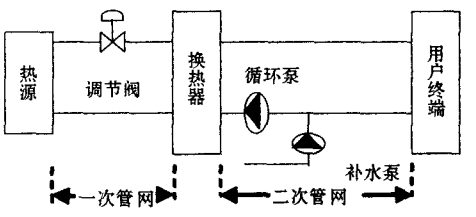

图 1 供热系统结构图

1.2 控制方案

通过检测二次管网供水温度与供水温度给定值 r_1 的偏差信号经控制器 1 调节一次管网阀门开度来调节二次管网的供水温度，其中 r_1 由室外环境温度决定；检测二次管网回水温度与供水温度给定值 r_2 的偏差经控制器 2 运算得出 u_2 作为内环

收稿日期：2009－08－20 收修改稿日期：2009－11－15

的给定值,再检测二次管网末端压差信号与给定值 u_2 的偏差经控制器3调节变频调速水泵,来保证二次管网的回水温度和末端压差的稳定(选取3个末端压差信号供控制器裁决)。检测二次管网的回水压力信号并与给定压力值 r_3 比较,通过控制器4调节补水泵的转速,来保持二次管网的压力稳定,控制死区宽度设定值为±0.01 MPa.二次管网回水压力的恒定是热力站换热器安全运行最重要的标志,当其出现异常时,结合供水压力,系统将启动报警装置[2]。系统控制框图如图2所示。

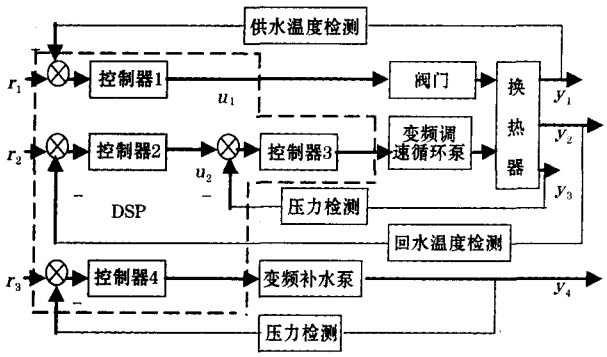

图2 控制框图

2 硬件设计

整个硬件系统[3-4]主要由控制器、显示器、D/A转换、报警器等单元组成,如图3所示,输入信号转换模块将传感器送入的4~20 mA标准信号转换成0~3 V信号,再送入模数转换通道进行模数转换,DSP将转换后的数据分析处理以后,将显示信息送往显示器显示,将控制信号送往数模转换电路和信号转换电路,进行后级控制,输出信号转换模块用于将控制信号转换成4~20 mA标准信号输出,键盘用于输入各温度设定值、压力设定值或输入温度控制曲线以及控制命令等。

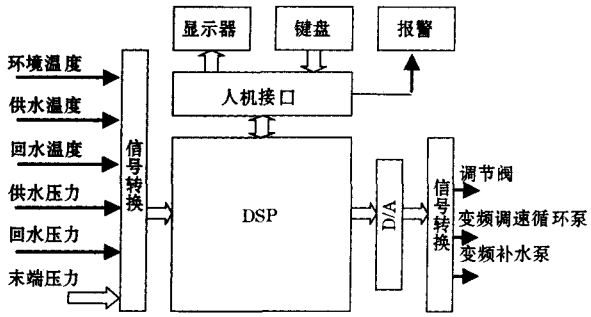

图3 控制系统硬件总体结构

2.1 控制模块

控制芯片32位TMS320F2812芯片,该DSP芯片专门用于控制领域,最高可在150 MHz主频下工作,可进行双16×16乘加和32×32乘加操作,运算与控制速度快,并带有18 K×16位片上SRAM和128 K×16位片上FLASH;并带有两个事件管理模块,可以同时产生多路PWM信号;16路12位片上ADC,可以同时进行16路转换。另外,该器件还有3个独立的32位CPU定时器以及多达56个独立编程的GPIO引脚和19根外部扩展地址总线。TMS320F2812采用哈佛总线结构,具有密码保护机制,保护程序和数据不被盗取。因此,该芯片片上资源丰富,功能多、性价比高,利于简化软硬件设计,非常适用于供热控制系统的设计。

2.2 显示模块

显示器采用液晶显示方式,一款基于SED1335控制器的图形液晶显示模块。LCM320240,320×240点阵,点大小为0.34×0.34 mm²,点间距为0.02 mm,内含7602个简体中文字型。SED1335有较强功能的I/O缓冲器,可以随时准备接收TMS320F2812的访问,并可在内部时序下及时地把TMS320F2812发来的指令和数据传输到位。

TMS320F2812与LCM3202401的连接方式如图4所示,LCM3202401芯片的XA13:18及XZCS0/1经过译码确定LCM3202401的片选信号,其地址范围为0x003A00~0x003AFF,数据端口地址为:0x002A00,命令端口地址为:0x002A01,这些地址映射被到TMS320F2812的外部区域0中,1DIR与读信号线连接用于控制数据的传输方向,通过调节电位器可以调整液晶的显示对比度。

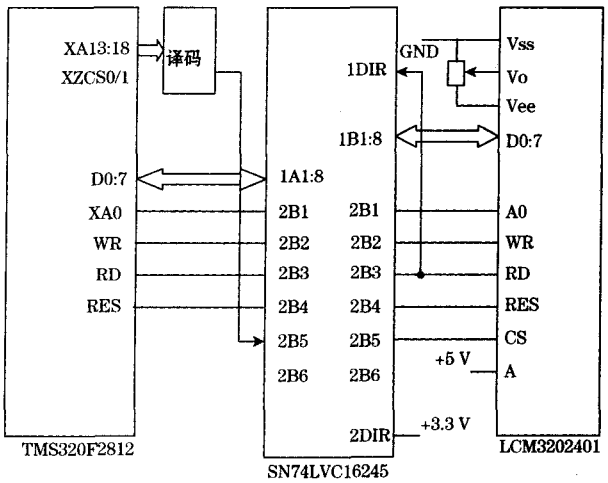

图4 显示电路

2.3 数模及标准信号输出电路

数模转换部分采用TMS320F2812内部的PWM功能结合外部滤波电路完成转换,电路如图5所示。

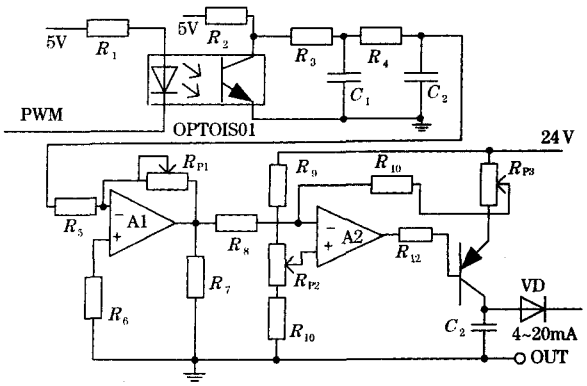

图5 D/A转换及标准信号输出电路

TMS320F2812将内部计算的控制信号转换成占空比可变PWM信号输出,为保证TMS320F2812不受后级返回来的信号干扰,故经光电隔离,送入RC组成的滤波网络变换成平滑电压信号再送往后级信号转换电路,将信号转换成4~20 mA标准

信号输出,送往变频器和调节阀来控制管网的温度、压力和流量。

另外,键盘输入采用 4×4 非编码式行列键盘,并用中断方式处理按键,这样可以节约 DSP 的时间,提高其工作效率,当任意键按下时将会通知 DSP,DSP 通过扫描键盘确定键值。

3 算法与软件设计

3.1 变积分型模糊 PID 控制算法

该系统的温度及一次管网阀门的控制器主要采用变积分系统型模糊 PID 控制器[5],变积分系统型模糊 PID 控制器是在常规模糊 PID 控制器的基础上增加一个模糊规则库,用于根据系统误差和误差变化值的大小模糊控制常规 PID 控制器的参数,如图 6 所示。

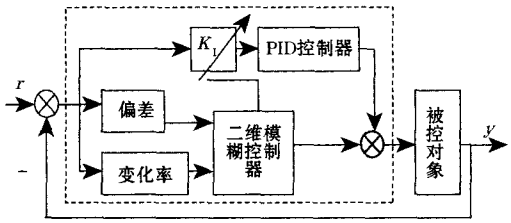

图 6　变积分型模糊 PID 控制算法

在系统调节过渡过程的初始阶段中,由于积分环节的时间常数最大,所以系统主要采用模糊控制,不依赖控制对象的数学模型就可获得较好的控制效果,当系统的输出趋于稳定时,控制将逐步转变为以 PID 调节为主,只要合理调节 PID 参数便可获得一个理想的无差控制系统。即根据系统参数的变化动态地调整积分环节在整个系统控制中的权重,使系统同时具备模糊推理高效迅速和 PID 精确输出的优点。

为了保证系统控制的实时性,可以采用先离线计算出模糊控制表,然后利用在线查表的编程方案。首先,根据被控对象确定误差 E、误差变化率 C、控制量 U、和变积分环节系数 K_I 的实际变化范围$[-X_e,X_e]$　$[-X_c,X_c]$　$[-X_u,X_u]$和$[-Y_k,Y_k]$,选取以上四者模糊子集的论域的形式为$\{-n,-n+1,\cdots,-0,0,+0,\cdots,n-1,n\}$,$\{-m,-m+1,\cdots,-0,0,+0,\cdots,m-1,m\}$,$\{-u,-u+1,\cdots,-0,0,+0,\cdots,u-1,u\}$,$\{0,\cdots,k-1,k\}$,其中 n,m,u,k 可以选得比常规模糊控制器小一些。然后,确定误差 E、误差变化率 C、控制量 U 和变积分环节系统 K_I 的语言值词集分别为$\{NL\ NM\ NS\ NZ\ Z\ PZ\ PS\ PM\ PL\}$,$\{NL\ NM\ NS\ NZ\ Z\ PZ\ PS\ PM\ PL\}$,$\{NL\ NM\ NS\ NZ\ PZ\ PS\ PM\ PL\}$,$\{Z\ PS\ PM\ PL\}$选取适当的隶属度函数,最后制定出模糊控制规则。

3.2 软件设计

软件主要由主程序及显示、模数转换、键盘扫描处理、算法实现等子程序组成,其中数模转换运用 TMS320F2812 片内集成的 A/D 转换器进行数据采集,采用顺序采样和级联排序模式,各采样转换通道分别对传感器送来的环境、供水、回水温度和压力信号进行采样,A/D 转换初始化及中断子程序流程如图 7 所示。

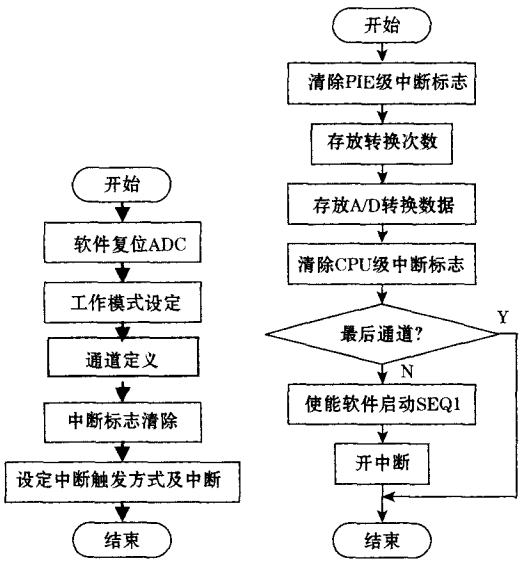

图 7　A/D 转换初始化及中断子程序流程图

4 结束语

给出了将 TMS320F2812 应用到区域集中供热控制系统的设计方案,在实现传统自动控制系统功能的同时提高了运算速度,减小了控制系统的体积,大大降低了成本;变积分型模糊 PID 控制算法的引入,增强了系统鲁棒性和自适应能力,使系统的供热质量和稳定性得到提高;采用标准信号的输入输出方式以及特殊的数模转换方式。

参考文献:

[1] 陈文博. 基于 ARM 的嵌入式温度控制系统的设计:[学位论文]. 合肥:合肥工业大学,2007.

[2] 李凯,赵哲,刘朝英,等. 变流量供热控制系统的设计与实现. 河北工业科技,2008,25(1):27-31.

[3] 徐科军,张瀚,陈志渊. TMS320X281XDSP 原理与应用. 北京:北京航空航天大学出版社,2006:77-198.

[4] 何海光,荀建军. TMS320F2812 与液晶模块 LCM3202401 的软硬件接口设计. 电子元器件应用,2008,10(4):48-49.

[5] 孙文来. 供热系统模糊 PID 控制应用研究:[学位论文]. 保定:华北电力大学,2003.

作者简介:高海涛(1981—),助教,硕士研究生,主要从事过程控制与自动化装置方向的研究。E-mail:gc-0532@126.com

(上接第 88 页)

[4] 贾洪平,周华伟,刘国海. PMSM 变结构直接转矩控制无传感器运行. 电工技术学报,2007,22(10):24-29.

[5] 贾洪平,贺益康. 基于高频注入法的永磁同步电动机转子初始位置检测研究. 中国电机工程学报,2007,27(15):15-20.

作者简介:贾洪平(1972—),博士,主要研究方向为电机控制。E-mail:jiahongping1972@126.com