

# 居住建筑供暖调节器设计\*

河北工程技术高等专科学校 姜久超<sup>☆</sup> 刘 晔 郭玉霞 马文华 孙士尉

**摘要** 针对我国北方城市冬季连续集中供暖的情况,设计了基于模糊温度控制的节能供暖调节器。该控制器实时性好,控制速度快,稳定性好。

**关键词** 模糊控制 供暖 温度 节能

## Design of heating regulator for residential buildings

By Jiang Jiuchao<sup>★</sup>, Liu Wei, Guo Yuxia, Ma Wenhua and Sun Shiwei

**Abstract** Aiming at the continuous central heating of cities in the north of China in winter, designs the heating regulator based on fuzzy temperature control. The device shows good behaviour in real time performance, response speed and stability.

**Keywords** fuzzy control, heating, temperature, energy saving

<sup>★</sup> Hebei Engineering and Technical College, Cangzhou, Hebei Province, China

### 0 引言

我国北方城市普遍实行冬季连续集中供热来满足热用户供暖需求,如何在保证供暖品质的同时,避免用户过热造成热量浪费和用户不用热时阀门不能关闭的现象,从而最大限度节约能源,已有研究者对此进行研究,并有部分产品面市。

GB 50019—2003《采暖通风与空气调节设计规范》中明确规定,冬季民用建筑室内供暖温度为16~24℃,在进行室内供暖系统设计时,设计人员应考虑按户热表计量和分室控制温度的可能性。现在新建建筑一般都能做到按户控制设计,但大多数还是按面积收费。笔者介绍了以单片机为核心,基于模糊温度控制,面向家庭的智能住宅供暖调节控制器的研究。

### 1 供暖调节控制器的组成和功能

笔者设计的节能供暖控制器主要由温度检测、单片机模糊控制、时钟、键盘、液晶显示、驱动电路、电动执行和短信报警模块组成,系统框图如图1所示。其中,中文液晶实时显示室内温度、设定温度、设定时间段及日期等参数;可随时改变设定温度和时间段从而改变供热流量;在设定温度范围内

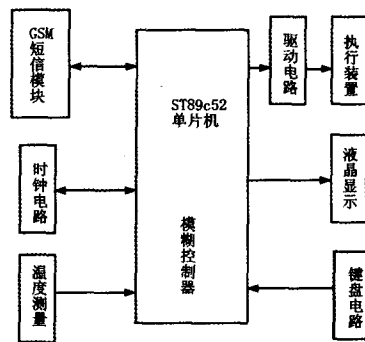


图1 供暖控制器系统框图

自动调节阀门开度,保证供热舒适度和节能;可以进行无人时的短信报警控制,实现系统按主人要求自动工作等功能。温度测量传感器首先将室内温度信号转变成数字信号送单片机,与设定温度相比较,经模糊控制后,由驱动装置给电动执行装置信号,从而控制电动阀的开度,达到控制热流量的目的,使室内温度达到一个最佳值,

<sup>☆</sup> 姜久超,男,1968年2月生,硕士研究生,副教授  
061001 沧州市浮阳南大道6号河北工程技术高等专科学校  
电气工程系

(0) 15103275929

E-mail: hbjjc\_1968@tom.com

收稿日期:2009-09-02

修回日期:2009-11-22

\* 沧州市科技基金项目(编号:08ZD47)

而热能的消耗处在一个最小值。调节器还可以按照设定的不同模式运行,模式不同,阀门开度也不一样,同时通过手机短信形式,还可以无线控制调节器的运行状态。

本文主要讨论该调节器的模糊温度控制部分。

## 2 温度模糊控制器的设计

房间的温度变化由于干扰因素多、有关参数变化范围较大等原因,难以建立精确的数学模型。模糊控制技术的控制算法由控制规则和推理机构组成,能方便地描述控制操作人员的控制经验,不需要被控对象的数学模型,便可达到较好的控制效果,非常适用于温度控制系统。

### 2.1 模糊控制的结构

如图 2 所示,该系统采用二维模糊控制<sup>[1]</sup>。设

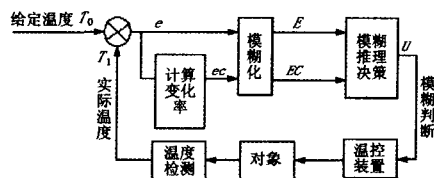


图 2 模糊控制过程框图

模糊变量为: $e$ (温差), $ec$ (温差变化率), $u$ (输出量)。 $e = T_0 - T_1$ ,是给定温度值  $T_0$  与实测温度值  $T_1$  的差值, $ec$  为计算机算出的温差变化率,经模糊后形成  $E$  和  $EC$ ,再经模糊推理决策输出控制变量  $U$  所对应电动阀门的开度。

### 2.2 模糊化

温差  $E$  和温差变化率  $EC$  表达为:负大(NB)、负中(NM)、负小(NS)、零(ZO)、正小(PS)、正中(PM)、正大(PB)共 7 个模糊子集。温差  $E$  的论域为  $E = [-3, +3]$ ,精确量可以划分为 7 级,温差变化率论域与温差相同,选取模糊子集与温差也相同。它们的隶属度函数选择为三角形,如图 3 所示。输出变量取  $U$  的偏差  $\Delta U$ ,取负大(NB)、负中(NM)、负小(NS)、零(ZO)、正小(PS)、正中(PM)、正大(PB)共 7 个模糊子集,分别对应阀门的开度,即:开度小、开度偏小、开度较小、开度适中、开度较大、开度偏大、开度大<sup>[2-3]</sup>。

### 2.3 模糊控制规则

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<sup>[4]</sup>:

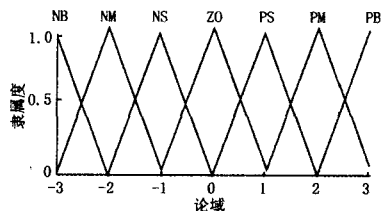


图 3  $E, EC$  的隶属度函数

IF {温差为负大 AND 温差变化率为正大}  
THEN {输出控制增量为正大, 阀门开度大}

写成符号形式:

IF  $E = NB$  AND  $EC = PB$  THEN  $\Delta U = PB$

在应用模糊控制器实际控制时,一定的偏差和偏差变化率就对应有一些 IF - THEN 控制规则生效,而这些生效的控制规则产生一个综合的推断结论,再按取隶属函数最大值的原则求出相应的控制量,并通过求解模糊过程转换为一个确定的输出值,从而控制电动阀。最后得到总的模糊控制规则如表 1 所示。

表 1 模糊控制规则

|      |    | $E$ |    |    |    |    |    |    |
|------|----|-----|----|----|----|----|----|----|
|      |    | NB  | NM | NS | ZO | PS | PM | PB |
| $EC$ | NB | PB  | PB | PB | PB | PS | ZO | ZO |
|      | NM | PB  | PB | PB | PM | ZO | ZO | NS |
|      | NS | PB  | PB | PM | PS | ZO | NS | NM |
|      | ZO | PB  | PM | PS | ZO | NS | NM | NB |
|      | PS | PM  | PS | ZO | NS | NM | NB | NB |
|      | PM | PS  | ZO | ZO | NM | NB | NB | NB |
|      | PB | ZO  | ZO | NS | NB | NB | NB | NB |

## 3 控制系统仿真

MATLAB 中的模糊工具箱提供了大量的对输入、输出变量进行模糊化的函数,可以方便地完成变量的模糊化和反模糊化。如图 4 和图 5 所示,设定室内温度  $18^\circ\text{C}$ ,通过实际温度仿真曲线可以发现该系统能很好地实现室内温度控制功能,达到了预定的控制效果。

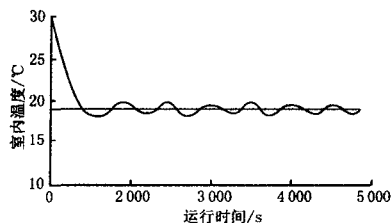


图 4 室内温度高于  $18^\circ\text{C}$  的模糊仿真曲线

- and Refrigeration Engineering, 2001, 13(11): 1165-1173
- [6] Lim J H. Evaluation of operation strategies of radiant floor cooling integrated with dehumidification system in residential buildings[J]. Journal of Architectural Institute of Korea, 2007, 23(10): 213-222
- [7] Hong W H, Won A N, Lee S H. The analysis of heat transfer performance in the room in the mixed-use(radiant panel & convector) system in use of simulation program[J]. Journal of Architectural Institute of Korea, 2002, 18(11): 239-246
- [8] Yoo S H, Cho S. Thermal performance analysis of a radiant cooling ceiling panel by using a small test room[J]. Journal of Architectural Institute of Korea, 2005, 21(9): 213-221
- [9] Loveday D L, Parsons K C, Taki A H, et al. Displacement ventilation environments with chilled ceilings: thermal comfort design within the context of the BS EN ISO 7730 versus adaptive debate[J]. Energy and Buildings, 2002, 34(6): 573-579
- [10] Jeong H, Rhee K N, Ryu S R, et al. A study on the self-regulating flow rate balancing of radiant floor heating system in apartment buildings[J]. Architectural Institute of Korea, 2007, 327(1): 877-881
- [11] Hong S J, Ryu S R, Seok H T, et al. A study on the approach for the optimal flow-rate and pressure maintaining inside pipe in individual heating system[J]. Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, 2005, S(002): 9-14
- [12] Zhang L Z, Niu J L. Indoor humidity behaviors associated with decoupled cooling in hot and humid climates[J]. Building and Environment, 2003, 38(1): 99-108
- [13] Cho Y H, Lim J H, Seck H T, et al. A study on the performance evaluation of the radiant floor cooling by field experiment in an apartment building[J]. Architectural Institute of Korea, 2004, 20(1): 319-327

(上接第 132 页)

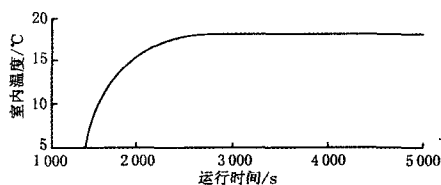


图 5 室内温度低于 18℃ 的模糊仿真曲线

## 4 应用与结论

### 4.1 应用

现在市场上出现的供暖调节器一般称为分时分区控制器,主要在供暖系统主管路和区域控制中应用,而笔者设计的主要是以住宅用户为使用对象,用于供热管网系统末端。把该控制器的调节控制功能和分时短信控制功能结合在一起,用现行的建筑物供暖面积法进行全年供暖能耗的计算,仅从分时考虑,以每户供暖时间由原来 24 h 改为 16 h 计算,能耗已经比原来减少 1/3 左右,如果 50% 的用户能做到,节能效果将非常可观。笔者研发的产品安装在实验室内,效果明显。

### 4.2 结论

通过模糊控制调节冬季室内供暖温度,从控制效果和仿真效果来看,模糊控制有着显著的优点和

工程意义<sup>[5]</sup>,能对复杂时变和非线性的控制系统进行仿真,优化控制经验和策略。本文的控制系统具有实时性好、控制速度快、稳定性好等优点。但由于室内温度为一个滞后环节,冬季供暖的质量高低(供水温度、管道压力、换热站的工作性能的优越与否等)也直接影响室内温度的变化和质量,本文是在认定供暖各项指标满足要求的情况下,通过模糊节能控制器调节室内温度,既满足人们的冬季需求,又能有效地节约能源。

### 参考文献:

- [1] 杨春敏,王信. 房间温度模糊控制系统及其仿真[J]. 能源技术, 2003, 24(3): 98-99
- [2] 夏晓敏,王坤琳,吴必军,等. 模糊控制在小型风电系统 MPPT 中的应用[J]. 可再生能源, 2009, 27(3): 30-31
- [3] 庞丽萍,王浚. 油田直热炉温度/流量的模糊控制[J]. 热能动力工程, 2003, 18(5): 505-506
- [4] 张雪平,王志斌. 基于模糊控制的 PLC 在温度控制中的应用[J]. 电气传动, 2005, 35(8): 54-55
- [5] 涂岱昕,田雨辰,李建兴. 室内供暖系统温度调节与节能分析[J]. 暖通空调, 2008, 38(8): 60-61