

模糊控制在变频空调器中的应用

闻良生 郑安平

(郑州轻工业学院, 郑州 450002)

摘要 根据模糊控制理论结合实际阐述了模糊控制在变频空调器中的应用, 给出了空调器模糊控制器的软硬件设计。设计方案可较好地克服空调器传统温度控制系统的缺点, 体现了变频空调器的优越性。

关键词 变频调速; 冷媒; 模糊控制; 变频空调器; 应用

中图分类号 TM 925. 1/TM 925. 5

0 引言

空调器的传统温度控制系统多采用控制理论上称为“乒乓控制”的定值系统, 这种系统因室温波动较大而使压缩机工作状态变换频繁, 损耗较大, 制冷功效差。电力电子技术和单片机技术的发展, 使空调器的温度控制发生了很大的变化。以单片机为核心的空调器温度控制器, 采用了 PID 调节, 构成一个闭环连续控制系统, 除了必要时开、停制冷(或制热)压缩机外, 主要依靠电子膨胀阀来控制制冷(或制热)介质的流量以达到控温的目的。由于该系统的被控对象是房间的温度场, 它与空调器进行热交换的工况相当复杂, 制约因素太多, 系统的数学模型很难确定, 而 PID 调节器参数的整定在很大程度上依赖于精确的数学模型, 两者的矛盾很难统一。

近年来, 涡旋压缩机的诞生, 变频技术的完善及模糊控制技术的应用, 使空调器的结构和控制系统实现了更新换代。

1 空调器模糊控制器的设计

1.1 基本控制关系

空调器的主要控制目标是使室温稳定。室内人员的增减、房门的开启关闭及室内其他热源的发生构成温度控制系统的输入变量。在变频空调器控制系统中, 控制输出主要为压缩机的转速、电子膨胀阀的开启状态和风机的转速。在构成现在的控制系统时, 根据若干条件把控制系统分为经典控制系统部分和模糊控制部分。输入变量主要有室内外温度、室内外热交

换热器温度等。把室外环境温度与设定温度的差值作为模糊推理单元的一个输入变量,而另一个输入变量温差变化率则反映温差变化的驱动因素的强度,如人员的突增、开门引起的冷气涌入、门的开启程度及室内外温差的大小。模糊推理单元中的输出变量为变频器的频率 $f(n)$,它主要决定压缩机的转速。在控制方法上,采用步进电机控制电子膨胀阀,结合模糊控制输出的转速控制,以达到好的控制效果。模糊控制推理单元的推理关系见图1。

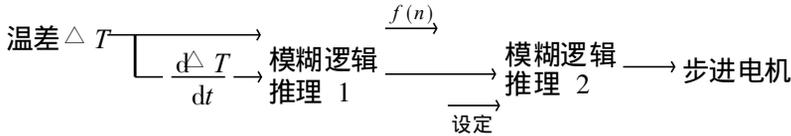


图1 模糊推理框图

1.2 模糊变量的论域

本模糊控制系统的设计中主要包括变频调速器部分和电子膨胀阀的控制,重点介绍变频调速的模糊控制单元。

根据室内空调器的实际工作情况,考虑到实际检测条件的控制精度,模糊控制器的输入变量温差 ΔT 的论域为 $(-3 \sim +3^{\circ}\text{C})$,相应地分为负大(NB)、负小(NS)、零(ZO)、正小(PS)、正大(PB)5个等级;输入变量温差变化率 $d\Delta T/dt$ 的论域为 $(0.05 \sim 0.10^{\circ}\text{C}/\text{min})$,考虑到它对控制器的影响较大,在实际编程时,对温差变化率进行分组(或分段)处理,在不同的段中模糊变量的作用权系数不同,在每段中可分为负高(NH)、负低(NL)、零(ZO)、正低(PL)、正高(PH)5个等级。

输出变量 $f(n)$ 是变频器与转速 n 相对应的频率,其论域为 $(25 \sim 125 \text{ Hz})$,相应地分为零(ZO)、低(L)、中(M)、高(H)、最高(MH)5个等级。

1.3 模糊变量的隶属度函数

根据运行经验和实验分析的结果,输入、输出各级模糊变量的隶属度函数赋值分别见表1,2,3。

表2 温差变化率 $d\Delta T/dt$ 的隶属度赋值表

变量	论域						
	-3	-2	-1	0	1	2	3
PH	0	0	0	0	0	0	1
PL	0	0	0	0	1	1	0
ZO	0	0	0	1	0	0	0
NL	0	1	1	0	0	0	0
NH	1	0	0	0	0	0	0

表1 温差 ΔT 的隶属度赋值表

变量	论域						
	-3	-2	-1	0	1	2	3
PB	0	0	0	0	0	0.5	1
PS	0	0	0	0	1	0.5	0
ZO	0	0	0.5	1	0.5	0	0
NS	0	0.5	1	0	0	0	0
NB	1	0.5	0	0	0	0	0

表3 频率 $f(n)$ 的隶属度赋值表

变量	论域						
	-3	-2	-1	0	1	2	3
ZO	0	0	0	0	0	0	0
L	1	1	0	0	0	0	0
M	0	0	1	1	0	0	0
H	0	0	0	0	1	1	0
MH	0	0	0	0	0	0	1

1.4 模糊控制规则

根据实际运行情况进行分析、归纳,空调器模糊控制器对实际运行状态按下述模糊控制规则进行推理判断:

在制冷情况下:

IF ΔT is PB and $d\Delta T/dt$ is PH then f is MH
 IF ΔT is PS and $d\Delta T/dt$ is PL then f is M
 IF ΔT is NB and $d\Delta T/dt$ is NH then f is MH

在制热工况下:

IF ΔT is NS and $d\Delta T/dt$ is NL then f is M

类似的可列出所有的模糊控制规则 25 条见表 4.

1.5 模糊控制系统框图

模糊控制器的基本结构见图 2, 它分为模糊输入接口、模糊推理判别决策和模糊输出接口 3 个部分。

模糊输入接口的主要功能是把检测到的被控系统的温差变量 ΔT 及温差变化率 $d\Delta T/dt$ 的精确值转变为模糊量, 实现精确量的模糊化以进行模糊推理决策。

表 4 压缩机转速 $f(n)$ 模糊推理规则表

ΔT	$d\Delta T/dt$				
	PH	PL	ZO	NL	NH
PB	MH	H	M	H	ZO
PS	H	M	Z	ZO	L
ZO	M	H	H	H	M
NS	H	ZO	M	M	H
NB	ZO	M	H	H	MH

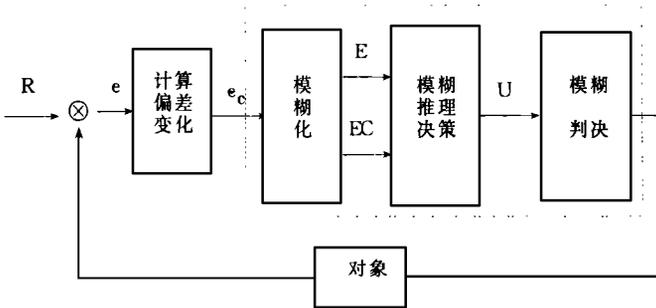


图 2 模糊控制器基本结构

模糊推理决策机构的主要功能是据推理规则表和输入变量隶属函数, 推断出控制决策。

模糊输出接口的主要功能是把经模糊推理决策后所得的模糊控制量转化为精确量去控制变频器的频率进而得到需要的与压缩机转速对应的变频器频率 $f(n)$ 。

模糊控制器有两种组合方式, 一种是由模糊逻辑芯片组成的硬件控制器, 由硬件直接实现模糊控制运算, 其特点是推理速度快, 控制精度高, 但价格昂贵且灵活性较差, 较少采用。另一种是由软件实现模糊控制运算, 利用较简单的查表法确定控制决策, 其特点是通用性强, 可充分利用单片机的资源, 是目前家用电器模糊控制器的主流。本文中所讨论的空调器模糊控制器就采用第二种方式。

2 模糊控制器的硬件系统设计

变频调速分体式空调器模糊控制器的硬件系统主要分为室内机和室外机两个部分, 见图 3。

2.1 室内控制系统

室内控制系统以一个 8 位单片机为核心, 可接收来自遥控器或手动键盘的输入设置信息和控制信息, 确定系统的给定运行方式和温控指标, 也可接收室内温度和湿度等现场检测信

息。室内控制系统主要用于控制室内风机的运行参数,给出和显示空调器的运行状态,提供和室外控制系统间进行串行通信的接口。

由一个4位单片机为核心组成的红外遥控器采用专门设计的控制电路,用于设定空调器的运行方式和温控指标。

2.2 室外控制系统

室外控制系统核心是8098准16位单片机,检测室外空气、室外热交换器进出口的温度以及变频电路的过电流、过电压等保护信息,其电路框图见图4。

图4的主体是一个保障具有效率高、噪音低、节能、振动小等特点的双涡旋压缩机正常工作的单相变频电源。该变频电源无需配装运行电容而使压缩机的转速在一定的范围内连续可调,工作平稳,变化可靠。由软件产生的PWM波经驱动电路去控制由IGBT模块组成的变频电源以控制压缩机。图中电子膨胀阀的开启采用步进电机控制。

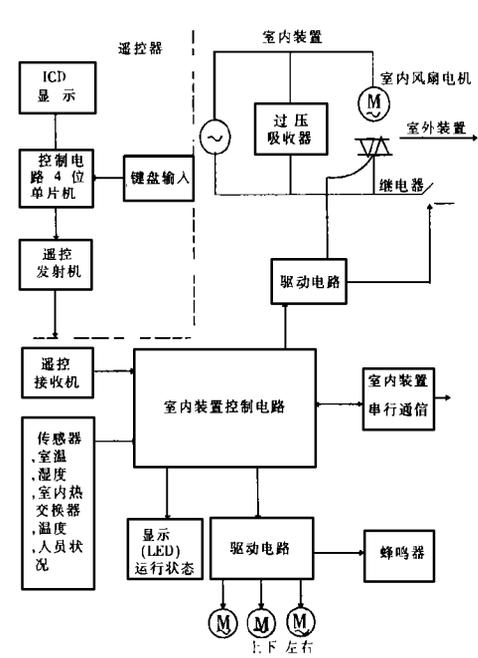


图3 分体式空调器室内装置原理图

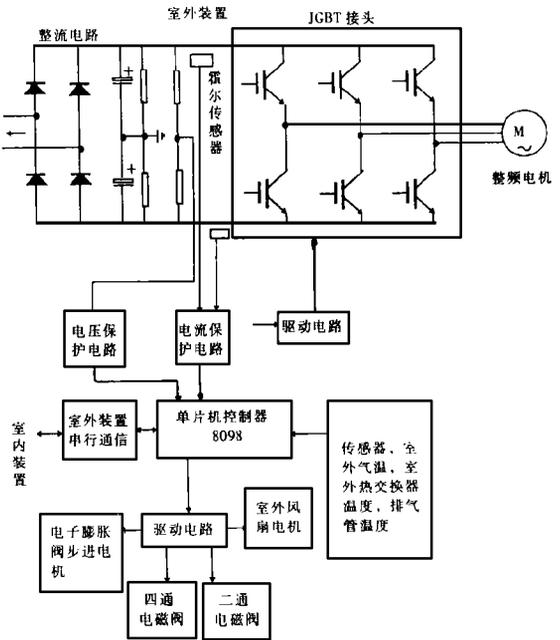


图4 分体式空调器室外装置原理图

3 空调器模糊控制软件设计

变频式模糊控制分体式空调器的软件设计,根据硬件结构,分为室内机、室外机、遥控器3个CPU单独编制软件,室内机与遥控器之间通过红外信号编码传递控制指令,室内机与室外机之间由串行通信接口传送信息。

室内机是控制系统的核心,是模糊控制主体,包括检测、模糊化、模糊推理、去模糊化、功能分解、中断处理等模块结构。

室外机的CPU主要担负变频调速控制,含PWM波生成、IGBT的保护、驱动、室外风

机的管理和除霜

遥控器 CPU 负责键盘管理、功能设定、显示和红外发光管的编码、驱动。软件采用模块化结构,并设有抗干扰措施。模糊控制算法程序流程见图 5。模糊计算包括两个部分,一部分是计算机离线计算查询表的程序,即模糊矩阵运算;另一部分是计算机在模糊控制过程中在线计算输入变量,并将它们作模糊量化处理。查询模糊控制规则表后,得出控制决策,再作去模糊化处理。

选择合适的采样时间是系统在调试过程中必须考虑的重要问题。在本系统中输入变量是室内温差及温差变化率,它是通过相邻的两次采样间隔得到的。因此,为了得到较精确的控制规律,应使温差变化率的值足够大。但本系统被控对象是室内温度,温度场是大惯性滞后系统,这样采样周期就要长一些,显然,这与控制系统的敏感性相矛盾。一般的控制系统每作出一个控制决策,至少得 5 步到位,还得考虑重复检测的均值取得。因此,过长的采样周期将影响系统的总体精度。这两个相互制约的因素需要在系统调试中通过试验高速确定。不同的室内环境、不同的地区应有区别,需要工程技术人员在实践中探索。

4 讨 论

本文中所介绍的变频式模糊控制分体式空调器,由于采用了变频调速电源和专用双涡旋压缩机,配合电子膨胀阀的应用及新设计的低噪音的双叶片风门设计,使空调器减少了压缩机开关的噪音和送风噪音,使现在的空调器取得了比传统空调器更好的降噪效果,空调器压缩机的连续可调变频运转使其节能效果明显。经实验,新型空调器的噪音平均降低 5 dB,人在装有新型空调器的环境中的感觉明显好于在装传统空调器的空间中的感觉。

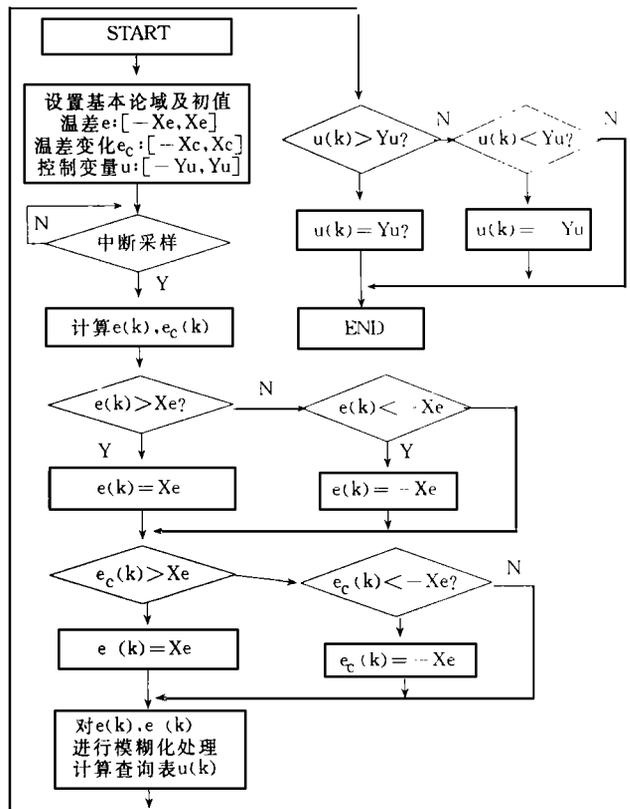


图 5 模糊算法程序流程图

5 结 语

变频模糊控制空调器将传感器测定的实际环境状态和空调器系统状态,与人们所期望达到的状态进行比较。通过模糊控制技术使空调器控制系统具有自整定的智能特性,从而得

出最佳的动态控制参数,并对空调器的变频电源及各执行单元实施控制,使空调器的工作状态随着用户要求及环境状态的变化而自动变化,迅速准确达到用户的要求,并使空调器的工作保持在最合理的状态。

由于变频模糊控制空调器集变频调速控制技术、模糊控制技术、传感器技术、冷媒流量自动控制技术及生产工艺等多种技术为一体,因此具有相当的技术难度,仍需作大量工作和深入探讨。

参 考 文 献

- 1 Lin T Y, Wildberger A M. Soft Computing. The Society of Computer Simulation USA, 1994, (1): 85- 98

The Applicatilm of Fuzzy Control Technology to Variable-Frequency Air Conditioner

Wen Liangsheng Zheng Anping

(Zhengzhou Institute of Light Industry, Zhengzhou 450002)

Abstract Based on the theory of fuzzy control technology, the paper describes the application of the fuzzy control technology to the variable-frequency-split-typeair conditioner. The problems with traditional temperature control system can be solved with this approach. The software and hardware of the fuzzy controller are presented.

Key words frquenay control of motor speea; refrigerants; fuzzy control; variable frequency air conditioner; application

(责任编辑:秦和平)