

冰箱智能除霜的模糊控制方法研究*

广西工学院(柳州,545005) 韩峻峰 罗文广 李忠富

0 引言

电冰箱在使用过程中,由于蒸发器表面温度很低,冰箱内空气及食品中含有的水蒸气会聚集在蒸发器换热表面上并结成霜。霜层厚度增大会降低热交换效率,无谓的增大冰箱运行的耗电量,影响制冷效果,当霜层过厚时,还可能引起压缩机故障^[1],所以在一般风冷式冰箱中都设置有除霜装置。除霜方法多是在蒸发器表面下部设置电热丝(称化霜加热器),在制冷压缩机停止运转情况下,电热丝通电加热,使蒸发器表面温度回升以达到除霜目的。除霜控制分为除霜时机判断和除霜的执行两部分,本文对此作一探讨。

1 冰箱除霜控制方法的研究

1.1 除霜控制方法的现状

电脑温控型冰箱的除霜是根据霜层厚度来进行,目前控制方法有三种:一是利用蒸发器进出口流动空气的温差来判别霜层厚度;另一种是设置电子霜厚检测器判定霜层厚度;第三是根据制冷机累计运行时间达到某一数值(一般为12/24小时)时,预计霜层达到了一定厚度(例如4mm)后,开始除霜,每次10分钟,除霜时,制冷压缩机和风扇电机停止工作,接通除霜加热器,溶解蒸发器上凝结的霜。除霜时间有的固定(例如10分钟),有的根据装在蒸发器上的热敏电阻检测到的温度来了解是否除霜结束。上述除霜控制方法都难以保证捕捉到最佳

时机,并有可能出现制冷工序和除霜工序的矛盾,存在两种可能的弊端,一是可能出现冰箱体内温度上升已超过允许值,需要开动制冷压缩机时,恰好霜层厚度已达预定值,需要除霜,压缩机需停止工作,除霜过程中箱体内温度进一步提高,影响食品的保鲜质量;二是可能压缩机刚刚停止制冷工作,箱体内温度达到最低点时,需要除霜加热,这样,许多能量消耗在目的相异的各种动作及因缺少灵活性而发生的各种多余动作,造成器件的频繁开启^[2],以至损坏,同时,温度的起伏较大,这样既浪费了制冷所消耗的能量,也浪费了除霜加热所需能量,这是传统除霜方法存在的弊端。

1.2 智能除霜的模糊控制方法

如前所述,所谓除霜就是通过加热来熔化掉蒸发器上所结的霜,加热势必要提高冰箱体内的温度,这样就会对食品保鲜产生不利的影晌,所以除霜控制的关键是要设法减少除霜加热器对食品温度的影响。实践证明,如果在冰箱温度保持稳定的情况下除霜,这种影响会比较小。为此除霜控制目标如下:①除霜过程要对食品保鲜质量影响最小;②在上述基础上尽量节能。

由于影响霜层厚度的因素较多,相互关系比较复杂,难以建立精确的数学模型,同时存在观测状态和判断的模糊性,为此本文提出了冰箱除霜的模糊控制方法,即运用模糊推理技术,在冰箱运行过程中,不断检测霜层厚度和箱体内温度及其变化率,记录门的开启次数和开启

* 本项目得到广西工学院科学研究基金资助

持续时间,在霜层厚度达到或即将达到设定值时,捕捉冰箱温度最稳定的时间(门开启次数最少的时间段,一般选择在后半夜)进行快速除霜。

除霜控制的输入量是着霜量 e , 箱内温度稳定性 x 以及箱内温度和制冷压缩机工作状态,由于熔霜过程存在非线性,因此采用非线性的模糊控制可以较好地解决,为此,本文从以下三个方面进行研究。

(1) 着霜量 e 的判定

着霜量 e 的判定是通过距离上次的除霜时间 t_1 与此次制冷时温度降低到设定值所需要的时间 t_2 这两个量来判定,这两个模糊量都为“短”、“中”、“长”三个模糊值^[3]。设定霜层厚度的预定值为 a 毫米,着霜量 e 分为“薄”、“中”、“厚”三个模糊值,则有如下模糊推论:

IF $t_1 = \text{短}$ THEN $e = \text{薄}$
 IF $t_1 = \text{中}$ AND $t_2 = \text{短}$ THEN $e = \text{薄}$
 IF $t_1 = \text{中}$ AND $t_2 = \text{中}$ THEN $e = \text{中}$
 IF $t_1 = \text{中}$ AND $t_2 = \text{长}$ THEN $e = \text{中}$
 IF $t_1 = \text{长}$ AND $t_2 = \text{短}$ THEN $e = \text{薄}$
 IF $t_1 = \text{长}$ AND $t_2 = \text{中}$ THEN $e = \text{中}$
 IF $t_1 = \text{长}$ AND $t_2 = \text{长}$ THEN $e = \text{厚}$

在模糊控制智能除霜中,利用了制冷温度降低速率与霜层厚度的关系,在一般情况下,若制冷下降到所设定的温度的时间越长,则可推出霜层越厚,但也可能由于冰箱门的开启时间很长,而且也放入了很多食品,冰箱就有可能在所设定的制冷下降时间内没有达到设定温度,即使此时霜层厚度很薄,也会得出霜层很厚的错误结论,从而导致错误的控制,故必须和距离上一次的除霜时间这个模糊量一起来推断霜层厚度。

(2) 箱内温度稳定性

箱内温度稳定性由门的开启频率高低、开启时间长短和热负荷的多少来判定,而热负荷的多少体现在箱体内温度的变化率上,门的开启频率 f 分为“高”、“中”、“低”,开启时间 t_3 分成“短”、“中”、“长”三个模糊量,箱体内温度变化速度 v_t 分为“高”、“中”、“低”,箱内温度稳定

性 x 分成“差”、“中”、“好”三个模糊值。

从而有对箱内温度稳定性的如下推论:

IF $f = \text{高}$ THEN $x = \text{差}$
 IF $f = \text{中}$ AND
 $t_3 = \text{短}$ AND $v_t = \text{低}$ THEN $x = \text{好}$
 $t_3 = \text{中}$ AND $v_t = \text{低}$ THEN $x = \text{好}$
 $t_3 = \text{长}$ AND $v_t = \text{低}$ THEN $x = \text{中}$
 $t_3 = \text{短}$ AND $v_t = \text{中}$ THEN $x = \text{中}$
 $t_3 = \text{中}$ AND $v_t = \text{中}$ THEN $x = \text{中}$
 $t_3 = \text{长}$ AND $v_t = \text{中}$ THEN $x = \text{中}$
 $t_3 = \text{短}$ AND $v_t = \text{高}$ THEN $x = \text{中}$
 $t_3 = \text{中}$ AND $v_t = \text{高}$ THEN $x = \text{差}$
 $t_3 = \text{长}$ AND $v_t = \text{高}$ THEN $x = \text{差}$
 IF $f = \text{低}$ AND
 $t_3 = \text{短}$ AND $v_t = \text{低}$ THEN $x = \text{好}$
 $t_3 = \text{中}$ AND $v_t = \text{低}$ THEN $x = \text{好}$
 $t_3 = \text{长}$ AND $v_t = \text{低}$ THEN $x = \text{中}$
 $t_3 = \text{短}$ AND $v_t = \text{中}$ THEN $x = \text{好}$
 $t_3 = \text{中}$ AND $v_t = \text{中}$ THEN $x = \text{中}$
 $t_3 = \text{长}$ AND $v_t = \text{中}$ THEN $x = \text{中}$
 $t_3 = \text{短}$ AND $v_t = \text{高}$ THEN $x = \text{中}$
 $t_3 = \text{中}$ AND $v_t = \text{高}$ THEN $x = \text{中}$
 $t_3 = \text{长}$ AND $v_t = \text{高}$ THEN $x = \text{差}$

(3) 约束条件

① 考虑压缩机两端的压力平衡问题,压缩机需停机 3 分钟后才能再启动(CON1)。

② 考虑压缩机制冷后达到除霜时机时,可利用自然升温后再加热除霜(CON2)。

(4) 综合评判控制

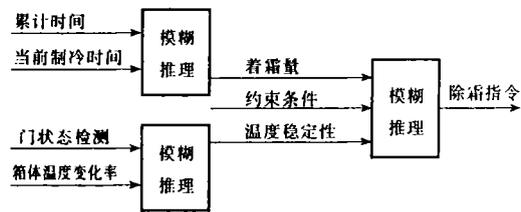


图1 模糊控制推理框图

通过以上着霜量和箱内温度稳定性的判断,利用模糊控制规则,加上约束条件,可以给

(下转第 35 页)

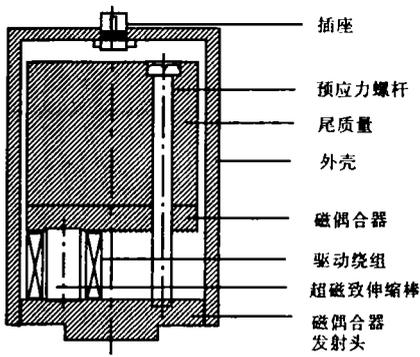
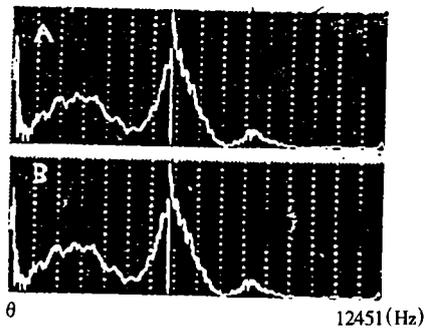


图 2



振幅谱:A—原始谱;B—结果谱

图 4 频谱分析图

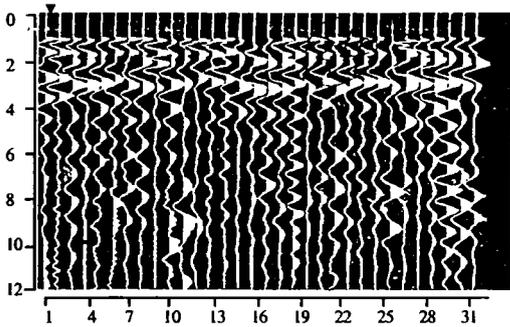


图 3 实测剖面波形图

外,从图 3 中还可看出,该震源具有良好的短余振特点。直达波一般为一个波,这是提高探测分辨率的又一有利因素。图 4 为实测三峡坝区岩体的频谱分析图,由频谱图可知,所测信号的频率普遍在 2~7kHz 之间。毋庸置疑,这样的工作频率,对于工程岩体的探测而言是很高的,也是人工锤击或其它常规震源无法做到的。

(上接第 11 页)

出除霜的控制命令,模糊控制推理框图见图 1。

设除霜加热时间 t_4 分为“短”、“中”、“长”三个值,控制作用为 C,则有:

- IF e = 薄 THEN C = OFF
- IF e = 中 AND x = 差 THEN C = OFF
- IF e = 中 AND x = 中 THEN C = OFF
- IF e = 中 AND x = 好 THEN C = ON AND t_4 = 短
- IF e = 厚 AND x = 差 THEN C = ON AND t_4 = 中
- IF e = 厚 AND x = 中 THEN C = ON AND t_4 = 中
- IF e = 厚 AND x = 好 THEN C = ON AND t_4 = 长

表 1 除霜决策动作的推理规则表

C/T		X		
		差	中	好
e	薄	OFF	OFF	OFF
	中	OFF	OFF	ON/短
	厚	ON/中	ON/中	ON/长

2 结论

利用模糊数学的原理建立具有模糊知识工程的智能冰箱,是当今国际上正在研究的新一

代智能冰箱,门的开启状态检测是用来检测电冰箱使用程度的多少,从而推断出冰箱内温度稳定性。开门时间越长,则使用的频度就越多,冰箱内的温度稳定性就差,开门时间短,则使用的频度就少,冰箱内温度稳定性就好,等等,由推论所得出的着霜量和箱内温度稳定性这两个结论以及有关约束条件去推断是否除霜及除霜时间的长短。与传统的除霜控制方法相比,运用模糊智能除霜,可以在冰箱体内温度最稳定的时间,即使霜层厚度不大,也可提前除霜;或者即使霜层达到一定厚度,但时机未到时,也可晚些时候再除霜,这样可避免出现除霜工序与制冷工序的矛盾,也就大大提高了除霜控制的灵活性,同时对食品温度的影响也最小。

参考文献

- 1 余永权,曾碧.单片机模糊逻辑控制.北京:北京航空航天大学出版社,1995:437-440
- 2 章少华.具有模糊逻辑控制规则的电脑冰箱设计原理.家用电器科技,1995.6:2-4
- 3 窦振中.模糊逻辑控制技术及其应用.北京:北京航空航天大学出版社,1995:228-229

本期部分文章摘要

工业自动化领域的计算机 2000 年问题/孙喜田…
//自动化与仪器仪表. - 1999 年, (3). - 1~3

对工业自动化领域的计算机 2000 年问题进行了探讨。分析了计算机 2000 年问题在工业自动化领域存在的严重性及解决计算机 2000 年问题的难点。提出了解决问题的方案。
关键词:工业自动化 计算机 问题

滑模控制器的设计/易国屏//自动化与仪器仪表. - 1999 年, (3). - 4~7

在被控对象参数变化很大、很快的时候,用常规控制方案很难达到理想的控制效果。本文提出了在自适应控制的基础上加上滑模控制器的控制方案,并给出了滑模控制器设计准则及稳定性分析。最后,利用计算机仿真证明了滑模控制器的效果。

关键词:自适应 滑模 控制

电流跟踪控制及其实现/葛锁良//自动化与仪器仪表. - 1999, (3). - 8~9

介绍了电流跟踪控制的基本原理,设计了一种实现电路并分析了其工作原理。实验证明,采用电流跟踪控制方式可以大大提高控制系统的性能指标。

关键词:电流跟踪 PWM 控制 伺服系统

冰箱智能除霜的模糊控制方法研究/韩峻峰…//自动化与仪器仪表. - 1999 年, (3). - 10~11

针对当前冰箱制冷与除霜工序之间的矛盾,指出了传统除霜控制方法存在的弊端,对冰箱智能除霜的模糊控制方法进行了初步研究,所提出的方法具有节能、高效的特点,具有较大的实用推广价值。

关键词:智能除霜 节能 模糊控制

误差积分准则下 PID 近似最优控制参数的整定方法/王平…//自动化与仪器仪表. - 1999 年, (3). - 12~14

介绍了一个求误差积分性能准则下 PID 近

似最优控制参数的简单方法,该方法具有计算量小、实现容易的特点,可以方便地用于单片机为基础的数字 PID 调节器控制参数的在线整定,具有比较高的实用价值。

关键词:误差积分准则 过程控制 参数整定
热导式质量流量计选型及应用/曹王剑…//自动化与仪器仪表. - 1999 年, (3). - 19~21

近年来,热导式仪表在流量计应用市场中份额有所增加。本文简介热导式质量流量计测量原理、特点,着重讨论了美国 COLUMBIA 公司热导式流量计的选型设计以及安装使用过程中应注意的问题,文中还给出了 SO₂ 烟气测量的调试数据。

关键词:热导式 质量流量计

车站 6502 电气集中微机监测系统/杨莉…//自动化与仪器仪表. - 1999 年, (3). - 28~29

介绍了一个用 STD 工控机与上位机构成的 6502 电气集中微机监测系统。文中给出了系统的硬件和软件结构,具体介绍了应用图论理论存储数据方法。

关键词:6502 电气集中 微机监测

染液自动滴定系统/包晓敏…//自动化与仪器仪表. - 1999 年, (3). - 30~32

介绍了研制设计的染液自动滴定系统硬件及软件组成和它的作业情况、特点。由 PLC 主机来控制 TD200 文本显示器输入配方,计算并控制相应染液瓶电磁阀的通断时间、准确滴定染液重量。

关键词:染液 自动滴定 配方

湿敏电容及湿度测量仪表/龙庆华//自动化与仪器仪表. - 1999 年, (3). - 44~46

讨论了湿敏电容的湿敏特性及两类应用此特性实现的相对湿度测量仪表的原理、影响性能的因素及完善仪表的措施。

关键词:湿敏电容 测量仪表

ABSTRACTS OF MAIN ARTICLES

The Computer Problems of Year 2000 in Industrial Automation Field/Sun Xitian... // Automation & Instrumentation. - 1999, (3). - 1 ~ 3

This paper discusses the computer problems of year 2000 in industrial automation field, analyzes its seriousness and the difficulty to overcome this problem. It, at last, proposes a solution to this point.

Keywords: Industrial Automation Computer Problem
The Design of Slide - model Controller/Yi Guoping // Automation & Instrumentation. - 1999, (3). - 4 ~ 7

It is hard to obtain the best control effect by using conventional Control schemes in the case the controlled parameters change greatly and quickly. This paper proposes a control scheme combining the self - adaptive control and silde - model controller, gives out its design criteria and stability analysis. And by the end, it verifies the controller's control performance by using computer simulation.

Keywords: Self - adaptive Silde - model Control
Tracking Current Control and Its Realization/Ge Suoliang // Automation & Instrumentation. - 1999, (3). - 8 ~ 9

This paper discusses the basic principle of tracking current control, designs a realizable circuit and analyzes its working principles. The experiment carried proves its effectiveness to improve system performance.

Keywords: tracking Current PWM control Servo System
Research on the Fuzzy Control Methods for refrigerator's Intelligent defrosting/Huan Junfeng... // Automation & Instrumentation. - 1999, (3). - 10 ~ 11

The paper points out the disadvantages of the traditional defrosting control methods and studies briefly on the intelligent defrosting fuzzy control. The new method can be widely spread due to its features of energy - saving and high - efficiency.

Keywords: Intelligent Defrost Energy - saving Fuzzy Control

A Simply Method to Obtain the Optimal PID Control Parameters on the Error Integral Criteria/Wang Ping... // Automation & Instrumentation. - 1999, (3). - 12 ~ 14

In this paper, a simply method to obtain the optimal PID control parameter on the error integral criteria is presented. This method has advantages of easy implementation and less calculation, and thus can easily tune the optimal control parameters of digital controller based on the single

micro - processor on line.

Keywords: Error Integral Criteria process Control Parameter Tuning

The Typing and Applications of Thermal - conductive Mass Flowmeter/Cao Wangjian... // Automation & Instrumentation. - 1999, (3). - 19 ~ 21

The measuring principle, features of the thermal conductive mass flowmeter is introduced in this paper, with emphasis on the discussion of COLUMIA thermal conductive flowmeter about its typing design and the points should be paid attention to during its installation. The debugging data for SO₂ chimney gas measurement is also given in the paper.

Keywords: Thermal Conductive Mass Flowmeter
The 6502 Electrical interlocking Microcomputer Monitoring System/Yang Li... // Automation & Instrumentation. - 1999, (3). - 28 ~ 29

The 6502 electrical interlocking microcomputer monitoring system formed by STD IPC and management computer, together with its hardware and software structure is introduced in this paper. The data storing method based on Graph theory is also presented.

Keywords: 6502 Electrocal interlocking Microcomputer Monitoring

An Automatic Dye Liquor Titration System/Bao Xiaomin... // Automation & Instrumentation. - 1999, (3). - 30 ~ 32

This paper introduces the hardware and software configuration and its main features of a newly designed dye liquor titration system. The system, by adopting PLC to control TD200 text display input the recipe, calculate and control the on - off duration of certain electromagnetic valves, can obtain a precise dye liquor weight.

Keywords: Dye Liquor Automatic Titration Recipe
Damp - sensitive condenser and Humidity Measuring Instrument/Long Qinghua // Automation & Instrumentation. - 1999, (3). - 44 ~ 46

This paper discusses the damp - sensitive performance of damp - sensitive condenser, presents the working principles, factors affect its performance together with the improving methods and means of the two kind of RH measuring instruments.

Keywords: Damp - sensitive Condenser Measuring Instrument