



职业技术·职业资格培训教材

hileng

yu Kongtiao Jishu

制冷 与空调技术

[技师]

劳动和社会保障部教材办公室
上海市职业培训指导中心

组织编写



1+X 职业技术 / 职业资格培训教材

制冷与空调技术 [技师]

主 编 谢 晶 陈维刚

编 者 傅秀丽 高增权 王开元 袁 进

主 审 陈邓曼 徐世琼

本书是“1+X”职业资格证书培训教材，是根据《制冷与空调技术》（技师）国家职业技能标准（2009年）和《制冷与空调技术》（技师）国家职业技能鉴定题库（2010年）编写的。本书可作为职业院校制冷与空调技术专业及相关专业的教材，也可供从事制冷与空调技术工作的工程技术人员参考。

本书共分10章，主要内容包括：绪论、制冷系统、制冷压缩机、制冷系统安装与调试、制冷系统维护与检修、空调系统、空调系统安装与调试、空调系统维护与检修、制冷与空调技术的安全、制冷与空调技术的发展趋势。

本书由谢晶、陈维刚主编，傅秀丽、高增权、王开元、袁进编写，陈邓曼、徐世琼主审。本书在编写过程中得到了有关领导和专家的指导，在此表示衷心的感谢。

本书由机械工业出版社出版，ISBN 978-7-111-21111-1。

图书在版编目 (CIP) 数据

制冷与空调技术: 技师/谢晶, 陈维刚主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2006
· 职业技术· 职业资格培训教材
ISBN 7 - 5045 - 5562 - 2

I. 制… II. ①谢… ②陈… III. ①制冷 - 技术培训 - 教材 ②空气调节设备 - 技术培训 - 教材 IV. TB6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 021265 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

世界知识印刷厂印刷装订 新华书店经销
787 毫米×1092 毫米 16 开本 33.5 印张 730 千字
2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

定价: 58.00 元

读者服务部电话: 010 - 64929211

发行部电话: 010 - 64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

内 容 简 介

本教材由劳动和社会保障部教材办公室、上海市职业培训指导中心依据上海 1 + X 职业技能鉴定考核细目中制冷设备维修工、中央空调工、制冷工等职业对技师（国家职业资格二级）的要求组织编写。本教材从强化培养操作技能，掌握一门实用技术的角度出发，较好地体现了本行业当前最新的实用知识与操作技术，对于提高本行业高技能人才基本素质，掌握制冷与空调相关领域职业技师级别的核心知识与技能有很好的帮助和指导作用。

本教材在编写中根据本行业的工作特点，以能力培养为根本出发点，采用模块化的编写方式。全书分为五个单元，主要内容包括：自动控制和制冷电气、制冷与空调设备、制冷与空调系统、制冷与空调的相关知识、模拟试题及分析等。每一单元着重介绍相关专业理论知识与专业操作技能，使理论与实践得到有机结合。

为方便读者掌握所学知识技能，部分单元后附有单元测试题及答案，供巩固、检验学习效果时参考使用。

本教材可作为制冷与空调相关领域高技能人才职业技能培训与鉴定考核教材，也可供从业人员参加职业培训、岗位培训时使用，以及从事制冷与空调相关工作的工程技术人员、高等职业院校相关专业师生参考。

编 者 的 话

制冷与空调是近几十年来迅速发展起来的一门工程技术。它深入到国民经济的各个部门和人民的生活中。现代化的各种工业、农业、商业、医学、交通运输、科学研究、人民生活等各方面都离不开制冷与空调技术。

本教材的内容涉及制冷与空调两个领域，面向制冷设备维修工、制冷工、中央空调工、中央空调操作工、冷藏工等多个制冷、空调相关领域职业类别的技师（国家职业资格二级）层次的培训与鉴定。因本教材包含许多工程实践的内容，因此，也可供从事制冷、空调工作的工程技术人员及高等职业院校相关专业师生参考。

本教材受到上海市重点学科（项目号 T1102）和上海市教委“国际都市型食品物流”教育高地资助。

由于编者水平有限，书中错误和疏漏之处在所难免，恳切希望读者批评指正。

编 者

2006年1月于上海水产大学

前 言

职业资格证书制度的推行，对广大劳动者系统地学习相关职业的知识和技能，提高就业能力、工作能力和职业转换能力有着重要的作用和意义，也为企业合理用工以及劳动者自主择业提供了依据。

随着我国科技进步、产业结构调整以及市场经济的不断发展，特别是加入世界贸易组织以后，各种新兴职业不断涌现，传统职业的知识和技术也愈来愈多地融进当代新知识、新技术、新工艺的内容。为适应新形势的发展，优化劳动力素质，上海市劳动和社会保障局在提升职业标准、完善技能鉴定方面做了积极的探索和尝试，推出了1+X的鉴定考核细目和题库。1+X中的1代表国家职业标准和鉴定题库，X是为适应上海市经济发展的需要，对职业标准和题库进行的提升，包括增加了职业标准未覆盖的职业，也包括对传统职业的知识技能要求的提高。

上海市职业标准的提升和1+X的鉴定模式，得到了国家劳动和社会保障部领导的肯定。为配合上海市开展的1+X鉴定考核与培训的需要，劳动和社会保障部教材办公室、上海市职业培训指导中心联合组织有关方面的专家、技术人员共同编写了职业技术·职业资格培训系列教材。

职业技术·职业资格培训教材严格按照1+X鉴定考核细目进行编写，教材内容充分反映了当前从事职业活动所需要的最新核心知识与技能，较好地体现了科学性、先进性与超前性。聘请编写1+X鉴定考核细目的专家，以及相关行业的专家参与教材的编审工作，保证了教材与鉴定考核细目和题库的紧密衔接。

职业技术·职业资格培训教材突出了适应职业技能培训的特色，按等级、分模块单元的编写模式，使学员通过学习与培训，不仅能够有助于通过鉴定考核，而且能够有针对性地系统学习，真正掌握本职业的实用技术与操作技能，从而实现我会做什么，而不只是我懂什么。部分模块单元所附单元测试

题和答案用于检验学习效果，使受培训者巩固提高所学知识与技能。

本教材结合上海市对职业标准的提升而开发，适用于上海市职业培训和职业资格鉴定考核，同时，也可为全国其他省市开展新职业、新技术职业培训和鉴定考核提供借鉴或参考。

新教材的编写是一项探索性工作，由于时间紧迫，不足之处在所难免，欢迎各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议，以便教材修订时补充更正。

劳动和社会保障部教材办公室
上海市职业培训指导中心

目 录

第一单元 自动控制和制冷电气	(1)
第一节 自动控制的基础知识	(1)
第二节 制冷与空调系统的信号采集与控制	(58)
第三节 常用制冷与空调的控制电路	(71)
单元测试题	(106)
单元测试题答案	(108)
第二单元 制冷与空调设备	(109)
第一节 制冷压缩机	(109)
第二节 制冷热交换器和辅助设备	(128)
第三节 节流装置与流量调节装置	(163)
第四节 空气调节设备	(174)
单元测试题	(187)
单元测试题答案	(190)
第三单元 制冷与空调系统	(191)
第一节 冷库制冷系统	(191)
第二节 空调系统	(242)
第三节 复叠式压缩制冷技术	(339)
第四节 其他制冷系统	(345)
第五节 制冷与空调系统的安装、调试、验收、操作和维护	(368)
单元测试题	(411)
单元测试题答案	(414)
第四单元 制冷与空调的相关知识	(415)
第一节 常用专业英语术语及工程用经验数据	(415)
第二节 制冷剂、载冷剂和冷冻机油	(431)
第三节 食品冷加工方法与装置	(458)
第四节 专业论文与答辩	(481)

目 录

单元测试题·····	(495)
单元测试题答案·····	(498)
第五单元 模拟试题及分析 ·····	(499)
附录一 常用单位换算·····	(512)
附录二 空调通风系统清洗规范·····	(518)

第一单元 自动控制和制冷电气

第一节 自动控制的基础知识

制冷与空调自动控制和一般热力装置自动控制一样，都是为了使整个装置能正常运行，并达到要求的设定值。由于制冷与空调装置中各个设备的参数在运行时是互相影响、互相作用的，为了使每个参数在各种外界干扰条件下或在负荷变化情况下，相对于给定值的偏差都能保持在工艺要求的范围内，就需要对装置中各个设备的动、静态特征进行分析，必要时还要求出其数学模型，同时配置相应的、合适的控制器，构成该参数的控制系统。

制冷与空调自动控制要确保整个装置能正常运行，并达到要求的运行参数指标。制冷与空调系统中有许多热工参数需要进行控制，如温度、湿度、压力、流量、液位等，这就意味着一个自动化的制冷系统将有多个自动控制内容存在，而且各个控制内容之间常要求互相关联，有的要求依次动作。这就要求设计制冷装置自动控制时，必须从制冷装置整体要求来分析、设计，建立各参数的控制系统。

现代制冷空调设备正向自动化、机组化、成套化、集成化方向发展。电子计算机技术发展迅速，逐步深入各个工业领域，也已在制冷空调系统的控制中显出优势，但其发展速度、完善与普及程度却滞后于其他工业领域。在技术特点上，制冷系统对密封性要求十分

严格，而一切先进、优良的控制方案都必须通过一套密封性能可靠、价廉、实用的执行机构，把控制信号加到制冷装置中去。因而，可靠的密封性和价廉、实用成了计算机控制技术应用于制冷装置的关键。

计算机控制的制冷机组及相应的制冷装置已出现多年，计算机控制的冷库、冷藏船、空调系统也得到了广泛应用，其主要原因在于 20 世纪 80 年代以来，各种先进自动控制元件的出现能很好地满足制冷和空调的要求，使计算机能够实现对制冷和空调装置进行自动控制。迄今为止，控制方法、新型控制元件及制冷装置本身数学模型的实用化，仍是国际制冷界与工业界研究的热点问题。实现计算机控制，涉及现代控制论、神经网络、模糊控制等学科，但其基础仍是经典控制理论及其控制方法。因此，掌握自动控制的基本理论知识，是实现制冷装置自动化及计算机控制的必不可少的基础。

一、自动控制系统概述

1. 自动控制系统的组成

一个能稳定工作的自动控制系统，是在无人直接参与的情况下，能使被控参数达到给定值或按照预先给定的规律运行的系统。自动控制系统是由控制对象、控制器、执行器和发信器组成的闭环系统，称为反馈控制系统。反馈控制系统是根据偏差进行控制的。应该特别注意的是，制冷装置自动化十分强调控制仪表的紧凑、简单和密封性，因此，目前制冷装置自动控制系统中大多使用直接作用式控制器，即把发信器、控制器、执行器三者做成一体的控制器。

(1) 控制对象。控制对象是控制系统中的被控主体。如图 1—1 所示，冷库作为被控对象，库温作为被控参数 X ，制冷剂流量是控制参数 Y ，环境温度及货物热分别为干扰量 F_1 和 F_2 ，整个冷库库房为控制对象 S 。通常可把实际被控对象进行抽象和简化，画成如图 1—2 所示的框图。从图中可以看出，冷库（控制对象 S ）需要保持恒定库温（被控参数 X ）或保持库温在给定偏差范围内，输入冷库的冷量取决于环境温度（干扰量 F_1 ）和货物热（干扰量 F_2 ），通过控制器动作，使控制参数（制冷剂流量 Y ）作相应变化而实现库温恒定。

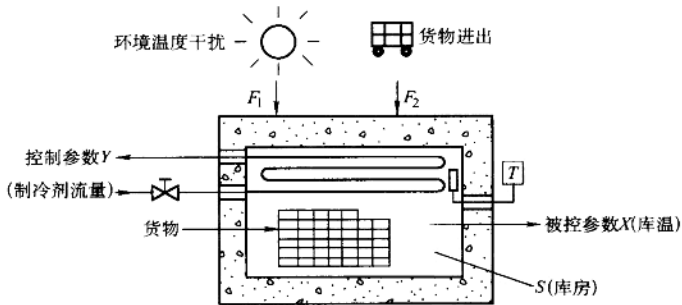


图 1—1 冷库作为被控对象

(2) 执行器。控制器的控制作用要通过执行器加到控制对象中去,使控制参数发生变化,达到控制的目的。执行器由执行机构(如步进电动机、驱动活塞等)和调节机构(如调节阀)组成。执行器的结构型式取决于控制参数的要求,在图 1—1 中,执行器是一只调节阀。

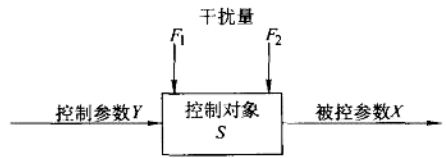
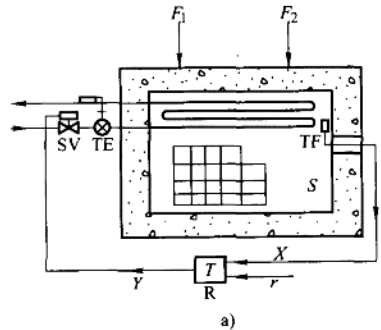


图 1—2 控制对象的框图

(3) 控制器。控制器将发信器送来的信号与给定值进行比较,根据比较结果的偏差大小,按照预定的控制规律输出控制信号。在控制器内部有测量元件(引入测量值 X)、给定元件(引入给定值 r)及比较元件(得到偏差 e);控制器还有自己的逻辑特性部分,如双位、比例、积分、微分、自适应模糊逻辑特性等。逻辑特性的种类视每个控制器的需要而不同。



(4) 自动控制系统举例。若将图 1—1 所示的冷库库温控制对象与控制器组成一个闭环的控制回路,就形成一个如图 1—3a 所示的冷库库温控制系统。这是一个最简单的冷库库温控制回路。当库温上升高于给定值后,温度控制器 R 动作,打开制冷剂供液电磁阀;若库温降低于给定值,通过控制器 R 动作,关闭供液电磁阀。由于电磁阀的动作是不连续的,故这是一种不连续控制,它需要和热力膨胀阀 TE 配合控制,完成制冷系统的整个控制要求。

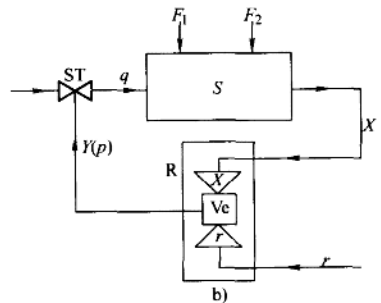


图 1—3 冷库库温控制系统

a) 系统图 b) 控制框图

SV—电磁阀(执行器) TE—热力膨胀阀
 F_1, F_2 —干扰量 S—库房(控制对象)
 TF—温度传感器(发信器) Y—控制参数
 R—控制器 X—库温(被控参数)
 r —给定值 Ve—比较与调节元件

在图 1—3b 所示的框图中,被控参数 X 是控制对象 S 的输出信号,即冷库库温。凡是可能引起被控参数波动的外来因素(除控制作用外)均称为干扰作用,如室外温度变化、货物热、冷库开关门等。干扰作用与控制作用对被控参数影响的信号传递通道,称为干扰通道和控制通道。干扰作用会使控制系统的平衡状态遭到破坏,使被控参数偏离给定值,这是一个客观的、不可避免的因素。而控制作用则是设法消除干扰作用对被控参数的影响,使被控参数恢复到给定值。自动控制过程就是控制作用与干扰作用这对矛盾在控制系统中对立和统一的

过程。

使用框图表示法,执行机构和调节阀也可用一个框图“执行器”表示。偏差信号送入控制器后,按预定的控制规律送出控制信号 p 至执行器,执行器的输出信号 q 作用于控制对象,称为控制作用。从图1—3b可看出,自动控制系统中控制对象、控制器和执行器构成一个闭合回路,即闭环系统。对比较复杂的控制系统,应用框图分析,可使问题变得清晰明了。从图1—3b还可看出,控制系统的输出信号,通过发信器把控制系统的输出量又引回到比较元件与控制器的输入端,这种方式称为反馈。如果反馈信号使被控参数变化减小,则称为负反馈;如果反馈信号使被控参数变化增大,则称为正反馈。自动控制系统大多数是利用反馈方式构成的,反馈系统是根据偏差进行控制的,因此,产生偏差是反馈控制系统进行自动控制的必要条件。

2. 自动控制系统的分类

按照给定值的不同情况,自动控制系统可以分为定值控制系统、程序自动控制系统和随动自动控制系统三种类型。定值控制系统是指被控参数的给定值在控制过程中恒定不变的系统;程序自动控制系统是指被控参数的给定值按照某一事先确定好的规律变化的系统;随动自动控制系统是指被控参数的给定值在控制过程中不能事先确定,而是取决于系统以外的某一进行的过程,要求系统的输出量随着给定值变化的系统。在制冷与空调自动控制系统中,应用最普遍的是定值控制系统。

按照控制动作与时间的关系,自动控制系统可以分为连续控制系统和间断控制系统。控制系统中所有的参数都是随时间连续变化的称为连续控制系统;控制系统中有一个或一个以上参数变化是不连续的则称为间断控制系统。

3. 自动控制的基本规律

控制器是控制系统中最基本的组成部分之一,习惯上将控制器、发信器、执行器等总称为控制设备。在自动控制系统中,由于种种干扰因素使被控变量偏离给定值,即产生了偏差。控制器的控制规律是指当控制器接收了偏差输入信号后,其输出信号(即控制信号)的变化规律。按控制器的控制规律划分,分为双位控制、比例控制、比例积分控制、比例积分微分控制、自适应控制和模糊控制等系统。

在制冷装置自动控制中,常采用简单而价廉的双位控制器及密封性好、结构紧凑的直接作用式比例控制器。1970年,比例积分控制器开始应用于制冷装置。为适应螺杆式制冷压缩机和能量控制发展的要求,能满足强自平衡能力与高静态偏差要求的积分控制被采用。近年来,随着制冷空调的大量应用,要求所采用的控制器结构简单、可靠耐用、价格低廉、维修方便、密封性能好。

(1) 双位控制。双位控制是最简单的一种控制方式。当控制器的输入信号发生变化后,控制器的输出信号只能有两个值,即最大输出值和最小输出值,因此称为双位控制。在制冷与空调自动控制系统中,很多热工参数如温度、压力、液位等都广泛采用双位控制器,如制冷机的高低压控制器、油压差控制器、冷藏库及电冰箱中各种温度控制器等,大

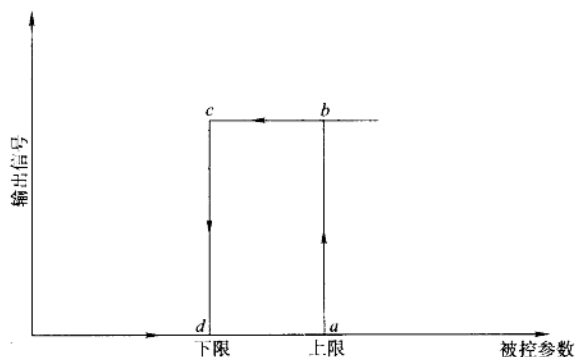


图 1—4 双位控制器的静态特性

都属于双位控制器。由于双位控制器输出信号为双位、间断，故也有人称之为“继电器”。

双位控制器应用十分广泛。其静态特性可用图 1—4 表示。当被控参数在差动范围内变化时，双位控制器输出信号无变化。只有当被控参数增加至 $Y = a$ 时，输出信号才突跃至 b 点；或当 Y 逐渐减小至 $Y = c$ 时，输出信号才突跃至 d 点。

双位控制器的控制精度受其触点或执行器（如电磁阀、加热器等）的工作频率限制，对于同一个双位控制器，如果要求振幅小，则周期就短，控制器的开关动作次数就频繁。控制器的工作周期增大有利于开关的使用寿命，当然被控参数的波动也会因此加大，使控制的品质下降。因此，一般要求在合适的振幅范围内工作周期尽量长些。双位控制器结构简单，输出信号迅速突变，并且只能停留在“全开”和“全关”两个位置上，无法停留在中间位置，属非线性关系。

(2) 比例控制。控制器的输出信号与其输入信号成比例，通常简称 P 控制器。

比例控制的特性方程为：

$$\Delta m = K_p \Delta P \quad (1-1)$$

写成非增量式为：

$$m = K_p P \quad (1-2)$$

式中 m —— 控制器输出信号；

P —— 控制器输入信号；

$\Delta m, \Delta P$ —— 输出信号和输入信号的增量；

K_p —— 比例控制器的比例系数。

比例系数，有时也称放大系数，它的大小反映了控制器的灵敏度和比例作用的强度， K_p 大则控制器灵敏。这类控制器由于其输出量和被控参数（输入量）是一一对应的，因此该类控制器构成的控制系统最终会出现静态偏差，这是比例控制器的固有特性。 K_p 越小，则静态偏差越大。比例控制器的输出是连续的，属连续作用式控制器，可使被控参数

相对于给定值的偏差,保持与调节机构的位置成一定的比例关系,只要该偏差是在允许范围内,则控制器的应用是成功的。

比例控制器有直接作用式和间接作用式之分。直接作用式比例控制器一般将发信元件、控制器和控制机关装成一个整体。当发信元件的物理量发生变化时,产生的力和能量足以直接推动控制机关动作,控制机关的位置变化与被控参数的变化成比例。直接作用式比例控制器结构简单,价格便宜,但精度和灵敏度较差,故用于控制精度要求不高的控制系统中,实现对制冷与空调装置中各参数的控制。例如,浮球液位控制阀、热力膨胀阀、恒压式膨胀阀、蒸发压力调节阀、旁通式能量调节阀、冷凝压力调节阀、水量调节阀等,均属于直接作用式比例控制器。

间接作用式比例控制器将发信元件、控制器和执行器分别做成三个或两个部件。当被控参数发生变化后,发信元件只发出测量值信号并送至执行器,信号经控制器的放大再传至执行器,从而使控制机关动作。控制器和执行器从外部获得能量,所以可以产生较大的力和能量。间接作用式比例控制器较直接作用式的精度要高,输出功率也较大,作用距离长,便于实现集中控制,但有结构较复杂、需要外部辅助能源的缺点。按照辅助能源的不同,间接作用式比例控制器又可以分为气动控制器、电动控制器和液压控制器三种。在制冷与空调装置中应用较多的是前两种。

(3) 比例积分控制。比例控制能使系统稳定下来,但被控参数不能恢复到给定值,存在余差,对于控制精度要求高的系统,单纯的比例控制不能满足要求,还必须加上积分控制作用。

比例积分控制简称 PI 控制,是由比例控制规律和积分控制规律组合而成,它兼有两种控制规律的优点,既有比例控制器反应比较迅速,能很快地抑制被控参数变化的优点,又有积分控制器可以消除静态偏差值的优点。

比例积分控制器的特性方程为:

$$p = K_p \left(e + \frac{1}{T_i} \int e d\tau \right) \quad (1-3)$$

式中 p ——控制器的输出信号;

K_p ——比例系数;

e ——被控参数与给定值的偏差信号(输入偏差);

T_i ——积分时间常数。

比例积分控制器由于具有积分再调节作用,只要被控参数与给定值之间存在偏差,积分再调节作用就一直进行。比例积分控制器的输出值,一直朝消除静态偏差的方向变化,直到静态偏差消除为止。

为了克服调节作用不及时现象(滞后现象),常常引入被控参数的变化速度作为控制器的输入信号(越前信号),从而形成比例积分微分控制器,多了一个微分时间常数 T_d 作为整定参数,即被控参数的偏差量将要产生的瞬间,微分控制就输出调节作用,形成超

前调节。这种控制，简称 PID 控制，其特性方程如下：

$$p = K_p \left(e + T_d \frac{de}{d\tau} + \frac{1}{T_i} \int e d\tau \right) \quad (1-4)$$

式中 T_d ——微分时间常数。

总之，比例控制是依据“偏差的大小”来动作，调节及时，但有余差，称 P 控制；积分控制是依据“偏差是否存在”来动作，其根本作用是要消除余差，称 I 控制；微分控制是依据“偏差的变化速度”来动作，其实质和效果是阻止被控参数的一切变化，有超前控制的作用，称 D 控制。

(4) 改进的比例积分微分控制。实际制冷装置中，由于信号采样的成本限制，传感器的精度不高，同时其运行工况要求采样环节必须能够在较大温度范围内进行模/数 (A/D) 转换，因此使模/数转换的精度受到一定限制，这就必然导致控制器接收到的反馈信号有较大误差。并且，实际的执行机构都有调节范围，如果采用的是 PID 控制器，在调节过程中，很可能出现饱和现象，尤其在给定值发生突变时，特别容易出现饱和现象。工程中，使用控制系统应能够应对这类现象。例如，制冷装置参数自动控制过程中，常会出现干扰、饱和情况，如蒸发器过热温度用电子膨胀阀为执行机构的 PID 控制，就常会遇到此情况。工程实践中，常采用 PID 控制器，同时编制简单的软件来实现抗干扰、抗饱和。因此，采用改进的 PID 控制器是一种经济实用的工程手段。

(5) 模糊控制。模糊控制是非常有发展前景的技术，在制冷与空调领域得到迅速发展。模糊算法是模糊控制的基础与核心，它完全可以根据人的经验知识，“直观”地进行控制，特别适合于制冷与空调装置中的控制对象为非线性的环节或难以用模型进行准确描述的情况。常规控制应用于制冷装置，常常得不到很好的效果，其根本原因在于被控参数的强烈非线性。若建立非线性的数学模型，则又会因模型计算太复杂而使系统仿真速度慢，无法实现实时控制。

模糊控制方法首先由美国加利福尼亚大学 L. A. zadeh 教授于 1965 年提出。目前，家用空调中已成功地引入了模糊控制，满足了舒适性与节能要求。与 PID 控制（算法）相比，模糊控制的突出优点在于抗干扰能力强，符合制冷系统控制的实用要求。模糊控制就是由设定的隶属函数，求出控制输入的隶属度，据此进行模糊规则的判断，得出模糊的控制输出，再进行解模糊量的运算，得出精确的输出，实现对执行机构的控制，达到控制被控参数的目的。其中隶属函数的设置和模糊控制规则的拟定，由控制对象及控制精度决定。

模糊控制的基本原理如图 1-5 所示。其核心部分为模糊控制器，如图中点画线框中所示。模糊控制器的控制规律由计算机的程序实现，实现模糊控制的主要工作在于结合制冷装置需控制的参数，建立一个模糊控制算法表。一般输入量为误差和误差变化率，输出为控制器信号。

实现模糊控制算法的过程如下：微机经终端获取被控制量的精确值，将此值与给定值比较，得到误差信号 e 。一般选择误差信号 e 作为模糊控制器的一个输入量，将 e 的精确

量进行模糊量化, 变成模糊量, 也就是通过对隶属函数的计算, 得出相应的模糊子集的隶属度, 再由这个具有隶属度的模糊子集和模糊控制规则, 根据推理的合成规则进行模糊决策, 得到模糊控制量 μ 。为了对控制对象进行精确的控制, 还要将模糊量 μ 转变为精确量, 即图 1—5 中的非模糊化处理, 也叫清晰化处理。得到精确的数字控制量后, 经数模转换, 变为精确的模拟量送给执行机构, 对控制对象进行控制; 之后, 微机终端等待第二次采样, 进行第二步控制…… 这样循环下去从而实现模糊控制。

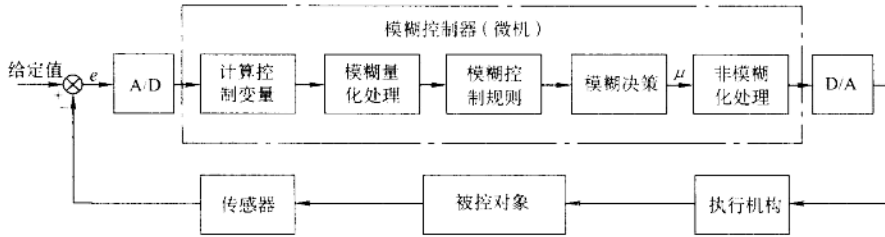


图 1—5 模糊控制原理图

现以房间空调器为例, 说明模糊控制的过程。房间空调器的模糊控制, 就是快速感知空调各主要参数, 通过传感器获得室内温湿度变化、室外温湿度及房间气流速度等大量数据, 将实测数据和大量经验数据相比较, 应用模糊理论, 作出快速的调节。

在舒适空调中, 影响“舒适度”的主要因素有六个, 即人体的活动量、着衣量、室内温度、室外温度、气流的速度及辐射热的大小。模糊控制根据这六个因素综合判断, 得出最优的室内状态参数, 即模糊控制器能让空调领会人的感觉, 调整制冷(热)量和风速, 达到理想的舒适环境。例如, 在相同的室内温度下, 单独一人和多人时, 休息和做家务时, 早晨起床和晚间睡觉时, 人的感觉都会不一样。此外, 门窗的开闭也会引起室温波动, 使人感到不适。在这种情况下, 模糊控制的空调器就要对设定的室内温度进行细致调节, 快速达到最优的舒适状态。以往的房间空调器只根据室内温、湿度调节室内状态, 很难得到理想的舒适环境。利用模糊控制, 根据人工调节经验, 拟定模糊控制规则, 其基本结构是: 根据温差、温度变化率的设定状态, 推导变频器频率、风机转速、电子膨胀阀开度的设定状态, 实时调节压缩机的转速、输出功率、除湿及除霜的运行等, 随时给人创造舒适的环境, 同时节能效果明显提高。

模糊控制与常规控制相比有以下优点: 控制过渡过程优良, 因而被控环境稳定, 舒适性提高; 压缩机无频繁启停, 因而有利于节能和延长设备使用寿命。实验表明, 用模糊控制方法, 空调运行过程中无启停, 而且耗电量仅为常规控制的 76%; 不同型号和规格的设备能使用相同的控制规则, 因而大大简化了软件的设计。

(6) 自适应控制。自适应控制正在发展之中, 在制冷与空调系统控制中极有应用前途。自适应控制属于智能化控制的一种, 其定义是: 当运行条件不肯定或随时间而变化的