

REFRIGERATION

高等职业教育制冷技术系列规划教材

制冷与空调 自动控制技术

徐红升 主编 高南岗 岳庆来 副主编
张 钧 吉 红 主审

<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

高等职业教育制冷技术系列规划教材

制冷与空调 自动控制技术

徐红升 主编

高南岗 岳庆来 副主编

张 钧 吉 红 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书系统地介绍了制冷与空调自动控制技术的基本理论和技能要求,主要包括:自动控制原理基础知识,制冷、空调系统参数检测和调节仪表,自动调节执行机构,制冷系统的自控,制冷机组的自动控制,制冷、空调系统的自动控制与自动调节,制冷、空调系统的计算机控制,制冷、空调系统自控部件的安装、调试与运行等方面的基本知识。每章后附有思考与练习。同时,结合制冷与空调自动控制技术理论知识,编写了实训课题,以便学生学习和掌握制冷、空调自动控制技术的基本技能。

本书适合作为高等职业技术学院教学用书,也可作为制冷、空调自动化技术人员和有关专业人员的工作和学习参考用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

制冷与空调自动控制技术/徐红升主编. —北京:电子工业出版社, 2008.1

(高等职业教育制冷技术系列规划教材)

ISBN 978-7-121-05380-1

I. 制… II. 徐… III. ①制冷装置—自动控制—高等学校:技术学校—教材 ②空气调节设备—自动控制—高等学校:技术学校—教材 IV. TB657

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 177542 号

策划编辑:程超群

责任编辑:韩玲玲

印 刷:北京市顺义兴华印刷厂

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:19.25 字数:490 千字

印 次:2008 年 1 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:28.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

《制冷与空调自动控制技术》是制冷、空调技术专业及供热通风与空调技术专业的一门主干专业技术课。

制冷与空调自动控制技术在各个行业、各个部门中得到了广泛的应用。合理地配置制冷、空调工艺和良好的自动控制系统，正确地选用控制系统中的调节装置，恰当地组合控制系统中的自控元器件，可以使制冷、空调系统中各设备充分发挥效能，使系统的运行处于最佳状态，从而使系统在满足工艺条件的前提下，采用最合理的运行调节方案，最大限度地减少能量消耗，降低运行费用，保证制冷、空调装置的正常运行。

本书第1章介绍自动控制原理基础知识，第2章介绍制冷、空调系统参数检测和调节仪表，第3章介绍制冷、空调自动调节执行机构，第4章介绍制冷系统的自控，第5章介绍制冷机组的自动控制，第6章介绍制冷、空调系统的自动控制与自动调节，第7章介绍制冷、空调系统的计算机控制，第8章介绍制冷、空调系统自控部件的安装、调试与运行。

本书第1章由西安航空技术高等专科学校李洁编写，第2章由辽宁石油化工大学王静波编写，第3、8章由深圳技师学院高南岗编写，第4章由辽宁石油化工大学王金岩编写，第5、6章由天津渤海职业技术学院徐红升编写，第7章由深圳技师协会岳庆来编写。全书由徐红升统稿，徐红升主编，高南岗、岳庆来任副主编。

本书成稿得益于张钧、吉红两位主审的指导和宝贵的修改意见。在本书编写过程中，编者查阅了大量的书刊和资料，参考和借鉴了许多有关图表和内容，并得到了许多朋友的热情鼓励和帮助，在此一并表示衷心的感谢。由于水平所限，加之编写时间仓促，书中难免有不妥之处，敬请谅解。

编 者

2006年11月

目 录

第 1 章 自动控制原理基础知识	(1)
1.1 自动控制的基本组成	(1)
1.1.1 自动控制的基本环节	(4)
1.1.2 自动控制系统中常用术语	(5)
1.2 制冷、空调自控的任务及内容	(5)
1.2.1 制冷、空调自控的任务	(5)
1.2.2 制冷、空调自控的内容	(6)
1.3 制冷、空调自动控制系统的分类	(7)
1.3.1 按给定量的运动规律分类	(7)
1.3.2 按系统的反应特性分类	(9)
1.4 控制系统的主要性能指标	(13)
1.5 反馈控制系统	(14)
1.5.1 反馈控制系统的组成、分类及性能指标	(14)
1.5.2 反馈控制系统的过渡响应	(19)
1.6 调节对象的特性	(23)
1.6.1 调节对象的负荷	(23)
1.6.2 对象的容量及容量系数	(24)
1.6.3 对象的自衡	(24)
1.6.4 对象的反应曲线	(25)
1.7 环节特性	(29)
1.7.1 静态特性	(30)
1.7.2 动态特性	(30)
1.8 制冷、空调自动控制中的控制对象	(39)
1.8.1 制冷、空调房间内温度控制对象	(40)
1.8.2 制冷、空调房间内湿度控制对象	(44)
思考与练习 1	(46)
第 2 章 制冷、空调系统参数检测和调节仪表	(48)
2.1 自动化测量控制仪表基本知识	(48)
2.1.1 基本测量方法及测量系统	(48)
2.1.2 自动化仪表的基本知识	(50)
2.1.3 自动化仪表的品质指标	(50)
2.2 温度的检测与调节仪表	(55)
2.2.1 温度的检测与调节仪表的分类	(55)
2.2.2 温度的检测与调节仪表	(56)
2.3 压力测量及调节仪表	(64)
2.4 湿度检测与调节仪表	(67)

2.5	液位检测和控制仪表	(71)
2.5.1	直读式液位计	(71)
2.5.2	电容式液位计	(73)
2.5.3	晶体管水位控制器	(73)
2.5.4	液位控制元件	(73)
2.6	流速测量仪表	(75)
2.6.1	毕托管	(75)
2.6.2	风速检测仪表	(76)
2.7	流量测量及其仪表	(78)
2.7.1	差压流量计	(79)
2.7.2	转子流量计	(83)
2.7.3	流速式流量计	(84)
2.7.4	超声波流量计	(86)
2.7.5	椭圆齿轮流量计	(89)
	思考与练习 2	(91)
第 3 章	自动调节执行机构	(92)
3.1	恒压阀	(92)
3.1.1	恒压阀	(92)
3.1.2	背压阀	(96)
3.2	电动执行器	(97)
3.2.1	电磁阀	(97)
3.2.2	电动阀	(98)
3.3	导阀式阀门	(99)
3.3.1	主阀	(99)
3.3.2	导阀主阀组	(100)
3.4	气动调节阀	(101)
3.4.1	气动执行机构	(102)
3.4.2	调节机构	(104)
3.5	软启动器	(107)
3.5.1	异步电动机的启动	(107)
3.5.2	软启动器原理	(107)
3.5.3	软启动器的启动	(108)
3.5.4	软启动器的停止运行	(109)
3.5.5	软启动器的运行保护	(110)
3.6	晶闸管调压器	(110)
3.6.1	晶闸管交流开关	(110)
3.6.2	晶闸管交流调压器	(111)
	思考与练习 3	(114)
第 4 章	制冷系统的自控	(115)

4.1	制冷剂循环量控制	(115)
4.1.1	毛细管	(115)
4.1.2	热力膨胀阀	(121)
4.1.3	热电膨胀阀	(129)
4.1.4	电子膨胀阀	(131)
4.1.5	浮球液位控制	(134)
4.2	制冷系统压力调节	(135)
4.2.1	蒸发压力调节	(135)
4.2.2	吸气压力调节	(139)
4.2.3	冷凝压力调节	(141)
	思考与练习 4	(145)
第 5 章	制冷机组的自动控制	(146)
5.1	活塞式制冷压缩机的自动控制	(146)
5.1.1	活塞式制冷压缩机的安全保护	(146)
5.1.2	活塞式制冷压缩机的能量调节	(147)
5.1.3	活塞式制冷压缩机的自动运行	(151)
5.2	螺杆式制冷压缩机的自动控制	(153)
5.2.1	螺杆式制冷压缩机的安全保护	(153)
5.2.2	螺杆式制冷压缩机的能量调节	(154)
5.2.3	螺杆式制冷压缩机的运行	(155)
5.3	离心式制冷压缩机的自动控制	(155)
5.3.1	离心式制冷压缩机的安全保护	(155)
5.3.2	离心式制冷压缩机的能量调节	(156)
5.3.3	离心式制冷压缩机的运行	(158)
5.4	溴化锂吸收式制冷机组的自动控制	(159)
5.4.1	溴化锂吸收式制冷机组的安全保护	(159)
5.4.2	溴化锂吸收式制冷机组的能量调节	(161)
5.4.3	溴化锂吸收式制冷机组的运行	(165)
5.5	空调制冷站的监控系统	(167)
5.5.1	空调新风机组监控系统	(168)
5.5.2	一次回风空调机组监控系统	(169)
5.5.3	变风量空调机组监控系统	(170)
5.5.4	变新风比空调机组监控系统	(171)
5.5.5	一次泵水系统监控系统	(172)
5.5.6	二次泵水系统监控系统	(174)
	思考与练习 5	(175)
第 6 章	制冷、空调系统的自动控制与自动调节	(176)
6.1	调节器的特性及对调节过程的影响	(176)
6.1.1	位式调节器	(177)
6.1.2	比例调节器	(182)

6.1.3	比例积分调节器	(184)
6.1.4	比例、积分、微分调节器	(186)
6.2	制冷系统辅助装置的自动控制	(188)
6.2.1	氨泵系统的自动控制	(188)
6.2.2	油系统的自动控制	(190)
6.2.3	水系统的自动控制	(193)
6.2.4	放空气系统的自动控制	(196)
6.3	冷藏库的自动控制	(198)
6.3.1	自然对流空气冷却器的自动控制	(198)
6.3.2	强迫对流空气冷却器的自动控制	(201)
6.4	空调系统的自动控制	(205)
6.4.1	空调系统加热(冷却)设备的自动控制	(205)
6.4.2	空调系统新风控制	(209)
6.4.3	空调系统湿度的自动控制	(214)
	思考与练习 6	(218)
第 7 章	制冷、空调系统的计算机控制	(220)
7.1	计算机控制系统	(220)
7.1.1	自动控制中操作量的基本运算原理	(220)
7.1.2	单片机实现的控制系统	(224)
7.1.3	计算机控制系统的构成	(226)
7.2	直接数字(DDC)控制	(228)
7.2.1	直接数字控制	(228)
7.2.2	直接数字控制器在制冷、空调系统中的应用	(229)
7.3	可编程控制器、变频器及触摸屏在空调系统中的应用	(235)
7.3.1	可编程序控制器(PLC)	(236)
7.3.2	变频器	(244)
7.3.3	触摸屏概述	(251)
7.3.4	可编程控制器、变频器及触摸屏间的网络数据通信	(252)
7.3.5	中央空调离心式冷冻机组压缩机变频节能控制	(256)
	思考与练习 7	(257)
第 8 章	制冷、空调系统自控部件的安装、调试与运行	(258)
8.1	自控部件的安装和调试	(258)
8.1.1	温控器的安装和调试	(258)
8.1.2	压力控制器的安装和调试	(259)
8.1.3	液位控制器的安装和调试	(260)
8.1.4	电磁阀与电动执行机构的安装和调试	(262)
8.1.5	膨胀阀的安装和调试	(263)
8.1.6	其他执行机构的安装和调试	(265)
8.2	自控系统的调试	(265)
8.2.1	准备工作	(266)

8.2.2 冷藏库制冷系统自动控制的调试	(268)
8.2.3 空调系统自动控制的调试	(272)
8.3 制冷、空调自控系统的运行	(273)
8.3.1 运行前的检查与准备工作	(273)
8.3.2 运行期间的数据检测与数据处理	(274)
8.3.3 制冷、空调自控系统常见故障与处理	(275)
思考与练习 8	(277)
实训课题	(278)
实训课题一 恒温室对象特性测定	(278)
实训课题二 单回路控制与串级控制方案比较	(279)
实训课题三 用温度计测量空调和制冷系统工作间的温度	(280)
实训课题四 相对湿度的测量	(282)
实训课题五 制冷、空调系统的压力、压差测量	(283)
实训课题六 热球式风速仪测空调风管内的气流速度	(285)
实训课题七 孔板流量计和转子流量计测量空调(水、风)管路的流量	(286)
实训课题八 中央空调风系统风量平衡测定与调试	(288)
实训课题九 自选仪表综合测量	(290)
附 录	(293)
附录 A 自动控制原理常用文字符号及意义	(293)
附录 B 自动控制原理常用图形符号及意义	(293)
附录 C K 型镍铬-镍硅(镍铬-镍铝)热电偶分度表	(294)
参考文献	(298)

第1章 自动控制原理基础知识

自动控制是在人工控制的基础上产生和发展起来的。所谓自动控制就是在人不直接参与的情况下,利用一些设备或装置(称为控制装置或控制器),使机器、设备或生产过程(统称被控对象)的某个工作状态或物理参数(即被控量)能自动地按照预定的规律运行。自动控制系统就是为了实现预定目标,将被控对象和控制装置按照一定的方式连接起来而组成的具有一定功能的整体。

作为科学技术现代化标志之一的自动控制技术,无论是在生产领域还是在科研领域都有着广泛的应用。自动控制在实现生产过程的自动化、提高产品质量、降低生产成本和能耗、降低劳动强度、改善操作条件、保证生产安全等方面都具有非常重要的作用。现代制冷与空调技术的自动化、智能化和机组控制的控制基础仍然是引用经典控制理论对各热工参数实现自动控制,因此掌握自动控制的基本原理是实现制冷与空调自动化所必需的基础知识。

1.1 自动控制的基本组成

在人工控制系统中,人对工作对象进行控制,使工作对象能按照人的期望发生变化,实现人的预定目标。与人工控制系统相比较,自动控制系统中被控对象就是人工控制系统中人的工作对象,控制装置则是用来代替人以实现对工作对象的某些控制作用的设备装置。也就是说,自动控制系统就其基本组成而言是由控制装置和被控对象两大部分组成的。在自动控制系统中,控制装置就是系统中除被控对象外所有元部件的总和,是能够对被控对象起控制作用的设备的统称。为便于理解自动控制系统的基本组成及其控制原理,我们先来看一个人工控制系统是如何工作的。

恒温室温度控制系统示意如图 1.1 所示。该控制系统中温度是一个重要的参数。恒温室温度由送风温度决定,送风经过热水加热器加热后送往恒温室,用以改变室内温度。室内温度由温度计检测。人通过观察温度计的示值,不断改变调节阀的开度,控制加热器的热水流量,从而使室温保持在要求的范围内。可以看出,为了保证室温恒定,人工控制主要有三步:

- ① 用人眼观察室温的温度值;
- ② 把观察到的室温实际值与预定值在大脑中加以比较,根据两者的偏差大小做出判断,并发布命令;
- ③ 根据大脑发出的命令指挥人手操作热水阀,改变进水量,从而改变送风温度,使室温回到目标值。

在实际生产中,为了实现对人的工作对象即被控对象的自动控制,系统中就必须配置具有人的眼睛、大脑和手三个器官功能的设备,以实现对被控量的测量、比较,并按偏差进行控制。用这些设备代替人工后,系统就成为自动控制系统。这些设备按其相应的功能也就分别被称为测量变送器、控制器、执行器,并统称为控制装置。这时恒温室和控制装置就组成了恒温室自动控制系统,其控制原理如图 1.2 所示。

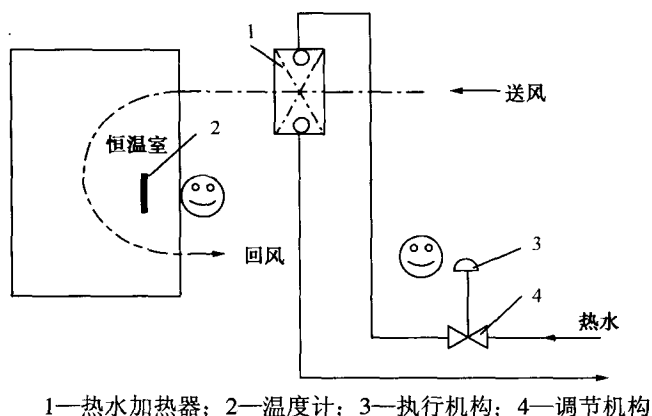


图 1.1 恒温室温度控制系统

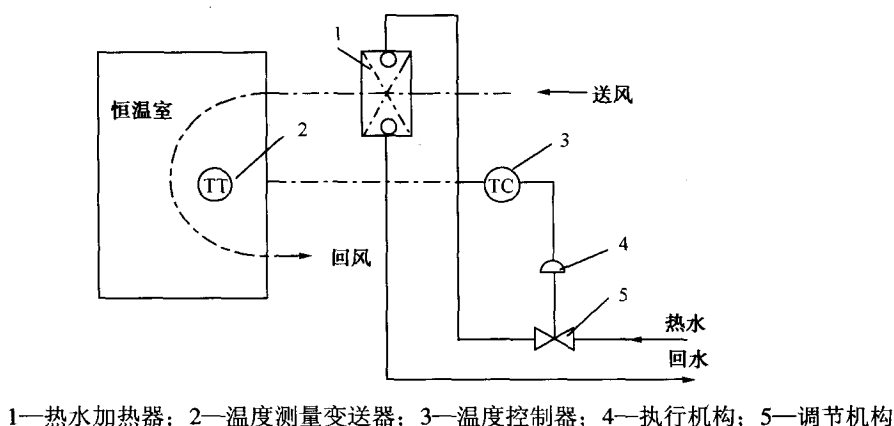


图 1.2 恒温室自动控制系统

自动控制原理图也就是自动控制流程图，通过自动控制流程图可以看出生产过程中系统所实施的自动控制方案。自动控制流程图是用规定的文字、图形符号，按照工艺流程绘出的。它是自控人员和工艺人员设计思想的集中表现和共同的工程语言。自动控制流程图主要反映每个控制系统中的被控变量及其测点位置、执行器种类及其安装位置、控制器的安装，以及各控制系统之间的关系等。流程图中，一般用小圆圈表示某些自动控制装置，圆圈内写有两位或三位字母，第一个字母表示被控变量，后续字母表示仪表的功能。

图 1.2 中，温度测量变送器 2 代替人的眼睛来感受恒温室的温度 T 的变化，并将温度信号转换成与之成比例的测量信号，然后将这个测量信号送入温度控制器 3 中。温度控制器代替人的大脑作用，把温度测量信号与给定信号（控制目标）进行比较，并根据它们之间的偏差信号发出一个相应的控制信号送到执行器（即执行机构）。执行器在图中就是调节阀，调节阀由两部分组成（即调节机构 5 和执行机构 4），它们代替人的手去执行控制器的命令，自动地改变阀门开度，即通过改变热水流量来改变送风温度，从而保证室温在要求的范围内，以完成所要求的控制任务。

总之，该温度自动控制系统的控制过程可叙述为：当室温发生变化时，室温偏离目标值，温度检测仪表测得室温的实际值并将实际值传送至控制器；在控制器中，将实际值和目标值进行比较，得到偏差，经过运算后发出命令；这一命令作用于执行器调节阀，通过改变阀门

开度的大小来改变热水量，使室温回到期望值。该温度自动控制系统由恒温室、热水加热器、温度测量仪表、控制器、执行器（调节阀）组成。其中恒温室和热水加热器组成被控对象，室温是系统的被控量。

按系统中各部分元器件的功能，自动控制系统可分解成如图 1.3 所示的功能框图，即自动控制系统的方框图。从图中可以看出，一个自动控制系统是由控制器、执行器、被控对象和测量变送器四个部分组成的。其中自动控制装置最少是由控制器、执行器、传感器（或变送器）组成。比较机构是控制器的一部分，但在自动控制系统方框图中为了能清楚地表明控制器的比较功能，通常将其单独画出，以方便系统的分析。在方框图中，比较机构用○或⊗表示，比较机构与控制器构成广义控制器。

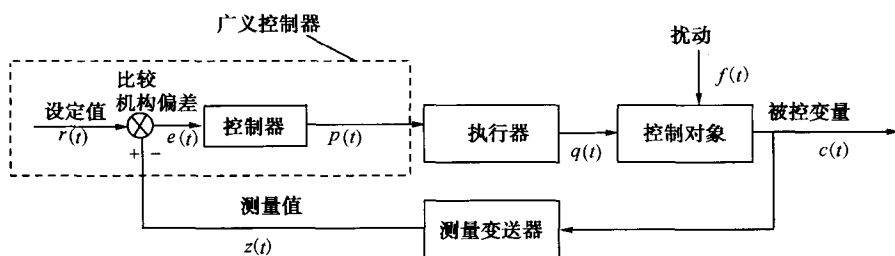


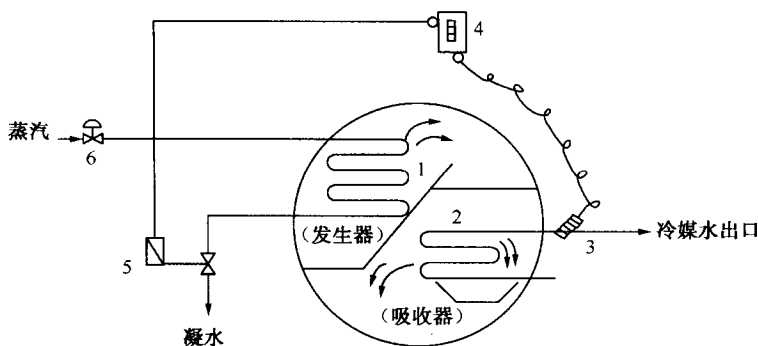
图 1.3 自动控制系统方框图

自动控制系统在其工作过程中会受到两种外部作用，一是给定值，也叫做输入信号，通常加在系统的输入端，是系统的输入信号，表示控制系统的控制目标或期望值；二是干扰，也叫做扰动信号。系统受到干扰后，其实际工作情况总会偏离控制目标，所以干扰对系统产生的都是负面影响。实际系统中存在着各种干扰，且扰动可以作用于系统中的任何一个部分。在框图中为表示方便，常把所有扰动集中起来，用一个作用在被控对象上的箭头表示，如图 1.3 中的 $f(t)$ 。

【例 1.1】溴化锂吸收式制冷机产冷量自动控制系统。

溴化锂吸收式制冷机产冷量自动控制系统如图 1.4 所示，控制系统方框图如图 1.5 所示。溴化锂吸收式制冷机产冷量要与耗冷量匹配，它们之间的不平衡反映在冷媒水的出口温度上，因此可通过控制冷媒水的出口温度来保证产冷量以满足耗冷量（负荷）的需要。用温度测量仪表检测出冷媒水的出口温度的实际值 θ ，它和给定值 r 比较后，得到偏差信号 e 并送给温度控制器。根据偏差信号 e 的性质和大小，控制器按其预先设定好的控制规律发出指挥信号 p 去控制执行机构与调节阀，改变冷凝水或蒸汽的流量，使产冷量满足耗冷量的需要，实现控制目标。在该系统中被控量是冷媒水的温度，控制对象是溴化锂吸收式制冷机。

值得指出的是，实际自动控制系统中，控制装置并不是如方框图 1.5 中所示，严格地分成控制器、执行器、传感器三个部分且有对应的具体元部件，事实上只要符合控制装置的功能是测量、比较计算和执行这一思想，一个设备就可能将这些功能全部具有，这时这个设备就是系统的控制装置。若它只具有部分功能，这时就可以把它明确地称为控制器、执行器或传感器。例如，制冷系统中，电磁阀常作为双位控制器或者保护性控制器的执行机构，通过管道中介质流动的截止或接通，执行双位调节动作或进行保护性操作；在库房温度控制系统中，温度控制器控制蒸发器供液电磁阀，对库温实行双位调节；制冷剂液管电磁阀与压缩机联动，停机时隔断系统的高、低压侧等。



1—冷凝器；2—蒸发器；3—温度测量变送器；4—温度控制器；5—电动执行器；6—自动稳压阀

图 1.4 溴化锂吸收式制冷机产冷量自动控制原理图

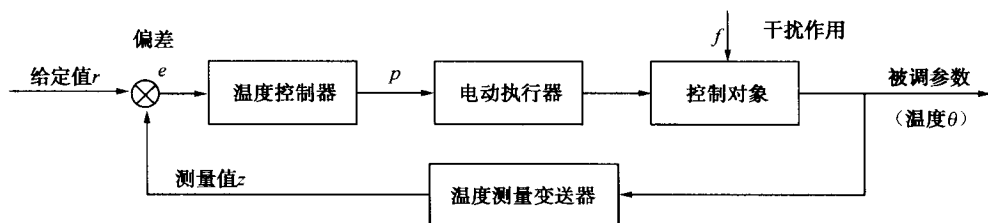


图 1.5 溴化锂吸收式制冷机产冷量控制系统方框图

1.1.1 自动控制的基本环节

自动控制系统的描述一般采用方框图，方框图也称为方块图或结构图。自动控制系统的方框图能清楚地表示控制系统中各组成部分之间的相互影响、信号联系及环节、系统的特性。自动控制系统的方框图中每个方框表示组成系统的一个环节，两个方框之间带箭头的线段表示信号联系；进入方框的信号为环节输入，离开方框的信号为环节输出。输入会引起输出变化，而输出不会反过来直接引起输入的变化，环节的这一特性称为单向性。

在制冷、空调系统中的自动控制系统通常是由控制器、执行器、测量变送器、控制对象四个基本环节组成的简单控制系统。下面对除被控对象外的几个基本环节作以下基本阐述。

(1) 控制器。控制器又称为调节器，在自动控制系统中能将控制量的实测值与给定值进行比较，检测偏差并对偏差进行运算，然后根据偏差的性质和大小按照预定的控制规律发出控制指令，对执行器的动作进行控制从而实现对系统的自动控制。控制器一般具有给定、比较、指示、运算和操作功能。

(2) 执行器。执行器在控制系统中接受来自控制器的输出信号，并将该信号转变为操作量以改变流入或流出控制对象的物料量或能量，达到控制温度、压力、流量、液位、湿度等工艺参数的目的，可以形象地说，执行器是自动控制系统的“手脚”。

执行器由执行机构和调节机构两部分组成。执行机构是执行器的推动部分，它按照控制器输出信号的大小产生推动力或位移；调节机构是执行器的调节部分，最常见的是调节阀，它接受执行机构的操纵，改变阀芯与阀座间的流通面积，达到调节流体介质的目的。

(3) 测量变送器。测量变送器也就是安装在工业现场的传感器及变送器。传感器也叫做敏感元件，它能实现对被控量信号的检测和远距离传输，即将检测到的被控量的实际值转变

为与给定值同性质的信号，并传送至控制器中与给定值进行比较以求取偏差。测量变送器的输出信号称为测量值。

1.1.2 自动控制系统中常用术语

(1) 被控对象。被控对象也称为控制对象或被调对象，简称对象，指自动控制系统中与需要控制的物理量相应的那个生产过程或设备，如空调房间、锅炉、压缩机等。

(2) 给定值。给定值又称设定值或系统的输入，是控制系统的控制目标，即被控量要求达到的数值。

(3) 被控量。被控量又称被控参数、被调参数或系统的输出，是被控对象中要求实现自动控制的物理量或物理参数，如恒温室内的温度、湿度等。被控量直接反应控制对象的实际状况并体现系统的控制目标。

(4) 偏差。偏差是被控量实测值与给定值之差。控制器是根据偏差信号的性质按照预定的控制规律实现对系统的自动控制的。

(5) 干扰。干扰又称扰动。系统受到干扰后，被控量的实际值会偏离给定值，让偏差增大。

(6) 操作量。操作量也称调节量或调节介质，是执行器的输出信号按照一定的规律随系统的偏差变化的量，改变控制对象的状态，实现对被控量的调节。

(7) 系统反馈量。系统反馈量是系统的输出量通过测量变送器反馈到系统输入端的信号，也称反馈信号。

1.2 制冷、空调自控的任务及内容

1.2.1 制冷、空调自控的任务

1. 制冷装置的自控任务

制冷装置是由封闭的制冷系统与热交换对象组成的热工装置。在对象负荷的变化及外部环境变化的干扰因素下，制冷系统的工作参数在系统运行过程中发生改变。制冷装置自动控制的首要任务就是在负荷及外部条件变化时，及时通过适当的控制作用保证制冷工艺要求的温控指标，同时使制冷系统的工况始终维持在合理、安全的范围内。也就是必须保证食品和货物冷藏、运送过程的工艺要求，无论储藏运送时间长短或外界气候条件怎样变化，均能自动地调整装置的运转工况，保证食品、货物必要的储藏与运送条件。进一步的任务是在满足上述主要任务的同时，尽可能提高装置在各种变动条件下工作的运行经济性，并且对装置的运行故障能够予以显示、报警及打印记录。

2. 空调自控的任务

一个完整的空调工程主要包括空调房间（或某一区域），空气的热、湿及净化等处理系统，制冷、制热系统及其他辅助部分，同时还应包括一套完整的自动控制系统。空调的任务就是要维持空调房间内所要求的空气参数稳定在一定范围内，即当被控量偏离给定值时，依据偏差自动调节加热器、冷却器、加湿器、淋水室及风量调节设备等的实际输出量，使其与

负荷状态紧密地相匹配,以满足对被控量(温度、相对湿度及空气静压等)的要求。具体地说,空调的自控任务主要是对以空调房间为主要调节对象的温度、湿度及其他有关参数进行自动检测、自动调节及有关信号的报警、联锁保护控制,以保证空调系统始终在最佳工作状态运行,并满足工艺条件所要求的环境条件。

1.2.2 制冷、空调自控的内容

1. 制冷自控的内容

制冷系统是压缩机、节流机构和热交换器的串联组合。为使制冷系统适应负荷及外部条件的变化,制冷装置的自动控制概括地说有三方面主要控制内容。

(1) 制冷剂流量调节。制冷剂流量调节通过节流机构改变蒸发器的给液量。其调节的目的是控制进入蒸发器的制冷剂液体流量与蒸发器负荷相匹配,即按照蒸发器中实际可能气化的液体量调节送入蒸发器的液量,因此也称为蒸发器供液量调节。

(2) 压缩机能量调节。压缩机能量调节是指改变压缩机制冷能力、使之与变动的负荷相适应的一类调节,即改变压缩机的实际产冷能力的调节。

压缩机能量调节的方法,应针对装置的具体工作要求和压缩机的配置情况而适当选择。具体的能量调节方法有:①压缩机间歇运行;②吸气节流;③热气旁通;④压缩机变速;⑤压缩机汽缸卸载;⑥压缩机运行台数控制。

(3) 热交换器能力调节。热交换器能力调节表现为冷凝压力及蒸发压力的控制。

这些调节既是为了满足指定的制冷温度要求,也是为了保证制冷装置安全可靠工作。从系统总体出发,上述三方面的调节又是相互关联的。

除上述三个方面的主要控制内容外,为了保证整个制冷系统的安全,相应的控制内容还有压缩机排气压力与吸气压力保护控制、制冷剂液泵压差保护控制、压缩机油泵压差保护控制、排气温度和油温保护控制。同时对于冷库或冷藏间、空调环境温度等也需通过相应的温度控制器进行控制。

2. 空调自控的内容

空调系统自动控制的主要内容是:①空气的温度、相对湿度;②风速;③送风量;④空气洁净度;⑤根据空气温度和相对湿度等参数变化控制制冷系统冷、热能量的供给。具体内容如下:

- (1) 空调房间的温度、湿度、静压的检测与控制;
- (2) 新风干、湿球温度的检测与报警;
- (3) 一、二次混合风的检测、控制与报警;
- (4) 回风温度、湿度的检测;
- (5) 送风温度、湿度的检测与调节;
- (6) 表面冷却器后空气温度及湿度的检测与调节;
- (7) 喷水室露点温度的检测与调节;
- (8) 喷水室或表面冷却器供水泵出口水温、水压的检测;
- (9) 喷水室或表面冷却器进口冷水温度的检测;
- (10) 空调系统运行工况的自动转换控制;

- (11) 空调、制冷设备工作的自动联锁与保护;
- (12) 喷水式或表面式冷却器用冷水泵的转速的自动调节;
- (13) 空气过滤器进、出口静压差的检测与报警;
- (14) 变风量空调系统送风管路静压检测及风机风量的检测、联锁控制; 送、回风机的风量平衡的自动控制;
- (15) 制冷系统中有关温度、压力(如冷凝温度, 冷凝压力, 蒸发温度, 蒸发压力, 蒸发器进、出口处的水温、水压, 冷凝器冷却水进、出口处的冷却水温与水压, 润滑系统中润滑油的压力、温度等) 参数的检测、控制、信号报警、联锁保护等。

1.3 制冷、空调自动控制系统的分类

1.3.1 按给定量的运动规律分类

1. 恒值控制系统

在控制系统中, 系统的输入信号或给定值为恒值, 要求被控信号也保持为恒值, 则称这种控制系统为恒值控制系统。在恒值控制系统中系统的输入量可以随生产条件的变化而改变, 但是一经调整后, 被控量就应与调整好的输入量保持一致, 如各种温度、液位、压力控制系统。

【例 1.2】 电炉炉温自动控制系统。

电炉炉温自动控制系统的任务是控制炉温维持在 $680\text{ }^{\circ}\text{C}$ 附近, 以满足硅钢片热处理的要求, 系统的原理图如图 1.6 所示。在这个系统中, 控制对象是电炉, 被控量是炉温。炉温的给定值由毫伏级的给定电压 u_r 控制, 它的设置与炉温的期望值 T_r 相对应。温度测量敏感元件热电偶用来测量炉温的实际值 T_c , 并将温度信号转换为毫伏级电压信号 u_b 输出, u_b 是正比于炉温的毫伏级电压信号 ($u_b = kT_c$, k 为比例系数)。 u_b 反馈到系统的输入端, 与给定电压 u_r 进行比较, 就会得到偏差电压 u_e ($u_e = u_r - u_b$), 它表示要求的炉温的期望值与实际值之间的偏差。如果 $u_e = 0$ 便意味着实际的炉温等于要求值, 此时系统处于平衡状态, 控制器不产生调节作用。

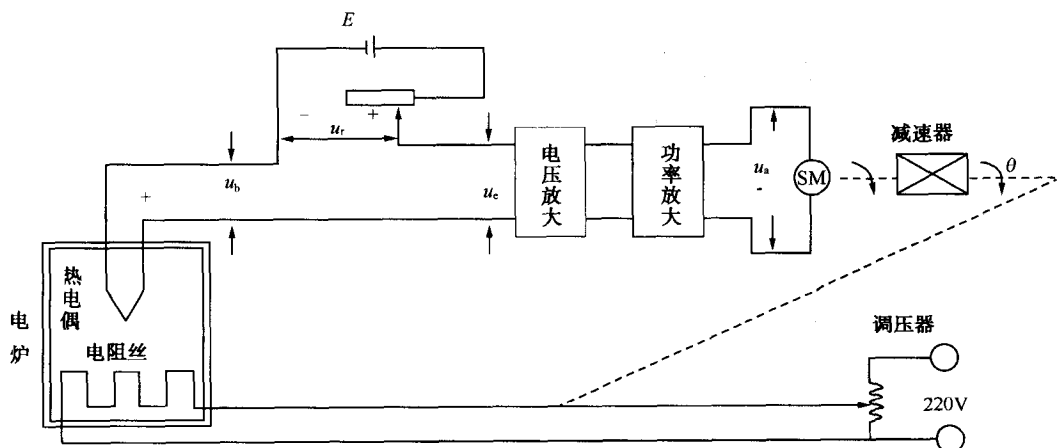


图 1.6 电炉炉温自动控制系统原理图

若由于干扰使实际的炉温低于期望值时,则得到偏差信号 u_e ($u_e = u_r - u_b > 0$)。将该信号经过电压放大和功率放大后去驱动直流电机,电机又经减速器带动调压变压器的滑臂,向增大调压器电压的方向即增加加热电流的方向移动。从调压器上取出的电压越大,则电阻丝的加热率就会增大,热电偶的输出电压即系统的反馈电压 u_b 也就增加,于是 u_e 下降,直到炉温实际值 T_c 达到给定值 u_r 为止,此时偏差信号 $u_e = 0$,电机停转,系统重新处于平衡状态,从而完成了自动调节炉温的任务。若由于干扰使实际的炉温高于期望值,则整个调节过程反向进行。总之,通过上述分析可以看出该系统是一个温度控制系统且属于恒值控制系统。

电炉炉温自动控制系统的方框图如图 1.7 所示。

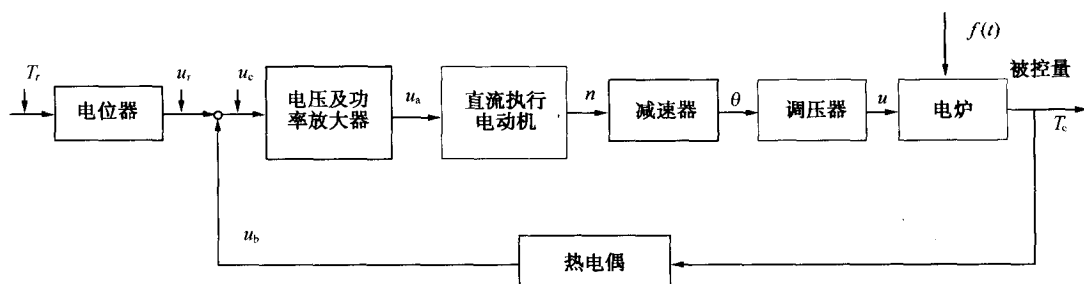


图 1.7 电炉炉温自动控制系统方框图

2. 随动控制系统

在控制系统中,如果输入量是预先未知的任一时间函数,其变化规律预先无法确定,而当输入信号作用于系统后,要求输出信号能准确、迅速地复现输入信号的变化,则称这类系统为随动控制系统。在随动控制系统中,输入量的变化是随机的,要求输出信号即被控量必须快速而准确地跟踪输入量的变化。

在空调控制中,新风温度补偿调节系统就是一种随动控制系统。这是因为在舒适性空调系统中,随着季节的变换和每天早晚的温度变化,室外的新风温度也是变化的,通过自动地改变室内温度调节器的设定值,才能很好地达到舒适、节能的目的。在冬季,室外温度下降时,为了补偿建筑物冷辐射对室内环境的影响,随着室外新风温度降低,需适当提高系统的送风温度,从而提高室内温度。若冬季室温的给定值从给定的初始值($18\text{ }^{\circ}\text{C}$)开始,当室外温度从 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下降到 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,室温的给定值增加 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$,此时室温的给定值则变为 $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在夏季,随着室外空气温度的逐渐增高,可以适当提高空调房间内的温度标准,以消除由于较大温差而造成不舒服感觉。若夏季室温给定值的初始值从 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 开始,则当室外温度由 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 上升至 $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,室温的给定值可上升至 $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

3. 程序控制系统

程序控制系统的设定值也是变化的,但系统的输入信号为已知的时间函数,即根据需要按一定的时间程序变化。程序控制系统既可以是开环控制系统,也可以是闭环控制系统。

在制冷、空调的自动控制系统中,恒值控制系统是应用最普遍的控制系統,程序控制和随动控制系统也有一定的应用场合。