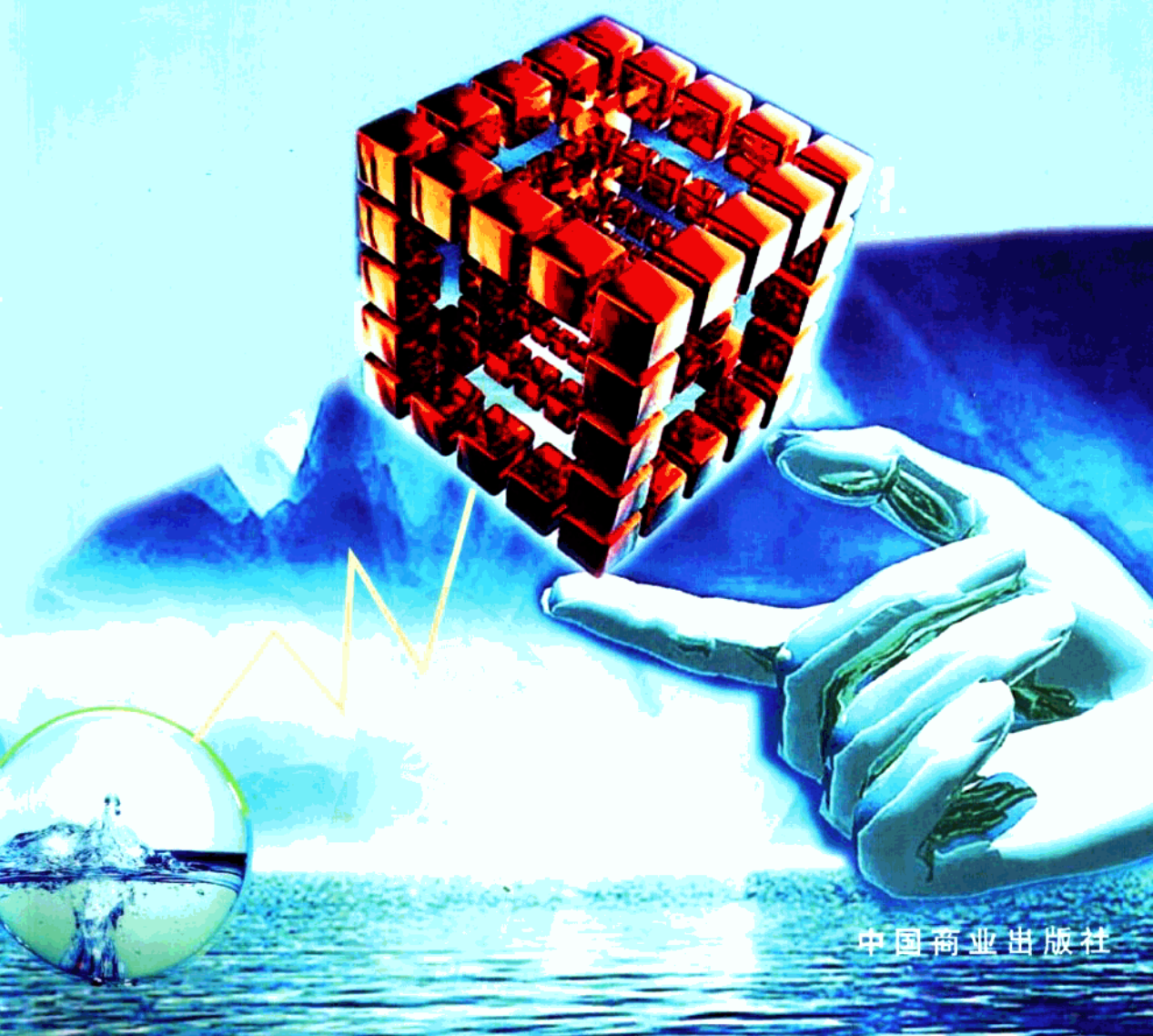


高等职业技术教育教材

制冷与空调自动控制

主编 单翠霞



中国商业出版社

高等职业技术教育教材

制冷与空调自动控制

单翠霞 主编

中国商业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

制冷与空调自动控制/单翠霞主编. —北京: 中国商业出版社,
2003.9

ISBN 7 - 5044 - 4850 - 8

I. 制… II. 单… III. ①制冷装置—自动控制②空气调节设备—自动控制 IV. TB657

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 077186 号

责任编辑: 刘树林

中国商业出版社出版发行
(100053 北京广安门内报国寺1号)
新华书店总店北京发行所经销
国防工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 毫米 16 开 18.25 印张 410 千字
2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷
定价: 27.00 元

* * * *

(如有印装质量问题可更换)

编审委员会名单

主 任：匡奕珍

副主任：张 萍 朱 立 崔建宁

委 员：邹汉贞 谢一风 李丰桐 李 军

叶学群 姜献忠 邢振禧 邹新生

吕美进 韦伯琳 伊佩奇 周秋淑

李建华 涂 河 林巧婷

编 审 说 明

为适应我国高等职业技术教育的发展,根据制冷与空调专业教学计划和教学大纲的要求,结合我国科技进步和制冷与空调行业的发展情况,我们组织全国有关职业技术学院的部分专业教师编著了《制冷与空调自动控制》一书。本书是高等职业技术教育必用教材,也可供职工大学、电视大学和专科学校使用,或作为本科院校的参考书。

本书由阜新高等专科学校单翠霞副教授主编。具体编写人员及分工为:单翠霞,第一、三、五、六、七、八章;阜新高等专科学校副教授周晓瑜,第二章;山东商业职业技术学院讲师苏燕,第四章。

本书由山东商业职业技术学院匡奕珍教授主审。

根据教学课时的情况,讲课内容可酌情取舍。对舍去的内容,可作为学生的课外学习资料和将来工作参考,以丰富学生有关自动控制的应用技术,有利于毕业后的工作和发展需要。

由于编写时间仓促,编著者水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请广大读者不吝赐教,以便于修订,使之日臻完善。

制冷与空调专业教材编审委员会

2003年5月



制冷与空调专业教材书目

制冷原理

工程热力学

空气调节技术

制冷与空调设备

供热与给排水

流体力学

制冷压缩机

制冷压缩机实训教程

制冷工艺设计

制冷工艺设计实训教程

电工电子技术

电工电子技术实训教程

制冷空调装置应用技术

空调设计实训教程

食品冷冻学

机械工学

传热学

制冷与空调自动控制

工程制图

目 录

第一章 自动调节基本知识	(1)
第一节 自动调节系统的组成及方框图	(1)
第二节 自动调节系统的分类和干扰	(3)
第三节 自动调节系统的品质指标	(4)
第四节 调节对象的特性	(7)
第五节 调节器的分类和调节规律	(11)
第六节 其他控制方法	(23)
第二章 制冷、空调系统参数检测和调节仪表	(28)
第一节 自动化仪表的基本知识	(28)
第二节 温度检测与调节仪表	(30)
第三节 压力检测与调节仪表	(57)
第四节 湿度检测与调节仪表	(71)
第五节 液位检测与调节仪表	(77)
第六节 流量检测与调节仪表	(83)
第七节 风速检测仪表	(89)
第八节 程序控制器	(92)
第三章 执行器	(98)
第一节 恒压阀	(98)
第二节 电磁阀	(101)
第三节 导阀式阀门	(104)
第四节 电动调节阀	(111)
第五节 膨胀阀	(116)
第六节 其他自控阀	(124)
第四章 制冷压缩机的自动控制	(129)
第一节 活塞式制冷压缩机的自动控制	(129)
第二节 螺杆式制冷压缩机的自动控制	(138)
第三节 离心式制冷压缩机的自动控制	(142)
第四节 溴化锂吸收式制冷机的自动控制	(146)
第五章 制冷、空调的微型计算机控制系统	(155)
第一节 计算机控制系统的组成	(155)
第二节 微型计算机控制的制冷与空调系统	(158)
第三节 直接数字控制器	(160)
第四节 集散型计算机控制系统简介	(178)

第六章 冷库制冷系统的自动控制	(183)
第一节 库房的自动控制	(183)
第二节 氨泵系统的自动控制	(192)
第三节 油系统的自动控制	(196)
第四节 水系统的自动控制	(200)
第五节 放空气的自动控制	(204)
第六节 其他控制电路	(206)
第七节 冷藏库制冷系统自动控制实例分析	(208)
第七章 空气调节系统的自动控制	(216)
第一节 空调系统中的环节控制	(216)
第二节 风机盘管自动控制系统	(220)
第三节 新风机组自动控制系统	(221)
第四节 空调机组自动控制系统	(222)
第五节 按新、回风焓值比较控制新风量的自动控制系统	(225)
第六节 空调系统的送、回风温度串级调节和湿度的选择调节	(227)
第七节 空调系统的新风温度补偿调节和分程调节	(228)
第八节 变风量空调系统的自动控制	(230)
第九节 空调制冷站的监控系统	(234)
第十节 大厦空气调节系统自控实例	(236)
第八章 制冷、空调自控系统的安装、调试和运行管理	(245)
第一节 自控部件的安装和调试	(245)
第二节 自动控制系统的调试	(257)
第三节 自动控制系统的运行管理和常见故障	(264)
附录	(274)
附录 1 我国工业铜热电阻分度表	(274)
附录 2 我国工业铂热电阻分度表	(275)
附录 3 已被淘汰的铂热电阻分度表	(278)
附录 4 霍尼韦尔公司主要电动执行机构	(280)
附录 5 江森、埃珂特公司主要电动调节阀	(280)
附录 6 霍尼韦尔公司部分常用调节阀(水及蒸汽)	(281)
附录 7 字母代号	(282)
参考资料	(283)

第一章 自动调节基本知识

第一节 自动调节系统的组成及方框图

一、自动调节系统的组成

为了使制冷与空调系统能正常运行并达到要求的指标，常需要对一些参数进行调节，如温度、湿度、压力、流量和液位等参数。利用自动调节系统，可以在无人工直接参与下使被调参数达到给定值，或按照预先给定的规律变化。

自动调节系统是在人工调节的基础上产生和发展起来的。为了说明自动调节原理，先举一个手动调节的例子。图1-1是冷藏间库温人工调节示意图。其调节过程是：

1. 操作人员用眼睛观察库房温度计指示值；

2. 将温度计的指示值与冷藏间规定的温度相比较，得出偏差；

3. 由偏差的大小和方向决定调节方法，如果库房的温度高于规定值就开大供液阀，低于规定温度就关小供液阀。

上述这种依靠人工完成的调节过程称为人工调节。若用自动调节装置代替人工来完成上述调节，这种调节称为自动调节。图1-2是冷藏间与自动调节装置组成的自动调节系统。其调节过程是：

1. 热电阻测出冷藏间温度的变化，并将温度的变化转变成相应的电信号输送给调节器；

2. 调节器将接收到的信号与给定值进行比较得出偏差，并根据偏差的大小和方向按预定的调节规律转变成控制信号发送给电磁阀；

3. 电磁阀根据调节器送来的控制信号决定其开启或关闭，从而对库温进行调节。

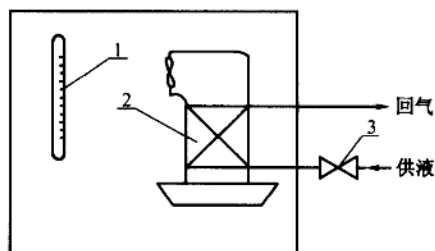


图 1-1 人工调节示意图

1-温度计 2-冷风机 3-节流阀

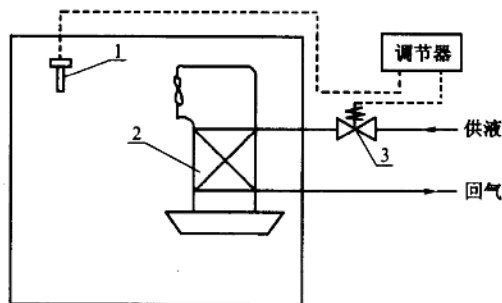


图 1-2 自动调节示意图

1-铂热电阻 2-冷风机 3-电磁阀

由上面的分析可知,自动调节装置由以下三部分组成:

第一部分:敏感元件(传感器),或称一次仪表、测量元件(如上例中的热电阻)。它是用来测量生产过程中需要控制的某些参数(如上例中的温度),并将这些参数成比例地转换成特定信号的仪器。若敏感元件所发出的信号与后面调节器所要求信号不一致时,则需增加一个变送器,将敏感元件的输出信号转换成后面调节器所要求的输入信号。自动调节装置中的敏感元件代替了人工调节中操作人员眼睛的观察。

第二部分:调节器。它是将接收到的敏感元件或变送器送来的信号与生产工艺要求的参数值进行比较,然后将比较结果(一般还要经过放大)按特定的信号(电流、气压、电接点的通断等)发送出去。调节器是自动调节装置中的核心部件,其作用相当于人工调节时人的大脑所做的分析和判断。

第三部分:执行器(如上例中的电磁阀)。执行器是动力部件,它按照调节器送来的特定信号自动工作,使被调参数保持在生产工艺规定的范围内。执行器代替了人工调节中对手动阀门的调节。

自动调节装置虽然是多种多样的,但都必须包括敏感元件、调节器和执行器这三部分,三者合理地结合起来就可以对受控对象实现自动调节。自动调节系统则是由受控对象和自动调节装置所组成的复合系统。

自动调节系统的分析中常用的几个术语:

1. 调节对象。在生产工艺中需要进行调节的某空间或机器设备叫调节对象。如上例中的冷藏间。

2. 被调参数。在生产过程中需要进行调节的、表征生产过程特征的参数叫被调参数。如上例中的温度。

3. 给定值。按生产工艺要求而规定的被调参数值叫给定值。如冻结物冷藏间要求保持的温度为 -18°C ,这个事先规定的 -18°C 就是冻结物冷藏间库温调节系统的给定值。

4. 干扰,也叫扰动。引起被调参数发生变化而偏离给定值的一切外界因素都称为干扰。在上例中库外温度的变化、库门的开启、货物的进出以及库房内照明等都是直接影响库温的干扰。值得注意的是,由于给定值改变而引起被调参数变化,则不称为干扰。

二、自动调节系统的方框图

由于实际的调节系统包括的具体环节种类繁多,为了清楚地表示自动调节系统各环节间信号联系及相互关系,通常用方框图表示系统的组成。见图1-3。

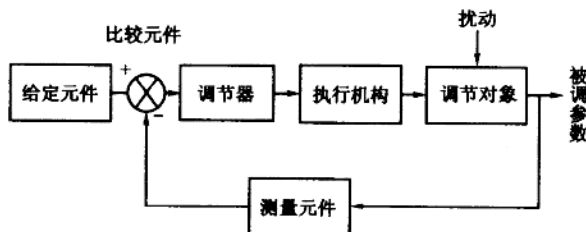


图 1-3 自动调节系统方框图

每一个方框表示系统的一个环节，方框之间用带箭头的连接线相连，组成一个自动调节系统。方框图中带箭头的连接线仅表示方框之间信号作用的方向，并不代表生产工艺中工质的流向。

在系统中，信号沿箭头方向前进，最后又回到原来的起点，形成一个封闭回路，这种系统称为闭环系统。信号不能形成闭合回路的系统叫开环系统。在闭环系统中，系统的输出参数就是被调参数，它通过敏感元件再返回到输入端，并与给定值进行比较，这种将系统的输出信号又引回输入端的过程叫反馈。反馈的结果减弱了输入信号时称为负反馈；反馈的结果加强了输入信号时则称为正反馈。正反馈和负反馈分别用“+”或“-”表示。圆圈中加斜“+”代表比较元件。

当系统的被调参数受干扰而上升（或下降），我们希望通过调节使其能尽快地回到给定值。如果采用正反馈，由于反馈是增强输入信号的，调节的结果只能使被调参数越升越高（或越降越低），使偏差越来越大。这在自动调节系统中是不允许的。一般自动调节系统采用负反馈，因为负反馈的结果是减弱输入信号，使被调参数与给定值的偏差逐渐减小。所以，自动调节系统是一个自动负反馈的闭环系统。

从以上分析可以看出，不论人工调节还是自动调节，都是基于下述原理，即先测出被调参数对给定值的偏差，根据偏差的性质（正偏差或负偏差）及大小，调节器发出相应信号，指令执行器动作，使被调参数保持在给定的变化范围内。这种调节系统，只有在被调参数与给定值之间出现偏差后才有调节作用。上述调节过程可概括为“检测偏差，纠正偏差”。当然，这样的调节系统只能使偏差尽可能减小，而不能完全消除，因此也叫偏差调节系统。

第二节 自动调节系统的分类和干扰

一、自动调节系统的分类

自动调节系统根据给定值变化规律的不同可分为三类。

（一）定值调节系统

定值调节系统的特点是被调参数的给定值是不变的恒量或不超过规定的变化范围。例如，冷藏间的温度调节，低压循环贮液桶的液位调节，空调系统中的恒温、恒湿等都属于定值调节。

（二）程序调节系统

程序调节系统的特点是被调参数的给定值随着某一参数按一定规律变化，即被调参数的给定值是该参数的函数。若被调参数的给定值是时间的某一函数，这种调节系统叫时间程序调节系统，如冷风机的冲霜；若被调参数的给定值是其他参数（如温度、压力等）的函数则叫作参数程序调节系统，如压缩机的能量就是根据蒸发温度或蒸发压力进行调节的。

（三）随动调节系统

随动调节系统又叫跟踪调节系统,其特点是被调参数的给定值事先不能确定,取决于系统以外的某一进行着的过程,要求系统的输出量随着给定值变化。如近年来在舒适性空调中,为了节约能量和达到舒适的目的,室温并不要求恒定,而是随着室外温度的变化而变化。

二、干扰分析

影响自动调节系统的被调参数使其偏离给定值的外界因素很多。

冷藏间的干扰主要有库房外界环境温度的变化,库房门的启闭,库房热负荷的变化,库内照明灯的多少,库房工作人员散发的热量,库房的通风换气等;空调房间的干扰主要有室外气温、日照和空气含湿量的变化,外部空气的侵入,室内人员变动,照明及电气设备的开停,室内散湿量的变化(人的出入、开敞水面的蒸发)和吸湿性产品数量的变动等。

在调节系统中,干扰作用的大小随时间的不同而变化,并且没有固定的形式和规律。为了分析方便和系统安全,常常假设一种对系统最不利的干扰作用形式——阶跃干扰。如图 1-4 所示。

阶跃干扰即是具有一定幅度的干扰在 t_0 时刻作用于系统以后,干扰量就不再随时间变化,也不再消失。

阶跃干扰对调节系统是最不利的干扰形式,同时又是最容易实现的干扰形式。如果一个调节系统在阶跃干扰下能满足工艺要求,则在其他形式干扰影响下便都能满足要求。因此,在分析调节系统的特性时,常以阶跃干扰为输入来进行调节。

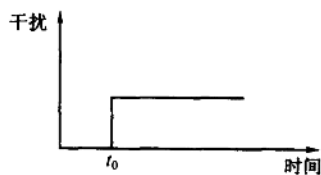


图 1-4 阶跃干扰

第三节 自动调节系统的品质指标

一、自动调节系统的过渡过程

自动调节系统的被调参数不随时间而变化的平衡状态称为自动调节系统的静态。静态并不是静止不动,静态时生产仍在进行,物料或能量仍有进有出,只是流入量与流出量相对平衡,被调参数处于相对稳定状态。例如,当蒸发器的蒸发量等于库房热负荷时,库温保持不变,但传热过程仍在进行。

系统的平衡是相对的、有条件的,不平衡才是绝对的、普遍的。当一个自动调节系统受到干扰作用时,系统的平衡就被破坏。但由于自动调节装置的调节作用,能使系统尽快地达到新的平衡。从旧的平衡状态破坏到新的平衡状态的建立,在这整个过程中,自动调节系统各环节和被调参数都处于变动之中,这时系统所处的状态叫自动调节系统的动态。在动态阶段,自动调节系统的被调参数是不断变化的,这种被调参数随时间变化的过程称为自动调节系统的过渡过程。

在自动调节系统中,当系统受到干扰后,了解被调参数能否稳定下来和怎样稳定下

来是非常必要的。对自动调节系统施加一个阶跃干扰,根据过渡过程中被调参数随时间的变化规律绘制成的曲线叫过渡过程曲线。不同的过渡过程曲线经归纳和典型化后,大约可以分为图 1-5 所示的几种形式。

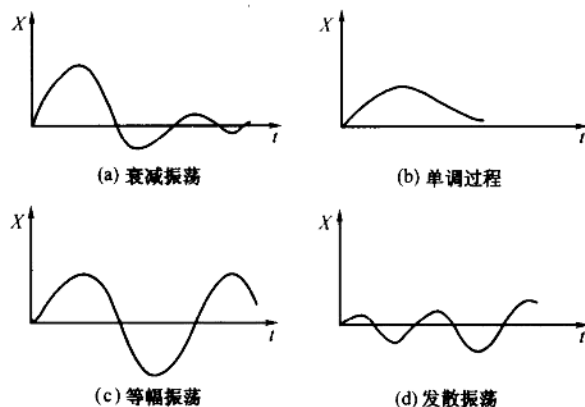


图 1-5 过渡过程曲线

曲线 (a) 是衰减振荡过程,被调参数经过一段时间逐渐趋向于给定值,是稳定过程。在多数情况下都希望能得到这种过渡过程曲线。曲线 (b) 是非周期的过渡过程,叫单调过程。被调参数能一次接近给定值而没有周期的变化,也是稳定的调节过程。曲线 (c) 是等幅振荡过程,它是一个不稳定过程。对于调节质量要求不高的调节对象,如果被调参数的振荡幅值始终在生产工艺允许的范围之内,而且振荡频率又不太高时可以考虑采用。曲线 (d) 是发散振荡过程,调节器作用的结果使被调参数的偏差越来越大。显然,这种调节系统不稳定,是不能使用的。

二、自动调节系统的品质指标

评价自动调节系统调节过程质量的好坏,常从分析过渡过程曲线入手。现讨论以下几个能标志自动调节系统调节质量的品质指标。

(一) 衰减率

自动调节系统的基本要求是它的稳定性。稳定性是指自动调节系统在外界干扰作用下,过渡过程能否达到新的稳定状态的性能。稳定程度常用衰减率 Ψ 来衡量。见图 1-6。

$$\Psi = \frac{X_1 - X_3}{X_1} \quad (1-1)$$

式中: X_1 ——过渡过程曲线第一个峰值;

X_3 ——过渡过程曲线第三个峰值。

衰减率可以用来判断过渡过程曲线是否衰减及衰减程度。当 $\Psi > 0$ 时,调节系统是稳定的,过渡过程曲线是衰减的, Ψ 越大,衰减得越快,图 1-5 所示曲线 (a)、(b) 属于这种情况;当 $\Psi \leq 0$ 时,调节过程是不稳定的,过渡过程曲线不发生衰减,其中,

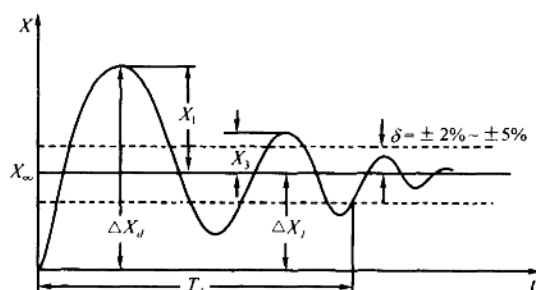


图 1-6 调节过程品质指标图

$\Psi = 0$ 时过渡过程曲线为等幅振荡, 如图 1-5 中曲线 (c); $\Psi < 0$ 时, 过渡过程曲线是发散的, 如图 1-5 中曲线 (d)。

通常认为 $\Psi = 0.75$ 比较理想。此时调节系统过渡过程收敛快慢适中, 过渡过程时间比较合理, 系统也比较稳定。

(二) 静态偏差 ΔX_s

静态偏差也叫残余偏差, 表示自动调节系统受到干扰作用后, 从原来的平衡状态过渡到新的平衡状态时, 被调参数新稳态值相对于给定值的偏差。

当系统受到干扰后, 在调节装置作用下, 被调参数能恢复到给定值时, $|\Delta X_s| = 0$, 这种系统称为无静差调节系统。若 $|\Delta X_s| > 0$, 则称为有静差调节系统。

调节系统对静态偏差的要求是由生产工艺决定的。如低温冷藏间允许静态偏差 $|\Delta X_s| \leq 1^\circ\text{C}$; 冷却物冷藏间 $|\Delta X_s| \leq 0.5^\circ\text{C}$, 船舱室舒适空调 $|\Delta X_s| \leq 2^\circ\text{C}$ 。

(三) 动态偏差 ΔX_d

动态偏差表示在调节过程中被调参数相对于给定值的最大偏差。稳定调节系统的动态偏差常出现在第一个波幅, 如图 1-6 所示。根据生产工艺要求, 低温冷藏间温度最大瞬时偏差不超过 5°C , 即要求 $|\Delta X_d| \leq 5^\circ\text{C}$ 。

(四) 调节时间 T_d

调节时间又叫过渡过程时间, 表示系统受到干扰后, 被调参数从发生变化开始, 到系统通过自动调节又处于新的稳定状态为止, 这一过程所需要的时间。被调参数达到新的稳定状态在理论上需要无限长的时间, 一般在被调参数进入稳定值的 $\pm 2\% \sim 5\%$ 范围时, 就可以认为调节系统已进入稳定状态了。

对不同的自动调节系统, 除了要求稳定性以外, 对于其他几项指标, 通常都希望它们小一些好, 但这样需要设置较复杂的自动调节装置。因此, 要根据调节对象的特性和生产工艺要求, 合理地确定各项品质指标。例如冷库制冷系统, 由于被调参数 (如温度、湿度) 的变化都比较缓慢, 因而对 ΔX_d 、 T_d 的要求可以适当放宽, 而对 ΔX_s 的要求则比较严格。再比如, 空调系统是为了改善工作与生活条件, 往往只对静态偏差提出要求, 对其他几项指标的要求也可以放宽。这样安排, 可以为自动调节系统的设计和调试带来方便。

第四节 调节对象的特性

自动调节系统性能的好坏，不仅与自动调节装置有关，还与调节对象的特性有关。只有弄清楚调节对象的特性，才能合理地选择调节方案，获得良好的调节质量。

调节对象的特性，是指在没有调节器情况下，对象受到阶跃干扰的作用时，被调参数随时间的变化规律。被调参数在变化过程中所表现出来的特性叫动态特性；被调参数在稳定情况下所表现出来的特性叫静态特性。

一、调节对象的容量及容量系数

任何一个调节对象，都能贮存一定的能量或物料。对象贮存能量或物料的能力称为对象的容量。调节对象之所以具有贮存能量或物料的能力，是由于其内部存在着某种阻力，阻碍能量或物料从调节对象中流出。图 1-7 所示的液位调节对象中，输出管路上的阀门是一个阻力元件，阻碍液体从调节对象中流出。这个液位调节对象的容量为容器所贮存的液体量。其容积 V 为：

$$V = FH \quad (1-2)$$

式中： F ——容器截面积；

H ——液位高度。

在图 1-7 所示的对象中，如果容器贮存液体量不变，即容量不变，现将容器竖直安装和横卧安装，并分别加入同样大小的干扰后，液位（被调参数）的变化显然是不同的。可见，容量这个概念并不能确切地反映调节对象受干扰作用后被调参数的变化情况。直接影响被调参数变化的是容量系数。

容量系数是指被调参数改变一个测量单位值时，调节对象容量的改变量。对于图 1-7 所示的液位调节对象，容量系数 C 为：

$$C = \frac{dV}{dH} \quad (1-3)$$

式中： dV ——容量的改变量；

dH ——被调参数的改变量。

由式 1-3 可知，如果对象的容量改变量 dV 一定，容量系数 C 越大，被调参数的变化 dH 越小。可见，容量系数是一个表征调节对象惯性的量。容量系数越大，惯性越大，调节对象在受干扰后，其被调参数的波动越小，这对调节是有利的。但一旦被调参数偏离了给定值，容量系数大的调节系统也不容易调回到给定值。

在不同的调节系统中，容量系数可以是常数（如图 1-7 中，容器的截面积就是容量系数），也可以是变数（如图 1-7 中的容器横卧安装）。容量系数 C 只与调节过程初始和终了两个状态有关，与调节过程本身无关，故此，容量系数是一个表征调节对象静

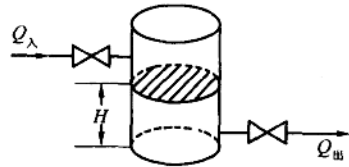


图 1-7 液位调节对象

态特性的量。

上面讨论的都是只有一个容量的对象，称为单容对象。实际生产中调节对象往往有两个或多个容量，它们之间通过某些阻力（水阻力、热阻等）隔开。这些容量可以互相串联，也可以互相并联。图 1-8 所示的双容对象，它是由两个容量串联而成，阀 3 构成两容量之间的阻力。若无此阀，则两容器液面将趋于相等，即 $h_1 = h_2$ ，调节对象就只有一个容量了。

在多容量对象中，当平衡遭到破坏后，被调参数在每个容量中将按不同的规律发生变化。根据调节对象的结构和对象中进行的过程，可分为流入侧容量和流出侧容量。这两个容量之间的比例对被调参数变化有严重影响。当其他条件相同时，增大流入侧容量系数将给调节工作带来困难，而增大流出侧容量系数则有利于调节。

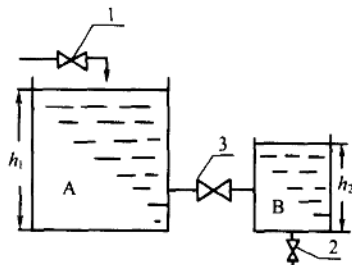


图 1-8 双容调节对象

1—阀 1 2—阀 2 3—阀 3

二、调节对象的自平衡和传递系数

当调节系统受到干扰，平衡遭破坏时，调节对象不借助调节装置的作用而只依靠本身的变化，使系统重新达到平衡，被调参数趋向一个新的稳定值。调节对象的这种性能叫调节对象的自平衡。

很多调节对象都具有自平衡能力。比如冷藏间这种调节对象，当库温稳定在 t_1 时，室外流入冷间的热量与制冷剂从冷间带走的热量相等，系统处于平衡状态。如果外界温度突然升高，传入冷间的热量就突然增加，冷间的温度也逐渐升高。由于蒸发器内外温差的增大，制冷剂从冷间带走的热量也增加，同时，传入冷间的热量将因室内外温差的减小而减少。当冷间温度升到某一定值 t_2 后，制冷剂带走的热量等于外界传入的热量，系统重新建立平衡。当然，重新平衡的温度要比原来的温度高一些。可以看出，调节对象的自平衡是以调节参数的稳态值发生变化为代价的。

调节对象自平衡能力的大小常用自平衡系数 ρ 来表示。

$$\rho = \frac{\Delta Q}{t_2 - t_1} \quad (1-4)$$

式中： ρ ——自平衡系数；

t_1 ——干扰前的库温；

t_2 ——干扰后的库温；

ΔQ ——热负荷变化幅度。

自平衡系数的物理意义是被调参数每变化 1 个测量单位所能克服的干扰量。

调节对象具有自平衡能力有利于改善调节质量。在相同的扰动下， ρ 值越大的调节对象，经自平衡后新稳定值的偏差就越小。因此，对一些要求不高，调节对象自平衡系数又很大的系统，可以设置简单的调节器。

自平衡系数的倒数称为调节对象的传递系数，也叫放大系数。即

$$K = \frac{1}{\rho} \quad (1-5)$$

式中, K 为传递系数, 其数值等于被调参数新旧稳定值之差与干扰幅度之比。

传递系数 K 表征调节对象的静态特性, 与被调参数的变化过程无关, 而只与过程的始态和终态数值有关。

一个调节对象的传递系数 K 值越大, 表示输入信号 (干扰) 对输出信号 (被调参数) 的稳态值影响越大; K 值小, 影响也小。当输入量与输出量是线性关系时, 该对象为线性对象, 此时 K 为常数; 若输入量与输出量为非线性关系时, 则称为非线性对象, 此时 K 为变数。传递系数的输入、输出关系见图 1-9。

传递系数大的对象, 自平衡能力较小, 调节起来比较灵活, 但稳定性差; 传递系数小的对象, 自平衡能力大, 调节不太灵活, 但稳定性好。

三、调节对象的时间常数

调节对象受阶跃干扰后, 被调参数随时间的变化规律可用一条曲线来表示, 这条曲线称为调节对象的反应曲线或飞升曲线。它反映了调节对象的动态特性, 故也称为动态特性曲线。图 1-10 是冷藏间在受到阶跃干扰作用后, 温度随时间的变化曲线。

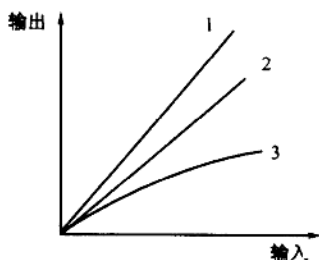


图 1-9 对象静态特性
1 - K 值大 2 - K 值小

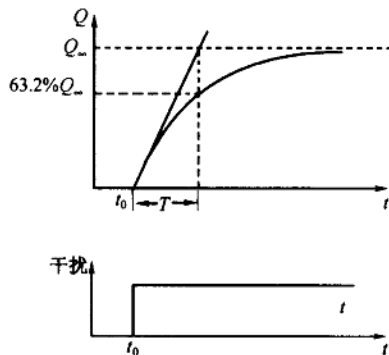


图 1-10 反应曲线与时间常数

由温度调节的动态特性曲线可以看出, 被调参数的变化速度在初始点最大, 以后逐渐下降, 最后为零。如果在动态特性曲线的初始点 t_0 作曲线的切线, 使其与新稳态值相交, 则从 t_0 点到该交点所对应的时间即为调节对象的时间常数 T 。它表示假若被调参数保持以初始的变化速度达到新的稳定值时所需的时间。

温度调节的动态特性曲线是一指数曲线。温度是时间的非周期函数。即

$$Q_t = Q_{\infty} (1 - e^{-\frac{t}{T}}) \quad (1-6)$$

式中: Q ——被调参数;

t ——时间;

e ——常数, 约为 2.718;