

制冷与空调专业教材

国内贸易部部编



中等专业学校教材

制冷与空调自动化

主编 单翠霞

中国商业出版社

国内贸易部部编中等专业学校教材

制冷与空调自动化

单翠霞 主编

中国商业出版社

图书在版编目(CIP)数据

制冷与空调自动化/单翠霞主编.

北京:中国商业出版社,1997.8

ISBN 7-5044-3500-7

I. 制… II. 单… III. ①制冷工程-自动化技术-专业学

校-②空气调节-自动化技术-专业学校-教材 IV. TB6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 17920 号

责任编辑:刘树林

特约编辑:谢明军

制冷与空调自动化

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

北京北方印刷厂印刷

1997年8月第1版 1999年2月第3次印刷

787×1092毫米 16开 14.75印张 368千字

定价:22.10元

* * * *

(如有印装质量问题可更换)

ISBN 7-5044-3500-7/TB·45

编 审 说 明

为适应建立社会主义市场经济体制的要求,我部于1994年颁发了财经管理类5个专业和理工类7个专业教学计划。1996年初印发了以上12个专业的教学大纲。《制冷与空调自动化》一书是根据新编《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财税、金融等体制改革的情况重新编写的。经审定,现予出版。本书是国内贸易部系统中等专业学校必用教材,也可供职业中专、职工中专、电视中专等选用,还可以做为业务岗位培训和广大企业职工的自学读物。

本书由辽宁省阜新市财贸学校单翠霞高级讲师主编,湖北省武汉市第二商业学校郑明华讲师副主编,山东省商业学校刘学浩高级讲师主审。

参加本书编写工作的有:单翠霞(绪论、第一章、第二章);山东省淄博市商业学校杨士勤(第三章);江苏省苏州市商业学校卢勇(第四章);湖北省武汉市第二商业学校郑明华(第五章)和邹新生(第六章)。

本书在编写过程中,曾得到山东省商业学校、浙江商业学校、阜新市财贸学校、武汉市第二商业学校、淄博市商业学校、苏州市商业学校等单位的大力支持与帮助,在此谨表谢意。

由于编写时间仓促,编者水平有限,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。

国内贸易部教育司

1997年5月

目 录

绪论	(1)
第一章 自动调节基本知识	(3)
第一节 自动调节系统的组成与方框图	(3)
第二节 自动调节系统的分类和干扰	(6)
第三节 自动调节系统的品质指标	(7)
第四节 调节对象的特性	(10)
第五节 调节器的分类和调节规律	(14)
第二章 制冷、空调系统参数检测和调节仪表	(23)
第一节 自动化仪表的基本知识	(23)
第二节 温度的检测与调节仪表	(26)
第三节 压力检测与调节仪表	(49)
第四节 湿度检测与调节仪表	(66)
第五节 液位检测与调节仪表	(69)
第六节 风速检测仪表	(78)
第七节 程序控制器	(81)
第三章 自动调节执行机构	(88)
第一节 恒压阀	(88)
第二节 电磁阀和电动阀	(93)
第三节 导阀式阀门	(98)
第四节 热力膨胀阀	(107)
第五节 其它自控阀	(110)
第四章 制冷机的自动控制和安全生产	(116)
第一节 活塞式制冷压缩机的自动控制和自动调节	(116)
第二节 螺杆式制冷压缩机的自动控制和自动调节	(124)
第三节 离心式制冷压缩机的自动控制和自动调节	(128)
第四节 溴化锂吸收式制冷机的自动控制和自动调节	(132)
第五章 制冷、空调系统的自动控制和自动调节	(141)
第一节 冷藏库的自动控制	(141)
第二节 制冷系统辅助装置的自动控制	(152)
第三节 空调系统的自动控制	(167)
第四节 电子计算机在制冷、空调系统中的应用	(173)
第五节 冷藏库制冷系统自动控制实例分析	(179)
第六节 空调系统自动控制实例分析	(187)
第六章 制冷、空调系统自控部件的安装、调试和系统的运行管理、维护	(192)
第一节 自控部件的安装和调试	(192)

第二节	自动控制系统的调试.....	(207)
第三节	自动控制系统的运行管理和常见故障.....	(214)
附录		(224)
附录 I	我国工业铜热电阻分度表.....	(224)
附录 II	我国工业铂热电阻分度表.....	(226)
附录 III	已被淘汰的铂热电阻分度表.....	(228)
附录 IV	10000 吨冷库氨系统原理图	(230)

结 论

自动化是机器与设备或生产过程,在不需要人直接干预下,按预定的目标或某种程序,经过逻辑推理、判断,普遍地实行自动测量、操纵等信息处理和过程控制的统称。通过自动化技术工具可以在一定程度上代替人的部分体力劳动和脑力劳动,从而增加人类改造自然界的能力。如今,自动化技术已渗透到人类生产和社会生活的各个领域,自动化程度已成为衡量一个国家科学技术和经济发展水平的重要标志。

一、制冷与空调系统自动化的意义

制冷与空调系统自动化是冷藏和空调技术中一项很重要的内容,是自动化技术在制冷与空调专业上的具体应用。制冷与空调系统自动化就是在制冷与空调系统中,设置相应的自动化仪表,执行机构、自动控制阀门等自动控制元件,组成自动调节装置,对制冷与空调系统中被控制的机器与设备或空间,按照预定的规律实行自动控制和自动调节。制冷与空调系统实现自动化以后,对提高系统运行的合理性、准确性、可靠性和安全性,降低能耗和管理经费,改善工人的劳动条件等都具有重要的意义。具体表现在:

(一) 制冷与空调自动化提高了系统运行的合理性和准确性

制冷与空调系统在运行中,由于所处的外界条件不同,系统所处的运行状态也不同,随着外界干扰因素的变化,系统也会发生变化,调节系统的运行状态,使之始终处在最合理的工况之下。如果采用人工调节,即使是具有丰富经验的操作工人,也难以做到及时、准确地使系统时时处于最佳工况运行。采用自动化装置以后,尤其是电子计算机应用于制冷与空调系统以后,可随时根据自动化仪表测出的制冷与空调系统的各种参数进行工况分析、综合判断、数据处理,并按照预先给定的调节规律控制投入运行的机器与设备,使系统的工作过程达到最优化,运行工况更合理,动作更准确。同时,也确保冷藏和空调系统的各项技术指标处于最佳数值,从而使食品冷加工和空气调节的质量得以提高。

(二) 制冷与空调系统自动化提高了系统运行的安全性和可靠性

在制冷与空调自动化系统中装有各种保护装置,可以对系统中的压力、压差、温度、液位、冷却水断水以及电动机的短路、过载等可能危及制冷机器与设备安全的情况进行保护。除上述保护外,离心式制冷机还装有防喘振保护;溴化锂吸收式制冷机还装有防冻、防晶和防止制冷剂水污染等装置。一旦出现故障,能及时切断制冷机的动力源,停止制冷机的运行,同时发出声、光报警信号并指示出事故发生的部位,以便及时排除故障。自动化系统的各种保护装置的反应较人工操作的眼观、耳听、手摸来得更迅速、更准确,从而提高了制冷与空调系统运行的安全性和可靠性。

(三) 制冷与空调系统自动化可降低能耗改善劳动条件和提高劳动生产率

制冷与空调自动化系统,通过各种自动调节装置,能对水系统及制冷压缩机的能量进行调节,始终根据负荷的大小适当地调节各种设备投入运行的数量,降低了水电等消

耗,提高了制冷效率。自动化装置能够代替人工许多复杂的手动操作,操作人员也不必在低温条件下工作,从而改善了操作工人的劳动条件,提高劳动生产率。

总之,制冷与空调系统自动化,是提高科学管理水平,提高系统的工作效率和安全性,提高能源利用率,降低生产消耗,改善劳动条件的一个必然途径。随着不断完善的新工艺、新设备的出现,以及自动化控制系统的进一步简化和完善,自动控制会在制冷与空调行业中更加普及,更加深化。

二、制冷与空调行业中自动化的发展概况

解放前,我国的制冷事业非常落后,冷藏库总容量不足3万吨,空气调节根本就没有,至于制冷与空调系统自动化就更是空白了。解放后,随着制冷与空调事业的飞速发展,相应的自动控制也得以产生和发展。我国制冷与空调行业自动化技术虽然起步较晚,但发展较快。从70年代初开始,我国已具备了自行设计制造制冷装置专用自动化仪表和自动控制阀门的能力,制冷与空调自动化也从制冷装置的安全保护起步,初步实现了库房温度的遥测与自动调节,制冷压缩机的安全保护、自动启停与能量调节,各种泵与风机的安全保护和自动启停,融霜、放空气、制冷压缩机加油等环节的自动控制。并先后建成了一批继电器控制和电子顺序控制器控制的自动化冷库。近年来,随着电子计算机的普及、发展和在制冷行业的应用,使制冷系统的自动化程度进一步提高。空调系统的自动化,已从工业空调扩展到舒适空调,空调系统的被控参数,可按照一定函数关系,自动跟踪室外参数的变化,保证人的舒适感和参数所要求的控制精度。目前,以电子计算机控制的制冷与空调系统,能对系统的各过程和各控制点的参数作巡回检测、工况分析、综合判断、数据处理、越限报警、制表输出等工作。

建国以来,我国制冷与空调系统自动化,虽然从无到有,发展很快,但还存在着普及不广,自动化程度不高等问题。随着我国科学技术的不断进步,自动化仪表功能的不断完善,自动化元件质量的不断提高和价格的下降,操作维修技术力量的不断加强,企业管理方法的不断改进和完善以及电子计算机各项功能的充分发挥,制冷与空调系统的自动化程度会不断提高。

三、学习本课程的要求

通过本课程的学习,要求学生掌握自动调节的基本原理,并能运用这些基本原理对自动调节系统进行定性分析;掌握制冷与空调系统中常用的各种自动化仪表、自动调节执行机构的基本结构和工作原理,了解其安装、调试及故障维修方法;掌握制冷机的安全保护和能量调节常用方法;掌握制冷与空调系统工艺上常用的自动控制和自动调节的基本方法,能识读继电器逻辑控制电气原理图,可以进行简单的工艺自动控制和自动调节的设计工作;了解制冷与空调自动化系统的调试步骤和方法。

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:

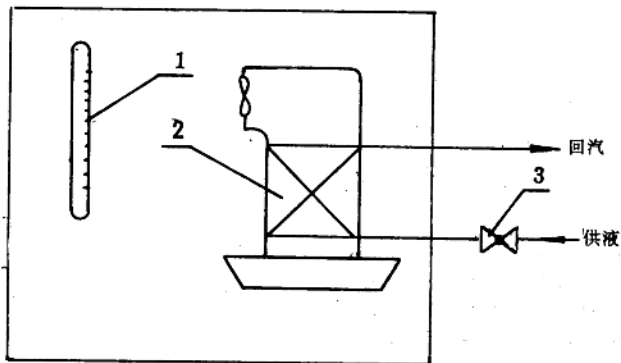


图 1—1 人工调节示意图

1. 温度计 2. 冷风机 3. 节流阀

- (1) 操作人员用眼睛观察温度计指标值;
- (2) 将温度计指示值与冷藏间规定的温度相比较,得出偏差;
- (3) 由偏差的方向决定调节方法,如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完成上述调节过程,这种调节称为自动调节。如图 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) 铂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) 电磁阀根据控制信号来决定其开启或关闭，从而对库温进行自动控制。

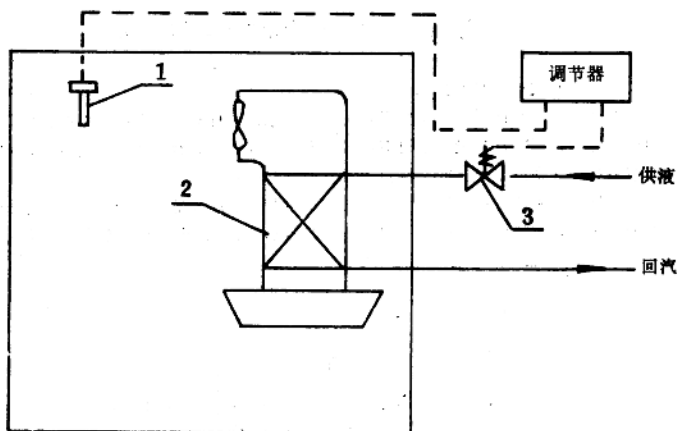


图 1-2 自动调节示意图

1. 铂热电阻 2. 冷风机 3. 电磁阀

由上面的分析可知，自动调节装置由三部分组成。

第一部分，敏感元件，或称一次仪表、测量元件（如上例中的铂热电阻）。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的仪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仪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出的分析判断。

第三部分，执行机构（如上例中的电磁阀）。执行机构是动力部件，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之内。执行机构代替了人工调节中人对手动阀门的调节。

自动调节装置虽然是多种多样的，但都必须包括敏感元件、调节器和执行机构这三部分，三者合理地结合起来就可以对受控对象实现自动调节。由此可见，自动调节系统

是由受控对象和自动调节装置所组成的复合系统，它借助于自动调节装置，模拟人工调节过程，使受控对象的各种参数能及时、准确、合理地变化，以满足生产工艺的要求。

为了便于分析自动调节系统，首先介绍几个常用术语。

(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。

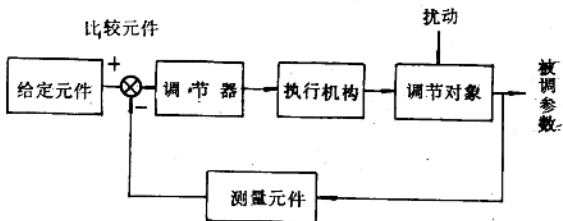


图1—3 自动调节系统方框图

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，形成一个闭合回路，这种系统称为闭环系统。信号不能形成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系统的输入端，并与给定值进行比较，这种将系统的输出信号又引回到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），我们希望通过调节能使其尽快地回到给定值。如采用正反馈，由于它是增强输入信号的，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。自动调节系统是一个自动负反馈的闭环系统。

从以上分析可见,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,指令执行机构动作,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。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其它参数的函数。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它参数(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的。

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,库房热负荷的大小,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。

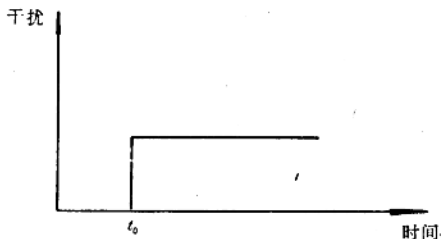


图 1—4 阶跃干扰

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，则在其它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。

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

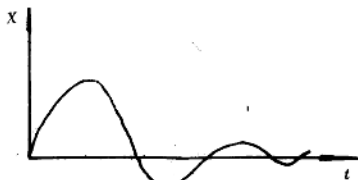
自动调节系统的被调参数不随时间而变化的平衡状态称为自动调节系统的静态。静态并不是静止不动，静态时生产仍在进行，物料或能量仍有进有出，只是流入量与流出量相对平衡，被调参数处于相对稳定状态。例如，当蒸发器的蒸发量等于库房热负荷时，库温保持不变，但传热过程仍在进行。

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。

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。

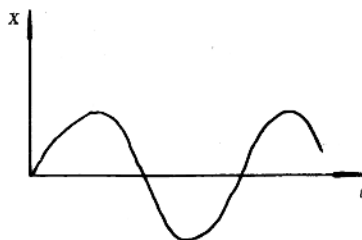
曲线(d)是发散振荡过程,调节器作用的结果使被调参数的偏差越来越大。显然,这种调节系统不稳定,是不能使用的。



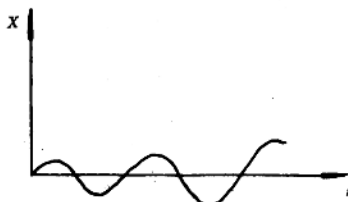
(a) 衰减振荡



(b) 单调过程



(c) 等幅振荡



(d) 发散振荡

图 1—5 过渡过程曲线

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, $\psi = 0$ 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 $\phi=0.75$ 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。

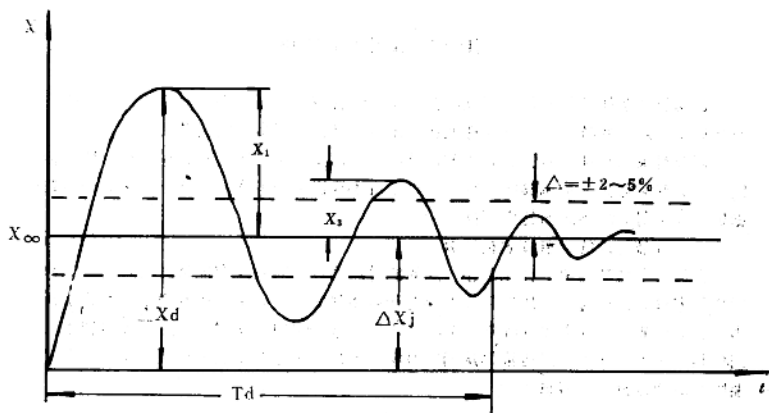


图 1-6 调节过程品质指标图

(二) 静态偏差 ΔX_j

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，此时， $|\Delta X_j| = 0$ ，这种系统称为无静差调节系统。若 $|\Delta X_j| > 0$ ，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 $|\Delta X_j| \leq 1^\circ\text{C}$ ；冷却物冷藏间 $|\Delta X_j| \leq 0.5^\circ\text{C}$ ；船用舒适空调 $|\Delta X_j| \leq 2^\circ\text{C}$ 。

(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。

对不同的自动调节系统，除了要求稳定性以外，对于其它几项指标，通常都希望它们小一些，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_0 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,对它几项指标的要求也可以放宽。这样可以为自动调节系统的设计和调试带来方便。

第四节 调节对象特性

自动调节系统性能好坏,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,是指在无调节器情况下,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能贮存的液体量。其容量 V 为

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

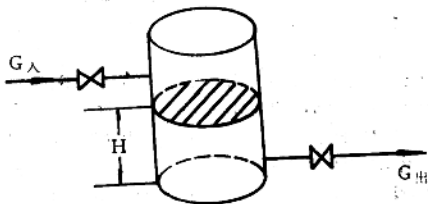


图1—7 液位调节对象

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, 容器的截面积即为容量系数), 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态特性的量。

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, 同时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。重新平衡的温度要比原来的温度高一些。

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 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