

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

Gongre Xitong
Tiaoshi Yu
Yunxing

供热系统调试与运行

(供热通风与空调工程技术专业适用)

本教材编审委员会组织编写

马志彪 主编



中国建筑工业出版社
China Architecture & Building Press

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

供热系统调试与运行

(供热通风与空调工程技术专业适用)

本教材编审委员会组织编写

马志彪 主 编

谭翠萍 副主编

贾永康 主 审

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

供热系统调试与运行/马志彪主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2005

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

ISBN 7-112-06915-7

I. 供... II. 马... III. 供热系统-高等学校: 技术学校-教材 IV. TU833

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 065070 号

本书是全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材。全书共分五章, 主要内容包括: 调节与控制装置、供热系统的初调节、供热系统的运行调节、热计量热水供暖系统的控制与调节、供热系统与设备的运行维护管理。

本书内容实用、新颖、系统、完整, 除作为教材外, 还可供从事供热工程设计、施工和运行管理的技术人员参考。

* * *

责任编辑: 齐庆梅 朱首明

责任设计: 刘向阳

责任校对: 刘 梅 王金珠

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

供热系统调试与运行

(供热通风与空调工程技术专业适用)

本教材编审委员会组织编写

马志彪 主 编

谭翠萍 副主编

贾永康 主 审

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京建筑工业出版社印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 7¼ 字数: 174 千字

2005 年 7 月第一版 2005 年 7 月第一次印刷

印数: 1—3,000 册 定价: 11.00 元

ISBN 7-112-06915-7

TU·6161 (12869)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本教材编审委员会名单

主 任：贺俊杰

副主任：刘春泽 张 健

委 员：陈思仿 范柳先 孙景芝 刘 玲 蔡可键

蒋志良 贾永康 王青山 余 宁 白 桦

杨 婉 吴耀伟 王 丽 马志彪 刘成毅

程广振 丁春静 胡伯书 尚久明 于 英

崔吉福

序 言

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会（原名高等学校土建学科教学指导委员会高等职业教育专业委员会水暖电类专业指导小组）是建设部受教育部委托，并由建设部聘任和管理的专家机构。其主要工作任务是，研究建筑设备类高职高专教育的专业发展方向、专业设置和教育教学改革，按照以能力为本位的教学指导思想，围绕职业岗位范围、知识结构、能力结构、业务规格和素质要求，组织制定并及时修订各专业培养目标、专业教育标准和专业培养方案；组织编写主干课程的教学大纲，以指导全国高职高专院校规范建筑设备类专业办学，达到专业基本标准要求；研究建筑设备类高职高专教材建设，组织教材编审工作；制定专业教育评估标准，协调配合专业教育评估工作的开展；组织开展教学研究活动，构建理论与实践紧密结合的教学内容体系，构筑“校企合作、产学研结合”的人才培养模式，为我国建设事业的健康发展提供智力支持。

在建设部人事教育司和全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会的领导下，2002年以来，全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会的工作取得了多项成果，编制了建筑设备类高职高专教育指导性专业目录；制定了“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”等专业的教育标准、人才培养方案、主干课程教学大纲、教材编审原则，深入研究了建筑设备类专业人才培养模式。

为适应高职高专教育人才培养模式，使毕业生成为具备本专业必需的文化基础、专业理论知识和专业技能、能胜任建筑设备类专业设计、施工、监理、运行及物业设施管理的高等技术应用性人才，全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会，在总结近几年高职高专教育教学改革与实践经验的基础上，通过开发新课程，整合原有课程，更新课程内容，构建了新的课程体系，并于2004年启动了“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”三个专业主干课程的教材编写工作。

这套教材的编写坚持贯彻以全面素质为基础，以能力为本位，以实用为主导的指导思想。注意反映国内外最新技术和研究成果，突出高等职业教育的特点，并及时与我国最新技术标准和行业规范相结合，充分体现其先进性、创新性、适用性。它是我国近年来工程技术应用研究和教学工作实践的科学总结，本套教材的使用将会进一步推动建筑设备类专业的建设与发展。

“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”三个专业教材的编写工作得到了教育部、建设部相关部门的支持，在全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会的领导下，聘请全国高职高专院校本专业享有盛誉、多年从事“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”专业教学、科研、设计的

副教授以上的专家担任主编和主审，同时吸收工程一线具有丰富实践经验的高级工程师及优秀青年教师参加编写。可以说，该系列教材的出版凝聚了全国各高职高专院校“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”三个专业同行的心血，也是他们多年来教学工作的结晶和精诚协作的体现。

各门教材的主编和主审在教材编写过程中认真负责，工作严谨，值此教材出版之际，全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会谨向他们致以崇高的敬意。此外，对大力支持这套教材出版的中国建筑工业出版社表示衷心的感谢，向在编写、审稿、出版过程中给予关心和帮助的单位 and 同仁致以诚挚的谢意。衷心希望“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”这三个专业教材的面世，能够受到各高职高专院校和从事本专业工程技术人员欢迎，能够对高职高专教学改革以及高职高专教育的发展起到积极的推动作用。

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会

建筑设备类专业指导分委员会

2004年9月

前 言

本书是全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐的“供热通风与空调工程技术”专业的专业课教材之一。全书共分五章，内容包括供热系统调节控制装置、初调节、运行调节、热计量供暖系统的调节控制、供热系统和设备的运行维护管理。

为了使本教材的内容比较实用、新颖、系统、完整，我们在书的章节编排上不同于以前的同类教材，在书的内容选用上尽可能介绍最新产品和技术。如用专门的一章介绍了热计量热水供暖系统的调节控制，在供暖系统运行调节一章中介绍了分阶段改变供水温度的量调节方法等。通过本教材的学习，不仅能使学生了解和掌握供热系统调试与运行方面的内容，为今后做好供热系统运行管理工作打下基础，而且能进一步加深学生对供热工程技术理解，从而有利于更好地做好供热工程的设计、施工工作。

参加本书编写的有内蒙古建筑职业技术学院马志彪、谭翠萍、曲俊峰，全书由马志彪副教授主编并统稿，谭翠萍副教授为副主编。具体编写分工是：绪论、第四章、第五章第一节由马志彪编写；第二章、第三章由谭翠萍编写；第三章第一、三节、第五章第二、三、四节由曲俊峰编写；第三章第二节由马志彪、曲俊峰合编。山西建筑工程职业技术学院贾永康副教授审核了全书，为本书的编写提出了许多宝贵的建议。

由于编者水平有限，有不足之处，敬请读者批评指正。

在此并向本书参考文献的作者表示感谢。

目 录

绪论	1
第一章 调节与控制装置	3
第一节 阀门的调节特性	3
第二节 散热器温控阀	6
第三节 平衡阀	9
第四节 自力式控制阀	15
第五节 气候补偿器	22
思考题与习题	24
第二章 供热系统的初调节	25
第一节 初调节的概念及必要性	25
第二节 初调节的方法	25
思考题与习题	37
第三章 供热系统的运行调节	38
第一节 运行调节的概念与必要性	38
第二节 热水供暖系统的运行调节	38
第三节 蒸汽供热系统的运行调节	59
思考题与习题	61
第四章 热计量热水供暖系统的控制与调节	63
第一节 热计量热水供暖系统的运行特点及热力工况与调节特性分析	63
第二节 热计量热水供暖系统的控制方案	66
第三节 循环水泵的变流量调节	75
思考题与习题	83
第五章 供热系统和设备的运行维护管理	84
第一节 供热系统和设备运行维护管理概述	84
第二节 热力站的运行维护管理	92
第三节 供热管网的运行维护管理	99
第四节 室内供暖系统的运行维护管理	101
思考题与习题	104
参考文献	106

绪 论

一、供热系统调试与运行调节的意义

目前,我国的供热系统与先进国家相比相当落后,具体体现在两个方面:一是供暖质量差,即供暖用户室内温度高低不均匀和不稳定,有的用户室温太高甚至开窗户,有的用户室温低于 16°C ,不断向政府或媒体投诉;同一用户有时室温太高,有时又室温太低。二是供暖能耗大,旧有建筑的供暖能耗指标是国外先进国家的2~3倍。造成我国目前供暖系统现状的原因有很多,其中最主要的原因之一是系统缺乏控制手段和科学合理的运行调节管理措施。

(一) 供暖系统的调试与运行调节是保证供暖质量的基本条件

我国的旧有供暖系统上调节控制的阀门通常是普通的闸板阀、截止阀或蝶阀。因此,系统只有简单的静态调节手段,当系统的实际运行水力工况与设计水力工况不同时,靠系统的调节很难使系统水力平衡,因而造成系统水力失调,供暖用户的流量供需不一致,流量供大于求的供暖用户室温高,流量供小于求的用户室温低,即供暖质量差。若供暖系统根据自身特点,在相应的部位装设调节性能好,甚至可自动调节的调节阀和温控器,在设计、施工质量保证的前提下,通过合理的初调节可保证供暖用户的流量供需基本一致,各用户的室温基本均匀,从而可保证供暖系统的供暖质量。

供暖系统各热用户室温不均匀主要是系统不能很好地初调节,导致系统水力失调造成的。热用户室温高低不稳定主要是供暖没有或不能进行很好的运行调节造成的。我国现有供暖系统大多数缺乏运行调节的自动调节控制装置,热源运行操作人员又缺乏运行调节知识,很多燃煤锅炉房的运行操作人员凭感觉烧锅炉,因而出现了“天气越热,用户室温越高;天气越冷,用户室内温度越低”的现象。若供暖系统有较完善的运行调节自控装置,再加上热源操作人员科学合理的运行操作,供暖用户的室温就不会随室外温度的变化而不稳定,从而可保证供暖系统的供暖质量。

(二) 供暖系统的调试与运行调节是建筑节能的主要措施

建设部于1986年颁布了我国第一部建筑节能标准,即《民用建筑节能设计标准》(采暖居住建筑部分)(JCJ 26—86),目标是在1980、1981年当地通用设计的基础上节能30%。1995年12月建设部又批准了上述标准的修订稿,并自1996年7月1日起实施,目标节能率为50%。节能标准提出的目标应通过两个方面的措施来达到,一是建筑围护结构的节能措施,二是供暖系统的节能措施。

供暖系统通过初调节能基本达到水力平衡,这是供暖系统节能措施之一。没有调节装置从而不能进行良好调节的供暖系统,其能源浪费体现在两个方面:一方面由于系统水力不平衡,用户冷热不均匀,为了将不热的部分用户的室温提高到要求范围之内或尽量提高,热源的供水温度需要提高,供暖时间也需要延长,而此时很多原来热的用户室温过高,可能开窗户,由此导致供暖系统的能源浪费。另一方面由于系统水力不平衡,用户冷

热不均匀,为了让不热的用户热起来,热源的循环水泵扬程加高、流量加大、运行时间加长,这无疑也大大增加了供暖系统的能耗。所以,在供暖系统中设置高质量、可自动调节的调节装置,以及在供暖系统运行时进行科学合理的初调节是供暖系统的主要节能措施之一。

供暖系统通过运行调节管理,使各用户的室温基本稳定也是供暖系统节能的主要措施。不能或没有进行合理运行调节的供暖系统,会出现室外温度高的时候用户室温太高,甚至有开窗户的现象,这种现象肯定会导致热能的浪费,若供暖系统设置了运行调节相关的装置和设备,可进行合理的运行调节,可以避免这种现象的发生,这样既能保证供暖质量又可节能。

二、本课程的主要内容

本课程主要以集中的热水供暖系统为对象,介绍供暖系统调试、运行调节与维护管理方面的以下几部分内容:

(一) 调节与控制装置

当前国内外出现了一些新型的供暖系统初调节和运行调节的调节控制装置,如散热器温控阀、平衡阀、自力式控制阀、气候补偿器。这些装置的构造、性能、工作原理、应用场合、选型方法都是我们要学习掌握的。

(二) 供热系统的初调节

热水供暖系统的水力平衡是保证系统节能和有良好供暖效果的关键。所以,本书介绍了热水供暖系统初调节的概念、必要性及各种调节方法。

(三) 供热系统的运行调节

供暖系统的运行调节是供暖系统调试与运行更关键的内容,随着自控和计算机技术的发展,运行调节方法更科学、更自动化。所以,深入了解供热系统的各种运行调节方法,能针对供暖系统的特点,选择和应用先进的调节方法,这是学习本课程的主要目的之一。

(四) 热计量热水供暖系统的调节与控制

供暖系统的分户控制与计量,是供暖体制改革势在必行的课题。热计量热水供暖系统由于用户的自主调节,给供暖系统的调节控制提出了新问题,因此,要详细了解热计量供暖系统的运行特点、散热器的热力工况、不同供暖系统的控制方案、循环水泵的变流量调节等内容。

(五) 供热系统和设备的运行维护管理

本书最后一部分介绍了供暖系统和设备运行维护管理的概念、分类、内容及运行维护管理的人员资格与配置,介绍了热力站、供热管网、室内供热系统的运行维护管理方法、常见故障及其处理方法。

三、供热系统调试与运行管理技术的发展

随着供暖技术、自动控制与计算机技术的发展,在国家建筑节能法规逐步实施,供暖收费制度改革深入,居民用热观念转变的条件下,将传统的、难以控制的低效率的稳态供暖系统改变成先进的、充分自动控制的、高效节能的动态供暖系统是今后供热系统调试与运行管理的发展目标。但这一目标的实现,不仅需要政府的支持和各方面各部门的协作,而且需要大量的资金、技术和人力的投入。理论分析、试点实践、国外经验综合表明:动态控制调节的供暖系统能够大量节能、提高供热品质,加速回收添置控制功能所增加的投资。所以,供热系统动态运行调节控制向自动化、计算机化发展的目标一定能实现。

第一章 调节与控制装置

为保证供热系统在规定的流量下运行，达到室内所要求的温度，除设计合理外，还需进行正确的调节。而对于供热系统无论是初调节，还是运行调节，流量调节都是关键的一环。要想实现流量调节和室温控制，就必须采用各种调节和控制装置。

本章重点介绍各种调节与控制装置的构造、性能及工作原理。

第一节 阀门的调节特性

阀门的调节特性是指阀门的流量特性和阻力特性。阀门的流量特性反映了阀门本身特有的调节性能，而阻力特性反映了阀门的流通能力。

一、流量特性

流量特性是指介质流过阀门的相对流量与阀门相对开度之间的关系，即：

$$\bar{G} = f(\bar{L}) \quad (1-1)$$

$$\bar{G} = \frac{G}{G'} \quad (1-2)$$

$$\bar{L} = \frac{L}{L'} \quad (1-3)$$

式中 $\bar{G}$ ——相对流量；

$\bar{L}$ ——相对开度；

G, G' ——分别为阀门任意开度及全开时的流量；

L, L' ——分别为阀门的任意开度及全开度。

一般情况下，改变阀门的阀芯与阀座之间的节流面积，便可调节流量。但实际上由于各种因素的影响，在节流面积变化的同时，还会发生阀前阀后压差的变化，而压差的变化也会引起流量的变化。因此，流量特性有理想流量特性和工作流量特性两个概念。

(一) 理想流量特性

所谓理想流量特性是指阀门前后压差固定不变的情况下得到的流量特性。

对于任一阀门，其水力特性满足：

$$\Delta H = SG^2 \quad (1-4)$$

式中 ΔH ——阀门前后压差， mH_2O ；

S ——阀门的阻力特性系数， $\text{mH}_2\text{O}/(\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1})^2$ ；

G ——通过阀门的流量， m^3/h 。

根据理想流量特性的定义，我们研究阀门理想流量特性，实质上就是在上式中 ΔH 固定不变的条件下，研究阀门阻力系数 S 与流量 G 之间的关系。因为阀门阻力系数 S 只取决于阀门的本身结构，所以，理想流量特性是阀门本身固有的特性，它直接反映了阀门的

调节性能。

典型的理想流量特性有线性流量特性、等百分比流量特性和快开流量特性。

图 1-1 所示为理想流量特性曲线图，横坐标表示相对开度 $\bar{L}$ ，纵坐标表示相对流量 $\bar{G}$ 。图中曲线 1 为线性流量特性曲线，曲线 2 为等百分比流量特性曲线，曲线 3 为快开流量特性曲线。

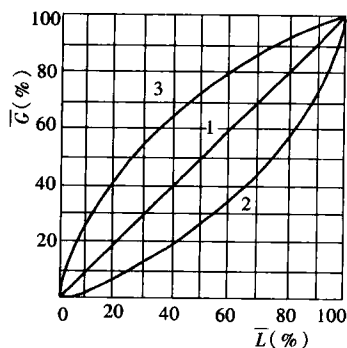


图 1-1 理想流量特性曲线

1. 线性流量特性

从图 1-1 上可以看出线性流量特性曲线 1 实际上是一条直线，它表示阀门的相对流量 $\bar{G}$ 与相对开度 $\bar{L}$ 成直线关系，即当阀门从小逐渐开大时，相对流量增加的百分比和阀门相对开度增加的百分比相同。如图所示，当相对开度从 10% 开大到 20% 时，相对流量也从 10% 增加到 20%；当相对开度从 40% 开大到 50% 时，相对流量从 40% 增大到 50%；当相对开度从 80% 开大到 90% 时，相对流量同样也从 80% 变化到 90%。

以相对开度 10%、40% 和 80% 三点看，其相对开度变化 10% 所引起的相对流量的变化是相等的，均为 10%，

但流量变化量分别为：

$$\frac{20 - 10}{10} \times 100\% = 100\%$$

$$\frac{50 - 40}{40} \times 100\% = 25\%$$

$$\frac{90 - 80}{80} \times 100\% = 12.5\%$$

可见，线性特性在开度变化相同时，在小开度下流量的变化量大；在大开度下，流量的变化量小。因此，在小负荷时流量调节过于灵敏，不容易控制，与系统配合不好会产生振荡，有时甚至可能关死阀门。在大负荷时，调节不容易及时，调节不灵敏。

2. 等百分比流量特性

从图 1-1 可以看到，等百分比流量特性曲线 2 是向下弯的一条曲线。当相对开度从 10% 开大到 20% 时，相对流量将从 4.67% 增加到 6.58%；相对开度从 40% 增大到 50% 时，相对流量从 18.3% 增大到 25.6%；相对开度从 80% 变为 90% 时，相对流量从 54.7% 变为 76.4%。相对应的流量变化量分别为：

$$\frac{6.58 - 4.67}{4.67} \times 100\% = 40\%$$

$$\frac{25.6 - 18.3}{18.3} \times 100\% = 40\%$$

$$\frac{76.4 - 54.7}{54.7} \times 100\% = 40\%$$

由以上分析可以看出，当相对开度增加量相同时，阀门在任何开度下所引起的流量变化量是相等的。如在上述分析中，相对开度在 10%、40% 和 80% 三个点上均增加 10%，所引起流量的变化量皆为 40%。因此，具有等百分比流量特性的阀门，其特点是流量的变

化量和相对开度的增强量成直线关系。

具有该流量特性的阀门，其调节性能优于线性流量特性的阀门，小开度下流量的调节量小，大开度下流量的调节量大。也就是说在小负荷时，流量变化小；在大负荷时，流量变化大。这符合实际供暖效果的要求。因此，这种阀门在接近全关时，工作缓和平稳，而在接近全开时，工作灵敏有效，它适合于负荷变化幅度大的系统。

3. 快开流量特性

图 1-1 中曲线 3 是快开流量特性曲线，该曲线是一条向上凸起的曲线。当相对开度比较小时，就有较大的流量，随着相对开度的增大，流量很快就达到最大值。这种阀门调节性能较差。因此，只能起关断作用，不能用来调节流量。

对于以上三种理想流量特性，只有具有线性流量特性和等百分比流量特性的阀门，才具有良好的调节性能，才能称为调节阀。具有等百分比特性的调节阀，其调节性能优越于具有线性流量特性的调节阀，如我们后面要讲的平衡阀。普通的调节阀、蝶阀的流量特性接近于线性特性。这几种调节阀的调节性能目前国内属于比较好的。目前通用的闸阀、截止阀属于快开流量特性，只起关断流量的作用。因此，在供热系统中，应优先选用等百分比流量特性的调节阀。

(二) 工作流量特性

前面所讲的理想流量特性是在阀门前、后压差固定不变的情况下得到的，但在实际使用时，阀门装在具有阻力的管道系统上，阀门前后压差不可能保持不变。因此，尽管阀门在同一开度下，通过阀门的实际流量与理想特性时所对应的流量也不会相同，所以还必须研究工作条件下的流量特性。

所谓工作流量特性是指阀门前、后压差随工况变化的情况下，所得到的流量特性，即相对流量 $\bar{G}$ 与相对开度 $\bar{L}$ 之间的关系。

图 1-2 所示为阀门在供热系统中处于工作状态的情形。 ΔH_f 为阀门的压降， ΔH_x 为系统阻力压降（不包括阀门）， ΔH 为系统总压降，系统总压降应为阀门压降与系统阻力压降之和。

若令：

$$S_f = \frac{\Delta H'_f}{\Delta H'_f + \Delta H_x} \quad (1-5)$$

式中 S_f ——阀门的调节能力，也称阀权度；

$\Delta H'_f$ ——阀门全开时的压降。

S_f 在数值上等于阀门在全开状态下，阀门压降占系统总压降的百分比。

若供热系统中管道、设备无阻力损失时，即系统的总压降全部落在阀门前时， $\Delta H_x = 0$ ， $S_f = 1$ ，阀门的实际工作特性与理想特性是一样的。当 S_f 值不同时，阀门的工作流量特性亦不同。图 1-3 所示为阀门的工作流量特性曲线图，(a) 图为线性流量特性，(b) 图为等百分比流量特性。它反映了阀门在实际工作中相对流量 $\bar{G}$ 与相对开度 $\bar{L}$ 的关系。

从图中我们可以看到，随着管道系统阻力 ΔH_x 的增加， S_f 值的减小，阀门的工作特性曲线与理想流量特性曲线的偏畸越来越大。直线流量特性渐趋快开特性，等百分比流量

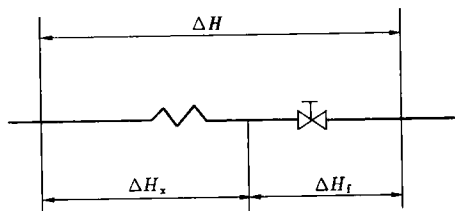


图 1-2 阀门工作状态

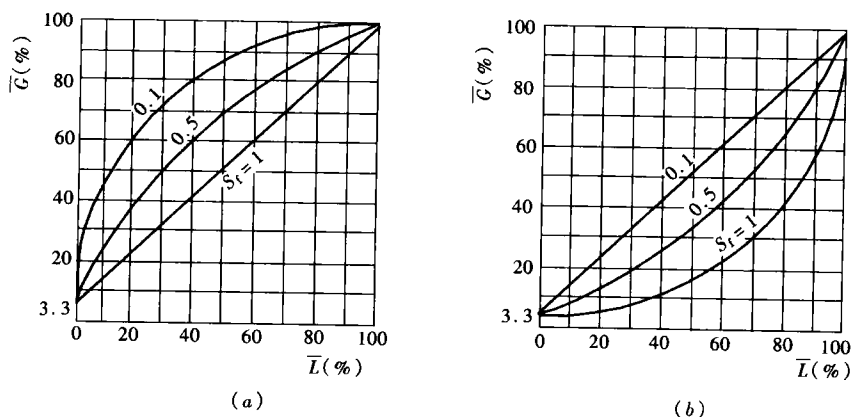


图 1-3 工作流量特性曲线
(a) 线性流量特性曲线；(b) 等百分比流量特性曲线

特性渐趋直线特性。

出现阀门工作流量特性偏离理想流量特性的原因是因为阀门在工作状态下，决定供热系统流量和压降的主要因素是系统的总阻力特性，而不单纯是阀门本身的阻力特性。因此，阀门本身的阻力特性系数（或压降）在整个供热系统的阻力特性系数（或压降）中所占比重越大，阀门的工作流量特性越接近于理想流量特性。

二、阻力特性

阀门的阻力特性方程 $\Delta H = SG^2$ 还可写成下式

$$G = K_v \sqrt{\Delta H} \quad (1-6)$$

式中 K_v ——阀门的流量系数，它反映了阀门在某一开度下的流通能力。对应不同开度有不同的 K_v 值， K_v 值越大，说明阀门的流通能力越大。 K_v 值与阻力系数 S 有如下关系：

$$K_v = \frac{1}{\sqrt{S}} \quad (1-7)$$

可见，随着开度的变化， K_v 和 S 的变化方向相反，即开度减小， S 增大， K_v 减小；反之，当开度增大时， S 减小， K_v 增大。因此，改变阀门的开度，实质上就是改变了阀门的阻力，从而改变 K_v 值，达到调节流量的目的。

通常将不同口径阀门的流量系数 K_v 与相对流量 $\bar{G}$ 和相对开度 $\bar{L}$ 的关系在实验台上进行测定，并绘制成曲线，该曲线称为阀门的阻力特性曲线。利用阻力特性曲线可以进行阀门的选型和阀门开度的确定。

第二节 散热器温控阀

散热器温控阀能自动调节进入散热器的流量，达到室内恒温的目的。

一、散热器温控阀的构造及工作原理

散热器温控阀又称恒温阀、恒温器，它是由恒温控制器和阀体两部分组成。恒温控制器包括感温元件、囊箱、弹簧等，感温元件是恒温控制器的核心部分，也称作温度传感

器。根据温度传感器的位置区分，恒温控制器有内置式与外置式两种，图 1-4 所示为内置式传感器温控阀结构简图。在温控阀感温元件内充有感温介质，能够感应环境温度，随感应温度的变化产生体积变化，带动阀芯产生位移，进而调节通过散热器的水流量来改变散热器的散热量，从而达到自动调节室内温度的目的。

室内温度可以人为设定，在温控阀恒温控制器的外壳上标有温度标尺，即 1, 2……一组数字，每一个数字对应一个温度。旋转恒温控制器的手柄，箭头对应的刻度就是所设定的温度，如图 1-5 所示为散热器温控阀外观图。恒温控制器具有防冻装置及限制和锁定温度设定点的功能，在其上具有锁定卡环，当锁定卡环被插入感温元件头的不同位置时，囊箱下面的弹簧的伸缩长度被限制，即等于改变了室温的给定值，此时弹簧上的作用力与囊箱压力达到了一种新的平衡，进而使室内温度达到不同的数值。室内温度的可调范围一般为 6~28℃。温控阀的阀体具有较佳的流量调节性能，其阀杆采用密封活塞形式，在恒温控制器的作用下做直线运动，带动阀芯运动以改变阀门开度。

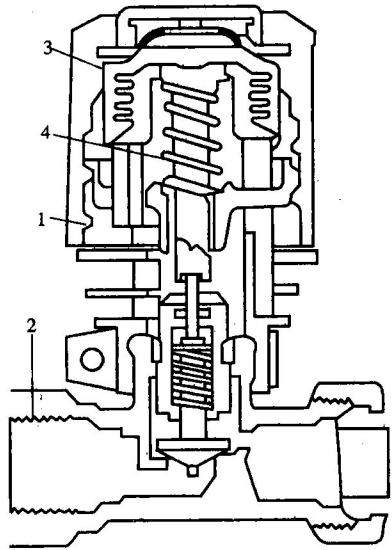


图 1-4 散热器恒温阀
1—感温元件；2—阀体；
3—囊箱；4—弹簧

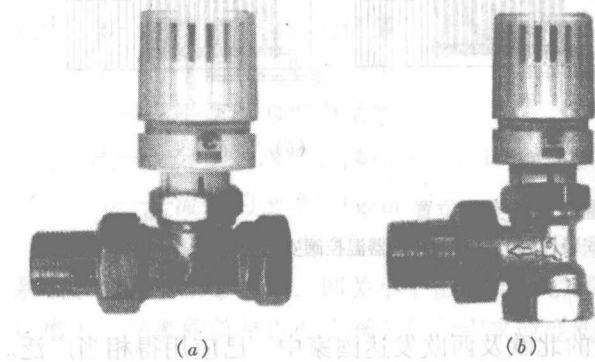


图 1-5 散热器温控阀外观图
(a) 直通式散热器温控阀；(b) 角式散热器温控阀

散热器温控阀是一种节能产品，其工作原理是利用恒温控制器中感温元件来控制阀门开度的大小。当室内温度超过设定值时，感温元件中的感温介质受热膨胀，使囊箱内的压力增大，压缩阀杆使阀门关小，减少进入散热器的流量，进而达到降低室内温度的目的。当室内温度低于设定值时，感温元件因冷却而收缩，使囊箱内的压力降低，阀杆带动阀芯产生位移，使阀门开大，增加进入散热器的流量，达到提高室温的目的。

由温控阀工作原理可以得知，温度传感器是构成温控阀的核心部分，它对实现温控阀对室温的控制起着重要的作用。一个好的传感器应能正确感应房间的实际温度变化，以控制阀体做出正确的动作。

由于安装条件等因素的影响，房间实际温度与设定温度值往往有偏差。房间实际温度的变化会使传感器体积比例的变化，从而使阀门阻力和流量也相应地发生比例变化，导致散热器散热量比例的变化，最终控制室温变化。因此，散热器温控阀也可看成是一个比例控制器，即根据房间温度与温控阀温度设定值的偏差，按比例调节阀门开度。阀门的开度

保持在相当于需求负荷的位置处，使其供水量与室温保持稳定，最终可根据室温变化时的流量做连续的线性调节。

散热器温控阀的比例调节范围通常用比例带来表示。所谓比例带是指相对于某一温度设定值，散热器温控阀从全开到全关位置的室温变化范围。通常比例带为 $0.5 \sim 2^{\circ}\text{C}$ ，温控阀的比例调节范围一旦超出比例带范围，温控阀将自动关闭。

二、散热器温控阀的安装位置

散热器温控阀一般安装在供暖房间散热器的进水管上或分户采暖系统的总入口进水管上。

由于温控阀的工作受诸多因素影响，其传感器只有感受到房间的温度才能对其进行控制，所以温控阀的安装位置很重要。

对于内置式传感器的温控阀应尽量采用水平安装，并且要安装在室内空气能够自由流通的地方，以防管道、阀体的热辐射使传感器误以为房间温度要比实际设定的室温高，而导致恒温控制器的错误动作。但当温控阀的传感器被长窗帘或暖器罩覆盖而无法感受室内温度时，就必须采用外置式传感器的温控阀，将传感器放置在它可能探测到正确房间温度的地方。

如图 1-6 所示为散热器温控阀的安装位置，(a) 图所示为内置式传感器温控阀的安装位置，(b) 图所示为外置式传感器温控阀的安装位置。

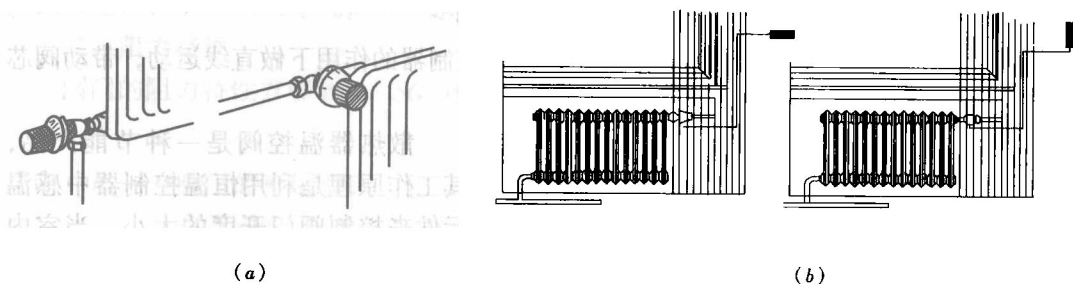


图 1-6 温控阀的安装位置

(a) 内置式传感器温控阀安装；(b) 外置式传感器温控阀安装

三、散热器温控阀的调节作用

散热器温控阀在以热水供热系统为主的北欧及西欧发达国家中，已应用得相当广泛。尤其是在世界能源危机后，已列入各国建筑节能法规中。而我国尽管起步较晚，但由于温控阀在供热系统中的独特作用，目前在分户计量的实施过程中已被广泛应用。

散热器温控阀安装在供热系统中，主要有以下作用：

1. 恒温控制，提高室内热环境的舒适度

温控阀安装在每组散热器的进水管上，用户可根据对室温高低的要求，调节并设定室温。当室内获得“自由热”，如阳光照射、炊事、照明、电器及居民等散发的热量而使室温有升高趋势时，温控阀会及时减少流经散热器的水量，保持室温恒定，以提高室内热环境的舒适度。

2. 节能

通常采暖设备的选型是按照冬季室外计算温度下满足室内温度需要的原则来确定的。

而室外温度逐时逐刻都在变化,当室外实际温度高于室外计算温度时,耗热量将会降低。如不采取措施,将会造成能量的浪费。因此,利用温控阀预先设定室温,根据室外气候的变化自动调节流量,以达到节能的目的。另外,根据温控阀的原理,可以充分利用自由热,同样可减小能耗,达到节能的目的。

3. 避免房间冷热失调现象

由于供热房间每组散热器安装了温控阀,可以确保各房间的温度,避免了立管水量不平衡以及单管系统上层与下层室温不均的问题。在双管系统中设置散热器温控阀,可以消除由于自然压差造成的上热下冷的垂直失调现象。在单管系统中应用温控阀,必须安设跨越管。

第三节 平衡 阀

一、平衡阀的构造及工作原理

(一) 平衡阀的工作原理

平衡阀亦称静态平衡阀、手动平衡阀,它属于调节阀范畴。其工作原理是通过改变阀芯与阀座的间隙(即开度)来改变流经阀门的流动阻力,以达到调节流量的目的。平衡阀相当于一个局部阻力可以改变的节流元件,对于不可压缩流体,根据流体力学流量方程式可得:

$$G = \frac{F}{\sqrt{\xi}} \cdot \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho}} \quad (1-8)$$

式中 G ——流经平衡阀的流量, m^3/h ;

F ——平衡阀接管截面积, m^2 ;

ξ ——平衡阀的阻力系数;

P_1 、 P_2 ——分别为阀前、阀后压力, 10^5Pa ;

ρ ——流体的密度, kg/m^3 。

由上式可以看出,当 F 一定,阀前、后压差不变的情况下,流量 G 仅与平衡阀阻力系数 ξ 有关。当 ξ 增大,即关小平平衡阀时, G 减小;反之,当 ξ 减小,即平衡阀开大时, G 增大。平衡阀就是以改变阀芯的行程来改变阀门的阻力系数,以达到调节流量的目的。

若令 $K_v = \frac{F}{\sqrt{\xi}} \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho}}$, 即可得到平衡阀阻力特性方程

$$G = K_v \sqrt{\Delta P}$$

式中 K_v 为平衡阀的流量系数,它在数值上的含义就是平衡阀前后压差为 10^5Pa 时,通过平衡阀的流量值。 K_v 可用来比较不同型号、不同开度平衡阀的流通能力。

对某一给定的平衡阀, K_v 仅与 ξ 有关,而 ξ 又与平衡阀的开度有关,若开度不变,则平衡阀的流量系数 K_v 不变,即流量系数 K_v 由开度而定。因此平衡阀每一个开度值都对应于一个 K_v 值。通过在试验台实测可以获得不同开度下不同型号平衡阀的流量系数。若以横坐标表示平衡阀的相对开度 $\bar{L}$,纵坐标表示平衡阀的流量系数 K_v ,将试验台上测得的不同开度、不同型号平衡阀的流量系数 K_v 值绘制在坐标图上即得平衡阀的流量系数