



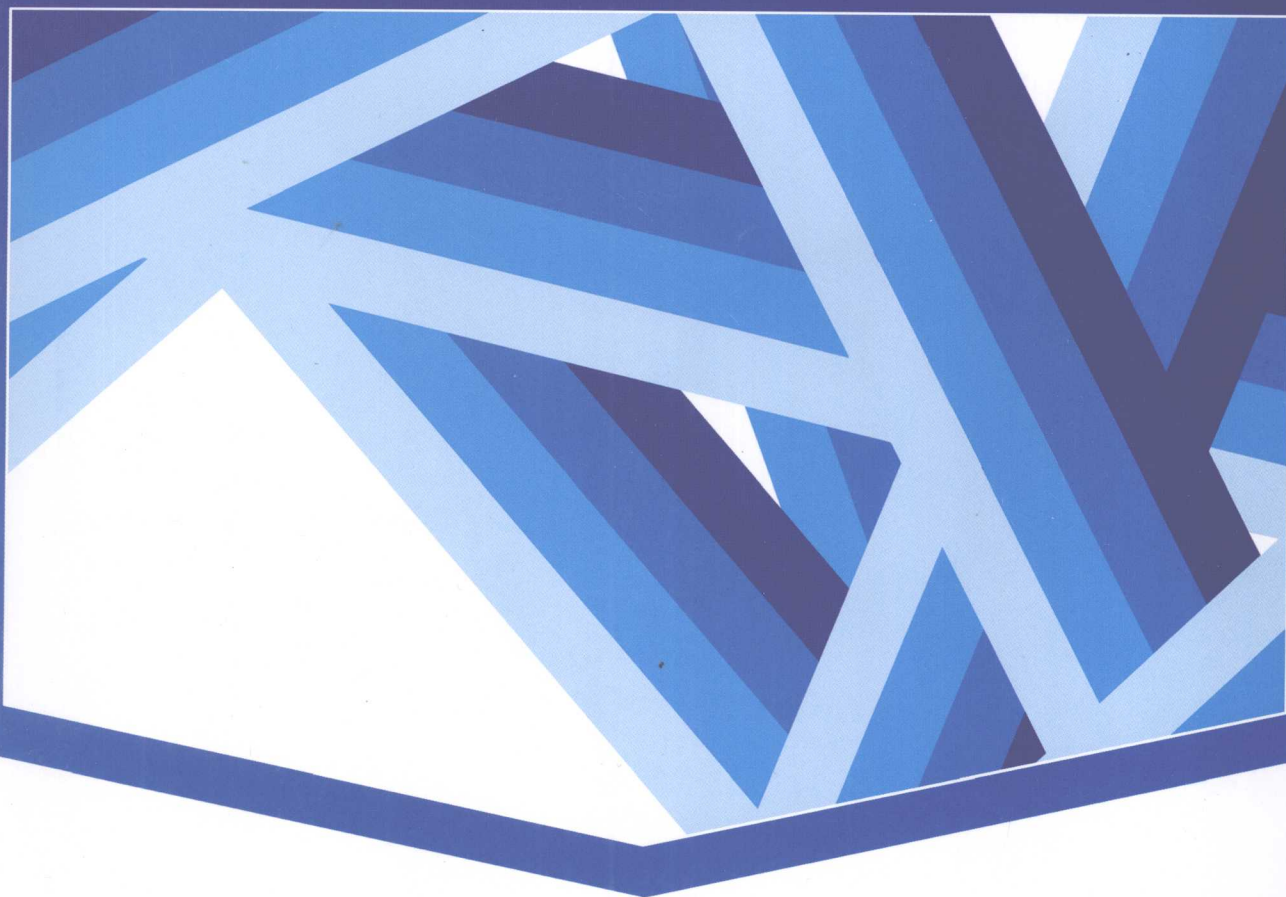
全国中等职业技术学校教材

建筑类

暖通设备 基础知识



中国劳动社会保障出版社



全国中等职业技术学校建筑类教材

暖通设备基础知识

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

暖通设备基础知识/李社虎主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2008

全国中等职业技术学校建筑类教材

ISBN 978-7-5045-6943-1

I. 暖… II. 李… III. ①采暖设备-基本知识②通风设备-基本知识 IV. TU83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 043224 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

*

北京谊兴印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15.25 印张 360 千字

2008 年 4 月第 1 版 2008 年 4 月第 1 次印刷

定价: 25.00 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: 010-64954652

前 言

随着我国建筑业的迅猛发展,建筑企业对技术工人的知识和技能水平以及相关的职业教育和培训提出了更高、更新的要求。为了适应行业发展的需要,更好地满足中等职业技术学校建筑类专业的教学要求,我们根据劳动和社会保障部培训就业司颁布的《建筑类专业教学计划与教学大纲》,组织全国有关学校的一线教师 and 行业专家,对原中等职业技术学校建筑类教材进行了修订,同时,还开发了部分新教材。

新版教材按照“建筑施工”和“建筑设备安装”两个专业方向设计,其中,建筑施工方向包括《建筑识图与构造(第二版)》《建筑力学与结构(第二版)》《建筑材料(第二版)》《建筑工程测量》《建筑预算与管理(第二版)》《现代化施工组织与管理》《建筑施工工艺》《建筑施工工艺操作技能手册》等教材;建筑设备安装方向包括《建筑概论》《安装工程识图(第二版)》《电工电子基础知识》《暖通设备基础知识》《建筑智能技术与技能训练》《暖通设备安装工艺与技能训练》《电气设备安装工艺与技能训练》《管道安装工艺与技能训练(第二版)》等教材。学校也可根据专业教学的实际情况将教材进行重新组合。

这次新版教材的编写主要做了以下几方面的工作:

第一,突出职业教育特色,重视实践能力的培养。根据建筑企业用人的实际需要,合理确定知识和能力结构,适当调整专业知识的深度与难度,同时增大技能训练内容在教材中的比例。

第二,根据建筑行业的现状及发展趋势,在教材中较多地介绍新知识、新技术、新工艺和新设备,使教材具有比较鲜明的时代特征。同时,在教材编写过程中,严格执行国家有关技术标准。

第三,贯彻国家关于职业资格证书与学历证书并重的政策精神,力求使教材内容涵盖有关国家职业标准对中级工知识与技能的要求。其中建筑设备安装方向参考了《管道工》《维修电工》等国家职业标准,建筑施工方向参考了《施工员》《材料员》等有关行业标准。

第四,在教材编写模式上,注重利用图片、实物照片或表格辅助讲解知识与技能。同时,针对相关知识点,设计了一些互动性较强的栏目,为学生营造更加生动的学习环境,提高学生的学习兴趣。

《暖通设备基础知识》是为配合学校开展暖通设备安装与维修教学开发的教材。本教材从基本的流体力学知识引入,层层递进、深入浅出,然后结合常见的水泵和风机讲授暖通设备的结构和工作过程,最后讲述制冷技术的有关内容,使学生进一步理解和掌握暖通知识的实际应用。

本书由李社虎主编,张琦参编。

劳动和社会保障部教材办公室

2008年3月

《暖通设备基础知识》参考学时

章节内容	讲授学时
绪论	2
第一章 流体的基本性质	8
第二章 流体静力学	8
第三章 流体动力学基础	10
第四章 流体的流动阻力和能量损失	8
第五章 流体运动和静力学方程的应用	12
第六章 水泵与风机	20
第七章 热力学基本原理	16
第八章 传热学基础	10
第九章 水蒸气和换热器	10
第十章 制冷技术	16
合计	120

目 录

绪论	(1)
第一章 流体的基本性质	(6)
§ 1—1 工质的概念	(6)
§ 1—2 流体的基本性质	(8)
§ 1—3 工质的基本状态参数	(10)
§ 1—4 液体的其他性质	(14)
第二章 流体静力学	(16)
§ 2—1 流体静压强的基本特性	(16)
§ 2—2 流体静压强的基本方程式	(17)
§ 2—3 流体静压强的应用	(23)
第三章 流体动力学基础	(32)
§ 3—1 流体动力学基本概念	(32)
§ 3—2 流体运动的连续性方程	(35)
§ 3—3 流体的运动状态	(38)
§ 3—4 稳定流能量方程式及应用实例	(41)
第四章 流体的流动阻力和能量损失	(51)
§ 4—1 沿程损失和局部损失	(51)
§ 4—2 能量损失的计算	(54)
§ 4—3 压力管路中的水击现象	(63)
§ 4—4 减小阻力的措施	(67)
第五章 流体运动和静力学方程的应用	(70)
§ 5—1 薄壁孔口出流	(70)
§ 5—2 管嘴出流	(74)
§ 5—3 气体射流	(77)

§ 5—4 管路计算·····	(80)
§ 5—5 流速和流量的测量·····	(89)
第六章 水泵与风机 ·····	(98)
§ 6—1 离心式水泵和风机的的工作原理和构造·····	(99)
§ 6—2 水泵与风机的基本性能·····	(107)
§ 6—3 离心式水泵的安装高度·····	(112)
§ 6—4 水泵与风机工作点的确定·····	(116)
§ 6—5 水泵与风机装置工作点的调节·····	(118)
§ 6—6 常用水泵与风机的类型、型号及选用·····	(123)
§ 6—7 其他常用水泵及风机·····	(129)
第七章 热力学基本原理 ·····	(135)
§ 7—1 理想气体定律·····	(135)
§ 7—2 气体的比热和热量计算·····	(139)
§ 7—3 热力学第一定律·····	(143)
§ 7—4 热力学第二定律·····	(149)
第八章 传热学基础 ·····	(155)
§ 8—1 导热·····	(155)
§ 8—2 对流换热·····	(164)
§ 8—3 辐射换热·····	(168)
§ 8—4 传热及其计算·····	(171)
第九章 水蒸气 and 换热器 ·····	(179)
§ 9—1 水蒸气·····	(179)
§ 9—2 换热器·····	(186)
第十章 制冷技术 ·····	(202)
§ 10—1 制冷剂、载冷剂及冷冻机油 ·····	(203)
§ 10—2 蒸汽压缩式制冷 ·····	(210)
§ 10—3 吸收式制冷 ·····	(226)
§ 10—4 喷射式制冷 ·····	(232)
§ 10—5 热电制冷 ·····	(234)

绪 论

暖通设备工程是人们对建筑给水、排水、供暖与空调工程的通称，是建筑物的有机组成部分。建筑给排水和暖通空调工程的完善程度，是建筑标准等级的重要标志之一。

从事建筑暖通设备安装专业的人员需要掌握和了解哪些基本理论知识？可从下面的几个实例中进行思考和讨论，并加以理解。

实例 1：室内采暖与给水系统示意，如图 0—1 所示。

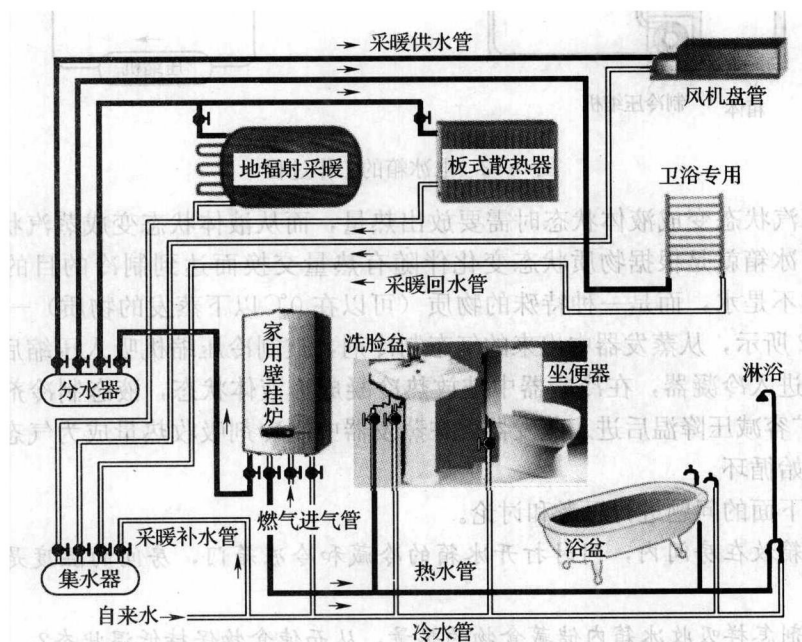


图 0—1 室内采暖与给水管道系统

从图 0—1 中可以看出，冷水和热水（坐便器冲洗用水也可用中水）通过管道输送到洗脸盆、坐便器、浴盆等卫生设备以及采暖设备中，满足人们生活的需要。家用壁挂炉的作用是将自来水加热使其成为生活热水和采暖热水，采暖系统中设置分水器 and 集水器的目的是便于控制房间供暖。采暖方式可以是地辐射采暖、散热器采暖和风机盘管采暖等方式。

家用壁挂炉实际就是一台微型锅炉，当一幢或多幢建筑物都需要生活热水和采暖热水时，就要设置锅炉供应。

水在管内流动是需要动力的，因此，给水管道系统还需要水的加压（如水泵）及储存（如水箱）等设备。

为了保证生产和生活的安全，建筑物内部按需要安装消防栓等消防设备。

现根据对图 0—1 的理解，并结合生活中的实际，对下面的问题进行思考和讨论。

- (1) 图 0—1 中所采用的管子大小（即管子规格）是否一样？为什么？
- (2) 水在管内流动时，其流动能量的消耗是什么原因引起的？

(3) 水是怎样将热量从家用壁挂炉（或锅炉）输送到房间内的？水在输送热量的过程中所起的作用是什么？

实例 2：家用电冰箱的工作过程，如图 0—2 所示。

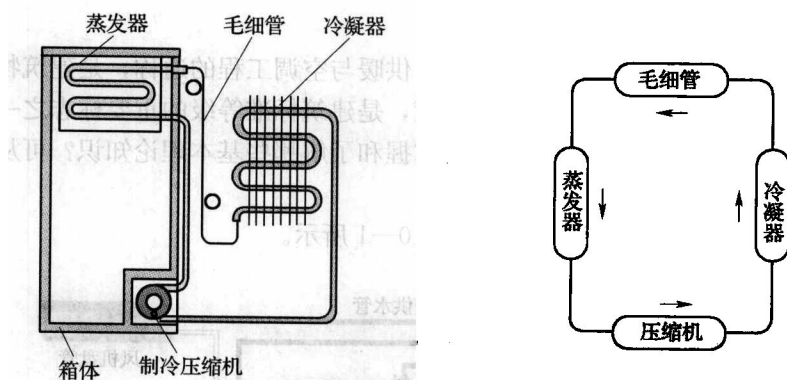


图 0—2 电冰箱的工作过程

当水从蒸汽状态变成液体状态时需要放出热量，而从液体状态变成蒸汽状态时需要吸收热量。家用冰箱就是根据物质状态变化伴随有热量交换而达到制冷的目的，只不过其管道内流动的不是水，而是一种特殊的物质（可以在 0°C 以下蒸发的物质）——制冷剂。

如图 0—2 所示，从蒸发器中出来的气态制冷剂，被制冷压缩机吸入压缩后，成为高温高压过热蒸汽进入冷凝器，在冷凝器中被放热冷凝成为液体状态，液态制冷剂再经毛细管（或节流阀）扩容减压降温后进入蒸发器，在蒸发器中制冷剂吸收热量成为气态制冷剂再进入压缩机，开始循环。

同样，对下面的问题进行思考和讨论。

(1) 把冰箱放在房间内，同时打开冰箱的冷藏和冷冻箱门，房间的温度是否可以降下来？

(2) 制冷剂怎样吸收冰箱内储藏食物的热量，从而使食物保持低温状态？

(3) 常温下，若冰箱管道发生渗漏，是否可以用眼睛观察到？

实例 3：风机盘管中央空调系统，如图 0—3 所示。

图 0—3 所示是典型的风机盘管中央空调系统，中央空调系统的特点是将空气处理设备集中于一体，这样便于控制和管理。冷水机组提供空调用冷冻水（见图 0—3 中虚线部分）。

冷水机组的蒸发器吸收水的热量制取冷冻水。冷凝器散发的热量由冷却循环水带入到冷却塔，再由冷却塔向大气散热。在冷冻水和冷却水循环的管路中安装循环水泵，为水流动提供循环动力。

风机盘管中央空调系统的工作过程为：冷水机组制取的冷冻水，进入分水器后，按要求分流进入各空调空间的供水管路，供水在各房间的风机盘管中向空调空间释放冷量后，各用户风机盘管返回的冷冻水在集水器中混合，经冷冻水循环水泵加压送入蒸发器中，冷水机组蒸发器制取的冷冻水再次进入分水器中，进入下一个循环。

(2) 根据泵与风机的工作原理及运行特点, 研究泵与风机选择、使用及最佳运行工况的调节。

(3) 通过工程热力学与传热学的学习, 运用热能与机械能之间相互转换的规律以及热量传递的规律, 研究提高能量利用效率的方法或途径。

(4) 通过对制冷技术的学习, 分析和研究制冷循环的特点及其应用。例如, 制冷机组故障的判断与排除方法, 空调机组的运行管理方法等。

2. 《暖通设备基础知识》的学习方法

(1) 《暖通设备基础知识》是一门理论性较强的课程, 不应满足于背诵结论和公式, 要善于思考, 着重理解其意义和应用范围。

(2) 联系实际, 加深理论知识理解和掌握。暖通设备工程与每个人的生活紧密相关, 人们每天都在享受着暖通设备工程带来的便利以及舒适的环境, 因此, 生活中的实例很多。

例如, 用水塔高度总是高于建筑物的高度理解静压强的概念, 用管道系统采用不同的管径理解流量及流速的概念等。

(3) 学习的目的在于应用, 利用所学的知识解释实际的技术问题, 要会应用, 会创新。必要时进行一些基本的计算, 提出自己的观点。

3. 思考与讨论

(1) 观察图 0—4 中的图片, 思考与讨论汽车、火车、飞机和轮船四种常见的运输工具为什么外形都是一定的曲线?

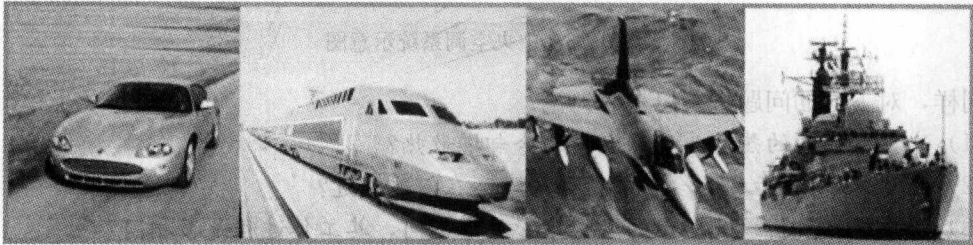


图 0—4 汽车、火车、飞机和轮船

(2) 观察图 0—5 中的图片, 思考与讨论管道系统常用的管件, 为什么在流体 (如水和空气) 流动方向改变时, 管件采用圆滑过渡?

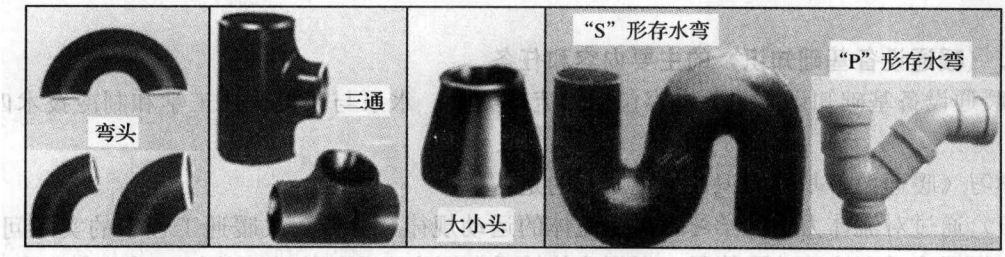


图 0—5 管道系统常用部分管件

(3) 观察图 0—6 中的图片，思考与讨论喷泉水的高度怎样控制？

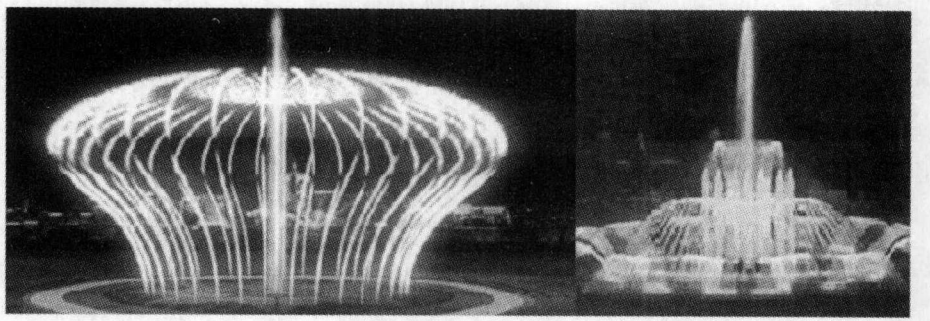


图 0—6 喷泉

第一章

流体的基本性质

§ 1—1

工质的概念

学习目标：1. 掌握工质的概念，熟悉暖通设备系统中常用的工质种类。

2. 了解自然界的能源种类及其利用的方法。

学习内容：1. 工质的概念，工质的种类。

2. 自然界能源的种类及其利用。

一、工质

图 1—1 所示为一种常见建筑采暖系统示意图。建筑物内部安装的散热器不断散发出热量，使室内保持一定的温度，让人们在严寒的冬天里有一个温暖的生活或工作场所。

采暖系统运行时，水（流体）通过管道将锅炉（或其他热源）的热量“运载”到散热器内，热量从散热器散发到房间后，水再回到锅炉（或其他热源）“运载”热量，如此连续不断地将热量“运载”到散热器内，供给房间保持一定温度需要的热量。

在这一过程中，水只是传递热量的中间媒介物，其本身性质没有任何变化，水只是充当了采暖系统中的工作介质。

图 1—2 所示为一种常见建筑空调系统示意图。空气处理室按空调房间的参数要求将空气（流体）处理后，经过空调管道由室内送风装置送到空调房间，使空调房间的空气参数达到设计要求，满足人们生活或生产的需要。

在空调系统中，空调房间的热量（或冷量）及空气中的水蒸气等均由空气“运载”到空气处理室后，再把经过空气处理室处理后的空气“运载”到空调房间内。在这一过程中，空气只是传递热量或水分等的中间媒介物，其本身性质没有任何变化，空气只是充当了空调系统中的工作介质。

在采暖系统和空调系统中，水和空气只是人们用来传递热量或冷量的工作物质。

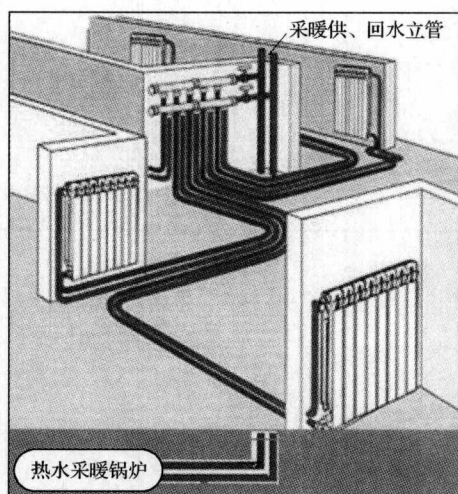


图 1—1 采暖系统示意图

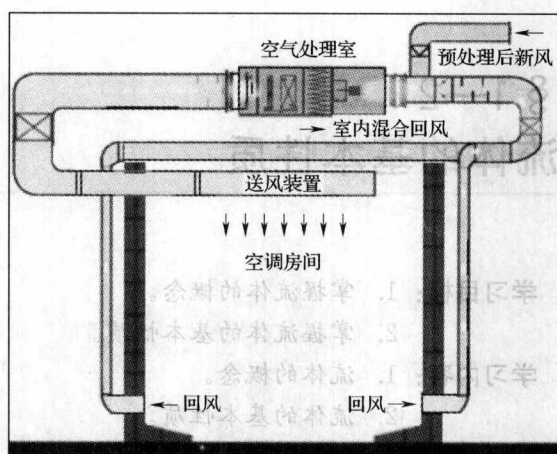


图 1—2 空调系统示意图

自然界可供人们利用的能源较多，如风能、水能、太阳能、地热能、燃料化学能、原子能等。这些能源中，除风能和水能是以机械能的形式（风的动能、水的势能）供人们利用以外，其他各种能源都直接或间接地以热量的形式供人们利用。

利用热能的方法有两种：一种是把热能当成热源直接加以利用；另一种是将热能转变为机械能或电能加以利用。

直接利用热能的实例很多，如用蒸汽或热水送到采暖房间供暖或者加热空气送热风，工业生产中用蒸汽进行烘干、消毒等。

把水蒸气导入汽轮机推动汽轮发电机发电，把热能转变为机械能，机械能又转变为电能，送出电力，这就是热能利用的第二类方法的实例。

在热力传递过程中，实现热能的传递或把热能转换为机械能，要借助于能够携带热能的工作物质。凡是用于实现热能的传递或转换的工作物质统称为工质。什么样的物质能够充当工质呢？在采暖和空调系统中，水和空气就充当了工质。

二、工质的种类

工程上常使用的工质种类很多，有气体状态的，也有液体和固体状态的。在暖通空调工程中，所用工质主要是气体和液体。

思考与练习

1. 何谓工质？举例说明什么物质可以充当工质？
2. 自然界的能源有哪些形式？举例说明能源的利用方法。

§ 1—2

流体的基本性质

- 学习目标：**1. 掌握流体的概念。
2. 掌握流体的基本性质。

- 学习内容：**1. 流体的概念。
2. 流体的基本性质。

一、流体的概念

能够看到的自然界的物质通常有三种形态：固体、液体和气体。

固体有一定的形状和体积，具有抗拉、抗压、抗切的性质；液体没有固定的形状，但有固定的体积，并能形成自由表面，不能承受拉力和抵抗拉伸变形，但可以承受压力，并能对压缩变形产生很大的抵抗力；气体没有固定的形状和体积，不能承受拉力和抵抗拉伸变形，不能承受压力，在外力作用下，很容易被压缩。

液体和气体统称为流体。利用流体易于流动，没有固定形状的流动性，可使流体在外力的作用下，通过管道连续地输送到指定的地点。

二、流体的基本性质

1. 流体的黏滞性

(1) 流体黏滞性的概念。流体黏滞性是指流体内部各质点间或流层间因存在速度差而相对运动时产生的内摩擦力，以反抗相对运动的性质。由于它的存在而阻碍流体的运动，从而引起流体流动时能量的损耗。

从瓶里向外倒水和倒油时，可以发现油比水流得慢，这是因为油的黏性比水大。

当流体静止时，其黏滞性是显示不出来的。因此，黏滞性与运动有关，黏滞性对流体运动起着阻碍作用。

当流体在管内缓慢流动时，紧贴管壁的流体质点黏附在管壁上，速度为零；位于管中心轴线上的流体质点，离管壁的距离最远，受管壁摩擦力影响最小，因而流速最大；位于管壁与管中心线之间的流体质点，将以不同的流速向前运动；各流层的质点流速自管壁到管中心线，由零逐渐增加至管中心处的最大流速。

如图 1—3 所示可以看出流速 (u) 在管道径向 (y) 上的变化。由于各流层的流速不同,使流体各质点间产生了相对运动。其中流速较大的流层对流速较小的流层便产生一个拖力;相反流速较小的流层对流速较大的流层也产生一个阻挠拖动的阻力。根据作用力与反作用力的原理,拖力和阻力是大小相等、方向相反的一对力,分别作用在相邻两流层的表面上,这一对力称为黏滞力或者内摩擦力。

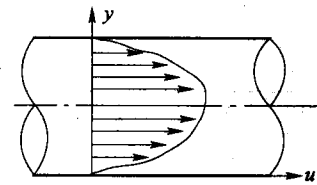


图 1—3 管内流体速度分布

(2) 影响流体黏滞性的因素。实验证明,压力对同一流体的黏性影响小,而温度对流体的黏性影响大。如水的黏度随温度的升高而减小,空气的黏度随温度的升高而增加。

流体的黏度大小对流体流动的影响很大,它对流体的流动做负功,不断损耗流体流动的能量。

2. 流体的压缩性和膨胀性

烧开水时,如果将水壶的冷水盛得满满的,随着水温的升高可以发现,水壶内的水会溢出来,而且,温度越高,溢出的水越多。这种现象说明,水的体积随温度的升高而增加。

流体体积的变化是随外界条件(压强、温度)的变化而变化的。当温度不变、压强增大时,流体体积被压缩而减小,密度增大,这一性质称为流体的压缩性。当压强不变、温度升高时,体积增大,密度减小,这一性质称为流体的膨胀性。

水在压力为 100 kPa、不同温度时的密度见表 1—1。

表 1—1 水在各种温度下的密度 (压力为 100 kPa)

温度 (°C)	密度 (kg/m³)	温度 (°C)	密度 (kg/m³)	温度 (°C)	密度 (kg/m³)
0	999.9	71	977.2	86	968.0
4	1 000.0	72	976.7	87	967.3
10	999.9	73	976.1	88	966.7
15	999.1	74	975.5	89	966.0
20	998.2	75	974.8	90	965.3
25	997.1	76	974.3	91	964.7
30	995.7	77	973.7	92	964.0
35	994.1	78	973.1	93	963.3
40	992.2	79	972.5	94	962.6
45	990.2	80	971.8	95	961.9
50	988.1	81	971.2	96	961.2
55	985.7	82	970.6	97	960.5
60	983.2	83	970.0	98	959.8
65	980.6	84	969.3	99	959.1
70	977.8	85	968.7	100	958.4

空气在标准大气压 (101.325 kPa)、不同温度时的密度见表 1—2。

表 1—2 空气在标准大气压 (101.325 kPa)、不同温度的密度

温度 (°C)	密度 (kg/m ³)	温度 (°C)	密度 (kg/m ³)	温度 (°C)	密度 (kg/m ³)
0	1.293	25	1.185	60	1.060
5	1.270	30	1.165	70	1.029
10	1.248	35	1.146	80	1.009
15	1.220	40	1.128	90	0.973
20	1.205	50	1.093	100	0.947

水的膨胀性和压缩性是很小的,在通常情况下均可以不考虑。但是在特殊状况下,例如,在热水供应和热水采暖系统中,不能忽视水的膨胀性,否则有造成系统内设备破裂的危险。为保证系统正常运行,就需在系统中设置膨胀水箱,用于容纳水膨胀后增加的体积。

气体与液体不同,具有显著的压缩性和膨胀性。当温度不太低、压强不太高时,可以把空气看成理想气体,其状态变化遵循理想气体定律。

思考与练习

1. 流体与固体有哪些区别? 液体具有哪些特性? 液体和气体有哪些区别?
2. 什么是流体的黏滞性? 影响黏滞性的因素有哪些?
3. 将一个 1.2 m×0.8 m×1.0 m 的水箱用 15℃ 水充满,然后将其水温加热到 60℃,试求有多少千克的水溢了出来?
4. 某热水机械采暖系统内水的总体积为 10 m³,采暖运行时水温最高升高 75℃,若水的体积膨胀系数为 0.000 5 L/℃,试求膨胀水箱最少应有多大的体积?

§ 1—3

工质的基本状态参数

- 学习目标:**
1. 掌握工质基本状态参数的概念。
 2. 了解热力系统、热力状态的概念。

- 学习内容:**
1. 工质的基本状态参数。
 2. 热力系统、热力状态的概念。

在研究热力问题时,常选取某一范围内的物质或空间作为分析研究的对象,这一研究对象称为热力系统。而热力系统在某一瞬间的宏观物理状况称为系统的热力状态。

工质在进行热能传递和能量传递过程中将发生状态的变化。描述工质状态的物理量称为工质的状态参数。如果工质有了一组确定的状态参数,就标志着工质处于一个确定的