

河南省机关事业单位
技术工人考核培训 教材

锅炉水暖

河南省机关事业单位技术工人
考核培训教材编委会



中国人事出版社

河南省机关事业单位
技术工人考核培训 教材

锅炉水暖

河南省机关事业单位技术工人
考核培训教材编委会

中国人事出版社

图书在版编目(CIP)数据

锅炉水暖 / 《河南省机关事业单位技术工人考核培训教材》编委会组织编写. - 北京: 中国人事出版社, 2006. 5

河南省机关事业单位技术工人考核培训教材

ISBN 7 - 80189 - 504 - 5

I. 锅… II. 河… III. ①锅炉—技术培训—教材 ②水暖工—技术培训—教材 IV. ①TK22②TU832

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 052951 号

中国人事出版社出版

(邮编 100101 北京市朝阳区育慧里 5 号)

新华书店经销

河南省郑州市运通印刷有限公司印刷

2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷

开本: 850mm × 1168mm 1/32 印张: 16.25

字数: 422.24 千字 印数: 500 册

定价: 25.00 元

河南省机关事业单位技术工人 考核培训教材《锅炉水暖》编写委员会

主任：王 平

副主任：陈根明

委员：胡绍敏 闫英鸾 李保华

刘永银 关磊落 李宏武

郭中森 黄国强 朱立奎

胡国全 何 伟 刘 睿

沈怀勇 师 帅

主 编：卢纪富

副主编：张莉红 王华强

编 者：计 泉 徐 志 王建军

编写说明

为了加强机关事业单位技术工人考核培训工作,进一步提高技术工人的理论水平和业务素质,结合机关事业单位技术工人特点和岗位要求,我们受编委会委托,组织编写了《锅炉水暖》一书。

本书内容既包括应知的理论知识,还包括应会的操作技能指导,同时列出了工种岗位等级规范,晋升等级的技术工人,可根据列出的工种岗位相应等级规范学习本教材内容。为指导技术工人培训学习,保证培训效果,编者在教材内容上作了精心安排,每章前编写了内容要点、学习目标,在每章内容结束后,还附有一定数量的复习题。

本书的编写人员有:卢纪富、张莉红、王华强、计泉、徐志、王建军。在编写过程中,编委会的有关领导对该书编者提出了具体要求,要求编写人员务必做到内容准确,不存在政策性、技术性的错误;务必做到认真审核,杜绝错误现象的发生。另外,编写过程中参阅借鉴了一些有关著作和研究成果,受到了有关部门和同志们给予的大力支持和帮助,在此一并表示衷心感谢!

编写机关事业单位技术工人考核培训教材,由于任务重,加之编者自身水平有限,书中难免有疏漏、错误和不足之处,敬请专家、从事培训考核工作的同志及使用本书的同志不吝赐教,提出宝贵意见,以便日后进一步完善。

编 者

二〇〇六年四月

目 录

第一章 锅炉基础知识	(1)
第一节 传热学基本知识	(1)
第二节 锅炉容量及参数	(8)
第三节 锅炉常用术语	(11)
第四节 燃料及燃烧	(13)
第五节 锅炉设备及其工作原理	(20)
第六节 水与蒸汽性质	(26)
第七节 锅炉水循环	(27)
第八节 锅炉分类	(27)
第九节 工业锅炉型号表示法	(29)
第二章 锅炉结构及安全技术	(32)
第一节 水管锅炉	(32)
第二节 热水锅炉	(36)
第三节 燃烧设备	(42)
第三章 锅炉的安装	(48)
第一节 锅炉本体的安装	(48)
第二节 燃烧设备及仪表的安装	(64)
第三节 烘炉、煮炉、严密性试验和试运行	(76)
第四章 锅炉附件安装	(80)
第一节 水位表的安装技术要求	(80)
第二节 低地位水位计的安装技术要求	(82)
第三节 高低水位警报器的安装技术要求	(82)
第四节 排污装置的安装技术要求	(83)
第五节 汽水系统阀门的安装技术要求	(84)
第六节 各种附件的安装操作	(87)

第二节	阻力、标高与坡度	(217)
第三节	温度的表示	(218)
第四节	供暖系统	(219)
第五节	热源	(225)
第十章	室内热水供暖系统	(229)
第一节	自然(重力)循环热水供暖系统	(230)
第二节	机械循环热水供暖系统	(234)
第三节	高层建筑热水供暖系统	(243)
第四节	室内热水供暖系统的管路布置	(247)
第十一章	供热管道及其附件	(253)
第一节	供热管道及其附件	(253)
第二节	供暖系统的散热设备	(256)
第三节	热水供暖系统的主要设备	(261)
第十二章	室内蒸汽供暖系统	(266)
第一节	蒸汽作为热媒的特点	(266)
第二节	室内低压蒸汽供暖系统	(269)
第三节	室内高压蒸汽供暖系统	(274)
第四节	凝结水回收系统	(277)
第五节	蒸汽供暖系统的管路布置及附属设备	(279)
第十三章	集中供热系统	(292)
第一节	热水供热系统	(292)
第二节	蒸汽供热系统	(302)
第三节	热网供热系统	(309)
第四节	集中供热的热源	(311)
第五节	集中供热系统的热力站及其主要设备	(315)
第六节	供热管道的敷设及保温	(320)
第十四章	管道工程基本知识	(330)
第一节	公称直径、公称压力、试验压力和工作压力 ..	(330)
第二节	管材及其管件	(332)

第三节	常用法兰及其螺栓与垫片	(344)
第四节	常用阀门	(347)
第十五章	管道的安装	(353)
第一节	管道安装的原则和注意事项	(353)
第二节	管道安装的技术要求	(357)
第三节	管道系统试压	(366)
第四节	管道系统的吹扫与清洗	(368)
第五节	管道的涂色标志	(371)
第六节	管道安装操作技能	(373)
第七节	管道系统试压操作方法	(383)
第十六章	管道安装工程安全技术	(385)
第一节	概述	(385)
第二节	管道安装安全防护技术规程	(386)
第三节	机具操作安全技术规程	(388)
第四节	焊接安全技术规程	(389)
第五节	冬、雨季施工中的安全问题	(390)
第六节	工地防火灾	(391)
第十七章	供暖及锅炉的运行维护管理	(393)
第一节	供暖系统的维护管理	(393)
第二节	锅炉及锅炉房设备的维护管理	(397)
第十八章	散热器	(404)
第一节	钢制散热器	(404)
第二节	铝制散热器	(416)
第三节	全铜水道散热器	(417)
第四节	装饰型散热器	(423)
第五节	灰铸铁精品散热器	(424)
第六节	其他新型散热器	(430)
第十九章	室内采暖系统的安装	(436)
第一节	无分户热计量采暖系统安装	(436)

第二节	分户热计量采暖系统安装	(441)
第三节	散热器安装	(450)
第二十章	室外供热管道安装	(465)
第一节	室外供热管道的敷设形式及放水、排气装置	(465)
第二节	室外地沟内供热管道安装	(472)
附录		(485)
	锅炉工知识标准与技能标准	(485)
	水暖工知识标准与技能标准	(489)
	热力运行工知识标准与技能标准	(494)
	供热仪表工知识标准与技能标准	(498)
	锅炉水质化验工知识标准与技能标准	(501)
参考文献		(505)
后 记		(508)

第一章 锅炉基础知识

内容要点:锅炉是采暖以及制备热水最常用的设备之一,为了更好的掌握锅炉的相关知识,本章针对锅炉所涉及到的基础知识进行了必要的阐述。主要包括传热学的基本知识、锅炉的容量及参数、锅炉常用术语、锅炉设备及工作原理、锅炉分类以及型号表示方法等。

学习目标:掌握温度与热量的基本概念及表示方法。知道传热的基本方式:传导、对流传热、辐射传热。知道热量的计算方法,锅炉容量及参数的意义,锅炉的常用术语。了解燃料的化学组成和性质。清楚锅炉设备及其工作原理。知道水与蒸汽性质、锅炉水循环、锅炉分类。熟练掌握工业锅炉型号表示法。

第一节 传热学基本知识

一、温度与热量

1. 温度

温度是用来表示物体冷热程度的物理量,它反映了物体内部大量粒子热运动的剧烈程度和粒子热运动平均动能的大小。温度高的物体,其内部粒子热运动剧烈,粒子热运动平均动能大;温度低的物体,其内部粒子热运动程度低,粒子热运动平均动能小。

温度的数值标尺称为温标。任何温标都要规定基本定点和每一度的数值。国际单位制规定热力学温标,又称绝对温标,单位是开尔文(K),表示符号是T。生产和生活中常用的温标是摄氏温标,又称百分温标。它是把标准大气压下纯水开始结冰的温度(冰点)定为零度,把纯水沸腾时的温度(沸点)定为 100°C ,将 $0 \sim 100$ 分出100个等份,每一份就是 1°C ,表示符号是t,单位是摄

氏度 ($^{\circ}\text{C}$)。

摄氏温标的每 1°C 与热力学温标的每 1K 相同,两种温标的关系为: $T = t + 273.16$

2. 热量

物体吸收或放出热能的多少,称为热量。热量总是由高温物体自发地传向低温物体,就像水总是从高处流向低处。因此温度差是传热的基本条件,没有温差就不会发生热量的传递。热量通常用字母 Q 表示。在工程单位制中,实用的热量单位是 J/s (焦耳/秒)。

二、传热的基本方式

传热的方式有三种,即传导、对流、辐射。它们各有不同的传热机理,遵循着不同的规律。但在实际传热过程中,它们往往同时存在,共同起作用。

传导是依靠物体中的微观粒子的热运动而传递热量的。传导的特点是物体各部位之间不发生宏观的相对位移。单纯的传导传热只发生在密实的固体中。

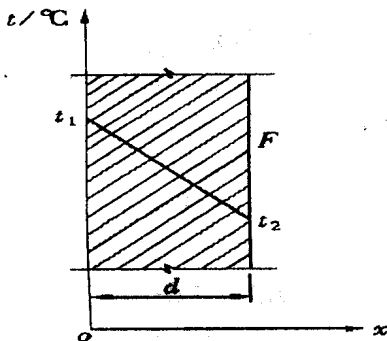


图 1-1 单层平壁导热

对流传热是依靠流体质点的宏观位移,把热量从高温处传向低温处的过程。它只发生在流体的内部。对流传热的主要特点是传热过程中流体质点发生了相对位移。热能不以任何物质为媒介,直接以电磁波的方式从高温物体传向低温物体,这种传热方式称为辐射传热。任何物体,只要其温度在绝对零度以上,就会放射辐射能。

1. 传导

传热导热现象主要在密实的固体内发生,但绝大多数建筑材料内部都有孔隙,并不是密实的固体,在这些固体材料的孔隙内将同时产生其他方式的传热,不过这是极其微弱的。因此在热工计

算中,对固体建筑材料的传热,可以按单纯导热来考虑。

若墙壁为单层时,如图 1-1 所示为一建筑物单层外墙壁的一部分,室内温度高于室外温度,且温度不随时间而变化。热能以导热的方式由墙体内表面经墙体传向墙的外表面,这是一个一维稳定导热的问题。大量的实验结果表明,通过墙壁传导的热量与墙壁的传热面积、壁面之间的温度差和导热时间成正比,与墙壁的厚度成反比,并与墙壁材料的导热性能有关。单位时间的导热热量可按下式计算:

$$\text{单层平壁导热 } Q = \frac{\lambda(t_1 - t_2)F}{d}$$

式中 Q ——通过单层平壁的导热量 (W);

F ——墙壁的传热面积 (m^2);

d ——墙壁的厚度 (m);

t_1 ——墙壁内表面的温度 ($^{\circ}\text{C}$);

t_2 ——墙壁外表面的温度 ($^{\circ}\text{C}$);

λ ——墙体材料的导热系数 [$\text{W}/(\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C})$]。

材料的导热系数是说明在稳定传热条件下,材料导热性能的一个指标。它的数值等于:当材料单位厚度内的温差为 1°C 时,在 1h 内通过 1m^2 表面积的热量。

不同材料的导热系数不同。气体的导热系数最小,其数值约在 $0.006 \sim 0.6\text{W}/(\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C})$ 之间,如空气在常温、常压下的导热系数为 $0.023\text{W}/(\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C})$;液体的导热系数次之,约为 $0.07 \sim 0.7\text{W}/(\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C})$,如水在常温下的导热系数为 $0.59\text{W}/(\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C})$,约为空气的 20 倍;金属的导热系数最大,约为 $2.2 \sim 420\text{W}/(\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C})$,适合作换热设备的受热面,如散热器就是用金属材料制作的。工程中将 $\lambda < 0.23\text{W}/(\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C})$ 的材料称作保温隔热材料,如矿棉、蛭石等。

各种材料的导热系数并不是固定不变的,它与材料的温度、湿度等因素有关。在通常情况下,材料的湿度增大,其导热系数也将

显著地增大。因此,保温材料一定要注意保持干燥。表 1-1 为一些材料在常温下的导热系统。

表 1-1 一些材料在常温下的导热系数

材料类别		导热系数 λ $/W \cdot m^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$	材料类别		导热系数 λ $/W \cdot m^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$
金属	银	407 ~ 419	保温材料	石棉	0.09 ~ 0.11
	铜	349 ~ 395		硅藻土	0.17
	钢、生铁	47 ~ 58		珍珠岩	0.07 ~ 0.11
	合金钢	17 ~ 35		矿渣棉	0.05 ~ 0.06
				泡沫塑料	0.023 ~ 0.050
液体、空气	水	0.59	其他	锅炉水垢	0.6 ~ 2.3
	空气	0.023		烟渣	0.06 ~ 0.11
建筑材料	耐火砖	1.05 ~ 1.40			
	红砖	0.6 ~ 0.8			
	混凝土	0.8 ~ 1.28			
	松木(顺木纹)	0.35			

在工程中,常常遇到多层平壁,如图 1-2 所示的由三种不同的材料组成的三层平壁,各层材料之间紧密结合,设各层厚度为 d_1 、 d_2 和 d_3 ,导热系数分别为 λ_1 、 λ_2 和 λ_3 ,且均为常数。壁的内、外表面温度为 t_1 和 t_4 , $t_1 > t_4$ 且均不随时间变化。层间接触面的温度为 t_2 和 t_3 。把整个平壁看作是由三层平壁组成,则通过每一层的热流强度分别为:

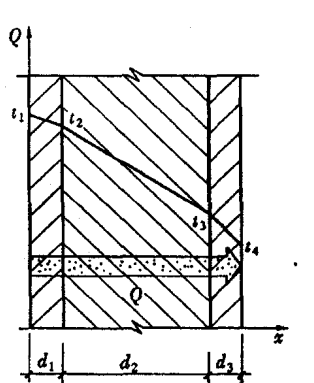


图 1-2 多层平壁导热

$$q_{\lambda 1} = \frac{\lambda_1}{d_1}(t_1 - t_2)$$

$$q_{\lambda 2} = \frac{\lambda_2}{d_2}(t_2 - t_3)$$

$$q_{\lambda 3} = \frac{\lambda_3}{d_3}(t_3 - t_4)$$

在稳定导热条件下,通过整个平壁的热流强度与通过各层的热流强度应相等,即:

$$q_{\lambda} = q_{\lambda 1} = q_{\lambda 2} = q_{\lambda 3} \text{ 并可推得:}$$

$$q_{\lambda} = \frac{t_1 - t_2}{\frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3}} = \frac{t_1 - t_2}{R_{\lambda 1} + R_{\lambda 2} + R_{\lambda 3}}$$

式中 $R_{\lambda 1}$ 、 $R_{\lambda 2}$ 、 $R_{\lambda 3}$ ——第一层、第二层、第三层的热阻。

中间层温度: $t_2 = t_1 - q R_1$

$$t_3 = t_2 - q(R_1 + R_2)$$

2. 对流传热

(1) 对流传热工程上遇到的实际传热问题,都是流体与固体壁直接接触时的换热,故传热学把流体与固体之间的换热称为对流换热。如房间中的暖气片加热空气的过程与对流传热不同的是,对流换热过程既有对流作用,又有导热作用,是一种比较复杂的传热过程。由于摩擦力的作用,在紧贴壁面处有一平行于固体壁面流动的流体薄层,称为层流边界层,它在垂直壁面方向的热量传递方式主要是导热,它的温度分布呈倾斜直线状;远离壁面的流体核心部分,流体呈紊流状态,因流体的剧烈运动而使温度分布比较均匀,呈水平线;两者之间称为对流换热过渡区,温度分布接近于抛物线(图1-3)。

(2) 对流换热计算

对流换热过程的计算常用下式表示: $Q_d = \alpha_d(t_b - t_1)F$

$$q_i = \alpha_d(t_b - t_1)$$

式中 Q_d ——对流传热量 (W);
 t_b ——固体壁面温度 ($^{\circ}\text{C}$);
 t_f ——流体平均温度 ($^{\circ}\text{C}$);
 F ——固体壁面面积 (m^2);
 α_d ——对流换热系数 ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$);
 q_i ——对流换热强度 (W/m^2)。

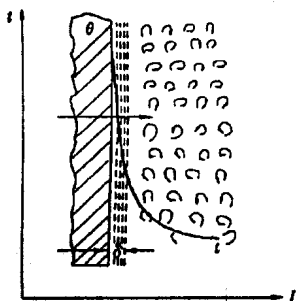


图 1-3 对流传热

对流传热计算,关键是如何确定对流换热系数 α_d 。上两式实际上是把一切复杂的影响对流传热的因素都归结到 α_d 中去了。换热系数 α_d 只是从数值上反映了这个复杂换热现象在不同条件下的综合强度。

3. 辐射传热

(1) 辐射传热的本质与特点

物质是由分子、原子、电子等基本粒子组成的,原子中的电子受激或受振动时,会产生交替变化的电场和磁场,能量以电磁波的形式向外传播。辐射传热是利用电磁波中的热射线进行热量传递的。电磁波具有各种不同的波长,它们的分类和名称如图 1-4 所示。各种电磁波都会产生不同程度的热效应,其中以波长 $0.8 \sim 1000\mu\text{m}$ 的红外线投射到物体表面上时,最易转变为热能,所以,一般又把红外线称为热射线,它是辐射传热的主要对象。

热辐射的本质决定了辐射换热的特点：

① 热辐射不仅能进行能量的转移，而且还伴随着能量形式的变化，也就是从辐射能转化为热能，又从热能转化为辐射能。

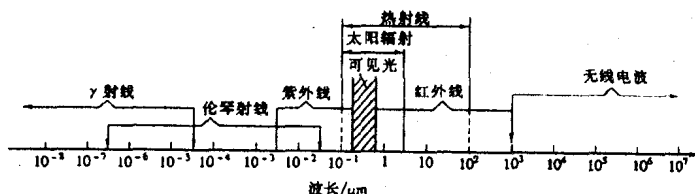


图 1-4 电磁波谱

② 一切物体，只要温度高于绝对零度，就会向外辐射热量。因此，辐射能不仅从高温物体向低温物体放射，同时也从低温物体向高温物体放射。其中高温物体放射得多，吸收得少，所以热量是从高温物体传向低温物体。

③ 辐射换热不依靠物质的直接接触而进行能量传递，也就是说电磁波可以在真空中传播。例如太阳能可以穿越辽阔的太空到达地面。

(2) 热辐射的基本定律

实际物体的辐射能力总是小于同温度下黑体的辐射能力，其比值称为该物体的黑度。在实际工程中，将辐射能力小于黑体的物体称为灰体，实际物体不是灰体，但大多数建筑材料都可以近似看作是灰体。四次方定律是辐射传热的一条基本定律，是辐射传热计算的基础。它的表达式为：

$$E = C \left(\frac{T}{100} \right)^4 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

上式说明，物质的辐射能力与物质的表面绝对温度的四次方成正比。