

职业技能培训教程

ZHIYEJINENGPEIXUNJIAOCHENG

热力司炉工

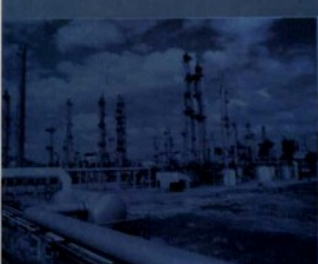
RE LI SI LU GONG

中国石油天然气集团公司人事服务中心 编



中国石油大学出版社

CHINA PETROLEUM UNIVERSITY PRESS



ISBN 978-7-5636-2212-2



9 787563 622122 >

定价: 38.00元

职业技能培训教程

热力司炉工

中国石油天然气集团公司人事服务中心 编

中国石油大学出版社

新华书店
PDG

图书在版编目(CIP)数据

热力司炉工/中国石油天然气集团公司人事服务中心编. —东营:中国石油大学出版社,2007.3

ISBN 978-7-5636-2212-2

I. 热... II. 中... III. 锅炉-技术培训-教材
IV. TK22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 030654 号

丛 书 名: 职业技能培训教程

书 名: 热力司炉工

作 者: 中国石油天然气集团公司人事服务中心

责任编辑: 杨 勇(电话 0546-8395938)

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: upccbsyangy@126.com

排 版 者: 中国石油大学出版社排版中心

印 刷 者: 青岛星球印刷有限公司

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0546-8392565, 8399580)

开 本: 185×260 印张: 28.5 字数: 729 千字

版 次: 2007 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 38.00 元

职业技能培训教程

编审委员会

主 任：孙祖岭

副主任：刘志华 孙金瑜 徐新福

委 员：向守源 任一村 取丽枫 朱长根 郭向东
李钟磬 史殿华 马 富 关昱华 郭学柱
李爱民 刘文玉 熊术学 齐爱国 刘振勇
王家夫 刘瑞善 丁传峰 乔庆恩 申 泽
刘晓华 蔡激扬 阿不都·热西提 郭 建
王阳福 郑兴华 赵忠文 刘孝祖 时万兴
王 成 商桂秋 赵 华 杨诗华 刘怀忠
杨静芬 纪安德 杨明亮 刘绍胜 姚 斌
何 明 范积田 胡友斌 多明轩 李 明
蔡新江

前 言

为提高石油工人队伍素质,满足职工培训、鉴定需要,中国石油天然气集团公司人事服务中心继组织编写了第一批 44 个石油天然气特有工种的培训教程与鉴定试题集之后,又组织编写了第二、三批 106 个工种的职业技能鉴定试题集,并分别由石油工业出版社和中国石油大学出版社出版。根据企业组织工人进行培训和职工学习技术的需要,我们在第二、三批题库的基础上,又组织编写了第二批 32 个工种的工人培训教材。

本批教材只编写基础理论知识与相关专业知 识部分,内容、范围与题库基本一致,不分级别,与已编写出版的第二、三批试题集配套使用,便于组织工人进行鉴定前培训。由于在公开出版发行的习题集中,只选取了题库中的部分试题,因此本批教材对工人学习技术,提高知识技能将起到应有的作用。

《热力司炉工》由大庆石油管理局组织编写,张建鹏、姜兆林任主编。其中,第一部分由范有东、周野编写;第二部分由李炳军、徐桂凤编写;第三部分由朱龙勇、夏延丽编写。最后经中国石油天然气集团公司职业技能鉴定指导中心组织专家进行了终审,参加审定的专家有大庆石油管理局王雪梅、单国君、钱万红,新疆石油管理局刘邦强,抚顺石化徐长友。在此表示衷心感谢!

由于编者水平有限,书中的疏漏和错误之处恳请广大读者提出宝贵意见。

作 者
2006 年 10 月

目 录

第一部分 基础知识

第一章 基本知识	(1)
第一节 基本物理量	(1)
第二节 水和水蒸气	(4)
第三节 燃料与燃烧	(7)
第四节 热传播和锅炉的热平衡	(11)
第五节 锅炉钢材	(16)
第二章 动力生产和供热锅炉	(22)
第一节 锅炉的概述	(22)
第二节 锅炉的分类与型号编制	(22)
第三节 锅炉的结构及特性	(27)
第四节 锅炉的主要受压部件和水循环	(34)
第五节 锅炉的辅助受热面	(37)
第三章 燃烧设备	(47)
第一节 燃烧方式	(47)
第二节 手烧炉	(48)
第三节 链条炉排炉	(50)
第四节 倾斜往复炉排炉	(55)
第五节 水平往复炉排炉	(57)
第六节 抛煤炉	(58)
第七节 煤粉炉	(60)
第八节 沸腾炉	(65)
第九节 燃油燃气炉	(68)
第十节 锅炉燃烧的大气污染控制	(72)
第四章 锅炉安全附件及仪表	(77)
第一节 压力表	(77)
第二节 安全阀	(81)
第三节 水位表	(85)
第四节 温度仪表	(90)
第五节 流量仪表	(93)
第六节 气体分析仪表和常用仪表的活动分析	(96)
第七节 安全保护装置	(100)
第八节 锅炉自动调节及控制	(105)

第九节 常用阀门·····	(113)
第十节 排污装置·····	(126)
第五章 锅炉附属设备 ·····	(129)
第一节 给水设备·····	(129)
第二节 烟风系统的主要设备·····	(140)
第三节 燃油系统的主要设备·····	(148)
第四节 燃气系统的主要设备·····	(150)
第五节 换热设备·····	(152)
第六节 除渣设备·····	(156)
第七节 除尘设备·····	(163)
第六章 锅炉水质处理 ·····	(173)
第一节 锅炉水处理的基础知识·····	(173)
第二节 锅炉水质监督与锅炉水质标准·····	(178)
第三节 炉外水处理方法·····	(185)
第四节 炉内水处理方法·····	(187)
第五节 给水除氧·····	(190)
第六节 水垢的清除·····	(195)

第二部分 专业知识

第一章 锅炉运行操作 ·····	(199)
第一节 锅炉点火前的检查·····	(199)
第二节 锅炉上水·····	(204)
第三节 锅炉点火及燃烧调整·····	(206)
第四节 蒸汽锅炉的启动与运行·····	(218)
第五节 热水锅炉的启动与运行·····	(226)
第六节 锅炉的停运·····	(232)
第七节 煤粉锅炉的运行操作·····	(237)
第二章 锅炉事故及处理 ·····	(245)
第一节 锅炉事故的分类·····	(245)
第二节 锅炉爆炸事故·····	(246)
第三节 锅炉缺水事故·····	(248)
第四节 锅炉满水事故·····	(250)
第五节 锅炉超压事故·····	(251)
第六节 锅炉汽水共腾事故·····	(252)
第七节 锅炉爆管事故·····	(253)
第八节 锅炉水击事故·····	(257)
第九节 二次燃烧与烟气爆炸事故·····	(260)
第十节 锅炉炉墙损坏事故·····	(261)
第十一节 热水锅炉的常见事故·····	(262)

第十二节 锅炉燃烧设备的常见事故.....	(265)
第三章 锅炉保养.....	(270)
第一节 锅炉干法保养.....	(270)
第二节 锅炉湿法保养.....	(272)
第三节 锅炉停炉保养方法的选择及保养注意事项.....	(273)
第四章 锅炉修理.....	(275)
第一节 锅筒的修理.....	(275)
第二节 锅炉受热面的修理.....	(280)
第三节 阀门的检修.....	(292)
第四节 锅炉水压试验.....	(295)
第五节 滑动轴承的检修.....	(298)
第六节 滚动轴承的检修与装配.....	(303)
第七节 轴承箱的检修.....	(307)
第八节 联轴器找正及转子找平衡.....	(309)
第五章 锅炉的检验.....	(315)
第一节 新安装和在用锅炉的检验.....	(315)
第二节 锅炉检验的方法.....	(319)
第六章 锅炉的烘炉、煮炉及试运行	(323)
第一节 锅炉的烘炉和煮炉.....	(323)
第二节 锅炉设备试运行.....	(328)

第三部分 相关知识

第一章 锅炉房的管理.....	(332)
第一节 概述.....	(332)
第二节 锅炉房的安全管理.....	(332)
第三节 锅炉房的生产管理.....	(348)
第四节 锅炉房的设备管理.....	(353)
第五节 锅炉房的全员培训.....	(357)
第二章 锅炉供热系统.....	(359)
第一节 锅炉房供热系统的分类及调节.....	(359)
第二节 供热管网.....	(361)
第三节 热水供热系统的补水定压.....	(367)

第四部分 附 录

附录一 特种设备安全监察条例.....	(372)
附录二 蒸汽锅炉安全技术监察规程(节选).....	(384)
附录三 热水锅炉安全技术监察规程(节选).....	(406)
附录四 修订后的《热水锅炉安全技术监察规程》有关章节.....	(419)

附录五 锅炉房安全管理规则..... (422)

附录六 锅炉定期检验规则..... (430)

附录七 饱和蒸汽热力特性表..... (443)

附录八 过热蒸汽热焓..... (444)

参考文献..... (445)

第一部分 基础知识

第一章 基本知识

第一节 基本物理量

一、压力

通常所说的压力,是指垂直均匀作用于物体单位面积上的力,用符号 p 表示(物理学中称为压强)。在国际单位制中,压力的单位为帕斯卡(Pa),简称帕。因为用帕作为单位太小,所以在工程中常用兆帕(MPa), $1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$ 。

在以前的工程单位制中,压力的单位为千克力/厘米²(kgf/cm²)。工程上有时还用米水柱(mH₂O)和毫米汞柱(mmHg)作为较小压力的单位。它们之间的换算关系如下:

$$1 \text{ kgf/cm}^2 = 10 \text{ mH}_2\text{O} = 10\,000 \text{ mmH}_2\text{O} = 735.6 \text{ mmHg} = 9.806\,65 \times 10^4 \text{ Pa}$$

因为空气是具有质量的,所以空气中的任何物体,在任何方向上都要受到空气的压力,这个压力称为大气压力(以 p_0 表示)。在标准状态下,即海拔为 0 m、温度为 0 °C 时,大气压力为 101 325 Pa。工程上为了计算方便,常把大气压力近似计为 $10 \times 10^4 \text{ Pa}$ 或 0.1 MPa。

压力表指示的压力称为表压力,用符号 $p_{\text{表}}$ 表示,锅炉上所说的压力都是表压力。表压力是相对压力,因为当压力表指针为零时,实际上还受到周围大气压力的作用,所以压力表指示的压力数值是指超过大气压力的那部分压力。实际压力又称为绝对压力,用符号 $p_{\text{绝}}$ 表示,其数值就是表压力与大气压力之和。实际压力低于大气压力时的表压力,称为负压(或称为真空度 p_v)。绝对压力、表压力和真空度与大气压力之间的关系可以写为:

$$p_{\text{绝}} = p_{\text{表}} + p_0$$

$$p_{\text{表}} = p_{\text{绝}} - p_0$$

$$p_v = p_0 - p_{\text{绝}}$$

绝对压力与表压力的关系如图 1-1-1 所示。

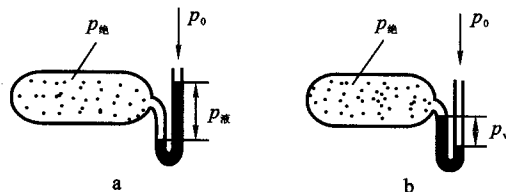


图 1-1-1 绝对压力与表压力的关系

二、温度

温度是反映物体冷热程度的物理量。温度的高低能够反映出物质分子热运动平均移动动能的大小,温度越高,能量越大。

物体温度的高低,不能单凭感觉来判断。如冬季在井下工作,并不感觉冷,而夏日在井下

工作也不感觉热。实际上,井下温度变化不大。由一种温度环境到另一种温度环境的感受,是不能说明冷热程度的,冬季室外铁块摸起来比木头凉,但温度可能一样。衡量温度要使用仪器,这种仪器就是温度计。

温度计的种类很多,有膨胀温度计、电阻温度计、热电偶(也称热电对或电偶温度计)和辐射高温计等。

常用的温度计是水银温度计。水银温度计管中盛有水银,最低可测温度为 -25°C ;最高可测温度则视玻璃管材料而定,通常为 500°C 。有机液体温度计为玻璃管中盛有酒精、甲苯或石油醚等的温度计,可测 -200°C 的低温。

温度的表示方法有三种:摄氏温度、华氏温度和绝对温度(热力学温度)。

(一) 摄氏温度

在标准大气压下,把冰水混合物的温度规定为 0°C ,沸水温度规定为 100°C 。在 0°C 和 100°C 之间分成100等份,每1份就是 1°C 。摄氏度的符号为 $^{\circ}\text{C}$ 。用这种方法确定的温度叫做摄氏温度,用符号 t 表示。

(二) 华氏温度

在标准大气压下,把冰的熔点规定为 32°F ,水的沸点规定为 212°F 。两者之间平均分成180份,每1份为 1°F 。华氏度用符号 $^{\circ}\text{F}$ 表示。这种单位在日、美、英等国家常用。

在工作中有时会碰到使用两种刻度的温度计的情况。为了明确温度的大小,必须将两种温标换算为同一种温标。其换算关系如下:

$$t(^{\circ}\text{C}) = \frac{5}{9}[t(^{\circ}\text{F}) - 32]$$

$$t(^{\circ}\text{F}) = \frac{9}{5}t(^{\circ}\text{C}) + 32$$

例 1-1-1:某锅炉除氧器温度计指示为 215.6°F ,折合成摄氏温度为多少?

解:根据公式 $t(^{\circ}\text{C}) = \frac{5}{9}[t(^{\circ}\text{F}) - 32]$,可得:

$$\begin{aligned} t(^{\circ}\text{C}) &= \frac{5}{9} \times (215.6 - 32) \\ &= 102(^{\circ}\text{C}) \end{aligned}$$

答: 215.6°F 折合成摄氏温度为 102°C 。

(三) 绝对温度(热力学温度)

规定 -273.15°C 为绝对零度,称为绝对温度,用符号 T 表示,单位为开尔文(K),简称开。绝对温度与摄氏温度之间的关系为:

$$T = t + 273.15$$

三、重度

重度是指单位体积物体的重量,用符号 γ 表示,单位为 N/m^3 。

$$\gamma = \frac{G}{V}$$

式中 G ——物体的重量, N;

V ——物体的体积, m^3 。

四、比体积与密度

比体积是指单位质量的物体所含有的体积,用符号 v 表示,单位为 m^3/kg 。

$$v = \frac{V}{m}$$

密度是指单位体积的物质所含有的质量,用符号 ρ 表示,单位为 kg/m^3 。

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中 m ——物体的质量, kg ;

V ——物体的体积, m^3 。

比体积与密度互为倒数,即

$$\rho v = 1$$

五、质量和重量(重力)

物体所含物质的多少称为质量,用符号 m 表示,单位为 kg ,常用的单位还有 g 、 t 。物体由于地球的吸引而受到的力称为重量,用符号 G 表示,单位为 N 。质量与重量两者之间的关系为:

$$G = mg$$

式中 g ——重力加速度, m/s^2 ,一般取 $9.81 \text{ m}/\text{s}^2$ 。

六、比热容、显热和潜热

比热容是指单位质量的某种物质,温度升高(或降低) 1°C 时吸收(或放出)的热量。比热容用符号 c 表示,单位为 $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 或 $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。物质吸收或放出的热量可用下式求得:

$$Q = cm(T_2 - T_1)$$

式中 Q ——物质吸收或放出的热量, J ;

c ——物质的比热容, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$;

m ——物质的质量, kg ;

T_1, T_2 ——物质加热前、后的温度, K 。

显热是指物质在吸收或放出热量的过程中,状态不变,温度变化时所吸收或放出的热量,单位为 kJ/kg 。热水采暖就是利用了水的显热交换来输送热量的。

潜热也称为汽化热,是指单位质量的某液体物质变成同温度的该物质的蒸气时所吸收的热量,单位为 kJ/kg 。蒸汽采暖就是利用了水的潜热交换来输送热量的。

七、流量和流速

流量是指单位时间内介质通过有效断面的数量。流量分为体积流量和质量流量。体积流量的单位为 m^3/s ,质量流量的单位为 kg/s 、 t/h 。

流速是指单位时间内介质流经的距离,单位为 m/s ,可用下式求得:

$$v = \frac{q_v}{S}$$

式中 v ——介质的平均流速, m/s ;

q_v ——介质的体积流量, m^3/s ;

S ——介质的有效断面面积, m^2 。

八、理想气体状态方程与热力学定律

(一) 理想气体状态方程

理想气体在其他条件不变的情况下,其比体积和绝对压力的乘积与绝对温度的比值为常

数,即

$$\frac{pv}{T} = R = \text{常数}$$

上式还说明,在理想气体的定容过程中(即 v 不变),温度升高,压力也会升高;在绝热压缩过程中,工质温度升高。

(二) 热力学第一定律

在工质受热做功的过程中,工质自外界得到的热量,等于它对外界做功所付出的能量与存在于工质内部的能量变化值之和。

(三) 热力学第二定律

热力学第二定律说明了热能转换为机械能的条件及热能的传递方向等。该定律可归纳为:

- (1) 使热能全面而连续地转变成功,是不可能的。
- (2) 热量不能自发地从低温物体转移到高温物体。

热力学第二定律的数学表达式为:

$$dS \geq 0$$

式中 S ——物质的熵, kJ/K 。

九、比焓(质量焓)

当对水加热时,水由于吸收了热量,温度就会升高,当水达到沸点以后,再吸收热量,水就会变成蒸汽。因此,某一状态下的水或蒸汽的比焓就是把 1 kg 的水在等压下自 0°C 加热到这一状态下的水或蒸汽时所吸收的热量。比焓用符号 h 表示,单位为 kJ/kg 。

在一般情况下,比焓并无具体的物理意义,完全是为了简化工程计算和便于分析研究而定义的一个量。

十、比熵

比熵是用来描述工质状态参数的一个物理量,用符号 s 表示,单位为 $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。其意义是每千克工质在单位温度下所含的热量。它是由热量和温度导出的工质状态参数。

第二节 水和水蒸气

一、物质的三态变化

固态、液态和气态是物质存在的三种状态。例如,在通常状态下,铁是固体,水是液体,氧气是气体。液态的水可以变成固态的冰,也可以变成气态的水蒸气。随着温度的变化,水会呈现出液态(水)、气态(水蒸气)和固态(冰、霜、雪)三种形态,它们之间的互相转化关系如图 1-1-2 所示。

(一) 熔解和凝固

物质从固态变成液态的过程称为熔解。物质从液态变成固态的过程称为凝固。

给冰加热,当冰的温度升高到 0°C 时,冰开始熔解。在熔解过程中,虽然继续加热,但是冰和水的温度并不改变,仍保持在 0°C ,直到冰全部熔解成水,温度才继续上升。让水冷却,当温度降低到 0°C 时,水开始结冰。在结冰的过程中,虽然不

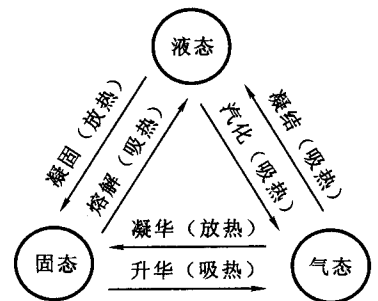


图 1-1-2 水的三态变化

断地向外放出热量,但是冰和水的温度也保持在 0°C 不变,直到全部的水都结成冰,温度才继续下降。可见,冰的熔解和凝固都是在一定的温度下进行的。熔解时的温度叫做熔点,凝固时的温度叫做凝固点。在外界条件不变的情况下,物质的熔点和凝固点是不变的。

冰在熔解过程中虽然温度保持不变,但要不断给它加热,这表明晶体在熔解过程中要吸收热量。单位质量的晶体物质在熔点熔解成同温度的液体时所吸收的热量,叫做这种物质的熔解热。在国际单位制中,熔解热的单位是 J/kg 。 $1\text{ kg } 0^{\circ}\text{C}$ 的冰熔解成 0°C 的水所吸收的热量为 $3.35 \times 10^5\text{ J}$,因此,冰在 0°C 时的熔解热是 $3.35 \times 10^5\text{ J/kg}$ 。

(二) 液化和汽化

物质从气态变成液态的过程称为液化。物质从液态变成气态的过程称为汽化。

汽化有两种方式:蒸发和沸腾。

蒸发是仅在液体表面发生的汽化现象。如盛在碗里的水,经过一段时间后就会变少。蒸发的速度与温度和表面积有关,温度越高,表面积越大,蒸发得就越快。

沸腾是指在液体内部或表面同时进行的汽化现象。液体沸腾时的温度叫做沸点。液体的沸点跟外界压强有关系:压强增大时沸点升高;压强减小时沸点降低。

(三) 升华和凝华

物质从固态直接变成气态称为升华;物质从气态直接变成固态称为凝华。

二、水的特性

在锅炉中流动的介质主要是水和汽、水混合物。为了了解锅炉的工作原理,必须先搞清楚水的基本性质。

水是无色、透明、无味、无臭的液体。当水中含有杂质时便呈现色、味等现象,变更或影响了水原有的物理性质。水由氢与氧化合而成,其化学分子式为 H_2O 。水具有气态、液态和固态三态特性。

水还具有下列特性:

(1) 水的比体积在 4°C 时最小。大于 4°C ,当温度升高时,水的密度减小,因而体积膨胀;反之,小于 4°C ,当温度降低时,其密度也减小,比体积也增加。因此水在 4°C 时,密度最大,比体积最小。

(2) 水的比热容大。水每升高 1°C ,所需要的热量较多。而大多数物质升高 1°C 所需要的热量都比水需要的热量少。因此水常被作为热交换的介质。

(3) 饱和水的压力与温度有关。当水在标准大气压下被加热,温度升至 100°C 时,水即开始沸腾,即达到沸点。沸点是随压力的增加而提高的。如水在 10 个大气压下的沸点就不是 100°C ,而是 183.2°C 。因此,水的沸点不是恒定不变的,而是随着压力的变化而变化的。但在一定的压力下,水的沸点是固定的,即使继续增加热量,其沸点也是一定的,这时只会使水逐渐汽化,而不会再提高温度。一定压力下水的沸点,又称作此压力下水的饱和温度。

(4) 水具有液体的一般通性。在压力相等的条件下,各部分水面保持在同一平面上;水还具有在某一部位受到压力作用时,便以相等的压力向其余部分传递的性质;水没有一定的形态,但有一定的体积;等等。

三、饱和水蒸气的性质

在一定的压力下,水达到沸腾的温度称为饱和温度。这种具有饱和温度的水称为饱和水。在一定的压力下,对饱和水继续加热,饱和温度保持不变,但水陆续转化为水蒸气。这种具有

饱和温度的水蒸气称为饱和水蒸气。在一定的压力下,对饱和蒸汽继续加热可以提高蒸汽的温度,使其超过饱和蒸汽的温度,这种蒸汽称为过热蒸汽。

通常在饱和蒸汽中或多或少带有一定的水分,故饱和蒸汽实际上是蒸汽和水的混合物,通常称为湿饱和蒸汽,简称湿蒸汽。而不含水分的蒸汽,称为干饱和蒸汽,简称干蒸汽。

湿蒸汽中的含水量与总质量的比值称为蒸汽的湿度,用 w 表示。湿蒸汽中蒸汽的质量与总质量的比值称为蒸汽的干度,用 x 表示。

$$w = \frac{m_{\text{水}}}{m_{\text{水}} + m_{\text{汽}}} \times 100\%$$

$$x = \frac{m_{\text{汽}}}{m_{\text{水}} + m_{\text{汽}}} \times 100\%$$

湿度是衡量蒸汽品质好坏的一个重要指标。湿度过大不仅会降低蒸汽的品质,影响使用效果,而且可能导致蒸汽管道内发生水击现象,使管道剧烈震动以致损坏;若流入过热器,还会使过热器结垢而被烧坏。在工业锅炉中对蒸汽湿度的要求是:水管锅炉应控制在 3% 以下,火管锅炉控制在 5% 以下。

饱和蒸汽与液态(水)接近,为不稳定状态,遇冷即转化为饱和水而放出汽化潜热。工业或采暖上常用饱和蒸汽而较少用过热蒸汽。

过热蒸汽具有较大的能量,且没有水分,常用来推动汽轮机发电或作为其他动力。但过热蒸汽与饱和蒸汽相比,其离液态(水)相对较远,遇冷时,不易凝结变回液态,汽化潜热不易放出,因此用作加热介质时热损失较大。

四、水蒸气在锅炉中的形成过程

动力设备中的热功转换必须靠介质的体积膨胀。气态介质体积变化最大、最灵敏,所以在热机中都以气态为介质。水蒸气在锅炉中的形成过程可以近似地看做是定压加热过程。

如图 1-1-3 所示为一台蒸汽锅炉简图,其内部汽水工作系统的流程结构如图 1-1-4 所示。从图 1-1-4 可以看到,给水经过给水泵送入省煤器,吸收烟气热量后水温升高,进入锅筒;再经过炉内辐射和对流管束等蒸发受热面,吸收大量烟气热量,沸腾、汽化形成饱和蒸汽;在水循环的上升管中以汽、水混合物的形态随同锅水一起进入锅筒,经汽水分离器进行汽水分离;被分离的锅水进入下降管汇入锅炉水循环回路,分离出来的蒸汽进入过热器,进一步吸热形成过热蒸汽向外输出。

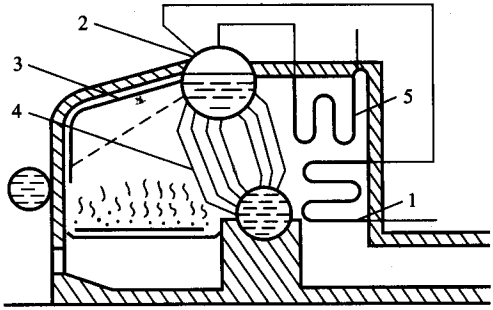


图 1-1-3 蒸汽锅炉简图

1—省煤器; 2—锅筒; 3—水冷壁;
4—对流管束; 5—过热器

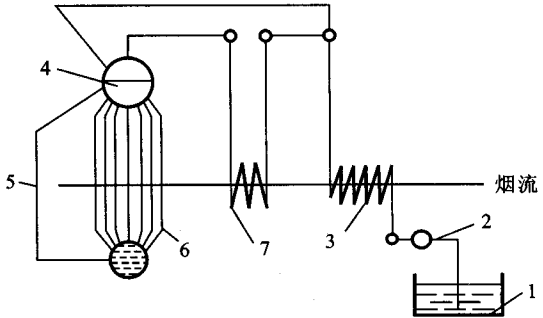


图 1-1-4 蒸汽锅炉汽水工作系统流程图

1—给水箱; 2—给水泵; 3—省煤器; 4—锅筒;
5—水冷壁; 6—对流管束; 7—过热器

水在锅内等压加热变成水蒸气,其形成过程如图 1-1-5 所示。设一端封闭的筒状容器中盛有 1 kg 0℃ 的水,用一个可移动的活塞压在水面上,使水承受一定的压力 p ,并且和外界介质隔开,如图 1-1-5a 所示;对水加热时,水的温度将不断上升,水的比体积则增加很少,当达到该压力下的饱和温度时,就开始沸腾,形成了饱和水,如图 1-1-5b 所示;水还没有全部变成饱和蒸汽之前,饱和水与饱和蒸汽共存于容器中,如图 1-1-5c 所示,就形成了湿饱和蒸汽;在定压下继续加热,温度仍然是饱和温度,当水全部蒸发成为蒸汽时就形成了干饱和蒸汽,如图 1-1-5d 所示;如果对干饱和蒸汽继续加热,蒸汽的温度又开始上升,这时蒸汽的温度已超过饱和温度,形成了过热蒸汽,如图 1-1-5e 所示。

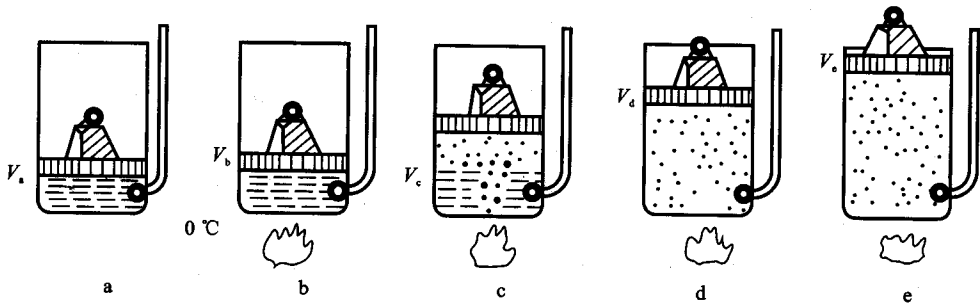


图 1-1-5 水蒸气定压形成过程示意图

第三节 燃料与燃烧

燃料是指在空气中易燃烧产生热量的物质。它应满足下列基本要求:

- (1) 能释放出较多的热量,并能产生较高的温度。
- (2) 广泛地存在于自然界或从自然界物质中经加工可大量获得的物质。
- (3) 供应方便,价格低廉。
- (4) 便于储存与运输。
- (5) 燃烧产物要尽可能不污染环境,不影响生态平衡。

一、燃料的分类

燃料按其来源可分为人工燃料和天然燃料两大类。

天然燃料:以它原有的状态可以直接燃烧的燃料。

人工燃料:天然燃料经过人工处理后,再用来作为燃料。

燃料按其物理状态又可分为气体、固体和液体燃料三大类,见表 1-1-1。

表 1-1-1 燃料的分类

类 型	天 然 燃 料	人 工 燃 料
固体燃料	木柴、泥煤、褐煤、无烟煤、煤矸石和油页岩	木炭、半焦炭、焦炭、煤砖和煤粉
液体燃料	石油	汽油、煤油、重油、渣油、煤焦油和酒精
气体燃料	天然气	高炉煤气、发生炉煤气、炼焦炉煤气、水煤气和地下气化煤气

(一) 固体燃料

固体燃料以煤为主。煤炭是由有机化合物和无机矿物质组成的一种复杂混合物。随着煤