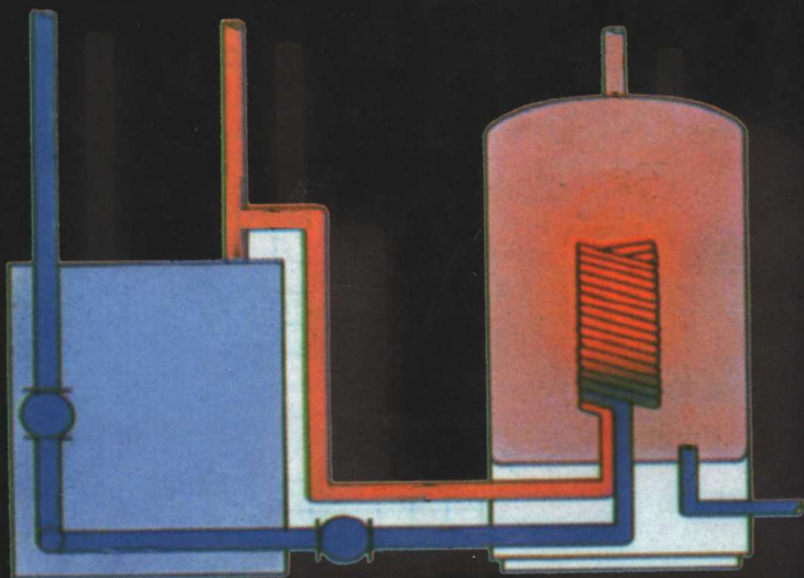


司炉培训教材

环保型锅炉 操作及运行

吕志信 编著

中国计量出版社



司 炉 培 训 教 材

环保型锅炉操作及运行

吕志信 编著

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

环保型锅炉操作及运行/吕志信编著. —北京: 中国计量出版社, 2003.3

司炉培训教材

ISBN 7-5026-1737-X

I. 环… II. 吕… III. ①锅炉—操作—技术培训—教材②锅炉运行—技术培训—教材 IV. TK22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 012875 号

内 容 提 要

环保型锅炉指烟气排放符合国家标准的锅炉。本书介绍环保型锅炉的基础理论知识、锅炉结构、燃料性质、燃烧设备及附属设施、仪器仪表及控制阀门、安全保护装置、操作及运行要求、事故处理方法、锅炉环保问题等, 并附有帮助司炉通过取证考试的模拟试题。书中收录了国内外锅炉设备的最新成果, 实用性强。

本书可作为司炉培训、考试取证的教材, 也可供相关专业师生和技术人员参考。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010) 64275360

E-mail jlfxb@263.net.cn

北京市密东印刷有限公司印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787 mm×1092 mm 16 开本 印张 24 字数 574 千字

2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 次印刷

*

印数 1—4000

定价: 48.00 元

前 言

锅炉是国民经济建设和人们日常生活中不可缺少的热能动力设备，承受高温、高压，是具有爆炸危险的特种设备。科学地掌握锅炉的技术特性，正确管理和操作不同型号的锅炉及其系统，对保证锅炉安全运行、防止事故、保障国家和人民财产安全有着极其重要的意义。

为了加强司炉人员安全和环保技术培训，提高操作运行技能，我们根据国家质检总局有关法规条例、规程编写了这本教材。

本书在编写时注意，吸收国内外有关新技术、新方法；为加强司炉人员的环保意识，在热能用表、烟尘排放及危害、清洁燃料、节约能源的重要性等方面都进行了论述；是一部技术最新、内容最广的司炉培训教材。

本书由抚顺市锅炉压力容器检验研究所吕志信主编，并得到天津市万合暖通机电设备有限公司、天津市天辰节能环保设备工程有限公司、山东日升环保科技股份有限公司、天津市东丽区环保局等单位领导的大力支持，在此深表谢意。

张自平教授参加了本书消烟除尘部分的编写工作，他曾多次获环保论文奖，并被列入国家名人录。本书在编写过程中还得到吕班、胡小姝、高立宽、徐正良等同志及有关各界同仁的支持，且提出许多宝贵意见，在此一并表示感谢。

由于编著者水平有限，本书难免会有漏误之处，真诚希望广大读者批评指正。

编著者

2003年7月

目 录

第一章 环保型锅炉基本知识

第一节 锅炉基本参数	(1)
一、供热参数	(1)
二、压强	(4)
第二节 水的性质及锅炉用水	(5)
一、水的性质	(5)
二、锅炉用水	(7)
三、锅炉房的给水系统	(8)
第三节 锅炉水循环及锅炉工作原理	(8)
一、锅炉水循环基本原理	(8)
二、锅炉工作原理	(12)
第四节 冷热水机组基本原理	(13)
一、技术特性	(13)
二、多功能微机控制	(13)
第五节 火电厂发电机组循环的基本原理	(16)
一、朗肯循环系统	(16)
二、朗肯循环热效率	(16)
三、蒸汽中间再热循环	(16)
四、给水回热循环	(17)
五、热电联供循环	(17)
第六节 电热锅炉技术	(17)
一、自控系统	(17)
二、锅炉结构特点	(18)
三、锅炉使用特点	(19)
四、自控设计	(19)
五、低电流密度电热元件	(19)
六、外壳	(19)
第七节 锅炉用钢	(19)
一、钢的分类	(19)
二、化学元素对钢材性能的影响	(20)
三、钢材的机械性能	(21)
四、锅炉用钢的要求	(24)
五、工业锅炉常用钢材	(25)

第八节 锅炉分类与型号表示法	(28)
----------------------	------

第二章 锅炉结构

第一节 锅炉结构一般要求	(31)
一、从安全角度对锅炉结构的要求	(31)
二、锅炉主要受压元件及要求	(31)
第二节 立式锅壳式锅炉	(32)
第三节 卧式内燃锅壳式锅炉	(33)
第四节 卧式锅壳燃油锅炉	(35)
第五节 卧式锅壳湿背式燃气锅炉	(37)
第六节 卧式电能蓄热热水锅炉	(39)
一、电能蓄热锅炉的结构及原理	(39)
二、电能蓄热锅炉的操作及控制	(39)
第七节 卧式热水垃圾锅炉	(41)
第八节 立式真空热管锅炉	(41)
第九节 立式型煤热水锅炉	(42)
第十节 模块组合式全自动锅炉	(44)
第十一节 真空负压换热锅炉	(46)
第十二节 变频调速式锅炉	(47)
一、变频调速式快速蒸汽发生器无锅筒式锅炉 (QXS-111 型)	(47)
二、直流式快速热水发生器无锅筒式锅炉 (RWNS-11 系列)	(48)
三、安装与使用	(49)
第十三节 德国菲斯曼全自动锅炉	(51)
一、下烟室半卧式全自动锅炉	(51)
二、卧式湿背三回程锅炉 (Turbomat-RN-HW 高压热水型)	(53)
第十四节 煤制发生器及煤制气锅炉	(54)
一、技术参数	(57)
二、煤制气连体锅炉	(57)
三、煤制气连体锅炉特点	(58)
四、煤炭气化的基本原理及主要设备	(59)
第十五节 燃煤、燃油、燃气互换锅炉	(60)

第三章 燃料及燃烧

第一节 燃料的种类及特性	(62)
一、燃料的化学成分	(62)
二、固体燃料的分类及性质	(63)
三、液体燃料油的分类及性质	(64)

四、气体燃料分类及性质	(66)
第二节 燃烧	(70)
一、燃烧过程	(70)
二、燃料成分的几种表示方法及换算	(71)
第三节 混合发生炉煤气的性质	(72)
一、煤转化可燃气体原理	(72)
二、煤质的化学成分含量	(72)
第四节 锅炉热效率与传热	(74)
一、热效率	(74)
二、传热方式	(76)
三、热量与比热容	(77)

第四章 燃 烧 器

第一节 重油燃烧器	(78)
一、重油燃烧器特性	(78)
二、德国欧科重油燃烧器	(82)
第二节 轻油燃烧器	(82)
一、轻油燃烧器的特性	(82)
二、轻油燃烧器内部结构	(84)
三、自动供油系统循环回路	(85)
四、燃烧器初始启动程序	(86)
五、燃烧器燃烧特性	(86)
六、燃烧器相关技术参数	(87)
七、轻油燃烧器油喷嘴	(88)
八、轻油燃烧器油泵	(90)
九、两段平滑过渡调节或比例调节轻油燃烧器 (P140-200-300-450P/G 系列)	(93)
第三节 锅炉应用燃气燃烧器	(97)
一、燃气燃烧器结构	(97)
二、燃烧器运行工作原理	(99)
三、燃烧器使用注意事项	(100)
四、其他几种常见的燃气燃烧器	(101)
第四节 煤粉燃烧器	(104)
一、直流射流燃烧器	(105)
二、旋流射流和旋流燃烧	(105)
三、四风道煤粉燃烧器	(105)
第五节 机械炉排燃烧	(108)
第六节 电蓄热热水机组	(110)

一、特点	(110)
二、蓄热水箱容积的简单计算	(111)
三、蓄热水箱结构原理	(112)
四、安装使用	(112)

第五章 附 属 设 备

第一节 给水设备	(115)
一、KQZ 型转角离心泵	(115)
二、隔膜式自动气压给水设备	(118)
三、微机控制变频调速锅炉补水 (稳压) 装置	(122)
第二节 锅炉水质	(124)
一、水的净化和软化	(124)
二、水垢的形成和种类	(125)
第三节 锅炉水处理方法和水处理设备	(129)
一、锅炉水处理方法	(129)
二、SGF 系列浮动床离子交换水处理设备	(131)
三、阿图祖全自动水处理设备	(131)
四、JWS 系列全自动软水器	(133)
第四节 通风设备	(140)
一、风机结构及原理	(140)
二、风机的安装与检查	(141)
第五节 炉膛温度与正负压调节设备	(142)
第六节 脱硫除尘设备	(145)
一、工作原理	(145)
二、布袋除尘器	(146)
三、喷射式烟气脱硫器	(147)
四、XL 型湿式旋流脱硫脱硝除尘器	(149)
第七节 除氧设备	(150)
一、传统除氧方法	(150)
二、液体涡流除氧脱气器	(151)
三、全自动海绵铁除氧	(154)
第八节 板式换热器机组	(156)
一、板式换热器简介	(156)
二、板式换热器简易计算方法	(157)
三、JRJZ 系列板式换热机组特点	(158)
四、型号表示法	(158)
五、工作原理	(159)
六、外部结构	(159)

七、技术性能	(160)
八、机组安装注意事项	(163)
九、使用注意事项	(164)
十、维修保养	(165)
第九节 清灰设备	(165)
一、声波清洁器	(165)
二、水力吹灰	(168)
三、蒸汽吹灰	(168)
四、钢珠除灰	(169)
第十节 燃烧附属设备	(169)
一、电火花点火装置	(170)
二、油预热装置	(170)
三、火焰监测装置	(171)
第十一节 微机控制系统	(171)
一、电脑跟踪事故处理记录仪	(171)
二、OMRO 微机运行监控系统	(175)
三、电脑监控数字显示自动调节装置	(178)
四、工业锅炉微机控制程序方案	(182)

第六章 锅炉常用仪器、仪表及控制阀门

第一节 压力控制器	(191)
第二节 差压控制器	(193)
第三节 温度传感器	(194)
第四节 电接点压力式温度计及电接点压力表	(196)
一、电接点压力式温度计	(196)
二、电接点压力表	(197)
第五节 超声波流量计	(198)
第六节 磁感控制水表	(200)
第七节 风门执行器	(201)
第八节 比例调节控制器	(201)
第九节 执行驱动器	(202)
第十节 安全阀	(203)
一、弹簧式安全阀	(203)
二、磁力安全阀	(205)
第十一节 锅炉控制一、二次仪表	(208)
一、一次仪表	(209)
二、二次仪表	(209)
三、计算机控制	(209)

第七章 锅炉安全保护装置与自动控制

第一节	水位控制与保护装置	(211)
第二节	超温超压连锁保护切断装置	(212)
一、	超温超压保护的意義	(212)
二、	水位限值警线	(214)
三、	燃油锅炉的连锁保护	(215)
第三节	燃油程序控制和连锁保护装置	(216)
一、	程序控制器	(216)
二、	辅机的控制	(216)
三、	给水控制系统	(217)
四、	油温控制系统	(219)
五、	燃烧控制系统	(219)
第四节	炉膛熄火保护及常明火的安全装置	(220)
一、	炉膛熄火保护装置	(220)
二、	常明火安全装置	(222)
第五节	风机调频连锁保护装置	(222)
第六节	可燃气体渗漏报警安全保护装置	(223)
一、	仪器工作原理	(224)
二、	结构特点	(224)
三、	仪器的综合性能指标	(225)
四、	注意事项	(225)
第七节	电源保护器及信号系统	(225)
一、	继电保护装置的组成及工作原理	(225)
二、	电动机的保护装置	(226)
三、	信号系统	(226)
第八节	防爆门	(227)
一、	防爆门的种类	(227)
二、	对防爆门的要求	(228)

第八章 锅炉运行与监护

第一节	蒸汽压力的调节	(229)
一、	引起汽压变化的因素	(229)
二、	汽压变化的影响	(229)
三、	直流锅炉的汽压调节	(230)
第二节	过热蒸汽、再热蒸汽的调节	(231)
一、	过热蒸汽的调节	(231)

二、再热蒸汽的调节	(234)
第三节 高低水位的调节	(235)
一、水位调节对象的特性	(235)
二、单冲量给水自动调节系统	(236)
三、双冲量给水自动调节系统	(237)
四、三冲量给水自动调节系统	(238)
第四节 热水温度恒定的调节	(239)
第五节 燃油、燃气锅炉的燃烧自动调节系统	(241)
一、一般燃油、燃气锅炉的燃烧调节系统	(241)
二、低过剩空气系统运行的燃油、燃气锅炉的燃烧自动调节系统	(241)
第六节 燃油锅炉运行与监护	(243)
一、点火及升火操作	(243)
二、燃烧的调整	(244)
三、油炉停炉的操作	(245)
第七节 蒸汽锅炉运行与监护	(245)
第八节 热水锅炉的运行与监护	(247)
一、启动前的准备工作	(247)
二、启动	(247)
三、运行	(247)
四、停炉操作	(249)
第九节 真空热水锅炉运行与监护	(250)
第十节 压力表、水位表、安全阀等附件的操作	(251)
一、压力表	(251)
二、水位表	(252)
三、安全阀	(253)
四、排污装置	(255)

第九章 锅炉启动、停运与保养

第一节 锅炉启动前的准备与检查	(256)
一、进水	(256)
二、点火	(256)
三、升温 and 升压	(256)
四、锅炉停运	(257)
第二节 设备及燃烧状态的检查	(258)
一、油泵的检查	(258)
二、喷油嘴的检查	(260)
三、烟道的检查	(262)
四、燃烧状态的检查	(263)

第三节 漏风试验与风机试验	(264)
一、漏风试验	(264)
二、风机试验	(266)
第四节 冷态启动、热态启动操作程序	(267)
一、启动前的检查	(268)
二、锅炉启动前的准备工作	(269)
三、锅炉上水	(269)
四、热态启动	(270)
五、直流锅炉的启动	(271)
第五节 燃气锅炉启动与停运	(273)
一、点火与操作	(273)
二、锅炉停炉时应注意的事项	(274)
第六节 燃油锅炉启动与操作	(274)
一、上水与点火	(274)
二、燃烧器的运行与调整	(275)
三、锅炉运行及注意事项	(276)
四、锅炉水处理和循环水泵	(276)
五、排污	(277)
六、紧急停炉	(277)
七、操作实例	(278)
第七节 停炉与操作	(278)
一、压火停炉	(279)
二、正常停炉	(279)
三、各种炉型正常停炉时的注意事项	(280)
四、蒸汽锅炉在运行中的紧急停炉	(280)
五、热水锅炉在运行中的紧急停炉	(280)
六、蒸汽锅炉紧急停炉的操作	(281)
七、热水锅炉紧急停炉的操作	(281)
第八节 锅炉保养与维护	(281)
一、锅炉的保养	(281)
二、锅炉的维护	(283)

第十章 锅炉事故与处理

第一节 有机载体炉的事故与预防	(286)
一、对有机热载体性能的要求	(286)
二、对流相炉中有机热载体流速的限制	(287)
三、对热载体应用膨胀器的规定	(287)
四、对有机热载体炉启动中排气的要求	(288)

五、对有机载体过滤器的要求	(290)
第二节 锅炉缺水事故与处理	(290)
一、缺水事故的原因	(290)
二、锅炉缺水事故的处理	(291)
第三节 蒸汽锅炉满水事故与处理	(291)
第四节 汽水共腾水击事故与处理	(292)
第五节 热水锅炉超温报警与处理	(292)
一、原理和结构	(293)
二、安装使用	(293)
三、报警原理	(294)
第六节 蒸汽锅炉超压与处理	(295)
一、锅炉超压的现象	(295)
二、锅炉超压的预防	(295)
三、锅炉超压的处理	(295)
第七节 热水锅炉中断循环与处理	(295)
一、水循环中断的现象	(296)
二、水循环中断的处理	(296)
第八节 燃油燃烧器故障与处理	(296)
一、故障排除的原则	(296)
二、故障及排除	(297)
第九节 燃气燃烧器故障与处理	(299)

第十一章 锅炉的环境保护问题

第一节 噪声防治	(301)
一、噪声的危害	(301)
二、响度级	(302)
三、风机噪声的产生	(303)
四、风机噪声的控制方法	(303)
五、消声器的应用原理	(304)
第二节 燃煤污染及消烟除尘	(306)
一、烟尘的概念及危害性	(306)
二、烟尘监测方法及标准	(308)
三、烟尘监测采样 C' 的控制	(309)
四、过剩空气系数与烟尘污染	(312)
五、燃料燃烧过程污染物排放量计算	(315)
六、硫化物的脱除	(320)
七、 NO_x 的脱除	(324)
第三节 锅炉排污与计算	(325)

一、排污的目的和意义	(325)
二、排污的方式和要求	(325)
三、蒸发倍数和排污率	(326)
四、排污量计算	(328)
五、排污控制	(329)
六、电脑自动排污装置	(331)

第十二章 模拟考核试题

一、填空题	(334)
二、判断题	(336)
三、选择题	(339)
四、计算题	(344)
五、问答题	(352)

第一章 环保型锅炉基本知识

环保型锅炉是指烟气排放符合国家环境空气质量标准 (GB 3095—1996) 的锅炉。锅炉能量转换设备,是把燃料燃烧 (氧化反应),使燃料的化学能转换为热能输出的统一体。

锅炉的工作包括三个过程:燃料不断剧烈氧化的燃烧过程;火焰和高温烟气不断把热量传递给锅内水的传热过程;水在锅内不断流动循环,吸热升温 and 汽化 (热水锅炉达不到沸腾汽化温度) 的过程。这三个过程在锅炉内不断进行,通过锅炉燃烧设备、附属设备及仪表附件等三个工作系统来实现。

要做到经济合理地使用锅炉设备,提高热效率,节约燃料,就要掌握燃料的特征、性质。尤其对石油、液化气、煤制气、天然气、脱硫煤、型煤、电能、太阳能等各种能源利用,要发挥其应有的作用,造福于人类。

第一节 锅炉基本参数

一、供热参数

1. 蒸发量 (对蒸汽锅炉而言)

锅炉在确保安全的前提下长期连续运行,每小时所产生蒸汽的数量,称为这台锅炉的蒸发量。蒸发量又称为“出力”或“容量”,用符号“ D ”来表示,常用的单位是“吨/时”(t/h)。

蒸发量有最大连续蒸发量、经济蒸发量与额定蒸发量之分。最大连续蒸发量是指锅炉在连续运行中,不考虑其经济效果,每小时最多能产生的蒸汽量。经济蒸发量是指锅炉在连续运行中,热效率达到最高时的蒸发量,一般约为最大蒸发量的 75%~80%。额定蒸发量,是指锅炉采用设计的燃料品种,并在设计参数下运行,也就是在规定的蒸汽参数 (压力、温度) 和一定的热效率下,长期连续运行时,每小时所产生的蒸汽量。新锅炉出厂时,铭牌上所标示的蒸发量,指的就是锅炉的额定蒸发量。

2. 供热量 (对热水锅炉而言)

热水锅炉长期连续运行,在额定进出水温度、压力 and 规定循环水量下,每小时产生的有效发热量,称为锅炉的额定供热量 (出力)。用符号“ Q ”表示,单位是兆瓦 (MW)。热水锅炉产生 0.7 MW 的热量,大体相当于蒸汽锅炉产生 1 t/h 蒸汽的热量。

3. 温度

温度是指物体冷热的程度,用符号“ t ”表示,在锅炉参数中常用摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$) 为单位,要掌握物体温度的高低,通常采用摄氏温标来表示。即在一个大气压下,水开始沸腾时的温度 (即沸点) 为 100°C ,水开始结冰时的温度 (即冰点) 为 0°C ,中间分为 100 格,每 1 格表示 1 摄氏度,记为 1°C 。

锅炉铭牌上标示的温度,是指锅炉输出介质的最高工作温度,又称额定温度。

对于无过热器的蒸汽锅炉,其额定温度是指对应于额定压力下的饱和蒸汽温度;对于有过热器的蒸汽锅炉,其额定温度是指过热器主汽阀出口处的过热蒸汽温度。

对于热水锅炉,分别以锅炉出口与进口处的水温来表示。

4. 蒸发率

蒸发率是指蒸汽锅炉在每平方米受热面积上,每小时所产生的蒸汽量。锅炉蒸发率与锅炉结构、燃料品种、燃烧设备、燃烧工况和受热面的传热效果等因素有关。同一台锅炉不同部位的受热面,其蒸发率是不相同的。

5. 受热面积

锅炉上由钢板和钢管组成的部件,一面受火焰或烟气加热,另一面将热量传给水的那部分面积称为锅炉的受热面积。

6. 饱和温度

水由液态转化为汽态的过程称为汽化。汽化通过蒸发与沸腾两种方法进行。蒸发是水在自由表面上缓慢地汽化,任何温度下都在持续进行。沸腾是水在表面和内部同时进行剧烈地汽化,只有当温度达到沸点时才会发生。

在一定的压力下,对水不断加热,水温相继上升,最后使水沸腾,温度不再上升,该温度叫做水在一定压力下的饱和温度(简称沸点)。这种具有饱和温度的水称为饱和水。饱和温度与压力有关,随着压力升高,饱和温度也相应升高,也就是一定的压力对应一定的饱和温度。

7. 过热温度

在水变汽的过程中,温度保持不变,即饱和温度。在饱和温度下的水蒸汽称为饱和蒸汽。如在相同的压力下,对饱和蒸汽继续加热,蒸汽温度会升高而超过饱和蒸汽的温度,这种蒸汽温度称为过热温度,也称过热蒸汽温度。

8. 湿度与干度

通常在饱和蒸汽中多少带有一些水分,饱和蒸汽实际上是蒸汽和水的混合物,称为湿蒸汽。而不含水分的蒸汽,称为干蒸汽。

湿蒸汽中的含水量与汽水混合物总重量的比值,称为蒸汽的湿度。湿蒸汽中蒸汽的重量与汽水混合物总重量的比值,称为蒸汽的干度。显然,对于同一湿蒸汽,其湿度与干度之和等于1。例如,某蒸汽的湿度为3%,则其干度为97%,表明在每1 kg的饱和蒸汽中含有0.03 kg的水和0.97 kg的干蒸汽。

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,而且可能在蒸汽管道内发生水击现象,使管道剧烈振动导致损坏;若流入过热器,还会使过热器管因结垢而烧坏。在工业锅炉中对蒸汽湿度的要求,水管锅炉应控制在3%以下,火管锅炉应控制在5%以下。

9. 液体热与汽化热

在一定的压力下,使1 kg的水从0℃加热到饱和温度所需要的热量,称为液体热或称显热。液体热仅用于提高水的温度,而不能改变水的形态。它与压力有关,压力越高,液体热就越大。

在一定的压力下,有相应的饱和温度,在此温度下,使1 kg的饱和水完全汽化,变成干饱

和蒸汽所需要的热量，称为汽化热，又称蒸发热或潜热。汽化热仅增加汽化量，而不提高蒸汽的温度。它也与压力有关，但压力越高，汽化热则越小。

10. 焓

在一定压力下，使 1 kg 的水从 0℃ 加热到任一状态下的水或蒸汽，所吸收的总热量称为该状态下水或蒸汽的焓。

干饱和蒸汽的焓等于饱和水的焓与汽化潜热之和。例如，在表压 1.1 兆帕 (MPa) 下，由表 1 - 1 可以看出饱和水的焓 781 千焦/公斤 (kJ/kg)，汽化潜热 2 000 千焦/公斤 (kJ/kg)，它们之和正是相同压力下饱和蒸汽焓值 2 781 千焦/公斤 (kJ/kg)。

表 1-1 干饱和蒸汽

绝对压力 p	饱和温度 t_b	饱和水比容 u''	饱和蒸汽比容 u'	饱和水焓 i'	饱和蒸汽焓 i''	汽化潜热 i
MPa	℃	m^3/kg		kJ/kg		
0.10	99.64	0.001 043 2	1.694	417.4	2 675	2 258
0.20	120.23	0.001 060 5	0.885 4	504.8	2 707	2 202
0.30	133.54	0.001 073 3	0.605 7	561.4	2 726	2 164
0.40	148.62	0.001 083 6	0.462 4	604.7	2 738	2 133
0.50	151.84	0.001 092 7	0.374 7	640.1	2 749	2 109
0.60	158.84	0.001 100 7	0.315 6	670.5	2 757	2 086
0.70	164.96	0.001 108 1	0.272 8	697.2	2 764	2 067
0.80	170.42	0.001 114 9	0.240 3	720.9	2 769	2 048
0.90	175.35	0.001 121 3	0.214 9	742.8	2 774	2 081
1.00	179.88	0.001 127 3	0.194 6	762.7	2 778	2 045
1.10	184.05	0.001 133 1	0.177 5	781.1	2 781	2 000
1.20	187.95	0.001 138 5	0.163 3	798.3	2 785	1 987
1.30	191.60	0.001 143 8	0.151 2	814.5	2 787	1 973
1.40	195.04	0.001 149 0	0.140 8	830.0	2 790	1 960
1.50	198.28	0.001 153 9	0.131 7	844.6	2 792	1 947
1.60	201.36	0.001 158 6	0.123 8	858.3	2 793	1 935
1.70	204.30	0.001 163 2	0.116 7	871.6	2 795	1 923
1.80	207.10	0.001 167 8	0.110 4	884.4	2 796	1 912
1.90	209.78	0.001 172 2	0.104 7	896.6	2 798	1 901
2.00	212.37	0.001 176 6	0.099 58	908.5	2 799	1 891
2.50	223.03	0.001 197 2	0.079 93	961.8	2 802	1 840

11. 热水锅炉出力

蒸汽锅炉输出的是蒸汽，而热水锅炉输出的是热水。热水锅炉的出力即在确保安全的前