

锅炉设备 与 安全技术

主编 李秀中

主审 周国庆



上海科学普及出版社

锅炉设备与安全技术

主 编 李秀中

主 审 周国庆

上海科学普及出版社

图书在版编目(CIP)数据

锅炉设备与安全技术/李秀中主编. —上海:上海科学普及出版社,2004.1
ISBN 7-5427-2617-X

I. 锅... II. 李... III. 锅炉-安全技术-技术培训-教材 IV. K288

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 104263 号

责任编辑 陈爱梅

锅炉设备与安全技术

李秀中 主编

周国庆 主审

上海科学普及出版社出版发行

(上海中山北路 832 号 邮政编码 200070)

各地新华书店经销 常州市武进第三印刷有限公司印刷

开本:787×1092 1/16 印张:19.25 字数:469 千字

2003 年 12 月第 1 版 2003 年 12 月第 1 次印刷

印数:1-4500

ISBN 7-5427-2617-X/TB·14 定价:56.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题

请向出版社联系调换

编 撰 常州市锅炉压力容器特种设备安全协会
常州市锅炉压力容器检验所

主 编 李秀中

副主编 马建兵

主 审 周国庆

审 稿 梁国安 宋文俊 王坚刚

编 委 (按姓氏笔画排序)

马建兵 孙 晔 李秀中 李德峰

吴循真 周向阳 胡月新 黄 勇

序

锅炉是在工业生产和人民生活中被广泛使用的、隐含有爆炸危险的一种特种设备。为保障人民生命和财产的安全,国务院于1982年颁布了《锅炉压力容器安全监察暂行条例》,2003年3月11日国务院又以第373号令颁布了新的《特种设备安全监察条例》,对特种设备从设计、制造、安装、使用、检验、修理、改造等七个环节实施全方位安全监察。为锅炉安全使用提供了有力保证。

近年来,各类锅炉在运行中时有发生事故发生,究其原因,主要是操作和管理不当。为了提高司炉操作人员技能,保证培训质量迫切需要有高水平、高质量的培训教材。

随着我国加入WTO和市场经济的迅速发展,新型锅炉不断面世,尤其是燃油(气)锅炉、热载体炉已广泛使用于各生产领域,原有的司炉人员培训教材已不再适应。幸喜常州市锅炉压力容器安全协会和常州市锅炉压力容器检验所的同仁们审时度势,根据《锅炉司炉人员考核管理规定》的要求,并结合多年来从事司炉培训工作的经验,编写了这本《锅炉设备与安全技术》,本书结构严谨,内容丰富,并将燃煤、燃油(气)锅炉和热载体炉有机地揉合在一起,对Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ类司炉操作及从事锅炉安全管理的人员来讲,不失为一本难得的培训教材和参考书籍。

希望本书的出版采用能进一步提高司炉人员的培训质量,确保锅炉的安全经济运行,为保障人民生命财产安全,维护社会稳定和促进国民经济持续健康发展作出贡献。

新鹤松

2003年10月于南京

编 者 的 话

锅炉是利用燃料燃烧释放的热能或其他热能对水或其他介质进行加热,以获得规定参数(温度、压力)和品质的蒸汽、热水或其他工质的设备,其广泛应用于国民经济各个行业和人民生活。同时,锅炉又是一种受热、承压,且有爆炸危险的特种设备。国家为确保锅炉等特种设备的安全,不仅对从事锅炉设计、制造、安装、改造、使用、检验等活动实行行政许可制度,而且对特种设备作业人员(包括司炉人员)实行资格许可制度,即司炉人员必须经专业培训、考核合格后持证上岗。

随着国民经济和社会事业的快速发展,锅炉技术也得到了飞速发展,根据国家《锅炉司炉工考核管理规则》的要求,为帮助司炉人员更好地学习、掌握锅炉设备与安全技术,常州市锅炉压力容器特种设备安全协会和常州市锅炉压力容器检验所组织有关人员编写了这本《锅炉设备与安全技术》。全书分锅炉基础知识、锅炉结构、燃烧设备、燃烧器、锅炉附属设备、锅炉附件与自控保护装置、锅炉运行、锅炉水处理、锅炉事故以及锅炉房管理等十个方面,比较全面、系统、科学地介绍了锅炉(含热载体锅炉)设备和安全技术等知识。

本书可作Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ类司炉人员培训教材,Ⅰ类司炉人员、技工学校、中等职业技术学校培训、教学参考资料,也可供锅炉安全监察、检验、管理人员等参考学习之用。

本书由李秀中任主编,马建兵为副主编,周国庆担任主审,梁国安、宋文俊、王坚刚审定,江苏省质量技术监督局锅炉局局长戴鹤松同志对本书编写做了大量具体的指导,并欣然为本书作序。本书主要编写人员有李秀中、马建兵、吴循真、胡月新、黄勇、孙晔、李德峰、周向阳等,参加编写的还有毛小虎、陈红等同志。在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,编写时间仓促,疏漏、错误之处难免,敬请广大读者批评指正。

《锅炉设备与安全技术》编写组

2003年10月

目 录

第一章 锅炉基础知识	(1)
第一节 锅炉的特性	(1)
第二节 锅炉的主要技术指标	(2)
第三节 锅炉分类及型号表示法	(3)
第四节 燃料及燃烧	(6)
第五节 锅炉中的传热	(17)
第六节 锅炉的构成及工作原理	(19)
第七节 水和其他工质的性质	(21)
第八节 锅炉水循环	(26)
第九节 锅炉用材	(28)
第二章 锅炉结构	(29)
第一节 立式锅炉	(29)
第二节 卧式锅壳锅炉	(33)
第三节 水管锅炉	(36)
第四节 直流锅炉	(41)
第五节 热水锅炉	(43)
第六节 余热锅炉	(45)
第七节 铸铁锅炉	(47)
第八节 辅助受热面	(48)
第九节 蒸汽锅炉锅内装置	(54)
第十节 热载体锅炉	(60)
第十一节 小型和常压热水锅炉	(62)
第十二节 电加热锅炉	(63)
第三章 燃烧设备	(67)
第一节 燃烧方式	(67)
第二节 手烧炉固定炉排	(67)
第三节 双层炉排	(69)
第四节 链条炉排	(70)
第五节 倾斜式往复炉排	(77)
第六节 振动炉排	(78)
第七节 煤粉燃烧装置	(80)
第八节 抛煤机	(83)
第九节 抽板顶煤反烧炉排	(85)

目 录

第一章 锅炉基础知识	(1)
第一节 锅炉的特性	(1)
第二节 锅炉的主要技术指标	(2)
第三节 锅炉分类及型号表示法	(3)
第四节 燃料及燃烧	(6)
第五节 锅炉中的传热	(17)
第六节 锅炉的构成及工作原理	(19)
第七节 水和其他工质的性质	(21)
第八节 锅炉水循环	(26)
第九节 锅炉用材	(28)
第二章 锅炉结构	(29)
第一节 立式锅炉	(29)
第二节 卧式锅壳锅炉	(33)
第三节 水管锅炉	(36)
第四节 直流锅炉	(41)
第五节 热水锅炉	(43)
第六节 余热锅炉	(45)
第七节 铸铁锅炉	(47)
第八节 辅助受热面	(48)
第九节 蒸汽锅炉锅内装置	(54)
第十节 热载体锅炉	(60)
第十一节 小型和常压热水锅炉	(62)
第十二节 电加热锅炉	(63)
第三章 燃烧设备	(67)
第一节 燃烧方式	(67)
第二节 手烧炉固定炉排	(67)
第三节 双层炉排	(69)
第四节 链条炉排	(70)
第五节 倾斜式往复炉排	(77)
第六节 振动炉排	(78)
第七节 煤粉燃烧装置	(80)
第八节 抛煤机	(83)
第九节 抽板顶煤反烧炉排	(85)

第十节 螺旋下饲式炉排	(85)
第十一节 沸腾床	(86)
第四章 燃烧器	(89)
第一节 燃烧器的一般知识	(89)
第二节 燃烧器的燃料系统	(90)
第三节 燃烧器的常见组件及工作原理	(94)
第四节 燃油(气)炉附属设备	(100)
第五节 燃烧器的运行与维修保养	(101)
第五章 锅炉附属设备	(106)
第一节 泵	(106)
第二节 通风设备	(114)
第三节 除渣设备	(116)
第四节 除尘设备	(120)
第六章 锅炉附件与自控保护装置	(128)
第一节 阀门概述	(128)
第二节 安全阀	(130)
第三节 压力表	(135)
第四节 水位表	(137)
第五节 排污阀	(140)
第六节 止回阀	(141)
第七节 截断阀	(142)
第八节 蒸汽疏水阀	(144)
第九节 阀门的安装	(147)
第十节 管道	(148)
第十一节 锅炉的保护装置与自动控制	(150)
第七章 锅炉运行	(157)
第一节 运行准备	(157)
第二节 蒸汽锅炉的运行	(164)
第三节 热水锅炉的运行	(177)
第四节 有机载热体炉的运行	(181)
第五节 锅炉停炉后的维护保养	(198)
第六节 锅炉改造	(201)
第八章 锅炉水处理	(203)
第一节 概述	(203)
第二节 锅炉用水水质指标及水质标准	(206)
第三节 锅炉用水的预处理	(209)
第四节 锅外水处理	(214)
第五节 锅内水处理	(225)
第六节 锅炉排污	(229)

第七节 水垢及其清除方法	(231)
第八节 锅炉给水除氧	(232)
第九节 锅炉及给水系统的腐蚀及防护	(233)
第九章 锅炉事故	(236)
第一节 锅炉事故概述	(236)
第二节 爆炸事故	(238)
第三节 缺水事故	(241)
第四节 满水事故	(242)
第五节 汽水共腾	(243)
第六节 炉管爆破事故	(243)
第七节 过热器爆破事故	(244)
第八节 省煤器管破裂	(245)
第九节 水击事故	(246)
第十节 水位表玻璃板(管)损坏	(247)
第十一节 炉墙及炉拱损坏	(248)
第十二节 烟道尾部二次燃烧与炉膛、烟道烟气爆炸	(248)
第十三节 锅炉事故案例	(249)
第十章 锅炉房管理	(251)
第一节 锅炉房要求	(251)
第二节 规章制度	(252)
第三节 锅炉房记录	(259)
第四节 锅炉检验	(259)
附录一 特种设备安全监察条例	(263)
附录二 锅炉司炉人员考核管理规定	(275)
附录三 工业锅炉水质标准(GB1576—2001)	(279)
附录四 火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量(GB/T 12145—1999)	(282)
附录五 锅炉压力容器压力管道特种设备事故处理规定	(290)
主要参考文献	(295)

第一章 锅炉基础知识

第一节 锅炉的特性

锅炉是利用燃料燃烧释放的热能或其他热能,对水或其他介质进行加热,以获得规定参数(温度、压力)和品质的蒸汽、热水或其他工质的设备。同时,锅炉又是一种受热、承压、有爆炸危险、涉及生命安全的特种设备,广泛应用于国民经济各个行业和人民生活,它具有与一般机械设备不同的特点。这些特点是:

一、安全要求高

锅炉是一种密闭的容器,具有爆炸、引起火灾等危险。其发生爆炸的原因很多,归纳起来有三种情况:一是锅内压力升高,超过允许工作压力,安全附件失灵,未能及时报警和排汽降压,致使锅内压力继续升高,超过某一受压元件所能承受的极限压力,发生爆炸;二是在正常压力的情况下,由于受压元件结构本身有缺陷,或制造质量低劣,或使用不当而造成损坏,致使不能承受原来允许的工作压力,突然破裂爆炸;三是锅炉在严重缺水的情况下进冷水,导致锅壳、炉胆等主要受压元件因冷热骤变造成开裂而引起爆炸。锅炉爆炸的破坏力较大。由于锅炉爆炸时,锅内压力骤降,高温饱和水靠自身的潜热汽化,体积成百倍地膨胀,形成冲击波,冲垮建筑物,造成严重的破坏和伤亡,而有机(无机)载热体锅炉一旦发生泄漏等事故经常引起严重火灾。

二、运行工况恶劣

由于锅炉本体在高温、承压的条件下运行,比一般机械设备的工作条件更为恶劣。如受热面内外广泛接触烟、火、灰、水、汽、水垢等,它们在一定的条件下对锅炉元件起腐蚀作用;锅炉受压元件上产生相应的应力,随着负荷和燃烧的变化,这种应力也发生变化,使承受交变应力的受压元件疲劳损坏;依靠锅内流动的水汽等介质冷却的受热面因缺水、结水垢或水循环故障也可能使高温区的受热面烧损鼓包、开裂;另外,飞灰造成磨损、渗漏引起腐蚀等。由此可见,锅炉设备由于其工作条件恶劣容易损坏。

三、使用广泛

锅炉的用途十分广泛,它是火力发电厂的“心脏”,是化工、纺织印染、轻工等行业中的关键性设备,食品加工、洗澡取暖等,也都离不开它。锅炉遍及城乡各地、各行各业,随着人们生活水平的提高,锅炉也开始步入了家庭。

基于锅炉设备的上述特点,保证锅炉设备安全运行是至关重要的。国家非常重视锅炉安全问题。国务院为此颁发了《特种设备安全监察条例》,授权各级锅炉压力容器安全监察机构对锅炉的设计、制造、安装、使用、检验、修理和改造等重要环节进行监督检查,并先后颁发了《蒸汽锅炉安全技术监察规程》、《热水锅炉安全技术监察规程》、《有机热载体炉安全技术监察

规程》、《小型和常压热水锅炉安全监察暂行规定》、《锅炉房安全管理规则》等一系列规程、规范和标准,为我国锅炉安全工作提供了法律和技术依据。锅炉使用单位必须用严格的科学态度管理锅炉,建立、健全以岗位责任制为中心的各项安全管理制度和操作规程,并严格贯彻执行,以杜绝锅炉爆炸事故的发生,避免重大事故和一般事故的出现,确保锅炉的安全经济运行。

第二节 锅炉的主要技术指标

锅炉的技术指标,包括锅炉产生热能的数量和质量两个方面的指标。所谓“数量”,即锅炉的容量;所谓“质量”即锅炉的主要“状态参数”:压力、温度。

一、容量

锅炉的容量又称锅炉出力,蒸汽锅炉用蒸发量表示,热水锅炉用热功率表示。

1. 蒸发量

蒸汽锅炉长期连续运行时,每小时所产生的蒸汽量,称为这台锅炉的蒸发量。用符号“ D ”表示,常用单位 t/h (t/h) 表示。

锅炉产品铭牌上标明的蒸发量数值是额定蒸发量,它表示锅炉受热面无积灰,使用原设计燃料,在额定给水温度和设计工作压力并保证热效率下长期连续运行,锅炉每小时能产生的蒸发量。在实际运行中,锅炉受热面一点不积灰,煤种一成不变是不可能的,因此锅炉在实际运行中每小时最大限度产生的蒸汽量叫最大蒸发量,这时锅炉的热效率会有所降低。

2. 热功率

热水锅炉长期连续运行,在额定回水温度、压力和额定循环水量下,每小时出水有效带热量,称为这台锅炉的额定热功率(出力)。用符号“ Q ”表示,常用单位是 MW (兆瓦)。热水锅炉产生 $0.7MW$ 的热量,大体相当于蒸汽锅炉产生 $1t/h$ 蒸汽的热量。热载体锅炉也用热功率表示锅炉出力。

二、压力

垂直均匀作用在单位面积上的力,称为压强,人们常把它称为压力,用符号“ p ”表示,常用单位是 MPa (MPa),测量压力有两种标准方法:一种以压力等于零作为测量起点,称为绝对压力,用符号“ $p_{绝}$ ”表示;另一种是以当时当地的大气压力作为测量起点,也就是压力表测量出来的数值,称为表压力,或称相对压力,用符号“ $p_{表}$ ”表示。我们在锅炉上所用的压力都是表压力。

表压力与绝对压力的关系:

绝对压力 = 表压力 + 1 个大气压

负压是指低于大气压力(俗称真空)。通常工业锅炉炉膛中采用负压燃烧,燃烧时,打开炉门会感觉到周围空气吸向炉膛,这是炉膛内为负压的缘故,一般炉膛出口保持负压 $2 \sim 3mm$ 水柱。

锅炉内为什么会产生压力呢?蒸汽锅炉和热水锅炉压力产生的情况不同。蒸汽锅炉是因为锅炉内的水吸热后,由液态变成气态,其体积增大,由于锅炉是个密闭的容器,限制了汽水的自由膨胀,结果就使锅炉各受压的部件受到了汽水膨胀的作用力,而产生压力。热水锅炉产生的压力有两种情况,一种是自然循环采暖系统的热水锅炉,其压力来自高水位形成的静压力;

另一种是强制循环采暖系统的热热水锅炉,其压力来源于循环水泵的压力。

锅炉产品铭牌上标明的压力,是这台锅炉的额定工作压力,为表压力。司炉人员操作锅炉时,要控制锅炉压力不能超过锅炉铭牌上标明的压力,也就是锅炉压力表表盘上指示的压力不能超过锅炉铭牌上标明的压力。

三、温度

标志物体冷热程度的物理量,称为温度,用符号“ t ”表示,单位是 $^{\circ}\text{C}$ (摄氏度)。这反映了物质分子热运动的强弱程度。

锅炉铭牌上标明的温度是锅炉出口处介质的温度,又称额定温度。对于无过热器的蒸汽锅炉,其额定温度是指锅炉在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出口处的蒸汽温度;对于热水锅炉和有机热载体炉,其额定温度是指锅炉出口处的介质温度。

四、热量与比热

热量是物体内部所含热能的数量,物体含热量的多少,不但与温度有关,而且与其质量(重量)和性质(比热容等)有关。热量的单位常用“J”或“kJ”。

比热容是单位质量的物体温度升高一度所需的热量,用符号“ c ”表示,单位是 $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$ 或 $(\text{kJ}/\text{m}^3 \cdot ^{\circ}\text{C})$ 。水的质量热容为 $4.18\text{kJ}/\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ 。不同物质有不同的比热容,即使同一种物质,在不同温度下,它的比热容也不同。通常说的比热容是指它的平均值。在所有的物质中,几乎以水的比热容为最大。

热量的计算公式为: $Q = mc\Delta t$ (1-1)

式中 Q 表示热量, m 表示该物质的质量, c 表示该物体的比热容, Δt 表示该物质的温度变化。

例: 100kg 水从 20°C 加热到 40°C , 所需吸收的热量为多少?

解: $Q = m \times c \times \Delta t = 100 \times 4.18 \times (40 - 20) = 8.36 \times 10^3 \text{kJ}$

第三节 锅炉分类及型号表示法

一、锅炉分类

1. 锅炉的类型很多,分类方法也很多,归纳起来大致有以下几种分类

按用途分类有:生活锅炉、工业锅炉和电站锅炉。

主要用于生活如洗浴的锅炉称为生活锅炉;用于工业生产和采暖的锅炉称为工业锅炉;用锅炉产生的蒸汽带动汽轮机发电的锅炉称电站锅炉。

2. 按蒸发量分类有:小型锅炉、中型锅炉、大型锅炉

蒸发量小于 20t/h 或 14MW 的锅炉称小型锅炉、蒸发量为 $(20 \sim 75)\text{t/h}$ 或 $14 \sim 46\text{MW}$ 的锅炉称中型锅炉,蒸发量大于 75t/h 或 46MW 的锅炉称大型锅炉。

3. 按压力分类有:低压锅炉、中压锅炉、高压锅炉

出口工质压力不大于 2.5MPa 的锅炉为低压锅炉,出口工质压力为 3.9MPa 的锅炉为中压锅炉,工作压力为 $(8 \sim 11)\text{MPa}$ 的锅炉为高压锅炉。压力继续升高,还有超高压锅炉、亚临界

压力锅炉,超临界压力锅炉。

4. 按介质分类有:蒸汽锅炉、热水锅炉、汽水两用锅炉和热载体锅炉

锅炉出口介质为饱和蒸汽或过热蒸汽的锅炉称蒸汽锅炉;出口介质为高温水($>120^{\circ}\text{C}$)或低温水(120°C 以下)的锅炉称热水锅炉;汽水两用锅炉是既产生蒸汽又可提供热水的锅炉;出口介质为有机或无机载热体的锅炉称为热载体锅炉。

5. 按燃料种类和能量来源可以分为燃煤锅炉、燃油锅炉、燃气锅炉、电加热锅炉、废热(余热)锅炉、原子能锅炉等

6. 按燃烧方式和燃烧设备分为火床燃烧锅炉(层状燃烧锅炉)、火室燃烧锅炉(悬浮燃烧锅炉、煤粉锅炉)、沸腾燃烧锅炉(流化床燃烧锅炉)等

7. 按介质在锅炉内部流动方式分为自然循环锅炉、强制循环锅炉等

8. 按燃烧室布置分类有:内燃式锅炉、外燃式锅炉

内燃式锅炉的燃烧室布置在锅筒(炉胆)内,外燃式锅炉的燃烧室布置在锅筒外。

9. 按锅筒位置分类有:立式锅炉、卧式锅炉

10. 按锅炉本体型式分类有:锅壳锅炉(火管锅炉)、水管锅炉

11. 按安装方式分类有:整装锅炉(快装锅炉)、组装锅炉、散装锅炉

锅炉在制造厂组装后,到使用单位只需接外管路阀门即可投入运行的锅炉称整装锅炉,锅炉在制造厂内预制成2~3个组件,在现场再组装成整体。锅炉主要受压部件散装出厂,到使用单位进行现场组装的锅炉称散装锅炉。

12. 按锅炉制造许可证级别划分

A级:工作参数不限;

B级:额定蒸汽压力小于等于2.5MPa(表压,下同);

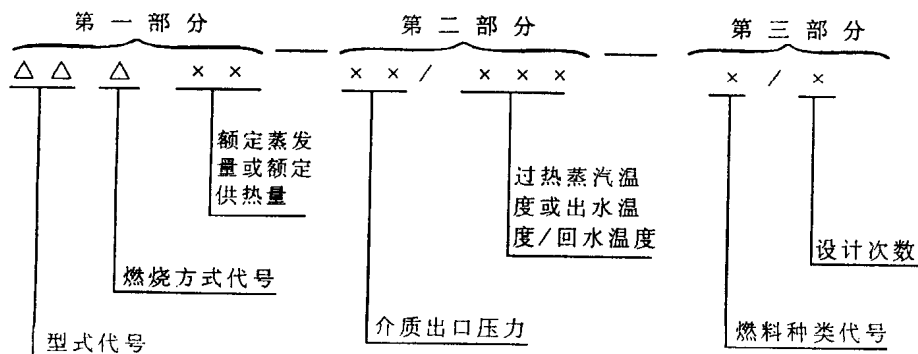
C级:额定蒸汽压力小于等于0.8MPa,额定蒸发量小于等于1t/h;

D级:额定蒸汽压力小于等于0.1MPa的蒸汽锅炉和额定出口水温小于等于 120°C 且额定热功率小于等于2.8MW的热水锅炉。

二、锅炉型号表示法

1. 为了简明的表示锅炉结构形式、燃烧方式、设计参数、适应煤种等情况,工业锅炉产品类型JB/T1612规定了编制办法

工业锅炉型号由三部分组成,表示方法如下:



第一部分的型式代号见表1-1、表1-2,燃烧方式代号见表1-3,第三部分的燃料种类代号见表1-4。

表1-1 锅壳锅炉代号

锅炉总体型式	代 号	锅炉总体型式	代 号
立式水管	LS(立水)	卧式外燃	WW(卧外)
立式火管	LH(立火)	卧式内燃	WN(卧内)

表1-2 水管锅炉代号

锅炉总体型式	代 号	锅炉总体型式	代 号
单锅筒立式	DL(单立)	双锅筒横置式	SH(双横)
单锅筒纵置式	DZ(单纵)	纵横锅筒式	ZH(纵横)
单锅筒横置式	DH(单横)	强制循环式	QX(强循)
双锅筒纵置式	SZ(双纵)		

表1-3 燃烧方式代号

燃烧方式	代 号	燃烧方式	代 号
固定炉排	G(固)	振动炉排	Z(振)
活动手摇炉排	H(活)	下饲炉排	A(下)
链条炉排	L(链)	沸腾炉	F(沸)
往复推动炉排	W(往)	半沸腾炉	B(半)
抛煤机	P(抛)	室燃炉	S(室)
倒转炉排加抛煤机	D(倒)	旋风炉	X(旋)

表1-4 燃料种类代号

燃料种类	代 号	锅炉总体型式	代 号
I类石煤、煤矸石	SI	褐煤	A
II类石煤、煤矸石	SII	贫煤	P
III类石煤、煤矸石	SIII	木柴	M
I类无烟煤	WI	稻糠	G
II类无烟煤	WII	甘蔗渣	G
III类无烟煤	WIII	油	Y
I类烟煤	AI	气	Q
II类烟煤	AII	油母页岩	Y _M
III类烟煤	AIII		

2. 工业锅炉型号举例

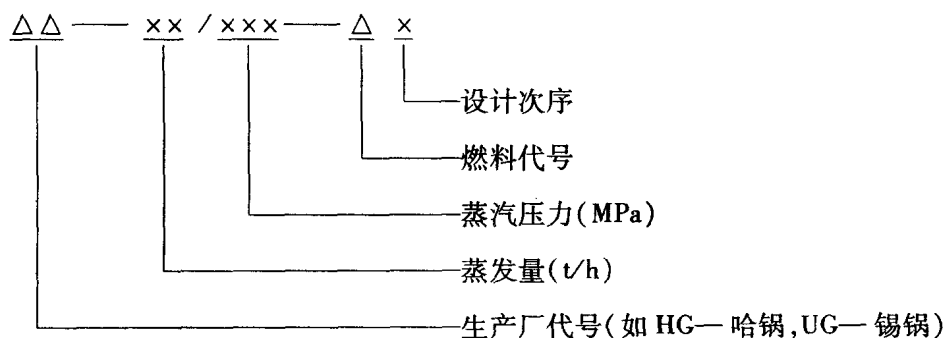
(1) DZL4 - 1.25 - W II 表示单锅筒纵置式链条炉排,额定蒸发量为 4t/h,额定工作压力为 1.25MPa,蒸汽温度为饱和温度,燃用 II 类无烟煤的蒸汽锅炉。

(2) SHL20 - 2.45/400 - A II 表示双锅筒横置式链条炉排额定蒸发量为 20t/h,额定工作压力为 2.45MPa,过热蒸汽温度为 400℃ 燃用 II 类烟煤的蒸汽锅炉。

(3) WNS1 - 0.7 - Y (Q) 表示卧式内燃炉,额定蒸发量为 1t/h,额定工作压力为 0.7MPa,燃油或燃气两用的蒸汽锅炉。

(4) QXW2.8 - 1.25/90/70 - A II 表示强制循环往复炉排、额定热功率为 2.8MW,额定工作压力为 1.25MPa,出水温度为 90℃,进水温度为 70℃,燃用 II 类烟煤的热水锅炉。如果用管架式或角管式结构,可在铭牌上用中文说明,以示其特点。

3. 电站锅炉型号



第四节 燃料及燃烧

燃料是能够燃烧并释放出热量的物质。燃料在锅炉中燃烧并放出热量,是锅炉工作的首要环节,燃料性能的好坏对锅炉结构及工作性能,对锅炉的安全经济运行有直接的影响。因此,要真正了解锅炉,首先必须了解锅炉燃料及其燃烧的基本性能及特点。

燃料按其物理状态可分为固体燃料、液体燃料、气体燃料;按其加工的程度可分为天然燃料和人造燃料。原有状态不经加工直接用来燃烧的燃料称为天然燃料;对天然燃料进行加工后得到的产品再用来燃烧的燃料称为人造燃料。燃料的分类见表 1-5。

表 1-5 燃料分类表

分类名称	天然燃料	人造燃料
固体燃料	各种煤、木柴、植物根茎叶等	煤砖、焦炭、木炭等
液体燃料	石油、植物油、动物油等	石油的分解产品等
气体燃料	天然气、煤气、沼气等	工业炉窑产生的煤气等

我国锅炉以煤为主要燃料,且一般燃用劣质或中等质量的煤,而优先保证冶金、化工等行业使用优质煤,这对我国锅炉设备的设计、制造及运行技术提出了更高的要求。

一、煤

1. 煤的种类

煤是远古时代的植物因地壳变化被埋于地层之中,长期受到地热和地压等的炭化作用而形成的。由于炭化程度的不同,形成了各种类型的煤。锅炉行业习惯于主要根据煤中挥发分的含量将煤分为无烟煤、贫煤、烟煤、褐煤、劣质煤等。各类煤的代表性煤种见表 1-6。

表 1-6 工业锅炉设计代表性煤种

分 类	代表性煤种	V ⁺ %	C ^s	H ⁺ %	O ⁺ %	N ⁺ %	S ⁺ %	A ⁺ %	W ⁺ %	Q _{dw} kcal/kg
石煤 矸石	I 湖南株洲煤矸石	45.03	14.80	1.19	5.30	0.29	1.50	67.10	9.82	1 202
	II 安徽淮北煤矸石	14.74	19.49	1.42	8.34	0.37	0.69	65.79	3.90	1 660
	III 浙江安仁石煤	8.05	28.04	0.62	2.73	2.87	3.57	58.04	4.13	2 223
褐 煤	内蒙古扎赉诺尔	43.75	34.65	2.34	10.48	0.57	0.31	17.02	34.63	2 935
无 烟 煤	I 京西安家滩	6.18	54.70	0.78	2.23	0.28	0.89	33.12	8.00	4 344
	II 福建天湖山	2.84	74.15	1.19	0.59	0.14	0.15	13.98	9.80	6 075
	III 山西阳泉三矿	7.85	65.65	2.64	3.19	0.99	0.51	19.02	8.00	5 834
贫 煤	四川芙蓉	13.25	55.19	2.38	1.51	0.74	2.51	28.67	9.00	4 992
烟 煤	I 吉林通化	21.91	38.46	2.16	4.65	0.52	0.61	43.10	10.50	3 233
	II 山东良庄	38.50	46.55	3.06	6.11	0.36	1.94	32.48	9.00	4 226
	III 安徽淮南	38.48	57.42	3.81	7.16	0.93	0.46	21.37	8.85	5 305

(1) 无烟煤

无烟煤俗称白煤。无烟煤质硬,色黑,有光泽,挥发分含量少,着火困难,燃烧时有短蓝色火焰。其焦炭呈粉末状,焦结性差,且灰熔点一般较低,燃烧不容易完全。无烟煤含碳量很高,因而发热量较高。

(2) 贫煤

贫煤的炭化程度次于无烟煤,它是变质程度最高的烟煤。贫煤的发热量较高,挥发分较低,燃烧特性较接近于无烟煤,一般不易结焦,多数的贫煤含硫量和灰分都较高。

(3) 烟煤

烟煤的挥发分及含碳量较高,因而容易着火与燃烧。烟煤是工业锅炉较理想的燃料。但是,有的烟煤易结焦,含硫量较多时在贮存中易自燃。

(4) 褐煤

褐煤呈棕褐色。挥发分 V⁺ 高达 40% 或更高,水分约在 20% 以上,发热量低,容易着火。褐煤在贮存过程中有较高的自燃性倾向。我国的褐煤产量较低,在锅炉上燃用的也较少。

(5) 其他劣质煤

主要是指煤中灰分高、硫分大、水分大、发热量低的煤种。常见的有如下几种:

①煤矸石 它是煤在洗选过程中清除出来的煤渣等块状物质。从煤层边缘开采上来的石头状物质,习惯称为煤矸石。