

锅炉检修工上岗培训用书

中小型锅炉 运行故障与修理

林兵 于新奇 主编



机械工业出版社

锅炉检修工上岗培训用书

中小型锅炉运行故障与修理

林 兵 于新奇 主 编
韦玉堂 翟建华 副主编



机械工业出版社

本书简要介绍了中小型工业锅炉的工作原理；主要设备；主要检修工种的操作；锅炉检修中常用的金属材料和非金属材料；重点介绍了锅炉本体及运行系统常见的故障与修理；此外，还介绍了锅炉安装、试车、技术改造与运行法规等方面的知识。

本书既可作为锅炉检修人员的上岗培训用书，也可作为锅炉安全技术人员和设备管理人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

中小型锅炉运行故障与修理/林兵，于新奇主编. —北京：机械工业出版社，1998.12

锅炉检修工上岗培训用书

ISBN 7-111-06907-2.

I. 中… II. ①林…②于… III. ①锅炉运行-故障-技术培训-教材②锅炉-维修-技术培训 教材 IV. TK2828

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 29250 号

出版人：马九荣(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码：100037)

责任编辑：崔世荣 版式设计：霍永明 责任校对：林去菲

封面设计：方芬 责任印制：王国光

三河市宏达印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1998 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm^{1/32}·8 印张·173 千字

0 001—3 500 册

定价：13.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

前 言

我国中小型工业锅炉应用量大面广，尤其是在华北、西北和东北地区冬季取暖用的中小型工业锅炉数量很大，因而维修工作量也很大，维修人员众多。为适应对维修人员的上岗培训需要，我们认真总结了多年来检修锅炉的实际工作经验，并适当吸收了各有关单位的工作经验，结合上岗培训需要，编写成本书。书中简要介绍了锅炉工作原理与结构；锅炉检修中主要工种的操作知识；锅炉检修中常用的金属材料和非金属材料；重点介绍了锅炉本体及运行系统常见故障与修理；此外，还介绍了锅炉安装、试车、技术改造与运行法规等方面的知识。

本书既可作为锅炉检修工的上岗培训用书，也可作为锅炉安全技术人员和设备管理人员的参考用书。

本书由林兵、于新奇任主编，韦玉堂、翟建华任副主编。由钟人伟高级工程师审核定稿。河北科技大学陈玉琨教授、刘超颖副教授、谭建波副教授等参与该书编写和修改工作。

由于作者水平有限，书中错漏之处恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 锅炉的工作原理与结构	1
第一节 概述	1
第二节 锅炉的工作原理	2
一、锅炉的主要工作过程	2
二、重要名词和概念	4
三、中小型锅炉技术参数及代号	6
第三节 中小型锅炉型号与结构特点	9
一、锅炉型号编制方法	9
二、中小型锅炉型号与结构特点	10
第四节 中小型锅炉辅机	23
一、供水设备	24
二、通风设备	25
三、上煤（供油）设备	27
四、除渣设备	32
五、省煤器、空气预热器及过热器	32
六、除尘设备	32
七、水处理设备	33
第五节 中小型锅炉附件	33
一、压力表与安全阀	33
二、水位计与水位报警器	36
三、管道与阀门	40
四、常用测量仪表与自动调节装置	42
第二章 锅炉检修工种及常用材料简介	51

第一节 锅炉检修主要工种知识及技能	51
一、钳工	51
二、焊工	72
三、管工	88
四、起重工	105
五、涂装工	110
第二节 锅炉检修中常用材料	112
一、常用金属材料	112
二、常用非金属材料	116
第三章 锅炉本体常见运行故障与修理	127
第一节 锅炉缺水处理	127
一、锅炉缺水事故	127
二、对缺水采取的措施	128
第二节 锅炉满水(溢水)处理	128
一、锅炉满水(溢水)事故	128
二、对满水(溢水)采取的措施	129
第三节 水击事故	130
第四节 水冷壁及烟火管烧坏	131
一、水冷壁的主要作用	131
二、常见水冷壁损坏现象	133
三、水冷壁损坏原因及解决办法	134
四、水冷壁烧坏换管及焊接	134
五、更换管子要点	135
六、钢管弯曲方法	136
第五节 链条及炉篦损坏	137
一、手烧式层燃炉	137
二、链条炉主要结构	140
三、链条炉排修理	146
四、锅炉修理原则及修理实例	147

第四章 锅炉运行系统常见故障与修理	151
第一节 供水设备	151
一、注水器	151
二、蒸汽泵	153
三、给水泵	155
第二节 鼓风、引风设备	162
一、鼓风机、引风机的构造	162
二、风机经常检修的部件	165
三、风机的调节	166
第三节 上煤（供油）设备	167
一、运煤设备	167
二、供油设备	173
第四节 除灰（渣）设备	182
一、除灰斗	182
二、刮板输送机	183
三、螺旋出渣机	183
第五节 过热器、省煤器及空气预热器	185
一、过热器	185
二、省煤器	187
三、空气预热器	189
第六节 除尘设备	190
一、燃烧及烟尘	191
二、中小型锅炉常用的烟气除尘设备	192
三、除尘器故障及修理的一般原则	199
第七节 水处理设备	200
一、概述	200
二、化学法水处理	201
三、离子交换法水处理	203
四、磁化法水处理	205

五、水处理设备的维修及锅炉除垢·····	210
第五章 锅炉安装、试车、技术改造与运行法规 ·····	212
第一节 锅炉安装 ·····	212
一、前期工作·····	212
二、绘制施工图·····	213
三、锅炉安装施工·····	214
第二节 锅炉试车 ·····	215
一、试车前的准备工作·····	215
二、点火试车·····	218
三、锅炉升压中的试车工作·····	218
四、锅炉正常运行·····	220
第三节 锅炉技术改造 ·····	220
一、提高热效率的改造措施·····	220
二、减轻操作工人劳动强度的改进措施·····	222
三、改进锅炉燃烧方式·····	224
四、通风系统的改进·····	227
五、风机改造·····	229
第四节 锅炉运行法规及制度 ·····	230
一、锅炉压力容器安全监察暂行条例摘录·····	230
二、进出口锅炉压力容器监督管理办法（试行）摘录·····	231
三、蒸汽锅炉安全技术监察规程摘录·····	232
四、司炉工人安全技术考核管理办法摘录·····	242
主要参考文献 ·····	244

第一章 锅炉的工作原理与结构

第一节 概 述

锅炉是特种压力容器设备，亦是工业生产和居民生活广泛应用的供热装置。从事锅炉管理、操作和维修的人员，必须具备必要的知识及技能。

锅炉分类有多种方法，现分别介绍如下：

1. 按用途分类

锅炉按用途分类，有工业锅炉、生活锅炉、船用锅炉、电站锅炉。

2. 按蒸汽压力分类

锅炉按蒸汽压力分类，有低压锅炉、中压锅炉、高压锅炉、超高压锅炉、亚临界压力锅炉、超临界压力锅炉。

3. 按燃料分类

锅炉按燃料分类，有燃煤锅炉、燃油锅炉、燃气锅炉、电热锅炉。

4. 按煤的燃烧方式分类

锅炉按煤的燃烧方式分类，有火床炉、煤粉炉、半沸腾炉、沸腾炉。

5. 按工作原理分类

锅炉按工作原理分类，有自然循环锅炉、强制循环锅炉和直流锅炉。

6. 按结构分类

锅炉按结构分类，有火管锅炉、水管锅炉。

本书所介绍的范围是蒸汽压力小于或等于 2.45MPa, 蒸汽温度低于或等于 250℃, 蒸汽产量小于或等于 20t/h 的低压、低温、小容量工业锅炉。

我国产煤量占世界第一位, 石油、天然气在世界也占有相当位置。在工业动力设备中, 锅炉是重要组成部分, 也是耗能大户。我国煤炭产量的 1/3 供给锅炉燃烧用, 然而其热效率平均只有 60% 左右。因此, 在提高锅炉热效率方面大有潜力可挖。

众所周知, 锅炉燃烧时向周围环境排放了大量有害气体和废渣, 造成了严重污染。解决污染问题是所有生产、使用和管理锅炉人员必须面对的重大课题。总之, 掌握锅炉正确的运行方式, 进行科学的维护和管理, 以及安全、降耗、提高热效率和环境保护等是极其重要的工作。

第二节 锅炉的工作原理

现以图 1-1 SHL20-2.5/400 型燃煤锅炉为例, 简要介绍其工作原理。

一、锅炉的主要工作过程

1. 燃烧过程

原煤→加煤斗 20→链条炉排 19→燃烧室 17→灰渣斗 16。

送风机 12→空气预热器 4→风仓 15→燃烧室 17→除尘器 8→引风机 11→烟囱 9。

2. 传热过程

高温烟气→燃烧室 17→炉膛 23→水冷壁 22、25、24→燃尽室→蒸汽过热器 26→对流管束 2→省煤器 3→空气预热器 4→除尘器 8→引风机 11→烟囱 9→大气。

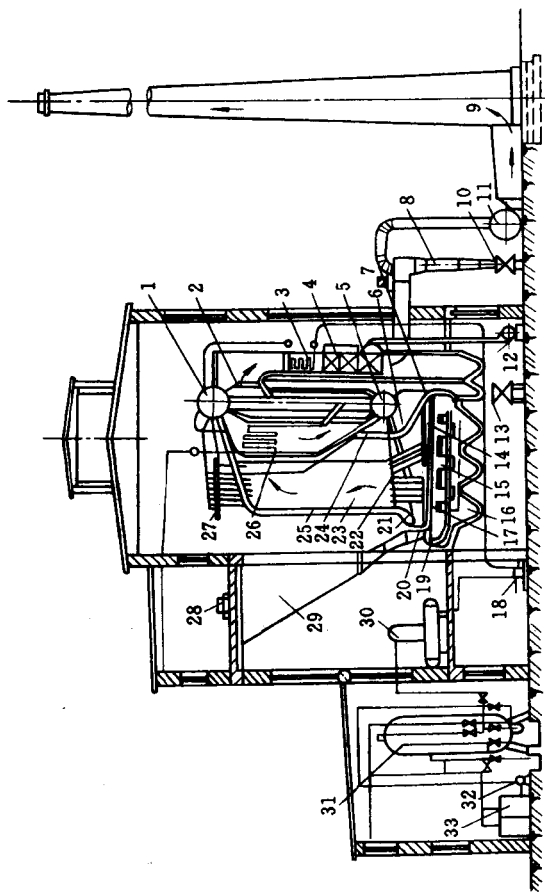
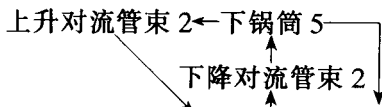


图 1-1 SHL20-2.5/400 型锅炉及锅炉房的结构示意图

- 1—上锅筒 2—对流管束 3—省煤器 4—空气预热器 5—下锅筒 6—下降管 7—后水冷壁下联箱 8—除尘器
- 9—烟囱 10、13—灰车 11—引风机 12—送风机 14—侧墙水冷壁下联箱 15—风仓 16—灰渣斗 17—燃烧室
- 18—给水泵 19—链条炉排 20—加煤斗 21—前水冷壁下联箱 22—侧墙水冷壁 23—炉膛 24—后墙水冷壁
- 25—前墙水冷壁 26—蒸汽过热器 27—侧墙水冷壁上联箱 28—运煤带式输送机 29—煤仓 30—热力除氧器
- 31—离子交换软化器 32—食盐水泵 33—食盐溶液箱

3. 锅内过程



给水泵 18→省煤器 3→上锅筒 1→下降管 6 →水冷壁下集箱 14、21、7→水冷壁 22、25、24→上锅筒→蒸汽过热器 26→输出。

二、重要名词和概念

1. 额定蒸发量

额定蒸发量是指蒸汽锅炉在额定工况（压力、温度、效率）下，连续运行时每小时产生的额定蒸汽量，单位是 t/h。热水锅炉供热量是指每小时产生的额定热功率，单位是 MW。

2. 额定蒸汽压力

额定蒸汽压力有两种情况：一个是产生饱和蒸汽时，锅筒或主汽阀出口处的蒸汽压力；另一个是产生过热蒸汽时，其过热器出口处主蒸汽阀的蒸汽压力，单位是 MPa。

3. 锅炉工作压力

锅炉在运行时，主汽阀处蒸汽的实际压力，其值等于或小于额定蒸汽压力。

4. 额定蒸汽温度、给水温度

额定蒸汽温度是指主蒸汽阀出口蒸汽温度，单位是℃。

给水温度是指进省煤器或锅筒水的温度，单位是℃。

5. 饱和蒸汽

饱和蒸汽是指在一定压力下对水加热，沸腾汽化变成的蒸汽。

6. 过热蒸汽

过热蒸汽是指在一定压力下，把饱和蒸汽继续加热形成

的蒸汽。

7. 导热

导热是指物质直接接触的一种传热过程，如图 1-2 所示为单壁传热示意图。用下式计算其热量 Q 值：

$$Q = \lambda \frac{H(t_{b1} - t_{b2})}{\delta}$$

式中 Q ——热量值 (J)；
 λ ——热导率 [$W/(m \cdot ^\circ C)$]；
 H ——受热面积 (m^2)；
 t_{b1} ——外壁温度 ($^\circ C$)；
 t_{b2} ——内壁温度 ($^\circ C$)；
 δ ——壁厚 (m)。

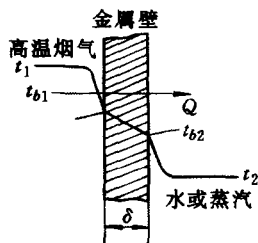


图 1-2 单壁传热示意图

8. 对流传热

对流传热是指流体（液流或气流）流动过程中传给受热面热量的过程。

管壁内外侧的对流传热计算公式如下：

$$\text{外侧} \quad Q = \alpha_1 H (t_1 - t_{b1})$$

$$\text{内侧} \quad Q = \alpha_2 H (t_{b2} - t_2)$$

式中 Q ——热量值 (kJ)；
 α_1 、 α_2 ——表面传热系数 [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$]；
 t_1 ——高温烟气温度 ($^\circ C$)；
 t_2 ——水或蒸汽温度 ($^\circ C$)；
 t_{b1} ——外壁温度 ($^\circ C$)；
 t_{b2} ——内壁温度 ($^\circ C$)。

9. 辐射传热

辐射传热是指直接依靠物体表面发射出能量的一种传热

过程，如图 1-3 所示为热辐射示意图。

物体在单位面积、单位时间内对外辐射出的能量，称之为辐射力 E ，其计算公式如下：

$$E = C \left(\frac{T}{100} \right)^4$$

式中 E ——辐射力 [$J / (m^2 \cdot h)$];

C ——辐射系数;

T ——热力学温度 (K)。

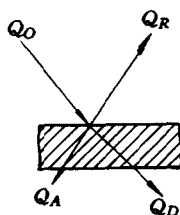


图 1-3 热辐射
传热示意图

10. 锅炉热效率

锅炉热效率是指单位时间内锅炉总有效利用热量占输入锅炉总热量的百分比。

11. 锅炉原始排尘浓度 (质量浓度)

它是指锅炉烟道出口处 (除尘器前) 标准状态下单位体积烟气中粉尘含量，其单位为 mg/m^3 。

三、中小型锅炉技术参数及代号

1. 中小型蒸汽锅炉基本参数 (见表 1-1)

表 1-1 中小型蒸汽锅炉基本参数

额定 蒸发量 / (t/h)	额定出口蒸汽压力/MPa										
	0.4	0.7	1.0	1.25		1.6		2.5			
	额定出口蒸汽温度/℃										
	饱和	饱和	饱和	饱和	250	350	饱和	350	饱和	350	400
0.1	△										
0.2											
0.5	△	△									
0.7											
1	△	△	△								
2		△	△	△			△				

(续)

额定 蒸发量 /(t/h)	额定出口蒸汽压力/MPa										
	0.4	0.7	1.0	1.25		1.6		2.5			
	额定出口蒸汽温度/℃										
	饱和	饱和	饱和	饱和	250	350	饱和	350	饱和	350	400
4		△	△	△			△		△		
6			△	△	△	△	△	△	△		
8			△	△	△	△	△	△	△		
10			△	△	△	△	△	△	△	△	△
15				△	△	△	△	△	△	△	△
20				△		△	△	△	△	△	△

△：表示有此规格。

2. 中小型热水锅炉基本参数 (见表 1-2)

表 1-2 中小型热水锅炉基本参数

额定 热功率 /MW	额定出口/进口水温/℃									
	95/70		115/70		130/70		150/90		118/110	
	允许工作压力 (表压) /MPa									
	0.4	0.7	1.0	0.7	1.0	1.0	1.25	1.25	1.6	2.5
0.1	△	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.2	△	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.35	△	△	—	—	—	—	—	—	—	—
0.7	△	△	—	△	—	—	—	—	—	—
1.4	△	△	—	△	—	—	—	—	—	—
2.8	△	△	△	△	△	△	△	△	—	—
4.2	—	△	△	△	△	△	△	△	—	—
7.0	—	△	△	△	△	△	△	△	—	—
10.5	—	—	—	—	△	—	△	△	—	—
14.0	—	—	—	—	△	—	△	△	△	—

△：表示有此规格。

3. 水管锅炉代号 (见表 1-3)

表 1-3 水管锅炉代号

锅炉总体型号	代 号	锅炉总体型号	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)	—	—

4. 火管锅炉代号 (见表 1-4)

表 1-4 火管锅炉代号

锅炉总体型号	代 号	锅炉总体型号	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)

5. 燃烧方式代号 (见表 1-5)

表 1-5 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)
活动手烧炉排	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)

6. 燃料种类代号 (见表 1-6)

表 1-6 燃料种类代号

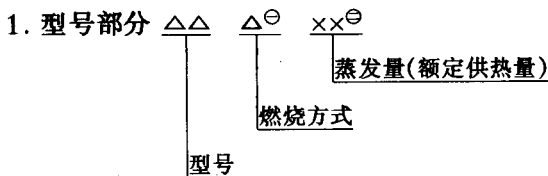
燃料种类	代 号	燃料种类	代 号
I类石煤、煤矸石	SI	褐 煤	H
II类石煤、煤矸石	SII	贫 煤	P
III类石煤、煤矸石	SIII	木 柴	M
I类无烟煤	WI	稻 糠	D
II类无烟煤	WII	甘 蔗 渣	G
III类无烟煤	WIII	油	Y
I类烟煤	AI	气	Q
II类烟煤	AII	油母页岩	YM
III类烟煤	AIII	—	—

第三节 中小型锅炉型号与结构特点

一、锅炉型号编制方法

中小型锅炉型号的编制方法，按原机械工业部标准 JB/T1626—92 工业锅炉产品型号编制方法规定进行，简介如下：

锅炉产品的型号由 3 个部分组成，每部分之间以短横线相连。



⊖ \triangle ——用汉语拼音字母表示。

⊖ \times ——用数字表示。