

特种锅炉

TEZHONG GUOLU

唐 杰 王向东 李以善 主 编
赵 昆 肖宏川 副主编

92



化学工业出版社



TEZHONG GUOLU

特种锅炉

王向东 李以善 主 编
唐 杰 赵 昆 肖宏川 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书主要介绍了特种锅炉的基本原理、设计结构、运行技术、发展状况等。本书可以作为高等院校相关师生、锅炉设计制造人员、锅炉检验检测人员、锅炉运行作业人员、锅炉安全监察人员的培训教材或参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

特种锅炉/王向东, 李以善主编. —北京: 化学工业出版社, 2013.8
ISBN 978-7-122-17919-7

I. ①特… II. ①王…②李… III. ①特种锅炉
IV. ①TK229.92

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 151057 号

责任编辑: 周 红
责任校对: 吴 静

文字编辑: 陈 喆
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 三河市延风印装厂
787mm×1092mm 1/16 印张 16 $\frac{1}{4}$ 字数 420 千字 2013 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 68.00 元

版权所有 违者必究

前言 FOREWORD

本书所述特种锅炉是指特种热源和特种介质的锅炉，主要叙述目前大量使用的以煤、油和气为燃料的特种锅炉，以水为介质的锅炉较少涉及。

特种锅炉应用于机械、交通、冶金、化工、建筑、食品加工等多个行业。如碱回收锅炉用于造纸行业的造纸黑液处理，垃圾焚烧锅炉用于发电和供热，生物质锅炉是近年来发展起来的新型能源锅炉，余热锅炉是冶金、化工、建材行业热能回收利用的重要手段，电加热锅炉是使用二次清洁能源的锅炉，近年数量在增多，有机热载体锅炉使用范围更是越来越广。

特种锅炉由于使用量相对较少，相关研究和专著也不多。为了提高特种锅炉研究、设计、制造、检验、检测、运行等人员的技术水平，笔者在总结了大量前人经验和技术的基础上，对特种锅炉的基本原理、设计结构、运行技术、发展状况等进行了较为系统的叙述，以便读者了解。

本书可以作为高等院校相关师生、锅炉设计制造人员、锅炉检验检测人员、锅炉运行作业人员、锅炉安全监察人员等的培训教材或参考书。

本书由山东省特种设备检验研究院王向东、李以善主编，唐杰、赵昆、肖宏川任副主编；冯立新、衣宝葵、黄克帅、戴家辉、陈占军、许洋、张明贤、柳长磊；泰山集团周冬雷、胡一民、刘波；青岛荏原公司孟向军、仇建伟、周强；山东圣威公司李守全、李平；山东华源集团付海涛、郁万平；青岛富吉集团王洪良；青岛海众公司于国庆；青岛锅炉压力容器检验所周成、刘海滨等参加了编写或提供支持。

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者

CONTENTS

目录

第 1 章 锅炉发展概述

Page 1

1.1 锅炉的定义和特点	1
1.2 锅炉的分类	2
1.3 锅炉结构	2
1.3.1 锅炉结构的基本要求	2
1.3.2 常见的锅炉结构	3
1.3.3 锅炉系统的辅机设备	4
1.4 锅炉参数	9
1.4.1 蒸发量	9
1.4.2 热功率	9
1.4.3 工作压力	9
1.4.4 介质出口温度	9
1.4.5 给水温度和回水温度	10
1.5 锅炉安全附件、仪表与控制装置	10
1.5.1 安全阀	10
1.5.2 压力表	10
1.5.3 水位表	10
1.5.4 高低水位报警器	11
1.5.5 温度测量仪表	11
1.5.6 排污及疏水装置	11
1.5.7 自动保护装置	11
1.6 锅炉发展方向与锅炉节能	12

第 2 章 余热锅炉

Page 14

2.1 余热锅炉概述	14
2.1.1 废气、废料及废液	14
2.1.2 余热锅炉种类	14
2.1.3 余热锅炉技术要求	15
2.2 余热锅炉的结构及工作系统	18
2.2.1 烟管式余热锅炉	18
2.2.2 水管式余热锅炉	19

2.2.3	余热锅炉受热面整体结构	20
2.2.4	受热面管单元结构	20
2.2.5	余热锅炉工作系统	22
2.3	余热锅炉的运行及常见故障	26
2.3.1	锅炉启动	26
2.3.2	停炉	27
2.3.3	余热锅炉运行的监视与调整	28
2.4	余热锅炉的正常运行	29
2.5	余热锅炉事故的处理与预防	31

第3章 碱回收锅炉

3.1	碱回收锅炉概述	32
3.1.1	发展碱回收锅炉意义	32
3.1.2	国内外碱回收锅炉的发展状况	33
3.2	碱回收锅炉结构及工作系统	36
3.2.1	碱回收锅炉参数及结构特点	36
3.2.2	碱回收锅炉结构	36
3.3	造纸黑液燃料	41
3.3.1	黑液来源	41
3.3.2	黑液燃料特性	41
3.3.3	黑液燃料的燃烧	42
3.4	碱回收锅炉的附机设备	44
3.4.1	给水除氧	44
3.4.2	加药系统	44
3.5	碱回收锅炉的安全附件及保护装置	45
3.6	碱回收锅炉的运行操作和维护保养	46
3.6.1	碱回收锅炉的运行操作	46
3.6.2	碱回收锅炉的维护保养	47

第4章 垃圾焚烧锅炉

4.1	垃圾焚烧技术概述	56
4.1.1	城市生活垃圾的定义和分类	56
4.1.2	城市生活垃圾的处理方式	56
4.1.3	城市生活垃圾焚烧处理技术	57
4.2	垃圾焚烧锅炉系统及工艺	58
4.2.1	炉排垃圾焚烧锅炉系统及工艺	58
4.2.2	流化床垃圾焚烧锅炉系统及工艺	60
4.2.3	回转窑焚烧锅炉系统及工艺	62
4.3	炉排垃圾焚烧锅炉	62
4.3.1	概述	62

08	4.3.2	炉排炉构成	63
08	4.3.3	炉排炉燃烧特性	69
88	4.3.4	常见炉排炉结构简介	70
08	4.4	流化床垃圾焚烧炉	72
08	4.4.1	概述	72
78	4.4.2	典型流化床炉燃烧技术	73
88	4.4.3	流化床焚烧炉投料装置	74
08	4.4.4	影响流化床燃烧效率的因素	75
18	4.4.5	流化床焚烧锅炉典型布置	77
	4.5	回转窑垃圾焚烧炉	78
58	4.5.1	概述	78
	4.5.2	典型回转窑焚烧炉燃烧技术	79
88	4.6	垃圾气化熔融技术	80
88	4.6.1	概述	80
88	4.6.2	气化熔融焚烧技术工艺	80
08	4.6.3	发展垃圾直接气化熔融焚烧技术的可行性	84
08	4.6.4	城市生活垃圾直接气化熔融焚烧及其影响因素	84
08	4.6.5	几种典型气化熔融技术简介	86
11	4.7	垃圾焚烧锅炉整体布置	89
11	4.7.1	炉排垃圾焚烧锅炉布置图	89
11	4.7.2	流化床垃圾焚烧锅炉布置图	90
81	4.8	垃圾焚烧锅炉结构设计	94
11	4.8.1	锅炉整体结构设计	94
11	4.8.2	锅炉主要部件结构设计	98
11	4.9	垃圾焚烧炉烟气处理	112
21	4.9.1	概述	112
01	4.9.2	烟气净化工艺	113
01	4.9.3	常用烟气净化系统	117

第5章 生物质锅炉

Page 120

68	5.1	生物质锅炉概述	120
07	5.1.1	生物质能利用简述	120
82	5.1.2	生物质锅炉的分类	121
02	5.1.3	生物质锅炉的节能和环保意义	122
72	5.2	生物质燃料	123
82	5.2.1	生物质燃料概述	123
82	5.2.2	生物质燃料的标准化	123
00	5.2.3	生物质燃料的预处理	124
82	5.2.4	生物质燃料的特性	124
82	5.3	生物质锅炉的结构	128
82	5.3.1	生物质锅炉的燃烧方式	128

5.3.2	生物质锅炉的结构	132
5.4	生物质锅炉的辅助系统	139
5.4.1	生物质锅炉的燃料储存及给料系统	139
5.4.2	生物质锅炉的送风和引风系统	139
5.4.3	生物质锅炉的吹灰系统	140
5.4.4	锅炉的烟气处理系统	141
5.4.5	生物质锅炉的给水系统	141
5.5	生物质锅炉的运行安全保护系统	141
5.5.1	FSSS系统的组成	142
5.5.2	FSSS系统的主要功能	142
5.5.3	主燃料跳闸	142
5.5.4	汽包水位保护	143
5.6	生物质锅炉的运行操作和维护保养	143
5.6.1	生物质循环流化床电站锅炉的运行操作和维护保养	143
5.6.2	生物质层燃锅炉的运行操作	153

第6章 有机热载体锅炉

Page 157

6.1	有机热载体锅炉概述	157
6.1.1	有机热载体锅炉的简介	157
6.1.2	有机热载体锅炉的命名	157
6.1.3	有机热载体锅炉的用途	158
6.1.4	有机热载体锅炉的分类	159
6.1.5	有机热载体锅炉的主要技术参数	159
6.1.6	有机热载体锅炉的主要材料	159
6.2	有机热载体锅炉结构及工作系统	160
6.2.1	有机热载体锅炉的结构	160
6.2.2	有机热载体锅炉工作系统	162
6.3	有机热载体	164
6.3.1	有机热载体的分类	164
6.3.2	有机热载体参数	164
6.3.3	有机热载体使用要求	166
6.3.4	理想的有机热载体应具有的特点	166
6.3.5	应用领域	166
6.4	有机热载体锅炉的辅机设备	167
6.4.1	热媒循环泵	167
6.4.2	膨胀槽	167
6.4.3	储油槽	168
6.4.4	油过滤器	168
6.4.5	油气分离器	168
6.4.6	注油泵	168
6.4.7	燃烧器	169

6.4.8	其他辅机	169
6.5	有机热载体锅炉的安全附件及保护装置	169
6.5.1	安全阀和爆破片	169
6.5.2	压力表	169
6.5.3	温度计	170
6.5.4	浮球报警控制器	170
6.5.5	液位计	170
6.5.6	保护装置	170
6.6	有机热载体锅炉的运行操作和维护保养	170
6.6.1	运行前检验	170
6.6.2	管线的压力试验	171
6.6.3	冷态调试	171
6.6.4	注油泵向膨胀槽注油	171
6.6.5	启动热油循环泵	171
6.6.6	点火	171
6.6.7	燃料	172
6.6.8	烘炉	172
6.6.9	煮油	172
6.6.10	升温	172
6.6.11	注意事项	172
6.6.12	严密性试验和试运行	173
6.6.13	工程验收	173
6.6.14	验收时应具备的资料	173
6.6.15	停炉	174
6.6.16	突然停电、冷油置换	174

第7章 水煤浆锅炉

Page 175

7.1	水煤浆锅炉概述	175
7.1.1	水煤浆锅炉的工作原理	175
7.1.2	水煤浆锅炉的应用现状	175
7.1.3	水煤浆锅炉的特点	175
7.1.4	水煤浆锅炉的发展前景	176
7.2	水煤浆锅炉结构及工作系统	176
7.2.1	水煤浆锅炉结构	176
7.2.2	水煤浆锅炉工作系统	178
7.3	水煤浆	179
7.3.1	水煤浆简介	179
7.3.2	水煤浆的制备	183
7.3.3	水煤浆制浆工艺	184
7.3.4	水煤浆的储备与运输	187
7.4	水煤浆燃烧器	188

7.4.1	水煤浆的燃烧过程	188
7.4.2	水煤浆的燃烧装置	189
7.5	水煤浆锅炉的辅机设备	197
7.5.1	水煤浆的储浆罐	198
7.5.2	水煤浆在线过滤器	198
7.5.3	水煤浆搅拌器	201
7.5.4	脱硫除尘系统	202
7.5.5	水煤浆卸浆泵	202
7.5.6	水煤浆供浆泵	202
7.5.7	空气压缩机	202
7.5.8	鼓风机	203
7.5.9	引风机	203
7.6	水煤浆锅炉安全附件及保护装置	203
7.6.1	安全阀	203
7.6.2	压力表	203
7.6.3	水位表	203
7.6.4	测温仪表	203
7.6.5	保护装置	204
7.6.6	防爆门	205
7.6.7	自动补浆功能	205
7.7	水煤浆锅炉的运行操作和维护保养	205
7.7.1	锅炉运行主要步骤	206
7.7.2	维修保养	208

第8章 电加热锅炉

Page 211

8.1	电加热锅炉简介	211
8.1.1	概述	211
8.1.2	电加热锅炉的分类及特点	212
8.1.3	电加热锅炉的发展概况及特点	212
8.1.4	电加热锅炉的市场前景分析	214
8.1.5	制约电加热锅炉发展的因素	214
8.2	电加热锅炉结构及工作系统	215
8.2.1	电加热锅炉的结构	215
8.2.2	电加热锅炉结构的合理选择	216
8.2.3	电加热锅炉的工作系统	217
8.3	电加热锅炉的安全附件及保护装置	218
8.3.1	安全阀	218
8.3.2	压力表	218
8.3.3	水位计	219
8.3.4	排污阀	219
8.3.5	高、低水位报警装置	219

8.3.6	低水位联锁保护装置	219
8.3.7	超压联锁保护装置	219
8.4	电加热锅炉的运行操作和维护保养	219
8.4.1	电加热锅炉的运行操作	219
8.4.2	电加热锅炉的维护保养	220

第9章 船用锅炉

Page 221

9.1	船用锅炉的分类和主要参数指标	221
9.1.1	船用锅炉的分类	221
9.1.2	船用锅炉的主要参数指标	222
9.2	典型船用锅炉结构形式	224
9.2.1	立式针形管燃油锅炉	224
9.2.2	卧式烟管燃油锅炉	224
9.2.3	废气锅炉	224
9.2.4	燃油、废气组合锅炉	226
9.2.5	热水锅炉	226
9.2.6	热油锅炉	226
9.2.7	D型船用锅炉	227
9.3	船用锅炉的主要附件	228
9.4	船用锅炉主要受压部件	230
9.5	船用锅炉的运行、维护保养及故障处理	231

第10章 太阳能热应用锅炉

Page 236

10.1	概述	236
10.2	太阳能热应用锅炉原理与结构	237
10.2.1	原理	237
10.2.2	太阳能热应用锅炉系统的分类	238
10.2.3	太阳能热应用锅炉系统的结构	240
10.2.4	太阳能热利用的锅炉改造应用	245
10.2.5	太阳能热应用锅炉发展展望	247

参考文献

Page 249

1	.....	249
2	.....	249
3	.....	249
4	.....	249
5	.....	249
6	.....	249
7	.....	249
8	.....	249
9	.....	249
10	.....	249

锅炉发展概述

1.1 锅炉的定义和特点

锅炉是利用燃料燃烧时产生的热能或其他能源的热能加热水或其他工质，以生产规定参数（压力、温度）蒸汽、热水或其他工质的热能转换设备。锅炉包括锅和炉两大部分，锅是在火上加热的盛水容器，炉是燃料燃烧的场所。锅炉是国民经济中重要的热能供应设备。电力、机械、冶金、化工、纺织、造纸、食品等行业，以及工业和民用采暖都需要锅炉供给大量的热能。锅炉号称工业的心脏。

锅炉的特点是：锅炉一旦投用，一般都要求连续运行，任意停炉会影响到一条生产线、一个厂甚至一个地区的生活和生产，直接、间接经济损失较大，有时还会造成恶劣的后果。锅炉在承受较高压力的同时，还在高温下工作，它们的工作条件较一般机械设备恶劣得多。锅炉受热面内外广泛接触烟、火、灰、水、汽等物质，这些物质在一定的条件下会对锅炉元件起腐蚀作用；锅炉各受压元件上承受不同的内外压力而产生相应的应力，同时由于各元件的工作温度不同，热胀冷缩程度也不同而产生附加应力，随着负荷和燃烧的变化，这种应力也发生变化，这就容易使一部分承受集中应力的受压元件发生疲劳破坏；依靠锅炉内流动的水汽来冷却的受热面因缺水、结水垢或水循环被破坏使传热发生障碍，都可能使高温区的受热面烧损、鼓包、开裂；飞灰造成磨损；渗漏引起腐蚀等都使锅炉设备更易损坏。锅炉还具有爆炸的危险性，锅炉在使用中发生破裂，使内部压力瞬时降至等于外界大气压力的现象叫爆炸。引起爆炸的原因很多，归纳起来有两种：一是内部压力升高，超过允许工作压力，而安全附件失灵，未能及时报警或泄压，致使内部压力继续升高，当该压力超过某一受压元件所能承受的极限压力时，设备便发生爆炸；另一种是在正常工作压力下，由于受压元件本身有缺陷或使用后造成损坏，或钢材老化而不能承受原来的工作压力时，就可能突然破裂爆炸。锅炉一旦发生爆炸，其破坏性很大。据计算，一台蒸发量 10t/h，蒸汽压力 1.3MPa 的锅炉爆炸，大约相当于 100kg TNT 炸药的爆炸能量。基于锅炉的上述特点，保证锅炉的安全运行是至关重要的。

锅炉中输入的燃料燃烧时放出的热量（或输入的其他热源）通过受热面的热传导、热辐射、热对流的传热方式传给水，水温逐渐升高，首先在液体表面产生汽化，叫做蒸发。当水的温度上升到一定数值时，液体内部也开始汽化，叫做沸腾。此时的温度称为饱和温度，这时的水叫饱和水，上部的水蒸气叫饱和蒸汽。饱和温度与压力有关，一定的压力对应一定的饱和温度。例如 1 个绝对大气压下的饱和温度为 99.09℃，14 个绝对大气压（表压为 1.25MPa）下的饱和温度为 194.13℃。

至 2010 年底，全国在用锅炉 60.7 万台，全国锅炉耗煤占煤炭总消耗量的 70% 左右，而我国燃煤工业锅炉平均运行效率比国际先进水平低 15%~20%，如采取有效的管理和技术措施提高锅炉能效水平，将产生巨大的经济社会效益。

1.2 锅炉的分类

(1) 按用途分类

①电站锅炉；②工业锅炉；③生活锅炉；④船舶锅炉；⑤机车锅炉；

(2) 按载热介质分类

①蒸汽锅炉；②热水锅炉；③汽水两用锅炉；④热风炉；⑤有机热载体锅炉；⑥熔盐等其他介质锅炉。

(3) 按燃料和热源分类

①燃煤锅炉；②燃油和燃气锅炉；③燃生物质燃料锅炉（木柴、甘蔗渣、稻壳、椰子壳、生活垃圾、工业垃圾、造纸黑液等）；④原子能锅炉；⑤余热锅炉；⑥电热锅炉。

(4) 按本体结构分类

①水管锅炉；②火管锅炉；③水火管锅炉；④热管锅炉；⑤真空相变锅炉。

(5) 按介质循环方式分类

①自然循环锅炉；②强制循环锅炉；③直流锅炉。

(6) 按燃烧方式分类

①层燃锅炉，它又分固定炉排、机械化炉排（链条炉排、振动炉排、抽板顶升炉排、往复炉排、抛煤机炉排等）；②室燃锅炉；③沸腾炉（又称流化床锅炉）。

(7) 按出厂形式分类

①散装锅炉；②组装锅炉；③整装锅炉。

(8) 按压力等级分类

①超临界锅炉， $p \geq 22.1 \text{MPa}$ 的锅炉；②亚临界锅炉， $16.7 \text{MPa} \leq p < 22.1 \text{MPa}$ ；③超高压锅炉， $13.7 \text{MPa} \leq p < 16.7 \text{MPa}$ ；④高压锅炉， $9.8 \text{MPa} \leq p < 13.7 \text{MPa}$ ；⑤次高压锅炉， $5.3 \text{MPa} \leq p < 9.8 \text{MPa}$ ；⑥中压锅炉， $3.8 \text{MPa} \leq p < 5.3 \text{MPa}$ ；⑦低压锅炉， $p < 3.8 \text{MPa}$ 。

(9) 按制造管理分类

①A级锅炉制造单位：压力不限；②B级锅炉制造单位：额定蒸汽压力小于及等于2.5MPa的蒸汽锅炉；③C级锅炉制造单位：额定蒸汽压力小于及等于0.8MPa且额定蒸发量小于及等于1t/h的蒸汽锅炉，额定出水温度小于120℃的热水锅炉；④D级锅炉制造单位：额定蒸汽压力小于及等于0.1MPa的蒸汽锅炉，额定出水温度小于120℃且额定热功率小于及等于2.8MW的热水锅炉。

1.3 锅炉结构

传统锅炉整体的结构包括锅炉本体和辅助设备两大部分。锅炉中的炉膛、锅筒、燃烧器、水冷壁过热器、省煤器、空气预热器、构架和炉墙等主要部件构成生产蒸汽的核心部分，称为锅炉本体。锅炉本体中两个最主要的部件是炉膛和锅筒。锅炉承受高温高压，安全问题十分重要。即使是小型锅炉，一旦发生爆炸，后果也十分严重。因此，对锅炉的材料选用、设计、计算、制造和检验等都制订有严格的法规。

1.3.1 锅炉结构的基本要求

设计锅炉时，根据所要求的蒸发量或热功率、工作压力、蒸汽温度或额定进出口水温、燃料特性和燃烧方式等参数，按照《锅炉安全技术监察规程》及锅炉受压元件强度计算标准等有关规定确定的锅炉的结构，一般应满足：①各部件在运行时应能按设计预定方向自由膨

胀；②保证各循环回路的介质循环正常，所有受热面都应得到可靠的冷却；③各受压部件应有足够的强度；④受压元、部件结构的形式、开孔和焊缝的布置应尽量避免或减少复合应力和应力集中；⑤水冷壁炉膛的结构应有足够的承载能力；⑥炉墙应具有良好的密封性；⑦承重结构在承受设计载荷时应具有足够的强度、刚度、稳定性及防腐蚀性；⑧便于安装、运行操作、检修和清洗内外部；⑨燃煤粉的锅炉，其炉膛和燃烧器的结构及布置应与所设计的煤种相适应，并防止炉膛结渣或结焦。

锅炉主要受压部件：如锅筒（锅壳）、炉胆、回燃室、封头、炉胆顶、管板、下脚圈、集箱、受热面管子。锅筒是用来汇集、储存、分离汽水和补充给水的；锅壳是锅壳式锅炉中“包围”汽水、风烟、燃烧系统的外壳，又称筒壳，其作用和锅筒相同；联箱又称集箱，其作用是连接受热面管、下降管、连通管、排污管等，按其用途分为水冷壁联箱、过热器联箱、省煤器联箱等；按其所处位置分为上联箱、下联箱或进口联箱、出口联箱。它是用较大直径的锅炉钢管和两个端盖焊接而成，其上开有许多管孔及焊有管座；下降管作用是与水冷壁、联箱、锅筒形成水循环回路；受热面管子是锅炉的主要受热面，用锅炉钢管制成，它分为水管和火管（烟管），管内流水或汽水混合物、管外受热的叫水管，管内走烟气、管外被水冷却的叫烟管。烟管只用在小型锅炉中，水管用在各种锅炉中，水冷壁管是水管中的一种；省煤器的作用是使给水进入锅筒之前，被预先加热到某一温度（通常加热到低于饱和温度 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ ），以降低排烟温度，提高锅炉热效率。中低压锅炉往往用铸铁制造省煤器，中压以上的锅炉省煤器由钢管制成的蛇形管组合而成；过热器是把锅筒内出来的饱和蒸汽加热成过热蒸汽，以满足生产工艺的需要，过热器是用碳钢或耐热合金钢管弯制成蛇形管后组合而成；减温器的作用是调节过热蒸汽的温度，将过热蒸汽的温度控制在规定的范围内，以确保安全和满足生产需要。凡有过热器的锅炉上均有减温器，减温器分面式减温器和混合式减温器，减温器结构与联箱相似，但其内部有喷水装置或冷却水管；再热器是将汽轮机高压缸排出的蒸汽再加热到与过热蒸汽相同或相近的温度后，再回到中低压缸去做功，以提高电站的热效率，再热器一般只用于蒸发量大于 400t/h 的电站锅炉；炉胆是锅壳式锅炉包围燃料燃烧空间的壳体，只有立式锅炉和卧式内燃锅炉中有炉胆。炉胆有直圆筒形和锥形两种，当炉胆长度超过 3m 要采用波纹形结构；下脚圈是连接炉胆和锅壳的部件，只在立式锅炉中采用，常见的有 U 形、L 形、H 形、S 形等，额定工作压力 $>0.1\text{MPa}$ 的锅炉上须用 U 形下脚圈；炉门圈是连接于锅壳和炉胆之间燃料进入燃烧室的一段管子，一般由锅炉钢板压制成椭圆形后焊接而成。喉管和冲天管均为连接于锅壳和炉胆之间烟气排出时所经过的一段管子，一般由无缝钢管制成。

1.3.2 常见的锅炉结构

锅炉最早是炉子包锅，逐渐发展为锅包炉子，结构越来越复杂，热效率也逐步提高。通过计算生产每吨蒸汽钢材消耗量、加工制造难易程度、燃料种类、锅炉寿命等综合指标，确定合理的锅炉热效率和锅炉结构。

(1) 立式锅壳锅炉

立式锅壳锅炉主要有立式水管锅炉和立式火管锅炉。立式锅炉由于热效率低；炉膛水冷程度大，不宜燃用劣质煤；难以采用机械化燃烧；环保不易达标等问题，目前只是在低压小容量、环保控制不严及供电不正常的地方少量应用。

立式锅壳锅炉由封头、锅筒、U 形圈、炉胆、炉胆顶、水管和冲天管等主要受压部件组成，见图 1-1。

(2) 卧式锅壳锅炉

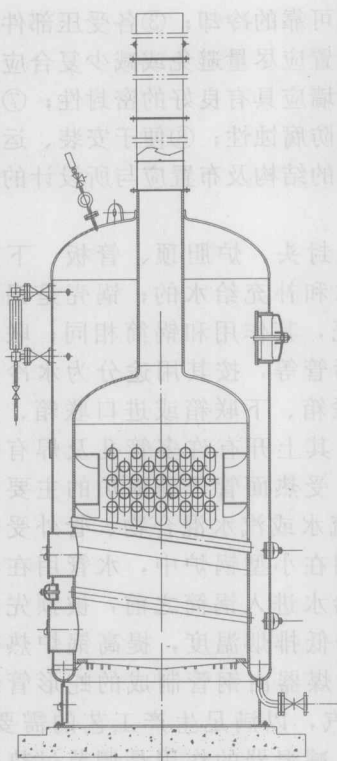


图 1-1 LSG 立式锅壳锅炉

① 卧式内燃锅壳式锅炉：卧式内燃锅壳式锅炉尺寸较小，适合整装，采用微正压燃烧时，密封问题容易解决，在燃油（气）锅炉应用较多。

② 卧式外燃锅壳式锅炉：卧式外燃水火管锅炉将燃烧装置从锅壳中移出来，加大了炉排面积和炉膛体积，并在锅壳两侧加装了水冷壁管，组成燃烧室，为煤的燃烧创造了良好条件，因此燃料适应性较广，热效率较高。

卧式锅壳锅炉的主要承压部件有锅壳、炉胆、回燃室、管板、烟管、拉撑等，见图 1-2 和图 1-3。

(3) 水管锅炉

水管锅炉在锅筒外部设水管受热面，高温烟气在管外流动放热，水在管内吸热。由于管内横断面比管外小，因此汽水流速大大增加，受热面上产生的蒸汽立即被冲走，这就提高了锅水吸热率。与锅壳式锅炉相比，水管锅炉锅筒直径小，工作压力高，锅水容量小，一旦发生事故，灾害较轻，锅炉水循环好，蒸发效率高，适应负荷变化的性能较好，热效率较高。因此，压力较高、蒸发量较大的锅炉都为水管锅炉。

水管锅炉的承压部件主要有锅筒、下降管、水冷壁、对流管束、集箱等，见图 1-4，有的锅炉带有省煤器、过热器、再热器等，见图 1-5。超临界锅炉及超超临界锅炉没有

锅筒，有汽水分离器，见图 1-6。循环流化床锅炉的旋风分离器有的还带有蒸汽冷却的承压部件，见图 1-7。

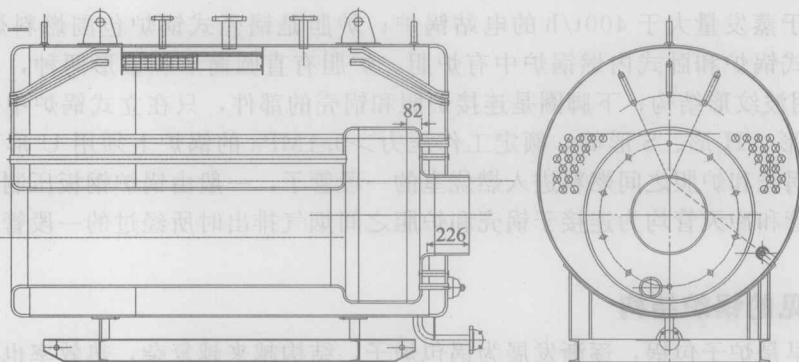


图 1-2 WNS 系列卧式内燃锅壳式锅炉

1.3.3 锅炉系统的辅机设备

锅炉系统包括锅炉的给水设备、水处理设备、通风设备、输煤设备、燃烧设备、灰渣处理设备、除尘设备、排污和排汽系统。

(1) 给水设备

主要有注水器、蒸汽往复泵和离心泵等。注水器适用于蒸发量小、压力较低的锅炉；蒸汽往复泵在缺乏动力或作为给水备用设备时常被采用；离心泵是正常条件下锅炉给水最常用的设备。

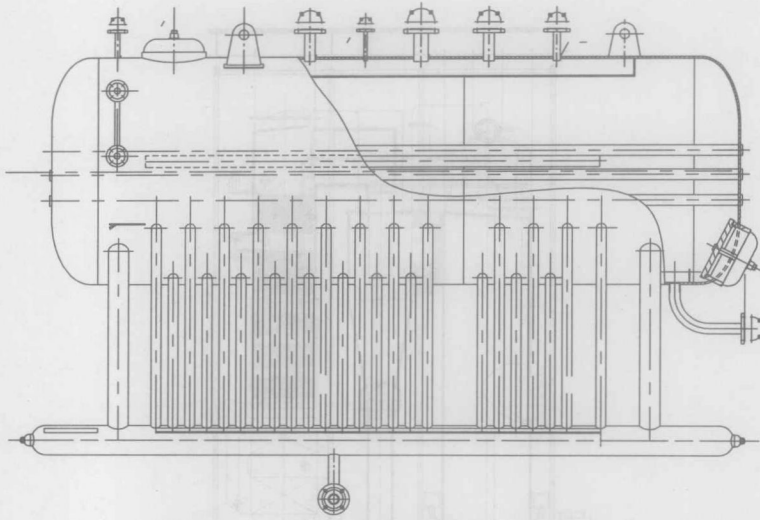


图 1-3 DZL 系列卧式外燃水火管锅炉

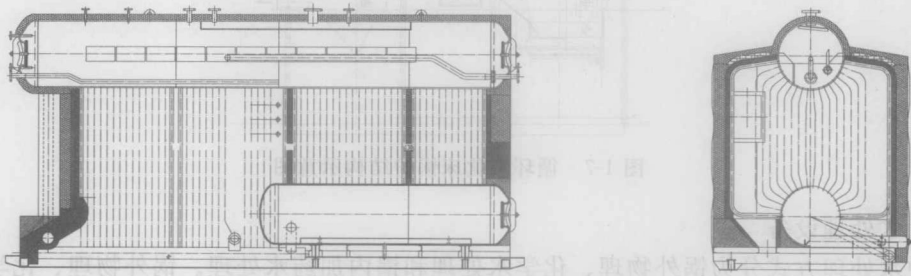


图 1-4 SZL 系列水管锅炉示意图

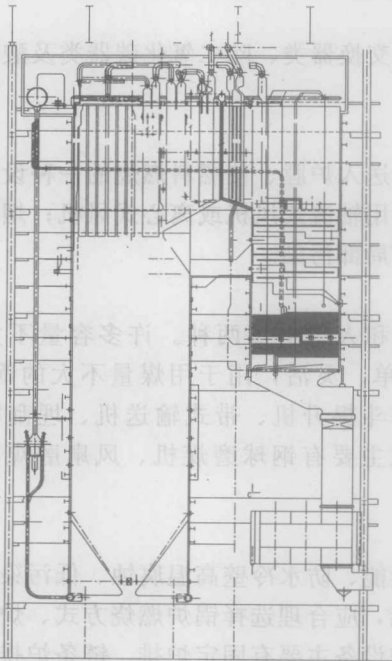


图 1-5 高压电站锅炉示意图

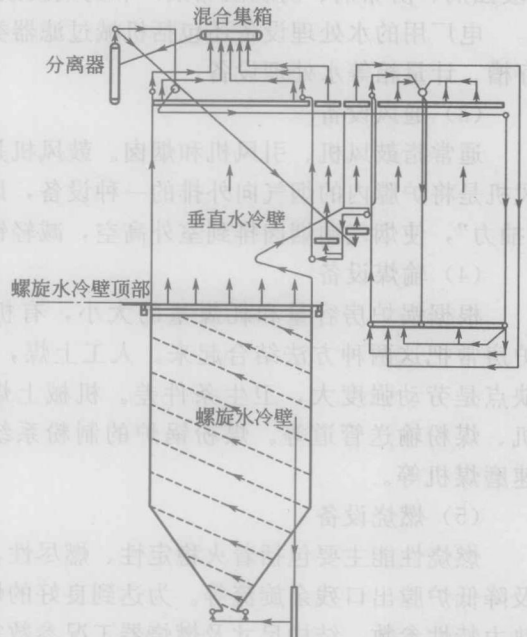


图 1-6 超临界电站锅炉示意图

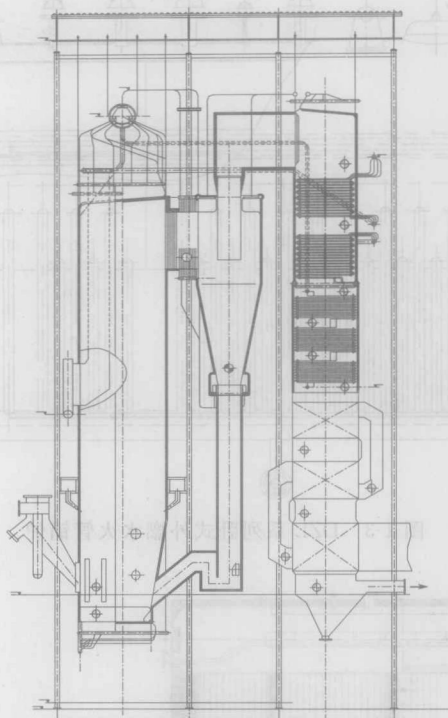


图 1-7 循环流化床锅炉结构示意图

(2) 水处理设备

锅炉水处理方式分为锅外物理、化学水处理和锅内加药水处理。锅外物理、化学水处理设施包括预处理设施、离子交换设施、除氧设施。锅内加药水处理及设施包括水处理药剂（缓蚀剂、防垢剂、防腐阻垢剂）和药剂投放设施。

电厂用的水处理设备还包括机械过滤器类、离子交换器类、除二氧化碳器类及酸、碱储存槽、计量箱等水处理设备。

(3) 通风设备

通常指鼓风机、引风机和烟囱。鼓风机是将空气送入炉膛、使燃料燃烧的一种设备，引风机是将炉膛内的烟气向外排的一种设备，风机主要用轴流式风机或离心式风机；烟囱产生“抽力”，使烟气顺烟囱排到室外高空，减轻锅炉区域局部污染。

(4) 输煤设备

根据锅炉房容量和耗煤量的大小，有机械上煤和人工上煤两种。许多容量不大的锅炉房常把这两种方法结合起来。人工上煤，设备简单、灵活，用于用煤量不大的锅炉房。缺点是劳动强度大，卫生条件差。机械上煤包括单斗提升机、带式输送机、埋刮板输送机、煤粉输送管道等。煤粉锅炉的制粉系统磨煤机主要有钢球磨煤机、风扇磨煤机、中速磨煤机等。

(5) 燃烧设备

燃烧性能主要包括着火稳定性、燃尽性、防渣性能、防水冷壁高温腐蚀、低污染性能以及降低炉膛出口残余旋流等。为达到良好的燃烧性能，应合理选择锅炉燃烧方式、炉膛主要热力特性参数、结构尺寸及燃烧器工况参数等。燃烧设备主要有固定炉排、链条炉排、往复炉排、滚动炉排、下饲炉排、抛煤机、鼓泡流化床、循环流化床、室燃炉燃烧器等。