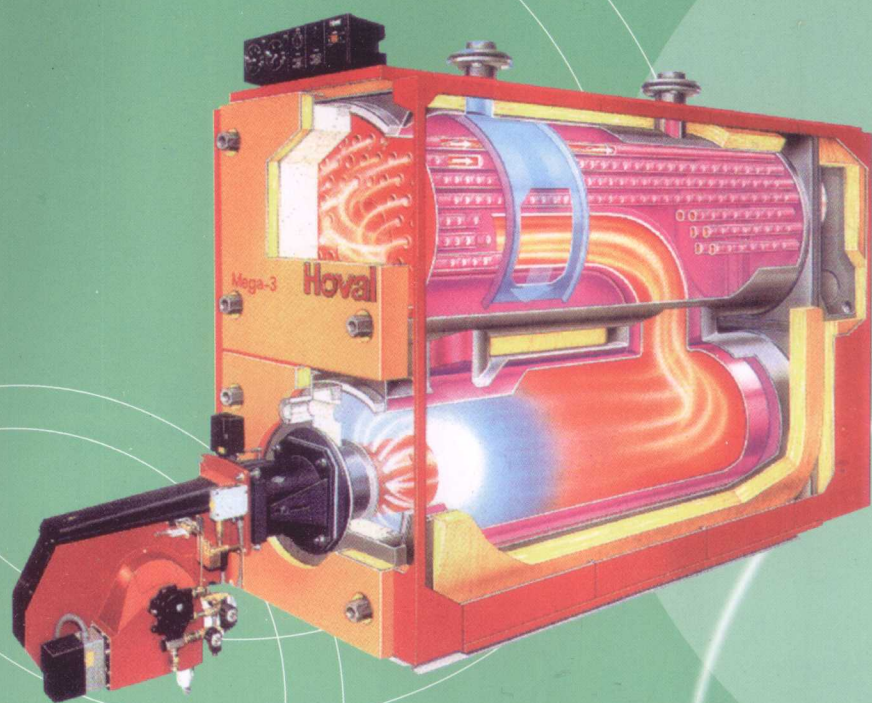


# 工业锅炉 节能技术

上海市质量技术监督局特种设备监察处 编



上海科学普及出版社

# 工业锅炉节能技术

上海市质量技术监督局特种设备监察处 编

上海科学普及出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

工业锅炉节能技术 / 上海市质量技术监督局  
特种设备监察处编. — 上海: 上海科学普及出版社,  
2009.7  
ISBN 978-7-5427-4277-3

I. 工… II. 上… III. 工业锅炉—节能—技术  
IV. TK229

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第026873号

**责任编辑 徐林林**

**工业锅炉节能技术**

上海市质量技术监督局特种设备监察处编

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)

<http://www.pspsh.com>

---

|                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| 各地新华书店经销        | 上海金顺包装印刷厂印刷       |
| 开本787×1092 1/16 | 印张11.25 字数270 000 |
| 2009年7月第1版      | 2009年7月第1次印刷      |

---

ISBN 978-7-5427-4277-3 定价: 20.00元

## 序

节能减排对贯彻落实科学发展观、构建社会主义和谐社会，对提高人民生活质量、实现经济社会又好又快发展，具有极其重要而深远的意义。我国“十一五”规划《纲要》提出了“十一五”单位 GDP 能耗降低 20%、主要污染物排量减少 10% 的约束性目标。全国节能减排工作会议，明确提出了要尽快形成以政府为主导、企业为主体、全社会共同推进的节能减排工作格局。特种设备节能空间很大，尤其是工业锅炉，由于结构设计不合理、辅机配套不协调、可用煤种与设计不符、运行操作不当等因素，造成能源消耗量过大。据统计，2007 年我国煤炭消耗量为 25.8 亿吨，其中锅炉用煤达 22 亿吨（工业锅炉用煤超过 6 亿吨），占煤炭总产量的 85% 以上。目前我国工业锅炉平均热效率与工业发达国家相比要低 10%~15%，如果采取有效措施，使燃煤工业锅炉平均实际热效率提高 10%，每年可节煤 6000 万吨。

《节约能源法》第十六条明确规定：“对高耗能的特种设备，按照国务院的规定实行节能审查和监管。” 这项规定确立了对高耗能特种设备实行节能审查和监管的法律制度，反映了特种设备在我国节能降耗工作中的重要作用。作为特种设备安全监察的主管部门，我们有责任在确保特种设备安全运行的同时，也要为高耗能特种设备节能降耗工作作出贡献，在特种设备节能监管与服务上取得突破。为了贯彻落实《节约能源法》的有关规定，根据国家质检总局《关于推进高耗能特种设备节能监管工作的指导意见》的要求，积极开展锅炉使用环节的节能改造与监管工作，推进工业锅炉“三个万”节能工程的实施，受国家质检总局特种设备安全监察局的委托，上海市质量技术监督局组织本市有关专家编写了《工业锅炉节能技术》培训教材，旨在通过工业锅炉节能技术培训，提高锅炉管理人员、操作人员和水处理作业人员的节能意识，提高他们的节能技能。

《工业锅炉节能技术》以通俗易懂的编写形式，重点介绍了工业锅炉燃烧节能技术、设备节能技术、运行节能技术和热力系统节能技术等节能方法，总结归纳了工业锅炉节能管理的基本要求，并引用了本市近年来工业锅炉节能技术改造实例。这对企事业单位节能管理者的节能实践工作具有参考价值，对有关工业锅炉使用单位进行锅炉节能技术改造具有很好的指导意义。《工业锅炉节能技术》的编写完成，对于推进本市工业锅炉节能降耗工作，提升特种设备节能监管与服务水平，无疑具有重要意义。因此，我希望特种设备监察人员、检验人员也要研读好、使用好此教材，以期取得更多的实践成果。

上海市质量技术监督局局长



二〇〇八年九月

# 目 录

## 第一章 锅炉基本知识

|                       |   |
|-----------------------|---|
| 第一节 锅炉概论 .....        | 1 |
| 一、锅炉的定义、组成 .....      | 1 |
| 二、锅炉工作参数 .....        | 1 |
| 三、锅炉型号表示法 .....       | 2 |
| 第二节 锅炉的主要结构、类型 .....  | 3 |
| 一、锅炉结构的基本要求 .....     | 3 |
| 二、锅炉常见类型 .....        | 4 |
| 第三节 锅炉附件、热工计量仪表 ..... | 7 |
| 一、安全附件 .....          | 7 |
| 二、热工计量仪表 .....        | 9 |

## 第二章 锅炉节能概论

|                     |    |
|---------------------|----|
| 第一节 锅炉节能的重要意义 ..... | 12 |
| 一、锅炉能源使用现状 .....    | 12 |
| 二、锅炉节能的重要意义 .....   | 13 |
| 第二节 锅炉节能的基本概念 ..... | 13 |
| 一、锅炉节能 .....        | 13 |
| 二、锅炉系统节能 .....      | 13 |
| 第三节 锅炉节能常用参数 .....  | 13 |
| 一、锅炉热工参数 .....      | 13 |
| 二、锅炉节能参数 .....      | 14 |
| 第四节 锅炉节能的主要途径 ..... | 16 |
| 一、锅炉设备节能减排 .....    | 16 |
| 二、锅炉设备节能的主要途径 ..... | 16 |

## 第三章 锅炉燃料、燃烧节能技术

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第一节 锅炉燃料与其主要性质 ..... | 18 |
| 一、燃料 .....           | 18 |

|                     |    |
|---------------------|----|
| 二、固体燃料              | 19 |
| 三、液体燃料              | 21 |
| 四、气体燃料              | 23 |
| <b>第二节 锅炉燃烧方式</b>   | 24 |
| 一、燃烧基本概念            | 24 |
| 二、燃烧方式              | 24 |
| <b>第三节 锅炉燃烧节能技术</b> | 26 |
| 一、富氧燃烧节能            | 26 |
| 二、助燃剂与添加剂的燃烧节能      | 29 |
| 三、煤的分层燃烧与其装置        | 31 |

## 第四章 锅炉设备节能技术

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| <b>第一节 概述</b>               | 39 |
| <b>第二节 链条炉排</b>             | 40 |
| 一、链条炉排的结构                   | 40 |
| 二、链条炉排的燃烧特点                 | 40 |
| 三、链条炉排炉拱节能改造                | 41 |
| <b>第三节 循环流化床锅炉</b>          | 45 |
| 一、流化床燃烧原理                   | 45 |
| 二、流化床锅炉的炉膛结构                | 45 |
| 三、循环流化床锅炉                   | 46 |
| 四、典型循环流化床锅炉的炉型              | 48 |
| 五、工业锅炉改为流化床锅炉应注意的问题         | 49 |
| <b>第四节 水煤浆锅炉</b>            | 51 |
| 一、水煤浆锅炉及其燃烧特点               | 51 |
| 二、水煤浆燃烧器及其布置                | 52 |
| 三、水煤浆锅炉炉型及系统流程              | 53 |
| 四、水煤浆锅炉改造技术和注意事项            | 54 |
| <b>第五节 燃煤锅炉改为燃油（气）锅炉</b>    | 55 |
| 一、油（气）燃烧器                   | 55 |
| 二、燃煤锅炉改为燃油锅炉                | 56 |
| 三、燃煤锅炉改为燃气锅炉                | 58 |
| <b>第六节 燃油（气）锅炉改为燃用天然气锅炉</b> | 60 |

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 一、天然气的性质·····         | 60 |
| 二、天然气常用的气体燃烧器·····    | 60 |
| 三、燃油（气）锅炉改用天然气锅炉····· | 63 |

## 第五章 锅炉运行节能技术

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 第一节 概述·····             | 65 |
| 第二节 锅炉正常运行节能调节·····     | 65 |
| 一、水位的调节·····            | 66 |
| 二、锅炉汽压的调节·····          | 66 |
| 三、汽温的调节·····            | 66 |
| 四、风量的调节·····            | 67 |
| 五、排烟温度的调节控制·····        | 68 |
| 第三节 燃煤链条炉排锅炉的经济运行·····  | 69 |
| 一、燃料性质与链条炉燃烧的关系·····    | 69 |
| 二、链条炉排合理配风与燃烧的关系·····   | 70 |
| 三、链条炉排燃烧调整与经济运行的关系····· | 73 |
| 第四节 燃油（气）锅炉的经济运行·····   | 73 |
| 一、燃油（气）锅炉经济运行主要参数·····  | 73 |
| 二、燃油（气）锅炉经济运行·····      | 76 |
| 第五节 热水锅炉的经济运行·····      | 78 |
| 一、热水锅炉运行特点·····         | 78 |
| 二、热水锅炉经济运行控制的主要参数·····  | 79 |
| 三、热水锅炉燃烧调整与排污控制·····    | 79 |
| 四、热水锅炉运行中的注意事项·····     | 79 |
| 第六节 循环流化床锅炉的经济运行·····   | 80 |
| 一、循环流化床锅炉运行特点·····      | 80 |
| 二、循环流化床锅炉燃烧调整·····      | 80 |
| 三、循环流化床锅炉燃烧调整注意事项·····  | 81 |
| 第七节 有机热载体炉的经济运行·····    | 82 |
| 一、有机热载体炉的运行特点·····      | 82 |
| 二、有机热载体炉经济运行原则·····     | 82 |
| 三、有机热载体炉燃烧调整方法·····     | 83 |
| 四、有机热载体炉运行注意事项·····     | 83 |

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第八节 电加热锅炉的经济运行 .....   | 83 |
| 一、电加热锅炉运行特点 .....      | 83 |
| 二、电加热锅炉自控保护装置与作用 ..... | 83 |
| 三、电加热锅炉的运行 .....       | 84 |
| 四、电加热锅炉经济运行主要措施 .....  | 84 |

## 第六章 锅炉热力系统节能技术

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第一节 锅炉热力系统概述 .....      | 85  |
| 一、热力系统定义 .....          | 85  |
| 二、锅炉热力系统节能主要途径 .....    | 85  |
| 第二节 热力系统管道的节能 .....     | 86  |
| 一、热力系统管道 .....          | 86  |
| 二、热力管网的设计与管道敷设 .....    | 86  |
| 三、热力系统管道保温节能 .....      | 88  |
| 第三节 蒸汽蓄热器节能 .....       | 91  |
| 一、蒸汽蓄热器工作原理 .....       | 91  |
| 二、蒸汽蓄热器结构 .....         | 92  |
| 三、蒸汽蓄热器运行方法 .....       | 92  |
| 四、蒸汽蓄热器的功能与使用条件 .....   | 93  |
| 第四节 锅炉烟气余热节能技术 .....    | 94  |
| 一、余热利用的原则和方法 .....      | 94  |
| 二、热管换热器 .....           | 95  |
| 三、复合相变换热器 .....         | 98  |
| 四、余热节能器 .....           | 100 |
| 第五节 锅炉给排水节能技术 .....     | 101 |
| 一、锅炉给水与处理 .....         | 101 |
| 二、锅炉水处理节能 .....         | 102 |
| 三、锅炉排污水回收节能 .....       | 105 |
| 四、锅炉给水设备与节能 .....       | 108 |
| 第六节 锅炉凝结水回收利用节能技术 ..... | 110 |
| 一、锅炉凝结水 .....           | 110 |
| 二、锅炉凝结水回收系统 .....       | 111 |
| 三、疏水阀 .....             | 113 |

## 第七章 锅炉房节能综合管理

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 第一节 锅炉房能耗指标                         | 116 |
| 一、锅炉房能量转换效率                         | 116 |
| 二、锅炉房能耗                             | 117 |
| 三、锅炉房能耗指标                           | 120 |
| 第二节 锅炉热效率和运行技术指标                    | 120 |
| 一、锅炉热平衡和热效率                         | 120 |
| 二、锅炉运行技术指标                          | 123 |
| 三、降低各项热损失的主要措施                      | 123 |
| 第三节 锅炉房节能综合管理                       | 126 |
| 一、锅炉房能源管理                           | 126 |
| 二、锅炉房环境保护                           | 127 |
| 三、锅炉房现代设备综合管理                       | 131 |
| 附录一：节能改造工程案例                        | 134 |
| 1. 集中供热管理                           | 134 |
| 2. 现代锅炉房节能综合管理                      | 136 |
| 附录二：法规与有关规定                         | 137 |
| 1. 《中华人民共和国节约能源法》                   | 137 |
| 2. 《中华人民共和国计量法》                     | 147 |
| 3. 《特种设备安全监察条例》有关节能条款               | 150 |
| 4. 《工业锅炉房能耗分等》JB/T50158-1999        | 152 |
| 5. 《蒸汽锅炉房安全、环保、经济运行管理》DB31/176-2002 | 155 |
| 主要参考文献                              | 167 |

# 第一章 锅炉基本知识

## 第一节 锅炉概论

### 一、锅炉的定义、组成

**锅炉的定义：**锅炉是将燃料内蕴藏的热量，经过燃烧释放，把工质（工作介质）加热到规定温度和压力，供生产和生活使用的一种热能设备。

锅炉是由“锅”和“炉”以及为保证“锅”和“炉”安全运行所必需的附件、控制仪表、附属设备等部分组成。

**锅** — 指锅炉中盛水和蒸汽的密封受压部分，其作用是工质吸收“炉”释放出的热量，从而使工质达到一定参数。主要包括：锅筒（汽包）、对流管、水冷壁、集箱（联箱）、下降管、过热器和省煤器等。

**炉** — 指锅炉中燃料进行燃烧产生热量的部分，其作用是将燃料燃烧释放出的热量供“锅”吸收。主要包括：燃烧设备、炉墙、炉拱、烟箱、烟囱和钢架等。燃料在“炉”内通过燃烧产生的高温烟气，经炉膛和各烟道向锅炉受热面放热，最后从锅炉尾部烟囱排出。

**锅炉附件仪表** — 指安装在锅炉受压部件上用来控制锅炉安全和经济运行的一些附件与仪表装置。主要包括：安全阀、压力表、水位表、高低水位报警器、排污装置、给水系统、锅炉的汽水管道路、常用阀门和相关仪表等。

**锅炉附属设备** — 指燃料的供给与制备系统。主要包括：上煤、磨粉、燃煤、燃油、燃气装置以及鼓风机、引风机。出渣、清灰、空气预热、除尘等装置。

### 二、锅炉工作参数

锅炉的作用是产生一定数量和质量蒸汽或热水。锅炉参数指蒸发量、供热量（热功率）、工作压力、蒸汽温度及热水温度等。

#### 1. 锅炉出力

**蒸汽锅炉的出力** — 指每小时所产生的蒸汽数量，称锅炉的蒸发量，以表示其产汽的能力。蒸发量又称为容量，用符号  $D$  来表示，单位是  $t/h$ （吨/时）。

**热水锅炉的出力** — 指锅炉在确保安全的前提下长期连续运行，每小时输出热水的有效供热量，称为锅炉的额定供热量。用热功率表示，符号  $Q$ ，单位是  $MW$ （兆瓦）。 $0.7 MW (60 \times 10^4 \text{ 千卡})$  大体相当于  $1 t/h$  蒸汽的热量。

#### 2. 锅炉压力

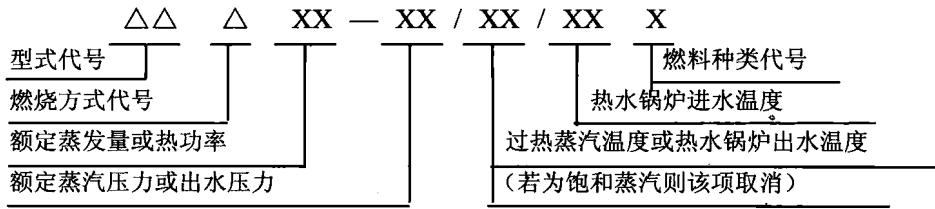
**压力** — 指垂直作用在单位面积上的力（实际上是压强）。用符号  $P$  表示，单位是  $MPa$ 。锅炉上常用的压力有：蒸汽压力、出水压力、额定压力、工作压力等。

#### 3. 温度

**温度** — 指物体冷热的程度，用符号  $t$  表示。测量温度常用的单位是摄氏度，用  $^{\circ}C$  表示。锅炉上常用的温度有：饱和温度、过热温度、出水温度和回水温度等。

三、锅炉型号表示法

锅炉产品型号的表示方法采用 JB/T1626 标准。型号的组成如下：



(1) 锅炉型式代号用两个汉语拼音字母表示，见表 1-1。

表 1-1 锅炉型式代号

| 锅 炉 类 别 | 锅 炉 型 式       | 代 号 |
|---------|---------------|-----|
| 锅 壳 锅 炉 | 立 式 火 管       | LH  |
|         | 立 式 水 管       | LS  |
|         | 立 式 无 管       | LW  |
|         | 卧 式 外 燃       | WW  |
|         | 卧 式 内 燃       | WN  |
| 水 管 锅 炉 | 单 锅 筒 纵 置     | DZ  |
|         | 单 锅 筒 横 置     | DH  |
|         | 单 锅 筒 立 式     | DL  |
|         | 双 锅 筒 纵 置     | SZ  |
|         | 双 锅 筒 横 置     | SH  |
|         | 双 锅 筒 强 制 循 环 | QX  |

表 1-2 燃烧设备型式或燃烧方式代号

| 燃 烧 设 备       | 代 号 |
|---------------|-----|
| 固 定 炉 排       | G   |
| 固 定 双 层 炉 排   | C   |
| 链 条 炉 排       | L   |
| 往 复 炉 排       | W   |
| 滚 动 炉 排       | D   |
| 下 饲 炉 排       | A   |
| 抛 煤 机         | P   |
| 鼓 泡 流 化 床 燃 烧 | F   |
| 循 环 流 化 床 燃 烧 | X   |
| 室 燃 炉         | S   |

注：抽板顶升采用下饲炉排的代号

- (2) 燃烧方式代号用一个汉语拼音字母表示，见表 1-2。
- (3) 蒸发量、热功率、介质压力、蒸汽温度或热水温度，用数字表示。
- (4) 燃料种类代号用汉语拼音字母表示，见表 1-3。

表 1-3 燃料种类代号

| 燃烧种类  | 代 号 | 燃烧种类 | 代 号 |
|-------|-----|------|-----|
| 烟煤Ⅰ类  | AⅠ  | 褐煤   | H   |
| 烟煤Ⅱ类  | AⅡ  | 贫煤   | P   |
| 烟煤Ⅲ类  | AⅢ  | 木柴   | M   |
| 无烟煤Ⅱ类 | WⅡ  | 甘蔗渣  | G   |
| 无烟煤Ⅲ类 | WⅢ  | 油    | Y   |
| 型 煤   | X   | 气    | Q   |
| 水 煤 浆 | J   | 稻糠   | D   |

(5) 锅炉型式代号举例，见表 1-4。

表 1-4 锅炉型式代号举例说明表

| 锅炉型号                | 型式     | 燃烧方式 | 蒸发量 t/h<br>供热量 MW | 出口压力<br>MPa | 介质温度<br>℃ | 燃料种类 |
|---------------------|--------|------|-------------------|-------------|-----------|------|
| LSG0.4-0.7-AⅢ       | 立式水管   | 固定炉排 | 0.4               | 0.7         | 饱和温度      | Ⅲ类烟煤 |
| DZL4-1.3-AⅡ         | 单锅筒纵置式 | 链条炉排 | 4                 | 1.3         | 饱和温度      | Ⅱ类烟煤 |
| SZS10-1.6/350-YQ    | 双锅筒纵置式 | 室燃炉  | 10                | 1.6         | 350       | 油气两用 |
| SHL20-2.5/400-H     | 双锅筒横置式 | 链条炉排 | 20                | 2.5         | 400       | 褐煤   |
| WNS1-1.0-YQ         | 卧式内燃   | 室燃炉  | 1                 | 1.0         | 饱和温度      | 油气两用 |
| DZL4.2-1.0/95/70-AⅡ | 单锅筒纵置式 | 链条炉排 | 4.2               | 1.0         | 95/70     | Ⅱ类烟煤 |

第二节 锅炉的主要结构、类型

一、锅炉结构的基本要求

一台理想的锅炉应满足安全运行、节能减排、消烟除尘的总要求。

1. 从安全角度对锅炉的要求

- (1) 有足够的强度。选用合格的钢材，并经过严格的质量检验。
- (2) 有一定的弹性。保证设备各部分在运行中能够自由伸缩。
- (3) 水循环要合理可靠。保证各受热面在运行中能够得到良好的冷却。
- (4) 方便检查、修理及清扫。锅炉本体要有人孔、手孔或检查孔；炉墙要设置检查孔、看火孔和除灰门等。

2. 从经济角度对锅炉的要求

- (1) 最大限度地减少各种热损失，提高锅炉热效率。
- (2) 尽量降低制造成本，降低“钢汽比”。
- (3) 尽量采用机械化或全自动的燃烧设备，并适用于当地供应的燃料品种。
- (4) 尽量降低电能的消耗。

## 二、锅炉常见类型

### 1. 立式锅壳锅炉

#### (1) 立式弯水管燃煤锅炉

立式弯水管锅壳锅炉是指炉膛、受热面及水循环系统均被包在立式壳体之内的锅炉（见图 1-1）。型号为“LS”型，它有 LSA0.2-0.4 和 LSA0.4-0.7 两种规格，这类锅炉有以下特点：

- ① 体积小，占地面积小，结构紧凑；
- ② 没有重型炉墙，运输安装方便；
- ③ 压力低，一般在 1.3MPa 以下；
- ④ 蒸发量较小，一般在 1t/h 以下；
- ⑤ 炉膛矮小，水冷程度大，只能燃烧优质烟煤。

#### (2) 立式富尔顿燃油（气）锅炉

立式富尔顿锅炉是美国 Fulton 锅炉制造有限公司生产的一种高效能燃油或燃气蒸汽锅炉（见图 1-2）。

该锅炉是立式无管内燃锅炉，其结构主要由不锈钢外壳，翅片式“双管套”、鼓风式燃烧器、燃烧控制系统以及有关附件仪表组成。其特点：

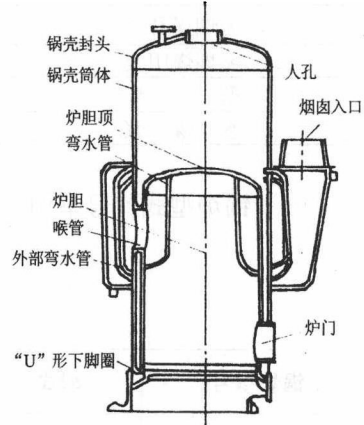


图 1-1 立式弯水管锅炉

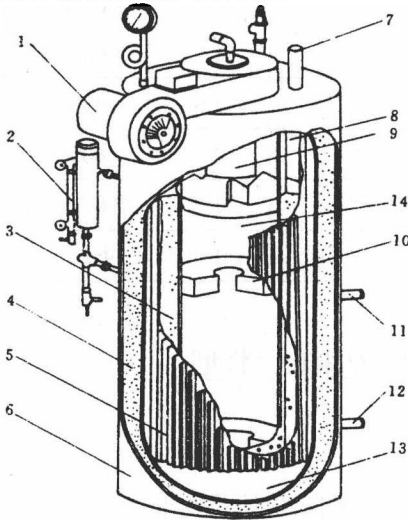


图 1-2 富尔顿锅炉

- 1-鼓风机 2-水位表 3-水空间 4-保温层 5-肋片 6-锅炉外壳 7-蒸汽出口  
8-蒸汽空间 9-燃烧器 10-火焰滞留器 11-进水口 12-排污口 13-烟气通道  
14-燃烧室 15-支承圈 16-手孔 17-外筒 18-外包

- ① 它是一种立式二回程无管锅炉，占地面积小，使用方便；
- ② 采用“双管套”设计，结构简单，制造方便，维修费用低；
- ③ 燃烧器位于锅炉顶部，采用低压空气雾化，控制系统简单实用，全自动操作。

### 2. 卧式锅壳锅炉

卧式锅壳锅炉是指锅筒水平放置的锅炉。这类锅炉具有以下特点：

- ① 结构紧凑，安装简单，操作方便；
- ② 锅壳刚性较大，水质要求高。

### (1) 卧式锅壳燃煤锅炉

卧式锅壳燃煤锅炉是指锅壳内置烟管，锅壳左右两侧加装水冷壁管排，炉膛置于底部的卧式外燃水管锅炉。这种锅炉结构紧凑、整装出厂，曾被专称为“快装锅炉”，一度以 KZ 型号来表示，后改用 DZ 型号。这种锅炉的容量通常 $\leq 4\text{t/h}$ ，也有制造到 $10\text{t/h}$ 的。蒸汽压力 $\leq 1.6\text{MPa}$ ，蒸汽温度为饱和温度（见图 1-3）。

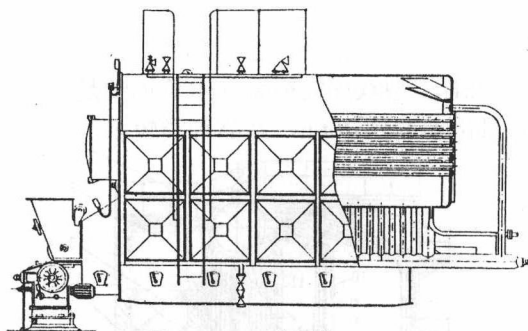


图 1-3 DZL 型锅炉

### (2) 卧式燃油（气）锅炉

#### ① CB 型全自动燃油锅炉

CB 型锅炉是美国 CLEAVER BROOKS 设计制造的一种四回程干背式全自动燃油锅炉（见图 1-4）。CB 型锅炉是组合式的内燃火管锅炉。它的结构主要由锅壳、前管板、后管板、烟管、燃烧器、燃烧控制系统、鼓风机、节风闸以及有关的附件仪表所组成。

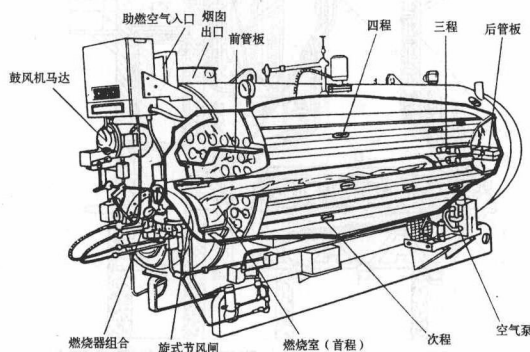


图 1-4 CB 型全自动燃油锅炉

#### ② 标准牌锅炉

标准牌锅炉是德国标准锅炉厂生产的一种快装式三回程湿背全自动燃油（气）火管锅炉（见图 1-5）。标准牌锅炉的主要元件有：锅壳、前后扳边封头、波纹炉胆、无缝烟管、圆筒形折烟室等。锅炉受热面采用非对称布置，炉胆偏心装置于锅筒右侧，第二回程烟管布置在炉胆左下侧，第三回程烟管布置在锅筒左上侧。从右至左，烟气温度逐渐降低。

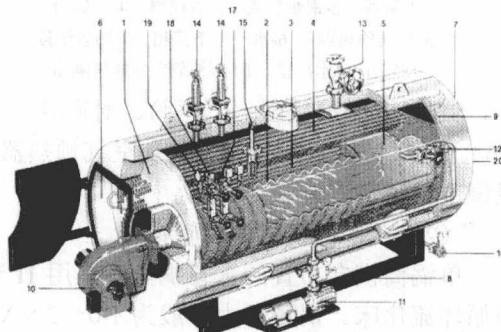


图 1-5 标准牌“康多”型燃油锅炉

### 3. 水管锅炉

水管锅炉是指在锅筒外面增加受热面的一种蒸汽锅炉。这类锅炉有以下特点：

- ① 受热面布置比较方便，烟气可以在管外横向冲刷，以此提高传热系数；
- ② 炉排面积可根据燃煤量的需要设置，不受结构限制；
- ③ 锅筒直径相对较小，受压部件的形状越来越简单可靠；
- ④ 锅炉刚性可设法消除。

水管锅炉可分成两大类：即直水管锅炉和弯水管锅炉。现在广泛应用的是弯水管锅炉。刚开始为了增加受热面，曾出现过锅筒锅炉，这种锅炉金属耗量大，对流管束太多（特别是后面的几束），传热效果较差，不如设置省煤器有利。因此，后来发展为双锅筒和单锅筒锅炉。

#### (1) SHL 型双锅筒横置式水管锅炉

SHL 型双锅筒横置式水管锅炉是出现最早的水管锅炉，也是应用最广泛的一种锅炉。容量由 6t/h 到 20t/h，产品种类较多。

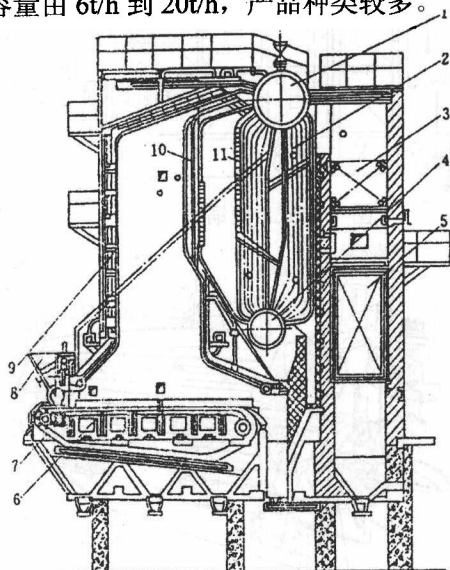


图 1-6 SHL 20-1.27 型双锅筒横置式锅炉

- 1-锅筒 2-锅炉管束 3-省煤器 4-下锅筒
- 5-空气预热器 6-水冷壁下集箱 7-链条炉排
- 8-煤斗 9-水冷壁 10-凝渣管 11-烟气隔墙

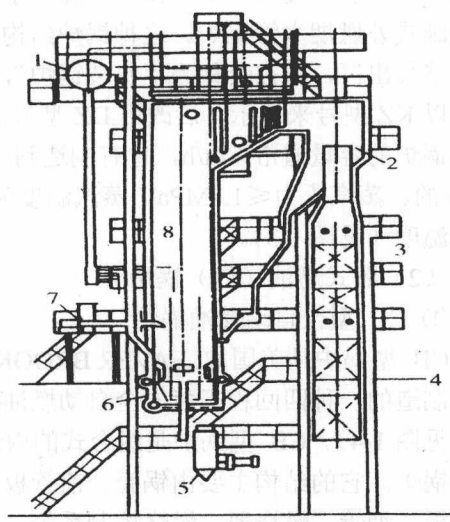


图 1-7 单锅筒横置式循环流化床锅炉

- 1-锅筒 2-分离器 3-省煤器 4-空气预热器 5-冷渣器
- 6-风室 7-给料机 8-炉膛

SHL 型锅炉是由上下锅筒、对流管、下降管、集箱、水冷壁管、过热器等组成（见图 1-6）。尾部受热面配有省煤器及空气预热器。燃烧设备一般采用齿轮传动链条炉排，配有分段调节送风装置。

### （2）单锅筒横置式水管锅炉

单锅筒横向布置的水管锅炉多采用  $\Pi$  形布置，自然循环，燃烧方式多为链条炉排，或为循环流化床。锅炉压力一般为 1.0~2.5 MPa，锅炉出力一般为 10~35 t/h。图 1-7 为单锅筒横置式循环流化床锅炉。

## 4. 其它典型锅炉

### （1）热水锅炉

热水锅炉主要用于采暖，分为高温热水锅炉和低温热水锅炉。它具有以下特点：

- ① 可以没有锅筒，结构简单，制造方便；
- ② 工质工作压力低，运行安全，事故危害性小；
- ③ 工质不蒸发，结垢少，水质要求低，但要求除氧，以防止氧腐蚀；

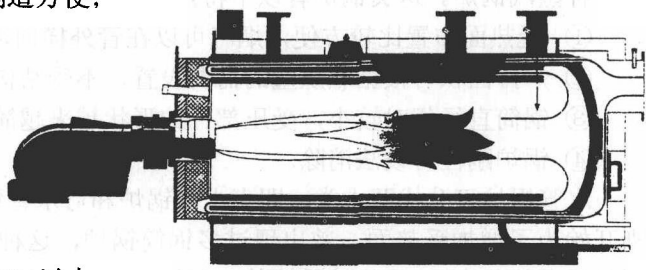


图 1-8 劳斯卧式热水锅炉

- ④ 排烟温度低，效率较高；
- ⑤ 耗钢量少，比蒸汽锅炉节省 30%以上；
- ⑥ 运行方便，可不监视液面，带锅筒的热水锅炉水容量大，突然停电也不会产生汽化和水击。

图 1-8 为劳斯卧式热水锅炉，是卧式湿背型、三回程全自动燃油（气）锅炉。锅炉出力从 0.35~9.3MW，有十几种规格。

### （2）盘管式有机热载体锅炉

以导热油作为热载体的锅炉，为有机热载体锅炉，也称作导热油锅炉，多以联苯、联苯醚混合物作为热载体。

MHU001 型盘管式有机热载体锅炉无论是燃油或燃气，均为液相强制循环，且炉体外形及盘管受热面也均为立式截顶圆锥形（见图 1-9）。

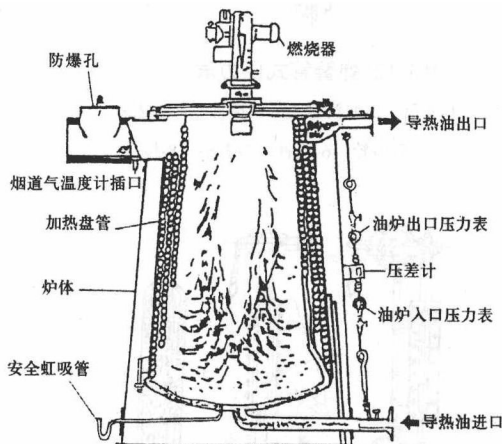


图 1-9 MHU001 型有机热载体锅炉

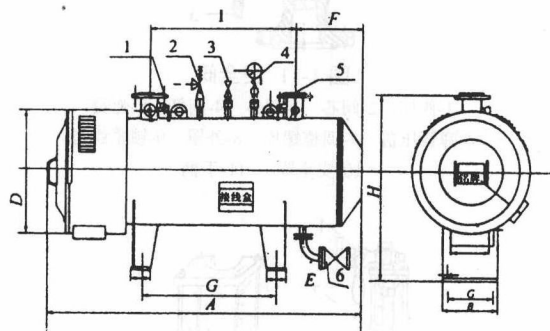


图 1-10 电加热锅炉结构图

1-出水口 2-安全阀 3-放气阀  
4-压力表 5-进水口 6-排污阀

### （3）电加热锅炉

电加热锅炉的本体结构比较简单（见图 1-10）。电加热管采用三角法兰连接，三个电加热管连成一组，外面罩有接管，装在法兰盘上与外部电气设备连接，电加热管组外面有电加热护罩。介质加热过程全部在筒体中完成，不需要布置管路。筒体上设置有进水口、热水出口（或蒸汽）、安全阀、压力表和排污阀等。

## 第三节 锅炉附件、热工计量仪表

### 一、安全附件

#### 1. 安全阀

安全阀是锅炉必不可少的安全附件之一。它有两个作用：一是当锅炉压力达到预定限度时，安全阀即自动开启，放出蒸汽，发出警报，使司炉人员能及时采取措施；二是安全阀开启后能排出足够的蒸汽，使锅炉压力下降，当压力降至额定工作压力以下时，安全阀即能自动关闭（见图 1-11）。锅炉锅筒、过热器、省煤器上均应安装安全阀。

#### 2. 压力表

压力表是锅炉必不可少的安全附件之一。它的作用是用来测量和表示锅筒内压力的大小。在用锅炉上必须安装灵敏、准确、经过专业部门校验的压力表。锅炉作业人员根据压力表的刻度显示，正确地操作锅炉，确保其安全、经济运行（见图 1-12）。

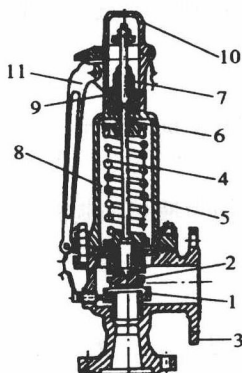


图 1-11 安全阀

- 1-阀座 2-阀芯 3-阀体 4-阀杆 5-弹簧  
6-弹簧压盖 7-调整螺栓 8-外罩 9-锁紧螺母  
10-安全罩 11-手柄

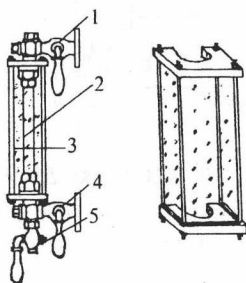


图 1-13 玻璃管式水位表

- 1-汽旋塞 2-玻璃管 3-水位表防压罩  
4-水旋塞 5-排水旋塞

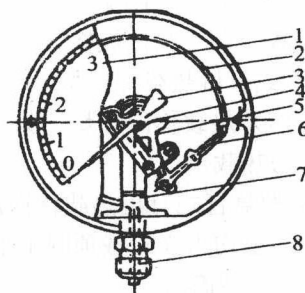


图 1-12 弹簧管式压力表

- 1-表盘 2-弹簧弯管 3-指针 4-小齿轮  
5-扇形齿轮 6-连杆 7-表座 8-接头

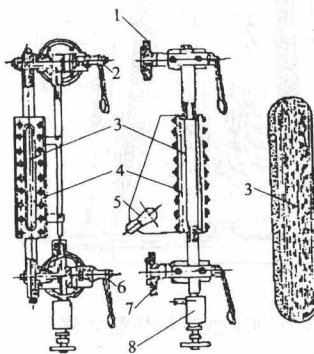


图 1-14 平板玻璃式水位表

- 1-接汽连管的法兰 2-汽旋塞 3-玻璃板 4-金属框盒 5-照明灯  
6-水旋塞 7-接水连管的法兰 8-放水阀

### 3. 水位表

水位表是锅炉的安全附件之一。它的作用是指示锅炉内水位的高低，使锅炉操作人员能监视锅炉水位的变化动态，以便控制水位在正常范围内波动（见图 1-13、图 1-14）。

### 4. 排污阀

排污阀有两个作用：一是排放锅炉内的水垢和污渣；二是当锅炉满水或停炉清洗时可以排放余水（见图 1-15、图 1-16）。

### 5. 给水设备

给水设备是锅炉的关键附属设备。蒸汽锅炉运行时，必须由给水设备连续或间断地向锅炉供水，使锅炉在正常水位范围内安全运行，还应配有备用给水设备。热水锅炉运行时，只有循环水泵正常运转，才能保证锅炉安全运行和系统正常供热。

给水设备有蒸汽注水器、蒸汽往复泵、电动泵。最常使用的是电动离心泵（见图 1-17、图 1-18）。