

企业职工安全教育普及丛书

---

# 锅炉安全知识问答

沈贞珉 方立 王伟祥 编

中国劳动社会保障出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

锅炉安全知识问答/沈贞珉、方立、王伟祥编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2005

企业职工安全教育普及丛书

ISBN 7-5045-5188-0

I. 锅… II. 沈… III. 锅炉-安全技术-问答 IV. TK288-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 071734 号

中国劳动社会保障出版社出版发行  
(北京市惠新东街1号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

\*

新华书店经销

厂印刷 装订厂装订

850 毫米×1168 毫米 32 开本 7.875 印张 198 千字

2005 年 11 月第 1 版 2005 年 11 月第 1 次印刷

印数: 册

定价: 18.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

# 前 言

《企业职工安全教育普及丛书》自 1966 年出版以来，对促进全国安全生产工作、普及企业职工的安全知识发挥了积极作用。进入 21 世纪，随着我国加入 WTO，以及改革开放的深入和市场经济的发展，全国安全生产形势发生了巨大变化——《安全生产法》《职业病防治法》等法律法规相继出台，安全生产法制建设正在逐步完善，安全生产监管体系进一步强化，现代安全生产管理知识、科技知识更为丰富。据此，我们组织全国有关安全生产方面的专家对本丛书作了全面修订。我们修订的原则是：既要注意安全生产管理与科技知识的科学性与时代感，又要考虑丛书的普及性与实用性。专家们在编写过程中，以国家最新颁布的法律、法规及其配套规章为依据，以现代安全科学技术和现代安全管理理论为指导，以科学准确而又通俗的文字回答了目前企业安全生产工作中的实际问题。

本丛书修订后，第二版增至 10 册：《企业安全管理知识问答》《工业防火防爆知识问答》《机械安全知识问答》《电气安全知识问答》《锅炉安全知识问答》《压力容器安全知识问答》《职业卫生知识问答》《建筑施工安全知识问答》《矿山安全知识问答》及《工伤保险知识问答》。

《安全生产法》规定“生产经营单位应当对从业人员进行安

全生产教育和培训，保证从业人员具备必要的安全生产知识，熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能”。最近国家安全生产监督管理局颁发了《关于生产经营单位主要负责人、安全生产管理人员及其他从业人员的安全生产培训的意见》，对各类人员的安全生产培训考核工作进行了具体部署。本丛书可以作为对企业职工进行全员安全教育的培训教材，也可作为企业领导、企业安全生产管理人员及工会劳动保护监督检查人员的参考用书。

我们衷心希望这套丛书在贯彻实施《安全生产法》的过程中能发挥其应有的作用。

《企业职工安全教育普及丛书》编委会

## 编 委 会

---

主 任 闪淳昌

委 员 (按姓氏笔画排序)

王铭珍 牛开健 甘晓东 冯维君

吕海燕 吴 燕 邢 磊 沈贞珉

宋光积 宋继红 杨国顺 施卫祖

柯振泉 徐洪军 崔国璋

撰 稿 沈贞珉 方 立 王伟祥

## 内 容 提 要

---

本书精选了锅炉安全知识问答 336 题，内容包括锅炉基本知识、燃烧与燃烧设备、锅炉安全附件及仪表、锅炉运行操作及维护保养、锅炉水质处理、锅炉常见事故及处理、锅炉检验和锅炉安全管理等方面。本书采用问答形式，重点突出，针对性强，叙述简明扼要，易学易用，可使读者在最短时间内查阅及获得相关安全知识。

本书可供各企事业单位锅炉操作人员、管理人员和技术人员学习使用。

## 1. 什么叫锅炉？

答：锅炉是利用燃料燃烧释放出的热能或其他能量将工质（水或其他中间载热体）加热到一定参数的设备。应用于加热水使之转变为蒸汽的锅炉称为蒸汽锅炉，也称为蒸汽发生器；应用于加热水使之提高温度转变为热水的锅炉，称为热水锅炉；而应用于加热有机热载体的锅炉称为有机热载体锅炉。

## 2. 锅炉是怎样分类的？

答：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：

(1) 按用途分类有：工业锅炉、电站锅炉。

主要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用的锅炉称为电站锅炉。

(2) 按蒸发量大小分类有：小型锅炉、中型锅炉、大型锅炉。

蒸发量小于 20 t/h 的锅炉称为小型锅炉，蒸发量为 20~75 t/h 的锅炉称为中型锅炉，蒸发量大于 75 t/h 的锅炉称为大型锅炉。

(3) 按压力分类有：低压锅炉、中压锅炉、高压锅炉。

工作压力不大于 2.5 MPa (25 kgf/cm<sup>2</sup>) 的锅炉为低压锅炉，工作压力为 3.0~5.0 MPa (30~50 kgf/cm<sup>2</sup>) 的锅炉为中

压锅炉，工作压力为  $8\sim 11\text{ MPa}$  ( $80\sim 110\text{ kgf/cm}^2$ ) 的锅炉为高压锅炉。

(4) 按介质分类有：蒸汽锅炉、热水锅炉、汽水两用锅炉。

锅炉出口介质为饱和蒸汽或过热蒸汽的锅炉称为蒸汽锅炉，出口介质为高温水 ( $>120^\circ\text{C}$ ) 或低温水 ( $120^\circ\text{C}$  以下) 的锅炉称为热水锅炉，汽水两用锅炉是既可产生蒸汽又可产生热水的锅炉。

(5) 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（炉胆）布置在锅筒（壳）内，外燃式锅炉的燃烧室布置在锅筒（壳）外。

(6) 按使用燃料分类有：燃煤锅炉、燃油锅炉、燃气锅炉。

(7) 按锅筒位置分类有：立式锅炉、卧式锅炉。

(8) 按锅炉本体结构型式分类有：锅壳锅炉（火管锅炉）、水管锅炉。

(9) 按安装方式分类有：整装锅炉（快装锅炉）、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为整装锅炉，也叫快装锅炉。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为散装锅炉。

3. 锅炉的主要参数有哪些？

答：锅炉的主要参数，包括锅炉产生热能的数量（蒸发量）和质量两个方面的指标。如蒸汽锅炉的主要参数是生产蒸汽的数量（锅炉出力）和蒸汽的压力、温度；热水锅炉的主要参数是热功率和热水的压力、温度。

4. 什么叫锅炉出力？

答：蒸汽锅炉的出力是指每小时所产生的蒸汽数量，也称为锅炉的蒸发量，用以表示其产汽的能力。蒸发量又称为容量，用符号  $D$  来表示，常用的单位是“t/h”。

新锅炉出厂时，铭牌上所标示的蒸发量，指的是这台锅炉的额定蒸发量。所谓额定蒸发量，是指锅炉燃用设计的燃料品种，并在设计参数下运行，即在规定的压力、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。

热水锅炉的出力是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。热水锅炉的额定供热量用热功率表示，其单位为“MW”。

热水锅炉在按蒸发量估算供热量时，可以近似地取热功率  $0.7 \text{ MW}$  ( $60 \times 10^4 \text{ kcal/h}$ ) 相当于  $1 \text{ t/h}$  蒸发量。

#### 5. 什么叫锅炉的额定蒸汽压力、额定工作压力？

答：蒸汽锅炉在规定的给水压力和负荷范围内长期连续运行时，应予保证的出口蒸汽压力称为额定蒸汽压力，常用单位是 MPa。锅炉产品金属铭牌上标示的压力，就是锅炉的额定蒸汽压力，为表压力。对于有过热器的蒸汽锅炉，其额定蒸汽压力是指过热器出口处的蒸汽压力；对于无过热器的蒸汽锅炉，其额定蒸汽压力是指锅筒出口处的蒸汽压力。热水锅炉的额定工作压力是指在额定循环水量的条件下，由循环泵在锅炉出口所维持的压力，单位也是 MPa。

过去的工程计量单位是千克力/厘米<sup>2</sup> (kgf/cm<sup>2</sup>)，现在国际计量单位是兆帕 (MPa)，因此，司炉人员一定要注意压力表的单位和锅炉额定工作压力的单位，两种压力单位换算关系见表 1—1。

表 1—1 压力单位换算表

| 千克力/厘米 <sup>2</sup><br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | 兆帕<br>(MPa) | 千克力/厘米 <sup>2</sup><br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | 兆帕<br>(MPa) |
|---|-------------|---|-------------|
| 1   | 0.098≈0.1   | 8   | 0.784≈0.8   |
| 2   | 0.196≈0.2   | 9   | 0.882≈0.9   |

续表

| 千克力/厘米 <sup>2</sup><br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | 兆帕<br>(MPa) | 千克力/厘米 <sup>2</sup><br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | 兆帕<br>(MPa) |
|---|-------------|---|-------------|
| 3   | 0.294≈0.3   | 10  | 0.98≈1      |
| 4   | 0.392≈0.4   | 13  | 1.274≈1.3   |
| 5   | 0.49≈0.5    | 25  | 2.45≈2.5    |
| 6   | 0.588≈0.6   | 39  | 3.82≈3.8    |
| 7   | 0.686≈0.7   | 60  | 5.88≈5.9    |

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，也就是锅炉表盘上指示的压力不能超过锅炉铭牌上标明的压力。

一些进口锅炉的压力单位是“巴”，即“bar”，它与MPa的换算关系是：

$$1 \text{ bar} \approx 0.1 \text{ MPa}$$

6. 什么叫锅炉的额定蒸汽温度、额定热水温度？

答：蒸汽锅炉在规定的负荷范围、额定蒸汽压力和额定给水温度下长期连续运动所必须保证的出口蒸汽温度称为额定蒸汽温度，单位是℃。锅炉产品金属铭牌上标示的温度，就是锅炉的额定蒸汽温度。对于有过热器的蒸汽锅炉，其额定蒸汽温度是指过热器出口处的过热蒸汽温度；对于无过热器的蒸汽锅炉，其额定蒸汽温度是指锅炉额定蒸汽压力下所对应的饱和温度。热水锅炉的额定热水温度是指锅炉输出热水的最高工作温度。锅炉铭牌上载明的热水温度也是以摄氏温度（℃）表示的。

7. 什么叫锅炉的热效率？

答：锅炉热效率是表示进入锅炉的燃料所能放出的全部

热量中，由锅炉输出的有效利用热量所占的百分率。热效率是锅炉的重要技术经济指标，它表明锅炉设备的完善程度和运行管理水平。锅炉的热效率的测定和计算通常有下列两种方法：

### (1) 正平衡法

由锅炉输出有效利用的热量与燃料所能放出的全部热量之比来计算热效率的方法叫正平衡法，又叫直接测量法。正平衡热效率的计算公式可用下式表示：

$$\begin{aligned} \text{热效率 } \eta &= \frac{\text{锅炉输出有效利用的热量}}{\text{燃料所能放出的全部热量}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{锅炉蒸发量} \times (\text{蒸汽焓} - \text{给水焓})}{\text{燃料消耗量} \times \text{燃料低位发热量}} \times 100\% \end{aligned}$$

式中 锅炉蒸发量——实际测定，kg/h；

蒸汽焓——由水蒸气表查得，kJ/kg；

给水焓——近似地取给水温度的值，kJ/kg；

燃料消耗量——实际测出，kg/h；

燃料低位发热量——实际测出，kJ/kg。

上述热效率公式没有考虑蒸汽湿度、排污量及锅炉自耗汽量的影响，适用于小型蒸汽锅炉热效率的粗略计算。

从上述热效率计算公式可以看出，正平衡试验只能求出锅炉的热效率，而不能得出各项热损失。因此，通过正平衡试验只能了解锅炉的蒸发量大小和热效率的高低，不能找出原因，无法提出改进的措施。

### (2) 反平衡法

通过测定和计算锅炉各项热量损失，以求得热效率的方法叫反平衡法，又叫间接测量法。此法有利于对锅炉进行全面的分析，找出影响热效率的各种因素，提出提高热效率的途径。反平衡热效率可用下列公式计算。

$$\begin{aligned} \text{热效率 } \eta &= 100\% - \text{各项热损失的百分比之和} \\ &= 100\% - (q^2 + q^3 + q^4 + q^5 + q^6) \end{aligned}$$

式中  $q^2$  —— 排烟热损失, % ;  
 $q^3$  —— 气体未完全燃烧热损失, % ;  
 $q^4$  —— 固体未完全燃烧热损失, % ;  
 $q^5$  —— 散热损失, % ;  
 $q^6$  —— 灰渣物理热损失, % 。

8. 什么叫锅炉的受热面、辐射受热面、对流受热面?

答: 从放热介质中吸收热量并传递给受热介质的表面, 称为受热面, 如锅炉的炉胆、筒体、管子等。

主要以辐射换热方式从放热介质吸收热量的受热面称为辐射受热面, 一般指炉膛内能吸收辐射热 (与火焰直接接触) 的受热面, 如水冷壁管、炉胆等。

主要以对流换热方式从高温烟气中吸收热量的受热面称为对流受热面, 一般指烟气冲刷的受热面, 如烟管、对流管束等。

9. 锅炉的热损失包括哪些, 如何减小热损失?

答: 锅炉的热损失包括排烟热损失、气体未完全燃烧热损失、固体未完全燃烧热损失、散热损失和灰渣物理热损失等。

(1) 排烟热损失 ( $q^2$ )

排烟热损失就是烟气带走的热量损失。从烟囱中排走的烟气要比送入锅炉的空气温度高得多。排烟温度越高, 热损失越大。通过测试得知, 排烟温度每降低  $12 \sim 15^\circ\text{C}$ , 则排烟热损失可减小  $1\%$  左右。为了减小排烟热损失, 一方面要降低排烟温度, 例如在锅炉尾部安装省煤器、空气预热器并加强吹灰; 另一方面要减小排烟量, 采取合理配风和堵漏措施, 防止风量过大。

(2) 气体未完全燃烧热损失 ( $q^3$ )

由于空气量不足、燃料与空气混合不均匀、炉膛温度不高、

燃烧时间过短等原因,使一些可燃气体(例如 $\text{CO}$ 、 $\text{CH}_4$ 等)没有完全燃烧就从烟囱排出,造成的热量损失。为了降低气体未完全燃烧热损失,应采取措施使燃料完全燃烧,例如提高炉膛温度,合理调整给风,或加装二次风等。

### (3) 固体未完全燃烧热损失 ( $q_1$ )

固体燃料在燃烧过程中,部分燃料没有燃烧而随灰渣、飞灰(层燃烧锅炉还有炉排的漏煤)离开锅炉而造成的热量损失。因此在锅炉设计中应合理选择炉排、炉膛设计,运行中要不断改进操作技术,以降低该项热损失。

### (4) 散热损失 ( $q_5$ )

由于锅炉的炉体、炉墙的温度比锅炉房内空气温度高,所以锅炉的一部分热量散发到锅炉房内,造成热损失。为降低散热损失,就要做好锅炉本体、炉墙、管道的保温,炉墙表面温度不应超过 $50^\circ\text{C}$ 。

### (5) 灰渣物理热损失 ( $q_6$ )

温度很高的灰渣排出炉外时要带走部分热量,这项热损失与燃料中灰分含量、排渣形式等因素有关。这项损失比较小,对燃用烟煤、无烟煤等灰分含量较小的燃料时,可忽略不计。

## 10. 工业锅炉型号表示方法是怎样的?

答:工业锅炉产品型号表示方法由JB/T1626《工业锅炉产品型号编制方法》规定。

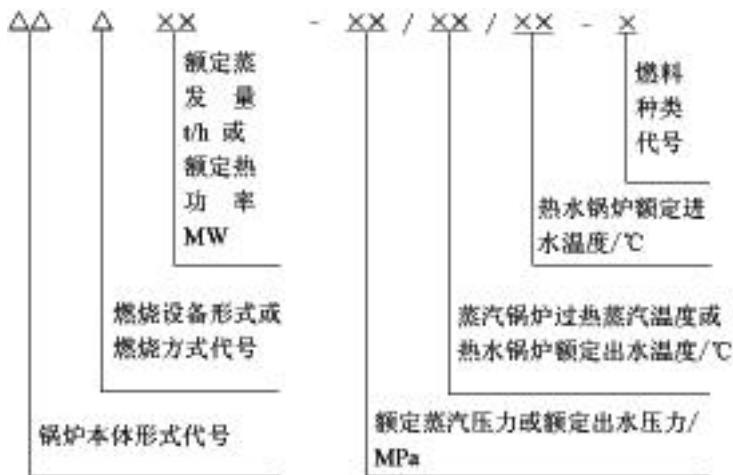
### (1) 工业锅炉产品型号组成

工业锅炉(电加热锅炉除外)产品型号由三部分组成,各部分之间用短横线相连(见下图)。

### (2) 各部分表示的内容:

1) 型号的第一部分表示锅炉本体形式和燃烧设备形式或燃烧方式及锅炉容量。共分三段,第一段用两个大写汉语拼音字母表示锅炉本体形式(见表1—2);第二段用一个大写汉语拼音字

母表示燃烧设备形式或燃烧方式（见表 1—3）；第三段用阿拉伯数字表示蒸汽锅炉额定蒸发量为若干 t/h 或热水锅炉额定热功率为若干 MW。各段连续书写。



2) 型号的第二部分表示介质参数。对蒸汽锅炉分两段，中间以斜线相连，第一段用阿拉伯数字表示额定蒸汽压力为若干 MPa；第二段用阿拉伯数字表示过热蒸汽温度为若干 $^{\circ}\text{C}$ ，蒸汽温度为饱和温度时，型号的第二部分无斜线和第二段。对热水锅炉分三段，中间也以斜线相连，第一段用阿拉伯数字表示额定出水压力为若干 MPa；第二段和第三段分别用阿拉伯数字表示额定出水温度和额定进水温度为若干 $^{\circ}\text{C}$ 。

3) 型号的第三部分表示燃料种类。用大写汉语拼音字母表示燃料品种，同时用罗马数字表示同一燃料品种的不同类别与其并列（见表 1—4）。如同时使用几种燃料，主要燃料放在前面，中间以顿号隔开。

表 1—2 锅炉本体形式代号

| 锅炉类别 | 锅炉本体形式 | 代号 |
|------|--------|----|
| 锅壳锅炉 | 立式水管   | LS |
|      | 立式火管   | LH |
|      | 立式无管   | LW |
|      | 卧式外燃   | WW |
|      | 卧式内燃   | WN |
| 水管锅炉 | 单锅筒立式  | DL |
|      | 单锅筒纵置式 | DZ |
|      | 单锅筒横置式 | DH |
|      | 双锅筒纵置式 | SZ |
|      | 双锅筒横置式 | SH |
|      | 强制循环式  | QX |

注：水火管混合式锅炉，以锅炉主要受热面形式来决定采用锅壳锅炉或水管锅炉本体形式代号，但在锅炉名称中应写明“水火管”字样。

表 1—3 燃烧设备形式或燃烧方式代号

| 燃烧设备   | 代号 | 燃烧设备    | 代号 |
|--------|----|---------|----|
| 固定炉排   | G  | 下饲炉排    | A  |
| 固定双层炉排 | C  | 抛煤机     | P  |
| 链条炉排   | L  | 鼓泡流化床燃烧 | F  |
| 往复炉排   | W  | 循环流化床燃烧 | X  |
| 滚动炉排   | D  | 室燃炉     | S  |

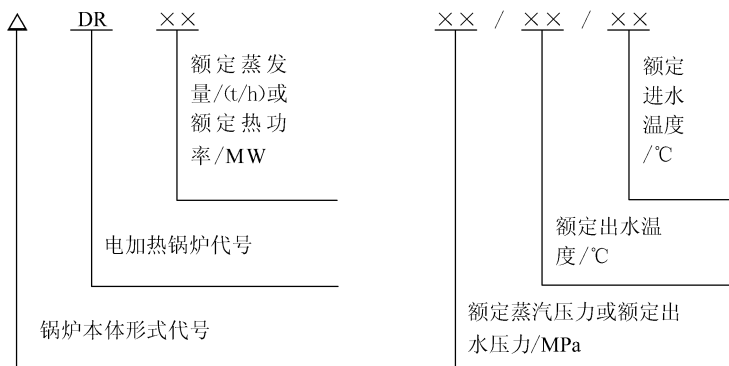
注：抽板顶升采用下饲炉排的代号。

表 1—4 燃料种类代号

| 燃料种类  | 代号 | 燃料种类 | 代号 |
|-------|----|------|----|
| Ⅱ类无烟煤 | WⅡ | 型煤   | X  |
| Ⅲ类无烟煤 | WⅢ | 水煤浆  | J  |
| Ⅰ类烟煤  | AⅠ | 木柴   | M  |
| Ⅱ类烟煤  | AⅡ | 稻壳   | D  |
| Ⅲ类烟煤  | AⅢ | 甘蔗渣  | G  |
| 褐煤    | H  | 油    | Y  |
| 贫煤    | P  | 气    | Q  |

11. 电加热锅炉产品型号的表示方法是怎样的？

答：电加热锅炉产品型号由两部分组成，各部分之间用短横线相连（见下图）。



各部分表示内容如下：

(1) 型号的第一部分表示锅炉本体形式和电加热锅炉代号及锅炉容量。共分三段，第一段用一个大写汉语拼音字母表示锅炉本体形式，锅炉本体形式分卧式和立式两种，用 W 表示卧式，用 L 表示立式；第二段用汉语拼音字母 DR 表示电加热锅炉代号；第三段用阿拉伯数字表示蒸汽锅炉的额定蒸发量为若干 t/h 或热水锅炉的额定热功率为若干 MW。各段连续书写。

(2) 型号的第二部分表示介质参数。蒸汽锅炉用阿拉伯数字表示额定蒸汽压力为若干 MPa；热水锅炉分三段，各段之间以斜线相连，第一段用阿拉伯数字表示额定出水压力为若干 MPa；第二段和第三段分别用阿拉伯数字表示额定出水温度和额定进水温度为若干 $^{\circ}\text{C}$ 。

例如：

LDR0.5-0.4 表示立式电加热锅炉，额定蒸发量为 0.5 t/h，额定工作压力为 0.4 MPa 的蒸汽锅炉。

WDR0.7-1.0/95/70 表示卧式电加热锅炉，额定热功率为 0.7 MW，额定出水压力为 1.0 MPa，额定出水温度为 95℃，额定进水温度为 70℃的热水锅炉。

12. 什么叫锅壳式锅炉，它的结构特点是什么？

答：锅壳式锅炉是指蒸发受热面主要布置在锅壳内的锅炉，火管锅炉均属于锅壳式锅炉。常见的锅壳式锅炉有立式弯水管锅炉、立式直水管锅炉、卧式外燃回火管锅炉以及卧式内燃回火管锅炉等。

锅壳式锅炉的结构特点是：

- (1) “锅”和“炉”包在一个壳体——锅壳中。
- (2) 炉膛浸泡在水中，水冷程度大，燃烧条件差，必须烧优质燃料。
- (3) 受热面小，蒸发量低。
- (4) 壳体直径较大，开孔多，形状不规则。内部受热部分与不受热部分连接在一起，热胀冷缩程度不同，产生较高的热应力。
- (5) 系统比较简单，便于运输安装、运行管理及检查维修。对水质要求比较低。

13. 什么叫水管锅炉，它的结构特点是什么？

答：水管锅炉是指水在管内流动，烟气在管外流动，锅筒内无蒸发受热面的锅炉。常见的水管锅炉有双纵锅筒弯水管锅炉、双横锅筒弯水管锅炉、双锅筒纵置式链条炉排锅炉、双锅筒横置式链条炉排锅炉等。

水管锅炉的结构特点是：

- (1) 炉膛置于锅筒之外。“炉”不受“锅”的限制，可以满足燃烧及增加蒸发量的要求；
- (2) 将容纳水汽的管子置于炉膛、烟道中作为受热面，水的预热、汽化及蒸汽过热在不同的受热面中完成，锅筒一般不直接