



中等职业教育国家规划教材  
全国中等职业教育教材审定委员会审定

# 锅 炉 设 备

(第二版)

电厂热力设备运行专业

主编 周菊花



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>



中等职业教育国家规划教材  
全国中等职业教育教材审定委员会审定

---

# 锅 炉 设 备

(第二版)

电厂热力设备运行专业

主 编 周菊花  
编 写 操高城  
责任主审 李文彦  
审 稿 林 江



中国电力出版社  
<http://jc.cepp.com.cn>

## 内 容 提 要

本书以煤粉炉为重点,讲述了大型电厂锅炉的设备结构、工作原理和有关系统。内容包括:燃料、燃烧计算,锅炉机组热平衡,煤粉制备系统及设备,燃烧基本理论及燃烧设备,循环流化床锅炉,自然水循环原理及蒸汽净化,过热器、再热器及减温设备,省煤器、空气预热器结构和工作特性,强制流动锅炉的工作原理,锅炉除尘、除灰系统及设备的工作流程及特点等。

本书是电力职业技术学校电厂锅炉安装与检修专业和电厂锅炉运行专业的必修专业课教材,同时也适用于火电厂集控运行专业、热工检测与控制技术专业及电厂热能动力专业,还可供从事火电厂锅炉安装、检修和运行的工程技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

锅炉设备/周菊华主编.—2版.—北京:中国电力出版社,2006

中等职业教育国家规划教材

ISBN 7-5083-4459-6

I. 锅... II. 周... III. 火电厂-锅炉-专业学校-教材 IV. TM621.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 062490 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

北京铁成印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

2002 年 1 月第一版

2006 年 8 月第二版 2006 年 8 月北京第九次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.5 印张 329 千字

印数 34001—38000 册 定价 17.60 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

# 电力中等职业教育国家规划教材

## 编 委 会

主 任 张成杰

副主任 杨昌元 宗 健 朱良镭

秘书长 尚锦山 马家斌

委 员 丁 雁 王玉清 王宝贵 李志丽 杨卫民

杨元峰 何定焕 宋文复 林 东 欧晓东

胡亚东 柏吉宽 侯林军 袁建文 涂建华

梁宏蕴

# 中等职业教育国家规划教材

## 出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写的，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

# 前 言

《锅炉设备》是教育部 80 个重点建设专业主干课程之一，是根据教育部最新颁布的中等职业学校电厂热力设备运行专业“锅炉设备”课程教学大纲编写的。

本书以培养学生的创新精神和实践能力为重点，以培养在生产、服务、技术和管理第一线工作的高素质劳动者和中初级专门人才为目标。教材的内容适应劳动就业、教育发展和构建人才成长“立交桥”的需要，使学生通过学习具有综合职业能力、继续学习的能力和适应职业变化的能力。

本书共分七单元，内容密切结合热能动力装置专业、集控运行专业的教学要求和职工培训、技能鉴定的需要，全面系统地阐述了锅炉的工作原理，锅炉设备结构、工作原理，有关辅助设备和系统等。按照我国电力工业发展趋势，在取材方面，尽量反映我国大型电厂的现状、特点，同时又注意吸收国外锅炉的先进经验和最新技术。

本书第一版由武汉电力职业技术学院副教授周菊华、太原电力职业技术学院副教授操高城、上海电力学校高级讲师陈海金编写，武汉电力职业技术学院周菊华统稿。此次修订，周菊华负责绪论、单元一、单元二、单元三及单元六中的课题四和单元七，操高城负责单元四、单元五和单元六。

本书可作为中等职业学校（普通中专、成人中专、技工学校、职业高中）教材，也可作为职工培训用书或供建筑设备安装人员参考。

限于编者水平，书中缺点和错误在所难免，恳切希望使用本教材的师生和广大读者批评指正。

编 者

2006 年 4 月

# 第一版前言

《锅炉设备》是中等职业教育国家规划教材之一，是根据教育部最新颁布的重点建设专业主干课程《锅炉设备》教学大纲编写的。

全书共分七个单元。武汉电力学校高级讲师周菊华任主编，并编写绪论、单元二、单元三、单元七；上海电力学校高级讲师陈海金编写单元一、单元六中的课题四，太原电力学校高级讲师操高城编写单元四、单元五及单元六中的课题一、课题二、课题三。全书由保定电力学校高级讲师王玉清主审。

限于编者水平，书中缺点和错误在所难免，恳切希望使用本教材的师生和广大读者批评指正。

编者

2001年7月

# 目 录

中等职业教育国家规划教材出版说明

前言

第一版前言

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 绪论                | 1   |
| 复习思考题             | 8   |
| 单元一 燃料、燃烧计算与锅炉热平衡 | 9   |
| 课题一 燃料            | 9   |
| 课题二 燃料燃烧计算        | 20  |
| 课题三 烟气容积和过量空气系数   | 23  |
| 课题四 锅炉机组热平衡       | 29  |
| 小结                | 37  |
| 复习思考题             | 38  |
| 单元二 煤粉制备          | 39  |
| 课题一 煤粉的性质及品质      | 39  |
| 课题二 磨煤机           | 43  |
| 课题三 制粉系统及主要辅助设备   | 52  |
| 小结                | 62  |
| 复习思考题             | 62  |
| 单元三 燃烧基本原理及燃烧设备   | 63  |
| 课题一 燃料燃烧的基本原理     | 63  |
| 课题二 燃烧设备          | 73  |
| 课题三 循环流化床燃煤锅炉     | 95  |
| 小结                | 105 |
| 复习思考题             | 105 |
| 单元四 循环原理及蒸汽净化     | 107 |
| 课题一 自然循环原理        | 107 |
| 课题二 自然循环常见故障      | 115 |
| 课题三 强迫流动锅炉        | 119 |
| 课题四 蒸汽净化          | 125 |
| 小结                | 134 |
| 复习思考题             | 135 |



|                       |     |
|-----------------------|-----|
| <b>单元五 过热器和再热器</b>    | 136 |
| 课题一 过热器、再热器的结构及汽温特性   | 136 |
| 课题二 热偏差               | 144 |
| 课题三 调温设备和过热器、再热器系统    | 148 |
| 小结                    | 154 |
| 复习思考题                 | 155 |
| <b>单元六 省煤器和空气预热器</b>  | 156 |
| 课题一 省煤器               | 156 |
| 课题二 空气预热器             | 161 |
| 课题三 尾部受热面积灰、磨损和低温腐蚀   | 170 |
| 课题四 锅炉整体布置            | 176 |
| 小结                    | 182 |
| 复习思考题                 | 183 |
| <b>单元七 除尘、除灰设备及系统</b> | 185 |
| 课题一 除尘设备              | 185 |
| 课题二 除灰系统及设备           | 192 |
| 小结                    | 205 |
| 复习思考题                 | 206 |
| 参考文献                  | 207 |

# 绪 论

## 一、电厂锅炉的作用、组成及工作过程

电能是实现工业、农业、交通运输和国防现代化的主要动力，是国民经济发展的基础，是社会文明进步的标志。发电厂是生产电能的工厂，根据生产电能的能源不同，有火力发电厂、水力发电厂和核能发电厂。此外，还有少量的风能、太阳能和潮汐发电厂等。而火力发电厂是目前包括我国在内的世界大多数国家电能生产的主力。

火力发电是利用煤、石油或天然气等燃料的化学能来生产电能的，其生产过程如图 0-1 所示。燃料送入锅炉 1 中燃烧，放出热量将给水加热蒸发形成饱和蒸汽，饱和蒸汽经进一步加热后成为具有一定温度和压力的过热蒸汽，过热蒸汽经蒸汽管道进入汽轮机 2 膨胀做功，高速气流推动汽轮机的转子并带动发电机 3 转子一起旋转发电。蒸汽在汽轮机中做完功以后排入凝汽器 4，并在凝汽器中被循环水泵 11 提供的冷却水冷却成为凝结水，凝结水经凝结水泵 5 升压后进入低压加热器 6，利用汽轮机的抽汽加热后进入除氧器 7 除氧，除氧后的凝结水连同补给水由给水泵 8 升压，经高压加热器 9 进一步提高温度后送回锅炉。火力发电厂的生产过程就是不断重复上述循环的过程。

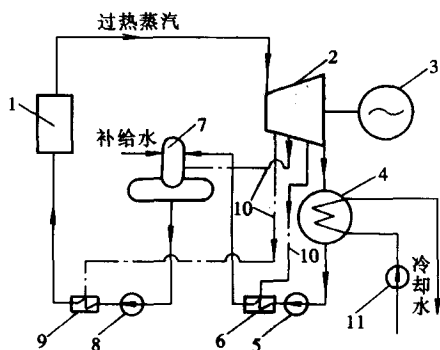


图 0-1 火力发电厂生产过程示意图

- 1—锅炉；2—汽轮机；3—发电机；4—凝汽器；  
5—凝结水泵；6—低压加热器；7—除氧器；8—给水泵；  
9—高压加热器；10—汽轮机抽汽管道；11—循环水泵

由此可以看出，在火力发电厂的生产过程中存在着三种形式的能量转换：在锅炉中燃料的化学能转变为热能；在汽轮机中热能转变为机械能；在发电机中机械能转变为电能。锅炉、汽轮机和发电机称为火力发电厂的三大主机。

锅炉是火力发电厂三大主机中最基本的能量转换设备。其作用是利用燃料在炉内燃烧释放的热能加热给水，产生规定参数（温度、压力）和品质的蒸汽，送往汽轮机做功。电厂锅炉机组由锅炉本体设备、辅助设备和系统、锅炉附件等组成，如图 0-2 所示。锅炉本体包括“锅”和“炉”两部分，锅即泛指汽水系统，它的主要任务是有效吸收燃料放出的热量，将水加热成过热蒸汽。对自然循环锅炉，锅炉汽水系统主要由省煤器、汽包、下降管、水冷壁、过热器、再热器、联箱等组成。炉即泛指锅炉的燃烧系统，它的主要任务是使燃料在炉内良好燃烧，放出热量。它由炉膛、烟道、燃烧器、空气预热器等组成。此外，锅炉本体还包括用来构成封闭的炉膛和烟道的炉墙以及用来支撑和悬吊汽包、受热面、炉墙等设备的构架。

锅炉的辅助设备和系统主要有通风设备、输煤设备、制粉设备、给水设备、除尘除灰设备、自动控制设备、水处理设备及一些锅炉附件（安全门、水位计、吹灰器、热工仪表）

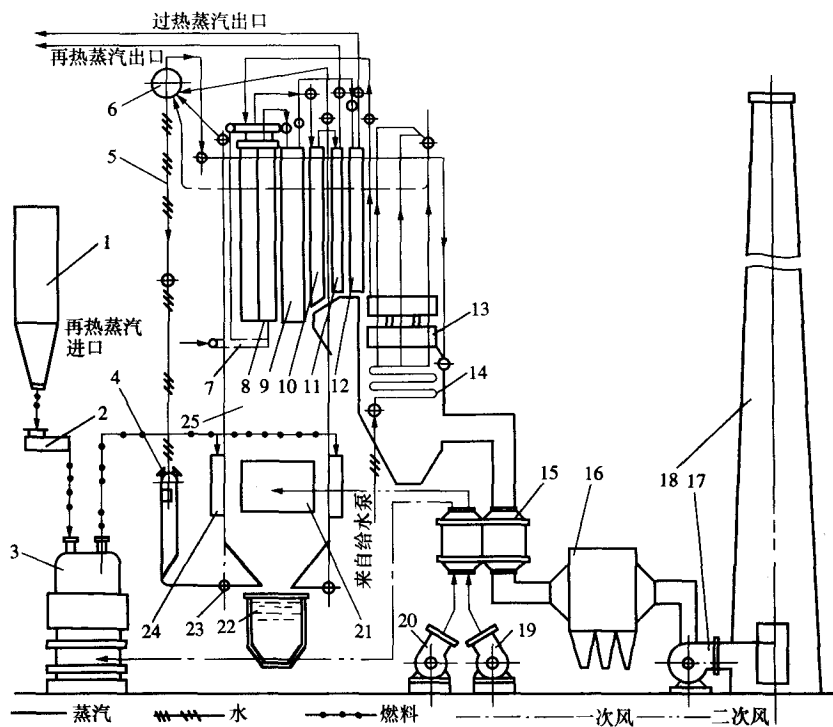


图 0-2 电厂锅炉设备构成及生产过程示意简图

- 1—原煤斗；2—给煤机；3—磨煤机；4—循环泵；5—下降管；6—汽包；7—墙式再热器；8—分隔屏；  
9—后屏；10—屏式再热器；11—末级再热器；12—末级过热器；13—低温过热器；14—省煤器；  
15—空气预热器；16—电气除尘器；17—引风机；18—烟囱；19—二次风机；  
20—一次风机；21—大风箱；22—除渣装置；23—下水包；24—燃烧器；25—炉膛

等。通过锅炉燃烧系统和汽水系统流程图（图 0-3、图 0-4），可以简要地说明锅炉的工作过程。

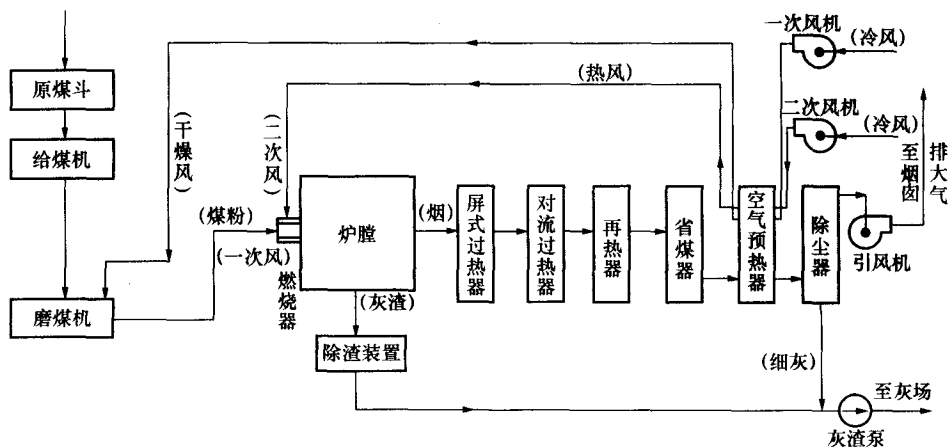


图 0-3 锅炉燃烧系统流程

## (一) 燃烧系统

冷空气→一次风机→空气预热器



原煤仓→给煤机→磨煤机→煤粉分离器→合格的煤粉→由空气送入炉内燃烧。燃烧所需的空气→送风机→空气预热器→燃烧器二次风喷口→炉膛。

炉膛烟气→屏式过热器→对流过热器→再热器→省煤器→空气预热器→除尘器→引风机→烟囱→大气。

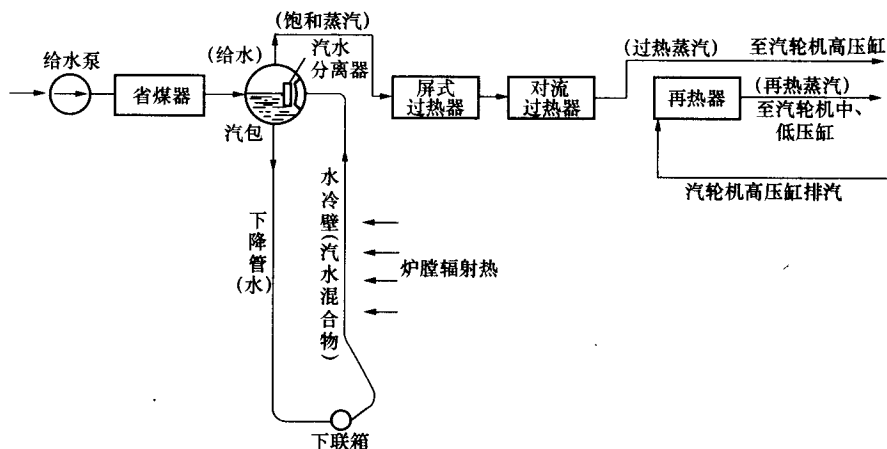


图 0-4 锅炉汽水系统流程

## (二) 汽水系统

给水（凝结水和少量补给水经化学水处理）→低压加热器→除氧器→给水泵→高压加热器）→锅炉省煤器加热→水冷壁蒸发→过热器升温至汽轮机要求的进汽温度。

汽轮机高压缸排汽→锅炉再热器→汽轮机中、低压缸。

## 二、电厂锅炉的主要特性

## (一) 锅炉容量

锅炉容量即锅炉蒸发量，它是反映锅炉生产能力大小的基本特性数据。常用符号  $D$  表示，单位为  $t/h$ 。习惯上，电厂锅炉容量也用与之配套的汽轮发电机组的电功率来表示，如 300MW。

在大型锅炉中，锅炉容量又分为额定蒸发量和最大连续蒸发量。蒸汽锅炉的额定蒸发量 (BECR) 是指在额定蒸汽参数、额定给水温度、使用设计燃料并保证热效率时所规定的蒸汽量。蒸汽锅炉的最大连续蒸汽量 (BMCR) 是指在额定蒸汽参数、额定给水温度、使用设计燃料，长期连续运行时所能达到的最大蒸汽量。一般  $BMCR = (1.03 \sim 1.2) BECR$ 。

## (二) 锅炉蒸汽参数

锅炉蒸汽参数是说明锅炉蒸汽规范的特性数据，一般指锅炉过热器出口处的蒸汽压力（表压力）和蒸汽温度，分别用符号  $p$ 、 $t$  表示，单位分别为 MPa、 $^{\circ}C$ 。锅炉设计时所规定的蒸汽压力和温度称为额定蒸汽压力和额定蒸汽温度。对于具有再热器的锅炉，蒸汽参数还应包括再热蒸汽压力、再热蒸汽温度和再热蒸汽流量。额定蒸汽压力是指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蒸汽压力，单位是 MPa。额定蒸汽温度

是指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行所必须保证的出口蒸汽温度，单位是℃。

20 世纪 70 年代以前，我国的火电机组单机容量在 100MW 以下，蒸汽参数以 10MPa/540℃为主；80 年代初期，自行设计和制造了单机容量为 200MW 的火电机组，配置主蒸汽参数为超高压，并具有中间再热系统的 14MPa/540℃/540℃的锅炉机组。

20 世纪 80 年代以后，我国的火电机组以引进技术国产化为主，建设了一批亚临界与超临界参数大容量发电机组。各种技术类型的 300、500、600、800MW 级亚临界与超临界参数的锅炉机组相继投入运行。表 0-1~表 0-3 是中国电站锅炉的蒸汽参数及容量系列。表 0-4 是国外超临界参数机组的发展方向。

表 0-1 我国电站锅炉的蒸汽参数及容量

| 蒸汽压力 (MPa) | 过热/再热蒸汽温度 (℃) | 给水温度 (℃) | MCR* (t/h) | 汽轮发电机功率 (MW) |
|------------|---------------|----------|------------|--------------|
| 9.9        | 540           | 205~225  | 220, 410   | 50, 100      |
| 13.8       | 540/540       | 220~250  | 420, 670   | 125, 200     |
| 16.8~18.3  | 540/540       | 250~280  | 1025~2008  | 300, 600     |
| 17.5       | 540/540       | 255      | 1025~1650  | 300, 500     |
| 25.4       | 541/566       | 286      | 1900       | 600          |
| 25.0       | 545/545       | 267~277  | 1650~2650  | 500, 800     |

\* 为锅炉最大连续蒸发量。

表 0-2 亚临界压力自然循环及控制循环锅炉的容量及参数

| 机组功率 (MW)    | 300       | 300       | 300       | 600         | 600         |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|
| 循环方式         | 自然循环      | 控制循环      | 自然循环      | 自然循环        | 控制循环        |
| 过热蒸汽流量 (t/h) | 1025      | 1025      | 1025      | 2026.8      | 2008        |
| 再热蒸汽流量 (t/h) | 860       | 834.8     | 823.8     | 1704.2      | 1634        |
| 过热蒸汽压力 (MPa) | 18.2      | 18.3      | 18.3      | 18.19       | 18.22       |
| 再热蒸汽压力 (MPa) | 4.00/3.79 | 3.83/3.62 | 3.82/3.66 | 4.176/4.3   | 3.49/3.31   |
| 过热蒸汽温度 (℃)   | 540       | 541       | 540       | 540.6       | 540.6       |
| 再热蒸汽温度 (℃)   | 330/540   | 322/541   | 316/540   | 313.0/540.6 | 313.3/540.6 |
| 给水温度 (℃)     | 276       | 281       | 278       | 276         | 278.33      |
| 燃煤量 (t/h)    | 136.61    | 139.89    | 122.6     | 264.4       | 269.9       |
| 燃烧方式         | 四角燃烧      | 四角燃烧      | 对冲燃烧      | 对冲燃烧        | 四角燃烧        |

注 1. 蒸汽压力的数值为表压。

2. 以分数形式表示的蒸汽温度，分子为过热汽温，分母为再热汽温。

表 0-3 超临界压力直流锅炉及低倍率循环锅炉的容量及参数

| 机组功率 (MW)    | 600  | 500  | 800  | 500  |
|--------------|------|------|------|------|
| 过热蒸汽流量 (t/h) | 1900 | 1650 | 2650 | 1650 |

续表

|              |           |          |           |          |
|--------------|-----------|----------|-----------|----------|
| 机组功率 (MW)    | 600       | 500      | 800       | 500      |
| 再热蒸汽流量 (t/h) | 1613      | 1481     | 2151.5    | 1481     |
| 过热蒸汽压力 (MPa) | 25.4      | 25.0     | 25.0      | 17.46    |
| 再热蒸汽压力 (MPa) | 4.77/4.57 | 4.15/3.9 | 3.86/3.62 | 4.12/4.0 |
| 过热蒸汽温度 (°C)  | 541       | 545      | 545       | 540      |
| 再热蒸汽温度 (°C)  | 338/566   | 295/545  | 283/545   | 333/540  |
| 给水温度 (°C)    | 286       | 270      | 277       | 255      |
| 燃煤量 (t/h)    |           | 208      | 336.5     |          |
| 燃烧方式         | 四角燃烧      | 对冲燃烧     | 对冲燃烧      | 对冲燃烧     |
| 水冷壁型式        | 螺旋管圈      | 垂直管屏     | 垂直管屏      | 垂直管屏     |

- 注 1. 蒸汽压力的数值为表压。  
2. 以分数形式表示的蒸汽温度, 分子为过热汽温, 分母为再热汽温。

表 0-4 国外超临界参数机组的发展方向

|               |     |     |     |       |
|---------------|-----|-----|-----|-------|
| 主蒸汽压力 (bar*)  | 290 | 305 | 335 | 400   |
| 主蒸汽温度 (°C)    | 582 | 582 | 610 | 700   |
| 再热蒸汽压力 (bar*) | 80  | 74  | 93  | 112   |
| 再热蒸汽温度 (°C)   | 580 | 600 | 630 | 720   |
| 循环热效率 (%)     | 47  | 49  | >50 | 52~55 |

\* 1bar=0.1MPa。

(三) 锅炉效率  $\eta$

锅炉热效率是说明锅炉运行经济性的特性数据。它是指锅炉有效利用热量  $Q_1$  与单位时间内所消耗燃料的输入热量  $Q_r$  的百分比, 常用符号  $\eta$  表示。即

$$\eta = \frac{\text{有效利用热量}}{\text{输入热量}} \times 100\% = \frac{Q_1}{Q_r} \times 100\% \quad (0-1)$$

现在电厂大型锅炉效率都在 90% 以上。

(四) 锅炉净效率  $\eta$

只用锅炉热效率说明锅炉运行的经济性是不够的, 因为锅炉热效率只反映了燃料和传热过程的完善程度, 但从火电厂锅炉的作用看, 只有供出的蒸汽和热量才是锅炉的有效产品, 自用蒸汽及排污水吸收热量并不向外供出, 而是自身消耗或损失掉了。而且要使锅炉正常运行, 生产蒸汽除耗用燃料外, 还要消耗一定数量的电力, 使其所有的辅助系统和附属设备正常运行。因此, 锅炉运行的经济性指标, 除锅炉热效率外, 还有锅炉净效率。

锅炉净效率是指扣除了锅炉机组运行时的自用能耗 (热能和电能) 后的锅炉效率。锅炉净效率可用式 (0-2) 计算:

$$\eta = \frac{Q_1}{Q_r + \sum Q_{xy} + \frac{b}{B} 29270 \sum P} \times 100\% \quad (0-2)$$

式中  $B$ ——锅炉燃料消耗量, kg/h;  
 $Q_{zy}$ ——锅炉自用热耗, kJ/kg;  
 $\Sigma P$ ——锅炉辅助设备实际消耗功率, kW;  
 $b$ ——电厂发电标准煤耗率, kg/(kW·h)。

三、电厂锅炉的分类和型号

(一) 锅炉分类

锅炉分类方法很多, 主要有七种, 可见表 0-5。

表 0-5 锅 炉 分 类

| 序号 | 分类方法   | 锅 炉 类 型                                                                                                                                                                                    | 序号 | 分类方法       | 锅 炉 类 型                                                                                                |
|----|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 按燃烧方式分 | 层燃炉、室燃炉、旋风炉、流化床炉、循环流化床锅炉等。如图 0-5 所示                                                                                                                                                        | 5  | 按工质流动特性分   | 自然循环锅炉, 强制循环锅炉 (直流锅炉、控制循环锅炉、复合循环锅炉)。如图 0-6 和图 0-7 所示                                                   |
| 2  | 按燃用燃料分 | 燃煤炉、燃油炉、燃气炉                                                                                                                                                                                | 6  | 按燃煤锅炉排渣方式分 | 固态排渣炉、液态排渣炉                                                                                            |
| 3  | 按蒸汽压力分 | 中压锅炉 ( $p=2.94\sim4.92\text{MPa}$ ), 高压锅炉 ( $p=7.84\sim10.8\text{MPa}$ ), 超高压锅炉 ( $p=11.8\sim14.7\text{MPa}$ ), 亚临界压力锅炉 ( $p=16.7\sim19.6\text{MPa}$ ), 超临界压力锅炉 ( $p\geq 22.1\text{MPa}$ ) | 7  | 按锅炉燃烧室的压力分 | 负压燃烧锅炉 (指炉膛出口烟气静压小于大气压力), 压力燃烧锅炉 (指炉膛出口烟气静压大于大气压力), 微正压燃烧锅炉 (指炉膛中烟气压力很小, 仅为 $1.96\sim4.90\text{kPa}$ ) |
| 4  | 按锅炉容量分 | 随时代和技术进步, 锅炉容量按大、中、小的排序和分类在不断演变, 目前 300MW 以上的机组配置的锅炉为大容量锅炉                                                                                                                                 |    |            |                                                                                                        |

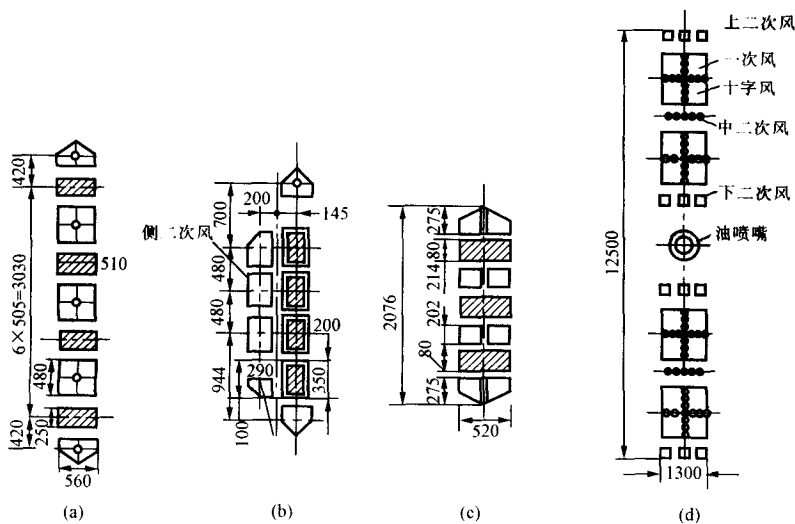


图 0-5 锅炉燃烧方式

(a) 室燃炉; (b) 旋风炉; (c) 沸腾炉; (d) 循环流化床炉

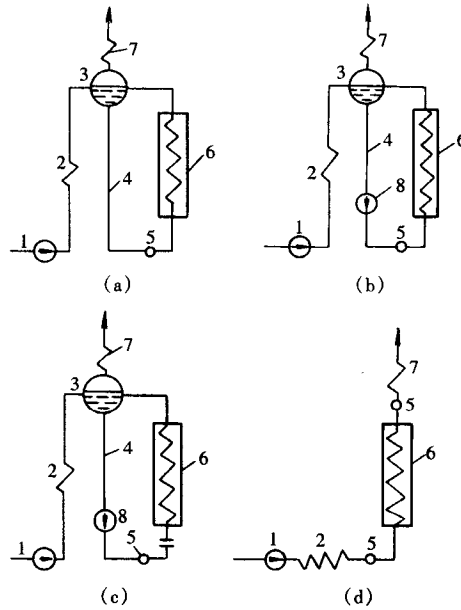


图 0-6 蒸发受热面内工质流动方式

(a) 自然循环; (b) 强制循环; (c) 控制循环; (d) 直流锅炉

1—给水泵; 2—省煤器; 3—锅炉汽包; 4—下降管; 5—联箱; 6—水冷壁;  
7—过热器; 8—锅水循环泵

## (二) 锅炉型号

锅炉型号是指锅炉产品的容量、参数、性能和规格, 常用一组规定的符号和数字来表示。我国电厂锅炉型号一般用四组字码表示, 其表达形式如下:

$\Delta\Delta - \times\times\times/\times\times\times - \times\times\times/\times\times\times - \Delta\times$

第一组符号是制造厂家 (HG 表示哈尔滨锅炉厂, SG 表示上海锅炉厂, DG 表示东方锅炉厂, WG 表示武汉锅炉厂); 第二组数字分子是锅炉容量, 单位 t/h, 分母数字为锅炉出口过热蒸汽压力, 单位 MPa; 第三组数字分子分母分别表示过热蒸汽温度和再热蒸汽温度, 单位  $^{\circ}\text{C}$ ; 最后一组中, 符号表示燃料代号, 而数字表示锅炉设计序号。煤、油、气的燃料代号分别是 M、Y、Q, 其他燃料代号是 T。

例如, DG - 670/13.7 - 540/

540-M8 表示东方锅炉厂制造, 容量为 670t/h, 过热蒸汽压力为 13.7MPa, 过热蒸汽温度为  $540^{\circ}\text{C}$ , 再热蒸汽温度为  $540^{\circ}\text{C}$ , 设计燃料为煤, 设计序号为 8 (该型号锅炉为第 8 次设

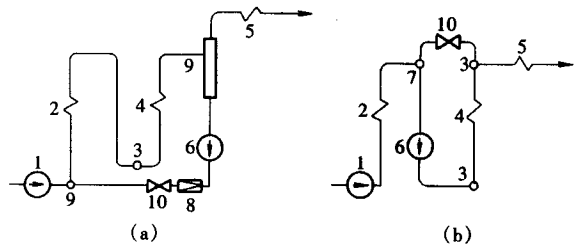


图 0-7 复合循环系统

(a) 全负荷复合循环锅炉; (b) 部分负荷  
复合循环锅炉

1—给水泵; 2—省煤器; 3—联箱;  
4—蒸发受热面; 5—过热器; 6—强制  
循环泵; 7—混合器; 8—止回阀;  
9—汽水分离器; 10—调节阀



计)。

近几十年来,世界发达国家的电力工业得到了飞速发展,特别是计算机和耐温金属材料的开发和应用,为电厂锅炉向高参数、大容量、高自动化发展提供了强有力的技术支撑。目前,在工业发达的国家中,与 600MW 汽轮发电机组配套的 2000t/h 超临界压力的大型电厂锅炉已相当普遍,超临界压力机组的热效率一般可达 40%~42%,先进的则高达 45%以上,供电煤耗在 300g/(kW·h)左右。美国 1972 年就已有与 1300MW 配套的 4400t/h 超临界压力的锅炉投入运行,日本 1974 年就已有与 1000MW 汽轮发电机组配套的 3180t/h 超临界压力的锅炉投入运行。

此外,随锅炉参数、容量的提高,在工质的循环方式上,除自然循环锅炉外,又发展了强制循环锅炉;在燃烧方式上,为适应劣质煤的燃烧,降低氮氧化物和二氧化硫等有害气体的污染,循环流化床锅炉也得到了较快的发展;在燃烧技术上,为适应劣质煤燃烧,减轻污染,相继研制开发了低氮氧化物燃烧器、旋流燃烧器等。

为进一步降低每千瓦的设备投资、金属消耗、运行管理费用,提高机组运行的经济性和安全性,高参数、大容量、高自动控制技术的大型电厂锅炉,已成为当今电厂锅炉的发展趋势。目前,我国发展超临界压力机组的起步容量定为 600MW,从技术性、经济性和机组配用的材料方面考虑,蒸汽参数初步定为 24~25MPa,温度 538~560℃,一次中间再热。

## 复 习 思 考 题

- 0-1 在火力发电厂的生产过程中存在哪几种形式的能量转换?
- 0-2 锅炉本体由哪些主要设备组成?锅炉的主要辅助设备有哪些?
- 0-3 试述锅炉的工作过程。
- 0-4 电厂锅炉有哪些主要特性参数?
- 0-5 按工质在蒸发受热面中流动方式电厂锅炉有几种形式?
- 0-6 谈谈电站锅炉发展趋势。