



教育部职业教育与成人教育司推荐教材配套教材
职业教育电力技术类专业培训用书

电厂锅炉学习指导 及习题集

陈丽霞 周菊华 合编



中国电力出版社

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

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
全国电力职业教育规划教材

泵与风机 (第二版)

工程流体力学 (第二版)

热工理论及应用 (第二版)

热工基础学习指导与习题集

电厂锅炉 (第二版)

电厂锅炉学习指导及习题集

电厂汽轮机 (第二版)

电厂汽轮机学习指导及习题集

锅炉设备及运行 (第二版)

循环流化床锅炉设备及运行 (第二版)

汽轮机设备及运行 (第二版)

汽轮机设备及运行 (中职)

热力发电厂 (第二版)

电厂热力设备及系统 (第二版)

热工测量及仪表 (第二版)

计算机分散控制系统

单元机组运行 (第二版)

火电厂金属材料 (第二版)

电厂化学 (第四版)

电厂水处理技术

自动控制原理

热工自动控制系统 (第二版)

热工自动控制设备

计算机控制技术与系统

热力过程自动化 (第二版)

电力生产概论

热工基础

热工测量及仪表

热力设备检修工艺基础 (第二版)

发电厂动力设备

火电厂热工检测技术

循环流化床锅炉设备

火电厂热力系统

发电厂动力设备及运行

火电厂燃煤机组脱硫技术

新能源发电技术

核能及新能源发电技术

张良瑜

孙丽君

景朝晖

宋长华

周菊华

陈丽霞

孙为民

孙为民

姜锡伦

杨建华

李建刚

代云修

杨义波

王 祥

潘汪杰

郭巧菊

于国强

崔朝英

吴仁芳

庄秀梅

谢援朝

文群英

程蔚萍

黄桂梅

李铁苍

柏学恭

李 诚

张东风

赵鸿逵

程翠萍

程 蓓

牛 勇

张灿勇

刘玉莲

周菊华

于国强

张灿勇

ISBN 978-7-5083-8840-3



9 787508 388403 >

定价: 26.00元



教育部职业教育与成人教育司推荐教材配套教材
职业教育电力技术类专业培训用书

电厂锅炉学习指导 及习题集

陈丽霞 周菊华 合编
郝 杰 主审



中国电力出版社

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

内 容 提 要

本书为《教育部职业教育与成人教育司推荐教材 电厂锅炉》配套学习指导书。

本书共分十四章，每章内容包括学习导入、基本知识点及学习指导、习题集和学习反馈四部分，内容体系与配套教材相适应，旨在为学生提供系统的指导、多样的训练，更好地理解 and 消化课本知识，提高归纳、概括能力。为方便学习及记忆，本书最后还附有锅炉常用英文缩写全称标注和常用希腊字母读法。

本书可作为高职高专电力技术类热动、集控及相关专业的锅炉课程教学参考书，也可供中职和技工学校学生参考使用，亦可作为相关专业教师及电厂工作人员参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电厂锅炉学习指导及习题集/陈丽霞，周菊华编. —北京：中国电力出版社，2009

教育部职业教育与成人教育司推荐教材配套教材

ISBN 978 - 7 - 5083 - 8840 - 3

I. 电… II. ①陈…②周… III. 火电厂—锅炉—职业教育—教学参考资料 IV. TM621.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 073165 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>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 8 月第一版 2009 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16.25 印张 391 千字

定价 26.00 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

锅炉课程内容宽泛，名词概念多，知识内在联系紧密、跨度大，学生需要系统的指导、多样的训练，才能更好地理解和消化课本知识，提高归纳、概括能力。现有教材限于篇幅，课后复习思考题仅有问答题，题型单一，不利于学生掌握多个细致的知识点及内容间的关系。

本书每章内容包括学习导入、基本知识点及学习指导、习题集和学习反馈四部分。其中学习导入部分，列出各章学习的基本要求、重点难点以及基本学习方法，力求提纲挈领，纲举目张，使学生学习目标更明确，避免对繁多的知识点产生茫然畏惧；基本知识点及学习指导部分列出各章内容的框架，同时对锅炉知识的切入、理解及归纳总结的方法加以指导，提醒学习中容易出现的问题，并对超超临界压力机组、等离子点火等新知识给出知识链接，更利于学生对前沿技术的了解和探索。习题集部分通过多种题型的配合，从多角度、多层次来巩固知识，并做到知识的点、线、面结合，从而使学生更全面高效地掌握知识的构架。习题集由名词解释、选择、填空、判断、画图、计算、问答及综合分析等题型组成，多方面涉及各个知识点，贯穿各个内容线索，综合各个系统层面，利于学生全面、高效地掌握锅炉专业知识，也使学生的思维技能得到较好的训练。设置的学习反馈部分，便于收集了解学生的学习反馈信息，及时调整教学的方法节奏，做到教学相长。为方便学习及记忆，本书最后还附有锅炉常用英文缩写全称标注和常用希腊字母读法。

本书共分十四章，其中第一、二、五~十三章学习指导与习题及习题答案由武汉电力职业技术学院陈丽霞编写，第三、四、十四章学习指导与习题及习题答案由武汉电力职业技术学院周菊华编写。全书由陈丽霞统稿。保定电力职业技术学院郝杰主审。

在此对武汉电力职业技术学院吴志敏老师及在本书编写过程中提供支持和帮助的所有人表示衷心的感谢。

本书不足之处在所难免，恳请读者予以批评指正。

2008年10月

目 录

前言

第一章 锅炉概论	1
第一节 学习导入	1
第二节 基本知识点及学习指导	2
第三节 习题集	7
第四节 学习反馈	11
第二章 燃料	12
第一节 学习导入	12
第二节 基本知识点及学习指导	12
第三节 习题集	18
第四节 学习反馈	25
第三章 燃料燃烧计算	26
第一节 学习导入	26
第二节 基本知识点及学习指导	26
第三节 习题集	27
第四节 学习反馈	32
第四章 锅炉热平衡	33
第一节 学习导入	33
第二节 基本知识点及学习指导	33
第三节 习题集	35
第四节 学习反馈	40
第五章 煤粉制备	41
第一节 学习导入	41
第二节 基本知识点及学习指导	41
第三节 习题集	48
第四节 学习反馈	55
第六章 燃烧基本原理及燃烧设备	56
第一节 学习导入	56
第二节 基本知识点及学习指导	56
第三节 习题集	69
第四节 学习反馈	79

第七章 蒸发设备与自然水循环	80
第一节 学习导入	80
第二节 基本知识点及学习指导	80
第三节 习题集	85
第四节 学习反馈	92
第八章 强制流动锅炉	93
第一节 学习导入	93
第二节 基本知识点及学习指导	93
第三节 习题集	97
第四节 学习反馈	100
第九章 蒸汽净化	101
第一节 学习导入	101
第二节 基本知识点及学习指导	101
第三节 习题集	104
第四节 学习反馈	109
第十章 过热器与再热器	110
第一节 学习导入	110
第二节 基本知识点及学习指导	110
第三节 习题集	116
第四节 学习反馈	123
第十一章 省煤器和空气预热器	124
第一节 学习导入	124
第二节 基本知识点及学习指导	124
第三节 习题集	128
第四节 学习反馈	133
第十二章 锅炉整体布置	134
第一节 学习导入	134
第二节 基本知识点及学习指导	134
第三节 习题集	137
第四节 学习反馈	139
第十三章 锅炉构架和炉墙	140
第一节 学习导入	140
第二节 基本知识点及学习指导	140
第三节 习题集	142
第四节 学习反馈	143
第十四章 锅炉运行	144
第一节 学习导入	144

第二节	基本知识点及学习指导	144
第三节	习题集	147
第四节	学习反馈	157
全书习题答案		158
第一章	锅炉概论	158
第二章	燃料	162
第三章	燃料燃烧计算	168
第四章	锅炉热平衡	173
第五章	煤粉制备	181
第六章	燃烧基本原理及燃烧设备	189
第七章	蒸发设备与自然水循环	201
第八章	强制流动锅炉	208
第九章	蒸汽净化	212
第十章	过热器与再热器	218
第十一章	省煤器和空气预热器	225
第十二章	锅炉整体布置	231
第十三章	锅炉构架和炉墙	233
第十四章	锅炉运行	236
附录一	锅炉常用英文缩写全称标注	248
附录二	常用希腊字母读法及在锅炉中的应用	249
参考文献		250

锅 炉 概 论

第一节 学 习 导 入

一、学习基本要求

1. 了解锅炉设备的作用、组成、工作过程。
2. 掌握锅炉的特性参数：锅炉的容量、蒸汽参数及锅炉效率。
3. 了解锅炉的分类和型号表示方法。
4. 了解国内外电站锅炉发展概况和发展方向。
5. 了解锅炉学习的基本任务和方法。

二、重点

1. 锅炉的作用、构成。
2. 锅炉的特性参数的定义。
3. 锅炉分类的依据和具体种类，锅炉型号的辨认。

三、难点

1. 锅炉的构成：燃烧系统、汽水系统。
2. 锅炉的容量、锅炉效率。
3. 锅炉型号中各参数的意义及单位表示。

四、锅炉课程学习导引

1. 课程性质和任务

本课程是热能与动力工程、热能动力装置、火电厂集控运行、电厂设备运行与维护等专业的主要专业课程之一，为必修课程。本课程将主要讲述锅炉的结构、原理及运行的基本知识，为电厂及相关行业培养锅炉设备的运行、检修、安装，并胜任局部设计和技术管理的应用型技术人员。

2. 课程教学目标

通过本课程学习，学生应掌握锅炉及其主要辅助设备的作用、结构、工作原理、性能及锅炉运行的基本理论。

同时熟悉锅炉的燃烧计算、热平衡、热力计算的基本原理方法，并初步了解锅炉热力试验及技术改进的基本方法。

3. 锅炉课程学习方法

- (1) 锅炉内容庞杂，注意提纲挈领，纲举目张，从大的系统着眼展开。
- (2) 抓住知识的关键点，多对比，多归纳，从小的知识点着手切入。
- (3) 锅炉各系统知识之间既相互独立又互相关联，它们依照一定的内在逻辑结合成一个有机整体，注意知识系统之间的横纵向联系，做到“能放”（具体展开）“能收”（总结归纳）。

第二节 基本知识点及学习指导

一、电厂锅炉的作用

火力发电厂是目前世界大多数国家包括我国电能生产的主力。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。

锅炉、汽轮机和发电机为火力发电厂的三大主机。

火力发电厂的生产过程三种形式的能量转换：

燃料的化学能 $\xrightarrow{\text{锅炉}}$ 蒸汽热能 $\xrightarrow{\text{汽轮机}}$ 机械能 $\xrightarrow{\text{发电机}}$ 电能

锅炉的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。锅炉应将燃料中的化学能最有效地转换为蒸汽的热能，所以也叫做“蒸汽发生器”。

锅炉是火力发电厂能量转换的首要环节，而且在火力发电厂的事故中，70%是锅炉事故，因而，锅炉运行对整个电能生产安全性影响重大。再者，锅炉运行耗用大量燃料，燃料成本占发电成本的75%以上，锅炉工作对整个电厂的经济性影响极大。

二、电厂锅炉的组成及工作过程

1. 锅炉的构成

电厂锅炉由锅炉本体及辅助设备组成。

锅炉本体是锅炉设备的主体，包括“锅”和“炉”两部分。

“锅”即汽水系统，它的任务是吸收燃料燃烧放出的热量，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、联箱、过热器、再热器等组成。

“炉”即燃烧系统，煤、风、烟相关部分，它的任务是使燃料在炉内燃烧，放出热量。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：构成封闭炉膛和烟道的炉墙，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）等。

说明：由汽包、集箱、受热面及其间的管道等所组成的整体习惯上称为“锅炉本体”。由锅炉本体，燃烧设备，出渣（除灰）设备，炉墙和构架（包括楼梯、平台），锅炉范围内的水、汽、烟、风、燃料管道及其附属设备，测量仪表和其他附属机械等构成的整套装置称为“锅炉机组”。

锅炉的核心构成部分是“锅”和“炉”。“锅”是容纳水和蒸汽的受压部件，包括锅筒（也称汽包）、受热面、集箱（也叫联箱）、管道等，组成完整的水—汽系统，其中进行着锅内过程——水的加热和汽化、水和蒸汽的流动、汽水分离等。“炉”是燃料燃烧的場所，即燃烧设备和燃烧室（也叫炉膛）。广义的“炉”是指燃料、烟气这一侧的全部空间。

锅和炉是通过传热过程相互联系在一起的。锅和炉的分界面就是受热面，通过受热面进行着放热介质（火焰、烟气）向受热介质（水、蒸汽或空气）的传热。受热面从放热介质吸收热量并向受热介质放出热量。同时，连续进行吸热和放热的受热面称为间壁式受热面，放

热介质和受热介质分别处于受热面的两侧。如果放热介质和受热介质分别轮流交替地、周期地与受热面相接触,在接触中向受热面放热或从受热面吸热,则这种受热面称为蓄热式(也叫再生式)受热面。

主要以辐射换热的方式吸收放热介质放热量的受热面称为辐射受热面。辐射受热面布置在炉膛内。主要以对流换热的方式吸收放热介质放热量的受热面称为对流受热面。对流受热面布置在炉膛出口以后的、烟气温度较低的烟道内。布置对流受热面的烟道称为对流烟道。受热面向受热介质的放热主要通过对流换热的方式进行。

根据水的加热、汽化过程的顺序,可以将受热面划分为水的预热受热面、汽化受热面(也叫蒸发受热面)和蒸汽过热器。水的预热受热面通常布置在低温烟气部位以回收排烟余热、节约燃料,因而一般称之为“省煤器”。此外,排烟余热也可以回收利用于预热助燃空气,这种余热回收受热面叫做空气预热器。省煤器和空气预热器都布置在锅炉烟气流程的尾部,所以又统称为尾部受热面。

2. 锅炉的工作过程

注意

依据工质的流程进行,抓住“煤、风、烟”—“汽、水”两条线。

三、锅炉的特性参数

电厂锅炉的主要特性参数有锅炉容量、锅炉蒸汽参数、给水温度等。

1. 锅炉容量

锅炉容量用蒸发量表示,一般是指锅炉在额定蒸汽参数(温度、压力)、额定给水温度和使用设计燃料,长期连续运行时所能达到的最大蒸汽量(BMCR,或B-MCR、MCR)。常用符号 D_e 表示,单位为t/h(或kg/s)。

锅炉容量说明锅炉生产能大小的特性数据。

(1) 电厂锅炉容量也可用与之配套的汽轮发电机组的功率来表示,即kW或MW来表示,如300MW锅炉。

(2) 蒸汽锅炉的额定蒸发量(BECR或ECR)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。

(3) 一般 $BMCR=(1.03\sim1.2)BECR$,国产及引进机组为偏大值,而进口机组常为偏小值。 $BMCR=1.05TMCR$

注意

最大连续蒸发量MCR与额定蒸发量ECR的区别与联系。锅炉容量通常是指锅炉的最大连续蒸发量。

BMCR工况对应汽轮机的VWO工况,BECR工况对应汽轮机的THA或TRL工况。

THA:turbine heat acceptance 汽轮机热耗验收工况,一般都是设计背压下,额定功率工况。

TRL:turbine rated load 汽轮机额定负载工况,考察夏季高背压下,额定功率下,补水量3%。

VWO:valve wide open 汽轮机阀门全开工况,设计背压下,105%THA流量下出力最大工况。

BMCR:boiler maximum continue rate 锅炉最大连续出力工况。

2. 锅炉蒸汽参数

锅炉蒸汽参数一般指锅炉过热器出口处的过热蒸汽（也称主蒸汽或新蒸汽）的压力和温度，分别用符号 p 、 t 表示，单位分别为 MPa、 $^{\circ}\text{C}$ 。对于具有再热器的锅炉，蒸汽参数还应包括再热蒸汽压力和温度。

锅炉蒸汽参数是说明锅炉产品规范的特性数据。

额定蒸汽压力和额定蒸汽温度合称为额定蒸汽参数。额定蒸汽压力是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，而额定蒸汽温度是锅炉在规定负荷范围、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。

说明：对于没有过热器的锅炉，可以用主蒸汽阀门处的饱和蒸汽压力来表示。

对产生饱和蒸汽的锅炉来说，一般只标明蒸汽压力；对生产过热蒸汽的锅炉，则需标明蒸汽压力和温度。

3. 给水温度

锅炉给水温度是指省煤器给水温度，如无省煤器时即指进锅炉锅筒的水温度。用 t_{gs} 表示，单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。

说明：为了便于制造厂设计制造，设计部门设计选用和生产部门使用及维修，并使水泵、风机、磨煤机、除氧器等能配套使用，所以在全国范围内统一规定了锅炉的蒸汽参数系列。在一个系列中，蒸汽压力、温度、额定蒸发量和给水温度都是相互对应确定的。

四、锅炉的安全和经济指标

锅炉的技术经济指标指热效率、成本及工作可靠程度。

（一）经济指标

1. 锅炉效率（锅炉热效率）

锅炉效率是指锅炉有效利用热量与单位时间内锅炉总输入热量的百分比，常用符号 η 。

$$\eta = \frac{\text{有效利用热量}}{\text{输入热量}} \times 100\%$$

锅炉效率是说明锅炉运行经济性的特性数据。

2. 锅炉净效率

扣除锅炉机组运行中自用耗能（热耗和电耗）以后的锅炉效率。

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_q - Q_P}{BQ_r}$$

式中 Q_1 ——锅炉有效利用热；

Q_q ——锅炉机组自身需要热量；

Q_P ——锅炉机组自身电耗对应的热量， $Q_P = 29\,270b \sum P$ （ b 为电厂发电标准煤耗， P 为锅炉自身总电耗）；

B ——锅炉实际燃料消耗量；

Q_r ——锅炉输入总热量。

（二）成本

设计成本，除总投资外，主要用钢材消耗量来表示，但同时还要兼顾锅炉运行的经济性。

钢材消耗量（使用率）——每吨蒸汽量所需要的钢材消耗量，用 $t(\text{钢})/t(\text{汽})$ 表示。

(三) 安全指标

1. 锅炉连续运行小时数

两次被迫停炉检修之间的运行小时数。

2. 锅炉的可用率

$$\text{可用率} = \frac{\text{运行总小时数} + \text{总备用小时数}}{\text{统计期间总小时数}} \times 100\%$$

3. 锅炉使用率

一年中锅炉实际带负荷运行的时数百分数。

4. 锅炉额定负荷利用率

一年中锅炉总蒸汽产量折算成额定蒸发量的运行时数百分数。

5. 锅炉事故率

$$\text{事故率} = \frac{\text{总事故停炉小时数}}{\text{总运行小时数} + \text{总事故停炉小时数}} \times 100\%$$

锅炉可用率、事故率统计周期可为一年或两年,连续运行小时数越大,事故率越小,可用率越大,锅炉的安全可靠性就越高。目前,国内大中型锅炉连续运行小时数在 5000h 以上,事故率约为 1%,平均可用率为 90%。机组容量越大,可用率相对下降。

五、电厂锅炉的分类和型号

1. 锅炉分类

锅炉分类方法很多,主要有六种可见表 1-1。

表 1-1

锅 炉 分 类

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;沸腾炉(或称流化床)等
2	按燃用燃料分	燃煤炉;燃油炉;燃气炉
3	按蒸汽压力(表压)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($p\geq 22.1\text{MPa}$)
4	按锅炉容量分	小型锅炉($\text{MCR}<220\text{t/h}$);中型锅炉($\text{MCR}=220\sim410\text{t/h}$);大型锅炉($\text{MCR}\geq 670\text{t/h}$)
5	按工质流动特性分	自然循环锅炉;强制流动锅炉(直流锅炉、控制循环锅炉、复合循环)
6	按燃煤锅炉排渣方式分	固态排渣炉;液态排渣炉

说明:(1) 锅炉蒸汽压力分类中,蒸汽压力采用的是表压,而不是绝对压力。

(2) 锅炉容量大小没有固定、明确的分界,随着电力工业的发展,电站锅炉容量不断增大,目前 300MW 及以上锅炉才算大型锅炉。

(3) 低压锅炉主要用于工业锅炉,装机容量等于或大于 300MW 发电机组均采用亚临界压力和超临界压力的锅炉。

(4) 在表示锅炉类型时,一般只要说明其容量、蒸汽参数、工质流动特性、使用的燃料等即可。



知识链接

超临界压力机组——超超临界压力机组

超临界压力机组是指火力发电厂机组主蒸汽压力大于水的临界压力 (22.12MPa) 的机组。超临界压力再分为常规超临界压力 (24MPa/540~560℃) 以及高效超临界压力 (超超临界压力) 机组 (25~35MPa/580℃以上)。世界上第一台实验性的超临界压力锅炉是德国西门子公司根据捷克人马克·本生 1919 年的专利方案制造的, 后来世界各发达国家竞相研究和生产超超临界压力机组。从目前世界火力发电技术水平看, 提高火力发电厂效率的主要途径是提高蒸汽的参数, 即提高蒸汽的压力和温度。发展超临界压力和超超临界压力火电机组, 提高蒸汽的参数对于提高火力发电厂效率的作用是十分明显的。如:

亚临界压力机组的蒸汽压力及蒸汽温度为 17MPa/540℃, 其电厂效率为 38%, 供电煤耗为 324g/(kW·h)。

超临界压力机组的蒸汽压力及蒸汽温度为 25.5MPa/567℃, 其电厂效率为 41%, 供电煤耗为 300g/(kW·h)。

超超临界压力机组的蒸汽压力及蒸汽温度为 25~31MPa/600℃, 其电厂效率为 48%, 供电煤耗为 256g/(kW·h); 国外已经有蒸汽压力及蒸汽温度更高的机组, 如高温超超临界压力机组, 其压力达到 31MPa 甚至更高, 温度达到 700℃ 及以上, 其电厂效率可达 57% 及以上, 供电煤耗为 216g/(kW·h) 或更低。

水的临界状态参数为 22.115MPa, 374.15℃, 在水的参数达到该临界点时, 水的完全汽化会在一瞬间完成, 即在临界点时, 在饱和水和饱和蒸汽之间不再有汽、水共存的二相区存在, 二者参数不再有分别。当机组参数高于这一临界状态参数时, 通常称其为超临界压力机组。超临界压力水的比热容随着温度升高而升高, 而蒸汽的比热容随着温度的增加而下降。在相变区工质的比热容最大, 将其定义为相变点。在超临界压力时, 达到相变点, 工质比体积和焓值仍有迅速增加的现象, 但压力的增加, 其增加幅度逐渐减小。另外到达相变点, 工质的动力黏度、导热系数和密度均显著下降。

从国际及国内已建成及在建的超临界压力或超超临界压力机组的参数选择情况来看, 只要锅炉参数在临界点以上, 都是超临界压力机组, 但对超临界压力和超超临界压力机组并无严格的界限, 只是参数高了多少的一个问题。目前国内及国际上一般认为只要主蒸汽温度达到或超过 600℃, 就认为是超超临界压力机组。在国外有些也将超超临界压力机组称作高效超临界压力机组。

随着科技的不断发展, 2005 年, 超超临界压力机组的蒸汽参数达到了 33.5MPa/630℃, 预计到 2015 年可达 40.0MPa/720℃。

2. 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:

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

其中, Δ 为符号, $\times$ 为数字。

第一组符号是锅炉制造厂厂名的汉语拼音缩写 (如 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)。

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（或称改型号，当没有表明设计序号时则表示是该锅炉的原型设计）。产品的生产设计序号是按设计的先后次序来编号的。对于同一制造厂的产品，当锅炉的主要特性参数相同而设计序号不同时，一般是说明同一种类型的锅炉在新的设计中在结构等方面进行了某些改动。有的还将某型号锅炉所用的燃料种类，用汉语拼音字母表明在锅炉型号的最末一组字码中（写在设计序号之前）。煤、油、气的燃料代号分别是 M、Y、Q，其他燃料代号是 T，煤油两用 MY，油气两用 YQ。

例如，SG-1025/18.3-545/545-M3 表示上海锅炉厂制造，容量为 1025t/h，过热蒸汽压力为 18.3MPa，过热蒸汽温度为 545°C ，再热蒸汽温度为 545°C ，设计燃料为煤，设计序号为 3（该型号锅炉为第 3 次设计）。

六、电厂锅炉的发展概况

我国电力工业的发展起步较晚，1949 年后，先后在哈尔滨、上海、四川、北京、武汉等地建立了锅炉生产基地，20 世纪 50 年代后期设计制造了与 50MW 汽轮发电机组配套的容量为 230t/h 的锅炉。20 世纪 60~70 年代，我国的电力工业有了较快的发展，到 20 世纪 70 年代末，已先后设计制造了与 125、200、300MW 汽轮发电机组配套的容量为 400、670、1000t/h 高压、超高压和亚临界压力的锅炉。20 世纪 80 年代中期，我国先后引进并制造了与 300、600MW 汽轮发电机组配套的 1025、2008t/h 的亚临界压力的锅炉。目前，我国引进和建设低煤耗、大容量的超超临界火电机组已全面展开。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。

第三节 习 题 集

一、名词解释

- | | |
|--------------|------------------|
| 1-1-1 锅炉 | 1-1-9 旋风炉 |
| 1-1-2 锅炉容量 | 1-1-10 流化床锅炉 |
| 1-1-3 锅炉蒸汽参数 | 1-1-11 锅炉净效率 |
| 1-1-4 锅炉效率 | 1-1-12 钢材使用率 |
| 1-1-5 额定蒸发量 | 1-1-13 锅炉连续运行小时数 |
| 1-1-6 锅炉本体 | 1-1-14 锅炉可用率 |
| 1-1-7 层燃炉 | 1-1-15 锅炉事故率 |
| 1-1-8 室燃炉 | |

二、填空题

- 1-2-1 锅炉是锅炉机组的简称，由_____和_____组成。
- 1-2-2 锅炉本体包括_____和_____两部分。
- 1-2-3 炉是锅炉的燃烧系统，它由_____、_____、_____、_____等组成。
- 1-2-4 锅主要包括_____、_____、_____、_____、_____、_____等。

- A. 煤 B. 石油 C. 天然气 D. 核燃料
E. 地热 F. 潮汐

1-3-3 锅炉蒸汽参数一般是指按设计规定的_____出口处的压力和温度。

- A. 过热器 B. 再热器 C. 省煤器 D. 水冷壁
E. 汽包

1-3-4 控制循环锅炉是_____锅炉。

- A. 自然循环 B. 强制循环

1-3-5 锅炉作用是将燃料送入锅炉内燃烧产生热能，用此热能加热给水，使其变成具有一定压力和温度的_____。

- A. 过热蒸汽 B. 再热蒸汽 C. 饱和蒸汽

1-3-6 我国电厂锅炉系列中，与 600MW 凝汽式汽轮发电机组配套的是_____。

- A. 蒸发量为 2008t/h 的亚临界压力锅炉
B. 蒸发量为 1025t/h 的亚临界压力锅炉
C. 蒸发量为 670t/h 的超高压锅炉
D. 蒸发量为 420t/h 的超高压锅炉

1-3-7 按燃烧方式分类，电厂里的燃油锅炉属于_____。

- A. 火床炉 B. 火室炉 C. 旋风炉 D. 流化床锅炉

1-3-8 国际上通用符号 MCR 是指_____。

- A. 锅炉的额定蒸发量
B. 锅炉的最大连续蒸发量
C. 锅炉效率最高的经济蒸发量
D. 满足机组额定负荷所需要的锅炉最大蒸发量

1-3-9 高压锅炉额定蒸汽压力为_____。

- A. $p=2.94\sim4.9\text{MPa}$ 表压 B. $p=7.84\sim10.8\text{MPa}$ 表压
C. $p=11.8\sim14.7\text{MPa}$ 表压 D. $p=15.7\sim19.6\text{MPa}$ 表压

1-3-10 锅炉按压力分类时，过热器出口蒸汽压力为 13.7MPa 的锅炉通常称为_____。

- A. 中压锅炉 B. 高压锅炉 C. 超高压锅炉 D. 亚临界压力锅炉

1-3-11 电厂锅炉的蒸发量是_____生产的最大连续蒸汽量。

- A. 每天 B. 每小时 C. 每分钟 D. 每 12 小时

1-3-12 表明电站锅炉容量大小的是_____。

- A. 额定蒸发量 B. 额定流量 C. 额定功率 D. 额定压力
F. 最大连续蒸汽量

1-3-13 锅炉有效利用热量与单位时间内锅炉的输入热量的百分比称_____。

- A. 传热效率 B. 热量利用率 C. 工作效率 D. 锅炉效率

1-3-14 衡量锅炉热经济性的指标是_____。

- A. 锅炉效率 B. 锅炉可用率 C. 循环效率 D. 锅炉事故率

1-3-15 下列设备中属于锅炉本体部分的有_____。

- A. 过热器 B. 燃烧器 C. 省煤器 D. 空预器