

HUODIANCHANG GUOLU JIANXIU GONGYI

火电厂锅炉 检修工艺

邵和春 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

火电厂锅炉检修工艺

HUODIANCHANG GUOLU JIANXIU GONGYI

推荐书目

- 超临界、超超临界燃煤发电技术
- 超超临界（百万）机组施工案例
- 超（超）临界机组控制方法与应用
- 火电厂湿法烟气脱硫技术手册
- 湿法烟气脱硫系统的调试、试验及运行
- 湿法脱硫装置维护与检修
- 湿法脱硫系统安全运行与节能降耗
- 湿法烟气脱硫系统的安全性及优化
- 火电厂烟气脱硝技术——选择性催化还原法
- 燃煤电厂水务管理
- 热力发电厂凝结水处理

ISBN 978-7-5083-8422-1



9 787508 384221 >

定价：48.00元

上架建议：火力发电工程

内 容 要 点

HUODIANCHANG GUOLU JIANXIU GONGYI

火电厂锅炉 检修工艺

邵和春 主编

徐柏叶 卢永利 参编

中国电力出版社出版

北京市西城区

宣武门大街

中国电力出版社

（北京）

（100045）

邵和春

中国电力出版社

（北京）



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书着重于钳工操作基本功的训练。全书共分十八章,主要介绍了几个主要类型锅炉的构造和基本工作原理及常见故障的原因分析,检修工作中常用量具、工具的构造和正确的使用与维修方法,金属材料的基础知识和钢件的焊接、淬火、退火、正火的操作方法,刮研、钻孔、锯割、錾削、攻丝、矫正与直轴、转体找静动平衡方法,机械设备拆装工艺和锅炉本体及其辅助设备的检修工艺。

本书内容力求实用,通俗易懂,可作为锅炉检修专业在职工人培训、中专学生的教材和大专学生下厂生产实习的指导教材,也可作为锅炉专业技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

火电厂锅炉检修工艺/邵和春主编. —北京:中国电力出版社, 2009

ISBN 978-7-5083-8422-1

I. 火… II. 邵… III. 火电厂-锅炉-检修 IV. TM621.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 013807 号

中国电力出版社出版、发行

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

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 6 月第一版 2009 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 23.5 印张 571 千字

印数 0001—3000 册 定价 48.00 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

为适应工农业生产发展和环境保护的需要,火力发电厂大容量、高参数和新技术含量高的大型锅炉迅速增加。为使用和维修好这些价值高昂、技术先进的大型设备,以保证其长期在安全、经济、环保的状态下运行,需培训一大批具有一定理论基础,基本功扎实、操作熟练的技术工人和专业技术人员队伍。为此,编写了《火电厂锅炉检修工艺》这本书。

本书着重于钳工操作基本功的训练。全书共分十八章,主要介绍了几个主要类型锅炉的构造和基本工作原理及常见故障的原因分析,检修工作中常用量具、工具的构造和正确的使用与维修方法,金属材料的基础知识和钢件的焊接、淬火、退火、正火的操作方法,刮研、钻孔、锯割、凿削、攻丝、矫正与直轴、转体找静、动平衡方法,机械设备拆装工艺和锅炉本体及其辅助设备的检修工艺。本书内容力求实用,通俗易懂,可作为锅炉检修专业在职工人培训、中专学生的教材和大专生下厂实习的指导教材,也可作为锅炉检修专业技术人员的参考用书。

本书在编写过程中,参考了一些专著、教材和期刊,并从中引用了一些观点和数据及图表,在此表示谢意。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在不妥之处,希望读者批评指正。

编者

2008年8月

目录

前言

第一章 锅炉的基本工作原理、型号和主要设备简介	1
第一节 锅炉的基本工作原理	1
第二节 锅炉的分类和型号	2
第三节 高压锅炉汽包的构造与工作原理	7
第四节 水冷壁管的结构与工作原理	11
第五节 过热器和再热器的形式与结构	16
第六节 省煤器和空气预热器	21
第七节 锅炉受热面常见故障的原因分析	27
第二章 金属材料热处理的基本知识	36
第一节 钢铁材料的分类与机械性能	36
第二节 金属的晶体结构与结晶	39
第三节 铁碳合金基本组织结构及性能	42
第四节 铁碳合金状态图	45
第五节 钢在加热与冷却时的组织转变	50
第六节 钢的退火、正火选用温度及控制	55
第七节 钢的淬火、回火与操作实例	60
第八节 钢的表面淬火与渗碳、渗氮处理	66
第九节 焊接接头热影响区的基本组织	69
第十节 金属材料的氢脆与冷脆	70
第三章 主要量具和工具的结构与操作	74
第一节 主要量具的结构与使用	74
第二节 铰、锯的结构与操作方法	82
第三节 锉刀与锉削操作方法	87
第四节 刮刀与刮削操作方法	93
第五节 钻头结构、刃磨与钻孔操作方法	101
第六节 丝锥结构、刃磨与攻、套丝操作方法	110
第四章 机械设备拆卸组装工艺	119
第一节 机械设备拆装原则	119
第二节 螺栓的连接与拆装	120

第三节 轴上过盈连接件的装配与拆卸	124
第四节 键、销连接装配与取出	131
第五节 三角皮带传动装置检修	133
第六节 齿轮传动机构的装配与检修	138
第七节 联轴器检修	143
第五章 滑动轴承检修	147
第一节 滑动轴承基本工作原理	147
第二节 滑动轴承检修	151
第三节 轴瓦刮研	154
第四节 轴瓦间隙与紧力测量	158
第六章 滚动轴承检修	161
第一节 滚动轴承分类及代号	161
第二节 滚动轴承轴向固定与配合	167
第三节 滚动轴承游隙测量、调整与轴承损坏原因分析	170
第四节 滚动轴承的安装与拆卸	173
第七章 矫正、直轴与晃动测量	176
第一节 矫正	176
第二节 轴的校直	179
第三节 晃动与瓢偏测量	185
第八章 联轴器找中心	188
第一节 概述	188
第二节 找中心的方法及步骤	190
第三节 简易找中心与立式转动设备找中心	197
第九章 转子找动平衡	199
第一节 概述	199
第二节 旋转体找静平衡	200
第三节 旋转体找动平衡	204
第十章 高温合金钢螺栓的拆装及检修	208
第一节 螺栓紧力的确定	208
第二节 高温合金钢螺栓的拆装与修理	214
第十一章 管道检修	219
第一节 低压管道的选取、安装与维修	219
第二节 高温、高压管道的检修	225
第三节 管道支吊架的分类与维修	229
第四节 管道金属监督及高温高压管道检修的特殊要求	232

第十二章	阀门检修	236
第一节	阀门的分类与系统拆分和组装	236
第二节	闸阀检修	238
第三节	高压截止阀检修	242
第四节	阀门密封面研磨的磨具与水压试验	245
第十三章	锅炉检修常用材料	248
第一节	研磨材料和盘根填料	248
第二节	垫子材料	250
第三节	炉墙保温材料	251
第十四章	检修用钢管的配制	258
第一节	管子配制前的检查	258
第二节	管子焊接	259
第三节	锅炉常用钢材的焊接特点	263
第四节	弯管工艺	268
第五节	蛇形管排的组合和水压试验	278
第十五章	锅炉本体的检修	280
第一节	锅炉受热面的清扫和炉膛清焦	280
第二节	汽包的检修	282
第三节	水冷壁的检修	286
第四节	过热器、再热器及减温器的检修	288
第五节	省煤器的检修	292
第六节	空气预热器的检修	294
第七节	安全阀的检修	301
第十六章	炉墙与构架的检修	306
第一节	概述	306
第二节	炉墙结构和检修	308
第三节	液态排渣炉的炉底检修	312
第四节	防爆门与人孔门的检修	316
第五节	管道和设备的保温	318
第六节	锅炉的构架检修	325
第十七章	风机检修	326
第一节	离心式风机检修	326
第二节	轴流式风机检修	331
第十八章	锅炉制粉系统设备检修	336
第一节	制粉系统	336

第二节 给煤机	338
第三节 给粉机	341
第四节 煤粉管道及粗粉分离器、旋风分离器和锁气器	344
第五节 磨煤机	347
参考文献	365

.....	第三十章
.....	第一节
.....	第二节
.....	第三节
.....	第四十章
.....	第一节
.....	第二节
.....	第三节
.....	第四节
.....	第五节
.....	第五十章
.....	第一节
.....	第二节
.....	第三节
.....	第四节
.....	第五节
.....	第六节
.....	第七节
.....	第六十章
.....	第一节
.....	第二节
.....	第三节
.....	第四节
.....	第五节
.....	第六节
.....	第七节
.....	第七十章
.....	第一节
.....	第二节
.....	第七十章
.....	第一节

第一章

锅炉的基本工作原理、型号和主要设备简介 >>>

锅炉是把燃料的化学能转化为蒸汽热能的设备，是火力发电厂三大主机之一。本章主要介绍锅炉的基本工作原理、型号和主要设备。

第一节 锅炉的基本工作原理

火电厂的锅炉设备，是由锅炉本体和辅助设备构成的。锅炉本体主要包括燃烧器、炉膛、布有受热面的烟道、汽包、下降管、水冷壁、过热器、省煤器和空气预热器等。辅助设备包括送风机、引风机、给煤机、磨煤机、排粉机、除尘器和烟囱等。

燃煤粉的电站自然循环锅炉，如图 1-1 所示，其工作过程为，由输煤皮带运来的煤落入煤斗 13 中，经给煤机 14 送入磨煤机 15，磨制成煤粉后，由热风管 12 来的热风送入粗粉分离器 16，在粗粉分离器中把不合格的粗煤粉分离出来，沿回粉管 28 再返回磨煤机重新磨制。合格的细煤粉则沿管道送往细粉分离器 17 进行气粉分离，分离出的煤粉送入煤粉仓 18 并通过给粉机 19 按锅炉燃烧的需要送入一次风管 21 中。在细粉分离器中分离出的气体被排粉机 20 抽出，通过一次风管 21 将细煤粉送至燃烧器 22，并吹入炉膛 23 中燃烧。二次风自

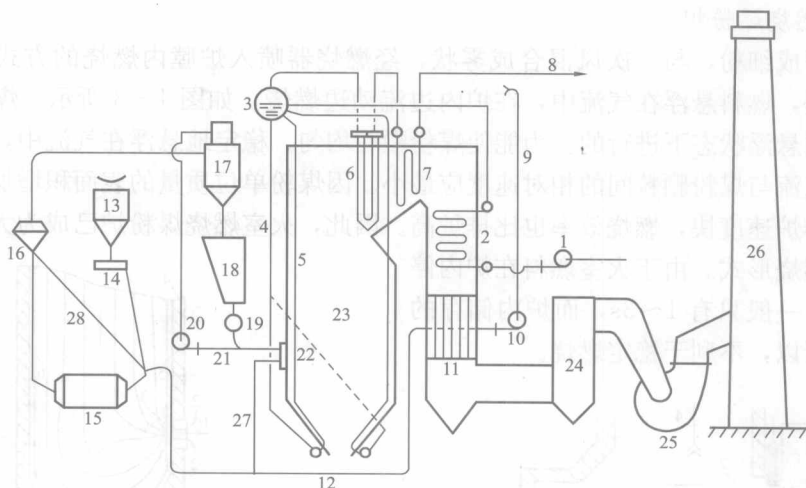


图 1-1 电站锅炉构成及工作过程示意图

- 1—给水泵；2—省煤器；3—汽包；4—下降管；5—水冷壁；6—屏式过热器；7—对流过热器；8—主蒸汽管道；
9—送风机抽风管；10—送风机；11—空气预热器；12—热风管；13—煤斗；14—给煤机；15—磨煤机；
16—粗粉分离器；17—细粉分离器；18—煤粉仓；19—给粉机；20—排粉机；21—一次风管；
22—燃烧器；23—炉膛；24—除尘器；25—引风机；26—烟囱；27—二次风管；28—回粉管

二次风管 27 经燃烧器与一次风同时吹入炉膛助燃。燃烧后的烟气经水平烟道、垂直烟道、除尘器 24 和引风机 25，由烟囱 26 排入大气。冷风由抽风管 9、送风机 10、经空气预热器 11 加热后，由热风管 12 分别送入炉膛和制粉系统。

以上所述的煤、风、烟系统，称为锅炉的燃烧系统，即一般说的“炉”。给水由给水泵 1 升压后，经省煤器 2 加热后送入汽包 3，进行汽水分离。未蒸发的给水由下降管 4 送入水冷壁管 5 继续加热后，再回至汽包内进行汽水分离，未蒸发的水继续沿下降管循环加热。在汽包内分离出的蒸汽经屏式过热器 6 和对流过热器 7 加热升温后，由主蒸汽管道 8 送入至汽轮机做功。对上述汽水系统，一般称为“锅”。炉的任务是尽可能地有效放热，锅的任务是尽量把炉放出的热量有效地吸收。锅和炉组成了一个完整的能量转换系统。

第二节 锅炉的分类和型号

锅炉的分类方法很多，主要有如下几种。

一、按燃烧方式分

1. 层燃炉

层燃炉一般是指固定炉排和链条炉排锅炉，是一种老式固体燃料炉。层燃是将煤均布在格栅的炉排上，形成一均匀的燃烧层，空气以较低的速度自下而上通过煤层，使其燃烧，如图 1-2 所示。由于燃料颗粒不进行专门处理，所以，其燃料粒度大小不均，使燃烧速度较慢。由于风速受细煤粒的制约不能太高，因而燃烧强度较差，其燃料利用效率也较低，并且要求燃用优质煤，完全实现机械化的燃烧流程难度较大。所以，层燃方式不适于大型锅炉，一般只用于小型的供热炉。

2. 火室燃烧煤粉炉

将燃煤磨成细粉，与一次风混合成雾状，经燃烧器喷入炉膛内燃烧的方式称为火室燃烧，其特点是，燃料悬浮在气流中，在炉内边流动边燃烧，如图 1-3 所示。煤粉燃烧的全过程是在炉内悬浮状态下进行的。为能使煤粉颗粒均匀、稳定地悬浮在气流中，而不被分离出来，要求气流与煤粉颗粒间的相对速度应最小。因煤粉单位质量的表面积增加很大，使其燃烧速度比排炉速度快，燃烧效率也比排炉高。因此，火室燃烧煤粉炉已成为大型电厂锅炉的主要燃烧形式。由于火室燃料在炉内停留时间较短，一般只有 1~3s，而炉内储存的燃料又少，所以，不利于稳定燃烧。

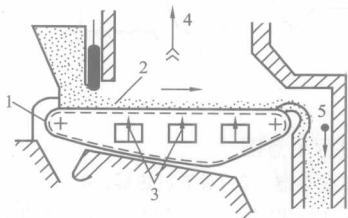


图 1-2 火床燃烧方式示意图

1—炉排；2—燃料；3—空气；4—烟气；5—灰渣

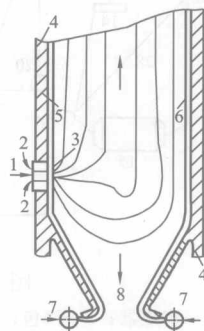


图 1-3 火室燃烧煤粉炉示意图

1—一次风；2—二次风；3—燃烧器；4—炉墙；
5、6—前、后水冷壁；7—下联箱；8—灰渣落入冷灰斗

3. 旋风炉

燃料和空气在高温风筒内高速旋转，部分燃料颗粒甩向筒壁液态渣膜上而进行的燃烧，称为旋风燃烧。旋风燃烧是由一次风携带煤粉，高速进入旋风筒中，在切向引入的高速二次风作用下，做加速旋转运动，同时在炉内进行燃烧。部分粗粉在离心力的作用下被甩至筒壁上，细粉被气流携带进行悬浮燃烧。由于炉温较高，灰渣在筒壁上形成液态渣膜。被离心力抛出的粗粉黏附在渣膜上，一方面随渣膜缓慢流动，同时又受到高速旋转气流的冲刷而进行强烈燃烧。经高温燃烧后的炉渣，大部分以液态形式由排渣管排入冷却室。图 1-4 所示为旋风炉结构示意图。

旋风燃烧的特点如下：

(1) 燃料的粒度不大 ($d < 5\text{mm}$)，而气流与燃料的相对速度较大，炉温较高，燃烧速度比火床燃烧和火室燃烧快。

(2) 煤粉颗粒越大，在炉内循环次数越多或附在渣膜上流动越缓慢，则在炉内停留的时间就越长，燃烧就越充分。

(3) 炉内燃料储存量和燃烧稳定性，介于火床燃烧与火室燃烧之间。旋风炉主要型式有立式和卧式两种，它与固态排渣煤粉炉相比，主要有如下特点：

1) 炉内燃烧强烈，炉腔容积相应减小；大量熔渣以液态形式排出，减少了烟气中的飞灰量；可提高烟速，加强对流传热，使对流受热面积减小。因此，锅炉结构紧凑，并可简化除尘设备。

2) 燃用煤粉较粗，可简化制粉系统并降低制粉电耗。

3) 熔渣的流动性受燃料灰渣的熔融特性及锅炉负荷影响较大，因此，对燃料品种及负荷调节范围有一定的限制。

4) 高温燃烧使有害气体 NO_x 的排放量增大，造成空气污染。此外，高速二次风的压头高，使风机耗电量增大。

目前，我国只在煤种灰的软化温度比较低，或燃用劣质煤时要求较高的燃烧强度，或灰渣综合利用要求较高的捕灰率时，才考虑采用旋风炉。

4. 循环流化床锅炉

流化床燃烧是介于层燃（排炉）与悬浮燃烧（粉炉）之间的燃烧方式。它是将煤破碎到一定的粒度（一般为 $1\sim 8\text{mm}$ ），并均匀地分布在炉的布风板上而进行燃烧的方式。

当风速较低时，煤层在布风板上固定不动，风从煤粒间通过，此时表现为层燃特点。当风速增加到一定值时，布风板上的煤粒将被气流“托起”，使整个煤层具有类似流体的状态或沸腾状态，因此称为流化床或沸腾流化床。由于空气与燃料的密度相差较大，因此气流不是均匀地从固体颗粒间流过，而是形成鼓气泡的形式携带固体燃料离开床面，气泡最初较

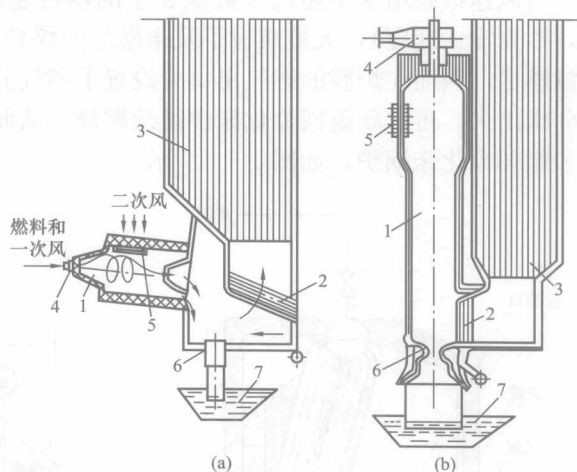


图 1-4 旋风炉结构示意图

(a) 卧式旋风炉；(b) 立式旋风炉

1—旋风筒；2—捕渣管；3—冷却室；4—燃烧器；

5—二次风口；6—排渣口；7—粒化水箱

小,在上升过程中逐渐合并成大气泡。这种大气泡上升和破裂逸出现象称为鼓泡,把以鼓泡方式运行的流化床称为鼓泡床锅炉,如图 1-5 所示。

当风速继续增加至超过多数煤粒子的输送速度时(能满足煤粉稳定悬浮状态的最小流速,称为输送速度),大量灰粒子及未燃尽的煤粒子被气流带出流化床层和炉膛。为将这些煤粒燃尽,因而在炉膛的燃气出口处设置了燃气分离装置,将燃气中携带的未燃尽灰粒子从中分离出来,再重新返回流化床中继续燃烧,从而建立起灰粒的稳定循环燃烧方式,这就形成了循环流化床锅炉,如图 1-6 所示。

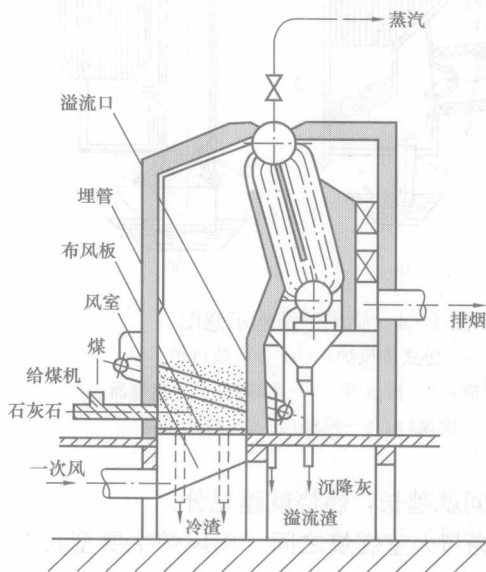


图 1-5 鼓泡流化床锅炉示意图

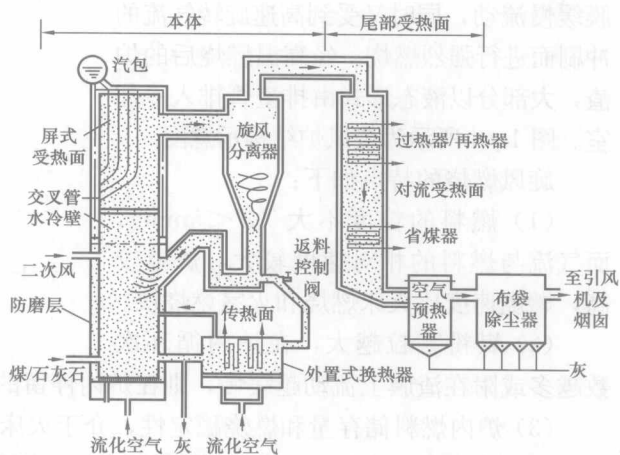


图 1-6 循环流化床锅炉示意图

循环流化床锅炉具有以下优点:

(1) 燃料适应性广、燃烧效率高。它几乎可以燃烧一切种类的燃料,如各种低热值煤和煤矸石、油页岩、炉渣及垃圾焚烧等。

(2) 在燃料燃烧过程中,可直接向炉床内加入石灰石或白云石,使其脱去在燃烧过程中生成的 SO_2 , 可达到 90% 的脱硫效率。同时,在燃烧过程中还能有效地控制 NO_x 的产生,因而是一种清洁的燃烧方式。

(3) 燃烧强度大,可减少炉膛体积。炉床内传热能力强,可节省受热面的金属消耗。

(4) 由于燃烧温度较低,灰渣不会软化和黏结,有利于灰渣的综合利用。

(5) 负荷的调节性能好、幅度大,其调节范围为 100%~40%。在低负荷下也能保持稳定燃烧。

因此,循环流化床锅炉是高效、环保、便于综合利用的流化床锅炉,是国家重点研制开发推广的动力设备。

二、按水循环方式分

1. 自然循环锅炉

自然循环汽包锅炉的工作过程,如图 1-7 所示。给水由给水泵升压,经锅炉省煤器加热后,送入汽包,与炉水混合并进行汽水分离。汽包内的炉水,顺下降管进入下联箱,并转

至由上升管组成的蒸发受热面（水冷壁）中，加热成饱和状态下的汽水混合物，再自然回升至汽包中。

由图 1-7 可知，给水在省煤器中的流动，是由给水泵的压力供给的动力；蒸汽在过热器中的流动，是依靠汽包与过热器间的压差形成的动力；炉水在蒸发受热面（水冷壁）中的流动，则是由炉水在下降管与上升管中的温度差而产生的重度差，所形成的压力差推动下，进行的自然环流动，如图 1-8 所示。

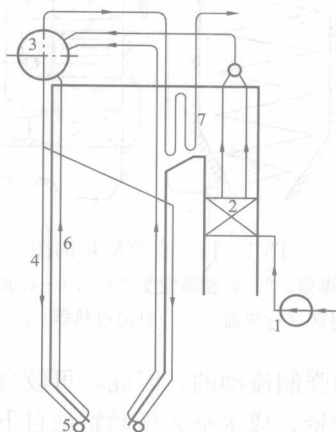


图 1-7 自然循环汽包锅炉的工作过程

1—给水泵；2—省煤器；3—汽包；
4—下降管；5—下联箱；6—上升管；7—过热器

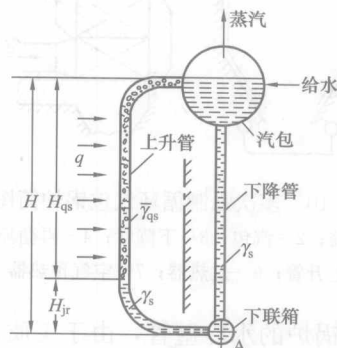


图 1-8 自然循环汽包锅炉蒸发部分基本回路

H —上升管总高度； H_{qs} —含汽段高度；
 H_{jr} —加热段高度； γ_s —水重度（ $\approx \gamma'$ ）；
 γ_{qs} —含汽段汽水混合物平衡重度

2. 多次强制循环汽包锅炉

强制循环汽包锅炉，是在自然循环锅炉的基础上发展起来的。强制循环锅炉与自然循环锅炉的主要区别是，在蒸发受热面的下降管系统中，装有若干台再循环水泵，来保证蒸发受热面的水循环。

由水和蒸汽的性质可知，随着压力的升高，饱和状态下水与汽的重度差（ $\gamma' - \gamma''$ ）越小，如图 1-9 所示。因此，在其他条件相同的情况下，随着锅炉工作压力的升高，炉水在蒸发受热面的自然循环就越加困难。当压力达到临界压力（ $p_{cr} = 22.064 \text{ MPa}$ ）时，汽和水的重度已相等，其重度差等于零，锅炉的自然循环就失去了动力。因此，当锅炉的工作压力升至 16 MPa 以上时，一般都采用循环泵进行强制再循环，如图 1-10 所示。

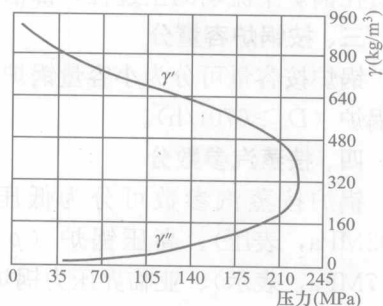


图 1-9 不同压力下水和蒸汽的重度变化

3. 直流锅炉

当锅炉工作压力升至超高压和超临界压力时，饱和水与汽的重度趋于一致，炉内的自然循环条件被破坏，此时水在锅炉中的加热、蒸发，过热流动的全过程，均为给水泵压力作用下进行的强制流动，因此称此运行方式的锅炉为直流锅炉，如图 1-11 所示。直流锅炉的工作压力不受限制，工质在锅炉内的流动较稳定。

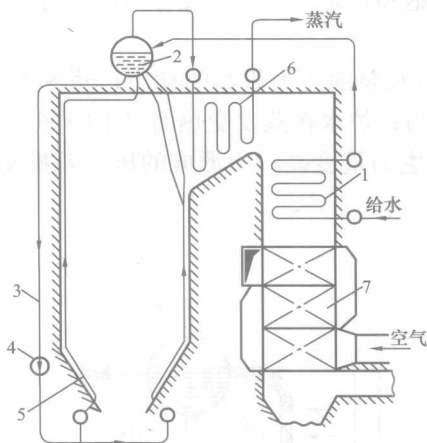


图 1-10 多次强制循环汽包锅炉简图

1—省煤器；2—汽包；3—下降管；4—再循环泵；
5—上升管；6—过热器；7—空气预热器

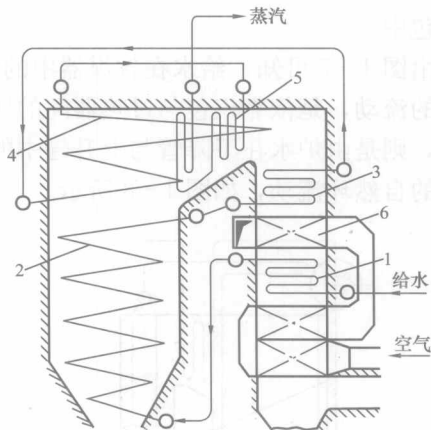


图 1-11 直流锅炉简图

1—省煤器；2—炉膛蒸发受热面；3—对流过渡区；
4—上辐射区（过热器）；5—对流过热器；6—空气预热器

直流锅炉的水冷壁管，由于工质是靠给水泵压力做强制流动的，因此，可较自由的布置成各种形式，一般多布置成由许多根平行管子组成的管带，成水平或微倾斜地自下向上沿炉膛四壁盘旋上升，如图 1-11 所示。

自然循环汽包锅炉的水冷壁管，为了产生水循环所必需的运动压头，减小循环流动阻力，总是布置成垂直管屏。

随着热力发电厂对大机组、高参数锅炉的推广应用，直流锅炉将被广泛采用。直流锅炉的主要优点：适用于任何超高压和超临界的工作压力。

直流锅炉没有汽包，不能通过排污的方式改善炉内的水质，因而对给水的品质要求高。工质在锅炉中流动的全过程，都依靠给水泵供给能量，因此，给水泵的耗电量较大。

三、按锅炉容量分

锅炉按容量可分为小容量锅炉（ $D_e < 220 \text{ t/h}$ ）、中容量锅炉（ $D_e = 220 \sim 410 \text{ t/h}$ ）、大容量锅炉（ $D_e \geq 670 \text{ t/h}$ ）。

四、按蒸汽参数分

锅炉按蒸汽参数可分为低压锅炉（ $p \leq 2.45 \text{ MPa}$ ，表压）、中压锅炉（ $p = 2.94 \sim 4.92 \text{ MPa}$ ，表压）、高压锅炉（ $p = 7.84 \sim 10.8 \text{ MPa}$ ，表压）、超高压锅炉（ $p = 11.8 \sim 14.7 \text{ MPa}$ ，表压）、亚临界压力锅炉（ $p = 15.7 \sim 19.6 \text{ MPa}$ ，表压）和超临界压力锅炉（ $p \geq 22.1 \text{ MPa}$ ，表压）等。

五、按燃煤炉的排渣方式分

锅炉按排渣方式可分为固态排渣锅炉和液态排渣锅炉。

锅炉的型号常用下列形式表示：

制造厂家—锅炉容量/过热蒸汽压力—过热蒸汽温度/再热蒸汽温度—锅炉设计序号。例如，DG-670/13.7-540/540-8 型，即表示东方锅炉厂制造的 670t/h 锅炉，过热蒸汽压力为 13.73MPa、过热蒸汽温度为 540℃、再热蒸汽温度也是 540℃，8 表示该厂这类型号（容量、压力、温度）锅炉的设计序号。

第三节 高压锅炉汽包的构造与工作原理

一、汽包的主要作用

(1) 接受由省煤器来的给水、向过热器输送饱和蒸汽，同时它与水冷壁下降管和上升管相连接，组成锅炉水的自然循环系统，如图 1-12 所示。因此，汽包是加热、蒸发、过热三个过程的连接分界点。

(2) 汽包中有一定的储水量，因而具有一定的储热能力，当锅炉负荷变化时，可以延缓汽压变化速度，增强热力系统工况的稳定性。汽包容量越大，其稳定性越强。

(3) 汽包内部装有汽水分离装置、蒸汽清洗装置、分段蒸发和排污及化学加药装置等，以改善蒸汽品质，提高锅炉和汽包的安全、经济水平，如图 1-13 所示。

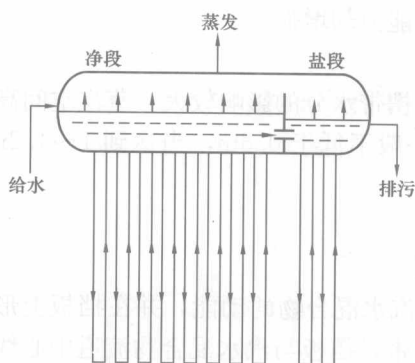


图 1-12 汽包与系统连接

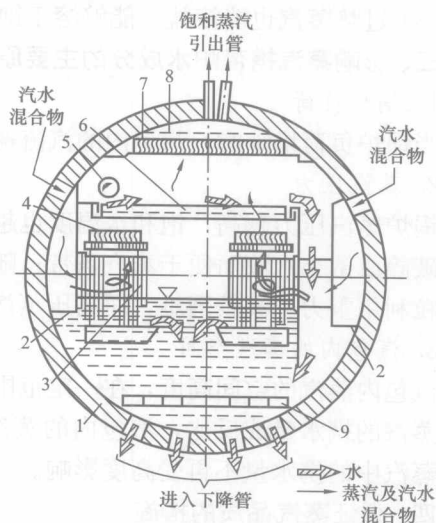


图 1-13 高压锅炉汽包内部装置

1—汽包；2—汽水混合物汇流箱；3—旋风分离器；
4—旋风分离器顶帽；5—给水管；6—水层式清洗装置；7—波形板分离器；8—蒸汽孔板；9—下降管入口消漩栅格

(4) 汽包上装有压力表、水位计和安全阀，以保护锅炉运行安全。

二、蒸汽含盐类的原因分析

锅炉给水虽进行了水处理，但仍含有少量盐分。给水在汽包内经多次蒸发分离后，盐分大部分浓缩滞留在汽包的炉水中，炉水中的含盐浓度比给水中含盐的浓度大许多倍。当炉水在汽包内经强烈蒸发产生的饱和蒸汽，以高速由汽包引出时，必然要含有一部分炉水微粒，从而使饱和蒸汽含盐分，这是中、低压锅炉饱和蒸汽中含盐的主要原因，通常称为蒸汽的机械携带。高压及以上的锅炉，饱和蒸汽中含盐分除机械携带外，盐类还能直接溶入高压蒸汽中。盐类能溶入高压蒸汽的现象，称为溶解携带。因此，高压锅炉的蒸汽含盐量为机械携带与溶解携带之和。可见，蒸汽中的机械携带与溶解携带含盐量，既取决于蒸汽湿度及炉水含盐量，又取决于锅炉蒸汽压力的大小。

盐类溶入蒸汽中，具有以下特点：

(1) 蒸汽的溶盐能力随着压力升高而增强。

(2) 蒸汽的溶盐能力具有选择性，不同的盐类在蒸汽中的溶解能力差异很大。蒸汽的溶盐能力的大小，一般分为三类：

第一类为硅酸 (SiO_2)，是高压蒸汽含盐类的主成分，也是高压蒸汽受溶盐污染的主要原因。

第二类为氯化钠 (NaCl)、氯化钙 (CaCl_2) 和氢氧化钠 (NaOH)。当蒸汽压力超过 14MPa 时，对以上盐类的溶解也不可忽视。

第三类为硫酸钠 (Na_2SO_4)、硅酸钠 (Na_2SiO_3) 和磷酸钠 (Na_3PO_4)，它们是一些难溶于蒸汽的盐。

(3) 过热蒸汽也能溶盐，能够溶于饱和蒸汽的盐，也都能溶于过热蒸汽中。

三、影响蒸汽携带炉水成分的主要原因

1. 锅炉负荷

当锅炉负荷增加时，汽包内的汽流速度增大，因而饱和蒸汽中的携水能力增强。

2. 蒸汽压力

锅炉蒸汽压力越高，饱和水温度也越高，从而使炉水的表面张力减小，汽包内产生的汽泡易破碎成微小水滴而便于蒸汽携带；随着蒸汽压力升高，水与汽的密度差减小，蒸汽中所含水粒利用重力分离较困难，而高压蒸汽卷吸水滴的能力却增强。

3. 汽包内的蒸汽空间

汽包内蒸汽的空间高度，在一定范围内对蒸汽中携带水分的影响较大。蒸汽空间高度与饱和蒸汽的携水量成反比，汽包内的蒸汽空间高度一般不低于 0.6m，当达到 1~1.2m 时，饱和蒸汽中的携水量不再受高度影响。

四、保证蒸汽品质的措施

1. 采用汽水分离装置减少饱和蒸汽携含炉水成分

(1) 在汽包的汽水混合物入口空间设挡板，消除汽水混合物的动能，并在挡板上形成水膜，以利于汽水分离。为避免水膜被饱和蒸汽二次携带，挡板与汽水混合物流道中心线的夹角不应超过 45° 。挡板汽流出口速度不能太高，中压锅炉为 1~1.5m/s，高压锅炉应小于 1m/s。挡板与汽包进口的距离不应小于两倍的管径，如图 1-14 所示。

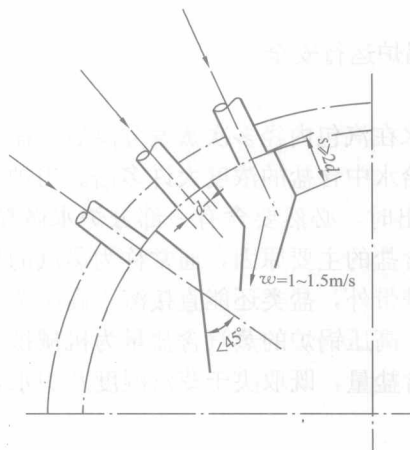


图 1-14 汽包进口挡板

(2) 在汽包内设旋风分离器。旋风分离器由筒体、筒底与顶帽三部分组成，如图 1-15 所示。汽水混合物切向进入筒体并产生旋转，在离心力作用下，大部分炉水被抛向筒壁而顺壁下流至汽包的水空间。饱和蒸汽在筒体中旋转上升，因流速不均而携带着水滴，因而在筒体上部加设波形板顶帽，其作用是增加阻力均衡流速，进一步分离蒸汽中所含水分。旋风分离器的分离效果取决于汽水混合物的进口流速，流速越高，离心分离效果越好，但分离器的流动阻力也随之增大，从而给水循环带来不利影响。一般，中压锅炉推荐流速为 5~8m/s，高压、超高压锅炉为 4~6m/s。