

大型火电厂生产技术人员培训系列教材

火电厂锅炉设备及运行

樊泉桂 魏铁铮 王军 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

大型火电厂生产技术人员培训系列教材

火电厂锅炉设备及运行

樊泉桂 魏铁铮 王军 编著

中国电力出版社
www.cepp.com.cn



内 容 简 介

本书以 300MW 和 600MW 级燃煤锅炉为主, 全面、系统地阐述了电站锅炉的主要系统、工作原理及运行特性。具体内容包括: 大容量火电厂锅炉的典型布置; 新型燃烧技术及燃烧基础理论; 汽温调节; 燃烧调节; 蒸汽品质控制; 自然循环锅炉和直流锅炉蒸发受热面的水动力与传热特性; 受热面的安全运行及事故处理; 锅炉机组的启动和停运。

本书作为大型火电厂生产技术人员岗位培训教材, 适用于火电厂运行值班长、工程技术人员集中培训或自学, 也可作为高等学校热动力专业的教学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

火电厂锅炉设备及运行/樊泉桂等编著. —北京: 中国电力出版社, 2001

大型火电厂生产技术人员培训系列教材

ISBN 7-5083-0571-X

I. 火… II. 樊… III. ①火电厂-锅炉-技术培训-教材②火电厂-锅炉运行-技术培训-教材

IV. TM621.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 14018 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>)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2001 年 7 月第一版 2001 年 7 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 19 印张 426 千字

印数 0001—5000 册 定价 36.00 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)

序 言

随着科学技术的迅速发展,新技术、新材料、新工艺不断涌现并得到应用。电力生产是技术高度密集型产业,伴随科学技术及电力工业的发展,现代化电力生产也朝着“大容量、高参数、高自动化”的方向快速发展。快速发展的电力技术对电力生产技术人员和管理人员提出了更高的要求,迅速提高生产技术人员素质及观念,更新知识,已经成为当前电力生产的重要任务。

在职教育是提高劳动者素质的重要途径,高等学校发挥自身的人才优势,开展在职教育是现代高等教育发展的一大趋势。华北电力大学动力工程系经过十多年的努力与探索,在开展在职教育为电力生产企业培训高层次技术人才方面,取得了一定成绩,积累了丰富的实践经验。为满足电力生产企业培训及电力生产技术人员学习新技术、新知识的需要,华北电力大学动力工程系组织具有十多年为电力生产企业培训技术人员经验的教师,编写了这套《大型火电厂生产技术人员培训系列教材》。本套教材首批共7种:《火电厂锅炉设备及运行》、《火电厂汽机设备及运行》、《火电厂电气设备及运行》、《火电厂过程控制》、《火电厂开关量控制技术及应用》、《汽轮机控制、监视和保护》、《计算机控制系统及其在电厂中的应用》。

本套培训教材的特点:

- 一、力求反映当前电力生产的新知识、新技术。
- 二、力求理论结合实际,明确理论在生产过程、生产设备及系统中的作用。
- 三、注重解决生产过程中的实际问题。

本套教材可供电力生产企业培训生产技术人员使用,也可其他相关工程技术人员学习、参考。

这套教材的出版是编作者多年培训教学实践的积累,但不可避免地会存在一些问题和不足,热切地广大读者给予批评指正。

《大型火电厂生产技术人员培训系列教材》编委会

2000年7月

前 言

本书是在多年的单元机组值长培训和技术岗位培训教学的基础上，根据电站锅炉机组运行专业技术的实际需要编写的。主要选材对象是亚临界参数300MW和600MW级锅炉以及部分型式的直流锅炉。在基础理论方面，注意了国内外锅炉专业科学技术研究的新内容和新理论。

本书面向的主要对象是具有一定电厂运行实践经验的技术人员。编写本书既要注意使非锅炉专业技术的人员尽快地掌握必要的锅炉专业理论知识，还要注意使已经从事锅炉专业技术的人员在理论与实践的结合和提高方面有更多的收获。因此，注意加强内容的深度和广度，注意专业理论的系统性、科学性和完整性，注意语言的通俗易懂性和鲜明性，力求理论概念的阐述清晰透彻，自然地构成了本书的主要特点。

本书由华北电力大学樊泉桂教授、魏铁铮教授、王军副教授编写，全书由樊泉桂统稿。樊泉桂编写前言和第一、四、五、十一章及第八章的第一节至第五节；魏铁铮编写第六、七、十二、十三章及第八章的第六、七节；王军编写第二、三、九、十、十四章。

华北电力科学研究院高级工程师徐元载审阅了本书的全部内容，提出了许多建设性的意见和建议，在此表示谢意。

由于作者的知识水平和实践经验有限，书中可能出现错误和不足。希望读者提出意见或建议。

作者

2000年10月

目 录

序言

前言

第一章 火电厂锅炉综述	1
第一节 火电厂锅炉的类型	1
第二节 自然循环锅炉	2
第三节 控制循环锅炉	9
第四节 直流锅炉	12
第五节 低倍率循环锅炉	18
第二章 燃料及其燃烧特性	20
第一节 火电厂锅炉燃料的分类	20
第二节 煤的元素分析和工业分析	20
第三节 煤的燃烧特性分析	24
第四节 我国动力用煤的燃烧特性	28
第五节 煤变的结渣和积灰特性	31
第六节 燃油和燃气的特性	37
第三章 燃烧氧量控制和锅炉热效率	40
第一节 燃烧所需空气量	40
第二节 燃烧产物的计算	43
第三节 烟气成分和燃烧氧量控制	47
第四节 锅炉机组的热平衡	51
第四章 燃烧理论基础	58
第一节 炉内燃烧过程的主要问题	58
第二节 燃烧过程的基础理论	61
第三节 煤粉的着火过程	68
第五章 燃烧设备及运行	70
第一节 直流煤粉燃烧器	70
第二节 旋流式燃烧器	84

第三节	煤粉炉炉膛	92
第四节	煤粉气流的着火燃烧	98
第五节	新型煤粉燃烧技术	101
第六节	W 火焰燃烧技术	103
第七节	油燃烧器	107
第六章	制粉设备及运行	111
第一节	制粉系统综述	111
第二节	磨煤机	115
第三节	给煤机和给粉机	122
第四节	煤粉分离器	128
第五节	煤粉的主要特性	129
第六节	制粉系统的经济运行	132
第七章	过热器和再热器的运行	136
第一节	过热器的运行特点	136
第二节	过热器的系统布置	136
第三节	过热器的热偏差	140
第四节	汽温变化特性	144
第五节	运行中影响汽温变化的因素	145
第六节	再热器的运行特点	147
第七节	过热汽温和再热汽温的调节方法及特点	148
第八章	自然循环蒸发系统的安全运行	152
第一节	自然循环原理与基本概念	152
第二节	自然循环锅炉水冷壁的安全运行	153
第三节	蒸发管内的汽液两相流型及传热	155
第四节	汽液两相流体的流动阻力、重位压降及流动参数	158
第五节	水循环特性曲线和全特性曲线	162
第六节	汽包的工作过程	166
第七节	水冷壁的高温腐蚀	173
第九章	省煤器及给水系统	177
第一节	省煤器的作用及类型	177
第二节	省煤器的磨损	180
第三节	省煤器的积灰	185
第四节	省煤器的启动保护	187
第五节	锅炉给水系统	189
第十章	空气预热器及其运行	191
第一节	空气预热器的型式	191

第二节	回转式空气预热器的漏风对策	196
第三节	空气预热器的低温腐蚀及对策	201
第四节	空气预热器的堵灰及对策	206
第十一章	强制流动锅炉的水动力特性及运行	209
第一节	直流锅炉的工作原理及水冷壁型式	209
第二节	直流锅炉的水动力多值性	210
第三节	蒸发管的脉动性流动	217
第四节	超临界压力锅炉水冷壁管内传热	219
第五节	低倍率和复合循环锅炉及其水动力特性	221
第六节	控制循环锅炉及其水动力特性	225
第七节	直流锅炉的启动系统	226
第十二章	锅炉水处理及蒸汽品质	231
第一节	火电厂锅炉的水汽品质	231
第二节	亚临界参数锅炉的给水处理	233
第三节	亚临界参数锅炉的蒸汽品质控制	236
第四节	直流锅炉的给水处理	238
第五节	机组启动和停运的化学处理	243
第十三章	锅炉机组的运行调节	247
第一节	燃烧调节	247
第二节	给水调节	255
第三节	燃烧系统和汽水系统的动态特性	257
第四节	直流锅炉的运行调节	261
第五节	汽包锅炉的启动和停运	263
第十四章	锅炉机组的运行故障及防止	282
第一节	制粉系统的自燃与爆炸	282
第二节	炉膛内爆和外爆	285
第三节	尾部烟道的再燃烧	289
第四节	四管泄漏和爆管	290
第五节	锅炉满水和缺水	292

火电厂锅炉综述

第一节 火电厂锅炉的类型

80年代以来,我国建设了一批以燃煤为主的亚临界与超临界参数大容量发电机组。各种类型的300、350、500、600、800MW级亚临界与超临界参数锅炉机组相继投入运行。

一、火电厂锅炉的容量和参数

亚临界压力自然循环及控制循环锅炉的容量和参数见表1-1。

表 1-1 亚临界压力自然循环及控制循环锅炉的容量和参数

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 (MCR)	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 (°C)	540	541	540	540.6	540.6
再热蒸汽温度 (°C)	330/540	322/541	316/540	313.0/540.6	313.3/540.6
给水温度 (°C)	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
制造厂	东方锅炉	上海锅炉	北京 B&W	加拿大 B&W	哈尔滨锅炉

直流锅炉及低倍率循环锅炉的容量和参数如表1-2所示。

表 1-2 亚临界与超临界压力直流锅炉及低倍率循环锅炉的容量和参数

机组功率 (MW)	600	500	800	300	500
过热蒸汽流量 (MCR)	1900	1650	2650	1025	1650
再热蒸汽流量 (t/h)	1613	1481	2151.5	874.85	1481
过热蒸汽压力 (MPa)	25.4	25.0	25.0	16.72	17.46
再热蒸汽压力 (MPa)	4.77/4.57	4.15/3.9	3.86/3.62	3.57/3.34	4.21/4.0
过热蒸汽温度 (°C)	541	545	545	540	540
再热蒸汽温度 (°C)	338/566	295/545	283/545	323.7/540	333/540
给水温度 (°C)	286	270	277	262	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	四角燃烧	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	螺旋管圈
制造厂	瑞士苏尔寿	俄波多尔斯克	俄塔干罗格	上海锅炉	捷克斯可达

二、火电厂锅炉的类型

从燃烧方式来看，国内现有的 300、600MW 级亚临界参数锅炉主要有三种技术形式：第一种是四角切圆燃烧方式，第二种是对冲燃烧方式，第三种是 W 型火焰燃烧方式。四角燃烧锅炉多数采用摆动式燃烧器调节再热汽温，也可采用烟气挡板和其他调温方式。而对冲燃烧锅炉采用旋流式燃烧器，多数采用烟气挡板调节再热汽温。从循环方式来看，主要有四种形式：自然循环；控制循环；复合循环或低倍率循环方式；纯直流方式。四角燃烧锅炉的循环方式趋于多样化，上述四种形式都占相当数量。而对冲燃烧锅炉，多数采用自然循环方式。从受热面系统布置来看，对于采用摆动式燃烧器调温的锅炉，除了水平烟道和尾部烟道的贴墙管过热器外，烟道中的主受热面系统布置大致上形成了两种形式：一种是过热器和再热器都采用辐射 + 对流式的系统；另一种是过热器采用辐射 + 对流式的系统，再热器采用对流式系统。从锅炉炉型结构看，有倒 U 型布置、塔型布置、W 型火焰炉型布置。从工作参数看，目前发展的主要是亚临界和超临界参数机组。

第二节 自然循环锅炉

一、采用对冲燃烧方式的 300MW 自然循环锅炉

图1-1 是北京巴威公司采用 B&W 技术设计制造的亚临界压力 300MW 锅炉。采用双调风旋流式燃烧器对冲燃烧、自然循环、烟气挡板调温方式。炉膛由膜式水冷壁组成。炉膛的宽度、深度、高度（前后墙水冷壁下联箱到顶棚管中心线的距离）分别为 13350、12300、46400。燃用山西晋中贫煤，炉膛容积热负荷为 $440.2 \times 10^3 \text{kJ}/(\text{m}^3\text{h})$ ，炉膛断面热负荷为 $18.24 \times 10^6 \text{kJ}/(\text{m}^2\text{h})$ 。在炉膛的前后墙各布置三层双调风旋流式燃烧器，每层四只，共 24 只。燃烧器射出的煤粉气流对冲燃烧，形成双“L”形火焰。

水冷壁管总数为 680 根，管子节距为 75mm。管子规格为 $\phi 60\text{mm} \times 7\text{mm}$ 的内螺纹管和 $\phi 60\text{mm} \times 7.5\text{mm}$ 的光管，管子材料为 20G。4 根大直径下降管分别布置在汽包的两端封头下部和汽包底部靠近端头的部位。汽包封头部位的下降管规格为 $\phi 457.2\text{mm} \times 50\text{mm}$ ，汽包底部的下降管规格为 $\phi 533.4\text{mm} \times 55\text{mm}$ 。供水分配管 92 根， $\phi 133\text{mm} \times 16\text{mm}$ ，20G。汽水引出管 124 根， $\phi 133\text{mm} \times 16\text{mm}$ ，20G。

炉膛上部布置屏式过热器，折焰角上部布置高温过热器。水平烟道末端布置高温再热器，尾部竖井由分割墙分成前后两个烟道，前部布置低温再热器，后部布置低温过热器和省煤器。在两个分烟道底部设置烟气挡板，两个烟道在挡板后部又合并在一起，又经两个烟道引入两台回转式空气预热器。

一级过热器布置在尾部竖井烟道的后部，由三个水平管组和一个垂直管组组成。水平管组的管子外径为 $\phi 51\text{mm}$ ，壁厚为 6~8mm，材质为 20G、15CrMo 及部分 12Cr1MoV，三管圈并绕，沿炉宽布置 118 片，管组横向节距为 $S_1 = 112.5\text{mm}$ ，由省煤器管悬吊。垂直布置的出口管组由 $\phi 51\text{mm} \times 8\text{mm}$ ，12Cr1MoV， $S_1 = 225\text{mm}$ 六管圈并绕，沿炉宽布置 8 片，分前后两束布置。

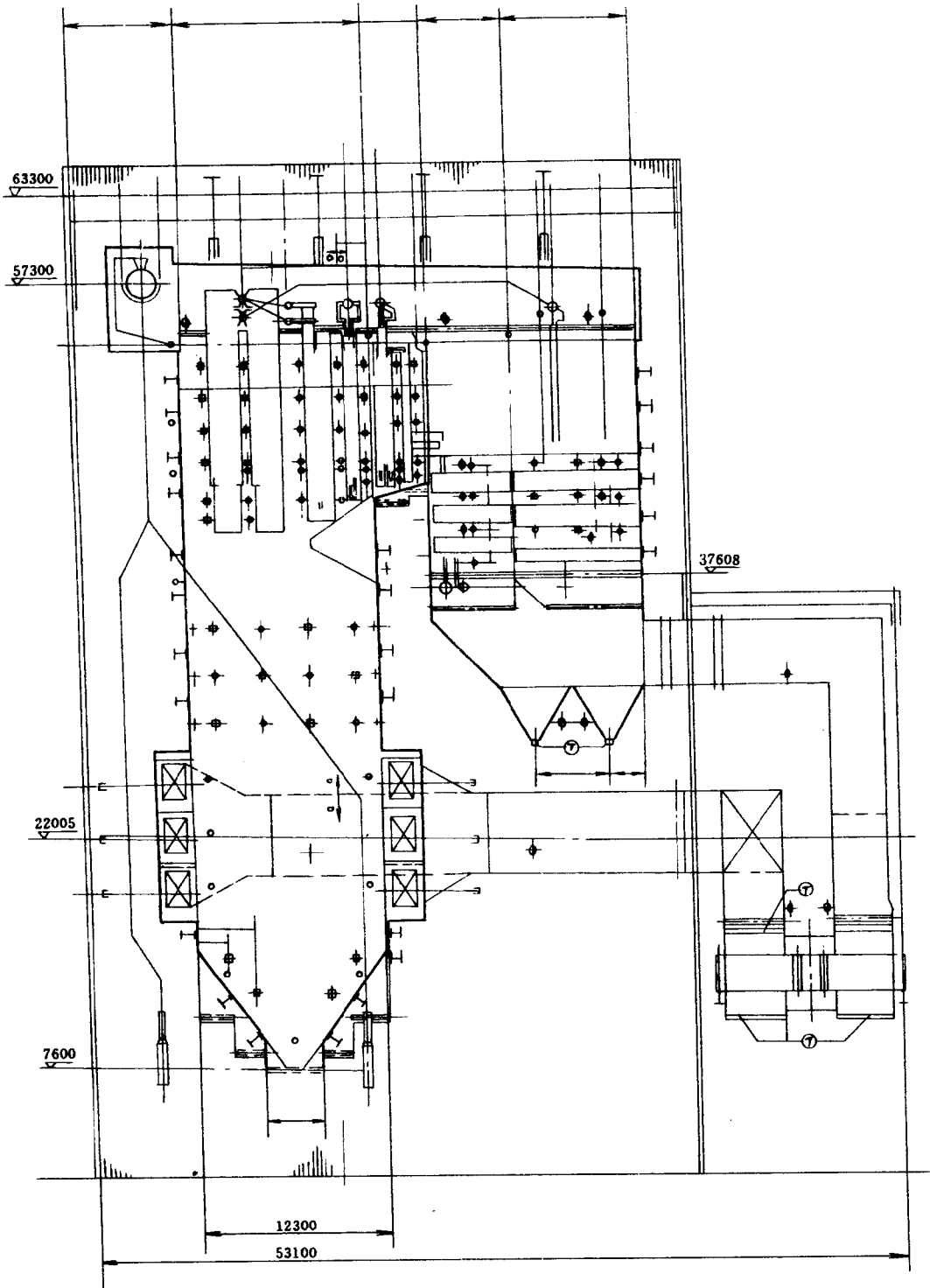


图 1-1 B&W 技术亚临界压力 300MW 锅炉

大屏过热器位于炉膛上部，由外径 $\phi 51\text{mm}$ ，壁厚 $6\sim 9\text{mm}$ ，材质 15CrMo 、 12Cr1MoV 、 12Cr2MoWVTiB 及部分壁厚 7.5mm 的 SA213TP304H 钢管组成，36 管圈并绕， $S_1=1350\text{mm}$ ，分前后两束，沿炉宽布置 8 片。采用大节距布置，可增强受热面的辐射传热能力，并防止相邻管屏搭接渣桥。为保证管屏横向节距，从大屏入口联箱引出两根 $\phi 51\text{mm}$ 的管子伸进炉膛，在管组下部将 8 片屏固定，定位管引出顶棚后直接进入二级过热器出口集箱。

二级过热器布置在折焰角上方，由后屏和高温过热器两个管组组成。后屏管组由管径 $\phi 51\text{mm}$ ，壁厚 $6\sim 9\text{mm}$ ， 15CrMo 、 12Cr1MoV 、 12Cr2MoWVTiB 等材质的钢管组成。14 管组并绕，沿炉宽布置 22 片， $S_1=600\text{mm}$ ，顺流传热。后屏过热器的固定装置是一根从进口联箱引出的 $\phi 51\text{mm}$ 的管子，此管出顶棚后进入二级过热器出口联箱。高温过热器管组由外径 $\phi 51\text{mm}$ ，壁厚 $8\sim 10\text{mm}$ ， 12Cr1MoV 、 12Cr2MoWVTiB 和部分壁厚 7.5mm 的 SA-213TP304H 钢管组成。7 管圈并绕， $S_1=300\text{mm}$ ，出口管束的蒸汽温度较高，为了减少辐射热量，保护高温管束，故将出口管束夹在中间。高温过热器管组沿炉膛宽度布置 22 片。

过热汽温的调节采用两级喷水减温。第一级减温器布置在一级过热器和大屏过热器的连接管道内，二级减温器布置在大屏过热器出口联箱和后屏过热器进口联箱之间。

低温再热器有四个水平管组。由 $\phi 60\text{mm}\times 5\text{mm}$ ，20G 和少量 15CrMo 钢管组成， $S_1=112.5\text{mm}$ ，4 管圈并绕，沿炉宽布置 118 片。过渡管组由 $\phi 60\text{mm}\times 4.5\text{mm}$ 、 15CrMo 钢管组成， $S_1=225\text{mm}$ ，8 管圈并绕，沿炉宽布置 59 片，与垂直布置的高温再热器相连。

高温再热器由直径 $\phi 60\text{mm}$ ，壁厚 $4.5\sim 6\text{mm}$ 的 15CrMo 、 12Cr1MoV 、SA-213T22、 12Cr2MoWVTiB 、SA-213TP304H 钢管组成， $S_1=225\text{mm}$ ，8 管圈并绕，沿炉宽布置 59 片。低温再热器最下方的一组管束与高温再热器烟气进口处的一组对应连接，其余依次连接。

省煤器布置在尾部竖井烟道的一级过热器之后，与烟气流成逆流布置。水平管组由 $\phi 51\text{mm}\times 6\text{mm}$ ，20G 组成， $S_1=112.5\text{mm}$ ，二管圈并绕，沿炉宽布置 118 片，由水平管组向上延伸的两排垂直悬吊管由 $\phi 60\times 9\text{mm}$ ， 15CrMo 的钢管组成，穿过顶棚，分别进入省煤器前后上联箱。给水由给水管从锅炉左侧引入省煤器下联箱，省煤器出口水经出口联箱由左右两根导水管引入汽包。

空气预热器为三分仓回转式，转子直径为 10330mm 。

二、采用四角燃烧方式的 300MW 自然循环锅炉

图 1-2 是东方锅炉厂根据 CE 技术设计制造的亚临界压力 300MW 锅炉，采用四角切圆燃烧、自然循环、摆动式燃烧器调温方式。炉膛的宽、深、高分别为 13335mm 、 12829mm 、 54300mm ，燃用西山贫煤和洗中煤的混煤。炉膛容积热负荷为 $389\times 10^3\text{kJ}/(\text{m}^3\text{h})$ ，炉膛断面热负荷为 $17.13\times 10^6\text{kJ}/(\text{m}^2\text{h})$ 。在炉膛四角布置 4 只摆动式直流燃烧器，燃烧器有 6 层一次风喷口，4 层油喷口，6 层二次风喷口，气流射出喷口后，在炉膛中央形成 $\phi 700\text{mm}$ 和 $\phi 1000\text{mm}$ 的两个切圆。

炉膛四壁由膜式水冷壁组成，水冷壁管由内螺纹管和光管组成，662 根管子分为 24

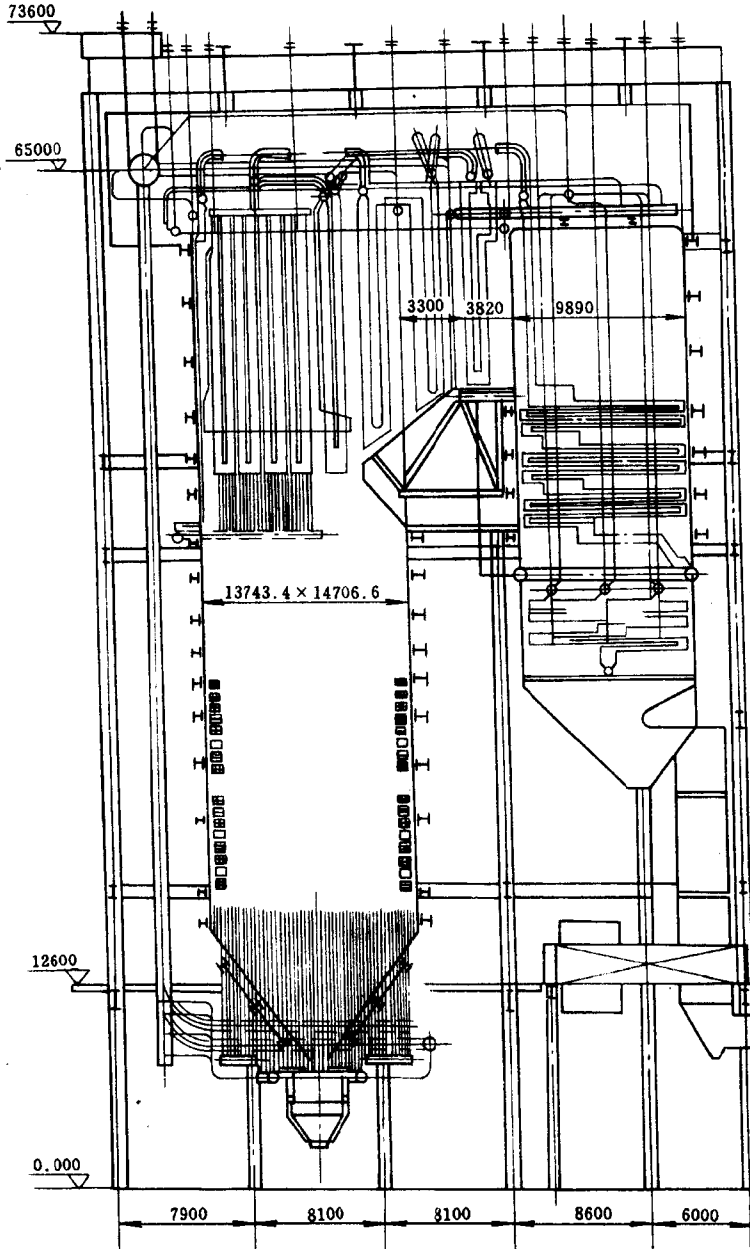


图 1-2 CE 技术亚临界压力 300MW 锅炉

组，前后墙和两侧墙各布置 6 组，与 6 根大直径下降管连接，形成 6 个独立的循环回路。

锅炉的顶棚、水平烟道的两侧墙、尾部竖井烟道都由过热器管包覆。

在炉膛上部的前墙和部分两侧墙水冷壁的向火面上紧贴壁式再热器，前墙布置 239 根，两侧墙各布置 122 根，节距 50.8mm，切角处不布置。

炉膛上部空间悬吊着大屏过热器和后屏过热器，大屏过热器采用大节距布置，相邻两

片屏的间距为 2743.2mm，纵向节距为 61mm，沿炉宽布置 4 片。为了减小热偏差，每片屏分 4 个小屏，14 管圈并绕。后屏过热器的横向节距为 685.8mm，纵向节距为 64mm，13 圈并绕，沿炉宽布置 19 片。

折焰角上部的水平烟道中布置中温再热器，管子横向节距为 457.2mm，纵向节距为 70mm，14 管圈并绕，沿炉宽布置 29 片。

高温再热器布置在中温再热器之后的水平烟道中，其横向节距为 228.6mm，纵向节距 120mm，共 64 片，7 管圈并绕。

高温过热器位于水平烟道的末端，共 84 片，横向节距为 171.45mm，纵向节距为 102mm，6 管圈并绕。

锅炉尾部竖井烟道中布置低温过热器，沿炉宽布置 112 排，由三个水平管组和一个垂直管组组成，横向节距为 130mm，纵向节距为 114mm，5 管圈并绕。

省煤器布置在低温过热器之后，横向排数为 92 排，顺列布置，横向节距为 128mm，纵向节距为 102mm，三管圈并绕。

锅炉配置两台三分仓空气预热器，转子直径 10320mm。

过热汽温的调节采用三级喷水减温。第一级布置在低温过热器和大屏过热器的连接管道上，第二级布置在大屏出口联箱和后屏进口联箱的左右连接管道上，第三级布置在后屏出口联箱和高温过热器左右连接管道上。一级喷水用于粗调，当高加切除时，喷水量剧增，此时应增大一级减温水量，防止大屏和后屏以及高温过热器超温。三级喷水作为微调 and 调节过热汽温的左右偏差。二级喷水作为备用。

为了保证管屏间距和管子的自由膨胀，在管屏间设置定位管和滑块，定位管由蒸汽冷却。

锅炉各部分受热面的材料见表 1-3。

表 1-3 各部分受热面的材料

受热面	管子规格	管子材料	允许温度 (°C)
前屏过热器	φ51×6	12Cr1MoV/SA-213TP304H	580/704
壁式再热器	φ60×4	12CrMo	540
后屏过热器	φ54×8.5/9	12Cr1MoV	580
	φ60×8/8.5	钢研 102	600~620
中温再热器	φ60×4	12CrMoV/15CrMo	560/560
高温再热器	φ60×4	钢研 102/SA-213TP304H	
高温过热器	φ51×8/9	12Cr1MoV/钢研 102	
低温过热器	φ51×7	12Cr1MoV	
省煤器	φ51×6	SA-210C	480

三、FW300MW 级 W 型火焰锅炉

FW300MW 级 W 型火焰锅炉是我国东方锅炉厂采用引进技术生产制造的亚临界自然循环锅炉，见图 1-3。

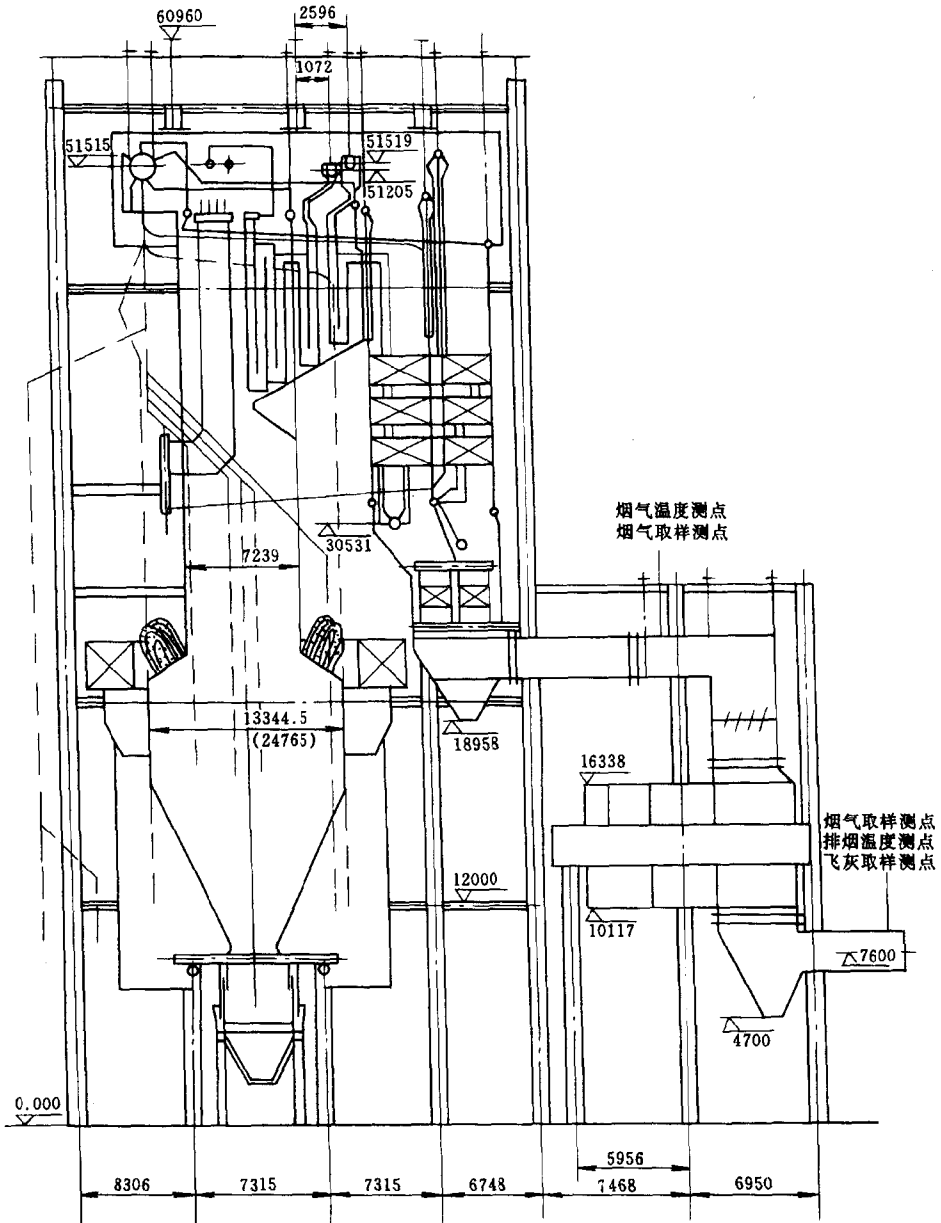


图 1-3 FW300MW 级 W 型火焰锅炉

由图可见，W 火焰炉膛是由下部燃烧室和上部冷却室所组成，下部燃烧室容积扩大将近一倍左右，燃料燃烧过程基本上是在下部燃烧室内完成的。上下炉膛之间有一缩腰，燃烧器布置在缩腰上，煤粉气流从缩腰处的拱顶上向下喷射，并着火燃烧，到达炉膛下部后，煤粉重量减轻，此时火焰受到分级风的托起作用，向上转折流动，在下部燃烧室内形成 W 型火焰。对于低反应燃料，上部冷却室实际上也可充当燃尽室的作用。因此缩腰位置不仅对燃尽起重要作用，而且严重影响着锅炉汽温特性和结渣程度。

蒸汽流程：蒸汽从汽包经 30 根连接管（ $\phi 133\text{mm} \times 16\text{mm}$ ，SA-106B）进入顶棚入口联箱，通过顶棚过热器（389 根， $\phi 42\text{mm} \times 6\text{mm}$ ，15CrMo）进入顶棚出口联箱。此后，蒸汽分为两路引出。

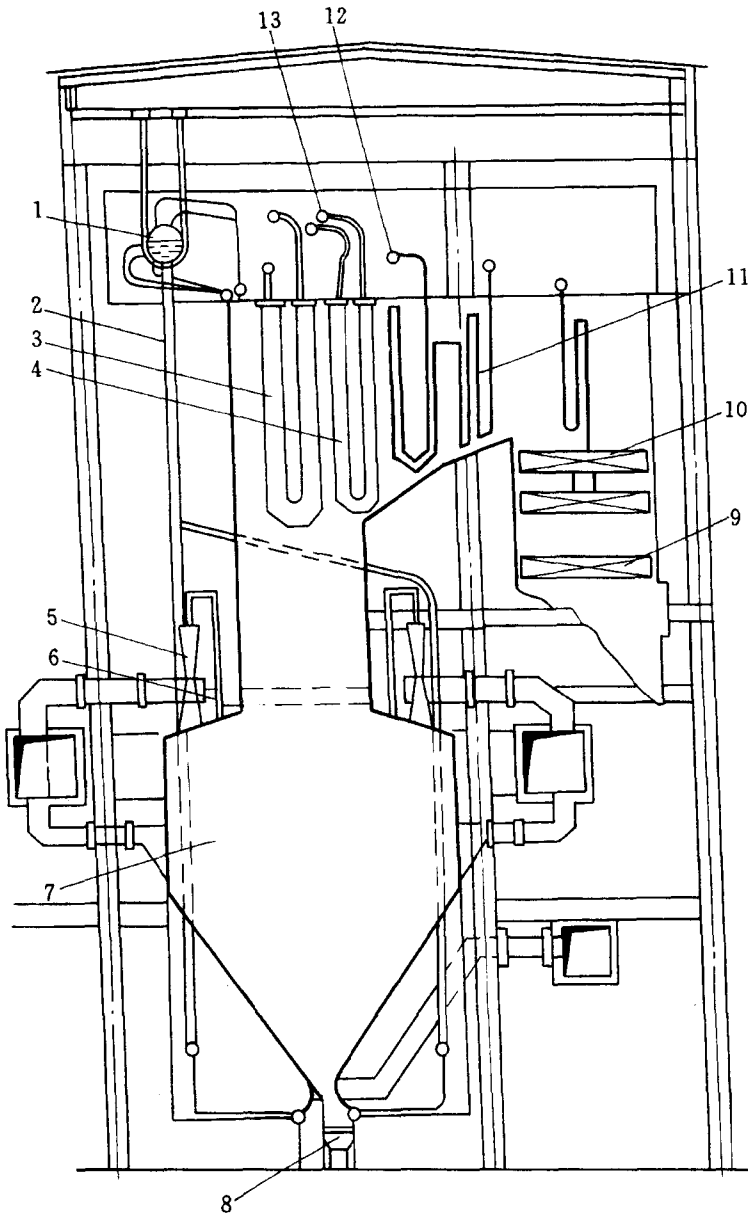


图 1-4 B&W360MW 级 W 型火焰锅炉

- 1—汽包；2—集中下降管；3—前屏过热器；4—高温过热器；5—一次风主燃烧器；
6—通风燃烧器；7—下部着火炉膛；8—排渣装置；9—省煤器；10—低温过热器；
11—再热器；12—再热器出口联箱；13—过热器出口联箱

一路蒸汽向下流入热回收区的后包墙过热器，向下流动到后墙出口联箱，经 80 根导汽管（ $\phi 76\text{mm} \times 9\text{mm}$ ，SA210C）进入前包墙下联箱，向上流动到前包墙上联箱，再通过

24 根连接管 ($\phi 133\text{mm} \times 16\text{mm}$, SA-106B) 进入中隔墙过热器上联箱。

另一路蒸汽由 18 根连接管 ($\phi 133\text{mm} \times 16\text{mm}$, SA106B) 引入热回收区侧包墙上联箱, 向下流动到下联箱, 再通过 12 根连接管 ($\phi 133\text{mm} \times 16\text{mm}$, SA106B) 引至水平烟道下联箱, 向上流动到上联箱, 然后由 12 根连接管 ($\phi 133\text{mm} \times 16\text{mm}$, SA106B) 引至中隔墙上联箱。两路蒸汽在中隔墙上联箱汇集后, 沿中隔墙向下流动到低温级过热器进口联箱。

为了避免蒸汽在顶棚及热回收区向下流动的过程中可能出现分配不均和多值性现象, 在蒸汽向下流动的进口处均装设节流圈。

蒸汽从低温过热器进口联箱之后的流程为: 低温级过热器→大屏过热器→高温级过热器。

低温过热器位于尾部竖井后烟道内, 主要吸收对流热。由三部分水平管组和一组垂直管段组成。屏式过热器位于炉膛上部, 主要吸收辐射热。高温过热器位于折焰角上部的烟道内, 既吸收辐射热, 又吸收对流热。

过热汽温的调节采用两级喷水减温。第一级减温器布置在低温过热器出口联箱和屏式过热器进口联箱之间的连接管道上。左右侧各一只, 每只减温器有两个喷嘴, 一个为大流量喷嘴, 另一个为小流量喷嘴, 每个喷嘴的喷水量由调节阀控制。第二级减温器布置在大屏过热器出口至高温过热器之间。减温器形式与第一级相同, 但在喷嘴前沿蒸汽流动方向上设有节流孔板。

再热器为对流式, 低温级再热器布置在尾部竖井的前烟道中, 高温再热器布置在水平烟道末端, 两级再热器之间直接由过渡管相连接, 以减小流动阻力。

再热汽温的调节采用烟气挡板, 并设事故喷水减温。

四、B&W360MW 级 W 型火焰锅炉

B&W360MW 级 W 型火焰锅炉是我国湖南岳阳电厂引进的亚临界自然循环锅炉。锅炉整体布置如图 1-4 所示。沿烟气流程布置屏式过热器、高温过热器, 水平烟道中布置高、低温再热器 (即再热器为单级布置), 尾部竖井烟道中布置低温过热器和省煤器。过热汽温调节采用两级喷水减温, 再热汽温调节采用炉底供热风的方式。炉底注入热风还可以使冷灰斗区域的炉渣凝聚体积减小, 以利于排渣和减轻受热面的磨损。

第三节 控制循环锅炉

一、300MW 控制循环锅炉

图 1-5 表示了上海锅炉厂按 CE 技术设计制造的 300MW 控制循环锅炉的整体布置。其受热面布置与自然循环锅炉大致相同, 不同的是水循环系统中增加了循环泵和水冷壁管径减小。因此, 本章不再对其受热面布置进行叙述, 仅介绍炉水循环泵及其工作系统。

目前, 世界上已有不少国家具有制造循环泵的能力。德国的 KSB 公司、英国的海伍德-泰勒公司、日本的三菱公司、美国的 CE-KSB 公司、中国沈阳水泵厂和哈尔滨电机厂