

火电机组改造技术丛书

锅炉

改造技术

主 编 潘效军
副主编 马金凤 孟广波 吴景兴



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

火电机组改造技术丛书

锅炉改造技术

主 编 潘效军

副主编 马金凤 孟广波 吴景兴



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书为《火电机组改造技术丛书》之一，全书共分九章，系统地介绍了各种典型锅炉本体及主要辅助设备的改造技术，浓缩了国内外大量成熟的锅炉改造新技术和经验，并列举了很多典型的锅炉改造应用实例，为锅炉设计和技术改造提供了理论依据。主要内容包括：制粉系统存在的问题分析及改造技术，燃烧系统存在的问题分析及改造技术，蒸发受热面常见问题分析及改造技术，过热器、再热器常见问题分析及改造技术，省煤器常见问题分析及改造技术，空气预热器存在问题分析及改造技术，循环流化床锅炉存在的问题分析及改造技术，工业锅炉存在的问题分析及改造技术等，每部分均包括改造实例，此外，本书在第一章介绍了各种典型锅炉，便于读者参考使用。

本书为从事锅炉检修和运行的专业技术人员及管理人员编写，适用于从事锅炉改造的相关技术人员，也可作为高等学校热能动力专业学生的教材或参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

锅炉改造技术/潘效军主编. —北京: 中国电力出版社, 2006

(火电机组改造技术丛书)

ISBN 7-5083-3783-2

I. 锅... II. 潘... III. 火电厂-锅炉改造
IV. TM621.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 153939 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>)

北京同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

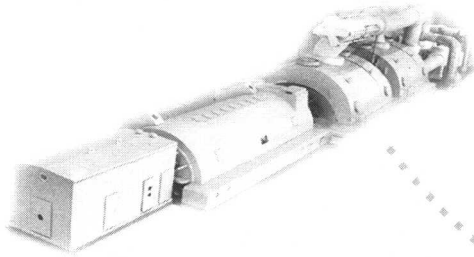
2006 年 4 月第一版 2006 年 4 月北京第一次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 16.25 印张 368 千字

印数 0001—3000 册 定价 26.00 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)



火电机组改造技术丛书

锅炉改造技术

前 言

多年来,为适应国民经济快速发展的需要,我国加大了火电设备引进和技术交流的力度,使我们对火电设备的认识达到了一个新的高度。为了提高火电机组的安全性和经济性,从事火电设备设计、制造、安装、运行、检修和研究等方面的科学技术人员对国产和引进机组进行了一系列改造,效果显著,成绩斐然。随着世界贸易组织的加入,各行各业都面临着激烈的竞争。各电力生产厂家也都在致力于技术更新和设备改造,以求挖掘设备潜力,降低发电成本,提高竞价上网的能力。编写本套丛书希望对忙碌于现场的技术人员起到抛砖引玉、开拓思路的作用,以加速科技成果的推广。

本书为《锅炉改造技术》,书中系统地介绍了各种典型锅炉本体及主要辅助设备的改造技术,浓缩了国内外大量成熟的锅炉改造的新技术和经验,并列举了很多典型的锅炉改造应用实例,为锅炉设计和技术改造提供理论依据。

本书共分八章,第一章锅炉设备简介,主要介绍目前我国已投产的各种典型锅炉设备的结构形式,第二章至第七章分别对锅炉本体及主要辅助设备存在的问题和改造技术进行了详细地分析和论述,并列举了改造实例供参考。

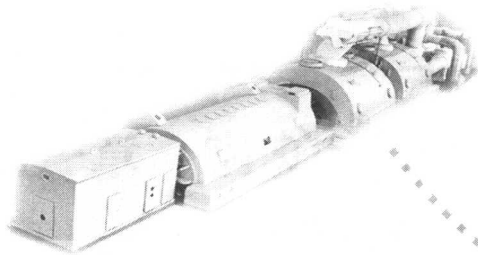
本书由南京工程学院潘效军教授任主编,沈阳工程学院马金凤副教授、孟广波副教授和东北电力科学研究所的吴景兴高级工程师任副主编。其中,潘效军编写了第一章的第三节、第二、三、八章,马金凤编写了第一章的第一、二节、第五章,孟广波编写了第六、七章,吴景兴编写了第四章。

本书由东北电力科学研究所总工程师张永兴教授级高级工程师主审,他对本书的编写提出了许多宝贵的意见,使编者在修改中受益匪浅。另外,本书在编写过程中得到了东北电力科学研究所锅炉研究室和东电燃烧中心的专业技术人员的大力协助,提供了许多宝贵的经验和资料,特此向他们表示深切的谢意。

由于编者水平有限,书中的不足之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编者

2005年10月



目 录

前言

第一章 锅炉设备简介	1
第一节 锅炉技术参数与分类.....	1
第二节 典型煤粉锅炉简介.....	2
第三节 典型工业锅炉简介	18
参考文献	29
第二章 制粉系统存在的问题分析及改造技术	31
第一节 磨煤机和制粉系统简介	31
第二节 磨煤机及其制粉系统常见的问题分析及改造技术	52
第三节 磨煤机及制粉系统改造实例	72
参考文献	89
第三章 煤粉锅炉燃烧系统存在的问题分析及改造技术	90
第一节 燃烧器的型式及选择原则	90
第二节 直流燃烧器及系统的问题分析与改造技术.....	102
第三节 直流燃烧器的改造实例.....	105
第四节 旋流燃烧器及系统的问题分析与改造技术.....	112
第五节 旋流燃烧器改造实例.....	114
第六节 煤粉锅炉燃烧调整试验技术及应用.....	117
第七节 锅炉结焦的问题分析及防止措施.....	127
参考文献.....	132
第四章 锅炉蒸发受热面常见问题分析及改造技术	133
第一节 锅炉蒸发受热面常见问题分析及防止措施.....	133
第二节 水冷壁改造实例.....	139
参考文献.....	145
第五章 过热器（再热器）常见问题分析及改造技术	146
第一节 过热器（再热器）类型及工作特点.....	146
第二节 过热器（再热器）常见问题分析及改造措施.....	148
第三节 过热器和再热器改造实例.....	158

参考文献	165
第六章 省煤器常见的问题分析及改造技术	166
第一节 省煤器概述	166
第二节 省煤器磨损的问题分析及改造技术	167
第三节 省煤器积灰的问题分析及改造技术	171
第四节 省煤器改造实例	173
参考文献	176
第七章 空气预热器存在的问题分析及改造技术	177
第一节 空气预热器概述	177
第二节 空气预热器的低温腐蚀问题分析及防腐技术	178
第三节 空气预热器的漏风问题分析及改造技术	182
第四节 空气预热器堵灰问题的分析及改造技术	187
第五节 管式空气预热器磨损问题分析及防腐技术	188
第六节 空气预热器其他故障分析及处理方法	190
第七节 空气预热器改造实例	192
参考文献	200
第八章 循环流化床锅炉存在的问题分析及改造技术	201
第一节 循环流化床锅炉存在的问题分析	201
第二节 循环流化床锅炉的改造技术	205
第三节 循环流化床锅炉大型化发展的问题分析及解决的措施	220
第四节 循环流化床锅炉改造实例	228
参考文献	233
第九章 工业锅炉存在的问题分析及改造技术	235
第一节 链条锅炉存在的问题分析及改造技术	235
第二节 链条锅炉的改造实例	240
第三节 沸腾锅炉存在的问题分析及改造技术	248
第四节 沸腾锅炉的改造实例	250
参考文献	254

第一章 锅炉设备简介

第一节 锅炉技术参数与分类

一、锅炉容量和参数

锅炉容量是指锅炉每小时所产生的最大连续蒸汽量，单位是 t/h (或 kg/s)，也叫锅炉额定蒸发量。

蒸汽锅炉的额定参数是指额定蒸汽压力和额定蒸汽温度。额定蒸汽压力是指蒸汽锅炉在规定的给水压力和规定的负荷范围内，长期连续运行时应予保证的出口蒸汽压力，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℃。

装有再热器的现代电站锅炉中，锅炉的蒸汽参数除额定过热蒸汽参数外，还应包括额定再热蒸汽参数，即额定再热蒸汽温度和额定再热蒸汽压力。

按照我国制订的标准，目前我国电站锅炉的蒸汽参数及容量系列见表 1-1。

表 1-1 我国电站锅炉的蒸汽参数及容量系列

参 数			最大连续蒸发量 (t/h)	发电功率 (MW)
蒸汽压力 (MPa)	过热/再热蒸汽温度 (℃)	给水温度 (℃)		
2.5	400	105	20	3
3.9	450	145 ~ 155	35, 75	6, 12
		165 ~ 175	130	25
9.9	540	205 ~ 225	220, 410	50, 100
13.8	540/540	220 ~ 250	420, 670	125, 200
16.8	540/540	250 ~ 280	1025	300
17.5	540/540	260 ~ 290	1025, 2008	300, 600
18.2	540/540	260 ~ 290	1021 ~ 1025, 2008	300, 600
25.4	571/569	260 ~ 290	1900 ~ 2008	600
25.0	545/545	277	2650	800

二、锅炉分类

1. 按用途分类

按锅炉用途可分为电站锅炉、工业锅炉和热水锅炉。电站锅炉产生的蒸汽主要用于发电的锅炉；工业锅炉产生的蒸汽主要用于工业、企业生产工艺过程以及采暖和生活；热水锅炉用来产生热水以供采暖、制冷和生活。

2. 按容量分类

按锅炉容量的大小，可分为大、中、小型三类，但它们之间没有固定的界线。随着我国电力工业的发展，电站锅炉容量不断增大，大、中、小型锅炉的分界容量也不断变化。我国现将发电功率大于或等于 300MW 机组的锅炉称为大型锅炉。目前，我国最大容量的

锅炉为 2650t/h，配套发电机组为 800MW。

3. 按蒸汽压力分类

按照锅炉出口蒸汽压力可分为低压、中压、高压、超高压、亚临界和超临界压力锅炉。低压锅炉出口蒸汽压力不大于 2.45MPa，中压锅炉出口蒸汽压力为 2.94 ~ 4.90MPa，高压锅炉出口蒸汽压力为 7.84 ~ 10.8MPa，超高压锅炉出口蒸汽压力为 11.8 ~ 14.7MPa，亚临界压力锅炉出口蒸汽压力为 15.7 ~ 19.6MPa，超临界压力锅炉出口蒸汽压力 ≥ 25 MPa，还有的将蒸汽压力大于 28MPa 的锅炉称为超超临界压力锅炉。

4. 按燃烧方式分类

按燃烧方式可分为层燃炉、室燃炉、旋风炉和流化床锅炉四种类型(详见本章第二、三节)。

5. 按蒸发受热面内工质的流动方式分类

按工质在蒸发受热面中流动方式可分为自然循环锅炉、控制循环锅炉、直流锅炉、复合循环锅炉四种类型。

第二节 典型煤粉锅炉简介

一、超高压锅炉

超高压锅炉在我国火电厂中所占比例较大，大部分配 200MW 汽轮发电机组。如图

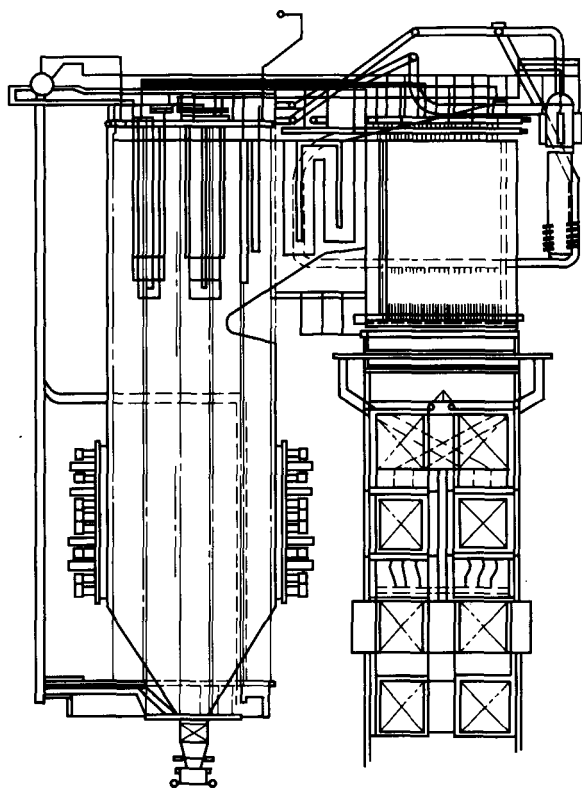


图 1-1 HG-670/13.7-YM14 型
超高压自然循环锅炉纵剖图

1-1 所示为 HG-670/13.7-YM14 型锅炉，锅炉容量 200MW (670t/h)，过热蒸汽压力为 13.73MPa，过热蒸汽温度为 540℃，再热蒸汽压力为 2.57/2.36MPa (进口/出口)，再热蒸汽温度为 323/540℃ (进口/出口)，再热蒸汽流量为 579t/h，给水温度为 248℃。

1. 锅炉整体布置

锅炉采用单炉膛 II 型布置，固态排渣，采用四角切圆直流式燃烧器。炉膛近似正方形，炉膛的宽度、深度和高度分别为 11920、10880、40500mm，如图 1-1 所示。

2. 受热面结构及系统简介

炉膛四周均由 $\phi 60 \times 6$ mm、 $s = 80$ mm 的鳍片管焊制成膜式水冷壁。后竖井烟道两侧墙亦用 $\phi 60 \times 6$ mm、 $s = 80$ mm 的鳍片管，中间再加焊宽度为 80mm 的扁钢，形成节距为

160mm 的膜式水冷壁。水平烟道斜底及其两侧墙也是用 $\phi 60 \times 6\text{mm}$ 、 $s = 80\text{mm}$ 构成的膜式水冷壁。锅炉蒸发受热面共有 24 个循环回路，6 根 $\phi 426 \times 35\text{mm}$ 的大直径集中下降管通过 $\phi 159 \times 16\text{mm}$ 的连接管与水冷壁各循环回路相连。后竖井两侧墙水冷壁由汽包两端引出 $\phi 159 \times 16\text{mm}$ 的管子连接，组成单独的循环回路。

汽包内径 1600mm，壁厚 80mm，筒身长度 20m，内部装有 84 个 $\phi 315$ 的旋风分离器，分离器上面装有蒸汽清洗装置。

对流过热器布置在炉膛出口斜坡墙的上方，低温对流过热器为逆流、高温对流过热器为混合流。再热器分两级布置，高温级再热器布置在高温对流过热器后的高烟温区，为顺列、顺流布置；低温级再热器布置在转向室下方、尾部烟道的上方，为顺列、逆流布置。冷段再热器出口的部分再热蒸汽经过汽—汽加热器与旁通的再热蒸汽混合后进入高温再热器。过热汽温采用两级喷水调节，低温再热器冷段进口管道上装有事故喷水减温器，如图 1-2 所示。

省煤器为双级布置，高温级分两组并列布置在低温再热器和低温过热器管组之后，采用 $\phi 32 \times 4\text{mm}$ 的碳钢制成，错列布置。整个省煤器用管夹固定后吊在省煤器出口联箱上，再由省煤器悬吊管吊在炉顶钢架上。

空气预热器为两级管板结构，与低温省煤器交错布置在尾部烟道处。为了降低锅炉排烟温度，同时防止低温级管式空气预热器产生低温腐蚀，在低温级管式空气预热器下方安装了前置式热管空气预热器。

二、亚临界压力锅炉

目前我国亚临界参数锅炉主要配 300、350（日本进口机组）和 600MW 汽轮发电机组，锅炉容量在 940 ~ 2008t/h 左右。按燃烧器的型式分为四角切圆布置直流燃烧方式、两面墙对冲布置旋流燃烧方式和 W 型火焰燃烧方式三种类型；按循环方式分为自然循环、控制循环、复合循环以及纯直流方式；按锅炉本体布置方式分为倒 U 型（或称 II 型）布置、塔型布置和半塔型布置。下面仅介绍有代表性的几种典型锅炉的设备及系统。

（一）采用两面墙对冲燃烧方式的 1000t/h 自然循环锅炉

1. 锅炉整体布置

图 1-3 所示为采用 B&W 技术设计制造的亚临界压力 300MW 汽轮发电机组。在炉膛的前后墙各布置三层双调风旋流式燃烧器，每层 4 只。炉膛由膜式水冷壁组成，炉膛的宽度、深度和高度（前后墙水冷壁下联箱到顶棚管中心线的距离）分别为 13350、12300 和 46400mm，燃用贫煤。

2. 受热面结构及系统简介

水冷壁管由 $\phi 60 \times 7\text{mm}$ 的内螺纹管和 $\phi 60 \times 7.5\text{mm}$ 的光管组成，管材为 20G，管子节距为 75mm，总数为 680 根。4 根大直径下降管分别布置在汽包的两端封头下和汽包底部靠近端头的部位。

锅炉上部布置屏式过热器，折焰角上部布置高温对流过热器。水平烟道末端布置高温再热器，尾部竖井由分隔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。

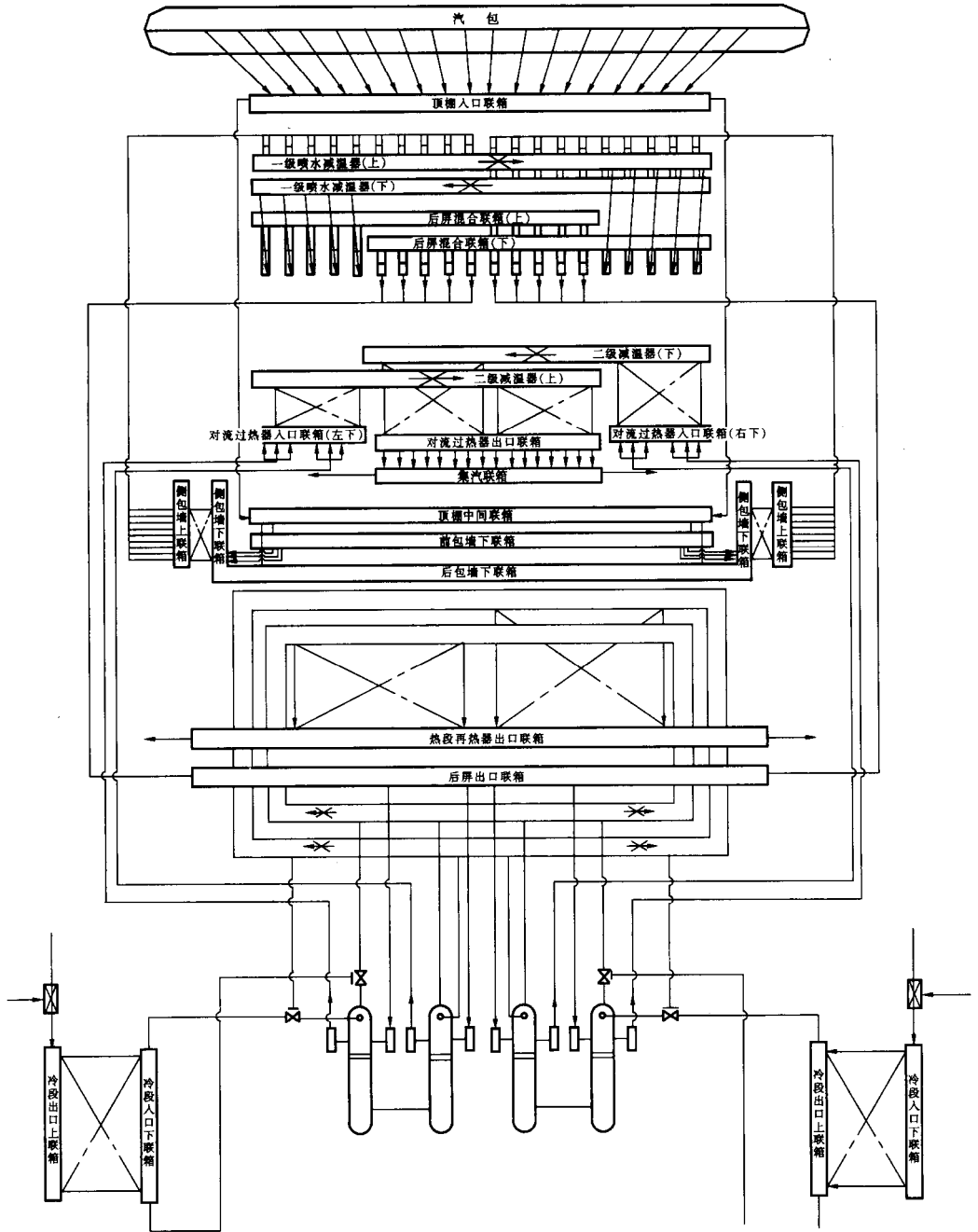


图 1-2 过热蒸汽、再热蒸汽系统图

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，再经两个烟道引入两台回转式空气预热器。过热汽温的调节采用二级喷水减温。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，第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。

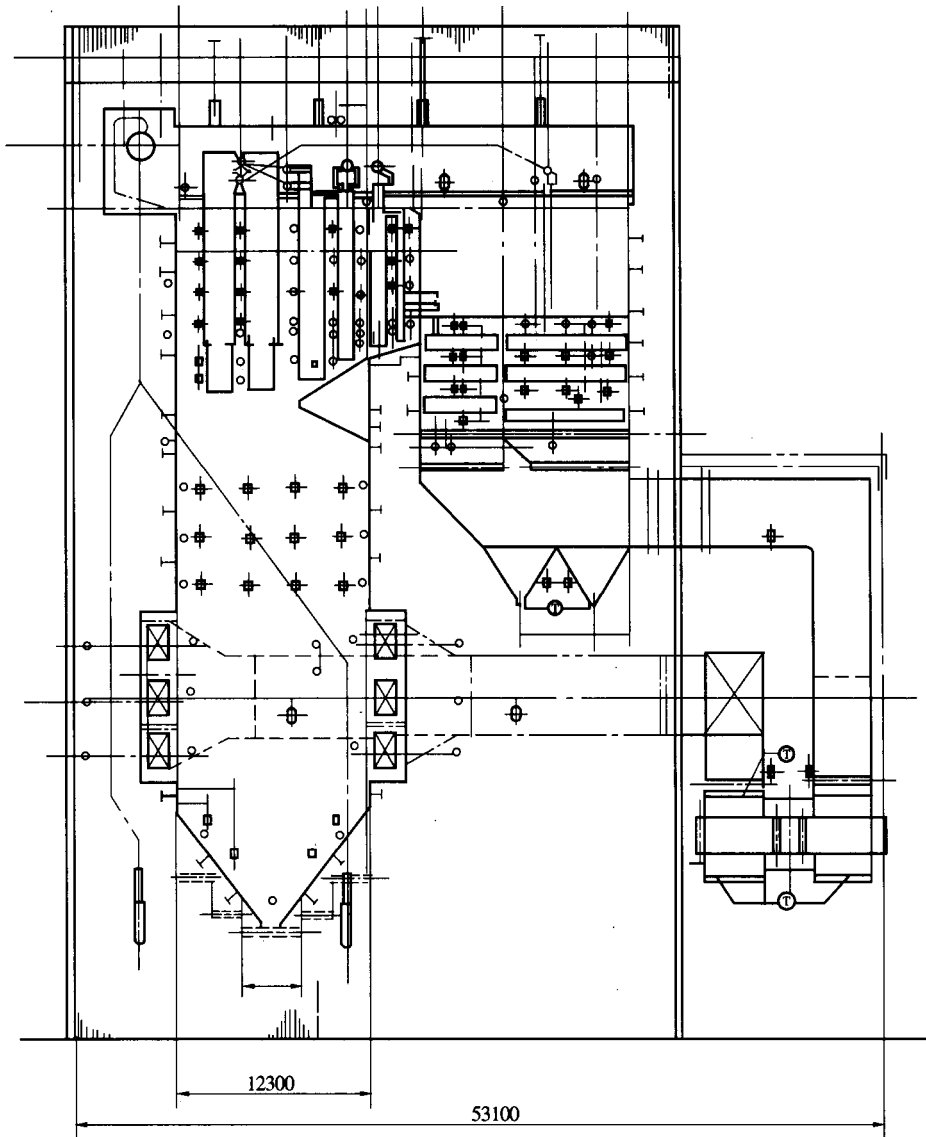


图 1-3 采用对冲燃烧方式的 1000t/h 自然循环锅炉纵剖视图

低温再热器有四个水平管组，沿炉宽布置 118 片。过渡管组沿炉宽布置 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管束对应连接，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，采用逆流布置，沿炉宽布置 118 片，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，如图 1-4、图 1-5 所示。

(二) 采用四角燃烧方式的 300MW 机组自然循环锅炉

1. 锅炉整体布置

图 1-6 所示为根据 CE 技术设计制造的亚临界压力 300MW 自然循环锅炉，采用直流

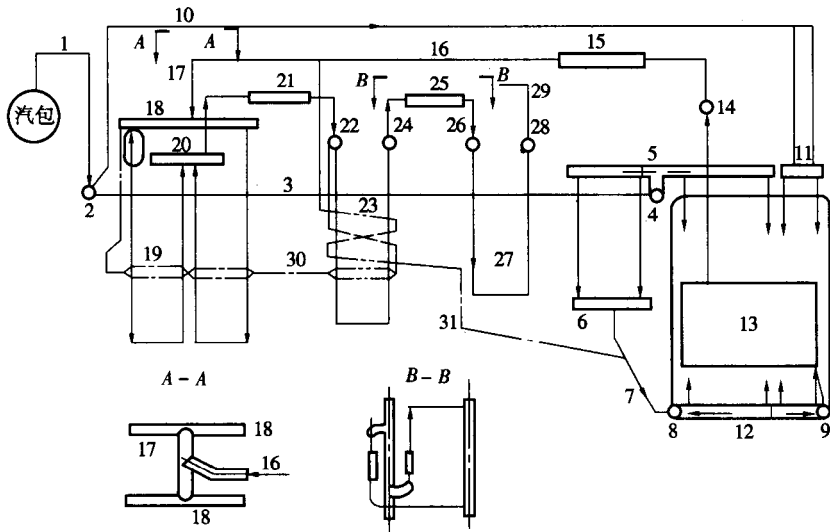


图 1-4 采用对冲燃烧方式的 1000t/h 自然循环锅炉过热蒸汽系统图

1—饱和蒸汽连接管；2—顶棚过热器进口联箱；3—顶棚过热器；4—顶棚过热器出口联箱；5—水平烟道及侧包墙上联箱；6—水平烟道及侧包墙下联箱；7—水平烟道包墙至环形联箱（前）连接管；8—后竖井包墙环形联箱（前）；9—后竖井包墙环形联箱（后）；10—饱和蒸汽旁路连接管；11—后竖井侧包墙上联箱；12—后竖井包墙环形联箱（侧）；13—低温过热器；14—低温过热器出口联箱；15—一级减温器；16—低温过热器至大屏过热器连接管；17—大屏过热器前分支管；18—大屏过热器进口联箱；19—大屏过热器；20—大屏过热器出口联箱；21—二级减温器及大屏至后屏连接管；22—后屏过热器进口联箱；23—后屏过热器；24—后屏过热器出口联箱；25—三级减温器及后屏过热器至高温过热器连接管；26—高温过热器进口联箱；27—高温过热器；28—高温过热器出口联箱；29—过热器出口导管；30—夹持管；31—汽冷定位管

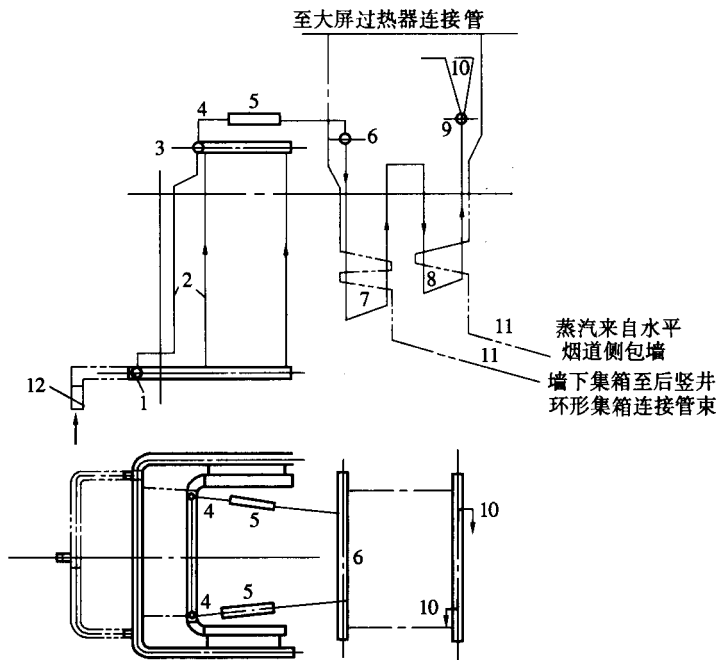


图 1-5 采用对冲燃烧方式的 1000t/h 自然循环锅炉的再热蒸汽系统图

1—壁式再热器进口联箱；2—壁式再热器；3—壁式再热器出口联箱；4—壁式再热器出口至中温再热器连接管；5—再热器减温器；6—中温再热器进口联箱；7—中温再热器；8—高温再热器；9—高温再热器出口联箱；10—高温再热器出口导管；11—汽冷定位管；12—事故喷水减温器

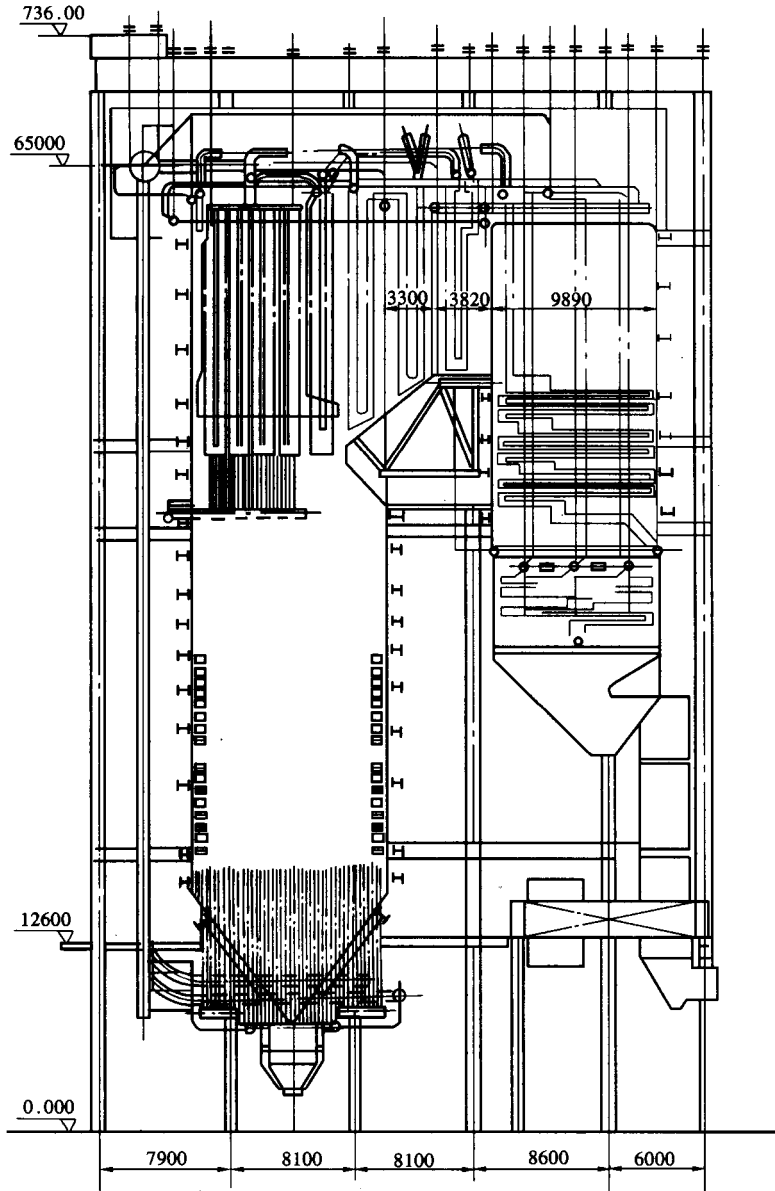


图 1-6 四角燃烧自然循环锅炉纵剖视图

燃烧器双切圆燃烧，炉膛的宽度、深度和高度分别为 13335、12829 和 54300mm，燃用西山贫煤和洗中煤的混煤。

2. 受热面结构及系统简介

炉膛由膜式水冷壁组成，水冷壁管由内螺旋管和光管组成，管子节距为 76.2mm。662 根管子分为 24 个管组，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有壁式再热器，前墙布置 239 根，两侧墙各布置 122 根，节距为 50.8mm，炉膛切角处不布置壁式再热器。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，管子纵向节距为 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 管圈并绕，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，纵向节距为 120mm，共 64 片，7 管圈并绕。高温过热器位于高温再热器之后的水平烟道的末端，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 3 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。

再热汽温的调节采用摆动式燃烧器调节，过热汽温的调节采用三级喷水减温调节。第一级喷水减温器布置在低温过热器和大屏过热器的连接管道上，第二级喷水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的左右连接管道上，第三级喷水减温器布置在后屏过热器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，当高压加热器切除时，应增大一级减温水量，防止大屏过热器和后屏过热器以及高温过热器超温；三级喷水作为微调并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。

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，3 管圈并绕。

锅炉配置两台三分仓式空气预热器，转子直径为 10320mm。

(三) 采用 W 型火焰燃烧方式的自然循环锅炉

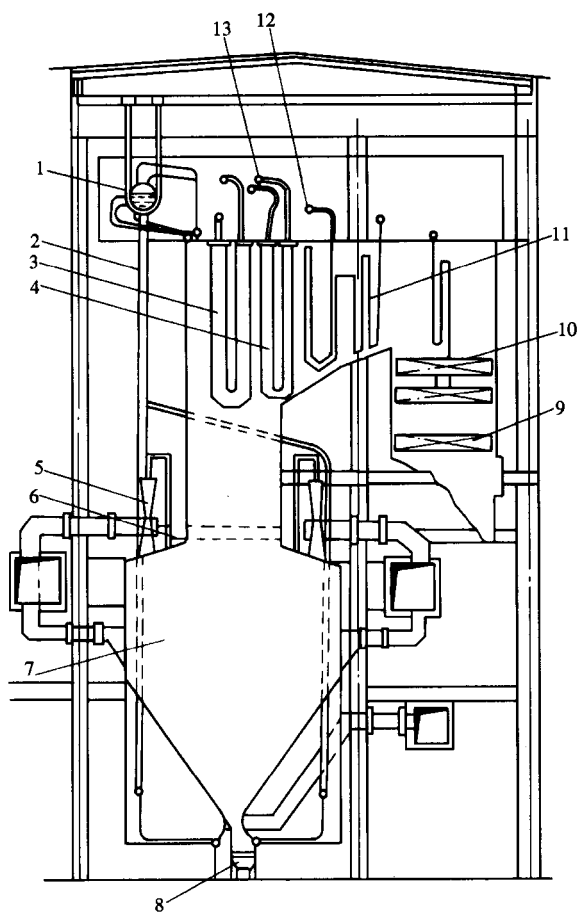


图 1-7 英国 1160t/h W 型火焰煤粉锅炉

- 1—汽包；2—集中下降管；3—前屏过热器；4—高温过热器；
5—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

图 1-7 所示为我国引进英国制造的 1160t/h、燃用无烟煤 ($V_{daf} = 7.04\% \sim 10.0\%$) 的亚临界压力自然循环煤粉锅炉简图, 该锅炉采用 W 型火焰燃烧方式。

锅炉下部着火燃烧室的炉膛宽度为 20240mm, 深度为 16224mm, 炉膛截面形状是八角形, 可减少燃烧室内水冷壁的热偏差。上部辐射炉膛的截面形状是矩形, 深度为 7176mm。在辐射炉膛的上部垂直布置有屏式过热器和高温过热器, 水平烟道布置了单级再热器, 在尾部烟道中自上而下水平布置有低温过热器和省煤器。省煤器后烟气转向进入回转式空气预热器、电除尘器, 由引风机引出后通过烟囱排出。

锅炉的一次风煤粉喷嘴采用带旋风子分离器的直流缝隙式燃烧器, 布置在下部着火炉膛顶部的前后拱上, 每个拱的上方布置四组一次风煤粉燃烧器, 每组燃烧器包括 2 只主燃烧器和 2 只通风燃烧器。旋风分离器分离出来的乏气通往通风燃烧器, 其中只含有少量煤粉, 空气量却占 50%, 其余 50% 的空气及大量的煤粉则沿旋风分离器下面通往主燃烧器 (直流缝隙式燃烧器)。二次风喷嘴则和一次风煤粉喷嘴相间布置, 布置在一次风煤粉喷嘴的两侧, 同样从炉拱上与一次风煤粉气流平行向下喷出, 三次风则布置在下部着火炉膛前后水冷壁的底部, 形成了二、三次风的分阶段送入, 达到分级配风的目的。

当燃用贫煤和无烟煤的混合煤 ($V_{daf} = 10.0\%$) 时, 不投油的最低负荷为 55%; 燃用贫煤 ($V_{daf} = 12.955\%$) 时, 不投油的最低负荷为 50%, 而燃用无烟煤 ($V_{daf} = 7.04\%$) 时, 不投油的最低负荷为 60%。

(四) 亚临界压力控制循环锅炉

1. 锅炉整体布置

1025t/h 控制循环锅炉采用单汽包、单炉膛的 II 形布置。设计煤种为山西雁北烟煤, 炉前布置三台再循环泵。采用四角布置、切圆燃烧摆动式直流燃烧器, 锅炉配有炉膛安全监控系统 (FSSS) 和机组协调控制系统 (CCS)。如图 1-8 所示为 1025t/h 控制循环锅炉的体布置示意图, 锅炉设计参数见表 1-2。

2. 受热面结构及系统简介

炉膛截面为长方形, 宽度为 14022mm, 深度为 12330mm。在炉膛

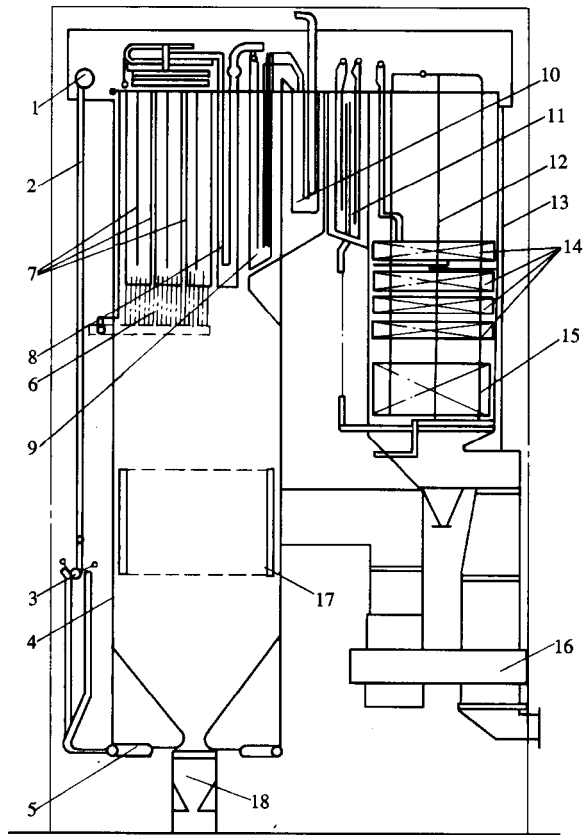


图 1-8 1025t/h 控制循环锅炉纵剖视图

1—汽包; 2—下降管; 3—循环泵; 4—水冷壁; 5—下联箱; 6—壁式再热器; 7—分隔屏过热器; 8—后屏过热器; 9—屏式再热器; 10—末级再热器; 11—末级对流过热器; 12—省煤器悬吊管; 13—尾部烟道后墙包覆管; 14—低温对流过热器; 15—省煤器; 16—回转式空气预热器; 17—燃烧器; 18—除渣装置

表 1-2

1025t/h 控制循环锅炉的主要设计参数

名 称		单位	锅炉最大连续蒸发量 (MCR)	锅炉额定蒸发量 (100%)
过热蒸汽	蒸汽流量	t/h	1025	931.8
	出口蒸汽压力	MPa	18.3	17.3
	出口蒸汽温度	℃	541	541
再热蒸汽	蒸汽流量	t/h	830	762
	蒸汽压力 (出口/进口)	MPa	3.65/3.86	3.31/3.50
	蒸汽温度 (出口/进口)	℃	541/323	541/319
给水温度		℃	282	275.1

上部悬吊着 4 排分隔屏过热器, 每排由 6 片屏组成, 共 24 片分隔屏。在炉膛折焰角的上方布置 20 排后屏过热器, 水平烟道内布置有末级再热器和末级过热器, 而低温对流过热器则水平布置在尾部垂直烟道的上部, 其后布置单级省煤器和空气预热器。

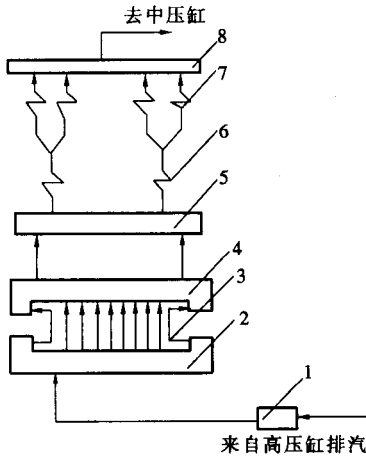


图 1-9 1025t/h 控制循环锅炉
的再热蒸汽系统流程

- 1—喷水减温器；2—壁式再热器进口联箱；3—壁式再热器管；4—壁式再热器出口联箱；5—屏式再热器进口联箱；6—屏式再热器管；7—末级对流再热器进口联箱；8—末级对流再热器出口联箱

再热器由壁式、屏式和末级对流式三级串联组成。辐射式（壁式）再热器布置在炉膛上部的前墙和两侧墙上, 靠近水冷壁管, 将这部分水冷壁管遮挡住。在后屏过热器之后, 炉膛后墙折焰角之上布置了 30 排屏式再热器, 末级对流再热器则布置在水平烟道内, 它们由 30 排屏式再热器直接连接而成, 没有中间联箱; 如图 1-9 所示。在锅炉尾部烟道的下方布置了两台 Z-29VI-(T)-1676 型三分仓受热面回转式空气预热器, 其直径为 10330mm, 外壳高度为 1778mm, 受热元件高 1676mm。整个横截面分为烟气、一次风和二次风三个通流区, 相邻通道之间设有三个惰性区, 如图 1-10 和图 1-11 所示。

(五) 亚临界压力直流锅炉

图 1-12 所示为 SG-1025/16.7-540/540 型直流锅炉, 该锅炉为亚临界压力中间再热直流锅炉, 过热蒸汽压力为 16.7MPa, 过热蒸汽温度为 540℃, 再热蒸汽流量为 874.8t/h, 再热器进/出口蒸汽压力为 3.58/3.35MPa, 再热器进/出口蒸汽温度为 323.2/540℃, 给水温度为 262.4℃, 给水压力为 21.15MPa, 热风温度为 325/338℃ (一次风/二次风), 排烟温度为 126.31℃。

1. 锅炉整体布置

锅炉燃烧室采用单炉膛 II 型露天布置, 炉膛断面宽为 13.035m、深为 12.195m, 宽深比为 1.07, 接近正方形。炉膛的四角为切角, 断面形状为八角形, 切角斜边长为 980mm, 用以安装主燃烧器。该锅炉采用正压直吹式制粉系统, 配用 MPS-190 型中速磨煤机。燃烧器采用四角切圆直流燃烧方式, 煤粉气流在炉膛中心形成两个假想切圆, 直径分别为 $\phi 886$ 和 $\phi 730$ 。锅炉采用平衡通风, 配置两台 FAF21.1-13.3-1 可调动叶型轴流式送风机, 两台 G136/358 可调静叶型轴流式引风机。配有 FAA3 \times 45M-2 \times 96-105 型双室三电

场电除尘器，设计除尘效率为 98%。

2. 受热面结构及系统简介

该锅炉受热面采用全悬吊式结构。炉膛水冷壁为一次上升型垂直管屏，沿炉膛高度自下而上分为冷灰斗、下辐射区、中辐射区和上辐射区四段，每段之间设置混合器，共有三级混合。炉膛全周界上冷灰斗处共有 24 个管屏，下辐射区有 52 个管屏，中辐射区和上辐射区各有 28 个管屏。

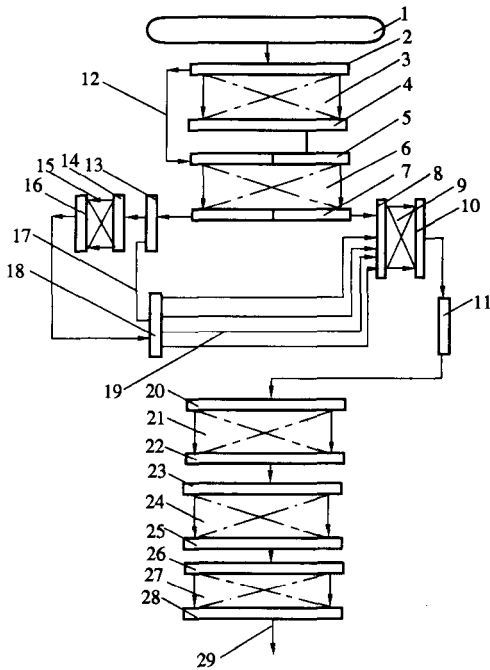


图 1-10 1025t/h 控制循环锅炉的
过热蒸汽系统流程图

- 1—汽包；2—顶棚过热器进口联箱；3—顶棚过热器管；
- 4—顶棚过热器出口联箱；5—尾部烟道两侧包覆管进口联箱；6—尾部烟道两侧包覆管；7—尾部烟道两侧包覆管出口联箱；8—低温对流过热器进口联箱；9—低温对流过热器管；10—低温对流过热器出口联箱；11—喷水减温器；12—饱和蒸汽旁通管；13—尾部烟道前墙包覆管进口联箱；14—水平烟道两侧包覆管进口联箱；15—水平烟道两侧包覆管；16—水平烟道两侧包覆管出口联箱；17—尾部烟道前墙包覆管；18—尾部烟道前墙包覆管出口联箱；19—尾部烟道后墙包覆管；20—分隔屏过热器进口联箱；21—分隔屏；22—分隔屏出口联箱；23—后屏过热器进口联箱；24—后屏过热器管；25—后屏过热器出口联箱；26—末级高温过热器进口联箱；27—末级高温过热器管；28—末级高温过热器出口联箱；
- 29—过热蒸汽引出管

炉膛上方靠近前墙布置 4 片前屏过热器，在前屏过热器后面，布置有 18 片后屏过热器。在水平烟道中布置着高温对流过热器蛇形管及高温对流再热器。尾部垂直烟道被微过热的蒸汽冷却的隔墙受热面分隔成断面面积相等的两个烟道，低温过热器和低温再热器分别布置在这两个平行的烟道中，均为水平蛇形管，由省煤器引出管支吊。

省煤器由平行布置的两组蛇形管组成，分别布置在低温过热器和低温再热器的下方。在省煤器出口的两烟道内装有烟气调节挡板，通过改变两个烟道中烟气量的比例来实现再热蒸汽温度的调节。

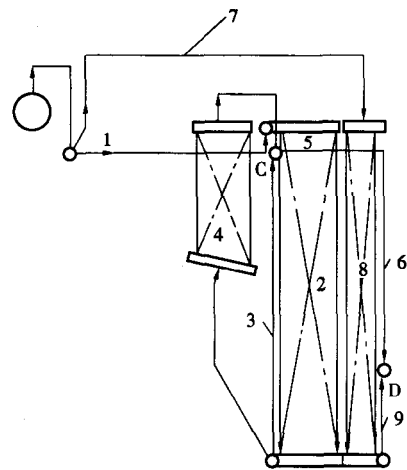


图 1-11 1025t/h 控制循环锅炉顶棚
过热器和包覆过热器的蒸汽流程

- 1—顶棚过热器；2—侧包墙过热器前部；3—前包墙过热器；4—斜包墙过热器；5—延伸顶棚过热器；6—后包墙过热器上部；7—顶棚旁路管；8—侧包墙过热器后部；9—后包墙过热器下部