

文章编号: 1005-006X(2012)03-0031-02

# 首钢 300 MW 亚临界煤气混烧锅炉介绍

## Introduction of 300MW Subcritical Coal/gas-fired Boiler

哈尔滨锅炉厂有限责任公司 樊淑杰

**摘要:** 哈尔滨锅炉厂有限责任公司首钢京唐钢铁联合有限责任公司钢铁厂项目 2×300 MW 火电机组工程的锅炉设备为亚临界参数, 燃烧煤粉和煤气的混烧锅炉。介绍了该锅炉设计方案、基本结构和设计特点。

**关键词:** 锅炉; 燃烧; 水冷壁; 过热器; 再热器; 省煤器

**中图分类号:** TK229 **文献标识码:** A

首钢京唐钢铁联合有限责任公司钢铁厂项目 2×300 MW 火电机组工程的锅炉设备为亚临界参数、一次中间再热、单炉膛、平衡通风、固态排渣, 露天布置, 全钢构架。运转层以下锅炉钢架范围内封闭, 炉顶设大罩壳。锅炉为 100% 燃烧煤粉的锅炉, 具有同时掺烧 0~30% (为热量百分比, 掺烧比例设计为 20%) 高炉煤气及 0~35000 Nm<sup>3</sup>/h 焦炉煤气的能力。

### 1 设计参数及燃料特点

#### 1.1 锅炉设计参数

锅炉以最大连续负荷 (即 BMCR 工况) 为设计参数, 在机组电负荷为 340.32MW 时, 锅炉的最大连续蒸发量为 1025t/h; 机组电负荷为 300MW (即 TRL 工况) 时, 锅炉的额定蒸发量为 960t/h。BMCR 工况: 过热蒸汽流量 1025t/h; 过热蒸汽出口压力 17.50 MPa.g; 过热蒸汽出口温度 541℃; 再热蒸汽流量 853.18 t/h; 再热蒸汽进口压力 3.810 MPa.g; 再热蒸汽出口压力 3.630 MPa.g; 再热蒸汽进口温度 324.2℃; 再热蒸汽出口温度 541℃; 给水温度 278.6℃; 锅炉设计压力 19.81 MPa.g; 再热器设计压力 4.27 MPa.g。额定工况 (TRL 工况): 过热蒸汽流量 960 t/h; 过热蒸汽出口压力 17.39 MPa.g; 过热蒸汽出口温度 541℃; 再热蒸汽流量 796.35 t/h; 再热蒸汽进口压力 3.602 MPa.g; 再热蒸汽出口压力 3.434 MPa.g; 再热蒸汽进口温度 321.3℃; 再热蒸汽出口温度 541℃; 给水温度 275.5℃。

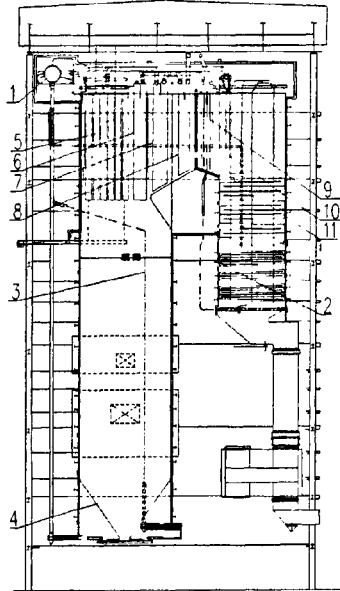
#### 1.2 燃料特点

设计燃料为烟煤, 同时掺烧 0~30% (热量百分比, 掺烧比例设计为 20%) 高炉煤气及 0~35000 Nm<sup>3</sup>/h 焦炉煤气。高炉煤气供至锅炉前煤气母管压力为 8kPa。焦炉煤气含水量: 饱和、有少量机械水, 煤气密度 0.44kg/Nm<sup>3</sup>, 轻于空气, 供至锅炉前煤气母管压力为 5.5kPa。转炉煤气含尘量不大于 20mg/Nm<sup>3</sup>, 含水量: 饱和、有少量机械水, 煤气密度 1.38 kg/Nm<sup>3</sup>, 重于空气, 转炉煤气由买方在炉前混入高炉煤气母管, 混入量为 0~10000 Nm<sup>3</sup>/h。

### 2 锅炉主要结构特点

#### 2.1 整体布置

锅炉总体布置为单炉膛, 四角布置的摆动式燃烧器, 切向燃烧。燃烧器可以上下摆动, 最大摆动角度为 ±30°。锅炉共布置 7 层燃烧器喷口, 其中上 5 层为煤粉喷口, 下 2 层为燃气喷口。配有 5 台 ZGM95N 型中速磨煤机。完全燃用设计煤种时, 在 BMCR 工况下, 4 台运行, 1 台备用。锅炉采用了 14048×12468 mm 准正方形炉膛, 通过采用水平浓淡煤粉燃烧器、较高的燃尽高度、燃烧器分级布置等措施保证燃用设计煤种及掺烧炉气时及时着火和充分燃尽, 见图。



#### 2.2 给水和水循环系统主要结构特点

锅炉给水经由闸阀从锅炉右侧进入省煤器入口集箱, 经省煤器蛇形管组进入省煤器出口集箱, 然后由两根省煤器出口连接管引到炉前, 分成三路从锅筒底部进入锅筒。在锅筒底端设置了 4 根  $\phi 457 \times 45$  集中下降管, 由下降管底端的分配集箱接出 74 根  $\phi 159 \times 18$  的分散引入管, 进入  $\phi 273 \times 45$  水冷壁下集箱。炉膛四周为全焊式膜式水冷壁, 水冷壁

收稿日期: 2012-01-28

樊淑杰(1980-), 女, 工程师, 哈尔滨, 150046

管径为 $\Phi 63.5 \times 7$ , 节距 $S=76.2$  mm。后水经折焰角后抽出 33 根管作为后水冷壁吊挂管, 管径为 $\Phi 76 \times 12$ 。水冷壁延伸侧墙及水冷壁对流排管的管径为 $\Phi 76 \times 9$ 。为保证亚临界压力锅炉水循环可靠性, 根据几何特性和受热特性将水冷壁划为 28 个回路。前后墙各 6 个回路, 两侧墙各 8 个回路, 水冷壁计算回路共 50 个, 经精确水循环计算确定, 从冷灰斗拐点上 3 m 至折焰角处, 以及上炉膛中辐射再热器区未被再热器遮盖的前墙和侧水冷壁管采用内螺纹管(其余部分为光管)。分散引入管进入水冷壁下集箱后, 自下而上沿炉膛四周不断加热, 最后以出口含汽率 $X_c$ 为 0.210~0.464 的汽水混合物进入 $\Phi 273 \times 50$  水冷壁上集箱, 然后由 98 根 $\Phi 159 \times 18$  引出管引至锅筒, 在锅筒内进行汽水分离。

### 2.3 省煤器系统主要结构特点

省煤器的作用在于将锅炉给水进行加热, 以此从即将离开锅炉的烟气中回收热量。省煤器布置在锅炉尾部竖井烟道下部, 省煤器均采用蛇形光管, 管子规格为 $\Phi 51 \times 6.5$ , 材质为 20G。省煤器采用顺列布置的结构形式, 纵向节距为 102 mm, 纵向排数为 6 排, 横向节距为 136 mm, 横向排数为 138 排, 管组宽度为 14048 mm; 管组有效深度为 8994 mm。给水经过省煤器止回阀和省煤器闸阀进入省煤器入口集箱再进入省煤器蛇形管。水在蛇形管中与烟气成逆流向上流动, 以此达到有效的热交换, 同时也减小了蛇形管中出现汽泡造成停滞的可能性。给水在省煤器中加热后, 经由出口导管引入锅筒。在省煤器入口集箱端部和集中下水管之间连有省煤器再循环管。锅炉启动时, 该管可将循环水引到省煤器, 防止省煤器中的水产生汽化。启动时, 再循环管路中的阀门必须打开, 直到连续供水时再关上。

### 2.4 过热器系统主要结构特点

过热器由 6 个主要部分组成: 末级过热器、后屏过热器、分隔屏、立式低温过热器、水平式低温过热器、后烟道包墙和顶棚过热器。末级过热器位于水冷壁排管后方的水平烟道内, 一共有 90 片, 管径为 $\Phi 51$ , 以 152.4 mm 的横向节距沿整个炉宽方向布置。后屏过热器位于炉膛上方折焰角前, 一共有 20 片, 管径为 $\Phi 54/\Phi 60$ , 以 685.8 mm 横向节距沿整个炉膛宽度布置。分隔屏位于炉膛上方, 前墙水冷壁和后屏过热器之间, 共 4 排, 每排 6 片小屏布置, 管径为 $\Phi 51$ , 分别以 3429 mm、2743.2 mm 和 2566.3 mm 的横向节距沿整个炉膛宽度布置。立式低温过热器位于尾部竖井烟道内, 水平低温过热器上方, 一共 102 片, 管径为 $\Phi 51$ , 以 136 mm 横向节距沿炉宽方向布置。水平低温过热器位于尾部竖井烟道省煤器上方, 一共 102 片, 管径为 $\Phi 51$ , 以 136 mm 的横向节距沿炉宽方向布置。后烟道包墙和顶棚过热器部分由侧墙、前墙、后墙及顶棚组成, 形成垂直下行烟道。后烟道延伸包墙形成了一部分水平烟道。炉膛顶棚管形成了炉膛和水平烟道部分的顶棚。在过热器连接管道上装有减温器, 以便在必要时降低蒸汽温度, 将蒸汽温度保持在设计值。过热器减温器布置 3 级: 第一级位于立式低温过热器出口集箱和分隔屏入口集箱之间的连接管道上; 第二级位于过热器分隔屏出口集箱和后屏过热器入口集箱之间的连接管道上; 第三级

位于后屏过热器出口集箱和末级过热器入口集箱之间的连接管道上。减温过程如下: 在减温器蒸汽入口端通过喷嘴将减温水喷入到蒸汽中以达到降温的目的。减温用喷水来自锅炉给水系统。为了防止盐分在过热器或再热器中沉积, 或者进入汽轮机, 喷水必须洁净, 不能含有悬浮物和溶解盐。

### 2.5 再热器系统主要结构特点

再热器由 3 个主要部分组成: 末级再热器、再热器前屏和墙式辐射再热器。末级再热器位于水平烟道内, 在水冷壁后墙悬吊管和水冷壁排管之间, 一共有 60 片, 管径为 $\Phi 63$ , 以 228.6 mm 横向节距沿炉宽方向布置。再热器前屏位于后屏过热器和水冷壁悬吊管之间, 一共 30 片, 管径 $\Phi 63$ , 以 457.2 mm 横向节距沿宽度方向布置。墙式辐射再热器布置在水冷壁前墙和水冷壁侧墙靠近前墙的部分, 受热面高度为 19508 mm, 其最下端在分隔屏下 5182 mm。前墙辐射再热器有 234 根 $\Phi 50$  管, 两侧墙辐射再热器共有 180 根 $\Phi 50$  管, 以 $S=50.8$  mm 的节距沿水冷壁表面密排而成。在再热器连接管道上装有减温器, 再热器减温器布置二级: 第一级位于前墙辐射再热器入口集箱的再热器入口管道上; 第二级位于后屏再热器出口集箱和末级再热器入口集箱之间的连接管道上。

### 2.6 锅炉构架

锅炉构架为桁架体系, 各杆件之间用高强度螺栓连接, 连接形式采用铰接, 构架的支撑宽度 34.0 m, 纵深 39 m, 主梁梁标高 76.36 m, 共设 10 层水平支撑; 即 6、12.6、21.90、33、44.2、55.2、64.2、70.96、74.22、76.36 m, 柱共分 7 段, 接头位置高出各层水平支撑标高 1150 mm。0 m 处共布置 37 根柱, 构架的抗剪平面分别设置在 BE, BH, BK, B<sub>0</sub> 和 B<sub>34</sub> 轴线。构架的整体稳定是借助于垂直支撑、水平支撑保证。大板梁 A、B、C、D、E、F 和 G 共 10 根, 其中最大一根板梁外形尺寸长 $\times$ 高 $\times$ 宽为 21.06 $\times$ 3.9 $\times$ 1.1 m, 净重为 53.5 t, 其中 B、C、D 大板梁直接搁支在采用弧形支座的柱顶上, 而 A 和 G 大板梁两端与柱用高强度螺栓连接, 锅炉本体受压部件通过吊杆吊在支吊梁上, 然后支吊梁搁支在支撑梁上翼缘, 标高 66.52 m。杆件的断面形式采用焊接的工字形钢板组合断面, 材料采用碳素结构钢 Q235 和低合金钢 Q345, 所有杆件表面经过工艺性处理, 高强度螺栓的连接面摩擦系数达到 0.45, 扭剪型高强度螺栓连接副由螺栓 (20MnTiB), 螺母 (35 号钢) 和垫圈 (45 号钢) 各一个组成。除构架外, 尚有第六部分, 包括生根梁、杂项平台等。整个锅炉的杆件~5000 根, 扭剪型高强度螺栓连接副共 5 万套。平台楼梯集中布置在锅炉前面的左右两侧, 并与电梯相对应。平台的铺板采用栅架结构。

## 3 结束语

随着国民经济快速发展, 我国对电力需求迅速增长, 燃料更加多样化。钢铁联合企业炼铁过程中所产生的高炉煤气是锅炉所燃用的气体燃料。随着首钢 300 MW 亚临界煤气混烧锅炉的顺利运行发电, 丰富了哈锅炉型的多样性。 □

编辑: 巨川