稿件录用通知单

刘兴 先生/女士:

您于<u>2022.06.20</u>,向本刊所投题名为<u>切向燃烧煤粉</u> 锅炉二次风系统气体-飞灰颗粒流动特性研究 的稿件,经审查

决定录用,欢迎继续来稿。

查询编号: 2022-79

电话: 021-64302391-2138

邮箱: sbwl_gljs@shanghai-electric.com

注: 本刊已被国内主要数据库收录。如作者不同意论文被收录, 请在投稿

时向本刊声明。本刊将做适当处理。

÷.



•

切向燃烧煤粉锅炉二次风系统气体-飞灰颗

粒流动特性研究

刘兴1,袁东辉2,付喜亮1,刘贵喜1,孟浩1,赵凯1,孙利1

(1. 内蒙古京能盛乐热电有限公司, 内蒙古 呼和浩特 011517;

2. 内蒙古电力(集团)有限责任公司内蒙古电力科学研究院分公司,内蒙古 呼和浩特 010020)

摘 要: 二次风系统是煤粉锅炉燃烧系统的重要组成部分,气体中携带的飞灰颗粒在二次风系统内沉积将影响气体流动特性,严重时还会影响锅炉安全运行。本文以某 350 MW 超临界四角切圆煤粉锅炉的二次风系统为研究对象,采用数值模拟方法计算并分析了气体-飞灰颗粒流动特性。计算结果表明,在"均等"配风方式的二次风门开度条件下,中间四层辅助风的速度基本相同,三层 SOFA 风量占二次风总量的 38.4%;各二次风门开度不变时,二次风入口速度变化对各燃烧器喷嘴风量分配影响不大。由于重力作用,飞灰颗粒进入大风箱后会向下流动,颗粒越大趋势越明显;AA 层辅助风的含灰量较大,喷嘴出口附近的水冷壁较容易磨损;飞灰颗粒容易在 2、3 号角大风箱底部沉积,需要在底部合理设计排灰管。 关键词:四角切圆燃烧;二次风管道;大风箱;飞灰颗粒;沉积

中图分类号: TK229.6 **文献标识码**: A **文章编号**:

0 前 言

四角切圆煤粉锅炉中,二次风管道是燃烧器 系统的重要组成部分,它将空气预热器加热的热 空气分配给炉膛四角布置的燃烧器喷嘴,并利用 水平支管上布置的二次风门开度控制各喷嘴的风 量。锅炉实际运行中,由于二次风在空气预热器 中加热时携带了一定量的飞灰颗粒,进入二次风 箱后就会发生沉积,严重时将影响锅炉的安全运 行。

目前,对二次风箱的研究主要集中在大风箱 内部结构和流场方面。张立栋等^[1]以某 300MW 四 角切圆二次风水平支管及燃烧器喷嘴为研究对象, 计算分析了导叶、倒角和蜂窝器对减小湍流、增 加二次风刚性的影响。章洪涛等^[2]以某电厂 300 MW 机组前后墙对冲燃烧锅炉二次风箱为研究对 象,模拟分析了贴壁风改造对二次风箱内流动特 性及流量分配特性的影响。马启磊等^[3]以 600MW 超临界前后墙旋流对冲锅炉二次风系统为研究对 象,采用数值模拟方法计算了二次风门开度对流 量分配及炉膛燃烧特性的影响。祝鑫阳等^[4]采用数 值模拟方法研究了旋流燃烧器二次风道内气体流 动和风量分配特性。

二次风系统内的积灰属于松散飞灰沉积,飞 灰颗粒大部分为 10-20µm,最大不超过 200µm^[5]。 二次风系统内飞灰颗粒的研究文献较少,但有部 分文献研究了其他管道内的颗粒流动特性。王兵 等^[6]采用数值模拟计算了充分发展槽道内颗粒趋壁 运动,并统计了颗粒的沉积率。韩云龙等^[7]计算了 矩形管道中的颗粒沉积,重点研究了热泳力和温 度对颗粒沉积的影响。Zhang 等^[8]模拟计算了管道 内气固流动特性,并统计了颗粒在底面和竖直壁 面的沉积量。

目前,还没有文献针对四角切圆煤粉锅炉二 次风管道内飞灰颗粒的流动和沉积特性进行研究。 本文以国内西北地区某四角切圆煤粉锅炉的二次 风系统为研究对象,采用数值模拟方法,研究气 体-飞灰颗粒流动特性、飞灰颗粒在大风箱内的沉 积以及飞灰粒径对各燃烧器喷嘴的飞灰量分配特

收稿日期: XXXX-XX-XX

基金项目: 内蒙古电力科学研究院项目(510241210023)

作者简介:刘兴(1983-),男,工程师,主要研究方向为煤粉锅炉运行技术。

性的影响。

1 数学模型建立

1.1 几何模型和网格划分

本文研究对象为国内西北地区某 350 MW 超 临界锅炉的二次风系统。其中,锅炉为单炉膛四 角切圆、一次中间再热、平衡通风、固态排渣 Ω 型燃煤锅炉。锅炉采用摆动式低 NOx 同轴燃烧系 统,直流煤粉燃烧器布置在炉膛下部四角。

图 1 给出了燃烧器喷嘴布置情况和二次风系 统结构图。图 1 (a) 中,主燃烧器设置 A、B、C、 D、E 五层具有周界风的煤粉燃烧器喷嘴,AA、 AB、BC、CD、DE、EE 五层二次辅助风和一层 CCOFA 紧凑风; 主燃烧器以上设置 SOFA I、 SOFA II、SOFA III三层高位燃尽风; 进入每个燃 烧器喷嘴的气体流量由二次风门开度调节。图 1 (b) 中,二次风系统由总风管、大风箱、燃尽风 箱、水平支管和燃烧器喷嘴结构组成,二次风有 两个入口,中间由联络管道连接。









(b) 二次风系统结构

图 1 燃烧器喷嘴布置和二次风系统结构

利用 SolidWorks 软件对二次风系统进行几何 建模,利用 ANSYS Mesh 软件进行网格划分。考 虑到结构不规则,采用非结构四面体网格,经网 络无关性验证,二次风系统网格数量最终确定为 18223895。

1.2 湍流模型

1.2.1 气相湍流模型

二次风系统内的气体流动属于管道内三维湍 流流动,因此湍流模型采用标准*k*-*c*双方程模型, 壁面采用标准壁面函数^[9]。

连续性方程:

$$\frac{\partial(\rho u_i)}{\partial x_i} = 0 \tag{1}$$

动量方程:

$$\frac{\partial}{\partial x_{j}} \left(\rho u_{i} u_{j} \right) = -\frac{\partial p}{\partial x_{i}} + \frac{\partial}{\partial x_{j}} \left(\mu \left(\frac{\partial u_{i}}{\partial x_{j}} + \frac{\partial u_{j}}{\partial x_{i}} - \frac{2}{3} \delta_{ij} \frac{\partial u_{l}}{\partial x_{l}} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial x_{j}} \left(-\rho \overline{u_{i} u_{j}} \right)$$
(2)

式中, *ρ* 为气体密度, kg/m³; *u* 为气体速度, m/s; *p* 为压力, Pa; *μ* 为气体动力黏度, kg/(m s)。 湍动能 *k* 方程:

$$\frac{\partial}{\partial x_i} (\rho k u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_i}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right]$$
$$+ G_i + G_j = \rho \varepsilon - Y_i \qquad (3)$$

湍动能耗散率 ε 方程:

$$\frac{\partial}{\partial x_{i}} \left(\rho \varepsilon u_{i} \right) = \frac{\partial}{\partial x_{j}} \left[\left(\mu + \frac{\mu_{t}}{\sigma_{\varepsilon}} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_{j}} \right] + C_{1\varepsilon} \frac{\varepsilon}{k} \left(G_{k} + C_{3\varepsilon} G_{b} \right) - C_{2\varepsilon} \rho \frac{\varepsilon^{2}}{k}$$
(4)

式中, G_k 表示由于平均速度梯度产生的湍动 能; G_b 是由于浮力影响产生的湍动能; Y_M 是可压 缩湍流脉动膨胀对总耗散率的影响; σ_k 、 σ_ε 为湍动 能和耗散率的湍流 Pr数; $C_{1\varepsilon}$ 、 $C_{2\varepsilon}$ 、 $C_{3\varepsilon}$ 为常数。

1.2.2 离散相模型

考虑到二次风系统中携带的飞灰颗粒浓度较低,离散相采用 DPM(Discrete Phase Model)模型,飞灰颗粒受力仅考虑曳力和重力。单颗粒运动方程^[9]:

$$\frac{dx_{pi}}{dt} = u_{pi} \tag{5}$$

$$\frac{du_{pi}}{dt} = F_D\left(u_i - u_{pi}\right) + \frac{g_i\left(\rho_p - \rho\right)}{\rho_p} \tag{6}$$

$$F_D = \frac{18\mu}{\rho_p d_p^2} \frac{C_D R e_p}{24} \tag{7}$$

$$C_{D} = a_{1} + \frac{a_{2}}{Re_{n}} + \frac{a_{3}}{Re_{n}^{2}}$$
(8)

$$Re_{p} = \frac{\rho_{p}d_{p}\left|u - u_{p}\right|}{\mu} \tag{9}$$

式中, u_p 为颗粒的速度 m/s; g 为重力加速度, m/s²; ρ_p 为颗粒密度, kg/m³; d_p 为颗粒直径, m; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ 为光滑球形颗粒常数。

1.3 求解方法和边界条件

二次风系统内气体流动为湍流流动,压力与 速度的耦合采用 SIMPLE 算法,压力插补格式选 用二阶格式,动量方程、湍动能和湍动耗散率选 用二阶迎风格式。

计算时,燃烧器及二次风门开度产生的阻力 以多孔介质方式在二次风系统中进行设置。

气体入口设置为速度入口,入口速度为 5.16-8.41m/s,入口温度 350℃。出口边界设置为压力出 口,*p*=0。壁面设置为无滑移边界。

参照现场实际情况,飞灰颗粒密度为 2200 kg/m³,粒径为 5-110 μm。出口边界设置为逃逸,顶面和侧面设置为反弹,底面依据颗粒与壁面的碰撞速度和方向设置为捕获和反弹。

2 计算结果分析

本文计算参照现场锅炉燃烧调整试验"均等" 配风方式的二次风门开度,即 AA 层为 60%,AB、 BC、CD、DE、EE 层为 35%,A、B、C、D、E 层周界风为 30%,CCOFA 紧凑风为 10%,SOFA I 为 60%,SOFA II 为 50%,SOFA III 为 45%。

2.1 气体流动特性

图 2 给出了入口速度为 8.41m/s 时,二次风系 统内的气体流线图。由于两个二次风入口的速度 相同,入口中间的联络管内没有气体流过。图 2 (a)中,由于两侧的总风管、大风箱和燃尽风箱 的结构对称,因此气流分布基本相同。图 2(b) 中,总风管与大风箱的连接属于突扩结构,气流 从总风管进入大风箱后气流出现明显漩涡,且靠 近大风箱顶部和底部的漩涡更明显;大风箱进入 各水平支管的流线数量不完全相同,速度分布也 不相同。



图 2 二次风系统内的流线图

表1列出了入口速度为8.41m/s时,四个角的各燃烧器喷嘴的二次风速度和占二次风总量的比率。可以看出,同一角(如1号角)沿高度方向的各燃烧器喷嘴的二次风速度分布不相同。"均等"配风方式的二次风门开度条件下,AB、BC、CD、DE四层辅助风的速度基本相同(约43m/s), AA层辅助托底风的速度最大;三层SOFA风的速度都大于55m/s,风量占二次风总风量的38.4%; B、C、D、E四层一次风的周界风速度较低。四个角的同一层燃烧器喷嘴(如AB层辅助风)中,2、3号角速度稍微大一些,但差值非常小。

表 2 列出了入口速度为 5.16m/s 时,四个角的 各燃烧器喷嘴的二次风速度和比率。与表 1 中的 数据进行比较可以看出,表 2 中的各燃烧器喷嘴 的二次风速度都相应减小,但所占比率的变化非 常小。因此,当各二次风门开度不变时,二次风 入口速度的变化对各燃烧器喷嘴的风量分配影响 不 大 。

2.2 飞灰颗粒流动特性

图 3 给出了入口速度为 8.41m/s、飞灰颗粒为 110 μm 时,二次风系统内的飞灰颗粒轨迹图。对 比图 2 可知,飞灰颗粒轨迹图与气体流线图不完 全相同。尤其是飞灰颗粒进入大风箱后,由于气 体速度下降、飞灰颗粒携带能力减弱,大部分飞 灰颗粒进入大风箱后向下降落,部分沉积在大风 箱底面。图 3 (b)的大风箱局部放大图可以明显 看出, 3 号角方向大风箱底部的飞灰颗粒速度明 显低于 4 号角的,因此可以判断 3 号角大风箱底部 飞灰颗粒的沉积量较大。

图 4 给出了现场 3 号角和 4 号角大风箱底部飞 灰颗粒沉积照片。对比发现,计算结果与现场实 际运行结果相同。

表 3 分别统计了飞灰粒径为 5µm、20µm、 50µm、110µm 时,150 万粒飞灰颗粒进入大风箱 后,由各燃烧器喷嘴喷入炉膛的飞灰颗粒占总颗 粒的百分比。可以看出,沿燃烧器高度方向对比, AA 层辅助风喷嘴喷入炉膛的飞灰颗粒量最多,因 此 AA 层喷口附近水冷壁容易被磨损,需要适当采 取防磨措施。同一层燃烧器的四个角喷嘴对比发 现,1、4 号角喷嘴喷入炉膛的飞灰颗粒比 2、3 号 角多。这一趋势从图 3 (b)大风箱局部放大图中 颗粒轨迹也是可以看出来的。

3 结论

本文以某 350 MW 超临界四角切圆煤粉锅炉 的二次风系统为研究对象,采用数值模拟方法计 算并分析了气体-飞灰颗粒流动特性,结论如下:

(1) 在"均等"配风方式的二次风门开度条件下,AB、BC、CD、DE 四层辅助风的速度基本相同,三层 SOFA 风的风量占二次风总风量的38.4%。

(2)各二次风门开度不变时,二次风入口速度(二次风风量)的变化对各燃烧器喷嘴的风量 分配影响不大。

(3)大风箱内,气体中携带的飞灰颗粒轨迹 与气体流动轨迹不完全相同。由于重力作用,飞 灰颗粒进入大风箱后会向下流动,颗粒越大趋势 越明显,通过 AA 层喷嘴气流中的飞灰浓度越大。

(4) AA 层辅助风的含灰量较大,喷嘴出口 附近的水冷壁较容易磨损;飞灰颗粒容易在 2、3 号角大风箱底部沉积,需要在底部合理设计排灰 管。



(b)大风箱局部放大图 图 3 二次风系统内颗粒轨迹图



 (a) 3 号角
 (b) 4 号角

 图 4 大风箱飞灰颗粒沉积情况

| | 1 🗄 | 角 | 2 둑 | 角 | 3 🗄 | 角 | 4 号角 | | |
|----------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|--|
| 燃烧器喷嘴 | 速度 | 比率 | 速度 | 比率 | 速度 | 比率 | 速度 | 比率 | |
| | (m/s) | (%) | (m/s) | (%) | (m/s) | (%) | (m/s) | (%) | |
| SOFA I | 66.10 | 3.50 | 66.26 | 3.51 | 66.19 | 3.50 | 66.06 | 3.50 | |
| SOFA II | 59.66 | 3.16 | 60.01 | 3.18 | 59.96 | 3.18 | 59.63 | 3.16 | |
| SOFA III | 55.22 | 2.92 | 55.58 | 2.94 | 55.58 | 2.94 | 55.17 | 2.92 | |
| CCOFA | 21.30 | 0.37 | 21.34 | 0.37 | 21.31 | 0.37 | 21.31 | 0.37 | |
| EE | 52.02 | 0.91 | 52.08 | 0.91 | 52.02 | 0.91 | 52.02 | 0.91 | |
| Е | 18.33 | 0.36 | 18.36 | 0.36 | 18.34 | 0.36 | 18.33 | 0.36 | |
| DE | 43.17 | 2.47 | 43.29 | 2.48 | 43.24 | 2.48 | 43.17 | 2.47 | |
| D | 18.32 | 0.36 | 18.40 | 0.36 | 18.37 | 0.36 | 18.32 | 0.36 | |
| CD | 41.99 | 2.39 | 42.20 | 2.40 | 42.13 | 2.40 | 42.00 | 2.39 | |
| С | 18.33 | 0.36 | 18.40 | 0.36 | 18.38 | 0.36 | 18.33 | 0.36 | |
| BC | 43.15 | 2.47 | 43.33 | 2.48 | 43.30 | 2.48 | 43.18 | 2.47 | |
| В | 18.24 | 0.36 | 18.36 | 0.36 | 18.37 | 0.36 | 18.24 | 0.36 | |
| AB | 42.92 | 2.46 | 43.22 | 2.48 | 43.26 | 2.48 | 42.91 | 2.46 | |
| А | 39.93 | 0.20 | 40.18 | 0.20 | 40.22 | 0.20 | 39.91 | 0.20 | |
| AA | 76.05 | 2.66 | 76.40 | 2.67 | 76.41 | 2.67 | 76.14 | 2.66 | |

表1各燃烧器喷嘴的二次风速度和比率(入口速度 8.41m/s)

表 2 各燃烧器喷嘴的二次风速度和比率(入口速度 5.16m/s)

| | 1 | 角 | 2 | 角 | 3 - | 角 | 4 号角 | | |
|----------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|--|
| 燃烧器喷嘴 | 速度 | 比舉 | 速度 | 比率 | 速度 | 比略 | 速度 | 比率 | |
| | (m/s) | (%) | |
| SOFA I | 40.69 | 3.51% | 40.80 | 3.52% | 40.74 | 3.52% | 40.65 | 3.51% | |
| SOFA II | 36.72 | 3.17% | 36.93 | 3.19% | 36.89 | 3.18% | 36.68 | 3.17% | |
| SOFA III | 33.96 | 2.93% | 34.18 | 2.95% | 34.17 | 2.95% | 33.92 | 2.93% | |
| CCOFA | 13.19 | 0.37% | 13.21 | 0.37% | 13.20 | 0.37% | 13.20 | 0.37% | |
| EE | 31.87 | 0.90% | 31.91 | 0.91% | 31.87 | 0.90% | 31.87 | 0.90% | |
| Е | 10.79 | 0.35% | 10.81 | 0.35% | 10.80 | 0.35% | 10.79 | 0.35% | |
| DE | 26.62 | 2.49% | 26.69 | 2.49% | 26.65 | 2.49% | 26.61 | 2.48% | |
| D | 10.78 | 0.35% | 10.83 | 0.35% | 10.81 | 0.35% | 10.78 | 0.35% | |
| CD | 26.00 | 2.41% | 26.12 | 2.42% | 26.07 | 2.42% | 25.99 | 2.41% | |
| С | 10.79 | 0.35% | 10.83 | 0.35% | 10.82 | 0.35% | 10.79 | 0.35% | |
| BC | 26.60 | 2.48% | 26.73 | 2.50% | 26.70 | 2.49% | 26.61 | 2.48% | |
| В | 10.73 | 0.34% | 10.82 | 0.35% | 10.82 | 0.35% | 10.73 | 0.34% | |
| AB | 26.47 | 2.47% | 26.68 | 2.49% | 26.67 | 2.49% | 26.44 | 2.47% | |
| А | 18.98 | 0.15% | 19.14 | 0.16% | 19.14 | 0.16% | 18.97 | 0.15% | |
| AA | 46.97 | 2.66% | 47.20 | 2.67% | 47.16 | 2.67% | 47.01 | 2.66% | |

表 3 二次风系统飞灰颗粒数量统计(%)

| 燃烧器뼙 | 5μm | | | | 20µm | | | | 50µm | | | | 110µm | | | |
|----------|------|------|------|------|-------------|------|------|-------------|-------------|------|------|-------------|-------------|-------|-------|-------|
| 嘴 | 1号角 | 2 号角 | 3号角 | 4 号角 | 1 号角 | 2号角 | 3号角 | 4 号角 | 1 号角 | 2号角 | 3号角 | 4 号角 | 1 号角 | 2号角 | 3号角 | 4 号角 |
| SOFA I | 3.18 | 3.23 | 3.17 | 3.20 | 3.09 | 3.20 | 3.15 | 3.11 | 2.50 | 3.01 | 2.82 | 2.53 | 1.27 | 1.08 | 0.97 | 1.28 |
| SOFA II | 2.89 | 2.53 | 2.61 | 2.92 | 2.84 | 2.46 | 2.53 | 2.85 | 2.43 | 1.94 | 2.06 | 2.43 | 0.99 | 0.40 | 0.43 | 1.00 |
| SOFA III | 2.62 | 2.39 | 2.42 | 2.61 | 2.56 | 2.29 | 2.33 | 2.55 | 2.45 | 1.94 | 1.98 | 2.44 | 1.13 | 0.64 | 0.68 | 1.08 |
| CCOFA | 0.50 | 0.51 | 0.53 | 0.52 | 0.55 | 0.54 | 0.56 | 0.56 | 0.85 | 0.78 | 0.80 | 0.83 | 1.68 | 0.35 | 0.33 | 1.67 |
| EE | 0.81 | 0.85 | 0.85 | 0.82 | 0.80 | 0.82 | 0.83 | 0.81 | 0.75 | 0.77 | 0.77 | 0.76 | 0.74 | 0.19 | 0.17 | 0.76 |
| E | 0.32 | 0.34 | 0.35 | 0.33 | 0.33 | 0.34 | 0.34 | 0.34 | 0.30 | 0.31 | 0.32 | 0.32 | 0.46 | 0.14 | 0.12 | 0.50 |
| DE | 2.16 | 2.36 | 2.39 | 2.22 | 2.14 | 2.32 | 2.34 | 2.16 | 1.82 | 2.10 | 2.11 | 1.89 | 1.27 | 0.58 | 0.52 | 1.29 |
| D | 0.36 | 0.37 | 0.38 | 0.36 | 0.38 | 0.37 | 0.38 | 0.37 | 0.36 | 0.36 | 0.38 | 0.36 | 0.43 | 0.24 | 0.21 | 0.41 |
| CD | 2.28 | 2.31 | 2.40 | 2.28 | 2.29 | 2.29 | 2.36 | 2.28 | 2.13 | 2.14 | 2.20 | 2.09 | 1.48 | 0.84 | 0.75 | 1.42 |
| C | 0.38 | 0.36 | 0.36 | 0.36 | 0.38 | 0.35 | 0.37 | 0.38 | 0.43 | 0.36 | 0.37 | 0.39 | 0.69 | 0.29 | 0.24 | 0.59 |
| BC | 2.73 | 2.44 | 2.52 | 2.66 | 2.78 | 2.39 | 2.47 | 2.67 | 3.01 | 2.18 | 2.26 | 2.83 | 4.11 | 0.82 | 0.75 | 2.82 |
| В | 0.46 | 0.38 | 0.39 | 0.45 | 0.49 | 0.39 | 0.40 | 0.48 | 0.61 | 0.39 | 0.43 | 0.58 | 1.50 | 0.27 | 0.26 | 1.25 |
| AB | 3.38 | 2.72 | 2.73 | 3.38 | 3.48 | 2.73 | 2.73 | 3.50 | 4.04 | 2.90 | 2.96 | 4.10 | 4.76 | 1.39 | 1.32 | 4.74 |
| A | 0.26 | 0.24 | 0.24 | 0.28 | 0.27 | 0.25 | 0.25 | 0.30 | 0.30 | 0.29 | 0.30 | 0.34 | 0.81 | 0.39 | 0.37 | 1.09 |
| AA | 3.26 | 3.09 | 3.15 | 3.43 | 3.41 | 3.20 | 3.25 | 3.62 | 4.13 | 4.11 | 4.12 | 4.53 | 9.93 | 10.81 | 10.04 | 13.27 |

参考文献:

[1]张立栋,李伟伟, 陈正华,等.300MW 四角切圆锅炉二

次风风箱结构优化数值模拟[J].化工自动化及仪表, 2015, 42 (10): 1122-1126.

- [2]章洪涛,关键,刘瑞媚,等.贴壁风对二次风箱流动特 性影响数值模拟[J].热力发电,2017,46(4):77-80.
- [3]马启磊,刘森,张华磊,等.锅炉风箱二次风流量分配 对燃烧特性的影响[J].热能动力工程,2019,34(11): 52-58.
- [4] 祝鑫阳,黄立成,罗俊伟,等.锅炉二次风道流动特性的模拟优化[J]. 能源与节能,2020(3):87-89.
- [5]朱志飞,王礼鹏,祁慧,等.660MW 燃煤机组锅炉飞灰
 颗粒物排放特征研究[J].燃料化学学报,2014,42
 (3): 323-327.

- [6] 王兵,张会强,王希麟.颗粒趋壁沉积的直接数值模拟 [J]. 工程热物理学报,2019,30(1):90-92.
- [7]韩云龙,胡永梅,钱付平.通风管道内温湿度对颗粒沉积的影响[J].土木建筑与环境工程,2010,32(4): 66-70.
- [8]ZHANG H F, AHMADI G. Aerosol particle transport and deposition in vertical and horizontal turbulent duct[J]. Journal of Fluid Mechanics, 2000, 406: 55-80.
- [9]ANSYS FLUENT User's Guide, 2012.

Numerical analysis of gas-fly ash particles flow characteristics in secondary air system of tangential fired pulverized coal boiler

LIU Xing¹, YUAN Donghui², FU Xiliang¹, LIU Guixi¹, MENG Hao¹, ZHAO Kai¹, SUN Li¹

(1. Inner Mongolia Jingneng Shengle Thermal Power Co., Ltd., Huhhot 011517, China;

2. Inner Mongolia Electric Power Research Institute Branch, Inner Monglia Electric Power (Group) Co., Ltd., Huhhot 010020,

China)

Abstract: The secondary air system is an important part of the combustion system of pulverized coal boiler. The deposition of fly ash particles carried in the gas in the secondary air system will affect the gas flow characteristics, and even affect the safe operation of the boiler. In this paper, the secondary air system of a 350 MW supercritical tangentially fired pulverized coal boiler is taken as the research object. The gas-fly ash particle flow characteristics are calculated and analyzed by numerical simulation. The calculation results show that under the condition of equal air distribution mode of secondary air baffle opening, the auxiliary air velocity of the middle four floors is basically the same, and the air volume of the SOFA of the three floors accounts for 38.4% of the total secondary air inlet velocity (secondary air volume) has little influence on the air volume distribution of each burner nozzle. Due to gravity, the fly ash particles will flow downward after entering the large bellows, and the larger the particles are, the more obvious the trend is. The ash content of auxiliary air in AA layer is large, so the water wall near the nozzle outlet of auxiliary air in AA layer is easy to wear. Fly ash particles are easy to deposit at the 2 and 3 corners of the bottom of large bellows, so it is necessary to design ash discharge pipe reasonably at the bottom.

Key words: tangentially fired, secondary air system, large bellows, fly ash particles, deposit.

⁶