

初始氧浓度对锅炉富氧燃烧和 NO_x排放的影响

阎维平, 米翠丽, 李皓宇

(华北电力大学 电站设备状态监测与控制教育部重点实验室, 河北 保定 071003)

摘 要: 针对某电站 300 MW 燃煤锅炉, 基于专门开发的 CFX-TASCFLOW 软件平台, 将额定负荷下空气气氛、不同初始氧浓度 ϕ ($O_2 = 21\%、30\%、35\%、40\%$) 的 O_2/CO_2 气氛, 共五种工况下的炉内流动、燃烧及污染物生成进行了数值模拟。计算结果表明: O_2/CO_2 燃烧方式下, 炉膛出口烟气中 CO_2 的浓度均可达到 90% 以上, 便于 CO_2 的回收; 随着初始氧浓度的增大, 炉内的火焰温度提高, 沿炉膛高度方向温度的降低幅度增高, 炉膛出口烟气温度降低, NO_x 的生成量小于空气气氛; 飞灰可燃物在初始氧浓度为 21% 时最高, 在初始氧浓度增至 30%~40% 时, 飞灰可燃物大幅度下降; 30% 的初始氧浓度是比较合理的富氧燃烧浓度。

关 键 词: 电站锅炉; 火焰温度; 氧浓度; O_2/CO_2 气氛; NO_x 数值模拟

中图分类号: TK224.1; X701.7 文献标识码: A

引 言

目前, 对 NO_x 排放的研究主要集中在针对 NO_x 释放的控制技术方面, 如再燃技术、SCR 和 SNCR 技术等。 O_2/CO_2 燃烧方式 (又称为“富氧燃烧”) 不仅能把 CO_2 浓度提升到 90% 以上, 还能大幅度地减少 SO_2 和 NO_x 的排放, 实现污染物的一体化协同脱除^[1~2]。国内外学者对燃煤 O_2/CO_2 气氛下 NO_x 生成与排放规律的研究主要基于实验装置, 由于实验条件局限在煤粉堆积状态及 700~1300℃ 下^[3~5], 因而锅炉的内部燃烧过程与这些实验环境有很大的差距。据此利用数值计算方法, 了解炉内过程, 全面模拟炉内的湍流流动、传热、燃烧和污染物释放规律等是很有必要的。

TSACFLOW-CFX/COALFIRE 是结合四角切圆煤粉锅炉燃烧环境下 NO_x 的生成特点而开发设计的, 很详细地考虑四角切圆锅炉的结构细节^[6~9], 计

算模型精细化程度较高, 其预测的各主要参数的变化趋势能够满足实际燃烧运行调整的需要。本研究针对某电站 300 MW 燃煤锅炉, 基于 CFX-TASCFLOW 软件平台, 将额定负荷下空气气氛、不同初始氧浓度 ϕ ($O_2 = 21\%、30\%、35\%、40\%$) 的 O_2/CO_2 气氛, 共五种工况下的炉内流动、燃烧及污染物生成进行数值模拟, 分析初始氧浓度对 NO_x 排放量及燃尽效率的影响规律, 为现有燃煤电站锅炉中采用 O_2/CO_2 燃烧方式的锅炉燃烧器设计提供参考依据。

1 研究对象

图 1 为模拟某电厂 300 MW 四角切圆燃烧锅炉炉膛和燃烧器各层喷口布置情况。配 6 台 (1 台备用) 中速磨直吹制粉系统, 每角燃烧器为 6 层一次风喷口, 顶部独立布置燃尽风风口。燃烧器上下摆动摆角为 $\pm 30^\circ$, 炉膛中心形成直径为 900 mm 的逆时针切圆。该锅炉所燃褐煤煤种的工业分析和元素分析如表 1 所示。

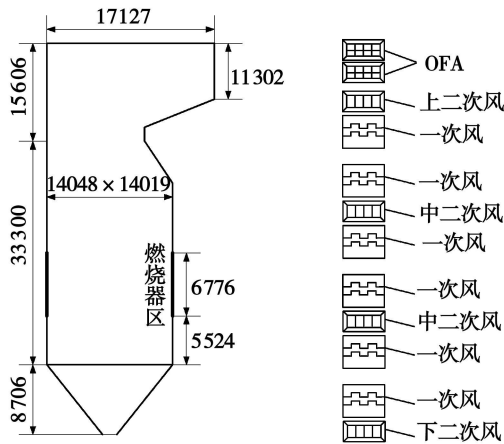


图 1 炉膛及燃烧器结构图

表 1 煤的工业分析和元素分析

工业分析 /%	数值	元素分析 /%	数值
M _{ar}	32.1	C _{ar}	36.28
A _{ar}	17.89	H _{ar}	2.64
V _{ar}	24.7	O _{ar}	10.11
FC _{ar}	25.31	N _{ar}	0.63
Q _{net,ar} / kJ·kg ⁻¹	13 290	S _{ar}	0.35

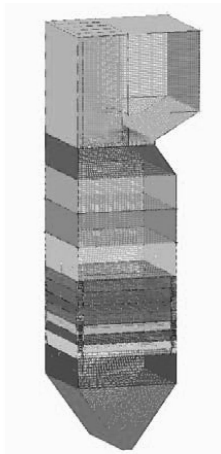


图 2 计算区域网格生成

2 计算模型

2.1 流动与燃烧模型

计算区域为冷灰斗至炉膛出口, (如图 1 所示)。网格划分使用 ICFM 软件, 最终生成 840 909 个网格, 如图 2 所示。数值模拟采用三维稳态计算, 湍流气相流动采用 $k-\epsilon$ 双方程模型, 在近壁面处采用 $\log-law$ 壁面函数法处理, 燃烧反应采用多步涡团耗散模型, 颗粒项采用拉格朗日颗粒轨道模型, 辐射传热采用扩散模型, 计算区域内的速度、温度、氧浓度、NO 浓度、CO 浓度收敛标准为残差小于 10^{-4} 。

2.2 NO 生成模型

NO 生成模型分为: 热力型 NO 快速型 NO 和燃料型 NO 生成模型, 其反应机理如图 3 所示, 反应 1、2 为燃料 N 的释放反应, 3、4、5 为 NO 生成反应, 6、7、8 为 NO 还原反应。燃料型 NO 是由燃料 N 生成的。在煤粉炉中, 燃料型 NO 可占总 NO 生成的 75% ~ 95%, 热力型和快速型 NO 主要由空气中的氮气氧化而来。燃料 N 在煤颗粒升温热解过程中, 一部分成为挥发份 N 随挥发份释放, 直接生成 HCN (反应 1), 一部分成为焦炭 N 随煤焦燃烧释放, 直接

生成 NH₃ (反应 2)。HCN 氧化生成 NH₃ (反应 3), NH₃ 若被氧化则生成 NO (反应 4)。N₂ 可直接氧化为热力型 NO (反应 5)。已生成的 NO 可通过反应 6、7、8 分别与 CH₄、NH₃ 和煤焦反应, 被还原成为 N₂。

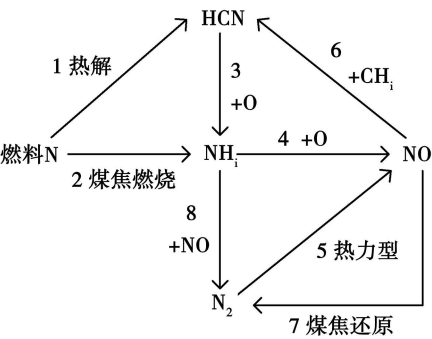


图 3 NO 反应机理

在 O₂/CO₂ 燃烧方式下, 助燃气氛中没有 N₂ 的存在, NO 的生成主要来源于燃料。此时, NO 的排放特性除了受过量空气系数、反应温度、炉内停留时间的影响外, 另外一个重要的影响因素就是 O₂/CO₂ 的体积比。不同 O₂/CO₂ 配比下 NO 的生成和还原较空气氛下有较大的区别, O₂/CO₂ 燃烧方式下, 烟气成分的不同使得上述各反应的反应速率发生变化, 大量的 CO₂ 会在燃烧开始时与碳发生还原反应, 生成较高含量的 CO。虽然单纯煤焦还原 NO 的能力有限, 但在高温下, CO 对煤焦与 NO 间的反应有显著的催化作用, 使图 3 中反应 7 的速度加快。

3 计算工况

表 2 为各工况数值模拟汇总表, 各工况燃煤量均与空气燃烧方式保持一致, 输入氧量满足燃烧化学当量比 1.2。考虑到输送煤粉的需要, 工况四、五的一次风量与工况三保持一致。另外, 工况四、五由于总风量的减少, 在一次风量保持与工况三一致的情况下, 二次风量较标准工况 (工况一) 降低很多, 为保持二次风的刚性, 最上面一层燃烧器不再投入。

4 模拟结果与分析

4.1 计算结果与实验结果比较

为了验证计算模型的准确性, 将空气燃烧方式下的计算结果与实验结果进行了对比。采用抽气热

电偶对炉内烟温的 4 个不同位置处进行了测量, 实测烟温与相应位置计算温度对比如表 3 所示。经过对比, 4 个测点处计算值与测量值相对误差均小于 3%。可以看出, 计算结果与实测结果间确有误差, 但计算模型中对不同部位炉墙的边界条件的设定并不能完全和实际运行条件相同, 因此计算误差的产生是难以避免的, 但产生的误差可以为工程应用所接受, 这表明计算所采用模型以及边界条件和入口条件的设定是合理的。

表 2 各工况数值模拟条件汇总表 (kg/s)

模拟工况 (体积比)	需要氧量	CO ₂ 量	一次风量	二次风量	燃煤量
空气气氛	72.6	0	112.7	185.1	59.4
21% O ₂ /79% CO ₂	72.6	375.1	160.7	264.6	59.4
30% O ₂ /70% CO ₂	72.6	232.3	109.5	182.9	59.4
35% O ₂ /65% CO ₂	72.6	185.9	109.5	136.4	59.4
40% O ₂ /60% CO ₂	72.6	149.7	109.5	103.5	59.4

表 3 计算结果与实测值比较

测点	炉膛高度 /m	实测值 /℃	计算值 /℃	相对误差 /%
1	23	1 570	1 610	2.548
2	29	1 495	1 511	1.07
3	36	1 388	1 360	2.017
4	45	1 120	1 092	2.5

4.2 初始氧浓度对温度场的影响规律

不同工况下沿炉高方向截面平均烟气温度如图 4 所示。从图中曲线可以看到, 各个工况下炉内温度的变化规律基本一致, 总体上是沿高度的增加快速升高。Q₂/CO₂ 体积比为 21% /79% 时炉膛的理论燃烧温度较空气气氛下低 300 K 左右, 这是由于烟气成分中大量 CO₂ 的存在使得辐射吸收系数以及混合气氛下的比热容较空气气氛高, 虽然辐射吸收系数的增加在一定程度上可以加大火焰与壁面的辐射换热, 但远不如气相温度对辐射换热的影响大, 因此 Q₂/CO₂ 体积比为 21% /79% 的工况下炉膛出口烟气温度并不会比空气气氛下低太多; 提高混合气氛中 Q₂/CO₂ 的体积比, 炉内的火焰温度水平逐渐提高, Q₂/CO₂ 的体积比为 30% /70% 的工况与空气燃烧的情况最为相近。随着初始氧浓度的逐渐提高, 燃烧器区域之后炉内温度下降也较快, 图 5 为各种工况下炉膛出口烟气温度比较图, 由图可以看出随着初始氧浓度的提高, 炉膛出口烟温逐渐减低, 在 40% O₂ /60% CO₂ 气氛下炉膛出口烟温较空气气氛

下降约 70 K 这说明随着初始氧浓度的增大炉膛内的辐射换热增强。

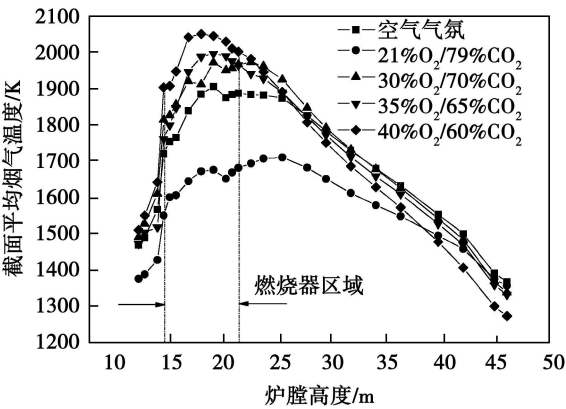
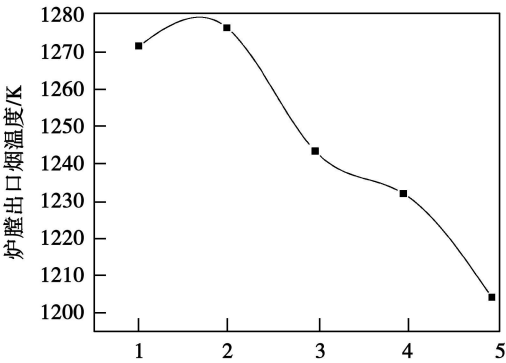


图 4 截面平均温度沿炉膛高度的变化



1: 空气气氛; 2 21% O₂ /79% CO₂; 3 30% O₂ /70% CO₂; 4 35% O₂ /65% CO₂; 5 40% O₂ /60% CO₂

图 5 各种工况下炉膛出口 烟温比较

4.3 初始氧浓度对组分场的影响规律

图 6 ~图 9 分别表示 5 种工况下沿炉高方向 CO₂、CO、O₂ 和 NO 的浓度曲线。结合图 4 分析, 各个工况下高温区对应的 CO 的浓度较高, CO₂、O₂ 浓度却较低。由图 7 可知, CO 沿炉膛高度出现两次峰值, 第一次是在下二次风区域, 此处对应炉膛低温区, 高浓度煤粉缺氧燃烧使得 CO 浓度较高; 第二次是在燃烧器中上部区域, 此处对应炉膛的高温区, 在高温区煤粉燃烧剧烈消耗氧气, 并且造成周围氧气不能完全燃烧而生成较多 CO。随炉膛高度的增加, CO 被逐渐氧化生成 CO₂, 使得 CO₂ 增加, O₂ 和 CO 随之减少, 炉膛出口处达到完全燃烧。在 Q₂/CO₂ 气氛下, 随着初始氧浓度的升高, 烟气中 CO 的浓度也相应升高, 而 CO 浓度的增大会增强炉内的还原性氛围, 从而在一定程度上抑制了 NO 的生成, 促进

了 NO 的还原。

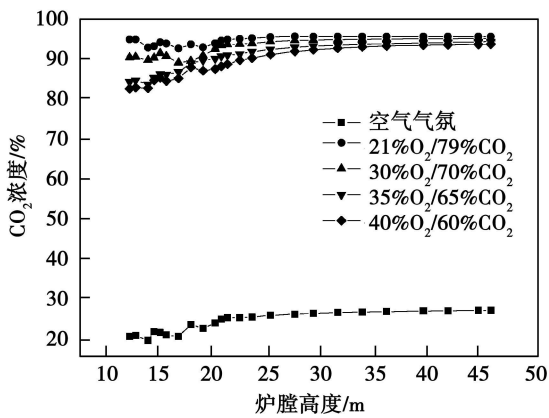


图 6 截面平均 CO₂ 浓度沿炉膛高度变化

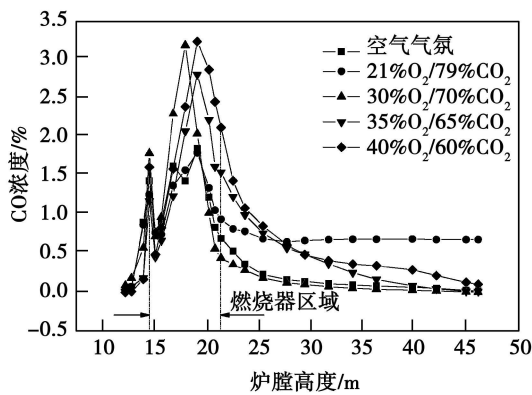


图 7 截面平均 CO 浓度沿炉膛高度变化

在下次风以下的炉膛区域, 由于下二次风的影响, 氧量充足使得燃烧充分, 从而导致该区域中心温度也比较高, 有利于 NO 的生成, 并且随着初始氧浓度的增大, 炉膛理论燃烧温度剧烈上升, 该值也增加较大。由图 9 还可看出, 与空气气氛相比, 在相同初始氧浓度的 Q₂/CO₂ 气氛下, NO 的生成量降幅较大, 随着初始氧浓度的提高, 虽然炉内氧化性气氛有所增强, NO 排放浓度增大, 但此时的 NO 浓度仍然低于空气气氛下的 NO 浓度, 造成这种现象的原因一方面是气氛中没有 N₂, 这就避免了热力型 NO 和快速型 NO 的生成; 另一方面则主要是初始高浓度 CO₂ 的存在增加了 CO 形成的机会, 还原气氛的形成使产生的 NO 被还原降解。30% O₂/70% CO₂、35% O₂/65% CO₂ 和 40% O₂/60% CO₂ 工况下炉膛出口 NO 排放量分别为 481.25、475.77 和 460.61 mg/m³, 较空气气氛下分别降低 38.19%、38.89%、40.84%。这说明 Q₂/CO₂ 燃烧方式下随着初始氧浓度的增大炉膛理论燃烧温度大幅上升, 但是烟气

中较高的 CO₂ 浓度使 NO 还原效应增强, 削弱了 NO 随温度的响应, 并且初始氧浓度由 30% 升高到 40% 炉膛出口 NO 浓度有很小的回落, 即初始氧浓度的增大不会提高 NO 的生成量, 这对电站锅炉煤粉的富氧燃烧应用提供了有力的保证。

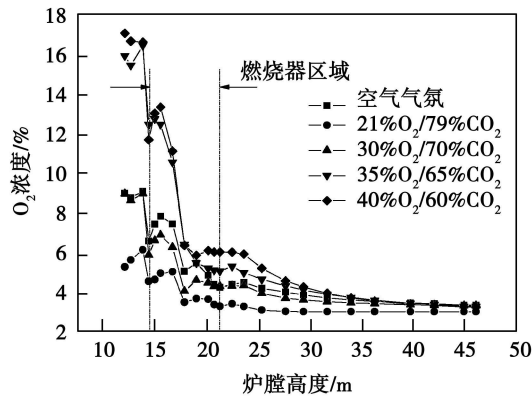


图 8 截面平均 O₂ 浓度沿炉膛高度变化

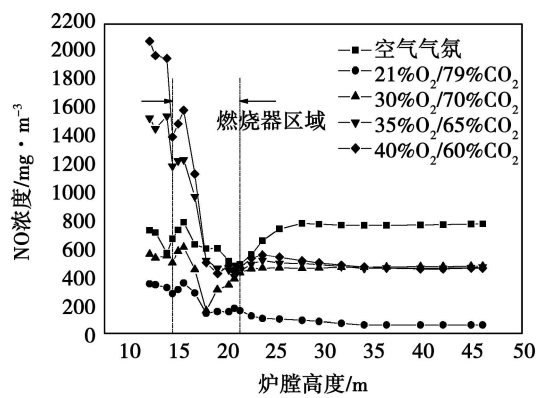


图 9 截面平均 NO 浓度沿炉膛高度变化

4.4 初始氧浓度对飞灰可燃物的影响规律

表 4 为各个工况下炉膛出口飞灰可燃物含量的比较, 可以看出 21% O₂/79% CO₂ 气氛下炉膛出口飞灰可燃物含量可达 12.83%, 这是因为该气氛下较低的燃烧温度使得其燃烧速率较空气气氛缓慢, 尽管生成很多的 CO 但燃烧时间延长、燃尽温度提高, 不利于煤焦的燃烧和燃尽^[10]。随着初始氧浓度的提高, 燃尽率大幅提高, 在 30% O₂/70% CO₂ 气氛下飞灰可燃物含量降到 0.35%, 随着氧浓度的进一步增大, 在进行模拟过程中, 考虑到输送煤粉的需要, 35% O₂/65% CO₂、40% O₂/60% CO₂ 工况采用了与 30% O₂/70% CO₂ 工况相同的一次风量, 在相同燃煤量的前提下, 35% O₂/65% CO₂、40% O₂/60% CO₂ 工况二次风量的减少导致燃烧后期氧量不足,

飞灰含碳量有所增大,燃尽率降低,这可以通过改进燃烧器进行调节。

表 4 炉膛出口飞灰可燃物含量比较

O ₂ /CO ₂ 体积比	飞灰可燃物含量 /%
空气气氛	1.30
21% /79%	12.83
30% /70%	0.35
35% /65%	1.63
40% /60%	2.39

5 结 论

在 O₂/CO₂ 体积比为 21% /79%的情况下,与空气气氛相比,烟气辐射增强加大了火焰与壁面的辐射换热,降低了炉膛火焰温度水平;当初始氧浓度提高到 30%时,炉内的火焰温度水平提高并且与空气燃烧工况相当,继续提高至 35% ~ 40%时,炉膛出口烟气温度较空气气氛降低 40 ~70 K。

O₂/CO₂ 气氛下 NO的生成量均小于空气气氛,一是由于 O₂/CO₂ 气氛下无 N₂,避免了热力型 NO和快速型 NO的生成;二是由于初始高浓度 CO₂ 的存在增加了 CO形成的机会,还原气氛的形成使产生的 NO被还原降解。随着初始氧浓度的增大并不会提高 NO的生成量,初始氧浓度为 30% ~40%时,NO生成量比空气燃烧工况下降降低 38.89% ~40.84%,而在初始氧浓度为 30%时,飞灰可燃物含量最低。

兼顾到燃尽效率与 NO生成量,富氧燃烧方式

下初始氧浓度取为 30%比较合理,更高的氧浓度对 NO的减排作用不明显,而且存在输粉安全及过强的还原气氛增加了水冷壁高温腐蚀与结渣的可能性问题。

参考文献:

[1] 阎维平. 温室气体的排放以及烟气再循环煤粉燃烧技术的研究[J]. 中国电力, 1997(6): 59—62.

[2] 樊越胜, 邹 峥, 高巨宝, 等. 煤粉在富氧条件下燃烧特性的实验研究[J]. 中国电机工程学报, 2005 25(24): 118—121.

[3] 李庆钊, 赵长遂, 武卫芳, 等. O₂/CO₂ 气氛下煤粉燃烧反应动力学的试验研究[J]. 动力工程, 2008 28(3): 447—452.

[4] 王 宏, 董学文, 邱建荣, 等. 燃煤在 O₂/CO₂ 方式下 NO_x生成特性的研究[J]. 燃料化学学报, 2001, 29(5): 458—462.

[5] 孟德润, 周俊虎, 赵 翔, 等. O₂/CO₂ 气氛下氮反应机理的研究[J]. 环境科学学报, 2005 25(8): 1011—1014.

[6] 林鹏云, 罗永浩, 等. 燃煤电站锅炉 NO_x排放影响因素的数值模拟分析[J]. 热能动力工程, 2007 22(5): 529—533.

[7] 邢 菲, 樊未军. 某 200 MW 四角切圆锅炉燃烧器改造降低 NO_x数值模拟[J]. 热能动力工程, 2007 22(5): 534—538.

[8] 阎维平, 刘亚芝. 300 MW 四角切圆煤粉锅炉燃烧工况的数值模拟及优化研究. 锅炉技术, 2007 38(6): 14—19.

[9] CFX—TASC flow User Documentation Version 10[Z]. AEA Technology Engineering Software Limited Watlington, Oxford, UK, 2000.

[10] MOLNAR A, SHADDIX C R. Ignition and devolatilization of pulverized bituminous coal particles during oxygen/carbon dioxide coal combustion[J]. Proceedings of the Combustion Institute 2007 21(2): 1905—1912.

(本文责任编辑 陈 滨)

(上接第 215 页)

组成,以及 $\text{CaSO}_3 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ 、 CaCO_3 、 CaSO_4 等脱硫物相。其中 $\text{CaSO}_3 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ 是主要的含硫物相,且各灰样中 CaCO_3 含量较大。

(4) 4种脱硫灰的热重曲线在 350℃以前差别较小,760℃以后基本没有失重,说明 760℃以后没有激烈的分解反应。

参考文献:

[1] 张瑞荣, 贾海红. LIFAC脱硫灰的特性及其研究现状[J]. 再生资源研究, 2003(2): 34—37.

[2] 沈晓冬, 等. LIFAC脱硫粉煤灰物相分析[J]. 建筑材料学报, 2002 5(4): 12—14.

[3] 杨南如. 无机非金属材料测试方法[M]. 武汉: 武汉工业大学出版社, 1990 55—58.

(本文责任编辑 陈 滨)

will approach the shell wall surface at the location of 5.2 D in the axial direction and the quasi free vortex disappear thus forming a full rigid vortex below the above-mentioned location. For the risers with a diameter of 135 mm and 180 mm, the value and location of the maximal tangential speed will undergo a similar change. On this basis the definition of the natural cyclone length of the cyclone separator was presented, i.e. the distance from the lower port of the riser to the location where the quasi free vortex disappears shall be defined as the natural cyclone length L_c of the separator. The result of the formula (5) was given according to the test results. Finally, by analyzing the attenuation characteristics of the swirling flow in the cyclone separator and the energy transfer process between the two vortices, further explained was the physical meaning of the natural cyclone length of the cyclone separator.

Key words: cyclone separator; natural cyclone length; gas phase flow field; swirling flow; attenuation

烟气循环流化床脱硫灰特性研究 = Study of the Desulfurized Ash Characteristics of a Flue Gas Circulating Fluidized Bed 刊, 汉 / XU Xi-ren, GUI Ke-ting (College of Energy Source and Environment, Southeast University, Nanjing, China, Post Code: 210096), MA Chun-yuan, WANG Wen-bing (College of Energy Source and Power Engineering, Shandong University, Jinan, China, Post Code: 250061) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power — 2010 25(2). — 211 ~ 215

With the desulfurized ash produced in the typical desulfurization process in a flue gas circulating fluidized bed serving as a sample, by using such methods as theoretical analysis, chemical analysis, electronic telescope scanning, thermogravimetry analysis and X-ray diffraction analysis etc., more or less systematically studied were such characteristics as the chemical composition, morphological appearance and physical phase composition etc. of the desulfurized ash. It has been found that the desulfurization reactions can play a role of eroding the raw ash particles from pulverized coal and there exists a conspicuous agglomeration effect in the desulfurization tower. The main physical phase composition of the desulfurized ash includes pulverized-coal produced ash phase, such as mullite, quartz and Fe₂O₃ etc., and desulfurization-produced physical phase, such as CaSO₃ · 1/2 H₂O, CaCO₃ and CaSO₄ etc. It is worth paying attention to the fact that CaSO₃ · 1/2 H₂O represents the main sulfur containing physical phase and the CaCO₃ content in various ash samples is relatively big.

Key words: flue gas circulating fluidized bed; desulfurized ash; flue gas desulfurization; physical phase composition; characteristics analysis

初始氧浓度对锅炉富氧燃烧和 NO_x排放的影响 = The Influence of the Initial Oxygen Concentration on Boiler Oxygen-enriched Combustion and NO_x Emissions 刊, 汉 / YAN Wei-ping, MI Cui-li, LI Hao-yu (Education Ministry Key Laboratory on Power Plant Equipment Condition Monitoring and Control, College of Energy Source and Power Engineering, North China University of Electric Power, Baoding, China, Post Code: 071003) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power — 2010 25(2). — 216 ~ 220

For a 300 MW coal-fired boiler in a power plant and on the basis of a specially developed software platform CFX-TASC Flow, numerically studied were the flow, combustion and pollutant production in the furnace under the rated-load air environment in the O₂/CO₂ atmosphere of various initial oxygen concentrations (O₂) = 21%, 30%, 35% and 40%, totaling five operating conditions. The calculation results show that under the O₂/CO₂ combustion mode, the CO₂ concentration of the flue gas at the outlet of the furnace can reach over 90%, facilitating the recovery of CO₂. With an increase of the initial oxygen concentration, the in-furnace flame temperature will go up, the temperature drop margin along the furnace height direction increase and the flue gas temperature at the outlet of the furnace go down. The amount of NO_x product being generated will be less than the air quantity. The combustible

content of the flying ash will be the highest when the initial oxygen concentration is 21%. It will drop by a great margin when the initial oxygen concentration increases to 30% ~ 40%. Thus 30% initial oxygen concentration is considered as a comparatively rational choice for the oxygen enriched combustion. Key words: utility boiler; flame temperature; oxygen concentration; O_2/CO_2 atmosphere; NO_x ; numerical simulation

1 000 MW 机组锅炉氮氧化物排放影响的试验研究 = Experimental Study of the Influence of NO_x Emissions from the Boiler of a 1000 MW Power Plant [刊, 汉] / GAO Xiao-tao (Jiangsu Electric Power Test and Research Co., Ltd., Nanjing, China; Post Code 211102), HUANG Lei, ZHANG En-xian (Jiangsu Frontier Electric Power Technology Co., Ltd., Nanjing, China; Post Code 211102), ZHANG Ming-yao (College of Energy Source and Environment, Southeast University, Nanjing, China; Post Code 210096) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power — 2010 25 (2). — 221 ~ 225

On the basis of the on-site test methods for combustion adjustment, a systematic study and analysis was performed of the NO_x emissions characteristics of a 1 000 MW ultra-supercritical tangentially-fired boiler in a power plant along with its influencing factors. In the light of the operation characteristics of the boiler combustion system, mainly studied were such influencing factors as the oxygen quantity, load, burnout air quantity (including additional air and over-fired air), air quantity and air distribution mode for burners in the main combustion zone, ballmill operation combination mode, swaying angle of burners and coal ranks etc. The test and research results show that as an air staged combustion in the furnace is adopted, it is decisive that the change of coal quality will remarkably affect the concentration of NO_x emissions. The change of the oxygen quantity during the operation is an important factor influencing the concentration of NO_x emissions. With an increase of the oxygen quantity, the concentration of NO_x emissions from the boiler will increase linearly. The boiler load is also a major factor influencing the concentration of NO_x emissions. The extent of such an influence depends on the boiler load and the operating oxygen quantity during the corresponding load. The swaying of the burner spout and the change of the ballmill operation mode will exercise a significant influence on the concentration of NO_x emissions from the boiler. Relative to the influence exerted by the above-mentioned factors, under the condition that a large amount of burnout air is maintained to realize an air staged and fractional combustion, the change of the primary and secondary air distribution in the main combustion zone has a weak influence on the concentration of NO_x emissions. Key words: ultra-supercritical boiler; low NO_x combustion; NO_x emissions; burner air feed; air distribution mode; operating factors

依托高楼的太阳能热气流电站系统的 CFD 模拟 = CFD (Computational Fluid Dynamics) Simulation of a Solar Energy Hot Airstream Power Plant System Installed in a High Building [刊, 汉] / ZHOU Yan, LI Jie-hao, LI Qing-ling (College of Electromechanical Engineering, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao, China; Post Code 266042) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power — 2010 25 (2). — 226 ~ 229

Designed was a solar energy hot airstream power plant installed in a high-rise with a corresponding mathematical model being established. By using software Fluent, a numerical simulation was performed of the flow and temperature fields in the power plant system under discussion. Moreover, the power plant configuration also underwent an optimized design. The simulation results indicate that with an increase of the smoke stack height, the airstream temperature in the smoke stack will ceaselessly rise and drop slightly at the outlet as influenced by the return flow. With the airstream velocity ever increasing, the airstream pressure distribution will first decrease and then increase. In the meantime, as the airstream is being heated by a plate-type heat collector, the airstream temperature distribution in the smoke stack is not homogeneous. The plate-type heat accumulator can be designed as one with finned ex-