

不同负荷下变 SOFA 风率对低 NO_x 燃烧特性影响分析吕 太¹, 闫晨帅¹, 路 昆², 于海洋¹

(1. 东北电力大学 能源与动力工程学院 吉林 吉林 132012; 2. 华电电力科学研究院 浙江 杭州 310030)

摘 要: SOFA(分离燃尽风)风率是决定燃尽风技术降低 NO_x 排放浓度的关键因素。运用 FLUENT(流体计算软件), 对 1 台采用立体分级低氮燃烧技术的 300 MW 四角切圆燃烧锅炉炉内燃烧过程进行了数值计算, 得出了 300 MW、240 MW、180 MW 负荷 SOFA 风率分别为 28%、20% 和 15% 共 9 个工况下炉内水平截面的平均温度、组分浓度和 NO_x 浓度随锅炉高度的变化曲线, 并进行了详细分析。计算结果表明: 随着 SOFA 风率的增大, 同一机组负荷下主燃区内温度水平和平均氧浓度均有所降低, 平均 CO 浓度升高, NO_x 浓度亦降低, 同时煤粉颗粒的燃尽率有所减小。分析结果可为锅炉机组在不同负荷下运行时采用合理的 SOFA 风率以实现环保经济性运行提供一定的理论参考。

关 键 词: SOFA 风率; 四角切圆; 立体分级燃烧; NO_x ; 数值模拟

中图分类号: TK224.1+1

文献标识码: A

引 言

GB13223-2011《火电厂大气污染物排放标准》严格规定了火电机组 NO_x 浓度排放限值, 采取有效措施降低火电厂 NO_x 排放浓度已是迫在眉睫。立体分级低氮燃烧系统由主燃区“风包粉”体系形成的燃料水平分级和高位燃尽风形成的空气垂直分级组成, 该技术可有效降低 NO_x 排放浓度, 避免传统空气分级燃烧技术结渣、高温腐蚀等缺点。

以某电厂采用立体式分级低氮燃烧技术的 1 号锅炉机组为研究对象, 运用 FLUENT 软件对 300、240 和 180 MW 3 种负荷、SOFA(燃尽风)风率分别为 28%、20% 和 15% 9 个工况, 如表 1 所示下炉内的温度场、组分场和 NO_x 浓度场进行了数值计算。其中, 工况 1、工况 4 和工况 7 为实际运行工况, 入口条件均采用实际运行参数, 其余 6 个工况分别为流经工况 1、工况 4 和工况 7 后减小的 SOFA 风量平均分配至对应负荷下二次风喷口^[1]。分析结果为掌握立体式分级低氮燃烧技术, 研究四角切圆燃烧

锅炉的炉内过程及其规律, 提高同类型锅炉的设计、运行、改造水平以及进行燃烧调整具有一定的参考意义。

表 1 计算过程中工况设定

Tab. 1 Setting of the operating conditions during calculation

机组负荷	SOFA 风率/%		
	28	20	15
300 MW	工况 1	工况 2	工况 3
240 MW	工况 4	工况 5	工况 6
180 MW	工况 7	工况 8	工况 9

1 研究对象

以某电厂 1 号锅炉机组为研究对象, 锅炉型号 HG-1025/17.5-YM11, 由哈尔滨锅炉有限公司采用美国 ABB-CE 公司技术设计制造的亚临界压力、自然循环、四角切圆、直流摆动式燃烧器、一次中间再热、平衡通风、固态排渣汽包锅炉。炉膛结构如图 1 所示。制粉系统采用 5 台 ZGM95Z 型中速磨煤机正压直吹式制粉系统, 整组燃烧器采用立体分级低氮燃烧技术, 共设 5 层一次风喷口、9 层二次风喷口、1 层 OFA(火上风)喷口、低位 SOFA 喷口和高位 SOFA 喷口各两层, 主燃烧器喷口布置如图 2 所示, 日常燃用煤质特性分析如表 2 所示。

表 2 燃用煤质特性分析

Tab. 2 Characteristic analysis of the quality of coal burnt

项目	元素分析/%					$Q_{\text{net, ar}} / \text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	工业分析/%		
	C_{ar}	H_{ar}	O_{ar}	N_{ar}	S_{ar}		A_{ar}	M_{ar}	V_{daf}
数值	39.35	2.71	8.60	0.46	0.36	14.22	23.62	24.90	38.79

收稿日期: 2013-11-10; 修订日期: 2014-01-20

作者简介: 吕 太(1957-), 男, 吉林人, 东北电力大学教授。

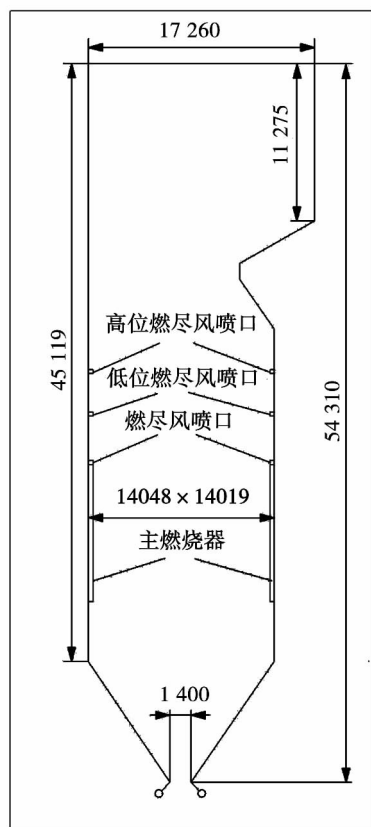


图 1 炉膛结构示意图

Fig.1 Schematic diagram of the structure of the furnace

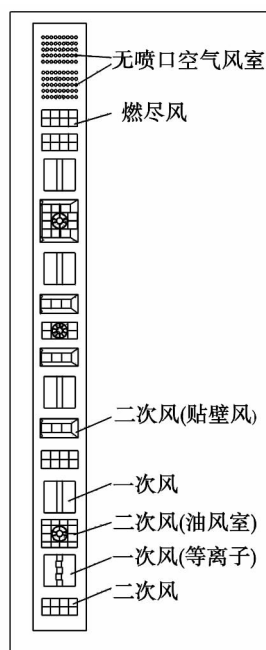


图 2 主燃烧器喷口布置示意图

Fig.2 Schematic diagram of the arrangement of the spouts of the main burners

2 网格划分与计算方法

2.1 网格划分

将炉膛冷灰斗至屏式再热器后炉膛出口之间的区域作为计算域,利用 Gambit 软件完成对炉膛的构体及网格划分。由于炉膛漏风及周界风风率较低,对炉膛内空气动力场影响较小,为简化研究过程,将周界风和漏风面积平均分配到与一次风喷口相邻的二次风喷口面积中。为减少伪扩散造成的计算误差并有效地控制计算量,将炉膛划分为燃烧器区域、燃烧器上部区域和燃烧器下部区域三部分,由于燃烧器区域流场变化剧烈,采用六面体网格对该区域网格进行了局部加密。炉膛整体网格数约为 100 多万个,主燃烧器区域横截面网格划分如图 3 所示。

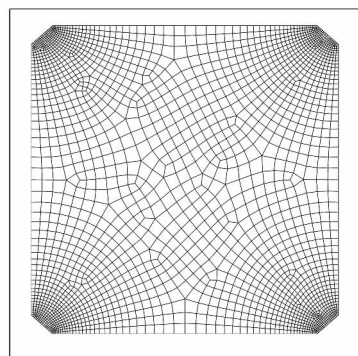


图 3 主燃烧器区域水平截面网格划分

Fig.3 Grid division in the horizontal cross section in the zone of the main burners

2.2 计算方法

由于烟气进入尾部烟道前燃烧过程已基本完成,为了便于分析,定义冷灰斗底所在位置为零 m,并选取冷灰斗以上至水平烟道以下炉膛区域的数据进行分析。燃烧器喷口边界条件均采用为速度入口边界条件,假设煤粉温度和进风温度恒定,炉膛本体保持恒温;炉膛出口的边界条件采用压力出口的边界条件;煤粉粒径满足 Rosin - Rammler(罗辛 - 罗姆勒)分布。数值模拟采用三维稳态计算,气相湍流流动采用标准 $k-\varepsilon$ 双方程模型,焦炭燃烧采用动力学/扩散控制反应速率模型,辐射传热采用 P1 辐射模型,煤粉挥发分的热解采用双步竞争反应模型,煤粉颗粒跟踪采用随机轨道模型,气相湍流燃烧

采用混合分数-概率密度函数模型, NO_x 生成模拟采用后处理方法计算^[2],压力速度耦合采用SIMPLE算法。

3 计算结果和分析

3.1 温度场

炉膛内温度分布是表征锅炉燃烧效果的重要参数之一,也是影响 NO_x 生成的关键因素。不同负荷的不同SOFA风率下炉膛水平截面的平均温度随炉膛高度的变化如图4所示。

由图4可知,不同工况下炉膛水平截面平均温度随炉膛高度变化的趋势大致相同。在主燃区内随着射入煤粉不断地着火燃烧放热,炉内平均温度水平逐渐升高,一、二次风的间隔喷入造成该区域横截面平均温度呈锯齿形分布^[3]。炉膛横截面平均温度的最高值并不在主燃区内,而是位于主燃区上方

1~2 m位置,这主要是由于射入煤粉随炉内螺旋气流上升而造成的。由于在主燃烧器上方布置低位燃尽风和高位燃尽风喷口各两层,大量自身温度较烟气温度低的空气喷入使燃尽风区域内温度迅速降低;未燃尽煤粉因燃尽风的喷入进一步燃烧放热,继而,使该区域温度水平又略有提高。之后,随着燃烧速度逐渐减慢及受热面继续吸热烟气温度逐渐下降。

对比同一机组负荷的3个不同工况数据可知,随着SOFA风率的增大,炉内平均温度水平总体呈减小的趋势。主要原因是SOFA风率的增大导致主燃区空气量相应减小,在欠氧条件下主燃区燃料燃烧份额减小,热负荷对应降低。此外,随着SOFA风率的增大,主燃区生成的烟气量相应减少,在较高的SOFA风率下将有更多燃尽风对更少的烟气进行冷却,因此在燃尽风区域体现了明显的温度下降趋势,这对抑制热力型 NO_x 生成是十分有利的。

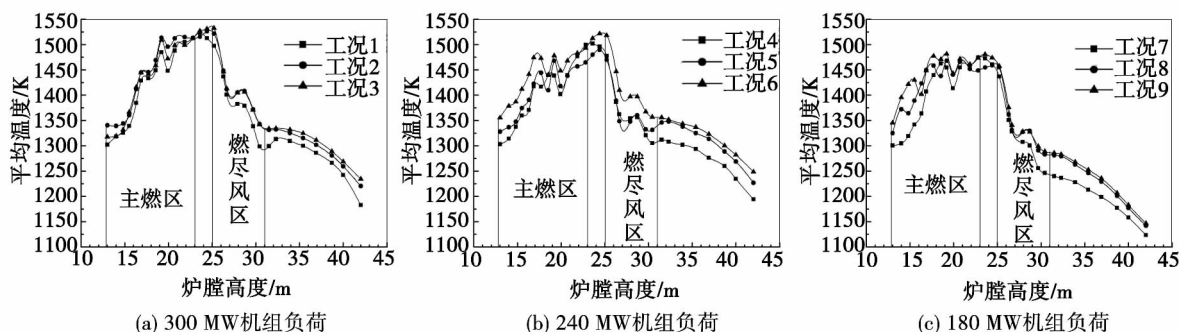


图4 不同工况下炉膛水平截面平均温度随炉膛高度变化曲线

Fig.4 Curves of the average temperature in the horizontal cross section of the furnace changing with the furnace height under various operating conditions

3.2 组分场

关于组分场的分析,仅对炉膛气氛影响较为显著的氧化剂 O_2 和中间还原性产物CO的平均浓度沿炉膛高度的分布及其影响进行说明。图5和图6分别为不同工况下炉膛水平截面平均氧浓度和平均CO浓度随炉膛高度的变化曲线。

由图5和图6可知,不同工况下炉内平均氧浓度沿炉膛高度分布总体均呈下少上多的分布趋势,CO浓度分布则相反。主燃区内一、二次风间隔布置及煤粉燃烧反应对氧气的消耗导致该区域内氧浓度与CO浓度均呈锯齿形分布;由于煤粉颗粒经过

主燃区后继续燃烧,造成主燃区与燃尽区之间的过渡区域氧气浓度进一步降低,在炉高25 m位置处由于燃尽风的补入,炉内平均氧浓度迅速增大,而平均CO浓度逐渐减小。由于在燃尽风区及其下游区域仍存在未燃尽燃料的燃烧反应,导致燃尽风区域下游氧浓度呈现逐渐减小并趋于稳定的趋势。

由图5和图6可知,虽然不同工况下平均氧浓度和平均CO浓度沿炉膛高度的变化各自均具有一致的变化趋势,但在局部区域又呈现出明显差异。从总体上看,随着SOFA风率的增大,相同负荷的3种不同工况下主燃区过量空气系数减小,主燃区平

均氧浓度降低,煤粉颗粒不完全燃烧加剧,平均 CO 浓度升高;由于大量燃尽风的喷入,在燃尽风区及其下游区域平均氧浓度升高,而平均 CO 浓度并未体现出明显的规律性变化,这主要是因为随着 SOFA 风率的增大,燃尽风区氧浓度的升高促进了 CO 燃烧,但主燃区未燃尽煤粉颗粒在该区域进行二次燃

烧的过程中又会有 CO 生成^[4]。由炉内平均氧浓度和 CO 浓度分布可看出,较大的 SOFA 风率使炉内还原性气氛显著增强,在一定程度上可有效地控制燃料型 NO_x 生成,促进 NO_x 还原,从而降低 NO_x 最终排放浓度。

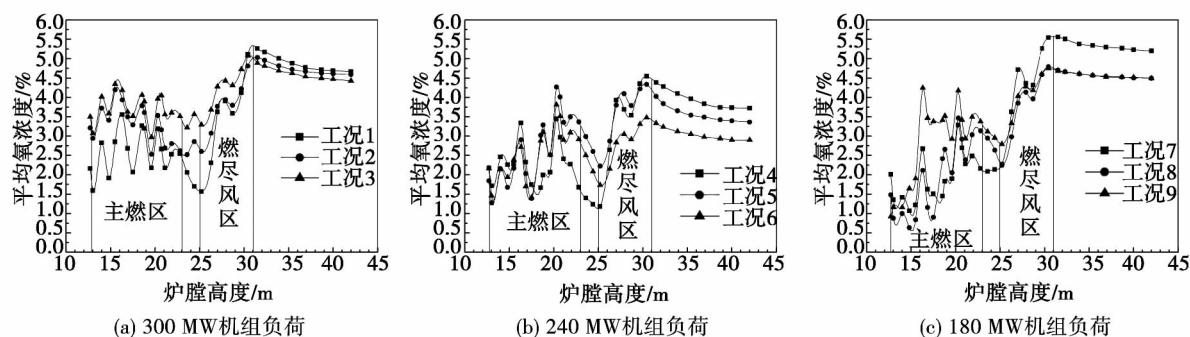


图 5 不同工况下炉膛水平截面平均氧浓度随炉膛高度变化曲线

Fig. 5 Curves of the average oxygen concentration in the horizontal cross section of the furnace changing with the furnace height under various operating conditions

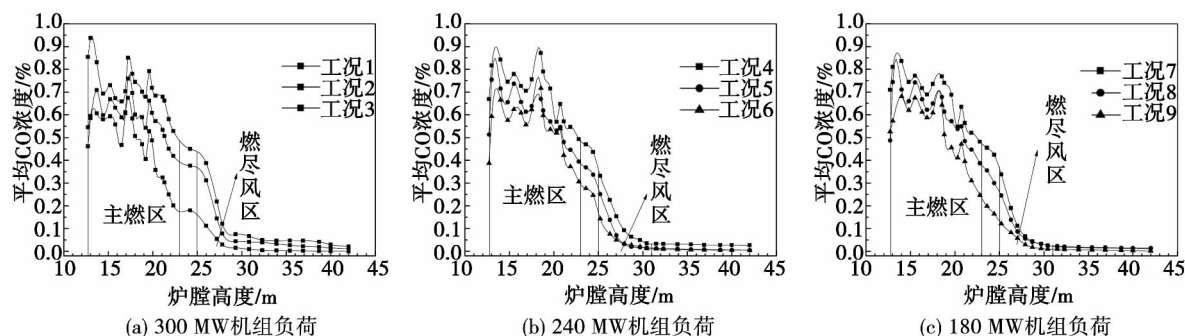


图 6 不同工况下炉膛水平截面平均 CO 浓度随炉膛高度变化曲线

Fig. 6 Curves of the average CO concentration in the horizontal cross section of the furnace changing with the furnace height under various operating conditions

3.3 NO_x 浓度场

煤粉燃烧过程中有 3 种类型 NO_x 生成: 热力型 NO_x、燃料型 NO_x 和快速型 NO_x。由于快速型 NO_x 生成量很小,所以本研究主要考虑煤粉燃烧过程中所生成的热力型 NO_x 和燃料型 NO_x。图 7 为不同工况下炉膛水平截面平均 NO_x 浓度随炉膛高度变化曲线。

煤粉燃烧过程中,主燃区过量空气系数 $\alpha < 1$,煤粉始终处于“富燃料欠氧”燃烧状态,在非常关键的早期燃烧阶段燃料的不完全燃烧使部分中间产物

(如 HCN 和 NH₃) 在缺氧条件下将部分已生成的 NO_x 还原成 N₂,同时采用立体分级低氮燃烧技术的炉膛总体温度水平较低^[5],而在温度相对较低的还原气氛中热力型 NO_x 生成量很小。因此,热力型 NO_x 和燃料型 NO_x 的生成均得到了有效地抑制。

在燃尽风区域生成的 NO_x 几乎全部来自燃料型 NO_x,且氧浓度越大燃料型 NO_x 的生成速率越大^[6]。该区域内未燃尽燃料处于“富氧”燃烧状态,由图 7 可知,在燃尽风区域内 NO_x 浓度逐渐增大,但由于炉内气流的螺旋上升使得 NO_x 浓度最大值

出现在其上部区域并逐渐趋于稳定。此外,由图 7 可知,SOFA 风率对 NO_x 的生成浓度影响较大,同机组负荷下随着 SOFA 风率的增大,主燃区内风量将减小,煤粉初期燃烧处于欠氧状态下,燃料的分级燃烧较为明显,从而使炉内 NO_x 的生成浓度逐渐降低。

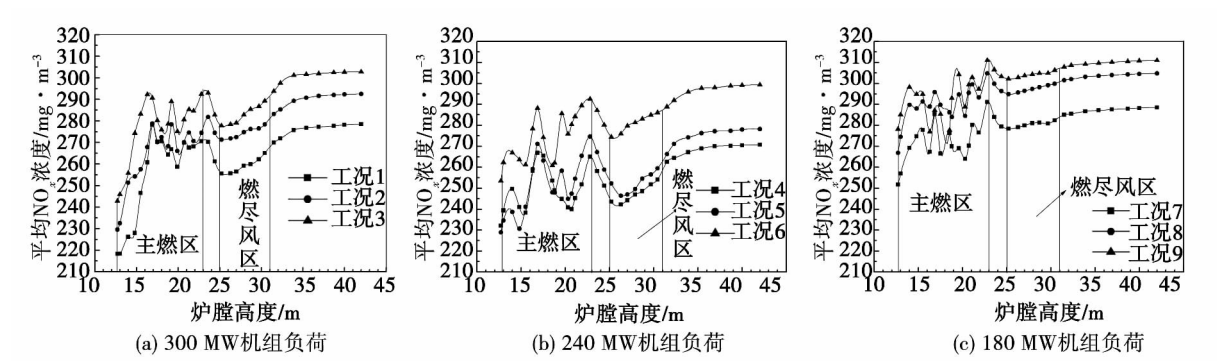


图 7 不同工况下炉膛水平截面平均 NO_x 浓度随炉膛高度变化曲线

Fig. 7 Curves of the average NO_x concentration in the horizontal cross section of the furnace changing with the furnace height under various operating conditions

3.4 计算结果与试验结果对比分析

为了验证计算模型与计算结果的合理性和准确性,对工况 1 中炉膛出口氧浓度、CO 浓度和 NO_x 排放浓度($\varphi_{(O_2)}=6\%$)的计算结果与试验结果进行了对比,如表 3 所示。

表 3 工况 1 计算结果与试验结果对比
Tab. 3 Contrast of the calculated values and test ones under the operating condition No. 1

项目	计算值	试验值
氧浓度 / %	4.48	4.00
CO 浓度 / %	0.002	0.000
NO _x 浓度 / mg · m ⁻³	285	249

由表 3 中数据可得工况 1 中炉膛出口氧浓度、CO 浓度和 NO_x 排放浓度的计算值与试验结果在量级上具有一致性且吻合较好,验证了此次计算所用模型以及边界条件和入口条件的合理性。因此,选用计算模型与数值模拟方法较好地预测了各工况下炉内的温度场、组分场以及 NO_x 浓度场。

3.5 综合比较分析

立体分级低氮燃烧系统主燃区处于欠氧燃烧状态,整个区域总体还原性气氛较强。此外,随着 SOFA 风率的增大,主燃区燃料燃烧份额减小,该区域平均温度水平相应降低,最终有效地控制了热力型 NO_x 和燃料型 NO_x 的生成。然而,由于 SOFA 风率

的不断增大将造成主燃区过量空气系数减小,煤粉的燃烧效率降低,即使未燃尽煤粉颗粒将在燃尽风区域进行二次燃烧,但因该区域温度水平已下降,未燃尽煤粉颗粒仍不能完全燃烧,导致煤粉的燃尽率减小^[7]。本研究对包含 NO_x 浓度、CO 浓度和飞灰含碳量在内的炉膛出口主要烟气参数随 SOFA 风率的变化进行了归纳分析,为锅炉机组在不同负荷下运行时采用较为合理的 SOFA 风率以实现环保经济性运行提供一定的理论参考。

由图 8 可知,在计算所选定的 SOFA 风率范围内,不同负荷下炉膛出口 NO_x 浓度随 SOFA 风率的增大呈逐渐减小的趋势,飞灰含碳量呈逐渐增大的趋势,而 CO 浓度的变化则如 3.2 节所述,未表现出明显的规律性变化。相比较而言,在 300 MW 机组负荷下,SOFA 风率在 15% - 20% 之间变化时,NO_x 浓度减小幅度较平缓,CO 浓度和飞灰含碳量的增大幅度则较大;SOFA 风率在 20% - 28% 之间变化时,NO_x 浓度减小幅度较大,而 CO 浓度和飞灰含碳量均表现出较小的增大幅度,因此该负荷下宜采用较大的 SOFA 风率。在 240 MW 机组负荷下,SOFA 风率在 15% - 20% 之间变化时,NO_x 浓度减小幅度较大,CO 浓度呈减小趋势,飞灰含碳量的增大幅度较平缓;SOFA 风率在 20% - 28% 之间变化时,NO_x 浓度减小幅度极小,而 CO 浓度和飞灰含碳量均有较大幅度的增加,因此该负荷下宜采用较小的 SO-

FA 风率。在 180 MW 机组负荷下,SOFA 风率在 15% - 28% 之间变化时, NO_x 浓度基本呈线性递减趋势;SOFA 风率在 15% - 20% 之间变化时,CO 浓度和飞灰含碳量均呈现较大的增加幅度,而 SOFA

风率在 20% - 28% 之间变化时,CO 浓度呈减小趋势,飞灰含碳量则增加幅度较平缓,因此该负荷下宜采用较大的 SOFA 风率^[4]。

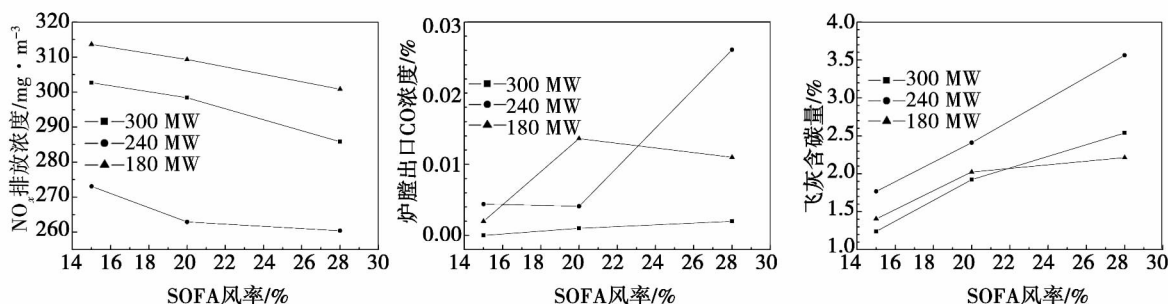


图 8 不同工况下炉膛出口主要烟气参数随 SOFA 风率的变化曲线

Fig. 8 Curves of the main parameters of the flue gases from the outlet of the furnace changing with the SOFA air ratio under various operating conditions

4 结 论

通过数值模拟的方法,研究分析了 300 MW 锅炉机组不同负荷下 SOFA 风率的变化对其燃烧特性的影响,针对本研究对象,得出如下结论:

(1) 不同工况下炉膛水平截面平均温度随炉膛高度变化的趋势大致相同,且同一机组负荷下,随着 SOFA 风率的增大,炉内平均温度水平总体呈减小的趋势,将有利于抑制热力型 NO_x 的生成。

(2) 同一机组负荷下,随着 SOFA 风率的增大,主燃区平均氧浓度降低,平均 CO 浓度升高,在一定程度上有效地抑制了燃料型 NO_x 的生成。

(3) 为保证锅炉机组的环保经济性运行,300 MW 机组负荷下,SOFA 风率宜在 20% - 28% 之间选取;240 MW 机组负荷下,SOFA 风率宜在 15% - 20% 之间选取;180 MW 机组负荷下,SOFA 风率宜在 20% - 28% 之间选取。

参考文献:

- [1] 高正阳,崔伟春,杨毅栋,等. 负荷与燃尽风对 NO 影响的数值模拟[J]. 热能动力工程 2009 24(3): 326 - 331.
GAO Zheng-yang, CUI Wei-chun, YANG Yi-li, et al. Numerical simulation of the influence of the load and burn-out air flow rate on nitrogen oxide[J]. Journal of engineering for thermal energy and power 2009 24(3): 326 - 331.
- [2] 齐晓娟,李凤瑞,李 剑,等. 300 MW 机组四角切圆燃烧锅炉 NO_x 排放数值模拟[J]. 热力发电 2013 42(2): 49 - 53.
QI Xiao-juan, LI Feng-rui, LI Jian, et al. Numerical simulation of

the NO_x Emissions from a 300 MW tangentially-fired boiler[J]. Thermal Power Generation 2013 42(2): 49 - 53.

- [3] 赵振宁,童家麟,叶学民,等. 燃尽风对 300 MW 锅炉燃烧特性影响的数值模拟[J]. 华东电力 2013 41(1): 0214 - 0219.
ZHAO Zhen-ning, TONG Jia-lin, YE Xue-min, et al. Numerical simulation of the influence of the over-fired air on the combustion characteristics of a 300 MW boiler[J]. East China Electric Power, 2013 41(1): 0214 - 0219.
- [4] 孙保民,王顶辉,段二朋,等. 燃尽风率对燃煤锅炉 NO_x 生成特性影响的数值模拟[J]. 电站系统工程 2013 29(1): 9 - 12.
SUN Bao-min, WANG Ding-hui, DUAN Er-peng, et al. Numerical simulation of the over-fired air rate on the NO_x formation characteristics of a coal-fired boiler[J]. Power Plant System Engineering, 2013 29(1): 9 - 12.
- [5] 肖 琨,高 明,乌晓江,等. 空气分级低氮燃烧改造技术对锅炉汽温特性影响研究[J]. 锅炉技术 2012 43(5): 62 - 65.
XIAO Kun, GAO Ming, WU Xiao-jiang, et al. Influence of the air-staged low nitrogen combustion technology on the characteristics of the steam temperature of a boiler[J]. Boiler Technology 2012 43(5): 62 - 65.
- [6] 孙保民,王顶辉,段二朋,等. 空气分级燃烧下 NO_x 生成特性的研究[J]. 动力工程学报 2013 33(4): 261 - 266.
SUN Bao-min, WANG Ding-hui, DUAN Er-peng, et al. Investigation of the NO_x formation characteristics during the air-staged combustion[J]. Journal of Power Engineering, 2013 33(4): 261 - 266.
- [7] 高正阳,崔伟春,杨毅栋,等. 燃尽风率变化对电站锅炉 NO_x 排放特性影响的数值模拟[J]. 华北电力大学学报 2009 36(1): 64 - 68.
GAO Zheng-yang, CUI Wei-chun, YANG Yi-li, et al. Numerical simulation of the influence of the over-fired air rate on the NO_x emissions of a utility boiler[J]. Journal of North China Electric Power University 2009 36(1): 64 - 68.

(陈 滨 编辑)

600 MW 超临界“W”型火焰锅炉优化内螺纹管壁温及热负荷分布试验研究 = **Experimental Study of the Distribution of the Wall Temperature and Heat Load on Optimized Inner Threaded Tubes in a 600 MW Supercritical “W”-shaped Flame Boiler** [刊 汉] CHEN Yi-ping, YU Peng-feng (Academy of Sciences, Hunan Provincial Electric Power Corporation, Changsha, China, Post Code: 410007), PAN Ting (Babcock and Wilcox Beijing Boiler Co. Ltd., Beijing, China, Post Code: 100043) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2014, 29(4). - 402 - 408

Through designing and installing a device to measure the temperature on the inside and outside tube wall of the water wall and that of the fluid working medium in a supercritical “W”-shaped flame boiler, obtained were such operating data of a real boiler as the tube wall temperature, in-tube working medium temperature of the optimized vertical water walls and the heat load distribution on the cross section of the furnace at the typical loads. The test and research results show that in the process of a transition from a subcritical state to a supercritical state of the unit, the temperature on the inside and outside tube wall of the water wall and that of the working medium in the tubes will assume a drastic changing state. At a supercritical load, the heat exchange of the inside tube wall with the working medium will obviously become weakened. The safety of the water wall will depend on the heat exchange of the inside tube wall with the working medium. The temperature difference between the inside tube wall and outside one and that between the inner tube wall and the working medium will all exhibit a distribution being high in the middle and low at both sides along the width and depth direction of the furnace. The temperature on the outside tube wall of the water wall facing the flame will be greatly lower than the design value, thus the water wall having a relatively large safety allowance and the real heat load distribution on the cross section of the furnace being between the two design heat load values. **Key Words:** supercritical “W”-shaped flame boiler, optimized inner threaded tube, wall temperature, heat load

不同负荷下变 SOFA 风率对低 NO_x 燃烧特性影响分析 = **Analysis of the Influence of the Variable SOFA Air Ratio on Low NO_x Combustion Characteristics** [刊 汉] LU Tai, YAN Chen-shuai, YU Hai-yang (College of Energy Source and Power Engineering, Northeast University of Electric Power, Jilin, China, Post Code: 132012), LU Kun (Huadian Academy of Electric Power Sciences, Hangzhou, China, Post Code: 310030) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2014, 29(4). - 409 - 414

The SOFA air ratio is regarded as the key factor to lower the NO_x emissions concentration by using the OFA technology. By using the software Fluent, a numerical calculation of the in-furnace combustion process in a 300 MW tangentially-fired boiler using the stereo-staged low nitrogen combustion technology was performed, during which the variation curves showing the average temperature, concentrations of constituents and NO_x emissions concentration in a horizontal section in the furnace under nine operating conditions at the SOFA air ratios of 28%, 20% and 15% at

the load of 300 MW 240 MW and 180 MW respectively were obtained and a detailed analysis was performed. The calculation results show that with an increase of the SOFA air ratio ,both the temperature and average oxygen concentration in the main combustion zone will somewhat decrease ,the average CO concentration will increase and the NO_x concentration will also decrease and at the same time ,the burn-out rate of the pulverized coal particles will somehow decrease. The analytic results can offer certain theoretical reference for boiler units to use rational SOFA air ratios operating at different loads to realize an environmental protection and economic operation. **Key Words:** SOFA air ratio ,tangential ,stereo-staged combustion , NO_x ,numerical simulation

商业 SCR 催化剂在蓄热式换热条件下脱硝性能的数值模拟 = **Numerical Simulation of the Denitrification Performance of the Commercial SCR (Selective Catalytic Reduction) Catalyst Under the Condition of Heat Accumulation Type Heat Exchange** [刊 ,汉] TIAN Zhong-jun ,JIN Shi-ping ,LIU Zheng-jie ,HUANG Su-yi (College of Energy Source and Power Engineering ,Central China University of Science and Technology ,Wuhan ,China , Post Code: 430074) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -2014 29(4) . -415 -419

To further reduce the NO_x produced in the process of high temperature air combustion ,the honeycomb selective catalytic reduction catalyst was put into the heat accumulation chamber of a HiTAC system and a one-dimensional mathematical model for heat accumulation type heat exchange and NO_x catalytic reduction was established ,of which the reactant adsorption and reaction process complied with the Eley-Rideal mechanism and a numerical simulation study of the denitrification performance of the catalyst in the unsteady state was conducted. It has been found that the corresponding values to the reaction speed constant and the residence time—the variation range of the reciprocal of the speed will increase with an elapse of the direction changing time ,the gas speed will assume an entirely linear change with the air speed ,the NO concentration at the outlet will exhibit a periodical change ,the NO conversion rate will increase with an elapse of the direction changing time and decrease with an increase of the air speed. **Key Words:** high temperature air combustion (HiTAC) ,selective catalytic reduction (SCR) ,heat accumulation type heat exchange ,numerical simulation ,denitrification performance

纳米流体毛细弯液蒸发界面热质迁移特性分析 = **Analysis of the Migration Characteristics of the Heat and Mass on the Capillary Curved Evaporation Liquid Surface in the Process of Evaporation of a Nano-fluid** [刊 ,汉] LIN Jun ,CHEN Wei (College of Merchant Marine ,Shanghai Maritime University ,Shanghai ,China ,Post Code: 201306) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -2014 29(4) . -420 -426

By using a model for heat and mass transfer in the film evaporation zone on the capillary curved liquid surface based on the augmented Yang Laplace equation ,numerically analyzed was the influence of the superheating degree and