

掺烧贫煤超超临界塔式锅炉降低 NO_x 的技术和应用

顾卫东

(江苏新海发电有限公司,江苏 连云港 222023)

摘要:某电厂1000 MW超超临界螺旋管圈直流塔式炉,2012年投运以来在掺烧贫煤条件下SCR入口NO_x浓度达450 mg/m³左右,不利于实现氮氧化物超低排放。文中通过对锅炉低氮燃烧改造的必要性和可行性进行分析,提出以高级复合空气分级低NO_x燃烧系统对原有燃烧系统进行改造并被采纳。2016年项目实施后,在掺烧贫煤条件下SCR入口NO_x质量浓度降低至300 mg/Nm³,锅炉效率等指标良好,且无其他负面影响,实现了良好的经济效益、安全效益和环保效益。

关键词:贫煤;掺烧;降低NO_x排放;

中图分类号:TM621.2

文献标志码:A

文章编号:2096-3203(2018)04-0155-06

0 引言

某电厂的1000 MW 1号机组锅炉为上海锅炉厂生产的超超临界直流炉,设计煤种为烟煤,脱硝装置SCR的入口烟气NO_x质量浓度保证值为350 mg/m³。由于实际运行中掺烧质优价廉的贫煤,SCR入口烟气NO_x质量浓度为450 mg/m³左右,不利于氮氧化物达标排放。

为了在掺烧贫煤条件下实现氮氧化物超低排放,2016年4—6月份1号机组实施了锅炉低氮燃烧改造,取得了良好的效果。

1 低氮改造必要性分析

1.1 设备概况

1号炉于2012年11月建成投运,为3049 t/h超超临界螺旋管圈直流炉,单炉膛塔式布置,四角切向燃烧,摆动喷嘴调温,平衡通风,全钢架悬吊结构,露天布置,刮板捞渣机固态排渣。炉后尾部烟道布置1台SCR脱硝反应器,脱硝反应器下方布置2台三分仓容克式空气预热器,采用中速磨冷一次风机直吹式制粉系统,配置6台中速磨煤机(A、B、C、D、E、F),锅炉最大连发量(BMCR)工况时,5台投运,1台备用。

锅炉原采用上海锅炉厂第二代引进型低NO_x同轴燃烧系统(LNTFS)^[1],燃烧方式为四角切圆燃烧,LNTFS的主要组成件包括:紧凑燃烬风(CCOFA),可水平摆动的分离燃烬风(SOFA),预置水平偏角的辅助风喷嘴(CFS)和强化着火煤粉喷嘴(EI)。主燃烧器分三段布置,由下至上依次为A、

B、C、D、E、F层燃烧器,分离燃烬风一段六层布置,风量占总风量的23%。

按照锅炉技术协议,设计煤种(见表1)、BMCR工况下SCR入口处NO_x质量浓度不超过350 mg/m³(标准状态下,下同)。

表1 锅炉设计煤种煤质分析

Tab.1 Property data of designed coal		名称	设计煤种
工业分析	收到基全水分 $\omega_{M,ar}/\%$		11.40
	空气干燥基水分 $\omega_{M,ad}/\%$		2.26
	收到基灰分 $\omega_{A,ar}/\%$		19.31
	挥发分 $\omega_{V,daf}/\%$		33.01
收到基低位发热量 $Q_{net,ar}/(MJ \cdot kg^{-1})$			21.58
元素分析	收到基碳 $\omega_{C,ar}/\%$		56.71
	收到基氢 $\omega_{H,ar}/\%$		3.23
	收到基氧 $\omega_{O,ar}/\%$		8.06
	收到基氮 $\omega_{N,ar}/\%$		0.77
	收到基全硫 $\omega_{S,t,ar}/\%$		0.52

1.2 改造前SCR入口NO_x浓度

为提高煤炭掺配掺烧的效益,电厂每年合同采购低硫、高热量的潞安贫煤约1000 kt,用于1号炉C、D层燃烧器掺烧;B、E、F层燃烧器使用石炭3、伊泰4、平九混等烟煤。由于贫煤的掺入,实际使用煤种(掺配煤种煤质分析见表2)与设计煤种存在较大差异,与此对应,SCR入口NO_x质量浓度达450 mg/m³以上^[2-4],比锅炉性能保证值高100 mg/m³以上。电厂通过试验确认:在煤场将潞安贫煤与烟煤混合的掺配方式下,掺配煤特性倾向于贫煤,不利于降低NO_x质量浓度^[5]。为此,实际运行中一般采用炉内掺烧配煤的方式。

为了全面评估燃用实际煤种条件下1号炉NO_x

表2 掺配煤种煤质分析
Tab.2 Property data of designed coal

化验指标	潞安贫煤	石炭3	伊泰4	平九混
全水分 $\omega_{M,t}/\%$	8.60			
水分 $\omega_{M,ad}/\%$	1.11	3.48	3.81	2.58
灰分 $\omega_{A,ar}/\%$	16.92	22.77	18.8	29.14
挥发分 $\omega_{V,daf}/\%$	14.04	35.69	39	40.17
全硫 $\omega_{S,t,ad}/\%$	0.33	0.45	0.57	1.59
低位发热量 $Q_{net,ar}/$ ($MJ \cdot kg^{-1}$)	25.62	20.15	21.32	19.27

排放情况,2015年对1号炉做了一次 NO_x 排放摸底试验,采用上5台磨煤机运行方式,其中C、D磨为贫煤,B、E、F磨为烟煤。试验报告表明:1号炉SCR入口 NO_x 质量浓度在450~550 mg/m^3 。

因此,掺烧贫煤条件下1号炉SCR入口 NO_x 浓度严重偏高,难以实现氮氧化物超低排放,并对机组长期稳定运行造成不利影响。

1.3 锅炉低氮改造必要性分析

1.3.1 改造是实现 NO_x 超低排放的需要

根据江苏省政府文件,到2017年年底,全省100 MW及以上燃煤机组大气污染物排放浓度基本达到燃机排放标准,即在基准氧含量6%的条件下,烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放的质量浓度分别不高于10 mg/m^3 ,35 mg/m^3 ,50 mg/m^3 。

而历史数据表明,1号炉各层燃烧器均燃用烟煤条件下,部分运行工况的SCR入口 NO_x 质量浓度高于350 mg/m^3 ,实现氮氧化物超低排放难度较大。特别是,电厂为了降低燃料成本每年需要掺烧1000 kt潞安贫煤(主要用于1号炉),在此条件下1号炉SCR入口 NO_x 质量浓度达450~550 mg/m^3 ,三层催化剂条件下氮氧化物排放浓度也难以达到超低排放标准。

1.3.2 改造是机组安全经济运行的需要

1号炉低氮改造后,SCR入口 NO_x 质量浓度可由350 mg/m^3 (全烟煤条件下)降至300 mg/m^3 (掺烧贫煤条件下),每年不仅可掺烧500 kt质优价廉的贫煤,还可减少液氨消耗375 t。

而若不实施低氮燃烧改造,由于SCR入口 NO_x 浓度高,为了提高脱硝效率,势必增加喷氨量并造成氨逃逸率升高,使SCR下游空预器传热元件硫酸氢铵沉积堵塞的风险增大,影响机组安全经济运行。

2 锅炉低氮改造可行性分析及改造方案

2.1 可行性分析

2.1.1 降 NO_x 原理

空气分级燃烧,即将燃烧所需的空气分阶段送入炉膛,可以实现 NO_x 降低^[5-8]。

第一阶段,将70%~75%的空气送入燃烧器,使煤粉在缺氧条件下燃烧,抑制燃料型 NO_x 的产生。第二阶段,将燃烧所需空气的剩余部分通过燃烬风喷口送入炉膛,使煤粉完全燃烧,此时由于火焰温度偏低,不会有大量 NO_x 生成。

空气分级燃烧分为轴向分级燃烧和径向分级燃烧。轴向分级燃烧指在距燃烧器上方一定位置处开设一层或多层燃烬风喷口,将助燃空气沿炉膛轴向(即烟气流动方向)分级送入炉内,使燃料的燃烧过程沿炉膛轴向分级分阶段进行。径向分级燃烧指将二次风射流轴线向水冷壁偏转一定角度,形成一次风煤粉气流在内,二次风在外的径向分级燃烧。

2.1.2 降 NO_x 技术措施

根据空气分级燃烧降 NO_x 原理,结合其他电厂成功改造经验和运行情况,本次改造采用高级复合空气分级低 NO_x 燃烧系统^[9-16]。该系统将原来的一段式分离燃烬风改为两段式分离燃烬风,进一步增大燃烬距离,实现炉内空气分布的最优化,抑制 NO_x 生成。通过高位燃烬风、低位燃烬风两段式空气分级将炉膛划分为主燃区、还原区、燃烬区I、燃烬区II 4个功能区如图1所示。

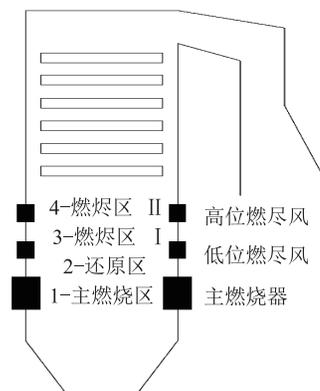


图1 高级复合空气分级低 NO_x 燃烧系统

Fig.1 Advanced hybrid air-staged low- NO_x combustion system

(1) 主燃区。煤粉燃烧的主要区域,整个炉膛的大部分热量在该区被释放出来,煤粉在主燃区着火、燃烧,释放出煤粉中大部分氮元素,生成 NO_x 及HCN/ NH_3 等中间产物。

(2) 还原区。主燃烧器上部到低位燃烬风之间的区域,主燃区生成的 NO_x 与HCN/ NH_3 等中间产物发生还原。

(3) 燃烬区I。部分燃烬风喷射进入炉膛,促

进煤粉的进一步燃烧,同时保持该区域还原性气氛,抑制并还原该区域 NO_x。

(4) 燃烬区 II。剩余的燃烬风喷入炉膛,并在该区造成富氧状态,以促进剩余煤粉的燃烬。

该系统的技术特点主要有:

(1) 采用两段分离燃烬风设计,实现空气轴向分级,保证炉内空气分布的最优化,降低 NO_x 排放;提高了空气分级燃烧对煤种的适应性;燃烬风水平摆动作为调整烟温偏差的有效手段;燃烬风上下摆动,可控制燃烧中心,调整炉膛出口烟温。

(2) 采用预置水平偏角的辅助风喷嘴(CFS)设计,如图 2 所示,水平方向推迟一次风煤粉与二次风的混合,实现空气径向分级,降低 NO_x 生成;同时二次风与一次风正切一定角度,形成“风包粉”的流场结构,减少灰渣在水冷壁上的沉积;在四周水冷壁形成富氧区,提高灰熔点温度,减轻结渣,并降低高温腐蚀倾向^[20]。

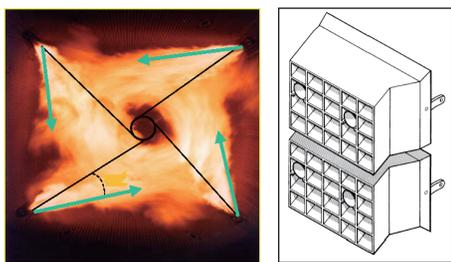


图 2 预置水平偏角的辅助风喷嘴
Fig.2 CFS system

(3) 高级复合空气分级低 NO_x 燃烧技术有效地将轴向分级燃烧和径向分级燃烧进行复合,在保证 NO_x 低排放的同时,能够有效保证近水冷壁区域的氧量,防止炉膛结渣和高温腐蚀。

2.1.3 同型号锅炉解决相似问题采用的技术

江苏南通电厂 1000 MW 机组塔式炉燃烧系统采用高级复合空气分级技术,设计煤种为烟煤。实际运行中燃用烟煤,SCR 入口 NO_x 质量浓度为 150~200 mg/m³。NO_x 排放浓度低,水冷壁无明显高温腐蚀现象。

谏壁发电厂 1000 MW13 号机组塔式炉燃烧系统采用高级复合空气分级技术进行改造:在原分离燃烬风上方增加一段三喷口分离燃烬风;缩小二次风通流面积,调整二次风的偏转角度;更换主燃烧器区域一次风煤粉喷嘴、喷管及弯头;更换主燃烧器二次风门。13 号炉燃用烟煤和褐煤,改造后 SCR 入口 NO_x 质量浓度低于 200 mg/m³,飞灰可燃物含量在 1%左右,无高温腐蚀等负面作用。

河南新密电厂 1000 MW 3 号机组塔式炉采用

典型低 NO_x 同轴燃烧系统(LNTFS),设计煤种为低挥发贫煤,燃烧器采用百叶窗水平浓淡强化着火喷嘴,稳燃效果良好,NO_x 排放质量浓度约 450 mg/m³,水冷壁无高温腐蚀现象。

江苏南通电厂、谏壁发电厂的运行情况表明:高级复合空气分级技术对降低 NO_x 排放效果显著。河南新密电厂 3 号机组运行情况表明:燃用贫煤条件下,百叶窗水平浓淡强化着火喷嘴可兼顾稳燃和低 NO_x 排放,无水冷壁高温腐蚀问题。因此,电厂改造中将参考上述技术。

2.2 改造方案

2.2.1 改造原则

锅炉低氮改造中遵循以下原则:(1) 改造后 C 层燃烧器燃用潞安贫煤,其他燃烧器燃用烟煤;(2) 采取防止水冷壁高温腐蚀技术措施,保证改造后高温腐蚀的风险不增加;(3) 改造后低负荷稳燃能力不降低。

2.2.2 改造目标

锅炉低氮改造中,在遵循上述改造原则的前提下,应达到以下目标:

(1) 在锅炉燃烧实际煤种(C 层贫煤,其它层烟煤)条件下,各工况运行时锅炉 SCR 进口 NO_x 质量浓度 ≤ 300 mg/m³ (基准氧含量 6%),CO 体积浓度不大于 100 μL/L,飞灰和炉渣可燃物含量均不大于 1.5%,BMCR 工况下锅炉效率不小于 93.96%;(2) 在锅炉运行变工况时,锅炉主汽压、再热器压力波动不超过 0.3 MPa,汽温波动不超过 ±4 °C;(3) 任何工况下炉内温度场均无异常变化,不发生管壁超温和主、再热蒸汽超温或温度偏差增大现象,也不发生主、再热蒸汽温度较改造前下降现象;(4) 机组 AGC 速率、控制系统满足要求。

2.2.3 改造方案

改造采用高级复合空气分级低 NO_x 燃烧系统。具体改造方案如下:

(1) 如图 3 所示,原分离燃烬风燃烧器保留,并在其上方增加一段新的 3 层喷口分离燃烬风。改造后,总的分离燃烬风风量占总风量的比率将提高到 40%左右。该措施可提高分离燃烬风风量,降低主燃区过量空气系数,同时适当延长了煤粉在还原区的停留时间,达到降低锅炉 NO_x 排放的目的。

(2) 如图 4—5 所示,C、D、E、F 层一次风喷口由 EI 型改为强化着火的水平浓淡式 WR 型喷口,以提高稳燃能力(特别是低负荷稳燃能力);更换 B 层微油点火燃烧器喷嘴和喷管;更换 A 层燃烧器喷嘴。

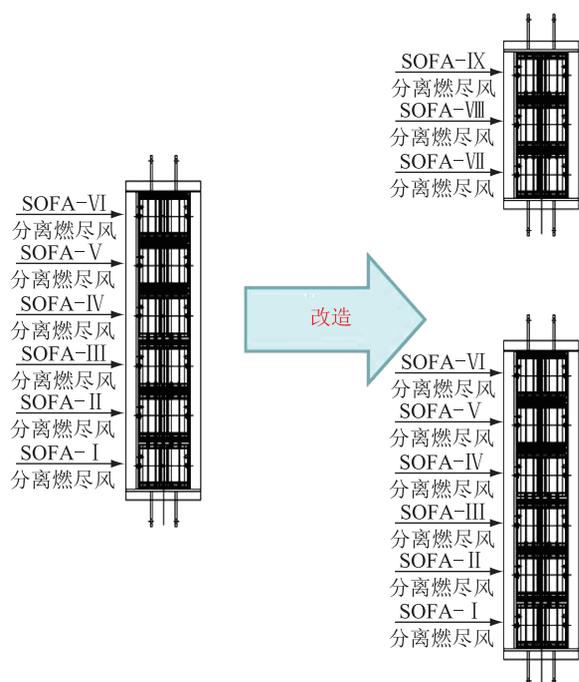


图3 改造前、后分离燃烬风

Fig.3 OFA before and after post retrofit

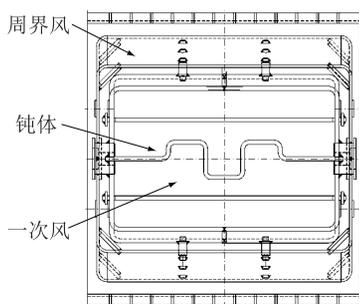


图4 改造前一次风喷口

Fig.4 Primary airvent before the retrofit

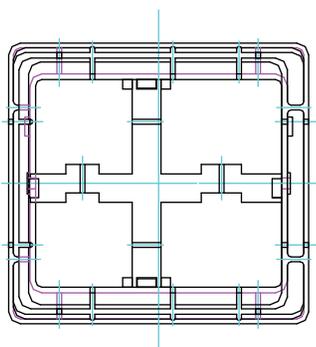


图5 改造后一次风喷口

Fig.5 Primary airvent after the retrofit

(3) 更换主燃烧器区域全部二次风喷口, 缩小二次风通流面积; 调整偏置二次风的偏转角度;

(4) 更换主燃烧器二次风门, 提高其精确控制风量的能力;

(5) 原主燃烧器箱壳、水冷套、支吊设备等均

利旧。

3 实施过程及运行调整措施

3.1 实施过程

2015年11月通过招标确定由上海电气总承包。2016年3月26日1号机组停机实施超低排放改造, 3月27日低氮改造施工人员入场, 4月22日完成燃烧器拆除, 4月26日水冷壁及水冷套酸洗后开始吊装, 5月8日完成燃烧器安装和切圆找正, 5月15日完成钢结构平台和支吊架安装, 5月22日完成水冷壁及水冷套安装, 6月5日完成所有安装工作, 6月9日完成一次风调平和动力场试验, 6月17日机组启动, 6月18日机组并网。

3.2 运行调整措施

(1) 适当提高C磨煤粉细度。C磨改烧贫煤后, 尽量提高C磨煤粉细度, 在提高稳燃性和降低飞灰可燃物含量的同时, 为降低 NO_x 排放创造良好条件。

(2) 高硫烟煤一般用于下层燃烧器。高温腐蚀受温度影响大, 多发生于上层煤粉燃烧器和燃烬风之间的还原区, 而下层煤粉燃烧器区域温度较低, 发生高温腐蚀风险小。因此, 为了降低高温腐蚀风险, 改造后高硫烟煤一般用于下层煤粉燃烧器。

4 改造效果与效益分析

4.1 改造效果

4.1.1 NO_x 排放情况

改造后, 1号机组SCR入口 NO_x 质量浓度均值2016年7月为 257 mg/m^3 , 8月份为 190 mg/m^3 , 9月份为 204 mg/m^3 。显然, 改造后SCR入口 NO_x 质量浓度大幅降低, 液氨耗量随之大幅下降。

4.1.2 稳燃能力

改造后, 机组低负荷(400~500 MW)燃烧稳定, 无火检闪烁现象, 低负荷稳燃能力良好。

4.1.3 主燃烧器区域 H_2S 浓度

前墙B侧和后墙A侧在靠近E层、C层、A层燃烧器部位均设有测孔(共6个)。运行中通过上述测孔实测, 800 MW负荷时E层、C层、A层燃烧器区域 H_2S 平均质量浓度约 115 mg/m^3 , 处于较低水平, 因此产生水冷壁高温腐蚀的可能性很小。 H_2S 质量浓度测量数据见表3。

4.1.4 性能验收

2016年9月20—21日, 进行锅炉低氮改造后性能试验^[21](C磨贫煤, 其他磨烟煤的条件下), 试验结果如下:

表 3 H₂S 浓度测量数据

	测点位置	$\rho(\text{H}_2\text{S})/(\text{mg}\cdot\text{m}^{-3})$
前墙 B 侧	E 层燃烧器	75
	C 层燃烧器	196
	A 层燃烧器	65
后墙 A 侧	E 层燃烧器	134
	C 层燃烧器	124
	A 层燃烧器	97
平均值		115.17

(1) 1000 MW 时, BCDEF 磨运行, 锅炉效率为 94.02% (修正后), 飞灰可燃物含量为 1.1%, SCR 入口 NO_x 质量浓度为 285 mg/m³ (折算后), SCR 入口 CO 质量浓度为 9 mg/m³, 主汽温 604 °C, 再热汽温 602 °C;

(2) 800 MW 时, BCDEF 磨运行, 锅炉效率为 94.06% (修正后), 飞灰可燃物含量为 1%, SCR 入口 NO_x 质量浓度为 257 mg/m³ (折算后), SCR 入口 CO 质量浓度为 9 mg/m³, 主汽温 604 °C, 再热汽温 600 °C;

(3) 600 MW 时, CDEF 磨运行, 锅炉效率为 94.44% (修正后), 飞灰可燃物含量为 0.6%, SCR 入口 NO_x 质量浓度为 293 mg/m³ (折算后), SCR 入口 CO 质量浓度为 9 mg/m³, 主汽温 603 °C, 再热汽温 583 °C。

4.1.5 改造前后技术指标对比

改造前后技术指标对比如表 4 所示。

表 4 技术指标对比

项目	1	2	3
负荷/ MW	1000	800	600
飞灰可燃物/ %	0.9	0.8	0.5
改造前 SCR 入口 $\rho(\text{NO}_x)/(\text{mg}\cdot\text{m}^{-3})$	450	400	370
SCR 入口 $\rho(\text{CO})/(\text{mg}\cdot\text{m}^{-3})$	5	5	5
主汽温/ °C	604	604	603
再热汽温/ °C	601	599	581
负荷/ MW	1000	800	600
飞灰可燃物/ %	1.2	1	0.6
改造后 SCR 入口 $\rho(\text{NO}_x)/(\text{mg}\cdot\text{m}^{-3})$	285	257	293
SCR 入口 $\rho(\text{CO})/(\text{mg}\cdot\text{m}^{-3})$	9	9	9
主汽温/ °C	604	604	603
再热汽温/ °C	602	600	583

4.2 经济效益分析

改造效益主要体现在以下几个方面:

(1) 改造后 NO_x 实现超低排放, 意义重大。低氮改造后, 在 C 层燃烧器燃用贫煤条件下可将 SCR

入口 NO_x 质量浓度控制在 300 mg/m³ 以下, 保证氮氧化物实现超低排放, 机组可正常发电上网, 并享受超低排放补贴电价 0.01 元/(kW·h), 具有良好环境效益、社会效益和经济效益。

(2) 改造后年节省燃煤成本 1500 万元。改造后, 在 NO_x 超低排放的前提下, 每年可掺烧潞安贫煤 500 kt, 由于潞安贫煤市场价比低硫烟煤低 30 元/t (若不买潞安煤则需买低硫烟煤以满足脱硫需要), 故改造后每年可以减少燃料成本 1500 万元, 直接经济效益 1500 万元。工程总投资为 1250 万元, 故改造后一年内即可收回全部投资。

(3) 改造后年节省液氨费用 113 万元。改造后, SCR 入口 NO_x 质量浓度由 350 mg/m³ (全烟煤条件下) 降至 300 mg/m³ (掺烧贫煤条件下), 每年可减少液氨消耗 375 t (按年运行 6000 h 计), 液氨约 3000 元/t, 故每年可节省液氨费用约 113 万元。

(4) 其他效益。改造后, SCR 下游空预器传热元件硫酸氢铵腐蚀堵塞的风险降低, 催化剂使用寿命相对提高。

5 结语

1 号机组采用高级复合空气分级低 NO_x 燃烧系统对原有燃烧系统进行了改造, 改造后在掺烧贫煤条件下将 SCR 入口 NO_x 质量浓度由 450 ~ 550 mg/m³ 降低到 300 mg/m³ 以下, 保证了机组氮氧化物实现超低排放, 锅炉效率高于 93.96%, 飞灰可燃物含量低于 1.5%, 安全经济效益显著, 值得存在相似问题的电厂借鉴。

参考文献:

- [1] 李京. 低 NO_x 燃烧器和 SCR 脱硝技术在 1000MW 超超临界机组中的应用[J]. 东北电力技术, 2015, 36(7): 44-45.
LI Jing. Application on low-NO_x burner and SCR technology in 1000 MW ultra-super critical coal fired unit[J]. Northeast Electric Power Technology, 2015, 36(7): 44-45.
- [2] 蒋序东, 许金峰. 1000 MW 超超临界机组汽轮机低转速轴承烧瓦的分析及处理[J]. 浙江电力, 2016, 35(1): 42-45.
JIANG Xudong, XU Jinfeng. Analysis and treatment on bearing pad burning of steam turbine with low rotational speed of 1 000 MW ultra-supercritical [J]. Zhejiang Electric Power, 2016, 35(1): 42-45.
- [3] 沈岚. 135 MW 燃煤机组 SCR 脱硝系统的设计[J]. 浙江电力, 2016, 35(1): 61-65.
SHEN Lan. Design of SCR denitration system for 135 MW coal-fired generating units [J]. Zhejiang Electric Power, 2016, 35(1): 61-65.
- [4] 高小涛, 章名耀. N 和挥发分对低 NO_x 燃烧锅炉氮氧化物排放的影响[J]. 江苏电机工程, 2011, 30(3): 68-71.

- GAO Xiaotao, ZHANG Mingyao. Effects of nitrogen and volatile on nitrogen oxides emission of low NO_x combustion boiler [J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2011, 30(3): 68-71.
- [5] 王春昌. 低 NO_x 空气分级燃烧技术与锅炉容量的匹配性研究[J]. 热力发电, 2010, 39(5): 6-8.
- WANG Chunchang. Study on matchability of low NO_x staged burning technology for air with the boiler capacity [J]. Thermal Power Generation, 2010, 39(5): 6-8.
- [6] 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 Xiaojiang, et al. Effect of air staging low NO_x combustion technology on boiler steam temperature characteristic effect of air[J]. Boiler Technology, 2012, 43(5): 62-65.
- [7] 肖琨, 陈飞, 陈楠, 等. 配风方式对锅炉氮氧化物排放影响的研究[J]. 动力工程学报, 2010, 30(6): 405-414.
- XIAO Kun, CHEN Fei, CHEN Nan, et al. Effect of air distribution mode on NO_x emission of boilers [J]. Journal of Chinese Society of Power Engineering, 2010, 30(6): 405-414.
- [8] 邵建明, 曹慰, 周勇. 600 MW 四角切圆燃烧锅炉低氮燃烧改造技术优化[J]. 锅炉技术, 2014, 45(4): 62-65.
- SHAO Jianming, CAO Wei, ZHOU Yong. Low NO_x combustion technology optimization on 600 MW tangential firing boiler[J]. Boiler Technology, 2014, 45(4): 62-65.
- [9] 时标, 程延光. 1000 MW 超超临界机组燃脱灰控制系统的改造[J]. 浙江电力, 2016, 35(6): 45-48.
- SHI Biao, CHEN Yanguang. DCS transformation for auxiliary control system in 1000 MW ultra-supercritical units [J]. Zhejiang Electric Power, 2016, 35(6): 45-48.
- [10] 徐亦淳, 翟德双. 1000 MW 机组降低锅炉 NO_x 排放技术研究与应用[J]. 中国电力, 2015, 48(12): 85-90.
- XU Yichun, ZHAI Deshuang. Study and application of NO_x emission reduction technology for 1000 MW boilers[J]. Electric Power, 2015, 48(12): 85-90.
- [11] 贾宏禄. 国外几种锅炉低氮燃烧改造方案及业绩考察[J]. 江苏电机工程, 2006, 25(3): 81-84.
- JIA Honglu. Over seas boiler low-NO_x combustion system retrofits and their application survey [J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2006, 25(3): 81-84.
- [12] 畅文喜. 600 MW 超临界锅炉低氮燃烧器改造[J]. 电力学报, 2014, 29(4): 353-355.
- CHANG Wenxi. Low NO_x burner transformation of the 600 MW supercritical boiler [J]. Journal of Electric Power, 2014, 29(4): 353-355.
- [13] 高鹏, 高明, 张建文, 等. 600 MW 机组锅炉低氮燃烧器改造试验研究[J]. 热力发电, 2013, 42(4): 43-46.
- GAO Peng, GAO Ming, ZHANG Jianwen, et al. Experimental study on low NO_x combustion transformation on a 600 MW unit boiler[J]. Thermal Power Generation, 2013, 42(4): 43-46.
- [14] 胡志宏, 李德功, 邵红军, 等. 600 MW 机组锅炉低氮燃烧改造[J]. 热力发电, 2014, 43(4): 131-134.
- HU Zhihong, LI Degong, SHAO Hongjun, et al. Retrofit of low NO_x combustion system of a 600 MW unit boiler[J]. Thermal Power Generation, 2014, 43(4): 131-134.
- [15] 程甫, 冯森良, 於国良. 西门子 9F 燃机 NO_x 排放跟踪及控制措施[J]. 浙江电力, 2016, 35(12): 77-79.
- CHENG Fu, FENG Senliang, YU Guoliang. The NO_x emission tracking and control optimization for Siemens 9F class gas turbine[J]. Zhejiang Electric Power, 2016, 35(12): 77-79.
- [16] 周国. 燃煤电站锅炉中的低 NO_x 燃烧技术[J]. 节能技术, 2015, 129(23): 44-46.
- ZHOU Guo. Low NO_x combustion technique for power plant boiler[J]. Energy Conservation Technology, 2015, 129(23): 44-46.

作者简介:



顾卫东

顾卫东(1970—),男,本科,高级工程师,从事火力发电厂锅炉设备检修管理工作(E-mail: xhfdsj@163.com)。

Technical Scheme and Application of Reducing NO_x Emission for Meager Coal Mixed Burning USC Tower Boilers

GU Weidong

(Jiangsu Xinhai Power Co., Ltd., Lianyungang 222023, China)

Abstract: A 1000 MW unit USC once-through tower boiler, which had been put into operation in 2012, had a high concentration of 450 mg/m³ NO_x emission at the SCR entrance under the condition of meager coal mixed burning with bituminous coal. Thus it was difficult to realize ultra-low NO_x emission. The paper analyzed the necessity and feasibility on the combustion system retrofit to get the lower concentration of nitrogen oxides. On this basis, the technical scheme, using advanced hybrid air-staged low-NO_x combustion system, was proposed and adopted. The retrofit project was completed at 2016. After the retrofit, the NO_x emission concentration was reduced to 300 mg/m³ at the SCR entrance under the same conditions, boiler efficiency and other indicators were good, also there were no other negative effects. The benefit on economy, safety and environmental protection of the technical retrofit is satisfying.

Key words: meager coal; mixed burning; reduce NO_x emission

(编辑 钱悦)