

低氮燃烧+选择性非催化还原烟气脱硝技术(SNCR)在循环流化床锅炉脱硝工程上的应用

陈杏

(广东省环境保护工程研究设计院, 广州 510635)

摘要: 采用低氮燃烧+选择性非催化还原烟气脱硝技术对循环流化床锅炉烟气进行脱硝处理。烟气 NO_x 初始浓度为 280 mg/Nm³ 时, 排放浓度低于 100 mg/Nm³, 去除率达 65% 以上。达到国家《火电厂大气污染物排放标准(GB13223-2011)》限值要求。工艺稳定运行后年处理费用为 202.40 万元。

关键词: 低氮燃烧; SNCR; 循环流化床锅炉; 烟气脱硝

中图分类号: X701.7

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2013)04-0033-03

ENGINEERING APPLICATION OF LOW NO_x COMBUSTION + SNCR TECHNOLOGY FOR FLUE GAS DENO_x OF CFB BOILERS

CHEN Xing

(Guangdong EP Environmental Engineering Research & Design Institute, Guangzhou 510635, China)

Abstract: Low NO_x combustion + SNCR technology is designed to treat the flue gas deNO_x of CFB boilers. When the NO_x concentration of intake gas were 280 mg/Nm³, the effluent gas were below 100 mg/Nm³. And the removal rate reached 65%. The gas quality of effluent after this treatment can reach the Emission Standard of Air Pollutants for Thermal Power Plants (GB13223-2011). It will cost 2.024 millions per year to treat the gas when the system is stable.

Keywords: Low NO_x combustion; SNCR; CFB; Flue gas DeNO_x

1 工程概况

东莞某纸业有限公司热电厂为全厂提供高压蒸汽和电力, 二期新建 3 台(2 用 1 备)240t/h 循环流化床锅炉, 配套一台 50MW 和一台 60MW 共两台发电机组。为确保锅炉烟气排放满足国家《火电厂大气污染物排放标准(GB13223-2011)》限值要求, 需进行脱硝处理。

该项目循环流化床锅炉本身已采用分级燃烧设计, 因此脱硝工程方案在锅炉本体已有的低氮

燃烧基础上, 增设 SNCR 脱硝系统。该系统自建成后一直运行稳定且达标。

2 工艺设计

2.1 锅炉参数与设计标准

该项目循环流化床锅炉型号 YG-240/9.8-M, 是一种自然循环的水管锅炉, 采用由旋风分离器组成的循环燃烧系统。炉膛为膜式水冷壁结构, 过热器分 2 级过热器, 中间设喷水减温器, 尾部设三级省煤器和一、二次风预热器。

循环流化床锅炉烟气 NO_x 排放浓度随着市场上燃煤质量的波动而具有明显的波动性, 因此

该工程烟气初始浓度参考相关文献资料^[1]及公司现设计参数及使用燃料均相同的 240t/h 锅炉排放浓度,为 280 mg/Nm³(6% O₂,干基),根据国家《火电厂大气污染物排放标准(GB13223-2011)》限值要求,该项目锅炉烟气脱硝处理后,NO_x 排放浓度应≤100mg/ Nm³(6% O₂,干基)。

2.2 工艺选择

该工程循环流化床锅炉已采用分级燃烧设计,二次风分二层布置在炉膛下部不收缩段,使得其炉内 CO 浓度相适应,更好的组织燃烧。一、二次风比为 55:45,起到低氮燃烧的效果,这时烟气中 NO_x 排放量最少,减少了 NO_x 的产生。由于其具有空气分级式低氮燃烧的特点,所以可通过调整锅炉配风比,优化锅炉燃烧温度场来达到空气分级式低氮燃烧的效果。

根据炉内自控温度情况,如表 1 可知,已具备 SNCR 尿素还原剂喷入的反应温度场,项目尿素喷入点位置选在炉膛与分离器连接处温度点附近。

表 1 炉内温度分布

锅炉负荷/%	炉膛出口烟气温度		旋风分离器顶温度		旋风分离器出口温度	
	左	右	左	右	左	右
90	876	877	895/921	903/886	836	838
89	870	903	895/925	902/898	838	849
88	850	879	882/916	890/880	828	838
86	845	893	883/914	903/894	829	842
72	810	819	829/853	843/826	777	783
61	780	775	780/802	779/778	732	743
60	776	778	785/803	779/778	736	745
60	779	776	779/758	775/775	727	739
59	771	766	770/791	766/767	721	733

因此,根据符合国家和地方政策,技术先进,工艺成熟,经济合理,脱硝效率高的原则,该项目脱硝工程处理工艺为在锅炉本体已有的低氮燃烧的基础上,增设 SNCR 脱硝系统,还原剂采用尿素^[2]。

2.3 主要单元技术说明

该脱硝工程分为两步,一是利用循环流化床锅炉已有的低氮燃烧的基础上,在锅炉运行过程中通过调试调整锅炉配风比,优化锅炉燃烧温度场,降低氮氧化物的产生,通过燃烧控制提升循环流化床锅炉低氮燃烧功能,可以使锅炉 NO_x 排放浓度由 280 mg/Nm³降低到 225 mg/Nm³,脱硝效率约为 20%。

二是在优化低氮燃烧的基础上增设 SNCR 脱硝系统。SNCR 方法主要在 850~1050℃ 下,将含氮的化学剂喷入贫燃烟气中,将 NO 还原,

生成氮气和水。循环流化床锅炉旋风分离器内烟温一般为 850℃~950℃^[3],是 SNCR 技术的最佳反应温度,因此,SNCR 喷枪一般布置于旋风分离器进口烟道上。高温烟气在旋风分离器内形成强烈的涡流,能够保证还原剂能够与烟气充分混合,并且可停留较长的时间,其脱硝效率可达 60%以上。

2.4 工艺特点

(1)脱硝效果稳定:SNCR 技术应用在大型燃煤锅炉上,长期现场应用一般能够达到 30~60% 的 NO_x 脱除率^[4]。

(2)还原剂多样易得:SNCR 技术中脱除 NO_x 的还原剂一般都是含氮的物质,包括氨、尿素、氰尿酸和各种铵盐(醋酸铵、碳酸氢铵、氯化铵、草酸铵、柠檬酸铵等)。该项目采用效果好,实际应用广泛的尿素。

(3)无二次污染:SNCR 技术本身是一项清洁的技术,没有任何固体或液体的污染物或副产物生成,无二次污染。

(4)经济性好:由于 SNCR 的反应是靠锅炉内的高温驱动的,不需要昂贵的催化剂系统,因此投资成本和运行成本较低。

(5)SNCR 技术不需要对锅炉燃烧设备和受热面进行改动,也不需要改变锅炉的常规运行方式,对锅炉的主要运行参数也不会有显著影响。

3 主要工艺设计参数

SNCR 系统主要包括干尿素储存系统、尿素溶液配制储存系统、在线稀释系统和喷射系统四部分。

尿素溶液配制系统实现尿素储存、溶液配制和溶液储存的功能,然后由在线稀释系统根据锅炉运行情况和 NO_x 排放情况在线稀释成所需的浓度,送入喷射系统。喷射系统实现各喷射层的尿素溶液分配、雾化喷射和计量。

3.1 干尿素储存系统

(1)原料:袋装尿素,堆比重 0.63~0.75,在水中溶解热 0.242kJ/g,干尿素使用量 390kg/h(连续,3 台炉计),仓库贮存量为 7~15 d。

(2)尿素溶液:浓度 50%(wt),比重 1.14。

(3)年利用小时:7000h。

袋装尿素仓库占地 47 m²,堆高 1.5m。

3.2 尿素溶液配制储存系统

尿素溶液溶解罐尺寸 φ2650×2 700,容积为

15 m³, 数量 1 台, 材质 SUS304; 储罐尺寸 $\phi 3250 \times 4400$, 容积为 36.5m³, 数量 2 台, 材质 SUS304。容积系数 0.8, 尿素溶液浓度 50%, 溶解热源采用蒸汽, 保持储罐温度在 25℃ 以上。

3.3 在线稀释系统

浓度 50% 的尿素溶液从储罐输出后, 用水稀释溶液, 通过在线监测水的流量来调节尿素浓度以满足锅炉不同负荷的要求。

3.4 喷射系统

各喷射层设有流量调节阀门和流量计量设备。雾化介质采用压缩空气。炉前压缩空气总管上设有流量压力测量, 分几路通到各喷射层, 每个喷射层的雾化空气总管设有压力调节和压力测量, 再通往各个喷射器。

名称	性能指标
锅炉燃烧调整脱硝效率(满负荷工况)性能指标	≥20
增设 SNCR 系统脱硝率(满负荷工况)/%	≥60
锅炉脱硝前 NO _x 排放浓度/(mg/Nm ³)	≤280
锅炉燃烧调整与 SNCR 改造后 NO _x 排放浓度/(mg/Nm ³)	≤100
脱硝设施建成后炉内 氨逃逸浓度/ppm	无明显结渣及高温腐蚀现象 ≤10
SNCR 干尿素最大消耗量(两用一备锅炉)/(kg/h)	216
SNCR 系统可用率/%	≥95
SNCR 投运时锅炉负荷适应范围/%	80~100

4 运行情况

本项目 2012 年 10 月建成调试, 2012 年 11

(上接第 32 页)

由图 8 可得, CN⁻ 的去除率随反应时间的增大而升高, 但当反应时间达到 80min 以后, CN⁻ 的去除率保持稳定。由芬顿的反应机理可得, 氧化反应随着时间的增长反应更彻底, 但超过一定时间后, 反应几乎达到平衡。综上, 确定最佳反应时间为 80min, CN⁻ 的去除率为 97.9%, 出水 25.41mg/L, COD 的去除率为 70.13%, 出水 6020mg/L。

3 结论

利用微电解芬顿处理高浓度含氰废水具有较好的效果, 试验的最佳反应条件是微电解: pH=2.5, Fe/C=4:1, 反应时间 70min; 芬顿: pH=4, 过氧化氢的投加量 4ml/L, 反应时间为 90min; CN⁻ 由 1210mg/L 降至 25.41mg/L, 总去除率达到 97.9; COD 由 20160mg/L 降至 6020mg/L, 总去除率达 70.13%。该方法工艺简单, 操作方便, 经济性好,

月通过环保局验收, 烟气处理后 NO_x 排放浓度达到国家《火电厂大气污染物排放标准(GB13223-2011)》限值要求。主要工程性能指标见表 2。

5 经济分析

工程总投资为 418 万元, 年运行费用约为 202.40 万元, 每年减排 NO_x 质量约为 1 176 t, 每年可节省排污费约 74.09 万元。

6 结语

(1) 采用低氮燃烧+SNCR 组合工艺脱除烟气中氮氧化物。除氮氧化物可获得大幅度削减外, 氨的逃逸量最大值可控制在 10ppm 以下, 对环境不会造成影响。脱氮过程中不产生其他二次污染。
(2) 工艺系统抗冲击负荷能力较好, 在烟气浓度及气量一定程度波动情况下 NO_x 排放浓度仍较稳定, 工艺技术先进且成熟, 经济指标优良。

参考文献

- [1] 孟志浩, 俞保云. 燃煤锅炉烟气量及 NO_x 排放量计算方法的探讨[J]. 环境污染与防治, 2009, 31(11): 107-109.
- [2] 李仁刚, 雷达. 选择性非催化还原烟气脱硝技术在流化床锅炉上应用的探讨[J]. 电力科技与环保, 2012, 28(02): 40-41.
- [3] 姜鹏志. 循环流化床锅炉低 NO_x 排放特性及利用 SNCR 脱氮技术[J]. 电力技术, 2010, 88(03): 6-10.
- [4] 王克宏. 大型循环流化床锅炉脱硝改造[J]. 煤炭科技, 2012, 33(02): 40-41.

值得进一步研究。

参考文献

- [1] 陈华进. 高浓度含氰废水处理[D]. 南京工业大学, 2005.
- [2] 国家环境保护总局<水和废水监测分析方法>编委会. 水和废水监测监测分析方法(第四版)[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002: 91-283.
- [3] 于璐璐, 林海, 陈月芳等. 曝气微电解法预处理难降解含氰农药废水[J]. 化工学报, 2011, 62(4): 1091-1096.
- [4] 张兴春, 钱华. 采用铁碳微电解技术处理丙烯含氰废水的研究[J]. 炼油与化工, 2007, 1(18): 10-12.
- [5] 杨晓燕, 陈雷, 陆雪梅, 徐炎华. 微电解-芬顿法预处理吡虫啉农药生产废水[J]. 南京工业大学学报(自然科学版), 2008, 30(3): 30-33.
- [6] Pignatello J J and Baehr K. Ferric complexes as catalysts for "Fenton" Degradation of 2,4-D and Metolachlor in soil[J]. Environ. Qual., 1994, 23(2): 265-270.
- [7] 伏广龙, 许兴友, 费银华. 芬顿试剂和粉煤灰沸石协同处理柠檬酸废水的试验研究[J]. 中国矿业, 2007, 16(12): 117-119.