

潞安余吾热电厂烟气脱硝工艺选择及应用

郭军, 郭强

(潞安集团建设中心 山西 长治 046299)

摘要: 随着国家和地方政府对大气污染物排放要求日益严格, 潞安余吾热电厂通过 SNCR 技术对烟气脱硝, 使氮氧化物排放小于 100 mg/m^3 。

关键词: 大气污染 SNCR 脱硝 氮氧化物

中图分类号: X701

文献标识码: B

文章编号: 1006-8759(2017)03-0023-03

SELECTION AND APPLICATION OF FLUE GAS DENITRIFICATION TECHNOLOGY IN LU'AN YUGU THERMAL POWER PLANT

GUO Jun, GUO Qiang

(Construction center of Shanxi Lu An group co.,LTD ChangZhi 046299, China)

Abstract: With the national and local governments increasingly stringent requirements on air pollutants, Lu'an Yu Wo thermal power plant through the SNCR technology for flue gas denitrification, the nitrogen oxides emissions of less than $100 \text{ mg} / \text{m}^3$.

Key words: Air pollution SNCR Denitrification Nitrogen oxides

在火电机组排放的大气污染物中, 氮氧化物是最近三十多年中受到极大关注的一种污染物。科学已经证明氮氧化物在酸雨的形成和对臭氧层的破坏中所起的作用。世界上一些工业发达国家对氮氧化物的排放制定了非常严格的标准。我国氮氧化物的排放量中近 70% 来自于煤炭的直接燃烧。根据国家有关部门的预计, 今后我国 GDP 年均增长 7% 左右, 随着我国经济的稳定增长, 国民经济和社会发展对电力的需求也必然相应增长。电力工业是我国的燃煤大户, 电力工业的发展, 又将导致 NO_x 排放量越来越大。

山西潞安余吾热电有限责任公司总装机容量为 $2 \times 135 \text{ MW}$, 采用循环流化床锅炉机组。按照《火电厂大气污染物排放标准》(GB13223-2011) 中超净排放要求, 氮氧化物小于 100 mg/m^3 。减少 NO_x 的生成技术主要是在锅炉燃烧中采用低氮氧化物

燃烧器、再燃技术及烟气再循环等, 但这些技术单独使用时通常无法满足现在的排放标准, 需要与烟气氮氧化物脱除技术联合使用。

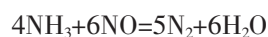
1 烟气 NO_x 脱除技术

烟气 NO_x 脱除技术主要是通过添加化学还原剂或者吸收液与 NO_x 发生化学反应, 使之转化为氮气(N_2)及水(H_2O)或者被溶液吸收, 如 SCR^[1]法、SNCR-SCR^[2]混合法、液体吸收法微生物法、活性炭法等。

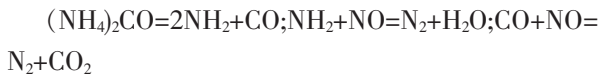
1.1 SNCR^[3-4]法

选择性非催化还原法是一种不使用催化剂, 在 $850 \sim 1100 \text{ }^\circ\text{C}$ 温度范围内还原 NO_x 的方法。最常使用的药品为氨和尿素。SNCR 脱硝效率对大型燃煤机组可达 25%~40%, 对小型机组可达 80%。主要反应:

氨(NH_3)为还原剂时:



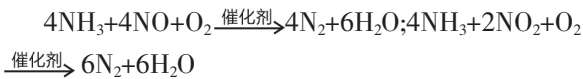
尿素($(\text{NH}_4)_2\text{CO}$)为还原剂时:



实验表明,当温度超过 1 100 ℃时,NH₃ 会被氧化成 NO,反而造成 NO_x 排放浓度增大。其反应为:4NH₃+5O₂=4NO+6H₂O; 而温度低于 900 ℃时,反应不完全,氨逃逸率高,造成新的污染。可见温度过高或过低都不利于污染物排放,温度控制至关重要。该工艺不需要催化剂,但脱硝效率低。

1.2 SCR 法

SCR 是脱硝效率最高、最为成熟的脱硝技术,它是一种炉后脱硝方法,是利用还原剂 (NH₃、尿素)在金属催化剂作用下,选择性地与 NO_x 反应生成 N₂ 和 H₂O,而不是被 O₂ 氧化,故称为“选择性”。其有效反应温度较低,约在 320~400 ℃之间,反应式为:



SCR 工艺的核心装置是脱硝反应器。在燃煤锅炉中,由于烟气中的含尘量很高,因而一般采用垂直于气流布置方式。在 SCR 工艺系统设计中,最重要的运行参数是烟气温度、烟气流速、催化剂活性和氨逃逸等。

1.3 SNCR-SCR 混合法

SNCR-SCR 混合法结合了 SCR 技术高效和 SNCR 技术低成本的特点,其通过布置在锅炉炉墙上的喷射系统先将还原剂喷入炉膛,还原剂在高温下与烟气中 NO_x 发生非催化还原反应,实现初步脱硝。然后未反应完的还原剂进入反应器进一步脱硝。SNCR-SCR 混合法可以利用前部逃逸的还原剂作为后部 SCR 的还原剂,从而可使脱硝效率逐步升高达到 80 %以上。

1.4 液体吸收法

用水或者其它溶液吸收 NO_x 的方法,亦称湿法工艺,该工艺投资小,设备简单,能够以硝酸盐形式回收 NO_x 中的氮,但由于 NO 极难溶于水或碱溶液,吸收效率不高。可以采用氧化、还原、络合吸收方法以提高 NO 的净化效果。

2 几种工艺特性比较及 SNCR 设计

2.1 工艺技术比较

SNCR 法、SCR 法、SNCR-SCR 混合法、吸收法脱硝工艺技术比较(见表 1)

表 1 脱硝工艺技术比较

工艺方法	SNCR 法	SCR 法	SNCR-SCR 混合法	吸收法
技术指标				
还原剂或吸收液	NH ₃ 或者尿素	NH ₃ 或者尿素	NH ₃ 或者尿素	水或者碱液
反应温度/℃	850~1250	320~400	前段 850~1250;后段 320~400,	常温
催化剂及其成份	不使用催化剂	主要为 V ₂ O ₅ -WO ₃ (MoO ₃)/TiO ₂	后段加装少量催化剂,主要为 V ₂ O ₅ -WO ₃ (MoO ₃)/TiO ₂	不使用催化剂
脱硝效率/%	大型机组 25~40,小型机组 80	70~90	40~90	40~60
优缺点	设备和运行费用较少;有二次污染,难以保证反应温度和停留时间	二次污染小,净化效率高,技术成熟,设备投资高,关键技术难度大	前后两阶段需要控制不同参数,自动化要求高。	工艺设备简单,投资小;脱硝效率低,副产物不容易处理
占地空间	较小	较大	较大	较大
投资和运行费用	较小	较大	较大	较大

在满足氮氧化物排放标准条件下,结合工艺和投资费用,中小型电厂选用 SNCR 工艺脱硝。

3 潞安余吾热电厂 SCNR 工艺设计

余吾热电厂锅炉为武汉锅炉股份有限公司采用 ALSTOM 大型循环流化床锅炉技术,由 ALSTOM 和武锅联合设计的超高压循环流化床锅炉(2×480 t/h 超高压循环流化床锅炉)。脱硝系统用的还原剂为 25 %质量浓度的成品氨水,其品质符合国家标准 GB/T 631-2007《化学试剂氨水》技术指标的要求。

3.1 锅炉烟气参数及脱硝效率要求(表 2)

表 2 锅炉烟气参数

序号	项目名称	单位	数值
1	装机容量	MW	135
2	装机数量	台	2
3	锅炉规格	t/h	480
4	单炉旋风分离器个数	个	2
5	标况湿烟气量	10 ⁴ Nm ³ /h	65
6	排烟温度	℃	155
7	烟气湿度	%	6
8	尾部烟气含氧量	%	6
9	炉膛含氧量	%	3~5
10	旋风分离器区域烟气温度	℃	870~920
11	燃煤发热量	kcal	3800
12	燃料消耗量	t/h	90
13	现 NO _x (以 NO ₂ 计)浓度	mg/Nm ³	120
14	设计排放 NO _x (以 NO ₂ 计)浓度	mg/Nm ³	60
15	脱硝效率		50%
16	主系统年运行时间	h	3700

3.2 氨水耗量与 NO_x 减排量(表 3)表 3 氨水耗量与 NO_x 减排量数据

参数名称	数据
单台炉标况烟气量(Nm ³ /h)	650000
系统投运前 NO _x (以 NO ₂ 计)浓度(mg/Nm ³)	120
氨氮摩尔比	1.50
单台炉纯氨(NH ₃)喷射摩尔量(kmol/h)	2.5435
单台炉纯氨(NH ₃)喷射质量流量(kg/h)	43.239
单台炉 25 %氨水喷射质量流量(kg/h)	172.957
单台炉 25 %氨水日消耗量(t/d)(24 小时计)	4.151
单台炉 25 %氨水年消耗量(t/a)(3700 小时计)	639.96
两台炉 25 %氨水年消耗量(t/a)(3700 小时计)	1279.92
单台炉 NO _x 减排量(kg/h)	39
单台炉 NO _x 减排量(t/a)(3700 小时计)	144.3
两台炉 NO _x 减排量(t/a)(3700 小时计)	288.6

3.3 主要设备(表 4)

表 4 主要设备设计

序号	名称	规格型号	材料	单位	数量
1	氨水储罐	25m ³ , Φ3.2x3.5m, 304 不锈钢	不锈钢	台	2
2	氨水储罐	Q=25m ³ /h, 扬程 50m, 不锈钢卧式, 无泄漏防爆泵	不锈钢	台	1
3	脱硝泵	Q=0.5m ³ /h, 扬程 70m, 不锈钢立式泵, 无泄漏防爆泵	不锈钢	台	3
4	气液分离器	处理氨水量最大为 0.5m ³ /h	不锈钢	台	2
5	回液储罐	8m ³ , Φ2.2x2.5m 材质: 塑钢	塑钢	台	1
6	回液输送泵	Q=10m ³ /h, 扬程 50m, 不锈钢卧式	不锈钢	台	1
7	脱硝风机	风量 2 000 m ³ /h, 压头 7 000 Pa	组合件	台	4
8	加热器	25 KW	组合件	台	4

4 运行情况

经过一周的试运行, 烟气 NO_x 排放浓度在 100 mg/m³ 以下, 平均浓度小于 50 mg/m³。

参考文献

[1]郑观文,牛庆林.燃煤电厂 SCR 脱硝工艺进展与现状[J].山东化工 2016(06).

[2]李晓芸,蔡小峰.混合 SNCR-SCR 烟气脱硝工艺及其应用[J].机电技术.2008(03).

[3]李穹.循环流化床锅炉 SNCR 脱硝关键技术开发[D].清华大学 2013.

[4]李明明.SNCR 脱硝系统在燃煤电厂中的应用[J].工业锅炉.2016(02).

[5]张乾坤.SNCR 脱硝技术在我国的应用[J].石化技术.2016(05).

(上接第 57 页)

3 结论

煤矸石样品中 Fe、Cu、Zn、Cr⁶⁺富集,对当地造成污染的可能性较大;

浸出液中 Fe 含量相对较高,且在中性降雨环境下的浸出率要远高于酸性降雨环境,结合当地降雨 PH 呈中性的特点,Fe 对当地环境造成污染的可能性较大。

长时间通过降水的淋溶使煤矸石中重金属不断析出导致本身含量不断下降,污染性大幅度降低,从而增加了煤矸石可利用范围。

参考文献

[1]陈燕芹,匡少平,陈殿波等.铬渣-煤矸石砖中 Cr(VI)解毒机理研究[J].安全与环境学报,2005,5(2):11-13

[2]彭德姣,胡南,彭清静等.硫酸锰废渣的浸出毒性及处理研究[J].环境污染治理技术与设备,2006,7(11):100-102

[3]曹珊珊,吴光红,苏睿先.模拟中性和酸性降雨及垃圾渗滤液浸泡粉煤灰及渣重金属浸出特征[J].环境科学,2011,32(6):1831-1835

[4]张海凤,王玉珏,王劲璐等.铸造废砂的环境毒性研究[J].环境科学,2013,34(3):1174-1180

[5]何绪文,石靖靖,李静等.镍渣的重金属浸出特性[J].环境工程学报,2014,8(8):3385-3389

[6]秦晋蜀.煤矸石淋溶浸出实验及其规律探讨[J].能源环境保护,1991,(1)

[7]王心仪,杨建,郭慧霞.矿区煤矸石堆放引起土壤重金属污染研究[J].煤炭学报,2006,31(6):808-812

[8]孙亚乔,段磊,王晓娟等.煤矸石酸性水释放对土壤重金属化学行为的影响[J].水土保持学报,2016,30(1):300-314

[9]HJ557-2010《固体废物浸出毒性浸出方法水平振荡法》[S]

[10]HJ/T299-2007《固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法》[S]

[11]国家环境保护局.中国土壤元素背景值[M].北京:中国环境出版社,1990,87-496

[12]六盘水环境保护局.六盘水市环境质量公报[R]