

选择性非催化还原 (SNCR) 烟气脱硝技术与高分子脱硝(PNCR)技术在生活垃圾发电厂联合应用浅析

谷艳芳

(开封中节能再生能源有限公司 河南开封 475000)

摘要: 选择性非催化还原(简称 SNCR), 英文名称 Selective Non-Catalytic Reduction。该技术一般采用炉内喷氨、尿素或氢氨酸作为还原剂还原 NO_x。该工艺必须在适合脱硝反应的高温区 (850℃ ~ 1100℃) 喷入还原剂, 迅速加热分解成 NH₃, 然后与烟气中的 NO_x 反应生成 N₂ 和水。高分子选择性脱硝 (简称 PNCR), 英文名称 Polymer Non-Catalytic Reduction 是我国现代锅炉烟气脱硝的新型技术,是在炉膛内高温条件下, 与烟气中 NO_x 进行化学反应, 将其除去并转化为无污染无害成分 N₂ 的脱硝工艺。两种技术在生活垃圾发电厂烟气脱硝方面联合使用, 技术可靠, 经济合理, 运行安全, 脱硝效率高, 氨逃逸指标达标可控。

关键词: 选择性非催化还原脱硝; 高分子选择性脱硝; 生活垃圾发电烟气

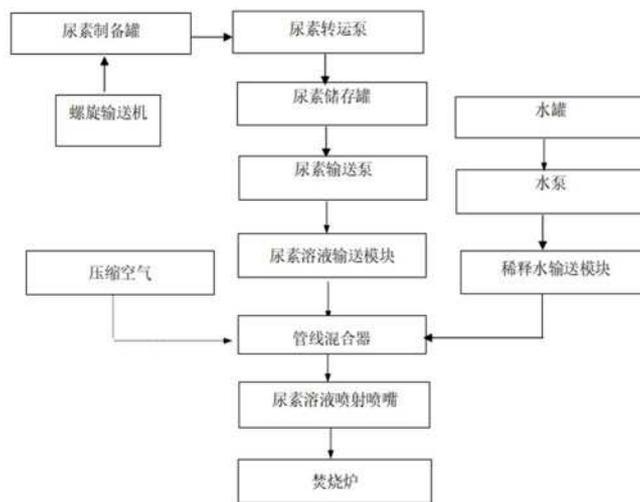
【正文】引言

随着全国各省地方生活垃圾发电厂烟气超低排放标准的陆续出台, 烟气脱硝技术需要有新的突破。传统的 SCR 脱硝技术一次性投资较高, 占地面积大, 运营成本高, 地方政府财政承受能力有限。而 SNCR 炉内脱硝技术脱硝效率有限, 不能满足烟气 NO_x 超低排放的标准要求, 且尿素和氨水的大量使用对锅炉内部的受热面腐蚀严重, 对锅炉的长周期安全运行造成隐患。寻求新技术, 使用新方法,

改革创新成为当前生活垃圾发电厂烟气脱硝领域的新趋势。而高分子选择性脱硝 (简称 PNCR) 技术的逐渐成熟, 使大家看到的曙光。开封中节能再生能源有限公司 (简称开封中节能) 在原有的 SNCR 炉内脱硝的基础上, 联合使用 PNCR 脱硝技术是一个新的突破和尝试。

1 SNCR(选择性非催化还原)脱硝技术的工艺流程、原理、特点及实验结果分析

SNCR(选择性非催化还原)脱硝技术的工艺流程:

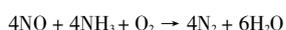
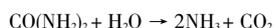


SNCR(选择性非催化还原)脱硝技术的工艺原理:

SNCR (选择性非催化还原)系统是用来降低烟气中 NO_x 含量, 使其在规定的限值之内, 包括 40%的尿素溶液制备装置和尿素溶液

喷射装置。通过压缩空气将尿素水溶液 (约 5%) 喷射到焚烧炉的二次燃烧室, 来降低 NO_x 的浓度。SNCR 系统利用 NH₃ 和烟气中的 NO_x 发生非催化还原反应, 产生氮气和水, 达到降低 NO_x 排放浓度的目

的, 原理如下所示:



SNCR 在实验室内的试验中可以达到 80% 以上的 NO_x 脱除率。应用在大型锅炉上, 短期示范期间能达到 70% 的脱硝率, 长期现场应用一般能达到 30% ~ 50% 的 NO_x 脱除率。SNCR 技术的工业应用是在 20 世纪 70 年代中期日本的一些燃油、燃气电厂开始的, 在欧盟国家从 80 年代末一些燃煤电厂也开始 SNCR 技术的工业应用。美国的 SNCR 技术应用是在 90 年代初开始的, 目前世界上燃煤电厂 SNCR 工艺的总装机容量在 2GW 以上。SNCR 技术应用在燃煤锅炉上, 脱硝率基本都能达到 50% 以上, 比较好的情况能达到 60% 以上。

SNCR 脱硝技术有如下优点:

(1) 脱硝效果满足要求: SNCR 技术应用在大型煤粉锅炉上, 长期现场应用一般能够达到 50% 以上的 NO_x 脱除率, 小型工业炉和垃圾焚烧炉由于炉膛尺寸小, 混合好, 脱硝效率更高。

(2) 还原剂多样易得: SNCR 技术中使用的脱除 NO_x 的还原剂一般均为含氮化合物, 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)。其中, 实际工程应用最广泛, 效果最好的是氨和尿素。

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

(4) 经济性好: 由于 SNCR 的反应热源由炉内高温提供, 不需要昂贵的催化剂系统, 因此投资和运行成本较低。

(5) 系统简单、施工时间短: SNCR 技术最主要的系统就是还原剂的储存系统和喷射系统, 主要设备包括储罐、泵、喷枪及其管路、测控设备。由于设备相对简单, SNCR 技术的安装期短, 小修停炉期间即可完成炉膛施工。

(6) 对锅炉无影响: 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不会有显著影响。

SNCR 脱硝技术采用后实验结果分析:

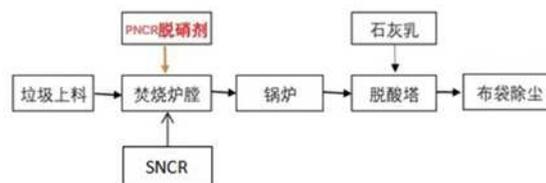
序号	名称	SNCR 系统投运前	SNCR 系统投运后	单位	投运后 NO _x 浓度
1	NO _x (80%额定负荷)	220	95	mg/Nm ³	< 150
2	NO _x (100%额定负荷)	270	120	mg/Nm ³	< 150
3	NO _x (120%额定负荷)	290	135	mg/Nm ³	< 150
5	年有效运行效率			小时	8000

实验结果分析:(1)SNCR 烟气脱硝技术在炉膛温度 850℃-950℃ 时, 在同等工况下脱氮效果较好, NO_x 的排放浓度基本能够稳定控制在 100mg/m³ 以下, 超过 950℃ 后, 炉膛温度越高, 脱氮效果越差, NO_x 的排放浓度不能稳定控制在 100mg/m³ 以下, 如果大量使用尿素溶液或氨水还会造成氨逃逸指标的升高和超标;(2) SNCR 烟气脱硝技术作为满足《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB18485-2014) 烟气脱硝标准是可行的, 但不能满足生活垃圾发电厂烟气脱硝后 NO_x 的排放浓度不超过 100mg/m³ 的地方标准。寻求新技术势在必行。PNCR 烟气脱硝技术的问世, 给生活垃圾发电厂烟气脱硝提供了新的思路。

2 PNCR 烟气脱硝技术的工艺流程、原理及实验数据

PNCR 脱硝系统主要由公用储料单元、计量给料单元、输送和

喷射单元以及配套的电气、自控仪表、压缩空气、平台结构等公用单元。本项目 PNCR 脱硝系统自 PNCR 药剂上料口始, 至各喷枪前 0.5 米的全套系统。脱硝剂采用真空上料机将物料提升至公用存储料仓, 再经公用料仓输送至中间料仓, 中间料仓通过计量、喷射输送至炉墙左右侧各喷枪。具体工艺流程图如下:



PNCR 高分子脱硝技术原理

高分子选择性脱硝(简称 PNCR)是我国现代锅炉烟气脱硝的新型技术, 是为脱硝提标改造量身打造的高效技术方案, 具有良

好的技术优势,尤其是在生活垃圾发电烟气脱硝方便具有广阔的市场空间。该技术以一次性投资低,占地面积小,运营费用低等优势,一度受到用户的青睐。PNCR脱硝剂的反应温度区间要低于SNCR的温度区间,在800-950℃左右。颗粒状或粉末状的高分子选择性脱硝剂,利用气力输送装置直接喷入炉膛中,喷射的温度窗口在850~950℃之间,高温下氨基和高分子连接的化学键断裂,释放出大量的含氨基能团,氨基与烟气中NO_x发生反应,达到脱除NO_x目的。本产品是干燥粉末状或颗粒状,高分子碳骨架自然分解成CO₂释放,对锅炉其他设备不会产生影响。PNCR工艺主要特点是工艺系统简单,固态粉末状运输、储存安全方便,脱硝率高。PNCR高分子脱硝设备化学反应方程式如下:



PNCR: 有机多胺类化合物脱硝剂。

M: 脱硝过程中形成的还原产物,如CO₂和H₂O等无害气体。

序号	名称	仅投运 SNCR 脱硝系统	SNCR 和 PNCR 脱硝系统联合投运	单位	联合投运 NO _x 浓度
1	NO _x (80%额定负荷)	95	55	mg/Nm ³	< 100
2	NO _x (100%额定负荷)	120	70	mg/Nm ³	< 100
3	NO _x (120%额定负荷)	135	85	mg/Nm ³	< 100
4	氨逃逸	3	4	mg/Nm ³	< 8
5	年有效运行效率			小时	8000

通过实验数据分析,克服SNCR的技术不足,与PNCR脱硝技术联合应用取得较好的效果。

4 结语

生活垃圾发电厂在原有的SNCR脱硝技术的基础上,联合使用PNCR脱硝技术是可行的。完全满足《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB18485-2014)中氮氧化物排放小时均值不超过300mg/m³,日均值不超过250mg/m³的要求。亦能满足《生活垃圾焚烧大气污染物排放标准》(DB41/2556-2023)中氮氧化物排放小时均值不超过150mg/m³,日均值不超过120mg/m³;氨排放小时均值不超过12mg/m³,日均值不超过8mg/m³的要求。该技术的应用突破了传统意义上,电厂烟气NO_x指标在实施超低排放时,采用SCR脱硝技术的方式。SNCR和PNCR两种脱硝技术联合应用,实施范围广,具有投资成

3 SNCR脱硝技术和PNCR技术的联合应用:

研究利用SNCR和PNCR脱硝反应时所需要的不同温度区间,拉长脱硝反应空间,两种工艺同时布置联合使用。

(1) SNCR脱硝剂喷枪的布置:室内布置。

SNCR脱硝剂喷枪在炉膛内分两层布置,具体根据燃烧工况灵活调整;通常,脱硝剂下层喷枪距离炉排14米布置,上层喷枪距炉排17.5米布置;脱硝剂喷枪布置要结合喷枪流体压力及雾化面积,实现全截面无死角布置。

(2) PNCR脱硝剂喷枪的布置:室内布置。

PNCR脱硝剂喷枪在炉膛内分两层布置,具体根据燃烧工况灵活调整;通常,脱硝剂下层喷枪距离炉排17.5米布置,上层喷枪距炉排21米布置;脱硝剂喷枪布置要结合喷枪物料压力及喷出覆盖面积,实现全截面无死角布置。

(3) 联合使用和单独使用实验结果分析:

本低,运营成本低,占地面积小的市场开发优势。为生活垃圾发电厂烟气NO_x指标超低排放脱硝技术提供了新的思路和方向,值得推广。

参考文献:

- [1]《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB18485-2014)
- [2]《生活垃圾焚烧大气污染物排放标准》(DB41/2556-2023)
- [3]项昆 三种烟气脱硝工艺技术经济分析[J].热力发电,2011,40(6):1-3.

作者简介:

谷艳芳,男,汉族,籍贯:河北省灵寿县,生于:1973年2月,工作单位:开封中节能再生能源有限公司,职称:工程师,大学本科学历,研究方向:主要从事环境工程和垃圾焚烧发电。