

生物质再燃脱硝在垃圾焚烧电厂的应用分析

作者:程鹏

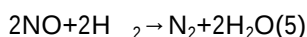
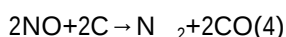
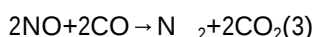
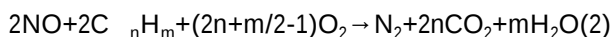
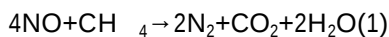
摘要: 随着中国生活垃圾焚烧电厂的快速发展与污染物排放要求的逐步提高, 垃圾焚烧过程中产生的污染物越来越受到人们的关注, 其中氮氧化物(NO_x)作为酸雨等自然灾害的元凶之一, 是重点关注对象之一。目前, 垃圾焚烧电厂氮氧化物控制的普遍技术是选择性非催化还原(SNCR)技术, 该技术是在高温($800 \sim 1000$)条件下, 将 NO_x 还原成 N_2 。SCR作为进一步脱出氮氧化物的技术, 其原理是在低温或中温、有催化剂的条件下将 NO_x 还原成 N_2 的技术; 随着中国部分超一线城市和部分省区对氮氧化物总量控制和污染物排放指标日趋严格, SCR技术以其高效的脱硝效率、超低排放污染物数值以及满足未来更为严格的环保要求日益受到地方政府或投资者们的青睐。

引言

固体燃料(煤粉、生物质等)再燃还原NO反应包括挥发分的同相反应和灰焦的异相反应两部分。对燃料再燃机理进行了深入研究, 结果表明灰焦的异相反应对再燃还原NO的作用不大, 燃料还原NO的性能主要来自其产生能与NO发生反应的挥发分的能力; 他们认为具有较高挥发分含量的燃料能够大幅促进再燃过程中NO的还原。此外, 一些研究认为, 生物质在再燃过程中产生的碳氢物质(C_xH_y)对脱硝起到了至关重要的作用, 这之前研究较多的天然气再燃机理相似。

1 生物质再燃脱硝概述

再燃脱硝是应用比较普遍而且效率较高的脱硝方式。所谓再燃烧技术(Reburning Technology)是指在炉膛(燃烧室)内设置二次燃料欠氧燃烧的 NO_x 还原区段, 以控制 NO_x 的最终生成量的一种“准二次措施”, 该技术所以也称为炉内燃料分级(区)燃烧技术。由NO的形成和破坏机理可知, 已生成的NO在遇到烃根 CH_i 和未完全燃烧产物 CO 、 H_2 、 C 和 C_nH_m 时, 会发生NO的还原反应。这些反应的总反应式为:



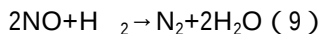
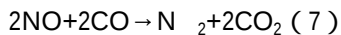
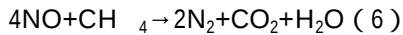
由于可燃气体燃料存在广泛的含有烃类活性物质, 且含有较低或者不含S、N等元素, 所以以天然气为代表的气体再燃燃料引起许多研究者的兴趣。天然气再燃也已经成功地运用在全尺寸锅炉上, 并取得了50%~70%的脱硝效率。另外, 其他的可燃气体作为再燃燃料, 进行脱硝证明也是可行的, 比如石油气, 石油气是石化生产过程中产生的一种副产品。既有烃类可燃气体, 也包含 H_2 和CO非烃类气体。实炉应用石油气再燃还原NO现场试验表明, 使用10%~20%燃料量的石油气再燃还原NO可以达到60%左右的脱硝效率。

而生物质气即生物质经过气化炉气化后产生的可燃气体。经过循环流化床生物质气化工工艺是以空气与水蒸汽的混合气体为气化剂, 以生物质颗粒为原料, 在正压非催化条件下进行部分氧化反应, 气化温度为 $700 \sim 750$, 生产以 CO 、 H_2 、 CH_4 为有效成分的燃料气。而 CO 、 H_2 、 CH_4 均为可与NO气体反应的还原性气体。

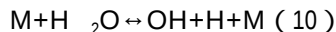
2 生物质再燃脱硝在垃圾焚烧电厂的应用

2.1 生物质中挥发分及碱金属对氮氧化物脱除的影响

生物质中的挥发分是指生物质中的有机质受热分解产生的可燃性气体,从表1可知生物质中含有大量的挥发分,其在再燃过程中会在极短时间内快速分解释放;释放出的挥发分在极短时间内快速反应生成未完全燃烧的烃根CHI、CO以及H₂等,这些成分在还原性气氛中可还原氮氧化物;挥发分含量越多,产生的中间组分越多,对氮氧化物的脱除效率越高。其反应机理总包反应如下:



生物质再燃燃烧后的灰分中含有钠、钾等微量元素;在再燃过程中,这些碱金属对氮氧化物的还原具有促进作用;含有碱金属的添加剂(NaOH、Na₂CO₃与KCl)在高温区快速气化,产生游离态碱金属,进而通过反应(10)生产大量的OH基团。以生物质中的钠离子为例,其发生NaOH→Na₂O→Na→NaO→NaOH的循环反应,其中Na通过反应(10)产生大量OH基团。可见碱金属在高温环境中会促进HO根的生成,对氮氧化物的脱除效率的提高有促进作用:



2.2 生物质中含碳基团对氮氧化物脱除的影响

从再燃的脱硝机理可以看出,再燃反应过程中生成的含碳基团CHI与NO反应,产生HCN,HCN在活性基(O、H)作用下进一步与NO反应生成N₂。从生活垃圾的成分分析来看,生活垃圾的碳元素含量占比相对较高,约为40%;但由于生活垃圾形态的特殊及复杂性,其在焚烧炉排上基本是成块状燃烧,导致仅有少量的碳以流化态形式随烟气流动;在垃圾焚烧过程中,此部分少量碳形成的含碳基团很少,对生活垃圾脱硝影响更小,而生物质中的碳含量较高、含水量少,前期可通过粉碎装置预处理成微粒状,通过鼓风机喷入焚烧炉,因而,生物质再燃可从增加含碳基团(CHi)和反应区活性基浓度为切入点,通过增加生物质再燃燃料量以脱除生活垃圾焚烧过程中的氮氧化物。

2.3 生物质再燃在生活垃圾焚烧电厂的应用分析

生物质再燃在生活垃圾焚烧过程中脱除氮氧化物的应用较少,主要原因是垃圾焚烧炉燃烧区域设置与燃煤电厂的燃烧区域设置差别较大,比如燃煤电厂炉膛燃烧区域分为主燃区、再燃区和燃尽区三个区域,而且燃烧区域随着炉膛一般自下向上划分;而垃圾焚烧炉排炉(本文以炉排炉为例)由于垃圾的特殊性,其随着垃圾运动方向划分为预热区、燃烧区、燃尽区;生物质再燃在生活垃圾焚烧领域脱除氮氧化物的应用首先需解决生物质再燃区域问题;垃圾焚烧炉排炉的生物质再燃区域设置在炉排炉前后拱区域(区域偏下侧,二次风喷嘴位置下方),靠近炉排燃烧区火焰上方,以使再燃燃料形成贫氧富燃料的再燃区,促使主燃区生成的氮氧化物还原为氮气,最后送入二次风空气燃烧未燃尽燃料和含氮基团,达到脱除氮氧化物目的。由于炉排炉模块化较强,经过几十年发展,其在焚烧生活垃圾方面已经很成熟,本文不建议在焚烧炉本体上直接增设再燃投料口方式进行再燃燃料投放,这样设备改造成本大、风险较高;建议采用焚烧炉本体开孔方式喷射再燃燃料,这样可促进焚烧炉内流场扰动,加速再燃燃料燃烧;为达到生物质喷射进入焚烧炉进行再燃目的,生物质需进行破碎预处理,然后通过气力输送系统将破碎后的生物质喷入垃圾焚烧炉再燃区。此方案因改造成本少、易于操作、风险低、对设备损害少等优点,可在国内已运行炉排炉垃圾焚烧电厂应用。

结语

通过对生物质和生活垃圾的成分与热值分析,生物质可作为生活垃圾焚烧炉再燃燃料,且生物质具有高挥发分、易燃烧、含有碱金属、含氮量低、硫元素含量极少、灰量少、CO₂净零排放、可再生能源等作为再燃燃料的优势;生物质中高挥发分和钠、钾等碱金属对氮氧化物的去除有促进作用;

生物质再燃技术可作为初期投资高、催化剂昂贵、运行费用高的SCR脱硝技术的替代技术，进一步脱除氮氧化物。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/171909.html>