



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101482263 B

(45) 授权公告日 2012.06.06

(21) 申请号 200910071379.4

B01D 53/56(2006.01)

(22) 申请日 2009.02.04

审查员 郭云枝

(73) 专利权人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街 92 号

(72) 发明人 刘辉 孙锐 朱舒扬 王海刚
安强 邬士军 刘航 计秉权
唐磊

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事
务所 23109

代理人 张果瑞

(51) Int. Cl.

F23B 60/00(2006.01)

F23N 3/00(2006.01)

F23L 9/00(2006.01)

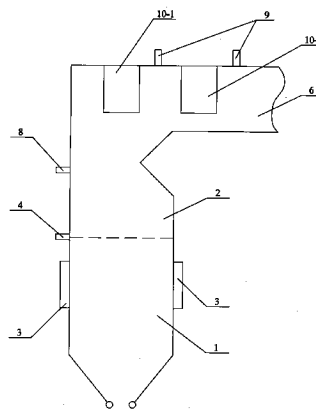
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 1 页

(54) 发明名称

输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法

(57) 摘要

输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法,它涉及燃烧褐煤的方法。它解决了目前采用空气分级燃烧技术锅炉燃烧褐煤容易发生结渣,采用选择性催化还原技术锅炉燃烧褐煤需要催化剂、系统投资巨大、运行成本高,以及采用选择性非催化还原技术锅炉燃烧褐煤脱硝效率低、还原剂溶液蒸发影响锅炉热效率的问题。本发明方法采用炉膛内从下至上分为主燃区(1)和燃尽区(2)的锅炉;褐煤燃烧过程中氨基还原剂颗粒和溶液分级喷入。本发明两种方法均可降低氮氧化物排放量达 60% 以上,而且褐煤燃烧效率高达 98% 以上。本发明两种方法中褐煤在燃烧过程中不发生结渣,不需要催化剂,运行成本仅为 SCR 法运行成本的 30% 左右。本发明方法对锅炉热效率影响小于 0.5%。



1. 输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法,其特征在于该方法采用炉膛内从下至上分为主燃区(1)和燃尽区(2)的锅炉,主燃区(1)和燃尽区(2)之间以燃尽风喷口(4)为界;褐煤燃烧过程中氨基还原剂分级喷入主燃区(1)、燃尽区(2)和水平烟道(6);其中通过配风控制主燃区(1)过量空气系数为 $0.9 \sim 1$,燃尽区(2)过量空气系数为 $1.15 \sim 1.2$;主燃区(1)中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与主燃区(1)烟气中氮氧化物的摩尔比为 $0.5 \sim 1.1 : 1$;燃尽区(2)和水平烟道(6)中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与燃尽区(2)及水平烟道(6)烟气中总氮氧化物的摩尔比为 $0.6 \sim 1.5 : 1$,并控制锅炉出口的氨漏失量小于 5ppm ;氨基还原剂分三级喷入,第一级氨基还原剂为固体颗粒以常温压缩空气携带输送、并由燃烧器(3)的二次风喷口喷入主燃区(1),第二级氨基还原剂从燃尽风喷口(4)和/或炉膛折焰角喷口(8)喷入燃尽区(2),第三级氨基还原剂溶液雾化后由氨基还原剂三级喷口(9)喷入水平烟道(6),由燃尽风喷口(4)喷入的氨基还原剂为固体颗粒以常温压缩空气携带输送,由炉膛折焰角喷口(8)喷入的氨基还原剂为雾化的氨基还原剂溶液。

2. 根据权利要求1所述的输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法,其特征在于从燃烧器(3)的二次风喷口和燃尽风喷口(4)喷入的氨基还原剂固体颗粒的粒径小于 1mm 。

3. 根据权利要求1或2所述的输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法,其特征在于氨基还原剂固体颗粒为尿素颗粒或碳酸氢铵颗粒。

4. 根据权利要求2所述的输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法,其特征在于通过配风控制主燃区(1)过量空气系数为 0.95 ,燃尽区(2)过量空气系数为 $1.16 \sim 1.17$ 。

5. 根据权利要求1、2或4所述的输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法,其特征在于由炉膛折焰角喷口(8)喷入的氨基还原剂溶液为质量浓度是 $5\% \sim 20\%$ 的氨水溶液、尿素溶液或碳酸氢铵溶液。

6. 根据权利要求5所述的输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法,其特征在于第三级氨基还原剂溶液为质量浓度是 $5\% \sim 20\%$ 的氨水溶液、尿素溶液或碳酸氢铵溶液。

7. 根据权利要求1、2、4或6所述的输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法,其特征在于主燃区(1)中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与主燃区(1)烟气中氮氧化物的摩尔比为 $0.6 \sim 0.99 : 1$ 。

8. 根据权利要求1、2、4或6所述的输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法,其特征在于燃尽区(2)和水平烟道(6)中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与燃尽区(2)及水平烟道(6)烟气中总氮氧化物的摩尔比为 $0.7 \sim 1.4 : 1$ 。

9. 输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法,其特征在于该方法采用炉膛内从下至上分为主燃区(1)和燃尽区(2)的锅炉,主燃区(1)和燃尽区(2)之间以燃尽风喷口(4)为界;褐煤燃烧过程中氨基还原剂分级喷入主燃区(1)和燃尽区(2);其中通过配风控制主燃区(1)过量空气系数为 $0.9 \sim 1$,燃尽区(2)过量空气系数为 $1.15 \sim 1.2$;主燃区(1)中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与主燃区(1)烟气中氮氧化物的摩尔比为 $0.5 \sim 1.1 : 1$;燃尽区(2)中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与燃尽区(2)烟气中氮氧化物的摩尔比为 $0.6 \sim 1.5 : 1$,并控制锅炉出口的氨漏失量小于 5ppm ;氨基还原剂分二级喷入,第一级氨基还原剂为固体颗粒以常温压缩空气携带输送、并由燃烧器(3)的二次风喷口喷入主燃区(1),第二级氨基还原剂从燃尽风喷口(4)和炉膛折焰角喷口(8)喷入燃尽区(2),由燃尽风喷口(4)喷入的氨基还原剂为固体颗粒以常温压缩空气携带输送,由炉膛折焰角喷口(8)

喷入的氨基还原剂为雾化的氨基还原剂溶液。

输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法

技术领域

[0001] 本发明涉及燃烧褐煤的方法。

背景技术

[0002] 氮氧化物 (NO_x) 是燃煤锅炉排放的主要大气污染物之一,氮氧化物除了形成酸雨,破坏生态环境,还能形成光化学烟雾,直接危害人类健康。目前,氮氧化物在我国已经成为仅次于二氧化硫的大气污染物,对酸雨、空气质量和地面臭氧浓度的影响越来越大。2004 年 1 月 1 日开始实施了新的《火电厂大气污染物排放标准》(GB13223-2003),此排放标准比过去的标准更加严格。2004 年 7 月 1 日起国家对氮氧化物按每一污染当量(氮氧化物的排污当量为 0.95 千克)0.6 元直接向排放污染物的单位收费,因此需要在保证煤炭燃烧效率的同时降低氮氧化物的排放量。

[0003] 我国是世界上最大的煤炭消费国,褐煤资源丰富,根据世界能源理事会(WEC)统计的 2004 年底数据,我国煤炭资源中褐煤探明可采储量占我国煤炭可采储量的 16%。所以,褐煤锅炉的燃烧技术成为目前研究的重点。

[0004] 褐煤具有挥发分高、水分高、灰熔点低,容易发生结渣的特点。采用目前最为常用的空气分级燃烧技术,主燃区过量空气系数为 0.8~0.9,虽然可以有效地降低 NO_x 的生成,但由于空气分级燃烧技术中主燃区为较强的还原气氛,而褐煤在较强还原气氛中容易发生结渣,所以采用空气分级燃烧技术锅炉燃烧褐煤效果不理想。采用选择性催化还原(SCR)技术脱硝效率较高,可使锅炉 NO_x 排放量降低 90%以上,但需要催化剂,系统投资巨大,且运行成本高,很难大面积推广。采用选择性非催化还原(SNCR)技术不需要催化剂,系统投资和运行费用也远低于 SCR 技术;但 SNCR 反应存在“温度窗口”,温度高于 1100℃,氨基还原剂生成的 NH₃ 被氧化生成 NO_x(增加的氮氧化物的排放量),当温度低于 900℃,NH₃ 与 NO_x 的反应速率很低,因此只有在温度窗口(900~1100℃)范围内才能保证较高的脱硝效率。由于锅炉炉内烟气温降速度大,满足 SNCR 反应温度窗口的区间非常有限,一般仅在炉膛折焰角附近到水平烟道的有限空间可满足要求;而且采用 SNCR 技术还存在氨基还原剂在锅炉炉膛内难以与烟气均匀混合的问题;所以,虽然 SNCR 技术小型机理试验的脱硝效率可以达到 80%~90%,但在实际运行中脱硝效率一般只能达到 30%~50%。现有 SNCR 技术中氨基还原剂以溶液形态喷入炉膛,溶液中的水分会降低喷射位置的烟气温,增加烟气量,进而影响锅炉的燃烧和受热面的换热,增加锅炉的燃烧损失和排烟损失,使锅炉热效率降低 0.5%~1.5%。

发明内容

[0005] 本发明的目的是为了解决目前在锅炉内采用空气分级燃烧褐煤容易发生结渣,采用选择性催化还原技术燃烧褐煤需要催化剂、系统投资巨大、运行成本高,采用选择性非催化还原技术脱硝效率低,以及还原剂以溶液形态喷入炉膛,影响锅炉热效率的问题,而提供输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法。

[0006] 输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法采用炉膛内从下至上分为主燃区和燃尽区的锅炉,主燃区和燃尽区之间以燃尽风喷口为界;褐煤燃烧过程中氨基还原剂分级喷入主燃区、燃尽区和水平烟道;其中通过配风控制主燃区过量空气系数为 0.9~1,燃尽区过量空气系数为 1.15~1.2;主燃区中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与主燃区烟气中氮氧化物的摩尔比为 0.5~1.1:1;燃尽区和水平烟道中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与燃尽区及水平烟道烟气中总氮氧化物的摩尔比为 0.6~1.5:1,并控制锅炉出口的氨漏失量小于 5ppm;氨基还原剂分三级喷入,第一级氨基还原剂为固体颗粒以常温压缩空气携带输送、并由燃烧器的二次风喷口喷入主燃区,第二级氨基还原剂从燃尽风喷口和/或炉膛折焰角喷口喷入燃尽区,第三级氨基还原剂溶液雾化后由氨基还原剂三级喷口喷入水平烟道,由燃尽风喷口喷入的氨基还原剂为固体颗粒以常温压缩空气携带输送,由炉膛折焰角喷口喷入的氨基还原剂为雾化的氨基还原剂溶液。

[0007] 输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法采用炉膛内从下至上分为主燃区和燃尽区的锅炉,主燃区和燃尽区之间以燃尽风喷口为界;褐煤燃烧过程中氨基还原剂分级喷入主燃区和燃尽区;其中通过配风控制主燃区过量空气系数为 0.9~1,燃尽区过量空气系数为 1.15~1.2;主燃区中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与主燃区烟气中氮氧化物的摩尔比为 0.5~1.1:1;燃尽区中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与燃尽区烟气中氮氧化物的摩尔比为 0.6~1.5:1,并控制锅炉出口的氨漏失量小于 5ppm;氨基还原剂分二级喷入,第一级氨基还原剂为固体颗粒以常温压缩空气携带输送、并由燃烧器的二次风喷口喷入主燃区,第二级氨基还原剂从燃尽风喷口和炉膛折焰角喷口喷入燃尽区,由燃尽风喷口喷入的氨基还原剂为固体颗粒以常温压缩空气携带输送,由炉膛折焰角喷口喷入的氨基还原剂为雾化的氨基还原剂溶液。

[0008] 本发明两种方法均可降低氮氧化物排放量达 60%以上,而且褐煤燃烧效率高达 98%以上。本发明两种方法中褐煤在燃烧过程中不发生结渣,不需要催化剂,运行成本仅为选择性催化还原 (SCR) 法运行成本的 30%左右。

[0009] 本发明方法与常规空气分级燃烧技术相比,主燃区采用弱还原气氛,有效地避免燃用褐煤时发生结渣;同时主燃区喷入氨基还原剂,利用煤粉还原气氛下燃烧时产生的还原组分 (CH_4 、 NH_3 、 HCN 、 CO 等) 与氨基还原剂分解产生的 NH_3 协同脱除烟气中的 NO_x ,主燃区的弱还原气氛和氨基还原剂的给入降低了主燃区出口烟气的 NO_x 浓度。

[0010] 由于褐煤水分高,在燃烧时烟气中有大量水蒸气存在,使得 SNCR 反应的温度窗口向高温区移动,因此扩大了 SNCR 反应温度窗口的区域;加之褐煤采用低温燃烧技术,所以燃尽风引入锅炉炉膛之后炉内温度还在 SNCR 反应的温度窗口内,主燃区出口未反应的 NH_3 和引入燃尽区和水平烟道的氨基还原剂在氧化性气氛下可以进一步和 NO_x 发生选择性反应 (SNCR 反应) 降低 NO_x 排放;因此本发明方法充分利用整个炉膛空间进行脱氮反应,在烟气流向下流的空间可以利用上游空间未反应的氨基还原剂进一步还原 NO_x ,氨基还原剂得到有效的利用,另一方面氨基还原剂喷入位置提前于常规 SNCR 方法,有利于氨基还原剂与烟气的混合,增加了氨基还原剂与 NO_x 的 SNCR 反应时间,提高脱硝率。

[0011] 本发明方法中喷入主燃区的氨基还原剂为固体颗粒,因氨基还原剂固体颗粒的分解温度远低于炉膛内的温度,所以氨基还原剂固体颗粒随二次风进入炉膛后立即分解,并随着二次风充分与烟气混合。本发明方法不仅使氨基还原剂能与烟气充分混合,还避免了

使用溶液氨基还原剂因大量水分蒸发而消耗的能量,不降低喷入位置的烟气温度的,不增加烟气的量,降低了锅炉的燃烧损失和排烟损失,因此本发明方法可减少锅炉热效率降低幅度,锅炉热效率的降低幅度低于 0.5%。

[0012] 本发明方法运行可靠性高,而且所使用的锅炉构造简单。

附图说明

[0013] 图 1 是本发明输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法所使用的锅炉的结构示意图。

具体实施方式

[0014] 本发明技术方案不局限于以下所列举具体实施方式,还包括各具体实施方式间的任意组合。

[0015] 具体实施方式一:结合图 1 说明本实施方式输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法采用炉膛内从下至上分为主燃区 1 和燃尽区 2 的锅炉,主燃区 1 和燃尽区 2 之间以燃尽风喷口 4 为界;褐煤燃烧过程中氨基还原剂分级喷入主燃区 1、燃尽区 2 和水平烟道 6;其中通过配风控制主燃区 1 过量空气系数为 0.9 ~ 1,燃尽区 2 过量空气系数为 1.15 ~ 1.2;主燃区 1 中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与主燃区 1 烟气中氮氧化物的摩尔比为 0.5 ~ 1.1 : 1;燃尽区 2 和水平烟道 6 中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与燃尽区 2 及水平烟道 6 烟气中总氮氧化物的摩尔比为 0.6 ~ 1.5 : 1,并控制锅炉出口的氨漏失量小于 5ppm;氨基还原剂分三级喷入,第一级氨基还原剂为固体颗粒以常温压缩空气携带输送、并由燃烧器 3 的二次风喷口喷入主燃区 1,第二级氨基还原剂从燃尽风喷口 4 和 / 或炉膛折焰角喷口 8 喷入燃尽区 2,第三级氨基还原剂溶液雾化后由氨基还原剂三级喷口 9 喷入水平烟道 6,由燃尽风喷口 4 喷入的氨基还原剂为固体颗粒以常温压缩空气携带输送,由炉膛折焰角喷口 8 喷入的氨基还原剂为雾化的氨基还原剂溶液。

[0016] 本实施方式通过配风装置控制炉内各区域的过量空气系数。本实施方式中各级氨基还原剂的喷入量可根据实际情况中 NO_x 的排放量、氨的漏失量和运行成本进行调整。

[0017] 本实施方式中第一级氨基还原剂分解所产生的 NH_3 随着二次风与锅炉内的烟气发生剧烈混合,混合效果好,可降低氮氧化物排放量 65% ~ 80%。本实施方式不需要催化剂,运行成本仅为选择性催化还原 (SCR) 法运行成本的 30% 左右。

[0018] 本实施方式方法锅炉热效率的降低幅度低于 0.5%。

[0019] 本实施方式方法中从燃烧器 3 的二次风喷口和燃尽风喷口 4 喷入的氨基还原剂固体颗粒的粒径小于 1mm。

[0020] 具体实施方式二:本实施方式与具体实施方式一的不同点是:从燃烧器 3 的二次风喷口和燃尽风喷口 4 喷入的氨基还原剂固体颗粒的平均粒径为 40 ~ 60 μm 。其它步骤及参数与实施方式一相同。

[0021] 本实施方式燃烧器 3 的二次风速为 40 ~ 50m/s;燃尽风风速为 60 ~ 70m/s。

[0022] 具体实施方式三:本实施方式与具体实施方式一的不同点是:从燃烧器 3 的二次风喷口和燃尽风喷口 4 喷入的氨基还原剂固体颗粒的平均粒径为 100 ~ 150 μm 。其它步骤及参数与实施方式一相同。

[0023] 本实施方式燃烧器 3 的二次风速为 55m/s ;燃尽风风速为 75m/s。

[0024] 具体实施方式四 :本实施方式与具体实施方式一、二或三的不同点是 :氨基还原剂固体颗粒为尿素颗粒或碳酸氢铵颗粒。其它步骤及参数与实施方式一、二或三相同。

[0025] 具体实施方式五 :本实施方式与具体实施方式一、二、三或四的不同点是 :通过配风控制主燃区 1 过量空气系数为 0.95,燃尽区 2 过量空气系数为 1.16 ~ 1.17。其它步骤及参数与实施方式一、二、三或四相同。

[0026] 具体实施方式六 :本实施方式与具体实施方式一至五的不同点是 :由炉膛折焰角喷口 8 喷入的氨基还原剂溶液为质量浓度是 5% ~ 20% 的氨水溶液、尿素溶液或碳酸氢铵溶液。其它步骤及参数与实施方式一至五相同。

[0027] 具体实施方式七 :本实施方式与具体实施方式六的不同点是 :由炉膛折焰角喷口 8 喷入的氨基还原剂溶液为质量浓度是 8% ~ 19% 的氨水溶液、尿素溶液或碳酸氢铵溶液。其它步骤及参数与实施方式六相同。

[0028] 具体实施方式八 :本实施方式与具体实施方式六的不同点是 :由炉膛折焰角喷口 8 喷入的氨基还原剂溶液为质量浓度是 10% ~ 15% 的氨水溶液、尿素溶液或碳酸氢铵溶液。其它步骤及参数与实施方式六相同。

[0029] 具体实施方式九 :本实施方式与具体实施方式一至八的不同点是 :第三级氨基还原剂溶液为质量浓度是 5% ~ 20% 的氨水溶液、尿素溶液或碳酸氢铵溶液。其它步骤及参数与实施方式一至八相同。

[0030] 具体实施方式十 :本实施方式与具体实施方式九的不同点是 :第三级氨基还原剂溶液为质量浓度是 8% ~ 19% 的氨水溶液、尿素溶液或碳酸氢铵溶液。其它步骤及参数与实施方式九相同。

[0031] 具体实施方式十一 :本实施方式与具体实施方式九的不同点是 :第三级氨基还原剂溶液为质量浓度是 10% ~ 15% 的氨水溶液、尿素溶液或碳酸氢铵溶液。其它步骤及参数与实施方式九相同。

[0032] 具体实施方式十二 :本实施方式与具体实施方式一至十一的不同点是 :主燃区 1 中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与主燃区 1 烟气中氮氧化物的摩尔比为 0.6 ~ 0.99 : 1。其它步骤及参数与实施方式一至十一相同。

[0033] 具体实施方式十三 :本实施方式与具体实施方式一至十一的不同点是 :主燃区 1 中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与主燃区 1 烟气中氮氧化物的摩尔比为 0.7 ~ 0.9 : 1。其它步骤及参数与实施方式一至十一相同。

[0034] 具体实施方式十四 :本实施方式与具体实施方式一至十三的不同点是 :燃尽区 2 和水平烟道 6 中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与燃尽区 2 及水平烟道 6 烟气中总氮氧化物的摩尔比为 0.7 ~ 1.4 : 1。其它步骤及参数与实施方式一至十三相同。

[0035] 具体实施方式十五 :本实施方式与具体实施方式一至十三的不同点是 :燃尽区 2 和水平烟道 6 中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与燃尽区 2 及水平烟道 6 烟气中总氮氧化物的摩尔比为 0.9 ~ 1.2 : 1。其它步骤及参数与实施方式一至十三相同。

[0036] 具体实施方式十六 :结合图 1 说明本实施方式与具体实施方式一至十二的不同点是 :水平烟道 6 内设有屏式过热器 10-1,高温过热器 10-2。其它步骤及参数与实施方式一至十二相同。

[0037] 具体实施方式十七:结合图 1 说明本实施方式输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法采用炉膛内从下至上分为主燃区 1 和燃尽区 2 的锅炉,主燃区 1 和燃尽区 2 之间以燃尽风喷口 4 为界;褐煤燃烧过程中氨基还原剂分级喷入主燃区 1、燃尽区 2 和水平烟道 6;其中通过配风控制主燃区 1 过量空气系数为 1,燃尽区 2 过量空气系数为 1.2;主燃区 1 中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与主燃区 1 烟气中氮氧化物的摩尔比为 0.6 : 1;燃尽区 2 和水平烟道 6 中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与燃尽区 2 及水平烟道 6 烟气中总氮氧化物的摩尔比为 0.8 : 1,并控制锅炉出口的氨漏失量小于 5ppm;氨基还原剂分三级喷入,第一级氨基还原剂为平均粒径为 48 ~ 52 μm 的尿素颗粒、以常温压缩空气携带输送、并由燃烧器 3 的二次风喷口喷入主燃区 1,第二级氨基还原剂为平均粒径为 48 ~ 52 μm 的尿素颗粒、以常温压缩空气携带输送、并从燃尽风喷口 4 喷入燃尽区 2,第三级氨基还原剂溶液雾化后由氨基还原剂三级喷口 9 喷入水平烟道 6。

[0038] 本实施方式燃烧器 3 的二次风速为 42 ~ 48m/s;燃尽风风速为 62 ~ 68m/s。本实施方式中第一级氨基还原剂分解所产生的 NH_3 随着二次风与锅炉内的烟气发生剧烈混合,混合效果好。本实施方式中喷入燃尽区 2 的氨基还原剂为固体颗粒,因氨基还原剂固体颗粒的分解温度仍远低于炉膛内的温度,所以氨基还原剂固体颗粒随燃尽风进入炉膛后立即分解,并随着燃尽风充分与烟气混合。本实施方式可进一步避免使用溶液氨基还原剂所消耗的能量。

[0039] 本实施方式中第三级氨基还原剂溶液为质量浓度是 10% 的氨水溶液。

[0040] 本实施方式可降低氮氧化物排放量 68%,褐煤燃烧效率高达 99%,而且在燃烧过程中不发生结渣。本实施方式不需要催化剂,运行成本仅为选择性催化还原 (SCR) 法运行成本的 30% 左右。本实施方式方法锅炉热效率的降低幅度为 0.2%。

[0041] 具体实施方式十八:本实施方式与具体实施方式十七的不同点是:第三级氨基还原剂溶液为质量浓度是 15% 的尿素溶液。其它步骤及参数与实施方式十七相同。

[0042] 具体实施方式十九:本实施方式与具体实施方式十七的不同点是:第三级氨基还原剂溶液为质量浓度是 10% 的碳酸氢铵溶液。其它步骤及参数与实施方式十七相同。

[0043] 具体实施方式二十:本实施方式与具体实施方式十七的不同点是:第三级氨基还原剂溶液为质量浓度是 12% 的氨水溶液。其它步骤及参数与实施方式十七四相同。

[0044] 具体实施方式二十一:结合图 1 说明本实施方式输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法采用炉膛内从下至上分为主燃区 1 和燃尽区 2 的锅炉,主燃区 1 和燃尽区 2 之间以燃尽风喷口 4 为界;褐煤燃烧过程中氨基还原剂分级喷入主燃区 1、燃尽区 2 和水平烟道 6;其中通过配风控制主燃区 1 过量空气系数为 1,燃尽区 2 过量空气系数为 1.2;主燃区 1 中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与主燃区 1 烟气中氮氧化物的摩尔比为 0.6 : 1;燃尽区 2 和水平烟道 6 中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与燃尽区 2 及水平烟道 6 烟气中总氮氧化物的摩尔比为 0.8 : 1,并控制锅炉出口的氨漏失量小于 5ppm;氨基还原剂分三级喷入,第一级氨基还原剂为平均粒径 48 ~ 52 μm 的碳酸氢铵颗粒、以常温压缩空气携带输送、并由燃烧器 3 的二次风喷口喷入主燃区 1,第二级氨基还原剂溶液雾化后从炉膛折焰角喷口 8 喷入燃尽区 2,第三级氨基还原剂溶液雾化后由氨基还原剂三级喷口 9 喷入水平烟道 6。

[0045] 本实施方式燃烧器 3 的二次风速为 42 ~ 48m/s。

[0046] 本实施方式中第二级氨基还原剂溶液为质量浓度是 10% 的氨水溶液,第三级氨基

还原剂溶液为质量浓度是 10% 的氨水溶液。

[0047] 本实施方式可降低氮氧化物排放量 65%，褐煤燃烧效率高达 99%，而且在燃烧过程中不发生结渣。本实施方式不需要催化剂，运行成本仅为选择性催化还原 (SCR) 法运行成本的 30% 左右。本实施方式方法锅炉热效率的降低幅度为 0.3%。

[0048] 具体实施方式二十二：结合图 1 说明本实施方式输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法采用炉膛内从下至上分为主燃区 1 和燃尽区 2 的锅炉，主燃区 1 和燃尽区 2 之间以燃尽风喷口 4 为界；褐煤燃烧过程中氨基还原剂分级喷入主燃区 1、燃尽区 2 和水平烟道 6；其中通过配风控制主燃区 1 过量空气系数为 0.9，燃尽区 2 过量空气系数为 1.2；主燃区 1 中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与主燃区 1 烟气中氮氧化物的摩尔比为 0.6 : 1；燃尽区 2 和水平烟道 6 中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与燃尽区 2 及水平烟道 6 烟气中总氮氧化物的摩尔比为 0.8 : 1，并控制锅炉出口的氨漏失量小于 5ppm；氨基还原剂分三级喷入，第一级氨基还原剂为平均粒径为 48 ~ 52 μm 的碳酸氢铵颗粒、以常温压缩空气携带输送、并由燃烧器 3 的二次风喷口喷入主燃区 1，第二级氨基还原剂从燃尽风喷口 4 和炉膛折焰角喷口 8 喷入燃尽区 2，第三级氨基还原剂溶液雾化后由氨基还原剂三级喷口 9 喷入水平烟道 6，由燃尽风喷口 4 喷入的氨基还原剂是平均粒径为 48 ~ 52 μm 的尿素颗粒由常温压缩空气携带输送，由炉膛折焰角喷口 8 喷入的氨基还原剂为雾化的氨基还原剂溶液。

[0049] 本实施方式燃烧器 3 的二次风速为 45m/s；燃尽风风速为 65m/s。

[0050] 本实施方式中由炉膛折焰角喷口 8 喷入的氨基还原剂为质量浓度是 10% 的尿素溶液，第三级氨基还原剂溶液为质量浓度是 10% 的氨水溶液。

[0051] 本实施方式可降低氮氧化物排放量 80%，褐煤燃烧效率高达 98% 以上，而且在燃烧过程中不发生结渣。本实施方式不需要催化剂，运行成本仅为选择性催化还原 (SCR) 法运行成本的 30% 左右。本实施方式方法锅炉热效率的降低幅度为 0.3%。

[0052] 具体实施方式二十三：结合图 1 说明本实施方式输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化物燃烧方法采用炉膛内从下至上分为主燃区 1 和燃尽区 2 的褐煤锅炉，主燃区 1 和燃尽区 2 之间以燃尽风喷口 4 为界；褐煤燃烧过程中氨基还原剂分级喷入主燃区 1 和燃尽区 2；其中通过配风控制主燃区 1 过量空气系数为 0.9 ~ 1，燃尽区 2 过量空气系数为 1.15 ~ 1.2；主燃区 1 中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与主燃区 1 烟气中氮氧化物的摩尔比为 0.5 ~ 1.1 : 1；燃尽区 2 中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与燃尽区 2 烟气中氮氧化物的摩尔比为 0.6 ~ 1.5 : 1，并控制锅炉出口的氨漏失量小于 5ppm；氨基还原剂分二级喷入，第一级氨基还原剂为固体颗粒以常温压缩空气携带输送、并由燃烧器 3 的二次风喷口喷入主燃区 1，第二级氨基还原剂从燃尽风喷口 4 和炉膛折焰角喷口 8 喷入燃尽区 2，由燃尽风喷口 4 喷入的氨基还原剂为固体颗粒以常温压缩空气携带输送，由炉膛折焰角喷口 8 喷入的氨基还原剂为雾化的氨基还原剂溶液。

[0053] 本实施方式通过配风装置控制炉内各区域的过量空气系数。本实施方式中各级氨基还原剂的喷入量可根据实际情况中 NO_x 的排放量、氨的漏失量和运行成本进行调整。

[0054] 本实施方式燃烧器 3 的二次风速为 40 ~ 50m/s；燃尽风风速为 60 ~ 70m/s。本实施方式中第一级氨基还原剂分解所产生的 NH_3 随着二次风与锅炉内的烟气发生剧烈混合，混合效果好。本实施方式中由燃尽风喷口 4 喷入燃尽区 2 的氨基还原剂为固体颗粒，因氨基还原剂固体颗粒的分解温度仍远低于炉膛内的温度，所以氨基还原剂固体颗粒随燃尽风

进入炉膛后立即分解,并随着燃尽风充分与烟气混合。本实施方式可进一步避免使用溶液氨基还原剂所消耗的能量。本实施方式不需要催化剂,运行成本仅为选择性催化还原 (SCR) 法运行成本的 30%左右。本实施方式可降低氮氧化物排放量 65%~80%。

[0055] 本实施方式方法锅炉热效率的降低幅度低于 0.5%。

[0056] 本实施方式方法中从燃烧器 3 的二次风喷口和燃尽风喷口 4 喷入的氨基还原剂固体颗粒的粒径小于 1mm。

[0057] 具体实施方式二十四:本实施方式与具体实施方式二十三的不同点是:从燃烧器 3 的二次风喷口和燃尽风喷口 4 喷入的氨基还原剂固体颗粒的平均粒径为 100~150 μm 。其它步骤及参数与实施方式二十三相同。

[0058] 本实施方式燃烧器 3 的二次风速为 55m/s;燃尽风风速为 75m/s。

[0059] 具体实施方式二十五:本实施方式与具体实施方式二十三的不同点是:从燃烧器 3 的二次风喷口和燃尽风喷口 4 喷入的氨基还原剂固体颗粒的平均粒径为 45~55 μm 。其它步骤及参数与实施方式二十三相同。

[0060] 本实施方式燃烧器 3 的二次风速为 45m/s;燃尽风风速为 65m/s。

[0061] 具体实施方式二十六:本实施方式与具体实施方式二十三、二十四或二十五的不同点是:氨基还原剂固体颗粒为尿素颗粒或碳酸氢铵颗粒。其它步骤及参数与实施方式二十三、二十四或二十五相同。

[0062] 具体实施方式二十七:本实施方式与具体实施方式二十三至二十六的不同点是:通过配风控制主燃区 1 过量空气系数为 0.95,燃尽区 2 过量空气系数为 1.16~1.17。其它步骤及参数与实施方式二十三至二十六相同。

[0063] 具体实施方式二十八:本实施方式与具体实施方式二十三至二十七的不同点是:由炉膛折焰角喷口 8 喷入的氨基还原剂溶液为质量浓度是 5%~20%的氨水溶液、尿素溶液或碳酸氢铵溶液。其它步骤及参数与实施方式二十三至二十七相同。

[0064] 具体实施方式二十九:本实施方式与具体实施方式二十八的不同点是:由炉膛折焰角喷口 8 喷入的氨基还原剂溶液为质量浓度是 8%~19%的氨水溶液、尿素溶液或碳酸氢铵溶液。其它步骤及参数与实施方式二十八相同。

[0065] 具体实施方式三十:本实施方式与具体实施方式二十三的不同点是:主燃区 1 中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与主燃区 1 烟气中氮氧化物的摩尔比为 0.6~1:1。其它步骤及参数与实施方式二十三相同。

[0066] 具体实施方式三十一:本实施方式与具体实施方式二十三的不同点是:主燃区 1 中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与主燃区 1 烟气中氮氧化物的摩尔比为 0.7~0.9:1。其它步骤及参数与实施方式二十三相同。

[0067] 具体实施方式三十二:本实施方式与具体实施方式二十三的不同点是:燃尽区 2 中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与燃尽区 2 烟气中氮氧化物的摩尔比为 0.8~1.4:1。其它步骤及参数与实施方式二十三相同。

[0068] 具体实施方式三十三:本实施方式与具体实施方式二十三的不同点是:燃尽区 2 中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与燃尽区 2 烟气中氮氧化物的摩尔比为 1~1.2:1。其它步骤及参数与实施方式二十三相同。

[0069] 具体实施方式三十四:结合图 1 说明本实施方式输送氨基还原剂的褐煤低氮氧化

物燃烧方法采用炉膛内从下至上分为主燃区 1 和燃尽区 2 的锅炉,主燃区 1 和燃尽区 2 之间以燃尽风喷口 4 为界;褐煤燃烧过程中氨基还原剂雾化后分级喷入主燃区 1 和燃尽区 2;其中通过配风控制主燃区 1 过量空气系数为 0.9,燃尽区 2 过量空气系数为 1.2;主燃区 1 中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与主燃区 1 烟气中氮氧化物的摩尔比为 1 : 1;燃尽区 2 中喷入的氨基还原剂所产生的 NH_3 与燃尽区 2 烟气中氮氧化物的摩尔比为 1.2 : 1,并控制锅炉出口的氨漏失量小于 5ppm;氨基还原剂分二级喷入,第一级氨基还原剂为平均粒径为 $48 \sim 52 \mu\text{m}$ 的碳酸氢铵颗粒、以常温压缩空气携带输送、并由燃烧器 3 的二次风喷口喷入主燃区 1,第二级氨基还原剂从燃尽风喷口 4 和炉膛折焰角喷口 8 喷入燃尽区 2,由燃尽风喷口 4 喷入的氨基还原剂为平均粒径为 $48 \sim 52 \mu\text{m}$ 的碳酸氢铵颗粒、以常温压缩空气携带输送,由炉膛折焰角喷口 8 喷入的氨基还原剂为雾化的氨基还原剂溶液。

[0070] 本实施方式可降低氮氧化物排放量 80%,褐煤燃烧效率高达 98%,而且在燃烧过程中不发生结渣。本实施方式不需要催化剂,运行成本仅为选择性催化还原 (SCR) 法运行成本的 30%左右。

[0071] 本实施方式通过配风装置控制炉内各区域的过量空气系数。本实施方式中各级氨基还原剂的喷入量可根据实际情况中 NO_x 的排放量、氨的漏失量和运行成本进行调整。

[0072] 本实施方式燃烧器 3 的二次风速为 $44 \sim 47\text{m/s}$;燃尽风风速为 $64 \sim 66\text{m/s}$ 。本实施方式中第一级氨基还原剂分解所产生的 NH_3 随着二次风与锅炉内的烟气发生剧烈混合,混合效果好。

[0073] 本实施方式中由燃尽风喷口 4 喷入燃尽区 2 的氨基还原剂为固体颗粒,因氨基还原剂固体颗粒的分解温度仍远低于炉膛内的温度,所以氨基还原剂固体颗粒随燃尽风进入炉膛后立即分解,并随着燃尽风充分与烟气混合。本实施方式可进一步避免使用溶液氨基还原剂所消耗的能量。本实施方式方法锅炉热效率的降低幅度为 0.3%。

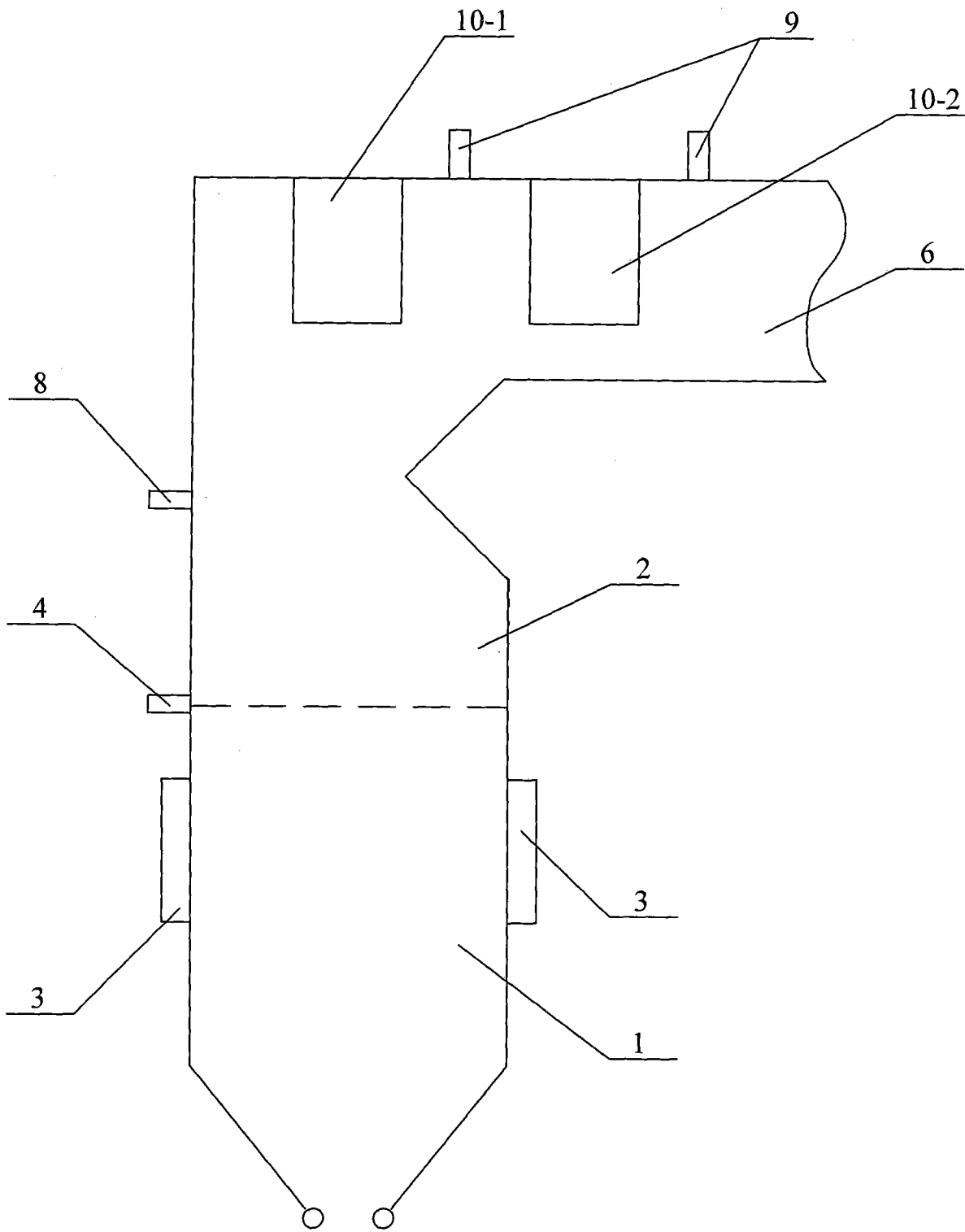


图 1