



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102527205 B

(45) 授权公告日 2013.12.11

(21) 申请号 201210004364.8

审查员 唐焕威

(22) 申请日 2012.01.09

(73) 专利权人 广东电网公司电力科学研究院
地址 510080 广东省广州市越秀区东风东路
水均岗 8 号粤电大厦

(72) 发明人 李丽 唐念 盘思伟 韦正乐
赵宁

(74) 专利代理机构 广州知友专利商标代理有限
公司 44104

代理人 周克佑 马赞斋

(51) Int. Cl.

B01D 53/64 (2006.01)

B01D 53/60 (2006.01)

B01D 53/75 (2006.01)

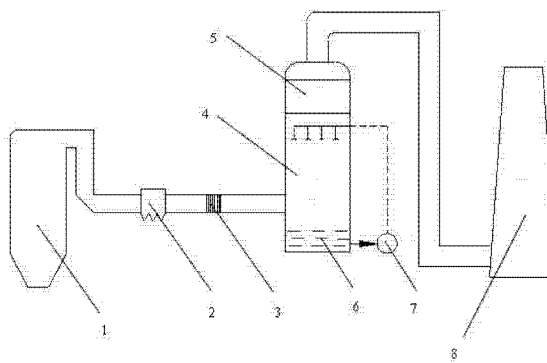
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于催化氧化的烟气同时脱硫脱硝脱汞的方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于催化氧化的烟气同时脱硫脱硝脱汞的方法,其特征在于,包括以下步骤:(1)于除尘后的烟风道中设置催化反应器,在催化反应器中装填有促进NO和Hg⁰氧化反应的催化剂;(2)让经除尘处理的烟气经过催化反应器,在催化剂的催化下,NO和Hg⁰与O₂间的反应速度加快,NO和Hg⁰被氧化生成NO₂和Hg²⁺;(3)经过催化氧化处理的烟气通入装有吸收液的吸收器中,吸收液吸收烟气中的NO₂、Hg²⁺和SO₂。本发明还公开了适用于上述方法的系统。本发明可同时脱除了烟气中的硫、硝和汞,不需要添加外来的氧化剂,避免了强氧化剂的制备、运输和储存,降低了运行费用,提高了系统的经济性与安全性。



1. 一种基于催化氧化的烟气同时脱硫脱硝脱汞的方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 于除尘后的温度范围为 $100\sim 200^{\circ}\text{C}$ 的烟风道中设置催化反应器,在催化反应器中装填有促进 NO 和 Hg^0 氧化反应的催化剂,所述的催化剂以 TiO_2 或 $\text{ZrO}_2\text{-TiO}_2$ 载体,主要活性成分为 Mn_2O_3 或元素 Pt ,其中, Mn 与 Ti 的摩尔比为 $0.05\sim 0.4$, Pt 与 Ti 的摩尔比为 $0.01\sim 0.2$, Zr 与 Ti 的摩尔比为 $0.1\sim 0.5$;

(2) 让经除尘处理的烟气经过催化反应器,在催化剂的催化下, NO 和 Hg^0 与 O_2 间的反应速度加快, NO 和 Hg^0 被氧化生成 NO_2 和 Hg^{2+} ;

(3) 经过催化氧化处理的烟气通入装有吸收液的吸收器中,吸收液吸收烟气中的 NO_2 、 Hg^{2+} 和 SO_2 ,从而同时脱除了烟气中的硫、硝和汞。

2. 根据权利要求 1 所述的基于催化氧化的烟气同时脱硫脱硝脱汞的方法,其特征在于,所述的催化剂中还包含有掺杂金属,所述掺杂金属与 Ti 的摩尔比为 $0.01\sim 0.1$,所述掺杂金属为 Ce 或 W 。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的基于催化氧化的烟气同时脱硫脱硝脱汞的方法,其特征在于,所述的步骤 (2) 中的催化氧化反应在 $2000\sim 50000\text{ h}^{-1}$ 的空速下进行;所述步骤 (3) 中的所述的吸收液采用碱液;所述步骤 (3) 中的吸收器为填料塔、喷淋塔、鼓泡塔、筛板塔或旋流板塔;所述的步骤 (3) 中吸收液的补给量根据理论反应量来确定。

4. 根据权利要求 3 所述的基于催化氧化的烟气同时脱硫脱硝脱汞的方法,其特征在于,所述的步骤 (3) 中在吸收过程中要保持吸收器中的吸收液的质量浓度在 $1\%\sim 10\%$ 范围之间。

5. 一种基于催化氧化的烟气同时脱硫脱硝脱汞的系统,其特征在于,包括除尘器、催化反应器和吸收器,所述的除尘器和吸收器通过烟风道连接,所述的除尘器具有进气口和排气口,所述的进气口与锅炉的排烟口连通,所述的催化反应器设置在除尘器与吸收器之间的温度范围为 $100\sim 200^{\circ}\text{C}$ 的烟风道内,催化反应器中装填有促进 NO 和 Hg^0 氧化反应的催化剂,所述的催化剂以 TiO_2 或 $\text{ZrO}_2\text{-TiO}_2$ 载体,主要活性成分为 Mn_2O_3 或元素 Pt ,其中, Mn 与 Ti 的摩尔比为 $0.05\sim 0.4$, Pt 与 Ti 的摩尔比为 $0.01\sim 0.2$, Zr 与 Ti 的摩尔比为 $0.1\sim 0.5$ 。

6. 根据权利要求 5 所述的基于催化氧化的烟气同时脱硫脱硝脱汞的系统,其特征在于,所述的吸收器为单个吸收器,或者是两个以上吸收器串联构成的吸收器组;所述的催化反应器设置在除尘器与吸收器之间的烟风道的低温段内。

7. 根据权利要求 5 或 6 所述的基于催化氧化的烟气同时脱硫脱硝脱汞的系统,其特征在于,还包括有烟囱,所述的吸收器的排气口与烟囱连接。

一种基于催化氧化的烟气同时脱硫脱硝脱汞的方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及大气污染控制技术领域,具体是涉及一种基于催化氧化的烟气同时脱硫脱硝脱汞的方法及系统。

背景技术

[0002] 二氧化硫、氮氧化物和汞是燃煤利用过程中释放的主要污染物,对大气环境造成了严重的危害,我国对此也制定了日趋严格的排放标准。

[0003] 目前,烟气脱硫技术中最成熟、应用最广泛的是湿法脱硫技术(WFGD),该方法脱硫效率高,运行稳定,但是耗水量大,投资和运行成本较高。烟气脱硝中应用最多的技术为选择性催化还原技术(SCR),该法具备脱硝效率高、运行稳定等优点,但是投资和运行费用也很昂贵。而到目前为止,还没有适合大规模推广的脱汞技术,其中活性炭喷入技术(ACI)相对较为成熟,但同样成本很高,同时还存在影响飞灰品质和除尘器工作稳定性等问题。如果采用WFGD、SCR和ACI相结合的方式实现脱硫脱硝脱汞,其造成的经济压力是我国目前无法承受的,因此开发经济高效的同时脱硫脱硝脱汞技术显得尤为必要。

[0004] 公开号为CN1962034A的中国发明专利提出了一种循环流化床干法烟气同时脱硫脱硝脱汞的方法,利用粉煤灰、消石灰和强氧化剂等添加剂组成的混合吸收液同时脱除二氧化硫、氮氧化物和汞,但是其对各种污染物的脱除效率都不够高。公开号为CN102091517A的中国发明专利则公开了一种一体化同时脱硫脱硝脱汞吸收液,该吸收液由碱性吸收液、强氧化剂和还原剂混合组成,可在湿法吸收过程中实现同时脱硫脱硝脱汞,但是其脱硝效率仍然有限。此外,公开号为CN200810021614.2的中国发明专利提出了一种超声波一体化脱硫脱硝脱汞方法,利用超声波在反应液中产生空化效应时释放出的具有强氧化性的羟基自由基 $\text{OH}\cdot$ 与烟气中的二氧化硫、氮氧化物和 Hg^0 发生氧化脱除反应。

[0005] 由于 Hg^0 溶解度很低而 Hg^{2+} 溶解度很高,人们普遍认为,相比于在同一个反应器内进行的一体化脱硫脱硝脱汞工艺而言, Hg^0 氧化结合湿法吸收的脱硫脱汞工艺更切实可行。类似地,由于NO溶解度很低而 NO_2 溶解度较高,脱硝工艺在还原法之外也可以采用氧化法。CN1923337A提出了一种锅炉烟气多种污染物臭氧氧化同时脱除装置及其方法,利用过量的臭氧同时氧化烟气中的二氧化硫、氮氧化物、汞及其他污染物,之后再行吸收,达到了良好的污染物脱除效果。但是该方法需要消耗大量的外来强氧化剂,强氧化剂的制备过程能耗很高,影响了其经济性。

发明内容

[0006] 本发明的第一个目的,旨在提供一种基于催化氧化的烟气同时脱硫脱硝脱汞的方法,该方法以烟气中的氧气为氧化剂,在催化剂的作用下,加快了 O_2 与NO和 Hg^0 的反应速度,生成 NO_2 和 Hg^{2+} ,不仅利于后续的湿法吸收处理中的碱液吸收,将 NO_2 和 Hg^{2+} 与 SO_2 一起在湿法吸收过程中同时脱除,而且不需要添加外来的强氧化剂,避免了强氧化剂的制备、运输和储存,提高了系统的经济性与安全性。

[0007] 本发明的第二个目的是提供适用于上述方法的基于催化氧化的烟气同时脱硫脱硝脱汞的系统。

[0008] 本发明的发明目的通过以下技术措施来实现：一种基于催化氧化的烟气同时脱硫脱硝脱汞的方法，其包括以下步骤：

[0009] (1) 于除尘后的烟风道中设置催化反应器，在催化反应器中装填有促进 NO 和 Hg^0 氧化反应的催化剂；

[0010] (2) 让经除尘处理的烟气经过催化反应器，在催化剂的作用下，NO 和 Hg^0 与 O_2 间的氧化反应速度加快，NO 和 Hg^0 被氧化生成 NO_2 和 Hg^{2+} ；

[0011] (3) 经过催化氧化处理的烟气通入装有吸收液的吸收器中，吸收液吸收烟气中的 NO_2 、 Hg^{2+} 和 SO_2 ，从而同时脱除了烟气中的硫、硝和汞。

[0012] 众所周知，燃煤锅炉的烟气中一般含有 3-8% 的 O_2 ，其本身就是一种氧化剂，但是通常条件下 O_2 与 NO 和 Hg^0 的反应速度非常缓慢，在烟气流动过程中，NO 和 Hg^0 很难被氧化成 NO_2 和 Hg^{2+} 。本发明在烟风道中设置催化反应器，反应器中的催化剂对 NO 和 Hg^0 同时具备很高的催化活性，以 TiO_2 或 $\text{ZrO}_2\text{-TiO}_2$ 为载体，增强对目标分子的吸附性能。而 Mn_2O_3 或元素 Pt 为主要的活性成分，为 NO 和 Hg^0 氧化反应提供高效的活性位。当烟气经过催化反应器时，在催化剂的催化作用下，NO 和 Hg^0 与 O_2 的氧化反应速度可大大加快，其中 NO 被氧化成易溶于水的 NO_2 ， Hg^0 则与烟气中的氧气 O_2 和 HCl 反应生成易溶于水的 HgCl_2 和 HgO ，而与此同时 SO_2 基本不被氧化，该过程中的主要化学反应的总反应式如下：



[0016] 即本发明是利用了烟气中的 O_2 作为 NO 和 Hg^0 的氧化剂，而不需要添加外来的氧化剂，避免了强氧化剂的制备、运输和储存，提高了系统的经济性与安全性。而且本发明的烟气中 NO 的氧化效率可达 90% 以上， Hg^0 的氧化效率接近 100%，生成的 NO_2 和 Hg^{2+} 随烟气进入吸收器中被碱液完全吸收。

[0017] 所述的步骤 (1) 中的催化剂采用浸渍法、沉淀沉积法、水热法或溶胶-凝胶法制备。所述的催化剂以 TiO_2 或 $\text{ZrO}_2\text{-TiO}_2$ 为载体，主要活性成分为 Mn_2O_3 或元素 Pt。其中，Mn 与 Ti 的摩尔比为 0.05~0.4，Pt 与 Ti 的摩尔比为 0.01~0.2，Zr 与 Ti 的摩尔比为 0.1~0.5。

[0018] 本发明所述的催化剂中还包含有掺杂金属，所述掺杂金属与 Ti 的摩尔比为 0.01~0.1。掺杂金属一方面能进一步提高对 NO 和 Hg^0 的催化氧化活性，另一方面能改善其抗硫性能，还能降低对 SO_2 的氧化能力，因而步骤 (2) 催化氧化反应中只选择性地将 NO 和 Hg^0 氧化，而 SO_2 的氧化率保持在 2% 以下。

[0019] 本发明所述的掺杂金属优选 Ce 或 W 等金属元素。

[0020] 本发明所述的步骤 (1) 中催化反应器设置在除尘后的低温段烟风道内，有利于减轻催化剂的磨损、中毒和腐蚀。所述的低温段烟风道是指烟风道内温度在 100~200℃ 范围内。

[0021] 本发明所述的步骤 (2) 中的催化氧化反应在 2000~50000 h^{-1} 的空速下进行。

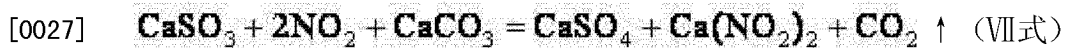
[0022] 本发明所述步骤 (3) 中的所述的吸收液采用碱液，而所述碱液为碱性溶液或碱性

浆液, 所得的吸收产物主要为相应的硫酸盐、亚硝酸盐和硝酸盐等。

[0023] 所述碱液为碳酸钙浆液 (CaCO_3)、氢氧化钙浆液 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)、氢氧化钠溶液 (NaOH) 等中的一种或两种以上的混合。其中, 以 CaCO_3 吸收为例, 步骤 (3) 中的主要化学反应的总反应式如下:



(IV式)



[0030] 气相催化氧化部分是整个工艺的基础, 氧化后各污染物的形态对后续步骤有直接影响。经过步骤 (2) 的催化氧化过程, 对于氮氧化物而言, 一方面其与碱性吸收液的反应性大大增强 (V 式和 VI 式), 另一方面二氧化氮还会与脱硫副产物亚硫酸盐发生自由基引导的快速氧化还原反应 (VII 式), 从而显著提高了系统的脱硝效率。对于脱硫过程而言, 一方面脱硫副产物亚硫酸盐 (IV 式) 可作为脱硝剂, 强化了氮氧化物的吸收, 另一方面其自身的氧化也在二氧化氮的作用下大大加速 (VIII 式), 有利于石膏等稳定硫酸盐的形成。对于汞而言, 催化氧化过程一方面大大提高了其溶解性, 有利于汞的脱除, 另一方面由此产生的二氧化氮吸收气氛也大幅降低了液相 SO_3^{2-} 的含量, 从而抑制了二价汞的还原, 有利于汞的固定 (IX 式)。因此, 催化氧化结合液相吸收的同时脱硫脱硝脱汞过程使各污染物之间表现出显著的协同脱除效果。

[0031] 本发明所述的步骤 (3) 中吸收液的补给量根据理论反应量来确定, 通常是稍高于理论反应量即可, 这样既保证吸收液对污染物的脱除效率, 也避免了吸收液的浪费。而作为本发明的优选的实施方式, 所述的步骤 (3) 中在吸收过程中要保持吸收器中的吸收液的质量浓度在 1%~10% 范围之内。

[0032] 本发明所述的步骤 (3) 中的吸收器采用填料塔、喷淋塔、鼓泡塔、筛板塔或旋流板塔。本发明的第二个目的是通过以下技术方案来实现的: 一种基于催化氧化的烟气同时脱硫脱硝脱汞的系统, 其包括除尘器、催化反应器和吸收器, 所述的除尘器和吸收器通过烟风道连接, 所述的除尘器具有进气口和排气口, 所述的进气口与锅炉的排烟口连通, 所述的催化反应器设置在除尘器与吸收器之间的烟风道内。

[0033] 所述的催化反应器为常用的催化反应器。

[0034] 本发明所述的催化反应器设置在除尘器与吸收器之间的烟风道的低温段, 即设置在烟风道的 100~200℃ 温度内。

[0035] 本发明还包括有烟囱, 所述的吸收器的排气口与烟囱连接。

[0036] 所述的吸收器为单个吸收器, 或者是两个以上吸收器串联构成的吸收器组。所述的吸收器采用采用填料塔、喷淋塔、鼓泡塔、筛板塔或旋流板塔。

[0037] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0038] (1) 本发明以烟气中本身所含有的氧气为氧化剂,在催化剂的作用下,氧气与 NO 和 Hg^0 的氧化反应速度得以加快,NO 和 Hg^0 尽可能地被氧化成易被吸收液溶解的 NO_2 和 Hg^{2+} 的形态,不仅利于后续的湿法吸收处理中的碱液吸收,与 SO_2 一起在湿法吸收过程中同时脱除,而且不需要添加外来的氧化剂,避免了强氧化剂的制备、运输和储存,降低了运行费用,提高了系统的经济性与安全性。

[0039] (2) 本发明中使用的催化剂,使烟气中 NO 的氧化效率可达 85% 以上,甚至可达 90% 以上,而 Hg^0 的氧化效率则接近 100%。

[0040] (3) 本发明的催化剂中含有的掺杂金属元素一方面能进一步提高对 NO 和 Hg^0 的催化氧化活性,另一方面能改善其抗硫性能,还能降低对 SO_2 的氧化能力,因此在催化氧化过程中只选择性地将 NO 和 Hg^0 氧化,而 SO_2 的氧化率保持在 2% 以下。

[0041] (4) 本发明对二氧化硫、氮氧化物和汞都具有较高的脱除效率。相对多系统组合的脱硫脱硝脱汞工艺而言,所采用基于催化氧化的烟气同时脱硫脱硝脱汞的系统结构简单,投资费用低。

[0042] (5) 本发明不仅能够有效去除烟气中的二氧化硫、氮氧化物和汞,而且有利于排出液中硫酸盐、亚硝酸盐和硝酸盐等副产物的资源化利用。

附图说明

[0043] 图 1 是本发明的基于催化氧化的烟气同时脱硫脱硝脱汞的系统结构示意图。

具体实施方式

[0044] 如图 1 所示的基于催化氧化的烟气同时脱硫脱硝脱汞的系统,由除尘器 2、吸收器 4 和烟囱 8 通过烟风道依次连接构成。除尘器的进气口与锅炉 1 的排烟口连通,吸收器 4 的排气口与烟囱 8 连通,用于将经过处理的气体排至系统外。催化反应器 3 设置在除尘器 2 和吸收器 4 之间的烟风道内,并位于烟风道的 $100\sim 200^\circ C$ 温度段内。催化反应器为常用的催化反应器,催化反应器中装填有催化剂。催化剂采用浸渍法、沉淀沉积法、水热法或溶胶-凝胶法制备,以 TiO_2 或 ZrO_2-TiO_2 载体,主要活性成分为 Mn_2O_3 或元素 Pt,还可掺杂 Ce 或 W 等金属元素。

[0045] 吸收器为一个喷淋塔,喷淋塔包括塔身、喷枪组、除雾板 5、进气口、排气口和液体输出口。排气口设于塔身的顶部,进气口设于塔身的中下部,液体输出口则设于塔身底部,塔身内装填有吸收液 6,其液面低于进气口所处的位置,喷枪组设于塔身内的上部,液体输出口通过循环泵 7 与喷枪组的液体输入口连通,气体自进气口进入塔身内,吸收液自下而上由循环泵 7 输送至喷枪组,并从喷嘴喷出,对进入塔内气体进行洗涤,吸收烟气中的 NO_2 、 Hg^{2+} 和 SO_2 ,从而同时脱除了烟气中的硫、硝和汞。除雾板 5 则设于喷枪组上方,经过洗涤的气体经除雾板 5 的过滤后,从排气口排出。

[0046] 吸收液采用碱液,碱液可以是碳酸钙浆液 ($CaCO_3$)、氢氧化钙浆液 ($Ca(OH)_2$)、氢氧化钠溶液 (NaOH) 等中的一种或两种以上的混合。

[0047] 本发明的吸收器还可以是填料塔、鼓泡塔、筛板塔或旋流板塔,可以是单个吸收器,也可以是两个以上吸收器串联构成的吸收器组。

[0048] 实施例 1 :Mn-Ce/TiO₂ 催化氧化结合碳酸钙吸收同时脱硫脱硝脱汞

[0049] 催化反应器中装填的催化剂为沉淀沉积法制得 Mn-Ce/TiO₂ 催化剂,其中 Mn/Ti 摩尔比为 0.3, Ce/Ti 摩尔比为 0.05。待处理的烟气经过除尘器除尘后,SO₂ 浓度为 450 ppm, NO 浓度为 200 ppm, O₂ 含量为 4.5%, Hg⁰ 浓度为 0.10 mg/Nm³, HCl 浓度为 20 ppm, 反应温度 130℃, 反应空速约 20000 h⁻¹。烟气通过催化反应器的催化剂床层时, NO 和 Hg⁰ 与 O₂ 间的催化氧化反应速度加快, NO 和 Hg⁰ 均被氧化生成 NO₂ 和 Hg²⁺, 其中, 氮氧化物的氧化效率达到 70% 以上, 汞的氧化效率达 95%, 二氧化硫的氧化率低于 1%。之后经催化氧化处理后的烟气进入填料吸收塔与内, 与 3% 碳酸钙浆液反应, 脱硫效率为 95%, 脱硝效率接近 80%, 脱汞效率达到 90%。

[0050] 实施例 2 :Pt/TiO₂ 催化氧化结合氢氧化钙吸收同时脱硫脱硝脱汞

[0051] 催化反应器中装填的催化剂为浸渍法制得 Pt/TiO₂ 催化剂,其中 Pt/Ti 摩尔比为 0.05。待处理的烟气经过除尘器除尘后,SO₂ 浓度为 600 ppm, NO 浓度为 250 ppm, O₂ 含量为 4%, Hg⁰ 浓度为 0.08 mg/Nm³, HCl 浓度为 10 ppm, 反应温度 150℃, 空速约 15000 h⁻¹。烟气通过催化反应器的催化剂床层时, NO 和 Hg⁰ 与 O₂ 间的催化氧化反应速度加快, NO 和 Hg⁰ 均被氧化生成 NO₂ 和 Hg²⁺, 其中, 氮氧化物的氧化效率约 75%, 汞的氧化效率达 90%, 二氧化硫的氧化率低于 1%。之后烟气进入填料吸收塔内, 与 2% 氢氧化钙浆液反应, 脱硫效率为 96%, 脱硝效率达 82%, 脱汞效率为 85%。未被吸收的气体从吸收塔的排气口排出, 经烟囱排至外界。

[0052] 实施例 3 :Mn-W/TiO₂ 催化氧化结合碳酸钙吸收同时脱硫脱硝脱汞

[0053] 催化反应器中装填的催化剂为水热法制得 Mn-W/TiO₂ 催化剂,其中 Mn/Ti 摩尔比为 0.2, W/Ti 摩尔比为 0.02。待处理的烟气经过除尘器除尘后,SO₂ 浓度为 550 ppm, NO 浓度为 180 ppm, O₂ 含量为 5.5%, Hg⁰ 浓度为 0.08 mg/Nm³, HCl 浓度为 20 ppm, 反应温度 140℃, 空速约 10000 h⁻¹。烟气通过催化反应器的催化剂床层时, NO 和 Hg⁰ 与 O₂ 间的催化氧化反应速度加快, NO 和 Hg⁰ 均被氧化生成 NO₂ 和 Hg²⁺, 其中, 氮氧化物的氧化效率达到 80% 以上, 汞的氧化效率达 98%, 二氧化硫的氧化率低于 1%。之后烟气进入喷淋吸收塔与 3% 碳酸钙浆液反应, 脱硫效率为 94%, 脱硝效率接近 80%, 脱汞效率达到 90%。

[0054] 实施例 4 :Pt/ZrO₂-TiO₂ 催化氧化结合氢氧化钠吸收同时脱硫脱硝脱汞

[0055] 浸渍法制得 Pt/ZrO₂-TiO₂ 催化剂,其中 Pt/Ti 摩尔比为 0.08, Zr/Ti 摩尔比为 0.1。待处理的烟气经过除尘器除尘后,SO₂ 浓度为 400 ppm, NO 浓度为 230 ppm, O₂ 含量为 4.5%, Hg⁰ 浓度为 0.10 mg/Nm³, HCl 浓度为 20 ppm, 反应温度 160℃, 空速约 5000 h⁻¹。烟气通过催化反应器的催化剂床层时, NO 和 Hg⁰ 与 O₂ 间的催化氧化反应速度加快, NO 和 Hg⁰ 均被氧化生成 NO₂ 和 Hg²⁺, 其中, 氮氧化物的氧化效率达到 80% 以上, 汞的氧化效率达 95%, 二氧化硫的氧化率低于 1%。之后烟气进入喷淋吸收塔与 1% 氢氧化钠溶液反应, 脱硫效率为 97%, 脱硝效率接近 85%, 脱汞效率为 70%。

[0056] 实施例 5 :Mn-Ce/ZrO₂-TiO₂ 催化氧化结合碳酸钙吸收同时脱硫脱硝脱汞

[0057] 催化反应器中装填的催化剂为溶胶凝胶法制得 Mn-Ce/ZrO₂-TiO₂ 催化剂,其中 Mn/Ti 摩尔比为 0.2, Ce/Ti 摩尔比为 0.1, Zr/Ti 摩尔比为 0.1。待处理的烟气经过除尘器除尘后,SO₂ 浓度为 700 ppm, NO 浓度为 200 ppm, O₂ 含量为 4%, Hg⁰ 浓度为 0.06 mg/Nm³, HCl 浓度为 10 ppm, 反应温度 140℃, 空速约 20000 h⁻¹。烟气通过催化反应器的催化剂床层时,

NO 和 Hg^0 与 O_2 间的催化氧化反应速度加快, NO 和 Hg^0 均被氧化生成 NO_2 和 Hg^{2+} , 其中, 氮氧化物的氧化效率达到 80% 以上, 汞的氧化效率达 90%, 二氧化硫的氧化率低于 2%。之后烟气进入鼓泡吸收塔与 2% 碳酸钙浆液反应, 脱硫效率为 94%, 脱硝效率接近 85%, 脱汞效率达到 85%。

[0058] 实施例 6 : $\text{Mn}/\text{ZrO}_2\text{-TiO}_2$ 催化氧化结合氢氧化钠吸收同时脱硫脱硝脱汞

[0059] 催化反应器中装填的催化剂为沉淀沉积法制得 $\text{Mn}/\text{ZrO}_2\text{-TiO}_2$ 催化剂, 其中 Mn/Ti 摩尔比为 0.3, Zr/Ti 摩尔比为 0.1。待处理的烟气经过除尘器除尘后, 中 SO_2 浓度为 400 ppm, NO 浓度为 150 ppm, O_2 含量为 4.5%, Hg^0 浓度为 0.10 mg/Nm^3 , HCl 浓度为 20 ppm, 反应温度 130°C, 空速约 10000 h^{-1} 。烟气通过催化反应器的催化剂床层时, NO 和 Hg^0 与 O_2 间的催化氧化反应速度加快, NO 和 Hg^0 均被氧化生成 NO_2 和 Hg^{2+} , 其中, 氮氧化物的氧化效率达到 80% 以上, 汞的氧化效率达 95%, 二氧化硫的氧化率低于 1%。之后烟气进入填料吸收塔与 2% 氢氧化钠溶液反应, 脱硫效率为 97%, 脱硝效率接近 85%, 脱汞效率达到 90%。

[0060] 本发明可用其他的不违背本发明的精神或主要特征的具体形式来概述。本发明的上述实施方案都只能认为是对本发明的说明而不是限制, 因此凡是依据本发明的实质技术对以上实施例所作的任何细微修改、等同变化与修饰, 均属于本发明技术方案的范围。

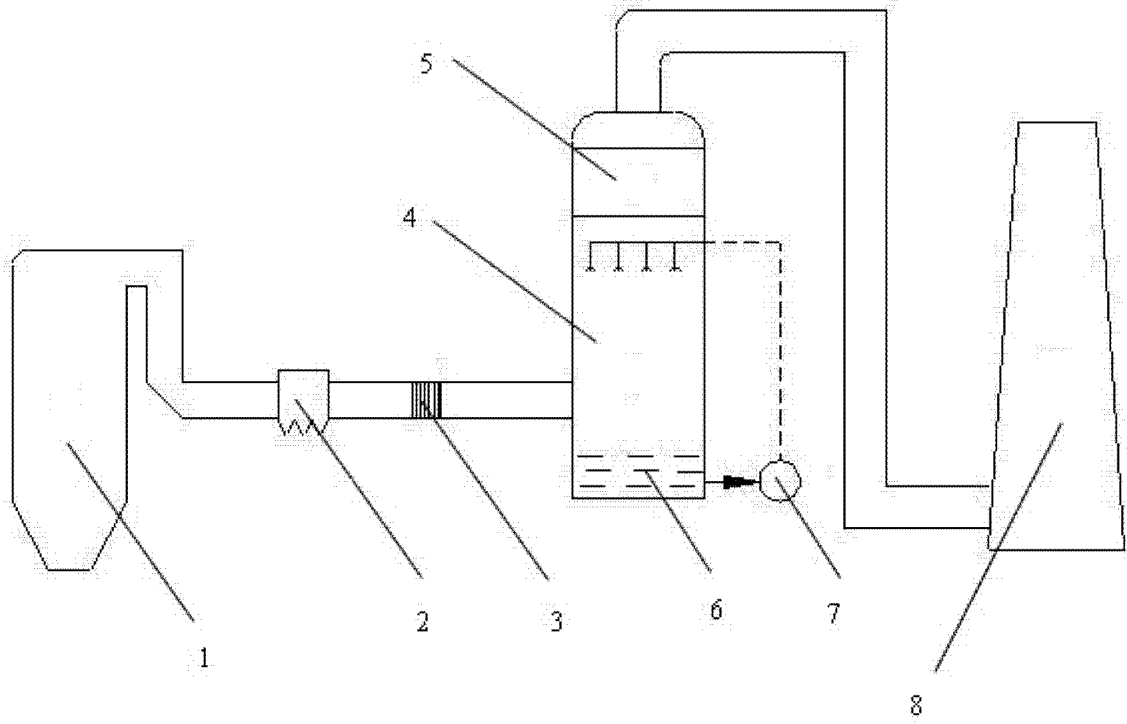


图 1