



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103301749 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201310251886. 2

审查员 王辉

(22) 申请日 2013. 06. 21

(73) 专利权人 艾荻环境技术(上海)有限公司

地址 200241 上海市闵行区东川路 555 号 4  
号楼 3 层 01A 室

(72) 发明人 蔡伟民 王志平 王海瑞 吴浩东

(74) 专利代理机构 上海交大专利事务所 31201

代理人 王毓理 王锡麟

(51) Int. Cl.

*B01D 53/86*(2006. 01)

*B01D 53/78*(2006. 01)

*B01D 53/60*(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1257004 C, 2006. 05. 24,

CN 102489307 A, 2012. 06. 13,

CN 101422689 B, 2011. 04. 06,

权利要求书1页 说明书6页

(54) 发明名称

烟气同时脱硫脱硝的方法

(57) 摘要

一种环境保护技术领域的烟气同时脱硫脱硝方法,把经过调整状态后的含  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}$  的烟气与过渡金属氧化物的微粒或含过渡金属氧化物的混合物的微粒充分混合接触反应后,  $\text{SO}_2$  被催化氧化成  $\text{SO}_3$ 、 $\text{NO}$  被催化氧化成  $\text{NO}_2$ , 其中大部分  $\text{SO}_3$  和  $\text{NO}_2$  与水直接发生水合反应后并最终形成硫酸盐与硝酸盐的形态或硫酸与硝酸的形态存在于微粒表面而从烟气中去除, 烟气中残余的未及参与水合反应的  $\text{SO}_3$  与  $\text{NO}_2$  则随烟气再通过碱液吸收而被净化; 排出反应器的微粒经回收后循环利用。此方法可实现高效同时脱硫脱硝, 可适用于深度烟气脱硫脱硝。

1. 一种烟气同时脱硫脱硝的方法,其特征是,把经过调整状态后的含  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}$  的烟气与过渡金属氧化物的微粒或含过渡金属氧化物的混合物的微粒充分混合接触反应后,  $\text{SO}_2$  被催化氧化成  $\text{SO}_3$ 、 $\text{NO}$  被催化氧化成  $\text{NO}_2$ , 其中大部分  $\text{SO}_3$  和  $\text{NO}_2$  与水直接发生水合反应后并最终形成硫酸盐与硝酸盐的形态或硫酸与硝酸的形态存在于微粒表面而从烟气中去除, 烟气中残余的未及参与水合反应的  $\text{SO}_3$  与  $\text{NO}_2$  则随烟气再通过碱液吸收而被净化; 排出反应器的微粒经回收后循环利用;

所述的过渡金属是指鲍林电负性介于 1.5~2.0 之间的过渡金属元素;

所述的过渡金属氧化物是指含过渡金属 55~90wt% 的过渡金属氧化物;

所述的经过调整状态后的含  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}$  的烟气是指调整到烟气的温度为  $50\sim 150^\circ\text{C}$ 、 $p/p_0$  值为 0.05~0.99 的烟气。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是,所述的微粒是指:粒度小于等于 50 目的过渡金属氧化物的微粒或含过渡金属氧化物的混合物的微粒。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征是,所述的过渡金属是钛、钒、铬、锰、铁、钴、镍、铜或锌。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征是,所述的含过渡金属氧化物的混合物是指含一种或一种以上过渡金属氧化物的混合物。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征是,所述的含过渡金属氧化物的混合物中,过渡金属氧化物的总含量大于 0wt% 且小于等于 100wt%, 杂质为硅、铝、钙、镁、钾、钡、磷或其化合物。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是,所述的回收是指将反应后或反应饱和后的微粒送入漂洗槽用水洗净表面,经干燥后继续使用。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是,所述的碱液是指:  $\text{NaOH}$  溶液、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液或  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  浆液。

## 烟气同时脱硫脱硝的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种环境保护技术领域的方法,具体是一种针对  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}$  的烟气同时脱硫脱硝方法。

### 背景技术

[0002] 二氧化硫和氮氧化物是目前大气污染物中含量大、影响面广的最主要气态污染物,是产生酸雨的主要原因,同时也是大气中次生  $\text{PM}_{2.5}$  颗粒物的主要诱因。至 2011 年我国虽然在烟气净化中采取了很多措施,但当年的二氧化硫排放总量仍达 2217.9 万吨、氮氧化物排放总量也达 2404.3 万吨,均远远超过全国的环境容量。这其中 90% 左右的二氧化硫、70% 左右的氮氧化物来源于煤的直接燃烧。但从能源消耗来看,我国的能源结构中近 70% 为煤炭,这一格局仍将持续较长时间。因此,研发二氧化硫和氮氧化物的深度净化的技术已势在必行。

[0003] 烟气脱硫技术按照脱硫剂的形态不同可分为湿法、半干法和干法技术。半干法、干法较湿法而言有投资小、能耗低的优点,但脱硫率低因此其应用有限;湿法是目前工程中最为有效的烟气脱硫手段,其中最具代表性的是石灰石-石膏湿法烟气脱硫技术,在已建的烟气脱硫工程中 90% 左右均采用该技术。

[0004] 湿法工艺的本质是吸收净化过程,其中包含了两步气液反应过程(以石灰石-石膏湿法烟气脱硫技术为例):

[0005] 1、烟气中的气态  $\text{SO}_2$  必须先被吸收进入液滴中,与液滴内的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  发生中和反应而生成  $\text{CaSO}_3$ ,这是第一个气液反应;但因  $\text{SO}_2$  在水中的溶解度相对较低,所以气态  $\text{SO}_2$  溶入液相中的速度慢、耗时长,为了维持高的脱硫效率就必须向烟气中喷入大量的碱性雾滴以保证足够的气液接触面积从而提高气液碰撞概率,此外还要保证进入液滴中的  $\text{SO}_2$  与液滴内的碱反应所需要的传质迁移及反应时间,这些都限定了液滴必须在反应器内的最小停留时间。

[0006] 2、为使液滴中的  $\text{CaSO}_3$  稳定化,还需要通入大量的空气去氧化液滴中的  $\text{CaSO}_3$  成为  $\text{CaSO}_4$  而稳定化;由于氧气在水中的溶解度更低,这是一个更困难的气液反应,因此需要更长的反应时间。

[0007] 由于在湿法脱硫工艺中存在着上述两步低效率的气液反应过程,在实际工程中为了保证高的脱硫效率,就必须提供足够的供液量、提供高的空压机压力以缩小雾化的液滴粒径提高其比表面积、以提高气液接触面积,要提供大的反应空间以保证气、液在此空间内相向运动中的停留时间;特别是在湿法脱硫工艺中为实现  $\text{CaSO}_3$  的稳定化还须在脱硫塔下部额外增加一个对脱硫浆液的曝气系统。这些都导致了工艺复杂、设备庞大投资大、水耗电耗大运行成本高;此外,湿法技术还存有设备腐蚀、堵塞、二次污染等老大难问题。

[0008] 因此,虽然湿法脱硫是目前烟气脱硫的主流技术,但因其原理中两步低效率的气液反应这一与生俱来的缺陷而不科学不理想,致使国内相当多的企业虽已建有脱硫装置,但达标率及投运率均难尽人意。

[0009] 烟气脱硝目前的主流技术是选择性催化还原法(SCR)与选择性非催化还原法(SNCR)。

[0010] 据报道,SCR法在工程上的脱硝效率可达80~90%,但其催化剂的成本高(可达工程总成本的40%)且须定期更换(约2~3年),尤其是此工艺操作温度高达300~450℃,因此其建设成本及运行成本均为我国国情所难受纳,工程应用受限;至于SNCR法由于脱硝效率低且工艺操作温度更高(约800~900℃),更不被业界看好。

[0011] 目前工程中应用的烟气脱硫脱硝工艺普遍采用湿法烟气脱硫工艺串联SCR烟气脱硝工艺的方式。由于SCR法须在300~450℃下运行,为了利用烟气余热,通常把SCR脱硝装置安装于锅炉省煤器和空预器之间,此时烟气中的含尘量大,极易导致催化剂损耗或堵塞其孔道而影响脱硝性能,此外烟气中的SO<sub>2</sub>能与SCR工艺中的脱硝还原剂(如NH<sub>3</sub>)发生反应,其产物易粘附污染SCR催化剂而影响其活性;但若先脱硫后脱硝,则须要把脱硫后的烟气重新升温至300~450℃再进行SCR脱硝,导致工艺更加复杂、能耗更高。因此用已有的湿法脱硫工艺结合SCR法脱硝工艺进行脱硫脱硝不适合中国国情。

[0012] 同时脱硫脱硝技术由于具有设备结构紧凑、投资成本低等优点,目前已成为烟气净化技术研究的主流方向。

[0013] 经过对现有技术的检索发现,中国专利文献号CN101564640B,公开/公告日:20110330,公开了一种燃煤烟气污染物联合脱除方法及其专用净化反应器,将烟气通入串联的两级填充活性炭纤维的反应器,控制各级反应器中的温度、水蒸气的体积含量、含氧量,在两级反应器中分别脱除硫氧化物和氮氧化物,反应器中的活性炭纤维经过喷水洗涤并干燥后再生,并可副产稀酸液。但该发明的缺陷在于:活性炭纤维成本高,且须定期更换;要求进入反应器的烟气的含尘量低,否则极易污染、磨损或堵塞活性炭纤维的孔道而使其性能下降;硫氧化物与氮氧化物的脱除须在两级反应器中分别进行,导致设备复杂;活性炭纤维的再生也在脱除污染物的反应器中进行,洗涤产生的稀酸腐蚀性强,对反应器的防腐性能要求高,且再生过程中须在反应器中先洗涤活性炭纤维后并再通入热空气干燥,难以实现连续处理烟气。

[0014] 中国专利文献号CN101574617B,公开/公告日:20120201,公开了一种燃煤烟气软锰矿浆资源化同步脱硫脱硝方法,以软锰矿、水和金属螯合剂配制成的矿浆作为吸收剂,烟气由气体分散装置分散后进入矿浆,烟气中的二氧化硫和氮氧化物被同步吸收脱除,燃煤烟气净化达标后排放,吸收尾液中则可回收硫酸锰和硝酸锰。但该发明的缺陷在于:该工艺属于湿法工艺,气液传质效率低,要保证脱除效率就须保证良好的气体分散效果,导致对气体分散装置的要求高、反应器庞大;在反应器中随着矿浆中的pH值降低SO<sub>2</sub>在其中的溶解度显著降低,矿浆利用率低;矿浆中的稀酸、矿粉对设备的腐蚀、磨损严重;金属螯合剂再生困难且损耗量大;反应器内压力损失大,不利于大规模的工程化应用。

[0015] 面对目前更加严格的废气中二氧化硫和氮氧化物的排放标准,上述现有的烟气脱硫脱硝技术均因存在各自的不足而难以胜任。因此,开发能深度脱硫脱硝、工艺简单可靠、运营成本低、易实现工程化应用的新方法已是环境技术保护领域中亟待解决的问题。

## 发明内容

[0016] 本发明针对现有技术存在的上述不足,提出一种烟气同时脱硫脱硝方法,利用鲍

林电负性 (Pauling Electronegativity) 为 1.5-2.0 之间的特殊的过渡金属元素, 通过调整此类过渡金属氧化物微粒所处的环境, 使烟气中的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}$  碰撞到已经混合在被调整后的烟气中的过渡金属氧化物微粒表面而引发在低温下的催化氧化反应, 即  $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3$  及  $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$ , 继而即可与水直接发生水合反应, 因此只需少量的水即可使  $\text{SO}_3$  与  $\text{NO}_2$  稳定化而从烟气中分离。此方法可实现高效同时脱硫脱硝, 可适用于深度烟气脱硫脱硝。

[0017] 本发明是通过以下技术方案实现的, 本发明把经过调整状态后的含  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}$  的烟气与过渡金属氧化物的微粒或含过渡金属氧化物的混合物的微粒充分混合接触反应后,  $\text{SO}_2$  被催化氧化成  $\text{SO}_3$ 、 $\text{NO}$  被催化氧化成  $\text{NO}_2$ , 其中大部分  $\text{SO}_3$  和  $\text{NO}_2$  与水直接发生水合反应后并最终硫酸盐与硝酸盐的形态或硫酸与硝酸的形态存在于微粒表面而从烟气中去除, 烟气中残余的未及参与水合反应的  $\text{SO}_3$  与  $\text{NO}_2$  则随烟气再通过碱液吸收而被净化; 排出反应器的微粒经回收后循环利用。

[0018] 所述的微粒是指: 粒度小于等于 50 目的过渡金属氧化物的微粒或含过渡金属氧化物的混合物的微粒。

[0019] 所述的过渡金属是指鲍林电负性介于 1.5 ~ 2.0 之间的过渡金属元素; 所述的过渡金属氧化物是指含过渡金属 55 ~ 90wt% 的过渡金属氧化物。

[0020] 所述的过渡金属是钛、钒、铬、锰、铁、钴、镍、铜或锌。

[0021] 所述的含过渡金属氧化物的混合物是指含一种或一种以上过渡金属氧化物的混合物。

[0022] 所述的含过渡金属氧化物的混合物中, 过渡金属氧化物的总含量大于 0wt% 且小于等于 100wt%, 杂质为硅、铝、钙、镁、钾、钡、磷或其化合物。

[0023] 所述的经过调整状态后的含  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}$  的烟气是指调整到烟气的温度为 50 ~ 150℃、 $p/p_0$  值为 0.05 ~ 0.99 的烟气。

[0024] 所述的回收是指将反应后或反应饱和后的微粒送入漂洗槽用水洗净表面, 经干燥后继续使用。

[0025] 所述的碱液包括但不限于  $\text{NaOH}$  溶液、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液或  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  浆液。

[0026] 技术效果

[0027] 本发明与现有的脱硫技术、脱硝技术和同时脱硫脱硝技术比较具有以下特点:

[0028] 1、利用过渡金属氧化物的物化性质和微粒特征, 并控制烟气的温度与  $p/p_0$ , 使过渡金属氧化物或含过渡金属氧化物的混合物的微粒与调整后的烟气充分混合从而创造一种具有强氧化能力的表面, 并以此实现在低温下烟气中  $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3$  及  $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$  的氧化反应, 基于上述原理发生的氧化反应, 能够同时保障对烟气中的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}$  的有效去除;

[0029] 2、实施过程中在反应器内少、无腐蚀, 有利于设备长期稳定运行, 降低设备投资、维护成本;

[0030] 3、单个反应器内实现同时对  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}$  的氧化去除, 且从根本上摒弃了传统湿法脱硫工艺中存在的两步气液反应过程, 工艺、设备简单, 少或无废水、废渣及其它废气等二次污染物排放;

[0031] 4、使用的过渡金属氧化物或含过渡金属氧化物的混合物来源广、成本低, 且在运行过程中的消耗量小——所使用的过渡金属氧化物或含过渡金属氧化物的混合物在微粒表面反应饱和后, 通过简单的水洗工艺清洗表面后即可继续使用, 期间只需添加随硫酸盐

和硝酸盐消耗的部分过渡金属氧化物或含过渡金属氧化物的混合物即可,具有明显的经济优势;

[0032] 5、在回收过渡金属氧化物或含过渡金属氧化物的混合物的过程中,经水洗产生的洗脱液有价而可资源化利用。

[0033] 6、对燃烧中、高硫煤所产生的烟气仍可实现深度净化。

### 具体实施方式

[0034] 下面对本发明的实施例作详细说明,本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0035] 实施例 1

[0036] 1、制备氧化铁微粒,过 50 目筛备用;

[0037] 2、配制含  $\text{SO}_2$ 浓度为  $2350\text{mg}/\text{m}^3$ ,  $\text{NO}_x$ 浓度为  $475\text{mg}/\text{m}^3$  (以  $\text{NO}_2$ 计) 的实验用气,调整其温度为  $150^\circ\text{C}$ 、 $p/p_0$ 值为 0.35,备用;

[0038] 3、向流化床反应器中输入备气并投入上述氧化物微粒 100g,保证 5s 的气固混合反应时间,经检测流化床反应器出口的气体中  $\text{SO}_2$ 的浓度降低为  $180\text{mg}/\text{m}^3$ 以下,  $\text{NO}_x$ 的浓度降低为  $125\text{mg}/\text{m}^3$ 以下;

[0039] 4、将流化床反应器出口的气体通入 0.5mol/L NaOH 溶液;

[0040] 5、经检测尾气中  $\text{SO}_2$ 的浓度降低至  $50\text{mg}/\text{m}^3$ 以下,  $\text{NO}_x$ 的浓度降低至  $50\text{mg}/\text{m}^3$ 以下;

[0041] 6、将反应饱和后的氧化铁微粒送入漂洗槽洗净表面,经  $80^\circ\text{C}$ 下烘干后可继续使用。

[0042] 实施例 2

[0043] 1、制备粒径小于 50 目的氧化钛微粒,过 100 目筛备用;

[0044] 2、配制含  $\text{SO}_2$ 浓度为  $1550\text{mg}/\text{m}^3$ ,  $\text{NO}_x$ 浓度为  $375\text{mg}/\text{m}^3$  (以  $\text{NO}_2$ 计) 的实验用气,调整其温度至  $50^\circ\text{C}$ 、 $p/p_0$ 值为 0.99;

[0045] 3、向流化床反应器中输入备气并投入上述氧化物微粒 100g,保证 4s 的气固混合反应时间,经检测流化床反应器出口的  $\text{SO}_2$ 的浓度降低为  $270\text{mg}/\text{m}^3$ 以下,  $\text{NO}_x$ 的浓度降低为  $145\text{mg}/\text{m}^3$ 以下;

[0046] 4、将流化床反应器出口的气体通入 0.3mol/L  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液;

[0047] 5、经检测尾气中  $\text{SO}_2$ 的浓度降低至  $50\text{mg}/\text{m}^3$ 以下,  $\text{NO}_x$ 的浓度降低至  $50\text{mg}/\text{m}^3$ 以下;

[0048] 6、将反应饱和后的氧化钛微粒送入漂洗槽洗净表面,经  $60^\circ\text{C}$ 下烘干后可继续使用。

[0049] 实施例 3

[0050] 1、粉碎氧化镍,过 200 目筛备用;

[0051] 2、实验用气为钢铁烧结机后除尘器出口的烟气,其中含  $\text{SO}_2$ 浓度为  $2250\text{mg}/\text{m}^3$ ,  $\text{NO}_x$ 浓度为  $465\text{mg}/\text{m}^3$  (以  $\text{NO}_2$ 计),调整温度至  $100^\circ\text{C}$ 、 $p/p_0$ 值为 0.05。

[0052] 3、向流化床反应器中输入备气并投入上述氧化物微粒 100g,保证 1s 的气固混合反应时间,经检测流化床反应器出口的  $\text{SO}_2$ 的浓度降低为  $373\text{mg}/\text{m}^3$ 以下,  $\text{NO}_x$ 的浓度降低为  $158\text{mg}/\text{m}^3$ 以下;

- [0053] 4、将流化床反应器出口的气体通入 5%Ca(OH)<sub>2</sub>浆液；
- [0054] 5、经检测尾气中 SO<sub>2</sub>的浓度降低至 50mg/m<sup>3</sup>以下,NO<sub>x</sub>的浓度降低至 50mg/m<sup>3</sup>以下；
- [0055] 6、将反应饱和后的氧化镍微粒送入漂洗槽洗净表面,经 100℃下烘干后可继续使用。

[0056] 实施例 4

- [0057] 1、粉碎含氧化铁和氧化锰的混合物(含氧化铁 10.9%,含氧化锰 28.1%,含氧化硅 39.9%,含氧化铝 8.9%,含氧化钙 3.9%,其余是含磷、钡、钾等杂质),过 100 目筛备用；
- [0058] 2、实验用气为燃煤锅炉后除尘器出口的烟气,其所含 SO<sub>2</sub>浓度为 3000mg/m<sup>3</sup>,NO<sub>x</sub>浓度为 636mg/m<sup>3</sup> (以 NO<sub>2</sub>计),调整其温度到 80℃、p/p<sub>0</sub>值至 0.50；
- [0059] 3、向流化床反应器中输入备气并投入上述混合物微粒 100g,保证 2s 的气固混合反应时间,经检测流化床反应器出口 SO<sub>2</sub>的浓度小于 85mg/m<sup>3</sup>,NO<sub>x</sub>浓度小于 75mg/m<sup>3</sup>；
- [0060] 4、对流化床反应器出口的气体进行喷淋 5%Ca(OH)<sub>2</sub>浆液的处理；
- [0061] 5、经检测尾气中 SO<sub>2</sub>的浓度降低至 20mg/m<sup>3</sup>以下,NO<sub>x</sub>的浓度降低至 20mg/m<sup>3</sup>以下；
- [0062] 6、将反应饱和后的含氧化铁和氧化锰的混合物微粒送入漂洗槽洗净表面,经 80℃下烘干后可继续使用。

[0063] 实施例 5

- [0064] 1、粉碎含氧化铁、氧化锰和氧化锌的混合物(含氧化锌 23.8%,含氧化锰 51.7%,含氧化铁 1.8%,含氧化硅 19.5%,其余是铝、钾、钙等杂质),过 200 目筛备用；
- [0065] 2、配制含 SO<sub>2</sub>浓度为 6500mg/m<sup>3</sup>,NO<sub>x</sub>浓度为 856mg/m<sup>3</sup> (以 NO<sub>2</sub>计)的实验用气,调整其温度到 80℃、p/p<sub>0</sub>值至 0.70；
- [0066] 3、向流化床反应器中输入备气并投入上述混合物微粒 100g,保证 3s 的气固混合反应时间,经检测流化床反应器出口 SO<sub>2</sub>的浓度小于 95mg/m<sup>3</sup>,NO<sub>x</sub>浓度小于 85mg/m<sup>3</sup>；
- [0067] 4、将流化床反应器出口的气体通入 5%Ca(OH)<sub>2</sub>浆液；
- [0068] 5、经检测尾气中 SO<sub>2</sub>的浓度降低至 5mg/m<sup>3</sup>以下,NO<sub>x</sub>的浓度降低至 5mg/m<sup>3</sup>以下；
- [0069] 6、将反应饱和后的含氧化锌、氧化锰和氧化铁的混合物微粒送入漂洗槽洗净表面,经 80℃下烘干后可继续使用。

[0070] 实施例 6

- [0071] 1、粉碎含氧化钒和氧化钛的混合物(含氧化钒 70.0%,含氧化钛 30.0%),过 60 目筛备用；
- [0072] 2、配制含 SO<sub>2</sub>浓度为 1735mg/m<sup>3</sup>,NO<sub>x</sub>浓度为 383mg/m<sup>3</sup> (以 NO<sub>2</sub>计)的实验用气,加热至 120℃、p/p<sub>0</sub>值至 0.18,备用；
- [0073] 3、向流化床反应器中输入备气并投入上述混合物微粒 100g,保证 4s 的气固混合反应时间,经检测流化床反应器出口 SO<sub>2</sub>的浓度小于 257mg/m<sup>3</sup>,NO<sub>x</sub>浓度小于 113mg/m<sup>3</sup>。
- [0074] 4、将流化床反应器出口的气体通入 0.7mol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>溶液；
- [0075] 5、经检测尾气中 SO<sub>2</sub>的浓度降低至 50mg/m<sup>3</sup>以下,NO<sub>x</sub>的浓度降低至 20mg/m<sup>3</sup>以下；
- [0076] 6、将反应饱和后的含氧化钒和氧化钛的混合物微粒送入漂洗槽洗净表面,经 100℃下烘干后可继续使用。

[0077] 实施例 7

- [0078] 1、制备含氧化铁、氧化钴和氧化铜(含氧化铁 70%,含氧化铜 20%,含氧化钴 10%)的

微粒,过 350 目筛备用;

[0079] 2、配制含  $\text{SO}_2$ 浓度为  $2725\text{mg}/\text{m}^3$ ,  $\text{NO}_x$ 浓度为  $513\text{mg}/\text{m}^3$  (以  $\text{NO}_2$ 计) 的实验用气,调整其温度为  $60^\circ\text{C}$ 、 $p/p_0$ 值为 0.80;

[0080] 3、向流化床反应器中输入备气并投入上述混合物微粒 100g,保证 2s 的气固混合反应时间,经检测流化床反应器出口  $\text{SO}_2$ 的浓度小于  $305\text{mg}/\text{m}^3$ ,  $\text{NO}_x$ 浓度小于  $128\text{mg}/\text{m}^3$ ;

[0081] 4、对流化床反应器出口的气体进行喷淋  $0.7\text{mol}/\text{L}$  NaOH 溶液的处理;

[0082] 5、经检测尾气中  $\text{SO}_2$ 的浓度降低至  $50\text{mg}/\text{m}^3$ 以下,  $\text{NO}_x$ 的浓度降低至  $50\text{mg}/\text{m}^3$ 以下;

[0083] 6、将反应饱和后的含氧化铁、氧化钴和氧化铜的混合物微粒送入漂洗槽洗净表面,经  $60^\circ\text{C}$ 下烘干后可继续使用。