



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103638939 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 19

(21) 申请号 201310547039. 0

B01D 53/56(2006. 01)

(22) 申请日 2013. 11. 06

B01D 53/86(2006. 01)

(71) 申请人 南京工业大学

地址 211816 江苏省南京市鼓楼区新模范马路5号

(72) 发明人 祝社民 雷天起 沈岳松 沈树宝

(74) 专利代理机构 南京天华专利代理有限责任公司 32218

代理人 徐冬涛 袁正英

(51) Int. Cl.

B01J 23/889(2006. 01)

B01J 23/83(2006. 01)

B01J 23/14(2006. 01)

B01J 23/34(2006. 01)

B01J 23/835(2006. 01)

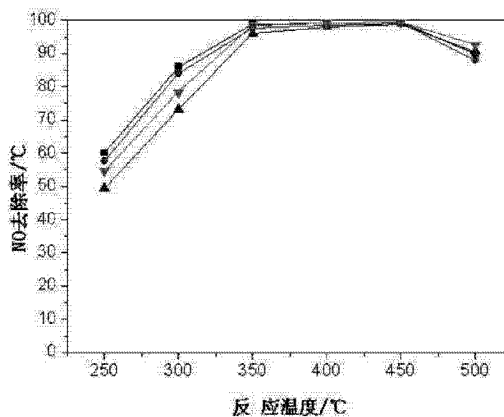
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种复合金属硫酸盐系烟气脱硝催化剂及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种复合金属硫酸盐系烟气脱硝催化剂及其制备方法,属于环保催化材料和大气污染治理技术领域。其特征是该发明以二氧化钛为载体,硫酸铈为活性组分,过渡金属硫酸盐作为助催化剂;以载体质量为基准,催化剂活性组分质量百分含量为1~25%,活性组分与助剂的质量比为1:(0.1~0.9)。本发明催化剂采用直接浸渍硫酸盐法制备。与现有选择性催化还原(SCR)脱硝催化剂技术性能相比,本发明催化剂拓宽了中高温脱硝活性温度窗口,显著增强了催化剂同时抗水蒸气和二氧化硫的中毒能力,且催化剂制备工艺简单、环保廉价、无二次污染。



1. 一种复合金属硫酸盐系烟气脱硝催化剂,其特征在于以二氧化钛作为载体,硫酸铈为活性组分,过渡金属硫酸盐为助催化剂;以二氧化钛载体质量为基准,活性组分的质量百分含量为 1 ~ 25%;活性组分与助催化剂的质量比为 1:(0.1 ~ 0.9)。

2. 根据权利要求 1 所述的复合金属硫酸盐系烟气脱硝催化剂,其特征在于所述的过渡金属硫酸盐为镍、锰、锌、铜、锡或钴硫酸盐中的一种或多种。

3. 一种制备如权利要求 1 所述的复合金属硫酸盐系烟气脱硝催化剂的方法,具体步骤如下:

(1) 活性组分浸渍液的制备

按照催化剂活性组分硫酸铈与助剂过渡金属硫酸盐的质量比为 1:(0.1 ~ 0.9),分别称取可溶性的硫酸铈盐、过渡金属硫酸盐溶解于去离子水中,配制成硫酸盐质量分数为 1% ~ 10.5% 的稳定溶液;

(2) 活性组分的负载

根据活性组分占载体质量 1 ~ 25%,向步骤(1)所述的溶液中加入 TiO<sub>2</sub> 粉体,加热搅拌均匀,将其水分均匀蒸发后得到粘稠状物质;

(3) 催化剂成型及焙烧

将步骤(3)中得到的粘稠状物质放置陈腐后,使用成型机将其挤出至所需形状;成型催化剂坯体干燥,经 400 ~ 650°C 焙烧 2 ~ 5h 制得催化剂。

4. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于步骤(2)中搅拌温度为 70 ~ 90°C,搅拌时间为 1 ~ 4h。

5. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于步骤(3)中的陈腐时间为 24 ~ 50h;成型催化剂坯体的干燥温度为 70 ~ 120°C,干燥时间为 8 ~ 24h。

6. 一种如权利要求 1 所述的复合金属硫酸盐系烟气脱硝催化剂在机动或固定燃烧装置烟气脱硝中的应用。

## 一种复合金属硫酸盐系烟气脱硝催化剂及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种复合金属硫酸盐系烟气脱硝催化剂及其制备方法,属于环保催化材料和大气污染治理技术领域。

### 背景技术

[0002]  $\text{NO}_x$  是大气污染的主要污染物之一。大气中的  $\text{NO}_x$  能引起酸雨、光化学烟雾等破坏生态环境并危及人类健康的一系列问题。我国是世界第一大  $\text{NO}_x$  排放国,每年因酸雨污染造成的损失超过千亿元。目前,以氨气为还原剂的选择性催化还原法(SCR)因其稳定、高效、经济而成为烟气脱硝的主流技术。

[0003] 目前商用 SCR 催化剂多以  $\text{TiO}_2$  为载体, $\text{V}_2\text{O}_5$  为主要活性组分,并负载少量的  $\text{WO}_3$  或  $\text{MoO}_3$  作为助剂,这类催化剂虽然能够高效地净化  $\text{NO}_x$ ,但是在实际使用中仍存在一些问题,首先作为主要活性组分的  $\text{V}_2\text{O}_5$  是一种剧毒物质,容易对人体和环境产生二次污染;其次  $\text{V}_2\text{O}_5$  易将烟气中的  $\text{SO}_2$  氧化为  $\text{SO}_3$ ,  $\text{SO}_3$  会与  $\text{NH}_3$  反应生成硫酸铵及硫酸氢铵而造成催化剂活性下降,并且堵塞脱硝反应器。因此研究和开发无毒、高效、经济的烟气 SCR 脱硝催化剂一直是烟气脱硝领域的热点。

[0004] 目前国内已经报道了很多自主研发的无毒脱硝催化剂,并且大部分都呈现出优异的  $\text{NO}_x$  净化能力。发明专利 CN200710188005.1、CN200610165430.4 等公开的过渡金属、稀土金属的氧化物或复合氧化物催化剂能够在  $300 \sim 450^\circ\text{C}$  均取得良好的脱硝活性,但实际上,这类催化剂大都只在不含硫、无水的条件下才呈现出较高的脱硝能力,并不具备长时间抗水抗硫的性能,对于实际应用还有一定的局限性。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是为了弥补现有催化剂的缺点,提供一种制备工艺简单,脱硝效率高、成本低廉、抗硫中毒能力强、体系环境友好的复合金属硫酸盐系烟气脱硝催化剂。本发明的另一目的是提供上述催化剂的制备方法。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明采用的主要技术方案如下:一种复合金属硫酸盐系烟气脱硝催化剂,其特征在于以二氧化钛作为载体,硫酸铈为活性组分,过渡金属硫酸盐为助催化剂;以二氧化钛载体质量为基准,活性组分的质量百分含量为  $1 \sim 25\%$ ;活性组分与助催化剂的质量比为  $1:(0.1 \sim 0.9)$ 。

[0007] 优选所述的过渡金属硫酸盐为镍、锰、锌、铜、锡或钴硫酸盐中的一种或多种。

[0008] 本发明提供了上述的复合金属硫酸盐系烟气脱硝催化剂的方法,具体步骤如下:

[0009] (1) 活性组分浸渍液的制备

[0010] 按照催化剂活性组分硫酸铈与助剂过渡金属硫酸盐的质量比为  $1:(0.1 \sim 0.9)$ ,分别称取可溶性的硫酸铈盐、过渡金属硫酸盐溶解于去离子水中,配制成硫酸盐质量分数为  $1\% \sim 10.5\%$  的稳定溶液;

[0011] (2) 活性组分的负载

[0012] 根据活性组分占载体质量 1 ~ 25%, 向步骤 (1) 所述的溶液中加入  $\text{TiO}_2$  粉体, 加热搅拌均匀, 将其水分均匀蒸发后得到粘稠状物质;

[0013] (3) 催化剂成型及焙烧

[0014] 将步骤 (3) 中得到的粘稠状物质放置陈腐后, 使用成型机将其挤出至所需形状; 成型催化剂坯体干燥, 经 400 ~ 650°C 焙烧 2 ~ 5h 制得催化剂。

[0015] 优选步骤 (2) 中搅拌温度为 70 ~ 90°C, 搅拌时间为 1 ~ 4h; 步骤 (3) 中的陈腐时间为 24 ~ 50h; 成型催化剂坯体的干燥温度为 70 ~ 120°C, 干燥时间为 8 ~ 24h。

[0016] 本发明所述的催化剂, 还可通过所述过渡金属离子掺杂  $\text{CeO}_2/\text{TiO}_2$  复合氧化物经硫酸酸化得以制备。

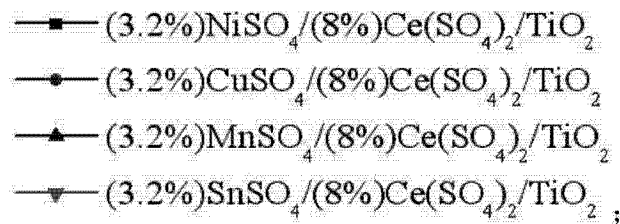
[0017] 上述的复合金属硫酸盐系烟气脱硝催化剂, 适用于机动或固定燃烧装置包括各种机动车发动机和燃煤烟气脱硝中的应用。

[0018] 有益效果:

[0019] 本发明所制备的催化剂环保、廉价、高效, 不采用有毒性的活性组分  $\text{V}_2\text{O}_5$ 。本发明所制备的催化剂还有一个突出特征是具有优异的抗硫中毒能力, 在水和高含量二氧化硫存在下仍能维持脱硝活性。

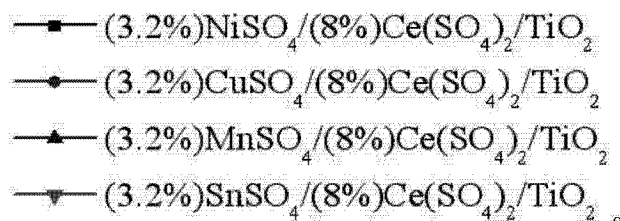
## 附图说明

[0020] 图 1 为实施例 1 中复合金属硫酸盐催化剂脱硝率随温度的变化曲线, 其中



[0022] 图 2 是实施例 1 中 5% $\text{H}_2\text{O}$  和 1000ppm  $\text{SO}_2$  对复合金属硫酸盐催化剂  $\text{NH}_3$ -SCR 脱除  $\text{NO}_x$  活性的影响, 其中

[0023]



## 具体实施方式

[0024] 下面通过一些实施实例对本发明进一步说明, 但其对本发明的范围无任何限制。

[0025] 实施例 1

[0026] (1) 活性组分浸渍液的制备

[0027] 将 1.95g  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  溶解于一定量去离子水中得  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  溶液, 向该  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  溶液中掺入 1.09g  $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  搅拌溶解, 得到硫酸盐质量分数为 6.1% 稳定溶液, 另外向同

样的  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  溶液中分别掺入 0.72g  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、1g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、0.64g  $\text{SnSO}_4$  得到稳定溶液。

[0028] (2) 活性组分的负载

[0029] 向上述活性溶液中加入 20g  $\text{TiO}_2$  载体,用磁力搅拌器于 70℃下搅拌 2h,溶液水份蒸发之后得到粘稠状浆料;

[0030] (3) 催化剂成型及焙烧

[0031] 将上述粘稠状浆料陈腐 24h,然后通过真空挤出机挤成直径 3mm 的长条形状,在 80℃下干燥 10h,最后于马弗炉 500℃下焙烧 2 小时,即可得到烟气 SCR 脱硝催化剂,以  $\text{TiO}_2$  载体质量为基准,其中活性组分  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  质量百分含量为 8%,活性组分与助剂的质量比为 1:0.4;

[0032] (4) 催化剂活性评价

[0033] 取 10ml 上述催化剂,装入直径为 8mm 的石英玻璃管中,在 500ppm  $\text{NO}$ , 500ppm  $\text{NH}_3$ , 6% $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  为平衡气的反应条件下测试活性。所得结果如图 1 所示,该类催化剂在上 350℃均能高效转化  $\text{NO}_x$ ,转化率达到 95% 以上。该催化剂在 5% $\text{H}_2\text{O}$ 、1000ppm 气氛下脱硝活性随时间的变化曲线如图 2 所示,在硫、水气氛下运行 50h 后催化剂仍能保持稳定活性。

[0034] 实施例 2

[0035] (1) 活性组分浸渍液的制备

[0036] 将 0.24g  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  溶解于一定量去离子水中得  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  溶液,然后掺入 0.31g  $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  搅拌溶解,得到硫酸盐质量分数为 5.5% 稳定溶液;

[0037] (2) 活性组分的负载

[0038] 向上述活性溶液中加入 20g  $\text{TiO}_2$  载体,用磁力搅拌器于 80℃下搅拌 1h,溶液水份蒸发之后得到粘稠状浆料;

[0039] (3) 催化剂成型及焙烧

[0040] 将上述粘稠状浆料陈腐 30h,然后通过真空挤出机挤成直径 3mm 的长条形状,在 70℃下干燥 8h,最后于马弗炉 400℃下焙烧 5 小时,即可得到烟气 SCR 脱硝催化剂,以  $\text{TiO}_2$  载体质量为基准,其中活性组分  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  质量百分含量为 1%,活性组分与助剂的质量比为 1:0.9;

[0041] (4) 催化剂活性评价

[0042] 取 10ml 上述  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2/\text{TiO}_2$  催化剂,装入直径为 8mm 的石英玻璃管中,在 500ppm  $\text{NO}$ , 500ppm  $\text{NH}_3$ , 6% $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  为平衡气的反应条件下测试活性。该催化剂在上 350℃均能高效转化  $\text{NO}_x$ ,转化率达到 95% 以上。

[0043] 实施例 3

[0044] (1) 活性组分浸渍液的制备

[0045] 将 0.61g  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  溶解于一定量去离子水中得  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  溶液,然后加入 0.25g  $\text{SnSO}_4$ ,搅拌溶解,得到硫酸盐质量分数为 7.8% 稳定溶液;

[0046] (2) 活性组分的负载

[0047] 向上述活性溶液中加入 20g  $\text{TiO}_2$  载体,用磁力搅拌器于 90℃下搅拌 3 小时,溶液水份蒸发之后得到粘稠状浆料;

[0048] (3) 催化剂成型及焙烧

[0049] 将上述粘稠状浆料陈腐 40h, 然后通过真空挤出机挤成直径 3mm 的长条形状, 在 100℃ 下干燥 10h, 最后于马弗炉 550℃ 下焙烧 4 小时, 即可得到烟气 SCR 脱硝催化剂, 以  $\text{TiO}_2$  载体质量为基准, 其中活性组分  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  质量百分含量为 2.5%, 活性组分与助剂的质量比为 1:0.5。

[0050] (4) 催化剂活性评价

[0051] 取 10ml 上述催化剂, 装入直径为 8mm 的石英玻璃管中, 在 500ppm  $\text{NO}$ , 500ppm  $\text{NH}_3$ , 6% $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  为平衡气的反应条件下测试活性。该催化剂在 350℃ 才能够高效转化  $\text{NO}_x$ , 转化率达到 95% 以上。

[0052] 实施例 4

[0053] (1) 活性组分浸渍液的制备

[0054] 将 3.70g  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  溶解于一定量去离子水中得  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  溶液, 然后加入 0.68g  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 搅拌溶解, 得到硫酸盐质量分数为 6.3% 稳定溶液;

[0055] (2) 活性组分的负载

[0056] 向上述活性溶液中加入 20g  $\text{TiO}_2$  载体, 用磁力搅拌器于 75℃ 下搅拌 2h, 溶液水份蒸发之后得到粘稠状浆料;

[0057] (3) 催化剂成型及焙烧

[0058] 将上述粘稠状浆料陈腐 45h, 然后通过真空挤出机挤成直径 3mm 的长条形状, 在 110℃ 下干燥 15h, 最后于马弗炉 600℃ 下焙烧 5 小时, 即可得到烟气 SCR 脱硝催化剂, 以  $\text{TiO}_2$  载体质量为基准, 其中活性组分  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  质量百分含量为 15.2%, 活性组分与助剂的质量比为 1:0.2。

[0059] (4) 催化剂活性评价

[0060] 取 10ml 上述催化剂, 装入直径为 8mm 的石英玻璃管中, 在 500ppm  $\text{NO}$ , 500ppm  $\text{NH}_3$ , 6% $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  为平衡气的反应条件下测试活性。该催化剂在 350℃ 才能够高效转化  $\text{NO}_x$ , 转化率达到 95% 以上。

[0061] 实施例 5

[0062] (1) 活性组分浸渍液的制备

[0063] 将 6.08g  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  溶解于一定量去离子水中得  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  溶液, 然后加入 0.78g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 搅拌溶解, 得到硫酸盐质量分数为 10.1% 稳定溶液;

[0064] (2) 活性组分的负载

[0065] 向上述活性溶液中加入 20g  $\text{TiO}_2$  载体, 用磁力搅拌器于 85℃ 下搅拌 4h, 溶液水份蒸发之后得到粘稠状浆料;

[0066] (3) 催化剂成型及焙烧

[0067] 将上述粘稠状浆料陈腐 50h, 然后通过真空挤出机挤成直径 3mm 的长条形状, 在 120℃ 下干燥 15h, 最后于马弗炉 650℃ 下焙烧 3 小时, 即可得到烟气 SCR 脱硝催化剂, 以  $\text{TiO}_2$  载体质量为基准, 其中活性组分  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  质量百分含量为 25%, 活性组分与助剂的质量比为 1:0.1。

[0068] (4) 催化剂活性评价

[0069] 取 10ml 上述催化剂, 装入直径为 8mm 的石英玻璃管中, 在 500ppm  $\text{NO}$ , 500ppm  $\text{NH}_3$ , 6% $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  为平衡气的反应条件下测试活性。该催化剂在 350℃ 才能够高效转化  $\text{NO}_x$ , 转化

率达到 95% 以上。

[0070] 实施例 6

[0071] (1) 活性组分前驱液的制备

[0072] 将 1.78g  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  溶解于一定量去离子水中得  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  溶液, 然后加入 1.02g  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 搅拌溶解, 得到硫酸盐质量分数为 1.4% 稳定溶液;

[0073] (2) 活性组分前驱的负载

[0074] 向上述活性溶液中加入 20g  $\text{TiO}_2$  载体, 用磁力搅拌器于 70℃ 下搅拌 2h, 溶液水份蒸发之后得到粘稠状浆料;

[0075] (3) 催化剂成型及焙烧

[0076] 将上述粘稠状浆料陈腐 35h, 然后通过真空挤出机挤成直径 3mm 的长条形状, 在 105℃ 下干燥 20h, 最后于马弗炉 600℃ 下焙烧 4 小时, 即可得到掺杂型的  $\text{CeO}_2/\text{TiO}_2$  复合金属氧化物。

[0077] (4)  $\text{CeO}_2/\text{TiO}_2$  催化剂的硫酸化

[0078] 将步骤 (3) 得到的复合金属氧化物催化剂置于脱硝反应器中, 500℃ 通入含 1000ppm  $\text{SO}_2$ , 6% $\text{O}_2$ , 5% $\text{H}_2\text{O}$  的模拟气氛, 硫酸化 20h, 即可得到烟气 SCR 脱硝催化剂, 以  $\text{TiO}_2$  载体质量为基准, 其中活性组分质量百分含量为 6.8%, 活性组分与助剂的质量比为 1:0.4。

[0079] (5) 催化剂活性评价

[0080] 取 10ml 上述催化剂, 装入直径为 8mm 的石英玻璃管中, 在 500ppm  $\text{NO}$ , 500ppm  $\text{NH}_3$ , 6% $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  为平衡气的反应条件下测试活性。该催化剂在 350℃ 才能够高效转化  $\text{NO}_x$ , 转化率达到 95% 以上。

[0081] 实施例 7

[0082] (1) 活性组分浸渍液的制备

[0083] 将 2.34g  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  溶解于一定量去离子水中得  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  溶液, 然后加入 0.68g  $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、0.20g  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  搅拌溶解, 得到硫酸盐质量分数为 3.2% 稳定溶液;

[0084] (2) 活性组分前驱的负载

[0085] 向上述活性溶液中加入 20g  $\text{TiO}_2$  载体, 用磁力搅拌器于 90℃ 下搅拌 2h, 溶液水份蒸发之后得到粘稠状浆料;

[0086] (3) 催化剂成型及焙烧

[0087] 将上述粘稠状浆料陈腐 40h, 然后通过真空挤出机挤成直径 3mm 的长条形状, 在 90℃ 下干燥 10h, 最后于马弗炉 600℃ 下焙烧 5 小时, 即可得到烟气 SCR 脱硝催化剂, 以  $\text{TiO}_2$  载体质量为基准, 其中活性组分质量百分含量为 9.6%, 活性组分与助剂的质量比为 1:0.3。

[0088] (4) 催化剂活性评价

[0089] 取 10ml 上述催化剂, 装入直径为 8mm 的石英玻璃管中, 在 500ppm  $\text{NO}$ , 500ppm  $\text{NH}_3$ , 6% $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  为平衡气的反应条件下测试活性。该催化剂在 350℃ 才能够高效转化  $\text{NO}_x$ , 转化率达到 95% 以上。

[0090] 实施例 8

[0091] (1) 活性组分浸渍液的制备

[0092] 将 2.34g  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  溶解于一定量去离子水中得  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  溶液, 然后加入 0.45g  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、0.50g  $\text{CuSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、0.41g  $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  搅拌溶解, 得到硫酸盐质量分数

为 9.7% 稳定溶液；

[0093] (2) 活性组分前驱的负载

[0094] 向上述活性溶液中加入 20g  $\text{TiO}_2$  载体,用磁力搅拌器于  $80^\circ\text{C}$  下搅拌 3h,溶液水份蒸发之后得到粘稠状浆料；

[0095] (3) 催化剂成型及焙烧

[0096] 将上述粘稠状浆料陈腐 20h,然后通过真空挤出机挤成直径 3mm 的长条形状,在  $85^\circ\text{C}$  下干燥 14h,最后于马弗炉  $450^\circ\text{C}$  下焙烧 3 小时,即可得到烟气 SCR 脱硝催化剂,以  $\text{TiO}_2$  载体质量为基准,其中活性组分  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  质量百分含量为 9.6%,活性组分与助剂的质量比为 1:0.5。

[0097] (4) 催化剂活性评价

[0098] 取 10ml 上述催化剂,装入直径为 8mm 的石英玻璃管中,在 500ppm  $\text{NO}$ , 500ppm  $\text{NH}_3$ , 6% $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  为平衡气的反应条件下测试活性。该催化剂在  $350^\circ\text{C}$  才能够高效转化  $\text{NO}_x$ , 转化率达到 95% 以上。

[0099] 实施例 9

[0100] (1) 活性组分浸渍液的制备

[0101] 将 2.34g  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  溶解于一定量去离子水中得  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  溶液,然后加入 1.02g  $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、0.66g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、0.32g  $\text{SnSO}_4$  搅拌溶解,得到硫酸盐质量分数为 4% 稳定溶液；

[0102] (2) 活性组分前驱的负载

[0103] 向上述活性溶液中加入 20g  $\text{TiO}_2$  载体,用磁力搅拌器于  $75^\circ\text{C}$  下搅拌 3h,溶液水份蒸发之后得到粘稠状浆料；

[0104] (3) 催化剂成型及焙烧

[0105] 将上述粘稠状浆料陈腐 15h,然后通过真空挤出机挤成直径 3mm 的长条形状,在  $95^\circ\text{C}$  下干燥 24h,最后于马弗炉  $550^\circ\text{C}$  下焙烧 2 小时,即可得到烟气 SCR 脱硝催化剂,以  $\text{TiO}_2$  载体质量为基准,其中活性组分  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  质量百分含量为 9.6%,活性组分与助剂的质量比为 1:0.7。

[0106] (4) 催化剂活性评价

[0107] 取 10ml 上述催化剂,装入直径为 8mm 的石英玻璃管中,在 500ppm  $\text{NO}$ , 500ppm  $\text{NH}_3$ , 6% $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  为平衡气的反应条件下测试活性。该催化剂在  $350^\circ\text{C}$  才能够高效转化  $\text{NO}_x$ , 转化率达到 95% 以上。



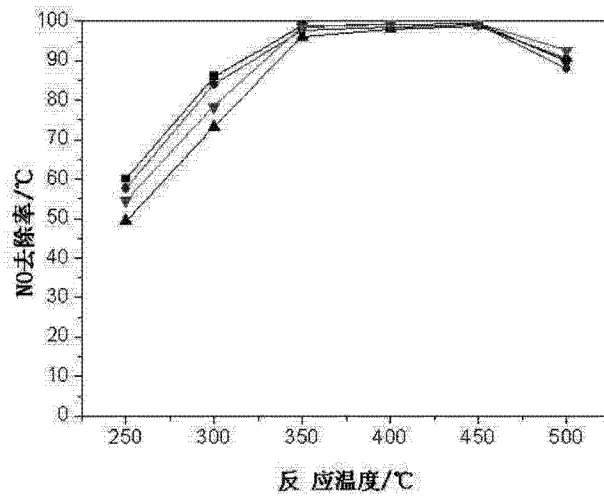


图 1

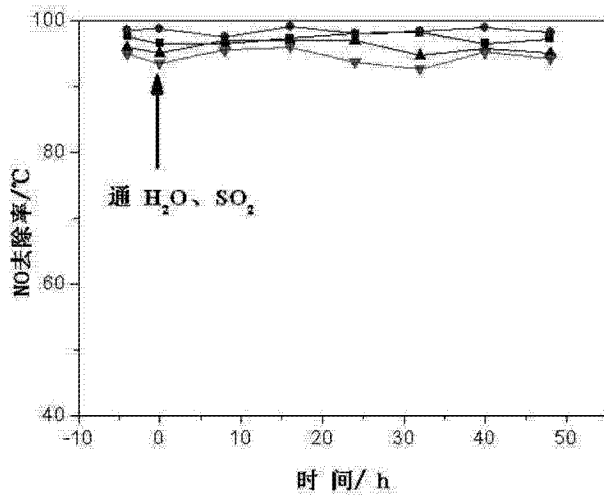


图 2