



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101879452 A

(43) 申请公布日 2010. 11. 10

(21) 申请号 201010223099. 3

(22) 申请日 2010. 07. 09

(71) 申请人 清华大学

地址 100084 北京市 100084 信箱 82 分箱清
华大学专利办公室

(72) 发明人 李俊华 常化振 郝吉明

(74) 专利代理机构 西安智大知识产权代理事务
所 61215

代理人 贾玉健

(51) Int. Cl.

B01J 23/889 (2006. 01)

B01D 53/86 (2006. 01)

B01D 53/56 (2006. 01)

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种锰基低温脱硝催化剂及其制备方法

(57) 摘要

一种锰基低温脱硝催化剂及其制备方法, 步骤一、将硝酸锰、硝酸铁、结晶四氯化锡和硝酸铈常温溶解于水中, 搅拌形成透明溶液; 步骤二、配得碳酸铵溶液, 滴加入到步骤一所配置的溶液中, 加热搅拌得到浆液; 步骤三、将浆液超声浸渍, 然后抽滤, 得到滤饼, 然后用去离子水清洗; 步骤四、将滤饼干燥、焙烧, 得到锰基低温脱硝催化剂 MnFeSnCeO_x 催化剂, 制的催化剂中各元素的摩尔比例为 $\text{Mn} : \text{Fe} : \text{Sn} : \text{Ce} = (35-39) : (2-5) : (9-35) : (54-21)$, 本发明的金属氧化物催化剂在 $80 \sim 250^\circ\text{C}$ 范围内, 氮氧化物的净化效率达 71-100%; 本发明中的复合氧化物催化剂具有良好的抗硫性能。

1. 一种锰基低温脱硝催化剂,其特征在于,其原料组分为:含量为催化剂摩尔百分含量的 40%的硝酸锰,含量为催化剂摩尔百分含量的 5-8%的硝酸铁,含量为催化剂摩尔百分含量的 5-30%的结晶四氯化锡,余量为硝酸铈。

2. 根据权利要求 1 所述的一种锰基低温脱硝催化剂,其特征在于,其原料组分为:含量为催化剂摩尔百分含量的 40%的硝酸锰,含量为催化剂摩尔百分含量的 6%的硝酸铁,含量为催化剂摩尔百分含量的 10%的结晶四氯化锡,余量为硝酸铈。

3. 根据权利要求 1 所述的一种锰基低温脱硝催化剂,其特征在于,其原料组分为:含量为催化剂摩尔百分含量的 40%的硝酸锰,含量为催化剂摩尔百分含量的 5%的硝酸铁,含量为催化剂摩尔百分含量的 20%的结晶四氯化锡,余量为硝酸铈。

4. 一种锰基低温脱硝催化剂的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一、将硝酸锰、硝酸铁、结晶四氯化锡和硝酸铈常温溶解于 100-120 倍摩尔量的水中,搅拌形成透明溶液,其中硝酸锰含量为催化剂摩尔百分含量的 40%,硝酸铁含量为催化剂摩尔百分含量的 5-8%的硝酸铁,结晶四氯化锡含量为催化剂摩尔百分含量的 5-30%,余量为硝酸铈;

步骤二、将碳酸铵溶于水中配得 1mol/L 的碳酸铵溶液,然后以 1mL/min 的速度逐滴加入到步骤一所配置的溶液中,形成絮状沉淀,于 20~40℃加热搅拌 2-3 小时得到浆液,碳酸铵加入量大于等于步骤一所配溶液中金属盐摩尔量的两倍;

步骤三、将步骤二中所得浆液放入超声波清洗机里超声浸渍 1~3 小时,然后抽滤,得到滤饼,然后用去离子水清洗;

步骤四、将滤饼在烘箱内 110℃干燥 10~12 小时,再放入马弗炉于 500℃焙烧 5~7 小时,得到锰基低温脱硝催化剂 MnFeSnCeO_x 催化剂。

制的催化剂中各元素的摩尔比例为 $\text{Mn} : \text{Fe} : \text{Sn} : \text{Ce} = (35-39) : (2-5) : (9-35) : (54-21)$ 。

5. 根据权利要求 4 所述的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一、将硝酸锰、硝酸铁、结晶四氯化锡和硝酸铈常温溶解于 110 倍摩尔量的水中,搅拌形成透明溶液,其中硝酸锰含量为催化剂摩尔百分含量的 40%,硝酸铁含量为催化剂摩尔百分含量的 6%的硝酸铁,结晶四氯化锡含量为催化剂摩尔百分含量的 10%,余量为硝酸铈;

步骤二、将碳酸铵溶于水中配得 1mol/L 的碳酸铵溶液,然后以 1mL/min 的速度逐滴加入到步骤一所配置的溶液中,形成絮状沉淀,于 25℃加热搅拌 2.5 小时得到浆液,碳酸铵加入量等于步骤一所配溶液中金属盐摩尔量的两倍;

步骤三、将步骤二中所得浆液放入超声波清洗机里超声浸渍 2 小时,然后抽滤,得到滤饼,然后用去离子水清洗;

步骤四、将滤饼在烘箱内 110℃干燥 10 小时,再放入马弗炉于 500℃焙烧 6 小时,得到锰基低温脱硝催化剂 $\text{Mn}(0.4)\text{Fe}(0.06)\text{Sn}(0.1)\text{CeO}_x$ 催化剂。

6. 根据权利要求 4 所述的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一、将硝酸锰、硝酸铁、结晶四氯化锡和硝酸铈常温溶解于 115 倍摩尔量的水中,搅拌形成透明溶液,其中硝酸锰含量为催化剂摩尔百分含量的 40%,硝酸铁含量为催化剂摩尔百分含量的 5%的硝酸铁,结晶四氯化锡含量为催化剂摩尔百分含量的 20%,余量为

硝酸铈；

步骤二、将碳酸铵溶于水中配得 1mol/L 的碳酸铵溶液，然后以 1mL/min 的速度逐滴加入到步骤一所配置的溶液中，形成絮状沉淀，于 30℃ 加热搅拌 2.5 小时得到浆液，碳酸铵加入量等于步骤一所配溶液中金属盐摩尔量的两倍；

步骤三、将步骤二所得浆液放入超声波清洗机里超声浸渍 2 小时，然后抽滤，得到滤饼，然后用去离子水清洗；

步骤四、将滤饼在烘箱内 110℃ 干燥 12 小时，再放入马弗炉于 500℃ 焙烧 6 小时，得到锰基低温脱硝催化剂 $\text{Mn}(0.4)\text{Fe}(0.05)\text{Sn}(0.2)\text{CeO}_x$ 催化剂。

7. 一种锰基低温脱硝催化剂，其特征在于，催化剂中各元素的摩尔比例为 $\text{Mn} : \text{Fe} : \text{Sn} : \text{Ce} = (35-39) : (2-5) : (9-35) : (54-21)$ 。

8. 根据权利要求 7 所述的催化剂，其特征在于，催化剂中各元素的摩尔比例为 $\text{Mn} : \text{Fe} : \text{Sn} : \text{Ce} = 36 : 5 : 9 : 50$ 。

9. 根据权利要求 7 所述的催化剂，其特征在于，催化剂中各元素的摩尔比例为 $\text{Mn} : \text{Fe} : \text{Sn} : \text{Ce} = 39 : 4 : 18 : 39$ 。

一种锰基低温脱硝催化剂及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种催化剂及其制备方法,特别涉及一种处理热电厂、水泥厂、钢铁厂、炼油厂等排放废气中 NO_x 的锰基低温脱硝催化剂及其制备方法。

背景技术

[0002] 随着以煤为主的能源消费增长和机动车保有量的迅猛增加,大量化石燃料消耗(固定源和移动源),致使排放到大气中的氮氧化物(NO_x)等致酸物质的污染程度不断加重,使人类赖以生存的环境受到极大破坏。因此,如何有效地消除氮氧化物已成为目前环保领域中一个令人关注的重要课题。

[0003] 氨气选择性催化还原法(selective catalytic reduction,SCR)由于成熟和高效而成为火力发电厂等固定源主流的脱硝技术,而其核心问题就在于催化剂的研制。目前,工业化应用的 NH_3 -SCR 催化剂,多是以 TiO_2 为载体,再负载上一定量的 V_2O_5 、 WO_3 或 MoO_3 等组分的中高温催化剂。但是,该技术在实际使用中仍存在问题,一是烟气中飞灰含量高,容易使催化剂床堵塞;二是烟气中硫含量高,容易使催化剂中毒;三是活性组分 V_2O_5 的前驱体一般毒性非常大,容易对人体和环境产生污染。但是,如果采用低温 SCR 技术,将 SCR 装置移至脱硫后,采用无钒的低温 SCR 催化剂,则不再存在上述问题。因此,如何研制适用于低温段的低温催化剂,实现催化剂在低温区间的高活性和高选择性,并能具有良好的抗硫抗水性能,决定着该技术能否广泛应用于我国固定源脱硝。目前,研究开发适用于低温 SCR 技术的高效抗硫催化剂是脱硝研究的一个热点课题。

发明内容

[0004] 为了克服上述现有技术的缺陷,本发明的目的在于提供一种锰基低温脱硝催化剂及其制备方法,根据本发明制得的催化剂在低温、含有一定量 SO_2 为主要特征的应用环境中具有高效催化净化 NO_x 的性能,能够适应更严格的排放法规要求,并且达到降低成本和提高使用安全性的目的。

[0005] 为了达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0006] 一种锰基低温脱硝催化剂,其原料组分为:含量为催化剂摩尔百分含量的 40% 的硝酸锰,含量为催化剂摩尔百分含量的 5-8% 的硝酸铁,含量为催化剂摩尔百分含量的 5-30% 的结晶四氯化锡,余量为硝酸铈。

[0007] 一种锰基低温脱硝催化剂的制备方法,包括以下步骤:

[0008] 步骤一、将硝酸锰、硝酸铁、结晶四氯化锡和硝酸铈常温溶解于 100-120 倍摩尔量的水中,搅拌形成透明溶液,其中硝酸锰含量为催化剂摩尔百分含量的 40%,硝酸铁含量为催化剂摩尔百分含量的 5-8% 的硝酸铁,结晶四氯化锡含量为催化剂摩尔百分含量的 5-30%,余量为硝酸铈;

[0009] 步骤二、将碳酸铵溶于水中配得 1mol/L 的碳酸铵溶液,然后以 1mL/min 的速度逐滴加入到步骤一所配置的溶液中,形成絮状沉淀,于 20 ~ 40℃ 加热搅拌 2-3 小时得到浆液,

碳酸铵加入量大于等于步骤一所配溶液中金属盐摩尔量的两倍；

[0010] 步骤三、将步骤二中所得浆液放入超声波清洗机里超声浸渍 1 ~ 3 小时，然后抽滤，得到滤饼，然后用去离子水清洗；

[0011] 步骤四、将滤饼在烘箱内 110℃干燥 10 ~ 12 小时，再放入马弗炉于 500℃焙烧 5 ~ 7 小时，得到锰基低温脱硝催化剂 MnFeSnCeO_x 催化剂。

[0012] 所制备的催化剂中各元素的摩尔比例为 Mn : Fe : Sn : Ce = (35-39) : (2-5) : (9-35) : (54-21)。

[0013] 本发明与现有技术相比，具有以下优点及突出性效果：本发明的金属氧化物催化剂在 80 ~ 250℃范围内，氮氧化物的净化效率达 71-100%；本发明中的复合氧化物催化剂具有良好的抗硫性能。

具体实施方式

[0014] 实施例一

[0015] 一种锰基低温脱硝催化剂，其原料组分为：含量为催化剂摩尔百分含量的 40% 的硝酸锰，含量为催化剂摩尔百分含量的 5% 的硝酸铁，含量为催化剂摩尔百分含量的 5% 的结晶四氯化锡，余量为硝酸铈。

[0016] 一种锰基低温脱硝催化剂的制备方法，包括以下步骤：

[0017] 步骤一、将硝酸锰、硝酸铁、结晶四氯化锡和硝酸铈常温溶解于 100 倍摩尔量的水中，搅拌形成透明溶液，其中硝酸锰含量为催化剂摩尔百分含量的 40%，硝酸铁含量为催化剂摩尔百分含量的 5% 的硝酸铁，结晶四氯化锡含量为催化剂摩尔百分含量的 5%，余量为硝酸铈；

[0018] 步骤二、将碳酸铵溶于水中配得 1mol/L 的碳酸铵溶液，然后以 1mL/min 的速度逐滴加入到步骤一所配置的溶液中，形成絮状沉淀，于 20℃加热搅拌 2 小时得到浆液，碳酸铵加入量等于步骤一所配溶液中金属盐摩尔量的两倍；

[0019] 步骤三、将步骤二中所得浆液放入超声波清洗机里超声浸渍 1 小时，然后抽滤，得到滤饼，然后用去离子水清洗；

[0020] 步骤四、将滤饼在烘箱内 110℃干燥 10 小时，再放入马弗炉于 500℃焙烧 5 小时，得到锰基低温脱硝催化剂 $\text{Mn}(0.4)\text{Fe}(0.05)\text{Sn}(0.05)\text{CeO}_x$ 催化剂。

[0021] 制得的催化剂中各元素的摩尔比例为 Mn : Fe : Sn : Ce = 35 : 2 : 9 : 54。

[0022] 该催化剂在以氨气为还原剂时，将 1000ppm 的一氧化氮 (NO)，1000ppm 的氨气 (NH_3)，2% 氧气 (O_2) 混合，其余反应混合气为氮气 (N_2)，催化剂的装载量为 200mg，反应空速为 30000h^{-1} ，在 50℃、80℃、110℃、140℃、170℃、200℃、230℃、260℃和 290℃九个温度条件下，催化剂还原氮氧化物的转化率见表一。

[0023] 实施例二

[0024] 一种锰基低温脱硝催化剂，其原料组分为：含量为催化剂摩尔百分含量的 40% 的硝酸锰，含量为催化剂摩尔百分含量的 6% 的硝酸铁，含量为催化剂摩尔百分含量的 10% 的结晶四氯化锡，余量为硝酸铈。

[0025] 一种锰基低温脱硝催化剂的制备方法，包括以下步骤：

[0026] 步骤一、将硝酸锰、硝酸铁、结晶四氯化锡和硝酸铈常温溶解于 110 倍摩尔量的水

中,搅拌形成透明溶液,其中硝酸锰含量为催化剂摩尔百分含量的 40%,硝酸铁含量为催化剂摩尔百分含量的 6%的硝酸铁,结晶四氯化锡含量为催化剂摩尔百分含量的 10%,余量为硝酸铈;

[0027] 步骤二、将碳酸铵溶于水中配得 1mol/L 的碳酸铵溶液,然后以 1mL/min 的速度逐滴加入到步骤一所配置的溶液中,形成絮状沉淀,于 25℃加热搅拌 2.5 小时得到浆液,碳酸铵加入量等于步骤一所配溶液中金属盐摩尔量的两倍;

[0028] 步骤三、将步骤二所得浆液放入超声波清洗机里超声浸渍 2 小时,然后抽滤,得到滤饼,然后用去离子水清洗;

[0029] 步骤四、将滤饼在烘箱内 110℃干燥 10 小时,再放入马弗炉于 500℃焙烧 6 小时,得到锰基低温脱硝催化剂 $\text{Mn}(0.4)\text{Fe}(0.06)\text{Sn}(0.1)\text{CeO}_x$ 催化剂。

[0030] 制得的催化剂中各元素的摩尔比例为 $\text{Mn} : \text{Fe} : \text{Sn} : \text{Ce} = 36 : 5 : 9 : 50$ 。

[0031] 该催化剂在以氨气为还原剂时,将 1000ppm 的一氧化氮 (NO), 1000ppm 的氨气 (NH_3), 2% 氧气 (O_2) 混合,其余反应混合气为氮气 (N_2),催化剂的装载量为 200mg,反应空速为 30000h^{-1} ,在 50℃、80℃、110℃、140℃、170℃、200℃、230℃、260℃和 290℃九个温度条件下,催化剂还原氮氧化物的转化率见表一。

[0032] 将实施例二中制备的催化剂在以氨气为还原剂时,将 1000ppm 的一氧化氮 (NO), 1000ppm 的氨气 (NH_3), 2% 氧气 (O_2) 混合,其余反应混合气为氮气 (N_2),通过装有 200mg 该复合氧化物催化剂,反应空速为 30000h^{-1} ,在较宽的温度范围内 (80–250℃) 即可实现高效的选择性催化还原 NO 。

[0033] 将 1000ppm 的一氧化氮 (NO), 1000ppm 的氨气 (NH_3), 2% 氧气 (O_2), 100ppm 二氧化硫 (SO_2) 混合,其余反应混合气为氮气 (N_2),通过装有 200mg 该复合氧化物催化剂的反应管,反应空速为 30000h^{-1} ,温度范围为 25–320℃条件下,本实施例制备的催化剂还原氮氧化物的转化率见附图 1。

[0034] 从图 1 中可以看出, SO_2 的加入对 100℃以下的 NO_x 转化率有一定影响,比无 SO_2 时略有降低,而在 100℃以上 SO_2 的加入几乎对 NO_x 转化率没有影响,并且 230℃以上时有一定的促进作用。

[0035] 将 1000ppm 的一氧化氮 (NO), 1000ppm 的氨气 (NH_3), 2% 氧气 (O_2) 混合,其余反应混合气为氮气 (N_2),催化剂的装载量为 200mg,反应空速为 30000h^{-1} ,温度 120℃条件下,先后通入和撤去 100ppm 二氧化硫 (SO_2) 催化剂,本实施例制备的催化剂还原氮氧化物的转化率见图 2。

[0036] 从图 2 中可以看出,在通入 SO_2 20 小时内 NO_x 转化率仅从 99%降低到 96%,可以认为 SO_2 的加入对 NO_x 转化率没有影响,说明本实施例制备的催化剂有较强的耐 SO_2 的能力。

[0037] 实施例三

[0038] 一种锰基低温脱硝催化剂,其原料组分为:含量为催化剂摩尔百分含量的 40%的硝酸锰,含量为催化剂摩尔百分含量的 5%的硝酸铁,含量为催化剂摩尔百分含量的 20%的结晶四氯化锡,余量为硝酸铈。

[0039] 一种锰基低温脱硝催化剂的制备方法,包括以下步骤:

[0040] 步骤一、将硝酸锰、硝酸铁、结晶四氯化锡和硝酸铈常温溶解于 115 倍摩尔量的水中,搅拌形成透明溶液,其中硝酸锰含量为催化剂摩尔百分含量的 40%,硝酸铁含量为催化

剂摩尔百分含量的 5% 的硝酸铁, 结晶四氯化锡含量为催化剂摩尔百分含量的 20%, 余量为硝酸铈;

[0041] 步骤二、将碳酸铵溶于水中配得 1mol/L 的碳酸铵溶液, 然后以 1mL/min 的速度逐滴加入到步骤一所配置的溶液中, 形成絮状沉淀, 于 30℃ 加热搅拌 2.5 小时得到浆液, 碳酸铵加入量等于步骤一所配溶液中金属盐摩尔量的两倍;

[0042] 步骤三、将步骤二所得浆液放入超声波清洗机里超声浸渍 2 小时, 然后抽滤, 得到滤饼, 然后用去离子水清洗;

[0043] 步骤四、将滤饼在烘箱内 110℃ 干燥 12 小时, 再放入马弗炉于 500℃ 焙烧 6 小时, 得到锰基低温脱硝催化剂 $\text{Mn}(0.4)\text{Fe}(0.05)\text{Sn}(0.2)\text{CeO}_x$ 催化剂。

[0044] 制得的催化剂中各元素的摩尔比例为 $\text{Mn} : \text{Fe} : \text{Sn} : \text{Ce} = 39 : 4 : 18 : 39$ 。

[0045] 该催化剂在以氨气为还原剂时, 将 1000ppm 的一氧化氮 (NO), 1000ppm 的氨气 (NH_3), 2% 氧气 (O_2) 混合, 其余反应混合气为氮气 (N_2), 催化剂的装载量为 200mg, 反应空速为 30000h^{-1} , 在 50℃、80℃、110℃、140℃、170℃、200℃、230℃、260℃ 和 290℃ 九个温度条件下, 催化剂还原氮氧化物的转化率见表一。

[0046] 实施例四

[0047] 一种锰基低温脱硝催化剂, 其原料组分为: 含量为催化剂摩尔百分含量的 40% 的硝酸锰, 含量为催化剂摩尔百分含量的 8% 的硝酸铁, 含量为催化剂摩尔百分含量的 30% 的结晶四氯化锡, 余量为硝酸铈。

[0048] 一种锰基低温脱硝催化剂的制备方法, 包括以下步骤:

[0049] 步骤一、将硝酸锰、硝酸铁、结晶四氯化锡和硝酸铈常温溶解于 100 倍摩尔量的水中, 搅拌形成透明溶液, 其中硝酸锰含量为催化剂摩尔百分含量的 40%, 硝酸铁含量为催化剂摩尔百分含量的 8% 的硝酸铁, 结晶四氯化锡含量为催化剂摩尔百分含量的 30%, 余量为硝酸铈;

[0050] 步骤二、将碳酸铵溶于水中配得 1mol/L 的碳酸铵溶液, 然后以 1mL/min 的速度逐滴加入到步骤一所配置的溶液中, 形成絮状沉淀, 于 40℃ 加热搅拌 3 小时得到浆液, 碳酸铵加入量等于步骤一所配溶液中金属盐摩尔量的两倍;

[0051] 步骤三、将步骤二所得浆液放入超声波清洗机里超声浸渍 3 小时, 然后抽滤, 得到滤饼, 然后用去离子水清洗;

[0052] 步骤四、将滤饼在烘箱内 110℃ 干燥 12 小时, 再放入马弗炉于 500℃ 焙烧 7 小时, 得到锰基低温脱硝催化剂 $\text{Mn}(0.4)\text{Fe}(0.08)\text{Sn}(0.3)\text{CeO}_x$ 催化剂。

[0053] 制得的催化剂中各元素的摩尔比例为 $\text{Mn} : \text{Fe} : \text{Sn} : \text{Ce} = 39 : 5 : 35 : 21$ 。

[0054] 该催化剂在以氨气为还原剂时, 将 1000ppm 的一氧化氮 (NO), 1000ppm 的氨气 (NH_3), 2% 氧气 (O_2) 混合, 其余反应混合气为氮气 (N_2), 催化剂的装载量为 200mg, 反应空速为 30000h^{-1} , 在 50℃、80℃、110℃、140℃、170℃、200℃、230℃、260℃ 和 290℃ 九个温度条件下, 催化剂还原氮氧化物的转化率见表一

[0055] 对照组

[0056] 在现有技术中广泛报道的一种锰基低温脱硝催化剂, 其原料组分为: 含量为催化剂摩尔百分含量的 40% 的硝酸锰, 含量为催化剂摩尔百分含量的 60% 的硝酸铈。

[0057] 其制备方法包括以下步骤:

[0058] 步骤一、按照锰铈摩尔比为 2 : 3 的比例将硝酸锰和硝酸铈常温溶解于 110 倍摩尔量的水中, 搅拌形成透明溶液;

[0059] 步骤二、将碳酸铵溶于水中配得 1mol/L 的碳酸铵溶液, 然后以 1mL/min 的速度逐滴加入到步骤一所配置的溶液中, 形成絮状沉淀, 于 25℃ 加热搅拌 1 小时得到浆液, 碳酸铵加入量等于步骤一所配溶液中金属盐摩尔量的两倍;

[0060] 步骤三、将滤饼在烘箱内 120℃ 干燥 12 小时, 再放入马弗炉于 500℃ 焙烧 6 小时, 得到锰基低温脱硝催化剂 Mn(0.4)CeO_x 催化剂。

[0061] 制的催化剂中各元素的摩尔比例为 Mn : Ce = 35 : 65。

[0062] 该催化剂在以氨气为还原剂时, 将 1000ppm 的一氧化氮 (NO), 1000ppm 的氨气 (NH₃), 2% 氧气 (O₂) 混合, 其余反应混合气为氮气 (N₂), 催化剂的装载量为 200mg, 反应空速为 30000h⁻¹, 在 50℃、80℃、110℃、140℃、170℃、200℃、230℃、260℃ 和 290℃ 九个温度条件下, 催化剂还原氮氧化物的转化率见附表一。

[0063] 附表一

[0064]

例子	催化剂	氮氧化物转化率 / %								
		50℃	80℃	110℃	140℃	170℃	200℃	230℃	260℃	290℃
实施 例一	Mn(0.4)Fe(0.05)Sn(0.05)CeO _x	41.22	77.35	96.08	99.84	99.86	99.82	99.70	99.64	81.55
实施 例二	Mn(0.4)Fe(0.06)Sn(0.1)CeO _x	46.51	98.57	99.68	99.83	99.84	99.89	99.85	85.52	61.37
实施 例三	Mn(0.4)Fe(0.05)Sn(0.2)CeO _x	51.85	71.14	95.96	99.71	99.81	99.82	99.79	88.32	74.91
实施 例四	Mn(0.4)Fe(0.08)Sn(0.3)CeO _x	25.51	76.89	99.10	99.71	99.78	99.76	99.82	90.58	81.18
对照 组	Mn(0.4)CeO _x	14.05	59.20	86.82	93.53	95.90	97.29	97.89	87.07	66.60

[0065] 由附表一可见, 本发明的金属氧化物催化剂比现有技术具有更高的氮氧化物的净化效率。

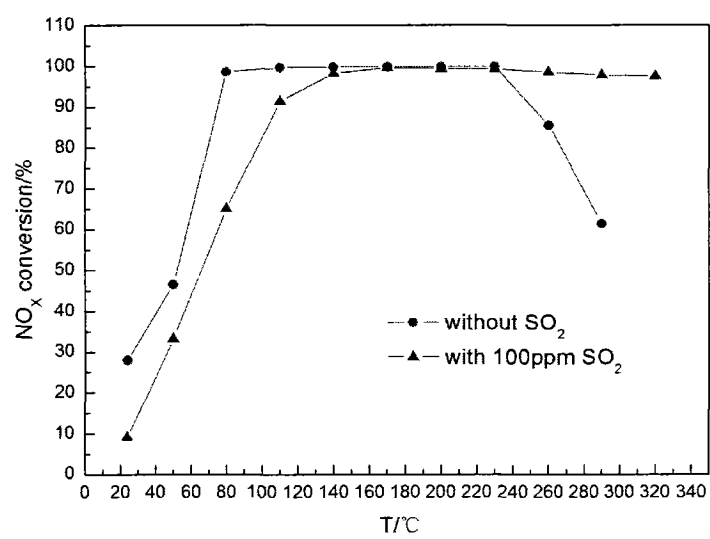


图 1

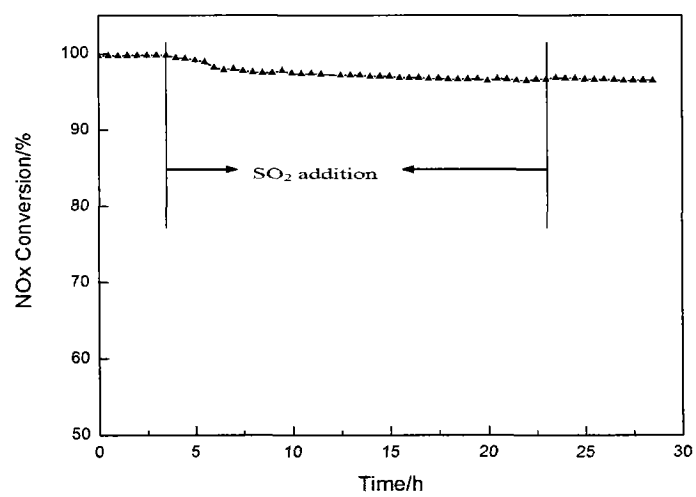


图 2