

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103111333 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 22

(21) 申请号 201310051294. 6

B01D 53/50 (2006. 01)

(22) 申请日 2013. 02. 16

(71) 申请人 河北科技大学

地址 050018 河北省石家庄市裕华东路 70
号

(72) 发明人 段二红 宋玉 郭斌 赵文霞
梁伟朝

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司
11332

代理人 朱江岭

(51) Int. Cl.

B01J 31/28 (2006. 01)

B01J 31/26 (2006. 01)

B01J 31/32 (2006. 01)

B01D 53/86 (2006. 01)

权利要求书2页 说明书5页

(54) 发明名称

一种离子液体和金属双改性海泡石的制备方法及应用

(57) 摘要

本发明涉及一种离子液体与金属双改性海泡石的制备方法及应用,以海泡石为原料,首先对其进行水热-盐酸法预处理,然后采用浸渍法对海泡石进行金属改性,接着用四烷基卤化铵/己内酰胺离子液体改性负载金属的海泡石,得到离子液体和金属双改性海泡石。将其用吸附-催化氧化二氧化硫工艺,发现该催化剂在一定温度下能高效吸附和催化氧化二氧化硫,三氧化硫用 95% 硫酸吸收,硫资源得到回收。本方法工艺简单,改性成本低廉,应用操作简便。该技术实现了海泡石的资源化与二氧化硫的无害化和减量化。

1. 一种离子液体和金属双改性海泡石的制备方法及应用,其特征是,它包括以下步骤:

a. 预处理:将原始海泡石与 10 倍质量的水混合装入高压釜,150℃搅拌 3h,抽滤,在 105℃干燥 4h,粉碎即得到水热处理海泡石;然后将所得水热处理海泡石与 10 倍质量的质量分数为 6% 的盐酸在 25℃下反应 6h,抽滤,水洗至中性,110℃干燥 4h,得到水热-盐酸处理海泡石;

所述盐酸浓度以体积百分比计算;

b. 金属改性:采用浸渍法对步骤 a 所得的水热-盐酸处理海泡石进行金属改性,将水热-盐酸处理海泡石浸渍在质量分数为 15~25% 的金属硝酸盐溶液中 2~6h,过滤,滤饼用等体积水洗涤 3 次,干燥后在氮气保护下 550℃焙烧 4h,得到金属改性海泡石;

c. 离子液体改性:将步骤 b 得到的金属改性海泡石浸渍入质量分数为 1~30% 的己内酰胺-四烷基卤化铵离子液体丙酮溶液中,以液面覆盖过金属改性海泡石为好,常温浸渍 18~30h,过滤,用等体积的丙酮洗涤滤饼 3 次,晾干 24h,35℃真空干燥 6h,得离子液体和金属双改性海泡石催化剂;

所述离子液体为己内酰胺-四烷基卤化铵离子液体;

d. 将步骤 c 所得的己内酰胺-四烷基卤化铵离子液体与金属双改性海泡石催化剂放入吸附塔中,在 10~80℃吸附-催化氧化 1000~5000ppm 的二氧化硫气体 3h,吸附-催化氧化后的气体用 95% 硫酸吸收。

2. 如权利要求 1 所述的一种离子液体和金属双改性海泡石的制备方法及应用,其特征是,所述金属硝酸盐为硝酸铜、硝酸铁、硝酸镍、硝酸钡、硝酸铅、硝酸钴或硝酸锰中的一种。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的离子液体和金属双改性海泡石的制备方法及应用,其特征是,所述离子液体中四烷基卤化铵为四甲基氯化铵、四甲基溴化铵、四乙基氯化铵、四乙基溴化铵、四丙基氯化铵、四丙基溴化铵、四丁基氯化铵、四丁基溴化铵、四戊基氯化铵、四戊基溴化铵、四己基氯化铵、四己基溴化铵、四庚基氯化铵、四庚基溴化铵、四辛基氯化铵、四辛基溴化铵、四壬基氯化铵、四壬基溴化铵、四癸基氯化铵或四癸基溴化铵中的一种。

4. 如权利要求 1 所述的一种离子液体和金属双改性海泡石的制备方法及应用,其特征是,它包括以下具体步骤:

a. 预处理:将原始海泡石与 10 倍质量的水混合装入高压釜,150℃搅拌 3h,抽滤,在 105℃干燥 4h,粉碎即得到水热处理海泡石;然后将所得水热处理海泡石与 10 倍质量的质量分数为 6% 的盐酸在 25℃下反应 6h,抽滤,水洗至中性,110℃干燥 4h,得到水热-盐酸处理海泡石;

所述盐酸浓度以体积百分比计算;

b. 金属改性:将步骤 a 得到的海泡石浸渍在按质量分数为 20% 的硝酸铜溶液中 2h,过滤,滤饼用等体积水洗涤 3 次,干燥后在氮气保护下 550℃焙烧 4h,得到铜改性海泡石;

c. 离子液体改性:室温下,用己内酰胺分别和四丁基溴化铵进行反应,生成己内酰胺/四丁基溴化铵按质量比为 2:1 的离子液体。配制质量分数为 20% 的己内酰胺-四丁基溴化铵离子液体丙酮溶液。将步骤 b 得到的海泡石浸渍入离子液体丙酮溶液中,以液面覆盖过活性炭为好,常温浸渍 30h,过滤,用等体积的丙酮洗涤滤饼 3 次,晾干 24h,真空电热鼓风干燥箱中 35℃真空干燥 6h。最终得到己内酰胺-四丁基溴化铵和铜双改性海泡石;

d 将双改性海泡石放入吸附塔中, 80℃ 吸附 - 催化氧化 1000ppm 的二氧化硫气体 3h, 吸附 - 催化氧化后的气体用 95% 硫酸吸收。

一种离子液体和金属双改性海泡石的制备方法及应用

技术领域

[0001] 本发明属于非金属矿和大气环境领域,具体涉及一种离子液体和金属双改性海泡石的制备方法及应用。

背景技术

[0002] 我国是以煤炭为主要能源的国家,能源结构中煤炭占 80% 以上。随着我国经济的快速增长,城市化进程加快,人口不断增长,对能源的需求量也急骤上升,随之而来的二氧化硫污染问题日益突显。我国是世界上第一大煤炭消费国,第一大二氧化硫排放国。目前我国的大气污染属于典型的煤烟型污染,控制二氧化硫排放及酸雨危害一直是环境保护的重要任务。《国家环境保护“十二五”规划》中提出 2015 年二氧化硫排放量比 2010 年减少 8%。全国工业 SO_2 排放量占到总体的 70% 以上,因此控制烟气脱硫可以有效控制二氧化硫污染、防治酸雨危害。

[0003] 国内外已研究开发出百余种烟气脱硫技术:钙法、氨法、炭法、镁法和钠法等。炭法脱硫技术因具有以下优点:不需随时向系统中加入脱硫剂,脱硫剂消耗少,运行费用低;脱硫产物能以浓硫酸、硫酸、硫磺等多种形式回收利用,适应不同的市场需求,设备相对较少,工艺流程简单,被认为是极具前景的烟气脱硫技术,已成为各国竞相研究开发的重要技术。但是由于普通活性炭存在脱硫容量低、脱硫速率慢、更换成本较高等缺点,阻碍了其工业推广应用,但国内海泡石资源丰富,来源广泛,性能优良,价格相较于活性炭便宜很多,且容易再生。

[0004] 海泡石是一种具有层链状结构的含水富镁硅酸盐黏土,属于非金属矿物,全国已发现海泡石矿产地 50 多处,储量约 1200 万吨。基于其巨大的表面积和多微孔结构多被用作工业上催化剂的载体。由于天然海泡石自身酸性极弱且富含杂质,一般不能单作为催化剂使用。多数学者研究发现通过对海泡石的改性可以优化其性能,使之适用于各类催化反应,扩大其应用范围。总结国内外研究可以看出,海泡石的改性方法主要包括酸改性、离子交换改性、有机配合物改性及矿物改性等,但均不够完善。酸改性虽能增加海泡石的热稳定性及比表面积,但海泡石的结构容易遭到破坏;尽管离子交换改性克服了酸改性对海泡石结构的破坏,但并不能用来改变海泡石的比表面积等。

发明内容

[0005] 本发明为解决现有技术中的问题,提供了一种离子液体和金属双改性海泡石的制备方法及应用。它具有吸附容量大、脱硫速率快、催化氧化率高的优点,在空气净化领域的应用前景广泛。。

[0006] 本发明按以下技术方案予以实现:

[0007] 一种离子液体和金属双改性海泡石的制备方法及应用,它包括以下步骤:

[0008] a. 预处理:将原始海泡石与 10 倍质量的水混合装入高压釜,150℃搅拌 3h,抽滤,在 105℃干燥 4h,粉碎即得到水热处理海泡石;然后将所得水热处理海泡石与 10 倍质量的

质量分数为 6% 的盐酸在 25℃ 下反应 6h, 抽滤, 水洗至中性, 110℃ 干燥 4h, 得到水热 - 盐酸处理海泡石; 所述盐酸浓度以体积百分比计算。

[0009] b. 金属改性: 采用浸渍法对步骤 a 所得的水热 - 盐酸处理海泡石进行金属改性, 将水热 - 盐酸处理海泡石浸渍在质量分数为 15~25% 的金属硝酸盐溶液中 2~6h, 过滤, 滤饼用等体积水洗涤 3 次, 干燥后在氮气保护下 550℃ 焙烧 4h, 得到金属改性海泡石;

[0010] c. 离子液体改性: 将步骤 b 得到的金属改性海泡石浸渍入质量分数为 1~30% 的己内酰胺 - 四烷基卤化铵离子液体丙酮溶液中, 以液面覆盖过金属改性海泡石为好, 常温浸渍 18~30h, 过滤, 用等体积的丙酮洗涤滤饼 3 次, 晾干 24h, 35℃ 真空干燥 6h, 得离子液体和金属双改性海泡石催化剂;

[0011] 所述离子液体为己内酰胺 - 四烷基卤化铵离子液体;

[0012] d. 将步骤 c 所得的己内酰胺 - 四烷基卤化铵离子液体与金属双改性海泡石催化剂放入吸附塔中, 在 10~80℃ 吸附 - 催化氧化 1000~5000ppm 的二氧化硫气体 3h, 吸附 - 催化氧化后的气体用 95% 硫酸吸收。

[0013] 所述金属硝酸盐为硝酸铜、硝酸铁、硝酸镍、硝酸钡、硝酸铅、硝酸钴或硝酸锰中的一种。

[0014] 所述离子液体中四烷基卤化铵为四甲基氯化铵、四甲基溴化铵、四乙基氯化铵、四乙基溴化铵、四丙基氯化铵、四丙基溴化铵、四丁基氯化铵、四丁基溴化铵、四戊基氯化铵、四戊基溴化铵、四己基氯化铵、四己基溴化铵、四庚基氯化铵、四庚基溴化铵、四辛基氯化铵、四辛基溴化铵、四壬基氯化铵、四壬基溴化铵、四癸基氯化铵或四癸基溴化铵中的一种。

[0015] 优选的, 所述的一种离子液体和金属双改性海泡石的制备方法及应用, 它包括以下具体步骤:

[0016] a. 预处理: 将原始海泡石与 10 倍质量的水混合装入高压釜, 150℃ 搅拌 3h, 抽滤, 在 105℃ 干燥 4h, 粉碎即得到水热处理海泡石; 然后将所得水热处理海泡石与 10 倍质量的质量分数为 6% 的盐酸在 25℃ 下反应 6h, 抽滤, 水洗至中性, 110℃ 干燥 4h, 得到水热 - 盐酸处理海泡石;

[0017] 所述盐酸浓度以体积百分比计算;

[0018] b 金属改性: 将步骤 a 得到的海泡石浸渍在按质量分数为 20% 的硝酸铜溶液中 2h, 过滤, 滤饼用等体积水洗涤 3 次, 干燥后在氮气保护下 550℃ 焙烧 4h, 得到铜改性海泡石;

[0019] c 离子液体改性: 室温下, 用己内酰胺分别和四丁基溴化铵进行反应, 生成己内酰胺 - 四丁基溴化铵按质量比为 2:1 的离子液体。配制质量分数为 20% 的己内酰胺 - 四丁基溴化铵离子液体丙酮溶液。将步骤 b 得到的海泡石浸渍入离子液体丙酮溶液中, 以液面覆盖过活性炭为好, 常温浸渍 30h, 过滤, 用等体积的丙酮洗涤滤饼 3 次, 晾干 24h, 真空电热鼓风干燥箱中 35℃ 真空干燥 6h。最终得到己内酰胺 - 四丁基溴化铵和铜双改性海泡石;

[0020] d 将双改性海泡石放入吸附塔中, 80℃ 吸附 - 催化氧化 1000ppm 的二氧化硫气体 3h, 吸附 - 催化氧化后的气体用 95% 硫酸吸收。

[0021] 本发明方法先对海泡石进行金属改性, 主要目的是强化海泡石的催化氧化作用; 然后用己内酰胺 - 四烷基卤化铵离子液体对负载金属的海泡石进行改性, 以增加催化剂的比表面积, 强化其吸附性能, 提高海泡石的利用率, 为海泡石烟气脱硫技术的发展奠定基础。

[0022] 本发明与现有技术相比具有以下显著的优点：

[0023] 1、本发明的原料资源丰富，价格低廉，故本发明产品与现有技术相比大大降低了成本。

[0024] 2、己内酰胺－四烷基卤化铵离子液体和金属双改性海泡石与原海泡石相比具有吸附容量大、脱硫速率快、催化氧化率高的优点。

[0025] 3、本方法实现了海泡石非金属矿的资源化、二氧化硫的无害化、减量化和资源化，具有良好的经济效益、环境效益和社会效益。

[0026] 4、本发明预防和控制了二氧化硫污染问题，降低脱硫成本，提高海泡石利用率，实现了资源的综合利用，在空气净化领域应用前景广泛，社会效益显著。

具体实施方式

[0027] 下面结合实施例对本发明作进一步的说明。

[0028] 实施例 1

[0029] a. 预处理：将原始海泡石与 10 倍质量的水混合装入高压釜，150℃搅拌 3h，抽滤，在 105℃干燥 4h，粉碎即得到水热处理海泡石；然后将所得水热处理海泡石与 10 倍质量的质量分数为 6% 的盐酸在 25℃下反应 6h，抽滤，水洗至中性，110℃干燥 4h，得到水热－盐酸处理海泡石；

[0030] b 金属改性：将步骤 a 所得的海泡石浸渍质量分数为 20% 的硝酸铜溶液中 4h，过滤，滤饼用等体积水洗涤 3 次，干燥后在氮气保护下 550℃焙烧 4h，得到铜改性海泡石；

[0031] c 离子液体改性：室温下，用己内酰胺分别和四丁基氯化铵进行反应，生成四丁基氯化铵 / 己内酰胺 (2:1 质量比) 离子液体。配制质量分数为 10% 的己内酰胺－四丁基氯化铵离子液体丙酮溶液。将步骤 b 得到的海泡石浸渍入离子液体丙酮溶液中，以液面覆盖过活性炭为好，常温浸渍 24h，过滤，用等体积的丙酮洗涤滤饼 3 次，晾干 24h，真空电热鼓风干燥箱中 35℃真空干燥 6h。最终得到己内酰胺－四丁基氯化铵和铜双改性海泡石；

[0032] d 将步骤 c 所得的己内酰胺－四丁基氯化铵和铜双改性海泡石放入吸附塔中，40℃吸附－催化氧化 2000ppm 的二氧化硫气体 3h，吸附－催化氧化后的气体用 95% 硫酸吸收，吸附－催化总效率可达 98.91%，催化氧化效率可达 57.35%。

[0033] 实施例 2

[0034] a. 预处理：将原始海泡石与 10 倍质量的水混合装入高压釜，150℃搅拌 3h，抽滤，在 105℃干燥 4h，粉碎即得到水热处理海泡石；然后将所得水热处理海泡石与 10 倍质量的质量分数为 6% 的盐酸在 25℃下反应 6h，抽滤，水洗至中性，110℃干燥 4h，得到水热－盐酸处理海泡石；

[0035] b 金属改性：将步骤 a 得到的海泡石浸渍在质量分数为 20% 的硝酸铜溶液中 2h，过滤，滤饼用等体积水洗涤 3 次，干燥后在氮气保护下 550℃焙烧 4h，得到铜改性海泡石；

[0036] c 离子液体改性：室温下，用己内酰胺分别和四戊基溴化铵进行反应，生成己内酰胺 / 四戊基溴化铵 (2:1 质量比) 离子液体。配制质量分数为 10% 的己内酰胺－四戊基溴化铵离子液体丙酮溶液。将步骤 b 得到的海泡石浸渍入离子液体丙酮溶液中，以液面覆盖过活性炭为好，常温浸渍 30h，过滤，用等体积的丙酮洗涤滤饼 3 次，晾干 24h，真空电热鼓风干燥箱中 35℃真空干燥 6h。最终得到己内酰胺－四戊基溴化铵和铜双改性海泡石；

[0037] d 将双改性海泡石放入吸附塔中, 80℃吸附 - 催化氧化 1000ppm 的二氧化硫气体 3h, 吸附 - 催化氧化后的气体用 95% 硫酸吸收, 吸附 - 催化总效率可达 97.95%, 催化氧化效率可达 57.24%。

[0038] 实施例 3

[0039] a. 预处理: 将原始海泡石与 10 倍质量的水混合装入高压釜, 150℃搅拌 3h, 抽滤, 在 105℃干燥 4h, 粉碎即得到水热处理海泡石; 然后将所得水热处理海泡石与 10 倍质量的质量分数为 6% 的盐酸在 25℃下反应 6h, 抽滤, 水洗至中性, 110℃干燥 4h, 得到水热 - 盐酸处理海泡石;

[0040] b 金属改性: 将步骤 a 得到的海泡石浸渍在质量分数为 18% 的硝酸镍溶液中 5h, 过滤, 滤饼用等体积水洗涤 3 次, 干燥后在氮气保护下 550℃焙烧 4h, 得到镍改性海泡石;

[0041] c 离子液体改性: 室温下, 用己内酰胺分别和四乙基溴化铵进行反应, 生成四乙基溴化铵 / 己内酰胺 (2:1 质量比) 离子液体。配制质量分数为 5% 的己内酰胺 - 四丁基溴化铵离子液体丙酮溶液。将步骤 b 得到的海泡石浸渍入离子液体丙酮溶液中, 以液面覆盖过活性炭为好, 常温浸渍 18h, 过滤, 用等体积的丙酮洗涤滤饼 3 次, 晾干 24h, 真空电热鼓风干燥箱中 35℃真空干燥 6h。最终得到己内酰胺 - 四丁基溴化铵和镍双改性海泡石;

[0042] d 将己内酰胺 - 四丁基溴化铵和镍双改性海泡石放入吸附塔中, 50℃吸附 - 催化氧化 4000ppm 的二氧化硫气体 3h, 吸附 - 催化氧化后的气体用 95% 硫酸吸收, 吸附 - 催化总效率可达 96.23%, 催化氧化效率可达 53.81%。

[0043] 实施例 4

[0044] a. 预处理: 将原始海泡石与 10 倍质量的水混合装入高压釜, 150℃搅拌 3h, 抽滤, 在 105℃干燥 4h, 粉碎即得到水热处理海泡石; 然后将所得水热处理海泡石与 10 倍质量的质量分数为 6% 的盐酸在 25℃下反应 6h, 抽滤, 水洗至中性, 110℃干燥 4h, 得到水热 - 盐酸处理海泡石;

[0045] b 金属改性: 将步骤 a 得到的海泡石浸渍在质量分数为 25% 的硝酸钡溶液中 6h, 过滤, 滤饼用等体积水洗涤 3 次, 干燥后在氮气保护下 550℃焙烧 4h, 得到钡改性海泡石;

[0046] c 离子液体改性: 室温下, 用己内酰胺分别和四乙基氯化铵进行反应, 生成四乙基氯化铵 / 己内酰胺 (2:1 质量比) 离子液体。配制质量分数为 10% 的己内酰胺 - 四乙基氯化铵离子液体丙酮溶液。将步骤 b 得到的海泡石浸渍入离子液体丙酮溶液中, 以液面覆盖过活性炭为好, 常温浸渍 24h, 过滤, 用等体积的丙酮洗涤滤饼 3 次, 晾干 24h, 真空电热鼓风干燥箱中 35℃真空干燥 6h。最终得到四乙基氯化铵 / 己内酰胺和钡双改性海泡石;

[0047] d 将己内酰胺 - 四丁基溴化铵和钡双改性海泡石放入吸附塔中, 40℃吸附 - 催化氧化 1000ppm 的二氧化硫气体 3h, 吸附 - 催化氧化后的气体用 95% 硫酸吸收, 吸附 - 催化总效率可达 83.93%, 催化氧化效率可达 30.28%。

[0048] 实施例 5

[0049] a. 预处理: 将原始海泡石与 10 倍质量的水混合装入高压釜, 150℃搅拌 3h, 抽滤, 在 105℃干燥 4h, 粉碎即得到水热处理海泡石; 然后将所得水热处理海泡石与 10 倍质量的质量分数为 6% 的盐酸在 25℃下反应 6h, 抽滤, 水洗至中性, 110℃干燥 4h, 得到水热 - 盐酸处理海泡石;

[0050] b 金属改性: 将步骤 a 得到的海泡石浸渍在质量分数为 20% 的硝酸锰溶液中 4h, 过

滤,滤饼用等体积水洗涤 3 次,干燥后在氮气保护下 550℃焙烧 4h,得到锰改性海泡石;

[0051] c 离子液体改性:室温下,用己内酰胺分别和四乙基氯化铵进行反应,生成四乙基氯化铵/己内酰胺(2:1 质量比)离子液体。配制质量分数为 10%的己内酰胺-四乙基氯化铵离子液体丙酮溶液。将步骤 b 得到的海泡石浸渍入离子液体丙酮溶液中,以液面覆盖过活性炭为好,常温浸渍 30h,过滤,用等体积的丙酮洗涤滤饼 3 次,晾干 24h,真空电热鼓风干燥箱中 35℃真空干燥 6h。最终得到己内酰胺-四乙基氯化铵和锰双改性海泡石;

[0052] d 将己内酰胺-四乙基氯化铵和锰双改性海泡石放入吸附塔中,10℃吸附-催化氧化 1000ppm 的二氧化硫气体 3h,吸附-催化氧化后的气体用 95%硫酸吸收,吸附-催化总效率可达 86.11%,催化氧化效率可达 31.56%。

[0053] 实施例 6

[0054] a. 预处理:将原始海泡石与 10 倍质量的水混合装入高压釜,150℃搅拌 3h,抽滤,在 105℃干燥 4h,粉碎即得到水热处理海泡石;然后将所得水热处理海泡石与 10 倍质量的质量分数为 6%的盐酸在 25℃下反应 6h,抽滤,水洗至中性,110℃干燥 4h,得到水热-盐酸处理海泡石;

[0055] b 金属改性:将步骤 a 得到的海泡石浸渍在质量分数为 25%的硝酸钴溶液中 3h,过滤,滤饼用等体积水洗涤 3 次,干燥后在氮气保护下 550℃焙烧 4h,得到钴改性海泡石;

[0056] c 离子液体改性:室温下,用己内酰胺分别和四甲基溴化铵进行反应,生成四甲基溴化铵/己内酰胺(2:1 质量比)离子液体。配制质量分数为 20%的己内酰胺-四甲基溴化铵离子液体丙酮溶液。将步骤 b 得到的海泡石浸渍入离子液体丙酮溶液中,以液面覆盖过活性炭为好,常温浸渍 36h,过滤,用等体积的丙酮洗涤滤饼 3 次,晾干 24h,真空电热鼓风干燥箱中 35℃真空干燥 6h。最终得到己内酰胺-四甲基溴化铵和钴双改性海泡石;

[0057] d 将己内酰胺-四甲基溴化铵和钴双改性海泡石放入吸附塔中,70℃吸附-催化氧化 3000ppm 的二氧化硫气体 3h,吸附-催化氧化后的气体用 95%硫酸吸收,吸附-催化总效率可达 93.61%,催化氧化效率可达 50.24%。

[0058] 实施例 7

[0059] a. 预处理:将原始海泡石与 10 倍质量的水混合装入高压釜,150℃搅拌 3h,抽滤,在 105℃干燥 4h,粉碎即得到水热处理海泡石;然后将所得水热处理海泡石与 10 倍质量的质量分数为 6%的盐酸在 25℃下反应 6h,抽滤,水洗至中性,110℃干燥 4h,得到水热-盐酸处理海泡石;

[0060] b 金属改性:将步骤 a 得到的海泡石浸渍在质量分数为 17%的硝酸铅溶液中 6h,过滤,滤饼用等体积水洗涤 3 次,干燥后在氮气保护下 550℃焙烧 4h,得到铅改性海泡石;

[0061] c 离子液体:室温下,用己内酰胺分别和四甲基氯化铵进行反应,生成四甲基氯化铵/己内酰胺(2:1 质量比)离子液体。配制质量分数为 20%的己内酰胺-四甲基氯化铵离子液体丙酮溶液。将步骤 b 得到的海泡石浸渍入离子液体丙酮溶液中,以液面覆盖过活性炭为好,常温浸渍 24h,过滤,用等体积的丙酮洗涤滤饼 3 次,晾干 24h,真空电热鼓风干燥箱中 35℃真空干燥 6h。最终得到己内酰胺-四甲基氯化铵和铅双改性海泡石;

[0062] d 将己内酰胺-四甲基氯化铵和铅双改性海泡石放入吸附塔中,20℃吸附-催化氧化 5000ppm 的二氧化硫气体 3h,吸附-催化氧化后的气体用 95%硫酸吸收,吸附-催化总效率可达 88.75%,催化氧化效率可达 46.92%。