



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102000544 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 21

(21) 申请号 201010565458. 3

CN 101314727 A, 2008. 12. 03, 实施例.

(22) 申请日 2010. 11. 30

审查员 曾文锋

(73) 专利权人 南京工业大学

地址 210009 江苏省南京市新模范马路 5 号

(72) 发明人 刘晓勤 孙林兵 何古色 朱志敏

(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 刘成群

(51) Int. Cl.

B01J 20/18 (2006. 01)

C10G 25/05 (2006. 01)

B01J 20/34 (2006. 01)

B01J 20/30 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101195778 A, 2008. 06. 11, 实施例.

CN 101157454 A, 2008. 04. 09, 实施例.

JP 特开 2003-80225 A, 2003. 03. 18, 实施
例.

权利要求书 1 页 说明书 6 页

(54) 发明名称

一种用于汽油脱硫的吸附剂及其制备方法和
在汽油脱硫中的应用

(57) 摘要

本发明属于汽油脱硫领域,公开了一种用于
汽油脱硫的吸附剂及其制备方法和在汽油脱硫中
的应用。该吸附剂是由氯化亚铜与铝元素掺杂介
孔氧化硅分子筛充分研磨后,在惰性气氛下焙烧
制得。将吸附剂与含硫的汽油相接触,利用吸附法
实现汽油的脱硫。该吸附剂吸附效果好,吸附剂再
生后仍能维持较好的脱硫效果。

1. 一种用于汽油脱硫的吸附剂,由氯化亚铜与铝元素掺杂介孔氧化硅分子筛充分研磨后,在惰性气氛下焙烧制得;

其中:

铝元素掺杂介孔氧化硅分子筛通过下列方法制备得到:称取一定量的含铝化合物,加少量去离子水搅拌溶解 0.5 ~ 2h,然后再加一定量的介孔氧化硅分子筛搅拌 2 ~ 24h,后升温至 60 ~ 100°C 蒸发掉多余水分,得到的样品 60 ~ 100°C 晾干,晾干后的样品在 400 ~ 600°C 下通入空气焙烧 3 ~ 10h,得到铝元素掺杂介孔氧化硅分子筛;含铝化合物与介孔氧化硅分子筛的质量比为:0.3871 ~ 3.1524;

惰性气氛为 Ar、He 或 N₂;

提供铝元素的化合物为硝酸铝、氯化铝、硫酸铝、异丙醇铝;介孔氧化硅分子筛为 SBA-15、MCM-41、MCM-48。

2. 根据权利要求 1 所述的吸附剂,其特征在于铜元素的负载量为 2 ~ 8mmol/g 载体。

3. 根据权利要求 1 所述的吸附剂,其特征在于介孔氧化硅分子筛 SBA-15 通过下列方法制备得到:称取 3g P123 模板剂溶解在 90g 的 2mol/L 盐酸和 22.5g 去离子水的混合溶液中,搅拌澄清后,放入 40°C 恒温水浴中搅拌 0.5h,然后加入 6.38g 正硅酸四乙酯,保持 40°C 恒温、600 转 / 分恒转速搅拌 24h,然后将体系升温至 100°C 并在此温陈化晶化 24h,取出样品,用去离子水洗涤、抽滤,最后室温下晾干,晾干后的样品在 550°C 下通入空气焙烧 5h 去除模板剂,得到介孔氧化硅分子筛 SBA-15;

介孔氧化硅分子筛 MCM-41 通过下列方法制备得到:先将 2.43g 的模板剂十六烷基三甲基溴化铵溶解到 27.78g 的去离子水中,然后加入 68.72g 的 2mol/L HCl,搅拌澄清后,放入 30°C 恒温水浴中搅拌 0.5h,然后加入 6.9444g 的正硅酸四乙酯,保持 30°C 恒温、600 转 / 分恒转速搅拌 24h,得到的产品用去离子水洗涤、抽滤,100°C 晾干,晾干后的样品在 550°C 下通入空气焙烧 5h 去除模板剂,得到介孔氧化硅分子筛 MCM-41;

介孔氧化硅分子筛 MCM-48 通过下列方法制备得到:先将 0.192g 氢氧化钠溶于 10.04g 的去离子水中,然后将 2.04g 十六烷基三甲基溴化铵加入到溶液中,在 35°C 下 600 转 / 分恒转速搅拌溶解,待溶液澄清时,缓慢加入 2.08g 正硅酸四乙酯,继续保持 35°C 恒温搅拌约 0.5h,得到乳白色溶胶,将体系升温至 100°C 并在此温陈化晶化 3d,取出样品,用去离子水洗涤、抽滤,最后室温下晾干,晾干后的样品在 550°C 下通入空气焙烧 4h 去除模板剂,得到介孔氧化硅分子筛 MCM-48。

4. 根据权利要求 1 所述的吸附剂制备方法,其特征在于包括以下步骤:

称取一定质量的铝元素掺杂介孔氧化硅分子筛和氯化亚铜,经过充分研磨后,在惰性气氛下 300 ~ 400°C 焙烧 2 ~ 12h,冷却到室温后得到吸附剂。

5. 权利要求 1 所述的吸附剂在汽油脱硫中的应用。

6. 一种汽油吸附脱硫方法,其特征在于该方法采用权利要求 1 所述的吸附剂与含硫的汽油相接触,利用吸附法实现汽油的脱硫;汽油与吸附剂接触的条件是:温度为室温 ~ 50°C,压力为常压 ~ 0.5MPa;含硫的汽油为含噻吩类硫化物的汽油。

7. 根据权利要求 6 所述的方法,其特征在于温度为室温,压力为常压。

8. 权利要求 1 所述吸附剂的再生方法,其特征在于将吸附饱和后的吸附剂在常温下通惰性气体吹扫 2 ~ 24h,然后在惰性气体气氛、300 ~ 400°C 下焙烧 2 ~ 12h。

一种用于汽油脱硫的吸附剂及其制备方法和在汽油脱硫中的应用

技术领域

[0001] 本发明属于汽油脱硫领域,涉及一种用于汽油脱硫的含铜介孔氧化硅吸附剂及其制备方法和在汽油脱硫中的应用以及该吸附剂的再生方法。

背景技术

[0002] 燃料油(汽油、柴油和煤油等)中所含的有机硫是导致环境污染的主要因素之一,通过燃烧生成硫氧化物,导致形成酸雨,腐蚀建筑。因此,脱除这些含硫化合物是燃料油精炼的重要过程。如今,依靠加氢脱硫技术可以降低燃料油中的硫含量,但是若达到深度脱硫的目的,不仅需要更高的能耗,还要增加氢的损耗。因此,人们把目光投向开发新型吸附剂来选择性吸附脱硫的研究上来。吸附脱硫法条件温和,工艺简单,成为研究热点。

[0003] 吸附脱硫过程重点就是开发新型的吸附剂,提高吸附剂的吸附容量。文献(Ind. Eng. Chem. Res., 2006, 45 :7892)报道了将 CuCl 负载在 SBA-15 上,作为吸附剂脱除模拟燃料油中的噻吩,结果表明, CuCl/SBA-15 对噻吩的吸附量有很大的提高。

[0004] 文献(Chem. Eng. Sci., 2008, 63 :356)报道了将 CuCl、PdCl₂ 负载在 MCM-41 及 SBA-15 上,脱除航空煤油中的硫化物,表现出良好的吸附性能。

[0005] 近年来对吸附剂的研究都集中在纯的介孔氧化硅上,尚未见到有用铝元素掺杂介孔氧化硅做载体,通过负载 CuCl 制备脱硫吸附剂的报道。

发明内容

[0006] 本发明的目的是在于提供一种用于汽油脱硫特别是脱除汽油中噻吩类硫化物的吸附剂。

[0007] 本发明另一个目的是提供上述吸附剂的制备方法。

[0008] 本发明的还有一个目的是提供采用上述吸附剂在汽油脱硫中的应用以及利用该吸附剂进行汽油脱硫的方法。

[0009] 本发明的再有一个目的是提供上述吸附剂的再生方法。

[0010] 本发明的目的是通过下列技术方案实现的:

[0011] 一种用于汽油脱硫的吸附剂,由氯化亚铜与铝元素掺杂介孔氧化硅分子筛充分研磨后,在惰性气氛下焙烧制得。

[0012] 所述的吸附剂,其中铜元素的负载量为 2 ~ 8mmol/g 载体。

[0013] 所述的吸附剂,其中提供铝元素的化合物为硝酸铝、氯化铝、硫酸铝、异丙醇铝;介孔氧化硅分子筛为 SBA-15、MCM-41、MCM-48;惰性气氛为 Ar、He 或 N₂。

[0014] 所述的吸附剂,其中介孔分子筛 SBA-15 通过下列方法制备得到:称取 3g P123(EO₂₀PO₂₀EO₂₀) 模板剂溶解在 90g 的 2mol/L 盐酸和 22.5g 去离子水的混合溶液中,搅拌澄清后,放入 40℃ 恒温水浴中搅拌 0.5h,然后加入 6.38g 正硅酸四乙酯,保持 40℃ 恒温、600 转/分恒转速搅拌 24h,然后将体系升温至 100℃ 并在此温陈化晶化 24h,取出样品,用去离

子水洗涤、抽滤,最后室温下晾干,晾干后的样品在 550℃下通入空气焙烧 5h 去除模板剂,得到介孔分子筛 SBA-15;

[0015] 介孔分子筛 MCM-41 通过下列方法制备得到:先将 2.43g 的模板剂十六烷基三甲基溴化铵溶解到 27.78g 的去离子水中,然后加入 68.72g 的 2mol/L HCl,搅拌澄清后,放入 30℃恒温水浴中搅拌 0.5h,然后加入 6.9444g 的正硅酸四乙酯,保持 30℃恒温、600 转/分恒转速搅拌 24h,得到的产品用去离子水洗涤、抽滤,100℃晾干,晾干后的样品在 550℃下通入空气焙烧 5h 去除模板剂,得到介孔分子筛 MCM-41;

[0016] 介孔分子筛 MCM-48 通过下列方法制备得到:先将 0.192g 氢氧化钠溶于 10.04g 的去离子水中,然后将 2.04g 十六烷基三甲基溴化铵加入到溶液中,在 35℃下 600 转/分恒转速搅拌溶解,待溶液澄清时,缓慢加入 2.08g 正硅酸四乙酯,继续保持 35℃恒温搅拌约 0.5h,得到乳白色溶胶,将体系升温至 100℃并在此温陈化晶化 3d,取出样品,用去离子水洗涤、抽滤,最后室温下晾干,晾干后的样品在 550℃下通入空气焙烧 4h 去除模板剂,得到介孔分子筛 MCM-48。

[0017] 所述的吸附剂,其中铝元素掺杂介孔氧化硅分子筛通过下列方法制备得到:称取一定量的含铝化合物,加少量去离子水搅拌溶解 0.5 ~ 2h,然后再加一定量的介孔氧化硅分子筛搅拌 2 ~ 24h,后升温至 60 ~ 100℃蒸发掉多余水分,得到的样品 60 ~ 100℃晾干,晾干后的样品在 400 ~ 600℃下通入空气焙烧 3 ~ 10h,得到铝元素掺杂介孔氧化硅分子筛。

[0018] 所述的吸附剂,其中制备铝元素掺杂介孔氧化硅分子筛方法中含铝化合物与介孔氧化硅分子筛的质量比为:0.3871 ~ 3.1524。

[0019] 所述吸附剂的制备方法,该方法包括以下步骤:

[0020] 称取一定质量的铝元素掺杂介孔氧化硅分子筛和氯化亚铜,经过充分研磨后,在惰性气氛下 300 ~ 400℃焙烧 2 ~ 12h,冷却到室温后得到吸附剂。

[0021] 所述吸附剂在汽油脱硫中的应用。

[0022] 一种汽油吸附脱硫方法,该方法采用上述的吸附剂与含硫的汽油相接触,利用吸附法实现汽油的脱硫。液相产物用 Varian 3800 气相色谱测定其硫含量。

[0023] 所述的方法,其中汽油与吸附剂接触的条件是:温度为室温 ~ 50℃,压力为常压 ~ 0.5MPa;优选温度为室温,压力为常压;含硫的汽油为含噻吩类硫化物的汽油。

[0024] 所述分子筛吸附剂的再生方法,该方法是将吸附饱和后的分子筛吸附剂在常温下通惰性气体吹扫 2 ~ 24h,然后在惰性气体气氛、300 ~ 400℃下焙烧 2 ~ 12h。再生后的吸附剂可重复使用。

[0025] 本发明提供的汽油脱硫方法中所述汽油含有的硫化物一般为噻吩、苯并噻吩、二苯并噻吩及它们的衍生物等一系列的有机硫化物。

[0026] 本发明的有益效果

[0027] 本发明提供的新型脱硫吸附剂,采用铝元素掺杂的介孔氧化硅分子筛作为载体与氯化亚铜经过混合、在惰性气氛下焙烧,制得吸附剂。未掺杂铝元素的样品,脱硫量仅 167 μmol 硫/g 吸附剂,而本发明制备的吸附剂对噻吩类硫化物的吸附容量大,脱硫效率高,脱硫量达到 240 μmol 硫/g 吸附剂;吸附剂再生后仍然能够维持较好的脱硫效果,恢复 97% 以上的脱硫能力。

具体实施方式

[0028] 下面的实例将对本发明予以进一步的说明,但本发明的内容完全不限于此。

[0029] 实施例 1(未掺杂铝元素的样品,用于对比)

[0030] 称取 1g SBA-15 及 0.3960g CuCl,经过充分研磨后在 Ar 气氛、380℃下焙烧 2h 制得铜元素的负载量为 4mmol/g SBA-15 的吸附剂。

[0031] 将 5mL 噻吩溶于 45mL 异辛烷中,稀释配成硫含量为 500ppm 的模拟汽油。吸附柱内吸附剂质量为 0.2827g,模型汽油由吸附柱底部进入,以 3mL/h 的流速通过整个吸附柱,将液相产物用 Varian 3800 气相色谱仪来测定其硫含量,脱硫量为 167 μmol 硫/g 吸附剂(本申请中表述的脱硫量均为吸附剂饱和吸附时的吸附量,下同)。

[0032] 实施例 2

[0033] 称取 0.3097g 硝酸铝溶解于一定量去离子水中,再加入 0.8g SBA-15 室温下搅拌 24h,然后升温至 80℃下蒸发掉多余水分,得到的样品 100℃晾干,晾干后的样品在 550℃下通入空气焙烧 5h,得到氧化铝含量为总质量的 5%的样品,标记为 AS-5。

[0034] 称取 1g AS-5 及 0.3960g CuCl,经过充分研磨后在 Ar 气氛、380℃下焙烧 2h 制得铜元素的负载量为 4mmol/g AS-5 的吸附剂。

[0035] 将 5mL 噻吩溶于 45mL 异辛烷中,稀释配成硫含量为 500ppm 的模拟汽油。吸附柱内吸附剂质量为 0.2872g,模型汽油由吸附柱底部进入,以 3mL/h 的流速通过整个吸附柱,将液相产物用 Varian 3800 气相色谱仪来测定其硫含量,脱硫量为 235 μmol 硫/g 吸附剂。

[0036] 实施例 3

[0037] 称取 0.6538g 硝酸铝溶解于一定量去离子水中,再加入 0.8g SBA-15 室温下搅拌 24h,然后升温至 80℃下蒸发掉多余水分,得到的样品 100℃晾干,晾干后的样品在 550℃下通入空气焙烧 5h,得到氧化铝含量为总质量的 10%的样品,标记为 AS-10。

[0038] 称取 1g AS-10 及 0.3960g CuCl,经过充分研磨后在 Ar 气氛、380℃下焙烧 2h 制得铜元素的负载量为 4mmol/g AS-10 的吸附剂。

[0039] 将 5mL 噻吩溶于 45mL 异辛烷中,稀释配成硫含量为 500ppm 的模拟汽油。吸附柱内吸附剂质量为 0.2853g,模型汽油由吸附柱底部进入,以 3mL/h 的流速通过整个吸附柱,将液相产物用 Varian 3800 气相色谱仪来测定其硫含量,脱硫量为 240 μmol 硫/g 吸附剂。

[0040] 实施例 4

[0041] 称取 1.4711g 硝酸铝溶解于一定量去离子水中,再加入 0.8g SBA-15 室温下搅拌 24h,然后升温至 80℃下蒸发掉多余水分,得到的样品 100℃晾干,晾干后的样品在 550℃下通入空气焙烧 5h,得到氧化铝含量为总质量的 20%的样品,标记为 AS-20。

[0042] 称取 1g AS-20 及 0.3960g CuCl,经过充分研磨后在 Ar 气氛、380℃下焙烧 2h 制得铜元素的负载量为 4mmol/g AS-20 的吸附剂。

[0043] 将 5mL 噻吩溶于 45mL 异辛烷中,稀释配成硫含量为 500ppm 的模拟汽油。吸附柱内吸附剂质量为 0.2809g,模型汽油由吸附柱底部进入,以 3mL/h 的流速通过整个吸附柱,将液相产物用 Varian 3800 气相色谱仪来测定其硫含量,脱硫量为 214 μmol 硫/g 吸附剂。

[0044] 实施例 5

[0045] 称取 2.5219g 硝酸铝溶解于一定量去离子水中,再加入 0.8g SBA-15 室温下搅拌

24h, 然后升温至 80℃ 下蒸发掉多余水分, 得到的样品 100℃ 晾干, 晾干后的样品在 550℃ 下通入空气焙烧 5h, 得到氧化铝含量为总质量的 30% 的样品, 标记为 AS-30。

[0046] 称取 1g AS-30 及 0.3960g CuCl, 经过充分研磨后在 Ar 气氛、380℃ 下焙烧 2h 制得铜元素的负载量为 4mmol/g AS-30 的吸附剂。

[0047] 将 5mL 噻吩溶于 45mL 异辛烷中, 稀释配成硫含量为 500ppm 的模拟汽油。吸附柱内吸附剂质量为 0.2849g, 模型汽油由吸附柱底部进入, 以 3mL/h 的流速通过整个吸附柱, 将液相产物用 Varian 3800 气相色谱仪来测定其硫含量, 脱硫量为 217 μmol 硫 /g 吸附剂。

[0048] 实施例 6

[0049] 称取 0.3097g 硝酸铝溶解于一定量去离子水中, 再加入 0.8g MCM-41 室温下搅拌 24h, 然后升温至 80℃ 下蒸发掉多余水分, 得到的样品 100℃ 晾干, 晾干后的样品在 550℃ 下通入空气焙烧 5h, 得到氧化铝含量为总质量的 5% 的样品。

[0050] 称取 1g 上述样品及 0.3960g CuCl, 经过充分研磨后在 Ar 气氛、380℃ 下焙烧 2h 制得铜元素的负载量为 4mmol/g 载体的吸附剂。

[0051] 将 5mL 噻吩溶于 45mL 异辛烷中, 稀释配成硫含量为 500ppm 的模拟汽油。吸附柱内吸附剂质量为 0.2837g, 模型汽油由吸附柱底部进入, 以 3mL/h 的流速通过整个吸附柱, 将液相产物用 Varian 3800 气相色谱仪来测定其硫含量, 脱硫量为 232 μmol 硫 /g 吸附剂。

[0052] 实施例 7

[0053] 称取 0.3097g 硝酸铝溶解于一定量去离子水中, 再加入 0.8g MCM-48 室温下搅拌 24h, 然后升温至 80℃ 下蒸发掉多余水分, 得到的样品 100℃ 晾干, 晾干后的样品在 550℃ 下通入空气焙烧 5h, 得到氧化铝含量为总质量的 5% 的样品。

[0054] 称取 1g 上述样品及 0.3960g CuCl, 经过充分研磨后在 Ar 气氛、380℃ 下焙烧 2h 制得铜元素的负载量为 4mmol/g 载体的吸附剂。

[0055] 将 5mL 噻吩溶于 45mL 异辛烷中, 稀释配成硫含量为 500ppm 的模拟汽油。吸附柱内吸附剂质量为 0.2844g, 模型汽油由吸附柱底部进入, 以 3mL/h 的流速通过整个吸附柱, 将液相产物用 Varian 3800 气相色谱仪来测定其硫含量, 脱硫量为 237 μmol 硫 /g 吸附剂。

[0056] 实施例 8

[0057] 称取 0.3097g 氯化铝溶解于一定量去离子水中, 再加入 0.8g SBA-15 室温下搅拌 24h, 然后升温至 80℃ 下蒸发掉多余水分, 得到的样品 100℃ 晾干, 晾干后的样品在 550℃ 下通入空气焙烧 5h, 得到氧化铝含量为总质量的 5% 的样品。

[0058] 称取 1g 上述样品及 0.3960g CuCl, 经过充分研磨后在 Ar 气氛、380℃ 下焙烧 2h 制得铜元素的负载量为 4mmol/g 载体的吸附剂。

[0059] 将 5mL 噻吩溶于 45mL 异辛烷中, 稀释配成硫含量为 500ppm 的模拟汽油。吸附柱内吸附剂质量为 0.2879g, 模型汽油由吸附柱底部进入, 以 3mL/h 的流速通过整个吸附柱, 将液相产物用 Varian 3800 气相色谱仪来测定其硫含量, 脱硫量为 230 μmol 硫 /g 吸附剂。

[0060] 实施例 9

[0061] 称取 0.3097g 硫酸铝溶解于一定量去离子水中, 再加入 0.8g SBA-15 室温下搅拌 24h, 然后升温至 80℃ 下蒸发掉多余水分, 得到的样品 100℃ 晾干, 晾干后的样品在 550℃ 下通入空气焙烧 5h, 得到氧化铝含量为总质量的 5% 的样品。

[0062] 称取 1g 上述样品及 0.3960g CuCl, 经过充分研磨后在 Ar 气氛、380℃ 下焙烧 2h 制

得铜元素的负载量为 4mmol/g 载体的吸附剂。

[0063] 将 5mL 噻吩溶于 45mL 异辛烷中, 稀释配成硫含量为 500ppm 的模拟汽油。吸附柱内吸附剂质量为 0.2888g, 模型汽油由吸附柱底部进入, 以 3mL/h 的流速通过整个吸附柱, 将液相产物用 Varian 3800 气相色谱仪来测定其硫含量, 脱硫量为 226 μmol 硫 /g 吸附剂。

[0064] 实施例 10

[0065] 称取 0.3097g 异丙醇铝溶解于一定量去离子水中, 再加入 0.8g SBA-15 室温下搅拌 24h, 然后升温至 80°C 下蒸发掉多余水分, 得到的样品 100°C 晾干, 晾干后的样品在 550°C 下通入空气焙烧 5h, 得到氧化铝含量为总质量的 5% 的样品。

[0066] 称取 1g 上述样品及 0.3960g CuCl₂, 经过充分研磨后在 Ar 气氛、380°C 下焙烧 2h 制得铜元素的负载量为 4mmol/g 载体的吸附剂。

[0067] 将 5mL 噻吩溶于 45mL 异辛烷中, 稀释配成硫含量为 500ppm 的模拟汽油。吸附柱内吸附剂质量为 0.2845g, 模型汽油由吸附柱底部进入, 以 3mL/h 的流速通过整个吸附柱, 将液相产物用 Varian 3800 气相色谱仪来测定其硫含量, 脱硫量为 225 μmol 硫 /g 吸附剂。

[0068] 实施例 11

[0069] 称取 1g 实施例 2 中的 AS-5 及 0.5940g CuCl₂, 经过充分研磨后在 Ar 气氛、380°C 下焙烧 2h 制得铜元素的负载量为 6mmol/g AS-5 的吸附剂。

[0070] 将 5mL 噻吩溶于 45mL 异辛烷中, 稀释配成硫含量为 500ppm 的模拟汽油。吸附柱内吸附剂质量为 0.2812g, 模型汽油由吸附柱底部进入, 以 3mL/h 的流速通过整个吸附柱, 将液相产物用 Varian 3800 气相色谱仪来测定其硫含量, 脱硫量为 196 μmol 硫 /g 吸附剂。

[0071] 实施例 12

[0072] 称取 1g 实施例 3 中的 AS-10 及 0.3960g CuCl₂, 经过充分研磨后在 Ar 气氛、380°C 下焙烧 2h 制得铜元素的负载量为 4mmol/g AS-10 的吸附剂。

[0073] 将 0.1603g 苯并噻吩溶于 100mL 异辛烷中, 稀释配成硫含量为 500ppm 的模拟汽油。吸附柱内吸附剂质量为 0.2855g, 模型汽油由吸附柱底部进入, 以 3mL/h 的流速通过整个吸附柱, 将液相产物用 Varian 3800 气相色谱仪来测定其硫含量, 脱硫量为 227 μmol 硫 /g 吸附剂。

[0074] 实施例 13

[0075] 称取 1g 实施例 3 中的 AS-10 及 0.3960g CuCl₂, 经过充分研磨后在 Ar 气氛、380°C 下焙烧 2h 制得铜元素的负载量为 4mmol/g AS-10 的吸附剂。

[0076] 将 0.2303g 4,6-二甲基二苯并噻吩溶于 100mL 异辛烷中, 稀释配成硫含量为 500ppm 的模拟汽油。吸附柱内吸附剂质量为 0.2869g, 模型汽油由吸附柱底部进入, 以 3mL/h 的流速通过整个吸附柱, 将液相产物用 Varian 3800 气相色谱仪来测定其硫含量, 脱硫量为 220 μmol 硫 /g 吸附剂。

[0077] 实施例 14

[0078] 称取 1g 实施例 3 中的 AS-10 及 0.3960g CuCl₂, 经过充分研磨后在 He 气氛、380°C 下焙烧 2h 制得铜元素的负载量为 4mmol/g AS-10 的吸附剂。

[0079] 将 5mL 噻吩溶于 45mL 异辛烷中, 稀释配成硫含量为 500ppm 的模拟汽油。吸附柱内吸附剂质量为 0.2833g, 模型汽油由吸附柱底部进入, 以 3mL/h 的流速通过整个吸附柱, 将液相产物用 Varian 3800 气相色谱仪来测定其硫含量, 脱硫量为 233 μmol 硫 /g 吸附剂。

[0080] 实施例 15

[0081] 称取 1g 实施例 3 中的 AS-10 及 0.3960g CuCl, 经过充分研磨后在 N₂ 气氛、380℃ 下焙烧 2h 制得铜元素的负载量为 4mmol/g AS-10 的吸附剂。

[0082] 将 5mL 噻吩溶于 45mL 异辛烷中, 稀释配成硫含量为 500ppm 的模拟汽油。吸附柱内吸附剂质量为 0.2803g, 模型汽油由吸附柱底部进入, 以 3mL/h 的流速通过整个吸附柱, 将液相产物用 Varian 3800 气相色谱仪来测定其硫含量, 脱硫量为 231 μmol 硫 /g 吸附剂。

[0083] 实施例 16

[0084] 将实施例 3 中的吸附饱和的介孔分子筛吸附剂在常温下通惰性气体吹扫 24h, 然后在 Ar 气氛、380℃ 下焙烧 2h。再生后, 按实施例 3 的方法再次进行汽油脱硫, 脱硫量为 234 μmol 硫 /g 吸附剂。