



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102745715 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 24

(21) 申请号 201110101144. 2

(22) 申请日 2011. 04. 20

(71) 申请人 中国石油化工股份有限公司

地址 100728 北京市朝阳区朝阳门北大街
22 号

申请人 中国石油化工股份有限公司上海石
油化工研究院

(72) 发明人 汪哲明 陈希强 肖景娴

(74) 专利代理机构 上海东方易知识产权事务所
31121

代理人 沈原

(51) Int. Cl.

C01B 39/40 (2006. 01)

B01J 29/80 (2006. 01)

权利要求书 1 页 说明书 5 页

(54) 发明名称

小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石的制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石的制备方法, 主要解决现有技术在制备 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石时, 存在晶粒尺寸大与催化活性低问题。本发明采用按 $100.0\text{SiO}_2 : 0 \sim 8.5\text{Al}_2\text{O}_3 : 5.0 \sim 30.0\text{Na}_2\text{O} : 0 \sim 600.0$ 模板剂 : $450 \sim 3000\text{H}_2\text{O}$ 的重量组成将所需原料混合得到混和物 I, 向混合物 I 中加入其重量 0.5 ~ 20.0% 的混合导向剂, 混合均匀后经晶化制得晶粒尺寸为 200 ~ 1000nm 的 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石的技术方案, 较好地解决了该问题, 可用于小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石的工业生产中。

1. 一种小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石的制备方法,包括以下步骤:

a) 按 $100.0\text{SiO}_2 : 0 \sim 8.5\text{Al}_2\text{O}_3 : 5.0 \sim 30\text{Na}_2\text{O} : 0 \sim 600$ 模板剂 I : $450 \sim 3000\text{H}_2\text{O}$ 的重量组成将所需量的硅源、铝源、碱源、模板剂 I 以及水混合均匀得到混合物 I,所用的模板剂 I 选自二乙胺三乙胺正丙胺正丁胺己二胺辛二胺、癸二胺四丙基氢氧化铵、四丙基溴化铵、四丁基溴化铵或四丁基氢氧化铵中的至少一种;

b) 向混合物 I 中加入以重量百分比计 $0.5 \sim 20\%$ 的由导向剂 x 与导向剂 y 所构成的混合导向剂,混合后得到的混合物 II 在 $100 \sim 200^\circ\text{C}$ 下晶化 $10 \sim 360$ 小时得到晶粒尺寸为 $200 \sim 1000\text{nm}$ 的小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 沸石;

其中晶化导向剂 x 是为 $100\text{SiO}_2 : x \text{Al}_2\text{O}_3 : y \text{Na}_2\text{O} : z$ 模板剂 II : $w\text{H}_2\text{O}$ 的重量组成将所需量的硅源、铝源、碱源、模板剂 II 以及水混合均匀后在温度 $60 \sim 120^\circ\text{C}$ 下晶化 $10 \sim 360$ 小时后制得,其中 $x = 0.17 \sim 6.80$, $y = 0 \sim 20.0$, $z = 60 \sim 450$, $w = 450 \sim 3000$, 所用模板剂 II 为四丙基溴化铵或四丙基氢氧化铵;其中导向剂 y 是为 $100\text{SiO}_2 : a \text{Al}_2\text{O}_3 : b \text{Na}_2\text{O} : c$ 模板剂 III : $d\text{H}_2\text{O}$ 的重量组成将所需量的硅源、铝源、碱源、模板剂以及水混合均匀后在温度 $60 \sim 120^\circ\text{C}$ 下晶化 $10 \sim 360$ 小时后制得,其中 $a = 0.17 \sim 6.80$, $b = 0 \sim 20.0$, $c = 75 \sim 550$, $d = 450 \sim 3000$, 所用模板剂 III 为丁基溴化铵或四丁基氢氧化铵;导向剂 x 与 y 的重量比为 $0.1 \sim 10 : 1$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石的制备方法,其特征在于混合物 I 所用的硅源为硅溶胶、水玻璃或白炭黑中的一种,碱源为氢氧化钠,铝源为铝盐或铝酸钠中的至少一种。

3. 根据权利要求 1 所述的小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石的制备方法,其特征在于混合物 I 的晶化温度为 $120 \sim 180^\circ\text{C}$,晶化时间为 $24 \sim 240$ 小时。

4. 根据权利要求 1 所述的小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石的制备方法,以重量百分比计,混合导向剂用量为原料混合物 I 重量的 $1 \sim 10.0\%$ 。

5. 根据权利要求 1 所述的小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石的制备方法,其特征在于导向剂 x 与导向剂 y 的重量比为 $0.1 \sim 5 : 1$ 。

6. 根据权利要求 1 所述的一种小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石的制备方法,其特征在于导向剂 x 与导向剂 y 所用硅源均为硅溶胶、白炭黑、正硅酸甲酯或正硅酸乙酯中的至少一种,氢氧化钠为碱源,铝源为铝盐或铝酸钠。

小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石的制备方法。

背景技术

[0002] 沸石材料,作为最重要的一类微孔材料,它具有特定的孔道结构,较大的比表面、较多的酸性位以及氧化氧化-还原活性位,被广泛地用于吸附、分离、离子交换以及催化等诸多领域。高硅 ZSM-5 沸石是目前使用最为广泛的微孔沸石沸石,在石油化工领域内有着广泛的应用。ZSM-11 沸石与 ZSM-5 同属于 Pentasil 家族,结构有些类似,二者的孔道结构有所不同。ZSM-5 沸石是由椭圆形的十元环直孔道 ($0.54 \times 0.56 \text{nm}^2$) 与正旋孔道 ($0.51 \times 0.54 \text{nm}^2$) 组成。ZSM-11 是椭圆形的十元环二维直孔道 ($0.51 \times 0.55 \text{nm}^2$)。US5869021 报道显示, ZSM-5/ZSM-11 复合沸石在苯烷基化、甲醇至丙烯以及芳构化等反应中体现出很好的催化性能。

[0003] 随着材料从常规的微米尺度减小到纳米尺度(小于 100 纳米)的过程中,材料的各种性能都发生了质的飞跃。对于沸石沸石来说,当其尺寸下降到几百个纳米甚至 100nm 更小的尺寸时,其吸附、扩散、离子交换以及催化性能都有了很大的改善。大量研究表明,与常规的大晶粒的沸石沸石相比,小晶粒沸石具有较大的比表面,较短的扩散通道与较小的扩散阻力,较优的抗积碳能力,较高的交换能力以及更高的催化活性等诸多优点。

[0004] 美国专利 US4229424 提出了以四甲基氯化铵、三乙醇胺以及四丁基溴化铵等模板剂合成 ZSM-5/ZSM-11 复合分子筛的方法。美国专利 US5869021 提供了一种合成含稀土元素的 ZSM-5/ZSM-11 复合分子筛的方法,声称稀土元素的因素可以改善分子筛的水热稳定性与抗杂质等性能。目前,现有专利并未包含对复合分子筛的晶粒尺寸进行控制技术。通常,合成的分子筛都为微米尺寸(1000nm ~ 10000nm)。该专利提供的 ZSM-5/ZSM-11 分子筛经我们实验发现,其催化活性位较小晶粒的分子筛低。

[0005] 综上所述,现有技术制备 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石时,存在沸石晶粒尺寸较大与催化活性低的技术问题。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是现有的技术在制备 ZSM-5/ZSM-11 沸石的过程中,存在晶粒尺寸大与催化活性低的问题,提出一种新的小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石的制备方法,该方法制备的 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石,具有晶粒尺寸小,应用于催化反应具有催化活性高的优点。

[0007] 为了解决上述技术问题,本发明采用的技术方案如下:一种小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石的制备方法,包括以下步骤:

[0008] a) 按 $100.0\text{SiO}_2 : 0 \sim 8.5\text{Al}_2\text{O}_3 : 5.0 \sim 30\text{Na}_2\text{O} : 0 \sim 600$ 模板剂 I : $450 \sim 3000\text{H}_2\text{O}$ 的重量组成将所需量的硅源、铝源、碱源、模板剂 I 以及水混合均匀得到混合物 I,所用的模板剂 I 选自二乙胺三乙胺正丙胺正丁胺己二胺辛二胺、癸二胺四丙基氢氧化铵、

四丙基溴化铵、四丁基溴化铵或四丁基氢氧化铵中的至少一种；

[0009] b) 向混合物 I 中加入以重量百分比计 0.5 ~ 20% 的由导向剂 x 与导向剂 y 所构成的混合导向剂, 混合后得到的混合物 II 在 100 ~ 200°C 下晶化 10 ~ 360 小时得到晶粒尺寸为 200 ~ 1000nm 的小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 沸石；

[0010] 其中晶化导向剂 x 是为 $100\text{SiO}_2 : x\text{Al}_2\text{O}_3 : y\text{Na}_2\text{O} : z$ 模板剂 II : $w\text{H}_2\text{O}$ 的重量组成将所需量的硅源、铝源、碱源、模板剂 II 以及水混合均匀后在温度 60 ~ 120°C 下晶化 10 ~ 360 小时后制得, 其中 $x = 0.17 \sim 6.80$, $y = 0 \sim 20.0$, $z = 60 \sim 450$, $w = 450 \sim 3000$, 所用模板剂 II 为四丙基溴化铵或四丙基氢氧化铵; 其中导向剂 y 是为 $100\text{SiO}_2 : a\text{Al}_2\text{O}_3 : b\text{Na}_2\text{O} : c$ 模板剂 III : $d\text{H}_2\text{O}$ 的重量组成将所需量的硅源、铝源、碱源、模板剂以及水混合均匀后在温度 60 ~ 120°C 下晶化 10 ~ 360 小时后制得, 其中 $a = 0.17 \sim 6.80$, $b = 0 \sim 20.0$, $c = 75 \sim 550$, $d = 450 \sim 3000$, 所用模板剂 III 为丁基溴化铵或四丁基氢氧化铵; 导向剂 x 与 y 的重量比为 0.1 ~ 10 : 1。

[0011] 上述技术方案中, 所述的混合物 I 所用的硅源为硅溶胶、水玻璃或白炭黑中的一种, 碱源为氢氧化钠, 铝源为铝盐或铝酸钠中的至少一种; 混合物 I 的晶化温度优选的范围为 120 ~ 180°C, 晶化时间优选的范围为 24 ~ 240 小时; 以重量百分比计, 混合导向剂用量优选范围为混合物 I 重量的 1.0 ~ 10.0%; 导向剂 x 与导向剂 y 的重量比为 0.1 ~ 10 : 1; 导向剂 x 与导向剂 y 所用硅源均为硅溶胶、白炭黑、正硅酸甲酯或正硅酸乙酯中的至少一种, 氢氧化钠为碱源, 铝源为铝盐或铝酸钠。

[0012] 经典的沸石成核机理认为, 当沸石的成核速率超过沸石晶体的生长速率, 则生成的沸石的晶粒尺寸较小。本发明中, 通过引入混合导向剂, 可以加快 ZSM-5 与 ZSM-11 沸石的晶化速率, 使 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石的成核速率超过其晶体长大的速率, 从而减小 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石的晶粒尺寸, 得到小晶粒的 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石。

[0013] 采用本发明提供的方法, 在合成原料混合物中引入混合导向剂的技术方案, 在相同的晶化条件下, 制备的 ZSM-5/ZSM-11 沸石的晶粒尺寸在 200 ~ 1000nm 之间, 小于现有技术制备的 ZSM-5/ZSM-11 沸石的尺寸 (2000 ~ 10000nm), 在用于催化裂解制烯烃反应时, 以本方法制备的沸石作为活性组分的催化剂, 反应物的转化率为 48 ~ 50%, 与现有技术制备的分子筛催化剂相比, 其反应物的转化率提高 10% 以上, 取得了较好的技术效果。

[0014] 下面通过实施例对本发明作进一步阐述。

具体实施方式

[0015] 【实施例 1】

[0016] 按照 $100\text{SiO}_2 : 0.17\text{Al}_2\text{O}_3 : 20.0\text{Na}_2\text{O} : 450$ 模板剂 : $3000\text{H}_2\text{O}$ 的重量组成, 称取所需量的白炭黑、硫酸铝、水、氢氧化钠、四丁基溴化铵以及水混合均匀后在 60°C 下晶化 360 小时得到导向剂 a。

[0017] 将导向剂 a 中的四丁基溴化铵改为四丙基溴化铵按照相同的制备程序得到导向剂 g ~ 1。

[0018] 称取所需量的硅溶胶 (二氧化硅的重量含量为 40%)、铝酸钠、氢氧化钠、乙二胺与水混合均匀得到混合物 I 的重量组成为 : $100\text{SiO}_2 : 4.0\text{Al}_2\text{O}_3 : 5.0\text{Na}_2\text{O} : 3000\text{H}_2\text{O}$, 加入用量为混合物 I 重量的 0.25% 的晶化导向剂 a 与混合物重量的 0.25% 的晶化导向剂 g, 混

合均匀后在 100℃下晶化 360 小时得到晶粒尺寸为 600 ~ 1000nm 小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 沸石。

[0019] 【实施例 2】

[0020] 按照 100SiO₂ : 6.8Al₂O₃ : 10.0Na₂O : 230 模板剂 : 450H₂O 的重量组成,称取所需量的硅溶胶 (SiO₂ 的重量含量为 40%)、铝酸钠、氢氧化钠、水、四丁基溴化铵以及水混合均匀后在 120℃下晶化 10 小时得到导向剂 b。

[0021] 将导向剂 b 中的四丁基氢氧化铵改为四丙基氢氧化铵按照相同的制备程序得到导向剂 h。

[0022] 称取所需量的白炭黑、硝酸铝、氢氧化钠、三乙胺以及水混合均匀得到混合物 I 的重量组成为 :100SiO₂ : 4.0Al₂O₃ : 10.0Na₂O : 1500H₂O,加入用量为混合物 I 重量的 1.2% 导向剂 b 与混合物重量 1.2% 的晶化导向剂 h,混合均匀后在 180℃下晶化 120 小时得到晶粒尺寸为 400 ~ 600nm 小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 沸石。

[0023] 【实施例 3】

[0024] 按照 100SiO₂ : 3.0Al₂O₃ : 5.0Na₂O : 60 模板剂 : 3000H₂O 重量组成,将正硅酸甲酯、硝酸铝、氢氧化钠、水、四丁基氢氧化铵以及水混合均匀后在 80℃下晶化 120 小时得到导向剂 c。

[0025] 将导向剂 c 中的四丁基氢氧化铵改为四丙基氢氧化铵按照相同的制备程序得到导向剂 i。

[0026] 称取所需量的水玻璃 (二氧化硅的重量含量为 25.0%,氧化钠的含量为 7.5%)、硫酸铝、氢氧化钠、正丙胺以及水混合均匀得到混合物 I 的重量组成为 :100SiO₂ : 0.85Al₂O₃ : 30.0Na₂O : 3000H₂O,加入用量为混合物 I 重量的 18.2% 晶化导向剂 c 与混合物 I 重量的 1.8% 的晶化导向剂 i,混合均匀后在 100℃下晶化 360 小时得到晶粒尺寸为 200 ~ 400nm 小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 沸石。

[0027] 【实施例 4】

[0028] 按照 100SiO₂ : 1.5Al₂O₃ : 2.5Na₂O : 100 模板剂 : 3000H₂O 的重量组成,称取所需量的正硅酸乙酯、氯化铝、氢氧化钠、水、四丁基氢氧化铵以及水混合均匀后在 90℃下晶化 72 小时得到导向剂 d。

[0029] 将导向剂 a ~ f 中的四丁基氢氧化铵改为四丙基氢氧化铵按照相同的制备程序得到导向剂 j。

[0030] 称取所需量的硅溶胶 (以重量百分比计,二氧化硅的含量为 25.0%)、硫酸铝、氢氧化钠、正丁胺以及水混合均匀得到混合物 I 的重量组成为 :100SiO₂ : 6.0Al₂O₃ : 15.0Na₂O : 3000H₂O,加入用量为混合物 I 重量的 1.8% 导向剂 c 与混合物 I 重量 18.2% 的导向剂 h,混合均匀后在 140℃下晶化 96 小时得到晶粒尺寸为 200 ~ 400nm 小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 沸石。

[0031] 【实施例 5】

[0032] 按照 100SiO₂ : 1.0Al₂O₃ : 2.5NaOH : 100 模板剂 : 3000H₂O 的重量组成称取所需量的正硅酸乙酯、硝酸铝、氢氧化钠、水、四丁基溴化铵以及水混合均匀后在 90℃下晶化 72 小时得到晶化导向剂 e。

[0033] 将导向剂 e 中的四丁基溴化铵改为四丙基溴化铵按照相同的制备程序得到导向

剂 k。

[0034] 称取所需量的硅溶胶（以重量百分比计，二氧化硅的含量为 25.0%）、氯化铝、氢氧化钠、四丁基氢氧化铵以及水混合均匀得到混合物 I 的重量组成为： 100SiO_2 ： $4.0\text{Al}_2\text{O}_3$ ： $2.5\text{Na}_2\text{O}$ ： $3000\text{H}_2\text{O}$ ，加入用量为混合物 I 重量的 4% 晶化导向剂 c 与混合物 I 重量 16% 的晶化导向剂 h，混合均匀后在 160℃ 下晶化 48 小时得到晶粒尺寸为 200 ~ 400nm 小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 沸石。

[0035] 【实施例 6】

[0036] 按照 100SiO_2 ： $0.5\text{Al}_2\text{O}_3$ ： $2.5\text{Na}_2\text{O}$ ：100 模板剂： $3000\text{H}_2\text{O}$ 的重量组成称取所需量的正硅酸乙酯、硫酸铝、氢氧化钠、四丁基溴化铵以及水混合均匀后在 90℃ 下晶化 72 小时得到导向剂 f。

[0037] 将导向剂 f 中的四丁基氢氧化铵改为四丙基溴化铵按照相同的制备程序得到导向剂 l。

[0038] 称取所需量的硅溶胶（以重量百分比计，二氧化硅的含量为 25.0%）、硫酸铝、氢氧化钠、己二胺以及水混合均匀得到混合物 I 的重量组成为： 100SiO_2 ： $0.85\text{Al}_2\text{O}_3$ ： $2.5\text{Na}_2\text{O}$ ： $3000\text{H}_2\text{O}$ ，加入用量为原料混合物重量的 2% 的导向剂 c 与混合物 I 重量 8.0% 的导向剂 h，混合均匀后在 140℃ 下晶化 72 小时得到晶粒尺寸为 200 ~ 400nm 小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 沸石。

[0039] 【实施例 7】

[0040] 称取所需量的硅溶胶（以重量百分比计，二氧化硅的含量为 25.0%）、硫酸铝、氢氧化钠、四丙基溴化铵以及水混合均匀得到混合物 I 的重量组成为： 100SiO_2 ： $0.85\text{Al}_2\text{O}_3$ ： $2.5\text{Na}_2\text{O}$ ： $3000\text{H}_2\text{O}$ ，加入用量为混合物 I 重量的 0.2% 晶化导向剂 c 与混合物 I 重量 19.8% 的晶化导向剂 h，混合均匀后在 160℃ 下晶化 48 小时得到晶粒尺寸为 200 ~ 400nm 小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 沸石。

[0041] 【实施例 8】

[0042] 称取所需量的硅溶胶（以重量百分比计，二氧化硅的含量为 25.0%）、硫酸铝、氢氧化钠、四丙基氢氧化铵以及水混合均匀得到混合物 I 的重量组成为： 100SiO_2 ： $0.85\text{Al}_2\text{O}_3$ ： $2.5\text{Na}_2\text{O}$ ： $3000\text{H}_2\text{O}$ ，加入用量为混合物 I 重量的 2.5% 导向剂 c 与混合物 I 重量 7.5% 的导向剂 h，混合均匀后在 160℃ 下晶化 72 小时得到晶粒尺寸为 200 ~ 400nm 小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 沸石。

[0043] 【实施例 9】

[0044] 称取所需量的水玻璃（以重量百分比计，二氧化硅的含量为 25.0%，氧化钠的含量为 75%）、硫酸铝、氢氧化钠、癸二胺以及水混合均匀得到混合物 I 的重量组成为： 100SiO_2 ： $0.85\text{Al}_2\text{O}_3$ ： $2.5\text{Na}_2\text{O}$ ： $300.0\text{H}_2\text{O}$ ，加入用量为混合物 I 重量的 7.5% 导向剂 c 与混合物重量 2.5% 的晶化导向剂 h，混合均匀后在 200℃ 下晶化 10 小时得到晶粒尺寸为 200 ~ 400nm 小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 沸石。

[0045] 【实施例 10】

[0046] 称取所需量的白炭黑、硫酸铝、氢氧化钠、辛二胺以及水混合均匀得到混合物 I 的重量组成为： 100SiO_2 ： $9.0\text{Na}_2\text{O}$ ： $450\text{H}_2\text{O}$ ，加入用量为混合物 I 重量的 5.0% 导向剂 f 与原料混合物重量 5.0% 的导向剂 l，混合均匀后在 160℃ 下晶化 96 小时得到晶粒尺寸为 200 ~

400nm 小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 沸石。

[0047] 【实施例 11】

[0048] 不加入辛二胺,其余程序与原料实施例 10 相同,得到晶粒尺寸为 200 ~ 400nm 的小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 沸石。

[0049] 【实施例 12】

[0050] 将实施例 10 中的辛二胺更换为四丁基溴化铵,其余程序与原料实施例相同,得到晶粒尺寸为 200 ~ 400nm 的小晶粒 ZSM-5/ZSM-11 沸石。

[0051] 【比较例 1】

[0052] 不引入导向剂,按实施例 1 中的合成条件与类似配比合成沸石,得到沸石的晶粒尺寸约 4000 ~ 10000nm。

[0053] 【比较例 2】

[0054] 不引入导向剂,按实施例 5 中的合成条件与配比合成沸石,得到沸石的晶粒尺寸约 2000nm。

[0055] 以实施例 1、实施例 5、比较例 1 以及比较例 2 作为得到的沸石,经氨交换转化为氢型沸石,然后按照以重量比计 40%的高岭土,40%的分子筛,20%的氧化铝经喷雾干燥制得粒径为 20 ~ 200 微米的对应催化剂。在 650℃,水 / 正庚烷重量比为 4 : 1,正庚烷重量空速 = 1.0h⁻¹ 的反应条件下,以正庚烷与水为原料对催化剂的反应性能进行评价,不同催化剂反应性能可见表 1。

[0056] 表 1 不同催化剂的催化性能

[0057]

催化剂	沸石	转化率 /%	乙烯 + 丙烯收率 /%
1	实施例 1	50.3	24.8
2	实施例 2	48.2	22.7
3	比较例 1	40.0	19.8
4	比较例 2	38.6	19.1

[0058] 比较实施例与比较例可以发现,采用本发明所提供的技术方案,在合成混合物中引入导向剂所制备的 ZSM-5/ZSM-11 复合沸石的晶粒尺寸在 200 ~ 1000nm 之间,小于现有技术制备的 ZSM-5/ZSM-11 沸石的尺寸 (2000 ~ 6000nm),在用于正庚烷催化裂解烯烃反应时,以本方法制备沸石作为活性组分的催化剂,反应物的转化率为 48 ~ 50%,现有技术制备分子筛催化剂反应物的转化率高 10% 以上,取得了较好的技术效果。