

文章编号: 1000-324X(2005)06-1423-08

沸石降解法合成孔壁含有沸石结构单元的介孔结构材料

张 瑛¹, 窦 涛^{1,2}, 李玉平², 石德先¹, 赵 震¹

(1. 石油大学(北京)CNPC催化重点实验室, 北京 102249; 2. 太原理工大学精细化工研究所, 太原 030024)

摘 要: 提出了一种合成孔壁含有沸石结构单元的介孔结构材料的新方法——降解法, 即利用不同硅铝比的 β 沸石和ZSM-5沸石为原料在碱溶液中处理得到降解液, 然后以此降解液为硅铝源在表面活性剂P123的模板作用下组装了孔结构类型为SBA-15的介孔结构材料, 分别简称为MSB(β 沸石降解合成)和MSZ(ZSM-5沸石降解合成). 产物的IR光谱、 N_2 吸附、 ^{29}Si MAS NMR图谱和对重芳烃的加氢脱烷基反应催化活性均说明降解法合成的介孔结构材料MSB和MSZ的孔壁中含有了沸石的结构单元.

关键词: 沸石结构单元; 介孔结构材料; 降解; 表面活性剂

中图分类号: TQ 424 **文献标识码:** A

1 引言

微孔-介孔复合分子筛具有微孔和介孔双模型孔分布, 而且孔径和酸性均可调变, 其中两种材料或两类孔优势互补、协同作用, 进一步提升了整体复合材料的物化性能, 所以这类复合材料一问世立即受到广泛的关注, 人们普遍认为它是一类具有潜在工业应用前景的催化材料, 而有关这方面的研究也呈上升趋势. 正如国际著名的分子筛化学家 Davis 最近指出的那样, 多级孔分子筛材料的成功制备和多样化模式, 将应用在更多传统和非传统领域, 异质外延生长的分子筛的成功范例具有广阔的前景^[1].

目前实现微孔和介孔复合的方法有原位合成法^[2~5]、离子交换法^[6]、静电匹配法、包埋法(滚雪球法)、孔壁晶化法^[7~9]和纳米组装法^[10~13], 其中纳米组装法是控制沸石合成条件, 将合成过程控制在成核初始阶段, 从而制备出含有沸石初级、次级结构单元的晶种溶液或导向剂(seed solution), 然后以此晶种溶液为硅铝源在表面活性剂胶束模板下进行组装. 利用纳米组装法合成的微孔-介孔复合分子筛材料, 由于孔壁中引入了沸石的结构单元, 普遍具有稳定性高和酸性强的特点, 因此备受人们的关注和看好. 但是, 并不是所有的沸石都有导向剂, 通常液相成核的沸石才有可能得到导向剂. 为此, 本文提出了另外一种合成孔壁含有沸石结构单元的介孔结构材料的方法——降解法. 与导向剂法不同, 降解法是将沸石在苛刻的碱性条件下降解破坏后产生含有沸石结构单元的降解液, 然后以此降解液为硅铝源在表面活性剂胶束模板下进行组装, 从而得到孔壁含有沸石结构单元的介孔结构材

收稿日期: 2004-09-20, 收到修改稿日期: 2004-11-25

基金项目: 国家自然科学基金(20476060); 国家基础研究 973 项目(2004CB217806)

作者简介: 张 瑛(1977-), 女, 博士. 通讯联系人: 窦 涛. E-mail: doutao@bjpueu.edu.cn

料. 本实验将以不同硅铝比的 β 沸石和 ZSM-5 沸石为原料, 利用降解法合成介孔结构材料 MSB 和 MSZ, 并利用 IR 光谱、 N_2 吸附、 ^{29}Si MAS NMR 谱和重芳烃的催化反应验证其孔壁中确实含有了沸石的结构单元.

2 实验部分

2.1 试剂

$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \approx 25$ 、60、80 的 β 沸石 (南开催化剂厂), 依次记作 B-25、B-60、B-80; $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \approx 25$ 的 ZSM-5 沸石 (南开催化剂厂), 记作 Z-25; 氢氧化钠 (分析纯, $\geq 96.0\%$, 北京世纪红星化工有限公司); 盐酸 (分析纯, $36\% \sim 38\%$, 北京化工厂) 三嵌段共聚物 P123 (美国 SIGMA-ALDRICH 公司); 正硅酸乙酯 (分析纯, $\text{SiO}_2 \geq 28.5\%$, 北京益利精细化学品有限公司); 去离子水.

2.2 制备方法

2.2.1 MSB 和 MSZ 的合成

降解液的制备: 称取 1.3g 氢氧化钠溶解在 15mL 去离子水中, 然后边搅拌边加入 2.77g 沸石原粉, 待沸石原粉完全分散均匀后 (大约搅拌 20~30min), 装入带聚四氟乙烯衬垫的自压釜中在 100°C 下反应 24h 后取出, 液体分层, 上层液体用作降解液.

MSB 和 MSZ 的合成: 称取 0.8g P123 固体, 加入到 25mL 2mol/L 盐酸中搅拌溶解, 然后再加入 2.6mL 上述沸石降解液, 在 40°C 下搅拌 20h, 然后装入聚四氟乙烯自压釜中, 在 100°C 烘箱中放置 2 天, 然后取出过滤、洗涤、烘干, 在 500°C 下焙烧 6h 除去模板剂 P123.

2.2.2 对比样品 SBA-15 的合成

称取 0.8g 的 P123 固体, 加入到 25mL 2mol/L 盐酸中搅拌溶解, 然后再加入 1.7mL 正硅酸乙酯, 在 40°C 下搅拌 20h, 然后装入聚四氟乙烯自压釜中, 在 100°C 烘箱中放置 2 天, 然后取出过滤、洗涤、烘干, 在 500°C 下焙烧 6h 除去模板剂 P123.

2.3 仪器及测试条件

样品的物相鉴定和结晶度分析采用日本岛津 Lab XRD-6000 型 ($\text{CuK}\alpha$ 辐射, 40kV, 30mA, 扫描范围 $5 \sim 35^\circ$, 扫描速度为 $4^\circ/\text{min}$) 和日本 Rigaku D/max-2500 型 ($\text{CuK}\alpha$ 辐射, 40kV, 20mA, 扫描范围 $0.5 \sim 6^\circ$, 扫描速度为 $1^\circ/\text{min}$) X 射线粉末衍射仪. 红外分析采用美国 DIGLAB FT-3000 型红外光谱仪, 将样品与 KBr 以 1:100 的质量比混合, 压成自撑片, 扫描范围 $400 \sim 4000\text{cm}^{-1}$, 分辨率 2cm^{-1} . 孔结构分析采用 Micromeritic ASAP2020 型自动吸附仪, N_2 为吸附质. 样品硅铝比分析采用 Oxford Link ISIS X 射线能谱仪测定. 采用日本电子株式会社 (JEOL) JEM-2000EX 型透射电子显微镜观察样品的微观介孔结构, 加速电压为 100kV. 采用美国 VARIAN INOVA 300 核磁共振仪获得样品的 ^{29}Si MAS NMR 谱图, 魔角旋转速度为 5kHz. C_{10}^{+} 重芳烃加氢脱烷基反应在内径为 $\phi 9$ 的固定床反应器上进行, 催化剂用量为 0.5g. 催化剂的制备方法为: 分子筛样品先以固液比 = 1g:15mL 与 1mol/L NH_4Cl 溶液混合, 然后在 370K 水浴条件下离子交换, 每次交换时间为 1h, 经过二次交换后, 过滤、洗涤, 于 120°C 下干燥 4h, 500°C 焙烧 3h 后, 研磨、成型、再次研磨、过筛得到 40~60 目的颗粒用作催化剂. C_{10}^{+} 芳烃原料由辽阳化纤公司提供, C_{10}^{+} 芳烃含量 100%, 双环以上芳烃含量约 35%, 恩氏蒸馏初馏点 196°C , 干点 341°C . 反应条件为 $n(\text{H}_2)/n(\text{芳烃})=5$, 反应压力为 5.0MPa,

反应温度为 550°C, WHSV=1. 采用 FFAP 50×0.33×0.25 毛细管色谱柱进行分离, BEIFEN 3420 型气相色谱仪检测液体产物, 气相色谱归一法计算产物组成.

3 结果

3.1 MSB 和 MSZ 的 XRD 表征

图 1 为 B-25、B-60、B-80 和 Z-25 降解合成的产物 MSB25、MSB60、MSB80 和 MSZ25 的 XRD 图谱. 根据小角度区 (1.5~6°) 的衍射峰位置和强度判断产物 MSB25、MSB60、MSB80 和 MSZ25 均具有 SBA-15 型介孔结构. 对于使用不同硅铝比的 β 沸石降解组装的产物 MSB25、MSB60 和 MSB80 而言, 随着 β 沸石硅铝比的增大, 介孔结构材料的有序度逐渐增强, 因而硅铝比最大的 B-80 经降解后产生的介孔结构材料 MSB80 的衍射峰最强. 比较硅铝比相同的 ZSM-5 和 β 沸石降解合成产物的 XRD 图谱, 得出降解产物的有序度还与降解沸石的结构有关. 此外, 随着降解沸石硅铝比的增大, 产物的衍射峰逐渐向小角度位移, 说明介孔结构材料的孔径逐渐增大. 所有产物在广角区 (5~35°) 都没有衍射峰, 说明产物中不含沸石晶体, 因而本方法制备的产物是纯介孔相而不是微孔沸石和介孔材料的混合相.

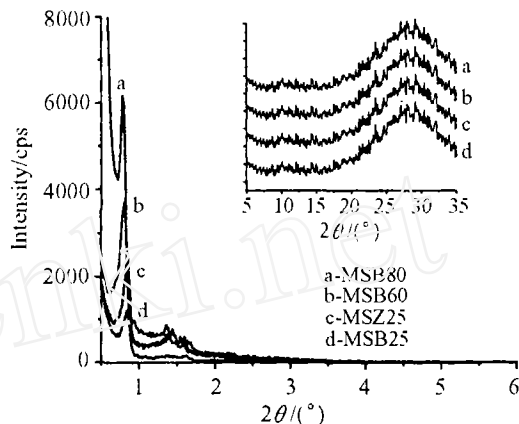


图 1 不同硅铝比、不同结构沸石降解合成产物的 XRD 图谱

Fig. 1 XRD patterns of the products synthesized through the dissolution of zeolites with different Si/Al ratios and structures

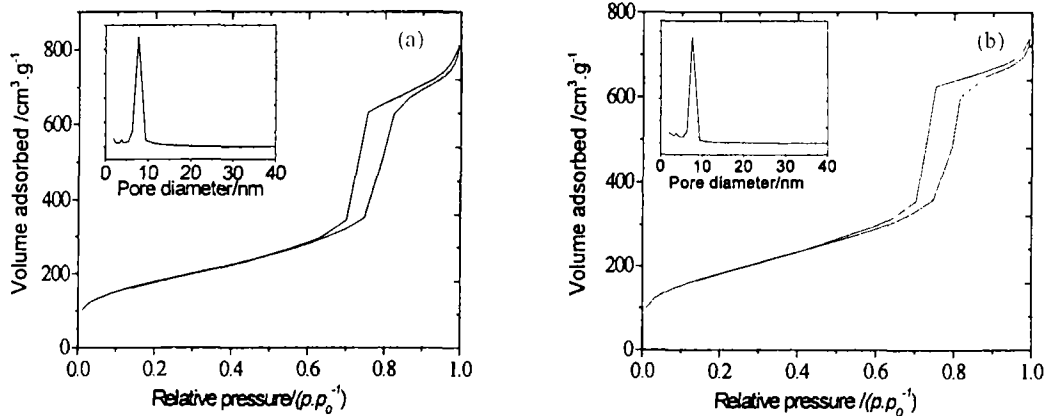


图 2 MSB80(a) 和 MSZ25(b) 的 N₂ 吸附等温线和孔径分布曲线

Fig. 2 Nitrogen sorption isotherm and pore size distributions (inserted) of MSB80(a) and MSZ25(b)

3.2 MSB 和 MSZ 的孔性质

MSB80 和 MSZ25 的 N₂ 吸附-脱附等温线是典型的 IV 型等温线 (图 2), 在相对压力为 0.7~0.8 范围内吸附量迅速增加, 说明 MSB80 和 MSZ25 具有孔径均一的介孔. 由氮气脱附

等温线根据 BJH 方法计算得到 MSB80 和 MSZ25 的孔径最可几分布分别在 8.1 和 7.1nm(表 1). MSB80 的孔径大于 MSZ25 的孔径, 这与 XRD 结果相一致. 二维六方介孔相的孔壁厚度可以由晶胞参数减去孔径计算得到, 据此可知 MSB80 和 MSZ25 的孔壁厚度分别为 3.97 和 3.68nm, 而在相同条件下合成的 SBA-15 的孔壁厚度为 3.20nm. 可见, 用降解法得到的 MSB 材料的孔壁比普通硅源合成的 SBA-15 的孔壁更厚, 前者孔壁中有可能含有沸石结构单元.

表 1 MSB80 和 MSZ25 的孔结构数据

Table 1 Pore structure data of MSB80 and MSZ25

Sample	BET surface area/m ² ·g ⁻¹	Micropore volume/cm ³ ·g ⁻¹	Mesopore volume/cm ³ ·g ⁻¹	Pore size /nm	Unit cell parameter ¹ /nm	Pore wall thickness ² /nm
MSB80	630.6888	0.019495	1.216602	8.1279	12.0951	3.9672
MSZ25	650.2838	0.003864	1.118878	7.1034	10.7863	3.6829

¹Unit cell parameter calculated as $a_0 = 2d_{100}/\sqrt{3}$; ²Pore wall thickness, $t = a_0 - D$

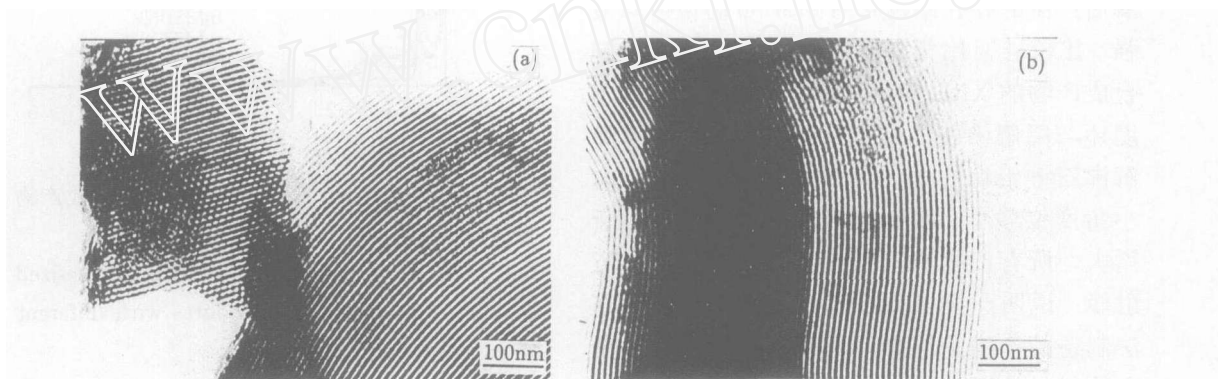


图 3 MSB80(a) 和 MSZ25(b) 的 TEM 照片

Fig. 3 TEM photos of MSB80(a) and MSZ25(b)

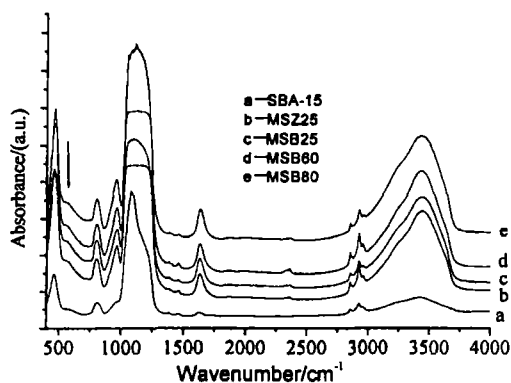


图 4 不同硅铝比、不同结构沸石降解合成产物的 IR 图谱

Fig. 4 FTIR spectra of the products synthesized through the dissolution of zeolites with different Si/Al ratios and structures

3.3 MSB 和 MSZ 的 TEM 表征

从图 3 中可以看出, 本实验产物具有规整的二维六方排布的介孔结构, 并没有沸石晶体存在, 这与广角区的 XRD 图谱中没有衍射峰的结果相一致. 据此测得孔径大小、孔壁厚度与 XRD 和 N₂ 吸附的结果基本吻合.

3.4 MSB 和 MSZ 的 IR 表征

为了便于比较, 在同样的合成条件下, 使用正硅酸乙酯为硅源, 合成了 SBA-15 样品. 从图 4 的 IR 吸收谱中看出, 降解法合成的样品与常规方法合成的样品 SBA-15 存在明显的不同. 首先与孔壁为无定形的 SBA-15 相比, 降解法合成产物在 550~560 和 960cm⁻¹ 处出现了新的吸收峰, 而在 806 和 1630cm⁻¹

处的吸收峰明显增强, 这说明本研究合成的产物与常规方法合成的 SBA-15 的孔壁构造不同. 其次被认为代表沸石五元环振动特征峰 ($550\sim 600\text{cm}^{-1}$ 处的吸收峰) 的出现, 进一步说明本研究合成的产物中含有五元环结构, 其孔壁中可能含有沸石结构单元.

3.5 MSB 和 MSZ 的 ^{29}Si MAS NMR 表征

从图 5 看出, MSZ25 和 MSB80 的 ^{29}Si MAS NMR 中不仅出现了对应着典型的无定形材料中的 Q^3 ($\text{Si}(\text{OSi})_3$) (-104ppm) 和 Q^4 ($\text{Si}(\text{OSi})_4$) (-113.9ppm) 峰, 而且 MSZ25 的谱图 (a) 中分别在 -111 和 -99.5ppm 位移处还出现了类似于沸石结构中 $\text{Si}(\text{OAl})$ 和 $\text{Si}(\text{2Al})$ 峰; MSB80 的谱图 (b) 中在 -108.7ppm 位移处还出现了 $\text{Si}(\text{1Al})$ 峰^[14]. 这些结果表明本实验合成样品中的部分硅铝物种处于类似沸石中的微环境中, 证实了样品中引入了铝物种, 进一步结合实验过程和其他表征结果推断铝物种可能是通过沸石结构单元的引入而进入产物的.



图 5 (a)MSZ25 和 (b)MSB80 的 ^{29}Si MAS NMR

Fig. 5 ^{29}Si MAS NMR spectra of (a) MSZ25 and (b) MSB80

表 2 MSB 和 MSZ 材料的重油轻质化催化反应活性

Table 2 Hydrogenation dealkylation of heavy aromatic on the MSB and MSZ

Sample	$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3^*$	Liquid yield/%	Conversion/%	C9 ⁻ selectivity/%
SBA-15	—	88.55	32.93	76.50
		89.39	32.73	79.70
MSB80	272.2	73.94	42.41	53.23
		72.10	42.71	51.28
MSB60	392.3	91.74	38.75	76.13
		90.31	37.51	72.12
MSB25	600.3	88.98	32.34	85.08
		86.49	34.62	87.47
MSZ25	581.9	90.00	34.46	88.76
		93.15	33.43	85.38

* $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ratio determined by EDS technique

3.6 MSB 和 MSZ 的催化性能

在 550°C 时对重芳烃的轻质化反应结果 (表 2) 说明本研究产物的催化活性均大于介孔材料 SBA-15, 而且随着降解时使用的沸石原料的硅铝比增大, 催化活性逐渐增强, 选择性呈降低趋势, 尤其是由 B-80 降解组装的产物 MSB80 对应的转化率高达 42.71%, 比 SBA-15 做催化剂时的转化率高 9.78%. 对于由相同硅铝比的 β 沸石和 ZSM-5 沸石降解合成的 MSB25 和 MSZ25, 催化活性不尽相同, 再次说明降解法合成产物的性质不仅与沸石原粉的硅铝比有关, 还与沸石原粉的孔结构有关.

4 讨论

实验使用了硅铝比约为 25、60 和 80 的 β 沸石为原料降解合成了介孔结构材料 MSB, 从产物的 XRD 衍射结果发现高硅铝比的 β 沸石降解合成的产物有序性最高, 而且随着沸石原料的硅铝比的增大, 产物的有序性增强. 说明沸石的硅铝比越高越易降解, 因而能降解产生更多的硅物种进行组装, 这一结果与 Subotić 的研究结果相一致. Subotić 等^[15]考察了不同硅铝比的高硅五元环沸石 (silicalite-1 和 ZSM-5) 在 60°C 下, 5 mol/L NaOH 溶液中的溶解行为, 得出溶解速率随着待溶解沸石中的铝含量的增加而减小的结论. 这一现象可以由硅氧桥易进行碱催化水解的假设以及四面体铝中心由于带负电对于氢氧根的进攻来说相对呈惰性的发现来解释^[16], 并且每个四配位铝原子不仅保护四个邻近的硅原子, 还保护那些被认为是较邻近的硅原子^[17], 结果硅铝比的减少不仅减慢了铝的脱离速度, 而且在较小的程度上也减慢了硅脱离的速度. 所以对于高硅铝比的 β 沸石, 由于起保护作用的四面体铝中心含量较少, 因而降解更剧烈, 在相同的降解条件下, 自然降解得到的硅物种也较多, 这可能就是产物 MSB80 的有序性最好的原因.

由于沸石在碱溶液中降解是没有规律的 (如一层接一层), 而是液相中的 OH^- 优先攻击晶体表面的特定区域, 这就导致在溶解过程中晶体表面的这些选择性区域遭到破坏形成“孔洞”, 使晶体表面变得粗糙, 晶体形状变得没有规则^[15], 进一步的降解很可能会使成块的沸石结构单元剥落. Matsukata 等^[18]考察了 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=39.4$ 的 ZSM-5 沸石在 NaOH 碱溶液中处理后结构的改变, 也认为在碱处理过程中, 从 ZSM-5 晶体中能抽提出部分沸石结构单元. 由于高硅铝比的沸石降解更激烈, 所以认为降解脱落的沸石结构单元也较多, 因而相应地组装到介孔结构产物的孔壁中的沸石结构单元也较多, 表 2 中产物的硅铝比的测定结果 (采用 EDS 方法) 和催化数据清楚地说明了这一点. 随着沸石原料的硅铝比的增大, 对应的介孔结构材料的硅铝比逐渐降低, 催化重芳烃的平均转化率依次从 34.62%(MSB25)、38.75%(MSB60) 增加到 42.71%(MSB80).

此外, 降解条件, 如降解碱度, 降解时沸石用量, 降解温度和降解时间对产物的有序性也有一定的影响. 我们考察了 B-80 在 1、2、3、4、5 mol/L NaOH 溶液中的降解组装以及 1、1.5、2.0、2.5、3.0 g 的 B-80 沸石在 100°C, 3 mol/L NaOH 溶液中的降解组装, 发现降解碱度和降解时沸石用量的增大有利于介孔结构材料的有序化. 降解时间和降解温度对产物的影响目前正在进一步研究中.

5 结论

以硅铝比约为 25, 60 和 80 的 β 沸石和硅铝比约为 25 的 ZSM-5 沸石为原料, 在热 NaOH 溶液中降解形成降解液, 然后以此降解液为硅铝源在酸性体系中、三嵌段表面活性剂 P123 的模板作用下自组装, 从而合成了介孔结构材料 MSB 和 MSZ. MSB 和 MSZ 的 XRD 图谱在小角区出现了表征 SBA-15 型介孔结构的衍射峰, 而在广角区没有出现衍射峰. TEM 结果表明 MSB 和 MSZ 的孔呈规则的六方排布, 没有发现沸石晶体存在, 结合 XRD 结果证实了 MSB 和 MSZ 是纯相. MSB 和 MSZ 的 IR 图谱在 $550\sim 600\text{cm}^{-1}$ 范围出现了代表沸石五元环振动的特征吸收峰, 说明它们的孔壁中可能含有沸石结构单元. 氮吸附数据表明 MSB 和 MSZ 的孔壁比相同条件下合成的 SBA-15 的孔壁更厚. MSB 和 MSZ 的 ^{29}Si MAS NMR 图谱表明 MSB 和 MSZ 中存在类似沸石环境中的 $\text{Si}-\text{O}-\text{T}(\text{T}=\text{Si}, \text{Al})$ 的连接方式. 在重质芳烃的加氢脱烷基反应中, MSB 和 MSZ 表现出比常规 SBA-15 更高的活性, 其中 MSB80 的转化率比 SBA-15 的高出 9.78%. 因此, 认为降解法合成产物的孔壁中含有了沸石的结构单元. 进一步研究发现: 对于不同硅铝比 β 沸石的降解合成, 介孔结构产物的有序性和催化活性随着 β 沸石的硅铝比的增大而增强; 而对于硅铝比相同的不同结构沸石 β 和 ZSM-5 的降解合成, 介孔结构产物的孔结构和催化性质不尽相同, 说明降解法合成产物的性质与沸石原粉的硅铝比和孔结构类型都有关系. 此外, 产物的有序性还跟降解条件有关, 降解时碱度和沸石用量越大, 得到的介孔结构材料的有序性就越高.

参考文献

- [1] Davis M. *Nature*, 2002, **417**: 813-828.
- [2] Kloetstra K R, Zandbergen H W, Jansen J C. *Micropor. Mater.*, 1996, **(6)**: 287-293.
- [3] Karlsson A, Stocker M, Schmidt R. *Micropor. Mesopor. Mater.*, 1999, **(27)**: 181-192.
- [4] Poladi R H P R, Christopher C L. *Micropor. Mesopor. Mater.*, 2002, **(52)**: 11-18.
- [5] Prokesova P, Mintova S, Cejka J, et al. *Micropor. Mesopor. Mater.*, 2003, **(64)**: 165-174.
- [6] Kloetstra K R, Zandbergen H W, Jansen J C. *Micropor. Mater.*, 1996, **(6)**: 287-293.
- [7] Kloetstra K R, Bekkum H V, Jansen C. *Chem. Commun.*, 1997, 2281-2282.
- [8] Trong On Do, Kaliaguine S. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2001, **17**: 40.
- [9] Huang L M, Guo W, Deng P. *J. Phys. Chem. B*, 2000, **104**: 2817-2823.
- [10] Liu Y, Zhang W, Pinnavaia T J. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2001, **40**: 1255.
- [11] Zhang Z, Han Y, Zhu L, et al. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2001, **40**: 1258.
- [12] Zhang Z T, Han Y, Xiao F S, et al. *J. Am. Chem. Soc.*, 2001, **123**: 5014-5021.
- [13] Han Y, Wu S, Sun Y, et al. *Chem. Mater.*, 2002, **14**: 1144.
- [14] 谢在库, 陈庆龄, 张成芳. 石油化工, 1999, **28** (6): 408-413.
- [15] Čižmek A, Subotić B, Aiello R, et al. *Micropor. Mater.*, 1995, **(4)**: 159-168.
- [16] Lechert H, Kacirek H. *Zeolites*, 1991, **(11)**: 720-725.
- [17] Dessau R M, Valyocsik E W, Goeke N H. *Zeolites*, 1992, **(12)**: 776.
- [18] Ogura M, Shinomiya S, Tateno J, et al. *Appl Catal A*, 2001, **219**: 33-43.

Synthesis of Mesostructured Material with Pore Wall Composed of the Primary Structure Units of Zeolite through the Dissolution of Zeolite

ZHANG Ying¹, DOU Tao^{1,2}, LI Yu-Ping², SHI De-Xian¹, ZHAO Zhen¹

(1. The Key Laboratory of Catalysis, China National Petroleum Co., University of Petroleum, Beijing 102249, China; 2. Institute of Special Chemicals, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: Mesostructured materials MSB and MSZ with the pore walls respectively composed of the structure units of zeolite β and ZSM-5, were successfully synthesized by a new method in which the silica-alumina precursors obtained through the dissolution of zeolites, assemble around the surfactant micelle of triblock copolymer $\text{EO}_{26}\text{PO}_{70}\text{EO}_{20}$. Subsequently, the products are characterized by XRD, IR, TEM, N_2 -sorption, EDS and ^{29}Si MAS NMR techniques. In the IR spectra of MSB and MSZ, the appearance of absorbance peaks characteristic of five-membered rings of zeolites in the range of $550\sim 600\text{cm}^{-1}$ indicates that the primary structure units of zeolites are perhaps included in the pore walls of MSB and MSZ. N_2 sorption data show that the pore walls of as-synthesized mesostructured materials are thicker than that of SBA-15. ^{29}Si MAS NMR spectra of MSB and MSZ suggest the presence of Si-O-T ($T=\text{Si,Al}$) environments similar to those in zeolites. The hydrogenation dealkylation reaction of heavy aromatic on the MSB and MSZ shows higher conversion than the corresponding data on SBA-15, especially for MSB80 with the conversion difference as high as 9.78%. Thus, it is concluded that the pore walls of MSB and MSZ contain the primary structure units of zeolites.

Key words structure units of zeolite; mesostructured material; dissolution; surfactant