

离子热法合成分子筛的研究进展

王亚松^{1,3}, 徐云鹏¹, 田志坚^{1,2,*}, 林励吾²

¹中国科学院大连化学物理研究所洁净能源国家实验室, 辽宁大连 116023; ²中国科学院大连化学物理研究所催化基础国家重点实验室, 辽宁大连 116023; ³中国科学院研究生院, 北京 100049

WANG Yasong^{1,3}, XU Yunpeng¹, TIAN Zhijian^{1,2,*}, LIN Liwu²

¹Dalian National Laboratory for Clean Energy, Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences, Dalian 116023, Liaoning, China; ²State Key Laboratory of Catalysis, Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences, Dalian 116023, Liaoning, China; ³Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

- 摘要
- 参考文献
- 相关文章

Download: PDF (506KB) [HTML](#) (1KB) Export: BibTeX or EndNote (RIS) [Supporting Info](#)

摘要 离子热法是以离子液体或低共熔混合物为介质的一种新型的分子筛合成方法, 它提供了一种离子态的独特合成环境, 为合成新型分子筛及研究分子筛的生成机理提供了机会. 本文综述了离子热法在分子筛合成方面取得的一些进展, 包括合成方法的创新、合成机理的研究、新材料的合成以及新型催化剂的制备等, 并展望了其发展前景.

关键词: 离子热合成 分子筛 微波加热 催化剂 结构导向剂

Abstract: Ionothermal synthesis is a new method for the synthesis of molecular sieves and it takes advantage of an ionic liquid or a deep eutectic mixture as a medium. Ionothermal synthesis offers an ionic environment and an opportunity to obtain novel molecular sieves and determine the mechanism of molecular sieve synthesis. A brief review about the progress in the ionothermal synthesis of molecular sieves is summarized and includes innovations in the synthesis method, determination of the synthesis mechanism and the preparation of novel molecular sieves and new catalysts. Future development in the ionothermal synthesis of molecular sieves is also discussed.

Keywords: ionothermal synthesis, molecular sieves, microwave heating, catalyst, structure directing agent

收稿日期: 2011-09-22; 出版日期: 2012-01-06

引用本文:

王亚松, 徐云鹏, 田志坚等. 离子热法合成分子筛的研究进展[J] 催化学报, 2012,V33(1): 39-50

WANG Ya-Song, XU Yun-Peng, TIAN Zhi-Jian etc. Research Progress into Ionothermal Synthesis of Molecular Sieves[J] Chinese Journal of Catalysis, 2012,V33(1): 39-50

链接本文:

[http://www.chxb.cn/CN/10.1016/S1872-2067\(1\)60343-4](http://www.chxb.cn/CN/10.1016/S1872-2067(1)60343-4) 或 <http://www.chxb.cn/CN/Y2012/V33/11/39>

- [1] Davis M E. Nature, 2002, 417: 813
- [2] Davis M E, Lobo R F. Chem Mater, 1992, 4: 756
- [3] Cundy C S, Cox P A. Chem Rev, 2003, 103: 663
- [4] Cooper E R, Andrews C D, Wheatley P S, Webb P B, Wormald P, Morris R E. Nature, 2004, 430: 1012
- [5] Parnham E R, Morris R E. Chem Mater, 2006, 18: 4882
- [6] Xu Y P, Tian Z J, Wang S J, Hu Y, Wang L, Wang B C, Ma Y C, Hou L, Yu J Y, Lin L W. Angew Chem, Int Ed, 2006, 45: 3965
- [7] Wang L, Xu Y P, Wei Y, Duan J C, Chen A B, Wang B C, Ma H J, Tian Z J, Lin L W. J Am Chem Soc, 2006, 128: 7432
- [8] Pei R Y, Wei Y, Li K D, Wen G D, Xu R S, Xu Y P, Wang L, Ma H J, Wang B C, Tian Z J, Zhang W P, Lin L W. Dalton Trans, 2010, 39: 1441
- [9] Pei R Y, Tian Z J, Wei Y, Li K D, Xu Y P, Wang L, Ma H J. Mater Lett, 2010, 64: 2118
- [10] Pei R Y, Tian Z J, Wei Y, Li K D, Xu Y P, Wang L, Ma H J. Mater Lett, 2010, 64: 2384
- [11] 裴仁彦, 徐云鹏, 魏莹, 温国栋, 李科达, 王磊, 马怀军, 田志坚, 林励吾. 催化学报 (Pei R Y, Xu Y P, Wei Y, Wen G D, Li K D, Wang L, Ma H J, Tian Z J, Lin L W. Chin J Catal), 2010, 31: 1083
- [12] Liu L, Li X P, Xu H, Li J P, Lin Z, Dong J X. Dalton Trans, 2009, 47: 10418







Service

- ▶ 把本文推荐给朋友
- ▶ 加入我的书架
- ▶ 加入引用管理器
- ▶ Email Alert
- ▶ RSS

作者相关文章

- ▶ 王亚松
- ▶ 徐云鹏
- ▶ 田志坚
- ▶ 林励吾

- [13] Han L J, Wang Y B, Zhang S J, Lu X M. *J Cryst Growth*, 2008, 311: 167 [crossref](#)
- [14] 徐云鹏, 田志坚, 徐竹生, 王炳春, 李鹏, 王少君, 胡玥, 马英冲, 李坤兰, 刘彦军, 余加佑, 林励吾. *催化学报* (Xu Y P, Tian Z J, Xu Z S, Wang B C, Li P, Wang S J, Hu Y, Ma Y C, Li K L, Liu Y J, Yu J Y, Lin L W. *Chin J Catal*), 2005, 26: 446
- [15] Wang L, Xu Y P, Wang B C, Wang S J, Yu J Y, Tian Z J, Lin L W. *Chem Eur J*, 2008, 14: 10551 [crossref](#)
- [16] Parnham E R, Morris R E. *J Am Chem Soc*, 2006, 128: 2204 [crossref](#)
- [17] Han L J, Wang Y B, Li C X, Zhang S J, Lu X M, Cao M J. *AIChE J*, 2008, 54: 280 [crossref](#)
- [18] Ng E P, Sekhon S S, Mintova S. *Chem Commun*, 2009: 1661
- [19] Parnham E R, Drylie E A, Wheatley P S, Slawin A M Z, Morris R E. *Angew Chem, Int Ed*, 2006, 45: 4962 [crossref](#)
- [20] Wei Y, Tian Z J, Gies H, Xu R S, Ma H J, Pei R Y, Zhang W P, Xu Y P, Wang L, Li K D, Wang B C, Wen G D, Lin L W. *Angew Chem, Int Ed*, 2010, 49: 5367 [crossref](#)
- [21] Parnham E R, Wheatley P S, Morris R E. *Chem Commun*, 2006: 380
- [22] Ma H J, Xu R S, You W S, Wen G D, Wang S J, Xu Y, Wang B C, Wang L, Wei Y, Xu Y P, Zhang W P, Tian Z J, Lin L W. *Microporous Mesoporous Mater*, 2009, 120: 278 [crossref](#)
- [23] Liu L, Kong Y, Xu H, Li J P, Dong J X, Lin Z. *Microporous Mesoporous Mater*, 2008, 115: 624 [crossref](#)
- [24] Liu L, Wragg D S, Zhang H Y, Kong Y, Byrne P J, Prior T J, Warren J E, Lin Z J, Dong J X, Morris R E. *Dalton Trans*, 2009: 6715
- [25] Liu L, Li Y, Wei H B, Dong M, Wang J G, Slawin A M Z, Li J P, Dong J X, Morris R E. *Angew Chem, Int Ed*, 2009, 48: 2206 [crossref](#)
- [26] Jhang P C, Chuang N T, Wang S L. *Angew Chem, Int Ed*, 2010, 49: 4200 [crossref](#)
- [27] Xing H Z, Li Y, Su T, Xu J, Yang W T, Zhu E B, Yu J H, Xu R R. *Dalton Trans*, 2010, 39: 1713 [crossref](#)
- [28] Wei Y, Gies H, Tian Z J, Marler B, Xu Y P, Wang L, Ma H J, Pei R Y, Li K D, Wang B C. *Inorg Chem Commun*, 2010, 13: 1357 [crossref](#)
- [29] Xing H Z, Yang W T, Su T, Xu J, Li Y, Xu J, Nakano T, Yu J H, Xu R R. *Angew Chem, Int Ed*, 2010, 49: 2328
- [30] Feng J D, Shao K Z, Tang S W, Wang R S, Su Z M. *Crystengcomm*, 2010, 12: 1401 [crossref](#)
- [31] Tsao C P, Sheu C Y, Nguyen N, Lii H K. *Inorg Chem*, 2006, 45: 6361 [crossref](#)
- [32] Hix G B, Turner A, Vahter L, Kariuki B M. *Microporous Mesoporous Mater*, 2007, 99: 62 [crossref](#)
- [33] Ma H J, Tian Z J, Xu R S, Wang B C, Wei Y, Wang L, Xu Y P, Zhang W P, Lin L W. *J Am Chem Soc*, 2008, 130: 8120 [crossref](#)
- [34] Xu R S, Zhang W P, Guan J, Xu Y P, Wang L, Ma H J, Tian Z J, Han X W, Lin L W, Bao X H. *Chem Eur J*, 2009, 15: 5348 [crossref](#)
- [35] Wragg D S, Slawin A M Z, Morris R E. *Solid State Sci*, 2009, 11: 411 [crossref](#)
- [36] Ng E P, Itani L, Sekhon S S, Mintova S. *Chem Eur J*, 2010, 16: 12890 [crossref](#)
- [37] Zones S I, Hwang S J, Davis M E. *Chem Eur J*, 2001, 7: 1990 [crossref](#)
- [38] Oliver S, Kuperman A, Ozin G A. *Angew Chem, Int Ed*, 1998, 37: 46 [crossref](#)
- [39] Marx D, Tuckerman M E, Hutter J, Parrinello M. *Nature*, 1999, 397: 601 [crossref](#)
- [40] Tuckerman M E, Marx D, Parrinello M. *Nature*, 2002, 417: 925 [crossref](#)
- [41] Parnham E R, Morris R E. *J Mater Chem*, 2006, 16: 3682 [crossref](#)
- [42] Xing H Z, Li J Y, Yan W F, Chen P, Jin Z, Yu J H, Dai S, Xu R R. *Chem Mater*, 2008, 20: 4179 [crossref](#)
- [43] Davis M E, Saldarriaga C, Montes C, Garces J, Crowder C. *Nature*, 1988, 331: 698 [crossref](#)
- [44] Dessau R M, Schlenker J L, Higgins J B. *Zeolites*, 1990, 10: 522 [crossref](#)
- [45] Estermann M, McCusker L B, Baerlocher C, Merrouche A, Kessler H. *Nature*, 1991, 352: 320 [crossref](#)
- [46] Yoshino M, Matsuda M, Miyake M. *Solid State Ionics*, 2002, 151: 269 [crossref](#)
- [47] Wilson S T, Lok B M, Messina C A, Cannan T R, Flanigen E M. *J Am Chem Soc*, 1982, 104: 1146 [crossref](#)
- [48] Corma A. *Chem Rev*, 1995, 95: 559 [crossref](#)
- [49] Hartmann M, Kevan L. *Chem Rev*, 1999, 99: 635 [crossref](#)
- [50] Tompsett G A, Conner W C, Yngvesson K S. *ChemPhysChem*, 2006, 7: 296 [crossref](#)
- [51] Wragg D S, Byrne P J, tan Giriat G, Ouay B L, Gyepes R, Harrison A, Whittaker A G, Morris R E. *J Phys Chem C*, 2009, 113: 20553 [crossref](#)
- [52] Lin Z J, Wragg D S, Morris R E. *Chem Commun*, 2006: 2021

- [53] Cai R, Sun M, Chen Z W, Munoz R, O'Neill C, Beving D E, Yan Y S. *Angew Chem, Int Ed*, 2008, 47: 525 
- [54] Parnham E R, Morris R E. *Acc Chem Res*, 2007, 40: 1005 
- [55] Morris R E. *Chem Commun*, 2009: 2990
- [56] Morris R E, Weigel S J. *Chem Soc Rev*, 1997, 26: 309 
- [57] Handy S T, Okello M. *J Org Chem*, 2005, 70: 1915 
- [58] 马英冲, 徐云鹏, 王少君, 王炳春, 田志坚, 余加祜, 林励吾. *高等学校化学学报* (Ma Y C, Xu Y P, Wang S J, Wang B C, Tian Z J, Yu J Y, Lin L W. *Chem J Chin Univ*), 2006, 27: 739
- [59] Cai R, Liu Y, Gu S, Yan Y S. *J Am Chem Soc*, 2010, 132: 12776 
- [60] Wheatley P S, Allan P K, Teat S J, Ashbrook S E, Morris R E. *Chem Sci*, 2010, 1: 483 

- [1] 张元华, 陈世萍, 袁成龙, 方维平, 杨意泉. 焙烧温度对甲硫醇催化剂 K_2WO_4/Al_2O_3 结构和性能的影响[J]. *催化学报*, 2012,33(2): 317-322
- [2] 张海艳, 曹春晖, 赵健, 林瑞, 马建新. 燃料电池Pt 基核壳结构电催化剂的最新研究进展[J]. *催化学报*, 2012,33(2): 222-229
- [3] 张燕杰, 詹瑛琪, 曹彦宁, 陈崇启, 林性怡, 郑起. 以水热法合成的 ZrO_2 负载 Au 催化剂的低温水煤气变换反应[J]. *催化学报*, 2012,33(2): 230-236
- [4] 张岩, 黄翠英, 王俊芳, 孙琪, 王长生. Ti/SiO₂ 催化 H₂O₂ 氧化苯甲醇制苯甲醛反应机理的理论研究[J]. *催化学报*, 2012,33(2): 360-366
- [5] 闫朝阳, 兰 丽, 陈山虎, 赵明, 龚茂初, 陈耀强*. 高性能 Ce_{0.5}Zr_{0.5}O₂ 稀土储氧材料的制备及其负载的单 Pd 三效催化剂[J]. *催化学报*, 2012,33(2): 336-341
- [6] 朱琳, 鲁继青, 谢冠群, 陈萍, 罗孟飞. 还原温度对 Ir/ZrO₂ 催化剂上巴豆醛选择性加氢的影响[J]. *催化学报*, 2012,33(2): 348-353
- [7] 肖丽萍, 杨靖, 周慧, 陈春雨, 孙世焯, 楼辉, 郑小明. 天然丝光沸石多步脱铝-钛化制备钛硅分子筛[J]. *催化学报*, 2012,33(1): 199-204
- [8] 喻志武, 王强, 陈雷, 邓凤. H-MCM-22 沸石分子筛中 Brønsted/Lewis 酸协同效应的 ¹H 和 ²⁷Al 双量子魔角旋转固体核磁共振研究[J]. *催化学报*, 2012,33(1): 129-139
- [9] 武光军, 关乃佳, 李兰冬. 含氮分子筛的研究进展[J]. *催化学报*, 2012,33(1): 51-59
- [10] 申宝剑, 覃正兴, 高雄厚, 林枫, 周淑歌, 沈文, 王宝杰, 赵红娟, 刘宏海. 碱处理脱硅与提高 Y 型分子筛硅铝比——矛盾的对立与统一[J]. *催化学报*, 2012,33(1): 152-163
- [11] 宋明娟, 邹成龙, 牛国兴, 赵东元. (NH₄)₂SiF₆ 预处理改善 SBA-15 介孔材料的水热稳定性[J]. *催化学报*, 2012,33(1): 140-151
- [12] 郭强, 范峰滔, 郭美玲, 冯兆池, 李灿. 紫外拉曼光谱研究 FeAlPO₄-5 分子筛的合成机理[J]. *催化学报*, 2012,33(1): 106-113
- [13] 任远航, 辜敏, 胡怡晨, 岳斌, 江磊, 孔祖萍, 贺鹤勇b. 稀土负载钛-硅沸石 ETS-10 的制备及其光催化性质[J]. *催化学报*, 2012,33(1): 123-128
- [14] 刘志成, 王仰东, 谢在库. 从工业催化角度看分子筛催化剂未来发展的若干思考[J]. *催化学报*, 2012,33(1): 22-38
- [15] 王星砾, 王辉, 雷自强, 张哲, 王荣方*. Pt 修饰的 Ni/C 催化剂电催化氧化乙醇性能[J]. *催化学报*, 2011,32(9): 1519-1524