

苏州纳米所在高性能气体分离膜研究中取得进展

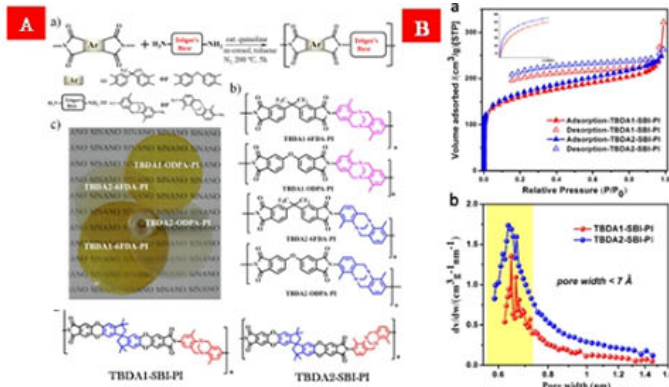


图1. 特勒格碱基自具微孔聚酰亚胺合成路线、化学结构式、膜光学照片及氮气吸脱附曲线和孔径分布

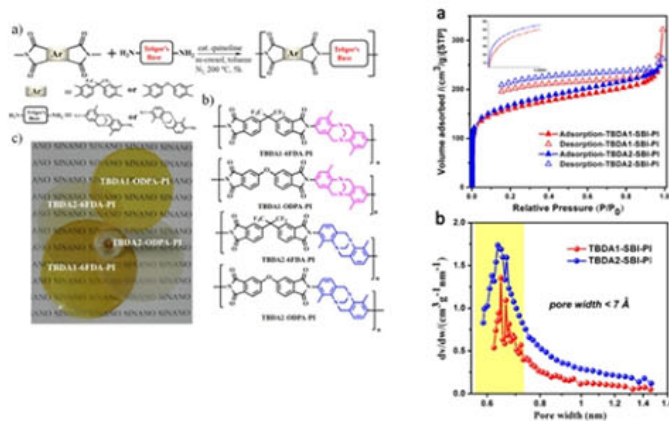


图2. 双刚性链段特勒格碱基自具微孔聚酰亚胺气体分离综合性能

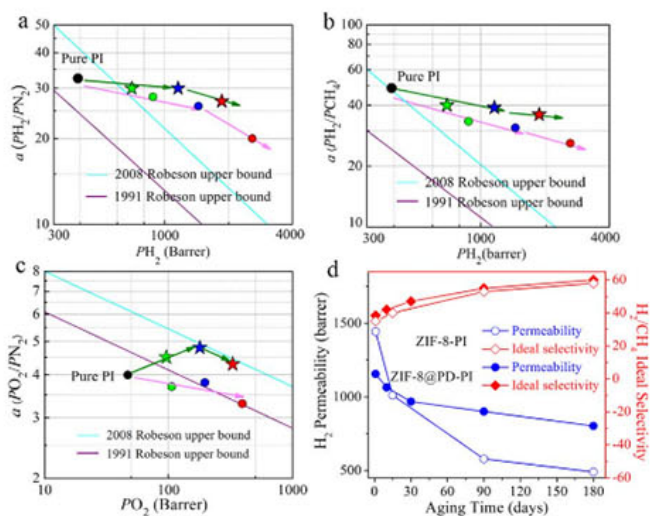
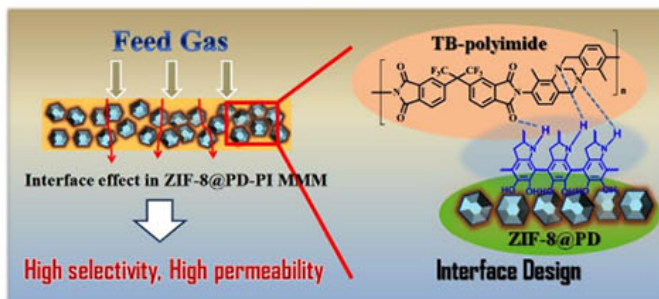


图3. 特勒格碱基自具微孔聚酰亚胺/MOF混合基质膜界面设计示意图及其气体分离综合性能

气体分离膜技术以其高效、低能及环境友好等特点，在工业分离领域具有极大的应用前景。传统气体分离膜材料气体渗透系数很低，已越来越不能满足日益增长的工业需求。开发高透过率、高选择性的膜材料是人们一直追求的目标。自具微孔聚合物（PIMs）是近年来发展的一类具有高透过性及合理选择性的高分子材料，其对气体的高透过率来源于刚性扭曲分子链的非有效折叠而产生的固有微孔结构。设计开发新型高性能的PIMs对气体分离膜的发展具有重大深远的意义。

最近，中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所靳健课题组通过向聚合物链引入刚性结构更强且具有V型立体结构的特勒格碱（TB）结构单元来构筑新型PIMs，相较传统的PIMs构筑单元SBI，特勒格碱单元具有更强的刚性且更加合适的空间二面角，有利于增强聚合物的微孔结构，提高聚合物对气体的筛分效应；进一步地，通过合理界面设计对获得的TB功能化的PIMs进行复合改性，在气体分离膜领域取得了系列研究进展：

通过共聚法将刚性且扭曲的特勒格碱基团引入PIM-1主链中，设计合成了特勒格碱基PIM类自具微孔共聚物（TBPI M）。特勒格碱基团的引入一方面增强了聚合物链段刚性，另一方面含特勒格碱基团中的氮原子大大增强了聚合物对CO₂分子的亲和性。两方面的协同作用使得TBPI M共聚物在对CO₂/N₂、CO₂/CH₄、O₂/N₂气体的分离选择性上均有较大幅度的提高。研究成果发表在Poly. Chem. 2014, 5, 2793-2800上。

进一步，为解决传统聚酰亚胺材料气体透过率低的问题，设计合成了含特勒格碱结构的单刚性链段自具微孔聚酰亚胺（图1）。该特勒格碱基自具微孔聚酰亚胺比表面积可达300m²/g，较传统聚酰亚胺提升两个数量级，气体分离性能提升明显，接近代表高分子气体分离最佳性能的2008年Robeson上限。研究成果发表在ACS Macro Letters, 2014, 3, 597-601上。在此基础上，将酸酐与二胺部分做刚性单元替换，获得了具有双刚性链段的自具微孔聚酰亚胺（图1）。材料的比表面积提升至600m²/g，气体分离性能突破2008年Robeson 上限（图2）。该项研究成果发表在Macromolecules, 2014, 47, 7477-7483。

在此基础上，课题组以特勒格碱基自具微孔聚酰亚胺为主题材料，设计制备了聚合物/金属-有机骨架材料（MOF）混合基质膜。利用MOF超高孔隙率和规整的孔道结构，实现对气体的有效筛分。为解决MOF粒子在聚合物中的分散及与聚合物母体的兼容性问题，对MOF粒子进行表面修饰和改性，使其与聚合物主体间形成氢键和范德华力等作用，增强界面相互作用，提升界面相容性（图3）。该类混合基质膜材料具有非常优异的综合气体分离性能，远远超过Robeson上限（图3）。另外复合膜表现出优异的抗老化性能和热稳定性。该项研究成果发表在Adv. Mater. DOI: 10.1002/adma.201504982上。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/92661.html>