

**项目名称：**有机-无机复合膜的亚纳米通道构筑及其分离性能研究

**推荐单位（专家）：**南京工业大学

**主要完成人：**金万勤，刘公平，周浩力

**主要完成单位：**南京工业大学

**项目简介：**

本项目属于化学工程中的膜分离方向。

物料分离的能耗占国家总能耗一半以上，发展节能降耗的分离技术具有重要战略意义。膜技术是一种高效节能的分离技术，其核心分离膜的设计制备是化学工程、材料科学、化学等学科的交叉热点和研究前沿。本项目设计合成了具有优异分子尺度分离性能的金属-有机框架膜、氧化石墨烯-陶瓷膜、聚合物-陶瓷膜等高性能有机-无机复合膜新材料，发展了膜技术在能源和环境中应用的新过程。主要科学发现包括：

1、发展了金属-有机框架（MOF）膜的设计制备新策略，首次提出了反应晶种法和逐步沉积晶种法，精密调控 MOF 的成核和成膜过程，解决了多晶有机-无机复合膜层的无缺陷可控制备的关键科学问题，并首次实现了 MOF 膜对手性分子的拆分，为有机-无机 MOF 膜材料的开发提供了理论依据。首创的反应晶种法得到国际同行普遍认可，被 29 个国家和地区的 156 个研究团队重复、广泛引用；逐步沉积晶种法制备的 MOF 膜被无机膜专家 J. Caro 教授在 Science 论文正面引用以验证其研究结果；手性 MOF 膜的工作多次被诺贝尔化学奖得主 J.F.Stoddart 教授在 JACS 中作为该领域的代表性成果加以引用。

2、提出了氧化石墨烯有序组装分子通道的新方法，解决了二维材料膜亚纳米传质通道精密构筑与调变的关键科学问题，首次制备了具有国际领先水平的高性能中空纤维氧化石墨烯-陶瓷



									内完成
1	Metal-Organic Framework Membranes Fabricated via Reactive Seeding / <i>Chemical Communications</i> /Yaixin Hu, Xueliang Dong, Jiangpu Nan, Wanqin Jin*, Xiaoming Ren, Nanping Xu, and Young Moo Lee	6.319	2011, 47, 737-739	2010年11月8日	金万勤	胡耀心	160	179	是
2	Step-by-Step Seeding Procedure for Preparing HKUST-1 Membrane on Porous $\gamma$ -Alumina Support / <i>Langmuir</i> /Jiangpu Nan, Xueliang Dong, Wenjin Wang, Wanqin Jin* and Nanping Xu	3.833	2011, 27, 4309-4312	2011年3月23日	金万勤	南江普	96	104	是
3	A homochiral metal-organic framework membrane for enantioselective separation / <i>Chemical Communications</i> /Wenjin Wang, Xueliang Dong, Jiangpu Nan, Wanqin Jin, Zhongqiao Hu, Yifei Chen and Jianwen Jiang	6.319	2012, 48, 7022-7024	2012年4月26日	金万勤	汪文进	54	65	是
4	A Highly Thermally Stable Ferroelectric Metal–Organic Framework and Its Thin Film with Substrate Surface Nature Dependent Morphology/ <i>Journal of the American Chemical Society</i> / Chen Pan, Jiangpu Nan, Xueliang Dong, Xiao-Ming Ren and Wanqin Jin*	14.357	2011, 133, 12330-12333	2011年8月17日	金万勤	潘晨	39	42	是
5	A graphene oxide membrane with super-selective molecular separation of aqueous organic solution / <i>Angewandte Chemie International Edition</i> /Kang Huang, Gongping Liu, Yueyun. Lou, Ziyue Dong, Jie Shen, Wanqin Jin*	12.102	2014, 53, 6929-6932	2014年5月20日	金万勤	黄康	113 (ESI高被引论文)	130	是
6	High-Efficiency Water-Transport Channels using	13.325	2015, 25, 5809-5815	2015年9月23日	金万勤	黄康/刘公	24	28	是

	the Synergistic Effect of a Hydrophilic Polymer and Graphene Oxide Laminates/ <i>Advanced Functional Materials</i> /Kang Huang, Gongping Liu, Jie Shen, Zhenyu Chu, Haoli Zhou, Xuehong Gu, Wanqin Jin* and Nanping Xu					平			
7	Membranes with Fast and Selective Gas-Transport Channels of Laminar Graphene Oxide for Efficient CO <sub>2</sub> Capture / <i>Angewandte Chemie International Edition</i> /Jie Shen, Gongping Liu, Kang Huang, Wanqin Jin*, Kueir-Rarn Lee, and Nanping Xu	12.102	2014, 54, 578-582	2015年1月7日	金万勤	申杰/ 刘公平	54	65	是
8	PDMS/ceramic composite membrane with high flux for pervaporation of ethanol-water mixtures / <i>Industrial &amp; Engineering Chemistry Research</i> /Fenjuan Xiangli, Yiwei Chen, Wanqin Jin* and Nanping Xu	3.141	2007, 46, 2224-2230	2007年3月28日	金万勤	相里粉娟	69	89	是
9	Pervaporation performance of PDMS/ceramic composite membrane in acetonebutanol ethanol (ABE) fermentation–PV coupled process / <i>Journal of Membrane Science</i> /Gongping Liu, Wang Wei, Hao Wu, Xueliang Dong, Min Jiang, Wanqin Jin*	6.578	2011, 373, 121-129	2011年5月1日	金万勤	刘公平	74	89	是
10	Hydrophobic-ZIF-71 filled PEBA mixed matrix membranes for recovery of biobutanol via pervaporation / <i>Journal of Membrane Science</i> /Sainan Liu, Gongping Liu, Xuhong Zhao, Wanqin Jin*	6.578	2013, 446, 181-188	2013年11月1日	金万勤	刘赛男	78	85	是

## 主要完成人及其主要工作

金万勤，教授，作为本项目负责人对全部发现点具有创造性贡献，是所有代表性论文的唯一

一通讯联系人，是所有发明专利的第一发明人，提出了项目的总体学术思想和研究方案，负责本项目的总体设计和规划、研究方向和内容的确定，研究方案的具体指导和实施，关键学术难点的分析及对全部科学发现的理论阐释等，是全部发现点的主要完成人，在该项工作中投入的工作量占本人工作总量的 70%。

刘公平，副教授，对科学创新点二和三有重要学术贡献，代表性论文 9 的第一作者，代表性论文 6、7 的共同第一作者。1、提出了聚合物-陶瓷复合膜原位移除生物燃料的研究路线和实验方法（代表性论文 9）；2、提出了氧化石墨烯混合基质膜的实验方法（代表性论文 6、7），在该项工作中投入的工作量占本人工作总量的 80%。

周浩力，副教授，对科学创新点三有学术贡献，开展了聚合物-陶瓷复合膜的工业应用研究，在该项工作中投入的工作量占本人工作总量的 60%。