

中国科学院大连化学物理研究所
优秀博士后奖励基金申请表

申请人： 钟如意

研究组： DNL0602 组

学科专业： 化学

合作导师： 张宗超

填表日期： 2018 年 4 月 4 日

中国科学院大连化学物理研究所制

姓 名	钟如意	性 别	女
出生日期	1987. 7. 27	民 族	畲族
学历/学位	博士	专业技术职务	科研
毕业院校	比利时荷语天主教鲁汶大学	专 业	化学
(拟) 进站时间	2017. 11. 10	进站性质	<input type="checkbox"/> 统招统分 <input type="checkbox"/> 在职人员
E-Mail	XXXXXXXXXX om	联系电话	17512077817
学习 简历	起止年月	所在单位/专业	所获学位
	2012. 11-2017. 1	比利时荷语天主教鲁汶大学/生物 科学工程	博士
	2009. 9-2012. 7	清华大学/化学系	硕士
	2005. 9-2009. 7	清华大学/化学系	本科
工作 经历	起止年月	所在单位	职务
	2017. 3-2017. 11	南方科技大学/化学系	访问学生
博士 学位 论文 摘要	博士论文题目	Sulfonated mesoporous silica-carbon nanocomposites for biomass conversion 磺化介孔碳硅纳米复合物在生物质催化转化中的应用	
	指导教师姓名	Bert F. Sels	

近年来，研究人员在有序介孔碳或碳硅纳米复合材料的合成和功能化方面做了大量工作。这些材料具有介孔结构的优点；即高表面积、大的孔体积。同时，骨架中的碳部分具有有机成分的优点，即，疏水性和易于官能化。这些材料在催化、吸附、储能等领域广为应用。

一般采用硬模板和软模板两种策略合成介孔碳硅纳米复合材料。硬模板合成是指对预先形成的硬模板用碳前驱体进行纳米浇铸，涉及多步合成操作费时费力。软模板法直接利用软模板共聚物诱导一锅共组装。虽然结构导向的共聚物与介孔 SiO₂ 的合成基本相同，但有机-有机的直接自组装更困难。引入 SiO₂ 前驱体可以协助共组装，形成有序介孔结构。为了避免 SiO₂ 和碳前驱体的宏观相分离，并快速构建介孔结构，这里采用蒸发诱导自组装（EISA）方法。合成不同硅碳比的碳硅纳米复合材料，并分析其介孔结构的有序性和孔壁内纳米 SiO₂ 相和碳相的相互嵌入。碳的含量介于 19 到 62wt%。其存在创造了介孔外的微孔，形成一个易于流通的多级孔结构。过高的碳含量会堵住介孔。介孔碳硅纳米复合物前驱体在惰性气氛中在 400℃或 550℃下热解，得到不同酚羟基、羧基含量，和不同交联度的碳表面。经浓硫酸磺化后，碳表面磺酸基含量有 0.57-0.15 mmol / g，而由于 SiO₂ 骨架的支撑作用，有序介孔结构保持不变。磺化碳硅纳米复合物含强酸性位并且表面性质可调，可应用于酸催化反应，包括经典的碳正离子反应和生物质转化反应。考察了相关反应的产率、反应机理、反应动力学及催化剂稳定性。对苯乙烯 / 甲基苯乙烯二聚反应，磺化碳硅复合物表现出了高选择性，介孔孔容最大的样品催化活性也最高。然而，在果糖醇解制呋喃醚和乙酰丙酸酯的反应中，微孔体积高的样品催化性能最好。提出了简化的反应路线，进行动力学拟合，与实验结果吻合，加深了对反应机理的理解。另外，对合成反应进行了改进，提出新型的快速旋转蒸发诱导自组装（ROT-EISA）方法，避免了利用薄膜蒸发的传统 EISA 方法的费时费力。新方法合成的材料具有类似的有序介孔结构，并对果糖转化和呋喃缩合有较高的催化活性。

总之，通过三组分 EISA 合成，构筑了一系列介孔碳硅纳米复合物。合成方法后续用旋蒸办法改良，更便于大规模生产和应用。磺化后的复合材料可以用于生物质转化中的酸催化过程，另外，其高孔隙结构在其他领域也有广阔应用前景。

1、主持或参与项目情况：

序号	项目名称	项目来源	项目金额	起止年度	角色
1	CSC	国家留学基金委	57600 欧元	2012.11-2016.11	公派留学博士生

2、论文发表情况：（已发表或已接收发表）

序号	论文题目	期刊名	影响因子	发表年度/卷期/页码	排序
----	------	-----	------	------------	----

入站 前期 科研 情况 简介	1	<i>Vapor-Phase Assisted Hydrothermal Carbon from Sucrose and its Application in Acid Catalysis</i>	Green Chemistry	9.125	2018/20/1345-1353	—
	2	<i>Covalently Bonded 2D/2D O-g-C₃N₄/TiO₂ Heterojunction for Enhanced Visible-light Photocatalytic Hydrogen Evolution</i>	Applied Catalysis B: Environmental	9.446	2018/ 已接收	—
	3	<i>Scalable Synthesis of Acidic Mesostructured Silica-Carbon Nano-composite Catalysts via Rotary Evaporation</i>	ChemCat Chem	4.803	2017/9/65-69	—
	4	<i>Acidic Mesostructured Silica-Carbon Nanocomposite Catalysts for Biofuels and Chemicals Synthesis from Sugars in Alcoholic Solutions</i>	Applied Catalysis B: Environmental	9.446	2017/206/74-88	—
	5	<i>Fast Catalytic Conversion of Recalcitrant Cellulose into Alkyl Levulinate and Levulinic Acid in presence of Soluble and Recoverable Sulfonated Hyperbranched Poly(arylene oxindole)s</i>	Green Chemistry	9.125	2017/19/153-163	二
	6	<i>Enhanced Acidity and Accessibility in Al-MCM-41 through Aluminum Activation</i>	Chemistry of Materials	9.466	2016/28/7731-7743	三
	7	<i>An Eco-friendly Soft Template Synthesis of Mesostructured Silica-Carbon Nanocomposites for Acid Catalysis</i>	ChemCat Chem	4.803	2015/7/3047-3058	—
	8	<i>Impacts of Organic Stabilizers on Catalysis of Au Nanoparticles from Colloidal Preparation</i>	ACS Catalysis	10.614	2014/4/3982-3993	—
	9	<i>Stabilizer Substitution and its Effect on the Hydrogenation Catalysis by Au Nanoparticles from Colloidal Synthesis</i>	Catalysis Science and Technology	5.773	2013/3/3013-3019	—
	10	<i>Fully Dispersed Pt Entities on Nano-Au Dramatically Enhance the Activity of Gold for Chemoselective Hydrogenation Catalysis</i>	Chemical Communications	6.319	2011/47/1300-1302	四

3、专利情况：					
序号	专利名称	授权/申请	授权/申请号	起始日期	排序
4、获奖情况：					
序号	奖励名称	奖励等级	授奖单位	奖励年度	排序

博士后研究题目：

（简述研究计划的可行性、先进性和创新性，理论和现实意义）

博士后课题主要是围绕开发新型纳米结构的 Cu 基或者 Ni 基催化剂，应用于生物质分子（糠醛、羟甲基糠醛、木质素等）的电催化转化体系。优化催化剂的组成、结构，以及电催化反应条件（离子液体溶剂、pH、电极负载材料等），以期得到高效、高选择性的电催化剂，实现电能到化学能的高效转化和生物质分子到高附加值化学品的转化。

主要创新点在于利用了生物质基分子的广泛易得和可持续性，以及电能特别是多余的间歇电能（比如来自太阳能、风能、潮汐能）等作为绿色可持续的能量来源。此外，用水或其他溶剂原位产生的氧化还原物种直接参与到反应底物的反应中，避开了额外的氧化还原试剂的使用。电化学过程通常在常温常压下发生。因此，本课题属于对绿色环保化学化工工艺的开发。创新点还在于人们对电催化有机分子的转化的过程的机理尚不清楚，本课题将揭示和探讨一些未知的反应现象，并与催化剂的结构相关联，为更高效催化剂的研发提供导向。

本课题旨在研发新型、高效电催化，来实现生物质基底物分子转化为化学品或者燃料。其科学意义不仅仅在于关注绿色环保的化工过程，而且在于探究这些电催化行为背后的机理以及与热催化的关联，从而更有目的地调控催化剂的组成结构，进一步提高法拉电电流效率和对目标产物的选择性。该研究的开展会促进对电化学基础学科的理解和拓展。

应用前景和现实意义在于有可能补充或者取代传统高温高压的热催化过程实现对生物质平台分子高选择性的低温常压下转化，并且避免了额外的氧化剂或者还原剂。在深入了解电催化反应机理的情况下，基于目前相对成熟的质子膜交换电池，可以实现对流动相电解体系的研发，从而方便地实现生物质催化转化过程的扩大化。

博士
后工
作的
研究
计划

