

北京化工大学

2016 年申请考核制选拔博士研究生申请表

姓 名 _____ 杨阳 _____

报 考 学 院 _____ 理学院 _____

报 考 学 科 专 业 _____ 化学工程与技术 _____

报 考 导 师 _____ 段雪 _____

研 究 方 向 _____ 插层组装及其产品工程 _____

最后获得学位及时间 _____ 学士 2013.06 _____

最后学位授予单位 _____ 河北工业大学 _____

2016 年 1 月 4 日

姓 名	杨阳	出生日期	1990. 11	性 别	男	照 片
籍 贯	天津	民 族	汉	政治面貌	中共党员	
职称职务	硕士在读		身份证号			
现在工作单位或学习单位(详细)	北京化工大学理学院 北京市朝阳区北三环东路 15 号北京化工大学					
最后学位及时间	学士 2013. 06	获学位单位	河北工业大学		专业名称	制药工程
最后学历及时间	研究生 2016. 06	毕业学校	北京化工大学		专业名称	化学工程
学习工作经历 (从大学开始)	起止年月	学 习 和 工 作 单 位				任何职务
	2009.09- 2013.06	河北工业大学				心理委员
	2013.09 至 今	北京化工大学				无
曾参与的科研项目、发表科研论文著作、获得奖项 (可附页)	科研项目： 国家 973 计划 “镁基纳米插层材料的结构与宏量制备”					

考生研究生论文主要成果介绍，科研能力自我评价，对学科专业现状与发展方向的见解，以及拟攻读博士学位的科研计划。

1. 研究生论文主要成果介绍

本人研究生期间研究的课题是《层状材料团聚控制及以其为模板合成二维普鲁士蓝纳米板的研究》。研究发现 $\text{Zn}_2\text{Al-NO}_3\text{-LDHs}$ 有很强的团聚作用，通过改变制备条件可以减少纳米粒子的表面缺陷，增强其分散性。之后将分散良好的 LDHs 作为模板，在层间进行原位金属配位聚合，制备出二维普鲁士蓝材料，最终通过酸解模板得到普鲁士蓝纳米板。

2. 科研能力自我评价

研究生期间根据导师的指导，我研读了大量论著，明确了研究方向，自己刻苦专研同时，积极与师长同学进行探讨交流，不断丰富和完善了自己知识结构和专业理论水平；在平时的实验生活中善于发现问题，思考问题，解决问题，不断锻炼和提高了自己的研究能力，也培养了自己的实验室日常管理能力。同时，在此期间参加了国家 973 计划的相关研究工作，在老师的帮助指导下，进一步提高了自己的科研水平。读研期间被老师派遣至滑铁卢大学交流学习两个月，进一步培养了数据分析、思路整理的方法，为博士生的研究生活打下坚实的基础。

3. 对学科专业现状与发展方向见解

插层组装及其产品工程是化学工程与技术的重要研究方向。水滑石是一类重要的插层结构功能材料，作为一类具有特殊结构的无机化合物，由于其独特的层状结构及层板组成和层间阴离子的可调变性使其作为无机功能材料在催化、离子交换、吸附、医药等领域都得到了广泛的应用，已成为无机功能材料开发和应用的新热点。

利用水滑石组成结构的可调控性，对水滑石进行结构设计，以水滑石规整堆叠的限域作用来系统的研究主客体作用对限域合成的影响，对于促进水滑石发展具有重要意义，同时也将促进纳米限域合成领域的发展。

4. 拟读博士学位的科研计划

(1) 研究背景及意义

层状复合金属氢氧化物(Layered Double Hydroxides, 简称 LDHs, 又称水滑石), 是一种典型的阴离子型层状化合物。典型的 LDHs 化合物是天然存在的镁铝碳酸根水滑石, 其化学组成式为 $\text{Mg}_6\text{Al}_2(\text{OH})_{16}\text{CO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 层间阴离子为碳酸根。水滑石功能材料由于其特殊的主客体结构, 使其具有多种可调变性, 主体层板的化学组成、电荷密度及其分布、层间客体的种类、数量以及排列方式等均可进行人为设计与精确控制。利用其可插层特性, 将具有特定功能的基团引入层间可获得新结构, 同时也极大地强化材料的性能, 得到具有不同功能特性的水滑石功能材料。此外, 通过

改变制备方法以及反应条件，可对水滑石的晶粒介观形态和尺寸分布进行控制。因此，水滑石功能材料在催化、光化学、吸附等领域都得到了广泛的应用，已成为无机功能材料开发和应用的新热点。

近年来，以水滑石作为纳米反应器限域合成二维石墨烯材料逐渐成为研究热点。北京化工大学的研究人员以此方法合成了石墨烯纳米板、纳米环及量子点，取得了石墨烯新型结构领域的又一进步。但这些工作对于主客体相互作用的基础研究仍不充分，对于合成客体的种类及形貌没有普适性的结论。同时，金属配位聚合物(MCP)在水滑石层间的限域合成也相继被报道，研究者们原位合成了一系列二维 MCPs，但同样由于对水滑石主体环境对客体影响研究的缺乏导致工作仅仅停留于原位聚合步骤，既无法直观的观测、表征层间二维材料，也无法直接应用二维 MCPs 的特殊性能，严重制约了该领域的发展。因此，探索水滑石主体环境与层间微环境对客体的影响以及层间客体相互竞争作用成为水滑石领域发展越来越重要的方向。

本人博士期间准备基于以上研究现状，结合研究生期间的工作和本实验室的特色，准备系统的研究水滑石主体环境和微环境，探索水滑石环境对层间阴离子稳定性的影响；通过水滑石层板与层间分子的相互作用，探索水滑石限域作用的强度和范围。利用水滑石层间离子种类的可调性，插层环境敏感的阴离子，通过观察原位反应的过程揭露层间孔道的限域选择性。本课题计划通过上述研究，进一步探索水滑石的基础性能，系统的研究微环境对层间客体的影响，增加其作为纳米反应器应用领域的普适性理论。

(2) 主要研究内容

1) 探索水滑石微环境对层间分子的影响

- a) 利用水滑石层间离子种类可调性，插层不同酸碱指示剂，通过改变主体环境 pH 值观察层间离子颜色的变化，以此反映水滑石微环境对于层间离子结构的影响。从客体分子的结构、性质出发，推导出水滑石微环境的具体作用范围和作用机理，为进一步研究层间离子稳定性奠定基础；
- b) 通过改变水滑石主体层板的金属离子种类及比例，创造不同的层间微环境，对比阴离子颜色变化的范围和强度反映层板金属元素的结构、性质，得出水滑石层板结构决定层间微环境的普适性理论；
- c) 通过对水滑石层板的改性，限制或清除层板上的游离羟基以阻止其电离入溶液主体，创造出主体环境近于中性的条件，再观察层间离子的变化，直观反映出层间微环境的状态。
- d) 基于以上研究得出的理论，插层可被碱催化或与碱反应的有机阴离子进行原位限域反应，得到水滑石作为纳米反应器的详细性质。

2) 探索水滑石层间原位反应对主客体相互作用的影响

- a) 利用水滑石层间离子种类可调性，插层不同金属配合物阴离子，通过原位限域聚合反应观察主客体竞争作用。以 XRD、HRTEM 等检测方法观察水滑石堆叠状态的

	<p>变化，进而得出层间聚合反应程度。分析层间分子结构状态判断出主客体竞争作用位点，以此研究主体对客体的限域作用强度及范围；</p> <p>b) 利用水滑石层间离子种类可调性，插层不同可络合金属的阴离子，通过原位络合反应观察水滑石层间孔道的选择性和扩散限制性。结合动力学与计算化学的知识进一步建立层间扩散限制与选择性反应之间的平衡，深刻理解水滑石纳米反应器的优势；</p> <p>c) 利用水滑石层间离子种类可调性，插层不同结合水的阴离子，通过加热改变阴离子结晶水的数量来研究限域状态下离子结构或价态的变化，以实验来证明水滑石层间对水分子的固定作用。</p> <p>3) 探索利用水滑石作为模板合成二维纳米材料</p> <p>a) 在系统研究主客体相互作用后，根据水滑石主体层板的环境限制，找到合适的客体分子，利用限域效应原位合成二维纳米材料，再通过酸解层板等方法得到无基底连接的二维纳米材料；</p> <p>b) 详细分析所得二维材料的结构，对比该材料无取向生长的结构既可以寻找出二维结构特有的化学活性位点，也可以以此探索材料中的原子排布；对比该无取向材料的性能，研究二维材料的特殊性质；</p> <p>c) 利用二维材料的高比表面或更多的活性反应位点对其表面进行修饰，接枝功能性原子、分子或聚合物，改良原材料的功能缺陷或提升其原有性能，发展新型功能材料；</p> <p>d) 将所得二维纳米材料充分分散，通过沉积、电诱导等作用将其组装成较大平面，利用材料本身性质作功能性吸附薄膜或者变色薄膜，或进一步进行表面刻蚀制备化学功能器件。</p>
<p>报 考 导 师 推 荐 意 见</p>	<p>一、对考生科研成果、科研能力、培养潜质、综合素质等方面的评价：</p> <p>该考生在读研期间工作认真，勤于学习，进一步巩固提高了本专业方面的理论水平，具有较高的理论水平和科研工作能力。有较强的逻辑推理能力，并能够潜心思考、积极探索，可以解决科研工作中的常见问题。在研究生期间参与了国家 973 计划等科研项目的工作，进一步培养了发现问题、分析问题和解决问题的能力，能够对科研工作中存在的困难提出有效的解决措施，表现出了较高的业务水平和科研能力。该考生热爱应用化学专业，对科研工作有浓厚的兴趣，对基于水滑石的无机多功能材料表现出了很大的兴趣和研究热情，进取心强。英语听说读写能力良好，阅读和撰写专业文献的能力较强。</p>

见	二、对考生以考核方式参加入学考试的意见： <div style="text-align: center;">同意</div>		
	报考导师签字： 段雪 2016 年 1 月 7 日		

考 核 小 组 考 核 情 况	考核小组成员					
	一、对考生提交材料及报告的评价					
	考核评分	外语水平 (百分制)		专业知识 (百分制)	综合能力 (百分制)	
	学院申请考核博士生选拔领导小组综合评价意见：					

