

同行专家业内评价意见书编号: 20250856120

附件1

**浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）
同行专家业内评价意见书**

姓名: 张敏

学号: 22260450

申报工程师职称专业类别（领域）: 材料与化工

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）制

2025年05月26日

填表说明

一、本报告中相关的技术或数据如涉及知识产权保护、军工项目保密等内容，请作脱密处理。

二、请用宋体小四字号撰写本报告，可另行附页或增加页数，A4纸双面打印。

三、表中所涉及的签名都必须用蓝、黑色墨水笔，亲笔签名或签字章，不可以打印代替。

四、同行专家业内评价意见书编号由工程师学院填写，编号规则为：年份4位+申报工程师职称专业类别(领域)4位+流水号3位，共11位。

一、个人申报

（一）基本情况【围绕《浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）工程类专业学位研究生工程师职称评审参考指标》，结合该专业类别(领域)工程师职称评审相关标准，举例说明】

1. 对本专业基础理论知识和专业技术知识掌握情况(不少于200字)

在工程师学院的教学框架下，我获得了交叉复合的学科知识；在企业实习实践做项目研究的时间里，我与企业的深入交流，直接感知和触碰工业界。一方面使得当前习得的技能和积累的经验对于日后快速融入工业界的研究氛围非常有帮助，另一方面，也是使得我有机会将理论用于实践当中，紧密的将科学研究和化工工艺联系起来，感受二者的相似以及不同之处。因此一年多的专业实践帮助我打破了被动的重科研、轻应用的研究生求学状态，充分的将理论和实践相结合，二者相辅相成，为成长为一名优秀的化工工程师积累了宝贵的实战经验。

2. 工程实践的经历(不少于200字)

研究内容：鉴于目前工业化的己内酰胺生产技术均存在流程长、物耗和能耗高、投资高、副产硫酸多、环境污染严重等不尽人意之处，本项目提出一种环己酮非均相氨肟化反应制备环己肟，开发高效非均相催化剂及新工艺流程，在生产流程缩短、生产成本降低、建设投资减少、副产硫酸少、改善环境污染等方面具有根本性的改善。

研究方案及技术路线：本项目拟采用高效廉价的钛硅分子筛替代传统TS-

1，在不添加叔丁醇的条件下以环己酮、氨和双氧水进行非均相氨肟化反应。针对钛硅分子筛催化剂的开发和应用，基于开发新的绿色合成方法，提出Ti-MOR沸石的绿色合成和催化剂应用研究。拟开展分子筛催化剂和反应的耦合匹配，绿色合成和制备研究，并应用于环己酮氨肟化至环己肟的催化过程。包括分子筛材料的拓扑结构调控及其Ti中心引入及钛硅催化剂在反应中催化性能的构效关系。同时开发非均相氨肟化反应工艺，在不添加叔丁醇的情况下实现连续化生产。

本人主要承担任务：（1）前期催化剂制备固定床的装置搭建；（2）催化剂小试的制备、性能评价和表征测试；（3）非均相反应工艺的探究和优化；（4）确定中试及以上生产催化剂装置的采购的关键性指标等。

完成情况：成功制备出小试中符合关键性指标的催化剂，已顺利进入催化剂的中试放大生产环节。

3. 在实际工作中综合运用所学知识解决复杂工程问题的案例（不少于1000字）

1. Ti-MOR催化剂制备条件探究

所学知识：

Ti-

MOR分子筛催化剂制备过程中，脱铝条件、补钛时间和补钛空速会对所制备的催化剂的性能产生影响，因此在完成工程实践中符合指标的Ti-

MOR分子筛催化剂制备过程中，着重在以上方面对催化剂的制备条件进行优化。

案例：

脱铝条件探究：由于气相补钛法制备Ti-

MOR催化剂需要在MOR分子筛脱铝形成的缺陷位上引入钛原子，同时铝位点会在氨肟化反应过程中与氧化剂双氧水反应，增加反应物消耗，因此在催化剂补钛前对载体进行脱铝处理是必不可少的步骤。通过ICP元素分析比较不同酸处理条件获得的脱铝MOR载体以及工厂直接采买的脱铝MOR载体的Si/Al比。实验发现，实验室酸处理后载体的Si/Al有所提升，说明实验室处理成功脱除了载体的部分铝，但是经过二次脱铝后，载体的Si/Al比没有进一步明显上升，说明实验室多次脱铝处理无法进一步脱除MOR载体中的Al位点。而工厂直接采买的脱铝MOR

载体的硅铝比远大于实验室脱铝后制备的MOR分子筛，因此针对本项目，选择在工厂直接进行载体的脱铝处理是比较好的选择。并且在反应活性方面，以硅铝比大于某一特定值的脱铝载体为母体制备的Ti-

MOR催化剂可以在间歇性氨肟化反应中保持较高的催化活性，达到工业应用指标，确定该载体硅铝比值为最优值。

补钛时间探究：调整补钛处理时间以探究补钛时间对Ti-

MOR分子筛催化剂性能的影响，结果表明，催化剂Si/Ti比与补钛时间成反比，即补钛时间越久，催化剂上相对Ti含量越高，但是在反应活性方面，补钛时间大于某一时间的催化剂均保持了较高水准的转化率和选择性，可以在间歇性氨肟化反应中达到工业应用指标，考虑到催化剂的制备成本，确定该补钛时间为最优的补钛时间。

补钛空速探究：调整补钛处理空速以探究空速对Ti-

MOR分子筛催化剂性能的影响，结果表明，在某一特定补钛时间下，降低补钛的空速对于催化剂活性无明显影响，可能是由于较慢空速下催化剂的停留时间也增长。补钛空速大于某一值的催化剂均保持了较高水准的转化率和选择性，可以在间歇性氨肟化反应中达到工业应用指标，考虑到催化剂的制备成本，确定该补钛空速为最优的空速。

2. 连续氨肟化反应条件探究

所学知识：

在工业反应中，钛硅分子筛催化环己酮氨肟化反应的通常连续进行，在实验室模拟工业装置的反应条件时，需要综合考虑反应温度、原料配比和进料速度等条件，还需定制反应器，模拟工业反应环境。因此在完成工程实践中制备的Ti-

MOR分子筛催化剂的性能评价时，着重在以上方面设计反应装置和调整反应条件。同时，均相氨肟化反应是大多数企业的做法，经氨肟化制备环己酮肟后，需要经过溶剂回收、萃取和回收等精制过程获得熔融环己酮肟，才可以进行下一步的Beckmann重排反应反应。因为均相反应的溶剂在后续Beckmann重排反应生产己内酰胺的体系中是不稳定的，存在工艺流程复杂、能耗大、肟溶液稳定性差、熔融肟管道易堵塞等不足。因此有必要根据工业应用需求开发和设计非均相工艺，即使用对后续Beckmann重排反应生产己内酰胺的体系无影响的溶剂，最终考虑使用在Beckmann重排反应中惰性的溶剂取代均相反应中使用的溶剂，从而取代现有的两步工艺制备己内酰胺，实现将不同的单元操作集成于一体，简化流程、节约能耗与物耗、提高过程效率。

案例：

对于均相连续性反应，参考文献中的反应条件，并不断优化反应条件，调整至在连续性均相氨肟化反应中达到工业应用指标的条件，包括转化率、选择性和反应寿命三个指标。

对于非均相连续氨肟化反应，溶剂的选择方面，一方面考虑需要在Beckmann重排反应中惰性，选取了某种有机溶剂，并且该溶剂与反应底物环己酮肟溶液黏度较低，可以改善重排反应过程的传质效果，并提高重排反应效率。反应条件方面，由于非均相环境中使用的溶剂沸点较低，采用新定制的带冷凝管砂芯漏斗开展反应，但由于新砂芯漏斗面积变小，反应器出料速度缓慢，因此尾管液面过高，反应无法过夜，在测定当天反应5小时的转化率和选择性后先停止反应。经重复试验后验证得出结论：非均相氨肟化连续反应活性不佳，根据实验结果分析可能的原因有：1. 反应器问题，由于为非均相体系，反应器内部搅拌强度不够，未达到拟均相条件，反应器内依然为油包水，氨气在油相中溶解度较差，导致反应活性较差。且反应液出料时上层的油相更容易经砂芯漏斗流出，反应内油水比例无法保持。2. 由于非均相溶剂和水的常压共沸点未68℃，低于均相反应温度，因此催化剂活性下降。3. 由于反应为非均相体系，反应物之间传质效率变低，所需停留时间变长。4. 催化剂本身在非均相反应体系中活性下降。

根据以上原因分析，对应做出调整，定制新的反应器混合使停留时间增加，可以一定程度上提升催化剂性能，但仍然距工业应用指标存在一定差距。

3. 非均相间歇氨肟化反应条件探究

所学知识:

由于非均相连续性反应中,产物环己酮肟在出料时由于温度降低,在溶剂中溶解性大大下降,易堵塞出料口,无法进行寿命测定,因此选择使用反应中的循环稳定性作为稳定性寿命的替代方法。另外,值得注意的是,在工业应用中,得益于反应装置的特点,可以较容易的实现反应体系的保温,可以解决温度降低,产物环己酮肟在溶剂中溶解度差的问题。

案例:

由于非均相连续氨肟化反应无法进行较长时间的评价,因此采用间歇多次反应的方式评价催化剂在非均相条件下的寿命,实验结果表明,催化剂在两种不同单次循环时间的寿命指标下循环反应过程中活性保持稳定,说明催化剂在非均相条件下能保持良好的稳定性。

(二)取得的业绩(代表作)【限填3项,须提交证明原件(包括发表的论文、出版的著作、专利证书、获奖证书、科技项目立项文件或合同、企业证明等)供核实,并提供复印件一份】

1. 公开成果代表作【论文发表、专利成果、软件著作权、标准规范与行业工法制定、著作编写、科技成果获奖、学位论文等】

成果名称	成果类别 [含论文、授权专利(含发明专利申请)、软件著作权、标准、工法、著作、获奖、学位论文等]	发表时间/ 授权或申 请时间等	刊物名称 /专利授权 或申请号等	本人 排名/ 总人 数	备注
通过引入DDS提高催化性能的MOR型钛硅分子筛的制备方法	发明专利申请	2025年03 月31日	申请号: 20 2510386490 . 1	2/5	

2. 其他代表作【主持或参与的课题研究项目、科技成果应用转化推广、企业技术难题解决方案、自主研发设计的产品或样机、技术报告、设计图纸、软课题研究报告、可行性研究报告、规划设计方案、施工或调试报告、工程实验、技术培训教材、推动行业发展中发挥的作用及取得的经济社会效益等】

(三) 在校期间课程、专业实践训练及学位论文相关情况	
课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩: 85 分
专业实践训练时间及考核情况(具有三年及以上工作经历的不作要求)	累计时间: 1 年(要求1年及以上) 考核成绩: 84 分
本人承诺	
个人声明: 本人上述所填资料均为真实有效, 如有虚假, 愿承担一切责任, 特此声明!	
申报人签名: 张敏	

二、日常表现考核评价及申报材料审核公示结果

日常表现 考核评价	非定向生由德育导师考核评价、定向生由所在工作单位考核评价： ☒ 优秀 ☐ 良好 ☐ 合格 ☐ 不合格 德育导师/定向生所在工作单位分管领导签字（公章）：  2015.5.26 年 月 日
申报材料 审核公示	根据评审条件，工程师学院已对申报人员进行材料审核（学位课程成绩、专业实践训练时间及考核、学位论文、代表作等情况），并将符合要求的申报材料在学院网站公示不少于5个工作日，具体公示结果如下： ☐ 通过 ☐ 不通过（具体原因： 工程师学院教学管理办公室审核签字（公章）： 年 月 日

浙江大学研究生院
攻读硕士学位研究生成绩表

学号：22260450		姓名：张敏		性别：女		学院：工程师学院		专业：材料与化工			学制：2.5年				
毕业时最低应获：29.0学分				已获得：37.0学分				入学年月：2022-09			毕业年月：				
学位证书号：				毕业证书号：				授予学位：							
学习时间		课程名称		备注	学分	成绩	课程性质	学习时间		课程名称		备注	学分	成绩	课程性质
2021-2022学年春季学期		研究生英语基础技能			1.0	免修	公共学位课	2022-2023学年春季学期		材料加工技术			2.0	87	专业学位课
2021-2022学年春季学期		研究生英语			2.0	免修	公共学位课	2022-2023学年春季学期		新时代中国特色社会主义思想理论与实践			2.0	90	公共学位课
2022-2023学年秋季学期		创新设计方法			2.0	通过	专业选修课	2022-2023学年春季学期		优化理论基础			2.0	81	专业选修课
2022-2023学年秋季学期		工程技术创新前沿			1.5	90	专业学位课	2022-2023学年春季学期		研究生论文写作指导			1.0	84	专业学位课
2022-2023学年秋季学期		工程伦理			2.0	83	公共学位课	2022-2023学年春季学期		自然辩证法概论			1.0	82	公共学位课
2022-2023学年冬季学期		膜技术与工程			2.0	89	专业学位课	2022-2023学年春夏学期		高阶工程认知实践			3.0	80	专业学位课
2022-2023学年冬季学期		智慧能源系统工程			2.0	79	专业学位课	2023-2024学年秋季学期		营销管理			2.0	83	跨专业课
2022-2023学年冬季学期		产业技术发展前沿			1.5	93	专业学位课	2023-2024学年秋冬学期		人力资源管理			2.0	92	跨专业课
2022-2023学年冬季学期		聚合物加工原理与分析方法			2.0	85	专业选修课	2023-2024学年冬季学期		创新与变革管理			2.0	92	跨专业课
2022-2023学年春季学期		绿色化工与生物催化前沿			2.0	88	专业学位课			硕士生读书报告			2.0	通过	

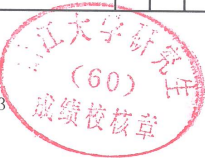
说明：1. 研究生课程按三种方法计分：百分制，两级制（通过、不通过），五级制（优、良、中、及格、不及格）。

2. 备注中“*”表示重修课程。

学院成绩校核章：

成绩校核人：张梦依

打印日期：2025-06-03





(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119911924 A

(43) 申请公布日 2025. 05. 02

(21) 申请号 202510386490.1

C01B 39/08 (2006.01)

(22) 申请日 2025.03.31

B01J 29/89 (2006.01)

(66) 本国优先权数据

C07C 249/04 (2006.01)

202510225076.2 2025.02.27 CN

C07C 251/44 (2006.01)

(71) 申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

申请人 浙江恒逸石化研究院有限公司

(72) 发明人 肖丰收 张敏 吴勤明 盛娜
孔凡哲

(74) 专利代理机构 杭州中成专利事务所有限公司 33212

专利代理师 周世骏

(51) Int. Cl.

C01B 37/00 (2006.01)

权利要求书1页 说明书18页 附图4页

(54) 发明名称

通过引入DDS提高催化性能的MOR型钛硅分子筛的制备方法

(57) 摘要

本发明涉及分子筛催化剂制备技术,旨在提供一种通过引入DDS提高催化性能的MOR型钛硅分子筛的制备方法。该方法包括:以硅源、铝源、氢氧化钾、水和作为添加剂的二甲基二甲氧基硅烷DDS为原料,混合均匀得到凝胶前驱体;然后依次进行水热晶化反应、铵交换、酸处理脱铝、气固相法补钛的处理,最终获得Ti-MOR分子筛。本发明中Ti-MOR的制备过程中不使用有机模板剂,对环境污染小;在MOR前体的合成中使用添加剂DDS改性可以显著提升所得的Ti-MOR的催化性能。

