**2022年度天津市科学技术奖拟申报项目公示材料**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称 | 化学法均四甲苯生产关键技术和成套装备 |
| 提名奖项和等级 | 科技进步二等奖 | 成果登记号 |  |
| 主要完成人（贡献排序） | 于海斌，王银斌，赵承群，郭新闻，洪鲁伟，舒畅，陈彦霖，臧甲忠 |
| 主要完成单位（贡献排序） | 中海油天津化工研究设计院有限公司，山东明化新材料有限公司，大连理工大学，江西八六三实业有限公司，濮阳盛华德化工有限公司 |
| 提名者 | 中海油天津化工研究设计院有限公司 |
| 项目简介 | 均四甲苯生产行业发展缓慢，严重制约下游聚酰亚胺产业的发展，均四甲苯生产技术亟待有所突破。本项目通过揭示催化反应机理、创制催化材料、创新工艺和设计关键装备，首创开发了化学法均四甲苯生产关键技术和成套装备，并实现产业化应用，解决了均四甲苯行业的发展困境。本项目是目前世界唯一完成产业化的化学法均四甲苯生产技术，累计形成5万吨/年高品质均四甲苯产能，占据全球市场总产能的55%以上。累计实现技术转让收入4000万元（含催化剂），产值7.83亿元，利润1.37亿元，每年可为下游聚酰亚胺行业节省生产成本17.5亿元，经济和社会效益显著。 本项目经中国石油和化学工业联合会鉴定：本项目成果总体达到国际领先水平。 |
| 创新点 | （1）开发了纳米片结构ZSM-5分子筛b轴厚度精准调控技术。通过协同晶种诱导法和矿化剂辅助法，创新了ZSM-5分子筛合成策略，创制了纳米片结构ZSM-5分子筛b轴厚度精准调控技术，并形成规模化制备工艺。纳米片ZSM-5分子筛成功应用于均四甲苯高效化学合成催化剂，解决了分子筛孔道内反应物和产物的传质问题，表现出优异的活性、选择性和稳定性。 （2）开发了分区强化烷基化工艺及装备。在偏三甲苯-甲醇烷基化的反应体系中，存在甲醇生成乙烯、乙烯与偏三甲苯烷基化等副反应。针对主副反应的特点，对反应温度分区控制，对反应热分区利用，形成了分区强化烷基化工艺及配套装备，提高了主反应的选择性，实现了降耗提效。 （3）开发了均四甲苯熔融结晶提纯工艺及装备。针对化学法反应产物中均四甲苯含量高、熔融结晶过程易爆发成核的问题，设计了新型的熔融结晶器，控制均四甲苯晶体分级和均匀生长，形成了均四甲苯熔融结晶提纯工艺及装备，降低了提纯能耗，提高了产品品质。   |
| 成果及应用 | （1）该项目是目前世界唯一完成产业化的化学法均四甲苯生产技术，已在5家企业实现应用，单套装置最大产能2万吨/年，产能合计5万吨/年，占全球市场总产能的55%以上，完成对国内外生产技术全方位超越，促进了下游高端聚酰亚胺行业的健康、稳定发展。 （2）开发的纳米片分子筛组元高性能烷基化催化剂，在偏三甲苯烷基化制均四甲苯反应中，表现出优异的活性、选择性和稳定性，催化剂的稳定性（工业运行数据）是同类技术（实验室数据）的3.5倍以上，均四甲苯选择性（工业运行数据）平均值95.7%，比同类技术（实验室数据）高3个百分点。 （3）工业装置连续稳定运行，均四甲苯产品纯度99.4~99.7%，生产成本比国内外物理法降低3000元/吨以上。 （4）该项目技术成果转化经济效益显著，近三年通过应用推广，中海油天津化工研究设计院有限公司实现技术转让收入4000万元，累计为5家合作企业创造产值7.83亿元，利润1.37亿元。 |

|  |
| --- |
| 主要技术支撑材料（代表性论文和专著） |
| 附件编号 | 论文（专著）名称/刊名/作者 | 影响因子 | 年卷页码 | 发表时间 | 通讯作者 | 第一作者 | 国内作者 | 他引次数 | 检索数据库 | 署名是否含国外单位 |   |
| 1 | Tailored Synthesis of ZSM-5 Nano-sheets with Controllable b-Axis Thickness and Aspect Ratio: Strategy and Growth Mechanism/ Chemistry of Materials |  | 2022, 34, 3217-3226 | 2022.03 | Chunshan Song | Jiaxing Zhang | Jiaxing Zhang, Limin Ren, Ajuan Zhou, Wenhui Li, Shujie Shang, Yi Liu, Zhenghao Jia, Wei Liu,Anfeng Zhang, Xinwen Guo, and Chunshan Song |  |  | 否 |  |
| 2 | Synergistic Catalysis of Multi-Stage Pore-Rich H-BZSM-5 and Zn-ZSM-5 for the Production of Aromatic Hydrocarbons from Methanol via Lower Olefins/ Industrial & Engineering Chemistry Research |  | 2020, 59, 20693-20700 | 2020.11 | Xiaoxun Ma | Chengyi Dai | Chengyi Dai, Kang Du, Zhongshun Chen, Huiyong Chen, Xinwen Guo, and Xiaoxun Ma |  |  | 否 |  |
| 3 | Coke-resistant (Pt + Ni)/ZSM-5 catalyst for shape-selective alkylation of toluene with methanol to Para-xylene/ Chemical Engineering Science |  | 2022, 252, 1-13  | 2022.02 | Xinwen Guo | He Han | He Han, Anfeng Zhang, Limin Ren, Xiaowa Nie, Min Liu, Yi Liu, Chuan Shi, Hong Yang, Chunshan Song, Xinwen Guo |  |  | 否 |  |
| 4 | Zn改性ZSM-5催化甲醇制芳烃反应动力学 | 0.398 |  2017，42，40-44 | 2017.04 | 刘殿华 | 施丽丽 | 施丽丽，方栩，刘殿华，郭春垒，王银斌，于海斌 | 5 |  | 否 |  |
| 5 | 焙烧温度对HZSM-5分子筛催化甲醇制芳烃反应性能的影响 | 0.871 | 2017，33，639-645 | 2017.07 | 于海斌 | 汪洋 | 汪洋，王银斌，郭春垒，臧甲忠，于海斌 | 4 | EI | 否 |  |
| 6 | 晶种添加对MTG重汽油中均四甲苯结晶影响研究 | 0.661 | 2019，48，973-976 | 2019.05 | 于海斌 | 舒畅 | 舒畅，沙喜江，李世松，于海斌 | 1 |  | 否 |  |
| 7 | 金属改性甲醇芳构化催化剂的制备及性能研究 | 0.912 | 2021，53，104-108 | 2021.09 | 于海斌 | 彭晓伟 | 彭晓伟，王银斌，臧甲忠，于海斌 |  |  | 否 |  |
| 8 | 临氢裂解及烷基化组合技术应用于C9混合芳烃的高值化 | 1.403 | 2021，40，2593-2602 | 2021.05 | 于海斌 | 臧甲忠 | 臧甲忠，王银斌，洪鲁伟，于海斌，彭晓伟，李晨，汪洋，郭春垒 |  | EI | 否 |  |

|  |
| --- |
| 主要技术支撑材料（知识产权和标准规范） |
| 附件编号 | 知识产权（标准）类别 | 知识产权（标准）具体名称 | 国家（地区） | 授权号（标准编号） | 授权（标准发布）日期 | 证书编号（标准批准发布部门） | 权利人（标准起草单位） | 发明人（标准起草人） | 有效状态 |
| 1 | 发明专利权 | 一种甲醇芳构化制取芳烃的工艺方法 | 中国 | ZL201410062650.9 | 2015.4.22 |  | 中国海洋石油总公司 | 于海斌; 臧甲忠; 姚烨; 付玉娥; 傅送保; 郭春垒; 王银斌; 汲银平; 张雪梅; 成宏 | 有效 |
| 2 | 发明专利权 | 一种甲醇制均四甲苯的方法 | 中国 | ZL201410062730.4 | 2015.7.8 |  | 中国海洋石油总公司 | 郭春垒; 于海斌; 臧甲忠; 王银斌; 舒畅; 姜雪丹; 成宏; 南军; 李滨; 汪洋 | 有效 |
| 3 | 发明专利权 | 一种超低钠高硅纳米ZSM-5分子筛的合成方法 | 中国 | ZL201410645467.1 | 2016.4.20 |  | 中国海洋石油总公司 | 于海斌; 裴仁彦; 汪洋; 臧甲忠; 王银斌; 郭春垒; 张耀日; 霍志萍; 张雪梅; 彭晓伟 | 有效 |
| 4 | 发明专利权 | 一种含两种分子筛的甲醇制芳烃催化剂及制备方法 | 中国 | ZL201510891434.X | 2018.2.16 |  | 中国海洋石油总公司 | 郭春垒; 于海斌; 臧甲忠; 王银斌; 汪洋; 李晓云; 隋芝宇; 姜雪丹; 彭晓伟; 洪鲁伟 | 有效 |
| 5 | 发明专利权 | 一种甲醇制均四甲苯催化剂及其制备方法 | 中国 | ZL201510918420.2 | 2018.6.26 |  | 中国海洋石油总公司 |  王银斌; 于海斌; 臧甲忠; 郭春垒; 汪洋; 张雪梅; 隋芝宇; 洪鲁伟; 刘航; 彭晓伟 | 有效 |
| 6 | 实用新型专利 | 一种能够实现连续生产的均四甲苯生产系统 | 中国 | ZL202020795266.0 | 2020.12.22 |  | 山东明化新材料有限公司 |  韩刚; 袁方红; 曹伟娜; 赵承群; 刘晓清; 谢朝 | 有效 |
| 7 | 实用新型专利 | 均四甲苯反应器床层控温和进料混合装置 | 中国 | ZL202020868949.4 | 2021.2.26 |  | 山东明化新材料有限公司 |  赵承群; 李裕超; 韩刚; 刘晓清; 刘燕妮 | 有效 |
| 8 | 实用新型专利 | 一种均四甲苯分布结晶多级提纯一体化装置 | 中国 | ZL202020759148.4 | 2021.1.5 |  | 山东明化新材料有限公司 |  李裕超; 刘燕妮; 于小娟; 刘丽霞; 刘吉军 | 有效 |
| 9 | 企业标准 | 偏三甲苯烷基化生产均四甲苯催化剂 | 中国 | Q/12THY 0146-2020 | 2020.12.25 |  | 中海油天津化工研究设计院有限公司 | 王银斌、彭晓伟、隋芝宇、姜雪丹、王梦迪、聂枫 | 有效 |
| 10 | 企业标准 | 均四甲苯 |  | Q/370181SDMHX 001-2022 | 2022.5.26 |  | 山东明化新材料有限公司 | 郭彦超、王雪妮、李裕超 | 有效 |