天津市科学技术奖提名项目公示内容

1. **项目名称：** “双碳”背景下挥发性有机物精细化管控关键技术研究与产业化应用
2. **提名奖项和等级：** 天津市科学技术进步奖一等奖
3. **主要完成单位：** 天津大学、天津市生态环境科学研究院、北京雪迪龙科技股份有限公司、连云港三人行环境工程技术有限责任公司、南开大学、天津渤化永利化工股份有限公司
4. **主要完成人：**刘庆岭、张丽娜、韩瑞、魏文、向海陵、陈海军、闵文伟、赵玉军、秦龙、胡丹、李治水、吴鹏飞
5. **提名者：天津大学**
6. **项目简介：**

长期以来，大气污染严重威胁人民生命健康与经济社会发展。十四五期间，挥发性有机污染物（VOCs）治理已成为大气治理领域最明显的短板，VOCs污染防治将成为大气污染控制的关键与重点。与此同时，我国面临着履行 “碳达峰、碳中和” 气候承诺的挑战。为此，习近平总书记、党中央和国务院做出“坚决打赢蓝天保卫战”、“减污降碳协同增效”总部署。VOCs污染治理与减污降碳协同增效成为实现环境根本好转与双碳目标的国家重大需求。

团队在国家重点研发计划、国家自然科学基金、天津市科技计划项目等支持下，针对双碳背景下挥发性有机物精细化管控关键技术协同攻关，历经9年，突破了溯源监测、源头减排、末端治理等3项关键技术，取得从理论创新到技术突破，再到产品研制及产业化推广应用的全链条原始创新成果。创新点如下：

（1）针对天津市VOCs排放点分散、排放精准溯源困难的问题，开发新型VOCs监测设备和方法，实现了VOCs超低浓度监测，检出限ppt级；可实现对数百种离子的秒级全谱检测，质量分辨率>4000，质量准确度优于±0.003 amu；基于VOCs排放反演，可区分有组织和无组织排放，实现对低矮工业源排放水平的精准溯源。

（2）针对挥发性有机液体储罐VOCs排放严重的问题，开发VOCs源头排放控制新工艺与新装备，发明了全补偿环形一次密封和全补偿覆膜二次密封结构，应用于全液面接触型浮顶储罐，达到浮顶罐月储存损耗小于0.1‰，周转损耗小于0.1‰，相比于传统囊式密封储罐，VOCs损耗量降低85%以上；发明了浮顶液封式稳压装置，消除液体储罐爆炸风险，实现安全运行。

（3）针对热力焚烧VOCs净化技术能耗和碳排放高的问题，开发了VOCs吸附回收和低温催化燃烧技术关键核心材料。提出溶胶晶种法合成高硅分子筛VOCs吸附剂的新工艺，实现高含水工况下VOCs的高效吸收；创制了贵金属-过渡金属氧化物-分子筛新型三元广谱型VOCs催化剂体系，可以在300℃以下高效催化降解含氯含水复杂VOCs；开发非贵金属VOCs催化剂，催化剂成本显著降低。上述技术的应用有效降低VOCs净化能耗和碳排放。

项目获得授权发明专利17件、实用新型4件、软著4项；制定天津市标准1部、技术指南1部；在高水平期刊发表论文40余篇。上述成果在天津大学、南开大学、天津市生态环境科学研究院、北京雪迪龙、连云港三人行等共同完成单位转化形成4种软件产品、8种监测设备，5种催化剂产品、6种工艺装备，得到国家生态环境部及全国30余个省市地区环保部门、企业采纳应用；近3年累计销售收入超1.1亿元，有效降低了空气污染导致的人体健康损害，带来了显著的环境健康效益。

1. **主要技术支撑材料：**
2. **代表性论文（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 | Catalytic oxidation of dichloromethane over Pt-Co/HZSM-5 catalyst: Synergistic effect of single-atom Pt, Co3O4, and HZSM-5 / Applied Catalysis B: Environmental / Yun Su, Kaixuan Fu, Yanfei Zheng, Na Ji, Chunfeng Song, Degang Ma, Xuebin Lu, Rui Han, Qingling Liu | 22.1 | 2021, 288, 119980 | 2021-07 | Rui Han, Qingling Liu | Yun Su | 苏赟，付凯旋，郑燕飞，纪娜，宋春风，马德刚，吕学斌，韩瑞，刘庆岭 | 58 | Google Scholar | 否 |
| 2 | Novel monolithic catalysts derived from in-situ decoration of Co3O4 and hierarchical Co3O4@ MnOx on Ni foam for VOC oxidation / Applied Catalysis B: Environmental / Qian Zhao, Yanfei Zheng, Chunfeng Song, Qingling Liu, Na Ji, Degang Ma, Xuebin Lu | 22.1 | 2020, 265, 118552 | 2020-05 | Qingling Liu | Qian Zhao | 赵倩，郑燕飞，宋春风，刘庆岭，纪娜，马德刚，吕学斌 | 136 | Google Scholar | 否 |
| 3 | Confinement and synergy effect of bimetallic Pt-Mn nanoparticles encapsulated in ZSM-5 zeolite with superior performance for acetone catalytic oxidation / Applied Catalysis B: Environmental / Lizhe Yang, Qingling Liu, Rui Han, Kaixuan Fu, Yun Su, Yanfei Zheng, Xueqian Wu, Chunfeng Song, Na Ji, Xuebin Lu, Degang Ma | 22.1 | 2022, 309, 121224 | 2022-07 | Qingling Liu, Rui Han | Lizhe Yang | 杨莉哲，刘庆岭，韩瑞，付凯旋，苏赟，郑燕飞，邬学倩，宋春风，纪娜，吕学斌，马德刚 | 29 | Google Scholar | 否 |
| 4 | Acid Etching-Induced In Situ Growth of λ-MnO2 over CoMn Spinel for Low-Temperature Volatile Organic Compound Oxidation / Environmental Science & Technology / Cangpeng Shan, Yan Zhang, Qian Zhao, Kaixuan Fu, Yanfei Zheng, Rui Han, Caixia Liu, Na Ji, Weichao Wang, Qingling Liu | 11.4 | 2022, 56(14), 10381-10390 | 2022-06 | Qian Zhao, Qingling Liu | Cangpeng Shan | 单苍鹏，张岩，赵倩，付凯旋，郑燕飞，韩瑞，刘彩霞，纪娜，王卫超，刘庆岭 | 19 | Google Scholar | 否 |
| 5 | Interface-Enhanced Oxygen Vacancies of CoCuOx Catalysts In Situ Grown on Monolithic Cu Foam for VOC Catalytic Oxidation / Environmental Science & Technology / Yanfei Zheng, Yun Su, Caihong Pang, Lizhe Yang, Chunfeng Song, Na Ji, Degang Ma, Xuebin Lu, Rui Han, Qingling Liu | 11.4 | 2022, 56(3), 1905-1916 | 2021-12 | Rui Han, Qingling Liu | Yanfei Zheng | 郑燕飞，苏赟，庞彩虹，杨莉哲，宋春风，纪娜，马德刚，吕学斌，韩瑞，刘庆岭 | 53 | Google Scholar | 否 |
| 6 | Defective Ultrafine MnOx Nanoparticles Confined within a Carbon Matrix for Low-Temperature Oxidation of Volatile Organic Compounds / Environmental Science & Technology / Yanfei Zheng, Qingling Liu, Cangpeng Shan, Yun Su, Kaixuan Fu, Shuangchun Lu, Rui Han, Chunfeng Song, Na Ji, Degang Ma | 11.4 | 2021, 55(8), 5403–5411 | 2021-03 | Qingling Liu | Yanfei Zheng | 郑燕飞，刘庆岭，单苍鹏，苏赟，付凯旋，吕双春，韩瑞，宋春风，纪娜，马德刚 | 64 | Google Scholar | 否 |
| 7 | Flower-like FeOOH hybridized with carbon quantum dots for efficient photo-Fenton degradation of organic pollutants / Applied Surface Science / Pengfei Wu, Changli Zhou, Yanpeng Li, Minghui Zhang, Pengxian Tao, Qingling Liu, Wenquan Cui | 9.5 | 2020, 540, 148362 | 2021-02 | Qingling Liu, Wenquan Cui | Pengfei Wu | 吴鹏飞，周长丽, 李岩鹏, 张明慧, 陶鹏仙, 刘庆岭, 崔文权 | 64 | Google Scholar | 否 |
| 8 | Crystallization of High Silica RHO Zeolite with Self-Assembled Cs+‑18-crown‑6 Sandwich Complex / Cryst. Growth Des. / Han Sun, Maokun Wu, Fei Han, Wei-Hua Wang, Weichao Wang, Xiaoguang Luo, Haijun Chen | 3.8 | 2019, 19, 3389-3396 | 2019 | Wei-Hua Wang, Weichao Wang, Haijun Chen | Han Sun | 孙涵，吴茂坤，韩飞, 王维华，王卫超，罗晓光，陈海军 | 3 | Google Scholar | 否 |

1. **代表性引文（发明奖、进步奖不填写此项）**
2. **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 | 一种SVOC采样模块、检测设备和方法 | 中国 | ZL201710093797.8 | 2019-04-12 | 3331893 | 北京雪迪龙科技股份有限公司 | 敖小强、魏文、胡丹、胡文捷 | 是 |
| 2 | 发明专利 | 一种提高飞行时间质谱仪灵敏度的方法 | 中国 | ZL201810803690.2 | 2020-01-17 | 3668493 | 北京雪迪龙科技股份有限公司 | 敖小强、魏文、李杰 | 是 |
| 3 | 发明专利 | 一种便携式质谱仪的进样装置和便携式质谱仪 | 中国 | ZL201811565982.3 | 2021-04-13 | 4356306 | 北京雪迪龙科技股份有限公司 | 敖小强、薛振华、胡丹 | 是 |
| 4 | 发明专利 | 一种飞行时间质谱仪信号聚焦的方法 | 中国 | ZL201810803688.5 | 2022-04-29 | 5120407 | 北京雪迪龙科技股份有限公司 | 敖小强、郜武、魏文 | 是 |
| 5 | 发明专利 | 一种类水滑石衍生的镁铝尖晶石负载贵金属钯催化剂的制备方法及其应用 | 中国 | ZL202110392791.7 | 2023-02-28 | 5760298 | 天津大学 | 赵玉军、宋嘉钰、王胜平、徐艳 | 是 |
| 6 | 发明专利 | 一种用于VOCs催化氧化用的催化剂的制备方法 | 中国 | ZL201710967198.4 | 2020-07-28 | 3904609 | 天津大学 | 刘庆岭、苏赟、宋春风、纪娜、马德刚 | 是 |
| 7 | 发明专利 | 一种用于催化氧化VOCs的整体式催化剂的制备方法 | 中国 | ZL201811023966.1 | 2020-05-01 | 3779145 | 天津大学 | 刘庆岭，付凯旋，赵倩，苏赟 | 是 |
| 8 | 实用新型 | 一种自紧式浮顶一次密封装置 | 中国 | ZL201922063015.3 | 2020-07-14 | 11004120 | 连云港三人行环境工程技术有限责任公司 | 吴崇勇、向海陵、刘富华 | 是 |
| 9 | 实用新型 | 一种自密封式浮顶二次密封装置 | 中国 | ZL201921789589.2 | 2020-06-30 | 10877665 | 连云港三人行环境工程技术有限责任公司 | 吴崇勇、向海陵、刘富华 | 是 |
| 10 | 地方标准 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | 天津 | DB12/524-2020 | 2020-10-23 | 天津市生态环境局、天津市市场监督管理委员会 | 天津市生态环境科学研究院 | 张丽娜、高玉平、王艳丽、秦龙、汪楠、翟鸿哲、王效国、仇石、王乃丽、崔连喜、彭茵、李璠、邓保乐、刘光逊、陈晨、康鑫、王永敏、周阳、张丽敏 | 是 |