2024年度海南省科学技术奖提名公示内容

（适用于项目主要完成单位、主要完成人所在单位）

公示单位（公章）： 填表日期： 2025 年 6 月 25 日

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称 | 固体废物焚烧全过程多污染物精准防控技术及应用 |
| 提名奖项及等级 | 海南省科学技术进步奖一等奖 |
| 提名者 | 海南大学 |
| **项目简介（1200字以内）** | 环南海区域经贸活动活跃、气象灾害频增，导致海南自贸港面临公共卫生威胁升级与环境风险叠加的双重挑战，突出表现为旅游发展和突发事件（如COVID-19疫情、超强台风“摩羯”）引发的固体废物产生量激增。焚烧是固体废物主流处理技术，2023年全省生活垃圾清运量317.4万吨，焚烧处理比例达94%。然而，固体废物组分复杂，导致焚烧污染物管控难、智能化程度低，引发邻避效应问题。针对上述挑战，本项目历经12年攻关，在焚烧全过程多污染物精准防控技术领域取得突破。创新点如下：  **1****.阐明二恶英类非常规污染物生成与控制原理，开发阻滞二恶英生成新技术。**发明“非靶向筛查-靶向监测”全二维气相色谱质谱联用技术，揭示了医疗废物协同生活垃圾焚烧过程中污染物受氯-溴元素交互作用的生成机理，构建了基于在线预警和N/S耦合阻滞的二恶英源头控制技术体系，实现二恶英源头削减81%，与传统吸附技术相比飞灰产生量减少约5%。  **2.发明固体废物焚烧烟气多污染物协同净化技术。**提出质子化硫酸盐改性和双功能辅助位构筑策略，开发的催化剂实现NO*x*和二恶英净化效率分别>95%、>90%；研发“滤料梯度暴露-浆料电荷调控”技术，突破除尘-多污染物协同净化一体化技术瓶颈；构建强化气液传质湿法脱酸系统，实现颗粒物<10 mg/Nm3、HCl<10 mg/Nm3。  **3.研制固体废物焚烧成套装备与智能管控系统。**研制国内首套1000吨/天大型炉排炉，开发覆盖垃圾入库-焚烧-烟气净化的全流程智能控制系统，首次实现焚烧炉全自动智能运行与烟气超低排放协同管控，垃圾自动投运率≥95%，NO*x*、SO2和颗粒物分别削减1035、1322、6527吨，二恶英排放浓度低于0.05 ng TEQ/Nm3，优于现行最严标准（Directive 2010/75/EU），系统综合节能>30%。  项目发表论文127篇，授权国家发明专利35项，其他知识产权33件，技术成果已推广至国内25个省市自治区及“一带一路”沿线6个国家400余个项目，研发的核心设备年焚烧处理量占全国处理总量的60%以上。其中，越南芹苴项目入选中国绿色“一带一路”标杆项目，被央视重点报导；顺化项目获国际安全奖。基于国情提出的《生活垃圾焚烧发电厂自动监控数据应用管理规定（建议稿）》被生态环境部采纳并颁布实施（部令2019年[10]号），起草的《海南省自由贸易港进境安全准入管理若干规定》获海南省审议通过。同时，团队首创疫情医疗废物处置在线专家支持系统，并组织开展ISO/TC 300国际标准化工作，推动中国经验国际化。近2年累计新增销售额70.8亿元、利润26.6亿元、税收6.0亿元，推动处理垃圾2.4亿吨，碳减排5732.7万吨，经济、社会和环境效益显著，引领固体废物焚烧领域的绿色转型和高质量发展。由郝吉明、金涌、侯立安三位院士领衔的科学技术成果评价咨询委员会认为：本项目整体技术达国际领先水平。 |
| **提名书**  **相关内容** | **一、知识产权和标准规范目录**   1. 国家发明专利：一种制备过渡金属/活性炭催化剂的方法，中国，专利号：ZL 2011 1 0135959.2，授权日期：2013年03月27日，证书编号：1158371，权利人：北京航空航天大学，发明人：孙轶斐，付心，朱天乐，状态：有效。 2. 国家发明专利：气相中多氯联苯的双元金属活性炭催化剂热催化降解方法，中国，专利号：ZL 2013 10037481.9，授权日期：2014年07月30日，证书编号：1452476，权利人：北京航空航天大学，发明人：孙轶斐，陶飞，朱天乐，付心，状态：有效。 3. 国家发明专利：纳米零价铁的制备方法及其应用，中国，专利号：ZL 2015 8 0059550.3，授权日期：2019年09月03日，证书编号：3515167，权利人：北京航空航天大学，发明人：孙轶斐，田慧芳，朱天乐，状态：有效。 4. 国家发明专利：一种硫脲甲醛高分子在铁矿石烧结飞灰中的应用，中国，专利号：ZL 2017 1 0559452.7，授权日期：2020年08月11日，证书编号：3933135，权利人：北京航空航天大学，发明人：孙轶斐，徐佳妮，刘丽娜，张亚迪，李文沛，状态：有效。 5. 国家发明专利：金属原子负载型碳纳米纤维催化剂及其制备方法和应用，中国，专利号：ZL 20218 0005360.9，授权日期：2022年12月27日，证书编号：5669089，权利人：北京航空航天大学，发明人：孙轶斐，刘兴双，朱秉钧，状态：有效。 6. 国家发明专利：一种镍基催化剂的制备方法、镍基催化剂及其应用，中国，专利号：ZL 2022 1 0909883.2，授权日期：2024年07月09日，证书编号：7174686，权利人：北京航空航天大学，发明人：孙轶斐，王晔，羊颖谦，状态：有效。 7. 国家发明专利：一种提升抗砷中毒性能的脱硝催化剂及其制备方法和应用，中国，专利号：ZL 2018 1 0371240.0，授权日期：2021年06月04日，证书编号：4465957，权利人：北京航空航天大学，发明人：李想，状态：有效。 8. 国家发明专利：一种垃圾焚烧炉SNCR脱硝中还原剂喷射的控制方法，中国，专利号：ZL 2015 1 0953196.0，授权日期：2021年05月25日，证书编号：4443861，权利人：上海康恒环境股份有限公司，发明人：龙吉生，白力，吴继伟，瞿兆舟，章文锋，王高尚，王涛，冯淋淋，黄洁，倪鲲鹏，状态：有效。 9. 国家发明专利：一种垃圾焚烧炉及其再热烟气回流系统，中国，专利号：ZL 2021 1 1629779.X，授权日期：2023年12月22日，证书编号：6580266，权利人：上海康恒环境股份有限公司，发明人：龙吉生，郝章峰，状态：有效。 10. 国家发明专利：生活垃圾焚烧中二噁英的在线预测方法及预警和控制系统，中国，专利号：ZL 2019 1 0368145.X，授权日期：2020年06月09日，证书编号：3830952，权利人：绿色动力环保集团，发明人：张卫，乔德卫，田贵明，奚强，谢建，宾霞，状态：有效。   **二、代表性论文专著目录**   1. Zhang C, Geng X, Zhu L, Xia D, Li X, Sun Y\*. Br-to-Cl transformation guided the formation of polyhalogenated dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans. *Environmental Science & Technology*, 2024, 58: 15127-15137. 他引次数：3, 论文署名不包含国外单位. 2. Xia D, Xu J, Li W, Sun Y\*. Exploring N/S-based polymers for synergistic inhibition of multiple unintentional persistent organic pollutants during iron ore sintering. *ACS ES&T Engineering*, 2022, *2*: 2095-2103. 他引次数：4, 论文署名不包含国外单位. 3. Liu L, Li W, Xiong Z, Xia D, Yang C, Wang W, Sun Y\*. 2019. Synergistic effect of iron and copper oxides on the formation of persistent chlorinated aromatics in iron ore sintering based on in situ XPS analysis. *Journal of Hazardous Materials*, 366: 202-209. 他引次数：71, 论文署名不包含国外单位. 4. Jiang S, Shi YZ, Sun Y, Zhu TL, Li X\*. Transformation of arsenic from poison into active site by construction of unique AsOx/CeO2 Interface for Stable NOx Removal. *Environmental Science & Technology*, 2024, 58: 22312-22321. 他引次数：1, 论文署名不包含国外单位. 5. Yin Y, Li X\*, Li K, Liu R, Wu H, Zhu T. Formic acid-mediated regeneration strategy for as-poisoned V2O5-WO3/TiO2 catalysts with lossless catalytic activity and simultaneous as recycling. *Environmental Science & Technology*, 2022, 56: 12625-12634. 他引次数：11, 论文署名不包含国外单位. |
| **主要完成人**  **（排序、工作单位和贡献）** | 1. 孙轶斐，海南大学，负责项目的总体设计、组织实施，提出了固体废物焚烧全过程多污染物精准防控技术及应用主要思想，对创新点1、2、3均做出重要贡献。 2. 李金惠，清华大学，开展重大疫情下医疗废物应急处置、海南自贸港进环境安全准入的场景及风险点分析研究，对创新点1做出贡献。 3. 张丛丛，北京航空航天大学，开展固体废物焚烧过程中二恶英生成机制研究，开发了二恶英类非常规污染物控制技术，对创新点1、2做出贡献。 4. 龙吉生，上海康恒环境股份有限公司，提出大型炉排炉设计思路，推动完成了多污染物精准防控技术的推广应用，对创新点2、3做出贡献。 5. 李想，北京航空航天大学，开发了焚烧烟气多污染物协同净化催化剂，研制了基于定向可控涂覆技术的除尘协同多污染物净化一体化滤料，对创新点2做出贡献。 6. 杨洁，光大环境科技（中国）有限公司，开发了强化气液传质湿法脱酸系统，推动完成了多污染物精准防控技术的推广应用，对创新点2做出贡献。 7. 奚强，绿色动力环保集团股份有限公司，开发了垃圾焚烧全过程数字化智慧管控系统，推动了二恶英在线预警技术的成果转化和应用，对创新点1、3做出贡献。 8. 梁安呈，中电国际新能源海南有限公司，推动完成了多污染物精准防控技术的推广应用，对创新点2做出贡献。 9. 薛军，生态环境部固体废物与化学品管理技术中心，构建了生态环境部垃圾焚烧监管体系，对创新点3做出贡献。 10. 赵娜娜，清华大学，开展重大疫情下医疗废物应急处置、海南自贸港进环境安全准入的场景及风险点分析研究，对创新点1做出贡献。 |
| **主要完成单位**  **（排序和贡献）** | 1. 海南大学，组织项目整体实施，负责二恶英类非常规污染物全过程控制、烟气多污染物协同净化的基础理论研究，为本项目多污染物精准防控技术的开发奠定了基础。 2. 北京航空航天大学，开展二恶英类非常规污染物识别、生成及控制原理研究，开发烟气多污染物协同净化技术，为本项目多污染物精准防控技的推广应用奠定了基础。 3. 光大环境科技（中国）有限公司，负责本项目湿法脱酸技术研发，配合团队完成项目立项、研发、示范及推广应用全过程。 4. 上海康恒环境股份有限公司，研制国内首套1000吨/天大型炉排炉，配合团队完成项目立项、研发、示范及推广应用全过程。 5. 清华大学，负责固体废物应急处理处置与管理技术研究，推动固体废物应急焚烧模式的构建和应用。 6. 中电国际新能源海南有限公司，开发高效节能焚烧技术，配合团队完成项目立项、研发、示范及推广应用全过程。 7. 绿色动力环保集团股份有限公司，开发固体废物焚烧全过程数字化智慧管控系统，配合团队完成研发、实践应用等工作。 8. 生态环境部固体废物与化学品管理技术中心，推动固废焚烧监管模式的构建和应用，编制了多项相关政策文件和国家标准，对项目推广起到了重要作用。 |

说明：涉及国外的人和组织科学技术合作奖可不用公示，其余奖项必须公示**至少7日。**