**青岛市科学技术奖提名公示内容-自然科学奖**

（2022年度）

**一、项目名称**

有机固废定向转化为清洁燃料新路径研究

**二、推荐单位（专家）及推荐意见**

**科学发现点**：（1）污泥化学链气化制取富氢燃气的低碳路径研究。所用铁基载氧体通过钙掺杂提高了抗积碳能力，载氧体的载氧/催化以及载热性能稳定，实现了钙原位吸附二氧化碳，提高气化效率并改善燃气品质；（2）活性污泥水热解定向碳化，降低污泥脱水能耗，具有更高的能量转化率，该技术路线具有原创性。（3）而废塑料与碱性煤/生物质共水热解过程及碳渣焚烧过程有害元素氯/钠迁移规律的研究，开辟了水热解废塑料污染物释放机理研究的先河。

**科学价值**：有机固废经化学链转化及水热解是定向转化为清洁燃料的新兴技术路线，涉及高效和减碳的原理和机制，本项目进行了高湿污泥化学链气化、直接水热碳化、难降解废塑料经掺高碱煤或生物质水热解碳化再气化的系列研究，确定了载氧体载氧/催化/载热以及钙原位吸附二氧化碳的多功能特性，并开展了有害元素氯/钠迁移特性的研究，实现了有机固废清洁转化定向调控的减碳路径。

**国内外自然科学界公认度**：申请人提交的五篇论文被SCI他引为433次，获得很高的公认度。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 论文题目及刊源 | 被高水平期刊他引情况 | 引用点 |
| 对应科学发现点（1）  Kun Wang, Wenzheng Liang, **Yue Guangxi**, **Cuiping Wang\***. Effect of ash on the performance of iron-based oxygen carrier in the chemical looping gasification of municipal sludge, Energy 231 (2021): 120939. | 胡建军（Fuel Process and Technology, [Vol. 231](https://www.sciencedirect.com/journal/fuel-processing-technology/vol/231/suppl/C), 2022, 107254），张志远（Energy, [Vol. 247](https://www.sciencedirect.com/journal/energy/vol/247/suppl/C), 2022, 123534）， Li Jian（Fuel, [Vol. 318](https://www.sciencedirect.com/journal/fuel/vol/318/suppl/C), 2022, 123663），Tingting Xu (Energy，[Vol. 246](https://www.sciencedirect.com/journal/energy/vol/246/suppl/C" \o "Go to table of contents for this volume/issue), 2022,123410)，白红存（[Fuel Processing Technology](https://www.sciencedirect.com/journal/fuel-processing-technology), [Vol. 229](https://www.sciencedirect.com/journal/fuel-processing-technology/vol/229/suppl/C), 2022, 107181）等。至今有6次SCI他引。 | **引用并借鉴了灰沉积在铁基载氧体表面引起的双向效应.** |
| 对应科学发现点1  **Cuiping Wang**,  Qingjie Guo. Study on multi-cycle reaction performance of Fe/Al compound oxygen carriers in chemical-looping pyrolysis of coal tar. [Chemical Engineering Science](https://www.sciencedirect.com/science/journal/00092509), Vol. 217, 2020, Article 115530。 | 魏国强（[Fuel](https://www.sciencedirect.com/journal/fuel),[Vol. 321](https://www.sciencedirect.com/journal/fuel/vol/321/suppl/C), 2022, 124119）; [Duu-JongLee](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852421015595" \l "!) ([Bioresource Technology](https://www.sciencedirect.com/journal/bioresource-technology), [Vol. 344, Part A](https://www.sciencedirect.com/journal/bioresource-technology/vol/344/part/PA), 2022, 126217); [Muhammad Ayoub](https://onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?ContribAuthorRaw=Qasim%2C+Muhammad)（Chemical Engineering and Technology, [Volume44, Issue4](https://onlinelibrary.wiley.com/toc/15214125/2021/44/4), 2021）; 王九占等（洁净煤技术. 2021,27(02)）等。**至今有7次SCI他引，其中来自**[Bioresource Technology](https://www.sciencedirect.com/journal/bioresource-technology)的**Review中确定借鉴钙掺杂铁基载氧体提高抗积碳优势和二氧化碳富集的特点.** | 掺钙改性Fe/Al载氧体，提高抗碳沉积特性和燃气品质。 |
| 对应科学发现点2  Chuanlin Lin, **Peitao Zhao\*, Cuiping Wang,** et al. Hydrogen-rich gas production from hydrochar derived from hydrothermal carbonization of PVC and alkali coal, [Fuel Processing Technology](https://www.sciencedirect.com/journal/fuel-processing-technology), [Vol. 222](https://www.sciencedirect.com/journal/fuel-processing-technology/vol/222/suppl/C), 2021, 106959。 | Qing Wang ([Science of The Total Environment](https://www.sciencedirect.com/journal/science-of-the-total-environment),[Vol. 850](https://www.sciencedirect.com/journal/science-of-the-total-environment/vol/850/suppl/C), 2022, 158034); 王文龙 ([Fuel](https://www.sciencedirect.com/journal/fuel)，[Vol. 326](https://www.sciencedirect.com/journal/fuel/vol/326/suppl/C" \o "Go to table of contents for this volume/issue), 2022, 125110); [Agata Mlonka-Mędrala](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001623612201287X#!) （[Fuel](https://www.sciencedirect.com/journal/fuel)，[Vol. 324, Part A](https://www.sciencedirect.com/journal/fuel/vol/324/part/PA" \o "Go to table of contents for this volume/issue), 2022, 124435）。至今有3次SCI他引。不易降解的废塑料掺混高碱煤水热预处理后，残留碱性氧化物在碳渣气化过程起到了载氧/催化的作用.对此原创性发现，引用文献给予了赞扬。 | 碱性煤与废弃塑料经过共水热解处理，碳渣中的碱性氧化物催化制气，明显提高氢气和甲烷组分的生成。 |
| 对应科学发现点3  [**Peitao Zhao**](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890413007474#!), [Yafei Shen,](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890413007474#!) [Shifu Ge](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890413007474#!), [Kunio Yoshikawa](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890413007474#!). Energy recycling from sewage sludge by producing solid biofuel with hydrothermal carbonization[Energy Conversion and Management](https://www.sciencedirect.com/journal/energy-conversion-and-management) [Volume 78](https://www.sciencedirect.com/journal/energy-conversion-and-management/vol/78/suppl/C), February 2014, Pages 815-821 | Qing Wang ([Science of The Total Environment](https://www.sciencedirect.com/journal/science-of-the-total-environment), [Volume 850](https://www.sciencedirect.com/journal/science-of-the-total-environment/vol/850/suppl/C), 2022, 158034); Mario Diaz ([Resources, Conservation and Recycling](https://www.sciencedirect.com/journal/resources-conservation-and-recycling)，[Volume 182](https://www.sciencedirect.com/journal/resources-conservation-and-recycling/vol/182/suppl/C), 2022, 106327)；Yucheng Chen ([Journal of Environmental Chemical Engineering](https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-environmental-chemical-engineering),  [10(3](https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-environmental-chemical-engineering/vol/10/issue/3)), 2022, 107514); Youqing Wu([Journal of Hazardous Materials](https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-hazardous-materials),[Vol. 430](https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-hazardous-materials/vol/430/suppl/C), 2022, 128359)等，目前有168次SCI他引，为高被引论文。 | 活性污泥水热解碳化的最佳制备条件及干化节能的特性。 |
| 对应科学发现点3  [**Peitao Zhao**](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261914006205#!), [Yafei Shen](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261914006205#!), [Shifu Ge](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261914006205#!), [Zhenqian Chen](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261914006205#!), [KunioYoshikawa](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261914006205#!).  Clean Solid Biofuel Production from High Moisture Content Waste Biomass Employing Hydrothermal Treatment, [Applied Energy](https://www.sciencedirect.com/journal/applied-energy), [Vol. 131](https://www.sciencedirect.com/journal/applied-energy/vol/131/suppl/C), 15 October 2014, Pages 345-367。 | 于光锁 ([Fuel](https://www.sciencedirect.com/journal/fuel), [Volume 324, Part B](https://www.sciencedirect.com/journal/fuel/vol/324/part/PB), 15 September 2022, 124544); [Alberto Gallifuoco](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589014X22002341" \l "!)（[Bioresource Technology Reports](https://www.sciencedirect.com/journal/bioresource-technology-reports), [Volume 19](https://www.sciencedirect.com/journal/bioresource-technology-reports/vol/19/suppl/C), September 2022, 101177）; [Selvaraju Narayanasamy](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653522016642#!) ([Chemosphere](https://www.sciencedirect.com/journal/chemosphere), [Volume 303, Part 3](https://www.sciencedirect.com/journal/chemosphere/vol/303/part/P3), September 2022, 135171)等等，目前已有249次SCI他引，为高被引和热点论文，并获国际埃尼奖提名。 | 揭示了污泥水热预处理对气化和焚烧性能的影响，解释了过程中氮氧化物及钠氯的的迁移机理。 |

对学科发展的推动作用：

几年来，申请人在岳光溪院士指导下与中国矿业大学（徐州）能源与电力学院赵培涛博士一直合作，在有机固废经化学链气化和水热解处理后热化学气化的研究方面同步交流，两家单位在该方向上培养研究生已达二十几名，所取得的成果在国内外均引起了较大的影响，除列入的五篇代表作，申请人发表的秸秆掺混煤粉热解反应动力学研究的论文（Biomass & Bioenergy,200901）至今SCI他引200多次；生物质灰对混烧的影响以及生物油提质特性等发现均受到国内外同行的认可。与国内外该领域学者的学术交流，年均不少于五次，申请人也因该方向上的学术影响于2016年当选为高校热物理专委会理事至今，对本单位能源动力类学科发展和清洁能源实验室建设起到巨大的推动作用。

1. **推荐等级**

**自然科学奖二等**

1. **项目简介**

化学链转化（实现碳捕集）和水热解碳化后定向转化，是目前有机固废资源化的新技术路线、研究热点。申请人围绕固体废弃物的减量和资源化过程中的关键科学技术问题，以实现产品的高值定向转化为目标，研究有机固废热转化过程中有害元素的迁移特性，研究产物演变特征，揭示影响产物性能的关键因素，实现产物定向调控。具体包括：（1）基于化学链气化的研究基础，提出了污泥调湿-气化-二氧化碳原位吸附的技术路线，以钙掺杂改性的铁基载氧体的载氧/催化作用，在污泥热解气化过程完成二氧化碳原位吸附、克服了碳沉积和灰分磨损等难题，高效制备清洁的富氢燃气，较现有污泥气化技术具有节能和减碳潜力（代表性论文1-2）。（2）揭示了污泥、生物质水热预处理后焚烧利用过程中氮氧化物以及钠氯元素的迁移机理，两篇论文单篇他引次数分别为168次和239次，均为高被引和热点论文（代表性论文4-5）；（3）对于难以降解的废弃塑料，为利用其含的氢能，借助高碱煤或秸秆中碱性氧化物的催化作用，研究聚乙烯或聚氯乙烯掺混高碱煤/秸秆经水热解处理收集气液产品后，碳渣进行热化学气化的研究路线（代表性论文3）。该研究不仅为后续的在研工作（轻质的木醋液用于化学链制氢、重质液相组分经化学链提质为燃料油）提供原料，也实现了碱性氧化物载氧/催化作用下的碳渣气化，制备了富含氢气和甲烷的燃气。

**五、代表性论文专著目录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文（专著）名称 | 刊名（出版社） | Doi  /ISBN | 发表时间 | 作者（按刊物发表顺序） | 通讯作者 | 第一作者 | 他引  总次数 | 检索  数据库 |
| 1 | Effect of ash on the performance of iron-based oxygen carrier in the chemical looping gasification of municipal sludge | Energy, 231 (2021): 120939. | <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120939> | 2021.09 | Kun Wang, Wenzheng Liang, Fengyin Wang, **Guangxi Yue**, **Cuiping Wang\*** | 王翠苹 | 王坤 | 6 | SCI |
| 2 | Study on multi-cycle reaction performance of Fe/Al compound oxygen carriers in chemical-looping pyrolysis of coal tar. | [Chemical Engineering Science](https://www.sciencedirect.com/science/journal/00092509), Vol. 217, 2020, Article 115530 | <https://doi.org/10.1016/j.ces.2020.115530> | 2020.05 | **Cuiping Wang\***, Jian Gong, Weiwei Cui, Fengyin Wang, Qingjie Guo | 王翠苹 | 王翠苹 | 7 | SCI |
| 3 | Hydrogen-rich gas production from hydrochar derived from hydrothermal carbonization of PVC and alkali coal | [Fuel Processing Technology](https://www.sciencedirect.com/journal/fuel-processing-technology), [Vol. 222](https://www.sciencedirect.com/journal/fuel-processing-technology/vol/222/suppl/C), 2021, 106959 | <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2021.106959> | 202106 | [Chuanjin Lin,](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037838202100237X#!) [**Peitao Zhao**](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037838202100237X#!)**\***, [Yan Ding](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037838202100237X#!), [Xin Cui](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037838202100237X#!), [Fang Liu](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037838202100237X#!), [**Cuiping Wang**](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037838202100237X#!), [QingjieGuo](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037838202100237X#!) | 赵培涛 | 林传林 | 3 | SCI |
| 4 | Energy recycling from sewage sludge by producing solid biofuel with hydrothermal carbonization | [Energy Conversion and Management](https://www.sciencedirect.com/journal/energy-conversion-and-management). [Vol. 78](https://www.sciencedirect.com/journal/energy-conversion-and-management/vol/78/suppl/C), 2014, Pages 815-821 | <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.02.050> | 201402 | [**Peitao Zhao**](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890413007474#!), [Yafei Shen,](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890413007474#!) [Shifu Ge](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890413007474#!), [Kunio Yoshikawa](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890413007474#!). | 赵培涛 | 赵培涛 | 168 | SCI |
| 5 | Clean Solid Biofuel Production from High Moisture Content Waste Biomass Employing Hydrothermal Treatment | [Applied Energy](https://www.sciencedirect.com/journal/applied-energy), [Vol. 131](https://www.sciencedirect.com/journal/applied-energy/vol/131/suppl/C), 15 October 2014, Pages 345-367。 | <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2013.11.026> | 201410 | [**Peitao Zhao**](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261914006205#!), [Yafei Shen](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261914006205#!), [Shifu Ge](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261914006205#!), [Zhenqian Chen](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261914006205#!), [KunioYoshikawa](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261914006205#!)**\*** | 赵培涛 | 赵培涛 | 249 | SCI |

**六、主要完成人情况**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 排名 | 行政职务 | 技术职称 | 工作单位 | 完成单位 | 对本项目贡献 |
| 王翠苹 | 1 | 无 | 教授 | 山东科技大学 | 山东科技大学 | 有机固废化学链气化低碳路径及载氧体载氧/催化作用机制的研究。 |
| 赵培涛 | 2 | 无 | 副教授 | 中国矿业大学（徐州） | 中国矿业大学（徐州） | 有机固废水热解处理及其污染性元素的迁移、碳渣的催化气化性能的研究。 |
| 岳光溪 | 3 | 无 | 教授/工程院院士 | 清华大学  山东科技大学（兼职教授） | 山东科技大学 | 载氧/催化多功能颗粒在流化状态下的评价 |

注：“主要完成人情况”摘自“主要完成人情况表”中的部分内容，公示姓名、排名、行政职务、技术职称、工作单位、完成单位、对本项目贡献。

**七、主要完成单位情况**

申请人与中国矿业大学（徐州）赵培涛博士经过长期合作的实验与理论研究，获得了一批论文、专利成果，得到了国内外学者的认可和借鉴，为本研究方向以及学科发展提供了极大的助力。

**1. 山东科技大学：**学校建校于1951年，是一所工科优势突出，行业特色鲜明，工学、理学、管理学、文学、法学、经济学、艺术学等多学科相互渗透、协调发展的山东省重点建设应用基础型人才培养特色名校和高水平大学“冲一流”建设高校。在青岛、泰安、济南三地办学，有国家重点（培育）学科1个，山东省高水平学科4个，山东省一流学科5个，另有省市级重点学科19个，工程学、数学、化学、材料科学、地球科学、计算机科学、环境与生态学7个学科进入ESI全球排名前1%。有省部共建国家重点实验室培育基地1个，国家地方联合工程研究中心2个，国家工程实验室1个，省部级及青岛市实验室(基地)和工程（技术）研究中心92个。申请人所在的山东科技大学土建学院清洁能源研究团队，以兼职教授、清华大学岳光溪院士为带头人，国家杰出青年基金获得者、国家万人计划科技创新领军人才张建教授为负责人，目前成员包括教授5人，副教授5人，讲师3人；在读硕士、博士研究生25人。团队以绿色、低碳为宗旨，主要开展（1）环境污染控制与生态修复；（2）含碳固废热化学转化及其分级利用；（3）洁净能源利用及工业节能等方向的科学研究。近五年团队主持国家科技重大专项1项、国家杰出青年科学基金1项、山东省自然科学基金重大基础研究项目1项、国家自然科学基金面上项目5项、山东省自然基金项目4项、山东省重点研发计划项目2项；与海尔、捷能等企业合作研发项目2项；其他国家级和军工项目多项。获得省部级、市级、厅级科学技术奖励各2项；获得授权国家发明专利8项；发表高水平学术论文50余篇。

2. 中国矿业大学（徐州），是教育部直属的全国重点高校、国家“211工程”、“985优势学科创新平台项目”和国家“双一流”建设高校，同时也是教育部与江苏省人民政府、国家安全生产监督管理总局共建高校。作为一所具有一百多年办学历史、特色鲜明的多科性研究型高水平大学，对我国煤炭能源行业和地方经济社会发展发挥着不可替代的引领和支撑作用。学校坐落于素有“五省通衢”之称的国家历史文化名城——江苏省徐州市，校园占地面积4413亩（文昌校区1555亩，南湖校区2858亩），校舍建筑面积130余万平方米. 中国矿业大学作为当今全国唯一以矿业命名的特色鲜明高水平大学，形成了以工科为主、以矿业为特色，理工文管等多学科协调发展的学科专业体系和多科性大学的基本格局。在教育部2017年第四轮学科评估中，矿业工程、安全科学与工程、测绘科学与技术、地质资源与地质工程分别排名第一、一、三、三位。工程学、地球科学、材料科学、化学ESI排名进入全球大学和科研机构的前1%。本申请第二完成人赵培涛博士为中国矿业大学（徐州）电力与能源学院，2014年获得东南大学动力工程及工程热物理专业工学博士学位，博士期间受留学基金委资助，在日本东京工业大学进行联合培养并完成博士学位论文。两位完成人针对有机固废水热处理和化学链转化方面合作发表了论文多篇。