

新疆生产建设兵团科技进步奖公示内容
(2024 年度)

| | |
|--|---|
| 项目名称 | 工业烟气 CO ₂ 捕集利用理论创新、装备研制及产业化应用 |
| 主要完成人 | 李兆敏, 李宾飞, 李雪琴, 张超, 王海涛, 李松岩, 邵国林, 王彦军, 李秉霖, 刘小波, 李豪杰, 王军, 王玉军, 李大勇, 孟巧玲 |
| 主要完成单位 | 石河子大学、中国石油大学(华东)、新疆锦疆化工股份有限公司、山东科瑞油气装备有限公司、中石化新疆新春石油开发有限责任公司、山东瑞恒兴域石油技术开发有限公司新疆分公司、胜利油田石油开发中心有限责任公司、中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院 |
| 提名单位 | 石河子大学 |
| 提名意见 | <p>我单位认真审阅了该项目推荐书及其附件材料, 确认全部材料真实有效, 相关栏目均符合新疆生产建设兵团科技进步奖的申报要求。</p> <p>“碳达峰、碳中和”是国家重大战略目标, 该项目面向兵团及国家重大需求, 围绕工业烟气 CO₂ 捕集利用理论创新、装备研制及产业化应用开展研究, 开发了高效新型 CO₂ 捕集材料, 在稠油注蒸汽低碳高效开发理论方面形成了创新与突破, 实现了“少用汽、降能耗、碳回收”, 专家鉴定“整体达到国际领先水平”; 发明了烟道气捕集处理一体化注入设备建成了工业化生产线; 研发了高浓度 CO₂ 工业捕集工艺, 建成兵团首个 2×10 万吨/年 CO₂ 捕集示范工程, 为兵团新型工业化发展、节能减排和碳汇创收提供强有力的支撑。本项目授权中国发明专利 34 件, 美国、欧洲发明专利 5 件, 发表学术论文 57 篇, 出版专著 3 部, 制订行业标准 1 项, 指导学生获“挑战杯”黑科技全国特等奖。</p> <p>项目研究内容科学、合理, 研究思路清晰、周密, 组织管理规范、严格, 所形成的研究成果具有重要的理论价值, 引领了国内外 CCUS 技术研究的发展方向, 为兵团重点领域科技创新能力培养, 创新驱动发展战略的实施提供了有力的支撑。</p> |
| 提名等级 | 兵团科技进步奖一等奖 |
| 项目简介 | |
| <p>“碳达峰、碳中和”是国家战略目标, 该项目面向兵团及国家重大需求, 在工业烟气 CO₂ 捕集利用理论方法、装备研制等方面实现了创新与突破, 实现了产业化, 创新点如下:</p> <p>(1) 开发了“识别-捕获-传递”可控构筑的高效新型 CO₂ 捕集材料, 阐明了溶解、扩散、反应和筛分的四重选择机制强化 CO₂ 捕集理论与方法, CO₂ 渗透系数和分离因子分别提升 102%和 72%, 为碳捕集产业化应用奠定理论基础。</p> <p>(2) 揭示了稠油开采蒸汽-烟气“接替降黏、增能助排”协同增效机制, 发明了基于稠油开采降黏、增能需求的烟道气组份动态优化方法, 为不同浓度 CO₂ 采油利用奠定理论基础, 典型区块采收率提高 5.4%。</p> <p>(3) 创新混合气体露点监测与腐蚀控制技术, 研发了可移动、撬装式烟道气捕集处理一体化注入设备, 锅炉能耗降低 1.5%-2.5%; 建成设备工业化生产线, 为油田锅炉烟气资源化利用提供了关键装备。</p> | |

(4) 基于降低能耗和提高液化率双目标原则，优化高浓度工业 CO₂ 捕集参数，研发了 CO₂ 捕集工艺，在兵团工业体系中首次建成 2×10 万吨/年 CO₂ 捕集示范工程。

项目授权中国发明专利 34 件，美国、欧洲发明专利 5 件，发表学术论文 57 篇，出版专著 3 部，制订行业标准 1 项，指导学生获“挑战杯”黑科技全国特等奖。团队在“稠油、烟道气、蒸汽、泡沫”领域学术影响力全球排名第一。

主要知识产权和标准规范等目录（不超过 8 项）

| 序号 | 类别 | 知识产权（标准）具体名称及证书编号（标准批准发布部门） | 国家（地区） | 授权号（标准编号）及授权（标准发布）日期 | 权利人（标准起草单位） | 发明人（标准起草人） | 法律状态 |
|----|------|--|--------|----------------------|-----------------------|--|------|
| 1 | 发明专利 | 一种念珠状材料填充的混合基质膜的制备方法和应用 | 中国 | ZL202110526253.2 | 石河子大学 | 李雪琴, 李珑, 黄路, 吕侠, 王江南, 梁朝 | 有效 |
| 2 | 发明专利 | 一种基于碱性功能性离子液体共混膜的制备方法和应用 | 中国 | ZL201810496821.7 | 石河子大学 | 李雪琴, 张旺龙, 张海洋, 保守玮, 丁思远, 李洋洋, 石莎 | 有效 |
| 3 | 发明专利 | 一种基于烟道气组分优化蒸汽驱的采油方法 | 中国 | ZL202210258537.2 | 中国石油大学（华东） | 李博良, 李宾飞, 李兆敏, 李松岩, 张超, 朱迪, 张梦园 | 有效 |
| 4 | 发明专利 | 热采过程的注气方法 | 中国 | ZL201910579508.4 | 中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院 | 王海涛, 何应付, 骆铭, 伦增珉, 吕成远, 赵清民, 赵淑霞, 赵春鹏, 郎东江, 周霞 | 有效 |
| 5 | 发明专利 | 一种基于 CO ₂ 辅助 SAGD 开采超稠油油藏的 CCUS 系统及方法 | 中国 | ZL201310175405.4 | 中国石油大学（华东） | 李兆敏, 张超, 鹿腾, 薛兴昌, 衣怀峰, 马春元, 杨肖曦 | 有效 |
| 6 | 发明专利 | 一种基于水力引射技术的蒸汽、烟气辅助稠油开采系统及工艺方法 | 中国 | ZL201510227342.1 | 中国石油大学（华东） | 李兆敏, 张超, 杨肖曦, 李威, 鹿腾, 王壮壮 | 有效 |

主要知识产权和标准规范等目录（不超过 8 项）

| 序号 | 类别 | 知识产权（标准）具体名称及证书编号（标准批准发布部门） | 国家（地区） | 授权号（标准编号）及授权（标准发布）日期 | 权利人（标准起草单位） | 发明人（标准起草人） | 法律状态 |
|----|------|--|--------|----------------------|--------------|---|------|
| 7 | 发明专利 | 一种油田伴生气脱氮设备以及工艺 | 中国 | ZL201610758279.9 | 山东科瑞油气装备有限公司 | 王玉军，吴洪波，郑富林，孟巧玲，宋亮，王涛，刘平，方绍杰，田琳 | 有效 |
| 8 | 发明专利 | CCUS system for exploiting thickened oil reservoir | 欧洲 | EP3564478B1 | 中国石油大学（华东） | Chao Zhang, Zhaomin Li, Jianlin Liu, Dongya Zhao, Teng Lu, Shouya Wu, Longjiang Guo | 有效 |

代表性论文和专著目录（不超过 8 篇）

| 序号 | 论文/专著名称 | 刊名/出版社 | 期刊卷号/书号 | 发表时间 | 作者 | 通讯作者 第一作者 |
|----|---|--|------------------|---------|---|-----------------------------|
| 1 | Ionic liquid-decorated nanocages for cooperative CO ₂ transport in mixed matrix membranes | Separation and Purification Technology | 239, 116539 | 2020-05 | Siyuan Ding, Xueqin Li*, Sizuo Ding, Wanglong Zhang, Ruili Guo, Jinli Zhang* | Xueqin Li* Siyuan Ding |
| 2 | Mixed matrix membranes comprising dual-facilitated bio-inspired filler for enhancing CO ₂ separation | Separation and Purification Technology | 276, 119347 | 2021-12 | Xia Lv, Lu Huang, Siyuan Ding, Jiangnan Wang, Long Li, Chao Liang, Xueqin Li* | Xueqin Li* Xia Lv |
| 3 | Ultrathin Ni-Co nanosheets with disparate-CO ₂ -affinity nanodomains in membranes to improve gas separation | Separation and Purification | 292, 121024 | 2022-07 | Long Li, Lu Huang, Xia Lv, Jiangnan Wang, Xueqin Li*, Zhong Wei* | Xueqin Li* Long Li |
| 4 | 超稠油水平井 CO ₂ 与降黏剂辅助蒸汽吞吐技术 | 石油勘探与开发 | 38, 600-605 | 2011-05 | 李兆敏, 鹿腾, 陶磊, 李宾飞, 张继国, 李敬 | 李兆敏* 李兆敏 |
| 5 | Effect of flue gas and n-hexane on heavy oil properties in steam flooding process nanoparticles | Fuel | 187, 84-93 | 2017-01 | Songyan Li*, Zhaomin Li*, Xiaona Sun | Zhaomin Li* Songyan Li |
| 6 | Enhanced heavy oil recovery via surfactant-assisted CO ₂ huff-n-puff processes | Journal of Petroleum Science and Engineering | 159, 25-34 | 2017-11 | Binfei Li*, Qiliang Zhang, Songyan Li, Zhaomin Li | Binfei Li* Binfei Li |
| 7 | A novel strategy to reduce carbon emissions of heavy oil thermal recovery: Condensation heat transfer performance of flue gas assisted steam flooding | Applied Thermal Engineering | 205, 118076 | 2022-03 | Zhoujie Wang, Songyan Li*, Zhaomin Li | Songyan Li* Zhoujie Wang |
| 8 | 气体辅助稠油高效开采理论与技术 | 中国石油大学出版社 | 978-7-5636-6341- | 2018-12 | 李兆敏、李松岩 | / |

