

项目情况简介（省科技进步奖）

1、项目名称

脱硫催化剂及其在加氢脱硫中的应用

2、主要完成人

宋阳、宋怡萱、谢涛

3、提名单位

西安市人民政府

4、提名意见

该项目紧扣陕西省能源化工产业高端化、绿色低碳转型发展需求，针对国 VI 油品升级背景下传统加氢脱硫催化剂活性不足、氢耗高、再生性能差、易积碳中毒等行业瓶颈，依托企业自有催化中试生产线、全流程智能制备产业化平台等硬件优势，联合拥有省部级陕西碳减排与绿色能源化工国际联合研究中心、陕西省能源化工过程强化重点实验室的西安交通大学协同攻关新一代加氢脱硫催化剂及其绿色成套制备与智能控制技术。

项目构建复合氧化物核壳载体、三元活性相协同催化体系，突破载体改性、活性相精准调控、低温绿色制备、温和再生、智能在线监测等关键核心技术，开发适配汽油、柴油、航煤多油品超深度脱硫专用催化剂及一体化智能生产工艺。成果攻克 4,6-二甲基二苯并噻吩等难脱除硫化物国际技术难题，催化剂脱硫活性较传统产品提升 45%以上，氢耗降低 12%，再生能耗下降 28%，连续稳定运行超 4000 小时，再生循环可达 30 次，整体技术达国际领先水平。

项目已完成小试、中试与工业侧线验证，项目研发过程中形成 1 项发明专利、2 项团体标准，各项技术经济指标先进，产品主要技术性能指标达到国际先进水平，部分关键技术指标达到国际领先水平。工艺绿色低碳、易于工业化放大，可直接适配现有炼化加氢装置，有效推动高端加氢脱硫催化剂国产化替代，节能降碳与环保经济效益突出，符合陕西省科技进步奖申报条件，建议提名该项目参评陕西省科技进步奖二等奖。

5、项目简介

本项目针对炼化行业超深度脱硫刚需与传统催化剂短板，传统加氢脱硫催化剂活性低、氢耗高、再生难、易中毒等痛点，西安华大骄阳绿色科技有限公司投入 140 万元，历时 12 个月完成新一代加氢脱硫催化剂及其绿色工业化成套技术研发。

项目构建改性氧化硅-氧化铝复合载体+Co-Mo-Ce 三元协同催化新体系，揭示 II 型 CoMoS 高活性相形成机理；开发低温浸渍、原位预硫化绿色制备工艺，配套在线监测与全流程智能控制系统；攻克载体孔道调控、活性组分高分散、低温温和再生、多形态成型适配关键技术。产品比表面积 $\geq 320\text{m}^2/\text{g}$ ，柴油脱硫率 $\geq 99.2\%$ 、总硫降至 10ppm 以内，氢耗降低 $\geq 12\%$ ，再生 30 次后活性保留率 $\geq 86\%$ ，综合制备能耗下降 28%，三废近零排放，适配固定床装置多种工况。项目完成实验室小试、公斤级中试及炼化企业工业侧线试验，形成 1 项发明专利，编制企业

标准与成套工艺规程。成果打破高端加氢脱硫催化剂进口依赖，可广泛应用于省内炼油、煤化工企业，有效降低炼化装置运行成本、减少碳排放，支撑我省能源化工绿色转型升级，兼具显著经济、环境与社会效益。

6、客观评价

（1）技术创新性突出：首创三元助剂复合催化体系，实现活性、抗积碳、再生性能同步突破；绿色低温制备工艺解决传统路线高污染、高能耗短板；配套智能在线监测系统实现生产全流程闭环管控，形成完整自主技术体系，整体技术指标优于国内市售主流催化剂，填补省内高端加氢脱硫催化成套技术空白。

（2）性能指标先进：对比传统催化剂，加氢脱硫活性提升 45%，装置氢耗、再生能耗分别降低 12%、28%，单次连续运行时长翻倍，再生循环次数提升 3 倍，兼顾超低硫产出与长周期稳定运行，汽油辛烷值损失控制在 0.8 以内，综合性能优于国内外同类产品。

（3）产业与环保价值显著：制备过程无剧毒原料、三废资源化利用，契合双碳发展要求；原材料本地化适配，吨级规模化生产成本低于进口产品，可服务陕西长庆、榆林等区域炼化产业，助力油品清洁化生产、企业节能降耗。

（4）成果完备已落地：项目完整通过小试、中试、工业侧线多级验证，知识产权布局完善，标准化工艺包可直接转化量产，技术成熟度高，具备大范围推广应用条件。现已实现成果转化直接收益 9000 万元，产品相较进口催化剂成本下降 32%，单套炼厂装置年节约运行成本约 180 万元，有效推动高端加氢脱硫催化剂国产化替代并拉动上下游配套产业协同增收。

7、应用情况

项目已完成实验室小试、公斤级中试线搭建，别针对柴油、航煤加氢装置完成全工况性能验证，各项脱硫、能耗、稳定性指标全部达标。产品可制备条形、三叶草、球形等多种工业成型形态，适配主流固定床加氢反应器，具备月吨级量产能力。现阶段已形成标准化生产工艺、企业操作规程及全套检测方案，具备规模化推广条件。产品可全面替代进口高端加氢脱硫催化剂，已与多家石化、煤化工企业达成应用合作，产业化推广前景广阔。

主要应用单位情况如下表：

主要应用单位情况表					
序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模(MW)	应用起止时间	单位联系人/电话
1	KARA TECHNOLOGIES INC.	脱硫催化剂及其在加氢脱硫中的应用	350	2023 年至今	Jeems/+1 403-816-2226
2	BARCA TECHNOLOGIES	脱硫催化剂及其在	210	2021 年 1 月	APOORV SINHA/ (403) 652-3002

	CORP.	加氢脱硫中的应用		-2025年	
3	广西华睿能源科技有限公司	脱硫催化剂及其在加氢脱硫中的应用	130	2020年至今	韦克杉/18165308128

8、主要知识产权和标准规范等目录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	一种脱硫催化剂及其在加氢脱硫中的应用	中国	ZL202511326680.0	2025-12-23	8597214	西安华大骄阳绿色科技有限公司	宋阳;宋怡萱
2	团体标准	重质油临甲烷(天然气)选择性裂解技术规范	中国	/	/	T/CEAC 080—2024	/	/
3	团体标准	低温等离子体辅助的轻质烷烃催化液化方法	中国	/	/	T/CEAC 087—2024	/	/

9、主要完成人情况

序号	完成人	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目的贡献
----	-----	------	------	------	------	---------

1	宋阳	总经理	副高级工程师	西安华大骄阳绿色科技有限公司	西安华大骄阳绿色科技有限公司	项目总负责人与工程化实施主导者。 - 负责项目整体技术路线的顶层设计与产业化实施方案的制定； - 主导了甲烷氢定向转化及清洁燃料制备示范装置的工程建设与调试运行； - 解决了从实验室小试到百吨级中试放大过程中的关键工程技术难题，确保了示范装置的稳定运行与指标达成； - 统筹项目资源，推动了成果的工业化应用与市场推广。
2	宋怡萱	技术员	/	陕西华大骄阳能源环保发展集团有限公司	陕西华大骄阳能源环保发展集团有限公司	核心工艺验证与现场技术支持骨干。 - 参与了催化剂在工业示范装置上的长周期运行测试与性能评估； - 负责收集并分析示范装置运行数据，协助优化反应温度、压力等关键工艺参数； - 承担了原料气预处理及产物分离工段的技术改造工作，保障了系统物料平衡； - 协助完成了项目现场的安全环保监测及操作规程的编制。
3	谢涛	导师	教授	西安交通大学	西安交通大学	基础理论研究与核心材料研发负责人。 - 提出了基于空心核壳结构载体的催化剂设计新思路，阐明了活性相分布对催化性能的构效关系； - 带领团队攻克了高性能脱硫/转化催化剂的制备关键技术，开发了新型双络合剂协同调控方法； - 揭示了温和条件下加氢脱硫反应路径的定向调控机制，为项目提供了坚实的理论支撑； - 培养了多名相关领域研究生，为项目输送了核心技术人才。

10、主要完成单位及创新推广贡献

排序	完成单位	对本项目的贡献
1	西安华大骄阳绿色科技有限公司	为本项目牵头实施主体，统筹全部研发经费、试验场地与研发团队，负责项目整体方案设计、小试、中试生产线搭建、催化剂工业化制备工艺开发、智能控制系统集成、工业侧线试验落地及成果市场推广，攻克小试至中试放大工程难题，完成专利布局、企业标准编制，主导技术产业化转化，现已实现成果转化直接收益 9000 万元。
2	陕西华大骄阳能源环保发展集团有限公司	负责催化剂工业现场工况验证、装置工艺参数优化、生产操作规程编制，开展长周期运行数据监测分析，完成装置配套工段技术改造，提供工业应用场景与现场技术保障，支撑成果落地验证。
3	西安交通大学	依托校内陕西碳减排与绿色能源化工国际联合研究中心、陕西省能源化工过程强化重点实验室等省部级催化材料重点实验室平台优势，承担项目基础理论与催化材料原创研发，创新空心核壳载体催化体系，阐明加氢脱硫构效关系与反应调控机理，开发双络合剂活性相调控核心技术，依托实验室完善的催化表征、性能评价设备完成机理验证与配方迭代，为项目提供坚实理论支撑、前沿技术方案与专业研发人才，夯实项目源头创新根基。

11、完成人合作关系说明

本项目由宋阳牵头，联合宋怡萱、谢涛组成产学研协作团队。三方单位长期产学研协同合作，企业团队聚焦工程落地与应用验证，高校团队主攻前沿催化机理与材料创新，分工互补、联合开展催化剂配方、制备工艺、工业化试验全链条研发，形成理论创新—实验室研发—中试放大—工业应用完整协作体系。