

2026 年度拟提名陕西省科技进步奖项目公示内容

一、项目名称

致密油藏绿色低碳高效开发关键技术创新及工业化应用

二、提名者及提名意见

提名者：李根生（中国工程院院士）

工作单位：中国石油大学（北京）；职称：教授；学科专业：石油与天然气工程

提名意见：该项目针对致密油藏绿色低碳高效开发关键技术创新及工业化应用过程中亟待攻关的关键技术问题进行了深入研究和联合攻关，取得了一系列重大创新技术成果，经济社会效益显著。所涉及的致密油藏 CO₂ 驱高效绿色开发技术理论体系，对保障我国能源安全、实现化石能源深度减排、达成碳中和目标具有重大意义。该项目理论和技术创新性强，具有较高的推广价值和广阔的应用前景，技术理论成果达到国际先进水平，部分成果具有国际领先水平，符合陕西省科学技术进步二等奖提名条件。因此提名该项目为陕西省科学技术进步奖二等奖。

三、项目简介

基于国家“双碳”战略需求，陕西省石化能源高效开发实际，针对致密油藏开发全生命周期中 CO₂ 驱油埋存、高效开发等方面的关键技术问题，在国家自然科学基金、国家科技重大专项、企业重点研发计划等课题资助下，取得了一系列重大技术创新。

四、客观评价

国家自然科学基金、国家科技重大专项、陕西省自然科学基金、油田企业重点研发课题等均给予项目技术创新高度评价，认为项目研究对于鄂尔多斯盆地致密砂岩油藏 CO₂ 驱油气置换效率及开采方法、注采参数优化、CO₂ 地质埋存过程中井筒完整性变化机理等方面做了较大创新，取得较好经济、社会效益。本项目成果发表的系列高水平论文，得到了中国工程/科学院院士等专家、团队的积极肯定和正面引用。

五、应用情况

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	应用起止时间	单位联系人/电话
1	延长油田股份有限公司杏子川采油厂	油藏跨尺度多参数定量表征及评价技术、井筒完整性评价技术	应用于致密/低渗储层	2018.01-2023.12	吴向阳 13892131168
2	延长油田股份有限公司吴起采油厂	CO ₂ -油气-岩石-水相互作用理论及评价技术、CO ₂ 提高采收率技术	应用于致密/低渗储层	2014.01-2024.12	鲁永辉 15991917799
3	延长油田股份有限公司下寺湾采油厂	油气-岩石-水相互作用机理、提高采收率评价技术	应用于致密/低渗储层	2017.01-2022.12	鲁金凤 15891513292
4	中国石油集团川庆钻探工程有限公司长庆井下技术作业公司	油藏 CO ₂ 提高采收率及压裂技术	应用于致密/低渗储层	2021.01-2025.12	李还向 029-86599383
5	中国石油天然气股份有限公司长庆油田页岩油开发分公司	油藏精细描述、CO ₂ 提高采收率及补能技术	应用于致密/低渗储层	2022.01-2025.12	郭晨光 13619593797

六、主要知识产权和标准规范等目录（限 10 条）

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	论文	页岩油储集层二氧化碳吞吐纳米孔隙原油微观动用特征	中国	2022, 49:557-564	2021 年 08 月 19 日	石油勘探与开发	西安石油大学	黄兴、李响、张益、李天太、张荣军
2	论文	Fracture extension behavior and micro-mechanical damage mechanism under different CO ₂ fracturing methods in continental shale reservoirs	欧洲	2024, 365: 131144	2024 年 02 月 10 日	Fuel	西安石油大学	Xiang Li、Mengqing He、Xing Huang、Ke Wu、Xiongdi Zuo、Junjie Xue、Jun Lu

3	论文	Asphaltene precipitation and reservoir damage characteristics of CO ₂ flooding in different microscopic structure types in tight light oil reservoirs	欧洲	2022, 312:122943	2022 年 03 月 15 日	Fuel	西安石油大学	Xing Huang、Yu Zhang、Mengqing He、Xiang Li、Weipeng Yang、Jun Lu
4	论文	Comparison of SO ₂ with CO ₂ for recovering shale resources using low-field nuclear magnetic resonance	欧洲	2019, 245:563-569	2019 年 06 月 01 日	Fuel	西安石油大学	Xing Huang、Tiantai Li、Hui Gao、Jinsheng Zhao、Chen Wang

5	论文	Absolute adsorption of light hydrocarbons on organic-rich shale: An efficient determination method	欧洲	2022, 308:121998	2022 年 01 月 15 日	Fuel	西安石油大学	Xing Huang、Lijun Gu、Shuaishuai Li、Yifan Du、Yueliang Liu
6	论文	Development of a novel method to evaluate well integrity during CO ₂ underground storage	美国	2015, 20:628-641	2015 年 06 月 15 日	SPE Journal	东北石油大学	Mingxing Bai、Kaoping Song、Yang Li、Jianpeng Sun、Kunt M. Reinicke
7	发明专利	致密油藏 CO ₂ 驱储层动用特征评价方法	中国	ZL202010456667.8	2023 年 04 月 07 日	5842505	西安石油大学	黄兴、赵金省、李天太

8	发明专利	致密储层 CO ₂ 驱沥青质沉积对岩石润湿性变化特征评价方法	中国	ZL202111064640.5	2024 年 06 月 07 日	7076099	西安石油大学	李响、薛俊杰、何梦卿、左雄娣
9	发明专利	页岩油储集层微观孔隙结构特征及多类孔隙流体识别方法	中国	ZL202110740441.5	2024 年 02 月 02 日	6681940	西安石油大学	李响、何梦卿、左雄娣、薛俊杰
10	发明专利	一种二氧化碳地质封存过程中对井筒完整性影响研究的装置及方法	中国	ZL201611242488.4	2017 年 09 月 29 日	2625977	东北石油大学	柏明星、宋考平、付晓飞、张继红、张志超、贺凯、宋庆甲

七、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
黄兴	1	无	教授	西安石油大学	西安石油大学	作为项目的负责人，确定研究方向，负责项目组织、实施。建立了致密油藏储层跨尺度多参数定量表征新方，提出了注 CO ₂ 提高采收率精细化评价技

						术。
李响	2	无	副教授	西安石油大学	西安石油大学	研究了 CO ₂ -油气-岩石-地层水相互作用机理，明确了影响 CO ₂ 驱采收率变化的主要控制因素。
钟宝鸿	3	党委副书记	高级工程师	延长油田股份有限公司	延长油田股份有限公司	从矿场应用角度评价了 CO ₂ 提高采收率影响因素，并负责现场技术实施方案设计、系列配套技术的矿场试验。
刘涛	4	无	讲师	西安石油大学	西安石油大学	阐明了不同微观孔隙结构类型储层、不同 CO ₂ 相态、不同孔隙尺度下流体渗流机理，优化了矿场试验参数。
柏明星	5	无	教授	东北石油大学	东北石油大学	提出了碳化层和硫化层边界测定方法，建立水泥-硫-碳多组分化学反应模型，提出了 CO ₂ 井筒完整性风险评价技术。
夏玉磊	6	无	正高级工程师	中国石油集团川庆钻探工程有限公司长庆井下技术作业公司	中国石油集团川庆钻探工程有限公司长庆井下技术作业公司	确定了 CO ₂ -页岩基质-地层流体作用下孔喉系统结构特征、渗流特征、岩石物理性质劣化特征，明晰了 CO ₂ 在页岩储层的置换规律。
鲁永辉	7	副总工程	高级工程	延长油田股份有限公	延长油田股份有限	从矿场应用角度优化合理注入参数，

		师	师	司	公司	并负责现场技术实施方案设计、系列配套技术的矿场试验及技术推广。
冯立勇	8	一级工程师	高级工程师	中国石油天然气股份有限公司长庆油田页岩油开发分公司	中国石油天然气股份有限公司长庆油田页岩油开发分公司	优化现场注入方案、注入参数设计、及技术推广。
余华贵	9	无	副教授	西安石油大学	西安石油大学	阐明不同 CO ₂ 注入方式下原油采收率的变化规律，优化合理 CO ₂ 注入参数。
陈姣妮	10	无	讲师	西安石油大学	西安石油大学	表征了致密油藏可动流体参数，分析了岩心孔喉缝特征变化规律。

八、主要完成单位情况及创新推广贡献

完成单位	排名	对本项目科技创新和应用推广情况的贡献 (限 600 字)
西安石油大学	1	对创新点 1、2、3 和 4 有突出贡献。提出了储层跨尺度多参数定量表征新方法,发展了致密油藏微纳尺度 CO ₂ 驱油与埋存理论,提出了致密储层注 CO ₂ 提高采收率精细化评价新技术。
延长油田股份有限公司	2	对创新点 1、2、3 和 4 有突出贡献。主要负责系列技术的矿场试验和技术推广,从矿场应用角度评价了 CO ₂ 提高采收率的影响因素,优化了合理的矿场注入参数,评价了注入过程中油套管的腐蚀程度
东北石油大学	3	对创新点 4 有突出贡献。提出了碳化层和硫化层边界测定方法,建立了水泥-硫-碳多组分化学反应模型,提出了 CO ₂ 井筒完整性风险评价技术。
中国石油集团川庆钻探工程有限公司长庆井下技术作业公司	4	对创新点 2、3 和 4 有突出贡献。主要负责系列技术的矿场试验和技术推广,从矿场应用角度评价了 CO ₂ 提高采收率特征与规律,优化设计注入方案。
中国石油天然气股份有限公司长庆油田页岩油开发分公司	5	对创新点 3 和 4 有突出贡献。提出了不同注入参数下的油气动用程度预测方法,表征了 CO ₂ 和 H ₂ S 腐蚀固井水泥环腐蚀程度,揭示了固井水泥在高浓度 CO ₂ 和 H ₂ S 环境中的腐蚀机理。

九、完成人合作关系说明

项目团队共计 10 人,包括黄兴、李响、钟宝鸿、刘涛、柏明星、夏玉磊、鲁永辉、冯立勇、余华贵、陈姣妮。团队经过多年的联合攻关,成员之间通过共同立项、共同发表论文、共同申请知识产权、共同获奖、技术现场推广应用等方式建立了合作关系。