

2025年度河北省科技进步奖项目公示

(公示时间：2025年9月1日-2025年9月7日)

- 一、项目名称：陆相油藏百万吨级CCUS关键技术及重大示范
- 二、提名单位：唐山市
- 三、申报奖种：河北省科学技术进步奖
- 四、奖励等级志愿：☐仅一等 ☒二等及以上 ☐三等及以上。
- 五、完成单位情况：1.中国石油天然气股份有限公司冀东油田分公司；2.中国石油大学（北京）；3.中国石油集团廊坊科学技术研究院有限公司
- 六、主要完成人情况：

姓名	排名	技术职称	工作单位	完成单位	对该项目技术创新贡献
陈浩	1	教授	中国石油大学（北京）	中国石油大学（北京）	项目总体研究思路、技术思路制定
刘伟	2	高级工程师	中国石油天然气股份有限公司冀东油田分公司	中国石油天然气股份有限公司冀东油田分公司	现场实施技术负责、技术思路制定
王代刚	3	副研究员	中国石油大学（北京）	中国石油大学（北京）	CO ₂ 驱油及地质封存一体化表征
郑家朋	4	教授级高级工程师	中国石油天然气股份有限公司冀东油田分公司	中国石油天然气股份有限公司冀东油田分公司	CO ₂ 驱油及地质封存适应性评价体系构建
冯建松	5	高级工程师	中国石油天然气股份有限公司冀东油田分公司	中国石油天然气股份有限公司冀东油田分公司	CCUS现场工艺优化，现场施工组织与管理
马晓丽	6	高级工程师	中国石油天然气股份有限公司冀东油田分公司	中国石油天然气股份有限公司冀东油田分公司	CCUS全生命周期开发技术政策优化
宋考平	7	教授	中国石油大学（北京）	中国石油大学（北京）	CO ₂ 驱油及地质封存微观机理及一体化表征
商琳	8	高级工程师	中国石油天然气股份有限公司冀东油田分公司	中国石油天然气股份有限公司冀东油田分公司	不同类型油藏CCUS立体井网设计及优化
赵耀	9	高级工程师	中国石油天然气股份有限公司冀东油田分公司	中国石油天然气股份有限公司冀东油田分公司	不同类型油藏CCUS驱油及地质封存一体化技术研发
孙灵辉	10	高级工程师	中国石油集团廊坊科学技术研究院有限公司	中国石油集团廊坊科学技术研究院有限公司	CO ₂ 驱油及地质封存实验装置研发，化学辅助CO ₂ 协同增油药剂研发

仅限10人

- 七、项目简介（不超1200字）：
- 所属科学技术领域：油气田开发与开采工程

主要技术内容及创新点：

主要技术内容：

(1) 揭示了冀东油田不同类型油藏注CO₂原油动用及协同封存机理，有效拓宽了复杂陆相油藏注CO₂驱油及地质封存的应用界限。

研发了CCUS驱油及地质封存国产化综合实验系统，建立了基于机器学习的多尺度介质三维数字岩心建模方法，建立了CO₂驱油动态混相识别及压力区间界定方法，揭示了不同混相程度下的原油启动机制及动用规律，阐明了不同含水条件下的透水替油机理及水盾阻隔机制。在此基础上，提出了气-水交替CO₂混相/近混相驱油微观渗流数学模型，揭示了复杂非均质条件下的油-气-水三相微观渗流特征及剩余油动用机制。

(2) 形成了冀东油田不同类型复杂陆相油藏CCUS全周期绿色低碳开发技术体系，实现了CO₂驱油与地质封存的协同提升。

研发了复杂非均质油藏超临界CO₂全生命周期驱油与封存数值模拟方法，精细刻画了注CO₂气体超覆、黏性指进及溶解封存前缘动态演化规律。在此基础上，构建了分段注采、立体井网驱替模式，形成了CCUS全周期绿色开发技术政策，创新混相驱前缘判识及稳定调控技术，减缓了复杂断块强非均质油藏三大矛盾，实现了采收率与埋存率双提升。

(3) 构建了冀东油田地面地下一体化全过程、多阶段CO₂循环利用模式，支撑了CO₂驱油及地质封存双百万吨重大示范工程建设。

研发了化学辅助CO₂吞吐/驱油协同增效药剂体系，提出了CO₂全生命周期驱油与封存工艺参数智能优化调控技术，形成了分阶段、多相态二氧化碳循环利用及注入技术，建立了冀东油田碳驱油碳埋存地面工艺模式和地面工程标准化设计体系，保障了二氧化碳全流程密闭循环利用，提升了经济效益，支撑了绿色低碳开发模式构建。

创新点：

(1) 丰富和发展了陆相油藏CO₂驱油与埋存基础理论体系，解决了渤海湾盆地陆相复杂油藏CO₂驱埋协同机理认识不清及开发模式匹配度不高的关键难题。

(2) 构建了分段注采、立体井网驱替模式，形成了CCUS全周期绿色开发技术政策优化体系，创新混相驱前缘判识及稳定调控技术，减缓了复杂断块强非均质油藏三大矛盾，实现采收率与埋存率双提升。

(3) 打通了循环注入、动态监测及腐蚀防护等全流程零碳闭环工艺体系，形成了驱油与埋存为一体的完整技术模式，支撑了中石油CCUS先导性试验及示范工程建设。

技术经济指标：

1、发明了纯/非纯CO₂-原油体系混相能力智能预测系统，平均预测误差分别在5%和10%

以内；

2、研发了气液双溶型智能防窜表活剂，耐温达120°C，耐盐达22%TDS；

3、现场注CO₂全生命周期产能预测符合率达85%以上，现场注CO₂措施增油有效率达95%以上，碳埋存率90%以上。

应用情况及效益情况：

2010-2024年，冀东油田累计注入二氧化碳159.08万吨，累积增油149.08万吨，累计埋存二氧化碳95.85万吨，累计销售额48.24亿元。该项技术不仅增油增气取得良好经济效益，同时实现了二氧化碳的有效埋存。

推动行业科技进步作用：

冀东油田针对浅层稠油油藏、深层超低渗透油藏等不同类型油藏，持续开展了CO₂驱油及地质封存关键技术攻关，形成了陆相复杂油藏CO₂驱油与埋存一体化特色技术，打造了CCUS“冀东模式”，实现了成果的推广转化和工程示范，项目成果可应用于渤海湾盆地浅层稠油、高温深层超低渗透油藏等多种类型的陆相复杂油藏，能够显著提升经济和社会效益。

八、主要知识产权和标准规范等目录：（总数不超 10 项）

序号	知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态	是否包含河北省完成单位/完成人	所支持发明点
1	已授权发明专利	Combined Apparatus for Experimentation on Different Storage Modes of Carbon Dioxide and Method Thereof	美国	US 12,123,821 B2	2024.10.22	US012123 821B2	中国石油大学（北京）	陈浩；刘希良；程威铭；左名圣；李泊锐；杨宝玺；武艺；刘海鹏；齐新雨；罗峰；杨林玺；刘文；李鹏博	有效	否	1
2	已授权发明专利	一种流体驱替实验装置和方法	中国	ZL 2015 1 0379097.6	2017.09.01	2605111	中国石油天然气股份有限公司	许可；刘卫东；丁云宏；	有效	是	1

							司	萧汉敏; 孙灵辉; 利熙喆; 赵玉集			
3	已授权发明专利	一种低渗砂岩储层开采方式确定方法及相关装置	中国	ZL 2021 1 0949666.1	2021.08.18	6295814	中国石油大学（北京）	陈浩; 蒋东梁; 邢建鹏; 王群一; 商琳; 孙彦春; 崔健; 赵耀; 左名圣; 杨明洋; 于海增	有效	是	2
4	已授权发明专利	优势渗流通道的判别方法及装置	中国	ZL 2023 1 1009695.5	2023.08.10	7241364	中国石油大学（北京） 中国石油天然气股份有限公司冀东油田分	王代刚; 宋考平; 李国永; 陈晋; 王绍春; 石宇哲; 毕永斌; 冯建松; 张梦浩; 赵耀; 牛文	有效	是	3

							公司	娟;胡哲			
5	已授权发明专利	一种基于深度学习的水驱开发油田剩余油分布的预测方法	中国	ZL 2019 1 0179922.6	2020.10.27	4051602	中国石 油大学 (华 东)	谷建伟; 王依科; 周梅;刘 巍;田同 辉;郑家 朋	有效	是	2
6	已授权发明专利	井网调整方法及装置	中国	ZL 2018 1 1591166.X	2018.12.20	5140763	中国石 油天然 气股份 有限公 司	王群一; 马晓丽; 毕永斌; 罗福全; 何海燕; 张雪娜; 龚丽荣; 孙彦春; 耿文爽; 盖长城; 顾潇	有效	是	2
7	已授权发明专利	一种三相流体相变渗流的数值模拟方法和系统	中国	ZL 2022 1 0480945.2	2024.11.19	7535690	中国石 油大学 (北 京)	王代刚; 宋考平; 张晶;宋 扬;鞠 野;马玉 山;郑玉 飞;刘芳 洲;李卉	有效	否	2
8	已授权发明专	一种油藏气驱注采参数优化	中国	ZL 2025 1	2025.05.16	7948968	中国石	张纪远;	有效	是	2

	利	方法、装置、设备及介质		0329118.7			油大学 (华东)	吴宽宽; 冯其红; 王森;张 先敏;伍 藏原;商 琳;王文 东			
9	已授权发明专利	一种油水两亲性二氧化硅纳米粒子及其制备方法	中国	ZL 2020 1 0594843.4	2023.05.26	5994597	中国石 油天然 气股份 有限公 司	孙灵辉	有效	是	3
10	已授权发明专利	一种确定水淹挥发性油藏改建储气库有效库容量的方法	中国	ZL 2023 1 0325083.0	2023.03.30	6366128	东北石 油大学	孙军昌; 王皆明; 刘伟;王 群一;李 春;朱华 银;孙彦 春;高广 亮;屠 坤;商 琳;郑少 婧;何海 燕;李 聪;沈润 亚	有效	是	3

九、完成人合作关系说明及完成人合作关系情况汇总表:

完成人合作关系说明

完成人合作关系情况汇总表

序号	完成人	合作者	合作方式	合作时间	合作成果	备注
1	陈浩	赵耀、商琳	共同知识 产权	2023	一种低渗砂岩储 层开采方式确定 方法及相关装置	
	陈浩	赵耀、商琳	论文合著	2022	A novel method of quantitative evaluation and comprehensive classification of low permeability-tight oil reservoirs: A case study of Jidong Oilfield, China, petroleum Science	
2	陈浩	孙灵辉	论文合著	2021	Experimental study on dynamic characteristics of low temperature oxidation for Bohai offshore light oil under reservoir conditions, Fuel	
3	刘伟	商琳、	共同参与 制定标准 规范	2024	油藏型储气库完 整性评价规范	
4	王代刚	冯建松、 宋考平、	共同知识 产权	2023	优势渗流通道的 判别方法及装置	

		赵耀				
5	郑家朋	商琳	产业合作	2018	小规模砂体压裂-吞吐开发技术经济可行性研究	
6	马晓丽	商琳	论文合著	2017	潜山双重介质油藏剩余油赋存类型及治理对策， 特种油气藏	