

# 2022 年推荐申报外部科学技术奖公示内容

## 一、成果名称

致密油富集规律与勘探开发关键技术

## 二、依托项目

1. “十三五”国家科技重大专项项目《致密油富集规律与勘探开发关键技术》  
(编号: 2016ZX05046), 起止时间: 2016 年 1 月至 2020 年 12 月。
2. 中国石油科技管理部项目《致密油形成地质条件与富集高产主控因素》  
(编号: 2016ZX05046-001), 起止时间: 2017 年 1 月至 2020 年 12 月。

## 三、完成单位

1. 中国石油勘探开发研究院(石油天然气地质研究所、油气资源规划所、致密油研究所、测井技术研究所、压裂酸化技术服务中心、人工智能研究中心等)
2. 中国石油长庆油田分公司(陇东页岩油开发项目部、勘探开发研究院)
3. 中国石油大学(北京)

## 四、完成人

陶士振、白 斌、郭彬程、陈福利、杨立峰、梁晓伟、方 向、张天舒  
李长喜、王志平、高 岗、陈燕燕、高 睿、淡卫东、贾进华 等

## 五、成果简介及主要创新点

立足于鄂尔多斯、准噶尔、松辽等重点盆地, 围绕“十三五”攻关目标, 按理论技术研发和勘探生产应用两个层次, 以前期研究为基础, 梳理致密油规模勘探、效益开发面临的关键难题, 确定攻关重点。历经五年的联合攻关, 创新形成了中国陆相致密油 1 项地质理论体系, 研发形成了勘探、开发、工程 3 套技术系列, 积极推动了中国陆相致密油规模效益发展。主要创新点如下:

**创新点 1:** 创新形成了 1 项中国陆相致密油形成与富集的地质理论体系, 为富集区评价优选提供理论认识支撑, 评价优选 32 个富集区。

**创新点 2:** 立足致密油富集理论, 创新研发形成了致密储层表征、资源分类评价和甜点分级评价 3 项勘探评价关键技术系列, 为致密油甜点评价提供技术支撑, 评价优选 107 个甜点区。

**创新点 3:** 创新形成了致密油有效开发技术系列，确定了产能主控因素，揭示产能递减规律，建立有效开发模式，推动了致密油规模效益开发，支撑了 2020 年致密油产量 272 万吨。

**创新点 4:** 研发构建了“以改造缝网模拟和优化技术为核心，改造材料与工艺双优化为支点，高效实施相配套”的致密储层低成本高效改造技术系列，单井节约 500-700 万元，作业效率提高 30% 以上。

致密油富集规律理论与勘探开发关键技术应用与推广，有力支撑了致密油规模增储上产，为“十三五”期间探明石油地质储量 10 亿吨、发现庆城 10 亿吨级大油田和 5 个亿吨级致密油区、累计新建产能 750 万吨、形成庆城百万吨级致密油生产区和 4 个 50 万吨级产能区提供了理论技术支撑。

## 六、主要支撑材料（论文、著作、专利、软著、技术秘密、标准等）及其对成果的支撑作用

本项目取得了一系列具有自主知识产权的有形化创新成果，主要支撑材料见下表，这些成果有效地支撑了中国陆相致密油地质理论构建，为致密油勘探、开发、工程关键技术主要载体的组成部分，同时为致密油及相关领域的理论技术推广及应用奠定了基础。

## 1、专利

序号	专利名称	专利号	专利类型	状态	授权公告日	专利权人
1	陆相致密油地质甜点确定方法、系统、计算机设备、介质	CN201811569354.2	发明	授权	2022年2月1日	白斌、胡素云、陶士振、张天舒、陈燕燕、庞正炼
2	多重介质中致密气的流态识别方法及其装置	CN201510679617.5	发明	授权	2017年3月29日	王志平, 李宁, 彭晖, 冉启全, 徐梦雅, 李冉
3	多重介质中致密油的流态识别方法及其装置	CN201510679646.1	发明	授权	2018年1月5日	王志平, 彭晖, 李宁, 冉启全, 徐梦雅, 李冉, 袁江如
4	一种排烃源岩的界定方法	ZL 2015 1 895154.6	发明	授权	2017年7月21日	高岗, 成果, 张维维
5	剔除外来烃影响的裂缝型页岩油油藏的烃源岩的有机地球化学特征分析方法	ZL 2016 1 086204.0	发明	授权	2017年11月3日	高岗, 成果, 刚文哲
6	一种有机碳含量的测井预测数学模型建立方法	ZL 2016 1 069864.5	发明	授权	2019年9月2日	高岗, 王程程, 李晓凤, 李佳焯, 刘岩, 陈果
7	陆源有机质分布的确定方法、装置和网络设备	ZL 2019 1 884984.7	发明	授权	2020年12月18日	高岗, 屈童, 党文龙

## 2、软件著作权

序号	主要完成单位	软件名称	登记号	开发完成日期	首次发表日期	权利取得方式	权利范围	作者
1	中国石油集团科学技术研究院	PetroV 油气成藏	2019SR0216197	2018.6.1	2018.6.2	原始取得	全部	陶士振、张天舒、

	有限公司	可视化系统 V1.0			0		权利	庞正炼、白斌等
2	中国石油集团科学技术研究院有限公司	致密油(页岩油)储层储集有效性定量模拟评价软件	2019SR1089751	2019.6.10	2019.6.20	原始取得	全部权利	白斌、张成龙、陶士振等
3	中国石油集团科学技术研究院有限公司	致密油源岩 TOC 预测软件 V1.0	2018SR1051182	2017.12.10	2018.01.21	原始取得	全部权利	白斌、胡素云等

### 3、发表论文

序号	论文题目	期刊名称	出版期	作者	备注
1	中国陆相致密油效益勘探开发	石油勘探与开发	2018 年	胡素云, 朱如凯, 吴松涛等	SCI
2	中国陆相致密油富集规律及勘探开发关键技术研究进展	天然气地球科学	2019 年	胡素云, 陶士振, 闫伟鹏等	中文核心
3	中国陆相页岩油发展潜力与技术对策	石油勘探与开发	2020 年	胡素云, 赵文智, 侯连华, 杨智等	SCI
4	中国陆相页岩油类型、资源潜力及与致密油的边界	石油勘探与开发	2020 年	赵文智, 胡素云, 侯连华, 杨涛, 李欣, 郭彬程, 杨智	SCI
5	Effects of petroleum retention and migration within the Triassic Chang 7 Member of the Ordos Basin, China	International Journal of Coal Geology	2020 年	陈燕燕, 林森虎等	SCI
6	原油裂解过程中组分演化模型及金刚烷类化合物的地球化学特征	天然气地球科学	2018 年	陈燕燕, 胡素云, 李建忠, 王铜山, 陶小晚	中文核心
7	Application of stratigraphic-sedimentological forward	Marine and Petroleum Geology	2019 年	Hu Yong, Ma Yongning, Guo Bincheng, Gao Zhaopu, He	SCI

	modeling of sedimentary processes to predict high-quality reservoirs within tight sandstone			Wenxiang	
8	Combining sedimentary forward modeling with sequential Gauss simulation for fine prediction of tight sandstone reservoir	Marine and Petroleum Geology	2020 年	Hu Yong, Wenxiang He, Guo Bincheng	SCI
9	松辽盆地齐家—古龙凹陷青山口组黑色页岩岩相类型与沉积环境	天然气地球科学.	2019 年	王岚, 曾雯婷, 夏晓敏等	中文核心
10	“进源找油”: 致密油主要类型及地质工程一体化进展	中国石油勘探	2020 年	杨智, 唐振兴, 陈旋等	中文核心
11	东北地区深层侏罗系火山-沉积序列与储盖组合及勘探意义	地质学报	2021 年	贾进华, 陶士振, 方向等	EI
12	Classification of tight sandstone reservoirs based on NMR logging	Applied Geophysics	2019 年	Li Chang-Xi, Liu Mi, Guo Bin-Cheng	SCI
13	压裂支撑剂在迂曲微裂缝中输送与分布规律	石油学报	2019 年	徐加祥, 丁云宏, 杨立峰, 刘哲, 高睿, 王臻	EI
14	Conductivity analysis of hydraulic fractures filled with nonspherical proppants in tight oil reservoir	Energy Science & Engineering	2019 年	Jiaxiang Xu, Yunhong Ding, Lifeng Yang, Zhe Liu, Rui Gao, Hanxuan Yang, Zhen Wang	SCI
15	Effect of proppant deformation and embedment on fracture conductivity after fracturing fluid loss	Journal Of Natural Gas Science and Engineering	2019 年	Jiaxiang Xu, Yunhong Ding, Lifeng Yang, Zhe Liu, Rui Gao, Hanxuan Yang, Zhen Wang	SCI
16	Numerical analysis of proppants transport in tortuous fractures of shale gas reservoirs after shear deformation	Journal of Natural Gas Science and Engineering	2020 年	Jiaxiang Xu, Yunhong Ding, Lifeng Yang, Zhe Liu, Rui Gao, Zhen Wang, Shaoyuan Mo	SCI

17	基于扩展有限元的水力压裂缝间干扰及裂缝形态分析	天然气地球科学	2018 年	徐加祥, 丁云宏, 杨立峰, 王臻, 刘哲, 高睿	中文核心
18	基于四参数随机生长模型的页岩储层应力敏感分析	天然气地球科学	2019 年	徐加祥, 杨立峰, 丁云宏, 刘哲, 高睿, 王臻	中文核心
19	页岩气储层迂曲微裂缝二维重构及多点起裂分析	天然气地球科学	2019 年	徐加祥, 丁云宏, 杨立峰, 刘哲, 陈挺	中文核心
20	支撑剂变形及嵌入程度对裂缝导流能力的影响	断块油气田	2019 年	徐加祥, 杨立峰, 丁云宏, 刘哲, 高睿, 王臻	中文核心
21	致密油藏分段多簇压裂水平井复杂缝网表征及产能分析	油气地质与采收率	2019 年	徐加祥, 丁云宏, 杨立峰, 高睿, 刘哲, 王臻	中文核心
22	致密油水平井体积压裂产能影响因素	大庆石油地质与开发	2020 年	徐加祥, 杨立峰, 丁云宏, 高睿, 刘哲, 王臻	中文核心
23	基于格子-玻尔兹曼方法的裂缝导流能力流固耦合	大庆石油地质与开发	2020 年	徐加祥, 丁云宏, 杨立峰, 刘哲, 高睿, 王臻	中文核心
24	Application of dilation-recompaction model in fracturing optimisation in tight oil reservoir	International Petroleum Technology Conference. OnePetr.	2019 年	Gao R, Wang X, Yang Z, et al.	
25	鄂尔多斯盆地延长组 7 段页岩油储层储集性特征	天然气地球科学	2020 年	梁晓伟, 关梓轩, 牛小兵, 关平, 淡卫东	中文核心
26	鄂尔多斯盆地致密油水平井体积压裂试验区开发特征分析	西北大学学报(自然科学版)	2017 年	梁晓伟, 郝炳英, 杨孝, 牛小兵, 冯胜斌	中文核心
27	非常规油气储层天然裂缝研究方法及其适用性	中国矿业	2021 年	梁晓伟, 王庆鹏, 尤源, 马波, 冯胜斌, 徐辰	中文核心
28	鄂尔多斯盆地延长组成岩流体滞留效应与致密砂岩储层成因	石油学报	2018 年	魏新善, 傅强, 淡卫东, 赵世杰, 庞锦莲, 楚美娟	
29	鄂尔多斯盆地长 7 段源储组合特征与油	西北地质	2021 年	高岗, 梁晓伟, 朱康乐, 淡卫东, 孙	中文核心

	气成藏模式			明亮,尤源,冯胜斌	
30	鄂尔多斯盆地长 7 段致密油成藏机理分析	地质学报	2022 年	屈童,高岗,梁晓伟,孙明亮,尤源,党文龙,谈卫东	EI