

项目情况简介（省科技进步奖）

1、项目名称

致密油气藏可控压裂与靶向增产关键理论技术创新及应用

2、主要完成人

周德胜，刘娅菲，王海洋，谷团，乔莲莲，刘顺，王小香，张俊华，刘雄，郑鹏，高千，张衍君，杨书港，李晶，徐赛

3、提名单位

西安石油大学，中国石油天然气股份有限公司辽河油田庆阳勘探开发分公司，陕西延长石油（集团）有限责任公司气田公司、中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司

4、提名意见

项目执行期间，西安石油大学与长庆油田、辽河油田、延长油田构建了“高校-油田”协同创新平台，实现科研成果快速转化。项目执行期间在长庆、辽河、延长等油田规模化应用 2660 余井次，累计增油 70.29 万吨、增气 22.13 亿方，直接经济效益达 41.98 亿元。西安石油大学联立油田公司研发的 VFNEA 软件大幅提升了压裂优化设计效率，单井压后产能平均提升 18%-25%，作业有效期延长 30%以上。项目研制的双体系可控智能暂憋剂产品国产化率达 100%，较进口产品成本降低 40%，打破了国外技术垄断。西安石油大学周德胜领衔的教师团队成功入选了教育部“全国高校黄大年式教师团队”，培养国务院特殊津贴专家、陕西省创新人才攀登工程“青年科技新星”、三秦英才特殊支持计划青年拔尖人才、“全国高校矿业石油与安全工程领域优秀青年科技人才”、陕西省青年千人等省部级以上人才 6 人，为油田输送博、硕士毕业生 164 名，培训专业技术人才 1200 余人，构建起涵盖理论创新、技术研发、工程应用的全链条人才梯队。

5、项目简介

针对致密油气储层压裂耗能大、无效裂缝多，裂缝轨迹难以调控等难题，首创了渗流力理论力学模型及实验模拟装备体系、创新了多级暂憋造“缝中缝”体积改造技术、形成了三层次靶向排油与定向调控增产技术、研制了双体系可控智能暂憋剂与多效活性纳米材料，主要创新如下：（1）创建了渗流力理论力学模型及实验模拟装备体系，构建了裂缝轨迹控制理论与靶向协同调控方法，研发了大型体积压裂缝网模拟与一体化设计软件。实现了裂缝穿插甜点区、相互沟通、缝网定向覆盖基质。（2）项目首创主缝扩展同步开启缝内多级人工分支裂缝新技术，提出了“暂憋强度-解憋时序”双参数控制理论与方法，研制了具有梯度响应特性的双体系可控智能暂憋剂，缝网密度较传统压裂工艺提升 3 倍-5 倍。（3）创

建了三层次靶向排油理论，创新形成滞留压裂液定向增产技术，研发了多效活性纳米材料，创建了微纳通道靶向调控增产方法。实现了致密油分层次靶向调控，排油量提升 6-10%，渗吸采收率增幅达 15%以上。

6、客观评价

2020 年 6 月 5 日，中国石油和化学工业联合会组织的以孙金声院士和李阳院士等行业知名专家组成的鉴定委员会认为：“裂缝排油-流体渗吸-基质渗透”三层次靶向排油理论和微纳通道靶向调控增产技术整体达到国际领先水平。2024 年 12 月 1 日，国家自然科学基金委员会组织以李根生院士为组长，潘一山院士为副组长的验收专家组对支撑本项目主要科技创新点 1 和 2 的重点项目《水力压裂裂缝轨迹可控性理论基础-非均质地层裂缝控制理论基础研究》进行验收，验收组认为该成果建立了水力压裂裂缝轨迹控制理论与技术，项目研究成果突出，推进了我国非常规油气储层水力压裂技术与控制方法的发展，同意评审通过。经西工大教育部科技查新工作站鉴定，3 项理论技术属于原始创新，研究成果技术指标总体领先。

7、应用情况

本项目以西安石油大学为产学研合作的培育基地，依托其在石油与天然气工程领域的深厚学术积淀和强大的科研能力，充分发挥高校在基础研究和人才培养方面的优势。与此同时，项目与长庆油田、辽河油田以及延长石油公司进行紧密合作，充分利用油田公司提供的大型矿场实验平台和丰富的工程实践经验，三方通力合作进行技术攻关，专注于提升鄂尔多斯盆地致密油气储层压裂改造效果的实际应用

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	应用起止时间	单位联系人/电话
1	中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司	裂缝轨迹控制技术、三层次靶向排油技术、暂憋造“缝中缝技术	三叠系长 6 段、长 3、长 8 段致密油气 1167 井次	2015 年 1 月 -2024 年 12 月	张俊华
2	中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司	裂缝轨迹控制技术、定向调控增产技术	侏罗系延 4+5 层、延 10 段 508 余井次	2015 年 1 月 -2024 年 12 月	徐赛
3	延长石油气	裂缝轨迹控制技术、暂	盒 8 层位 236	2014 年 1 月	乔莲莲

	田公司	憋造“缝中缝技术	井次	-2023 年 6 月	
4	延长石油气 田公司	裂缝轨迹控制技术、暂 憋造“缝中缝技术	本溪组、山西 组 293 井次	2014 年 1 月 -2023 年 6 月	李晶
5	辽河油田庆 阳勘探开发 分公司	裂缝轨迹控制技术、暂 憋造“缝中缝技术	宜川区块 253 井次	2021 年 1 月 -2023 年 12 月	谷团
6	辽河油田庆 阳勘探开发 分公司	裂缝轨迹控制技术、三 层次靶向排油技术	正宁区块 206 井次	2021 年 1 月 -2023 年 12 月	杨书港

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	一种利用离心力模拟渗流对岩石作用的装置及实验方法	中国	ZL 2021 1 0524482.0	2021.05.13	7354860	西安石油大学	王海洋;周德胜;刘二虎;姚团琪;杨婧;高千刘顺
2	发明专利	一种水力压裂裂缝延伸轨迹的控制方法	中国	ZL 2020 1 0809029. X	2023.09.01	6294042	西安石油大学	郑鹏;周德胜;李宪文;黄海;刘顺;高千;刘雄;刘娅菲
3	发明专利	主裂缝缝内开启多级人工分支裂缝网络的体积压裂方法	中国	ZL 2021 1 0320653.8	2021.03.25	5518192	西安石油大学	王海洋;周德胜;刘顺;马先林;蔡文斌;刘雄;刘娅菲;徐金泽;高千
4	发明专利	Device and method for measuring magnitude of seepage force and its	美国	US10,732, 086 B2	2020.08.04	US0107 32086B2	Xi'an Shiyou University	Desheng Zhou; Peng Zheng; Xinru Li; Yafei Liu; Xianlin Ma; Meng Li;

		influence on effective stress of formation					ity	Jingwen Yang
5	发明专利	一种剪切增稠液体及基于其的改性可降解纤维及制备方法和暂堵转向压裂方法	中国	ZL 2018 1 1168597.7	2021.02.26	4274960	西安石油大学	周德胜;王海洋;李宪文;马先林;蔡文斌;刘顺;何明舫
6	软件著作权	水力压裂裂缝动态扩展模拟软件	中国	2021SR1560119	2021.08.31	09114018	西安石油大学	周德胜;王海洋;谷团;乔莲莲; 张俊华;杨书港;徐赛;李晶
7	专著	非常规油气储层体积改造裂缝扩展与织网机理研究	中国	ISBN9787030575142	2018.5	/	科学出版社	周德胜
8	SCI1 区 TOP 文章	Effect mechanism of seepage force on the hydraulic fracture propagation	无	doi.org/10.1007/s40789-024-00695-9	2024.4	无	Xi'an Shiyou University	Haiyang Wang, Desheng Zhou, Yi Zou, Peng Zheng
9	SCI1 区 TOP 文章	Numerical study of the influence of seepage force on the stress field around a vertical wellbore	无	doi.org/10.1080/19942060.2020.1835733	2020.11.17	无	Xi'an Shiyou University	Desheng Zhou; Haiyang Wang; Zexuan He; Yafei Liu; Shun Liu; Xianlin Ma; Wenbin Cai; Jinqing Bao

10	SCI1 区 TOP 文章	Heat extraction from abandoned petroleum wells utilizing coaxial borehole heat exchanger in Ordos basin, China	无	doi.org/10. 1016/j.ren ene.2024. 120806	2024.7.13	无	Xi' an Shi you Uni vers ity	Qian Gao; Guang Jin; Huagui Yu; Erliang An; Ahmad Ghassemi; Desheng Zhou; He Meng
----	------------------	--	---	--	-----------	---	---	---

9、主要完成人情况

排序	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	周德胜	无	二级教授	西安石油大学	西安石油大学	项目组织实施总负责人
2	刘娅菲	无	副教授	西安石油大学	西安石油大学	主持创新点 1、3 研究
3	王海洋	无	讲师	西安石油大学	西安石油大学	主持创新点 1、2 研究
4	谷团	经理	正高	辽河油田庆阳勘探开发分公司	辽河油田庆阳勘探开发分公司	主持辽河油田现场实施工作
5	乔莲莲	无	高级工程师	延长石油（集团）有限责任公司气田公司	延长石油（集团）有限责任公司气田公司	主持延长油田现场实施工作
6	刘顺	无	教授	西安石油大学	西安石油大学	主持创新点 3 研究
7	王小香	科长	实验师	西安石油大学	西安石油大学	参与创新点 3 研究
8	张俊华	西峰总监站站长	高级工程师	中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司	中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司	主持长庆油田现场实施工作
9	刘雄	无	副教授	西安石油大学	西安石油大学	参与创新点 3 研究
10	郑鹏	无	讲师	西安石油大学	西安石油大学	参与创新点 1 研究
11	高千	无	副教授	西安石油大学	西安石油大学	参与创新点 1 研究

12	张衍君	无	副教授	西安石油大学	西安石油大学	参与创新点 3 研究
13	杨书港	无	一级工程师	辽河油田庆阳勘探开发分公司	辽河油田庆阳勘探开发分公司	参与辽河油田现场实施工作
14	李晶	助理主管	高级工程师	延长石油（集团）有限责任公司气田公司	延长石油（集团）有限责任公司气田公司	参与延长油田现场实施工作
15	徐赛	无	工程师	中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司	中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司	参与长庆油田现场实施工作

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	西安石油大学	项目统筹协调，全面负责项目实施
2	中国石油天然气股份有限公司辽河油田庆阳勘探开发分公司	协助矿场实验，油田内部推广应用
3	陕西延长石油（集团）有限责任公司气田公司	协助矿场实验，油田内部推广应用
4	中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司	协助矿场实验，油田内部推广应用

11、完成人合作关系说明

项目执行期间第一完成人周德胜带领完成人刘娅菲、王海洋、刘顺、郑鹏、刘雄、张衍君、高千、王小香围绕致密油气储层开发过程中面临的关键瓶颈问题进行技术攻关，在致密油气储层体积改造、裂缝控制、渗吸驱油等技术上取得了重大突破，有效助力了长庆油田 6000 万吨级、陕西延长石油集团 150 亿方天然气产能倍增工程，在项目完成人张俊华、徐赛、乔莲莲、李晶、谷团、杨书港等人协助下在鄂尔多斯盆地致密油气储层进行了大量的矿场实践。