

参与申报 2025 年度甘肃省科技进步奖公示材料

1.项目名称

油气水混输体系流动保障与绿色高效分离技术集成创新及应用

2.申报奖种

同意评审结果

3.完成单位

兰州理工大学（第一完成单位）

常州大学（第二完成单位）

中国人民解放军陆军勤务学院（第三完成单位）

重庆科技大学（第四完成单位）

4.完成人排序

郭凯（排名 1），吕晓方（排名 2），段纪淼（排名 3），黄辉荣（排名 4），李楷（排名 5），王智慧（排名 6），刘慧姝（排名 7）

5.项目简介

本项目围绕油气生产系统的流动安全保障及污水处理，通过创新研究与技术攻关，形成了“蜡沉积预测—水合物监测预警—油水分离—污水处理”集成产业链。该产业链不仅解决了油气生产系统中的多相流动安全问题，还推动了油水分离技术在原油污水处理中的应用，进一步延伸至医药、食品加工等行业的含油污水处理，具有显著的经济效益和广阔的推广前景。

主要创新性成果有：（1）开发了蜡沉积预测模型，结合流动、传热、传质等多场耦合机制，确保油气生产系统在分离前的安全稳定运行。（2）开发了高精度的水合物生成、流动及堵塞监测预警技术。通过创新的水合物成核期预测与综合动力学模型，建立了动态监测与预警系统，有效防止水合物堵塞。（3）研

发了电磁外场强化油水分离技术，通过电场与磁场的协同作用，显著提高了油水乳状液的分离效率。（4）通过研究水中油滴在梯度润湿表面上的浸润与聚结动力学，提出了高效的油水分离后污水处理技术，使处理后的污水达标并可回注。

创新性与社会效益：形成了从蜡沉积研究到水合物预警、油水分离和污水回注的完整产业链，推动了油气生产安全保障与环保技术的发展，且技术应用已取得显著社会效益。该技术在油气、医药、食品加工等行业的推广应用，具有广泛的市场前景和深远的社会影响。

获得授权相关发明专利 14 件，登记软件著作权 5 件，发表代表性学术论文 20 篇，成果应用 3 年以上。

6.完成人对项目主要贡献

郭凯（排名第 1）：贡献率 70%

主导电磁强化油水分离技术研发，提出电磁场与梯度润湿表面协同分离机制，推动污水回用工艺产业化。

吕晓方（排名第 2）：贡献率 70%

主导水合物生成、流动与堵塞监测技术开发，优化水合物成核与黏附特性，保障油气多相混输系统安全。

段纪淼（排名第 3）：贡献率 70%

解析蜡沉积机制，揭示蜡晶成核与结晶过程，为蜡沉积预测模型建立提供实验依据。

黄辉荣（排名第 4）：贡献率 45%

研究乳状液流变学特性，优化电磁外场油水分离过程，提高分离效率与稳定性。

李楷（排名第 5）：贡献率 40%

与黄辉荣共同研究乳状液特性，提升高含水乳状液分离效率，改进电磁强化

油水分离系统。

王智慧（排名第6）：贡献率 35%

负责多相流动测试，提供蜡沉积预测与水合物预警系统所需的关键实验数据与支持。

刘慧妹（排名第7）：贡献率 30%

参与蜡沉积环道实验系统建设与优化，提供蜡沉积研究数据，支持蜡沉积预测与流动安全保障。

7.所列知识产权目录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	发明人/登记人
1	发明专利	一种高效电磁同步协同作用聚结装置	吕宇玲,郭凯,何利民,罗小明,杨东海,任静;
2	发明专利	高效电磁同步协同作用的油水分离系统	吕宇玲,郭凯,何利民,罗小明,杨东海,秦文涛
3	发明专利	一种气体水合物颗粒与蜡晶颗粒间粘附力的测试装置	周诗崇; 郭宇; 周文瑞; 柳扬; 吕晓方; 李恩田; 董亮
4	发明专利	一种基于水合物法回收催化干气中多种气体的装置及方法	吕晓方; 路大勇; 周诗崇; 陈锋; 王树立; 赵会军; 李恩田
5	发明专利	带有脱硫系统的可循环连续的天然气水合物开采装置及开采方法	吕晓方; 许佳文; 柳扬; 周诗崇; 张婕; 饶永超; 赵书华
6	发明专利	一种氢气水合物连续制备装置及制备方法	吕晓方; 荆澍; 柳扬; 周诗崇; 李恩田; 董亮; 饶永超
7	发明专利	一种防误压乳液泵	吕晓方; 刘天慧; 路大勇; 左江伟; 柳杨; 于鹏飞; 雷云

8	发明专利	一种气体水合物连续生成反应釜	吕晓方; 荆澍; 柳扬; 周诗崇; 马千里; 李恩田; 董亮
9	发明专利	一种用于深海天然气水合物流化开采管道输送的螺旋流发生装置	饶永超; 刘泽辉; 王树立; 李立军; 赵书华; 周诗崇; 吕晓方
10	发明专利	一种水合物浆液气液固三相分离装置	周诗崇; 何骋远; 张艺; 姬浩洋; 王树立; 吕晓方; 饶永超
11	发明专利	一种可自动加液的水合物分解实验装置	周诗崇; 张雪艳; 王娇娇; 柳扬; 吕晓方; 赵书华; 饶永超
12	发明专利	一种天然气水合物浆液管道固体堵塞物处理装置	周诗崇; 郭宇; 许欣怡; 范婕; 柳扬; 吕晓方
13	发明专利	复合驱采出水的聚表残留量确定方法和装置	王玮, 王振威, 李楷
14	发明专利	液下可变形物质与固体表面的粘附力的确定方法及装置	王玮, 李楷, 于志鹏, 葛运通, 肖帆, 高维蔚
15	软件著作权	成品油油库补油时间窗口的确定软件	段纪淼、刘慧姝
16	软件著作权	输气管道中减压波计算分析软件	段纪淼、刘慧姝
17	软件著作权	气田生产动态预测软件	段纪淼、刘慧姝
18	软件著作权	基于组分模型的气田富气管道输送工艺计算软件	段纪淼、刘慧姝
19	软件著作权	油气混输管道工艺计算软件	段纪淼、刘慧姝

8.主要论文、专著目录

序号	论文专著名称	全部作者
----	--------	------

1	Separation Characteristics of Water-in-Oil Emulsion under the Coupling of Electric Field and Magnetic Field	郭凯, 吕宇玲, 何利民, 罗小明, 杨东海
2	Experimental study on the dehydration performance of synergistic effect of electric field and magnetic field	郭凯, 吕宇玲, 何利民, 罗小明, 杨东海
3	Experimental study on the effect of spatial distribution and action order of electric field and magnetic field on oil-water separation	郭凯, 吕宇玲, 何利民, 罗小明, 赵杰
4	Hydrate growth and agglomeration in the presence of wax and anti-agglomerant: A morphology study and cohesive force measurement	柳扬, 吴承轩, 吕晓方, 杜晖, 马千里, 王传硕, 周诗崇, 史博会, 宋尚飞, 宫敬, 段纪淼
5	Experimental Study of the Growth Kinetics of Natural Gas Hydrates in an Oil-Water Emulsion System	吕晓方, 张婕, 赵毅, 柳扬, 许佳文, 马千里, 宋尚飞, 周诗崇
6	Rheological study of low wax content hydrate slurries considering phase interactions	柳扬, 吕晓方, 史博会, 周诗崇, 雷云, 于鹏飞, 陈玉川, 宋尚飞, 马千里, 宫敬, 闫柯乐
7	Experimental study of growth kinetics of CO ₂ hydrates and multiphase flow properties of slurries in high pressure flow systems	吕晓方, 左江伟, 柳扬, 周诗崇, 雷云, 于鹏飞
8	Study on the growth rate of natural gas hydrate in water-in-oil emulsion system using a high-pressure flow loop	吕晓方, 史博会, 周诗崇, 彭浩平, 雷云, 于鹏飞
9	Numerical prediction of wax deposition in oil-gas stratified pipe flow	段纪淼, 刘慧姝, 姜俊泽, 薛松, 伍建林, 宫敬
10	Hydro dynamic modeling of stratified smooth two-phase turbulent flow with curved interface through circular pipe	段纪淼, 刘慧姝, 王宁, 宫敬, 焦光伟
11	Wax Deposition Modeling of Oil/Gas Stratified Smooth Pipe Flow	段纪淼, 刘慧姝, 管金发, 华卫星, 焦光伟, 宫敬
12	The influence of nanocomposite pour point depressant on the crystallization of waxy oil	黄辉荣, 王玮, 彭泽恒, 丁艳芬, 李楷, 李清平, 宫敬

13	The effect of cooling processes on the yield stress of waxy model oil with nanocomposite pour point depressant	黄辉荣, 王玮, 彭泽恒, 李楷, 甘东英, 张盛楠, 丁艳芬, 吴海浩, 宫敬
14	Synergistic effect of magnetic field and nanocomposite pour point depressant on the yield stress of waxy model oil	黄辉荣, 王玮, 彭泽恒, 李楷, 丁艳芬, 喻伟捷, 甘东英, 王传硕, 薛一涵, 宫敬
15	Atomic Force Microscopy Study of Non-DLVO Interactions between Drops and Bubbles	李楷, 王玮, 肖帆, 葛运通, 靳航, 于志鹏, 宫敬, 高维蔚, 彭泽恒
16	Probing surface interactions of underwater oleophobic polyelectrolyte multilayers	李楷, 王玮, 于志鹏, 靳航, 葛运通, 高维蔚, 肖帆, 黄辉荣, 彭泽恒, 宫敬
17	Effect of interfacial dilational rheology on the breakage of dispersed droplets in a dilute oil–water emulsion	王玮, 李楷, 王鹏宇, 郝帅, 宫敬
18	Research on wet gas separation method based on swirl and ejection cycle technology	王智慧、张兴凯、廖锐全、伍正华、方志刚
19	Study on pressure drop characteristics of a two-stage swirler separator	王智慧、张兴凯、廖锐全、雷宇、方志刚
20	Numerical Quasi-three Dimensional Modeling of Stratified Oil-water Flow in Horizontal Circular Pipe	刘慧姝, 段纪淼, 李江, 谷科城, 林科宇, 王建, 鄢豪, 管亮, 李长俊