**2021年自治区科技奖励提名公示内容**

一、项目名称

哈萨克斯坦强非均质油藏提高采收率技术研发及应用

二、提名单位（专家）意见

提名等级：自治区科技进步奖一等奖

该项目依托于新疆维吾尔自治区区域协同创新专项（上海合作组织科技伙伴计划及国际科技合作计划）项目中哈油气开发技术联合研究中心建设。通过对哈萨克斯坦北布扎奇油田严重非均质油藏提高采收率技术研发及应用，研制出具有耐盐、增粘性强的功能聚合物、聚合物凝胶体系及配套注入工艺，解决油田开发增产增效问题，并将该技术推广至哈萨克斯坦PK油田、卡拉姆卡斯油田和肯基亚克油田等，除哈萨克斯坦应用外，在中国国内也进行了规划化的应用，取得了良好的增油效果。项目主要创新点包括: （1）研制出新型高耐盐功能聚合物，大幅提升聚合物的性能和稳定性。表观粘度是其它耐盐聚合物的3~5倍以上。驱油功能聚合物适用矿化度60000mg/L提高到230000mg/L，适用温度从70℃提高到140℃，实现了规模化生产及应用。（2）建立了强凝胶和耐温树脂的组合调剖、KLP驱油的多段塞组合逐级调驱模式，实现多级优势通道封堵，吸水厚度和纵向动用程度明显升高，降水增油效果明显，吨聚合物增油达到234吨。（3）研发稠油油藏提高采收率配套工艺技术、配注一体全自动化设备及采出液处理设备，大幅提高了配注精准度和效率，处理后水质合格率达到99%以上。

三、项目简介

哈萨克斯坦是独联体国家中仅次于俄罗斯的第二大产油国，石油探明储量约50亿t，占世界总储量3.3%，哈萨克斯坦境内共有15个含油气盆地，工业开发的有5个。随着开发程度提高，哈半数以上的油田已经过了开采巅峰期，处于低采收率水平，油气增储上产及稳产难度加大。急剧下降的石油产量与需求的增大促使政府要求矿产使用者提高石油开采效率。总统责成政府实施技术政策，将石油采收率系数提高至少5%-7%。受经济及技术限制，哈萨克斯坦国急需其他国家在油田开发方面的支持，特别是提高采收率技术。

项目研究的哈萨克斯坦北布扎奇（North Buzatch）油田位于里海东北部海岸的布扎奇半岛西北端，地处哈萨克斯坦Mangistau省Tyubkaraghan地区。构造位置属于乌斯纠特盆地西部单斜。地面原油密度高（0.9294 g/cm3～0.954 g/cm3），胶质含量高（达到16.9%），凝固温度低（-5～-25℃）。地层原油性质具有高密度、高粘度（200 mPa·s以上）、低气油比、体积系数小（1.023-1.039）的特点。储层油层渗透率0.1 mD ~11110mD，正态概率法统计变异系数0.95，储层非均质性严重。示踪剂监测水推速度高达3000m/d，含水上升速度快，水淹水窜严重。油藏剖面动用程度低，仅为38%，属于强非均质性稠油油藏。北布扎奇油田目前采出程度10%左右，全油田61%油井含水率大于95%，常规注水开发的效果很差，给油藏开发带来困难。采用热力采油先期投入高，且严重的非均质性易导致热力开采发生窜流，造成开发效果变差，最终导致油藏的采出程度较低。油田采出程度低，含水上升快，是油田开发急需解决的问题。根据该油藏的特性，调整注入流体流度的驱替开采也是一种开采方法，该方法先期投入少、利用加入的化学剂的封堵性能可以改善油藏非均质的矛盾、通过提高注入流体粘度改善流度比，从而减少注入流体的指进窜流、提高波及体积。

数模结果表明：该油藏降低注入液与驱替液流度比等聚合物驱、聚合物凝胶驱技术提高油藏最终采收率潜力较大，与蒸汽驱相比，聚合物驱技术的成熟性较强，同时聚合物驱注入工艺和过程控制技术均显示出较大的优势；聚合物驱最大减水幅度39.7%，日产最大增油幅度37t，最终采收率达38.6%，与水驱相比，聚合物驱提高采收率极大值为13.1%。以上工作的驱替段塞设计并未达到最佳的组合，通过进一步的配方研究及注入段塞组合、注入时机等的进一步研究，预计会有更好的效果。因此在北布扎奇油田开展聚合物驱油、聚合物凝胶驱油试验，预计可以取得较好的提高采收率效果及经济效益，同时也为在国内类似油藏开采方式提供指导，后续预备在新疆油田类似油藏开展此项技术服务，该项目具有较大的市场需求和前景。加之“一带一路”的伟大倡议提供了合作平台，使得该技术研发成功并进行现场推广应用。

在项目展开阶段，主要完成以下内容：以哈萨克斯坦北布扎奇油田为目标油田开展提高采收率技术研究和应用工作。在油藏地质、配方研发与性能评价、现场配注参数优化等研究工作的基础上编制现场试验方案；通过设备的开发制造及应用指导、采出液分析化验技术研发、措施动态跟踪及效果评价、相关测试数据解释，最终形成系列提高采收率技术并在哈萨克斯坦油田及其他类似油藏条件推广应用。

经过不断努力，达成了以下成就：

（1） 技术方面：研制了研制出新型高耐盐功能聚合物，大幅提升聚合物的性能和稳定性。表观粘度是其它耐盐聚合物的3~5倍以上。驱油功能聚合物适用矿化度60000mg/L提高到230000mg/L，适用温度从70℃提高到140℃，实现了规模化生产及应用。

（2） 经济方面：增油原油带来的销售收入增加7.7383亿元，为我公司创造增加产值2.1亿元。实现利润4200万元。增加外汇收入2425万美元，上缴利税630万元。

（3） 科技成果方面：发明专利授权3件，受理1件，实用新型专利授权6件，受理1件，其中授权哈萨克斯坦专利1件；在核心期刊《应用化学》发表学术论文1篇、其他重要期刊发表学术论文10篇；培养了3人研究生及企业技术人员20人，新增就业60人；建成了新疆科力新技术发展股份有限公司功能聚合物的中试、生产基地。

四、推广应用情况

2015年1月～2020年12月，在北布扎奇油田应用18口井：累计增油21万吨，统计吨聚合物增油279吨，措施井见效率100%，措施井对应油井见效率为80%以上。项目期间为油田增加销售收入7915.9万美金（按当期平均油价计算），扣除油田投入及原油处理费用净现金流3275.7万美金；在新疆油田公司克浅10井区应用，该区在2015年因效益问题，全面停止注汽，我公司通过技术创新，采用冷采进行进一步开发，从2016年～2020年，为新疆油田公司增加产油35140吨。为我公司带来近3700万元的收入，为油田增加7500万元以上的收入（原油按照45美元/桶，汇率按6.8）；在新疆油田公司石西油田作业区调驱措施5口井增油2855吨，为我公司实现收入96万元，为油田实现收入691万元，投入产出比1:7.2（2017年原油按照50美元/桶，汇率按6.7）。在新疆油田公司准东采油厂吉7井区注功能聚合物5口井，措施增油1849吨，试验共投入96万元，销售价格按45美元/桶（汇率：6.57），项目投入产出比达到1:4.18；此外在哈萨克斯坦PK油田实施3口井先导实验，增油8732吨；在中国新疆油田公司黑油山公司、风城作业区及智慧石油公司等均进行技术推广。技术研究期间与西南石油大俄罗斯喀山大学和实验检测研究院签订合作推广协议，与哈萨克斯坦ALSTRON公司也签订了技术合作推广协议，2021在哈萨克斯坦MMG油田公司进行4口井技术推广。

五、主要知识产权证明目录

本项目实施过程中发表论文10篇，论文集1部；专利12项(发明专利授权3件，受理1件，实用新型专利授权7件，受理1件，其中授权哈萨克斯坦专利1件），主要如下：

论文10篇：

[1] 钟万有,赵波,韩世寰.高温高矿化度油藏深部调驱体系性能评价及应用[J].油田化学, 2020, 1(37):29-34.

[2] 魏静.驱油功能聚合物在吉7井区深层稠油油藏的研究及应用[J].当代化工, 2016, 7(45): 1608-1610.

[3] 魏静.吉7井区深层稠油油藏水驱原油粘度界限实验确定[J].石化技术, 2016, 8:113-114.

[4]钟万有,韩世寰,魏静. KL-1高强度凝胶配方研究及性能评价[J].中国石油和化工标准与质量, 2016,16(36):23,26.

2017,12:81-82.

[5] 钟万有.有机铬交联剂的研究现状[J].化工管理, 2016, 29：113-114.

[6] 张贞贞. 污水稀释聚合物体系粘度的影响因素研究[J].化工管理, 2020.01（546）：85-86.

[7] 张贞贞. 浅析亚铁离子对聚合物溶液黏度的影响因素分析[J].化工管理, 2020,12（1）：128.

[8] 姚晓、陈诚、赵波、韩世寰. 利用耗散颗粒动力学方法模拟优选合成聚表剂的可聚合季铵盐单体[J]. 高分子材料科学与工程, 2016.1.32（1）.

[9] Bauyrzhan Sarsenbekuly, Wanli Kang, Hongbin Yang, Bo Zhao. Evaluation of rheological properties of a novel thermo-viscosifyingfunctional polymer for enhanced oil recovery. Colloids and Surfaces A, 532（2017）405-410.

 [10] Bauyrzhan Sarsenbekuly, Wanli Kang, Bo Zhao. Study of salt tolerance and temperature resistance of ahydrophobically modified polyacrylamide based novel functionalpolymer for EOR. Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects , 514 (2017) 91-97.

论文集1部：

2016提高采收率技术国际学术交流会[C].新疆石油协会, 2016.10.

专利12项：

[1] 杨红霞,钟万有,张永生.现场施工一体化施工设备[P]．中国专利:201410328440X,2017.06.20.

[2] 韩世寰,钟万有,杨红霞,魏静,张文辉.敏感性储层膨胀防消技术[P]．中国专利:2014108256533, 2017.12.19.

[3]王良胜，赵波.改性酚醛树脂制备方法，已授权，发明专利：2014108256459

[4] 钟万有.自动化高温高压反应装置及气化和非气化合成的方法[P].中国专利：2017105164302,2017.06.29.

[5] 钟万有,魏静,韩世寰,李玉金,王超远,张文辉,何志刚.针入度法凝胶强度测试装置[P].中国专利:201520316341X, 2015.08.12.

[6]穆永亮, 赵波. 卧式污水处理双向流斜板沉降罐斜板沉降罐[P]. 中国专利：ZL 2016204949689, 2016.10.12。

[7]张晨,赵波.粉料用投料装置和聚合物溶液制备装置[P].中国专利:2017201733916, 2017.10.17.

[8]钟万有,韩世寰.室内高压气体制备装置[P]．中国专利：2015203587205, 2015.09.16.

[9] 钟万有,赵波.连贵宾.自动化高温高压反应装置[P]．中国专利:201720773933.3, 2018.02.13.

[10] 钟万有. 一种体膨颗粒抗压强度与变形系数测试仪[P].专利:2017105173814,2019.10.23.

[12] 李忠杰,赵波.撬装式多井调驱和调剖的一体化氮封注聚装置 , 已授权，中国专利:202020304765.5

[12] 赵波.高矿化度油田提高采收率配方[P].哈萨克斯坦专利:4821,2020.1.19.

六、主要完成人、完成单位及创新推广贡献

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 排名 | 行政职务 | 技术职称 | 工作单位 | 完成单位 | 对本项目技术创造性贡献 |
| 赵波 | 一 | 董事长 | 正高 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 负责项目的总体设计、组织实施和产业化推广应用，对项目的全部创新点做出重要贡献。贡献专利6项，论文4篇。 |
| 魏静 | 二 | 部门经理 | 副高 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 负责室内化学剂合成、评价实施方案编制及现场技术服务，对项目的全部创新点做出重要贡献。发布5个企业产品标准，贡献论文2篇。 |
| 张文辉 | 三 | 主任工程师 | 工程师 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 负责室内化学剂评价，实施方案编制及现场技术服务，对项目的全部创新点做出重要贡献。贡献利2项。 |
| 徐晓红 | 四 | 副总经理 | 工程师 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 负责项目中海外合同洽淡签订，产品海外报批和运输工作。对项目的创新点2、3做出重要贡献。 |
| 杨红霞 | 五 | 部门经理 | 副高 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 负责室内实验室研究，提供技术指导、技术把关，现场技术服务。对项目的创新点1、2做出重要贡献。贡献利2项。 |
| 热比古丽·伊明 | 六 | / | 工程师 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 负责项目与哈萨克斯坦合作项目的文件、材料及合同翻译，交流及对外合作沟通翻译。对项目的创新点2、3做出重要贡献。 |
| 钟万有 | 七 | 部门副经理 | 工程师 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 负责室内配方研发及评价，产品放样及生产，产品性能评定等工作。对项目的创新点1做出重要贡献。贡献专利7项，论文3篇。 |
| 哈那提别克·吾拉孜汗 | 八 | / | 助理工程师 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 主要负责现场技术服务、设备安装调试、药剂质量评价、实施动态跟踪及技术交流。对项目的创新点2、3做出重要贡献。 |
| 张贞贞 | 九 | / | 工程师 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 负责室内配方评价，产品检验及配方调整。对项目的创新点1做出重要贡献。 |
| 张永生 | 十 | 海外项目部总工 | 工程师 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 主要负责现场技术服务、设备安装调试及现场项目运行调度。对项目的创新点2、3做出重要贡献。 |
| 刘凯 | 十一 | 副厂长 | 工程师 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 主要负责现场技术服务、设备安装调试及工艺设计指导。对项目的创新点2、3做出重要贡献。 |
| 王良胜  | 十二 | 部门经理 | 工程师 |  | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 负责室内配方研发及评价，采出液处理技术研究及指导。对项目的创新点1、2做出重要贡献。 |

1. 主要完成单位及创新推广贡献

该项目主要完成单位新疆科力新技术发展股份有限公司，也是该项目唯一完成单位，主要负责项目从申请立项、室内提高采收率配方实验研究，化工材料的研发及工业化生产，注入设备的开发、制造及应用指导，配液水质处理及采出液处理技术研究，现场实施方案编制，试验动态跟踪及效果评价，技术推广。

新疆科力新技术发展股份有限公司对项目涉及的全部创新点、推广应用、知识产权做出重要贡献。

1. 完成人合作关系说明

该项目为新疆科力新技术发展股份有限公司独立完成，无合作单位。

1. 知情同意证明

