青岛市科学技术奖拟推荐项目公示材料

|  |  |
| --- | --- |
| **项目名称** | **苛刻油藏条件下超分子粘弹性流体调驱关键技术与工业化应用** |
| **推荐单位** | **中国石油大学（华东）** |
| **推荐意见** |
| 我单位认真审阅了该项目推荐书及其附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合青岛市科学技术奖的申报要求。该项目提出了基于两亲聚合物的超分子体系调驱方法，研发了系列耐温耐盐功能型两亲聚合物新材料，实现了高效低浓度两亲聚合物超分子体系调驱方法的理论和技术突破；发明了小分子粘弹性流体及其泡沫调驱方法，研发了系列具有优异物理化学性能的小分子粘弹性流体调驱体系，建立了针对稠油油藏的小分子粘弹性流体泡沫调驱降粘一体化新方法；提出并发展了超分子功能型粘弹性颗粒调驱方法，研发了粘弹性可控的预交联凝胶颗粒、二氧化硅增强型固核结构聚合物微球、示踪型荧光聚合物微球三大类超分子粘弹性颗粒，实现了高渗透/裂缝性油藏的高效调驱。该项目部分研究成果已在青岛市实现了技术转化，有效提高了苛刻油藏的采收率，推广应用前景广阔。该项目授权国家发明专利26项，软件著作权5套，另已申请发明专利7项；发表相关学术论文105篇，其中SCI、EI收录83篇。获霍英东青年教师奖1项、培养博新计划人才1名、获“能源·智慧·未来”全国大学生创新创业大赛一等奖1项、培养博士和硕士生60余名；培训专业技术人员500余人，提供就业岗位200余个，取得了良好的社会效益。为苛刻油藏条件经济高效开发提供了一套先进、高效、低成本的支撑技术，填补了国内外在本行业领域内技术空白，进一步推广可创造更大的经济和社会效益。对照青岛市科学技术奖授奖条件，推荐该项目申报2020年度青岛市科技进步一等奖。 |
| **项目简介** |
| 本项目属于油气田开发工程领域。目前，我国多数油田已经步入高含水期或特高含水期，表现出典型“高含水、高液量、高成本、低产量”的“三高一低”开发特征。化学调驱技术是油田进一步提高采收率的主要措施之一。但是，高温高盐油藏、中低渗透油藏、稠油油藏、裂缝性油藏等苛刻油藏条件要推广化学调驱技术需要解决调驱体系的耐温耐盐、快速溶解、注入性能、有效降低稠油粘度等难题，严重制约了化学调驱技术的应用。如何高效利用化学调驱提高采收率技术，在苛刻油藏条件下实现油层的最大化动用，必须创新发展化学调驱新方法。在山东省泰山学者建设工程、国家自然科学基金、山东省自然科学基金等课题支持下，基于油田化学、超分子化学、胶体化学、合成化学、油藏工程等多学科交叉融合，产学研结合，经过12年技术攻关，形成了“苛刻油藏条件下超分子粘弹性流体调驱关键技术与工业化应用”技术，取得了系列创新性成果：1、提出了基于两亲聚合物的超分子体系调驱方法，研发了系列耐温耐盐功能型两亲聚合物新材料，形成了高盐油藏条件下两亲聚合物超分子体系调驱技术；建立了基于非共价键作用的两亲聚合物超分子体系协同增效方法，实现了高效低浓度两亲聚合物超分子体系调驱方法的理论和技术突破。2、发明了小分子粘弹性流体及其泡沫调驱方法，利用小分子易于溶解、分子组合体能够快速解离和重组的特点，研发了系列具有优异物理化学性能的小分子粘弹性流体调驱体系；利用小分子粘弹性流体的起泡性能获得超稳定泡沫体系，提高了泡沫的封堵作用，明确了体系对稠油的降粘作用，建立了针对稠油油藏的小分子粘弹性流体泡沫调驱降粘一体化新方法。3、提出并发展了超分子功能型粘弹性颗粒调驱方法，研发了粘弹性可控的预交联凝胶颗粒、二氧化硅增强型固核结构聚合物微球、示踪型荧光聚合物微球三大类超分子粘弹性颗粒，提出了基于本体凝胶的颗粒粘弹性的测量方法和基于荧光特性的聚合物微球浓度检测方法；揭示了粘弹性颗粒在油藏多孔介质中的运移规律和粘弹性驱油机理，建立了功能型粘弹性颗粒性能、结构与储层孔喉、裂缝匹配性关系，实现了高渗透/裂缝性油藏的高效调驱。本技术研究成果已在青岛实现了技术转化，已在胜利、渤海、新疆等国内多个油田获得有效的工业化推广应用，有效提高了苛刻油藏的采收率。本项目授权国家发明专利26项，软件著作权5套，另已申请发明专利7项；发表相关学术论文105篇，其中SCI、EI收录83篇。获霍英东青年教师奖1项、培养博新计划人才1名、获“能源·智慧·未来”全国大学生创新创业大赛一等奖1项、培养博士和硕士生60余名；培训专业技术人员500余人，提供就业岗位200余个，取得了良好的社会效益。本项目坚持创新驱动，建立了超分子粘弹性流体调驱技术体系，为苛刻油藏条件经济高效开发提供了一套先进、高效、低成本的支撑技术，填补了国内外在本行业领域内技术空白，进一步推广可创造更大的经济和社会效益。 |
| **客观评价** |
| **一、教育部科技查新工作站SH02文献搜索查新结论**经检索并对相关文献分析对比结果表明，除本委托课题项目组成员发表的专利、科技文献、学位论文及软件著作权登记外，国内外未见其他与该查新目的技术特点相符的中外文文献报道。**二、部分同行科技工作者在学术期刊针对本项目主体核心内容的评价性意见**（1）近十年来，研究团队一直致力于基于两亲聚合物、小分子粘弹性流体、功能型粘弹性颗粒的超分子粘弹性流体发展苛刻油藏条件下的调驱方法，取得了一系列重要进展，应邀在胶体化学和石油工程领域著名期刊Advances in colloid and interface science（影响因子9.9，胶体界面化学方向权威综述性期刊）发表综述性文章2篇（Advances in Colloid and Interface Science, 2020, 282, 102214; 2020, 277, 102119;）、Journal of Petroleum Science and Engineering（影响因子3.7，石油工程领域SCI一区权威期刊）发表综述性文章1篇（见附件23）、日用化学工业（中文核心期刊）发表连载性综述文章8篇，附件33“其他代表性论文”目录（两亲聚合物方向）3、5、6。（2）本项目的部分研究成果在国际知名杂志《Journal of Industrial and Engineering Chemistry》上发表“Shear resistance performance of low elastic polymer microspheres used for conformance control treatment”（Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 2019, 79, 295-306）被评为期刊热点文章，见附件38。（3）加拿大Alberta大学的工程院院士Hongbo Zeng教授（Minerals Engineering 2020, 150, 106280）、伊朗TarbiatModares University的ArezouJafari教授（Journal of Petroleum Science and Engineering 2021,196, 107688）、挪威University of Bergen的Kristine Spildo教授（Energy Fuels 2018, 32, 10421–10427）、英国Robert Gordon University的[Richard O. Afolabi](https://www.researchgate.net/profile/Richard_Afolabi2)教授（Journal of Petroleum Science and Engineering 2019,180, 681-698）、哥伦比亚Universidad Nacional de Colombia的FaridB.Cortés教授等在论文和综述均引用本项目研究成果“Study of Salt Tolerance and Temperature Resistance of A Hydrophobically Modified Polyacrylamide Based Novel Functional Polymer for EOR”（Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2017, 514, 91-97）指出团队通过将功能单体引入到聚合物分子结构中，增强了两亲聚合物溶液耐温耐盐性能。（4）东北石油大学张磊老师在“Development and Performance Evaluation of a High-Temperature Profile Control System”（ACS Omega 2020, 5, 17828–17838）一文中引用研究团队5篇论文时评价研究团队在荧光聚合物微球、耐盐聚合物、无机/有机固核粘弹性颗粒研究方面取得了重要进展。（5）东北石油大学丁伟教授在“温度响应型蠕虫胶束体系抗盐性能研究”（油田化学 2017, 34, 132–136）一文中引用本项目研究成果“新型耐盐蠕虫胶束体系的性能和驱油效果研究”（中国石油大学学报，2014, 38, 159-164）指出范海明等用两性十四/六烷基磺基甜菜碱和十二烷基硫酸钠制备的蠕虫胶束不仅具有较高的黏度，而且与助剂协同使用后可使油水界面张力达到超低界面张力，室内模拟驱油实验可以提高采收率20%以上。 |
| **应用情况** |
| 研究成果在青岛长兴高新科技发展有限公司、安徽天润化学工业股份有限公司和山东石大油田技术服务股份有限公司进行了工业化放大生产，近三年新增利润9000多万元，并在胜利油田、渤海油田、新疆油田等国内10多个油田获得产业化应用，近三年累计增产原油70多万吨。具体应用如下：**（1）青岛长兴高新科技发展有限公司应用情况**根据本项目研发的两亲聚合物和表面活性剂室内合成配方，结合公司的生产工艺优势，先后在中试配方基础上，开展工业化放大生产，为胜利油田和新疆油田生产矿场调驱用功能聚合物和表面活性剂。目前基于该项目研究成果正在开展工业化生产，该技术为公司带来了良好的经济效益。**（2）安徽天润化学工业股份有限公司应用情况**利用本项目成果的中的专利“一种盐增黏水溶性两亲聚合物驱油剂”、专利“一种易溶型盐增黏两亲聚合物驱油剂及其制备方法”和专利“一种SiO2增强型聚合物微球制备方法”提供的配方，研发了2类功能聚合物和1类聚合物微球。功能聚合物在复杂油藏条件下增黏效果好，聚合物微球注入后调驱效果显著，得到油田用户好评，极大地提高了公司在油田化学剂领域的市场竞争力。**（3）新疆科力新技术发展股份有限公司应用情况**根据本项目研发的功能聚合物和荧光聚合物微球室内合成配方，结合公司的生产工艺优势，先后在中试配方基础上生产功能聚合物和荧光聚合物微球，因功能聚合物和荧光聚合物微球应用也带来了其他提高采收率产品销售，主要用于新疆油田、哈萨克斯坦北布扎奇油田、PK油田等矿场调驱施工。目前基于该项目研究成果正在开展工业化生产，该技术为公司带来了良好的经济效益。**（4）中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司应用情况**根据本项目研发的功能聚合物、粘弹性表面活性剂、功能型粘弹性颗粒和调驱工艺，胜利油田分公司开展了10多个井组的应用，有效改善了高温高盐油藏、中低渗透油藏、稠油油藏的开发效果，增产原油70多万吨，取得了良好的经济效益。 |

**主要知识产权和标准规范等目录（不超过10件）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |
| 发明专利 | 一种盐增黏水溶性两亲聚合物驱油剂 | 中国 | ZL201710086348.0 | 2018-06-01 | 2944127 | 中国石油大学（华东） | 杨红斌，朱洲，康万利，王鹏祥，张向峰 | 有效 |
| 发明专利 | 微球调驱剂、驱油体系以及驱油方法 | 中国 | ZL200810128148.8 | 2014-07-02 | 1431414 | 中国石油大学（华东） | 康万利，李兆敏，韩修廷，冯其红，孟令伟，雷光伦，李宾飞，赵金省，王志伟. | 有效 |
| 发明专利 | 一种蠕虫状胶束泡沫体系以及用其提高采收率的方法 | 中国 | ZL201410003075.5 | 2016-09-07 | 2229672 | 中国石油大学（华东） | 范海明，李丙成，张宏涛，康万利，王增林，赵健 | 有效 |
| 发明专利 | 一种末端功能改性的低分子量聚合物及其制备方法 | 中国 | ZL201910672197.6 | 2020-05-01 | 3778794 | 青岛长兴高新科技发展有限公司；中国石油大学（华东） | 张德文，康万利，杨红斌，王鹏祥，李欣欣，赵晗，张向峰 | 有效 |
| 发明专利 | 一种甜菜碱型两亲聚合物超分子驱油体系及其构筑方法 | 中国 | ZL201810031356.X | 2018-11-30 | 3165061 | 中国石油大学（华东） | 杨红斌，康万利，张向峰，朱洲，陈超，王鹏祥，邵硕，侯小雨. | 有效 |
| 发明专利 | 一种阳离子两亲聚合物超分子驱油体系及其构筑方法 | 中国 | ZL201810031610.6 | 2019-02-22 | 3266006 | 中国石油大学（华东） | 杨红斌，康万利，张向峰，朱洲，陈超，王鹏祥，邵硕，侯小雨. | 有效 |
| 发明专利 | 弹性颗粒调驱剂、驱油体系以及驱油方法 | 中国 | ZL200810128147.3 | 2014-08-27 | 1472353 | 中国石油大学（华东） | 康万利，李兆敏，韩修廷，冯其红，孟令伟，李宾飞，赵金省，王志伟，周阳. | 有效 |
| 发明专利 | 一种SiO2增强型聚合物微球制备方法 | 中国 | ZL201710879614.5 | 2018-09-14 | 3072043 | 中国石油大学（华东） | 杨红斌，康万利，唐雪辰，朱洲，王鹏祥，张向峰，高永博. | 有效 |
| 其他 | Viscoelastic surfactant solution with high salt-tolerance, fast-dissolving and ultra-low interfacial tension for chemical flooding in offshore oilfield | 德国 | Journal of Surfactants and Detergents | 2018-08-01 | 10.1002/jsde.12042 | 中国石油大学（华东） | 范海明，郑通，陈浩琳，黄俊，魏志毅，康万利，戴彩丽，曾宏波 | 有效 |
| 其他 | 新型耐盐蠕虫状胶束体系的性能和驱油效果研究 | 中国 | 中国石油大学学报（自然科学版） | 2014-04-20 | 10.3969/j.issn.1673-5005.2014.02.025 | 中国石油大学（华东） | 范海明, 张宏涛, 郁登朗, 李爱山, 王昭, 赵健, 康万利 | 有效 |

**承诺：**上述知识产权和标准规范等用于推荐青岛市科学技术进步奖的情况，已征得未列入项目主要完成人的权利人（发明专利指发明人）的同意。

 **第一完成人签名：**

|  |
| --- |
| **主要完成人情况** |
| 第1完成人 | 姓名 | 范海明 | 行政职务/技术职称 | 副教授 |
| 完成单位 | 中国石油大学（华东） | 工作单位 | 中国石油大学（华东） |
| 对本项目主要学术贡献：1、对创新点1、2有突出贡献，其中对创新点1的贡献：提出了基于两亲聚合物的超分子体系调驱方法，阐明了超分子聚集体的作用机理，支撑材料：发表论文7篇，见附件20、33。对创新点2的贡献：提出了小分子粘弹性流体及其泡沫调驱方法，建立了针对稠油油藏的小分子粘弹性流体泡沫调驱降粘一体化新方法。支撑材料：授权发明专利2项，发表论文12篇，见附件3、16、24、27、34。2、投入该项技术研究工作量占本人工作量的90%。 |
| 第2完成人 | 姓名 | 杨红斌 | 行政职务/技术职称 | 讲师 |
| 完成单位 | 中国石油大学（华东） | 工作单位 | 中国石油大学（华东） |
| 对本项目主要学术贡献：1、对创新点1、3做出了突出贡献，其中对创新点1的贡献：研发了一种盐增黏水溶性两亲聚合物和一种双季铵盐长链结构的两亲聚合物，形成了两亲聚合物超分子体系调驱体系，支撑材料为：授权发明专利4项，见附件1、9、11、15；对创新点3的贡献是：研发了二氧化硅增强型固核结构的超分子粘弹性颗粒，揭示了粘弹性颗粒在油藏多孔介质中的运移规律和粘弹性驱油机理，建立了功能型粘弹性颗粒性能、结构与储层孔喉、裂缝匹配性关系，支撑材料为：授权发明专利2项，发表论文5篇，见附件14、17、31、35。2、投入该项技术研究工作量占本人工作量的80%。 |
| 第3完成人 | 姓名 | 李哲 | 行政职务/技术职称 | 师资博士后 |
| 完成单位 | 中国石油大学（北京） | 工作单位 | 中国石油大学（华东） |
| 对本项目主要学术贡献：1、对创新点2做出了突出贡献，贡献是：研发了一系列表面活性剂类驱油剂，探究了其驱油机理，支撑材料：授权发明专利1项，发表论文1篇，见附件16、34。2、投入该项技术研究工作量占本人工作量的70%。 |
| 第4完成人 | 姓名 | 康万利 | 行政职务/技术职称 | 教授/泰山学者 |
| 完成单位 | 中国石油大学（华东） | 工作单位 | 中国石油大学（华东） |
| 对本项目主要学术贡献：1、对创新点1、3有突出贡献，其中对创新点1的贡献：提出了基于两亲聚合物的超分子体系调驱方法，建立了基于非共价键作用的两亲聚合物超分子体系协同增效方法，支撑材料：授权发明专利2项，见附件15；发表论文19篇，见附件33。对创新点3的贡献：发明了新型超分子微球/弹性颗粒调驱体系，提出了基于本体凝胶的颗粒粘弹性测量方法，支撑材料：授权发明专利4项，见附件2、13、17。发表论文5篇，见附件35。2、投入该项技术研究工作量占本人工作量的60%。 |
| 第5完成人 | 姓名 | 王增林 | 行政职务/技术职称 | 中石化首席专家/教授级高工 |
| 完成单位 | 中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司 | 工作单位 | 中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司 |
| 对本项目主要学术贡献：1、对创新点1、2做出了突出贡献，其中对创新点1的贡献是：开展了耐温耐盐功能型两亲聚合物的工业化应用，支撑材料为：油田合作课题1项，见附件38；对创新点2的贡献是：提出了小分子粘弹性流体及其泡沫调驱方法，实现了对低渗和稠油油藏的工业化应用。支撑材料为：授权发明专利2项，见附件3、17。2、投入该项技术研究工作量占本人工作量的30%。 |
| 第6完成人 | 姓名 | 于田田 | 行政职务/技术职称 | 高级工程师 |
| 完成单位 | 中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司 | 工作单位 | 中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司 |
| 对本项目主要学术贡献：1、对创新点1、2做出了突出贡献，其中对创新点1的贡献是：探究了两亲聚合物在多孔介质中的渗流规律，实现了耐温耐盐功能型两亲聚合物的工业化应用，支撑材料为：油田合作课题1项，见附件38；对创新点2的贡献是：建立了稠油调驱降粘一体化方法，实现了对稠油油藏的工业化应用。支撑材料为：油田合作课题1项，见附件38。2、投入该项技术研究工作量占本人工作量的30%。 |
| 第7完成人 | 姓名 | 刘同敬 | 行政职务/技术职称 | 副研究员 |
| 完成单位 | 中国石油大学（北京） | 工作单位 | 中国石油大学（北京） |
| 对本项目主要学术贡献：1、对创新点1、3做出了突出贡献，其中对创新点1的贡献是：开发了聚合物调驱数值模拟和决策分析系统，支撑材料为：授权发明专利2项，见附件15；对创新点3的贡献是：开发了多孔介质中微球状态动态分级表征方法及装置。支撑材料为：授权发明专利3项，见附件17。2、投入该项技术研究工作量占本人工作量的20%。 |
| 第8完成人 | 姓名 | 张德文 | 行政职务/技术职称 | 总经理 |
| 完成单位 | 青岛长兴高新科技发展有限公司 | 工作单位 | 青岛长兴高新科技发展有限公司 |
| 对本项目主要学术贡献：1、对创新点1做出了突出贡献是：研发了一种末端功能改性的低分子量聚合物，并实现了项目组研发的聚合物和表面活性剂的吨级工业化生产，支撑材料为：已授权发明专利“一种链转移剂、其制备方法及应用”和专利“一种末端功能改性的低分子量聚合物及其制备方法”，见附件8、15。2、投入该项技术研究工作量占本人工作量的30%。 |
| 第9完成人 | 姓名 | 赵波 | 行政职务/技术职称 | 高级工程师 |
| 完成单位 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 | 工作单位 | 新疆科力新技术发展股份有限公司 |
| 对本项目主要学术贡献：1、对创新点1、3做出了突出贡献，其中对创新点1的贡献是：探究了两亲聚合物分子结构与耐温耐盐特性的构效关系，实现了耐温耐盐功能型两亲聚合物的吨级工业化放大生产，支撑材料为：发表文章2篇，见附件33-17，33-23；对创新点3的贡献是：研发了示踪型荧光聚合物微球并进行了工业化放大生产。支撑材料为：油田合作课题1项，见附件37。2、投入该项技术研究工作量占本人工作量的30%。 |
| 第10完成人 | 姓名 | SarsenbekulyBauyrzhan | 行政职务/技术职称 | 特聘研究员 |
| 完成单位 | 中国石油大学（华东） | 工作单位 | 中国石油大学（华东） |
| 对本项目主要学术贡献：1、对创新点1做出了突出贡献：探究了两亲聚合物分子结构与耐温耐盐特性的构效关系，并揭示了聚合物乳化性能对驱油效果的影响机制，支撑材料为：发表文章3篇，见附件33；2、投入该项技术研究工作量占本人工作量的30%。 |
| 第11完成人 | 姓名 | 吴海荣 | 行政职务/技术职称 | 副研究员 |
| 完成单位 | 中国石油大学（北京） | 工作单位 | 中国石油大学（北京） |
| 对本项目主要学术贡献：1、对创新点2做出了突出贡献：提出了一种自乳化驱油体系，并揭示了其驱油机理，支撑材料为：授权专利1项，见附件33；对创新点3做出了突出贡献：提出了一种磺化二氧化硅纳米颗粒及其制备方法，用于本项目中调驱体系构筑，支撑材料为：授权专利1项，见附件33；2、投入该项技术研究工作量占本人工作量的30%。 |
| 第12完成人 | 姓名 | 王鹏祥 | 行政职务/技术职称 | 博士研究生 |
| 完成单位 | 中国石油大学（华东） | 工作单位 | 中国石油大学（华东） |
| 对本项目主要学术贡献：1、对创新点2做出了突出贡献：构筑了一系列基于非共价键作用的小分子粘弹性流体，并揭示了其构筑机理，支撑材料为：发表文章3篇，见附件33；2、投入该项技术研究工作量占本人工作量的30%。 |
| 第13完成人 | 姓名 | 张向峰 | 行政职务/技术职称 | 博士研究生 |
| 完成单位 | 中国石油大学（华东） | 工作单位 | 中国石油大学（华东） |
| 对本项目主要学术贡献：1、对创新点1做出了突出贡献：构筑了基于多元酸的超分子两亲聚合物调驱体系，并揭示了其构筑机理，支撑材料为：授权国家发明专利2项，见附件14、15；发表文章2篇，见附件33；2、投入该项技术研究工作量占本人工作量的30%。 |
| 第14完成人 | 姓名 | 朱彤宇 | 行政职务/技术职称 | 博士研究生 |
| 完成单位 | 中国石油大学（华东） | 工作单位 | 中国石油大学（华东） |
| 对本项目主要学术贡献：1、对创新点2做出了突出贡献：揭示了小分子粘弹性流体的结构调控机制，支撑材料为：发表文章1篇，见附件33；2、投入该项技术研究工作量占本人工作量的30%。 |
| 第15完成人 | 姓名 | 周博博 | 行政职务/技术职称 | 博士研究生 |
| 完成单位 | 中国石油大学（华东） | 工作单位 | 中国石油大学（华东） |
| 对本项目主要学术贡献：1、对创新点3做出了突出贡献：探究了纳米二氧化硅对聚合物微球的增强机制，支撑材料为：发表文章2篇，见附件33；2、投入该项技术研究工作量占本人工作量的30%。 |
| **主要完成单位及创新推广贡献** |
| 第一完成单位 | 单位名称 | 中国石油大学（华东） |
| 对本项目的贡献：中国石油大学（华东）为本项目主要组织和实施单位，负责了本项目的理论研究、药剂研发以及实验测试。本单位承担及实验工作量占项目总工作量的90%，主要贡献包括：（1）调研国内外超分子粘弹性流体调驱技术的资料和研究现状；（2）确定项目的研究思路、技术路线、研究内容，并组织项目运行和具体实施；（3）适用于不同类型油藏的超分子粘弹性流体构筑理论研究；（4）基于两亲聚合物的超分子体系调驱方法、小分子粘弹性流体泡沫调驱降粘一体化新方法、超分子功能型粘弹性颗粒调驱理论与方法等3项技术的研发，现场施工方案的编制，指导现场实施；（5）材料整理，报告编写及审核。 |
| 第二完成单位 | 单位名称 | 青岛长兴高新科技发展有限公司 |
| 对本项目的贡献：青岛长兴高新科技发展有限公司参与本项目研究中超分子体系中两亲聚合物、粘弹性表面活性剂的中试及工业化生产，推动了项目研究成果在油田的推广及产业化应用，为本项目做出以下贡献：（1）作为项目参加单位，组织项目中功能聚合物、表面活性剂的中试及工业化生产；（2）承担了部分表面活性剂性能测试及应用性能评价。 |
| 第三完成单位 | 单位名称 | 中国石油大学（北京） |
| 对本项目的贡献：中国石油大学（北京）参与本项目研究中超分子体系中两亲聚合物、粘弹性表面活性剂、功能型粘弹性颗粒的研发工作，开发了调驱数值模拟和决策分析系统，现场施工方案的编制，指导现场实施，为本项目做出以下贡献：（1）适用于不同类型油藏的超分子粘弹性流体体系开发；（2）开发了调驱数值模拟和决策分析系统，现场施工方案的编制，指导现场实施；（3）材料整理，报告编写及审核。 |

**完成人合作关系说明**

2007年-2020年，中国石油大学（华东）的范海明、康万利，与胜利油田分公司的王增林，针对常规泡沫体系稳定性差的问题，共同研发了一种蠕虫状胶束泡沫体系，形成专利1项，证明材料见附件3。

2016年-2020年，青岛长兴高新科技发展有限公司的张德文，与中国石油大学（华东）康万利、杨红斌，针对常规聚合物溶解速度与地下增粘的矛盾问题，共同提出了一种末端功能改性的低分子量聚合物，形成专利1项，证明材料见附件8。

2016年-2020年，中国石油大学（华东）的杨红斌、康万利、王鹏祥、张向峰，针对聚合物微球注入后易剪切破碎的问题，共同研发了一种具有良好抗剪切性能的SiO2增强型聚合物微球，形成专利1项，证明材料见附件14。

2013年-2016年，中国石油大学（华东）的康万利、杨红斌与中国石油大学（北京）的李哲，针对聚合物微球等粘弹颗粒的粘弹性测量不准确的问题，共同研发了一种基于本体胶的微球粘弹性测量方法，形成专利1项，证明材料见附件17。

2013年-2017年，中国石油大学（华东）的康万利、范海明、杨红斌、SarsenbekulyBauyrzhan，与新疆科力新技术发展股份有限公司的赵波，针对功能聚合物的微观结构与高温高压油藏条件的适应性，明确了聚合物的耐温耐盐机理，发表文章1篇，证明材料见附件33。

2013年-2016年，中国石油大学（华东）的杨红斌、康万利与中国石油大学（北京）的刘同敬、李哲，针对聚合物微球与表面活性剂的相互作用问题，探究了不同类型表面活性剂对聚合物微球物化性能的影响机制，发表文章1篇，证明材料见附件35。

2013年-2016年，中国石油大学（华东）的康万利、范海明，针对两亲聚合物溶液乳化机理不明确的问题，探究了两亲聚合物溶液聚集体调控用于增强乳化的方法及机理，共同申请国家自然科学基金面上项目1项，证明材料见附件39。

2015年-2016年，中国石油大学（华东）的康万利，与新疆科力新技术发展股份有限公司的赵波，依托《示踪型荧光聚丙烯酰胺纳米微球的研制及性能研究》项目，针对油田产出液中聚合物微球浓度检测不准确的问题，提出了示踪型的荧光聚丙烯酰胺纳米微球，明确了其在油田中的应用前景，证明材料见附件37。

2016年-2020年，中国石油大学（华东）的范海明，与胜利油田分公司的于田田，利用生物发酵提纯技术制备新型生物聚合物，探究了在高盐矿化度水中的增粘能力，并通过与表面活性剂复配构建具有增粘能力和降低油水界面张力的二元复合驱油体系，发表文章1篇，证明材料见附件33。

2016年-2020年，中国石油大学（华东）的康万利，与中国石油大学（北京）的吴海荣，针对两亲聚合物乳化原油机制问题，探究了其乳化原油动力学，发表文章1篇，证明材料见附件33。

2018年-2020年，中国石油大学（华东）的杨红斌、康万利、王鹏祥、张向峰、朱彤宇，针对pH值对小分子粘弹性流体构型的调控问题，提出了一种基于磷酸盐离子释放效应的ph响应型阴离子蠕虫状胶束，发表文章1篇，证明材料见附件34。

2016年-2020年，中国石油大学（华东）的杨红斌、康万利、Sarsenbekuly Bauyrzhan、周博博，针对SiO2增强型聚合物微球的抗剪切特性，探究了SiO2改性程度对聚合物微球综合性能的影响机制，发表文章1篇，证明材料见附件35。

**承诺：**本人作为项目第一完成人，对本项目完成人合作关系及上述内容的真实性负责，特此声明。

**第一完成人签名：**

**完成人合作关系情况汇总表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 合作方式 | 合作者 | 合作时间 | 合作成果 | 证明材料 | 备注 |
| 1 | 共同知识产权 | 范海明1、康万利4、王增林5 | 2007-2020 | 一种蠕虫状胶束泡沫体系以及用其提高采收率的方法 |  | 发明专利 |
| 2 | 共同知识产权 | 张德文8，康万利4，杨红斌2 | 2016-2020 | 一种末端功能改性的低分子量聚合物及其制备方法 |  | 发明专利 |
| 3 | 共同知识产权 | 杨红斌2、康万利4、王鹏祥12、张向峰13 | 2016-2020 | 一种SiO2增强型聚合物微球制备方法 |  | 发明专利 |
| 4 | 共同知识产权 | 康万利4、杨红斌2、李哲3 | 2013-2016 | 基于本体胶的微球粘弹性测量方法 |  | 发明专利 |
| 5 | 论文合著 | 康万利4、范海明1、杨红斌2、赵波9、Sarsenbekuly Bauyrzhan10 | 2013-2017 | Study of salt tolerance and temperature resistance of a hydrophobically modified polyacrylamide based novel functional polymer for EOR |  | SCI论文 |
| 6 | 论文合著 | 杨红斌2、康万利4、李哲3、刘同敬7 | 2013-2016 | Effects of surfactants on rheological properties of a dispersed viscoelastic microsphere |  | SCI论文 |
| 7 | 共同立项 | 康万利4、范海明1 | 2013-2016 | 两亲聚合物溶液聚集体调控用于增强乳化的方法及机理研究 |  | 国家自然科学基金 |
| 8 | 产业合作 | 康万利4、赵波9 | 2015-2016 | 示踪型荧光聚丙烯酰胺纳米微球的研制及性能研究 |  | 油田企业横向课题 |
| 9 | 论文合著 |  范海明1、于田田6 | 2016-2020 | 高盐油藏新型生物聚合物的增粘能力和驱油效果研究 |  | EI论文 |
| 10 | 论文合著 | 康万利4、吴海荣11 | 2016-2020 | Effect of 1-octanol on the stabilization of crude oil emulsions with hydrophobically modified polyacrylamide |  | SCI论文 |
| 11 | 论文合著 | 杨红斌2、康万利4、王鹏翔12、张向峰13、朱彤宇14 | 2018-2020 | A pH-responsive anionic wormlike micelle based on ion release effect of phosphate |  | SCI论文 |
| 12 | 论文合著 | 杨红斌2、康万利4、SarsenbekulyBauyrzhan10、周博博15 | 2016-2020 | Regulation of polymerizable modification degree of nano-SiO2 and the effects on performance of composite microsphere for conformance control |  | SCI论文 |

**承诺：**本人作为项目第一完成人，对本项目完成人合作关系及上述内容的真实性负责，特此声明。

**第一完成人签名：**