**《****超深井抗高温高密度无固相完井修井液关键技术》**

**公示材料**

1. **项目名称**

超深井抗高温高密度无固相完井修井液关键技术

1. **推荐单位意见**

1、提名单位：四川省化工行业协会

2、提名意见：

项目针对高温高压条件下深井、超深井、小井眼完井存在的高密度完井液抗温能力差、性能不稳定、传统加重剂易沉降等技术难题，开展了抗高温高密度无固相完井修井液系列研究和关键技术攻关，形成了新型抗高温、高密度无固相完井液、增黏型修井液，凝胶隔离和凝胶暂堵技术以及纳米乳液封堵储层保护技术。

主要创新点：一是自主研发了可溶性有机盐、无机盐复合螯合助溶技术，制备了新型高密度无固相加重剂；二是创新构建了密度可达1.82 g/cm3、抗温220 ℃的新型抗高温高密度无固相完井液、修井液体系及其配套技术；三是自主研发了抗温达300 ℃、抗压达105 MPa的高温高压实验装置及沉降稳定性评价装置，形成了流体高温高压评价方法。

该项目成果形成产品年生产能力5000吨，其产品已在川渝、新疆等油气田广泛推广应用，并推广至海外土库曼斯坦。解决和降低了超深井、小井眼完井过程中因加重剂沉降管柱遇阻、遇卡、封隔器提前座封、工作液严重漏失、储层严重污染等井下复杂事故风险，助推了我国油气勘探开发向深地进军。

该成果已取得授权发明专利6件、实用新型专利2件，制定企业标准6项，发表论文6篇；新增销售收入10亿元以上，经济社会效益显著，具有广泛的推广应用价值。

我单位已认真审阅了提名书及附件，确认材料真实有效，同意提名申报四川省科技进步奖。

1. **项目简介**

高效开发深层、超深层油气资源是实现我国能源接替战略的重大需求。习总书记强调“向地球深部进军是我们必须解决的战略科技问题”。川渝是我国重要的天然气生产基地，也是我国陆上深井超深井分布集中区域。

超深井面临“三高”特征，即超高温（＞200℃）、超高压（＞140 MPa）、高盐的恶劣环境。完井是油气井工程的最后一道也是最重要的一道工序；修井是保障油气井增产稳产的重要措施。超深井完井修井作业面临诸多挑战：（1）超高温超高压、小井眼完井，对工作液性能及稳定性要求高；（2）完井修井液要求具备无固相、高密度、低腐蚀、低毒等特性；（3）无固相工作液易漏，配套的防漏堵漏技术亟需完善；（4）完井和修井期间，储层保护更加重要。

针对上述挑战开展了超深井抗高温高密度无固相完井修井液系列研究和关键技术攻关，历经9年研究与实践，形成了如下成果：

**1、创新研发了2种关键处理剂，创建了超深井抗高温高密度无固相完井修井液体系**

基于可溶性有机盐、无机盐的溶解规律，采用复合、螯合、助溶等技术，创新研发了新型高密度加重剂，具有低腐蚀、无毒等特点；基于多价金属氧化物的水化聚合反应机理，创新研发了无机聚合物增粘提切剂，解决了无固相修井液无携带、无悬浮能力的问题。

创建的新型抗高温高密度无固相完井液、增粘型修井液体系最高密度可达1.82 g/cm3，抗温高达220℃，满足HP-13Cr、TP140等超深井用管材高温腐蚀标准。与国内外同类体系相比，替代了昂贵的进口铯盐、克服了溴盐等对环境的影响。

**2、自主研发形成了3种超深井抗高温高密度无固相完修井液配套技术**

基于原子转移自由基聚合原理，创新研发了烷基苯改性瓜胶，利用其疏水疏油功能，构建了凝胶隔离技术；基于自由基聚合原理，配合交联技术，创新研发了超高粘弹性的凝胶，利用其“密度可加重至1.75g/cm3，抗温200℃，稳定15天仍保持凝胶状态”特性，首创了凝胶暂堵技术，解决了无固相工作液漏失技术难题。基于超声乳化分散原理，采用液体石蜡制备了纳米乳液封堵储层保护剂，乳液在190℃下不聚集，完善了无固相完修井液储层保护技术。

技术成果解决了超深井、小井眼完井过程中因加重剂沉降管柱遇阻、遇卡、封隔器提前座封、工作液严重漏失、储层严重污染等复杂事故风险。

**3、自主研发高温高压实验装置及沉降阻力测定仪**

创新形成了一套完修井液井下真实工况模拟评价方法，实验温度可达300℃，测试压力可达105 MPa；可对工作液稳定性进行定量连续的阻力探测、数据处理和输出，实现评价方法从定性到定量的跨越。

成果在川渝、新疆等油气田推广应用100余井次，完修井一次成功率100%，为保护油气资源、油田增储上产做出了重要贡献。在四川PS6井创井深9026 米的亚洲最深直井完井纪录。尤其是首创的高温高密度凝胶暂堵技术已作为超深复杂井完井的防漏堵漏重要技术，成为保护油气资源、节能减排、减少环境污染的重要手段。

获发明专利6件、实用新型专利2件，形成企业标准6项，发表论文6篇。

形成产品年产能5000余吨，新增销售收入10亿元以上，实现利润1.5亿元，上缴税费1.6亿元。

1. **主要知识产权目录（不超过十项）**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **类别** | **知识产权具体名称** | **国家** | **授权号** | **授权日期** | **权利人** | **发明人** |
| 发明  专利 | 一种油气井用无固相完井液修井液用提切剂及其制备方法 | 中国 | ZL202011490218.1 | 2022.2.1 | 成都西油华巍科技有限公司 | **宋芳**，徐兴华，**肖刚，麻洪霞** |
| 发明  专利 | 一种油气田用凝胶隔离液及其制备方法 | 中国 | ZL202011489586.4 | 2023.2.7 | 成都西油华巍科技有限公司 | **肖刚，宋芳**，徐兴华，**李荣** |
| 发明  专利 | 一种环保型高密度无固相加重剂及制备方法 | 中国 | ZL201510018549.8 | 2017.7.21 | 成都西油华巍科技有限公司 | **宋芳** |
| 发明  专利 | 一种油气田用石蜡乳液纳米封堵剂及其制备方法 | 中国 | ZL201610684765.0 | 2019.8.23 | 成都西油华巍科技有限公司 | **宋芳** |
| 发明  专利 | 一种可生物降解微球型硅硼交联剂及其制备方法 | 中国 | ZL202310171570.6 | 2023.5.2 | 西南石油大学 | **钟诚**，张林，**罗米娜**，贺杰，**陈馥**，王恒，李代，孙泰滨，杜鹏 |
| 发明  专利 | 一种耐高温的纳米锆硼交联剂及其制备方法 | 中国 | ZL201810335369.6 | 2019.9.17 | 西南石油大学 | **陈馥**，杨洋，贺杰，**罗米娜**，何坤忆，陈奇，向春林，廖子涵，李环，王婉露，卜涛，何雪梅 |
| 实用新型  专利 | 一种油气井工作液高温高压沉降稳定性实验装置 | 中国 | ZL202020747614.7 | 2021.1.15 | 成都西油华巍科技有限公司 成都市锐锋仪器设备有限公司 | **肖刚**，徐兴华，**宋芳，赵海，罗森** |
| 实用新型  专利 | 一种油气井工作液沉降阻力测试装置 | 中国 | ZL202020747005.1 | 2021.2.26 | 成都西油华巍科技有限公司 成都市锐锋仪器设备有限公司 | **肖刚**，徐兴华，**宋芳，罗俊杰**，王贵阳 |

1. **论文专著目录（不超过五项）**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **论文（专著）名称** | **刊名（出版社）** | **年卷页码** | **作者** |
| 1 | 高密度无固相修井液用提切剂性能评价及应用 | 精细石油化工进展 | 2022，23：6-9 | **麻洪霞，王欢，罗俊杰，罗米娜** |
| 2 | 新型抗高温高密度暂堵凝胶的室内评价 | 应用化工 | 2022，51（增刊）：192-196 | **麻洪霞，**张继国，**罗俊杰，王欢，赵海，何盛江** |
| 3 | Organic Weighting Hydraulic Fracturing Fluid: Complex Interactions between Formate Salts, Hydroxy Carboxylate Acid and Guar | SPE Journal | 2022，27: 2334-2351 | 廖子涵，**陈馥**，邓宇，王昆泰，Konstantin von Gunten，何宇鹤，**钟诚** |
| 4 | Synthesis and characterization of grafting polystyrene from guar gum using atom transfer radical addition | Carbohydrate Polymers | 2017, 176: 266-272 | 杨洋，**陈馥**，陈奇，贺杰，卜涛，何雪梅 |
| 5 | In-situ growth of ZIF-8 nanocrystals on biochar for boron adsorption | Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects | 2023，657，130504 | **罗米娜**，朱春梅，陈庆梅，**宋芳**，郝伟铎，沈振涛，Kurt O. Konhauser, Daniel S. Alessi，**钟诚** |

1. **主要完成人**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **排名** | **姓 名** | **技术职称** | **完成单位** |
| 1 | 宋芳 | 高级工程师 | 成都西油华巍科技有限公司 |
| 2 | 肖刚 | 高级工程师 | 成都西油华巍科技有限公司 |
| 3 | 麻洪霞 | 工程师 | 成都西油华巍科技有限公司 |
| 4 | 罗米娜 | 副教授 | 西南石油大学 |
| 5 | 钟诚 | 讲师 | 西南石油大学 |
| 6 | 陈馥 | 教授 | 西南石油大学 |
| 7 | 黄召 | 高级工程师 | 中海石油（中国）有限公司上海分公司 |
| 8 | 李艳飞 | 高级工程师 | 中海石油（中国）有限公司上海分公司 |
| 9 | 李荣 | 工程师 | 成都西油华巍科技有限公司 |
| 10 | 王欢 | 其他 | 成都西油华巍科技有限公司 |
| 11 | 罗俊杰 | 其他 | 成都西油华巍科技有限公司 |
| 12 | 赵海 | 其他 | 成都西油华巍科技有限公司 |
| 13 | 何盛江 | 工程师 | 成都西油华巍科技有限公司 |
| 14 | 罗森 | 助理工程师 | 成都西油华巍科技有限公司 |

1. **主要完成单位**

成都西油华巍科技有限公司、西南石油大学、成都西南石大石油工程技术有限公司、中海石油（中国）有限公司上海分公司、成都市锐锋仪器设备有限公司