1、项目名称：复杂条件下油基钻修井液及配套技术的研究与应用

2、提名单位

四川省化工行业协会

提名意见：随着深井、超深井及非常规油气资源的勘探开发提上日程，抗高温油基钻井液（修井液）技术成为了迫切需要解决的难题。该项目由成都市高新技术企业成都西油华巍科技有限公司牵头，西南石油大学、库尔勒同益工贸有限责任公司、成都西南石大石油工程技术有限公司、四川华益隆环保科技有限责任公司等5家单位校企合作、联合攻关，实现了复杂条件下油基钻井液、修井液技术的重大突破：创新研发9种油基钻井液核心处理剂，抗温达240℃，成功摆脱油基抗高温处理剂的进口依赖；形成抗高温油基钻修井液体系，突破了油基钻井液抗高温技术瓶颈，成功应用于国内页岩气最深井、中石油同期陆上最深井和陆上最高温井；依托创新形成低密度流变控制、降摩减阻、温敏堵漏等核心技术，有效降低油基钻井液最低应用密度至0.7g/cm3，延伸水平井水平段长度至3000m，成功解决了油基井漏缺乏高效治理技术手段的难题；创新形成了含油固废制备燃料浆技术，实现油基钻屑等危险废弃物的绿色、资源化利用。

该项目成果已在川渝、新疆、刚果(布)邦加佳柔等地区安全高效实施了共计162口页岩气井、深井、超深井的钻修井作业，刷新了油基钻井液在超深层、超高温等情况下使用的记录，创造产值7.31亿元，取得了显著的经济效益和社会效益。

获国家专利8项，其中国家发明专利7项，实用新型专利1项；发表论文4篇，颁布企业标准14项；培养硕士研究生7名。

经认真审阅，该项目推荐书填写规范，相关材料真实有效。对该项目推荐情况进行了公示，无异议，提名该项目参评四川省科技进步奖。

1. 项目简介

国民经济的发展离不开石油天然气能源供应。2019年我国石油、天然气对外依存度分别达到70.8%和43.4%，能源安全隐患日益凸显。为保障国家能源安全，加快对非常规油气和深层、超深层油气的勘探开发，具有十分重要的战略和现实意义。面对复杂条件下的储层，对钻修井工作液及配套技术提出了极大挑战。

该项目依托校企联合攻关，创新研发了系列油基钻修井液用关键处理剂，形成了油基钻修井液及配套技术，实现了复杂条件下油基钻井液、修井液关键技术重大突破，打破了抗高温油基钻井液处理剂依赖进口的局面；安全高效实施了共计162口页岩气井、深井、超深井的钻修井作业，打成了中国石油陆上最高温度井、最深井、最深页岩气井，有效助力了深井、超深井及页岩气井勘探开发。主要创新成果：

**A．创新研发9种油基钻井液核心处理剂，摆脱进口依赖。**

创新研发了抗高温油基钻井液用乳化剂、降滤失剂、成膜封堵剂、纳米封堵剂等9种油基钻井液用关键处理剂。研发的系列处理剂抗温达240℃，较国外进口产品价格降低了50%以上左右，年销量近万吨，实现销售收入约2.6亿元，成功摆脱了对国外进口产品的依赖。

**B．创新形成抗高温油基钻修井液配方体系（HW/TY OBS）。**

在油基钻井液核心处理剂的基础上，通过开展低密度流变控制、降磨减阻等核心技术研究，创新形成抗高温油基钻修井液体系（HW/TY OBS），该体系应用密度0.7g/cm3～2.8g/cm3，抗高温达240℃，摩阻降低40%～50%，扭矩降低20%～30%，有效延伸水平井水平钻井段长度至3000m。针对油基钻井液缺乏有效的堵漏技术手段，首创低温弹性封堵、高温稠化胶凝的温敏堵漏技术，一次堵漏成功率大于80%，实现了油基钻井液漏失治理技术的重大突破。该体系成功应用于国内页岩气最深井（泸202井，6095m）、中石油同期陆上最深井（五探1井，8060m）和陆上最高温井（塔探1井，210℃）；在霍尔果斯安集海河组应用中缩短钻井周期80天。

**C．首创油基钻屑制备燃料浆技术，成功实现了含油危废“变害为宝”。**

创新研发了一种燃料浆改质调质剂，首创形成含油危废制备燃料浆技术，可将含油钻屑制成发热量达6500kcal/kg～7500kcal/kg的安全稳定燃料浆。该成果已在川渝地区规模化推广应用，处理油基钻屑总计3万余吨，生产燃料浆9千余吨，创造直接经济价值5400万元。

项目获国家专利8项，其中国家发明专利7项，实用新型专利1项；发表论文4篇，颁布企业标准14项；培养硕士研究生7名。该成果已成功推广应用到川渝、新疆、刚果(布)邦加佳柔等国内外深层超深层和页岩气勘探开发领域，取得了显著的经济效益，为钻修井工程提供了有力的技术保障。2018-2019年累计新增销售总额4.65亿元，上缴利税9504.84万元；与同类进口产品相比成本大幅降低，产生间接经济效益2.40亿元。

1. 客观评价
2. 科技查新

1、本项目研究成果，形成了一套抗温达240℃、密度0.7-2.84 g/cm3可调的油基钻修工作液体系，并将该技术应用于国内最深页岩气井钻井（6095米）、陆上深井钻井（8060米），同时成功应用于高温、高压天然气深井复杂事故井的高效修井。国内外未见与查新内容相同的报道。

2、配套开发了温敏油基堵漏材料，漏层温度低于100℃，该处理剂可作弹性架桥堵漏材料；漏层温度100℃~150℃，该处理剂吸油膨胀胶凝，从而失去流动性，驻留漏失通道，形成具有一定承压能力的软性胶塞，实现漏层封隔。成功应用于长宁页岩气水平井堵漏。国内外未见与查新内容相同的报道。

3、配套开发的油基钻屑及废弃油基泥浆的资源化利用技术，形成了新型调质剂，将该调质剂与含油固废按比例混合，制得改质燃料浆30天不分层，发热量达6500~7500千卡/公斤，在川渝页岩气井钻井中得到应用，达到“不落地、资源化”彻底处理此类废弃物，解决油基钻井体系带来的环境污染和安全隐患问题。查新结果，未见采用该方法处理页岩气井钻井含油岩屑的报道。

1. 项目鉴定意见

2019年5月13日，以教授级高工胥永杰为主任的鉴定委员会对“复杂条件下油基钻修井液及配套技术的研究与应用”进行了成果鉴定，专家听取了项目组的研究成果报告，审阅了相关资料，经质询和讨论，鉴定委员会一致认为：“该项目成果整体达到国内领先水平，其中油基钻井液抗高温性能稳定达到国际先进水平。”

1. 推广应用情况

该项目自2012年开始投入研究，2014年逐步实现商业化应用，形成的HW/TY OBS油基钻修井液体系，规模化应用到川渝页岩气水平井钻井、新疆等地的深井/超深井钻井、强水敏易坍塌地层钻井及HTHP深井/超深井修井、邦加佳柔油田丛式定向井的开发钻井中，共计实施了162口井。

（1）成果应用于四川盆地长页岩气/致密气水平井中

该项成果在四川盆地长水平段页岩气钻井中得到推广应用。其中HW/TY OBS油基体系创造了国内页岩气水平井（泸202，6095m）的最深记录、首口单井日产量百万方的页岩气井钻井（泸203井，日产137.9万m3）的纪录。

（2）成果应用到陆上超深层超高温油气藏钻井中

该项成果突破了陆上超深层超高温的技术瓶颈，成功应用到国内陆上最高温钻井（塔探1井，210℃）和中石油同期陆上最深井（五探1井，8060m）的钻井中。

（3）成果应用在霍尔果斯安集海河组超高压强水敏泥岩地层钻井中

该项成果解决了安集海河组泥岩垮塌造成频繁卡钻事故的技术难题。将过去需要100余天钻穿的地层，仅用了6.9天完成三开（霍101井）。创造了最快钻井速度、最短钻井周期、最高钻头进尺和最小井径扩大率等多项指标。缩短了钻井周期，极大的推动了构造带勘探评价的进程，为北疆地区解决强水敏泥页岩坍塌、钻速底难题提供了重要技术手段。

（4）成果应用于塔里木深井超深井修井作业

由于HW /TY OBS油基体系具有良好的高温高压沉降稳定性，该项成果解决了修井液在高温高压条件下的加重剂沉降技术难题，有效避免了作业管柱埋卡等严重事故，修井效率大大提高，修井成功率100%。

（5）温敏堵漏新材料应用于油基堵漏技术

研制的油基堵漏新材料已在川渝、塔里木、克拉玛依等油田钻井、修井中多次应用，一次堵漏成功率大于80%，有效解决了油基堵漏材料缺乏、油基钻修井井漏问题。

（6）油基钻屑的无害化处理及资源化利用技术

已在川渝地区规模化推广应用，处理油基钻屑总计3万余吨，生产燃料浆9千余吨，创造直接经济价值5400万元。

6、主要知识产权和标准规范等目录

相关成果专利8件，其中授权专利8件，颁布企业标准14项，发表论4篇。

**发明专利**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 专利号 | 专利名称 | 专利权人 | 发明人 | 法律状态 |
| 1 | ZL201610786649.X | 一种钻井液用抗高温降失水剂及其制备方法 | 成都西油华巍科技有限公司 | 宋芳；徐兴华；刘锐可 | 授权 |
| 2 | ZL201710027364.2 | 一种超低密度油基钻井液及其制备方法 | 成都西油华巍科技有限公司；库尔勒同益工贸有限责任公司 | 肖刚；徐兴华；宋芳 | 授权 |
| 3 | ZL201510952197.3 | 一种含油固体废弃物改质燃料浆及其制备方法 | 四川华益隆环保科技有限公司 | 肖刚；张太亮 | 授权 |
| 4 | ZL201610786206.0 | 一种钻井液用多元乙烯基高分子乳液成膜封堵剂及其制备方法 | 成都西油华巍科技有限公司 | 宋芳；徐兴华；艾加伟 | 授权 |
| 5 | ZL201610199803.3 | 一种钻井液用有机减磨剂及其制备方法 | 成都西油华巍科技有限公司 | 宋芳 | 授权 |
| 6 | ZL201920436426.X | 钻井液封堵性能测试装置 | 成都西油华巍科技有限公司 | 李荣；张龙龙 | 授权 |
| 7 | ZL201510952257.1 | 一种含油固体废弃物改质燃料浆的调质剂制备方法 | 四川华益隆环保科技有限公司；成都西油华巍科技有限公司 | 张太亮；宋芳 | 授权 |
| 8 | ZL201510340837.5 | 一种油气工程含油固体废弃物资源化改质处理方法 | 四川华益隆环保科技有限公司 | 张太亮；肖刚；张芳捷；钟小红；宋芳；祝婉琳 | 授权 |

**已颁布标准**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准名称 | 标准号 | 起草单位 | 起草人 | 发布时间 | 发布机关 |
| 1 | 油基钻井液用乳化剂 脂肪酸聚酰胺（HW Pmul-3） | Q/9151011466303827X8·093—2019 | 成都西油华巍科技有限公司 | 董芳、张亚萍 | 2019.09.01 | 企业标准信息公共服务平台 |
| 2 | 油基钻井液用增粘剂 有机土（HW Gel-3） | Q/9151011466303827X8·094—2019 | 成都西油华巍科技有限公司 | 李荣、张亚萍 | 2019.09.01 | 企业标准信息公共服务平台 |
| 3 | 油基钻井液用润湿剂 季铵盐（HW Wet-1） | Q/9151011466303827X8·064—2019 | 成都西油华巍科技有限公司 | 张亚萍、董芳 | 2019.09.01 | 企业标准信息公共服务平台 |
| 4 | 油基钻井液用流型调节剂 多元酰胺聚合物（HW Mod） | Q/9151011466303827X8·102—2019 | 成都西油华巍科技有限公司 | 李荣、张玉龙 | 2019.09.01 | 企业标准信息公共服务平台 |
| 5 | 钻井液用广谱暂堵剂 碳酸钙（HW GZD） | Q/9151011466303827X8·103—2019 | 成都西油华巍科技有限公司 | 王欢、张亚萍 | 2019.09.01 | 企业标准信息公共服务平台 |
| 6 | 含油固废改质流体燃料调质剂（OTZJ-1） | Q/9151011466303827X8•034—2017 | 成都西油华巍科技有限公司 | 李荣、麻洪霞 | 2017.11.01 | 企业标准信息公共服务平台 |
| 7 | 钻井液用成膜封堵剂 多元乙烯基高分子乳液（FDM-1） | Q/9151011466303827X8·091—2019 | 成都西油华巍科技有限公司 | 艾加伟、王欢 | 2019.09.01 | 企业标准信息公共服务平台 |
| 8 | 钻井液用减磨剂 有机酸金属盐（GXJM-1） | Q/9151011466303827X8•132—2019 | 成都西油华巍科技有限公司 | 张亚萍、董芳 | 2019.01.30 | 企业标准信息公共服务平台 |
| 9 | 油基钻井液用封堵剂 树脂纤维（HW XJFD-80） | Q/9151011466303827X8•076—2018 | 成都西油华巍科技有限公司 | 张亚萍、董芳 | 2018.09.01 | 企业标准信息公共服务平台 |
| 10 | 含油固废改质燃料浆（ODCF-1） | Q/33208571-7 001-2015 | 四川华益隆环保科技有限公司 | 张太亮、肖刚 | 2015.07.20 | 企业标准信息公共服务平台 |
| 11 | 油基钻井液用抗高温降滤失剂 改性沥青（HW Trol-101） | Q/9151011466303827X·061—2019 | 成都西油华巍科技有限公司 | 张亚萍、杜赛 | 2019.09.01 | 企业标准信息公共服务平台 |
| 12 | 油基钻井液用降滤失剂 改性沥青（TYODF-101） | Q/KTYC 041-2018 | 库尔勒同益工贸有限公司 | 张丽洋 | 2018.09.25 | 企业标准信息公共服务平台 |
| 13 | 油基钻井液用增粘剂 有机土 （TYODF-601） | Q/KTYC 049-2018 | 库尔勒同益工贸有限公司 | 张丽洋 | 2018.09.25 | 企业标准信息公共服务平台 |
| 14 | 油基钻井液用主乳化剂 脂肪酸聚酰胺 （TYODF-301） | Q/KTYC 046-2018 | 库尔勒同益工贸有限公司 | 张丽洋 | 2018.09.25 | 企业标准信息公共服务平台 |

**发表论文**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文（专著）名称 | 发表刊物（出版社） | 发表（出版）时间 | 作者 |
| 1 | C\_10\_C\_14\_烷基糖苷的合成及其作为乳化剂的应用 | 化工进展 | 2014.12 | 陈馥、庞敏、吴柯颖、杨媚 |
| 2 | 基于BP神经网络的油基钻井液乳化稳定性预测 | 计算机与应用化学 | 2014.06 | 陈馥、许馨、陈俊斌、陶怀志 |
| 3 | 钻井液用低生物毒性合成酯润滑剂的研究与应用 | 钻采工艺 | 2018.09 | 陈馥、张浩书、张启根、樊扬、汪珏森、张师博 |
| 4 | 油基钻井液钻遇高浓度钡盐地层的处理方法及应用 | 钻井液与完井液 | 2009.11 | 葛炼、陈华兵、徐兴华、宋芳、张亚萍 |

7、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 姓名 | 性别 | 出生年月 | 技术职称 | 文化程度(学位) | 工作单位 | 对成果创造性贡献 |
|  | 宋芳 | 女 | 1971.3 | 高级工程师 | 学士 | 成都西油华巍科技有限公司 | 对第一、二、三创新点作出贡献，全面负责油基钻修井液的关键技术研究、工业化生产及推广规模化应用，油基修井液沉降稳定性的性能优化。 |
|  | 肖刚 | 男 | 1969.8 | 高级工程师 | 硕士 | 成都西油华巍科技有限公司 | 对第三创新点作出贡献，全面负责油基钻修井液产品及油基钻屑资源化利用技术的推广应用。 |
|  | 刘锐可 | 女 | 1984.8 | 工程师 | 硕士 | 成都西油华巍科技有限公司 | 对第一创新点作出贡献，负责油基降失水剂、油基乳化剂、油基增粘剂的研发及现场应用评价。 |
|  | 陈馥 | 女 | 1964.3 | 教授 | 硕士 | 西南石油大学 | 对第一、第二创新点作出贡献，负责全过程油基钻修井液技术研发、组分及体系性能评价方法的建立、机理的分析 |
|  | 罗米娜 | 女 | 1980.12 | 副教授 | 博士 | 西南石油大学 | 对第一创新点作出贡献，全程参与抗高温油基钻井液、高密度油基钻井液的研发及沉降稳定性性能评价方法的建立。 |
|  | 杨帆 | 男 | 1967.2 | 教授级高工 | 硕士 | 成都西南石大石油工程技术有限公司 | 对第一、二创新点作出贡献，负责全过程油基钻修井液现场应用效果评价、数据收集和效果分析，并提出改进意见 |
|  | 杨涪杰 | 男 | 1994.7 | 助理工程师 | 硕士 | 西南石油大学 | 对第一创新点作出贡献，参与油基钻修井液现场应用方案的编制和现场试验的推进 |
|  | 李荣 | 女 | 1981.7 | 工程师 | 硕士 | 成都西油华巍科技有限公司 | 对第二创新点作出贡献，创新了以温敏效应，吸油膨胀为核心的堵漏技术及评价方法 |
|  | 张丽洋 | 女 | 1987.05 | 工程师 | 学士 | 库尔勒同益工贸有限责任公司 | 对第一创新点作出贡献，负责超高密度油基钻井液的研发和现场技术服务 |
|  | 何盛江 | 男 | 1986.10 | 工程师 | 学士 | 成都西油华巍科技有限公司 | 对第一创新点作出贡献，负责低密度油基钻井液的研发和现场技术服务 |
|  | 唐果 | 男 | 1985.5 | 工程师 | 大专 | 四川华益隆环保科技有限责任公司 | 对第三创新点作出贡献，全程参与油基钻屑资源化利用技术研发及现场试验，并对油气工程含有固体废弃物资源化改质处理方法进行优化 |
|  | 贺杰 | 男 | 1983.12 | 讲师 | 博士 | 西南石油大学 | 对第一创新点作出贡献，参与油基钻井液结晶抑制现场应用方案的编制和现场试验的推进 |
|  | 艾加伟 | 男 | 1987.1 | 工程师 | 硕士 | 成都西油华巍科技有限公司 | 对第一、第二创新点作出贡献，负责成膜封堵剂的研发及现场应用评价，参与吸油膨胀堵漏技术现场应用方案的编制和现场试验的推进 |

8、主要完成单位及贡献

本项目完成单位有：成都西油华巍科技有限公司、西南石油大学、库尔勒同益工贸有限公司、成都西南石大石油工程技术有限公司、四川华益隆环保科技有限公司。

其中，成都西油华巍科技有限公司负责项目的整体实施、完成与贡献单位。在项目实施过程中，成都西油华巍科技有限公司负责报告项目的规划、管理、组织等相关事宜，以及提供室内实验研究需要的人员、主要设备、材料等，开展现场应用所需要的人员、材料、设备等。西南石油大学在项目实施中主要负责实验方法的建立和理论的研究、室内实验评价等；成都西南石大石油工程技术有限公司和库尔勒同益工贸有限公司，主要负责产品的生产，现场应用的实施、人员及材料保障与支撑；四川华益隆环保科技有限公司主要负责含油固废有关研究及成果应用等。

9、完成人合作关系说明

（1）完成人宋芳、肖刚、刘锐可、李荣、何盛江、艾加伟任职于成都西油华巍科技有限公司，该团队长期为成都西油华巍科技有限公司开发和研发新产品，并组织和参与项目成果的应用实施。

（2）成都西油华巍科技有限公司和西南石油大学化学化工学院于2013年签订产学研协议、共建实验室，并与化工院共建研究生实习实训基地、应用化学专业实习实训基地。西南石油大学化学化工学院教师陈馥及其团队教师罗米娜、贺杰、杨涪杰等，长期从事油气田处理剂及工作液的开发研究，第一完成人宋芳依托共建实验室，就抗高温油基钻井液处理剂的研发与陈馥团队进行合作，完成各类核心处理剂的实验室制备及评价等工作。

（3）完成人张丽洋任职于库尔勒同益工贸有限责任公司，长期参与油基钻修井液项目的实验室产品研发。成都西油华巍科技有限公司与库尔勒同益工贸有限责任公司共同开发了超高密度油基钻井液和超低密度油基钻井液。

（4）完成人杨帆任职于成都西南石大石油工程技术有限公司。成都西油华巍科技有限公司和成都西南石大石油工程技术有限公司于2015年共建联合实验中心，就油基钻修井的体系研发及现场应用实施开展合作；并共同承接了塔里木油田“耐高温高密度无固相完修井液体系研究”项目，就油基修井液沉降稳定性开展研究和现场试验。目前已实施多口井的现场应用。

（5）完成人唐果任职于四川华益隆环保科技有限公司，成都西油华巍科技有限公司和四川华益隆环保科技有限公司长期合作，共同研发含油固废资源化技术，并组织和实施了该技术多口井的现场应用。