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

成都市科技局

1. 项目简介

（1）研究背景

中国非常规油气资源丰富，发展潜力大，加快对非常规油气的开发利用对弥补能源缺口、确保国家能源安全具有十分重要的战略意义。据报道，2018年我国石油对外依存度逼近70%，天然气对外依存度升至45.3%。为保障国家能源安全，国家加大了深层、超深层油气和非常规（页岩气、煤层气、致密气）的勘探开发。

深层超深层油气勘探开发已超过8000米井深，温度高达200～260℃，对钻井液高温稳定性带来极大挑战。主要表现在钻井液处理剂及钻井液体系抗高温稳定性、防塌、润滑防卡性不足，目前水基钻井液还很难满足200℃以上高温的要求，而超高温油基钻井液还主要依赖进口，开发国内自主产权的油基钻井液使用的处理剂和钻井液体系对保障我国深井、超深井勘探开发具有十分重要的意义。我国的深井、超深井主要集中在四川和塔里木盆地。库车山前高温高压深层气井是我国西气东输的源头和主要供应基地，这些井已经开采多年，由于深井开发的复杂性，许多油气井出现井下故障，需要采用修井工艺恢复产能，稳定气田的产量。

同时，页岩气水平井钻井井眼稳定、润滑防卡问题突出，其中，川渝地区因井眼垮塌埋卡昂贵的进口旋转导向工具事故时有发生，造成井眼报废、工期延长，损失巨大。

因此，钻修井液已经成为超深井钻探和页岩气水平井钻探的关键技术之一。

（2）研究开发内容、技术原理及性能指标

油气勘探向深层超深层进军，为满足复杂条件下的工程技术要求，抗高温油基钻修井液及配套技术研发势在必行。本项目围绕复杂条件下的油基钻修井液及配套技术进行研究，取得了以下成果：①研发了系列抗高温处理剂，突破了油基钻修井液关键处理剂进口依赖；②形成了抗高温240℃、密度2.4g/cm3、沉降稳定期大于15天的钻修井油基钻井液配方体系，已在川渝、贵州、新疆等地区规模应用100余口井；③创新研发了温敏油基堵漏材料BK 910，并在此基础上配合多级软化成膜粒子、改性架桥粒子等堵漏材料，形成了以温度控制、吸油膨胀凝结为核心的油基堵漏技术。在四川、塔里木、克拉玛依等油田进行应用，有效解决了油基钻井井漏问题，一次堵漏成功率大于80%；④创新研制了含油固废改质流体燃料调质剂，用其对含油固废进行改质可生产出燃料浆产品，并研发了油基岩屑颗粒细化装置，形成了制备工艺，实现了含油固废的绿色、资源化利用。

（3）技术创新点：

创新点一：自主研发了抗高温高效乳化剂、类橡胶降滤失剂、柔性两性微球封堵剂、高温流型调节剂和有机减磨剂等油基钻修井液用抗高温处理剂的工业产品，突破了油基钻修井液用核心处理剂的进口依赖，构建了抗高温240℃、密度2.4g/cm3、沉降稳定期大于15天的油基钻修井液体系。体系抗温达到240℃，突破了陆上超深层超高温油气藏勘探开发的技术瓶颈，该项技术成果成功应用在国内页岩气最深井（泸202，6095m）、国内陆上最高温钻井（塔探1井，210℃）和国内陆上最深井（五探1井，8060m）；用于霍尔果斯安集海河组超高压强水敏泥岩地层钻井，突破了安集海河组泥岩垮塌造成频繁卡钻事故的技术瓶颈，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问题提供了重要技术支撑。同时，体系良好的高温高压沉降稳定性，用于塔里木深井超深井修井，完成修井7口（克深501井等，最高密度2.50g/cm3），解决了修井液在HPHT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%。

创新点二：研制了油基堵漏BK910，材料亲油与油基配伍性好、能吸油膨胀、封堵性好，井温下稠化胶凝成塞，驻留性好。已在四川、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、油基钻井井漏问题。

创新点三：创新研发了一种改质调质剂，将含油固废加工成6500-7500kcal/kg的高燃值安全燃料浆，实现了危险废弃物的“变废为宝”。含油固废资源化技术在川渝地区规模化推广应用，总计用于8口井的油基钻屑处理，生产出流体燃料浆7083吨。

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0.7-2.84g/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

2016年-2018年，该技术成果在川渝、新疆等地区成功应用107口井，新增销售总额5.30亿元、新增毛利润1.05亿元，上缴各类税收1.08元。油基钻屑资源化利用技术在四川页岩气工区推广使用，处理了6992吨含油钻屑，生产出流体燃料浆7083吨，创造经济价值0.5亿元。此外，油基钻井液体系的核心产品还销往刚果（布），用于邦加佳柔油田丛式定向井开发钻井，销售额1700万元。

该成果成功摆脱了我国高温深井油基钻修井液材料依赖国外进口的窘境，打破了国外技术壁垒，国产化产品替代进口产品后，每口井可节约成本300万元，按已使用的100口井计算，可产生间接经济效益3亿元。由于该体系优良的抗高温稳定性，减少了钻深井、超深井钻井、修井井下复杂及事故发生，减少工程施工损失费用上亿元。

配套的堵漏技术应用（以10口井的实际漏失量计算），减少钻井液漏失和缩短复杂处理时间，产生间接经济效益超过1200万元。

该成果已成功应用于川渝两地的页岩气钻井，为大力推进四川页岩气产业的发展，早日建成中国最大的页岩气产业基地提供了有效的技术支撑和服务。

同时，该项成果还成功推广应用到国外刚果（布），实现了我国自主产权的油基钻井液处理剂出口，为“一带一路”做出应有的贡献。

配套的含油固废资源化利用技术实现了含油钻屑零排放的目标，保护了祖国的绿水青山，巩固了我国石油勘探事业在可持续发展道路上的坚定脚步。

6、主要知识产权和标准规范等目录

相关成果专利10件，其中授权专利8件，颁布企业标准12项，发表论文3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 | 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 |
| 3 | 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 |
| 4 | ZL201510340837.5 | 一种油气工程含有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 |
| 5 | 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 |
| 6 | 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 |
| 7 | 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 |
| 8 | ZL201510980168.8 | 一种油气井用盐重结晶抑制剂的制备方法 | 成都西油华巍科技有限公司 | 宋芳 | 授权 |
| 9 | 201610867331.4 | 一种钻井液用聚合物微球封堵剂及其制备方法 | 成都西油华巍科技有限公司 | 宋芳；陈馥 | 实审 |
| 10 | 201410612034.6 | 一种超高密度油基钻井液及其配制方法 | 成都西油华巍科技有限公司 | 宋芳；徐兴华 | 实审 |

**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/66303827-X•093—2017 | 成都西油华巍科技有限公司 | 刘锐可、熊艳 | 2017.01.17 | 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/66303827-X•094—2017 | 成都西油华巍科技有限公司 | 刘锐可、熊艳 | 2017.01.17 | 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/66303827-X•064—2017 | 成都西油华巍科技有限公司 | 熊艳 | 2017.06.20 | 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/66303827-X•102—2017 | 成都西油华巍科技有限公司 | 熊艳 | 2017.06.20 | 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/66303827-X•103—2017 | 成都西油华巍科技有限公司 | 熊艳、廖天琪 | 2017.06.20 | 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—2016 | 成都西油华巍科技有限公司 | 艾加伟、麻洪霞 | 2016.12.20 | 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 | 钻井液用抑制剂过渡金属络合物（NTA-2） | Q/9151011466303827X8•131—2017 | 成都西油华巍科技有限公司 | 麻洪霞 | 2017.02.06 | 企业标准信息公共服务平台 |
| 10 | 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 | 2018.09.01 | 企业标准信息公共服务平台 |
| 11 | 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 |
| 12 | 油基钻井液用抗高温降滤失剂改性沥青（HW Trol-101） | Q/66303827-X•061—2017 | 成都西油华巍科技有限公司 | 熊艳 | 2017.06.20 | 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 | 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 |
| 2 | 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 |
| 3 | GXJM一1有机减磨剂的性能评价及现场应用 | 钻采工艺 | 2009.11 | 彭碧梅，李智斌，董波，宋波 |

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 |
| 1 | 徐兴华 | 男 | 1955.5 | 教授级高工 | 学士 | 成都西油华巍科技有限公司 | 对第一、第二、第三创新点作出贡献，全面负责油基钻修井液的关键技术研究及规模化应用 |
| 2 | 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 |
| 3 | 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。 |
| 4 | 杨帆 | 男 | 1967.2 | 高级政工师 | 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 |
| 5 | 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。 |
| 6 | 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 |
| 7 | 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 | 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、二创新点作出贡献，负责单剂组分的研发及油基修井液沉降稳定性的性能优化 |
| 9 | 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 |
| 10 | 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 |
| 11 | 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 |
| 12 | 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 |
| 13 | 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 |
| 14 | 王平全 | 男 | 1963.12 | 教授 | 博士 | 西南石油大学 | 对第二创新点作出贡献，全程参与吸油膨胀堵漏技术研发，负责吸油膨胀堵漏技术现场服务 |
| 15 | 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 |

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、成都西南石大石油工程技术有限公司、库尔勒同益工贸有限公司、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）完成人徐兴华、肖刚、宋芳、刘锐可、艾加伟、何盛江、李荣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，第一完成人徐兴华依托共建实验室，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。

（4）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。

（5）完成人唐果任职于四川华益隆环保科技有限公司，长期参与油基钻屑资源化利用技术研发及现场试验。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。