

一、项目基本情况

项目名称	高含盐油田水连续混配胍胶压裂液技术及规模化应用
申报奖项	新疆维吾尔自治区科技进步三等奖
提名单位 (专家) 意见	<p>随着近年来水平井体积压裂技术在新疆油田的推广应用，压裂用水量猛增，压裂用水的稀缺制约着压裂施工效率和油田产能建设进度。同时，油田开发过程中产生大量高含盐油田水（稠油采出水、返排液等）难以处置。针对高含盐油田水矿化度高、水质成分复杂等因素，直接用来配制胍胶压裂液会存在胍胶溶胀差、交联时间短、耐高温性能差、现场应用工艺复杂、配制过程泡沫多导致无法施工等难题，开展了高含盐油田水水质影响胍胶压裂液性能的机理分析，胍胶快速溶胀技术、胍胶压裂液关键助剂研发、不同区域高含盐油田水胍胶压裂液体系配方制定、油田水现场高效应用等方面研究，形成了高含盐油田水连续混配胍胶压裂液技术，取得了三大方面的重大技术创新：揭示了胍胶在高含盐油田水中溶胀机理，创新研发了“有机酸+络合剂”促溶技术，使胍胶 3min 溶胀率达到 85%，满足大排量快速连续混配需求，突破常规高含盐油田水复配胍胶压裂液前期预处理成本高，应用工艺复杂的难题，奠定了高含盐油田水无需水质处理、直接规模使用的绿色低碳应用模式；创新研发出高含盐油田水胍胶压裂液关键助剂，针对高温储层，研发适合不同矿化度油田水的具有纳米尺寸的抗离子干扰有机交联剂，可有效提高交联效率，耐高温能力达 180℃，交联时间 20s~180s 可调，在 180℃、170s⁻¹ 剪切 120min 黏度 > 100mPa.s，大幅拓宽压裂液耐高温性能，解决常规胍胶压裂液体系存在的用量高、耐高温性差，对地层伤害大的问题。针对常规水平井，研发低成本高效有机交联剂，在 100℃，170s⁻¹ 剪切 120min 后的黏度 > 100mpa.s，材料价格降低 10%以上，有效降低储层改造压裂施工成本；创新研发形成高含盐油田水胍胶压裂液体系及配套工艺技术，最高使用水质矿化度达到 27×10⁴mg/L，适用储层温度高达 180℃，岩心伤害率小于 25%；研制了工厂化压裂液粉剂储存输送装置等配套设备，形成了现场配液消泡技术，保障了现场 12m³/min 排量下配制压裂液的需求，使高含盐油田水从困扰油田的环保问题转化为油田高效开发的有利条件。</p> <p>成果经中国石油天然气集团公司组织的成果鉴定会，由苏义脑院士领衔的专家组鉴定，达到国际先进水平，获授权发明专利 4 件，发表论文 5 篇，制定企业标准 3 项，累计在新疆油田规模化应用 2180 井次，利用高含盐油田水配制胍胶压裂液 186.12 万方，创造直接经</p>

	<p>济效益 11.18 亿元，实现利润 2.10 亿元，技术创新特别突出，经济社会效益特别显著，是油田绿色开发的重大技术突破，为地区经济发展和环境保护作出巨大贡献，同意提名该项目为新疆维吾尔自治区科技进步三等奖。</p> <p>本单位承诺推荐材料内容真实，完成单位、完成人对排名顺序无争议。项目符合《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规要求，无侵犯他人知识产权的情形。本单位承诺将认真履行作为推荐单位的义务并承担相应的责任。</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

二、项目简介

随着水平井体积压裂的实施, 每年需要几千万方水资源作为压裂用水, 对于新疆地区来说, 水源短缺问题严重制约着压裂施工效率; 油田开采过程中产生大量的高含盐油田采出水, 新疆地区也存在高矿化度盐湖水, 直接利用高含盐油田水进行压裂液配制, 突破水源限制, 将产能建设和环境保护、节能节水结合, 是打造绿色油田的革命性技术。高含盐油田水(油田采出水、盐湖水等)具有矿化度高(最高达 $27 \times 10^4 \text{mg/L}$)、水质成分复杂等特点, 直接用来配制胍胶压裂液会存在胍胶溶胀差、交联时间短、耐高温性能差、配制过程泡沫多导致无法施工等难题。

针对以上难题, 中国石油集团西部钻探工程有限公司联合高校、企业组建工程技术攻关应用团队破解制约储层改造技术发展的瓶颈, 从微观评价到储层整体评价, 从单参数解释到多参数融合评价, 从不同的领域角度构建技术体系, 将油田化学、材料学、油气田开发工程与环境科学相结合, 开展了高含盐油田水水质影响胍胶压裂液性能的机理分析, 胍胶快速溶胀技术、胍胶压裂液关键助剂研发、不同区域高含盐油田水胍胶压裂液体系配方制定、油田水现场高效应用等方面研究, 历时多年形成了高含盐油田水连续混配胍胶压裂液技术。主要创新点如下:

1、揭示了胍胶在高含盐油田水中溶胀机理, 研发“有机酸+络合剂”促溶技术, 使胍胶 3min 溶胀率达到 85%, 满足现场大排量快速配液需求, 突破常规高含盐油田水复配胍胶压裂液前期预处理成本高, 应用工艺复杂的难题, 奠定了高含盐油田水无需水质处理、直接规模使用的绿色低碳应用模式。

2、研发出高含盐油田水胍胶压裂液关键助剂, 针对高温储层, 研发适合不同矿化度油田水的具有纳米尺寸的抗离子干扰有机交联剂, 耐高温能力达 180°C , 交联时间 20s~180s 可调, 在 180°C 、 170s^{-1} 剪切 120min 黏度 $> 100\text{mPa}\cdot\text{s}$ 。针对常规水平井, 研发低成本高效有机交联剂, 在 100°C 、 170s^{-1} 剪切 120min 后的黏度 $> 100\text{mpa}\cdot\text{s}$, 材料价格降低 10%以上。

3、研发形成高含盐油田水胍胶压裂液体系及配套工艺技术, 最高使用水质矿化度达到 $27 \times 10^4 \text{mg/L}$, 适用储层温度高达 180°C , 岩心伤害率小于 25%; 研制了工厂化压裂液粉剂储存输送装置等配套设备, 形成了现场配液消泡技术, 保障了现场 $12\text{m}^3/\text{min}$ 排量下配制压裂液的需求, 使高含盐油田水从困扰油田的环保问题转化为油田高效开发的有利条件。

三、推广应用情况

该系列技术已在新疆油田全面推广应用，累计规模化推广应用 2180 井次，利用高含盐油田水配制胍胶压裂液 186.12 万方，施工成功率 100%；打造了一批示范工程，稳定的压裂液性能保证了玛 131 示范区 8 井平台 223 级 30 余万方压裂液现场施工的顺利进行，充足的高含盐油田水资源是提高现场施工效率的重要保证；盐湖水配液成功应用于玛 18 井区，应用区域更加广阔、应用水源（稠油热采水、稀油采出水、返排液、盐湖水、城市中水等）更加广泛；形成针对高含碱、高含菌、高含硼的返排液重复利用技术并成功于 J10044-H，城市中水也在金龙区块大规模推广应用。

通过项目攻关和成果转化应用，已公开发表论文 5 篇、获得发明专利 4 件、标准规范 3 项，累计创造经济效益 11.18 亿元，2022 年获得中国石油集团成果转化创效专项奖励 137.5 万元，极大解决了新疆地区压裂水源短缺问题造成施工等停难题，同时也解决了高含盐油田采出水排放给油田公司带来的环保压力，践行油田绿色环保开发理念。助力新疆油田在大规模储层改造和高含盐油田水再利用方面平衡发展，技术应用前景非常广阔。

四、主要知识产权证明目录

授权知识产权名称	知识产权类别	国别	授权号	授权时间
Study of crosslinker size on the rheological properties of borate crosslinked guarum	论文	美国	—	2023.03
Improved fracturing fluid using: Organic amino boron composite crosslinker with B N covalent bond	论文	美国	—	2019.02
Tertiary cross-linked and weighted fracturing fluid enables fracture stimulations in ultra high pressure and temperature reservoir	论文	美国	—	2020.05
吉木萨尔页岩油压裂返排液再利用技术	论文	中国	—	2022.06

苏里格气田压裂返排液重复利用技术	论文	中国	—	2021.12
高矿化度盐湖水产配的压裂液及其制备方法	发明专利	中国	ZL201811090192.4	2021.10
SPHERICAL ORGANIC NANO BORON CROSSLINKER WITH PAMAM CORE AND PREPARATION METHOD THEREOF,AND GEL FRACTURINGFLUID	发明专利	美国	US 11655412B2	2023.05
一种酸性压裂液及其制备方法和应用	发明专利	中国	ZL202010504121.5	2021.07
一种耐盐型有机硼铬交联剂、其制备方法及应用	发明专利	中国	ZL201810312593.3	2020.08
压裂用破胶剂 氧化剂 XZ-PJJ	标准规范	中国	Q/SY XZ0103-2021	2021.12
压裂用杀菌剂 铵盐类 XZ-SJJ	标准规范	中国	Q/SY XZ0105-2021	2021.12
压裂用交联剂 抗盐型有机硼 XZ-JLJ	标准规范	中国	Q/SY XZ0102-2021	2021.12

五、主要完成人情况及合作关系说明

排名	姓名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对项目的贡献	合作关系说明
1	李帅帅	二级工程师	高级工程师	中国石油集团西部钻探工程有限公司	井下作业公司	项目管理负责人、技术研发方案制修订者，对创新点1、2、3均有贡献：主持完成高含盐油田水胍胶压裂液体系快速溶胀技术的理论研究，完成了“有机酸+络合剂”促溶技术和抗离子干扰交联剂的研发，制定了各区块高含盐油田处理水胍胶压裂液配方，参与高含盐油田处理水现场连续混配工艺的制定。	/
2	张阳	普通人员	中级	西南石油大学	西南石油大学	主持研发了高含盐油田水胍胶压裂液关键助剂，研发了适合不同矿化度油田水的抗	与本项目总负责人共同组织完成了新技术

						离子干扰交联剂，参与制订了高含盐油田水胍胶压裂液配方，对创新点2、3均有贡献。	的研发与试验
3	孟磊峰	副经理	高级工程师	中国石油集团西部钻探工程有限公司	井下作业公司	协助本项目负责人制定技术方案攻关研究思路及现场试验方案，参与制定了高含盐油田水胍胶压裂液配方，对创新点2、3有贡献：负责组织协调了现场高含盐油田水胍胶压裂液体的推广应用。	协助项目负责人对高含盐油田水胍胶压裂液体系的研发提供技术思路及试验支持
4	朱道义	普通人员	副教授	中国石油大学（北京）克拉玛依校区	中国石油大学（北京）克拉玛依校区	参与高含盐油田水胍胶压裂液体系快速溶胀技术的理论研究，参与现场连续混配工艺的制定，对创新点3有贡献，为新技术的调整完善及后期推广应用做出重要贡献。	协助本项目负责人组织完成了新技术的研发与现场试验
5	杨育恒	三级工程师	中级工程师	中国石油集团西部钻探工程有限公司	井下作业公司	负责项目各项技术在现场的施工方案制定及作业指挥，对创新点1、2、3有贡献，为压裂液配方的调整完善及后期推广应用做出重要贡献。	协助本项目负责人组织完成了现场试验与后评估
6	马越	三级工程师	中级工程师	中国石油集团西部钻探工程有限公司	井下作业公司	负责项目实施方案制修订，现场施工组织、后评估及后期推广，对创新点1、2、3有贡献：参与组织了现场高含盐油田水胍胶压裂液体系在新疆油田各大区块的应用。	协助本项目负责人组织完成了现场试验与后评估
7	李永飞	普通人员	中级工程师	克拉玛依市新聚工贸有限责任公司	克拉玛依市新聚工贸有限责任公司	负责抗离子干扰交联剂的研发，参与压裂液配方研究工作及施工井的适应性分析，并全过程参与现场应用作业，为创新点2、3做出重要贡献。	协助本项目负责人完善压裂液体系配方，并推广应用。

六、完成单位及创新推广贡献

单位名称	中国石油集团西部钻探工程有限公司	排名	1
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>中国石油集团西部钻探工程有限公司作为本项目的完成主体，在规划项目研究内容、制定项目研究路线、组织项目实施、开展室内评价实验、推动成果现场试用和现场应用工艺系列化等方面起主导作用。</p> <p>公司建立项目协调机制，定期开展项目分组讨论，协调现有问题并安排下步工作，保障了项目的进度和质量。公司承担了项目中“有机酸+络合剂”促溶技术研究、“高含盐油田水压裂液关键助剂研究”、“高含盐油田水连续混配胍胶压裂液体系研究”、“高含盐油田水胍胶压裂液配套工艺技术”中绝大多数研究内容，形成了系列技术成果，现场试用取得了较好实施效果。</p> <p>本单位是该项目的主要贡献单位，同意提名书所填全部内容，对排名顺序无异议。</p>			
单位名称	西南石油大学	排名	2
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>西南石油大学为本项目现场试验和技术推广、实施的主导单位之一，并积极参与本项目的研发过程。</p> <p>①研发了一种以 PAMAM 为核的具有纳米尺寸和多交联点位球形纳米有机交联剂，适合高矿化度油田水、交联效率高、胍胶用量少。②组织了各区块高含盐油田水配制胍胶压裂液的技术讨论工作，确定了现场应用方式，并协助现场试验和技术推广。③对压后排采效果进行分析，为后期技术发展提供了建议。</p> <p>本单位是该项目的主要贡献单位，同意提名书所填全部内容，对排名顺序无异议。</p>			
单位名称	中国石油大学（北京）克拉玛依校区	排名	3
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>中国石油大学（北京）克拉玛依校区是本项目研发主要完成单位，是高含盐油田水胍胶压裂液关键助剂研发的主导单位。</p> <p>①组织了各区块高含盐油田水配制胍胶压裂液的技术讨论工作，确定了现场应用方式，研发了适用于高含盐油田水的酸性胍胶压裂液技术；②对高含盐油田水胍胶压裂液的现场连续混配工艺流程提出改进意见。</p> <p>本单位是该项目的主要贡献单位，同意提名书所填全部内容，对排名顺序无异议。</p>			
单位名称	克拉玛依市新聚工贸有限责任公司	排名	4

对本项目技术创造性贡献：

克拉玛依市新聚工贸有限责任公司为本项目现场试验和技术推广、实施的主导单位之一，并积极参与本项目的研发过程。

①研发了适用于高含盐油田水的耐盐型有机抗离子干扰交联剂；②组织了各区块高含盐油田水配制胍胶压裂液的技术讨论工作，确定了现场应用方式；③对高含盐油田水胍胶压裂液的现场连续混配工艺流程提出改进意见；④积极参与现场试验方案论证，充分落实技术措施，记录总结现场试验过程，并为技术措施完善提供建议。

本单位是该项目的主要贡献单位，同意提名书所填全部内容，对排名顺序无异议。

七、知情同意证明

知情同意书

申报奖项名称：高含盐油田水连续混配胍胶压裂液技术及规模化应用
申报使用的知识产权： 1) 论文 [1] Jinhua Mao,Jincheng Mao,Baiyan Liu,Yachen Xiao,Xiaojiang Yang,Chong Lin ,Yang Zhang,Quanhang Wang,Quan Zhang.Study of crosslinker size on the rheological properties of borate crosslinked guarum [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2023, 231: 123284. [2] Zhaoyang Zhang,Jincheng Mao,Yang Zhang,Tianxing Han,Bo Yang,Wei Xiao.Improved fracturing fluid using: Organic amino boron composite crosslinker with B N covalent bond[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2019, 136(25): 47675. [3] Xiaojiang Yang, Jincheng Mao,Wenlong Zhang, Heng Zhang, Yang Zhang,Chong Zhang,Dong Ouyang,Qiang Chen,Chong Lin,Jinzhou Zhao.Tertiary cross-linked and weighted fracturing fluid enables fracture stimulations in ultra high pressure and temperature reservoir.[J]. Fuel, 2020, 268: 117222. [4] 荆江录,屈刚,魏慧蕊,闫杰,陈效领,鱼文军,李帅帅. 苏里格气田压裂返排液重复利用技术[J]. 新疆石油天然气,2021,17(04):36-40. [5] 李帅帅,杨育恒,陈效领,鱼文军,丁士辉. 吉木萨尔页岩油压裂返排液再利用技术[J].油田化学,2022,39(02):258-262. 2) 专利

[1] 高矿化度盐湖水配制的压裂液及其制备方法 ZL 201811352621.0

[2] SPHERICAL ORGANIC NANO BORON CROSSLINKER WITH PAMAM CORE
AND PREPARATION METHOD THEREOF,AND GEL FRACTURINGFLUID

US 11655412B2

[3] 一种酸性压裂液及其制备方法和应用 ZL 202010504121.5

[4] 一种耐盐型有机硼铬交联剂、其制备方法及应用 ZL 201810312593.3

3) 标准规范

[1] 压裂用破胶剂 氧化剂类 XZ-PJJ Q/SY XZ0103-2021

[2] 压裂用杀菌剂 铵盐类 XZ-SJJ Q/SY XZ0105-2021

[3] 压裂用交联剂 抗盐型有机硼 XZ-JLJ Q/SY XZ0102-2021

本人声明：

本人知晓并同意以上授权专利、软件著作权、技术秘密、论文作为申报 2023 年度新疆维吾尔自治区科技进步三等奖 的支撑材料，且仅用于 高含盐油田水连续混配胍胶压裂液技术及规模化应用 项目、并对此申报奖项中的排名或不在排名之列无异议。

本人知晓该项目获奖后、该知识产权不得作为今后申报同类奖项的支撑材料的规定。

知识产权名称	类别	发明人/编写人/作者名单	签字
高矿化度盐湖水配制的压裂液及其制备方法	专利	陈效领、魏慧蕊、姜杨、景江	陈效领 魏慧蕊 姜杨 景江
SPHERICAL ORGANIC NANO BORON CROSSLINKER WITH PAMAM CORE AND PREPARATION METHOD THEREOF, AND GEL FRACTURING FLUID	专利	Jincheng Mao, Jinhua Mao, Xiaojiang Yang, Chong Lin, An Chen, Sikai Dai	毛金成 戴恩凯 杨小红 陈安 林冲 毛金成
一种酸性压裂液及其制备方法和应用	专利	胡静茹、许增昊、王立坤、高大炜、贾小博、刘继阳	胡静茹 许增昊 王立坤 高大炜 贾小博 刘继阳
一种耐盐型有机硼络交联剂、其制备方法及应用	专利	张维中、高鹏、王凤娟、陆微微、孙真真、寇瑶	张维中 高鹏 王凤娟 陆微微 孙真真 寇瑶
Study of crosslinker size on the rheological properties of borate crosslinked guarum	论文	Jinhua Mao, Jincheng Mao, Baiyan Liu, Yachen Xiao, Xiaojiang Yang, Chong Lin, Quanhang Wang, Quan Zhan	毛金成 白亚巨 魏恩 杨小红 刘敏延 林冲 汪金航 毛金成

Improved fracturing fluid using: Organic amino boron composite crosslinker with B N covalent bond	论文	Zhaoyang Zhang, Jincheng Mao, Tianxing Han, Bo Yang, Wei Xiao	张朝阳 曹恩浩 杨波 曹伟 毛金成
Tertiary cross-linked and weighted fracturing fluid enables fracture stimulations in ultra high pressure and temperature reservoir	论文	Xiaojiang Yang, Jincheng Mao, Wenlong Zhang, Chong Zhang, Dong Ouyang, Qiang Chen, Chong Lin, Jinzhou Zhao;	杨小红 张文龙 张冲 陈强 毛金成 刘金州 刘强 林冲
吉木萨尔页岩油压裂液返排液再利用技术	论文	陈效领、鱼文军、丁士辉	陈效领 鱼文军 丁士辉
苏里格气田压裂返排液重复利用技术	论文	荆江录、屈刚、陈效领、魏慧蕊、闫杰、鱼文军	荆江录 屈刚 魏慧蕊 陈效领 闫杰 鱼文军
压裂用破胶剂 氧化剂 XZ-PJJ	标准	蒋双洋、李聿余、徐传友、王晗	蒋双洋 李聿余 徐传友 王晗
压裂用杀菌剂 铵盐类 XZ-SJJ	标准	王渊、孙建萧、徐传友、李聿余、许红燕	王渊 孙建萧 李聿余 徐传友 许红燕
压裂用交联剂 抗盐型有机硼 XZ-JLJ	标准	荆江录、尹邦国、罗磊、曾从良、李聿余	荆江录 尹邦国 李聿余 罗磊 曾从良

公示期自 2023 年 8 月 15 日至 2023 年 8 月 22 日，共计 7 天。在公示期内，如有异议，请以书面形式向科技与信息部反映并署真实姓名。

联系人：赵逸伟

联系电话：0990-6633085

邮箱：2021591009@cupk.edu.cn

科技与信息部
2023 年 8 月 15 日