

屈撑囤-项目情况简介（省科技进步奖一等奖）

1、项目名称

石油生产含油类固废资源化无害化处理关键技术与工业应用

2、主要完成人

屈撑囤、鱼涛、李兴春、谢水祥、杨博、吴立刚、何蕙利、邵志国、李金灵、任雯、李志、贾剑平、胡海杰、黄体校、刘修和

3、提名单位

西安石油大学

4、提名意见

石油石化生产过程中会产生大量大罐沉降污泥、落地油泥等含油污泥，产量达 1200 吨/年，对其减量化、资源化和无害化处理迫在眉睫。西安石油大学与中国石油集团安全环保技术研究院有限公司等合作，以石油生产、炼制等过程产生的各类油泥为研究对象，在国家、省市、企业等多项课题的持续支持下，创建了高乳化、高稳定性含油污泥分质处理的颗粒级配和界面调控新方法，攻克高黏度废液精准去除 2~10 μm 细微劣质固相的瓶颈，污泥减量化率高于 86%，废弃油基泥浆中油回收率高于 99%，实现了含油污泥的减量化处理；开发了基于改性粘土的含油污泥热解催化剂，污泥中的油回收率较常规技术的 75% 提高到 86%，热解温度、处理时间分别降低 50~80℃、1.5~2h，显著降低了热解处理过程的能耗、提高了污泥中的油回收率及装备热解处理效率，实现了含油污泥的资源化处理；开发了耦合热解处理装备的集防粘结、炉温梯度控制及尾气达标处理的含油污泥高温热氧化成套处理装备，处理后热解残渣（含油污泥）含油率低于 0.3% 并实现了其中重金属的稳定化，实现了含油污泥的无害化处理。

至 2024 年底，成果在塔里木、长庆等国内外油气田等得到应用，处理污泥 335 万吨，回收原油 15 万吨，产生效益 31.65 亿元（近三年 29.13 亿元），获授权专利 72 件（发明专利 42 件、美国/日本等专利 8 件），发表论文 140 篇（SCI/EI 收录 74 篇），出版专著 8 部，制定行团体、地方及行业标准共 5 项，成果整体居国际先进水平、部分居国际领先水平，显著推动了行业环保技术进步，经济、社会和环境效益显著。

鉴于该成果的创新性及产生的显著效益，特推荐“石油生产含油类固废资源

化无害化处理关键技术与工业应用”成果申报陕西省科技进步一等奖。

5、项目简介

本成果以污泥资源化与无害化处理为目标，开发了污泥分质处理关键技术与装备，形成了含油污泥热解-高温热氧化协同处理技术并进行了工业应用，契合了习近平生态文明思想在油气田开发中的要求、油气开发与生态环境保护协调发展的国家战略需求。

主要创新工作：创建了高乳化、高稳定性含油污泥分质处理的界面调控/颗粒级配新方法，研发了劣质固相靶向去除和中性破胶分离新技术，攻克高稳定性污泥减量化难的瓶颈。发明了废弃油基泥浆环保型可逆转换除油新材料，构建了含油污泥调质减量化、低温催化热解和高温热氧化的梯级协同处理新工艺，在含油固废处理难、资源化率低方面取得突破。开发了集防粘结、炉温梯度控制的含油污泥高温热氧化处理装备，与热解处理装备耦合，创建了含油类固废无害化处理成套装备。

至 2024 年底，成果在塔里木、长庆等国内外油气田成功应用，处理污泥 335 万吨，回收原油 15 万吨，产生效益 31.65 亿元（近三年 29.13 亿元），获授权专利 72 件（发明专利 42 件、美国/日本等专利 8 件），发表论文 140 篇（SCI/EI 收录 74 篇），出版专著 8 部，制定行团体、地方及行业标准共 5 项，成果整体居国际先进水平，部分居国际领先水平，显著推动了行业环保技术进步，经济、社会和环境效益显著。

6、客观评价

2021 年 11 月 20 日，中国石油和化学工业联合会组织有关专家通过视频会议形式对西安石油大学、中国石油集团安全环保技术研究院有限公司等完成的“含油污泥热解—高温热氧化协同处理关键技术与工业应用”成果进行了科技成果鉴定。以任洪强院士为主任委员的鉴定委员会一致认为，该成果创新了油泥减量化、低温催化热解和高温热氧化的梯级协同处理工艺技术，集成化应用达到国际先进水平。

2023 年 5 月 14 日，中国石油和化学工业联合会组织有关专家对中国石油集团安全环保技术研究院有限公司等完成的“油田开发环保钻井液与钻井液废弃物资源化利用与装备”成果进行了科技成果鉴定。以孙金声院士为主任委员的鉴定

委员会一致认为，该成果达到国际先进水平，其中钻井液劣质固相靶向分离、中性破胶技术等居国际领先水平。

2025 年 6 月 14 日，中国化工学会组织专家对西安石油大学等单位完成的“油气田采出液及含油污泥低碳资源化处理关键技术与产业化”进行了成果鉴定，孙金声和李景虹院士等专家一致认为，该成果达到国际先进水平，其中含油污泥低温催化热解-高温热氧化协同处理技术居国际领先水平。

7、应用情况

截止 2024 年底，该成果在塔里木、长庆等国内外油气田成功应用，处理污泥 335 万吨，回收原油 15 万吨，产生效益 31.65 亿元（近三年 29.13 亿元）。2021-2023 年期间，在厄瓜多尔、乍得、南苏丹等“一带一路”沿线国家推广应用 206 口井，累计处理水基固废 28.25 万 m³，油基固废 0.78 万 m³，回用油基钻井液 0.2 万 m³。主要应用单位情况如下表：

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/电话
1	塔里木油田	含油污泥热氧化处理装备	轮南站、塔中站及沙雅站污泥，300 t/d	2017-2024	李志
2	长庆石化	界面调控技术	长庆石化浮渣，20 t/d	2020.10-2020.12	罗茂强
3	玉门炼厂	界面调控技术	玉门炼厂老化油，2 t/d	2020.07-2020.11	杨世豪
4	长庆油田	含油污泥热解处理装置	采油三厂落地油泥、罐底泥、零散落地油泥等，	2014.11-2021.12	王晓东
5	华北及大港油田	含油钻井废物处理减量与无害化技术	含油钻井废弃物、含油废泥浆、含油钻屑等	2016-2019	卜绍锋

8、主要知识产权和标准规范等目录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	一种可控·OH 自由基协同降解处理含多糖类聚合物污水的方法	中国	ZL201910600881.3	2021-11-12	第4791610号	西安石油大学	屈撑囤/1; 鱼涛/2; 李金灵/3; 杨博/4
2	发明专利	METHOD FOR SYNERGISTIC DEGRADATION TREATMENT OF POLYSACCHARIDE-CONTAINING POLYMER WASTEWATER BY CONTROLLABLE ·OH RADICAL	美国	US 11987513 B2	2024-5-21	US011987513B2	XI' AN SHIYOU UNIVERSITY, Shaanxi (CN)	Jinling Li/1; Tao Yu/2; Bo Yag/3; Chengtun Qu/4
3	发明专利	一种基于芬顿氧化失稳与垢吸附加重耦合的废弃钻井泥浆脱水的方法	中国	ZL201910342072.7	2021-10-22	第4741945号	西安石油大学;南京泓远环保科技有限公司	鱼涛/1; 屈撑囤/2; 李金灵/3; 杨博/4
4	发明专利	一种含油污泥低温催化热解方法	中国	ZL201410550973.2	2015-09-16	第1793265号	西安石油大学	李金灵/1; 屈撑囤/2; 杨鹏辉/3; 杨博/4

5	发明专利	一种深井聚磺钻井液废弃泥浆及岩屑的处理装置	中国	ZL2017104255819.6	2019-04-16	第3338891号	巴州山水源工程技术有限公司;西安石油大学	吴立刚/1; 唐慧英/2; 屈撑囤/3
6	发明专利	一种深井聚磺钻井液废弃泥浆及岩屑的处理方法	中国	ZL201710425759.8	2019-04-19	第3341066号	巴州山水源工程技术有限公司;西安石油大学	唐慧英/1; 吴立刚/2; 屈撑囤/3
7	发明专利	一种水基钻井液钻屑的处理剂及其制备方法	中国	ZL201810397484.6	2020-09-04	第3969465号	中国石油天然气集团有限公司; 中国石油集团安全环保技术研究院有限公司	谢水祥/1; 许毓/2; 孙静文/3; 李兴春/4; 任雯/5; 仝坤/6; 张明栋/7; 刘晓辉/8; 李树森/9
8	发明专利	一种聚磺钻井废弃物无害化剂及其制备方法与应用	中国	ZL201710701578.3	2020-07-10	第3881308号	中国石油天然气集团公司; 中国石油集团安全环保技术研究院	谢水祥/1; 任雯/2; 孙静文/3; 仝坤/4; 许毓/5; 张明栋/6; 刘晓辉/7; 李树森/8
9	发明专利	水基钻井废弃物无害化处理装置及方法和用途	中国	ZL201810101299.8	2020-10-09	第4018567号	中国石油天然气集团有限公司	任雯/1; 谢水祥/2;

						号	司； 中国石油集团 安全环保技术 研究院	全坤/3； 邓皓/4； 刘光全/5； 许毓/6； 张明栋/7； 刘晓辉/8； 孙静文/9； 李树森/10
10	发明专利	制御可能な・OHフリーラジカ ルの相乗作用に よる多糖類 ポリマー含有汚水の分解処理 方法	日本	7162 378	2022-10 -20	2021-54 0827	西安石油大学	楊博/1； 魚涛/2； 李金靈/3
11	发明专利	一种水基废弃钻井液电化学吸 附处理装置及其工艺	中国	ZL2017108 04281.X	2020-09 -08	第 3975297 号	中国石油天然 气集团公司； 中国石油集团 安全环保技术 研究院	任雯/1； 谢水祥/2； 孙静文/3； 全坤/4； 许毓/5； 张明栋/6； 刘晓辉/7； 李树森/8
12	发明专利	一种含油污泥基颗粒化燃料及 其制备方法	中国	ZL2020106 27833.6	2024-02 -06	第 6685401 号	西安石油大 学；陕西亿佳 瑞能源科技有 限公司；陕西 绿色能源 有限公司	鱼涛/1； 屈撑囤/2； 张乐/3； 蔡乾锋/4； 陈磊/5； 胡海杰/6； 李金灵/7； 杨博/8

13	发明专利	一种含油污泥型煤成型设备	中国	ZL201710104388.3	2018-07-17	第3002503号	西安石油大学	王凤超/1; 屈撑囤/2; 鱼涛/3
14	发明专利	一种油田污水配制聚合物溶液粘度的保持方法及装置	中国	ZL202410411894.7	2024-06-28	第7147254号	克拉玛依市三达新技术股份有限公司	丁伟杰/1; 马超/2; 邓焱伟/3; 何惠利/4; 贾剑平/5; 谭超/6; 杨天宇/7; 王晶/8; 石锐/9; 李荣/10
15	发明专利	一种以聚磺钻屑为原料的免烧砌块及其制备方法	中国	ZL201610647812.4	2018-05-04	第2910701号	中国石油天然气股份有限公司	邓皓/1; 刘光全/2; 黄山红/3; 任雯/4; 张明栋/5
16	发明专利	一种含四氢吡喃环的可逆转换除油剂及其制备方法与应用	中国	ZL201710628815.8	2021-08-31	第4651580号	中国石油天然气集团公司; 中国石油集团安全环保技术研究院	孙静文/1; 谢水祥/2; 邓皓/3; 全坤/4; 张明栋/5; 刘晓辉/6; 任雯/7; 李树森/8

9、主要完成人情况

序号	完成人	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目的贡献
1	屈撑囤	无	二级教授	西安石油大学	西安石油大学	创建了含油污泥分质处理的颗粒级配和界面调控新方法，构建了含油污泥调质减量化、低温催化热解和高温热氧化的梯级协同处理技术新工艺，开发了集防粘结、炉温梯度控制及尾气达标处理的含油污泥热解-高温热氧化成套处理装备。
2	鱼涛	系主任、专业负责人	副教授	西安石油大学	西安石油大学	发明了废弃钻井泥浆高效脱水技术、含油污泥基颗粒化燃料制备技术，参与开发了含油污泥调质减量化、低温催化热解和高温热氧化的梯级协同处理技术新工艺及装备，并推动工业化应用。
3	李兴春	国家重点实验室主任	教授级高工	中国石油集团安全环保技术研究院有限公司	中国石油集团安全环保技术研究院有限公司	发明了“溶胶-悬浮体”钻井废液中劣质固相电化学定向富集与去除方法及装备，创新了一种中长碳链分子新型可逆转换收油剂，并推动产业化应用。
4	谢水祥	副所长	教授级高工	中国石油集团安全环保技术研究院有限公司	中国石油集团安全环保技术研究院有限公司	参与发明了“溶胶-悬浮体”钻井废液中劣质固相电化学定向富集与去除方法及装备，创新了一种中长碳链分子新型可逆转换收油剂，并推动产业化应用。
5	杨博	无	副教授	西安石油大学	西安石油大学	参与开发含油污泥调质减量化技术、低温催化热解技术，并推动整体技术成果转化及工业应用。
6	吴立刚	总工程师	工程师	巴州山水源工程技术有限公司	巴州山水源工程技术有限公司	发明了高温热氧化处理技术与装备，主持现场工业应用。
7	何蕙利	副总经理	工程师	克拉玛依市三达新技术股份有限公司	克拉玛依市三达新技术股份有限公司	参与开发了含油污泥热解残渣回用技术与装备，并促进整体技术的工业推广与应用。

8	邵志国	无	高级工程师	中国石油集团安全环保技术研究院有限公司	中国石油集团安全环保技术研究院有限公司	参与发明了含油污泥热脱附处理装置及系统，并推动现场应用及技术推广工作。
9	李金灵	无	教授	西安石油大学	西安石油大学	发明了低温热解催化剂，参与建立了含油污泥低温热解处理技术，参与含油污泥高温热氧化处理残渣性质分析工作。
10	任雯	无	高级工程师	中国石油集团安全环保技术研究院有限公司	中国石油集团安全环保技术研究院有限公司	发明了研发了劣质固相靶向去除和中性破胶分离新技术，创新了一种中长碳链分子新型可逆转换收油剂，推动整体技术成果转化与工业应用。
11	李志	总经理	其他	巴州山水源工程技术有限公司	巴州山水源工程技术有限公司	主要负责该技术在塔里木推广应用及处理装备的技术改进。
12	贾剑平	副总经理	工程师	克拉玛依市三达新技术股份有限公司	克拉玛依市三达新技术股份有限公司	参与开发了含油污泥热解残渣回用技术与装备，并促进整体技术的工业推广与应用。
13	胡海杰	总经理	中级	陕西致远思源环保科技有限公司	陕西致远思源环保科技有限公司	参与含油污泥低温催化热解处理技术研究，推动整体技术成果转化与工业应用。
14	黄体校	总经理	工程师	延川县永盛达固体废物处置有限公司	延川县永盛达固体废物处置有限公司	协助完成了单套处理能力达 600t/d 的撬装式钻井泥浆装备的制造，参与完成含油污泥处理设备的运营和技改工作，推动整体技术成果转化与工业应用。
15	刘修和	副总经理	工程师	延川县永盛达固体废物处置有限公司	延川县永盛达固体废物处置有限公司	协助完成了单套处理能力达 600t/d 的撬装式钻井泥浆装备的制造，参与完成含油污泥处理设备的运营和技改工作，推动整体技术成果转化与工业应用。

10、主要完成单位及创新推广贡献

排序	完成单位	对本项目的贡献
1	西安石油大学	<p>1、创建了高乳化、高稳定性含油污泥分质处理的颗粒级配和界面调控新方法。开发了含油污泥减量化处理药剂体系及工艺，应用于大罐沉降污泥、炼厂浮渣及老化油减量化过程，减量化后污泥含水率低于 60%。</p> <p>2、构建了含油污泥减量化、低温催化热解和高温热氧化的梯级协同处理技术新工艺，满足了减量化、资源化和无害化处理要求。发明了含油污泥低温催化热解催化剂，在催化剂加量为 1%时，热解温度较常规技术降低了 50~80℃,处理时间由 4h 以上缩短至 2~2.5h，可回收含油污泥中 86%以上的石油资源；发明了含油污泥高温热氧化处理技术，处理后残渣的含油率低于 0.3%，浸出液 COD、色度分别低于 50mg/L、30°。</p> <p>3、开发了集防粘结、炉温梯度控制及尾气达标处理的含油污泥高温热氧化成套处理装备。开发了单套处理能力达到 400t/d 的高温热氧化处理成套装备，实现了处理过程热能的综合利用，处理后残渣的含油率降至 0.3%以下。</p> <p>截止 2024 年底，获授权专利 37 件（其中：中国发明专利 10 件、国际专利 8 件），发表学术论文 83 篇(其中：SCI/EI 收录 20 篇，中文核心收录 30 篇），培养硕士研究生 19 人，建设了“石油石化污染控制与处理”等国家、省重点实验室各 1 个，研究成果通过中国石油和化学工业联合会等部门成果鉴定，达到国际先进水平，经济、社会和环境效益显著。</p>
2	中国石油集团安全环保技术研究院有限公司	<p>1、研发了劣质固相靶向去除和中性破胶分离新技术，创新了一种中长碳链分子新型可逆转换收油剂，开发了含油污泥热解处理催化药剂体系及工艺，污泥热解处理后油回收率高于 86%，回收油的凝固点低于 30℃。</p> <p>2、完成了含油污泥低温催化热解处理工业实验与应用，处理后残渣的含水率低于 0.3%，含油率低于 2%。</p> <p>3、协助开发了含油污泥热解成套处理装备。</p> <p>参与完成的“含油污泥催化热解-高温热氧化协同处理技术与工业应用”成果通过了中国石油天然气集团有限公司科技管理部、中国石油和化学工业联合会成果鉴定，达到国际先进水平，经济、社会和环境效益显著。</p>

3	巴州山水源工程技术 有限公司	<p>1、协助发明高温热氧化的梯级协同处理技术新工艺，满足了污泥无害化处理要求。</p> <p>2、协助开发了集防粘结、炉温梯度控制及尾气能够达标处理且单套处理能力达到400t/d 含油污泥高温热氧化成套处理装备。完成并主持3套装备投产与应用，处理后残渣的含油率降至0.3%以下。</p> <p>截止2024年底，共处理污泥超过91.42万吨。研究成果通过了中国石油和化学工业联合会科技成果鉴定，达到国际先进水平，经济、社会和环境效益显著。</p>
4	克拉玛依市三达新技术股份 有限公司	<p>1、协助完成了高乳化油泥调质减量化、污泥低温催化热解现场中试实验，提供了实验场地、人员、设备和技术指导。</p> <p>2、参与完成了含油污泥（热解残渣）颗粒化燃料制备、清洁焚烧工业化实验，其处理后尾气、残渣污染均在国家环境标准控制范围之内，为含油污泥的资源化利用探索了新的路径。</p> <p>3、积极推动“含油污泥催化热解-高温热氧化协同处理技术与工业应用”成果转化与工业应用。</p>
5	陕西致远思源环保科技 有限公司	<p>1、协助开发了含油污泥低温催化热解、高温热氧化的梯级协同处理工艺，满足了污泥无害化处理要求。</p> <p>2、协助开展了含油污泥热解残渣制备颗粒化燃料技术与工艺的现场应用与技术推广。</p>
6	延川县永盛达固体废物处置 有限公司	<p>1、协助开展了废弃钻井泥浆减量化技术与工艺现场应用、技术改造、装备优化工作。</p> <p>2、协助开展了含油污泥热解残渣制备颗粒化燃料技术与工艺的现场应用与技术推广。</p>

11、完成人合作关系说明

成果完成单位由大学、研究院、企业联合组成产学研用团队，西安石油大学为项目总负责单位，主要进行含油污泥/废弃钻井泥浆深度减量化工艺技术及药剂体系、低温催化热解处理催化剂及催化处理工艺、热解残渣深度氧化处理与残渣资源化利用工艺与技术开发；中国石油集团安全环保技术研究院有限公司主要负责工艺优化、装备开发与应用；巴州山水源工程技术有限公司等主要开展现场应用及技术成果区域产业推广工作。