

# 山东省科学技术奖提名公示内容-科技进步奖

(2021 年度)

## 一、项目名称

油田作业废水（液）细颗粒污染物强化分离技术开发及应用

## 二、提名者

东营市科学技术局

## 三、提名意见

油田每年需处理大量油田采出水和作业废液，且污水水质日趋复杂。该项目针对油田作业废水（液）微细粒径油滴和悬浮固体分离的技术难题，提出了多物理方法协同强化气浮法和微泡破胶强化絮凝方法以及煤基材料功能化表面改性吸附-富集净水方法；研制了规模化多物理方法协同强化气浮关键设备及荷叶型粗粒化填料，开发了氧化破胶、梯级絮凝一体化反应器；提出了破乳与吸附协同作用的破乳剂分子设计新思路，采用表面枝接聚合法制备负载型聚醚聚季铵盐反相破乳剂，提高了破乳及油水分离效果；开发了聚合物驱采出水、钻井平台洗井水气浮新工艺，开发了油田作业废液微泡破胶絮凝-破稳分离-动态床滤处理工艺；技术与装备推广到化工废水预处理领域，开发了制药工艺废水和含有机硅油废水多物理方法协同强化气浮预处理工艺。建立了包括核心技术、关键材料设备和优化工艺在内具有自主知识产权的技术体系，已成功应用于油田聚合物驱采出水、钻井平台洗井水、油田作业废液、化工制药废水与矿山选矿用水处理工程实践中，社会、环境与经济效益显著。

本项目授权发明专利 12 件，发表论文 40 篇。经专家鉴定多物理方法协同强化气浮分离技术达到国际领先水平，本项目技术成果对实现油田采出水、钻井平台洗井水和化工制药废水等的绿色、高效、低成本处理，打赢污染防治攻坚战，支撑了“一带一路”沿线国家油气开发与合作具有重要意义。

提名该项目为山东省科学技术进步奖二等奖。

## 四、提名等级

山东省科学技术进步奖二等奖

## 五、项目简介

油田通过发展三次采油技术及根据生产需求采取压裂、酸化等作业措施来提高原油采收率，保障原油增产稳产，同时也产生了大量油田采出水和作业废液。我国每年约需处理10亿 $m^3$ 油田采出水以及点多面广、排量变化大的油田作业废液，而且水质日趋复杂。油田采出水呈现微细粒径油滴含量高、含油乳化程度高以及油水密度差小等特性，油田作业废液微细粒径悬浮固体含量高、成分复杂多变，导致处理难度大。颗粒物粒径越小，越难从废水（液）中分离，常规的分选方法已经不适用微细颗粒物的去除，这就需要通过过程耦合与外场协同强化分离，提高分离效率和精度。因此，基于过程强化的油田采出水和作业废液处理设备及工艺已成为提高原油采收率的重要保障条件。本项目历经十余年技术攻关，取得如下技术创新：

1、提出了多物理方法协同强化气浮法、微泡破胶强化絮凝法以及煤基材料功能化表面改性吸附-富集净水方法，实现微米、亚微米级污染物有效分离。

2、研制了多物理方法协同强化气浮设备和氧化破胶、梯级絮凝一体化反应器，配套开发了荷叶型粗粒化填料并用气浮设备中。

3、提出了破乳与吸附协同作用的破乳剂分子设计新思路，采用表面枝接聚合法制备负载型聚醚聚季铵盐反相破乳剂。

4、开发了聚合物驱采出水、钻井平台洗井水以及制药工艺废水优化气浮处理工艺，开发了油田作业废液微泡破胶絮凝-破稳分离-动态床滤处理工艺。

5、相关技术与设备已应用于油田聚合物驱采出水、钻井平台洗井水、油田作业废液处理以及化工制药废水处理等工程实践中，取得了良好的社会、环境与经济效益。

本项目授权发明专利 12 件，发表论文 40 篇。已应用于胜利油田（陆地、海上）、大庆油田、江苏化工园区等多家企业的油田作业废水（液）处理、化工废水预处理以及矿山作业用水处理中，并出口到“一带一路”国家。油田作业废水（液）细颗粒污染物强化分离技术及相关成果在油田采出水和作业废液处理以及化工废水预处理领域的推广应用，对油田采出水和作业废液处理以及化工废水预处理技术的发展具有推动作用，打赢污染防治攻坚战，支撑“一带一路”沿线国家油气开发与合作具有重要意义。

## 六、主要知识产权和标准规范等名录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	权利人	发明人
1	发明专利	一种含油污水的净化装置及分离方法	中国	ZL 2014 1 0217739.8	中国矿业大学	李小兵, 刘炯天 厉伟, 赵昌海
2	发明专利	一种微纳米泡发生装置及生成微纳米泡的方法	中国	ZL 2019 1 0650164.1	中国矿业大学	李小兵, 袁士焱 王志新
3	发明专利	一种聚结材料及制备方法	中国	ZL 2009 1 0230543.1	中石化石油工程设计有限公司(胜利油田胜利工程设计咨询有限责任公司)	曲险峰, 祝威 张建, 王增林 桂召龙, 姚明修 李毅, 谷梅霞
4	发明专利	一种复合流强化浮选分离装置及方法	中国	ZL 2019 1 0354534.7	中国矿业大学	张海军, 刘炯天 闫小康, 王利军 曹亦俊, 刘清侠 李丹龙, 李臣威
5	发明专利	一种高含硫低渗透油藏采出污水处理方法及装置	中国	ZL 2010 1 02265734.1	中石化石油工程设计有限公司(胜利油田胜利工程设计咨询有限责任公司)	王海峰, 王增林 张建, 祝威 桂召龙, 刘娜 董健, 谷梅霞 尚明华
6	发明专利	一种用于油田采出水处理的多级可调间距改性聚结填料	中国	ZL 2013 1 0566026.8	中石化石油工程设计有限公司	丁慧, 张建 马涛, 黄文升 王栋, 杨燕平 李景芳
7	发明专利	一种三元复合驱采出水负载型反相破乳剂及其制备方法	中国	ZL 2017 1 0436917.X	中国矿业大学	李小兵
8	发明专利	一种三元复合驱采出水负载型反相破乳剂的使用方法	中国	ZL 2017 1 0520549.7	中国矿业大学	李小兵
9	发明专利	一种油田采出水处理工艺	中国	ZL 2014 1 0256309.7	中国矿业大学	李小兵, 刘炯天 冉进财, 赵昌海
10	发明专利	一种石化废水深度处理工艺	中国	ZL 2014 1 0848572.5	中国矿业大学	李国胜, 王永田 高丽慧, 孙浩 李树磊, 张海军

## 七、主要完成人情况

排名	姓名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目的贡献
1	李小兵	无	研究员	中国矿业大学	中国矿业大学	项目总负责人,对本项目的创新点 1~5 作出创造性贡献。
2	张 建	首席专家	教授级高工	中石化石油工程设计有限公司	中石化石油工程设计有限公司	主要参研参试人员,对本项目创新点 4、5 作出创造性贡献。
3	张海军	院长	研究员	中国矿业大学	中国矿业大学	主要参研参试人员,对本项目创新点 1、2 作出创造性贡献。
4	李增强	能源环境办公室副经理	高工	中石化胜利油田分公司	中石化胜利油田分公司	主要参研参试人员,对本项目创新点 5 作出创造性贡献。
5	徐宏祥	无	副教授	中国矿业大学(北京)	中国矿业大学(北京)	主要参研参试人员,对本项目创新点 4 作出创造性贡献。
6	陈国龙	副总经理	高工	中石化石油工程设计有限公司	中石化石油工程设计有限公司	主要参研参试人员,对本项目创新点 5 作出创造性贡献。
7	桂召龙	部门经理	高工	中石化石油工程设计有限公司	中石化石油工程设计有限公司	主要参研参试人员,对本项目创新点 4、5 作出创造性贡献。
8	李 越	无	工程师	山东省地矿工程勘察院	山东省地矿工程勘察院	主要参研参试人员,对本项目创新点 4 作出创造性贡献。
9	李 毅	部门副经理	高工	中石化石油工程设计有限公司	中石化石油工程设计有限公司	主要参研参试人员,对本项目创新点 4 作出创造性贡献。

## 八、主要完成单位情况

完成单位排序	完成单位名称	单位性质	所在地	对本项目贡献
1	中石化石油工程设计有限公司	国有企业	山东东营	项目牵头单位,提出项目总体方案,组织项目工程实施和应用。
2	中国矿业大学	高等院校	江苏徐州	对本项目的创新点 1~5 作出创造性贡献。
3	中国矿业大学(北京)	高等院校	北京市	对本项目的创新点 4 作出创造性贡献。
4	山东省地矿工程勘察院	国有企业	山东济南	负责本项目技术与设备推广应用。