

编者按 为宣传环境工程学科优秀基础研究成果，推动相关研究成果向生态环境治理技术转化并实现工程应用与推广，《环境工程学报》特推出“环境工程学科基础研究领域亮点成果”系列专稿。本期刊登系列专稿的第 2 篇。欢迎相关领域研究者踊跃供稿。

文章栏目：环境工程学科基础研究领域亮点成果系列专稿

海洋重质油田生产水紧凑绿色处理技术原理及装备

在国家自然科学基金 (优秀青年科学基金项目 51722806、杰出青年科学基金项目 52025103) 等资助下，华东理工大学杨强团队在物理绿色破乳除油机制及装备方面取得重要进展。项目成果在渤海亿吨级重质油田平台建成了工程装置，破解了生产水制约高含水重质油田产能挖掘的瓶颈性难题，该团队负责人杨强教授获 2022 年科学探索奖 (能源环境领域)。

海洋油气资源开发是保障国家能源安全的重要举措。重质油田开采产生大体量生产废水，其中微细重质油滴、乳化油滴稳定存在，且含有沥青质、悬浮物、溶解性有机物等多元污染物成分，处理极为困难。针对此问题，该研究团队创建了油滴碰撞、聚并、破乳微观行为实时原位测试系统，明晰了受双电层静电斥力、短程水化力和空间位阻效应影响下水中油滴的聚并机制 (图 1)，发明了亲油纤维前驱油膜诱导油滴快速聚并新方法，油滴聚并时间由秒级缩短至毫秒级，同时发明了不采用化学絮凝剂的稠重石油烃的高效物理回收新方法。

该成果应用在海上亿吨级重质油田平台，设计处理量 $24\ 000\ \text{m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ (图 2)，实现了占地面积缩减 80%、油泥减量及油类资源回收，支撑平台增产原油超 $20\times 10^4\ \text{m}^3\cdot\text{a}^{-1}$ 。成套技术在海上平台关键参数的占地及处理量综合指标、吨水处理成本上处于国际领先技术水平，解决了苛刻条件下重质油田生产水处理难题，有力支撑了我国海洋油气能源的开发及海洋生态环境保护工作。

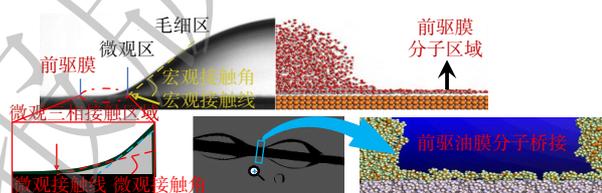


图 1 前驱油膜诱导油滴快速聚并微观机制

Fig. 1 Mechanism of rapid droplet coalescence induced by the precursor oil film on the oleophilic fiber



注：WHP即井口平台 (Wellhead Platform)，CEP即中心平台 (central equipment platform)，FPSO即浮式生产储油船 (floating production storage and offloading)，EPP即岸电平台 (electric power platform)，后续字母为标号。

图 2 海上工程装置

Fig. 2 the engineering equipment on offshore platform

(责任编辑:张利田,靳炜,金曙光)

供稿单位:国家自然科学基金委员会工程与材料科学部工程科学三处。

收稿日期:2023-02-21; 录用日期:2023-04-01