

网站地图 (<http://www.imech.cas.cn/serv/wzdt/>) |

联系我们 (http://www.imech.cas.cn/serv/lxfs/201212/t20121205_3698646.html) |

所内网 (<http://www.imech.cas.cn/serv/szxx/>) | 所内网 (<https://ioa.imech.ac.cn>) |



<https://mail.imech.cn/> | [English \(<http://english.imech.cas.cn/>\)](http://english.imech.cas.cn/)
中国科学院力学研究所
Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences

中国科学院 (<http://www.cas.cn/>)
(<http://www.imech.cas.cn/>)

Search



当前位置: [首页](#) (../..../) > [新闻动态](#) (../..../) > [科研进展](#) (../..../)

力学所在复杂多相强旋流场流动特性及应用研究取得 进

作者: 刘硕 2022-10-15 08:39

[【放大 缩小】](#)

海洋边际油田开发及海洋环境保护事关我国能源自主, 加大低品位资源开发力度符合国务院办公厅《新时代的中国能源发展》白皮书要求。目前, 以旋流分离为基本原理的气液分离技术已应用于采出液预处理中。该技术一般从液相牛顿流体的假定出发, 据此形成旋流分离原理设计的气液分离装置。但在实际生产中, 液相可能由于油品特性或化学药剂 (如聚合物等) 而呈现出非牛顿特性, 使传统的旋流分离不再准确适用, 急需探索非牛顿气液旋流分离原理以满足非常规油气资源及低品位油气采出液预处理的迫切需求。

为此, 力学所多相流及流固耦合课题组开展了非牛顿强旋流气液分离机理研究。通过调整表面活性剂浓度, 获取不同流变参数 (k 和 n) 的幂率流体, 开展气液强旋流场流动特性测试, 观测旋流场相分布及压力分布。同时结合LES湍流模型和混合多相流模型, 开展对应工况数值模拟, 细化表征流场参数分布, 分析流场旋流强度衰减规律。研究表明幂率流体参数影响旋流场气柱形状 (图1) 及截面速度压力分布的核心-环空形式; 衰减段旋流强度在对数坐标系下呈线性关系, 幂率指数 k 和 n 决定线性关系斜率和截距, 较大的 k 和 n 导致旋流强度衰减更快 (图2)。在国家自然科学基金 (No. 12102436) 和先导B (XDB22030101) 资助下, 相关

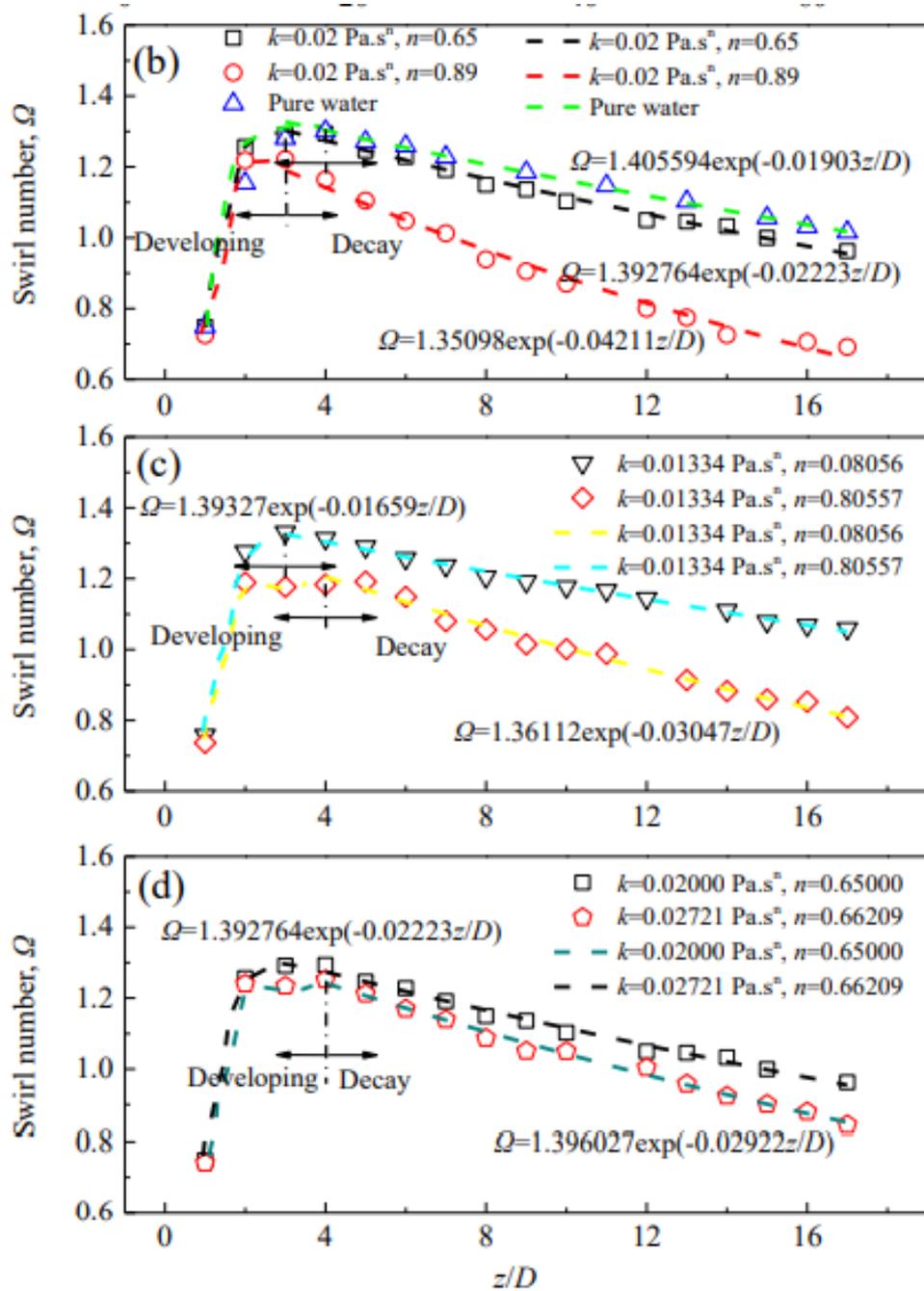
研究成果以 “An investigation of a gas-liquid swirling flow with shear-thinning power-law liquids”^[1] 为题发表于Physics of Fluids期刊，中科院力学所刘硕助理研究员为第一作者。

另一方面，海洋石油开发和海洋航运过程中可能发生油品泄漏事故，威胁个人和公共安全，对海洋生态环境造成严重破坏，需在短时间内快速回收溢油。受结构形式限制，目前传统的机械式撇油器（堰式、真空式、盘式等）难以快速高效回收海面溢油，急需从机理上突破，提高回收速度，改善回收效果。力学所多相流及流固耦合课题组基于旋流分离技术的积累，结合自由表面旋涡质点迁移运动特性提出一种新型溢油回收理念，即以自由表面旋涡富集油相以提高处理量，通过旋流分离浓缩回收的油水混合液以改善回收效果。以白油和渤海中质原油为溢油，开展原理性测试（图3）；同时进行数值模拟，细化自由表面旋涡区域内的相分布及速度分布规律，探究油品性质对回收特性的影响。研究揭示了自由表面旋涡区域形成及油相富集过程（图3），同时给出了不同油品的回收效率曲线（图4）。在国家自然科学基金（No. 12102436）和先导B（XDB22030101）的资助下，相关研究成果以 “Effect of oil properties on spilled oil recovery using a mechanism coupling surface vortices and cyclone separation”^[2] 发表于Ocean Engineering，中科院力学所刘硕助理研究员为通讯作者。



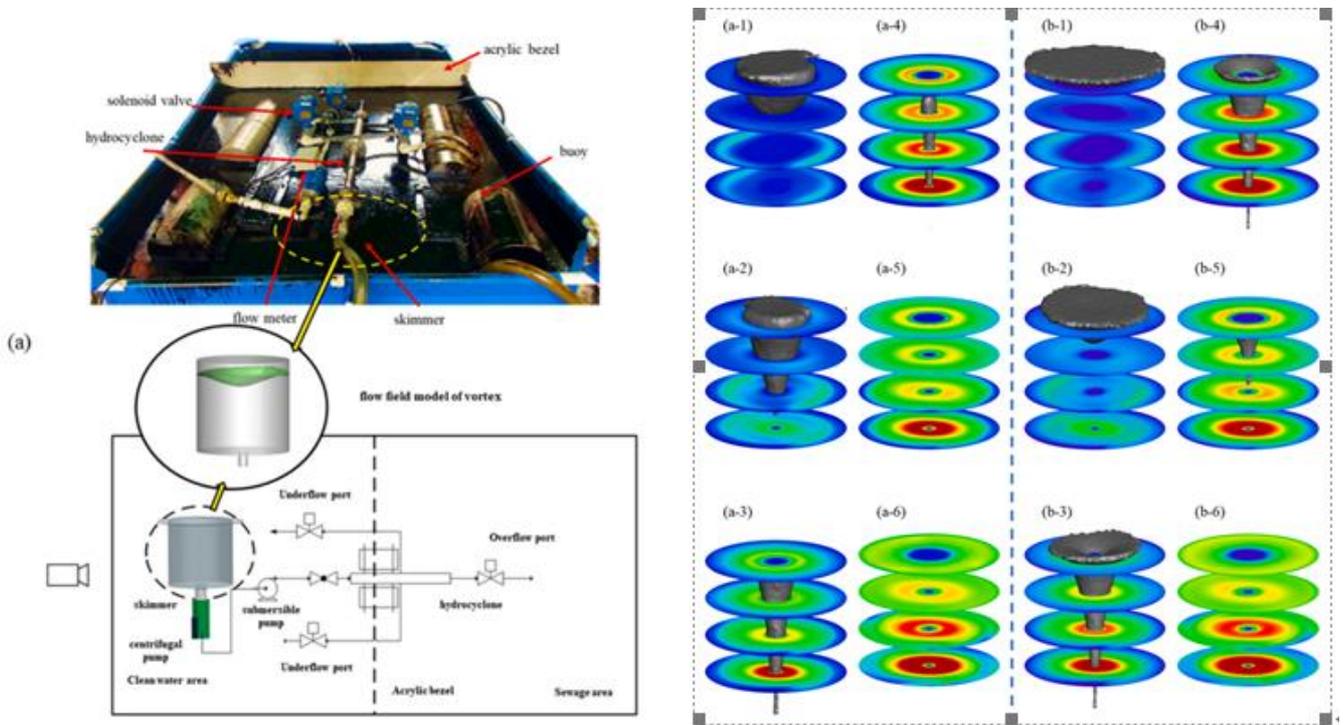
(./W020221015329298618958.png)

图1 不同幂率参数条件下的气柱形状 (a. $k=0.01337 \text{ Pa}\cdot\text{s}^n$, $n=0.08056$, $\alpha_{\text{giso}}=0.8$, $\text{Re}=25447$; b. $k=0.01337 \text{ Pa}\cdot\text{s}^n$, $n=0.08056$, $\alpha_{\text{giso}}=0.8$, $\text{Re}=6997$; c. $k=0.02 \text{ Pa}\cdot\text{s}^n$, $n=0.65$, $\alpha_{\text{giso}}=0.65$, $\text{Re}=5836$; d. $k=0.02 \text{ Pa}\cdot\text{s}^n$, $n=0.89$, $\alpha_{\text{giso}}=0.65$, $\text{Re}=3732$; e. 纯水, $\alpha_{\text{giso}}=0.65$, $\text{Re}=64280$)



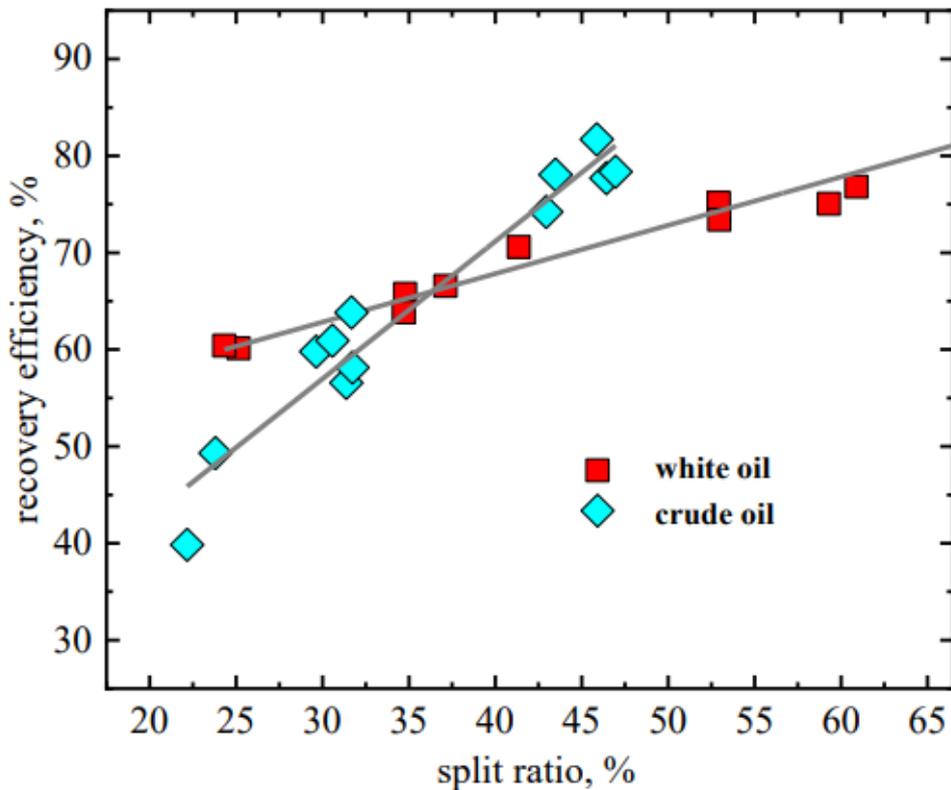
(./W020221015329298773870.png)

图2 不同幂率参数下的沿程旋流强度变化(b. $k=0.02 \text{ Pa}\cdot\text{s}^n$; c. $k=0.01334 \text{ Pa}\cdot\text{s}^n$; d. $k=0.2000 \text{ Pa}\cdot\text{s}^n$, $n=0.65$, vs. $k=0.02721 \text{ Pa}\cdot\text{s}^n$, $n=0.66209$)



(./W020221015329298845989.jpg)

图3 测试系统和油气水三相自由表面旋涡形成和发展历程 (原油: a-1 5s, a-2 6s, a-3 8s, a-4 9s, a-5 12s, a-6 17.5s; 白油: b-1 5s, b-2 6s, b-3 8s, b-4 9s, b-5 12s, b-6 17.5s)



(./W020221015329298954837.png)

图4 不同油品的回收效率曲线

论文链接:

[1] <https://doi.org/10.1063/5.0099895> (<https://doi.org/10.1063/5.0099895>)

[2] <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.112383>
(<https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.112383>)



中国科学院 (<http://www.cas.cn>)
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

中国科学院力学研究所 版权所有 京ICP备05002803号 京公网安备110402500049

地址: 北京市北四环西路15号 邮编: 100190

(<http://bszs.conac.cn/sitename?method=show&id=081D2D6355AD574EE053022819ACCBA7>)

