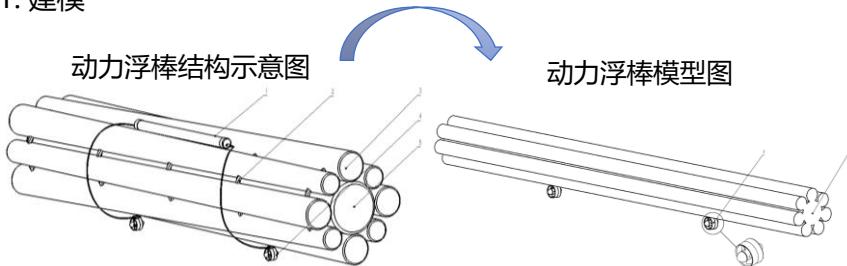


背景

- 1. **舷提网作业在秋刀鱼捕捞中占有重要地位**：秋刀鱼于2015年被北太平洋渔业委员会列为优先管理鱼种，主要捕捞国家和地区有中国，日本，俄罗斯，韩国，瓦努阿图和中国台北。秋刀鱼捕捞船只最多可达517艘，作业方式为舷提网的渔船占比不低于80%^[1]。
- 2. **被动式放网导致捕捞效率低**：传统舷提网作业主要依靠风和水流的作用，使船体和浮棒分开，网具难以快速展开，易附着船底，捕捞效率低。
- 3. **动力浮棒通过下部推进器提供动力**：利用遥控器发射信号，调节电机转速，使动力浮棒在避免舷提网缠绕下快速达到驶离船体侧面所需速度，推进结构增加动力能缩短单次放网时间，增加舷提网放网次数，从而提高捕捞效率。

材料与方法

1. 建模



1 电池与遥控集合装置；2 钢圈；3 竹子；4 推进器；5 浮芯；
1 推进器；2 一体化浮棒；

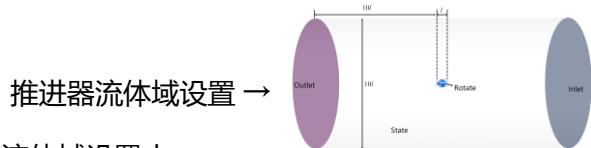
➢ 浮棒长 $L=4000\text{mm}$ ，直径 $D=380\text{mm}$ ；推进器两端点直径长 $L_t=127\text{mm}$ ，直径为 $D_t=100\text{mm}$ 。

2. 方程与仿真设置

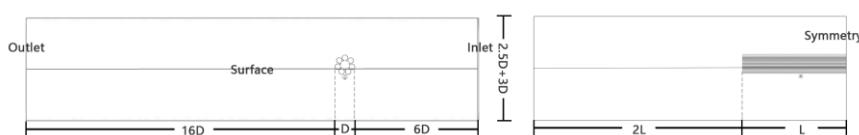
- 使用雷诺平均纳维-斯托克斯(RANS)方程模拟动力浮棒周围不可压缩粘性流场；
- 双相流 (VOF) 模型模拟浮棒在水面的运动；
- 运动参考系模拟旋转域运动；

	推进器	动力浮棒
网格类型	Poly-Hexcore 网格	Poly-Hexcore 网格
网格数量	93.3w	261.8w
湍流模型	Realizable $k - \epsilon$	SST $k - \omega$
转速范围	[500,3000] rev/min	[500,2600] rev/min

流体域设置

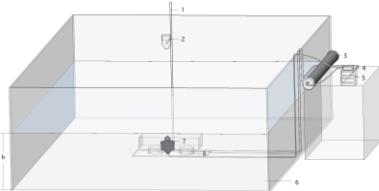


动力浮棒流体域设置 ↓



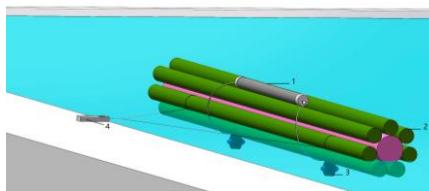
3. 实验设置

推进器转速与动力关系实验示意图



1 支架 2 转速测试仪 3 电池及遥控装置 4. 电压电流表 5. 显示器 6. 水箱 7. 推进器 8. 压力传感器

动力浮棒转速与动力关系实验示意图

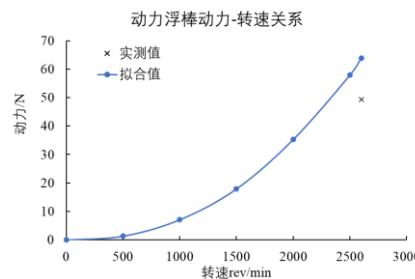
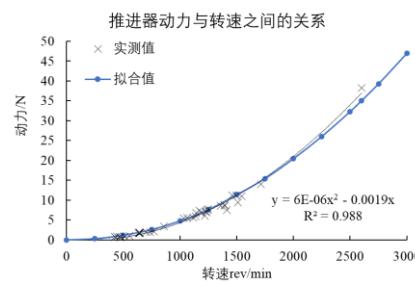


1. 电池及遥控装置 2. 浮棒 3. 推进器 4. 拉力计

➢ 电池容量为18AH。推进器电机负载转速为 $2600 \pm 8\%$ rev/min。

结果与讨论

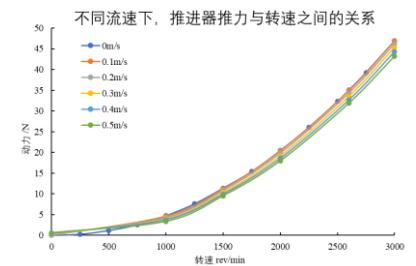
1. 模拟结果检验



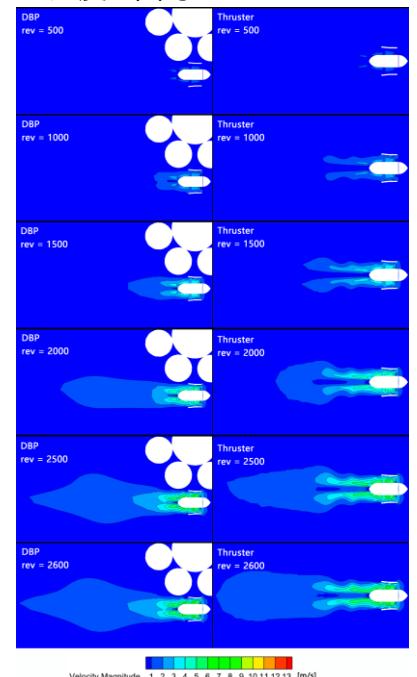
➢ 动力浮棒拟合值与实测值之间的误差较大 (29.4%)，可能的原因如下：

- 实验过程中的不可控因素导致的误差；
- 以推进器的额定负载转速作为动力浮棒动力达到最大时的转速导致的误差；

2. 流速对推进器推力的影响



3. 速度云图对比



DBP 动力浮棒 (左) 推进器 (右)

结论

- 使用Realizable $k - \epsilon$ 可以很好地拟合推进器的动力与转速之间的关系；
- 流速变化不大的情况下，推进器的推力变化幅度也不大；
- 推进器的载荷不同，其流场也会发生变化。

参考文献

[1] NPFC. Summary Footprint of Pacific Saury Fisheries[EB/OL]. (2023-08-14)[2023-11-06]. <https://www.npfc.int/summary-footprint-pacific-saury-fisheries>.