

基于Tracepro的秋刀鱼LED集鱼灯水下照度研究

乔敏 花传祥 朱清澄

1. 摘要

为使集鱼灯灯光得到更有效的利用，同时减少不必要的能源损耗，对集鱼灯进行合理配置。通过设计水箱模拟实验分析光照进入水下后的照度分布变化，利用Tracepro建立理论照度模型。比较Tracepro拟合值与实测值发现，模型拟合值与实测值间的线性拟合斜率系数接近于1，说明基于Tracepro建立的照度模型符合实际情况。根据模型分别计算了在45°、60°、75°倾角下的水下5m分辨率为0.1m的有效水体面积和体积。根据有效水体体积，推出集鱼灯最优角度在30-40°之间。通过Tracepro为将来分析水中照度分布、LED集鱼灯研发及渔船集鱼灯合理配置等提供理论参考。

2. 方案设计

利用 TracePro 光学仿真软件建立LED灯珠模型，如图1所示。

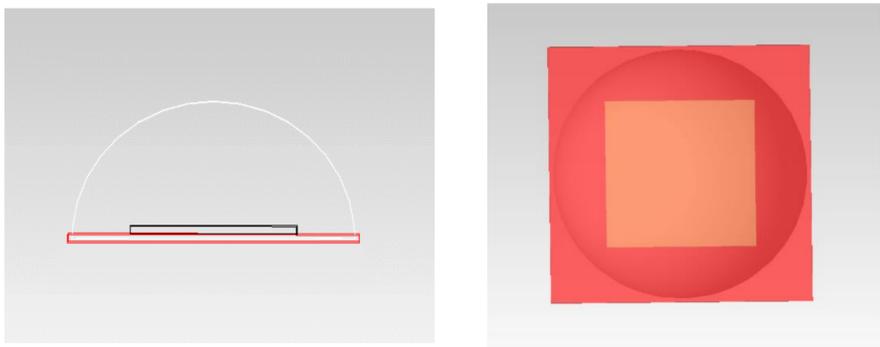


图1 LED灯珠模型图

单块集鱼灯板共有400颗灯珠，根据其排列示意图，建立灯板模型

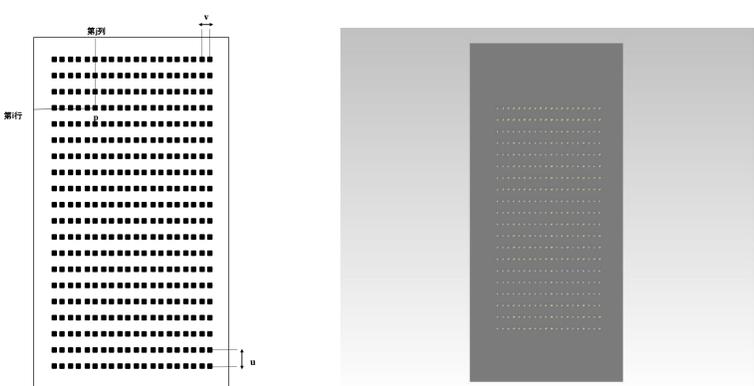


图2 LED灯板模型图

根据静水槽进行单灯板试验，创建单灯板水槽模型示意图，根据示意图在Tracepro中将所需要的参数输入到 TracePro 中，通过光线追迹进行光学模拟。

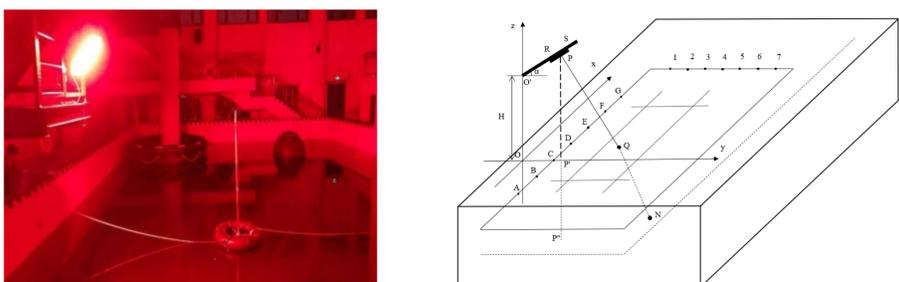


图3 单块LED灯板水下测试和空间坐标系

3. 结果与讨论

光线追踪分布

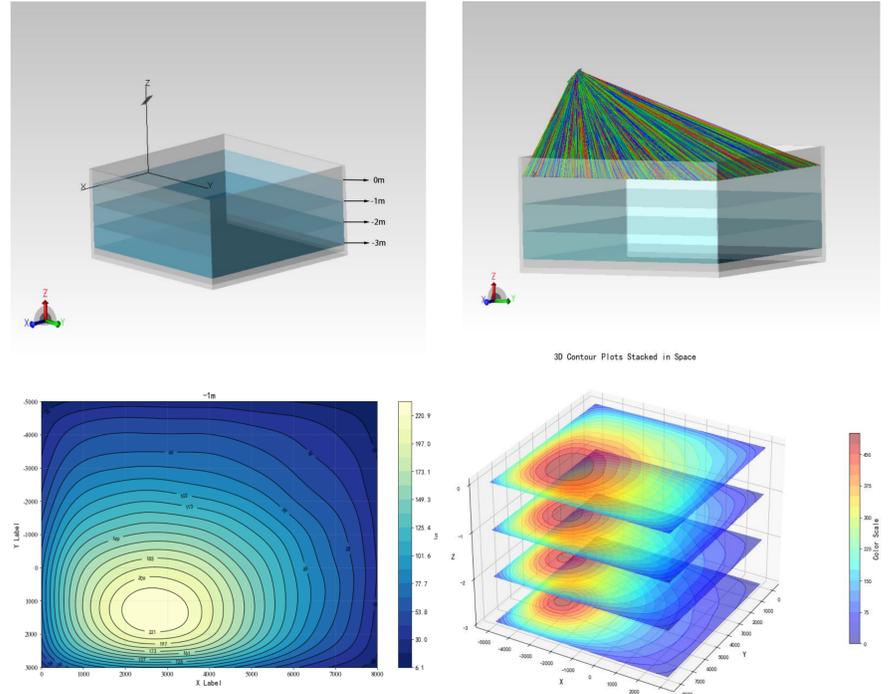


图4 基于Tracepro的光线追踪图

模型性能检验

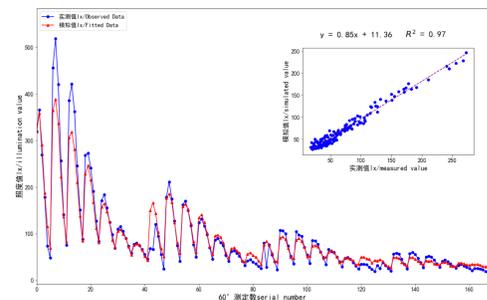


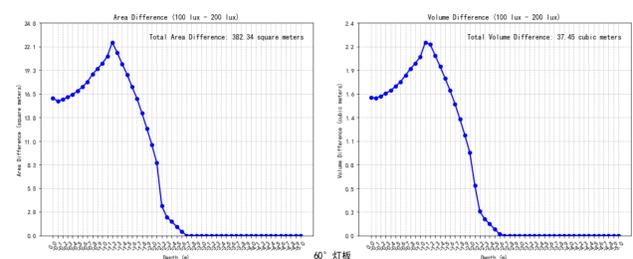
图5 60°倾角下TracePro计算值和实测值状况

| | 45° | 60° | 75° |
|---------------------|--------|--------|-------|
| ANOVA Statistic (F) | 0.334 | 0.275 | 1.954 |
| ANOVA P-value | 0.614 | 0.692 | 0.481 |
| T-test Statistic | -1.225 | -0.171 | 2.071 |
| T-test P-value | 0.140 | 0.352 | 0.263 |

注:显著水平为0.05时, $F(\alpha=0.05) = 3.978$ 。

表1 不同倾角下TracePro模型计算值与实测值间方差检验和配对t检验

TracePro模型计算值与实测值间线性拟合系数均接近于1，同时方差分析和配对t检验表明两者不存在显著性差异，说明TracePro所建立的照度模型可很好地拟合LED集鱼灯的实际照度分布情况。



应用集鱼灯最终目的是要在海水中形成适宜的光场，以更好的辅助捕捞作业展开，但由于头足类的视觉特性限制，并非所有光照区水体都能诱集和稳定鱼群，如何对集鱼灯进行合理配置以扩大有效诱集水体体积是高效利用集鱼灯的关键。根据秋刀鱼在光场中的趋光行为，选用照度区域为100 lx-200 lx，利用圆台公式，水层间隔为0.1m，计算其不同水层之间的有效水体体积。