

文章编号: 1674 - 5566(2011)03 - 0424 - 07

## 两种延绳钓钓具大眼金枪鱼捕捞效率的比较

宋利明<sup>1,2</sup>, 杨嘉樑<sup>1</sup>, 胡振新<sup>1</sup>, 吕凯凯<sup>1</sup>

(1. 上海海洋大学 海洋科学学院, 上海 201306; 2. 上海海洋大学 大洋渔业资源可持续开发省部共建教育部重点实验室, 上海 201306)

**摘要:** 研究延绳钓钓具的有效捕捞努力和捕捞效率, 有助于提高 CPUE 标准化的精度、减少非目标鱼种的兼捕。2009 年 10 月 - 12 月, 在基里巴斯吉尔伯特群岛海域进行了调查。调查中使用传统钓具和试验钓具。根据各深度段内大眼金枪鱼 (*Thunnus obesus*) 的渔获率 (CPUE) 估计其栖息地偏好指数, 利用“确定性栖息地模型”估计捕捞大眼金枪鱼的有效努力量, 应用 *T* 检验分析该海域延绳钓试验钓具和传统钓具的捕捞效率, 对钓具的改进提出建议。结果表明: (1) 试验钓具的名义 CPUE 大于传统钓具的名义 CPUE, 两种钓具的有效捕捞努力量明显小于各自对应的名义捕捞努力量, 且存在显著差异; (2) 试验钓具大眼金枪鱼的捕捞效率高于传统钓具; (3) 当以大眼金枪鱼为目标鱼种时, 建议使用试验钓具, 以提高捕捞效率; (4) 不同的钓具对同一鱼种的捕捞效率不同, 大眼金枪鱼在不同深度段的分布可以估计其环境偏好和钓具的捕捞效率, “确定性栖息地模型”可用于 CPUE 的标准化以提高有关鱼种资源评估的精度。

**研究亮点:** 首次利用“确定性栖息地模型”研究试验钓具和传统钓具大眼金枪鱼的有效捕捞努力和有效率, 对该两种钓具的捕捞效率进行了比较。结果表明试验钓具大眼金枪鱼的捕捞效率高于传统钓具, 试验钓具可提高捕捞效率, “确定性栖息地模型”可用于 CPUE 的标准化。

**关键词:** 大眼金枪鱼; 有效捕捞努力量; 捕捞效率; 深度; 延绳钓

**中图分类号:** S 972.3

**文献标志码:** A

对于延绳钓渔业, 名义捕捞努力量一般用特定时间内投放的总钩数来表示<sup>[1]</sup>。延绳钓钓具的有效捕捞努力量是指在特定海区、特定时间内以各水层钓获率为权重系数的钓钩数量的加权平均值<sup>[2]</sup>。HINTON 和 NAKANO<sup>[3]</sup> 提出“确定性栖息地模型 (deterministic habitat based standardization, detHBS)”。该模型用来估计太平洋海域蓝枪鱼 (*Makaira nigricans*)<sup>[3]</sup>、大西洋白枪鱼 (*Tetrapturus albidus*)<sup>[4]</sup> 和太平洋大眼金枪鱼 (*Thunnus obesus*)<sup>[2,5]</sup> 延绳钓有效捕捞努力量。NISHIDA 等应用“广义线性——栖息地综合模型 (GLM/HBM)”对印度洋黄鳍金枪鱼 (*Thunnus albacares*) 的有效捕捞努力量进行了计算<sup>[6]</sup>。在太平洋的箭鱼 (*Xiphias gladius*)<sup>[7]</sup> 以及条纹四鳍

旗鱼 (*Tetrapturus oudax*)<sup>[8]</sup> 的资源评估中, 有效捕捞努力量作为重要的参数。叶振江等对两种不同结构钓具的钓获率进行了研究<sup>[9]</sup>, 叶振江等还对渔具性能进行了研究<sup>[10]</sup>。BEVERLEY 等为了减少兼捕、提高目标鱼种渔获率, 进行了深水延绳钓试验<sup>[11]</sup>。高攀峰<sup>[12]</sup>、李玉伟<sup>[13]</sup> 分别对印度洋热带海域、马绍尔群岛海域延绳钓钓具大眼金枪鱼的有效捕捞努力和捕捞效率进行了研究。但对于基里巴斯吉尔伯特群岛附近海域延绳钓钓具大眼金枪鱼的有效捕捞努力和捕捞效率的研究未见报道。本文根据海上实测数据, 以钓钩数量和大眼金枪鱼渔获尾数在各深度段中的分布为基础, 对试验钓具与传统钓具以大眼金枪鱼为目标鱼种时的有效捕捞努力和捕捞效率

收稿日期: 2010-09-18 修回日期: 2011-03-15

基金项目: 国家“八六三”计划项目 (2007AA092202); 上海海洋大学博士科研启动基金 (B820208290); 2009 年度农业部远洋渔业探捕项目 (D8006090066); 上海市重点学科建设项目 (S30702)

作者简介: 宋利明 (1968—), 男, 教授, 博士生导师, 博士, 研究方向为金枪鱼渔业、深海底层延绳钓渔业和网箱养殖工程。E-mail: lmsong@shou.edu.cn

进行了比较,提出以大眼金枪鱼为目标鱼种时延绳钓钓具的改进方案,从而为渔获率(CPUE)的标准化、减少其它非目标鱼种的兼捕提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

#### 1.1.1 调查船、调查时间和调查海区

调查船为大滚筒金枪鱼延绳钓渔船“深联成719”,主要的船舶参数如下:总长32.28 m;型宽5.70 m;型深2.60 m;总吨97.00 t;净吨34.00 t;主机功率220.00 kW。调查时间为2009年10月-12月,调查海域为基里巴斯的吉尔伯特群岛附近,5°00'N~1°00'S、170°00'E~177°00'E,共40个站点(图1)。

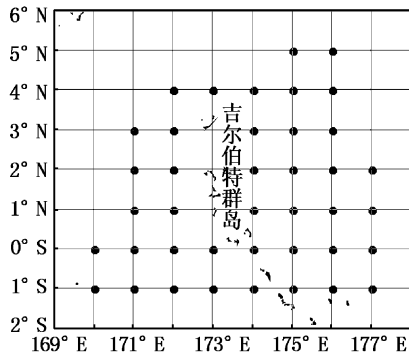


图1 2009年调查站点

Fig.1 Survey locations in 2009

#### 1.1.2 调查的钓具和渔法

本次调查传统钓具结构为:浮子直径为360.0

mm;浮子绳直径为4.2 mm,长26.0 m;干线直径为4.0 mm;支线第1段为直径3.0 mm的硬质聚丙烯,长1.5 m左右,第2段为直径1.8 mm的单丝,长18 m,第3段为直径1.2 mm的钢丝,长0.5 m;第1段直接与第2段连接,无转环,第2段与第3段间用转环(重10 g)相连接,第3段直接与钩连接,全长20.0 m。试验钓具(图2)根据正交试验原理设计了16组钓具,与传统钓具的比较见表1,分别使用了4种不同重量的重锤(水中重1.0、1.5、2.0和2.5 kg)、4种不同重量的带铅转环(重75、60、45和10 g)、在钓钩上方装配了2种重量的铅坠(重11.25和18.75 g)、部分钓钩装有荧光管,其它部分与传统钓具相同。由于使用了重锤等,试验钓具覆盖的水层总体上要深于传统钓具,但两种钓具覆盖的水层具有重叠的部分。防止海龟误捕钓具仅把船上原来所用的环型钓钩换成能减少海龟误捕的圆型钓钩,以下分析过程中把防止海龟误捕钓具的钓钩数和钓获的大眼金枪鱼尾数计入传统钓具中。

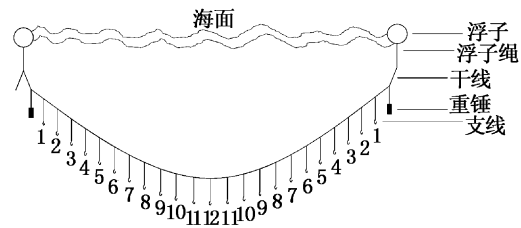


图2 试验钓具在水中的展开图

Fig.2 Configuration of experimental fishing gear in water

表1 试验钓具与传统钓具结构比较

Tab.1 Configuration comparison of the conventional and experimental gears

钓具	种类	重锤重量/kg	带铅转环重量/g	铅坠重量/g	荧光管
传统	1	-	10	-	-
	1	1.0	75	18.75	无
	2	1.0	60	18.75	无
	3	1.0	45	11.25	有
	4	1.0	10	11.25	有
	5	1.5	75	11.25	有
	6	1.5	60	11.25	有
试验	7	1.5	45	18.75	无
	8	1.5	10	18.75	无
	9	2.0	75	18.75	有
	10	2.0	60	18.75	有
	11	2.0	45	11.25	无
	12	2.0	10	11.25	无
	13	2.5	75	11.25	无
	14	2.5	60	11.25	无
	15	2.5	45	18.75	有
	16	2.5	10	18.75	有

一般情况下凌晨 05:30~09:30 投绳,持续时间为 4 h 左右;下午 16:00~22:00 起绳,持续时间为 6 h 左右。每天放钩 1 300 枚左右,其中传统钓具 825 枚,试验钓具 368 枚,防止海龟误捕钓具 100 枚。钓具投放的顺序为 250 枚传统钓具、368 枚试验钓具、100 枚防止海龟误捕钓具和 575 枚传统钓具。

船速一般为 7.5 kn、出绳速度一般为 11 kn,投放传统钓具时,两浮子间的钓钩数为 25 枚、两枚钓钩间的时间间隔为 8 s。投放试验钓具时,靠近浮子的第 1 枚钓钩换成 4 种不同重量的重锤、两浮子间的钓钩数为 23 枚、其他参数不变,试验钓具每组 46 枚,共 16 组,每天投放 8 组(1~8 组或 9~16 组)。

### 1.1.3 调查方法和内容

本次调查对设定的调查站点进行调查,记录每天的投绳位置、投绳开始时间、起绳开始时间、投钩数、投绳时的船速和出绳速度、两枚钓钩间的时间间隔、两浮子间的钓钩数、大眼金枪鱼钓获尾数、钓获大眼金枪鱼的钩号,用加拿大 RBR 公司微型温度深度计(TDR2050)测定部分钓钩在海水中的实际深度及其变化。

## 1.2 研究方法

### 1.2.1 名义捕捞努力和名义 CPUE 的计算方法

对于延绳钓渔业,名义捕捞努力量一般用特定时间内投放的总钩数表示<sup>[1]</sup>。名义 CPUE 的计算方法如下:

$$R_{nk} = \frac{N_k}{E_k} \quad (1)$$

式中: $R_{nk}$ 为  $k$  次作业传统钓具或试验钓具的名义 CPUE(尾/千钩); $N_k$ 为  $k$  次作业大眼金枪鱼的渔获尾数(尾); $E_k$ 为  $k$  次作业传统钓具或试验钓具的名义捕捞努力量(千钩)。

### 1.2.2 传统钓具和试验钓具名义 CPUE 的比较

应用成对双样本均值分析  $t$  检验方法<sup>[14]</sup>,检验调查期间每次作业传统钓具和试验钓具的名义 CPUE 之间有无差异。

### 1.2.3 有效捕捞努力量及捕捞效率计算方法

利用“detHBS”估计大眼金枪鱼的有效捕捞努力量,表达式为<sup>[2-8]</sup>:

$$f_{at} = E_{at} \sum_d h_{ad} P_{ad} \quad (2)$$

式中: $f_{at}$ 为  $a$  海区  $t$  时间内的有效捕捞努力量(千

钩); $E_{at}$ 为  $a$  海区  $t$  时间内的名义捕捞努力量(千钩); $h_{ad}$ 为  $a$  海区  $t$  时间  $d$  分段内钓钩数的百分比; $P_{ad}$ 为  $a$  海区  $t$  时间  $d$  分段内大眼金枪鱼的栖息地偏好指数(分布概率)。

本文中,利用投放在各深度段内(40.0~240.0m,每 40 m 为 1 段,共 5 段)钓钩数的百分比、大眼金枪鱼在各分段内的分布概率等数据估计每次作业的有效捕捞努力量:

$$f_k = E_k \sum_d h_{kd} P_d \quad (3)$$

式中: $f_k$ 为  $k$  次作业的有效捕捞努力量(千钩); $h_{kd}$ 为  $k$  次作业  $d$  深度段内钓钩数的百分比<sup>[13,15-17]</sup>;  $P_d$ 为整个调查期间大眼金枪鱼在  $d$  深度段内的分布概率。

$$h_{kd} = H_{kd}/H_k \quad (4)$$

式中: $H_{kd}$ 为  $k$  次作业  $d$  深度段内的钓钩数; $H_k$ 为  $k$  次作业的钓钩数。

$$P_d = \frac{R_d}{\sum_{d=1}^n R_d} \times 100\% \quad (5)$$

式中: $R_d$ 为大眼金枪鱼在  $d$  深度段内的渔获率<sup>[13,15-17]</sup>。

$$R_d = N_d/H_d \quad (6)$$

式中: $N_d$ 为大眼金枪鱼在  $d$  深度段内的渔获尾数; $H_d$ 为在  $d$  深度段内的钓钩数。

本文中,捕捞效率指不同站点有效捕捞努力量占名义捕捞努力量的百分比,表达式为:

$$P_{sk} = \frac{f_k}{E_k} \times 100\% = \sum_d h_{kd} P_d \times 100\% \quad (7)$$

### 1.2.4 名义捕捞努力量与有效捕捞努力量的比较

应用成对双样本均值分析  $t$  检验方法<sup>[14]</sup>,检验调查期间传统钓具、试验钓具有效捕捞努力量与名义捕捞努力量之间是否存在差异。

### 1.2.5 传统钓具与试验钓具捕捞效率的比较

应用成对双样本均值分析  $t$  检验方法<sup>[14]</sup>,检验调查期间传统钓具捕捞效率与试验钓具捕捞效率是否存在差异。

## 2 结果

### 2.1 各深度段内钓钩数的百分比( $h_{kd}$ )及大眼金枪鱼的分布概率( $P_d$ )

钓钩主要分布在 80~200 m 的范围,80~120 m、120~160 m 和 160~200 m 分别占 19.09%、

51.82%和21.82%。大眼金枪鱼在120~240 m范围内的分布概率较高,120~160 m、160~200 m和200~240 m分别占15.13%、13.21%和56.59%(图3)。

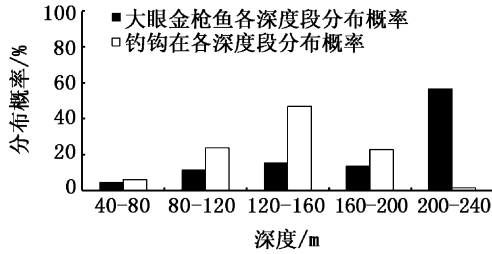


图3 各深度段内大眼金枪鱼及钩钩数的分布概率  
Fig.3 The distribution probability of the number of bigeye tuna and the hook number in specific depth classes

### 2.2 传统钓具和试验钓具名义 CPUE 的比较

试验钓具捕获的大眼金枪鱼名义 CPUE(均值为3.62 尾/千钩)比传统钓具捕获的大眼金枪鱼名义 CPUE(均值为1.72 尾/千钩)要高(图4),并存在显著差异( $P=0.000 < 0.01$ )。

### 2.3 名义捕捞努力量、有效捕捞努力量和捕捞效率

传统钓具和试验钓具的有效捕捞努力量和

名义捕捞努力量存在显著差异( $P=0.000 < 0.01$ ),即名义捕捞努力量明显大于有效捕捞努力量(表2、图5)。

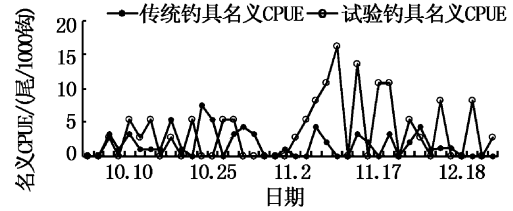


图4 传统钓具和试验钓具的名义 CPUE  
Fig.4 The nominal CPUE of traditional and experimental fishing gear

表2 有效捕捞努力量与名义捕捞努力量差异的 t 检验  
Tab.2 T-test on the difference between nominal effort and effective effort of two fishing gears

钓具种类	项目	均值	方差	df	t 统计量 (双尾)	P
传统钓具	有效捕捞努力量	111.50	370.85	39	239.22	0.000
	名义捕捞努力量	917.30	334.00			
试验钓具	有效捕捞努力量	51.05	65.79	39	244.01	0.000
	名义捕捞努力量	368	0			

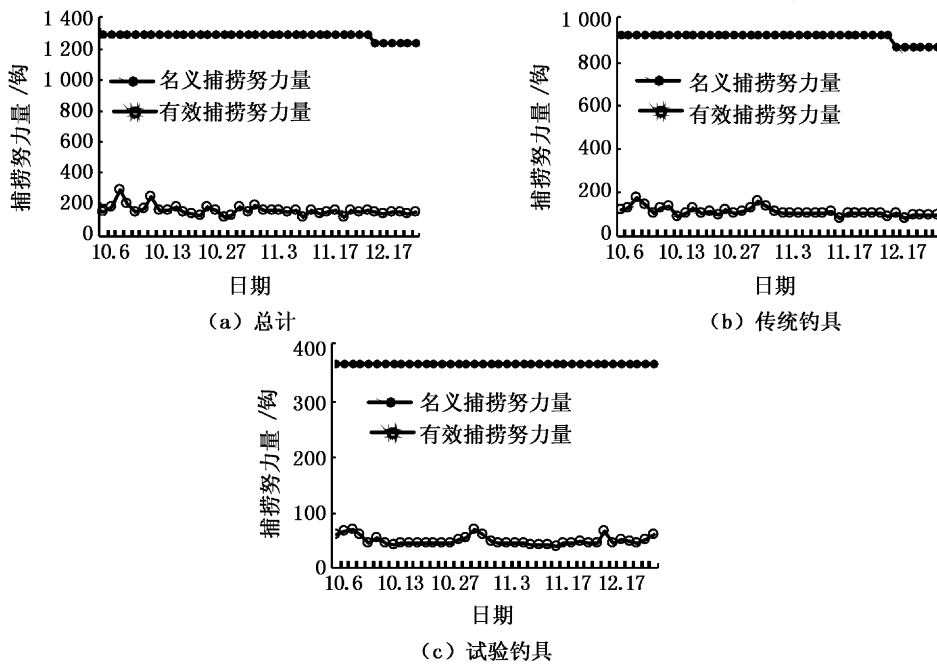


图5 名义捕捞努力量和有效捕捞努力量  
Fig.5 The distribution of nominal effort and effective effort

传统钓具和试验钓具的捕捞效率分别为 12.15% 和 13.96% (表 3), 且存在显著差异 ( $P = 0.000 < 0.01$ ), 即试验钓具的捕捞效率明显大于传统钓具的捕捞效率。

表 3 传统钓具和试验钓具的捕捞效率  
Tab. 3 The fishing efficiency of traditional and experimental fishing gear

	所有钓具	传统钓具	试验钓具
捕捞效率	12.67%	12.15%	13.96%
有效捕捞努力量	6 515	4 460	2 055
名义捕捞努力量	51 420	36 700	14 720

传统钓具和试验钓具的捕捞效率的波动幅度较小, 试验钓具的捕捞效率总体上比传统钓具的捕捞效率高 (图 6)。

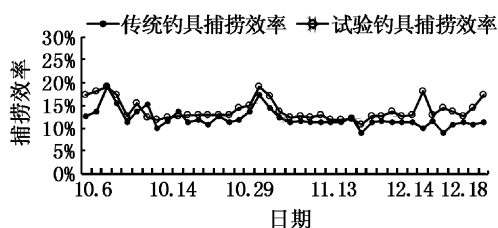


图 6 传统钓具和试验钓具的捕捞效率  
Fig. 6 The fishing efficiency of traditional and experimental fishing gear

### 3 讨论

通过以上分析得出, 试验钓具的名义 CPUE 高于传统钓具的名义 CPUE、试验钓具的捕捞效率也高于传统钓具的捕捞效率。这可能是由于大眼金枪鱼偏好的栖息水层较深, 为 180 ~ 500 m<sup>[15-21]</sup>, 而试验钓具的作业深度加深且重量大于传统钓具, 能够减少钓具受海流的作用所引起的变浅<sup>[11]</sup>, 所以试验钓具比传统钓具沉降至更深的水层<sup>[11]</sup>, 使得分布在大眼金枪鱼偏好的深度范围内的钓钩数量增加, 有效捕捞努力量增加, 导致试验钓具捕获大眼金枪鱼的概率增加、名义 CPUE 和捕捞效率均高于传统钓具。

高攀峰<sup>[12]</sup>对印度洋热带海域延绳钓钓具大眼金枪鱼的有效捕捞努力量和捕捞效率进行了研究, 得出传统钓具的捕捞效率低于试验钓具的捕捞效率 10.8% ~ 22.8%。李玉伟<sup>[13]</sup>对马绍尔群岛海域延绳钓钓具大眼金枪鱼的有效捕捞努力量和捕捞效率进行了研究, 得出传统钓具的捕捞效率为 14.81%、试验钓具的捕捞效率为

16.70%, 即传统钓具的捕捞效率低于试验钓具的捕捞效率。本文中传统钓具和试验钓具的捕捞效率分别为 12.15% 和 13.96%, 同样表明传统钓具的捕捞效率低于试验钓具的捕捞效率。本文的传统钓具和试验钓具与高攀峰<sup>[12]</sup>和李玉伟<sup>[13]</sup>的基本相同。因此, 试验钓具的捕捞效率高于传统钓具。本研究认为, 不同的钓具对于相同的捕捞对象具有不同的捕捞效率, 试验钓具适用于捕捞大眼金枪鱼, 利用各深度段中大眼金枪鱼 CPUE 的分布可用于估计大眼金枪鱼的环境偏好, 并估算针对大眼金枪鱼的钓具的捕捞效率, “确定性栖息地模型”可用于不同鱼种的 CPUE 标准化, 以提高该鱼种资源评估的精度。

在以大眼金枪鱼为目标鱼种的捕捞作业中, 根据宋利明等<sup>[17]</sup>和 HOLLAND 等<sup>[18]</sup>的研究结果, 深度范围为 200.0 ~ 240.0 m 是大眼金枪鱼分布概率最高 (偏好的) 的水层, 建议使用试验钓具, 并将钓钩设置在该深度范围内。可通过调整支线的长度、在两浮子间增加支线数、短缩率, 使钓钩分布在大眼金枪鱼偏好的深度范围内, 来提高大眼金枪鱼的渔获率, 减少其它非目标鱼种的兼捕, 例如海龟、大青鲨 (*Prionace glauca*)、镰状真鲨 (*Carcharhinus falciformis*) 等, 以遵守国际渔业管理组织的管理要求, 保护生态系统生物多样性。因为大多数海龟栖息在 120 m 水层以浅<sup>[22]</sup>, 延绳钓捕获的大多数鲨鱼种类也处于海洋的中上层<sup>[23]</sup>。

本研究假设整个调查期间每个站点大眼金枪鱼在各深度段中的分布概率保持不变 (图 3) 来计算有效捕捞努力量。此外, 还要综合考虑其它影响大眼金枪鱼栖息地选择的环境因素, 如温度、溶解氧、叶绿素、盐度、海流和饵料生物分布等要素, 以便更好地确定大眼金枪鱼栖息地偏好指数 (分布概率)。

### 参考文献:

- [1] 詹秉义. 渔业资源评估 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 59 - 69.
- [2] BIGELOW K A, HAMPTON J, MIYABE N. Application of a habitat - based model to estimate effective longline fishing effort and relative abundance of Pacific bigeye tuna (*Thunnus obesus*) [J]. Fisheries Oceanography, 2002, 11 (3): 143 - 155.
- [3] HINTON M G, NAKANO H. Standardizing catch and effort statistics using physiological, ecological, or behavioral

- constraints and environmental data, with an application to blue marlin (*Makaira nigricans*) catch and effort data from Japanese longline fisheries in the Pacific [ R ]. USA Los Angeles: Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin, 1996.
- [ 4 ] YOKAWA K, TAKEUCHI Y. Estimation of abundance index of white marlin caught by Japanese longliners in the Atlantic Ocean [ R ]. Spain Madrid: ICCAT, 2003.
- [ 5 ] BIGELOW K A, MAUNDER M, HINTON M. Comparison of deterministic and statistical habitat-based models to estimate effective longline effort and standardized CPUE for bigeye and yellowfin tuna [ R ]. Secretariat of the Pacific Community, Oceanic Fisheries Programme, 16th meeting of the Standing Committee on Tuna and Billfish, 2003.
- [ 6 ] NISHIDA T, BIGELOW K A, MOHRI M. Comparative study on Japanese tuna longline CPUE standardization of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the Indian Ocean based on two methods: general linear model (GLM) and habitat-based model (HBM)/GLM combined (1958 - 2001) [ R ]. Seychelles: IOTC Proceedings, 2003.
- [ 7 ] HINTON M G, DERISO R. Distribution and stock assessment of swordfish, *Xiphias gladius*, in the eastern Pacific Ocean from catch and effort data standized on biological and environmental parameters [ R ]. Mexico Ensenada: The International Symposium on Pacific Swordfish, 1994.
- [ 8 ] HINTON M G, MAUNDER M N, UOZUMI Y. Status of Striped Marlin, *Tetrapturus audax*, Stocks of the Eastern-Central Pacific [ R ]. Australia Cairns: 3rd International Billfish Symposium, 2001.
- [ 9 ] 叶振江, 邢智良, 高志军. 两种结构延绳钓渔具使用效果的比较研究 [ J ]. 青岛海洋大学学报, 2000, 30(4): 603 - 608.
- [ 10 ] 叶振江, 王理想, 万荣. 大型深冷金枪鱼延绳钓典型渔具性能的初步研究 [ J ]. 中国海洋大学学报, 2008, 38(2): 207 - 210.
- [ 11 ] BEVERLEY S, ROBINSON E, ITANO D. Trial setting of deep longline techniques to reduce bycatch and increase targeting of deep swimming tunas [ R ]. Polynisia: Secretariat of the Pacific Community, Oceanic Fisheries Programme, 17th meeting of the Standing Committee on Tuna and Billfish, 2003.
- [ 12 ] 高攀峰. 印度洋热带海域金枪鱼延绳钓渔具捕捞效率的研究 [ D ]. 上海: 上海水产大学, 2007.
- [ 13 ] 李玉伟. 马绍尔群岛海域金枪鱼延绳钓有效捕捞努力和渔获率 [ D ]. 上海: 上海海洋大学, 2009.
- [ 14 ] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统 [ M ]. 北京: 北京科学出版社, 2002: 333 - 339.
- [ 15 ] SONG L M, ZHOU J, ZHOU Y Q, et al. Environmental preferences of bigeye tuna, *Thunnus obesus*, in the Indian Ocean: an application to a longline fishery [ J ]. Environmental Biology of Fishes, 2009, 5(2): 153 - 171.
- [ 16 ] 宋利明, 李玉伟, 高攀峰. 帕劳群岛附近海域延绳钓渔场大眼金枪鱼 (*Thunnus obesus*) 的环境偏好 [ J ]. 海洋与湖沼, 2009, 40(6): 768 - 776.
- [ 17 ] 宋利明, 吕凯凯, 胡振新, 等. 吉尔伯特群岛海域延绳钓渔场大眼金枪鱼的环境偏好 [ J ]. 海洋渔业, 2010, 32(4): 374 - 382.
- [ 18 ] HOLLAND K, BRILL R, CHANG R K C. Horizontal and vertical movements of yellowfin and bigeye tuna associated with fish aggregating devices [ J ]. Fishery Bulletin, 1990, 88(3): 493 - 507.
- [ 19 ] HOLLAND K, BRILL R, CHANG R K C. Physiological and behavioral thermoregulation in bigeye tuna (*Thunnus obesus*) [ J ]. Nature, 1992, 358(28): 410 - 412.
- [ 20 ] SCHAEFER K M, FULLER D W. Movements, behavior, and habitat selection of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the eastern equatorial Pacific, ascertained through archival tags [ J ]. Fishery Bulletin, 2002, 100(4): 765 - 788.
- [ 21 ] MUSYL M K, BRILL R W, BOGGS C H. Vertical movements of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) associated with islands, buoys, and seamounts near the main Hawaiian Island from archival tagging data [ J ]. Fisheries Oceanography, 2003, 12(3): 152 - 169.
- [ 22 ] BRETT M. Estimates of the mortality of non-target species with an initial focus on seabirds, turtles and sharks [ R ]. Pohnpei: First meeting of the Scientific Committee of the Western and Central Pacific Fisheries Commission, 2005.
- [ 23 ] PRATT J H. Reproduction in the blue shark, *Prionace glauca* [ J ]. Fishery Bulletin, 1979, 77(2): 445 - 470.

## A comparison of fishing efficiency on bigeye tuna of two longline fishing gears

SONG Li-ming<sup>1,2</sup>, YANG Jia-liang<sup>1</sup>, HU Zhen-xin<sup>1</sup>, LÜ Kai-kai<sup>1</sup>

(1. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Key Laboratory of Sustainable Exploitation of Oceanic Fisheries Resources, Ministry of Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** It could be beneficial to reducing the incidental catch of non-target species, and improving the accuracy of CPUE standardization to study on the effective fishing effort and fishing efficiency of the longline fishing gears. A survey on tuna longline fishery has been conducted in waters near Gilbert Islands from October to December 2009. The traditional and experimental fishing gears were used in the survey. The bigeye tuna (*Thunnus obesus*) nominal CPUE in the different depth classes were used to estimate its habitat preference. The “deterministic habitat based standardization” was applied to estimate the effective fishing effort of the traditional and experimental fishing gears. The difference of the fishing efficiency between the traditional and experimental fishing gears was tested by the T-test. This study suggested that: (1) There was significant difference between the nominal CPUE of the traditional gear and that of the experimental gear, and the nominal CPUE of the traditional gear was less than that of the experimental gear; There was significant difference between the nominal fishing effort and the effective fishing effort, and the effective fishing effort was less than the nominal fishing effort; (2) The efficiency of the experimental gear for the bigeye tuna was greater than that of the traditional gear; (3) When the target species was bigeye tuna, the experimental gear was suggested to be used in the operation to increase the fishing efficiency; (4) The different fishing gear has the different fishing efficiency to the same catch species; the distribution of bigeye tuna CPUE in the different depth classes could be used to estimate the habitat preferences of the bigeye tuna and estimate the fishing efficiency of the fishing gear for the bigeye tuna; and the “deterministic habitat based standardization” model could be used in the CPUE standardization to improve the accuracy of the stock assessment for the respective catch species.

**Key words:** *Thunnus obesus*; effective fishing effort; fishing efficiency; depth; longline