

文章编号: 1674-5566(2018)02-0274-10

DOI:10.12024/jsou.20170902145

## 黄茅海河口张网网囊网目对凤鲚的选择性研究

晏磊, 杨吝, 谭永光, 杨炳忠, 张鹏, 李杰

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 农业部北海渔业开发重点实验室, 农业部南海渔业资源开发利用重点实验室, 广东广州 510300)

**摘要:** 为确定南海张网最小网目尺寸的适宜性, 使用套网法开展了 2015 年春夏两季黄茅海河口双桩竖杆张网网囊网目选择性试验。根据相对重要性指数 (IRI), 确定凤鲚 (*Coilia mystus*) 作为选择性研究的指标种, 使用 Logistic 曲线, 求得不同网囊网目尺寸下的体长选择性曲线, 并运用极大似然估计法获得曲线参数。结果表明: 春季试验中, 在 25 mm、35 mm 网囊网目下凤鲚的  $L_{0.5}$  分别为 107.84 mm 和 114.61 mm; 夏季试验中, 25 mm、30 mm 和 35 mm 网囊网目下的  $L_{0.5}$  分别为 77.35 mm、88.87 mm 和 99.91 mm。随着网目尺寸的增大, 凤鲚的  $L_{0.5}$  和选择范围 SR 也随之增大。同一网目尺寸下不同季节凤鲚的  $L_{0.5}$  差异较大, 但不同季节根据  $L_{0.5}$  和网目大小关系式计算得出的最小网目尺寸差异不大, 分别为 42.95 mm 和 43.87 mm。研究表明, 目前 35 mm 的最小网目尺寸标准不能满足该海域张网渔业资源保护的需求。

**关键词:** 套网法; 张网; 网目尺寸; 选择性; 凤鲚

**中图分类号:** S 932.4; S 973.4      **文献标志码:** A

由于张网网目尺寸小, 且主要作业于鱼虾类繁育场所或近海鱼类的洄游通道, 会兼捕到大量幼虾或经济鱼类幼鱼, 造成对渔业资源的破坏<sup>[1-3]</sup>。但是, 与拖网等主动性渔具相比, 张网渔业成本低、操作简单、经济效益稳定<sup>[4-5]</sup>, 已成为我国南海近岸渔业的重要作业方式。为了限制南海张网的盲目发展, 开展张网最小网目尺寸的研究, 是当前国家海洋渔业绿色发展的迫切需要。凤鲚 (*Coilia mystus*) 是南海区珠江口海域张网捕捞的主要鱼种, 为实现凤鲚渔业资源的可持续发展, 有必要开展不同网目尺寸对凤鲚选择效果的研究。目前, 尚未检索到凤鲚选择性研究的相关报道, 而关于张网选择性的研究, 国外也只针对张网菱形目和方形目网囊的选择性差异进行过研究<sup>[6]</sup>, 国内则主要针对张网选择性模型、选择性模型中网次间差异以及菱形目和方形目网囊的选择性差异等<sup>[2,7-11]</sup>进行了研究, 而对于南海区张网最小网目尺寸的研究或标准鲜见报道<sup>[12]</sup>。

由于不同海域目标鱼种的差异, 应对不同海域的张网作业进行调查试验, 科学地制定最小网目尺寸标准, 针对特定目标鱼种的作业, 还应制定特许作业标准。

2013 年, 农业部发布了关于准用渔具和过渡渔具最小网目尺寸的通告, 通告中明确规定了南海区张网 35 mm 的最小网目尺寸。但根据笔者渔具调查的资料, 目前南海区张网渔具的网囊网目尺寸基本都在 20 mm 以下, 甚至有部分渔船使用 10 mm 的网囊。因此, 南海区张网 35 mm 的最小网目尺寸规定是否适宜, 这就需要通过大量选择性试验来验证其科学性。文章根据 2015 年春夏两季南海黄茅海河口海域张网选择性试验的调查数据, 比较了不同网目尺寸对凤鲚的选择效果, 探讨了南海区张网 35 mm 最小网目尺寸规定的适宜性, 为合理利用南海区凤鲚渔业资源以及进一步制定科学的渔业管理政策提供参考依据。

收稿日期: 2017-09-29      修回日期: 2017-12-12

基金项目: 公益性行业 (农业) 科研专项 (201203018); 农业部财政项目 (201520391, 201620301, 201720091); 中国水产科学研究院南海水产研究所中央级公益性科研院所基本科研业务费专项 (2016TS27)

作者简介: 晏磊 (1988—), 男, 助理研究员, 硕士, 研究方向为渔具渔法。E-mail: yanlei@scsfr.i.ac.cn

## 1 材料与方 法

### 1.1 调查时间和海域

选择性试验分 2 个季度进行,时间分别为 2015 年春季(4 月)和夏季(8 月)。渔船作业海域均为南海北部江门市新会区崖门镇黄茅海河口附近,定置网作业地点为 22°08'N,113°06'E。渔场底质为泥沙,水深 7~8 m。

### 1.2 渔船和渔具

调查渔船为“粤新会 41008”船,船籍港崖门港,木质,船长 12.00 m,型宽 2.85 m,型深 0.83 m,总吨 8.0 t,净吨位 3.0 t,主机功率 19.4 kW(2 台,每台 9.7 kW),船上还配备避碰仪、GPS 导航仪等设备。

该张网属于双桩竖杆张网,网具主尺度为

160.00 m × 67.89 m,即结附网衣的网口拉直周长为 160.00 m,网衣的纵向拉直总长为 67.89 m。网衣由网身和网囊两部分组成,网身部分为 24 段,全为活结。网身和网囊分开编织,网身编织好后要进行拉伸定型,定型后再与网囊对接。

使用套网法作为选择性研究的试验方法,即在试验网囊外安装小网目的套网,套网网目尺寸为 15 mm,周径为网囊的 1.2 倍,拉直长度为网囊的 1.5 倍。使用 3 种不同网目尺寸的传统菱形网目网囊作为试验网囊,4 月使用的网目尺寸分别为 15 mm、25 mm 和 35 mm,8 月的分别为 25 mm、30 mm、35 mm,网线规格为 PE36tex2 × 3。各网次的试验套网则使用同一种规格,各试验网囊和套网的规格以及网目尺寸见表 1。

表 1 试验网囊和套网规格

Tab. 1 Dimensions of codend and covered net

月份 Month	网目尺寸/mm Mesh size	有效网次 Effective net	长度 Length		宽度 Width		网线结构 Netting material
			目数◇	长度/m	目数◇	长度/m	
4	15	4	180.5	2.7	200.5	3.0	2 × 3
	25	5	108.5	2.7	120.5	3.0	2 × 3
	35	6	77.5	2.7	85.5	3.0	2 × 3
8	25	3	108.5	2.7	120.5	3.0	2 × 3
	30	3	90	2.7	100	3.0	2 × 3
	35	3	77.5	2.7	85.5	3.0	2 × 3
	15(套网)		260	3.9	240	3.6	2 × 3

### 1.3 数据收集与处理

#### 1.3.1 数据收集

起网后对渔获物进行抽样,约取 1/8 进行种类鉴定、分类计数、称重,并对渔获进行生物学测定,体长以 mm 为单位,质量以 g 为单位。所有样品个体鉴定到种,质量精确到 0.1 g。

#### 1.3.2 逃逸率

统计总渔获和各个渔获种类的质量逃逸率,计算公式如下:

$$\text{尾数逃逸率} = \frac{\text{套网渔获尾数}}{\text{囊网渔获尾数} + \text{套网渔获尾数}} \quad (1)$$

$$\text{质量逃逸率} = \frac{\text{套网渔获质量}}{\text{囊网渔获质量} + \text{套网渔获质量}} \quad (2)$$

#### 1.3.3 优势种确定

不同网目尺寸网囊和套网中优势种的确定,采用 PINKAS 提出的相对重要性指标 ( $IRI$ )<sup>[13]</sup>,

其公式为

$$IRI = (N + W) F \quad (3)$$

式中:  $W$  为渔获的质量百分比;  $N$  为尾数百分比;  $F$  为出现网次百分比。 $IRI$  值在 1 000 以上,即为渔获组成的优势种。

#### 1.3.4 选择性模型

采用 Logistic 模型作为研究张网网具的选择性模型,其选择性曲线表达式<sup>[14-16]</sup>为

$$r(l) = \frac{\exp(a + bl)}{1 + \exp(a + bl)} \quad (4)$$

式中:  $r(l)$  为网目对体长组的选择率;  $l$  为体长组的特征体长;  $a$ 、 $b$  为选择性参数。

各选择性指标为

$$L_{0.5} = -\frac{a}{b} \quad (5)$$

$$SR = \frac{2 \ln 3}{b} \quad (6)$$

$$SF = \frac{L_{0.5}}{m} \quad (7)$$

式中: $L_{0.5}$ 为50%选择体长; $SR$ 为选择性范围; $SF$ 为选择性因素; $m$ 为网目大小。

### 1.3.5 选择性模型参数估计的解析方法

使用极大似然法估计模型的选择性参数<sup>[17-18]</sup>,似然函数为

$$l(\theta) = \ln(L) = \sum \{ Nn_i \cdot \ln[r(L_i)] + Nc_i \cdot \ln[1 - r(L_i)] \} \quad (8)$$

式中: $Nn_i$ 为第*i*体长组鱼被网囊留存下来的尾数; $Nc_i$ 为第*i*体长组鱼逃出网囊被套网捕获的尾数; $r$ 为网囊网目对*i*体长组渔获的选择率。

以上有关计算通过 MS-Excel 2010 软件完成,选择性模型参数的估计通过“规划求解”实现。

### 1.3.6 网囊网目尺寸和 $L_{0.5}$ 的关系

假定鱼体在生长过程中没有改变体型,在相

同作业条件下,根据几何相似原理,不同大小的网目的  $L_{0.5}$  随着网囊网目尺寸的增大而增大。国内外研究表明<sup>[14]</sup>,这种增大是一种线性关系,即:

$$L_{0.5} = a + b \times m \quad (9)$$

式中: $a$ 、 $b$ 为系数; $m$ 为网囊网目尺寸。

## 2 结果

### 2.1 优势种的确定

通过分类鉴定,共获得渔获种类 56 种,其中鱼类 47 种,隶属于 1 纲 12 目 27 科 38 属,虾类 5 种,隶属于 1 纲 1 目 2 科 3 属,虾姑类 1 种,隶属于 1 纲 1 目 1 科 1 属,蟹类 3 种,隶属于 1 纲 1 目 2 科 3 属。4 月捕获渔获种类 44 种,8 月 40 种,其中共同种 30 种。优势种统计结果列于表 2 ~ 3。

表 2 4 月张网优势种统计  
Tab.2 Dominant species of stow net in April

网目尺寸/mm Mesh size	网囊/套网 Codend/Covered net	种类 Species	F/%	N/%	W/%	IRI
15	网囊	凤鲚	100.00	33.51	49.21	8 271.39
		红狼牙鰕虎鱼	100.00	18.84	14.85	3 368.98
		脊尾白虾	100.00	16.23	5.58	2 180.92
		直额鲟	100.00	4.84	5.40	1 023.52
		其他种类		26.58	24.97	
25	网囊	凤鲚	100.00	48.61	63.01	11 161.57
		红狼牙鰕虎鱼	100.00	22.42	12.54	3 496.73
		其他种类		8.97	24.45	
	套网	红狼牙鰕虎鱼	100.00	48.15	59.44	10 758.97
		凤鲚	100.00	13.66	19.41	3 306.79
35	网囊	其他种类		38.19	21.15	
		凤鲚	100.00	51.28	66.06	11 733.81
		红狼牙鰕虎鱼	83.33	21.33	14.42	2 979.39
	套网	其他种类		27.39	19.52	
		红狼牙鰕虎鱼	100.00	30.87	39.28	7 015.47
		凤鲚	100.00	23.79	32.19	5 598.09
		弓斑东方鲀 <i>Takifugu ocellatus</i>	100.00	8.24	5.11	1 334.91
脊尾白虾	83.33	10.12	4.00	1 176.78		
其他种类		26.97	19.42			

两个季度渔获物的优势种有所差异,其中,凤鲚是两个季度的绝对优势种,4 月生物量百分比达 54.83%,8 月达 45.08%。其次,4 月兼捕到的红狼牙鰕虎鱼渔获量也很大,生物量百分比达 19.23%;8 月兼捕到的康氏小公鱼 (*Anchoviella*

*commersonii*) 和红狼牙鰕虎鱼分别占 13.75% 和 11.22%;其他渔获的比例均低于 10.00%。结合优势种的 IRI 值,且由于红狼牙鰕虎鱼和康氏小公鱼大部分从网囊逃逸,故选定凤鲚作为比较试验网囊选择性差异的指标种。

表 3 8 月张网优势种统计  
Tab.3 Dominant species of stow net in August

网目尺寸/mm Mesh size	网囊/套网 Codend/Covered net	种类 Species	F/%	N/%	W/%	IRI		
25	网囊	凤鲚	100.00	51.77	62.57	11 434.29		
		红狼牙鰕虎鱼	100.00	9.40	11.21	2 061.27		
		其他种类		38.83	26.22			
	套网	红狼牙鰕虎鱼	100.00	54.80	74.86	12 965.76		
		凤鲚	100.00	12.04	10.74	2 278.76		
		康氏小公鱼	100.00	12.35	5.34	1 768.81		
		其他种类		20.81	9.06			
	30	网囊	丽叶鲈 <i>Caranx kalla</i>	100.00	29.03	24.75	5 377.98	
			康氏小公鱼	100.00	24.81	9.86	3 467.00	
			凤鲚	100.00	12.23	17.34	2 957.28	
赤鼻棱鲷 <i>Thrissa kammalensis</i>			100.00	9.30	19.09	2 839.50		
棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i>			100.00	6.12	14.82	2 093.97		
其他种类				18.52	14.12			
套网		康氏小公鱼	100.00	57.18	47.72	10 489.73		
		凤鲚	100.00	13.15	14.43	2 757.73		
		丽叶鲈	100.00	6.29	9.71	1 599.83		
		赤鼻棱鲷	100.00	4.19	9.59	1 378.31		
		乳香鱼 <i>Lactarius lactarius</i>	100.00	6.45	4.52	1 097.53		
		其他种类		12.74	14.03			
		35	网囊	凤鲚	100.00	30.47	48.27	7 874.63
				康氏小公鱼	100.00	41.49	14.67	5 615.29
黄斑鲷 <i>Leiognathus bindus</i>	100.00			10.12	4.65	1 476.43		
其他种类				17.93	32.41			
套网	康氏小公鱼		100.00	52.13	30.64	8 276.32		
	凤鲚		100.00	27.59	46.86	7 445.06		
	黄斑鲷		100.00	9.62	6.41	1 603.57		
	丽叶鲈		100.00	5.49	6.83	1 231.98		
		其他种类		5.18	9.25			

2.2 凤鲚的体长分布

2015 年春季和夏季选择性试验共测量凤鲚样品 4 179 尾,其中春季 2 186 尾,夏季 1 993 尾。图 1~2 显示了 2015 年 4 月网目尺寸分别为 25 mm、35 mm 的试验网囊和套网中凤鲚的体长分布,25 mm 网目尺寸网囊中,其网囊和套网中众数体长组分别为 140~160 mm 和 100~120 mm; 35 mm 网目尺寸网囊中,其网囊和套网中众数体长组分别为 120~140 mm 和 100~120 mm。图 3~5 显示了 2015 年 8 月网目尺寸分别为 25 mm、30 mm、35 mm 的试验网囊和套网中凤鲚的体长分布,25 mm 网目尺寸网囊中,其网囊和套网中众数体长组均为 80~100 mm;30 mm 网目尺寸网囊中,其网囊和套网中众数体长组分别为 80~100 mm 和 40~60 mm;35 mm 网目尺寸网囊中,

其网囊和套网中众数体长组也均为 80~100 mm。

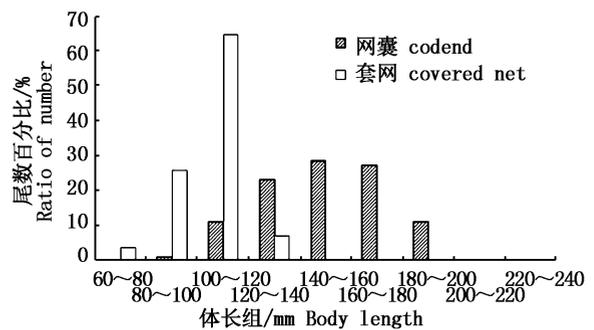


图 1 4 月 25 mm 试验网囊和套网内凤鲚体长分布  
Fig.1 Distribution of body length of *Coilia mystus* of 25 mm codend and covered net in April

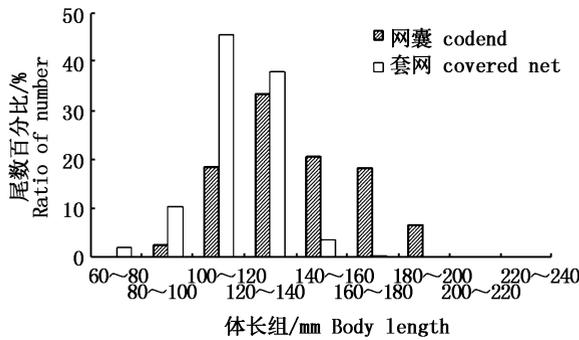


图2 4月35 mm 试验网囊和套网内凤鲚体长分布  
 Fig.2 Distribution of body length of *Coilia mystus* of 35 mm codend and covered net in April

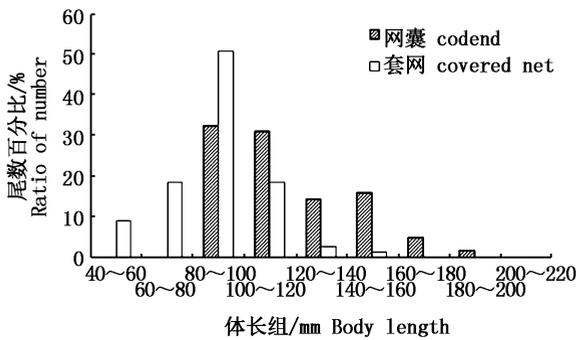


图3 8月25 mm 试验网囊和套网内凤鲚体长分布  
 Fig.3 Distribution of body length of *Coilia mystus* of 25 mm codend and covered net in August

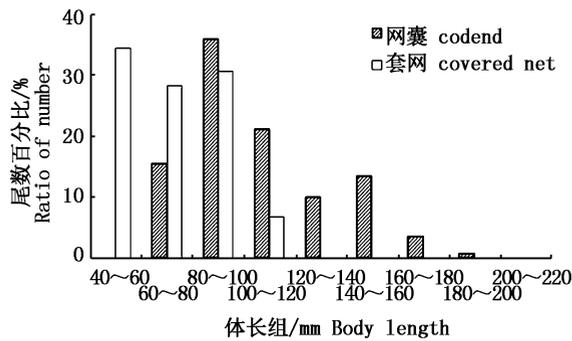


图4 8月30 mm 试验网囊和套网内凤鲚体长分布  
 Fig.4 Distribution of body length of *Coilia mystus* of 30 mm codend and covered net in August

2.3 选择性参数和估算

表4 为根据模型估算的张网选择性参数和选择性指标。春季试验中,25 mm 和 35 mm 网目网囊估算的  $L_{0.5}$  分别为 107.84 mm 和 114.61 mm;夏季试验中,25 mm、30 mm 和 35 mm 网目网囊估算的  $L_{0.5}$  分别为 77.35 mm、88.87 mm 和

99.91 mm。其选择性曲线见图6和图7。

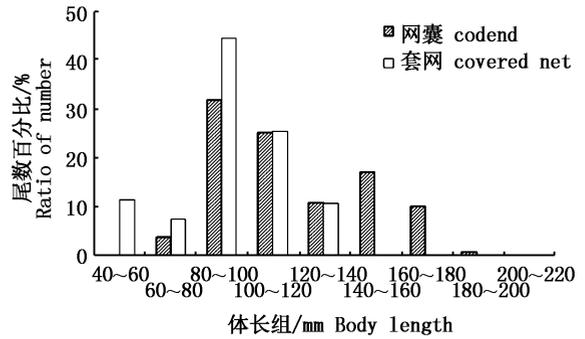


图5 8月35 mm 试验网囊和套网内凤鲚体长分布  
 Fig.5 Distribution of body length of *Coilia mystus* of 35 mm codend and covered net in August

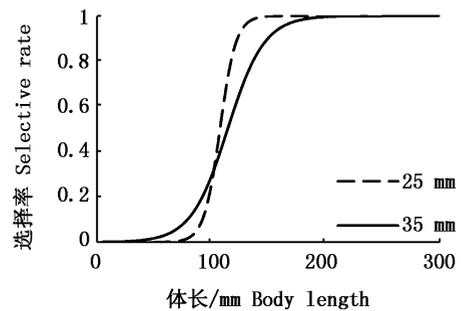


图6 4月凤鲚选择性曲线  
 Fig.6 Selectivity curves of *Coilia mystus* in April

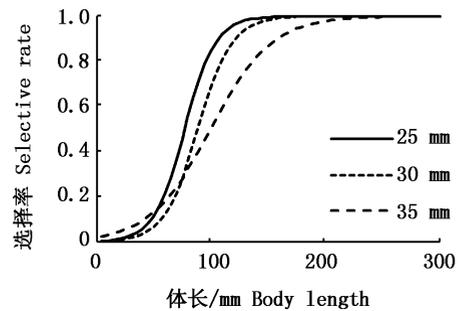


图7 8月凤鲚选择性曲线  
 Fig.7 Selectivity curves of *Coilia mystus* in August

2.4 网囊网目尺寸和  $L_{0.5}$  的关系

为了确定合理的最小可捕体长,可以根据网囊网目尺寸和50%选择体长的数据,通过线性回归得到春夏两季它们之间的线性关系,其关系式分别为  $L_{0.5} = 0.6775m + 90.902 (R^2 = 1)$  和  $L_{0.5} = 2.2561m + 21.025 (R^2 = 0.9999)$  (图8和图9)。参考凤鲚120 mm 的开捕体长<sup>[19]</sup>,可以得到适合凤鲚的张网最小网目尺寸分别为42.95 mm

和 43.87 mm。

表 4 张网对凤鲚的选择参数和选择性指标

Tab. 4 Selective parameters and indexes of stow net to *C. mystus*

月份 Month	网目尺寸/mm Mesh size	$a$	$b$	$L_{0.5}/\text{mm}$	$SR$	$SF$	AIC
4	25	-15.38	0.143	107.84	15.40	4.31	29.11
	35	-7.14	0.062	114.61	35.29	3.27	58.80
8	25	-5.76	0.074	77.35	29.53	3.09	52.28
	30	-6.00	0.068	88.87	32.54	2.96	33.15
	35	-3.77	0.038	99.91	58.28	2.85	117.40

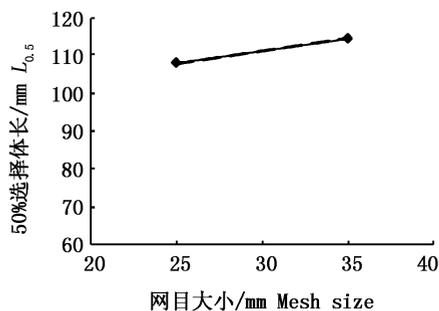


图 8 4 月凤鲚的 50% 选择体长与网目尺寸的关系

Fig. 8 The relationship between  $L_{0.5}$  and mesh size of *Coilia mystus* in April

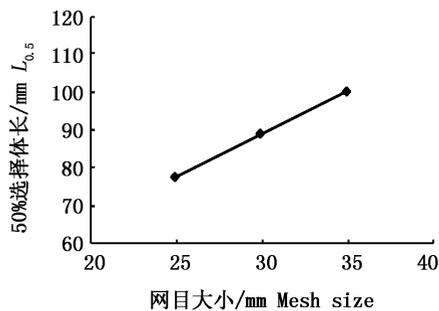


图 9 8 月凤鲚的 50% 选择体长与网目尺寸的关系

Fig. 9 The relationship between  $L_{0.5}$  and mesh size of *Coilia mystus* in August

## 2.5 逃逸率和幼鱼比例

研究显示鱼体逃逸率与网目形状有一定关系<sup>[20-21]</sup>。春季试验中,25 mm 和 35 mm 网目网囊下总渔获的质量逃逸率分别为 11.21% 和 35.55%,尾数逃逸率分别为 31.67% 和 50.25%;夏季试验中,25 mm、30 mm 和 35 mm 网目网囊总渔获的质量逃逸率分别为 20.51%、23.20% 和 80.53%,尾数逃逸率为 28.60%、34.06% 和 86.89%。逃逸渔获中康氏小公鱼、红狼牙鰕虎鱼等体形纤细或圆筒形的渔获较多,而棘头梅童鱼、丽叶鲈、黄斑鰕和中华青鳞鱼(*Harengula*

*nymphaca*) 等平扁形或卵圆形的渔获较少。

表 5 列出了春夏两季试验网囊中主要经济渔获的体长范围和幼鱼比例,参考陈丕茂<sup>[19]</sup>关于最适开捕体长的研究,显示春季捕获的凤鲚幼鱼比例较低,只有 10%~20%,到了夏季凤鲚幼鱼比例增长至 60% 以上;而脊尾白虾、刀额新对虾(*Metapenaeus ensis*)、康氏小公鱼和棘头梅童鱼的幼鱼比例都在 80% 以上。而从 ABC 曲线及生物量谱的研究结果<sup>[22]</sup>来看,捕捞压力依然过大,且春夏两季凤鲚的  $L_{0.5}$  均小于其最适开捕体长,表明该张网在 35 mm 网目尺寸下不能满足该海域张网渔业资源保护的需求。

## 3 讨论

### 3.1 套网法

套网法是网目选择性研究中运用最广的传统试验方法,可以直接观察到从选择性装置中逃逸的个体数量,所得数据能够直接用于选择率的计算。但套网对网囊的“覆盖效应”、套网引起网囊周围流态的变化、套网视觉效果导致鱼类游泳能力和逃逸行为的变化等都会对选择性研究造成影响<sup>[14-16]</sup>。为此,国内外学者提出安装圆环、浮子及风筝套网<sup>[17]</sup>等,本研究由于客观条件限制,只是提高套网周径为网囊的 1.2 倍,拉直长度为网囊的 1.5 倍,这对研究结果会造成一定的影响。

### 3.2 不同网目尺寸网囊对凤鲚的选择性

该张网作业主要作业季节为春季和夏季,笔者于 2014 年 11 月开始对该海域开展渔具和渔获物组成的调查<sup>[23]</sup>,结果显示该季节张网的主要渔获是凤鲚和康氏小公鱼,其中凤鲚的优势体长组为 60~70 mm 和 100~110 mm,占总渔获的 50% 以上;而在 2015 年 4 月开展张网选择性试验中,

最开始套网网囊定为 10 mm,但由于当地市场无法购买该网目网囊,且试验中显示凤鲚的优势体

长组与 11 月调查结果相差较大,故在 2015 年 8 月增加了一个航次的选择性试验。

表 5 主要渔获种类的幼鱼比例

Tab. 5 The ratio of immatured fish in main catch species

月份 Month	种类 Species	开捕体长/mm Optimum fist capture length	25 mm		30 mm		35 mm	
			体长范围/mm Range of body length	幼鱼比例/% Ratio of immatured fish	体长范围/mm Range of body length	幼鱼比例/% Ratio of immatured fish	体长范围/mm Range of body length	幼鱼比例/% Ratio of immatured fish
4 月	凤鲚	120	80 ~ 223	11.26	-	-	86 ~ 200	20.94
	红狼牙鰕虎鱼	110	38 ~ 223	18.66	-	-	67 ~ 196	18.24
	脊尾白虾	60	29 ~ 66	93.10	-	-	30 ~ 71	92.08
	刀额新对虾	90	59 ~ 91	84.62	-	-	57 ~ 95	88.24
8 月	凤鲚	120	65 ~ 203	63.44	41 ~ 117	72.53	60 ~ 188	60.92
	红狼牙鰕虎鱼	110	75 ~ 265	19.50	93 ~ 190	40.00	102 ~ 171	20.00
	康氏小公鱼	60	41 ~ 81	83.70	35 ~ 92	91.30	42 ~ 82	95.70
	脊尾白虾	60	35 ~ 64	96.50	30 ~ 68	90.90	53 ~ 58	100.00
	棘头梅童鱼	110	62 ~ 104	100.00	71	100.00	68 ~ 102	100.00

从逃逸率结果来看,春季凤鲚在 25 mm 和 35 mm 网目下的质量逃逸率分别为 3.74% 和 18.22%,尾数逃逸率分别为 11.52% 和 31.91%;夏季凤鲚在 25 mm、30 mm 和 35 mm 网目的质量逃逸率分别为 4.24%、26.48% 和 76.51%,尾数逃逸率分别为 8.52%、53.44% 和 85.71%。春季渔获逃逸率明显低于夏季,而夏季中 35 mm 的质量逃逸率高达 76.51%,这是由于 8 月底小个体凤鲚的比例开始增加,幼鱼比例高达 60% 以上,在 35 mm 网目网囊下基本全部逃逸。且秋季渔获中康氏小公鱼及毛虾的比例开始增加,针对该情况,可以制定特许作业标准。

两次选择性试验中指标种凤鲚的体长差异较大,同一网目尺寸下,春季计算得出的 50% 选择体长  $L_{0.5}$  也明显大于夏季,选择性范围  $SR$  更小, $AIC$  值也更小,说明春季张网网目选择性更强。造成这种现象的主要原因有:①秋季渔获中有部分康氏小公鱼及毛虾等,会在一定程度上影响网目的张开,从而影响该季节的网目选择性;②珠江口凤鲚产卵时间较长,可以从 3 月持续到 11 月末<sup>[24]</sup>,但春季是产卵高峰期,到了秋季产卵量明显减少<sup>[25]</sup>;③该张网作业主要集中于春夏秋三季作业,在冬季作业次数少,渔业资源能得到一定程度上的恢复。对于不同网目尺寸的试验网囊,选择性指标  $L_{0.5}$  和  $SR$  都随网目的增加而增大,即大网目网囊选择性较弱,这与唐衍力等<sup>[2,11,26]</sup>的相关研究结果一致。

### 3.3 存在问题及后续研究展望

通过改变网目尺寸来改善渔具选择性是一种简单而行之有效的措施,在很多渔业中都制定了相关最小网目尺寸的规定<sup>[27-28]</sup>。但是最小网目尺寸的实施却是非常困难的,因南海渔业基本都是家庭渔业,且渔港众多,难以对上岸渔获进行监控。笔者在该种张网调查中发现,除了几种主要经济渔获,其他渔获都是作为饵料被养殖人员收购,价格只有几毛钱一斤,总共也就只能卖几百元,但是渔民在有利可图的情况下是很难保证最小网目尺寸的实施。因此,建立健全的监控体制,是当前渔业管理的重中之重。

另外,本研究并没有确定适合凤鲚的最小网目尺寸,虽然结果计算得到春夏两季适合凤鲚的张网最小网目尺寸分别为 42.95 mm 和 43.87 mm,但因试验中缺少 40 mm 网目下选择性试验验证,只能表明该张网在 35 mm 网目尺寸下不能满足该海域张网渔业资源保护的需求。而从逃逸率来看,35 mm 网目下总渔获的质量逃逸率都高达 80% 以上,这个结果已严重影响到渔民经济利益,更何况 40 mm 网目。建议后期加强方形网目和 T-90 网囊<sup>[29-30]</sup>以及不同网囊形状、不同网囊线型(双线 and 单线)等方面的研究,找到既能保证渔民经济利益,又能保证凤鲚渔业可持续发展的网目结构。

## 参考文献:

- [1] 于秀娟. 实施最小网目尺寸标准保护和合理利用渔业资源[J]. 中国水产, 2003(7): 74-77.  
YU X J. Implement minimum mesh size standard to protect and make rational utilization of fishery resources[J]. China Fisheries, 2003(7): 74-77.
- [2] 唐衍力, 赵同阳, 杨炳忠, 等. 黄海区青岛近海双桩张网网囊网目选择性研究[J]. 中国水产科学, 2010, 17(6): 1327-1333.  
TANG Y L, ZHAO T Y, YANG B Z, et al. Selectivity of codend mesh of double stake stow net in Qingdao offshore, Yellow Sea[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2010, 17(6): 1327-1333.
- [3] 杨齐. 南海区拖网和张网渔具对渔业资源的影响[J]. 水产科技, 1997(3): 4-6.  
YANG L. The influence of trawl net and stow net on fishery resources in the South China Sea[J]. Fisheries Science & Technology, 1997(3): 4-6.
- [4] 张旭丰, 杨齐, 张鹏, 等. 南海北部张网主要技术参数的变化分析[J]. 南方水产科学, 2008, 4(6): 108-112.  
ZHANG X F, YANG L, ZHANG P, et al. Changes of the major technical parameters of stow nets in the coast of northern South China Sea [J]. South China Fisheries Science, 2008, 4(6): 108-112.
- [5] 晏磊, 杨齐, 张旭丰, 等. 南海北部张网作业状况及其管理探讨[J]. 广东农业科学, 2014, 41(6): 140-143.  
YAN L, YANG L, ZHANG X F, et al. Discuss on situation and management of stow-net fishing in the north part of South China sea[J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2014, 41(6): 140-143.
- [6] MACBETH W G, BROADHURST M K, MILLAR R B. Improving selectivity in an Australian penaeid stow-net fishery [J]. Bulletin of Marine Science, 2005, 76(3): 647-660.
- [7] 张健, 张鹏, 石建高, 等. 单桩张网菱形、方形网目网囊选择性研究[J]. 海洋渔业, 2011, 33(2): 213-220.  
ZHANG J, ZHANG P, SHI J G, et al. Size selectivity of diamond and square mesh codends in single-stake stownet fisheries[J]. Marine Fisheries, 2011, 33(2): 213-220.
- [8] 孙满昌, 张健, 钱卫国, 等. 张网渔具选择性研究中网次间差异的探讨[J]. 集美大学学报(自然科学版), 2003, 8(4): 322-328.  
SUN M C, ZHANG J, QIAN W G, et al. The discussion of the between-haul variation on the research of selectivity of stow net[J]. Journal of Jimei University (Natural Science), 2003, 8(4): 322-328.
- [9] 张健, 孙满昌, 钱卫国, 等. 张网渔具选择性模型的探讨[J]. 海洋渔业, 2004, 26(1): 1-8.  
ZHANG J, SUN M C, QIAN W G, et al. Discussion on the selectivity model of stow net[J]. Marine Fisheries, 2004, 26(1): 1-8.
- [10] SUN M C, ZHANG J, XU L X. Size selectivity of diamond and square mesh codends for hairfin anchovy *Setipinna taty* in Chinese stow net fisheries[J]. Fisheries Science, 2006, 72(3): 530-539.
- [11] 李超, 张秀梅, 陈平, 等. 青岛斋堂岛海域春季双桩竖杆张网网囊网目的选择性[J]. 中国水产科学, 2015, 22(4): 799-811.  
LI C, ZHANG X M, CHEN P, et al. Selectivity of codend mesh sizes in stow nets during spring on the coast of Zhaitang Island, Qingdao[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2015, 22(4): 799-811.
- [12] 晏磊, 杨齐, 张旭丰, 等. 南海北部竖杆张网网囊网目选择性研究[J]. 广东农业科学, 2014, 41(8): 171-176.  
YAN L, YANG L, ZHANG X F, et al. Cod-end mesh selectivity of stick stow net in north part of the South China sea[J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2014, 41(8): 171-176.
- [13] 程济生. 黄海无脊椎动物资源结构及多样性[J]. 中国水产科学, 2005, 12(1): 68-75.  
CHENG J S. Structure and diversity of invertebrate resources in the Yellow Sea[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2005, 12(1): 68-75.
- [14] 孙满昌. 渔具渔法选择性[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 57-58.  
SUN M C. Fishing gear and fishing method selectivity[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2004: 57-58.
- [15] FRYER R J. A model of between-haul variation in selectivity [J]. ICES Journal of Marine Science, 1991, 48(3): 281-290.
- [16] BAHAMON N, SARDÀ F, SUURONEN P. Improvement of trawl selectivity in the NW Mediterranean demersal fishery by using a 40mm square mesh codend[J]. Fisheries Research, 2006, 81(1): 15-25.
- [17] MADSEN N, HOLST R. Assessment of the cover effect in trawl codend selectivity experiments[J]. Fisheries Research, 2002, 56(3): 289-301.
- [18] MILLAR R B, FRYER R J. Estimating the size-selection curves of towed gears, traps, nets and hooks[J]. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 1999, 9(1): 89-116.
- [19] 陈丕茂. 南海北部主要捕捞种类最适开捕规格研究[J]. 水产学报, 2004, 28(4): 393-400.  
CHEN P M. Optimum first capture standards of major capture species of the northern South China Sea [J]. Journal of Fisheries of China, 2004, 28(4): 393-400.
- [20] 黄六一, 高慧良, 唐衍力, 等. 海州湾坛子网网囊网目选择性研究[J]. 中国海洋大学学报, 2016, 46(11): 143-150.  
HUANG L Y, GAO H L, TANG Y L, et al. A study on the selectivity of codend mesh of Tanzi net in Haizhou Bay[J]. Periodical of Ocean University of China, 2016, 46(11): 143-150.
- [21] 杨炳忠, 杨齐, 谭永光, 等. 南海区虾拖网方目与菱目混合网囊渔获性能初步研究[J]. 海洋科学, 2017, 41(1):

- 57-64.
- YANG B Z, YANG L, TAN Y G, et al. Preliminary study of catching performance of a combined diamond-and square-mesh cod-end of a shrimp beam trawl in the northern South China Sea[J]. *Marine Sciences*, 2017, 41(1): 57-64.
- [22] 晏磊, 谭永光, 杨炳忠, 等. 基于张网渔业休渔前后的黄茅海河口渔业资源群落比较[J]. *南方水产科学*, 2016, 12(6): 1-8.
- YAN L, TAN Y G, YANG B Z, et al. Comparison on resources community of stow-net fishery before and after fishing off season in Huangmaohai Estuary[J]. *South China Fisheries Science*, 2016, 12(6): 1-8.
- [23] 晏磊, 谭永光, 杨齐, 等. 南海珠江口沿岸张网渔业资源群落结构分析[J]. *生物学杂志*, 2015, 32(5): 52-57.
- YAN L, TAN Y G, YANG L, et al. The resources community structure of stow-net fishery in the Pearl River Estuary coastal waters of the South China Sea[J]. *Journal of Biology*, 2015, 32(5): 52-57.
- [24] 李永振, 陈国宝, 孙典荣. 珠江口鱼类组成分析[J]. *水产学报*, 2000, 24(4): 312-317.
- LI Y Z, CHEN G B, SUN D R. Analysis of the composition of fishes in the Pearl River estuarine waters[J]. *Journal of Fisheries of China*, 2000, 24(4): 312-317.
- [25] 肖瑜璋, 王蓉, 郑琰晶, 等. 珠江口鱼类浮游生物种类组成与数量分布[J]. *热带海洋学报*, 2013, 32(6): 80-87.
- XIAO Y Z, WANG R, ZHENG Y J, et al. Species composition and abundance distribution of ichthyoplankton in the Pearl River Estuary [J]. *Journal of Tropical Oceanography*, 2013, 32(6): 80-87.
- [26] 唐衍力, 孙国微, 杨炳忠, 等. 黄海区虾拖网网囊网目选择性研究[J]. *中国海洋大学学报*, 2010, 40(10): 33-37.
- TANG Y L, SUN G W, YANG B Z, et al. Study on the selectivity of the codend mesh of the shrimp trawl in the Yellow Sea[J]. *Periodical of Ocean University of China*, 2010, 40(10): 33-37.
- [27] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB 11780-2005 南海区拖网网囊最小网目尺寸[S]. 北京: 中国标准出版社, 2005: 1-2.
- General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. GB 11780-2005 The minimum mesh size of the trawl cod-end in South China Sea[S]. Beijing: Standards Press of China, 2005: 1-2.
- [28] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB 11779-2005 东海、黄海区拖网网囊最小网目尺寸[S]. 北京: 中国标准出版社, 2005: 1-2.
- General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. GB 11779-2005 The minimum mesh size of the trawl cod-end net in East China Sea and Yellow Sea[S]. Beijing: Standards Press of China, 2005: 1-2.
- [29] FRANDSEN R P, HERRMANN B, MADSEN N, et al. Development of a codend concept to improve size selectivity of Nephrops (*Nephrops norvegicus*) in a multi-species fishery [J]. *Fisheries Research*, 2011, 111(1/2): 116-126.
- [30] MADSEN N, HERRMANN B, FRANDSEN R P, et al. Comparing selectivity of a standard and turned mesh T90 codend during towing and haul-back [J]. *Aquatic Living Resources*, 2012, 25(3): 231-240.

## Study on the selectivity of codend mesh of stow net for *Coilia mystus* in Huangmaohai Estuary

YAN Lei, YANG Lin, TAN Yongguang, YANG Bingzhong, ZHANG Peng, LI Jie

(South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy Fishery Sciences, Key Laboratory of Open-Sea Fishery Development, Ministry of Agriculture, Key Lab. of South China Sea Fishery Resources Exploitation & Utilization, Ministry of Agriculture, Guangzhou 510300, China)

**Abstract:** In order to determine the suitability of the minimum mesh size of stow net in the South China Sea, the selectivity of codend mesh of double stake net was studied by using covered net method in Huangmaohai Estuary in April and August of 2015. *Coilia mystus* is the main fishing target in the area by the index of relative importance (IRI). Using the catch data of the fishing target, different mesh sizes selectivity curves of them have been drawn by using Logistic curves as a selectivity model. Parameters of selectivity are estimated according to the maximum likelihood method. The results of the experiments indicate that when the mesh size is 25 mm and 35 mm in spring, its  $L_{0.5}$  is 107.84 mm and 114.61 mm, respectively; when the mesh size is 25 mm, 30 mm and 35 mm in summer, its  $L_{0.5}$  is 77.35 mm, 88.87 mm and 99.91 mm, respectively. With the increase of the mesh size of stow net, the  $L_{0.5}$  and  $SR$  of *Coilia mystus* increase. The  $L_{0.5}$  of *Coilia mystus* is different with the same mesh size between spring and summer, while the minimum mesh size calculated according to the relationship between  $L_{0.5}$  and mesh size remains basically the same in all seasons, which is 42.95 mm and 43.87 mm respectively. Based on the results, we conclude that the minimum mesh size of 35 mm cannot meet the demand of fishery resources protection in Huangmaohai Estuary.

**Key words:** covered net; stow net; mesh size; selectivity; *Coilia mystus*