

文章编号: 1000-0615(2019)06-1539-10

DOI: 10.11964/jfc.20171011008

## 帆张网网囊网目尺寸对小黄鱼的选择性

徐国强<sup>1,2,3</sup>, 张洪亮<sup>1,2,3</sup>, 虞宝存<sup>1,2,3</sup>, 陈峰<sup>1,2,3</sup>, 朱文斌<sup>1,2,3\*</sup>

(1. 浙江省海洋水产研究所, 浙江舟山 316021;

2. 农业农村部重点渔场渔业资源观测实验站, 浙江舟山 316021;

3. 浙江省海洋渔业资源可持续利用技术研究重点实验室, 浙江舟山 316021)

**摘要:** 为探索帆张网不同网目尺寸网囊对小黄鱼的选择性, 2017年4月在舟山渔场中部用传统方法(套网法)对5种不同网目尺寸(35 mm、45 mm、55 mm、60 mm、65 mm)网囊开展了选择性实验。应用Logistic模型对小黄鱼选择性曲线进行拟合, 采用极大似然法估算模型参数。结果显示: ①实验期间主要捕获对象为小黄鱼, 数量和重量分别占比66.94%和84.48%, 体长范围71~190 mm, 平均体长124 mm; ②随着网目尺寸的增加, 网囊中小黄鱼优势体长总体上大于套网; ③网囊网目尺寸为35 mm、45 mm、55 mm、60 mm和65 mm时, 小黄鱼 $L_{50}$ 分别为80.425 mm、103.496 mm、119.711 mm、122.676 mm和137.026 mm, SR分别为50.202 mm、52.540 mm、61.120 mm、41.730 mm和63.560 mm,  $L_{50}$ 呈现逐渐增大的趋势; ④小黄鱼网囊网目尺寸( $m$ )与50%选择体长( $L_{50}$ )的关系为 $L_{50}=1.776m+20.300$  ( $R^2=0.980$ ); ⑤5种网目尺寸网囊中小黄鱼尾数逃逸率均高于重量逃逸率, 网囊网目尺寸 $\leq 45$  mm时, 其尾数及重量逃逸率均低于5%, 网囊网目尺寸 $\geq 55$  mm时, 其尾数及重量逃逸率均超过10%, 甚至可达50%。综合分析, 目前实施的55 mm网目尺寸能有效释放小黄鱼幼鱼, 但网目尺寸仍需扩大。

**关键词:** 小黄鱼; 帆张网; 网目尺寸; 选择性; 东海区

中图分类号: S 972.12

文献标志码: A

帆张网属单锚张网, 起源于20世纪80年代中后期, 其在传统张网(鲛网)的基础上, 借鉴国外技术发展而来<sup>[1]</sup>。因其具有网具规格大、捕捞效率高、成本低、效益好、适应多种水深并机动灵活等独特优势, 在东海区得到了迅速发展, 目前其渔业规模在海洋捕捞业中占据重要地位, 成为东海区主要捕捞方式之一<sup>[1-4]</sup>。帆张网利用单锚固定在回转流水域, 依靠潮流为动力张开网口, 从而使其捕捞强度增强, 加之网目尺寸较小, 大小渔获物被冲入网内, 对渔业资源造成了严重伤害, 特别是多种经济鱼类幼鱼<sup>[3, 5-7]</sup>。帆张网最主要利用的渔业资源为小黄鱼(*Larimichthys polyactis*), 其次为带鱼(*Trichi-*

*urus japonicus*), 研究表明其幼鱼比例分别可达37.25%和24.9%<sup>[8]</sup>。网目尺寸过小是导致幼鱼比例较高的重要原因, 据调查, 目前使用的帆张网网囊网目尺寸仅为25~30 mm。近年来, 随着国家对渔业资源的逐渐重视, 众多学者开展了相关网囊网目尺寸的选择性研究。程家骅等<sup>[3]</sup>通过对5种网囊网目尺寸帆式张网进行套网选择性实验, 综合分析了其对小黄鱼和带鱼的选择性能, 认为帆张网网囊最小网目尺寸可暂定为55 mm。李国成<sup>[9]</sup>在综合考虑带鱼和小黄鱼的前提下, 认为56 mm网目规格优于51 mm。张健等<sup>[10]</sup>开展了不同网目尺寸网囊选择性对比试验, 认为目前使用的55 mm网目尺寸能够实现3种主要捕捞对象

收稿日期: 2017-10-24 修回日期: 2018-04-24

资助项目: 浙江省远洋渔业资源探测及捕捞技术研发(2018C02026); 浙江省海洋与渔业局项目; 浙江省沿岸定置张网网格化管理模式研究与示范专项(2016F30018)

通信作者: 朱文斌, E-mail: foolse@126.com

的管理目标。从查阅到的文献分析,目前对于帆张网选择性研究工作尚显不足,且资源状况不断变化,因此仍然需要开展相关研究来掌握其对渔业资源的影响。

鉴于此,作者于2017年4月在浙江沿岸开展了5种不同网目尺寸网囊的套网选择性实验。据海上调查及相关研究<sup>[8]</sup>,帆张网春季主要以捕获小黄鱼为主,带鱼等其他经济鱼类较少,可减少其他鱼类堵塞网目产生的误差,从而增加实验准确性。通过本研究,可为更好地掌握帆张网对小黄鱼的选择性条件,合理制定最小网目尺寸提供一定参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验海域与时间

实验海域位于 $30^{\circ}05'32''\sim 30^{\circ}08'35''\text{N}$ ,

$123^{\circ}39'00''\sim 123^{\circ}40'47''\text{E}$ ,舟山渔场附近;实验时间为2017年4月7日—2017年4月15日。实验海域如图1所示。

### 1.2 实验渔船与渔具

实验渔船为浙嵊渔13123,主机功率260 kW,船长37.73 m,型宽7.2 m,型深3.7 m,总吨位220 t。实验网具为浙江海域实际生产帆张网网具,网具主尺度为 $45\text{ m}\times 73\text{ m}\times 210\text{ m}$ 。实验设计5种规格网囊,网目尺寸分别为35 mm、45 mm、55 mm、60 mm和65 mm(表1)。套网网目尺寸为25 mm,其长度为网囊长度的1.2倍<sup>[11]</sup>。

### 1.3 实验方法

采用套网试验法,即在实验网囊外安装小网目套网,用以捕获从实验网囊中逃逸的渔获物<sup>[11-12]</sup>(图2)。为降低实验误差,将实际生产网囊

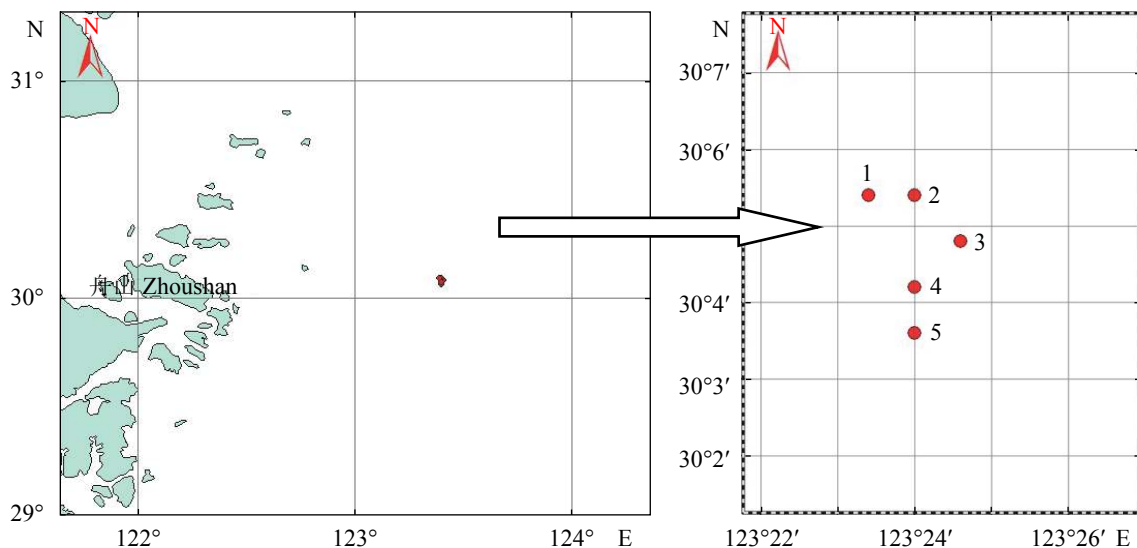


图1 实验海域

Fig. 1 Experimental area

表1 不同实验网囊规格

Tab. 1 Specification of different codend nets

网囊编号 codend no.	网目尺寸/mm mesh size	实测均值±标准差/mm mean±SD	横向目数/目 transversal	纵向目数/目 longitudinal	材料 material
DM1#	35	34.98±1.31	375.5	525	PE
DM2#	45	45.65±1.92	300.5	420	PE
DM3#	55	54.80±0.63	249.5	350	PE
DM4#	60	59.83±2.92	229.5	323	PE
DM5#	65	65.27±1.27	214.5	300	PE

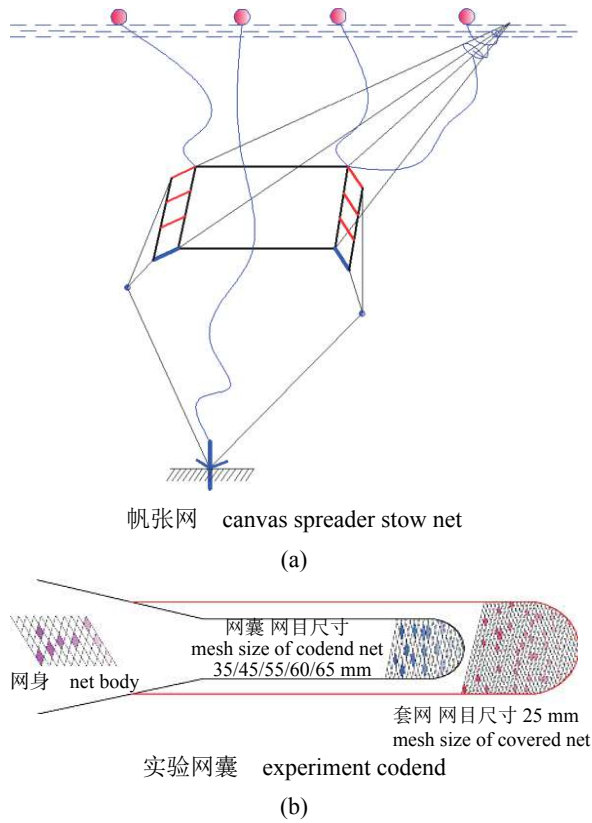


图2 帆张网作业示意图

Fig. 2 Schematic diagram of canvas spreader stow net

作为套网, 同时将实验网囊安装于生产网倒须网后端。对5种规格网囊各进行了5个有效网次的选择性实验, 每网次作业时间约为12 h。在实验中, 对每网次渔获按照网囊规格进行分类统计, 网囊与套网渔获物分开并进行随机取样, 带回实验室进行生物学分析。分析主要内容包括渔获物种类组成, 主要渔获物体长、体质量等生物学参数, 生物学分析标准按照《海洋调查规范》<sup>[13]</sup>进行。

1.4 选择性曲线

网囊网目选择性分析采用Logistic曲线方程作为帆张网渔具选择性模型<sup>[12, 14-16]</sup>, 其选择性表达式:

$$S_l = \frac{\exp(a + bl)}{1 + \exp(a + bl)} \quad (1)$$

式中,  $S_l$ 为选择率;  $l$ 为体长组的特征体长(mm);  $a$ 、 $b$ 为选择性参数。

Logistic曲线主要选择性指标:

$$L_{25} = \frac{\ln 3 + a}{b}; L_{50} = -\frac{a}{b}; L_{75} = \frac{\ln 3 - a}{b} \quad (2)$$

$$SR = L_{75} - L_{25} = \frac{2\ln 3}{b}; SF = \frac{L_{50}}{m}$$

式中,  $L_{25}$ 、 $L_{50}$ 、 $L_{75}$ 分别表示选择率为25%、50%、75%所对应的体长(mm);  $SR$ 为选择范围(mm);  $SF$ 为选择系数;  $m$ 为网目尺寸(mm)。

1.5 参数估算方法<sup>[12, 14, 17]</sup>

套网法实验各网囊网目选择性参数 $a$ 、 $b$ 使用极大似然法进行估算求得, 对数似然函数:

$$L(\theta) = \ln(L) = \sum_i \{N_{ni} \times \ln r + N_{ci} \times \ln(1-r)\} \quad (3)$$

式中,  $N_{ni}$ 为未逃逸的 $i$ 体长组的尾数;  $N_{ci}$ 为逃逸的 $i$ 体长组的尾数;  $r$ 为不同体长组网囊的选择率。选择性分析采用MS-Excel的“规划求解”方法来实现。

1.6 尾数及重量逃逸率<sup>[3, 18]</sup>

$$\text{尾数逃逸率(\%)} = \frac{\text{套网渔获尾数}}{\text{套网渔获尾数} + \text{囊网渔获尾数}} \times 100\% \quad (4)$$

$$\text{重量逃逸率(\%)} = \frac{\text{套网渔获重量}}{\text{套网渔获重量} + \text{囊网渔获重量}} \times 100\% \quad (5)$$

2 结果

2.1 渔获组成

本次帆张网海上选择性实验共捕获渔获物种类29种, 其中鱼类20种、虾类5种、头足类4种。以数量和重量计, 小黄鱼分别占比66.94%和84.48%, 为主要捕捞对象(图3)。在实验期间其他渔获物较少(特别是带鱼), 这对于减少网囊阻塞具有重要作用。实验期间捕获小黄鱼体长范围为71~190 mm, 平均体长为124 mm, 优势体长为110~135 mm。因此, 本实验针对主要渔获物小黄鱼进行选择性分析。

2.2 不同网囊网目尺寸下小黄鱼的体长分布

网目尺寸分别为35 mm、45 mm、55 mm、60 mm和65 mm的套网和网囊中小黄鱼体长均符合正态分布(图4)。网目尺寸为35 mm的套网中小黄鱼平均体长为117 mm, 优势体长为110~130 mm; 网囊中小黄鱼平均体长为123 mm, 优势体长为

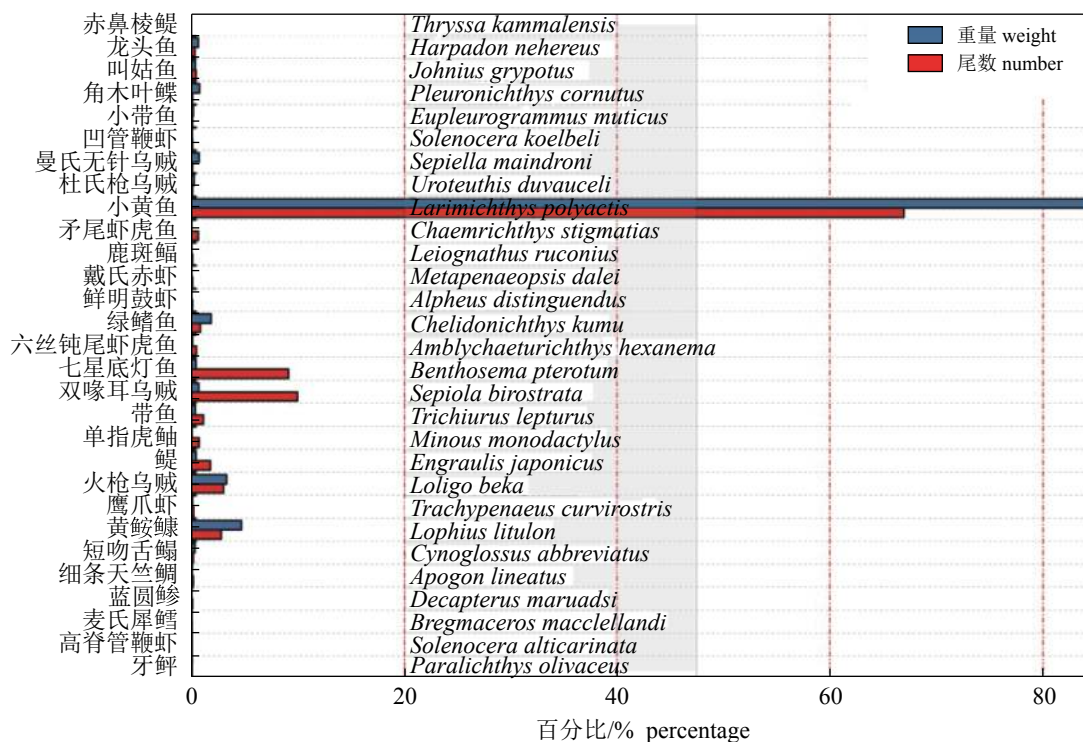


图3 渔获物种类组成

Fig. 3 Species composition of catch

110~135 mm。网目尺寸为45 mm的套网中小黄鱼平均体长为117 mm，优势体长为110~130 mm；网囊中小黄鱼平均体长为123 mm，优势体长为110~135 mm。网目尺寸为55 mm的套网中小黄鱼平均体长为121 mm，优势体长为110~135 mm；网囊中小黄鱼平均体长为126 mm，优势体长为115~135 mm。网目尺寸为60 mm的套网中小黄鱼平均体长为119 mm，优势体长为110~135 mm；网囊中小黄鱼平均体长为127 mm，优势体长为120~140 mm。网目尺寸为65 mm的套网中小黄鱼平均体长为120 mm，优势体长为110~135 mm；网囊中小黄鱼平均体长为125 mm，优势体长为110~135 mm。

### 2.3 小黄鱼选择性参数与主要选择性指标

不同网目尺寸网囊中小黄鱼的 $L_{50}$ 值随着网囊网目尺寸(35~65 mm)的增加而逐渐增大(表2)，说明增大网囊网目尺寸对于释放小黄鱼具有显著效果。除网目尺寸60 mm外，不同网目尺寸的SR值也呈现相同趋势。

### 2.4 网囊网目尺寸与 $L_{50}$

将表2中不同网目尺寸网囊与小黄鱼50%选择体长进行线性拟合，求得小黄鱼网囊网目尺

寸( $m$ )与50%选择体长( $L_{50}$ )的关系式：

$$L_{50} = 1.776m + 20.300 (R^2 = 0.980) \quad (6)$$

5种网目尺寸 $L_{50}$ 拟合曲线较好，各网目尺寸 $L_{50}$ 均在95%置信区间内(图5)。根据浙江省地方标准《重要海洋渔业资源可捕规格及幼鱼比例》<sup>[19]</sup>，小黄鱼最小可捕规格为145 mm。即当小黄鱼 $L_{50}$ 为145 mm时，帆张网网囊最小网目尺寸应为70.2 mm。

### 2.5 不同网囊网目尺寸对小黄鱼的选择性曲线

根据Logistic选择性模型，5种网囊网目尺寸对小黄鱼选择性曲线均呈现S型，且随着小黄鱼体长的逐渐增加其选择率逐渐增加，最终趋向于1(图6)。随着网囊网目尺寸的增加(35~65 mm)，选择性曲线依次向右移动，其中60 mm选择性曲线与55 mm、65 mm选择性曲线均出现交叉，其主要原因可能是实验海域小黄鱼体长差异导致。从选择范围分析，60 mm网囊选择性曲线倾斜度最大，最为尖锐，选择性最好。

### 2.6 不同网囊网目尺寸下小黄鱼尾数及重量逃逸率

随着网囊网目尺寸的增加(35~65 mm)，小黄

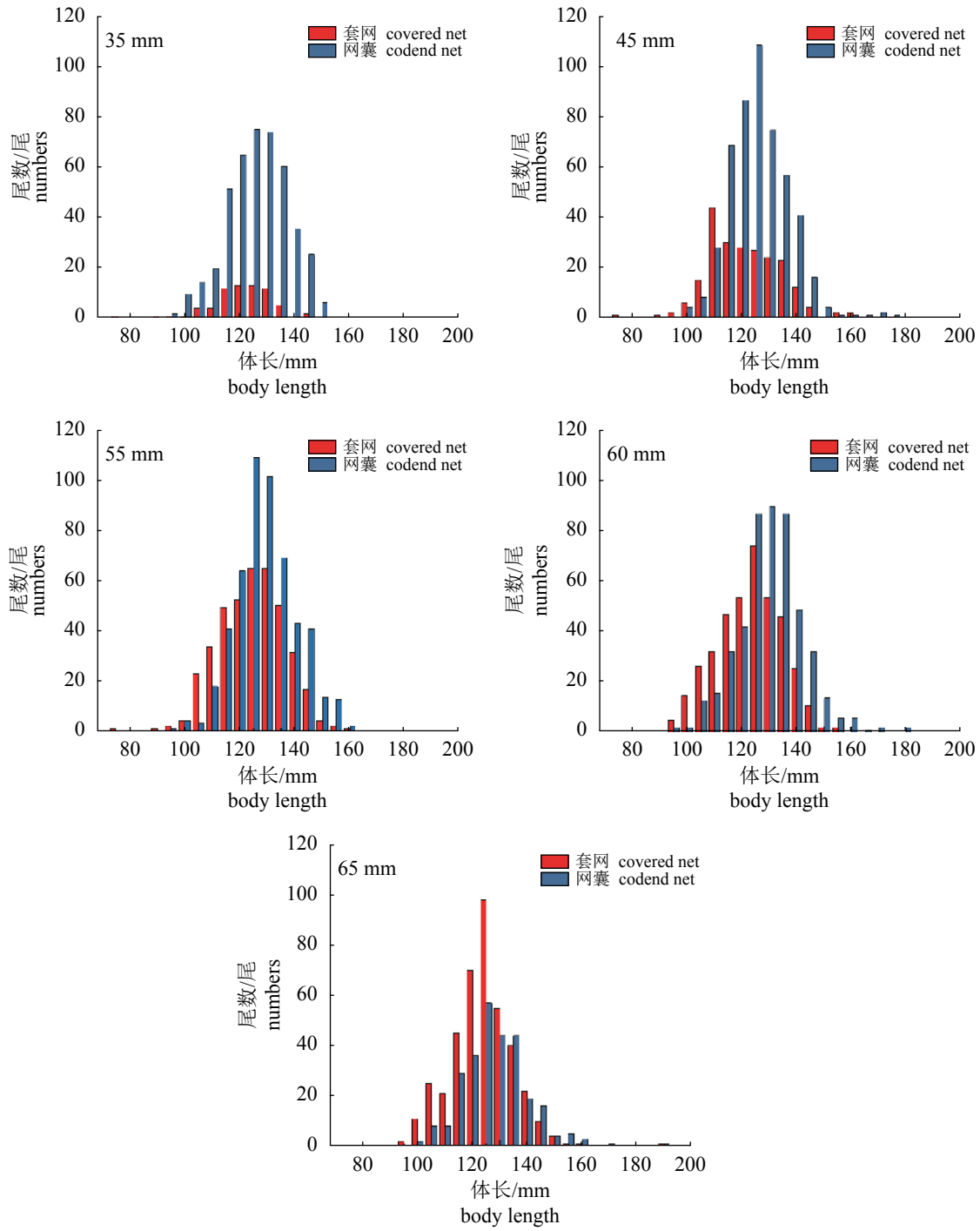


图 4 不同网目尺寸网囊中小黄鱼的体长分布

Fig. 4 Distribution of body length of *L. polyactis* of different codend and covered nets

鱼尾数和重量逃逸率均呈增加趋势, 网囊网目尺寸65 mm略有降低(表3), 这主要是由实验海域小黄鱼渔业资源状况导致的。5种网囊网目尺寸下小黄鱼尾数逃逸率均高于重量逃逸率; 网目尺寸为35和45 mm的网囊, 尾数及重量逃逸率均低于5%; 网目尺寸55 mm及以上网囊, 尾数及重

量逃逸率均超过10%, 甚至可达50%。

### 3 讨论

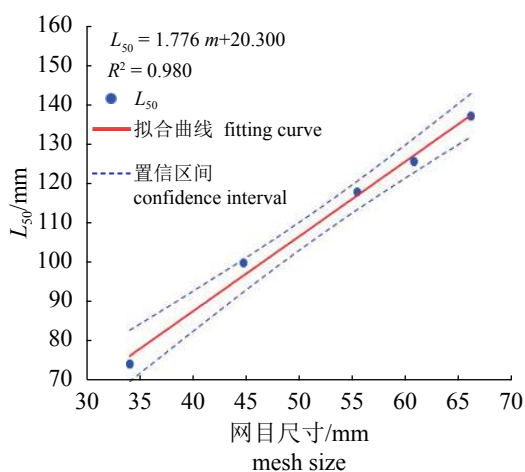
#### 3.1 套网法的影响

套网法通常是在网囊外安装较小网目套网,

表2 不同网目尺寸网囊下小黄鱼的选择性参数

Tab. 2 Selective parameters of *L. polyactis* with different mesh sizes of codend

网目尺寸/mm mesh size	<i>a</i>	<i>b</i>	$L_{25}/\text{mm}$	$L_{50}/\text{mm}$	$L_{75}/\text{mm}$	$SR/\text{mm}$	$SF$
35	-3.385	0.042	54.324	80.425	106.526	50.202	2.298
45	-4.328	0.042	77.227	103.496	129.765	52.540	2.300
55	-4.304	0.036	89.153	119.711	150.569	61.120	2.177
60	-6.459	0.053	101.810	122.676	143.543	41.730	2.045
65	-4.737	0.035	105.246	137.026	168.808	63.560	2.108

图5 不同网囊网目尺寸与 $L_{50}$ 的关系Fig. 5 Relationship between different mesh sizes of codend and  $L_{50}$ 

因其具有数值化计算方便、费用低、可观察逃逸尾数等诸多优点，成为运用最广的传统实验方法<sup>[11-17]</sup>。与此同时，其产生的“覆盖效应”会对实验结果产生偏差，另外由于网目增加，带鱼等其他鱼类产生的阻塞效应也可影响实验效果的准确率<sup>[20]</sup>。本实验中，主要捕获种类为小黄鱼，带鱼等其他易产生阻塞的渔获较少，对于提升实验效果具有重要作用。另外，在套网和网囊制作安装上，套网长度为囊网长度的1.2倍，可有效减少“覆盖效应”<sup>[11]</sup>。由于帆张网是借助潮流张开网口，水深、潮流对其影响较大，其在套网“覆盖效应”方面的影响还有待研究。

### 3.2 最小网目尺寸的确定

近几年浙江省资源动态监测数据表明，帆张网春季主要以捕获小黄鱼为主<sup>[7]</sup>，因此选取实验时间为春季。在本次实验中小黄鱼数量和重量分别占比66.94%和84.48%，为主要捕获鱼种，研

究表明，小黄鱼是纺锤型，带鱼是带型，体型和个体差异较大，不宜综合考虑<sup>[2]</sup>，这也是选择在春季开展实验的重要原因。本研究在确定网目尺寸时主要参考浙江省地方标准《重要海洋渔业资源可捕规格及幼鱼比例》<sup>[19]</sup>中小黄鱼最小可捕规格，帆张网对于小黄鱼最小网目尺寸应为70.2 mm。根据表3，无论从尾数和重量逃逸率分析，网囊网目尺寸为55 mm时，尾数和重量逃逸率最高可达50%，可以达到释放幼鱼的目的。根据本次海上实验分析，网囊网目尺寸放大到65 mm时，其幼鱼比例仍高达90%以上，这主要是由目前小黄鱼资源结构所决定的。小黄鱼平均体长从20世纪50年代的214.2~225.0 mm减少到90年代的134.76~161.39 mm<sup>[22]</sup>，而本次调查小黄鱼平均体长为124 mm。帆张网作为一种被动过滤性渔具，其利用水流迫使渔获物进入网内，因此捕获小黄鱼等渔获物组成基本接近自然分布，若从资源保护角度，帆张网网囊网目尺寸应放大到70.2 mm；若结合目前渔业资源状况考虑，目前实施的55 mm能有效释放幼鱼，可达到保护幼鱼的目的。

### 3.3 管理与研究展望

帆张网作为东海区海洋捕捞的重要作业方式之一，对其渔具性能方面的研究尚显不足，并且随着国家对渔业资源的重视，帆张网渔具的发展也受到了极大的限制。由于帆张网在作业过程中兼捕大量幼鱼，对资源造成了极大的损害，增大其网目尺寸、控制网具规格和携带数量势在必行。在管理过程中应严格实施国家规定最小网目尺寸要求，与此同时，随着新伏季休渔制度的实施，渔业资源的不断变化，加强相关基础研究也相当重要。东海区作为一个混栖渔场，其渔业资源生物多样性较为丰富，在今后的研究中应加强帆张网对不同鱼种的选择性研究。

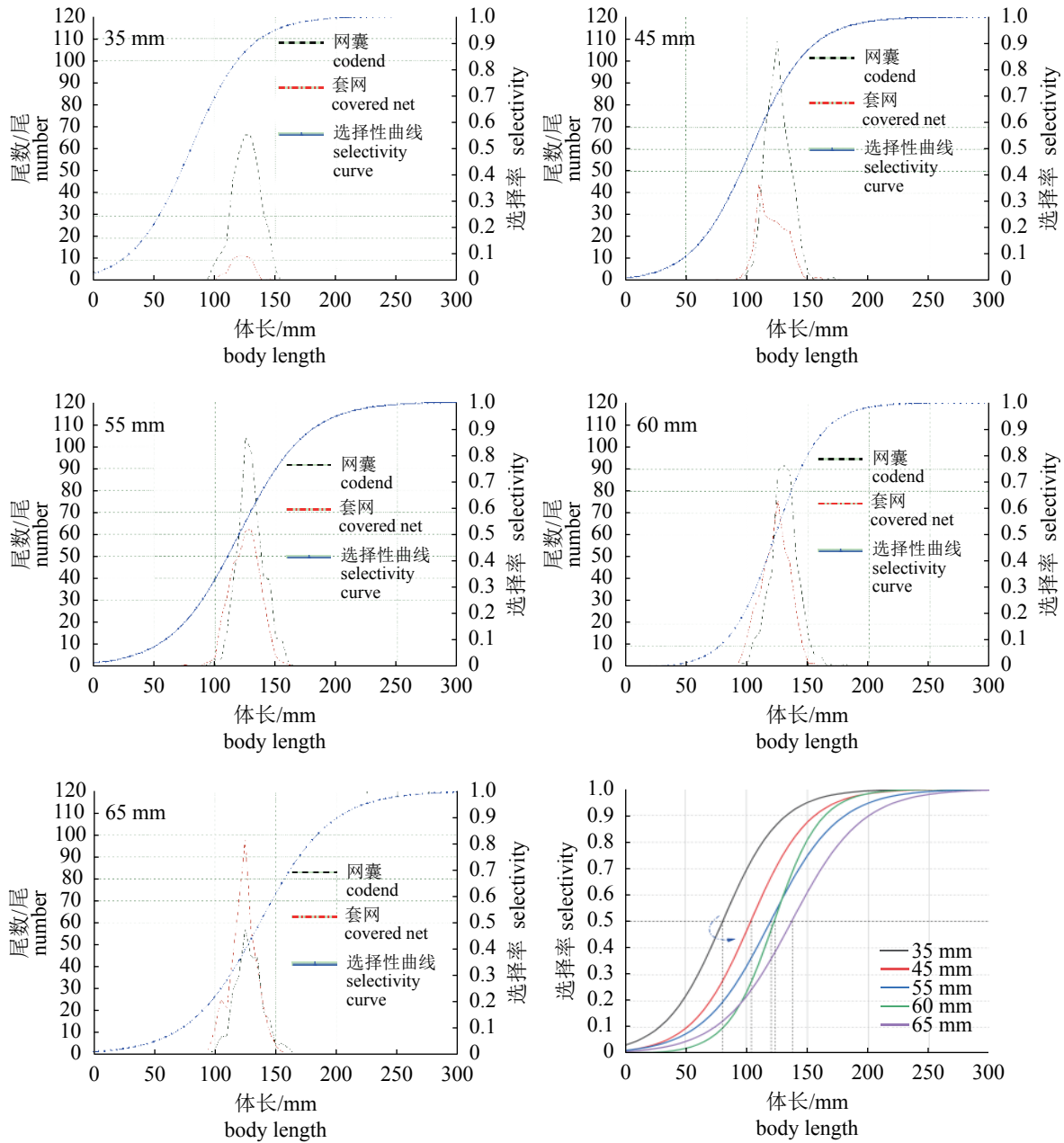


图 6 不同网目尺寸网囊对小黄鱼的选择性曲线

Fig. 6 Logistic selectivity curves of *L. polyactis* with different mesh sizes of codend

表 3 不同网目尺寸网囊小黄鱼尾数及重量逃逸率

Tab. 3 Escape rate in number and weight of *L. polyactis* with different mesh sizes of codend %

网目尺寸/mm mesh size	尾数逃逸率 escape rate in number	重量逃逸率 escape rate in weight
35	0.18~3.12	0.17~2.90
45	0.35~4.73	0.39~4.30
55	14.44~50.94	12.07~47.91
60	26.19~45.45	23.06~39.70
65	15.05~41.60	13.14~37.05

参考文献:

[1] 张秋华, 程家骅, 徐汉祥, 等. 东海区渔业资源及其可持续利用[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2007: 518-522.  
Zhang Q H, Cheng J H, Xu H X, et al. Fishery resources in the East China Sea and its sustainable utilization[M]. Shanghai: Fudan University Press, 2007: 518-522(in Chinese).

[2] 张秋华, 刘孝乐, 胡永生, 等. 东海区帆式张网渔业管理的研究[J]. 海洋渔业, 2000, 22(2): 52-56.  
Zhang Q H, Liu X L, Hu Y S, et al. Study on fishery manage-

- ment of canvas stow net in the East China Sea Region[J]. *Marine Fisheries*, 2000, 22(2): 52-56(in Chinese).
- [3] 程家骅, 陈雪忠, 黄洪亮, 等. 帆式张网网囊网目选择性研究[J]. *中国水产科学*, 2001, 7(4): 64-68.
- Cheng J H, Chen X Z, Huang H L, *et al.* Study on selectivity of diamond mesh codends of stow nets[J]. *Journal of Fishery Sciences China*, 2001, 7(4): 64-68(in Chinese).
- [4] 邹莉, 苗振清, 俞存根, 等. 帆张网渔获物组成及其多样性分析[J]. *南方水产*, 2010, 6(6): 46-53.
- Zou L, Miao Z Q, Yu C G, *et al.* Analysis of composition and diversity of catches by stow net[J]. *South China Fisheries Science*, 2010, 6(6): 46-53(in Chinese).
- [5] 潘迎捷, 乐美龙, 黄硕琳, 等. 水产辞典[M]. 上海: 上海辞书出版社, 2007: 43.
- Pan Y J, Le M L, Huang S L, *et al.* Aquatic dictionary[M]. Shanghai: Shanghai Lexicographical Publishing House, 2007: 43(in Chinese).
- [6] 周婉霞, 薄治礼. 帆张网渔业资源监测调查报告[J]. *海洋渔业*, 2001, 23(4): 169-174.
- Zhou W X, Bo Z L. Monitoring and survey report on fishery resources of movable stow net[J]. *Marine Fisheries*, 2001, 23(4): 169-174(in Chinese).
- [7] 陈卫平, 薄治礼, 周婉霞, 等. 浙江帆式张网渔业现状的分析与研究[J]. *浙江海洋学院学报(自然科学版)*, 2009, 28(1): 70-74.
- Chen W P, Bo Z L, Zhou W X, *et al.* Current analysis and investigation on fisheries of stow net in Zhejiang Province[J]. *Journal of Zhejiang Ocean University(Natural Science Edition)*, 2009, 28(1): 70-74(in Chinese).
- [8] 程家骅, 陈雪忠, 林龙山, 等. 东海区帆式张网渔业资源利用结构的动态分析[J]. *中国水产科学*, 2000, 7(2): 64-68.
- Cheng J H, Chen X Z, Lin L S, *et al.* Dynamics analysis of available resource structure for stow net fisheries in East China Sea Region[J]. *Journal of Fishery Sciences China*, 2000, 7(2): 64-68(in Chinese).
- [9] 李国成. 舟山市帆张网渔具最小网目尺寸研究[D]. 舟山: 浙江海洋学院, 2015.
- Li G C. The research of stow net minimum mesh size in Zhoushan City[D]. Zhoushan: Zhejiang Ocean University, 2015(in Chinese).
- [10] 张健, 蒋瑞, 方远浩, 等. 东海张网张网网囊网目选择性研究[J]. *海洋渔业*, 2017, 39(3): 340-350.
- Zhang J, Jiang R, Fang Y H, *et al.* Study on the fish size selectivity of codends of canvas stow net in the East China Sea[J]. *Marine Fisheries*, 2017, 39(3): 340-350(in Chinese).
- [11] 孙满昌. 渔具渔法选择性[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 109-160.
- Sun M C. Selectivity of fishing gear and fishing method[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2004: 109-160(in Chinese).
- [12] 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 China*, 2010, 17(6): 1327-1333(in Chinese).
- [13] 国家质量监督检验检疫总局, 国家标准化管理委员会. 海洋调查规范第6部分: 海洋生物调查: GB/T 12763. 6-2007[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008: 56-62.
- The State Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine, the National Standardization Management Committee. Specifications for oceanographic survey-Part 6: Marine biological survey: GB/T 12763. 6-2007[S]. Beijing: China Standards Press, 2008: 56-62(in Chinese).
- [14] 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(in Chinese).
- [15] Madsen N, Holst R. Assessment of the cover effect in trawl codend selectivity experiments[J]. *Fisheries Research*, 2002, 56(3): 289-301.
- [16] 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 China*, 2015, 22(4): 799-811(in Chinese).
- [17] 孙满昌, 张健, 钱卫国. 套网法对张网渔具选择性的影响[J]. *水产学报*, 2004, 28(6): 709-715.
- Sun M C, Zhang J, Qian W G. Influence of cover net method on stow net selectivity[J]. *Journal of Fisheries of*



- China, 2004, 28(6): 709-715(in Chinese).
- [18] 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(in Chinese).
- [19] 浙江省质量技术监督局. 重要海洋渔业资源可捕规格及幼鱼比例: DB33/T 949-2014[S]. 2015.
- Zhejiang Provincial Administration of Quality and Technology Supervision. Allowable size of capture and juvenile proportion of key marine fishery resources: DB 33/T 949-2014[S]. 2015 (in Chinese).
- [20] 宋学锋, 陈雪忠, 黄洪亮, 等. 东海区底拖网对小黄鱼的选择性研究[J]. 上海海洋大学学报, 2015, 24(3): 449-456.
- Song X F, Chen X Z, Huang H L, *et al.* Selectivity of *Larimichthys polyactis* of bottom trawl in the East China Sea[J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2015, 24(3): 449-456(in Chinese).
- [21] 刘勇, 程家骅. 渔业多鱼种综合开捕网目尺寸和捕捞努力量管理目标确定方法探讨[J]. 渔业科学进展, 2015, 36(6): 1-7.
- Liu Y, Cheng J H. A multi-species management model combining fishery catchable mesh size and fishing effort[J]. Progress in Fishery Sciences, 2015, 36(6): 1-7(in Chinese).
- [22] 水柏年. 黄海南部、东海北部小黄鱼的年龄与生长研究[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2003, 22(1): 16-20.
- Shui B N. Study on the age and growth of *Pseudosciaena polyactis* in the south of the Yellow Sea and the North of the East China Sea[J]. Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science Edition), 2003, 22(1): 16-20(in Chinese).

## Selectivity of different mesh size codends of canvas stow net for *Larimichthys polyactis*

XU Guoqiang<sup>1,2,3</sup>, ZHANG Hongliang<sup>1,2,3</sup>, YU Baocun<sup>1,2,3</sup>, CHEN Feng<sup>1,2,3</sup>, ZHU Wenbin<sup>1,2,3\*</sup>

(1. Marine Fisheries Research Institute of Zhejiang Province, Zhoushan 316021, China;

2. Scientific Observing and Experimental Station of Fishery Resources for Key Fishing Grounds, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Zhoushan 316021, China;

3. Key Laboratory of Sustainable Utilization of Technology Research for Fishery Resource of Zhejiang Province, Zhoushan 316021, China)

**Abstract:** In order to explore the selectivity of different mesh size codends for *Larimichthys polyactis*, the traditional selective method (cover net method) was adopted, and a selection experiment was carried out with 5 different mesh sizes (35 mm, 45 mm, 55 mm, 60 mm, 65 mm) codends on canvas stow net in the middle of Zhoushan fishing ground. The Logistic selection model was used to fit the selectivity curve of *L. polyactis* and the model parameters were estimated by the maximum likelihood method. The results showed that: ① during the experiment, the main catch target was *L. polyactis*, the number and weight accounted for 66.94% and 84.48% respectively. The body length range was 71 to 190 mm, and the average body length was 124 mm; ② with the increase of mesh size, the dominant body length of *L. polyactis* in the codend was larger than that of the cover nets; ③ when the mesh size for *L. polyactis* was 35 mm, 45 mm, 55 mm, 60 mm and 65 mm, its  $L_{50}$  was 80.425 mm, 103.496 mm, 119.711 mm, 122.676 mm and 137.026 mm, its SR was 50.202 mm, 52.540 mm, 61.120 mm, 41.730 mm and 63.560 mm, respectively.  $L_{50}$  showed a gradual increase trend; ④ the relationship between the codend mesh size (m) of *L. polyactis* and  $L_{50}$  needs to be enlarged, and  $L_{50} : L_{50} = L_{50} = 1.776 m + 20.300$  ( $R^2 = 0.980$ ); ⑤ the number escape rate of 5 mesh size were higher than the weight escape rate, when the mesh size of codend  $\leq 45$  mm, escape rate in number and weight of *L. polyactis* was less than 5%, when the mesh size of codend  $\geq 55$  mm, escape rate in number and weight of *L. polyactis* more than 10%, even up to 50%. Comprehensive analysis shows that the mesh size of 55 mm can effectively release juvenile fish of *L. polyactis*, but the mesh size still needs to be enlarged.

**Key words:** *Larimichthys polyactis*; canvas stow net; mesh size; selectivity; the East China Sea

**Corresponding author:** ZHU Wenbin. E-mail: foolse@126.com

**Funding projects:** Zhejiang Ocean Fishery Resources Exploration and Fishing Technology Development (2018C02026); Zhejiang Province Ocean and Fisheries Bureau Projects; Research and Demonstration Project on Gridding Regulation Mode of Fixed Stow Net in Zhejiang Province (2016F30018)