

文章编号: 1004-2490(2019)06-0676-08

海州湾双船有翼单囊拖网 渔获物组成及选择性分析

许庆昌¹, 李显森¹, 孙 珊¹, 樊钢洲¹, 逢志伟², 尤宗博³

(1. 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 农业农村部海洋渔业可持续发展重点实验室, 山东省渔业资源与生态环境重点实验室, 山东青岛 266071; 2. 日照岚山区海洋与渔业监督监察大队, 山东日照 276800; 3. 青岛国信蓝色硅谷发展有限责任公司, 山东青岛 266237)

摘 要: 为支撑《全国海洋捕捞渔具目录》的制定, 利用套网法分别于2015年10月、2016年9月、2017年8月在黄海区海州湾渔场开展了黄海双船有翼单囊拖网网囊网目选择性试验, 研究该网具的渔获物组成及选择性。基于渔获物分析, 获得该类网具渔获物种类组成、主要渔获物、幼鱼比例、逃逸率及逃逸产值等参数, 并利用 Logistic 选择性模型获得该类网具选择性曲线。结果表明, 双船有翼单囊拖网对渔获物种类的选择能力较差, 具有捕获栖息于作业海域绝大多数种类的能力。渔获物组成中, 8月份渔获物幼鱼比例较高, 达到90%, 且渔获物产量及产值均较高; 9月份渔获物产量及产值均低于8月份, 平均产值约为1 666元·h⁻¹; 而10月份渔获物产量及产值均最低, 平均产值约为800元·h⁻¹。随网目尺寸增大, 渔获物逃逸率及50%选择体长 $L_{0.5}$ 均逐渐增大, 且尾数逃逸率高于质量逃逸率。试验结果显示, 该网具主要渔获物中小黄鱼(*Larimichthys polyactis*)、银鲳(*Pampus argenteus*)、蓝圆鲹(*Decapterus maruadsi*)幼鱼比例非常高, 而其他重要经济渔获物种类幼鱼比例低于65%(8月份除外), 为保护小黄鱼等小型经济鱼类渔业资源, 建议将该类网具秋季最小网目尺寸定为60mm(网目内径)。

关键词: 双船有翼单囊拖网; 套网法; 网具选择性; 渔获物组成; 海州湾

中图分类号: S 972.13 文献标识码: A

DOI:10.13233/j.cnki.mar.fish.2019.06.003

20世纪90年代以来, 随着鳀鱼渔业的发展, 双船中层拖网渔业成为黄海水区的重要渔业产业之一^[1-2]。近年来, 拖网渔具逐渐向大网目、大型化发展, 而网囊网目尺寸小型化, 导致渔获物中幼鱼比例越来越大, 主要经济渔获物平均体长值越来越小^[3-4], 资源状况日益恶化。为加强捕捞渔具管理, 保护近海渔业资源, 农业农村部先后颁布了《农业部关于实施海洋捕捞准用渔具和过渡渔具最小网目尺寸制度的通告》(农业部通告[2013]1号)和《农业部关于禁止使用双船单片多囊拖网等十三种渔具的通告》(农业部通告[2013]2号), 将双船有翼单囊拖网列为海洋捕捞过渡渔具, 并参照底拖网将其网囊最小网目尺

寸暂定为54 mm^[5]。制定54 mm网目尺寸标准(GB 11779-2005)时, 主要以小黄鱼(*Larimichthys polyactis*)、带鱼(*Trichiurus lepturus*)为目标鱼种的底拖网试验为依据, 而针对中层拖网则缺乏相关的数据支撑。

与传统底拖网相比, 双船有翼单囊拖网(俗称浮拖网)网口高度明显增大, 其捕捞对象既包括蓝点马鲛(*Scomberomorus niphonius*)、银鲳(*Pampus argenteus*)等中上层鱼类, 也包括带鱼等底层鱼类。近年来国内学者对底拖网选择性研究较多^[6-8], 研究证实方形网目网囊可有效改善网具选择性^[9-11]; 而针对双船中层拖网选择性的相关研究较少, 尤宗博等^[12]、陈仁杰等^[13]相关研

收稿日期: 2019-01-02

基金项目: 农业农村部渔业渔政管理项目(12530016)

作者简介: 许庆昌(1990—), 男, 博士, 助理研究员, 主要从事渔具渔法研究。E-mail: xuqc@ysfri.ac.cn

通信作者: 李显森, 研究员。E-mail: lixs@ysfri.ac.cn

究均建议放大该类网具最小网目尺寸。因此,为完善中国海洋捕捞渔具管理条例,有必要开展系列的双船中层拖网网目选择性试验研究,为确定该类网具过渡期后的归属和网囊最小网目尺寸的制定提供支撑。

本文以套网法^[14]研究双船有翼单囊拖网的选择性,依据黄海区海州湾渔场的作业环境和资源状况,分别开展 3 个航次的网具选择性试验,系统研究该类网具对主要经济渔获物的选择性。通过数据分析,更好地掌握黄海双船拖网的网目选择性,以期为今后制定该类网具最小网目尺寸标准提供科学参考。

1 材料与方法

1.1 试验时间与海域

为充分分析双船拖网的渔获物结构,掌握其主要经济鱼种幼鱼比例现状,本试验选择幼鱼出现高峰期的 8、9、10 月进行海上生产试验,分别为 2015 年 10 月 11—28 日、2016 年 9 月 1—16 日、2017 年 8 月 7—24 日。试验渔船在黄海南部海州湾渔场(33°30′~35°16′N、119°36′~122°58′E 附近)进行拖网作业,作业水深为 16~46 m,试验海域如图 1 阴影部分所示。

1.2 试验渔船和网具

试验渔船为钢质双拖渔船“鲁岚渔 61383/鲁岚渔 61384”,单船主机功率为 353 kW,船舶全长 36 m,型宽 5.6 m,型深 2.1 m。

试验网具主尺度为 530 m×180 m(141 m),网口最大网目尺寸为 10.0 m,除网囊外,试验网的配置均与生产网具保持一致。本试验采用 5 种网目尺寸的试验网囊,且在网囊外安装套网,为降低套网覆盖效应,设计套网内径比网囊大 20%,

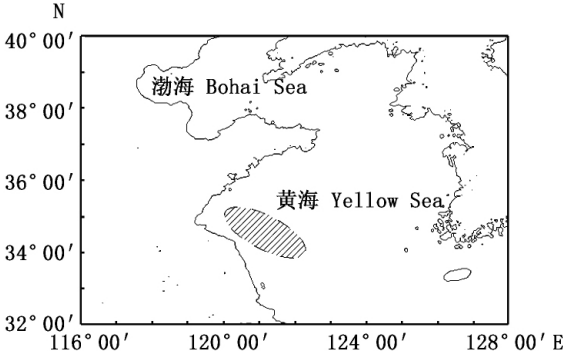


图 1 选择性试验作业海域

Fig.1 Operation sea area of the selective experiment

长度比网囊长 15%。根据《农业部关于实施海洋捕捞准用渔具和过渡渔具最小网目尺寸制度的通告》(农业部通告[2013]1 号),以网目尺寸为 54 mm 的网囊为基础,将试验网囊网目尺寸分别设置为 40、54、60、70、90 mm(GB/T 6964-2010),而套网网目尺寸为 15 mm。试验过程中,各试验网囊网目尺寸设计值和实测值如表 1 所示,表中数据均为网目内径。其中前两个航次试验网目设计尺寸为 40、54、60、70 mm(GB/T 6964-2010),由于蓝点马鲛、银鲳等逃逸率较低,因此在第 3 个航次将网目设计尺寸增加到 90 mm。由于实测值与设计值相差较大,因此在数据处理过程中以实测值为依据。

1.3 试验方法

试验采用套网法进行,各航次每种网目试验网囊分别拖曳 10 次,每次拖曳时间为 3~5 h,拖速为 4 kn 左右。起网后,将网囊和套网内所有渔获物分开装箱统计,记录网囊内外渔获物的产量,并分别对网囊、套网内渔获物进行随机取样,

表 1 不同试验网囊网目尺寸

Tab.1 Mesh sizes of different experimental cod-ends

	2015.10		2016.09		2017.08	
	设计值/mm Designed value	实测值/mm Measured value	设计值/mm Designed value	实测值/mm Measured value	设计值/mm Designed value	实测值/mm Measured value
网囊网目尺寸 Mesh size of cod-end	40	32.4±0.5	40	32.4±0.5	40	29.5±0.3
	54	47.5±0.5	50	47.5±0.5	50	47.0±0.5
	60	51.6±0.5	60	51.6±0.5	60	47.9±0.2
	70	61.4±0.5	70	61.4±0.5	70	60.7±0.3
	—	—	—	—	90	80.8±0.3
套网尺寸 Mesh size of cover net	15	22.3±0.5	15	22.3±0.5	15	21.7±0.3

取样依据《海洋调查规范》(GB/T 12763.6-2007)第6部分《海洋生物调查》进行,对渔获物样品进行种类鉴定及测量,统计不同种类渔获物尾数、体长及体质量等数据。

1.4 数据处理

1.4.1 逃逸率

通过对各网目尺寸网囊渔获物逃逸率计算,分析其对主要经济鱼种的释放效果,渔获物逃逸率计算公式为:

$$E_N = \frac{N_c}{N_c + N_n} \times 100\% \quad (1)$$

$$E_W = \frac{W_c}{W_c + W_n} \times 100\% \quad (2)$$

式(1)、式(2)中, E_N 、 E_W 分别为渔获物尾数和重量逃逸率; N_c 为套网内渔获物尾数(尾); N_n 为网囊内渔获物尾数(尾); W_c 为套网内渔获物体质量(kg); W_n 为网囊内渔获物体质量(kg)。

1.4.2 网具选择性分析

借鉴张健等^[15]对张网选择性模型的探讨,选择AIC值较小且稳定的“Logistic选择性曲线”进行模拟^[16],其函数式如下:

$$S_l = \frac{\exp(a + bl)}{1 + \exp(a + bl)} \quad (3)$$

式(3)中, S_l 表示网目对体长组 l 的选择率; l 表示体长组的特征体长; a 、 b 表示选择性参数,且 $a < 0$ $b > 0$,采用极大似然法估算模型参数值。

根据式(3)可推算出各选择性指标的参数表达式:

$$L_{0.25} = -\frac{\ln 3 + a}{b}; L_{0.5} = -\frac{a}{b}; L_{0.75} = \frac{\ln 3 - a}{b} \quad (4)$$

$$SR = L_{0.75} - L_{0.25} = \frac{2 \ln 3}{b}; SF = \frac{L_{0.5}}{m} \quad (5)$$

式(4)、式(5)中, $L_{0.25}$ 、 $L_{0.5}$ 、 $L_{0.75}$ 分别表示选择率为25%、50%和75%时对应的渔获物体长; SR 为选择范围; SF 为选择性因素。

2 结果与分析

2.1 渔获物种类与组成

本试验共捕渔获物58种(表2),其中鱼类45种、虾蟹类8种、头足类5种;主要渔获物为黄鲫(*Setipinna tenuifilis*)、蓝点马鲛、三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)、银鲳、带鱼、日本鳀(*Engraulis japonicus*)、小黄鱼。

8月份共捕获37种(表2),其中鱼类28种、虾蟹类5种、头足类4种。主要渔获物为带鱼占23.00%、银鲳占21.14%、蓝点马鲛占17.46%、小黄鱼占12.98%和赤鼻棱鳀(*Thrissa kammalensis*)占9.02%(表2),前4种均为主要经济渔获物。

9月份共捕获51种(表2),其中鱼类40种、虾蟹类7种、头足类4种。主要渔获物为蓝点马鲛占31.99%、带鱼占28.92%、银鲳占17.49%、日本竹筴鱼(*Trachurus japonicus*)占4.99%和小黄鱼占4.19%。其中,带鱼、蓝点马鲛和银鲳的产量均有所提高,而小黄鱼降低,所占比例仅为4.19%。

10月份共捕获32种(表2),其中鱼类26种、虾蟹类2种、头足类4种。主要渔获物为日本鳀占54.85%、黄鲫占18.99%、蓝点马鲛占9.39%、三疣梭子蟹占3.62%、蓝圆鲹(*Decapterus maruadsi*)占3.10%、银鲳占1.88%。10月份捕获大量的日本鳀和黄鲫,蓝点马鲛的产量较9月份有所降低,而三疣梭子蟹产量增加,小黄鱼产量进一步降低,平均网次产量仅为13.81 kg。

由此可见,双船有翼单囊拖网对渔获物种类的选择能力较差,具有捕获栖息于该海域绝大多数种类的能力,包括蓝点马鲛等游泳能力较强的中上层鱼类,以及矛尾虾虎鱼(*Chaeturichthys stigmatias*)等小型底层鱼类。

2.2 渔获量及逃逸率

各试验网囊渔获物情况如表3所示,由于在10月份捕获大量日本鳀,约为 $155 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$,且日本鳀产量及逃逸会影响对网具选择性的评价,因此在数据统计过程剔除了日本鳀渔获量。

各航次试验数据显示,8月份渔获量及渔获物产值明显高于其余月份,8、9、10月渔获量及渔获物产值呈现逐渐减小的趋势。随网囊网目尺寸的增大,渔获物质量和尾数逃逸率整体呈现逐渐增大的趋势,由于9月份40 mm网目试验过程中捕获大量小黄鱼,导致其逃逸率偏高。除8月份外,9、10月逃逸产值均较低,其逃逸渔获物多为小黄鱼幼鱼、少量带鱼幼鱼及其他小型鱼类,而蓝点马鲛、银鲳等经济价值较高的鱼类逃逸率较低。渔获物幼鱼比例统计结果显示(图2),8月份幼鱼比例最高,接近90%,而10月份幼鱼比例最低,且小黄鱼幼鱼比例在3个航次试验均较高,

表 2 渔获物种类组成
Tab. 2 Species composition of catch

种类 Species	2017. 08		2016. 09		2015. 10	
	渔获量/kg Total catch	占比/% Proportion	渔获量/kg Total catch	占比/% Proportion	渔获量/kg Total catch	占比/% Proportion
蓝点马鲛 <i>Scomberomorus niphonius</i>	74. 31	17. 46	233. 67	31. 99	113. 36	9. 39
日本鲭 <i>Scomber japonicus</i>	2. 46	0. 58	18. 34	2. 51	8. 94	0. 74
带鱼 <i>Trichiurus lepturus</i>	97. 88	23. 00	211. 27	28. 92	7. 50	0. 62
银鲳 <i>Pampus argenteus</i>	89. 99	21. 14	127. 75	17. 49	22. 73	1. 88
小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i>	55. 26	12. 98	30. 59	4. 19	13. 81	1. 14
皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belangerii</i>			0. 10	0. 01		
白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>	0. 50	0. 12	0. 19	0. 03		
鲢 <i>Müichthys müy</i>	0. 02	0. 00	0. 64	0. 09	0. 04	0. 00
棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i>	0. 06	0. 01	0. 28	0. 04	1. 33	0. 11
日本竹筴鱼 <i>Trachurus japonicus</i>			36. 46	4. 99		
蓝圆鲹 <i>Decapterus maruadsi</i>	12. 16	2. 86	0. 14	0. 02	37. 38	3. 10
黄条鲷 <i>Seriola aureovittata</i>	0. 58	0. 14	0. 15	0. 02	0. 09	0. 01
梭鱼 <i>Liza haematocheila</i>	0. 30	0. 07	0. 94	0. 13		
军曹鱼 <i>Rachycentron canadum</i>			0. 02	0. 00		
细条天竺鲷 <i>Apogon lineatus</i>	0. 27	0. 06	1. 03	0. 14		
鲷 <i>Coryphaena hippurus</i>			0. 06	0. 01	12. 07	1. 00
石斑鱼属一种 <i>Epinephelus</i> sp.			0. 07	0. 01		
矛尾虾虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i>			0. 05	0. 01		
黑棘鲷 <i>Acanthopagrus schlegeli</i>					0. 04	0. 00
方氏云鲷 <i>Enedrias fangi</i>	0. 01	0. 00	0. 02	0. 00	0. 01	0. 00
长蛇鲻 <i>Saurida elongata</i>	17. 59	4. 13	8. 36	1. 14	0. 80	0. 07
龙头鱼 <i>Harpodon nehereus</i>	0. 01	0. 00	1. 41	0. 19	12. 55	1. 04
鲷 <i>Platycephalus indicus</i>			0. 18	0. 02		
日本红娘鱼 <i>Lepidotrigla japonica</i>			1. 31	0. 18		
绿鳍鱼 <i>Chelidonichthys kumu</i>	0. 45	0. 11	0. 01	0. 00	0. 10	0. 01
鳎鱼 <i>Ilisha elongata</i>			1. 06	0. 15		
斑鲷 <i>Clupanodon punctatus</i>	2. 14	0. 50	3. 27	0. 45	0. 03	0. 00
青鳞小沙丁 <i>Sardinella zunasi</i>	9. 25	2. 17	1. 95	0. 27	0. 27	0. 02
黄鲫 <i>Setipinna tenuifilis</i>	0. 08	0. 02	13. 08	1. 79	229. 33	18. 99
赤鼻棱鯧 <i>Thrissa kammalensis</i>	38. 39	9. 02	3. 38	0. 46	8. 29	0. 69
日本鳀 <i>Engraulis japonicus</i>	8. 42	1. 98	4. 33	0. 59	662. 46	54. 85
凤鲚 <i>Coilia mystus</i>			1. 12	0. 15	0. 98	0. 08
康氏小公鱼 <i>Anchoviella commersonii</i>	0. 99	0. 23			0. 04	0. 00
黄鳍东方鲀 <i>Takifugu xanthopterus</i>			0. 05	0. 01		
暗纹东方鲀 <i>Takifugu obscurus</i>			0. 04	0. 01		
条纹东方鲀 <i>Takifugu xanthopterus</i>	0. 01	0. 00			0. 48	0. 04
绿鳍马面鲀 <i>Navodon septentrionalis</i>	0. 06	0. 01	0. 02	0. 00	0. 06	0. 00
油鲳 <i>Sphyraena pinguis</i>	0. 20	0. 05	1. 08	0. 15		
星康吉鳗 <i>Conge myriaster</i>	0. 11	0. 03	0. 13	0. 02		
短吻红舌鲷 <i>Cynoglossus joyneri</i>			0. 01	0. 00		
尖嘴扁颌针鱼 <i>Ablennes anastomella</i>			0. 01	0. 00		
日本下鱈鱼 <i>Hyporhamphus sajori</i>	0. 10	0. 02	2. 03	0. 28	0. 59	0. 05
尖海龙 <i>Syngnathus acus</i>	0. 01	0. 00	0. 01	0. 00	18. 03	1. 49
哈氏仿对虾 <i>Parapenaeopsis hardwickii</i>			0. 28	0. 04		
日本囊对虾 <i>Penaeus japonicus</i>			0. 01	0. 00		
鹰爪虾 <i>Trachypenaeus curvirostris</i>	7. 39	1. 74	0. 10	0. 01	3. 95	0. 33
中国明对虾 <i>Fenneropenaeus chinensis</i>	0. 21	0. 05				
脊尾白虾 <i>Exopalaemon carinicauda</i>			1. 25	0. 17		
三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i>	1. 20	0. 28	20. 29	2. 78	43. 68	3. 62
日本螯 <i>Charybdis japonica</i>	0. 73	0. 17	0. 08	0. 01		
口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	0. 01	0. 00	0. 02	0. 00		
日本枪乌贼 <i>Loligo japonica</i>	4. 31	1. 01	2. 51	0. 34	4. 06	0. 34
金乌贼 <i>Sepia esculenta</i>	0. 13	0. 03	0. 50	0. 07	0. 59	0. 05
短蛸 <i>Octopus ochellatus</i>	0. 02	0. 00	0. 68	0. 09	0. 08	0. 01
双喙耳乌贼 <i>Sepiolo birostrata</i>	0. 04	0. 01				
太平洋褶柔鱼 <i>Todarodes pacificus</i>			0. 19	0. 03	4. 05	0. 34

接近甚至超过 90%。

试验过程中渔获物组成对逃逸率、产值及幼鱼比例影响较大,如 10 月份,70 mm 试验网囊捕获大量蓝点马鲛(约 $60 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$),其逃逸率较低、产值较高,而 60 mm 网囊试验蓝点马鲛产量较低(约 $9.5 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$),导致其逃逸率较高而产值较低。

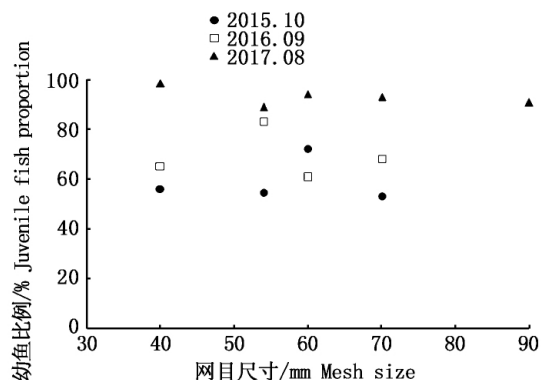


图2 各网囊渔获物幼鱼比例
Fig.2 Proportion of juvenile fish in different cod-ends

2.3 选择性分析

根据上述渔获物状况,本文针对试验过程中的主要渔获物(蓝点马鲛、银鲳、小黄鱼、带鱼、黄鲫和蓝圆鲹)的混合数据进行网具选择性分析,10、9、8月的选择性曲线分别如图3、图4和图5所

示,50%选择体长如表4所示。

不同月份间渔获物选择性曲线差异非常大,渔获物结构(种类、幼鱼比例)组成对选择性曲线有较大的影响。网囊网目尺寸较小时(40 mm和54 mm)选择尖锐度较大,选择性曲线比较陡;而网目尺寸较大时(70 mm和90 mm)选择尖锐度较小,选择性曲线比较平坦。随网囊网目尺寸的增大,选择性曲线逐渐右移,50%选择体长($L_{0.5}$)逐渐增加(表4),但不同月份之间 $L_{0.5}$ 值差异较大,如8月份幼鱼比例较高,其逃逸率较高,因此在较小网目尺寸时其 $L_{0.5}$ 值较小,而网目尺寸较大时,蓝点马鲛、带鱼也出现逃逸,其 $L_{0.5}$ 值较大。同时,当网目尺寸为70 mm时(实测网目内径60 mm左右), $L_{0.5}$ 值在各个月份均较大,可以较好地释放小黄鱼、蓝圆鲹等小型经济鱼类幼鱼资源。

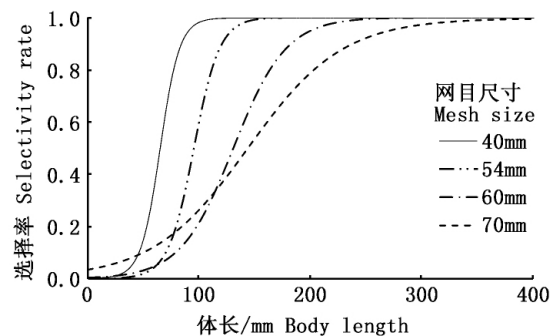


图3 主要渔获物选择性曲线(2015.10)

Fig.3 Selectivity curves of the main catch (2015.10)

表3 各网囊平均渔获量及逃逸率

Tab.3 Average catch and escape rate in different cod-ends

日期 Date	网目尺寸 /mm Mesh size	渔获量 /($\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$) Total catch	套网渔获 /($\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$) Catch in cover net	总产值 /(元 $\cdot \text{h}^{-1}$) Total value	套网产值 /(元 $\cdot \text{h}^{-1}$) Value in cover net	质量逃逸率 /% E_w	尾数逃逸率 /% E_N	产值逃逸率 /% Value escape rate	幼鱼比例/% Juvenile fish proportion
2015.10	40	106.22	10.02	702.53	27.90	9.43	26.62	3.97	6.58
	54	175.48	30.43	635.59	32.23	17.34	43.45	5.54	14.30
	60	80.19	36.74	543.90	38.08	45.81	77.17	7.00	24.23
	70	147.62	46.88	1311.82	63.23	31.75	75.02	4.82	10.11
2016.09	40	185.25	24.25	1685.25	107.56	13.09	66.64	6.82	51.62
	54	195.20	15.22	1780.70	45.78	7.80	68.19	2.64	78.53
	60	174.07	16.11	1598.65	60.24	9.26	67.94	3.92	48.26
	70	154.24	15.62	1600.81	112.08	10.13	70.73	7.53	65.98
2017.08	40	400.46	56.24	4879.17	252.44	14.04	29.43	5.17	97.54
	54	379.52	106.42	4515.88	361.04	28.04	32.51	7.99	89.16
	60	356.55	83.02	5548.56	730.83	23.28	41.10	13.17	93.47
	70	282.02	113.82	3066.21	1010.78	40.36	61.34	32.96	86.36
	90	352.67	146.93	4022.17	1650.50	41.66	70.52	41.04	89.96

注:表中数据均不含日本鳀的渔获;渔获物产值根据渔获物卸港价格计算;幼鱼比例仅统计网囊渔获物中重要经济鱼种蓝点马鲛、银鲳和带鱼的幼鱼比例

Note: The catch of *E. japonicus* is removed; value of the catch is calculated by the price at discharge port; juvenile fish proportion contains the proportion of juvenile *S. niphonius*, *P. argenteus* and *T. lepturus*

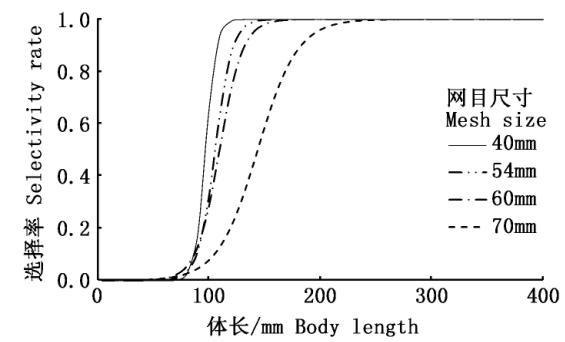


图 4 主要渔获物选择性曲线(2016.09)
Fig. 4 Selectivity curves of
the main catch (2016.09)

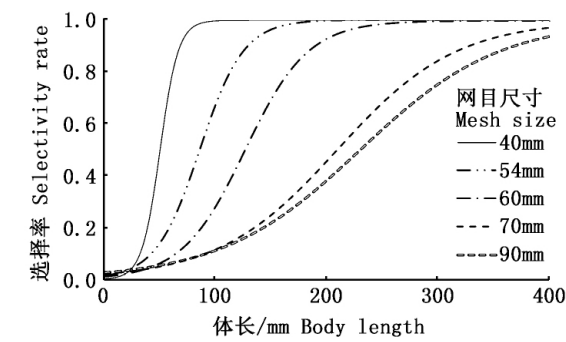


图 5 主要渔获物选择性曲线(2017.08)
Fig.5 Selectivity curves of
the main catch (2017.10)

表 4 不同试验网囊 50% 选择体长($L_{0.5}$)
Tab.4 50% of selected length($L_{0.5}$) in different experimental cod-ends

	日期 Date	40 mm	54 mm	60 mm	70 mm	90 mm
$L_{0.5}$	2015.10	64.99 mm	95.70 mm	131.14 mm	144.16 mm	—
	2016.09	97.07 mm	105.81 mm	109.75 mm	143.97 mm	—
	2017.08	50.04 mm	85.55 mm	126.33 mm	209.50 mm	230.73mm

3 讨论

3.1 试验网具渔获物及产值分析

双船拖网是一种主动型渔具,网口大,捕捞效率高,在黄海海区作业时间主要为 9—11 月,其渔获物种类较多,对渔获物种间(类)的选择性差。本试验显示该网具 8 月份渔获量为 354.24 kg·h⁻¹,产值为 4 406.40 元·h⁻¹;9 月份渔获量和产值分别为 177.19 kg·h⁻¹和 1 666.35 元·h⁻¹;10 月份渔获量和产值分别为 127.38 kg·h⁻¹和 798.46 元·h⁻¹。如果考虑日本鳀产量,10 月份网渔获量则达到 282.38 kg·h⁻¹,产值约为 1 108.46 元·h⁻¹。而在渔获种群结构组成中 8 月份幼鱼比例(网囊渔获物)高达 85% 以上,9 月份幼鱼比例在 65% 左右,10 月份幼鱼比例较低,低于 30%,且兼捕幼鱼多为小黄鱼、带鱼等经济鱼类幼鱼,对渔业资源造成较大损害。

3.2 最小网目尺寸

国内外关于渔具最小网目尺寸的研究已有很多报道:宋学锋等^[6]依据底拖网对小黄鱼的选择性试验,建议将拖网网目尺寸放大至 60 mm;黄洪亮等^[3]则认为底拖网针对小黄鱼最适网目尺寸为 62.7 mm,针对带鱼的最适网目尺寸为 68.3 mm,同时建议东海区拖网网囊网目尺寸不小于 60 mm。但大多数选择性研究均是针对某一种渔

获物进行选择分析,获得网具针对单一种类渔获物的最适网目尺寸。由于双船拖网渔获物种类较多,且没有固定的目标鱼种,因此本研究针对该网具主要经济渔获物的混合数据进行选择性分析,获得该网具的选择性曲线(图 3~图 5)。根据试验调查的双船拖网渔获物结构,建议将该类网具网目内径设置为 60 mm(本文设计网目尺寸为 70 mm),此时渔获物质量逃逸率为 10%~30%,尾数逃逸率高于 60%,且逃逸渔获物总产值低于 30%,对小型经济鱼类幼鱼(小黄鱼、蓝圆鲹)具有良好的逃逸效果。

3.3 双船拖网渔具管理建议

黄海海域开阔、海底平坦,适合主动型拖网作业。长期以来,拖网是黄海海域主要作业方式,捕捞产量位列各种作业方式首位^[17-18],其中双船拖网年产量 100 万 t 左右,占黄渤海区海洋总捕捞产量的 40%~55%,是黄海海区重要的渔业产业。双船拖网是一种主动型渔具,在水深较深的海域属于中层或表层拖网作业,而在水深较浅的海域(如海州湾)基本属于全水层作业。根据试验数据分析,该网具渔获物结构比较复杂,对渔获物种类选择性较差,且网囊网目尺寸较小,渔获物中幼鱼比例较高。结合选择性分析,本文对该类渔具管理建议如下:1) 该类渔具是伴随着鳀鱼渔业发展起来的,如以日本鳀为目标鱼

种,应将其列为地方特许作业;2) 试验渔获物组成分析显示,蓝点马鲛、带鱼、银鲳的产量占总产量的60%左右,如果将双船拖网目标鱼种定为蓝点马鲛、带鱼和银鲳,结合本文及尤宗博等^[12]选择性分析,建议该类网具最小网目尺寸至少为100 mm(网目内径);3) 如果保持该类网具现有作业现状,不确立该类网具的目标鱼种(除日本鳀),建议该类网具最小网目尺寸定为60 mm(网目内径)并严格执行,此时可有效释放小黄鱼、蓝圆鲹等小型经济鱼类幼鱼;4) 试验研究发现该类网具网次产量较高,且当网目尺寸放大到90 mm(实测网目内径80.8 mm)时,仍有大量小黄鱼、蓝圆鲹等经济鱼类幼鱼无法逃逸,因此本文建议在该类网具安装幼鱼释放装置并及早进行相关的研究,以有效地保护经济鱼类幼鱼资源。

参考文献

- [1] 李显森,许传才,孙中之,等. 黄渤海区渔具渔法[M]. 北京: 海洋出版社,2017: 157-175.
LI X S, XU C C, SUN Z Z, *et al.* Fishing gears and methods in the Yellow Sea and Bohai Sea [M]. Beijing: China Ocean Press, 2017: 157-175.
- [2] 孙中之,许传才,周 军,等. 黄渤海区拖网渔业现状与分析[J]. 渔业现代化,2013,40(1): 50-56.
SUN Z Z, XU C C, ZHOU J, *et al.* Current situation and analysis on trawl fishery in the Yellow Sea and Bohai Sea area[J]. Fishery Modernization, 2013, 40(1): 50-56.
- [3] 黄洪亮,王明彦,徐宝生,等. 东海区拖网网囊网目选择性研究[J]. 水产学报,2005,29(2): 232-237.
HUANG H L, WANG M Y, XU B S, *et al.* Study on selectivity of mesh size of cod-end of trawl in the East China Sea region [J]. Journal of Fisheries of China, 2005, 29(2): 232-237.
- [4] 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: 170-183.
ZHANG Q H, CHENG J H, XU H X, *et al.* Fishery resources in the East China Sea region and its sustainable utilization [M]. Shanghai: Fudan University Press, 2007: 170-183.
- [5] 郭 睿. 农业部发布海洋捕捞准用渔具最小网目尺寸制度以及禁用渔具目录[J]. 中国水产,2014(1): 22.
GUO R. The Ministry of Agriculture issued regulation on allowed fishing gear and the minimum mesh sizes of transitional fishing gear and list of forbidden fishing gear [J]. China Fisheries, 2014(1): 22.
- [6] 宋学峰,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 *Parimichthys polyactis* of bottom trawl in the East China Sea [J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2015, 24(3): 449-456.
- [7] 宋学峰,陈雪忠,李灵智,等. 东海区方形目与菱形目拖网网囊对小黄鱼的选择性研究[J]. 海洋渔业,2017,39(1): 100-109.
SONG X F, CHEN X Z, LI L Z, *et al.* Selectivity of diamond and square mesh codends in the bottom-trawl fishery for *Larimichthys polyactis* in the East China Sea [J]. Marine Fisheries, 2017, 39(1): 100-109.
- [8] 周景宇,张国胜,许传才,等. 黄海北部单船有翼单囊底拖网结构优化研究[J]. 大连海洋大学学报,2017,32(2): 231-236.
ZHOU J Y, ZHANG G S, XU C C, *et al.* Structure optimization of bottom trawls in the northern Yellow Sea [J]. Journal of Dalian Ocean University, 2017, 32(2): 231-236.
- [9] BROADHURST M K. Modifications to reduce bycatch in prawn trawls: A review and framework for development [J]. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 2000, 10(1): 27-60.
- [10] CATCHPOLE T L, REVILL A S. Gear technology in Nephrops trawl fisheries [J]. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 2008, 18(1): 17-31.
- [11] MADSEN N. Selectivity of fishing gears used in the Baltic Sea cod fishery [J]. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 2007, 17(4): 517-544.
- [12] 尤宗博,赵宪勇,李显森,等. 黄海双船变水层拖网网囊的网目选择性研究[J]. 水产科学,2017,36(4): 436-442.
YOU Z B, ZHAO X Y, LI X S, *et al.* Selectivity of cod-end mesh of pair-trawlers in Yellow Sea [J]. Fisheries Science, 2017, 36(4): 436-442.
- [13] 陈仁杰,李显森,樊钢洲,等. 黄海双船有翼单囊拖网网囊最小网目尺寸研究[J]. 大连海洋大学学报,2018,33(2): 258-264.
CHEN R J, LI X S, FAN G Z, *et al.* Minimal cod-end mesh of a pair trawl in the Yellow Sea [J].

- Journal of Dalian Ocean University, 2018, 29(2): 258–264.
- [14] 孙满昌. 渔具渔法选择性[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 53–70.
SUN M C. Selectivity of fishing gear and fishing method [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2004: 53–70.
- [15] 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.
- [16] 梁振林, 葛长宇, 刘英光. 国外渔具选择性研究进展[J]. 青岛海洋大学学报, 2001, 31(6): 835–841.
- LIANG Z L, GE C Z, LIU Y G. Review of study on the gear selectivity abroad [J]. Journal of Ocean University of Qingdao, 2001, 31(6): 835–841.
- [17] 孙中之, 周军, 王俊, 等. 黄渤海区拖网渔具综合定性调查及特点分析[J]. 渔业科学进展, 2011, 32(5): 126–134.
SUN Z Z, ZHOU J, WANG J, et al. Investigation and analysis of trawl gears in the Yellow Sea and Bohai Sea area [J]. Progress in Fishery Science, 2011, 32(5): 126–134.
- [18] 孙中之, 周军, 赵振良, 等. 黄渤海区捕捞结构的研究[J]. 海洋科学, 2012, 36(6): 44–53.
SUN Z Z, ZHOU J, ZHAO Z L, et al. The fishing structure of the Yellow Sea and Bohai Sea [J]. Marine Sciences, 2012, 36(6): 44–53.

On catch composition and selectivity of pair-trawling in the Yellow Sea

XU Qing-chang¹, LI Xian-sen¹, SUN Shan¹, FAN Gang-zhou¹, PANG Zhi-wei², YOU Zong-bo³

(1. Key Laboratory for Sustainable Development of Marine Fishery, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Shandong Provincial Key Laboratory for Fishery Resources and Eco-environment, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Science, Qingdao Shandong 266071, China; 2. Marine and Fisheries Supervision and Inspection Brigade of Lanshan District, Rizhao Shandong 276800, China; 3. Qingdao Conson Oceantec Valley Development Co. Ltd., Qingdao Shandong 266237, China)

Abstract: In order to support the implementation and management of *Natural Marine Fishing Gear Catalog*, production tests for three voyages (Oct. 2015, Sep. 2016, Aug. 2017) in Haizhou Bay were carried out to study the catch composition and selectivity of pair-trawling. Based on catch analysis, the specific composition of catch, dominant species, juvenile fish proportion, escape rate, value of escape fishes and selectivity curves were obtained. Results showed that the pair-trawling had a poor selectivity, which caught the vast majority of fish species in the operating sea area. The weight and value of the catch in August were the highest of the three voyages, and the juvenile fish proportion reached up to 90%. While in September, the weight and value of the catch were less than that of August, and the value of the catch was about 1 666 CNY · h⁻¹. The catch had the lowest value in October, which was about 800 CNY · h⁻¹. The escape rate and 50% selectivity body length ($L_{0.5}$) of the catch increased with the increasing mesh size of the cod-end. Moreover, the escape rate of the quantity was higher than that of the weight. In addition, the juvenile fish proportions of *Larimichthys polyactis*, *Pampus argenteus* and *Decapterus maruadsi* were very high, while it was below 65% (except August) for the other economic fish species. To protect the stock population of small size fishes, such as *L. polyactis*, it is suggested that the minimum mesh size of the pair-trawling should be 60mm (inside diameter).

Key words: pair-trawling; cover net; selectivity; catch composition; Haizhou Bay