

夏季东海区带鱼的网具选择性试验研究

黄洪亮^{1,2}, 唐峰华¹, 陈雪忠^{1*}, 张衡¹, 李灵智¹, 宋学峰^{1,2}, 张胜茂¹, 王德虎^{1,2}

(1.中国水产科学研究院东海水产研究所,农业部东海与远洋渔业资源开发利用重点实验室,上海 200090; 2.上海海洋大学海洋科学学院,上海 201306)

摘要:由于渔业高强度捕捞压力及频繁的海洋工程导致近海海洋环境恶化,东海带鱼(*Trichiurus haumela*)资源量发生了严重衰退。为可持续利用东海带鱼资源,于2014年夏季8月在东海区渔场采用底拖网菱形目50、55、60、65、70、75 mm和80 mm对带鱼的逃逸率网具选择性进行试验研究,采用套网法对不同尺寸的囊网网目的选择性进行了分析比较。结果表明:带鱼渔获物肛长范围为55~283 mm,平均肛长为159 mm,优势肛长组为140~190 mm,囊网中带鱼渔获的主要肛长组分布在140~220 mm,在套网中主要肛长分布在130~190 mm;随着网目由小变大,囊网中带鱼的平均肛长、体质量也逐渐变大;在数量和体质量逃逸率方面,随着网目增大整体呈先降低后上升的趋势;由于其他非目标渔获和带鱼体型容易挂网的特点,造成囊网中渔获积累产生的堵塞效应,严重影响相关网目中带鱼的逃逸率;根据带鱼的50%选择体长($L_{0.5}$)与不同网目尺寸拟合的直线: $L_{0.5}=2.2419M+17.503(r=0.930)$ 。以此利用推测的拟合线性关系,并参考相关文献得出的带鱼雌雄个体的 $L_{0.5}$ 标准反向推出,捕捞雌性带鱼 $L_{0.5}$ 的最小网目尺寸为65.63 mm,雄性带鱼 $L_{0.5}$ 的最小网目尺寸为68.76 mm。运用现行可捕标准以及渔业生产,故建议专门用于捕捞带鱼的拖网网目尺寸至少为65 mm。同时研究表明海水温度变化对带鱼的体质量资源密度与尾数资源密度的分布有一定影响,其为影响渔具选择性的重要自然因素之一。

关键词:东海;带鱼;菱形网目;渔具选择性;海水温度

中图分类号:S972.13

文献标志码:A

文章编号:2095-6819(2016)05-0433-10

doi: 10.13254/j.jare.2016.0073

引用格式:

黄洪亮,唐峰华,陈雪忠,等.夏季东海区带鱼的网具选择性试验研究[J].农业资源与环境学报,2016,33(5):433-442.

HUANG Hong-liang, TANG Feng-hua, CHEN Xue-zhong, et al. Nets Selectivity of Capsule Size Diamond Mesh of *Trichiurus haumela* in East China Sea During Summer[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2016, 33(5): 433-442.

Nets Selectivity of Capsule Size Diamond Mesh of *Trichiurus haumela* in East China Sea During Summer

HUANG Hong-liang^{1,2}, TANG Feng-hua¹, CHEN Xue-zhong^{1*}, ZHANG Heng¹, LI Ling-zhi¹, SONG Xue-feng^{1,2}, ZHANG Sheng-mao¹, WANG De-hu^{1,2}

(1.Key Laboratory of East China Sea and Oceanic Fishery Resources Exploitation and Utilization, Ministry of Agriculture, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China; 2.School of Marine Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Because of the fishing pressure and frequent marine engineering lead to the deterioration of the offshore marine environment, hairtail(*Trichiurus haumela*) resource was in a serious recession in East China Sea. For sustainable use of hairtail resource, a bottom trawl investigation was conducted for selective test hairtail by using diamond mesh 50, 55, 60, 65, 70, 75 mm and 80 mm in the East China Sea in summer 2014. Selectivity for different sizes of codend was analyzed and compared by using the method of set of network. The results showed that hairtail fish anal long range was 55~283 mm, the average anal was 159 mm long, advantage anal group was 140~190 mm long. The main anal codend hairtail fish long group distributed in 140~220 mm and major sets of anal distribution was in 130~190 mm long. Longer the average anal codend hairtail, body quality also increased gradually, as the mesh changed from small to big. The quantity and quality of body escape rate first decreased and then increased as the mesh increased. Because other non-target fish and shape of hairtail easy to hang net, the blocking effect of codend catches accumulation caused serious impact on relevant hairtail escape rate in the mesh. Chose the length according

收稿日期:2016-03-23

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(201203018)

作者简介:黄洪亮(1964—),男,研究员,研究方向为捕捞技术与渔业工程。E-mail: ecshhl@163.com

*通信作者:陈雪忠 E-mail: xuezong@eastfishery.ac.cn

to 50% of hairtail ($L_{0.5}$) with different mesh sizes fitting straight line: $L_{0.5}=2.241\ 9M+17.503$ ($r=0.930$), speculated the minimum mesh size of female hairtail catch $L_{0.5}$ was 65.63 mm and the minimum mesh size of male hairtail $L_{0.5}$ was 68.76 mm. Therefore suggested that specially used for fishing hairtail trawl mesh size was at least 65 mm, against to the current standards and fishery production. The study also indicated the water temperature (surface temperature and bottom temperature) had effects on the distribution of hairtail mass density and man-tissa resources density. So seawater temperature was one of the important factors influencing the fishing gear selectivity.

Keywords: East China Sea; hairtail; diamond mesh; fishing gear selectivity; water temperature

带鱼 (*Trichiurus haumela*) 属于脊索动物门下脊椎动物亚门中的硬骨鱼纲、鲈形目、带鱼科, 为暖温性的近底层鱼类, 是东海海域重要经济鱼类之一; 我国历史最高年产量为 65 万 t, 居所有经济鱼类产量之首, 是渔民利用渔船捕捞的主要对象, 渔汛规模较大, 具有较明显的季节性^[1]。20 世纪 70 年代以来, 由于受到过度捕捞和海洋工程的环境污染等影响, 带鱼的资源量发生了严重衰退, 渔业资源状况及群落结构产生了重大影响^[2]; 20 世纪 90 年代以后, 由于东海区的伏季休渔制度的有效实施, 资源数量有所恢复, 产量有所上升, 但是渔获物大部分以幼鱼为主, 渔业生物学特征越来越呈现个体小型化、性成熟提早的现象, 反映出渔业资源总体形势严峻^[3]。

东海区底拖网的渔具选择性研究始于 20 世纪中期, 首先日本学者青山恒雄^[4]通过研究认为东海区底拖网尺寸不小于 54.5 mm。我国于 20 世纪 80 年开始进行底拖网渔具选择性研究, 制定了东海、黄海区底拖网囊网网目尺寸相关标准 (GB 11779—1989), 规定了拖网囊网目最小尺寸为 54 mm, 并没有针对带鱼这一重要而特殊的品种。而国内外许多学者曾对东海带鱼的资源状况、群体结构等作过较多研究和报导^[5-8], 其中也有学者^[9-10]对带鱼的个体生殖力进行过研究。而在网目对东海带鱼选择性的研究有芮少麟^[11]在 20 世纪 80 年代有所研究, 但随着几十年的渔业捕捞及环境的恶化, 东海的渔业资源发生了一系列的变化。捕捞强度的提升与渔业机械化的提高, 使鱼类小型化和单一化的问题迫在眉睫, 开展新型渔具渔法研究, 优化渔具的选择性, 以更好的释放幼鱼是捕捞的难题^[12-13]。目前国内, 特别只针对东海带鱼拖网菱形目囊网尺寸选择性方面的试验甚少, 研究虽有一定涉及^[14-15], 但相对广泛。渔具选择性研究是一项实施负责捕捞的重要技术措施, 因此本研究选择 50、55、60、65、70、75、80 mm 的菱形目囊网, 对东海海域带鱼渔获选择性能比较, 探讨了菱形网目尺寸对东海带鱼选择性能的影响和差异及海水水温的影响, 为今后制定针对带

鱼的拖网最小网目标准, 以及渔具渔法改进提供技术参考和依据。

1 材料与方法

1.1 试验船与渔具

试验使用 7 个菱形目囊网, 囊网网目尺寸为 50、55、60、65、70、75、80 mm, 分别表示为 DM50、DM55、DM60、DM65、DM70、DM75、DM80; 套网使用菱形目, 网目尺寸为 25 mm, 直径 1.5 mm。试验网具为东海区渔民通用的圆筒型手编式双船底拖网, 网口目大 6 m, 网口周长 408 m, 网衣全长 126 m。试验船为双拖网渔船浙嵊渔 10201#、浙嵊渔 10243#, 母船长 36 m, 宽 6.3 m, 主机功率 200 kW, 总吨位为 143 t, 吃水 2.4 m。

1.2 试验时间和区域

试验时间是 2014 年 8 月 15 日—8 月 21 日, 试验渔场为东海区长江口渔场, 作业区域为 123°00′~124°00′E, 29°00′~30°30′N。作业水深为 50~70 m 之间。每个站位中放网用“F”表示、起网用“Q”表示, 具体作业位置如图 1 所示。

1.3 试验具体方法

1.3.1 试验采用套网法^[16]

作业时在囊网外安装上小网目套网, 用以收集从囊网中逃逸的渔获物。在试验区域中, 选取底拖网作为试验网, 分别安装不同网目大小的菱形网目囊网进行渔获试验, 各网具分别进行 2 个平行有效网次的试验。具体囊网的尺寸、规格如表 1 所示。

1.3.2 试验具体设计

试验具体设计为平均每日试验 2~3 个囊网, 每种囊网的 1 个网次的间隔按时间均匀分布, 以减少时间引起的误差, 每个网次的拖曳时间 1~3 h, 然后进行 1 h 标准化。为了确保作业中囊网与套网有效展开, 减轻因加装套网引起的阻塞效应, 本试验套网周径比囊网大 20%, 长度比囊网长 15% 以上。起网后, 对每一网次的渔获进行取样, 并对所有取样渔获进行分类统

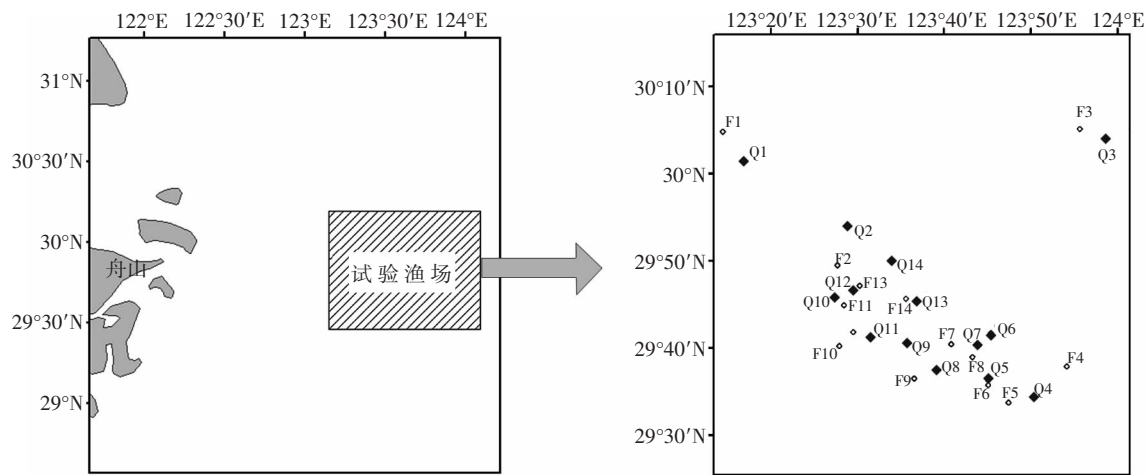


图 1 东海海域拖网试验海域

Figure 1 Test area of bottom trawl in the East China Sea

表 1 不同囊网及其网目形状

Table 1 Dimension of the different codends and meshes size

囊网 Codends	网目大小 Mesh size/mm			囊网规格 Dimension of codend/mesh	
	名义值 Nominal value	实测均值 Measured average	标准差 Standard deviation	横向 Transversal	纵向 Longitudinal
DM50	50	50.23	0.48	280	60
DM55	55	54.59	0.76	234	50
DM60	60	59.78	0.37	254	55
DM65	65	65.17	0.26	216	46
DM70	70	70.43	0.61	200	42
DM75	75	74.90	0.14	186	40
DM80	80	81.02	1.28	160	37
套网 Cover net	25	24.78	0.88	420	200

计,估算渔获量,并对带鱼测量其肛长、体质量、性别、性成熟度和摄食强度等。

1.4 研究方法

(1)囊网网目选择性采用 Logistic 曲线方程作为选择性模型^[17],表达式为:

$$S(l)=\frac{\exp(a+bl)}{1+\exp(a+bl)}=\frac{1}{1+\exp(a'+b'l)}=$$

囊网渔获尾数
(囊网渔获尾数+套网渔获尾数)

式中, $S(l)$ 为选择率, l 为特征体长, a 、 a' 、 b 、 b' 为待估的选择参数, $a=-a'$ 、 $b=-b'$ 。该选择曲线的主要选择指标为:

$$L_{0.25}=\frac{\ln 3+a}{b}, L_{0.5}=-\frac{a}{b}, L_{0.75}=\frac{\ln 3-a}{b}, SR=L_{0.75}-L_{0.25}=$$
$$\frac{2\ln 3}{b}, SF=\frac{L_{0.5}}{m}$$

式中, $L_{0.25}$ 、 $L_{0.5}$ 、 $L_{0.75}$ 分别表示选择率 25%、50%、75%时对应的体长。 SR 为选择范围, SF 为选择性因素, m 为网目大小。

式中参数的确定应用极大似然法,并采用 Microsoft Excel 的“规划求解”方法^[18]实现。

(2)海水温度对渔具选择性影响

(a)海水温度数据来源与处理:输入云检测后在试验同期晴空条件下的卫星分裂窗的遥感数据,用建立后的 MTSAT 海温反演模式计算生成原分辨率海温的数据,反演算法参考文献[19]。

(b)渔业资源密度计算执行中华人民共和国水产行业标准,具体采用面积法^[20]。各调查站的资源密度(尾数和质量)的计算式为: $D=C/(q \times a)$
式中: D 为渔业资源密度(ind·km⁻²或 kg·km⁻²); C 为平均每小时拖网渔获量(ind·网⁻¹·h⁻¹或 kg·网⁻¹·h⁻¹); a 为每小时网具取样面积(km²·网⁻¹·h⁻¹),网具取样面积根据船的拖曳速度和网具的水平扩张来计算; q 为网具捕获率,带鱼为底层鱼类 q 取 0.5。

海水温度(表温、底温)分别与带鱼的体质量资源密度与尾数资源密度叠加利用软件 ArcGIS 10.0 实现。

2 结果与分析

2.1 带鱼渔获的概况

根据囊网及其套网内带鱼的优势肛长、平均肛长、体质量、尾数及重量逃逸率的情况(表 2),显示带鱼渔获在囊网中平均肛长、平均体质量和优势肛长范围分布上显著大于套网。在逃逸率方面,随着网目增大整体先降低后上升的趋势。

2.2 不同网目带鱼的群落结构

调查期间带鱼渔获物肛长范围为 55~283 mm,平均肛长为 159 mm,优势肛长组为 140~190 mm,占总

数的 70%以上。如图 2 所示,其中囊网中带鱼渔获的主要肛长组分布在 140~200 mm 和大于 220 mm 的范围内。而在套网中带鱼渔获的主要肛长分布在 130~190 mm 的范围内,明显小于囊网的优势组。

不同网目规格下囊网和套网里的带鱼渔获尾数分布情况如图 3 所示,其中 DM50 中带鱼渔获尾数肛长在 140~180 mm 是优势组;DM55 中为 140~190 mm 优势组;DM60 中 150~220 mm 为优势组;DM65 中优势组为 120~200 mm;DM70 优势组为 130~190 mm;DM75 优势组为 120~180 mm;DM80 优势组为 120~180 mm。

表 2 囊网及其套网内带鱼渔获的概况

Table 2 Situation of the hairtail in seven kinds of codends and cover nets

囊网 Codends	平均肛长/mm		平均体质量/g		优势肛长范围/mm		套网尾数 逃逸率/%	套网体质量 逃逸率/%
	囊网	套网	囊网	套网	囊网	套网		
DM50	154.2	108.8	59.4	61.7	140~190	120~180	58	59
DM55	169.8	157.0	85.0	60.6	150~220	140~180	46	37
DM60	175.7	169.0	85.6	74.0	150~220	150~180	40	37
DM65	168.6	156.4	80.4	64.4	170~200	130~190	78	74
DM70	176.3	149.3	95.9	58.3	170~200	130~190	80	71
DM75	171.5	138.1	81.7	51.7	160~180	120~170	81	73
DM80	152.4	145.6	66.5	50.9	140~180	120~170	95	94

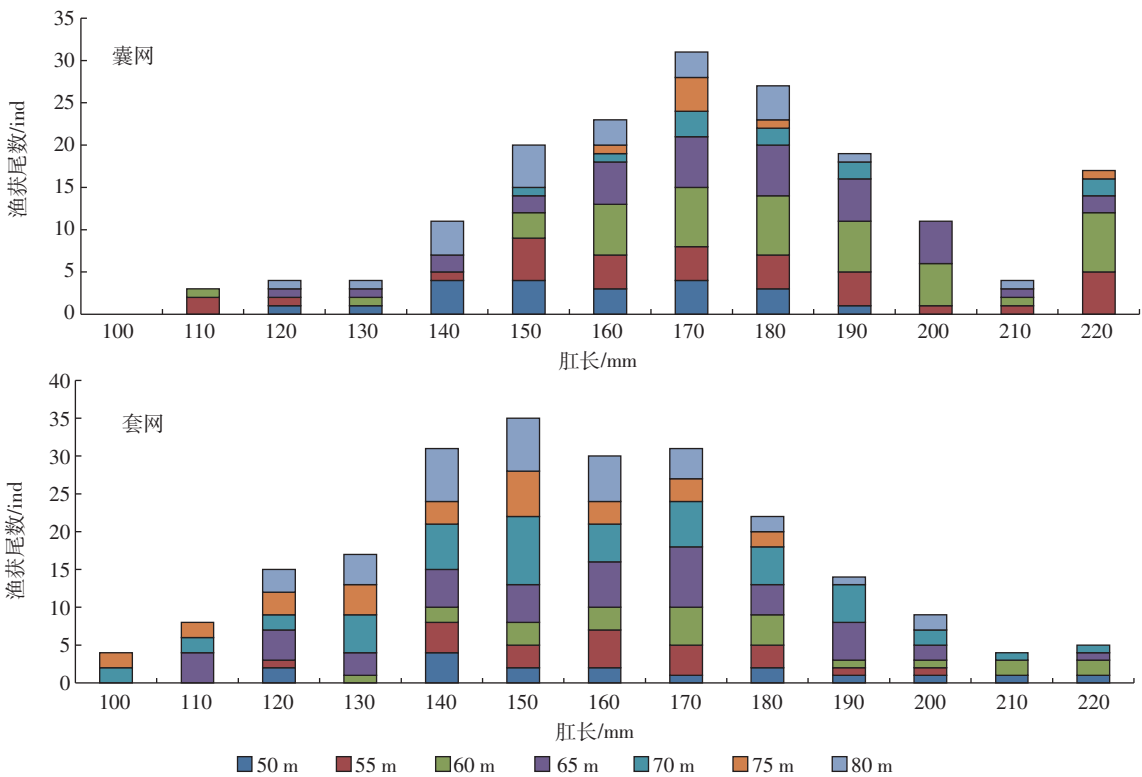


图 2 不同网目规格囊网和套网的带鱼渔获尾数分布

Figure 2 Distribution of body length of hairtail in codend and cover net of different mesh sizes

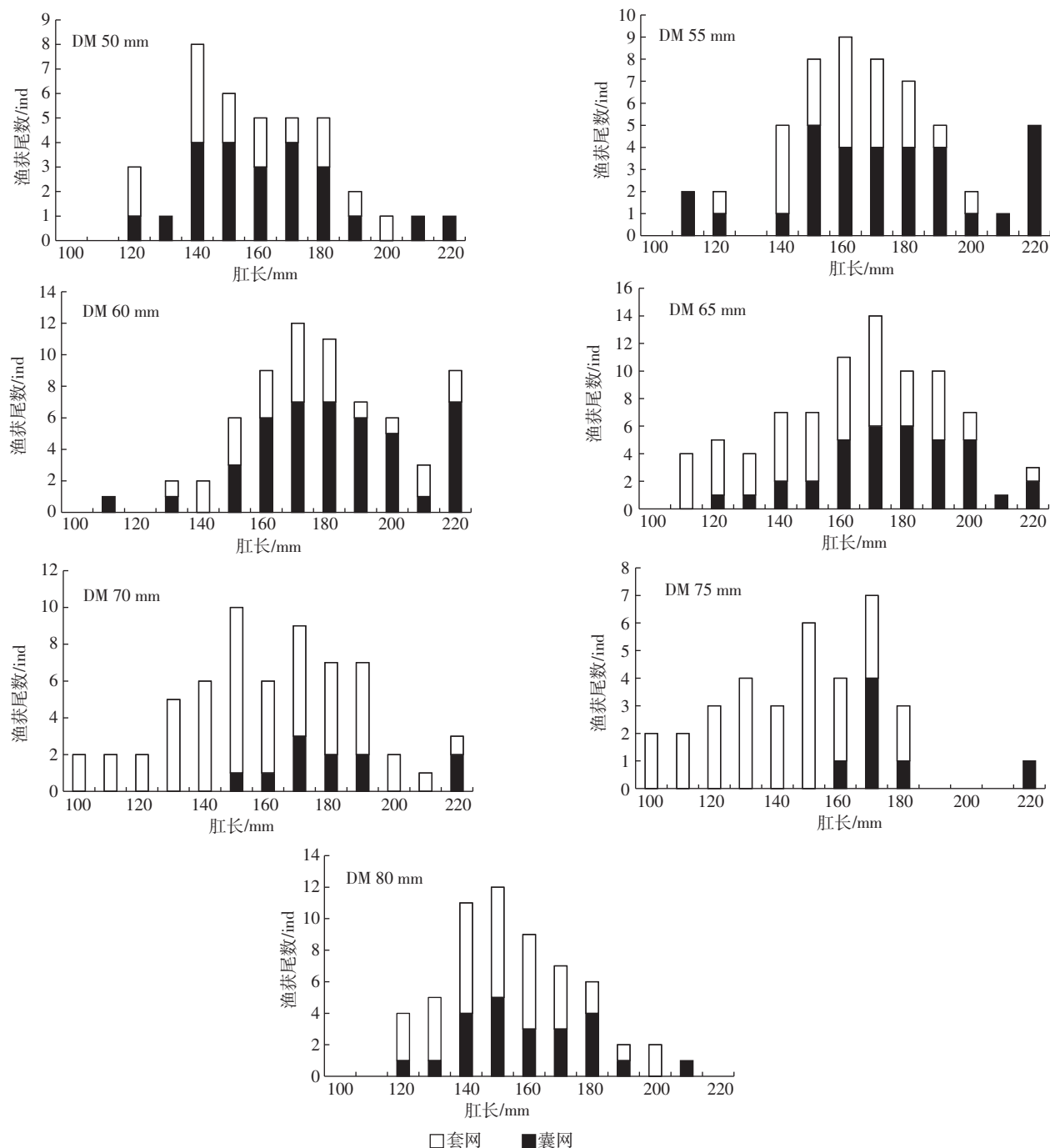


图 3 不同网目规格下各肛长组的渔获尾数

Figure 3 Distribution of anal length of hairtail in codend and cover net

2.3 渔具对带鱼的选择性分析

表 3 为不同大小网目尺寸对带鱼的选择性参数及主要选择性指标,图 4 为不同网目尺寸对带鱼的选择曲线显示基本符合 Logistic 曲线。根据不同网目尺寸对带鱼的选择曲线分析以及从各网目下带鱼肛长组的比例分布来看,带鱼在尾数逃逸率和体质量逃逸率方面随着网目尺寸的增大大体呈现先降低后升高

的趋势。

2.4 带鱼的百分之五十选择体长($L_{0.5}$)

图 5 为不同尺寸网目下求得带鱼 Logistic 的 $L_{0.5}$ 的体长变化,整体趋势是随着网目增大而增加,根据体长的选择曲线,将其各点拟合成线性关系,得出: $L_{0.5}=2.241\ 9M+17.503$,其中 r 为 0.930,呈显著性关系 ($P<0.05$)。

表 3 不同网目对带鱼的选择性参数及主要选择性指标

Table 3 Selective parameters and indexes for hairtail of each mesh codend

网目 Codends	a	b	$L_{0.5}$	$L_{0.25}$	$L_{0.75}$	SR	SF
DM50	-3.14	0.02	131.76	85.67	177.85	92.17	2.64
DM55	-2.38	0.02	141.02	75.82	206.23	130.41	2.56
DM60	-2.04	0.01	135.22	79.26	191.17	111.92	2.25
DM65	-3.58	0.02	175.49	121.68	229.30	107.62	2.70
DM70	-8.50	0.04	183.11	159.17	207.05	47.87	2.62
DM75	-15.79	0.09	184.67	171.97	197.37	25.41	2.46
DM80	-5.24	0.03	191.32	155.30	227.34	72.04	2.39

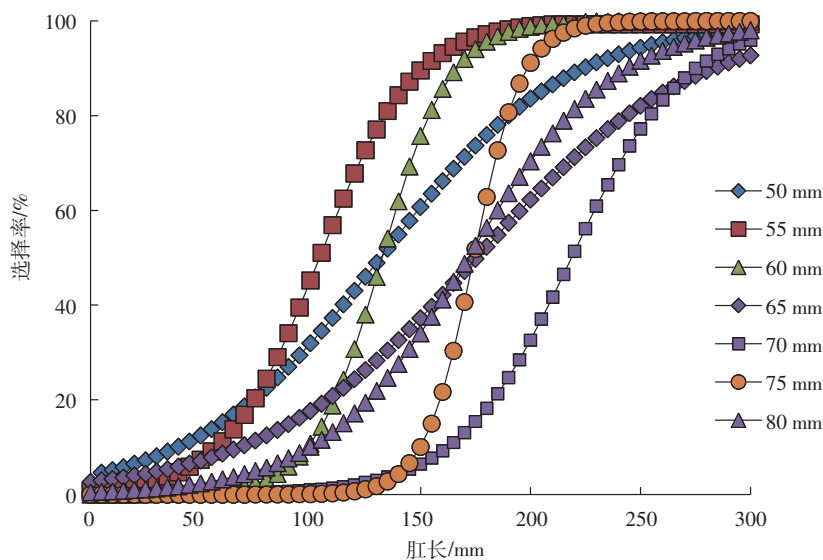
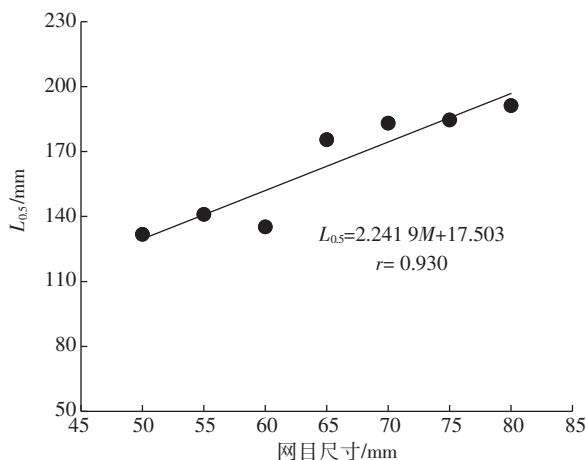


图 4 不同网目尺寸对带鱼的选择曲线

Figure 4 Logistic curves of hairtail of each mesh sizes

图 5 不同尺寸网目下带鱼 $L_{0.5}$ 的肛长变化及拟合曲线Figure 5 Fitted curve of $L_{0.5}$ anal length of hairtail of different mesh sizes

2.5 海水温度对网具选择性的间接影响

通过海水温度(表温、底温)分别与带鱼的体质量资源密度与尾数资源密度叠加如图 6 所示。表层温

度在 29.5~30.0℃、底层温度在 20.5~21.5℃时候带鱼的体质量密度较高;而表层温度在 29.0~29.5℃、底层温度在 20.0~21.0℃的范围内带鱼的尾数资源密度较高。海水温度对渔业资源的分布存在的影响是必然的,间接对渔具选择性的影响也是难以估测,海洋中的自然因素变异性太强。

3 讨论

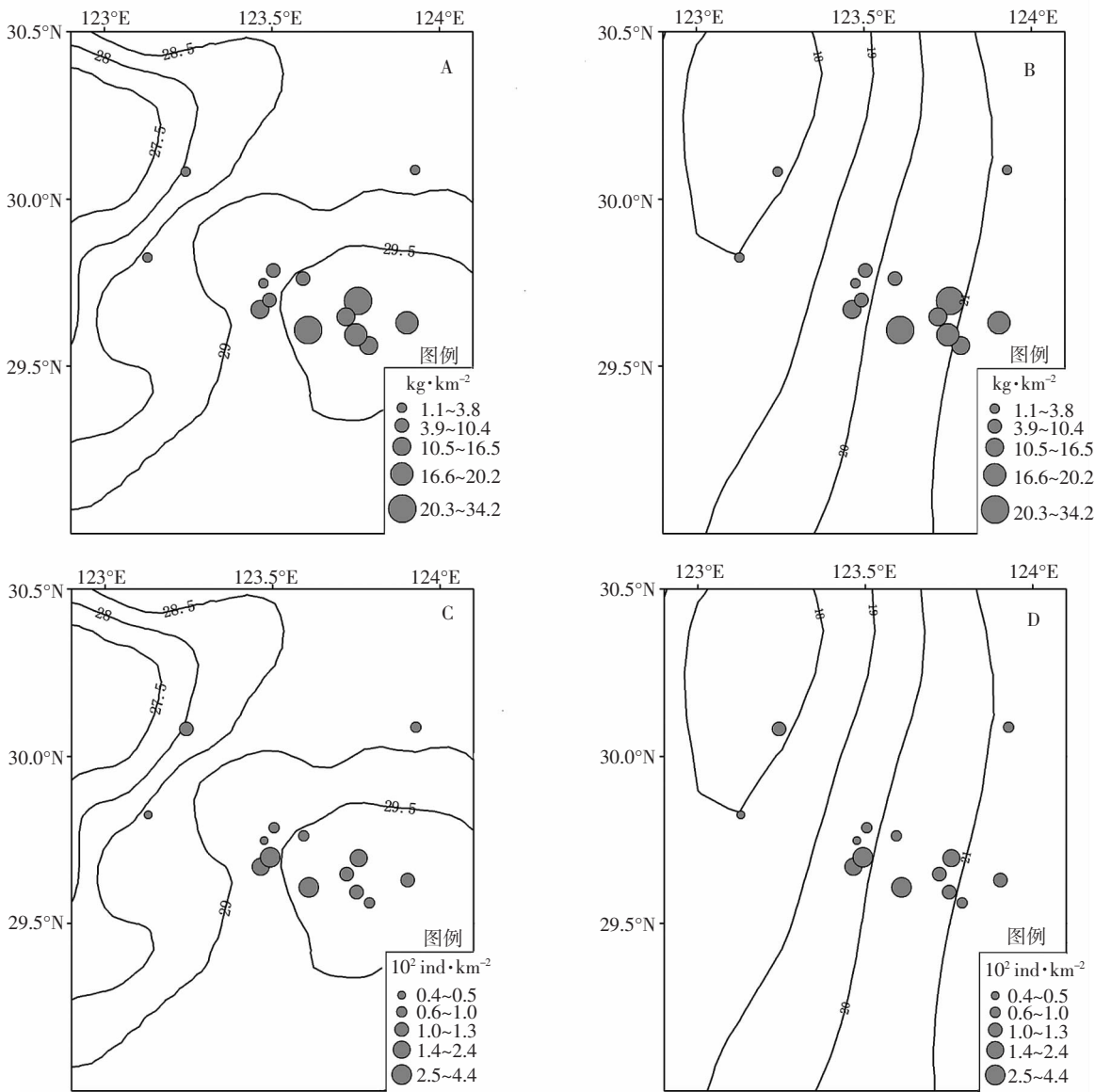
3.1 不同大小菱形目囊网的选择效果

7 种规格的囊网网目选择曲线并不规则,对单条曲线而言,带鱼在采集样本时分布不均匀,导致存在较大误差。影响参数的估算进而导致选择曲线出现错误,其中 60 mm 和 75 mm 网目最为突出。根据不同网目对带鱼的样品统计显示,对带鱼不同网目 $L_{0.5}$ 选择体长可以看出都有折线降低现象,可推测同龄或相同规格的带鱼存在一定的集群现象。由于带鱼的特殊体型侧扁如带,所以在海水网具中的表现,与东海区其他的鱼类品种如小黄鱼^[21]、银鲳^[22]等的挂网情况是有

区别的,体型偏长加上密布的背鳍更易于挂网,导致死亡加快,带鱼资源越多的情况下网具堵塞效应更厉害,导致囊网中的鱼类难以逃出来。站位中带鱼资源是否密集也是影响网具的选择性试验效果之一。

通过整个实验发现(表 2),囊网中的带鱼渔获规格整体上明显比套网中的要大。但在套网的渔获尾数逃逸率和体质量逃逸率方面,是随着网目尺寸增加呈现先降低后上升的趋势,初步推测可能是取样不均所致。但是进一步分析,拖网作业时候情况复杂,与渔获

物进入的顺序是随机性的,与海流海况也密切相关^[23],如网目尺寸较小时,根据现场目测观察,渔获较多时带鱼的体型容易挂网,较小的带鱼本可以逃逸出去,导致它们却滞留在囊网内;而网目尺寸较大时,渔获较少受到堵塞效应的影响,容易逃逸;有时候遇到特殊情况,水母或大型鱼体较多时候率先卡在囊网的网口上,可能使里面的中、小型的带鱼无法顺利逃逸。所以实际中囊网和套网的渔获物的多少大小与理论还是有所差异的。



A: 体质量资源密度与海表水温; B: 体质量资源密度与海底水温; C: 尾数资源密度与海表水温; D: 尾数资源密度与海底水温
A: body mass resource density and sea surface temperature; B: body mass density and the bottom the sea temperature; C: mantissa resource density and sea surface temperature; D: mantissa resource density and the bottom sea temperature

图 6 海水温度与带鱼资源密度的叠加分布

Figure 6 Superposition distribution of sea water temperature and the density of hairtail resource

3.2 东海区专门捕捞带鱼最小网目的探讨

50%性成熟是作为渔业管理中的重要生物学参考点,其大小受到海洋环境、捕捞强度、成长率、种群大小以及地区性的综合作用^[24]。在最新修订的网目规格重要渔业资源品种可捕规格第1部分:海洋经济鱼类,国家标准(GB 11779—2005)中要求东海拖网网目为54 mm,当网目为55 mm网目时,此次捕获的带鱼体长约为126 mm,根据目前带鱼的性成熟年龄以及可捕捞标准,认为目前带鱼的最小捕捞规格是210 mm。当囊网网目在50 mm时,带鱼的逃逸率较高,是因为捕捞海域为幼鱼保护区,小型带鱼的堵塞效应、捕获的水母等相关影响,致使捕获的带鱼肛长平均较小,造成较多幼鱼捕捞时无法逃逸。实验中对网目60 mm和65 mm,由于带鱼产量较低和捕获大量带鱼导致的堵塞效应,导致逃逸率和实际差距较大。网目为70 mm以上时,带鱼较多逃逸超过60%,明显大尺寸对带鱼的逃逸有利,但该网目尺寸已经一定程度影响到了生产。另外由于碰到水母较多的情况属于特殊,很难排除这样的问题,建议考虑在网具上创新,特别制作避开水母等大型浮游动物的网具。

研究根据带鱼的50%选择体长($L_{0.5}$)与不同网目尺寸拟合的直线: $L_{0.5}=2.2419M+17.503(r=0.930)$,并参考文献[25]2013年的研究发现东海带鱼雌性个体的 $L_{0.5}$ 为164.65 mm,雄性个体 $L_{0.5}$ 为171.65 mm。以此为标准利用上述的拟合线性关系,反向推出带鱼雌雄个体的 $L_{0.5}$ 标准,捕捞雌性带鱼 $L_{0.5}$ 的最小网目尺寸为65.63 mm,雄性带鱼 $L_{0.5}$ 的最小网目尺寸为68.76 mm。运用现行可捕标准以及渔业生产,故建议专门用于捕捞带鱼的拖网网目尺寸至少为65 mm。

3.3 影响渔具选择性的因素分析

试验所采用的套网试验法虽然是最常用最简单的方法,但也存在缺陷。在囊网的外面套上套网,由于套网衣在拖曳张力的作用下紧贴着内囊网衣,造成“遮阻效应”,从而影响囊网的正常选择^[26]。另外特定渔具的捕捞特点对渔业资源的选择性具有决定因素。根据王明彦等^[27]分析不同位置网目长短轴比例可能不同,网目在拖曳过程中是呈紧张的菱形状,即各个网目在水中不同位置展示的大小可能不一样,拖网到达稳定拖曳水层之后,网目形状不会有太大变化,网目形状不同对带鱼和其他常规形状鱼类的选择性是不一样的。有学者^[15]在研究中把鱼的体周长与网目内周之比称为网目鱼体形系数,认为网目内周与系数存在一定的比例关系。所以拖曳式网目形状可能与鱼体

体高有关系,使得选择范围变得狭隘。所以在选择专门用拖网来进行带鱼捕捞的作业时,必须考虑其网目在水中作业时的变化,对小型鱼体的逃逸影响是正向还是负面的。

影响渔具选择性的环境因子之间关系错综复杂,海洋环境彼此联系,相互制约,并与种群形成动态平衡^[28]。研究通过海水温度(表温、底温)分别与带鱼的体质量资源密度与尾数资源密度叠加只是一个侧面分析,发现就单一的海水表层温度与底温不同,对其带鱼的资源量分布明显是不同的,表温和底温相对高的地方,偏大的带鱼活动密集;表温和底温相对低的地方,小型带鱼活动密集。所以导致不同水温栖息地捕捞时候的网具选择性是有所区别的。有关我国近海主要捕捞品种的渔获量变动与捕捞努力量以及海洋环境变化之间的相互关系应是今后渔业资源研究工作的重点内容之一。其中放大网目尺寸仅仅是保护幼鱼资源的有效措施之一,但并不是唯一的措施。要真正做到保护资源,尚需结合其他措施,如进一步减少海洋工程,合理规定禁渔期及禁渔区,规定主要品种的最小规格及可捕量等,实行多方面的措施才能保证近海渔业生产的持续、稳定发展。

4 结论

本试验利用底拖网菱形目50、55、60、65、70、75 mm和80 mm囊网网目对东海带鱼进行选择研究,采用水平对照与套网法对不同尺寸的网目囊网的带鱼选择性进行了分析比较,得到以下结论。

(1)试验调查中带鱼渔获物肛长范围为55~283 mm,平均肛长为159 mm,优势肛长组为140~190 mm,囊网中带鱼渔获的主要肛长组分布在140~220 mm,在套网中主要肛长分布在130~190 mm。随着网目由小变大,囊网中带鱼的平均肛长、体质量也逐渐变大;在数量和体质量逃逸率方面,随着网目增大整体呈先降低后上升的趋势。

(2)研究根据带鱼的50%选择体长($L_{0.5}$)与不同网目尺寸拟合的直线: $L_{0.5}=2.2419M+17.503(r=0.930)$ 。结合相关可捕标准以及渔业生产,测算出专门捕捞带鱼的拖网网目尺寸应该为65 mm。由于其他非目标渔获(如水母、大型鱼类等)和带鱼体型容易挂网的特点,造成囊网中渔获积累产生的堵塞效应,严重影响网具中带鱼的逃逸率,所以作业的时候要考虑网目大小、作业时间、资源量丰富度以及环境水温等众多因素。

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,2007:170-183.
ZHANG Qiu-hua, CHENG Jia-hua, XU Han-xiang, et al. Fishery resources and its sustainable utilization in the East China Sea region[M]. Shanghai: Fudan University Press, 2007: 170-183. (in Chinese)
- [2] 陈晓雪,陈雪忠,黄洪亮,等.春季东海区桁杆拖虾网网囊网目的选择性研究[J].大连水产学院学报,2011,26(2):133-138.
CHEN Xiao-xue, CHEN Xue-zhong, HUANG Hong-liang, et al. Codend mesh selectivity of beam shrimp trawl in the East China Sea fishing ground during spring[J]. *Journal of Dalian Ocean University*, 2011, 26(2): 133-138. (in Chinese)
- [3] 林龙山,程家骅,李惠玉.东海区带鱼和小黄鱼渔业生物学的研究[J].海洋渔业,2008,30(2):126-134.
LIN Long-shan, CHENG Jia-hua, LI Hui-yu. The fishery biology of *Trichiurus japonicus* and *Larimichthys polyactis* in the East China Sea region[J]. *Marine Fisheries*, 2008, 30(2): 126-134. (in Chinese)
- [4] 青山恒雄.底びき網の網目の選択作用[J].日本水産学会誌,1961,31(10):648-861.
- [5] 林龙山,郑元甲,程家骅,等.东海区底拖网渔业主要经济鱼类渔业生物学的初步研究[J].海洋科学,2006,30(2):21-25.
LIN Long-shan, ZHENG Yuan-jia, CHENG Jia-hua, et al. A preliminary study on fishery biology of main commercial fishes surveyed from the bottom trawl fisheries in the East China Sea [J]. *Marine Sciences*, 2006, 30(2): 21-25. (in Chinese)
- [6] 林龙山,程家骅,任一平,等.东海区带鱼种群生物学特性的分析[J].中国水产科学,2004,11(4):333-338.
LIN Long-shan, CHENG Jia-hua, REN Yi-ping, et al. Analysis of population biology of small yellow croaker *Parimichthys polyactis* in the East China Sea region[J]. *Journal of Fisheries Sciences of China*, 2004, 11(4): 333-338. (in Chinese)
- [7] 周永东,徐汉祥,刘子潘,等.东海带鱼群体结构变动的研究[J].浙江水产学院学报,2002,21(4):314-320.
ZHOU Yong-dong, XU Han-xiang, LIU Zi-fan, et al. A study on variation of stock structure of hairtail *Trichiurus haumela* in the East China Sea [J]. *Journal of Zhejiang Ocean University*, 2002, 21(4): 314-320. (in Chinese)
- [8] 王跃中,贾晓平,林昭进,等.东海带鱼渔获量对捕捞压力和气候变动的响应[J].水产学报,2011,35(12):1881-1889.
WANG Yue-zhong, JIA Xiao-ping, LIN Zhao-jin, et al. Responses of *Trichiurus japonicus* catches to fishing and climate variability in the East China Sea[J]. *Journal of Fisheries of China*, 2011, 35(12): 1881-1889. (in Chinese)
- [9] 李诚华.东海带鱼个体生殖力及其变动的研究[J].海洋和湖泊,1983,14(3):220-239.
LI Cheng-hua. The study on individual fecundity and its dynamics of *Trichiurus haumela* in the East China Sea[J]. *Oceanologia Et Limnologia Sinica*, 1983, 14(3): 220-239. (in Chinese)
- [10] 凌建忠,严利平,林龙山,等.东海带鱼繁殖力及其资源的合理利用[J].中国水产科学,2005,12(6):726-730.
LING Jian-zhong, YAN Li-ping, LIN Long-shan, et al. Reasonable utilization of hairtail *Trichiurus japonicus* resource in the East China Sea based on its fecundity[J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2005, 12(6): 726-730. (in Chinese)
- [11] 芮少麟.拖囊网网目及其对东海带鱼选择性的研究[J].水产学报,1984,8(4):295-301.
RUI Shao-lin. The study of the hairtail selectivity on trawl codend meshes in the East China Sea[J]. *Journal of Fisheries of China*, 1984, 8(4): 295-301. (in Chinese)
- [12] 刘其根,沈建忠,陈马康,等.天然经济鱼类小型化问题的研究进展[J].上海水产大学学报,2005,14(1):79-83.
LIU Qi-gen, SHEN Jian-zhong, CHEN Ma-kang, et al. Advances of the study on the miniaturization of natural economical fish resources [J]. *Journal of Shanghai Fisheries University*, 2005, 14(1): 79-83. (in Chinese)
- [13] Antonello Sala, Alessandro Lucchetti, Corrado Piccinetti, et al. Size selection by diamond- and square-mesh codends in multi-species Mediterranean demersal trawl fisheries[J]. *Fisheries Research*, 2008, 93(1-2): 8-21.
- [14] 程家骅,陈雪忠,黄洪亮,等.帆式张网囊网网目选择性能研究[J].中国水产科学,2001,7(4):64-68.
CHENG Jia-hua, CHEN Xue-zhong, HUANG Hong-liang, et al. Study on selectivity of diamond mesh codends of stow net[J]. *Journal of Fisheries Sciences of China*, 2001, 7(4): 64-68. (in Chinese)
- [15] 黄洪亮,王明彦,徐宝生,等.东海区拖网囊网网目选择性研究[J].水产学报,2005,29(2):232-237.
HUANG Hong-liang, WANG Ming-yan, XU Bao-sheng, 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. (in Chinese)
- [16] 张健,石建高,张鹏,等.多囊桁拖网选择性研究中对囊网网目尺寸的选择[J].水产学报,2010,34(1):160-168.
ZHANG Jian, SHI Jian-gao, ZHANG Peng, et al. Selection of the mesh size of control codend in analysis of size selectivity of multi-codends beam trawls[J]. *Journal of Fisheries of China*, 2010, 34(1): 160-168. (in Chinese)
- [17] 孙满昌,王玉明.捕虾桁拖网囊网网目的选择性研究[J].水产学报,1999,23(2):186-189.
SUN Man-chang, WANG Yu-ming. Researches on codend mesh-size selectivity of shrimp beam trawl [J]. *Journal of Fisheries of China*, 1999, 23(2): 186-189. (in Chinese)
- [18] FRYER R J. A model of between-haul variation in selectivity[J]. *ICES Journal of Marine Science*, 1991, 48(3): 281-290.
- [19] 周为峰,崔雪森,樊伟,等.基于MTSAT卫星的我国渔业作业海区渔况速报[J].遥感信息,2008(4):22-27.
ZHOU Wei-feng, CUI Xue-sen, FAN Wei, et al. The rapid forecasting of fishery and hydrographic states for China main piscatorial areas using geostationary and satellite MTSAT[J]. *Remote Sensing Information*, 2008(4): 22-27. (in Chinese)
- [20] 唐峰华,沈新强,王云龙.海州湾附近海域渔业资源的动态分析[J].水产科学,2011,30(6):335-341.

- TANG Feng-hua, SHEN Xin-qiang, WANG Yun-long. Dynamics of fisheries resources near Haizhou Bay waters[J]. *Fisheries Science*, 2011, 30(6): 335-341. (in Chinese)
- [21] 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 Xue-feng, CHEN Xue-zhong, HUANG Hong-liang, 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. (in Chinese)
- [22] 李灵智, 黄洪亮, 王磊, 等. 东黄海区银鲳流刺网网目尺寸选择性研究[J]. 海洋渔业, 2010, 32(1):89-94.
- LI Ling-zhi, HUANG Hong-liang, WANG Lei, et al. Mesh size selectivity study for *Stromateoides argenteus* in Yellow and East China Sea[J]. *Marine Fisheries*, 2010, 32(1):89-94. (in Chinese)
- [23] 孙满昌, 张健, 许柳雄. 渔具渔法选择性[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 57-64.
- SUN Man-chang, ZHANG Jian, XU Liu-xiong. Fishing gear selectivity [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2004: 57-64. (in Chinese)
- [24] 童玉和, 陈新军, 田思泉, 等. 渔业管理中生物学参考点的理论及其应用[J]. 水产学报, 2010, 34(7): 1040-1050.
- TONG Yu-he, CHEN Xin-jun, TIAN Si-quan, et al. Theory and application of biological reference points in fisheries management[J]. *Journal of Fisheries of China*, 2010, 34(7): 1040-1050. (in Chinese)
- [25] 陈云龙, 单秀娟, 戴芳群, 等. 东海近海带鱼群体相对资源密度、空间分布及其产卵群体的结构特征[J]. 渔业科学进展, 2013, 34(4): 8-15.
- CHEN Yun-long, SHAN Xiu-juan, DAI Fang-qun, et al. Relative stock density and distribution of hairtail *Trichiurus haumela* and its spawning stock structure in coastal waters of the East China Sea[J]. *Progress in Fishery Sciences*, 2013, 34(4):8-15. (in Chinese)
- [26] 杨 吝, 张旭丰, 谭永光, 等. 南海区拖网囊网最小网目尺寸选择性研究[J]. 中国水产科学, 2003, 10(4):325-332.
- YANG Lin, ZHANG Xu-feng, TAN Yong-guang, et al. Selectivity study on minimum mesh size of bottom trawl codend in South China Sea [J]. *Journal of Fisheries Sciences of China*, 2003, 10 (4):325-332. (in Chinese)
- [27] 王明彦, 李志诚, 郁岳峰, 等. 东、黄海底拖网囊网网目的研究[C]. 中国水产捕捞学术研讨会论文集, 1997:143-158.
- WANG Ming-yan, LI Zhi-cheng, YU Yue-feng, et al. Research of bottom trawl net mesh in the Yellow and East China Sea[C]. China Fishing Academic Symposium, 1997: 143-158. (in Chinese)
- [28] 王跃中. 中国近海带鱼渔获量变动原因分析[D]. 上海: 上海水产大学, 2006.
- WANG Yue-zhong. An analysis of interannual variations of hairtail-catches in China Sea[D]. Shanghai: Shanghai Fisheries University, 2006. (in Chinese)

欢迎订阅 2017 年《中国农业科学》中、英文版

《中国农业科学》中、英文版是由农业部主管、中国农业科学院与中国农学会共同主办的综合性学术期刊。主要刊登农牧业基础科学和应用基础科学研究论文、综述、简报等。设有作物遗传育种·种质资源·分子遗传学; 耕作栽培·生理生化·农业信息技术; 植物保护; 土壤肥料·节水灌溉·农业生态环境; 园艺; 贮藏·保鲜·加工; 畜牧·兽医·资源昆虫等栏目。读者对象为国内外农业科研院(所)、大专院校的科研、教学与管理人员。

《中国农业科学》中文版为半月刊, 影响因子、总被引频次连续多年居全国农业科技期刊最前列或前列位次。为北京大学图书馆 1992—2014 年连续 7 次遴选的核心期刊, 位居《中文核心期刊要目总览》“农业综合类核心期刊表”的首位。1999—2008、2013—2014 年获“国家自然科学基金重点学术期刊专项基金”资助; 2015 年获“中国科协精品科技期刊工程项目”资助。1999 年获“首届国家期刊奖”, 2003、2005 年获“第二、三届国家期刊奖提名奖”; 2002—2015 年先后 13 次被中国科学技术信息研究所授予“百种中国杰出学术期刊”称号; 2009 年获中国期刊协会/中国出版科学研究院“新中国 60 年有影响力的期刊”称号; 2010、2013 年荣获“第二、三届中国出版政府奖期刊提名奖”, 2013 年获新闻出版广电总局“百强科技期刊”称号; 2012、2013、2014、2015 年获清华大学图书馆等“2012、2013、2014、2015 中国最具国际影响力学术期刊”称号。

《中国农业科学》中文版大 16 开, 每月 1、16 日出版, 国内外公开发售。每期 208 页, 定价 49.50 元, 全年定价 1188.00 元。国内统一连续出版物号: CN11-1328/S, 国际标准连续出版物号: ISSN 0578-1752, 邮发代号: 2-138, 国外代号: BM43。

《中国农业科学》英文版(Agricultural Sciences in China, ASA), 2002 年创刊, 月刊。2012 年更名为《农业科学学报》(Journal of Integrative Agriculture, JIA)。2006 年 1 月起与国际著名出版集团 Elsevier 合作, 全文数据在 ScienceDirect 平台面向世界发行。2009 年被 SCI 收录, 2015 年 JIA 影响因子为 0.724。2016 年获“中国科技期刊国际影响力提升计划”第二期项目 B 类期刊资助。

JIA 大 16 开, 每月 20 日出版, 国内外公开发售。每期 180 页, 国内订价 80.00 元, 全年 960.00 元。国内统一连续出版物号: CN 10-1039/S, 国际标准连续出版物号: ISSN 2095-3119, 邮发代号: 2-851, 国外代号: 1591M。

《中国农业科学》中、英文版均可通过全国各地邮局订阅, 也可向编辑部直接订购。

邮编: 100081 地址: 北京中关村南大街 12 号《中国农业科学》编辑部 电话: 010-82109808, 82106281, 82105098
传真: 010-82106247 网址: www.ChinaAgriSci.com E-mail: zgnykx@caas.cn 联系人: 林鉴非