

doi: 10.3969/j.issn.2095-0780.2013.05.018

马鲛体型特征与网目尺寸关系的初步探讨

杨炳忠, 杨 吝, 谭永光, 张 鹏, 晏 磊

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 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: 初步探讨了马鲛流刺网网目尺寸与其主捕对象康氏马鲛 (*Scomberomorus commersoni*) 体型特征的关系。在2012年对南海北部进行了2个航次的海上调查的基础上, 分析了马鲛流刺网的捕获种类、康氏马鲛的体型特征等, 结合网具的捕获方式, 用相对体围值分析了康氏马鲛体型特征与网目尺寸的关系。结果显示, 渔获种类有22种; 康氏马鲛占渔获总产量的57.33%; 康氏马鲛捕获位置在鳃盖骨后缘至第二背鳍起点之间; 捕获的康氏马鲛相对体围值范围为0.96~1.77, 相对体围值为1.09时捕获量最大。

关键词: 流刺网; 康氏马鲛; 网目尺寸; 体型特征

中图分类号: S 972.11

文献标志码: A

文章编号: 2095-0780-(2013)05-0120-06

Relationship between body characteristic of *Scomberomorus* and the mesh size

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

(Key Lab. of South China Sea Fishery Resources Exploitation & Utilization, Ministry of Agriculture; Scientific Observing and Experimental Station of South China Sea Fishery Resources and Environment, Ministry of Agriculture; South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China)

Abstract: We conducted two gillnet fishery surveys in northern South China Sea in 2012 to investigate the relationship between the body characteristics of *Scomberomorus commersoni* and the mesh size. The captured species and the body characteristic of *S. commersoni* are analyzed, and the relationship between the body characteristic of *S. commersoni* and the mesh size is investigated by the relative body girth, according to the captured way. The results indicate there are 22 catch species; *S. commersoni* accounts for 57.33% to the total landing; the captured position in body of *S. commersoni* is between opercula and the beginning of the second dorsal fin. The relative body girth ratio of *S. commersoni* lies in the range of 0.96~1.77, while the relative body girth ratio 1.09 is optimum for *S. commersoni* catch.

Key words: gillnet; *Scomberomorus commersoni*; mesh size; body characteristic

漂流单片刺网是南海区重要渔具之一, 其作业水层可灵活调整, 捕捞对象极为广泛^[1]。马鲛流刺网为南海漂流单片刺网的重要种类, 兴起于20世纪90年代^[2], 主要捕捞对象为康氏马鲛 (*Scomberomorus commersoni*) 等^[1,3]。由于康氏马鲛经济价值较高, 且渔获个体一般较大, 近年来马鲛流刺网的发展势头良好。

网目尺寸是影响刺网渔获效率的重要因素^[4-5], 特别是以刺挂方式被捕获的种类, 其在渔场中遭遇刺网后, 能否被捕获完全由网目尺寸和该种类的体型特征决定。另外, 网目尺寸也是影响刺网对捕捞对象选择性能的关键因素^[5]。因此, 研究刺网网目尺寸与其捕捞对象的体型特征的关系对于明确渔具的渔获性能、制定最小网目尺寸有至关

收稿日期: 2013-06-20; 修回日期: 2013-07-05

资助项目: 公益性行业(农业)科研专项项目(201203018); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(中国水产科学研究院南海水产研究所)资助项目(2012TS12)

作者简介: 杨炳忠(1984-), 男, 研究实习员, 硕士, 从事渔具选择性研究。E-mail: ybzaaa@163.com

通信作者: 杨 吝(1954-), 男, 研究员, 从事渔具渔法研究。E-mail: scsfish@21cn.com

重要的意义。目前,已有一些研究探讨了刺网网目与捕捞对象体型特征的相互关系,如张春桂^[6]报道了刺网网目尺寸与有效捕捞鱼体长度范围的关系;庄兴福等^[7]分析了鳀鱼体形和流刺网的关系;REIS和PAWSON^[8]研究了4种渔获种类和流刺网网目尺寸的关系。上述研究都表明,流刺网网目尺寸与渔获种类的体型(特别是体周长)存在一定的比例关系。迄今南海区已进行过一些流刺网的相关研究^[2,9-12]。但是关于马鲛流刺网网目与其主捕捞对象体型特征的相关研究还未见有报道。基于上述情况,文章根据调查资料,对马鲛流刺网的渔获种类、特别对网目尺寸与其主捕对象体型特征的关系进行初步探讨,为制定马鲛流刺网最小网目尺寸标准提供基础数据和科学指导。

1 材料与方法

2个航次试验分别于2012年4月21~24日、2012年11月12~16日进行,一共历时8d。试验地点位于海南岛东北部渔场,即111°08.8′~111°26.035′E,20°18.6′N~20°39.1′N。渔场水深44~69m,底质为泥沙。

1.1 渔船

试验渔船为茂名市博贺镇马鲛流刺网生产船,船名“粤电渔42073”,船长33m,型宽6.3m,设计吃水2.7m,功率132kW,净吨位59t,总吨位169t。船上配备导航、助渔等相应的设备,主要有多功能海图仪HR-680GP(集渔探、GPS导航、海图管理于一体)、GPS导航仪KGP-912、避碰仪FT-8700AIS、单边带等。船上配员10名。

1.2 作业网具

此试验所用的马鲛流刺网属于漂流单片刺

网^[1]。网具主尺度43.60m×45.16m,主网衣网目尺寸142mm,网衣材料为聚乙烯,双死结编织,横目使用。试验中所用网片总数为550片。为了使网衣在作业过程中能充分展开,在网具的上纲和下纲分别配备了浮子和沉子。其中上纲装配泡沫塑料浮子(长方体),单个浮子浮力98N,每片网装配5个浮子;下纲装配铅质沉子,每个沉子质量90g,每片网装配沉子160个。网具每隔一定的间距装配1个浮标。网具作业示意图见图1。一般下午17:30左右开始放网,当天晚上23:00点起网。

1.3 数据的收集与分析

1.3.1 数据的收集 渔船作业时记录经纬度、放网时间、起网时间、渔场水深等。起网时观察渔获物在网具中的状态。起网后对全部渔获进行种类鉴定,并测量其生物学长度,测量参数包括体长(叉长或肛长)、最大体周长(即体围)、体质量等。观察网具对捕获种类的捕捞痕迹,以确定网具的捕获方式。

1.3.2 网目尺寸与康氏马鲛体型关系的分析

影响漂流单片刺网捕获性能的因素很多,网目尺寸则是最重要的因素。有研究表明,鱼体的尺寸与刺网捕获的最适尺寸相差大于20%时鱼类就很难被捕获^[13]。为了便于分析网目尺寸与康氏马鲛体型特征的关系,笔者参照BARANOV的几何相似原理^[13-16]作如下假设:1)1尾康氏马鲛能否被捕获完全由其体围和网目尺寸决定;2)各体围段的康氏马鲛在渔场中均匀分布;3)各体围段的康氏马鲛接触网具的概率相同。

用相对体围值所对应的捕获量变化曲线来探讨网目尺寸与康氏马鲛体围的相互关系。相对体围的

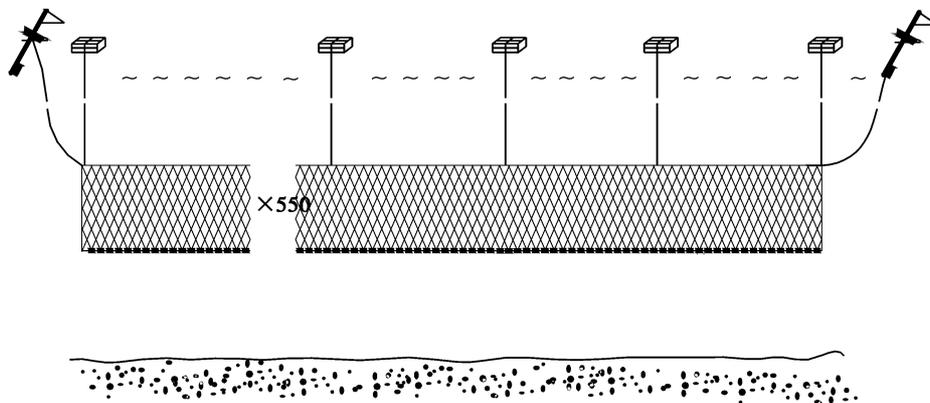


图1 马鲛流网作业示意图

Fig. 1 Schematic illustration of gillnet fishery for *Scomberomorus*

计算公式为:

$$G_R = \frac{G_{max}}{P_{mesh}}$$

式中 G_R 为相对体围, G_{max} 为体围 (mm), P_{mesh} 为网目内径周长 (mm)。

2 结果

2.1 渔获基本情况

马鲛流刺网渔获种类共 22 种, 其中鱼类 19 种, 隶属于 3 目 15 科 17 属; 头足类 2 种, 隶属于 2 目 2 科 2 属; 蟹类 1 种。鱼类中以鲈形目种类最多 (17 种)。鲈形目中以游泳能力强的鲭科和金枪鱼科种类较多 (表 1)。渔获种类中康氏马鲛的产量占主导地位, 占渔获总产量的 57.33%; 白卜鲮占

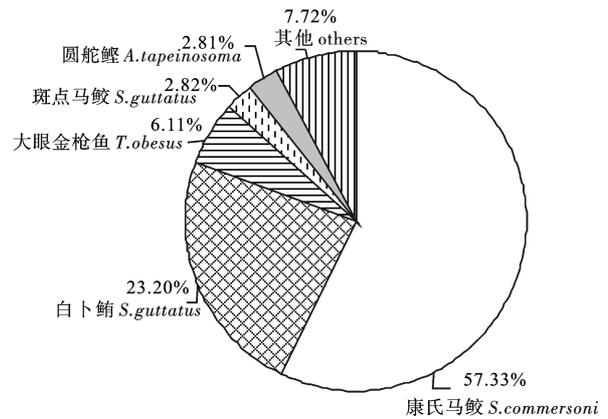


图 2 主要渔获种类质量百分比
Fig. 2 Proportion of main catch species

表 1 渔获种类
Tab. 1 Catch species

目 Orders	科 Families	属 Genera	种 species	
鲈形目 Perciformes	鲭科 Scombridae	马鲛属 <i>Scomberomorus</i>	康氏马鲛 <i>S. commersoni</i>	
		马鲛属 <i>Scomberomorus</i>	斑点马鲛 <i>S. guttatus</i>	
		羽鳃鲈属 <i>Rastrelliger</i>	羽鳃鲈 <i>R. kanagurta</i>	
	金枪鱼科 Thunnidae	鲮属 <i>Euthynnus</i>	白卜鲮 <i>S. guttatus</i>	
		舵鲹属 <i>Auxis</i>	圆舵鲹 <i>A. tapeinosoma</i>	
		金枪鱼属 <i>Thunnus</i>	大眼金枪鱼 <i>T. obesus</i>	
		舵鲹属 <i>Auxis</i>	扁舵鲹 <i>A. thazard</i>	
		乌鲳科 Formionidae	乌鲳属 <i>Formio</i>	乌鲳 <i>F. niger</i>
		鲯鳅科 Coryphaenidae	鲯鳅属 <i>Coryphaena</i>	鲯鳅 <i>C. hippurus</i>
	军曹鱼科 Rachycentridae	军曹鱼属 <i>Rachycentron</i>	军曹鱼 <i>R. canadum</i>	
	松鲷科 Lobotidae	松鲷属 <i>Lobotes</i>	松鲷 <i>L. surinamensis</i>	
	眼镜鱼科 Menidae	眼镜鱼属 <i>Mene</i>	眼镜鱼 <i>M. maculata</i>	
	笛鲷科 Lutjanidae	笛鲷属 <i>Lutjanus</i>	红鳍笛鲷 <i>L. erythropterus</i>	
	鲷科 Carangidae	鲷属 <i>Seriola</i>	高体鲷 <i>S. dumerili</i>	
	鲳科 Stromateidae	鲳属 <i>Pampus</i>	中国鲳 <i>P. chinensis</i>	
	鲎科 Uranoscopidae	项鳞鲎属 <i>Zalescopus</i>	项鳞鲎 <i>Z. tosaе</i>	
	带鱼科 Trichiuridae	带鱼属 <i>Trichiurus</i>	带鱼 <i>T. lepturus</i>	
鲉形目 Tetraodontiformes	革鲉科 Aluteridae	革鲉属 <i>Alutera</i>	单角革鲉 <i>A. monoceros</i>	
真鲨目 Carcharhiniformes	真鲨科 Carcharhinidae	斜齿鲨属 <i>Scoliodon</i>	尖头斜齿鲨 <i>S. sorrakowah</i>	
八腕目 Octopoda	蛸科 Octopodidae	蛸属 <i>Octopus</i>	长蛸 <i>O. svariabilis</i>	
枪形目 Teuthoidea	枪乌贼科 Loliginidae	枪乌贼属 <i>Loligo</i>	中国枪乌贼 <i>L. formosama</i>	
十足目 Decapoda	梭子蟹科 Portunidae	蛸属 <i>Charybdis</i>	锈斑蛸 <i>C. feriatus</i>	

23.20%，其他种类所占比例较小(图 2)。经观察发现，绝大多数种类的捕获方式为刺挂。康氏马鲛、白卜鲂、圆舵鲢、扁舵鲢、大眼金枪鱼等纺锤形种类，网线在其体周都有 1 圈清晰可见的刺挂痕迹；乌鲳和红鳍笛鲷的刺挂痕迹不明显，可能以缠绕的方式被捕获。

2.2 康氏马鲛生物学特征

调查中共渔获康氏马鲛 123 尾，总质量 479.215 kg，体质量范围 1.55 ~ 15.48 kg，平均(算术平均，下同)体质量为 3.896 kg，叉长范围 572 ~ 1 374 mm，平均叉长 786.25 mm，体围范围 270 ~ 504 mm，平均体围 332.95 mm。

康氏马鲛的叉长分布见图 3。优势叉长组为 701 ~ 800 mm，数量达到 74 尾，占康氏马鲛总尾数的 60.16%；叉长组 601 ~ 700 mm 和叉长组 801 ~ 900 mm，分别占总数的 13.01% 和 8.94%；叉长组 901 ~ 1 000 mm 占总数的 14.63%；叉长组 501 ~ 600 mm 和叉长组 >1 000 mm 的康氏马鲛数量较少，分别占总数的 0.81% 和 2.44%。将康氏马鲛的叉长与体质量进行回归分析，得到叉长(L)与体质量(W)的乘幂回归方程 $W = 3E - 05L^{2.8194}$ ($R^2 = 0.9002$)，以及回归曲线图(图 4 - a)。将康氏马鲛的叉长与体围进行线性回归，得到叉长(L)与体围(G)的回归方程 $G = 0.3951L + 22.285$ ($R^2 = 0.8709$)，以及相关曲线图(图 4 - b)。

2.3 康氏马鲛的捕获方式

经观察和初步统计发现，几乎所有渔获的康氏马鲛的体周都留下一道捕捞痕迹。该捕捞痕迹为康氏马鲛进入网目后试图挣脱、穿越网目而被网目卡住形成的。康氏马鲛的主要捕获部位见图 5 虚线框部分，刺入位置主要在鳃盖骨后缘至第二背鳍起点之间，个体大者刺入部位靠鳃盖骨后缘，个体小者刺入部位靠近第二背鳍起点处。

2.4 网目尺寸与康氏马鲛体型特征

康氏马鲛相对体围对应的渔获量见图 6。相对体围范围为 0.96 ~ 1.77，即当康氏马鲛体围比网目内径周长小 4% 时康氏马鲛无法被网具捕获；当康氏马鲛体围比网目内径周长大 77% 时康氏马鲛也无法被网具捕获。由此可见，流刺网具有较强的尺寸选择性，只捕获某一体围范围的康氏马鲛。

图 6 为多峰曲线，当相对体围值为 1.09 时峰值最大，对应的捕获量占总渔获量的 21.95%。可见当康氏马鲛的体围值比网目内径周长大 9% 时网

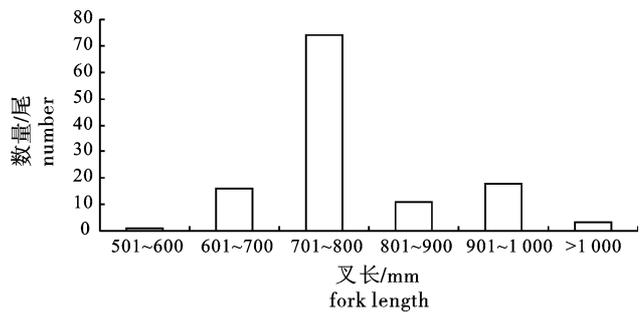


图 3 康氏马鲛叉长分布图

Fig. 3 Fork length distribution of *S. commersoni*

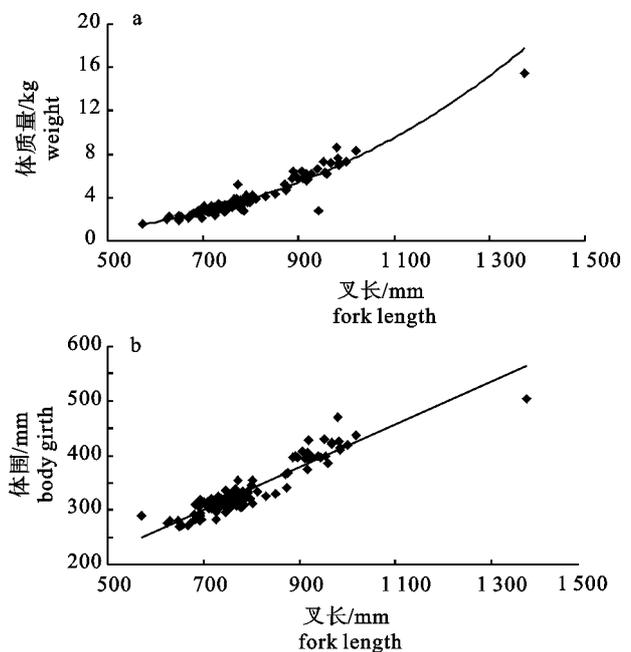


图 4 康氏马鲛的叉长-体质量(a)和叉长-体围(b)相关回归曲线图

Fig. 4 Relationship between fork length and weight (a), fork length and body girth (b) of *S. commersoni*

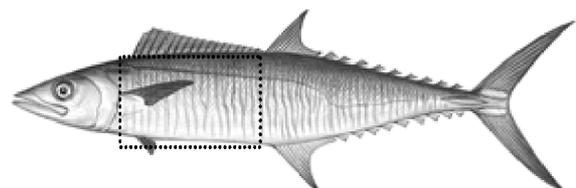


图 5 康氏马鲛主要捕获部位

Fig. 5 Main body area of *S. commersoni* hung in gill net

具对康氏马鲛的捕获效率最高。当相对体围值范围为 1.06 ~ 1.12 时康氏马鲛的捕获量占其总捕获量的 44.71%。因此，当康氏马鲛的体围值比网目内

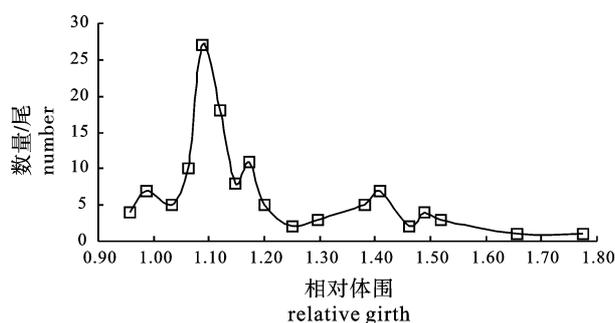


图6 康氏马鲛相对体围所对应的捕获量变化曲线

Fig. 6 Catch distribution of relative girth of *S. commersoni*

径周长大6%~12%时网具对其的捕获率较高。

3 讨论

马鲛流刺网的捕获种类较多,除了与其主尺度(即网具纵向高度)有关外,还与作业渔场为多鱼种混栖有关。虽然捕获种类较多,但以康氏马鲛为主要捕捞对象,因此制定马鲛流刺网最小网目尺寸标准时,必须明确网目尺寸与康氏马鲛体型特征的相互关系。叉长组701~800 mm的康氏马鲛在数量上占绝对优势,基于该研究3点假设的前提下,说明流刺网对该叉长段的康氏马鲛捕获效率最高。

REIS和PAWSON^[8]研究了刺网网目周长和4个捕捞种类[弗氏绒须石首鱼(*Micropogonias furnieri*)、美洲无鳔石首鱼(*Menticirrhus americanus*)、机鲷(*Mugil platanus*)和阿根廷油鲱(*Brevoortia pectinata*)]体围的关系,发现当相对体围值小于1.0时4个捕捞种类的渔获比例很小,这与笔者研究有相似的结论:康氏马鲛相对体围值小于1.0的捕获比例为8.94%,这些相对体围值为0.96~0.99,与1.0较为接近。理论上讲,当捕捞对象体围值小于网目内径周长时(即相对体围值小于1.0),其就能穿越网目而逃逸,但实际上还有一小部分被捕获,原因有如下2个方面:1)康氏马鲛最大体周长一般位于第二背鳍起点处,该部位康氏马鲛的第二背鳍和臀鳍正好上下相对应,从而对鱼体穿越网目造成一定的障碍;2)相对体围值小于1.0的康氏马鲛其刺挂部位往往就是最大体周长所在之处,研究中测量到的是经过刺网网目刺挂后的鱼体周长,由于鱼体柔软具有可塑性,因此测量值可能会比实际鱼体周长小一些。REIS和PAWSON^[8]的研究结果表明,当捕捞对象的相对体围值为1.0~1.1时捕获比例最高。笔者研究中康氏马鲛的相对

体值为1.06~1.12时捕获比较最高(图6)。在所有体围段的康氏马鲛接触网具的概率相同的假设下,说明当康氏马鲛的最大体周长比网目内径周长稍大的情况下最容易被网具所捕获。康氏马鲛接触网具后能否被捕获取决于2个过程:1)康氏马鲛的头部完全进入网目;2)试图穿越网目时,身体某处被网目完全刺挂住;体围小的康氏马鲛头部进入网目后,能够穿过网目而逃逸;体围较大的康氏马鲛头部则不易于进入网目。

分析渔具与捕捞对象体型的关系时,很多研究都选取体长(或变换体长)作为参考的变量,主要原因在于体长容易测量且其在渔业管理上应用较广^[17-18];而在一些被动性渔具(如笼壶)研究中也有将渔获种类的体围作为研究变量^[19-20],因为体周长更能直接反映渔具与捕捞对象的相互关系。笔者研究正是选取相对体围值作为研究变量,但其不足之处在于当康氏马鲛的刺挂部位的体周长与其最大体周长相差较大时,不能完全反映网目尺寸与捕获部位的相互关系。建议今后利用最大体围和刺挂部位的体周长进行综合分析,以更加全面探讨网目尺寸与康氏马鲛体型特征的相互关系。

参考文献:

- [1] 杨吝,卢伙胜,吴壮,等. 南海区海洋渔具渔法[M]. 广州: 广东科技出版社, 2002: 13-32.
- [2] 张鹏,杨吝,张旭丰,等. 刺网网目尺寸对南海区金线鱼选择性研究[J]. 南方水产, 2005, 1(2): 61-66.
- [3] 杨炳忠,杨吝,谭永光,等. 南海北部马鲛流刺网渔获组成初步分析[J]. 南方水产科学, 2013, 9(1): 16-21.
- [4] 黄锡昌. 海洋捕捞手册[M]. 北京: 农业出版社, 1990: 313-316.
- [5] 孙满昌,张健,钱卫国,等. 渔具渔法选择性[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 111-118.
- [6] 张春桂. 刺网网目尺寸及其有效捕捞鱼体长范围的确定[J]. 海洋渔业, 1984(1/2/3/4/5/6): 264-265.
- [7] 庄兴福,姜洪亮,林军. 鳃鱼形体间关系式及与流刺网的关系[J]. 水产科学, 1997, 16(5): 26-30.
- [8] REIS E G, PAWSON M G. Fish morphology and estimating selectivity by gillnets[J]. Fish Res, 1999, 39(3): 263-273.
- [9] 张鹏,杨吝,张旭丰,等. 南海北部金线鱼流刺网渔业情况分析[J]. 南方水产, 2008, 4(6): 101-107.
- [10] 杨炳忠,杨吝,谭永光,等. 南海北部龙头鱼流刺网渔获组成初步分析[J]. 广东农业科学, 2013, 39(2): 99-102.
- [11] 张鹏,杨吝,张旭丰,等. 南海区金线鱼刺网网目选择性[J]. 中国水产科学, 2010, 17(5): 1085-1093.
- [12] 晏磊,杨吝,杨炳忠,等. 南海北部龙头鱼刺网捕捞性能的

- 初步研究[J]. 渔业信息与战略, 2013, 28(1): 33-38.
- [13] HAMLEY J M. Review of gillnet selectivity[J]. J Fish Res Board Can, 1975, 32(2): 1943-1969.
- [14] HOVGARD H, LASSEN H. Manual on estimation of selectivity for gillnet and longline gears in abundance surveys[R]. Rome: FAO Fisheries Technical Paper, 2000(397): 84.
- [15] 张健, 孙满昌. 几何相似原理在过滤性渔具网目选择性研究中的应用[J]. 中国水产科学, 2005, 12(3): 314-320.
- [16] 张健, 孙满昌. 刺网渔具选择性研究进展[J]. 中国水产科学, 2006, 13(6): 1040-1048.
- [17] MILLAR R B, FRYER R J. Estimating of size-selection curves of towed gear, traps, nets and hooks [J]. Rev Fish Biol Fish, 1999, 9(1): 89-116.
- [18] MILLAR R B. Estimation the size-selectivity of fishing gear by condition to trouser trawls[J]. J Amer Stat Assoc, 1992, 87(420): 962-968.
- [19] HARADA M, TOKAI T, KIMURA M, et al. Size selectivity of escape holes on conger tube traps for in shore hagfish *Eptatretus burgeri* and white-spotted conger *Conger myriaster* in Tokyo Bay [J]. Fish Sci, 2007, 73(3): 477-488.
- [20] YANG B Z, TANG Y L, LIANG Z L. Selectivity of escape-hole size in tube traps for white-spotted conger *Conger myriaster* [J]. Chin J Oceanol Limnol, 2011, 29(5): 1041-1047.

《海洋渔业》2014 年征订启事

《海洋渔业》创刊于1979年,是中国科学技术协会主管、中国水产学会和中国水产科学研究院东海水产研究所主办的学术期刊。《海洋渔业》主要刊载水产生物学、海水养殖与增殖、水产生物病害与防治、水产生物营养与饲料、渔业生态与渔业水域生态环境保护、海洋水产资源开发利用与保护、渔具与渔法、水产品保鲜与综合利用、渔业机械与仪器等方面的水产基础理论研究和水产应用基础研究的论文、综述和简报,读者对象主要为海洋水产科技工作者、水产院校师生和渔业行政管理人员等。

自2006年起,《海洋渔业》已先后被“中国科技论文统计源期刊”(中国科技核心期刊)、中国科学引文数据库(CSCD)(扩展库)、《中文核心期刊要目总览》、《中国期刊全文数据库》(CJFD)、《万方数据-数字化期刊群》、《中文科技期刊数据库》、联合国《水科学和渔业文摘》(ASFA)等收录,2009年被中国科协学会学术部评定为“中国科协示范精品科技期刊”,2011年荣获“上海市期刊编校质量优秀奖”,2012年被评为“华东地区优秀期刊”。

《海洋渔业》为国内外公开发行,国内统一刊号:CN 31-1341/S,国际标准刊号:ISSN 1004-2490,邮发代号:4-630。2014年起杂志刊期将从季刊变更为双月刊,96页/期,逢单月30日出版,定价:25元/册。读者可在当地邮局订阅,也可直接汇款至编辑部订阅。

编辑部地址:上海市军工路300号,邮编:200090,电话:021-65680116,021-65684690×8048,传真:021-65683926,电子信箱:haiyangyue@126.com,网址:www.eastfishery.ac.cn