

南海黄斑蓝子鱼的目标强度测量研究

陈国宝¹, 李娜娜^{1,2}, 陈丕茂¹, 李永振¹, 于杰¹, 黎小国¹

(1. 中国水产科学研究院 南海水产研究所, 广东 广州 510300; 农业部南海渔业资源环境重点野外科学观测试验站, 广东 广州 510300; 2. 大连海洋大学, 辽宁 大连 116023)

摘要: 2008年10月在大亚湾人工鱼礁海域的渔排上, 使用鱼类目标强度测量装置, 包括分裂波束式 Simrad EY60 便携式水声学测量系统(120 kHz), 采用“绳系控制实验法”对 16 尾黄斑蓝子鱼(*Siganus oramin*)逐尾进行单体鱼的目标强度测量。样品鱼为在大亚湾海域现场采用渔笼捕捞的单体活鱼样品, 其叉长范围为 7.3~19.5 cm, 平均叉长为 11.3 cm, 体质量范围为 4.6~135 g, 平均体质量为 33.2 g。结果表明, 南海黄斑蓝子鱼目标强度(TS)与其叉长的关系式采用常规的 20lgL 形式为 $TS=20\lg L-74.1$ 分贝。本研究采用“绳系控制实验法”对 16 尾黄斑蓝子鱼逐尾进行单体鱼的目标强度测量, 旨在为提高渔业资源声学调查与评估的准确性提供数据支持。[水产科学, 2010,17(6): 1293-1299]

关键词: 黄斑蓝子鱼; 目标强度; 绳系控制实验法; 南海

中图分类号: S917; Q95.3

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2010)06-1293-07

黄斑蓝子鱼(*Siganus oramin*)隶属鲈形目(Perciformes)蓝子鱼科(Siganidae), 俗称黎猛, 为暖水性浅海鱼类, 分布于印度洋、太平洋西部和地中海海域, 在中国主要分布于南海和东海南部。近年来, 黄斑蓝子鱼海水网箱养殖与池塘养殖在中国东南沿海已形成了一定规模, 养殖量逐渐增多。

渔业资源的水声学测量和评估是水声学在渔业资源研究领域的一个应用分支, 是近 40 年逐渐发展完善起来的海洋生物资源调查与评估方法, 被世界许多国家所采用^[1-2]。在渔业声学评估中, 鱼类的目标强度是将回声积分值转换为绝对资源量的关键参数, 其准确与否直接影响评估结果的准确性^[3-4]。伴随着中国近代海洋事业的蓬勃发展, 水声测量技术被广泛应用于海洋渔业资源评估和近海网箱养殖业的监测等方面。中国水产科学研究院南海水产研究所利用调查船“北斗号”的水声

系统自 1998 年 5 月至 2000 年 12 月 5 次对黄、渤海进行渔业资源及环境等综合调查与渔业声学评估^[5], 南海水产研究所利用 Simrad EK400-QD 和 Simard EK500 分裂式波束科学探鱼仪对南海的渔业资源进行了声学调查与评估^[6-9], 中国科学院声学研究所东海站和厦门大学开展了水声监测在深水网箱养殖中的应用, 为发展渔业资源的可持续利用及渔业管理提供重要依据。

在过去的十几年中, 国外日益重视对鱼类目标强度的测量方法与技术的研究, Kang 等^[10-11]研究了许氏平鲉、真鲷和太平洋褶柔鱼等鱼类的目标强度以及倾斜角的影响。中国作为世界上捕捞量第一的水产大国, 在鱼类目标强度测量研究的报道不多^[4,12], 调查与评估中主要参考采纳国内外同类或相似种类目标强度的研究结果^[3]。由于中国缺乏相关的渔业水声基础研究及测量技术支持, 影响了水声学技术在中国发展的规模和速

收稿日期: 2009-12-31; 修订日期: 2010-04-23.

基金项目: 国家 863 计划项目(2006AA100303); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(2008TS01); 广东省科技计划项目(020708001); 广东省自然科学基金项目(04001263).

作者简介: 陈国宝(1975-), 男, 副研究员, 主要从事渔业资源评估与生态研究. E-mail: chenguobao@tom.com

通讯作者: 陈丕茂, 研究员. E-mail: cpmgd@yahoo.com.cn

度。近年来伴随着国家大力推广利用人工鱼礁恢复近海生态环境,使用水声测量技术对其监测和有效性评估的需求也日益加大,开展渔业水声的基础研究成为当务之急。本研究主要采用绳系控制实验法对南海常见经济种类黄斑蓝子鱼进行目标强度的测量,建立目标强度与叉长的关系模型,旨在探讨大量鱼类目标强度测量的技术方法,以提高声学评估的准确性,为中国渔业资源的可持续利用和有效的渔业管理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

2008 年 10 月在大亚湾人工鱼礁海域的渔排上对南海的黄斑蓝子鱼进行测量所采用的鱼类目标强度测量装置(包括 Simrad EY60 便携式水声学测量系统(120 kHz))的示意图见图 1,其中外围采用大型浮游生物网网衣(孔宽近似值 0.5 mm)围成圆柱形测量立体空间,并用支架固定,以防附近海域的海洋生物干扰。系住被测样品活鱼的绳为直径不超过 0.6 mm 的单丝尼龙线。经现场测量,该海域的盐度为 32,水温为 30,水深 4.5 m。

实验活鱼样品为在该海域现场采用渔笼捕捞的黄斑蓝子鱼,共 16 尾,其最小叉长为 73 mm,最大叉长为 195 mm,平均为 113 mm。

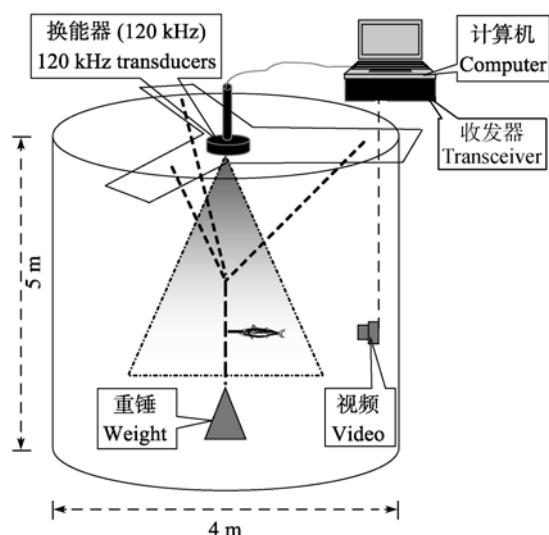


图 1 鱼类目标强度测量装置示意图

Fig.1 Apparatus for target strength measurement

1.2 方法

采用 Simrad EY60 便携式水声学测量系统(120 kHz)对南海的黄斑蓝子鱼进行目标强度测量研究。由于 Simrad EY60 便携式水声学测量系统缺乏自身长期稳定性,为确保鱼类目标强度测量装置的正常工作和设定测量参数的一致性,在进行目标强度测量之前先完善和校准目标强度测量装置。校准采用多项式模型和束流模型等 2 种方法拟合记录数据,但实际上校准仅采用束流模型法调整换能器,评估记录数据的有效性,而多项式模型法仅作为检查束流模型法拟合的图形形状是否类似。本次现场校准采用 Simrad 公司提供的配套直径为 23 mm 的标准铜球,在现场盐度为 32 和水温为 30 时其目标强度为 -40.8 dB。实验装置需经多次调试,水声学测量系统的主要技术参数及设定参数见表 1,声学系统校准采点分布见图 2。图 2 中蓝点表示记录的 TS 值低于拟合模型,红点表示记录的 TS 值高于拟合模型,靠近中心轴的绿点表示在估算面积散射强度(Sa)修正值时用到的 TS 值。根据 Simrad 公司提供的技术资料,当采用束流模型校准的 RMS 值少于 0.2 dB 时说明校准效果最佳,当 RMS 值在于 0.2~0.4 dB 之间说明校准效果不理想,但还能接受,当 RMS 值大于 0.4 dB 说明校准效果较差,不能用于更新换能器的参数。本实验束流模型校准的 RMS 值为 0.13 dB,多项式模型校准的 RMS 值为 0.12,说明本实验校准的结果效果较佳,并采用该校准结果更新了换能器的参数。

实验样品活鱼黄斑蓝子鱼需至少暂养半小时,在测量目标强度前,需采用活鱼运输镇静剂“鱼安定(MS-222)”对黄斑蓝子鱼实施镇静,避免样品活鱼在系绳过程中挣扎受伤。

数据分析采用回归分析法,根据逐尾测量的数据推导出黄斑蓝子鱼的目标强度与叉长关系式,由此可推算不同叉长的目标强度。鱼类的目标强度是描述鱼类对声波反射能力的一个物理量,它以回波强度与入射波强度之比来度量^[13]。目标强度与叉长的关系式采用常规的 $20\lg L$ 形式描述: $TS=20\lg L+b_{20}$ 。

表 1 水声学测量系统的主要技术参数及设定参数
Tab.1 Technical data and main parameter settings of acoustic instruments

换能器参数 Transducer Parameter	数值 Value	其他参数 Other Parameter	数值 Value
型号 Type	ES120-7C	校准版本 Calibration Version	2.1.0.12
序列号 Serial No	269	校准日期 Calibration Date	10/18/2008
频率 Frequency	120000 Hz	参考目标强度 Reference TS	-40.80 dB
波束类型 Beam type	分裂波束 Split-beam	参考目标强度偏离量 Reference TS Deviation	5.0 dB
增益 Gain	26.80 dB	收发器 GPT	120 kHz ES120-7C
双向波束宽度 Two Way Beam Angle	-21.0 dB	脉冲宽度 Pulse Duration	0.128 ms
传感器横向角度 Athw. Angle Sens	23.00	样品间距 Sample Interval	0.025 m
传感器纵向角度 Along. Angle Sens	23.00	发射功率 Power	200 W
波束横向角度 Athw. Beam Angle	7.00 deg	接收机带宽 Receiver Bandwidth	10.92 kHz
波束纵向角度 Along. Beam Angle	7.00 deg	声学系统类型 Sounder Type	EY60 Version 2.1.0
横向偏移量 Athw. Offset Angle	0.00 deg	吸收系数 Absorption Coeff	39.7 dB/km
纵向偏移量 Along. Offset Angle	0.00 deg	声速 Sound Velocity	1546.4 m/s
修改系数 Sa Correction	0.00 dB		
安装水深 Fix Depth	0.35 m		

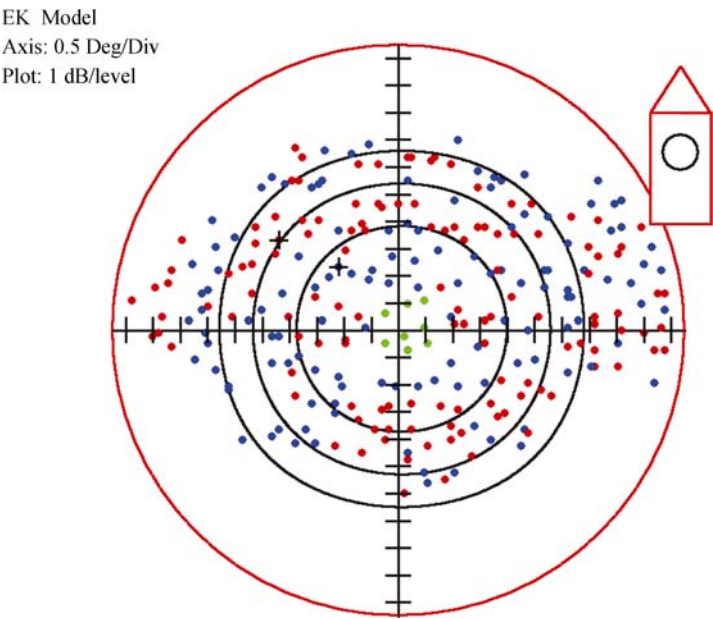


图 2 声学系统校准采点分布图
Fig. 2 Plot view of acoustic calibration

2 结果与分析

2.1 黄斑蓝子鱼的生物学特性

黄斑蓝子鱼的叉长与体质量的关系用 $W=a\times L^b$ 关系式来表示^[14], 运用最小二乘法用体质量

对数对叉长对数的线性回归法, 估算出参数 a 值为 8.068×10^{-3} , b 值为 3.256, $R^2=0.992\ 2$, 其长度与体质量的关系曲线见图 3。叉长与体质量密切相关, 幂指数接近 3, 说明黄斑蓝子鱼的生长属于均匀生长, 符合 von Bertalanffy 生长方程。

2.2 映像分析

声学映像分析是鱼类目标强度测量的关键环节,映像的判读需结合实际测量情况进行。图 4(a)和(b)分别为黄斑蓝子鱼的单体鱼典型映像和所选区域的目标强度值频率分布图。从图 4(a)可以比较

直观看出单体鱼的活动情况,由于在逐尾测量单体鱼活鱼样品目标强度前,采用了镇静剂鱼安定(MS-222)实施镇静处理,活鱼样品放到测量位置时还处于恢复阶段,不能反映出单体鱼在水中的实际游动姿态,因此前面小部分的映像尽量不予采纳。

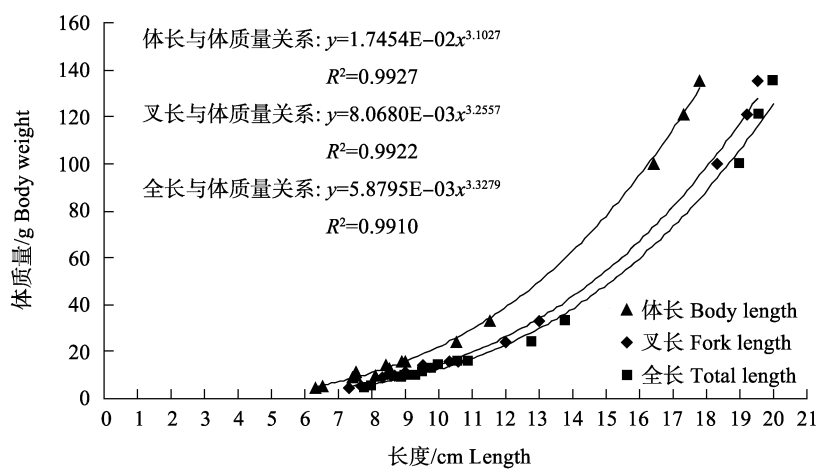


图 3 黄斑蓝子鱼的长度与体质量的关系曲线

Fig.3 Relationship between the length and the body weight of *Siganus oramin*

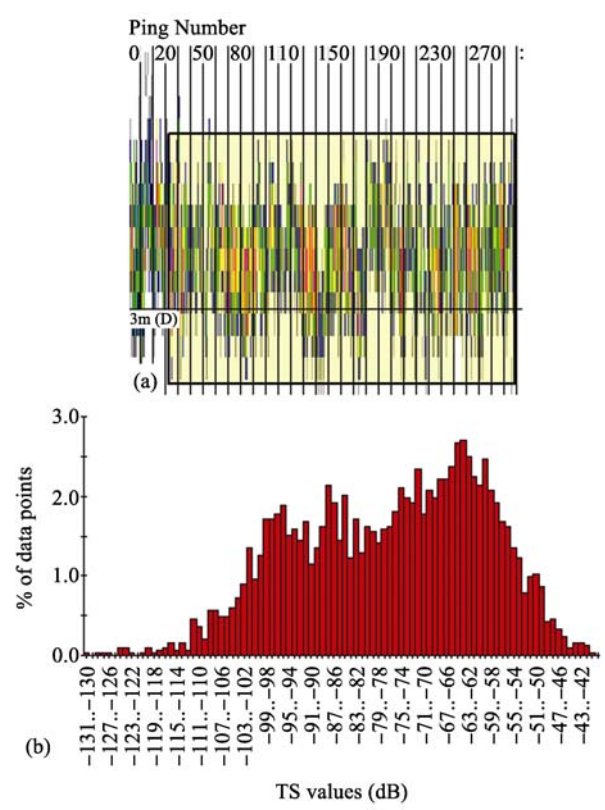


图 4 黄斑蓝子鱼的单体鱼典型映像

Fig. 4 A sample of single fish echogram of *Siganus oramin*

在测量单体活鱼样品目标强度前,需对“绳系控制实验系统”(即不系鱼样品)的测量映像做背景分析,背景分析直接影响最终结果,具有重要的参考价值。由于“绳系控制实验系统”采用直径不超过 0.6 mm 的单丝尼龙线,整个测量系统的目标强度值较小,因此可直接设阈值将该范围内的目标强度给予排除,对这部分范围内的目标强度值不予采纳。

2.3 目标强度与叉长关系

本研究采用绳系控制实验法对 16 尾黄斑蓝子鱼的目标强度进行测量,结果见表 2,叉长与目标强度的关系曲线见图 5。16 尾黄斑蓝子鱼的叉长范围为 7.3~19.5 cm,体质量范围为 4.6~135 g。从表 2 可以分析出 b_{20} 的平均值为 -74.1(标准差为 1.570 1),得黄斑蓝子鱼的目标强度与叉长的关系式为 $TS=20lgL-74.1$ 。

3 讨论

3.1 测量环境的影响

南海黄斑蓝子鱼的目标强度测量实验的位置

表 2 黄斑蓝子鱼目标强度测量结果
Tab. 2 Target strength of *Siganus oramin*

序号 Code	叉长/cm Fork length	体质量/g Body weight	平均 TS/db Mean	b_{20}
1	7.3	4.6	-57.8	-75.1
2	7.7	5.2	-55.7	-73.4
3	8.3	9.2	-54.2	-72.6
4	8.6	10	-56.4	-75.1
5	8.7	9.5	-56.1	-74.9
6	8.9	10	-53.3	-72.3
7	9	11	-52.8	-71.9
8	9.5	14	-52.3	-71.9
9	9.6	13	-54.7	-74.3
10	10.3	16	-55.5	-75.8
11	10.6	16	-53.5	-74.0
12	12	24	-51.3	-72.9
13	13	33	-53.1	-75.4
14	18.3	100	-51.5	-76.7
15	19.2	121	-47.3	-72.9
16	19.5	135	-50.4	-76.2

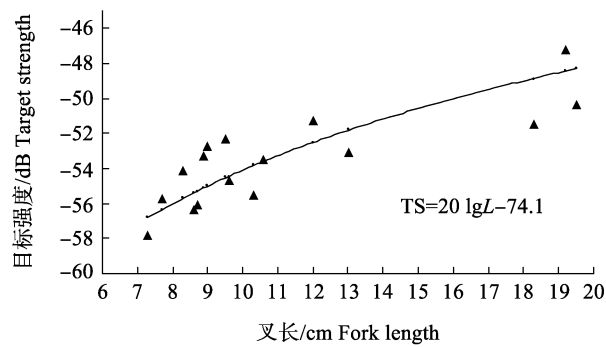


图 5 黄斑蓝子鱼的叉长与目标强度的关系曲线图
Fig. 5 The relationship curve between TS and fork length of *Siganus oramin*

为大亚湾人工鱼礁海域的渔排上，测量设备和装置等符合测量的需要。为了避免其他海洋生物(特别是小鱼或浮游动物)的影响，本实验采用浮游生物网网衣隔离保护实验空间，在映像分析过程中，未发现有其他海洋生物明显干扰的映像。笔者认为国外有些渔业声学专家选择在实验室的水槽开展鱼类目标强度测量，一方面是考虑实验的易操作性；另一方面是避免其他海洋生物的干扰。本实验选择在人工鱼礁海域现场开展鱼类目标强度测量，将测量鱼样品置于天然水体进行测量，减

少水槽周围对回波的影响，同时方便现场捕捞活鱼样品，提高了测量样品的质量，而在实验室的水槽开展鱼类目标强度测量，其测量环境和样品质量不易掌握。限于实验水域的水深条件，本研究未开展鱼类目标和水深关系方面的探讨。

依国内外有关研究^[15-16]，鱼体的目标强度随着水深的不同而变化，主要是由于水深的增加引起鱼鳔体积的变化引起的。本研究黄斑蓝子鱼为近岸鱼类，其生活的水深变化不大。

3.2 测量方法的差异性

鱼类目标强度的评估方法主要分为对单体鱼的测量方法和利用声散射理论计算的模型估算法，其中在测量方法中根据测定对象所处的环境和状态又可分为受控实验法和现场测量法^[17-19]，作者利用分裂波束式 EY60 声学系统采用“绳系控制实验法”对南海黄斑蓝子鱼进行目标强度测量，测量对象为在该海域现场捕捞的单体活鱼样品，更接近应用渔业资源调查与评估的技术要求。分裂波束式 EY60 声学系统可以利用不同波束检测到的回波信号计算反射目标在波束中的位置，从而对换能器的指向性进行补偿，实现对单体鱼的目标强度的直接测量，因此从技术角度分析具有更高的可靠性。国内外有些专家采用单波束技术测量单体鱼的目标强度，数据处理较为复杂。由于单波束技术无法确定测定目标在波束中的位置，需要结合统计方法去除波束指向性因素的影响，因此该方法仅能给出所测鱼类的平均目标强度值，而不是对每一测定目标的目标强度直接测定，是一种间接测量方法。由于实验设备客观条件的限制，本研究中仅采用了 120 kHz 一种频率换能器进行测量，未能从不同频率换能器的测量差异性展开研究。

3.3 南海鱼类目标强度测量的深入研究

国外重视鱼类目标强度的测量方法与技术的研究，而中国对鱼类目标强度的研究很少，特别是南海的鱼类种类目标强度测量研究更是空白。本测量是一次探索，获得有益的经验，尚有许多问题要深入研究。影响鱼类目标强度的因素主要是作为声散射体的鱼体各组织、器官的声学特性

和影响鱼体反向散射特征鱼类行为(主要指鱼类的倾角分布)^[20]。作为声波的反射体, 鱼类是否有鳔是决定鱼类目标强度高低的首要因素, 而鱼类肌肉和内脏的声阻抗与海水的声阻抗相差较小, 对目标强度的贡献也相对较少。由于鳔对鱼类目标强度的重要性, 鳔的体积与形状以及其他影响鳔的体积与形状的因素均可成为影响鱼类目标强度的因素^[21-22]。南海地处低纬度地域, 属于热带亚热带, 温度高, 具有明显生物种类丰富而单种生物量少的区系特征^[23], 独特的海洋环境孕育出丰富的渔业资源。由于南海的海水介质密度和各种鱼类对声波的反射能力与其他海区具有一定的差异, 鱼类的目标强度测量研究有必要深入研究, 促进渔业声学技术在南海的本地化应用。

致谢: 承蒙大连海洋大学汤勇老师在实验过程和数据分析中给予的热心帮助和提供宝贵的技术参考资料, 谨此致谢!

参考文献:

- [1] 赵宪勇, 金显仕, 唐启升, 等. 渔业声学及相关技术的应用现状和发展前景[C]. 海洋高新技术发展研讨会论文集. 北京: 海洋出版社, 2000: 55-62.
- [2] Tang Yong, Kohji Iida, Tohru Mukai, et al. Estimation of fish school volume using omnidirectional Multi-Beam Sonar: Scanning Modes and Algorithms[J]. J Appl Phys, 2006, 45: 4868-4874.
- [3] 赵宪勇, 陈毓桢, 李显森, 等. 多种类海洋渔业资源声学评估技术与方法[C]. 中国专属经济区和大陆架勘测研究论文集. 北京: 海洋出版社, 2002: 341-353.
- [4] Tang Y, Nishimori Y, Furusawa M. The average three-dimensional target strength of fish by spheroid model for sonar surveys[J]. ICES J Mar Sci, 2009, 66: 1176-1183.
- [5] 金显仕, 赵宪勇, 孟田湘, 等. 黄、渤海生物资源与栖息环境[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 1-405.
- [6] 李永振, 陈国宝, 赵宪勇, 等. 南海北部海域小型非经济鱼类资源声学评估[J]. 中国海洋大学学报: 自然科学版, 2005, 35(02): 206-212.
- [7] 陈国宝, 李永振, 赵宪勇, 等. 南海北部海域重要经济鱼类资源声学评估[J]. 中国水产科学, 2005, 12(4): 445-451.
- [8] 李永振, 陈国宝, 孙典荣, 等. 南海区多鱼种声学评估工作程序[J]. 湛江海洋大学学报, 2003, 23(1): 35-40.
- [9] 贾晓平, 李永振, 李纯厚, 等. 南海专属经济区和大陆架渔业生态环境与渔业资源[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 1-674.
- [10] Kang D, Hwang D. Ex situ target strength of rockfish (*Sebastes schlegelii*) and red sea bream (*Pagrus major*) in the Northwest Pacific[J]. ICES J Mar Sci, 2003, 60(3): 538-543.
- [11] Kang D, Mukai T, Iida K, et al. The influence of tilt angle on the acoustic target strength of the Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) [J]. ICES J Mar Sci, 2005, 62(4): 779-789.
- [12] Zhao X. In situ target-strength measurement of young hair-tail (*Trichiurus haumela*) in the Yellow Sea[J]. ICES J Mar Sci, 2006, 63(1): 46-51.
- [13] 刘伯胜, 雷家煜. 水声学原理[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2002: 1-262.
- [14] 费鸿年, 张诗全. 水产资源学[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1990: 1-787.
- [15] Nakken O, Olsen K. Target strength measurements of fish[J]. Rapp P-v Reun Cons Int Explor Mer, 1997, 170: 52-69.
- [16] 朱德山, Iversen SA. 黄、东海鳀鱼及其他经济鱼类资源声学评估的调查研究[J]. 海洋水产研究, 1990, 11: 1-55.
- [17] Vc A. Sound scattering from a fluid sphere[J]. J Acoust Soc Am, 1950, 22(4): 426-431.
- [18] Foote K G. Linearity of fisheries acoustics, with addition theorems [J]. J Acoust Soc Am, 1983, 73: 1932-1940.
- [19] Edwards J I A A. Measurement of the target strength of live herring and mackerel [M]. FAO Fish Rep, 1983: 69-77.
- [20] 于海圆, 赵宪勇. 鳀鱼(*Engraulis japonicus*)目标强度的模型法研究[J]. 应用声学, 2007, 26(5): 267-276.
- [21] Ona E. Physiological factors causing natural variations in acoustic target strength of fish[J]. J Mar Biolog Assoc UK, 1990, 70: 107-127.
- [22] 赵宪勇, 陈毓桢. 狭鳕(*Theragra chalcogramma* Palas)目标强度的现场测定[J]. 中国水产科学. 1996, 4(4): 20-28.
- [23] 曾炳光, 张进上, 陈冠贤, 等. 南海区渔业资源调查和区划[M]. 广州: 广东科技出版社, 1985: 1-202.

Target strength measurements of pearl-spotted spinefoot (*Siganus oramin*) in the South China Sea

CHEN Guobao¹, LI Nana^{1,2}, CHEN Pimao¹, LI Yongzhen¹, YU Jie¹, LI Xiaoguo¹

(1.South china Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China; Key Field Scientific Experimental Station of South China Sea Fishery Resource and Environment, Ministry of Agriculture, Guangzhou 510300, China; 2. School of Marine Engineering, Dalian Ocean University, Dalian 116023, China)

Abstract: Based on the taking advantage of the remodeling of leisure fishing row and improving the device for single-fish target strength (TS) measurement in Daya Bay waters, the author measured and studied single-fish target strength of *Siganus oramin* in South China Sea with Simrad EY60 portable scientific echo sounder (120 kHz) by tethering experimental methods in October 2008, which was video recorded in order to isolate the measurements on single targets. The experiment was set up in natural water and the live fish was held by thin wires. Experimental 16 fish samples of *Siganus oramin* were all captured by fishing pot in situ in the same area. The fork length of *Siganus oramin* ranged from 7.3 to 19.5 cm and the average of fork length was 11.3 cm; the weight ranged from 4.6 to 135 g and the average of weight was 33.2 g. The results show that the relationships between TS of pearl-spotted spinefoot (*Siganus oramin*) and fish fork length are as follows: $TS=20lgL-74.1$. In this study, the split-beam technology was used for single-fish target strength measurement of different length fish in the South China Sea. The results from this research will facilitate the large-scale studies of single-fish target strength in South China Sea in the future, promote the local applications of fisheries acoustic technology, and improve the accuracy of the survey and evaluation of fishery resources by acoustics in South China Sea.[Journal of Fishery Sciences of China, 2010, 17(6): 1293–1299]

Key words: *Siganus oramin*; target strength; tethering experimental methods; South China Sea

Corresponding author: CHEN Pimao. E-mail: cpmgd@yahoo.com.cn

2011 年部分生物、农林类学术期刊联合征订表(1)

刊物名称	邮发 代号	刊 期	年价 (元)	期刊网址	编辑部 E-mail
癌变·畸·突变	80-285	双月刊	60	www.egh.net.cn	cemsctm@stu.edu.cn
动物学研究	64-20	双月刊	150	www.zoores.ac.cn	zoores@mail.kiz.ac.cn
动物学杂志	2-422	双月刊	360	http://dwxzz.ioz.ac.cn	journal@ioz.ac.cn
分子植物育种	84-23	双月刊	240	www.molplantbreed.org	mpb@hibio.org
国际遗传学杂志	14-55	双月刊	90	www.cma.org.cn	genetics@ems.hrbmu.edu.cn
激光生物学报	42-194	双月刊	150	www.jgswxb.net	jgswxb@hunnu.edu.cn
菌物学报	2-499	双月刊	480	http://journals.im.ac.cn/jwxtcn	jwxt@im.ac.cn
昆虫知识	2-151	双月刊	360	www.ent-bull.com.cn	entom@ioz.ac.cn
林业科学	82-6	月 刊	300	www.linyekexue.net	linyxx@forestry.ac.cn
农业生物技术学报	2-367	双月刊	240	www.jabiotech.org.cn/	nsjxb@cau.edu.cn
人类学学报	2-384	季 刊	100	www.ivpp.ac.cn	acta@ivpp.ac.cn
生命科学	4-628	月 刊	480	www.lifescience.net.cn	cbis@sibs.ac.cn
生命科学研究	42-172	双月刊	108	http://smky.chinajournal.net.cn	life@hunnu.edu.cn
生物工程学报	82-13	月 刊	780	http://journals.im.ac.cn/cjbcn	cjb@im.ac.cn
生物化学与生物物理 进展	2-816	月 刊	720	www.pibb.ac.cn	prog@sun5.ibp.ac.cn
生物技术通报	18-92	月 刊	300		biotech@mail.caas.net.cn