

DOI: 10.12264/JFSC2020-0213

基于水声学的长江豚类省级自然保护区水域(镇江)渔业资源时空特征

李佩杰¹, 王召根², 蔺丹清¹, 潘杰², 刘燕¹, 朱孝锋², 刘凯¹

1. 农业农村部长江下游渔业资源环境科学观测实验站, 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 江苏 无锡 214081;
2. 江苏镇江长江豚类省级自然保护区管理处, 江苏 镇江 212000

摘要: 为评估镇江长江豚类省级自然保护区鱼类资源密度及时空特征, 于2018年在该水域进行了4次水声学调查。结果显示, 水声学调查所得鱼类资源密度均值范围为0.090~0.575尾/m², 均值为0.286尾/m²; 鱼类资源密度的空间分布特征随季节变化较明显, 7月和10月, 和畅洲的南、北汊鱼类资源密度要显著高于其上游和下游; 1月和4月, 则是和畅洲上、下游的资源密度相对较大, 其中7月保护区水域的鱼类资源密度最大, 1月最小。调查水域内单体目标强度呈单峰状分布, 主要集中于-59.5~-53.5 dB, 春季、秋季和冬季的单体目标均匀分布于水深10~40 m的水层, 夏季则多集中分布于水深5~20 m的水层。本次调查较准确地反映了镇江保护区水域内的鱼类资源密度及其时空分布信息, 为保护区管理部门评价长江豚类的栖息地质量以及实施科学管护提供科学依据。

关键词: 鱼类资源评估; 声学调查; 自然保护区; 目标强度; 长江豚类

中图分类号: S931

文献标志码: A

文章编号: 1005-8737-(2022)01-0141-08

江苏镇江长江豚类省级自然保护区位于镇江市丹徒区和畅洲的长江北汊至焦山北江段, 于2003年12月19日由江苏省人民政府批复建立, 总面积约为57.3 km², 其中核心区面积约10.9 km², 缓冲区面积约25.7 km², 2014年9月10日, 政府批复同意对镇江长江豚类省级自然保护区功能区进行优化完善, 保护区范围和边界不变, 调整后的保护区总面积不变, 其中核心区、缓冲区和实验区分别调整为14.9 km²、22.8 km²和19.6 km²。该河段是长江下游长江江豚重要的生态廊道, 水域开阔, 而长江江豚处于食物营养级的顶端^[1], 在长江流域水环境条件逐步趋好、人类活动得到有效控制的背景下, 鱼类资源量的变化是影响其分布、活动和繁衍的最主要因素。多年来, 受拦河筑坝、水域污染、过度捕捞、航道整治、

岸坡硬化、挖砂采石等人类活动影响, 长江生物多样性持续下降, 水生生物保护形势严峻^[2], 长江镇江段也不例外, 总体呈现出渔业资源物种数减少, 群落多样性下降的衰退趋势^[3-5], 因此, 及时、准确地评估该保护区渔业资源的时空变化, 对水域生态环境的保护具有重要意义。

传统的渔业资源评估是利用网具捕捞渔获物进行统计, 该方法受网具选择性、捕捞效率、样点覆盖面等影响较大, 评估效率较低。渔业资源声学评估是国内近40年逐步发展和完善起来的一种方法, 其高效快捷, 不损害渔业资源, 取样面积大, 即时时空数据丰富^[6-11], 已被广泛应用于海洋、内陆水渔业资源调查, 曾雷等^[12]于2015年对南海南澳岛水域进行渔业资源声学评估, 李斌等^[13]于2013年用声学方法对黄河小浪底水库

收稿日期: 2020-09-01; 修订日期: 2021-04-09.

基金项目: 农业财政专项“长江渔业资源与环境调查专项”(CJDC-2017-22); 农业财政专项“长江江豚调查和保护(2020)”; 三峡工程运行安全综合监测项目(2019-10-160).

作者简介: 李佩杰(1988-), 男, 硕士, 研究实习员, 研究方向为渔业水声学. E-mail: 583037370@qq.com

通信作者: 刘凯, 博士, 研究员, 主要从事渔业资源保护与利用研究. E-mail: liuk@ffrc.cn

进行了渔业资源评估等。

本研究于 2018 年对保护区及附近水域进行了 4 次渔业资源声学调查,并结合网具调查,以评估保护区水域内鱼类资源密度的时空特征,从而分析保护区鱼类资源状况及变化趋势,旨在掌握保护区长江江豚栖息地质量,为加强科学管护提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 数据来源

研究区域选择镇江长江豚类省级自然保护区水域(32°11'41"N~32°16'01"N, 119°25'01"E~119°37'09"E)(图 1),调查时间为 2018 年 1 月 20 日(冬季),4 月 15 日(春季),7 月 18 日(夏季),10 月 26 日(秋季),根据长江狭长形的地理地貌特征,声学调查航线设计为传统的“之”字形^[14-15](图 1),声学调查使用的仪器有便携式分裂波束科学鱼探仪(Simrad EY60,挪威)和 GPS (Gamin GPS60CSx,美国),数据的采集和录入通过 Simrad EY60 系统自带软件 ER 60 进行,动态经纬度位置信息由 GPS 获得,换能器工作频率均为 200 kHz,发射脉冲宽度为 0.512 ms,主要技术参数见表 1,由于该声学系统硬件缺乏长期的稳定性,故在走航前按照国际通用的标准球法对科学鱼探仪系统的收发增益系数进行校正^[16],调查船为当地渔民渔船,使用专用固定支架将换能器固定于船舷右侧,吃水 1 m,航速 12 km/h。

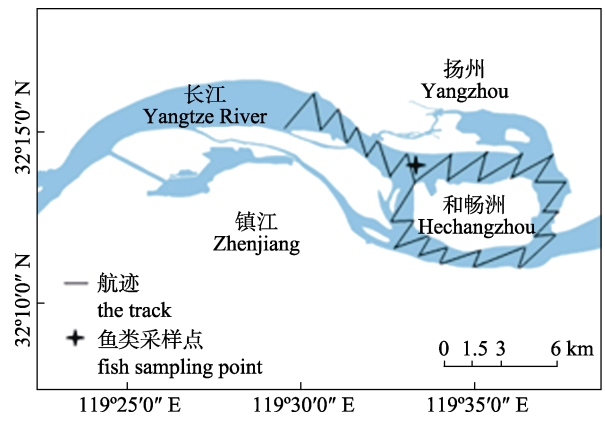


图 1 镇江长江豚类省级自然保护区声学走航调查区域图
Fig. 1 The area of fisheries acoustic survey in the Dolphin Provincial Nature Reserve of the Yangtze River in Zhenjiang

表 1 EY60 科学鱼探仪主要技术参数设定

Tab. 1 Main technical parameters setting for scientific echosounder RY60

技术参数 technical parameter	200 kHz 换能器 200 kHz transducer
发射功率/W transmitting power	150
脉冲宽度/ μ s pulse duration	512
双向波束角/dB two-way beam angle	-20.70
主轴 3 dB 波束角 3 dB beam angle of max axis	7.10
次轴 3 dB 波束角 3 dB beam angle of minor axis	7.10
换能器增益/dB transducer gain	25
吸收系数/(dB/km) absorption coefficient	7.18

1.2 声学数据处理及分析

使用专用声学软件 Echoview4.9 进行声学数据后处理及分析,采用回波积分法对该水域的渔业资源量密度进行统计,首先对原始声学回波映像进行过滤,剔除噪声回波、去掉包括船底气泡回波、浮游生物回波,空化效应引起的回波断裂,干涉噪声和水底多重回波等,重新设置积分回波的起始和终止水层,积分起始水层设置为 1.5 m,以屏蔽换能器下航行中产生的气泡回波信号,而积分终止水层设置为水底以上 0.5 m,将水底回波信号排除在积分终止层之下,回波映像中体积散射强度的最小阈值设为-70 dB,屏蔽其中的浮游生物回波,并将声学映像中明显的气泡、非生物干涉噪声去除。基本积分航程单元设置为 1000 m,用于统计分析渔业资源量的空间分布特征。

1.3 鱼类资源密度评估方法

参照多种类海洋渔业资源声学评估技术与方法^[17-18]中介绍的评估流程,对调查水域内的鱼类资源量密度进行分析和统计,以网具同步捕捞的渔获物组成信息作为积分制分配的主要依据。利用 Echoview 软件中的单体检测模块对采集的回声数据进行单体检测和单体轨迹追踪,TS 阈值设置为-60 dB,输出各个积分航程单元内的声学积分值(nautical area scattering coefficient, NASC, $m^2/nmile^2$)和平均目标强度(target strength)等参数,用以进行鱼类资源量密度的估算。

在不考虑不同物种组成及其体长结构分布的情况下,各基本积分航程单元内的渔业资源量密

度(number density, ind/m²)公式^[19]为:

$$\rho = \frac{\text{NASC}}{4\pi\sigma_{bs} \times 1852^2}$$

(1)

式中, NASC 为调查区域内参与积分值分配生物种类的总积分值(m²/n mile²), σ_{bs} 为水域内所有生物种类的平均后向散射截面面积(m²), 它与目标强度(TS)的关系为

$$\text{TS}=10 \lg \sigma_{bs}$$

(2)

平均 TS 与鱼体长(TL)的换算公式通常采用

$$\text{TS}=19.1 \lg (\text{TL})-0.9 \lg (\text{Fre})-62.0$$

(3)

式中, TL 为单体目标全长, 单位为 mm; F_{re} 为换能器发射频率, 单位为 kHz。

而在考虑不同物种不同体长分布的情况下, 分析区域内不同体长鱼类渔业资源量密度(number density, ind/m²)公式^[13]为:

$$\rho = \frac{S_a}{\sigma_{bsi}} \times \frac{P_i \times \sigma_{bsi}}{\sum_{i=1}^i P_i \times \sigma_{bsi}}$$

(4)

式中, S_a 为调查水域内参与积分值分配的生物种

类的面积散射系数(m²/m²), P 表示参与积分制分配物种的频数分布, i 表示鱼类的不同体长等级。

2 结果与分析

2.1 鱼类资源密度及其时空变化

为排除底层回波信号干扰, 处理数据时将水域底层以上 0.5 m 范围视为声学探测的盲区, 诸如窄体舌鳎(*Cynoglossus gracilis*)、香斜棘鲷(*Repomucenus olidus*)、鮡(*Silurus asotus*)等鱼类和虾蟹类等底栖生物均不参与声学评估。

本次调查对不同体长的鱼类进行积分值分配, 获得了相应体长鱼类的资源密度(表 2)。

调查水域内不同季节的鱼类资源密度均值分别为: 春季 0.095 ind/m², 夏季 0.575 ind/m², 秋季 0.382 ind/m², 冬季 0.09 ind/m²。鱼类资源密度空间分布特征的季节变化明显, 7 月和 10 月, 和畅洲的南、北汊资源密度要显著高于其上、下游; 1 月和 4 月, 则是和畅洲上、下游的资源密度相对较大, 其中 7 月保护区水域的鱼类资源密度最大, 1 月份最小(图 2)。

表 2 镇江长江豚类省级自然保护区各次调查中不同体长鱼类的生物学信息及资源密度
Tab. 2 The biological information and resource density of fishes with different body length in each surveys of Dolphin Provincial Nature Reserve of the Yangtze River in Zhenjiang

调查时间 survey time	物种数 number of species	体长/mm body length		数量百分比/% percentage	鱼类资源密度/(ind/m ²) resource density of fish
		范围 range	均值 average value		
1 月 January	9	68—200	112.6	96.5	0.262
		202—215	208.4	3.5	0.005
4 月 April	22	76—198.5	145.1	56.3	0.010
		200—590	318.9	43.7	0.001
7 月 July	20	53—198	147.3	66.1	0.170
		200—705	361.9	33.9	0.017
10 月 October	14	95—190	141.6	30.9	0.093
		202—730	346.6	69.1	0.004

2.2 鱼类单体目标强度

利用 Echoview 软件对回波积分特征图进行单体目标检测和单体目标轨迹追踪后, 可以得到不同 TS 阶层的单体目标数量, 从而获得各季度该水域内单体目标鱼类现场测量的频数分布如图 3 所示。

结果显示单体目标强度分布也存在较大差异,

但总体上均以单体目标强度小于-53.5 dB 的小个体鱼类分布为主, 其中 7 月、10 月和 1 月, 单体目标强度为-56.5 dB 左右的个体占优, 分布于-59~-53 dB 的单体数量占单体总数的比例依次为 76.1%、59.8%和 75.0%, 4 月则是单体目标强度小于-59.5 dB 的个体占优, 分布于-59.5~ 56.5 dB 的单体数量占比为 78.4%。

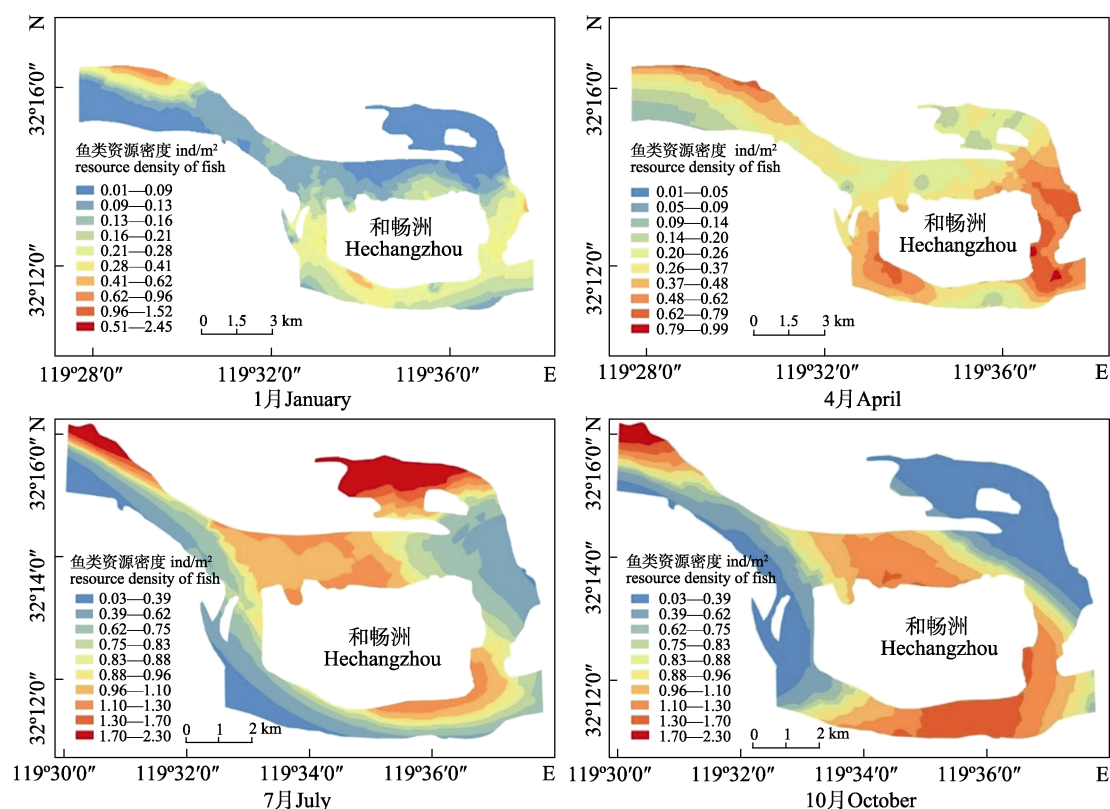


图 2 镇江长江豚类省级自然保护区不同季节渔业资源数量密度的空间分布

Fig. 2 The spatial distribution of number density of fishery resources in Dolphin Provincial Nature Reserve of the Yangtze River in zhenjiang in different seasons

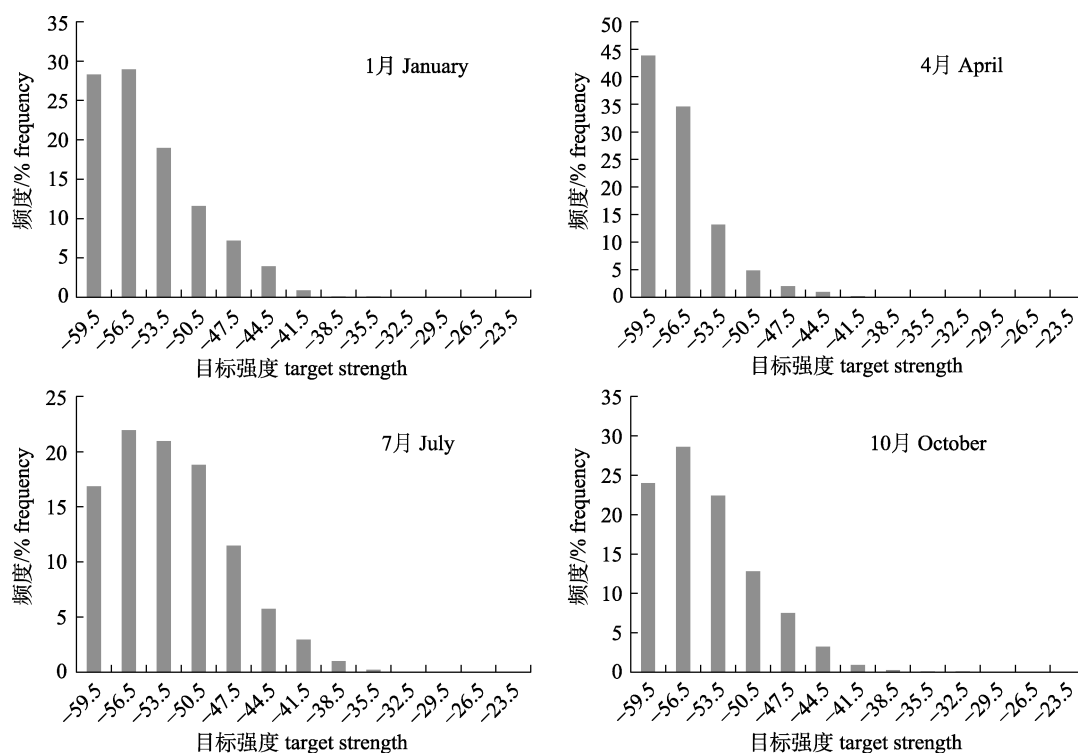


图 3 镇江长江豚类省级自然保护区不同季节目标强度的频度分布图

Fig. 3 The frequency distribution of target strength in Dolphin Provincial Nature Reserve of the Yangtze River in Zhenjiang in different seasons

本次研究对鱼类单体目标的垂直分布进行了统计和分析, 结果显示, 2018 年 1 月、4 月和 10 月的单体鱼类均匀分布于 10~40 m 的水深范围内, 而 7 月检测的单体数量较多, 主要分布于 5~20 m 水深范围内(图 4)。

2.3 资源分布与水深的关系

声学积分值是衡量渔业资源量的重要指标, 为进一步分析鱼类垂直空间分布特征, 以水深方向 10 m 为间隔, 分别统计分析各水层内的声学积分值及其所占百分比(图 5)。

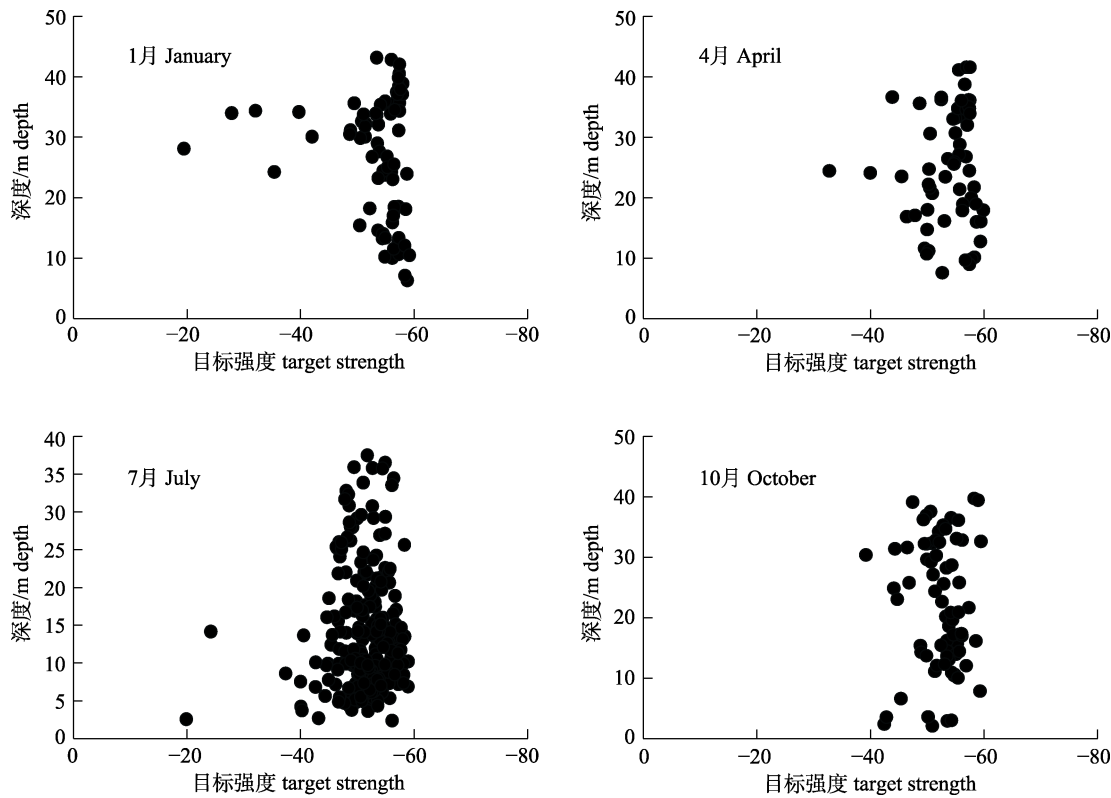


图 4 镇江长江豚类省级自然保护区不同季节单体目标强度垂直分布图
Fig. 4 The vertical distribution of single target strength in Dolphin Provincial Nature Reserve of the Yangtze River in Zhenjiang in different seasons

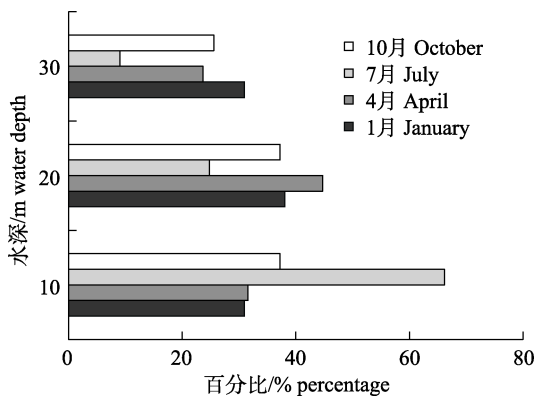


图 5 镇江长江豚类省级自然保护区水域不同季节声学积分值深度分布
Fig. 5 The deep distribution of the nautical area scattering coefficient (NASC) of Dolphin Provincial Nature Reserve of the Yangtze river in Zhenjiang in different seasons

4 次调查的声学积分值均分布于小于 30 m 的水层, 1 月、4 月和 10 月调查声学积分值分布较为平均, 1 月 10 m 以上、10~20 m 和 20~30 m 水层, 声学积分值分别占总体的 30.95%、38.10%和 30.95%; 4 月 3 个水层占比分别为 31.58%、44.74%和 23.68%; 10 月占比依次为 37.21%、37.21%和 25.58%; 而 7 月则主要分布于 10 m 水层, 3 个水层声学积分值的占比分别为 66.17%、24.81%和 9.02%, 差异显著。

3 讨论

3.1 鱼类资源密度的时空特征

本次研究利用声学回波积分法对镇江长江豚

类省级自然保护区进行了渔业资源评估,结果显示鱼类资源密度呈现明显的时间和空间特征,冬季渔业资源密度均值最低,由于该季节长江表层水温较低,鱼类会向深水区迁移越冬,而不同季节鱼类的空间分布有显著差异,可能与不同水域的植被、饵料生物分布有关。此外,水环境因子也是影响鱼类分布、迁徙及种群规模的重要因素^[20-21]。就鱼类的垂直分布特征分析,7月鱼类单体目标主要集中分布于10 m以上水层,与其他调查时段差异显著,声学积分值在10 m以上水层所占的比例,7月要高于4月和1月,而在30 m左右的水层,积分值所占比例则相反,这种较为明显的变化特征,与自身生活史需求及水温上升带来的饵料生物分布变化有关。

本研究首次利用鱼探仪对该保护区进行调查,由于在长江开展调查条件所限,本次调查没有对该保护区水域进行面上拖网采样,因而未对不同鱼种的资源密度进行计算,整体鱼类资源评估结果会有一定的误差。在后续研究中,应尽可能将声学调查和拖网调查同步进行,以降低误差,从而提高渔业资源声学评估的准确性。

3.2 鱼类单体目标强度对声学资源评估的影响

鱼类的目标强度是将声学积分值转换为资源量的关键参数^[22-23],而渔业资源声学评估是针对多种类水生生物,因此准确地测定不同鱼类物种的参考目标强度很大程度决定了资源量评估的准确度。本次调查中,参与评估的鱼类参考目标强度值很少,对渔业资源评估的准确度有一定的影响。另外,我国水生生物的目标强度测量工作起步较晚,淡水鱼类目标强度基础研究工作进展缓慢,公开信息相对较少。因此,现阶段应对淡水不同水域的主要渔获物种,利用现有多种技术手段,将有关目标强度的研究工作系统展开,进而提高渔业资源声学评估的准确度和可信度。

3.3 渔业声学评估法的适用性

本次调查航线采用传统的“之”字形走航,是结合长江狭长形的地理地貌特征,尽可能全面覆盖调查水域。但由于部分调查水域为长江主航道,大型货运船只较多,会对航线造成影响,实际航迹不太均匀和规则,也增大了资源评估的误差,

因此采用分区域计算渔业资源量密度的方法,可以有效降低航线偏差产生的空间采样密度不均匀的影响。为了降低江面的不稳定性 and 风力造成的波浪等对声学调查造成的干扰,保持在误差可控范围内的船速也相对重要。此外,科学鱼探仪安装在船舱的较前方和船舷右侧,换能器放入水下1 m等,都有效减少了发动机等外界噪声干扰。在数据后处理中,将积分起始水层设置为1.5 m,积分终止水层设置为水底之上0.5 m,从而屏蔽了声学探测的盲区。虽然受到一些因素的限制,资源量评估的准确性存在问题,但能够较为准确地反映保护区内渔业资源的空间分布特征,相对于传统的网捕资源量评估法仍不失为渔业资源评估的一种有效手段,在今后的研究工作中,应尽快完善该评估方法,同时与多种调查方法相结合^[24]。

参考文献:

- [1] Zhu X F, Bao L T. Investigation of fishery resources for Yangtze River dolphin reserve in Zhenjiang[J]. *Agricultural Equipment & Technology*, 2015, 41(1): 40-42. [朱孝锋, 包乐天. 镇江长江豚类保护区渔业资源调查[J]. *农业装备技术*, 2015, 41(1): 40-42.]
- [2] Opinions of the General Office of the State Council on strengthening the protection of aquatic organisms in the Yangtze River[EB/OL]. (2018-10-15). http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-10/15/content_5330882.htm. [国务院办公厅关于加强长江水生生物保护工作的意见[EB/OL]. (2018-10-15). http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-10/15/content_5330882.htm.]
- [3] Cao G, Li P J, Wang Y, et al. Study on fish community diversity in the north of hechangzhou section of the Lower Yangtze River[J]. *Journal of Hydroecology*, 2018, 39(6): 73-80. [曹过, 李佩杰, 王媛, 等. 长江下游镇江和扬州北汉江段鱼类群落多样性研究[J]. *水生生态学杂志*, 2018, 39(6): 73-80.]
- [4] Shi W G, Wang B, Wang L M. Preliminary studies on the trend of change in biodiversity of aquatic animal community in the lower reaches of the Changjiang River[J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2002, 26(6): 654-661. [施伟纲, 王博, 王利民. 长江下游水生动物群落生物多样性变动趋势初探[J]. *水生生物学报*, 2002, 26(6): 654-661.]
- [5] Liu K, Xu D P, Duan J R, et al. Diversity status of fishery community in lower reaches of the Yangtze River[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2007, 16(Z1): 25-30. [刘凯, 徐东坡, 段金荣, 等. 长江下游江段渔业群落

- 多样性现状[J]. 长江流域资源与环境, 2007, 16(Z1): 25-30.]
- [6] Koslow J A. The role of acoustics in ecosystem-based fishery management[J]. ICES Journal of Marine Science, 2009, 66(6): 966-973.
- [7] Simmonds J E, MacLennan D N. Fisheries acoustics: Theory and practice[M]. Second Edition. Oxford: Blackwell Science, 2005: 1-379.
- [8] Zhang J, Chen P M, Fang L C, et al. Background acoustic estimation of fisheries resources in marine ranching area of Zhelin Bay-Nan'ao Island in the South China Sea[J]. Journal of Fisheries of China, 2015, 39(8): 1187-1198. [张俊, 陈丕茂, 房立晨, 等. 南海柘林湾-南澳岛海洋牧场渔业资源本底声学评估[J]. 水产学报, 2015, 39(8): 1187-1198.]
- [9] Makarov M M, Degtev A I, Kucher K M, et al. Estimation of the abundance and biomass of the Baikalian omul by means of trawl-acoustic survey[J]. Doklady Biological Sciences, 2012, 447(1): 363-366.
- [10] Davison P, Lara-Lopez A, Anthony Koslow J. Mesopelagic fish biomass in the southern California current ecosystem[J]. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 2015, 112: 129-142.
- [11] Davison P C, Koslow J A, Kloser R J. Acoustic biomass estimation of mesopelagic fish: Backscattering from individuals, populations, and communities[J]. ICES Journal of Marine Science, 2015, 72(5): 1413-1424.
- [12] Zeng L, Chen G B, Yu J. Acoustic assessment of fishery resources and spatial distribution in Nan'ao Island area[J]. South China Fisheries Science, 2018, 14(2): 26-35. [曾雷, 陈国宝, 于杰. 南澳岛海域渔业资源声学评估与空间分布[J]. 南方水产科学, 2018, 14(2): 26-35.]
- [13] Li B, Li P J, Tang Y, et al. Acoustic survey of the fisheries resources in the main channel of Xiaolangdi Reservoir in the Yellow River[J]. Journal of Fisheries of China, 2015, 39(8): 1134-1143. [李斌, 李佩杰, 汤勇, 等. 黄河小浪底水库主河道水域渔业资源声学评估[J]. 水产学报, 2015, 39(8): 1134-1143.]
- [14] General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. National Standard (Recommended) of the People's Republic of China: Specifications for oceanographic survey—Part 6: Marine biological survey, GB/T 12763.6-2007[S]. Beijing: Standards Press of China, 2008: 90-97. [中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 中华人民共和国推荐性国家标准: 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: 90-97.]
- [15] Li N N, Chen G B, Yu J, et al. Assessment of biomass in artificial reef area of Yangmeikeng in Daya Bay using acoustic method[J]. Journal of Fisheries of China, 2011, 35(11): 1640-1649. [李娜娜, 陈国宝, 于杰, 等. 大亚湾杨梅坑人工鱼礁水域生物资源量声学评估[J]. 水产学报, 2011, 35(11): 1640-1649.]
- [16] Simrad. Simrad ER60 Scientific Echo Sounder Software Reference Manual[M]. Norway: Simrad Maritime AS Kongsberg, 2008.
- [17] Zhao X Y, Chen Y Z, Li X S, et al. Acoustic estimation of multi-species marine fishery resources[C]//China Exclusive Economic Zone and Continental Shelf Survey Research Papers. Beijing: China Ocean Press, 2002: 341-353. [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]//我国专属经济区和大陆架勘测研究专项学术交流会议论文集. 北京: 海洋出版社, 2002: 341-353.]
- [18] Li Y Z, Chen G B, Sun D R, et al. Work programme of acoustic assessment of multi-species fish stock in the South China Sea[J]. Journal of Zhanjiang Ocean University, 2003, 23(1): 35-40. [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.]
- [19] Higginbottom I, Wood S, Schneider P. Hydroacoustic data processing for standard stock assessment using echoview: Technical manual[M]. Australia: Myriax Software Pty Ltd. Publication, 2008: 1-108.
- [20] Li B, Chen G B, Guo Y, et al. Hydroacoustic assessment of spatial-temporal distribution and biomass of fishery resources in the central South China Sea[J]. South China Fisheries Science, 2016, 12(4): 28-37. [李斌, 陈国宝, 郭禹, 等. 南海中部海域渔业资源时空分布和资源量的水声学评估[J]. 南方水产科学, 2016, 12(4): 28-37.]
- [21] Hu K W, Xu L X, Chen X J, et al. Application of ocean remote sensing on fishing ground analysis: A review[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2012, 19(6): 1079-1088. [胡奎伟, 许柳雄, 陈新军, 等. 海洋遥感在渔场分析中的研究进展[J]. 中国水产科学, 2012, 19(6): 1079-1088.]
- [22] Zhao X Y, Wang Y, Dai F Q. Depth-dependent target strength of anchovy (*Engraulis japonicus*) measured *in situ*[J]. ICES Journal of Marine Science, 2008, 65(6): 882-888.
- [23] Fässler S M M, O'Donnell C, Jech J M. Boarfish (*Capros aper*) target strength modelled from magnetic resonance imaging (MRI) scans of its swimbladder[J]. ICES Journal of Marine Science, 2013, 70(7): 1451-1459.
- [24] Li B, Chen G B, Yu J, et al. The acoustic survey of fisheries resources for various seasons in the mouth of Lingshui Bay of Hainan Island[J]. Journal of Fisheries of China, 2018, 42(4): 544-556. [李斌, 陈国宝, 于杰, 等. 海南陵水湾口海域不同季节鱼类资源声学探查[J]. 水产学报, 2018, 42(4): 544-556.]

Space-time characteristics of fishery resources of the Dolphin Provincial Nature Reserve of the Yangtze River in Zhenjiang based on acoustic survey

LI Peijie¹, WANG Shaogen², LIN Danqing¹, PAN Jie², LIU Yan¹, ZHU Xiaofeng², LIU Kai¹

1. Experimental Station for Scientific Observation of Fishery Resources and Environment in the Lower Reaches of the Yangtze River, Ministry of Agriculture and Rural Affairs; Freshwater Fishery Research Center, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081, China;
2. The Management Office of Yangtze River Dolphin Nature Reserve in Zhenjiang, Zhenjiang 212000, China

Abstract: The Dolphin Provincial Nature Reserve of the Yangtze River in Zhenjiang was approved and established by the Jiangsu Provincial People's Government in 2013, optimizing the functional area of the reserve in 2014. The area has wide and rich aquatic biological resources and is a natural spawning and feeding ground for fish. Fishes are the main bait for the finless porpoise. In the context of gradual improvement of the aquatic environment in the Yangtze River Basin and effective control of human activities, the change in fish stock is the most important factor affecting the distribution, activities, and reproduction of the Yangtze finless porpoise. Over time, human activities have affected aquatic systems, such as river dams, fish populations, and water quality. The aquatic biodiversity of this area has continued to decline, and biological conservation is imperative. Thus, timely and accurate assessment of the temporal and spatial distribution of fishery resources is of great significance for protecting the aquatic environment. Acoustic assessment of fishery resources is a technology that has been gradually developed and improved in China over the past 40 years. Compared with the traditional net fishing assessment method, this method is highly efficient and fast, does not damage fishery resources, can be used to sample a large area, allows for the collection of abundant real-time spatial and temporal data, and has been widely applied. In this study, we conducted acoustic surveys four times in 2018. The amplitude of variation of the density of fish resources was 0.090–0.575 ind/m², and the mean value was 0.286 ind/m². The density of fish stocks was the highest in July and the lowest in January. The spatial distribution also changed significantly with seasons. In July and October, the resource density of the south and north branches of Hechangzhou was significantly higher than that upstream and downstream of Hechangzhou. However, in January and April, the resource density was higher upstream and downstream of Hechangzhou than in the branches. The single target strength was a unimodal distribution in the survey areas, mainly –59.5 to –53.5 dB. The single target was concentrated in the 10–40 m layer of water in spring, autumn, and winter, whereas it was concentrated in the 5–20 m layer of water in summer. Based on the investigation and evaluation of fishery resources of the Yangtze River Dolphin Provincial Nature Reserve in Zhenjiang, the basic information on fishery resources could be determined, and the quality of habitat of the finless porpoise can be increased over time. Thus, our results provide a scientific basis for the management of the reserve and the implementation of scientific management and protection. In the acoustic assessment, the distribution of the integral values of the catch is the key link. Limited by survey conditions on the Yangtze River, no simultaneous trawl surveys were conducted in this study, and the estimated fishery resource density may have contained certain errors. However, it likely had little effect on the relationship between the temporal and spatial distribution of fish. In future research, acoustic surveys should be supplemented by multiple survey methods and comprehensive observation to improve the accuracy of acoustic assessments of fishery resources.

Key words: fish resource assessment; acoustic survey; nature reserve; target strength; Yangtze River dolphin

Corresponding author: LIU Kai. E-mail: liuk@ffrc.cn