

# 秋季南日岛西部海域游泳动物种类组成及其多样性

王良明<sup>1</sup>, 张 静<sup>2</sup>, 李 渊<sup>1</sup>, 林龙山<sup>1</sup>

(1. 国家海洋局第三海洋研究所海洋生物与生态实验室, 福建 厦门 361005; 2. 集美大学水产学院, 福建 厦门 361021)

**[摘要]** 根据2011年秋季南日岛西部海域的底拖网调查资料, 分析了该海域游泳动物种类组成、物种多样性和资源密度分布特征. 结果表明, 调查海域共出现游泳动物80种, 隶属于18目51科63属. 相对重要性指数(IRI)大于500的优势种类有鹿斑鲷(*Leiognathus ruconius*)、杜氏枪乌贼(*Loligo duvaucelii*)、叫姑鱼(*Johnius grypotus*)、口虾蛄(*Oratosquilla oratoria*)等7种; Shannon-Wiener物种多样性指数平均值为2.36, 种类丰富度指数平均值为4.15, 均匀度指数平均值为0.70. 所有游泳动物质量相对资源平均密度为1116.23 kg/km<sup>2</sup>, 尾数相对资源平均密度为108 215 ind/km<sup>2</sup>. 该海域游泳动物资源密度处于中等水平, 但资源的利用价值并不高, 多数为小型种类.

**[关键词]** 南日岛西部海域; 游泳动物; 种类组成; 相对资源密度

**[中图分类号]** S 932.8

## Nekton Species Composition and Biodiversity in the Western Waters of Nanri Island in Autumn

WANG Liang-ming<sup>1</sup>, ZHANG Jing<sup>2</sup>, LI Yuan<sup>1</sup>, LIN Long-shan<sup>1</sup>

(1. Third Institute of Oceanography, SOA, Xiamen 361005, China;

2. Fisheries College, Jimei University, Xiamen 361021, China)

**Abstract:** Based on the data in the bottom trawl survey in Autumn, 2011, the species composition, community diversity of nekton, and resource density distribution in the western waters of Nanri Island were studied. A total of 80 nektonic species were recorded, which belonged to 63 genera, 51 families and 18 orders. There are 7 dominant species (IRI > 500), such as *Leiognathus ruconius*, *Oratosquilla oratoria*, *Loligo duvaucelii*, *Johnius belengerii* and so on. The average Shannon-Wiener index ( $H'$ ) is 2.36, species richness index was 2.36, evenness index was 4.15. The relative resource density of nekton quality is 1116.23 kg/km<sup>2</sup>, while the relative resource density of nekton quantity is 108 215 ind/km<sup>2</sup>. In this area, the resource density of nekton was in the medium level, but the utilization value of fishery resource was not high, and the most of the species were small nekton.

**Keywords:** western waters of Nanri Island; nekton; species composition; relative resource densities

[收稿日期] 2015-08-07

[修回日期] 2015-10-15

[基金项目] 国家海洋局第三海洋研究所基本科研业务费专项基金(海三所2012013); 国家海洋局国际合作及履约项目(2200207)

[作者简介] 王良明(1992—), 男, 硕士生, 从事海洋生态学研究. 通信作者: 张静(1979—), 从事渔业生态学研究, E-mail: zhjing@jmu.edu.cn.

0 引言

南日岛地处福建省莆田市东南部, 其西部隔海与平海镇相望, 东面是兴化湾, 北面是平潭岛周边海域, 南面与平海湾海域相通. 南日岛西部海域属于闽中渔场, 根据陈必哲<sup>[1]</sup>过去调查可知该海域共有鱼类 312 种, 甲壳类和头足类数十种. 近年来, 关于南日岛临近海域的相关研究内容多见于资源量<sup>[2-3]</sup>、鱼卵仔稚鱼<sup>[4]</sup>、种类组成<sup>[3-5]</sup>等方面, 而关于南日岛海域游泳动物的研究仅见戴泉水等于 1990 年 5 月至 1991 年 1 月在该海域的调查结果<sup>[6]</sup>, 距今已经 20 余年, 其生物环境条件与游泳动物种类组成及其多样性均已发生了巨大变化, 因此, 有必要再次进行调查和研究, 为合理开发该海域渔业资源及可持续利用提供基础资料.

1 材料与方法

1.1 调查站位和样品鉴定

样品取自 2011 年 9 月南日岛西部海域 12 个站位底拖网调查资料 (站位设置如图 1 所示). 调查船为有翼单囊底拖网船, 网具长度 45 m, 网口高度 5 m, 网口宽度 12 m, 囊网网目 20 mm. 根据调查范围内海域底质具体情况和周围环境的可拖网时间, 每站拖网时间为 30 ~ 60 min, 平均拖速约 3 n mile/h.

调查操作严格按照 GB 12763.6-2007 海洋调查规范进行<sup>[7]</sup>. 据戴爱云等<sup>[8]</sup>、董正之等<sup>[9]</sup>和 Nelson<sup>[10]</sup>分类系统标准进行种类鉴定, 渔获样品均鉴定到种.

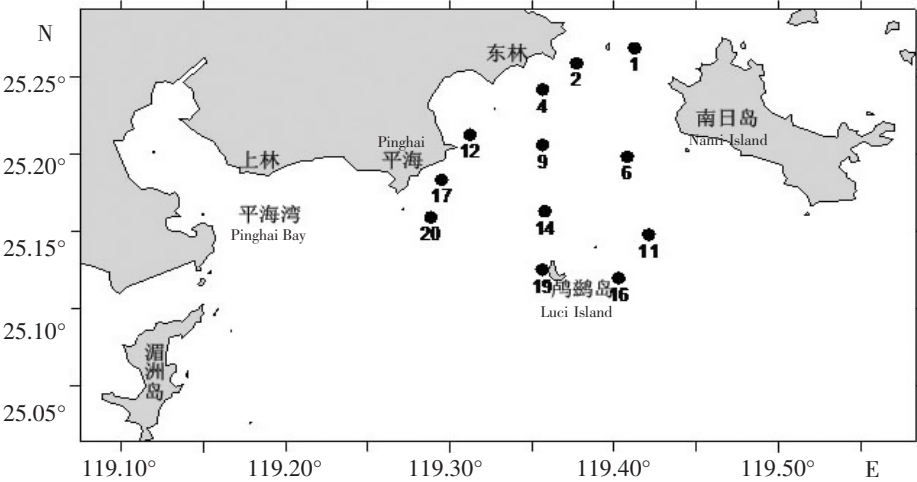


图 1 南日岛西部海域调查站位  
Fig.1 Survey stations in the western waters of Nanri Island

1.2 数据处理

1.2.1 相对重要性指数

渔获物优势种分析采用 Pinkas 的相对重要性指数 (index of relative importance, IRI)  $I_{RI}$  计算公式<sup>[11]</sup>:  $I_{RI} = (N + W) \times F$ , 其中:  $N$  为某种类的尾数占总渔获尾数的比例;  $W$  为某种类的质量占总渔获质量的比例;  $F$  为某种类在调查中被捕获的站位数与总调查站位数之比. 参考陈国宝等<sup>[12]</sup>的划分标准:  $I_{RI} > 500$ , 该物种为优势种;  $100 < I_{RI} < 500$ , 该物种为常见种;  $10 < I_{RI} < 100$ , 该物种为一般种;  $I_{RI} < 10$ , 该物种为偶见种.

1.2.2 游泳动物多样性指数

Margalef 物种丰富度指数<sup>[13]</sup>  $d' = (S - 1)/\ln(N)$ , Shannon-Wiener 多样性指数<sup>[13]</sup>  $H' = - \sum P_i \ln P_i$ , Pielou 均匀度指数<sup>[14]</sup>  $J' = H'/\ln(S)$ , 其中:  $S$  为种类总数,  $N$  为总的尾数,  $P_i$  为第  $i$  种渔获物的质量占样品渔获质量的比例. 本次调查由于不同种类及同种类个体间差异较大, 因此采用渔获质量来计算种类多样性指数, 这种结果更接近种类间能量的分布.

1.2.3 相对资源密度

相对资源密度  $D$ （尾数和质量）为： $D = C / (q \times A)$ ，其中： $C$  为渔获物密度指数，即每小时取样面积内的渔获量或尾数； $q$  为网具捕获率（底栖鱼类、虾类、蟹类， $q$  取 0.8；中上层鱼类， $q$  取 0.3；近底层鱼类， $q$  取 0.5）； $A$  为网具每小时扫海面积。

2 结果

2.1 种类组成和群落结构

2.1.1 种类组成

调查样品中共鉴定出游泳动物种类 80 种，其中：鱼类种类数最多，有 52 种，占 65.00%；其次为蟹类，有 15 种，占 18.75%；虾类有 9 种，占 11.25%；头足类有 3 种，占 3.75%；口足类仅 1 种，占 1.25%。鱼类隶属于 13 目 41 科 46 属，其中，软骨鱼类 4 目 5 科 5 属 6 种，硬骨鱼类 9 目 36 科 41 属 46 种；虾蟹类隶属于 1 目 8 科 13 属；头足类隶属于 3 目 3 科 3 属；口足类隶属于 1 目 1 科 1 属（见表 1）。

从游泳动物种类数平面分布来看，各站位种类数范围为 21~40。其中，20 号站位的种类数最多，为 40 种；2 号站位的种类数最少，为 21 种。各站位平均出现种类数为 31 种。

表 1 南日岛西部海域拖网渔获物隶属的目、科、属、种情况

Tab.1 Orders,families and genus of captures by the bottom trawl from the western waters of Nanri Island

类别	目	科	属	种	类别	目	科	属	种
Category groups	Order	Family	Genus	Species	Category groups	Order	Family	Genus	Species
鱼类 Fish	真鲨目 Carcharhiniformes	1	1	1	鱼类 Fish	鲈形目 Pleuronectiformes	2	2	4
	鳕目 Rajiformes	1	1	1		鲉形目 Tetraodontiformes	3	3	3
	鲭目 Myliobatiformes	2	2	3		鮫鱈目 Lophiiformes	1	1	1
	电鳐目 Torpediniformes	1	1	1	虾类 Decapod	十足目 Decapoda	3	7	9
	鲱形目 Clupeiformes	2	3	3	蟹类 Crab	十足目 Decapoda	5	6	15
	仙女鱼目 Aulopiformes	2	2	2	口足类 Stomatopod	口足目 Stomatopoda	1	1	1
	鳗鲡目 Anguilliformes	2	2	2		乌贼目 Sepioidea	1	1	1
	鲻形目 Mugiliformes	3	3	3	头足类 Cephalopod	枪形目 Teuthoidea	1	1	1
	鲈形目 Perciformes	19	23	26		八腕目 Octopoda	1	1	1
	鲉形目 Scorpaeniformes	2	2	2					

2.1.2 群落结构

从不同类群游泳动物样品的质量组成看，鱼类所占比例最高，为 60.36%，其余依次为头足类、虾类、口足类和蟹类，分别为 18.72%、10.42%、7.26% 和 3.25%（见图 2）；从数量组成看，鱼类所占比例也是最高，为 54.06%，其余依次为虾类、头足类、口足类和蟹类，分别为 20.42%、10.64%、8.20% 和 6.68%（见图 3）。

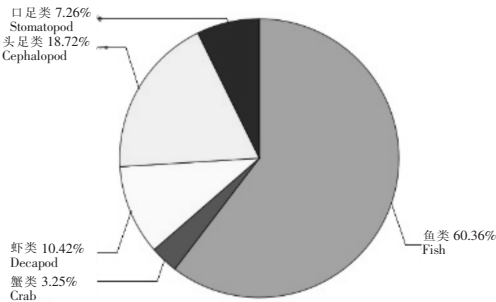


图 2 南日岛西部海域游泳动物质量组成  
Fig.2 Weight composition of nekton in the western waters of Nanri Island

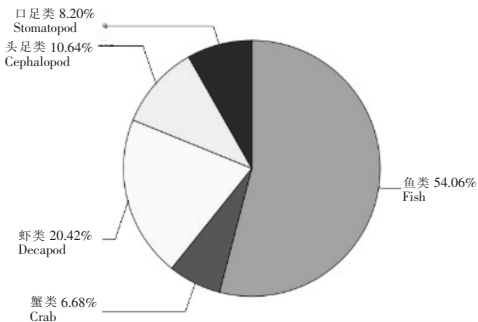


图 3 南日岛西部海域游泳动物尾数组成  
Fig.3 Quantity composition of nekton in the western waters of Nanri Island

2.2 优势种

调查结果显示, 该海域游泳动物质量最多的种类是杜氏枪乌贼 (*Loligo duvaucelii*), 占总质量的 18.03%; 其次为叫姑鱼 (*Johnius grypotus*) (17.70%)、六指马鲛 (*Polydactylus sextarius*) (10.15%); 所占比例在 1% ~ 10% 的种类有尖嘴鲷 (*Dasyatis zugei*)、口虾蛄 (*Oratosquilla oratoria*) 等 10 种. 渔获尾数最多的是鹿斑鲷 (*Leiognathus ruconius*), 占渔获总尾数的 26.60%; 其次为六指马鲛 (13.42%) 和杜氏枪乌贼 (10.36%); 所占比例在 1% ~ 10% 的种类有口虾蛄、哈氏仿对虾 (*Parapenaeopsis hardwickii*) 等 13 种.

根据相对重要性指数 IRI 计算公式, 计算了 80 种渔获物的相对重要性指数, 得出: 优势种有 7 种, 其中鹿斑鲷的 IRI 最高, 为 3089.1, 其余分别为杜氏枪乌贼、叫姑鱼、六指马鲛、口虾蛄、哈氏仿对虾、尖嘴鲷 (见图 4); 常见种有 9 种, 一般种有 23 种, 偶见种有 41 种.

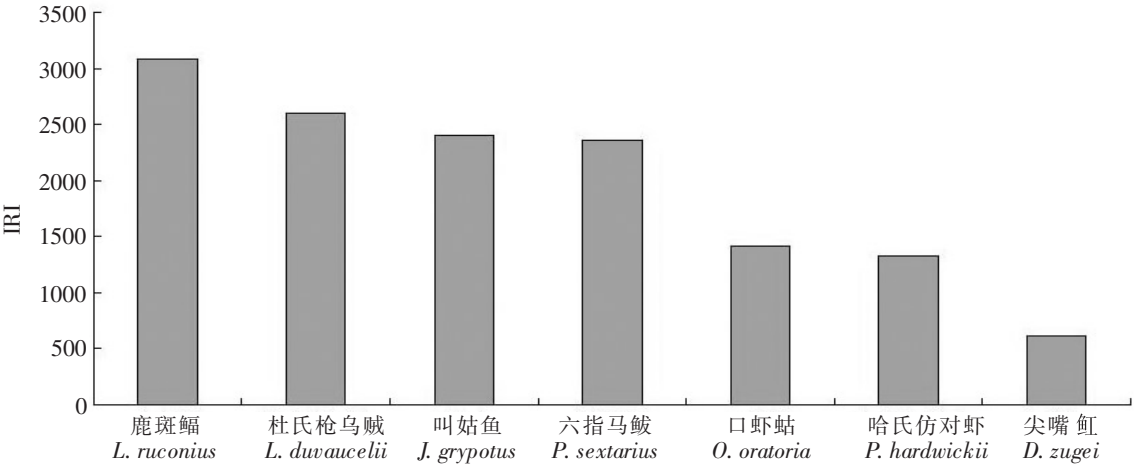


图 4 南日岛西部海域游泳动物优势种  
Fig.4 Dominant species in the western waters of Nanri Island

2.3 多样性指数

根据多样性指数计算公式, 游泳动物种类丰富度指数  $d'$  范围为 2.71 ~ 5.31, 平均为 4.15; 种类多样性指数  $H'$  范围为 2.03 ~ 2.61, 平均为 2.36; 均匀度指数  $J'$  范围为 0.57 ~ 0.85, 平均为 0.70. 根据调查数据可以得出种类多样性指数  $H'$  呈现南高北低, 其中 16 号站位的种类多样性指数  $H'$  最高, 多样性指数为 2.56 ~ 2.61; 2 号站位多样性指数  $H'$  最低, 多样性指数为 2.03 ~ 2.18.

2.4 相对资源密度

根据相对资源密度计算公式, 总质量相对资源密度为 1116.23 kg/km<sup>2</sup>, 总尾数相对资源密度为 108 215 ind/km<sup>2</sup> (见表 2). 质量相对资源密度以鱼类最高 (837.70 kg/km<sup>2</sup>), 其次为头足类 (131.52 kg/km<sup>2</sup>), 接着依次为虾类、口足类和蟹类. 尾数相对资源密度同样以鱼类最高 (80145 ind/km<sup>2</sup>), 其次为虾类 (12479 ind/km<sup>2</sup>), 接着依次为头足类、口足类和蟹类.

表 2 南日岛西部海域各类群资源相对资源密度  
Tab.2 Relative resource densities of different nektons in western waters of Nanri Island

类群 Category groups	质量相对资源密度 Relative resource densities of weight/(kg · km <sup>-2</sup> )	尾数相对资源密度 Relative resource densities of individual/(ind · km <sup>-2</sup> )
鱼类 Fish	837.70	80144.65
头足类 Cephalopod	131.52	6499.10
虾类 Decapod	73.19	12478.71
蟹类 Crab	22.80	4083.28
口足类 Stomatopod	51.01	5009.65
合计 Total	1116.23	108 215.38

## 3 讨论

### 3.1 种类组成特征及其变化分析

2011 年秋季南日岛西部海域调查所获得的游泳动物种类共有 80 种, 其中鱼类种数最多, 达 52 种; 其他种类有蟹类 15 种, 虾类 9 种, 头足类 3 种, 口足类 1 种. 该海域游泳动物种类数低于 2007 年秋季湄洲湾海域所调查的 157 种<sup>[5]</sup>, 同时也低于同季节厦门海域的 106 种<sup>[15]</sup>. 若仅针对鱼类种数进行比较, 本次调查发现的鱼类种数少于 2008 年同季节三沙湾鱼类的 93 种<sup>[16]258</sup>. 造成此现象的原因可能与本次调查所覆盖区域较小且调查海域仅局限于适合拖网的海域有关. 此外, 该海域周边近十余年来人类活动频繁, 涉海工程较多, 导致海洋环境遭受破坏, 尤其是水体富营养化、渔业资源过度捕捞等改变了该海域主要物种生物学特征和群落组成结构, 进而影响整个生态系统<sup>[17-18]</sup>.

本调查结果显示, 南日岛西部海域 IRI 大于 100 的渔获物种类数达 16 种; 经济鱼类共 19 种, 占总种类数的 34%, 包括银鲳 (*Pampus argenteus*)、中国鲳 (*Pampus chinensis*)、大黄鱼 (*Larimichthys croceus*) 等. 既是优势种又是经济种的仅有海鳗一种, 经济鱼类在常见种类中所占比例极低. 此外, 拖网渔获物的平均体重仅为 11.5 g, 渔获物小型化、低龄化和低值化趋势明显.

### 3.2 水环境条件变化及物种多样性分析

资料显示, 本调查海域春、秋两季表层海水活性磷酸盐含量, 2008—2009 年比 1990—1991 年分别高出了 4.0 倍和 1.8 倍, 海水无机氮含量分别高出了 1.7 倍和 1.2 倍<sup>[19]</sup>, 可见近 20 年来南日岛周围海域的表层营养盐含量增高明显, 这与调查水域沿岸海水养殖密度较高、人口增加和污水排放增多有关<sup>[20]</sup>. 随着南日岛邻近沿岸涉海开发力度逐年增大, 流入海洋的工业污水和生活污水日益增多, 以及填海造地, 使得河口及滨海湿地丧失较多, 这就使生态系统对氮磷等营养盐的调节始终处于超负荷状态, 无法有效调节. 因此, 南日岛附近海域富营养化程度始终居高不下, 赤潮时有发生<sup>[21]</sup>, 赤潮生物在生长代谢过程中大量消耗水中溶解氧且产生生物毒素, 这些都会对其他浮游动物以及游泳动物的生长、繁殖造成致命的影响.

本次调查结果显示, 南日岛邻近海域游泳动物种类多样性指数仅为 2.36, 低于同季节台湾海峡的水平 (2.64)<sup>[22]</sup>, 也低于南海北部大陆架 (4.35)<sup>[23]</sup> 和兴化湾海域 (2.65)<sup>[24]</sup>, 但略高于三沙湾 (2.11)<sup>[16]263</sup>. 一般认为在正常环境中多样性水平数值较高, 而随着污染情况加重则该数值下降, 且参照李永琪等<sup>[25]</sup> 和蔡立哲等<sup>[26]</sup> 建议的 Shannon-wiener 多样性指数的评估范围在 2~3 之间为受到轻度污染的标准, 可以看出该海域已处于轻度污染, 应加强海域管理与环境维护.

### 3.3 渔业资源利用浅析

本次调查海域相对资源密度为 1116.23 kg/km<sup>2</sup>, 低于同季节的闽江口 (1728.83 kg/km<sup>2</sup>)<sup>[27]</sup> 和兴化湾 (1378.20 kg/km<sup>2</sup>)<sup>[27]</sup>, 但是高于东海区大陆架 (383 kg/km<sup>2</sup>)<sup>[28]</sup>、东山湾及其邻近海域 (390.27 kg/km<sup>2</sup>)<sup>[29]</sup> 和大嵛山近海 (182.98 kg/km<sup>2</sup>)<sup>[30]</sup>. 与邻近海域对比可以看出, 该海域游泳动物资源密度处于中等水平, 但资源的利用价值并不高, 多数为幼鱼和小型种类, 应加强海域的渔业管理, 严格控制游泳动物最小上岸规格, 同时还必须采取其他相关措施来实现该海域渔业资源的可持续发展.

## [ 参 考 文 献 ]

- [1] 陈必哲. 闽中渔场底层鱼类探捕调查. 福建水产, 1985(1): 78.
- [2] 卢振彬. 闽中渔场鱼类资源生产量和最大可持续开发量. 南方水产科学, 2006, 2(2): 6-14.
- [3] 方水美, 洪明进, 郑雅友, 等. 闽中渔场南部定置作业生产与渔获组成分析. 福建水产, 1988(4): 16-25.
- [4] 许仲夏, 龚金科, 丁永哲. 闽中渔场几种经济鱼类浮性卵和仔稚鱼的分布. 福建水产, 2005(4): 9-15.
- [5] 张澄茂, 叶泉土, 叶孙忠. 湄洲湾游泳生物种类组成评析//2009 年中国水产学会学术年会论文摘要集, 2009: 250.
- [6] 戴泉水, 卢振彬. 南日岛海域游泳生物调查研究. 福建水产, 1995(4): 43-50.



- [7] 中国国家标准化管理委员会. 海洋调查规范第6部分 海洋生物调查: GB/T 12763.6—2007. 北京: 中国标准出版社, 2007: 56-61.
- [8] 戴爱云, 杨思凉, 宋玉枝, 等. 中国海洋蟹类. 北京: 海洋出版社, 1986: 13-519.
- [9] 董正之. 世界大洋经济头足类生物学. 济南: 山东科学技术出版社, 1991: 146-253.
- [10] NELSON J S. Fishes of the world. 4th ed. New York: John Wiley and Sons Inc, 2006: 39-451.
- [11] PINKAS L, OLIPHANT M S, IVERSON I L K. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. California Department of Fish and Game's Fish Bulletin, 1971, 152(1): 1-105.
- [12] 陈国宝, 李永振, 陈新军. 南海主要珊瑚礁水域的鱼类物种多样性研究. 生物多样性, 2007, 15(4): 373-381.
- [13] WILHAM J L. Use of biomass units in Shannon's formula. Ecology, 1968, 49: 154.
- [14] 马克平. 生物多样性研究的原理与方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1994: 134-145.
- [15] 钟指挥, 林祥志, 杨善军, 等. 厦门海域游泳生物的时空分布特征. 台湾海峡, 2010, 29(2): 241-249. DOI: 10.3969/J. ISSN. 100028160. 2010. 02. 014.
- [16] 沈长春. 福建三沙湾鱼类群落组成特征及其多样性. 海洋渔业, 2011, 33(3): 258-263.
- [17] VITOUSEK P M, MOONEY H A, LUBCHENCO J, et al. Human domination of earth's ecosystem. Science, 1997, 227(5325): 494-499.
- [18] MICHELI F. Eutrophication, fisheries, and consumer resource dynamics in marine pelagic ecosystems. Science, 1999, 285(5432): 1396-1399.
- [19] 郑惠东. 福建南日岛周围海域浮游动物的种类组成与数量分布特征. 福建水产, 2014, 36(3): 185-190. DOI: 10.14012/j.cnki.fjsc.2014.03.001.
- [20] 金媛娟. 莆田南日岛鲍鱼养殖区环境变化评价. 化学工程与装备, 2012(8): 213-215.
- [21] 洪雄业. 莆田市近海水体富营养化状况及对策研究. 化学工程与装备, 2010(11): 173-176.
- [22] 林龙山, 郑元甲, 马春艳. 台湾海峡夏秋季游泳动物资源分布及群落结构. 应用生态学报, 2005, 16(10): 1948-1951.
- [23] 江艳娥, 林昭进, 黄梓荣. 南海北部大陆架渔业生物多样性研究. 南方水产科学, 2009, 5(5): 32-37. DOI:10.3969/j.issn.1673-2227.2009.05.006.
- [24] 徐兆礼, 沈益绿. 兴化湾海域鱼类多样性的时空变化. 中国水产科学, 2011, 18(2): 416-426. DOI:10.3724/SP.J.1118.2011.00416.
- [25] 李永琪, 丁美丽. 海洋污染生物学. 北京: 海洋出版社, 1991: 445-449.
- [26] 蔡立哲, 马立, 高阳, 等. 海洋底栖动物多样性指数污染程度评价标准的分析. 厦门大学学报(自然科学版), 2002, 41(5): 641-646.
- [27] 徐兆礼. 春夏季闽江口和兴化湾鱼类数量特征的研究. 水产学报, 2010, 34(9): 1395. DOI:10.3724/SP.J.1231.2010.06889.
- [28] 郑元甲, 陈雪忠, 程家骅, 等. 东海大陆架生物资源与环境. 上海: 上海科学技术出版社, 2003: 297-308.
- [29] 张静, 罗雅婷, 李渊, 等. 东山湾及其邻近海域游泳动物种类组成与数量的时空分布. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2013, 43(6): 44-51.
- [30] 宋普庆, 许章程, 朱小明, 等. 大嵛山附近海域游泳动物种类组成和资源现状及其变化分析. 台湾海峡, 2009, 28(2): 244-253.

(责任编辑 朱雪莲 英文审校 马 英)