

## 舟山本岛南部附近海域春季渔业资源调查

金衍健, 朱剑, 张玉荣, 祝银, 李子孟, 钟志\*

(浙江省海洋水产研究所, 农业部重点渔场渔业资源科学观测实验站, 浙江省海洋渔业资源可持续利用技术研究重点实验室, 浙江舟山 316100)

**摘要** [目的]对舟山本岛南部附近海域春季渔业资源进行调查。[方法]依据2014年4月舟山本岛南部附近海域渔业资源调查资料,研究舟山本岛南部附近海域鱼类密度的时空分布,分析优势种、生物多样性等因素对鱼类分布的影响。[结果]调查水域共鉴定游泳动物23种,隶属6目16科。其中,鱼类8种,占总种类数的34.78%,占渔获物总重量的80.08%。渔获物尾数组成以虾类为主,占渔获物总尾数的61.26%。拖网调查海域优势种为凤鲚、安氏白虾、日本鼓虾、鲩鱼、红狼牙虾虎鱼。渔业资源平均重量密度为93.365 kg/km<sup>2</sup>,平均尾数密度为7.265万尾/km<sup>2</sup>。虾类是调查海域的渔业资源重量和尾数密度最大种类。蟹类头足类在重量和尾数方面比例小。调查海域的12个站位多样性指数均小于2,个别站位小于1,总体而言调查海域游泳多样性指数和丰度指数偏低,均匀度分布水平低。[结论]研究结果可为舟山本岛南部附近海域的生态环境评价和海洋资源可持续利用提供科学依据。

**关键词** 渔业资源;拖网渔获物;生物多样性

中图分类号 S932.4 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)30-0108-03

## Investigation on Fishery Resources in the Surrounding Waters of South Zhoushan Island in Spring

JIN Yan-jian, ZHU Jian, ZHANG Yu-rong, ZHONG Zhi\* et al (Marine Fishery Research Institute of Zhejiang Province, Scientific Observing and Experimental Station of Fishery Resources for Key Fishing Grounds of Ministry of Agriculture, Key Laboratory of Sustainable Utilization of Technology Research for Fishery Resource of Zhejiang Province, Zhoushan, Zhejiang 316100)

**Abstract** [Objective] To investigate fishery resources in the surrounding waters of south Zhoushan Island in spring. [Method] Based on the investigation data of fishery resources in the surrounding waters of south Zhoushan Island in April of 2014, we discussed the spatial-temporal distribution of fish density, and the impact of the dominant species, biodiversity and other factors on distribution of fish. [Result] There were 23 species of swimming animals, belonging to 16 families, 6 orders. 8 species of fish were identified, accounting for 34.78% of the total species and 80.08% of the weight of the catches. The shrimp took the absolute advantage, accounting for 61.26% of the total catches. *Coilia mystus*, *Exopalaemon anandalei*, *Alpheus japonicus*, *Murchthys miiuy*, *Odontamblyoptus rubicundus* were the dominant species in the survey area. The average density of fishery resources was 93.365 kg/km<sup>2</sup>, and the average density of mantissa was 72.65 × 10<sup>3</sup> ind./km<sup>2</sup>. Shrimp was the largest type in the weight of fishery resources and mantissa density in the survey area. The proportions of crabs and cephalopods were small in that. The diversity index of 12 stations were less than 2, and that of a few of stations were less than 1 in the survey area. In general, the swimming diversity index, abundance index, and the distribution of uniformity were all low in the survey area. [Conclusion] The research results could provide scientific basis for the ecological environment evaluation and the sustainable utilization of marine resources in surrounding waters of south Zhoushan Island.

**Key words** Fishery resources; Trawl fisheries; Biodiversity

舟山群岛位于浙江省东北部海域,杭州湾东南方向,是我国第一大群岛,岛礁众多,星罗棋布,占我国海岛总数的20%,分布海域面积22 000 km<sup>2</sup>,陆域面积1 371 km<sup>2</sup>。其中1 km<sup>2</sup>以上的岛屿58个,占该群岛总面积的96.9%。

近年来,随着海洋渔业的迅速发展,舟山近岸海域的海洋环境和海洋生态系统受到威胁,工业废水和养殖废水随意排放,使海洋环境受到危害的同时,也影响近岸海域鱼类繁殖、生长、索饵及越冬生活栖息地<sup>[1]</sup>。笔者于2014年4月对舟山本岛南部周围海域12个站位的渔业资源生态环境进行调查,研究该海域的渔业资源的种类组成、渔业资源密度、多样性指数和重要性指数,旨在为该海域的生态环境评价和海洋资源可持续利用提供科学依据。

## 1 材料与方

**1.1 站位布设** 2014年4月,对舟山本岛南部海域12个站位渔业资源生态环境进行了调查,渔业资源生态环境调查主要包括鱼类、虾类、蟹类、头足类等,站位布设具体见图1。

**1.2 样品采集** 按照《海洋监测规范》(GB 17378.7—1998)<sup>[2]</sup>进行样品采集。游泳动物种类名称及分类地位以

《海洋生物分类代码》(GB/T 17826—1999)<sup>[3]</sup>、《中国海洋生物名录》<sup>[4]</sup>和《福建鱼类志》<sup>[5]</sup>等为依据。

**1.3 指标计算** 海域拖网调查站位的渔业资源(尾数和重量)密度按农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程 SC/T 5119—2007》公式计算:

$$D = \frac{C}{qa} \quad (1)$$

式(1)中, $D$ 为渔业资源密度,单位为尾/km<sup>2</sup>或kg/km<sup>2</sup>;  $C$ 为平均拖网渔获量,单位为尾/(网·h)或kg/(网·h);  $a$ 为每小时网具扫海面积,单位为km<sup>2</sup>/(网·h)。  $q$ 为网具捕获率(可捕系数=1-逃逸率),取值范围为0~1,取0.5。

按照以下公式计算香农-威纳(Shannon-Weiner)多样性指数<sup>[6-7]</sup>:

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i \quad (2)$$

式(2)中, $H'$ 为物种多样性指数值; $S$ 为样品中的总种类数; $P_i$ 为第*i*种的丰度( $n_i$ )与总丰度( $N$ )的比值。正常环境下,该指数较高(一般为2~3);当环境受到污染时,该指数有所降低。

采用Pinkas等<sup>[8]</sup>的相对重要性指数(IRI)来研究游泳动物优势种的优劣势度,计算公式如下:

$$IRI = (N + W)F \quad (3)$$

式(3)中, $N$ 为某个种类的尾数在总渔获尾数中所占的比例

**基金项目** 浙江省科技计划项目(2015C32001,2017C3142)。

**作者简介** 金衍健(1988—),男,浙江永嘉人,工程师,从事海洋环境影响评价工作。\*通讯作者,高级工程师,硕士,从事海洋环境监测与评估工作。

**收稿日期** 2017-09-15

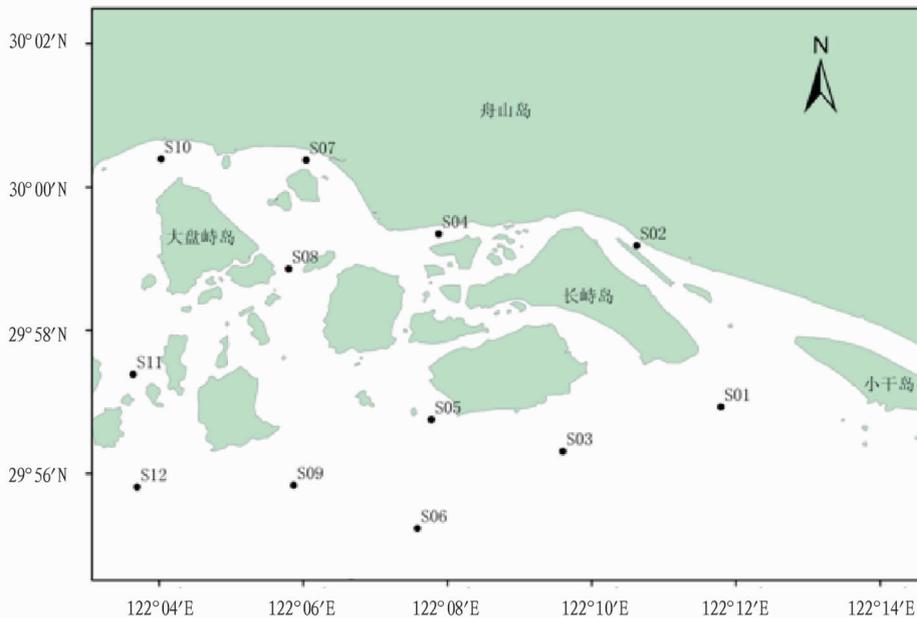


图1 调查站位布设

Fig.1 The setting of survey stations

(%);  $W$  为某个种类的重量的总渔获重量中所占的比例(%);  $F$  为某个种类在拖网总次数中出现的频率,即出现站位数与总调查站位数之比。相对重要性指数包含生物的个体数、生物量和出现频率等重要信息,常被用来研究渔业生物各种生态优势度。当某一物种  $IRI \geq 100$  时,则判定为优势种。

按照以下公式计算均匀度指数( $J'$ ):

$$J' = H' / \log_2 S \quad (4)$$

式(4)中, $H'$ 为物种多样性指数; $S$ 为样品中总种类数。

按照以下公式计算丰富度指数( $d$ ):

$$d = (S - 1) / \log_2 N \quad (5)$$

式(5)中, $S$ 为样品中总种类数; $N$ 为群落中所有物种的种类数。

按照以下公式计算单纯度指数( $C$ ):

$$C = \text{SUM}(n_i / N)^2 \quad (6)$$

式(6)中, $N$ 为群落中所有物种丰度或生物量, $n_i$ 为第*i*个物种的丰度或生物量。

## 2 结果与分析

**2.1 拖网渔获物种类组成** 调查海域共鉴定游泳动物共有游泳生物 23 种,隶属 6 目 16 科。其中,鱼类 2 目 6 科 8 种,占渔获物总种数的 34.78%; 虾类(包括口足类)2 目 6 科 11 种,占渔获物总种数的 47.83%; 蟹类 1 目 3 科 3 种,占渔获物总种数的 13.04%; 头足类 1 目 1 科 1 种,占渔获物总种数的 4.35% (表 1)。

**2.2 游泳生物调查结果** 由表 2 可知,12 个站位有效拖网的总渔获物总重量为 29 245.7 g,总渔获物尾数为 3 374 尾。从渔获物重量组成看,鱼类渔获量占优势,为 23 421.0 g,占渔获物总重量的 80.08%; 蟹类 2 562.6 g,占渔获物总重量的 8.76%; 虾类 2 312.1 g,占渔获物总重量的 7.91%; 头足类

950.0 g,占渔获物总重量的 3.25%。渔获物尾数组成以虾类占绝对优势,为 2 067 尾,占渔获物总尾数的 61.26%; 鱼类次之,渔获尾数为 1 184 尾,占渔获物总尾数的 35.09%; 蟹类尾数 121 尾,占渔获物总尾数的 3.59%; 头足类 2 尾,占渔获物总尾数的 0.06%。

表 1 渔获物种类组成及百分比

Table 1 Species composition and percentage of the catches

类群 Sort	种数 Species number	百分比 Percentage//%
鱼类 Fishes	8	34.78
虾类 Shrimps	11	47.83
蟹类 Crabs	3	13.04
头足类 Cephalopods	1	4.35
合计 Total	23	100

注:口足类归入虾类进行统计

Note: Stomatopoda was classified into shrimps

表 2 渔获物(重量、尾数)百分比组成

Table 2 The percentage composition of catches (weight and individual number)

种类 Sort	重量 Weight g	重量百分比 Weight percentage %	尾数 Individual number 尾	尾数百分比 Individual number percentage %
鱼类 Fishes	23 421.0	80.08	1 184	35.09
虾类 Shrimps	2 312.1	7.91	2 067	61.26
蟹类 Crabs	2 562.6	8.76	121	3.59
头足类 Cephalopods	950.0	3.25	2	0.06
总计 Total	29 245.7		3 374	

**2.3 渔获物优势种** 参照 Pinkas 等<sup>[8]</sup>计算调查海域各种类相对重要性指数(IRI),将 IRI 前 5 位的种类定为优势种,IRI 大于 100 的种类定为常见种。渔获物优势种的 IRI 如表 3 所示。拖网调查海域鱼类优势种分别为凤鲚、安氏白虾、日本

鼓虾、鲩鱼、红狼牙虾虎鱼;常见种分别为凤鲚、安氏白虾、日本鼓虾、鲩鱼、红狼牙虾虎鱼、日本蝠、葛氏长臂虾。

表3 渔获物优势种的相对重要性指数(IRI)

Table 3 Relative importance index (IRI) of dominant species in catches

序号 No.	种名 Species name	IRI	序号 No.	种名 Species name	IRI
1	凤鲚	2 777	8	孔鳐	496
2	安氏白虾	2 458	9	棘头梅童	409
3	日本鼓虾	2 171	10	口虾蛄	288
4	鲩鱼	1 187	11	长尾红舌鲷	265
5	红狼牙虾虎鱼	820	12	三疣梭子蟹	255
6	日本蝠	815	13	刀鲚	189
7	葛氏长臂虾	545	14	鲈鱼	146

2.4 渔业资源密度(重量、尾数) 从表4可以看出,调查海域渔业资源重量密度以虾类最大,为71.456 kg/km<sup>2</sup>;鱼类和蟹类次之,分别为14.684和5.784 kg/km<sup>2</sup>;头足类最少,为1.441 kg/km<sup>2</sup>;平均渔业资源重量密度为93.365 kg/km<sup>2</sup>。渔业资源尾数密度也以虾类最大,为7.154万尾/km<sup>2</sup>;蟹类和鱼类尾数资源密度较小,分别为0.056万尾/km<sup>2</sup>和0.054万尾/km<sup>2</sup>;头足类最少,为0.001万尾/km<sup>2</sup>;平均渔业资源尾数密度7.265万尾/km<sup>2</sup>。

由表5可知,调查海域渔业资源重量密度以S03站位最大,为334.829 kg/km<sup>2</sup>;最低站位为S10站位,为19.550 kg/km<sup>2</sup>;平均资源重量密度为93.365 kg/km<sup>2</sup>。调查海域渔业资源尾数密度以S03站位最大,为17.840万尾/km<sup>2</sup>;最低站位为S10站位,为1.925万尾/km<sup>2</sup>;平均资源尾数密度7.265万尾/km<sup>2</sup>。

2.5 生态学特征 由表6可知,调查海域生物(重量)多样性指数为0.192~1.888,平均值为1.546。均匀度指数为0.087~0.760,平均值为0.578。丰富度指数为1.208~2.047,平均值

表4 不同类群渔业资源密度(重量、尾数)

Table 4 The fishery resource density (weight, individual number) of different groups

类别 Srot	重量密度 Weight density kg/km <sup>2</sup>	尾数密度 Individual number density//万尾/km <sup>2</sup>
鱼类 Fishes	14.684	0.054
虾类 Shrimps	71.456	7.154
蟹类 Crabs	5.784	0.056
头足类 Cephalopods	1.441	0.001
合计 Total	93.365	7.265

为1.699。单纯度指数为0.196~0.930,平均值为0.311。生物(尾数)多样性指数为0.253~1.656,平均值为1.010。均匀度指数为0.115~0.666,平均值为0.378。丰富度指数为1.124~2.277,平均值为1.742。单纯度指数为0.254~0.902,平均值为0.508。

表5 各站位渔业资源密度分布

Table 5 Density distribution of fishery resources at each station

站位 Stations	重量密度 Weight density kg/km <sup>2</sup>	尾数密度 Individual number density//万尾/km <sup>2</sup>
S01	128.866	12.984
S02	111.928	7.751
S03	334.829	17.840
S04	79.747	6.837
S05	52.990	5.029
S06	84.190	7.843
S07	44.295	5.535
S08	75.508	7.800
S09	70.188	6.208
S10	19.550	1.925
S11	54.008	5.270
S12	64.270	2.160
均值 Average	93.365	7.265

表6 游泳生物物种多样性指数

Table 6 Species diversity index of swimming organisms

站位 Stations	重量 Weight				尾数 Individual number			
	多样性指数 Diversity index	均匀度指数 Evenness index	丰富度指数 Richness index	单纯度指数 Simpleness index	多样性指数 Diversity index	均匀度指数 Evenness index	丰富度指数 Richness index	单纯度指数 Simpleness index
S01	1.862	0.644	1.935	0.196	1.619	0.560	2.015	0.256
S02	1.778	0.641	1.929	0.263	1.306	0.471	2.015	0.462
S03	1.640	0.622	1.574	0.259	0.904	0.342	1.602	0.465
S04	1.363	0.532	1.465	0.331	0.608	0.237	1.467	0.701
S05	0.192	0.087	1.208	0.930	0.253	0.115	1.124	0.902
S06	1.746	0.616	1.977	0.235	0.997	0.352	1.939	0.445
S07	1.651	0.644	1.674	0.240	0.899	0.351	1.616	0.474
S08	1.622	0.615	1.721	0.276	1.226	0.465	1.742	0.381
S09	1.559	0.539	2.047	0.270	0.834	0.288	2.277	0.670
S10	1.589	0.602	1.573	0.257	0.859	0.325	1.587	0.565
S11	1.660	0.629	1.624	0.251	0.966	0.366	1.682	0.482
S12	1.888	0.760	1.659	0.226	1.656	0.666	1.833	0.291
均值 Average	1.546	0.578	1.699	0.311	1.010	0.378	1.742	0.508

观赏性最优施肥方案的研究报道,而美国红枫本身对土壤条件和营养需求较高,因此有必要开展主要色叶植物的植物营养诊断和配方施肥,为进一步推广应用美国红枫并提升其景观效果提供技术依据。

### 参考文献

- [1] 金铃鸣,金泉. 优秀彩叶树种推介:美国红枫[J]. 花木盆景(花卉园艺),2006(12):46-47.
- [2] 马晓,陈刚,张冬梅,等. 生态因子及矿质元素对红花槭叶片色素含量的影响[J]. 北方园艺,2012(13):86-88.
- [3] ALSTON R E. Physiology and the inheritance of anthocyanin pattern [J]. *Genetica*,1959,30(1):261-277.
- [4] 马晓,陈刚,张冬梅. 生态因子及矿质元素对红花槭叶片色素含量的影响[J]. 北方园艺,2012(13):86-88.
- [5] 姜卫兵,徐莉莉,翁忙玲,等. 环境因子及外源化学物质对植物花色苷的影响[J]. 生态环境学报,2009,18(4):1546-1552.
- [6] ARMITAGE A M,CARLSON W H. The effect of quantum flux density, day and night temperature and phosphorus and potassium status on anthocyanin and chlorophyll content in marigold leaves [J], *Amer Soc Hort Sci*,1981,106(5):639-642.
- [7] DEAL D L,RAULSTON J C,HINESLEY L E. Leaf color retention, dark respiration, and growth of red-leaved Japanese maples under high temperature [J]. *J Amer Soc Hort Sci*,1990,115(1):135-140.
- [8] 邢祥胜. 美国红枫观赏品种的引种及选育[D]. 泰安:山东农业大学,2014.
- [9] MOORTHY P,KATHIRESAN K. Influence of ultraviolet-B radiation on photosynthetic biochemical characteristics of a mangrove *Rhizophora apiculata* [J]. *Photosynthetica*,1997,34(3):465-471.
- [10] LEE M K. Growth and leaf color change of variegated *Lonicera japonica* var. *aureo-reticulata* under various light intensity and nitrogen fertilizer conditions [J]. *J of Korean Society for Hort Sci*,1988,29(1):53-57.
- [11] 雷伟成,沈波. 红枫的繁殖与栽培研究进展[J]. 现代农业科技,2009(13):194-196.
- [12] 张佐双,胡冬燕,黄亦工. 北京地区彩叶园林植物的引种与繁育的研究[J]. 北京园林,1997(2):5-10.

- [13] HARBORNE J B. Recent advances in chemical ecology [J]. *Nat Prod Rep*,1999,16(4):509-523.
- [14] SHERWIN H W,FARRANT J M. Protection mechanisms against excess light of in the resurrection plants *Craterostigma wilmsii* and *Xerophyta viscosa* [J]. *Plant Growth Reg*,1998,24(3):203-210.
- [15] 马国瑞. 园艺植物营养与施肥[M]. 北京:中国农业出版社,1994.
- [16] 姜卫兵,庄猛,韩浩章,等. 彩叶植物呈色机理及光合特性研究进展[J]. 园艺学报,2005,32(2):352-358.
- [17] 潘瑞炽,董愚得. 植物生理学(上册)[M]. 北京:人民教育出版社,1979:35-39.
- [18] 耿玉韬. 果实着色的理论与实践[J]. 山西果树,1989(1):36-39.
- [19] MESSENGER S A,HRUBY B A. Response of interveinally chlorotic red maple trees treated with medicaps or by soil acidification [J]. *J Environ Hort*,1990,8(1):5-9.
- [20] HENRY A,CHOPRA S,CLARK D G, et al. Responses to low phosphorus in high and low foliar anthocyanin coleus (*Solenostemon scutellarioides*) and maize (*Zea mays*) [J]. *Functional plant biology*, 2012, 39 (3): 255-265.
- [21] 孙明霞,王宝增,范海,等. 叶片中的花色素苷及其对植物适应环境的意义[J]. 植物生理学通讯,2003,39(6):688-694.
- [22] 郭衍银,徐坤,王秀峰,等. 矿质营养与植物病害机理研究进展[J]. 甘肃农业大学学报,2003,38(4):385-393.
- [23] 邹帮基,何雪晖. 植物的营养[M]. 北京:农业出版社,1985.
- [24] 陈朱希昭,邓岳芬,梁德印,等. 棉花缺钾的解剖学特征观察[J]. 北京大学学报(自然科学版),1988,24(4):467-476.
- [25] NETASHARIR I,SHOSEYOV O,WEISS D. Sugars enhance the expression of gibberellin-induced gene in developing petunia flowers [J]. *Physiologia plantarum*,2000,109(2):196-202.
- [26] 于晓南,张启翔. 观赏植物的花色素苷与花色[J]. 林业科学,2002,38(3):147-151.
- [27] 吴静. 栽培条件对彩叶植物叶色变化影响的研究[J]. 北京:北京林业大学,1997.
- [28] 陆秀君,葛根塔娜,梅梅,等. N、P、K 配比施肥对美国红枫幼苗生长及叶色变化的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2015(5):9-15.
- [29] 商侃侃,王铖,靳思佳,等. 土壤养分变化对红花槭叶绿素含量的影响[J]. 浙江林业科技,2007,27(5):12-15.

(上接第110页)

### 3 结论

(1) 调查海域共鉴定游泳动物 23 种,隶属 6 目 16 科。其中鱼类 8 种,占总种类数的 34.78%,鱼类在种类上占大多数。

(2) 12 个调查站位效网次的总渔获物重量为 29 245.7 g,总渔获物尾数为 3 374 尾。从渔获物重量组成看,鱼类渔获量占优势,为 23 421.0 g,占渔获物总重量的 80.08%。渔获物尾数组成以虾类占绝对优势,为 2 067 尾,占渔获物总尾数的 61.26%。

(3) 拖网调查海域优势种为凤鲚、安氏白虾、日本鼓虾、鲢鱼、红狼牙虾虎鱼。

(4) 渔业资源平均重量密度为 93.365 kg/km<sup>2</sup>,平均尾数密度为 7.265 万尾/km<sup>2</sup>。虾类资源重量密度为 71.456 kg/km<sup>2</sup>,为最大种类。蟹类头足类在重量和尾数方面所占比例较小。

(5) 依据《海水增殖区检测技术规程》提供的生物多样性指数评价标准衡量调查海域生物群落结构状况, $H' < 1$  为重污染区域, $1 \leq H' < 2$  为中度污染区域, $2 \leq H' < 3$  为轻度

污染区域, $3 \leq H' < 4$  为清洁区域<sup>[9]</sup>。此调查海域生物(重量)多样性指数为 0.192~1.888,平均值为 1.546。生物(尾数)多样性指数为 0.253~1.656,平均值为 1.010。此调查海域的 12 个站位多样性指数均小于 2,S05 站位小于 1,总体而言调查海域游泳动物多样性指数和丰度指数偏低,均匀度分布水平低,为渔业资源可持续利用状况比较严峻海域。

### 参考文献

- [1] 舟山市海洋渔业局. 2007 年舟山市海洋环境公报[R]. 2007.
- [2] 中国质量技术监督局. 海洋监测规范[M]. 北京:中国标准出版社,1999.
- [3] 国家技术监督局. 海洋生物分类代码:GB/T 17826—1999[M]. 北京:中国标准出版社,1999.
- [4] 刘瑞玉. 中国海洋生物名录[M]. 北京:科学出版社,2008.
- [5] 福建鱼类志编写组. 福建鱼类志[M]. 福州:福建科学技术出版社,1984.
- [6] 马克平. 生物群落多样性的测度方法 I $\alpha$  多样性的测度方法(上)[J]. 生物多样性,1994,2(3):162-168.
- [7] 马克平. 生物群落多样性的测度方法 I $\alpha$  多样性的测度方法(下)[J]. 生物多样性,1994,2(4):231-239.
- [8] PINKAS L,OLIPHANT M S,IVERSON I L K. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters [J]. *Calif Fish Game*,1971,152:105.
- [9] 国家海洋环境监测中心. 海水增殖区监测技术规程[S]. 北京:国家海洋环境监测中心,2002.