

文章编号: 1674-5566(2010)03-0372-06

洋山工程海域虾蟹类资源的初步分析

唐峰华^{1,2}, 沈新强¹, 史赞荣^{1,2}, 阮雯¹, 张怵怵¹

(1. 中国水产科学研究院东海水产研究所农业部海洋与河口渔业重点开放实验室, 上海 200090;

2. 上海海洋大学海洋科学学院, 上海 201306)

摘要:根据2003年—2005年每年5月、8月和11月对洋山深水港一期工程海域(30°30'~30°54'N, 121°45'~122°30'E)20个站点进行渔业资源监测调查,分析了该海域虾蟹类资源的种类组成、生物量、丰度、生物多样性、个体平均体重及幼体比例等的变化,并与工程前(2001年)相比较。结果显示,虾蟹类的种类基本逐年减少;3年平均的生物量和丰度比工程前低;多样性指数、平均个体体重和幼体比例也是呈逐年降低的趋势。这系列的变化反映出该海域渔业资源结构的改变朝小型化方向发展,群落结构趋于简单化,容易引起生态系统结构与功能的改变。说明洋山工程海域施工期对虾蟹类资源产生了一定程度的影响。

关键词:虾蟹类资源;种类组成;生物量;丰度;多样性

中图分类号: S 932.5 **文献标识码:** A

Preliminary study on crab and shrimp stock biomass in waters around Yangshan Deepwater Port

TANG Feng-hua^{1,2}, SHEN Xin-qiang¹, SHI Yun-rong^{1,2}, RUAN Wen¹, ZHANG Bian-bian¹

(1. East China Sea Fisheries Research Institute Chinese Academy of Fishery Sciences

Key and open Laboratory of Marine and Estuarine Fisheries Shanghai 200090, China;

2. College of Marine Science and Technology Shanghai Ocean University Shanghai 201306, China)

Abstract: The oceanographic survey was carried out in waters around the area of the First Phase Project of Yangshan Deepwater Port (30°30'—30°54'N, 121°45'—122°30'E) in May, August and November from 2003 to 2005. The crab and shrimp stock biomass, species composition, biomass abundance, biodiversity and the average weight of individual larvae ratio changes were compared with data collected before engineering (in 2001). The results showed that the species of crabs and shrimps, diversity index, average individual weight categories and the same proportion of larvae decreased gradually. Furthermore, the average biomass and abundance during 2003—2005 also decreased. These changes reflected that the structure of fishery resources developed towards small-scale and simplification, which made the ecosystem weaker to environmental changes. The results above suggested that Yangshan project had influence on crab and shrimp fishery resources during the construction period.

Key words: crab and shrimp stock; species composition; biomass abundance; diversity

收稿日期: 2009-09-15

基金项目: 国家科技支撑计划 (2006BAC11B03)

作者简介: 唐峰华 (1982—), 男, 研究实习员, 主要从事海洋生态学方面的研究。E-mail: zjhucky2385704@163.com

通讯作者: 沈新强, E-mail: xinqiang_sher@hotmail.com

洋山深水港区位于杭州湾口,由以大洋山和小洋山为主的 96 个岛礁组成,其中小洋山距离上海芦潮港仅 31 km,距离国际航线 45 km,具备 15 m 水深的天然港区条件。洋山深水港一期工程于 2002 年 6 月正式开工,2005 年 12 月 10 日正式开港,工程主要包括东海大桥、港区、航道及辅助配套工程等。洋山海域自然环境优越,虾蟹类资源丰富,种类繁多,是当地不可缺少的渔业资源,其中有些种类资源数量比较大,经济价值高,是沿海渔民的传统捕捞对象。

已有研究表明,海洋工程建设如围垦、水下爆破、海底勘探等对海域渔业资源的影响较为显著,国内对此方面的报道文献比较多^[1-7]。为了解洋山深水港一期工程对洋山海域渔业资源分布变化的影响程度,中国水产科学研究院东海水产研究所连续 3 年(2003 年—2005 年)对工程海域渔业资源进行了监测。根据 3 年的监测结果,

分析与讨论该海域施工期虾蟹类的种类组成、数量变动和生物多样性等,初步探讨了工程建设对海域虾蟹类分布和数量的影响,为洋山港海洋产业发展提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 站位设置与监测频率

本渔业资源的现状调查范围包括东海大桥经过海区、洋山港区及进入港区的航道段(30°30′—30°54′N, 121°45′—122°30′E)根据洋山深水港一期工程施工期渔业资源监测计划,中国水产科学研究院东海水产研究所先后于 2003 年—2005 年的 5 月、8 月及 11 月进行 3 个季度的渔业资源拖网监测调查。每个航次完成 20 个资源监测站(图 1 所示)的渔业资源调查任务,每站拖网 1 次,每网拖曳 1 h 左右。

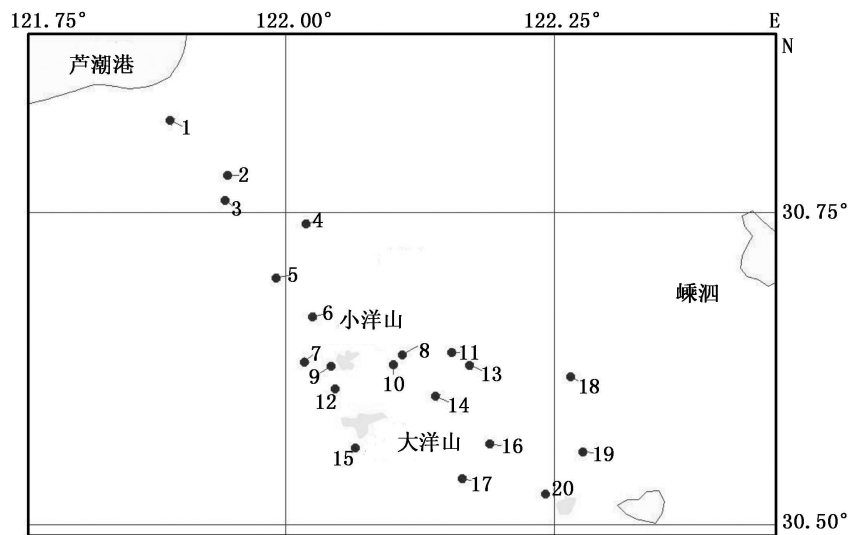


图 1 调查站位

Fig 1 Distribution of investigation stations

1.2 监测方法

调查监测按《海洋水产资源调查手册》^[8]和《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》^[9]进行。调查监测任务均由同一渔船执行,使用相同的具有 6 个网囊的桁拖虾网网具。每网随机抽取其中 1 个网囊的渔获物进行分品种渔获重量和尾数统计,记录总渔获产量,进行主要品种

生物学测定。用尾数资源密度(ind/m^3)表示丰度^[10]。

1.3 数据处理方法

引进优势度(Y)、群落单纯度(C)、Shannon-Wiener多样性指数(H')、群落丰富度(d)和群落均匀度(J)作为研究虾蟹类生物资源的参数^[11-13],计算公式依次如下:

$$Y = \frac{N_i}{N} \cdot f_i \quad (1)$$

$$C = \sum_{i=1}^s \frac{n_i^2}{N^2} \quad (2)$$

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N} \quad (3)$$

$$d = (S-1) / \log_2 S \quad (4)$$

$$J = \frac{H'}{H'_{max}} = \frac{H'}{\log_2 S} \quad (5)$$

式中: Y为优势度; n_i 为 i种类的丰度 (ind/m^3); f_i 是 i种类出现频率(%); N为物种的总丰度 (ind/m^3), 取优势度 $Y \geq 0.02$ 的种^[14]为优势种; C为群落单纯度; d为群落丰富度; S为种类数; H' 为 Shannon Wiener多样性, J为群落均匀度; $H'_{max} = \log_2 S$

2 结果

2.1 虾蟹类种类组成和优势种的年际变化

如图 2 中所示虾类种数以 2003 年的 12 种为最多, 占当年调查渔获物总种数的 18.18%; 2004 年和 2005 年分别有 11 和 10 种, 分别占当年调查渔获物总种数的 22.00% 和 20.00%, 种类逐年减少。而工程前 2001 年虾类种数 11 种, 占当年调查渔获物的 18.33%。

蟹类种数 2003 年 13 种, 占当年调查渔获物总种数的 19.70%; 2004 年 9 种, 占 18.00%; 2005 年 9 种, 也是占 18.00%, 种类逐年减少; 而 2001 年蟹类种数 13 种, 占当年调查渔获物的 21.67%。

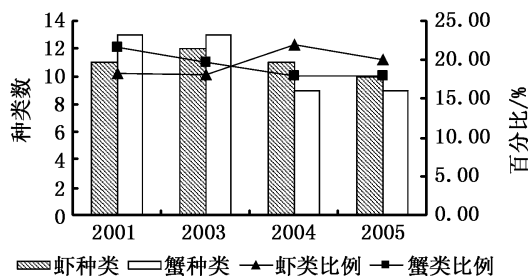


图 2 虾蟹类种类组成变化

Fig 2 Species composition changes of crab and shrimp stock

2003—2005 年虾类共同的优势种有 6 种; 而 3 年中蟹类没有共同的优势种, 日本蟳 (*Charybdis japonica*) 稍具突出, 是 2003 和 2004 年的共同优势种。具体虾蟹类 3 年共同的优势种及优势度

年际变化见表 1。

表 1 虾蟹类共同的优势种及优势度 (Y) 的年际变化
Tab. 1 Common dominant species and Y of inter-annual change of crab and shrimp stock

优势种	2003	2004	2005
葛氏长臂虾	0.19	0.06	0.23
脊尾白虾	0.05	0.07	0.15
安氏白虾	0.14	0.21	0.21
细螯虾	0.04	0.33	0.13
中华管鞭虾	0.02	0.03	0.07
日本鼓虾	0.03	0.02	0.03
日本蟳	0.03	0.02	—

注: —表示 Y 未达到 0.02。

2.2 虾蟹类生物量和丰度的年际变化

生物量即为重量资源密度 (mg/m^3), 丰度即为尾数资源密度 (ind/m^3), 表 2 为具体的虾蟹类生物量和丰度的年际变化 (包括 2001 年)。

表 2 虾蟹类生物量和丰度的年际变化
Tab. 2 Biomass and abundance of inter-annual change of crab and shrimp stock

物种	年份	W (mg/m^3)	N (ind/m^3)
虾类	2001	1394.98	1250.80
	2003	1112.42	1032.70
	2004	950.27	827.39
	2005	1336.19	1636.60
	P ₁	1132.96	1165.50
蟹类	2001	1201.70	73.50
	2003	1891.52	109.17
	2004	1235.46	50.00
	2005	479.82	38.86
	P ₂	1202.26	66.01

注: W 表示生物量; N 表示丰度; P₁ 表示虾类 2003—2005 年 3 年的平均值; P₂ 表示蟹类 3 年的平均值。

图 3 为虾类渔获生物量百分比。2005 年 36.62% 为最高, 2004 年 26.09% 次之, 2003 年 14.15% 最低, 而工程前 2001 年 16.60%; 虾类渔获丰度百分比以 2005 年的 83.76% 最高, 2004 年占 80.43% 次之, 2003 年占 60.73% 较低, 而 2001 年占 60.10% 是最少的。

蟹类渔获重量中 2004 年占 33.92% 是最高的一年, 2003 年占 24.06% 次之, 2005 年占 13.15%, 而工程前 2001 年占 14.30%; 蟹类渔获尾数中以 2003 年占 6.42% 为最高, 2004 年占 3.67% 次之, 2005 年所占 1.91% 最少, 而 2001 年占 5.17%。

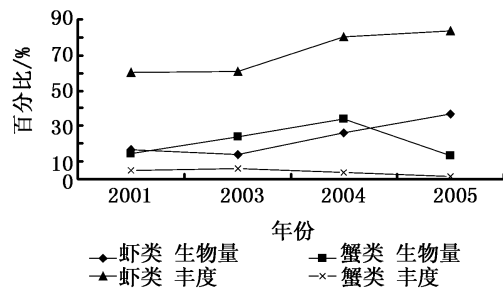


图 3 虾蟹类生物量和丰度百分比的年际变化
Fig 3 Biomass and abundance percentage of inter-annual change of crab and shrimp stock

2.3 虾蟹类生物多样性

根据调查结果,分别对生物多样性特征指数进行计算,从不同的侧面对虾蟹类结构多样性进行探讨。

表 3所示的 4个指标从不同的角度反映了施工海域中虾蟹类群落在 3个年度中的结构变化特征,2001年缺少各站位的调查数据,无法进行多样性指数的计算。可见,施工海域 Shannon-Wiener多样性指数 (H')呈现从 2003年到 2005年逐年降低的趋势,相对应群落均匀度 (J)上升,丰富度 (d)下降,群落结构趋于简单化。多样性的这种变化趋势与种类组成和生物量的变化趋势基本相一致。

表 3 虾蟹类多样性指数年际变化
Tab. 3 Diversity index inter-annual change of crab and shrimp stock

物种	年份	H'	J	d	C
虾类	2005	0.67	0.42	0.20	2.07
	2004	0.79	0.50	0.21	1.90
	2003	1.25	0.79	0.19	1.13
蟹类	2005	0.33	0.21	0.30	0.001
	2004	0.54	0.34	0.35	0.006
	2003	0.70	0.44	0.38	0.02

注: H' 表示多样性指数; J 表示均匀度; d 表示丰富度; C 表示单纯度。

2.4 虾蟹类个体平均体重的变化

2003—2005年渔获量中虾类平均个体体重为 0.884 g/ind,其中 2003年为 1.077 g/ind以后逐年下降到 2004年的 0.808 g/ind和 2005年的 0.767 g/ind,可见虾类个体平均体重是逐年下降的。3年蟹类平均个体体重,比 2001年同期的 2.221 g/ind偏低 1.337 g/ind。

渔获量中蟹类平均个体体重 19.767 g/ind。

其中,由 2003年为 18.750 g/ind上升到 2004年的 23.102 g/ind后又下降到 2005年的 17.449 g/ind,3年蟹类平均个体体重,比 2001年同期的 29.486 g/ind偏低 9.719 g/ind。图 4可见 2003—2005年监测海域分布的虾蟹类资源个体比 2001年同期普遍趋小型化。

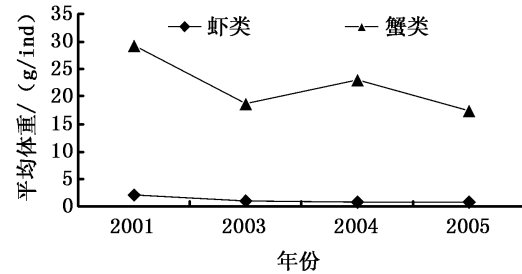


图 4 虾蟹类个体平均体重的变化
Fig 4 Average weight change of individual of crab and shrimp stock

2.5 虾蟹类幼体百分比的变化

2005年虾类中幼体平均占 65.37%,2004年虾类幼体平均占 84.46%,2003年虾类幼体平均占 80.27%。可见幼体平均比例 2004年最高 2003年次之,2005年最低。虾类幼体占本种数量优势有:脊尾白虾 (*Exopalaemon carinicauda*)、安氏白虾 (*Leander annandalei*)、葛氏长臂虾 (*Palaemon gravieri*)、哈氏仿对虾 (*Parapenaeopsis hardwickii*)、日本鼓虾 (*Alpheus japonicus*)、中华管鞭虾 (*Solenocera crassicornis*)和口虾蛄 (*Squilla oratoria*)。图 5是这几种虾类占本种数量百分比的年际变化趋势,2001年工程前未对幼体资源进行调查统计。

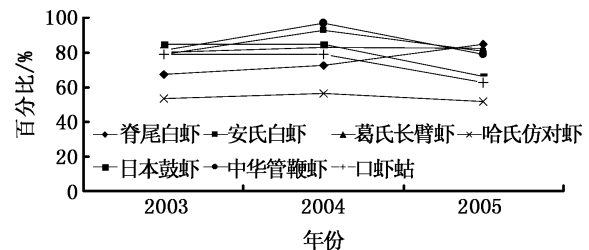


图 5 虾类幼体优势种百分比年际变化
Fig 5 Inter-annual change of dominant species in the percentage of shrimp larvae

2005年蟹类中幼体平均占 58.89%,2004年蟹类幼体平均占 58.84%,2003年蟹类幼体平均占 68.38%。蟹类幼体平均比例 2003年最高,

2004、2005年处于相同水平。蟹类幼体占数量优势的有:三疣梭子蟹 (*Portunus trituberculatus*)、中华虎头蟹 (*Oithya sinica*)、锯缘青蟹 (*Scylla serrata*)、关公蟹 (*Dorippe Weber*)、红线黎明蟹 (*Mututa planipes*)、日本蟳和方蟹 (*Grapsus sp.*)。图 6 是这几种蟹类幼体占本种数量百分比的历年际变化趋势。

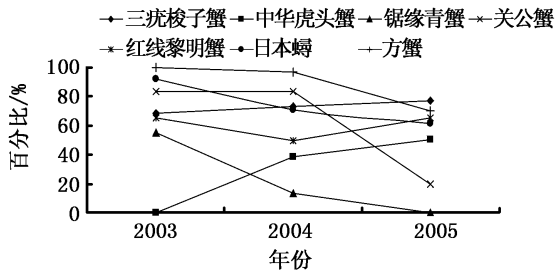


图 6 蟹类幼体优势种百分比历年际变化

Fig 6 Inter-annual change of dominant species in the percentage of crab larvae

3 讨论

3.1 种类组成变化与洋山工程的关系

该监测海域虾类出现种类数依次为 2003 年 (12 种) > 2001 年 (11 种) = 2004 年 (11 种) > 2005 年 (10 种), 大体呈减少趋势; 占当年调查渔获物比例顺序为: 2005 年 > 2004 年 > 2001 年 > 2003 年, 波动比较大, 无明显趋势 (图 2)。蟹类出现种类依次为 2001 年 (13 种) = 2003 年 (13 种) > 2004 年 (9 种) > 2005 年 (9 种), 呈逐年减少形势; 占当年调查渔获物比例顺序为: 2001 年 > 2003 年 > 2004 年 = 2005 年, 同样下降趋势明显 (图 2)。总体上, 从洋山工程开工前到施工期, 虾蟹类种类数呈逐年减少的趋势。

3.2 生物量和丰度变化与洋山工程的关系

调查海域虾类 2003—2005 年 3 年的平均生物量为 $1\ 132.96\ \text{mg}/\text{m}^3$, 而工程开始前 2001 年生物量为 $1\ 394.98\ \text{mg}/\text{m}^3$; 3 年的平均丰度为 $1\ 165.50\ \text{ind}/\text{m}^3$, 工程前 2001 年丰度为 $1\ 250.80\ \text{ind}/\text{m}^3$ (表 2), 可见施工期 3 年虾类的平均生物量和平均丰度比工程前明显降低, 但其中 2005 年的生物量和丰度都是几年中最高的, 说明 2005 年虾类资源量有一定的回升。

蟹类 3 年平均生物量为 $1\ 202.26\ \text{mg}/\text{m}^3$, 与工程开始前 2001 年生物量为 $1\ 201.70\ \text{mg}/\text{m}^3$ 基本持平; 3 年的平均丰度为 $66.01\ \text{ind}/\text{m}^3$, 工程前 2001 年丰度为 $73.50\ \text{ind}/\text{m}^3$ (表 2), 说明施工期 3 年蟹类的平均生物量与工程前的生物量变化不大, 而平均丰度比工程前略有降低。

这种虾类资源生物量和丰度在 2005 年趋于增加, 同期蟹类的数据略低于对照点的现象, 说明工程建设对海域渔业资源的影响随着施工期的结束在逐步减小。但虾蟹类这样的渔业资源变动受多种因素制约, 既受制于自身的变化规律, 又与人类的生产活动和生态环境的变化密切相关^[15]。海洋工程对渔业资源的影响有些在近期可以减弱, 有些需要较长时间的恢复, 因此建议继续实施跟踪监测, 以了解工程结束后的渔业资源状况。

3.3 生物多样性与工程建设的关联

Shannon Wiener 多样性指数常被用于评价水体受到人为影响的程度, 参考《水生生物监测手册》^[16], 影响程度可以分成 4 类: $H' = 0$ 为受人为影响严重; $0 < H' < 1$ 为受到重度影响; $H' = 1 \sim 3$ 为受到中度影响; $H' > 3$ 为基本没影响。监测水域 2003—2005 年虾类多样性指数分别为 1.25、0.79 和 0.67, 蟹类多样性指数分别为 0.70、0.54 和 0.33 (表 3), 可看出洋山深水港一期工程施工时水体受到重度影响, 且日趋严重, 这与工程建设的影响有一定关联。

据有关专家报道^[17-19], 生物多样性与扰动强度关系密切, 当扰动为中等强度时多样性最高, 当扰动处于两极时则较低。由表 3 可知, 2004 年和 2005 年多样性指数较 2003 年有所下降, 说明施工海域受到的扰动较大。洋山深水港一期工程的实施, 特别是疏浚作业是使海域受到扰动的重要因素。疏浚底泥导致原来的虾蟹类群落格局改变^[20], 生境遭到破坏, 生物多样性受到严重影响。

3.4 个体平均体重的和幼体比重变化与洋山工程的关系

监测海域的调查表明, 从工程前 2001 年到施工期 3 年蟹类的平均个体体重基本呈逐年下降趋势 (图 4), 同期 3 年蟹类幼体百分比也是逐年减小。幼体比例未增反降, 而个体体重下降, 说明蟹类成体个体体重在逐年急剧减小,

这样的变化趋势反映了该水域渔业资源结构改变正朝小型化方向发展。由于洋山深水港工程的建设,虾蟹类资源状况已发生了一定程度的波动,种类组成和分布已有变化,有些经济虾蟹种的分布范围缩小,数量减少,而一些小型的经济价值低的品种数量有所增加。

洋山工程海域是多种经济虾蟹类的产卵区,更是多种仔、稚、幼体在此索饵育肥的场所。从3年施工期海域监测的结果与2001年数据的比较,虾蟹类种类组成、生物量、丰度、生物多样性指数、个体体重等基本呈下降趋势,分析认为与施工扰动影响有密切的关系。这样的后果不仅会引起生态系统结构与功能的改变^[21],而且还会通过食物链关系,引起鱼类饵料基础的变化,而最终导致洋山海域渔业资源的减少,这个问题有关部门应引起注意。

感谢陈渊泉研究员对该资源监测项目采样调查的帮助。

参考文献:

- [1] 袁兴中,陆健健. 围垦对长江口南岸底栖动物群落结构及多样性的影响 [J]. 生态学报, 2001, 21(10): 1642-1647.
- [2] 崔毅,林庆礼,吴彰宽,等. 石油地震勘探对海洋生物及海洋环境的影响研究 [J]. 海洋学报, 1996, 18(1): 125-130.
- [3] 尚龙生,戴云丛,刘现明,等. 水中爆破对双台子河口渔场的影响 [J]. 海洋环境科学, 1994, 13(3): 23-32.
- [4] 贾晓平,林钦,蔡文贵. 大亚湾马鞭洲大型爆破对周围水域环境与海洋生物影响的评估 [J]. 水产学报, 2002, 26(4): 313-320.
- [5] 许鹭芬,王清池,王军,等. 水下爆破的声压测量及其对海洋生物的影响 [J]. 厦门大学学报:自然科学版, 2000, 39(1): 58-61.
- [6] 蒋玫,沈新强,杨红. 水下爆破对渔业生物影响的研究 [J]. 海洋渔业, 2005, 27(2): 150-153.
- [7] 佟锦琳,石教往,熊长汉,等. 水下工程爆破对环境影响规律研究(下) [J]. 爆破, 2000, 17(4): 2-4.
- [8] 黄海水产研究所. 海洋水产资源调查手册 [M]. 上海:上海科学技术出版社, 1960.
- [9] 全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程编写组. 全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程 [M]. 北京:海洋出版社, 1986.
- [10] 陈佳杰,徐兆礼,陈雪忠. 冬、春季黄海南部沿岸水域浮游动物 [J]. 海洋渔业, 2008, 30(4): 327-332.
- [11] 蔡立哲,马丽,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 [J]. 厦门大学学报:自然科学版, 2002, 41(5): 641-646.
- [12] 李荣冠,江锦祥. 应用丰度生物量比较法监测海洋污染对底栖生物群落的影响 [J]. 海洋学报, 1992, 14(1): 108-115.
- [13] 陈亚瞿,徐兆礼. 南黄海、东海鲷鱼索饵场浮游动物生态特征 [J]. 应用生态学报, 1990, 1(4): 327-332.
- [14] 郭志刚. 社会统计分析方法—SPSS软件应用 [M]. 北京:中国人民大学出版社, 1999.
- [15] 詹秉义. 渔业资源评估 [M]. 北京:中国农业出版社, 1995, 9-10.
- [16] 国家环保局水生生物监测手册编委会. 水生生物监测手册 [S]. 南京:东南大学出版社, 1993.
- [17] 何斌源,邓朝亮,罗砚. 环境扰动对钦州港潮间带大型底栖动物群落的影响 [J]. 广西科学, 2004, 11(2): 143-147.
- [18] Washington H G. Diversity, biotic and similarity indices: a review with special relevance to aquatic ecosystems [J]. Water Research, 1984, 18(6): 653-694.
- [19] Huston M. A general hypothesis of species diversity [J]. The American Naturalist, 1979, 113: 81-101.
- [20] Connell JH. Diversity in tropical rain forests and coral reefs [J]. Science, 1978, 199: 1302-1310.
- [21] 卜秋兰,沈新强,罗民波. 洋山深水港海域大型底栖动物初步研究 [J]. 海洋渔业, 2007, 29(3): 245-250.