

# Ecological Structure of Zooplankton Communities of Waters in Yangshan Bay

Tao Chen<sup>1</sup>, Yong Liao<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bijie Environmental Monitoring Center, Bijie Guizhou

<sup>2</sup>East China Sea Fisheries Research Institute Chinese Academy of Fishery Sciences, Key & Open Laboratory of Marine and Estuary, Ministry of Agriculture of China, Shanghai

Email: chentao1113@yeah.net

Received: May 4<sup>th</sup>, 2019; accepted: May 23<sup>rd</sup>, 2019; published: May 30<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

Based on the single investigation data of zooplankton and the relevant environmental factors obtained from two cruises in Nov. of 2012 and 2013 on wind power plant nearby waters in Yangshan-Bay, it turned out that total 7 categories and 12 species were identified in 2012; the most group was Copepoda (5 species); there are Jellyfish class, Mysidacea, Ripple insect, Amphipoda, Decapod and Chaetognatha on the rest. In 2013, total 5 categories and 11 species were identified and the most group was Copepoda (5 species); there were Mysidacea, Ripple insect and Chaetognatha on the rest. In this region, the community structure was relatively fragile and the species richness was relatively low; the individual distribution was relatively uniform similarly.

## Keywords

Zooplankton, Ecological Structure, Yangshan Bay

---

## 洋山浮游动物群落生态结构

陈涛<sup>1</sup>, 廖勇<sup>2</sup>

<sup>1</sup>毕节市环境监测中心站, 贵州 毕节

<sup>2</sup>中国水产科学研究院东海水产研究所渔业生态环境实验室, 上海

Email: chentao1113@yeah.net

收稿日期: 2019年5月4日; 录用日期: 2019年5月23日; 发布日期: 2019年5月30日

---

## 摘要

2012、2013年11月分别在洋山风电场附近水域进行单个航次的浮游动物及相关因子调查, 根据采集的浮游动物样品的分析鉴定及其它环境因子测试结果, 对调查海域的浮游动物群落进行研究。结果表明,

文章引用: 陈涛, 廖勇. 洋山浮游动物群落生态结构[J]. 世界生态学, 2019, 8(2): 142-149.

DOI: 10.12677/ije.2019.82019

2012年航次共鉴定出现浮游动物12种(含1种浮游幼虫), 分为7大类, 其中桡足类种数最多, 为5种; 其次为水母类、糠虾类、涟虫类、端足类、十足类、毛颚类各1种。2013年航次共鉴定出现浮游动物11种, 分为5大类, 其中桡足类种数最多, 为5种; 其次为水母类3种, 糠虾类、涟虫类、毛颚类各1种。本区域内群落结构比较脆弱, 物种丰富度较低, 个体分布比较均匀, 水体属于中度污染。

## 关键词

浮游动物, 生态结构, 洋山

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

洋山港区位于距离上海市南汇区芦潮港 32 公里的浙江省崎岖列岛海区的小洋山岛上, 距国际远洋航道 104 公里, 港区航道全长 67 公里。是离上海最近的具备 15 米以上水深的天然港址; 通过东海跨海大桥与上海综合交通运输网络连接, 可充分发挥上海经济腹地广阔、箱源充足的优势, 将成为世界最大规模集装箱港区之一。

本文根据东海大桥风电场海域的浮游动物及环境因子进行采样调查的结果, 应用相关方法, 研究比较分析了两个夏季浮游动物群落的变化, 通过对浮游动物群落结构的分析, 探讨了东海大桥风电场建设对海域生态环境的影响。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 采样及样品处理

2013 年 5 月在洋山风电场附近水域进行的单个航次的生态环境随机调查。共设 5 个监测点, 各监测点的位置如图 1 所示。其中 F1~F4 为风电场海域站位, F6 为对照站位。

浮游动物采样使用带流量计的浅水 I 型浮游生物网(网长 145 cm, 网口内径 50 cm, 网口面积 0.2 m<sup>2</sup>, 筛绢孔径为 505 μm)自江底至江面进行垂直拖网, 并记录流量计读数。样品采集后用 5% 的福尔马林溶液固定保存, 带回实验室进行鉴定分析。采样及数据计算均按《海洋调查规范》要求执行[1], 参照相关文献[2]进行种属鉴定及计数。

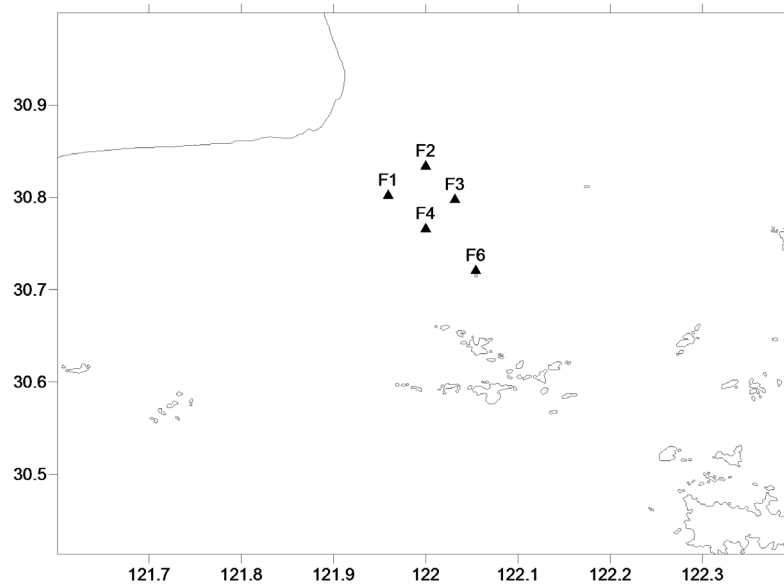
### 2.2. 分析方法和计算公式

根据滤水量, 将浮游动物计数的结果计算成浮游动物的丰度(ind./m<sup>3</sup>), 定量描述浮游动物群落特征的特征参数采用 Shannon-Wiener 多样性指数( $H'$ )、Pielou 均匀度指数( $J'$ ) 和优势度指数( $Y$ ),  $Y$  大于 0.02 的种类为优势种。计算公式分别为:

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

$$J' = H' / \log_2 S \quad (2)$$

$$Y = (n_i / N) \times f_i \quad (3)$$



**Figure 1.** Sea area survey station map of Donghai bridge wind farm (▲F1 - 6 represents the station position)  
**图 1.** 东海大桥风电场海域调查站位图(▲F1~6 表示站位点)

式中,  $H'$  为多样性指数,  $S$  为该站位的物种数,  $P_i$  为第  $i$  种的个数占与该站位总个数的比值,  $d$  为丰富度指数,  $J'$  为均匀度指数。  $n_i$  为某个站位第  $i$  种的个体数,  $f_i$  为该种在各站位出现的频率,  $N$  为所有种的总个体数[3]。使用 Surfer8.0 软件作图, R 统计软件进行数据与相关性分析[4]。

### 3. 结果与分析

#### 3.1. 种类组成

2012 年航次共鉴定出现浮游动物 12 种(含 1 种浮游幼虫), 分为 7 大类, 其中桡足类种数最多, 为 5 种; 其次为水母类、糠虾类、涟虫类、端足类、十足类、毛颚类各 1 种。2013 年航次共鉴定出现浮游动物 11 种, 分为 5 大类, 其中桡足类种数最多, 为 5 种; 其次为水母类 3 种, 糠虾类、涟虫类、毛颚类各 1 种(表 1)。

**Table 1.** Catalog of zooplankton species

**表 1.** 浮游动物种类目录

种类 Species	类群 Groups	2012	2013
拟杯水母科 <i>Phialuciidae</i>	水螅水母 Hydromedusae	+	+
锥形多管水母 <i>Aequorea conica</i>		/	+
球型侧腕水母 <i>Pleurobrachia globosa</i>	栉水母 Ctenophore	/	+
针刺拟哲水蚤 <i>Paracalanus aculeatus</i>	桡足类 Copepoda	+	+
精致真刺水蚤 <i>Enchaeta concinna</i>		/	+
中华胸刺水蚤 <i>Centropages sinensis</i>		+	/

Continued

火腿许水蚤 <i>Schmackeria poplesia</i>		+	+
真刺唇角水蚤 <i>Labidocera euchaeta</i>		+	+
虫肢歪水蚤 <i>Tortanus vermiculus</i>		+	+
长额刺糠虾 <i>Acanthomysis longirostris</i>	糠虾类 Mysidacea	+	+
三叶针尾涟虫 <i>Diastylis tricincta</i>	涟虫类 Ripple insect	+	+
钩虾 <i>Gammarus sp.</i>	端足类 Amphipoda	+	/
中国毛虾 <i>Acetes chinensis</i>	十足类 Decapod	+	/
百陶箭虫 <i>Sagitta bedoti</i>	毛颚动物 Chaetognatha	+	+
仔鱼 <i>Fish larvae</i>	浮游幼体 Pelagic larva	+	/

### 3.2. 生物量及丰度平面分布

2012年航次调查, 浮游动物的平均生物量为  $62.36 \text{ mg/m}^3$  (变化幅度在  $11.59\sim 190.69 \text{ mg/m}^3$  之间)。最大值出现在4号站, 最小值为2号站。丰度平均值为  $28.38 \text{ ind./m}^3$  (变化幅度在  $14.49\sim 41.18 \text{ ind./m}^3$  之间), 最大值出现在4号站, 最小值为2号站(图2~图3)。

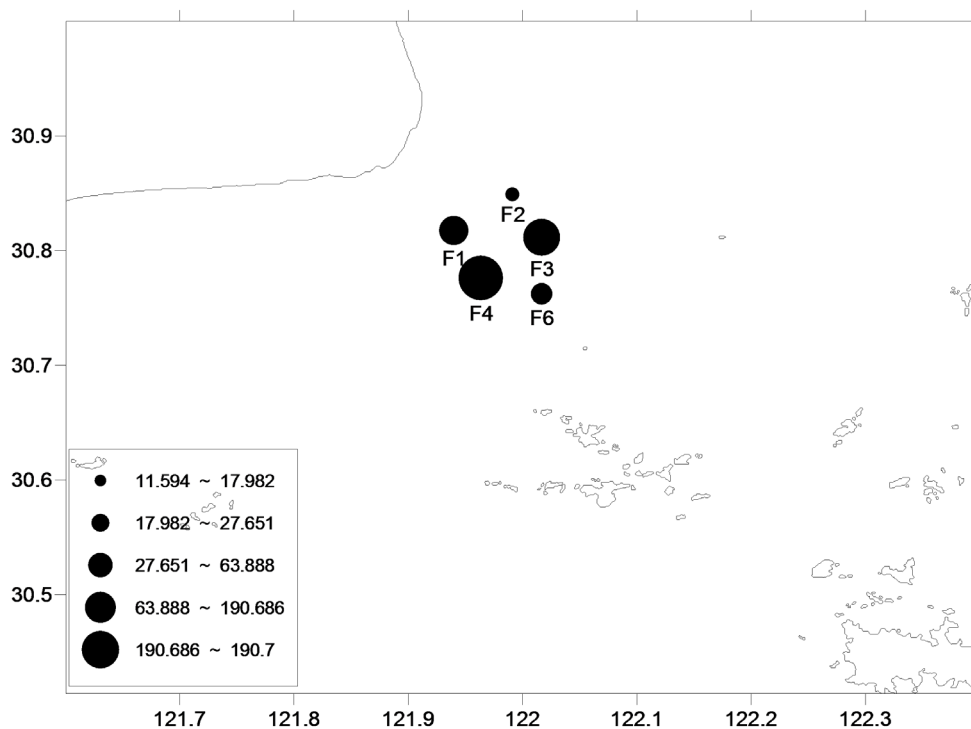
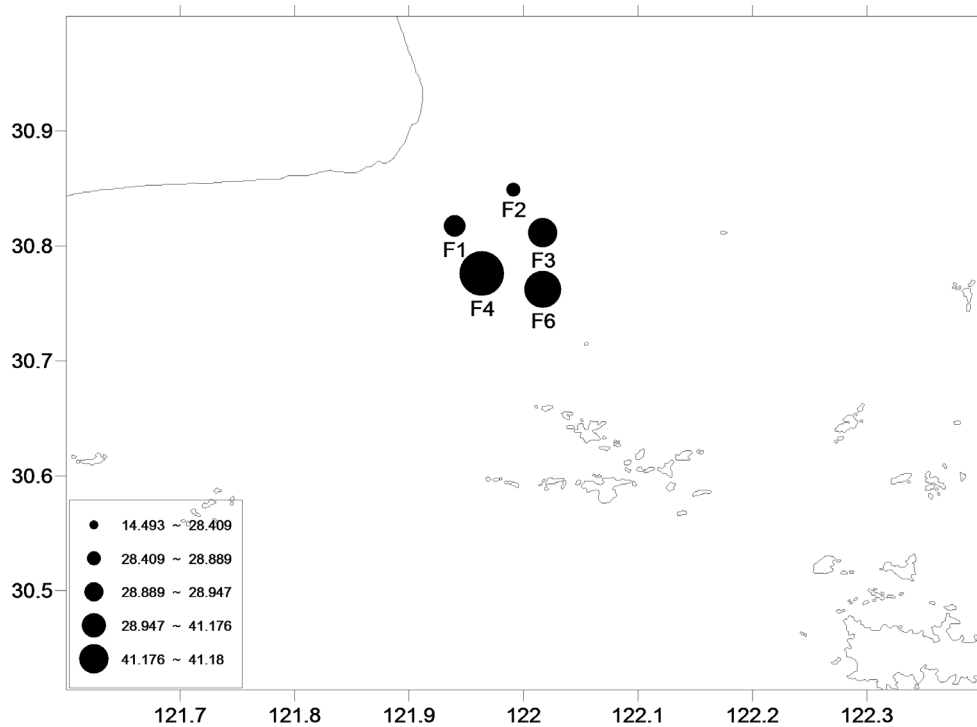


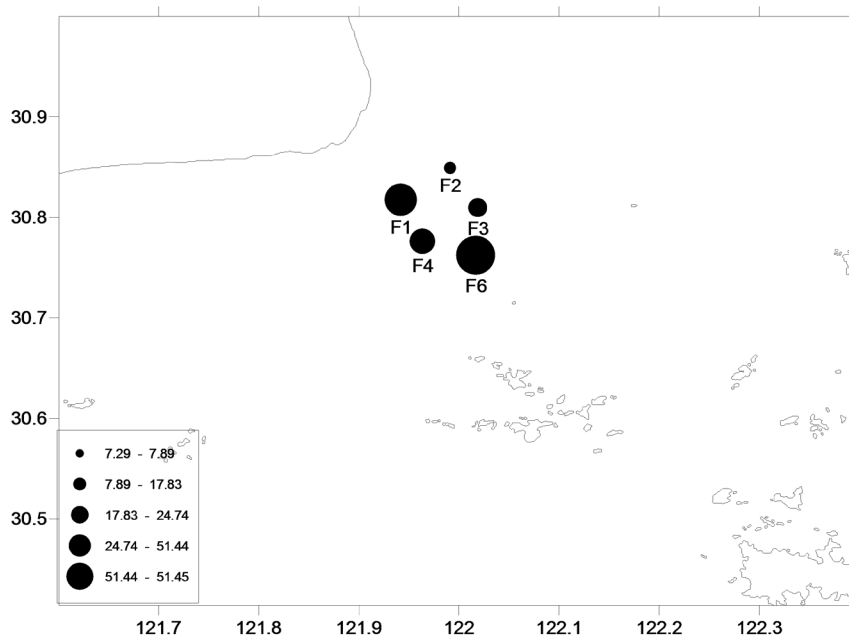
Figure 2. Schematic diagram of zooplankton biomass in 2012 voyage (Unit:  $\text{mg/m}^3$ )

图2. 2012年航次浮游动物生物量示意图(单位:  $\text{mg/m}^3$ )



**Figure 3.** Schematic diagram of zooplankton abundance in the voyage in 2012 (Unit: ind./m<sup>3</sup>)  
**图 3.** 2012 年航次浮游动物丰度示意图(单位: ind./m<sup>3</sup>)

2013 航次调查, 浮游动物的平均生物量为 21.84 mg/m<sup>3</sup> (变化幅度在 7.29~51.45 mg/m<sup>3</sup> 之间)。最大值出现在 6 号站, 最小值为 2 号站。丰度平均值为 6.20 ind./m<sup>3</sup> (变化幅度在 2.19~9.72 ind./m<sup>3</sup> 之间), 最大值出现在 2 号站, 最小值为 3 号站(图 4~图 5)。



**Figure 4.** Schematic diagram of zooplankton biomass in 2013 voyage (Unit: mg/m<sup>3</sup>)  
**图 4.** 2013 年航次浮游动物生物量示意图(单位: mg/m<sup>3</sup>)

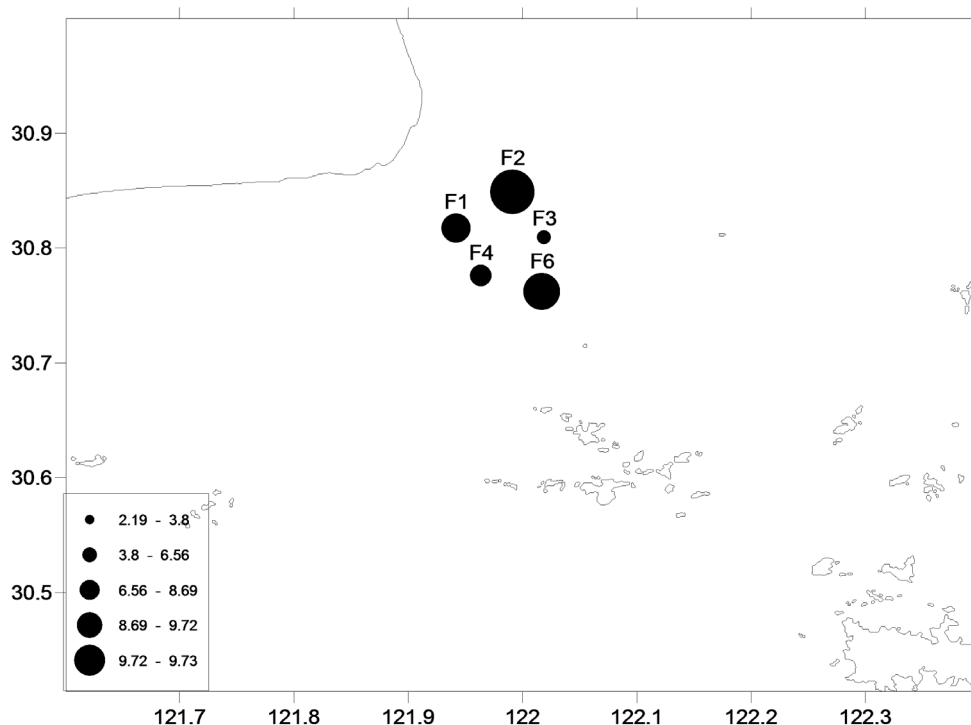


Figure 5. Schematic diagram of zooplankton abundance in the voyage in 2013 (Unit: ind./m<sup>3</sup>)  
 图 5. 2013 年航次浮游动物丰度示意图(单位: ind./m<sup>3</sup>)

### 3.3. 生态类群

本监测海域种类组成和丰度均以低盐近岸生态类型为最主要, 其次为广温广盐生态类型和半咸水河口生态类型, 各类型浮游动物的种类数和丰度在 3 个分海区所占的比例有所不同。东海大桥海域除低盐近岸类型外, 辅以少量的半咸水河口类型; 港区调查海域还出现了一定数量的广温广盐类型种类, 但丰度较低; 航道区广温广盐类型的种数和丰度均明显增加。

1) 半咸水河口生态类型: 该群落分布于受长江、钱塘江径流等影响的河口区, 主要种类有火腿许水蚤(*Schmackeria poplesia*)等, 数量较少。

2) 低盐近岸生态类型: 该类群种类适盐的上限较半咸水河口生态类群为高, 其对盐度变化适应范围约为 10~28, 其出现和数量变动一般受控于沿岸水的影响, 密集区大多出现在江浙沿岸水和东海外海水的混合区内侧。在本调查海域该类群种类和丰度均占居第一位。主要代表种有真刺唇角水蚤、长额刺糠虾等。

3) 广温广盐类型: 该类群浮游动物与热带大洋高温高盐类型相比, 其适温、适盐性较低, 适盐范围在 30 以上。代表种主要有中华哲水蚤(*Calanus sinicus*)等。

### 3.4. 优势种

取优势度  $Y \geq 0.02$  的浮游动物为调查水域的优势种(表 2)。经统计, 2012 年航次调查的优势种有 5 种, 分别是火腿许水蚤、真刺唇角水蚤、中华胸刺水蚤、长额刺糠虾、拟杯水母科; 其中真刺唇角水蚤的优势度最高, 为 0.32, 其次为火腿许水蚤, 优势度为 0.26; 2013 年航次调查的优势种有 5 种, 分别是百陶箭虫、火腿许水蚤、真刺唇角水蚤、长额刺糠虾、球型侧腕水母; 其中真刺唇角水蚤的优势度最高, 为 0.47, 其次为火腿许水蚤, 优势度为 0.26。

**Table 2.** Dominance degree of zooplankton dominant species in wind farm  
**表 2.** 风电场浮游动物优势种优势度

优势种	优势度	
	2012	2013
百陶箭虫	/	0.09
火腿许水蚤	0.26	0.04
真刺唇角水蚤	0.32	0.47
中华胸刺水蚤	0.11	/
长额刺糠虾	0.21	0.04
球型侧腕水母	/	0.10
拟杯水母科	0.03	/

### 3.5. 群落多样性指数

根据 2012 年航次统计分析结果(表 3), 调查水域的多样性指数变化幅度为 2.04~2.44, 均值为 2.24; 均匀度变化幅度为 0.73~0.94, 均值为 0.81; 丰富度变化幅度为 0.75~1.66, 均值为 1.28; 单纯度变化幅度为 0.22~0.31, 均值为 0.26。调查水域多样性指数较高, 表明物种丰富度较高, 个体分布比较均匀, 群落结构比较稳定; 调查区域水体污染较轻。

根据 2013 年航次统计分析结果, 调查水域的多样性指数变化幅度为 1.37~2.47, 均值为 1.91; 均匀度变化幅度为 0.74~0.86, 均值为 0.82; 丰富度变化幅度为 1.52~2.24, 均值为 1.79; 单纯度变化幅度为 0.23~0.44, 均值为 0.33。调查水域多样性指数较高, 表明物种丰富度较高, 个体分布比较均匀, 群落结构比较稳定; 调查区域水体污染较轻(表 3)。

**Table 3.** Analysis index and amplitude change of zooplankton diversity in surveyed waters  
**表 3.** 调查水域浮游动物多样性分析指标及幅度变化

	2012		2013	
	指标值	范围	指标值	范围
单纯度 $C$	0.26	0.22~0.31	0.33	0.23~0.44
多样性 $H'$	2.24	2.04~2.44	1.91	1.37~2.47
均匀度 $e$	0.81	0.73~0.94	0.82	0.74~0.86
丰富度 $d$	1.28	0.75~1.66	1.79	1.52~2.24

## 4. 结论

本次调查水域 2012 年航次共鉴定出现浮游动物 12 种(含 1 种浮游幼虫), 分为 7 大类, 其中桡足类种数最多, 为 5 种; 其次为水母类、糠虾类、涟虫类、端足类、十足类、毛颚类各 1 种。2013 年航次共鉴定出现浮游动物 11 种, 分为 5 大类, 其中桡足类种数最多, 为 5 种; 其次为水母类 3 种, 糠虾类、涟虫类、毛颚类各 1 种。群落数量变化不大。总生物量及平均丰度为都降低。两个航次都出现优势种为 3 种, 分别为火腿许水蚤、真刺唇角水蚤、长额刺糠虾, 优势种变化不大。

从整个航次来看, 根据 2012 年航次统计分析结果, 调查水域的多样性指数均值为 2.24, 均匀度均值为 0.81, 丰富度均值为 1.28, 单纯度均值为 0.26, 调查水域多样性指数较高, 表明物种丰富度较高, 个

体分布比较均匀, 群落结构比较稳定。

根据 2013 年航次统计分析结果, 调查水域的多样性指数均值为 1.91, 均匀度均值为 0.82, 丰富度均值为 1.79, 单纯度均值为 0.33。调查水域多样性指数较高, 表明物种丰富度较高, 个体分布比较均匀, 群落结构比较稳定; 调查区域水体污染较轻。总的来说, 物种丰富度 2013 年较高, 但整体水质污染不严重, 物种数量呈增加趋势。但是, 单个航次, 数据量少, 没有季节变化。要进一步明确该变化趋势, 需增加航次及年度调查量, 因此需要加紧采样密度。

## 参考文献

- [1] 国家技术监督局. 海洋调查规范(GB/T 12763) [S]. 北京: 中国标准出版社, 1991.
- [2] 郑重, 李少菁, 许振祖. 海洋浮游生物学[M]. 北京: 海洋出版社, 1984.
- [3] 沈国英, 施并章. 海洋生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 158-162.
- [4] 薛毅, 陈立萍. 统计建模与 R 软件[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006: 544-553.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2324-7967, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [ije@hanspub.org](mailto:ije@hanspub.org)