

泉州湾大型底栖生物群落生态

李荣冠, 王建军, 郑成兴, 郑凤武, 黄翔玲, 林俊辉, 江锦祥

(国家海洋局第三海洋研究所, 厦门 361005)

摘要:泉州湾大型底栖生物有 256 种, 其中多毛类 66 种, 软体动物 74 种, 甲壳动物 77 种, 棘皮动物 12 种和其他动物 27 种。多毛类、软体动物和甲壳动物占总种数的 84.76%, 三者构成大型底栖生物的主要类群。春季、夏季、秋季和冬季 4 个季节平均生物量为 $23.13\text{g}/\text{m}^2$, 平均栖息密度为 $144\text{个}/\text{m}^2$ 。数量组成, 生物量以软体动物居首位 $10.28\text{g}/\text{m}^2$, 棘皮动物居第二位 $5.44\text{g}/\text{m}^2$; 栖息密度以软体动物占第一位 $78\text{个}/\text{m}^2$, 多毛类占第二位 $37\text{个}/\text{m}^2$ 。泉州湾大型底栖生物主要有 2 个群落: 群落 I, 丝鳃稚齿虫-光滑河篮蛤-纹尾长眼虾群落; 群落 II, 中蛭虫-光滑河篮蛤-模糊新短眼蟹群落。泉州湾大型底栖生物群落出现一定扰动, 主要在于群落的季节演替。

关键词:泉州湾; 大型底栖生物; 群落; 生态

文章编号:1000-0933(2006)11-3562-10 **中图分类号:**Q178 **文献标识码:**A

The ecology of macrobenthos community in Quanzhou Bay, Fujian Province

LI Rong-Guan, WANG Jian-Jun, ZHENG Cheng-Xing, ZHENG Feng-Wu, HUANG Xiang-Ling, LIN Jun-Hui, JIANG Jin-Xiang (Third Institute of Oceanography, SOA, Xiamen 361005, China). Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(11): 3562 ~ 3571.

Abstract: Nine stations were established to investigate the macrobenthos in Quanzhou bay in May, August, November of 2001 and February of 2002. Samples were collected by a grab with an area of 0.05m^2 , five times in each station. Samples were washed with a WSB model macrobenthos whirler and isolated by using a sieve set of 1mm and 0.5mm mesh to isolate specimens. Treatment and storage of specimens followed the national standard detailed in the Specification for Oceanographic Survey. Margalef's species richness index (d), Shannon-Wiener information index diversity (H'), Pielou's evenness index (J) and Simpson's dominance index (D) of species were calculated respectively; the community was divided according to cluster analysis by Bray-Curtis's similarity coefficient and multidimensional scaling ordination; the community was analyzed by Abundance Biomass Comparison (ABC) method, and data were processed by computers. In Quanzhou bay 256 species were identified in the macrobenthos, among which there were 66 species of Polychaeta, 74 species of Mollusca, 77 species of Crustacea, 12 species of Echinodermata, and 27 other species. Species belonging to Polychaeta, Mollusca and Crustacea account for 84.76% of the total species, thus constituting the main population of macrobenthos. The dominant species includes *Prionospio malmgreni*, *Sthenolepis japonica*, *Lumbrineris* sp., *Patamocorbula laevis*, and *Neoxenophthalmus obscurus*. In spring, summer, autumn and winter, the average biomass is $23.13\text{g}/\text{m}^2$, and the average inhabiting density is $144\text{inds.}/\text{m}^2$. As to the quantity composition, mollusks have the greatest biomass ($10.28\text{g}/\text{m}^2$) followed by echinoderms ($5.44\text{g}/\text{m}^2$) mollusks also have the greatest the inhabiting density ($78\text{inds.}/\text{m}^2$) followed by species of Polychaeta ($37\text{inds.}/\text{m}^2$). As to the seasonal change of quantity composition, the biomass in spring ($34.22\text{g}/\text{m}^2$) > that in winter ($29.96\text{g}/\text{m}^2$) > that in summer ($16.14\text{g}/\text{m}^2$) > that in autumn ($12.21\text{g}/\text{m}^2$); the inhabiting density in summer ($235\text{inds.}/\text{m}^2$) > that in spring ($197\text{inds.}/\text{m}^2$) > that in autumn ($74\text{inds.}/\text{m}^2$) > that in winter ($68\text{inds.}/\text{m}^2$). In respect of the quantity composition, mollusks have the greatest biomass in spring and summer by $18.76\text{g}/\text{m}^2$ and $10.94\text{g}/\text{m}^2$ respectively,

基金项目:福建港湾生态容量研究资助项目

收稿日期:2005-12-27; **修订日期:**2006-07-04

作者简介:李荣冠(1951~),男,福建人,研究员,从事海洋生态研究. E-mail: Lrg19999@sina.com.cn

Foundation item: The project was financially supported by ecological capacity at the estuary and bay in Fujian

Received date: 2005-12-27; **Accepted date:** 2006-07-04

Biography: LI Rong-Guan, Professor, mainly engaged in marine ecology. E-mail: Lrg19999@sina.com.cn

whereas the biomass of echinoderms is the greatest in autumn and winter by 5.94g/m^2 and 15.50g/m^2 respectively; mollusks have the highest inhabiting density in spring and summer by 126 inds./m^2 and 171 inds./m^2 respectively, whereas species of Polychaeta have the highest inhabiting density in autumn and winter.

Two communities contribute to Macrobenthos in Quanzhou bay. community : *Prionospio malmgreni*-*Patamocorbula laevis*-*Ogyrides striaticauda* and community : *Mediomastus californiensis*-*Patamocorbula laevis*-*Neoxenophthalmus obscurus*. For community , species abundance ($d = 3.1473$) and diversity ($H' = 2.2162$) are higher than those for community ($d = 1.6981$ and $H' = 1.1419$), evenness ($J = 0.7637$) is higher than that for community ($J = 0.4229$), dominance ($D = 0.1476$) is higher than that for community ($D = 0.1302$). The accumulative dominance of biomass for community and reaches 82 % and 65 % respectively, and the accumulative dominance of abundance for these two communities reaches 60 % and 55 % respectively. Especially, in stations Q1, Q2, and Q3, the combined k-dominance curves for abundance and biomass of community show intersection and inversion, indicating a poor habitat, low biomass and inhabiting density, and uneven distribution of quantity inside the bay. In station Q2, the accumulative dominance of abundance and biomass amounts up to 88 % and 94 % respectively, which may be attributable to biomass (140.95g/m^2) and inhabiting density (490 inds./m^2) of *Patamocorbula laevis*. To sum up, fluctuation in the communities of macrobenthos in Quanzhou bay is mainly caused by the seasonal succession.

Key words: Quanzhou bay; macrobenthos; community; ecology

近年来,随着经济开发力度的不断加强,沿海河口与海湾承受着巨大的环境压力。泉州湾位于福建东南沿海泉州经济发达的地区,大量工业区的兴起和港工、码头的开发、建设以及船舶的来往将对泉州湾海洋生态环境构成一定的影响。大型底栖生物作为监测和评价港湾海洋生态环境质量的一个重要指标,本文试图通过大型底栖生物的物种组成、数量时空变化和群落结构等方面的研究,分析泉州湾海洋生态的现状及其变化趋势,为海洋经济可持续发展提供科学依据。

1 自然环境特征

泉州湾于福建省东南部沿海,东北侧为惠安县、西北侧为泉州市、西南侧为晋江市、东南侧为石狮市。湾口向东敞开,北起惠安县下洋村岸边, ($24^{\circ}51'21''\text{N}$, $118^{\circ}46'30''\text{E}$),南至石狮市祥芝角, ($24^{\circ}48'50''\text{N}$, $118^{\circ}46'50''\text{E}$),口门宽 8.9km ,口门中部有大、小坠岛横亘,属开敞式海湾。泉州湾岸线曲折,总长度为 80.18km 。海湾面积为 128.18km^2 ,其中滩涂面积 80.42km^2 ,水域面积 47.46km^2 。湾内最大水深为 24km ,湾口有拦门沙坝发育。

泉州湾属正规半日潮,最大潮差 6.68m ,最小潮差 1.22m ,平均潮差 4.27m 。平均大、中、小潮的高、低潮容潮量分别为 1.540×10^9 、 $1.207 \times 10^9\text{m}^3$ 和 $0.820 \times 10^9\text{m}^3$,大、中、小潮时海水的半交换期分别为 1.9 、 2.4d 和 3.6d 。多年平均气温 20.4 ,7 月份最热 28.3 ,1、2 月份最冷平均 11.9 。秋季水温 $23.96 \sim 28.08$,平均 25.80 ;冬季月水温 $12.2 \sim 13.7$,平均 12.8 。多年平均降雨量 1095.4mm ,最多年平均降雨量 1600.8mm ,最少年平均降雨量 815.3mm 。多年平均相对湿度 78% ,月最大相对湿度 91% ,月最小相对湿度 52% 。秋季盐度的测值范围 $19.011 \sim 34.138$,平均 28.916 ;冬季盐度的测值范围 $18.595 \sim 30.082$,平均 25.335 ,在湾口表、底层盐度变化不大,在河口底层明显高于表层。

泉州湾沉积物类型比较复杂,主要粗砂、中粗砂、中砂、细砂、砂、粘土质粉砂、粉砂质粘土、砂-粉砂-粘土等 9 种类型。

2 材料与方法

本文根据 2001 年 5 月、8 月、11 月和 2002 年 2 月泉州湾大型底栖生物调查资料整理而成,且参考了 1988 年 9 月、1989 年 1 月的有关资料。在泉州湾共布设 9 个调查站位(图 1),每站采用 0.05m^2 采泥器取样 5 次。样品经《WSB》底栖生物涡旋器分离,经 1mm 和 0.5mm 套筛淘洗,由于第 8 个站位底质为粗沙,未采集到生物,9 个站位有数据的实际为 8 个站位。采样和标本处理按国标 GB12763.6-91《海洋调查规范》。

群落划分应用 Bray-Curtis 相似性系数聚类分析和多维尺度排序(Multidimensional scaling ordination),群落分

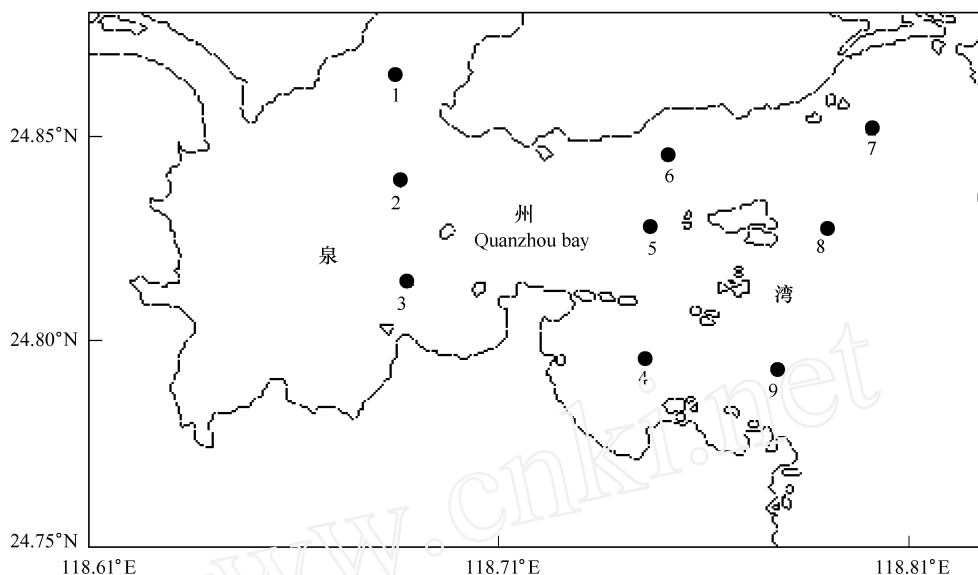


图1 大型底栖生物调查站位

Fig.1 Sampling stations of macrobenthos

析采用丰度生物量比较法,物种丰度值(d)、多样性值(H')、均匀度值(J)和优势度值(D)的计算分别采用香农-威纳信息指数(Shannon-Wiener information index): $H' = - \sum (P_i \times \log P_i)$, 其中 P_i 为样品中第 i 种的个体数占该样品总个体数之比(e 为底); 种丰富度指数(Margalef's species richness): $d = (S - 1) / \ln N$, 其中 S 为样品包含的种数, N 为总个体数; 均匀度指数(Pielou's evenness): $J' = H' / \ln S$, 其中 H' 为香农-威纳信息指数, S 为样品包含的种数; 辛普森优势度指数(Simpson's dominance): $1 - \lambda' = 1 - \left\{ \sum N_i(N_i - 1) \right\} / \{N(N - 1)\}$, 其中 N_i 是样品中第 i 种的个体数, N 为该样品的总个体数等, 数据经微机处理^[1-4]。

3 结果

3.1 物种多样性

3.1.1 物种组成 泉州湾大型底栖生物已鉴定有 256 种, 其中多毛类 66 种, 软体动物 74 种, 甲壳动物 77 种, 棘皮动物 12 种和其他动物 27 种。多毛类、软体动物和甲壳动物占总种数的 84.76%, 三者构成大型底栖生物的主要类群(图 2)。

3.1.2 种数分布 泉州湾大型底栖生物种数分布不均匀。在定量取样站, 春季种数最多的水域 20 种, 最少的仅 7 种。在 8 个有数据的测站中, 1~5 种的站有 3 个, 6~10 种的站有 5 个; 夏季 6~10 种的站有 5 个, 11~25 种的站有 3 个(图 3); 秋季 1~5 种的站有 4 个, 6~10 种的站有 2 个, 11~25 种的站有 1 个, 种数最多的水域位于调查海区中部(图 4)。

3.1.3 优势种及其分布 泉州湾大型底栖生物优势种主要有: 丝鳃稚齿虫 (*Prionospio malmgreni*)、日本强鳞虫 (*Sthenolepis japonica*)、索沙蚕 (*Lumbrineris* sp.)、光滑篮蛤 (*Patamocorbula laevis*) 和模糊新短眼蟹 (*Neoxenopthalmus obscurus*) 等。

泉州湾大型底栖生物丝鳃稚齿虫, 出现率不高, 主要分布在湾口。日本强鳞虫, 出现率较高, 主要分布在调查海区中部和湾口。索沙蚕, 出现率最高, 几乎遍布整个调查水域。光滑篮蛤, 出现率高, 遍布整个调查水

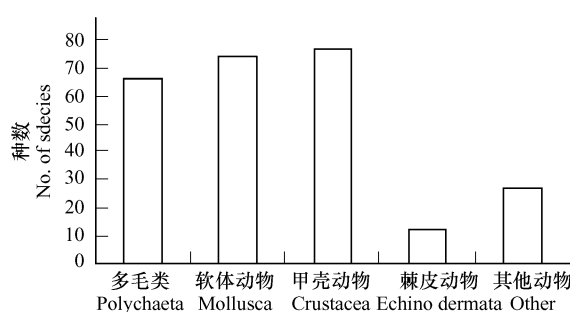


图2 大型底栖生物物种组成

Fig.2 Species composition of macrobenthos

域。模糊新短眼蟹,出现率高,遍布整个调查水域(图 4)。泉州湾大型底栖生物常见经济种有 57 种(表 1)。

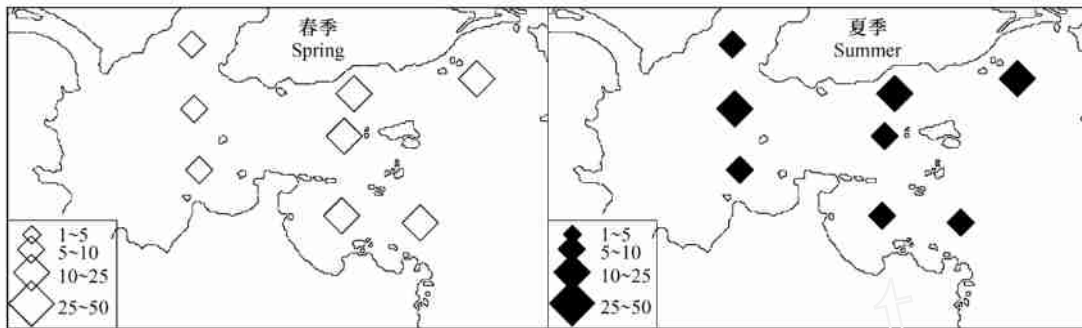


图 3 春、夏季大型底栖生物种数分布(种/站)

Fig. 3 Species number of macrobenthos at different sampling station in spring and summer (No. of species/station)

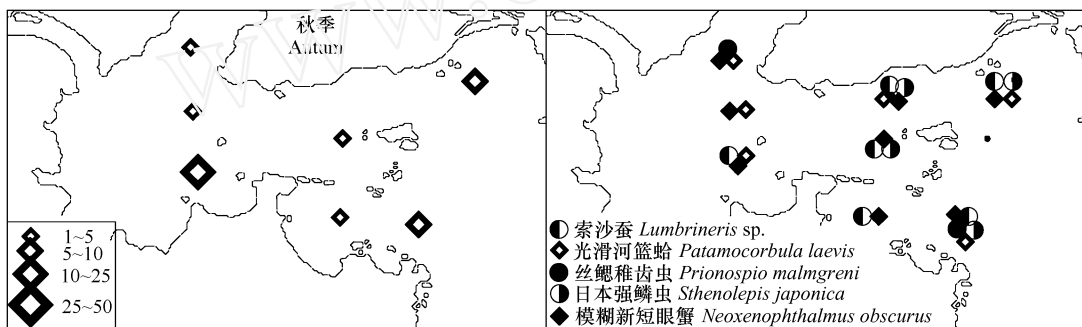


图 4 大型底栖生物秋季种数(种/站)和优势种分布

Fig. 4 Species number of macrobenthos at different sampling station in autumn (No. of species/station) and distribution of dominant species

3.2 数量时空分布

3.2.1 数量组成 泉州湾大型底栖生物平均生物量为 23.13g/m^2 , 平均栖息密度为 144个/m^2 。数量组成,生物量以软体动物居首位 10.28g/m^2 , 棘皮动物居第二位 5.44g/m^2 ; 栖息密度以软体动物占第一位 78个/m^2 , 多毛类占第二位 37个/m^2 (表 2)。

3.2.2 数量分布与季节变化 泉州湾大型底栖生物数量分布不均匀。春季,生物量有 2 个高区,位于调查区域北部湾底和北部湾口,分别达 160.50g/m^2 和 112.40g/m^2 ,在湾中部较低,介于 $0\sim 5.00\text{g/m}^2$; 栖息密度有 2 个高区,位于调查区域北部湾底和北部湾口,分别达 525个/m^2 和 630个/m^2 ,湾中部大多介于 $50\sim 250\text{个/m}^2$,湾口中部最低介于 $0\sim 10\text{个/m}^2$ (图 5)。

夏季,生物量有 1 个高区,位于北部湾底,达 100.45g/m^2 ; 余下水域大多介于 $0\sim 5.00\text{g/m}^2$ 。栖息密度,最高出现在北部湾底 (1485个/m^2),最低出现在湾口中部,介于 $0\sim 10\text{个/m}^2$ (图 6)。

秋季,生物量普遍较低,高区位于调查区域中部,最高仅 7.90g/m^2 ; 其余水域大多为 $0.00\sim 5.00\text{g/m}^2$ 。栖息密度,最高出现在调查区中部 (65个/m^2),最低区主要分布在北部湾底和湾口中部,为 $0\sim 10\text{个/m}^2$ (图 7)。

泉州湾大型底栖生物数量组成季节变化,生物量以春季 (34.22g/m^2) 大于冬季 (29.96g/m^2) 大于夏季 (16.14g/m^2) 大于秋季 (12.21g/m^2); 栖息密度以夏季 (235个/m^2) 大于春季 (197个/m^2) 大于秋季 (74个/m^2) 大于冬季 (68个/m^2)。数量组成,生物量春季和夏季以软体动物居首位分别为 18.76g/m^2 和 10.94g/m^2 ,秋季和冬季以棘皮动物居首位分别为 5.94g/m^2 和 15.50g/m^2 ; 栖息密度春季和夏季以软体动物居首位分别为 126个/m^2 和 171个/m^2 ,秋季和冬季以多毛类占第一位(表 3, 4)。

3.3 群落

表 1 大型底栖生物常见经济种

Table 1 Common economic species of macrobenthos

中锐吻沙蚕 <i>Glycera rouxii</i> Aud. et M. Edw.	脊尾白虾 <i>Exopalaemon carinicauda</i> (Holthuis)
长吻吻沙蚕 <i>G. chirori</i> Izuka	葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i> (Yu)
纳加索沙蚕 <i>Lumbrineris nagae</i> Gallardo	鲜明鼓虾 <i>Alpheus distinguendus</i> de Man
异足索沙蚕 <i>L. heteropoda</i> (Marenzeller)	刺螯鼓虾 <i>A. hoplocheles</i> Coutiere
薄云母蛤 <i>Yoldia similis</i> Kuroda et Habe	短脊鼓虾 <i>A. brevicristatus</i> de Haan
结蚶 <i>Tegillarca nodifera</i> (v. Martens)	鞭腕虾 <i>Lysmata vittata</i> (Stimpson)
美女白樱蛤 <i>Macoma (Psammacoma) candida</i> (Lamarck)	日本美人虾 <i>Callinassa japonica</i> Ortmann
短竹蛏 <i>Solen dunkerianus</i> Clessin	伍氏蝼蛄虾 <i>Upogebia wuhsienweni</i> Yu
波纹巴非蛤 <i>Paphia (Paratapes) undulata</i> (Born)	银光梭子蟹 <i>Portunus argentatus</i> (White)
棒锥螺 <i>Turritella bacillum</i> Kiener	矛形梭子蟹 <i>P. hastatoides</i> (Fabricius)
斑玉螺 <i>Natica tigrina</i> (Roding) [<i>N. maculosa</i>]	纤手梭子蟹 <i>P. gracilimanus</i> (Stimpson)
伶仃榧螺 <i>Oliva mustellina</i> Lamarck	锯缘青蟹 <i>Scylla serrata</i> (Forsk.)
中华管鞭虾 <i>Solenocera crassicornis</i> (H. Milne Edwards)	变态蟳 <i>Charybdis variegata</i> (Fabricius)
扁足异对虾 <i>Atypopenaeus stenodactylus</i> (Stimpson)	日本蟳 <i>C. japonica</i> (A. Milne Edwards)
须赤虾 <i>Metapenaeopsis barbata</i> (de Haan)	锈斑蟳 <i>C. feriatius</i> (Linnaeus)
鹰爪虾 <i>Trachypenaeus curvirostris</i> (Stimpson)	双斑蟳 <i>C. bimaculata</i> (Miers)
日本对虾 <i>Penaeus (Marsupenaeus) japonicus</i> Bate	口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i> (de Haan)
长毛对虾 <i>P. (F.) penicillatus</i> Alcock	断脊口虾蛄 <i>O. interrupta</i> (Kemp)
刀额新对虾 <i>Metapenaeus ensis</i> (de Haan)	尖吻蛇鳎 <i>Ophichthus apicalis</i> (Bennett)
周氏新对虾 <i>M. joyneri</i> (Miers)	中华海鲇 <i>Arius sinensis</i> (Lacépède)
哈氏仿对虾 <i>Parapenaeopsis hardwickii</i> (Miers)	多鳞鲷 <i>Sillago sihama</i> (Forsk.)
细巧仿对虾 <i>P. tenella</i> (Bate)	皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belengeri</i> (Cuvier et Valenciennes)
刀额仿对虾 <i>P. cultrirostris</i> (Alcock)	小鳞沟鲯虎鱼 <i>Oxyuri microlepis</i> (Bleeker)
角突仿对虾 <i>P. cornuta</i> (Kishinouye)	中华舌鲷 <i>Cynoglossus sinicus</i> Wu
日本毛虾 <i>Acetes japonicus</i> Kishinouye	黑尾舌鲷 <i>C. melampetalus</i> (Richardson)
细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i> Stimpson	短吻舌鲷 <i>C. joyneri</i> Günther
猛细螯虾 <i>L. pugnax</i> de Man	短吻三线舌鲷 <i>C. abbreviatus</i> (Gray)
东方长眼虾 <i>Ogyrides orientalis</i> (Stimpson)	横纹东方鲀 <i>Fugu oblongus</i> (Bloch)
纹尾长眼虾 <i>O. striaticauda</i> Kemp	

表 2 大型底栖生物数量组成

Table 2 Composition of biomass and density of macrobenthos

数量 Quantity	多毛类 Polychaeta	软体动物 Mollusca	甲壳动物 Crustacea	棘皮动物 Echinodermata	其他动物 Others	合计 Sum
生物量 Biomass(g/m ²)	5.20	10.28	1.83	5.44	0.37	23.13
密度 Density(ind./m ²)	37	78	21	4	3	144

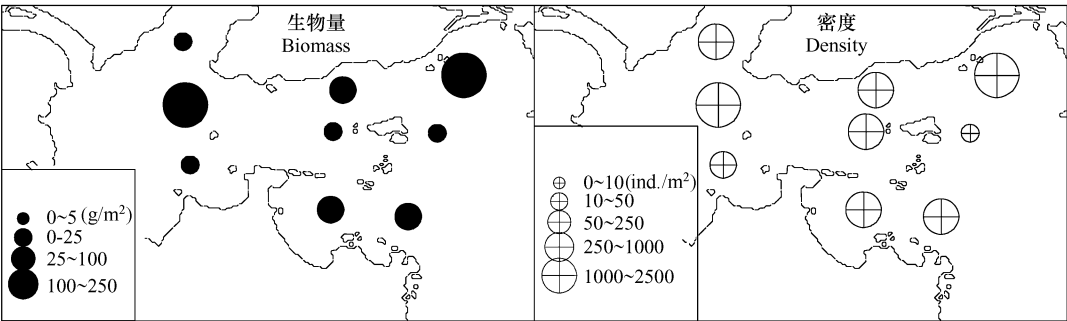


图 5 春季大型底栖生物数量分布

Fig. 5 Biomass(g/m²) and density(ind./m²) of macrobenthos at different sampling station in spring

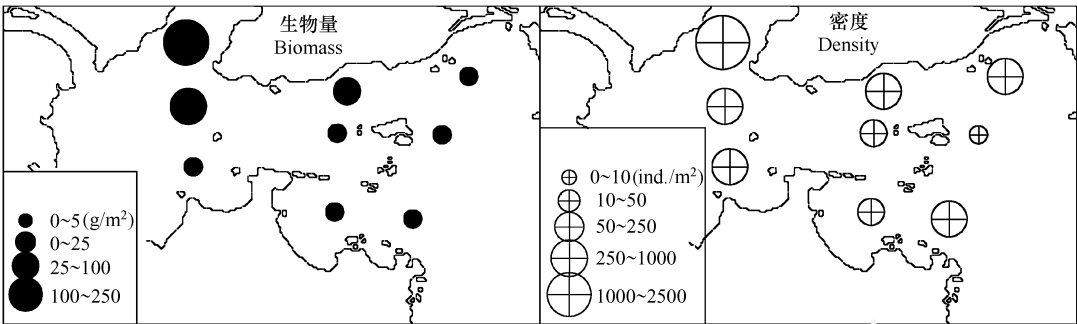


图 6 夏季大型底栖生物数量分布

Fig. 6 Biomass and density of macrobenthos at different sampling station in summer

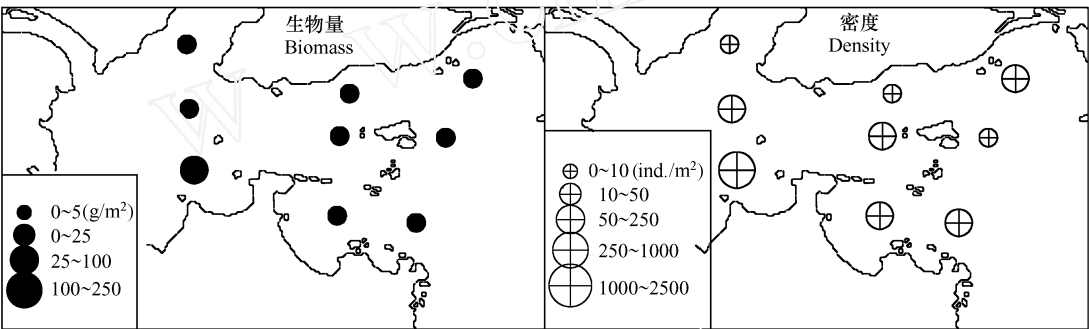


图 7 秋季大型底栖生物数量分布

Fig. 7 Biomass and density of macrobenthos at different sampling station in autumn

表 3 大型底栖生物生物量(g/m²) 季节变化

Table 3 Seasonal variation of biomass (g/m²) of macrobenthos						
季节 Seasonal	多毛类 Polychaeta	软体动物 Mollusca	甲壳动物 Crustacea	棘皮动物 Echinodermata	其他动物 Others	合计 Sum
春季 Spring	12. 64	18. 76	2. 24	0. 33	0. 25	34. 22
夏季 Summer	2. 23	10. 94	2. 78	0	0. 18	16. 14
秋季 Autum	1. 42	2. 65	1. 37	5. 94	0. 85	12. 21
冬季 Winter	4. 53	8. 79	0. 93	15. 50	0. 21	29. 96

表 4 泉州湾大型底栖生物栖息密度(ind./m²) 季节变化

Table 4 Seasonal variation of density (ind./m²) of macrobenthos						
季节 Seasonal	多毛类 Polychaeta	软体动物 Mollusca	甲壳动物 Crustacea	棘皮动物 Echinodermata	其他动物 Others	合计 Sum
春季 Spring	50	126	15	2	4	197
夏季 Summer	28	171	32	0	4	235
秋季 Autum	28	12	25	7	3	74
冬季 Winter	43	3	13	7	2	68

3.3.1 群落类型 由于第 8 个测站底质为粗沙,未采集到生物,9 个测站有数据的实际为 8 个站位。按照 Bray-Curtis 相似性系数聚类分析和多维尺度排序,泉州湾大型底栖生物主要有 2 个群落:群落 ,丝鳃稚齿虫-光滑河篮蛤-纹尾长眼虾 (*Ogyrides striaticauda*) 群落;群落 ,中蚓虫 (*Mediomastus californiensis*)-光滑河篮蛤-模糊新短眼蟹群落(图 8,9)。

3.3.2 群落结构

群落，丝鳃稚齿虫-光滑河篮蛤-纹尾长眼虾群落。该群落位于泉州湾西北部和南部湾口，水深 1.4 ~ 22m，底质主要泥、泥砂和砂泥。主要种丝鳃稚齿虫，出现率不高，数量不大，春季最大生物量为 0.60g/m^2 ，栖息密度为 45个/m^2 。优势种光滑篮蛤，出现率高，数量大，春季最大生物量和栖息密度分别达 140.95g/m^2 和 490个/m^2 ；夏季高达 45.75g/m^2 和 1200个/m^2 。纹尾长眼虾，出现率较高，数量不大，个体小，春季最大生物量和栖息密度分别为 0.20g/m^2 和 10个/m^2 ；夏季最大生物量为 11.10g/m^2 和 15个/m^2 ；其他主要种和习见种有，中蛎虫、日本强鳞虫、稚虫 (*Aonides* sp.)、背蛎虫 (*Notomastus latericeus*)、细毛尖锥虫 (*Scoloplos gracilis*)、异蛎虫 (*Heteromastus filiformis*)、梯毛虫 (*Scalibregma inflatum*)、花冈钩毛虫 (*Sigambra hanaokai*)、侧理蛤 (*Theora lata*)、钐螺 (*Zeuxis* sp.)、微黄镰玉螺 (*Lunatica gilva*)、西格织纹螺 [*Nassarius* (*Zeuxis*) *siquijorensis*]、团结蛤 (*Abra* sp.)、极地蚤钩虾 (*Pontocrates altamarimus*)、同掌华眼钩虾 (*Sinoedicerus homopatmutus*)、中华近方蟹 (*Hemigrapsus sinensis*) 和阳遂足 (*Amphiura* sp.) 等。

群落，中蛎虫-光滑河篮蛤-模糊新短眼蟹群落。该群落位于泉州湾中部和北部湾口，水深 7 ~ 18m，底质主要为泥。主要种中蛎虫，主要分布在调查海区中部，出现率较高，春季最大生物量为 20.40g/m^2 ，最大栖息密度为 25个/m^2 。优势种光滑河篮蛤，主要分布在湾口北部，出现率不高，栖息密度大，最大生物量为 6.65g/m^2 ，最大栖息密度高达 510个/m^2 。模糊新短眼蟹，出现率较高，春季最大生物量为 5.00g/m^2 ，最大栖息密度 30个/m^2 。该群落的特点，物种少，数量低。其他主要种和习见种有，双鳃内卷齿蚕 (*Aglaophamus dibranchis*)、日本强鳞虫、索沙蚕、弦毛内卷沙齿蚕 (*Aglaophamus lyrochaeta*)、多齿全刺沙蚕 (*Nectoneanthes maltignatha*)、卷吻沙蚕 (*Nephtys* sp.)、马氏独毛虫 (*Tharyx marioni*)、金星蝶铰蛤 (*Trigonothracia jinxingae*)、线纹玉螺 (*Natica lineata*)、西格织纹螺、圆筒原盒螺 (*Eocylichna braunsi*)、薄云母蛤、截镜蛤 [*Dosinia* (*Phacosoma*) *truncata*]、葛氏胖钩虾 (*Urothoe grimaldii*)、颗粒六足蟹 (*Hexapus granuliferus*)、日本美人虾 (*Callinassa japonica*)、尖尾细螯虾 (*Leptochela aculeocaudata*)、滩栖阳遂足 (*Amphiura vadicola*) 和光滑倍棘蛇尾 (*Amphioplus laevis*) 等 (图 10)。

3.3.3 群落多样性特征值 泉州湾大型底栖生物群落，物种丰度值 (d) 3.1473 和物种多样性值 (H) 2.2162 分别较群落 (1.6981 和 1.1419) 高，均匀度值 (J) 0.7637 较群落 (0.4229) 高，优势度值 (D) 0.1476，较群落 (0.1302) 高。群落，(d) 值以 Q1 站位最高 (3.9275)，Q9 站位最低 (1.5567)；(H) 值以 Q1 站位最高 (2.6450)，Q9 站位最低 (1.1965)；(J) 值以 Q3 站位最高 (0.9037)，Q9 站位最低 (0.4865)；(D) 值以 Q9 站位最高 (0.2036)，Q3 站位最低 (0.1115)。群落，(d) 值以 Q5 站位最高 (2.2620)，(H) 值以 Q4 站位最高 (1.6250)，(J) 值以 Q4 站位最高 (0.5850)，(D) 值以 Q5 站位最高 (0.2131)，余各参数值见 (表 5)。

3.3.4 群落的稳定性 泉州湾大型底栖生物群落和群落 物种丰度生物量复合 k -优势度和部分优势度曲线不交叉、不翻转、不重叠，生物量优势度曲线始终位于丰度上方 (图 11)。但群落和群落 生物量累积优

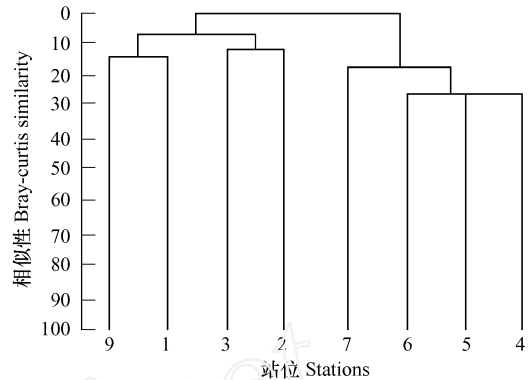


图 8 取样站位相似性聚类

Fig. 8 Dendrogram for hierarchical clustering of sampling stations

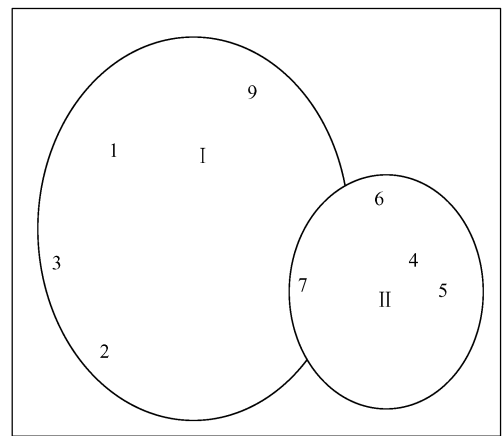


图 9 取样站位多维尺度排序

Fig. 9 Ordination of sampling stations by multi-dimensional scaling

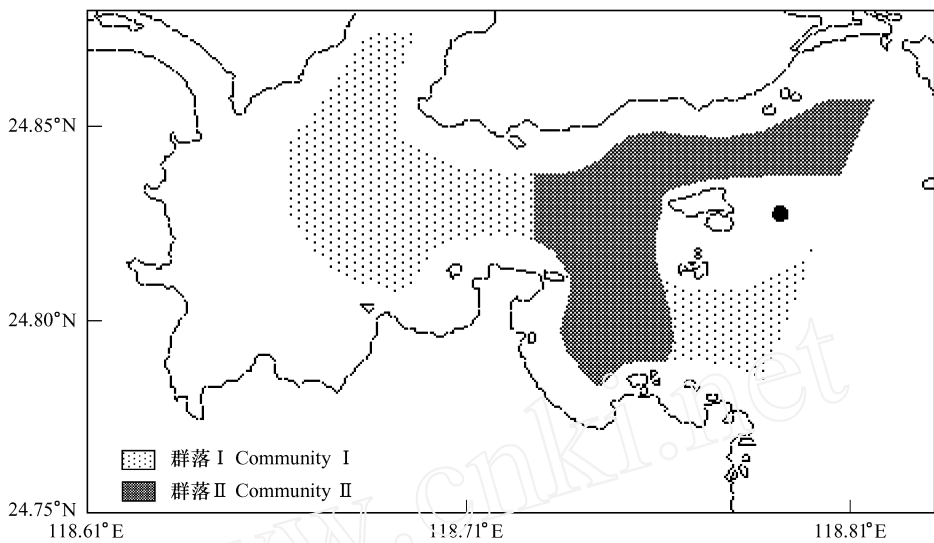


图 10 大型底栖生物群落分布

Fig. 10 Community distribution of macrobenthos

势度分别高达 82 %和 65 %,丰度累积优势度分别高达 60 %和 55 %;尤其群落 的 Q1、Q2 和 Q3 站位丰度生物量复合 k-优势度曲线出现交叉和翻转(图 12,图 13),显示出内湾不良的生境、较低的生物量和栖息密度,且数量分布的不均匀,如 Q2 站位丰度生物量累积优势度分别高达 88 %和 94 %,光滑河篮蛤的生物量高达 140.95g/m²,栖息密度达 490 个/m²。总体来说,泉州湾大型底栖生物群落丰度生物量复合 k-优势度和部分优势度曲线在前端出现交叉和翻转,显示泉州湾大型底栖生物群落出现一定扰动(图 14)。

4 结语与讨论

泉州湾大型底栖生物有 256 种,较福清湾(162 种)多和海门湾(193 种)多,较兴化湾(314 种)少^[5~7]。

表 5 大型底栖生物群落特征值

Table 5 The characteristic values of communities of macrobenthos				
群落 Community	丰富度 Richness (d)	多样性 Shannon (H')	均匀度 Evenness (J)	优势度 Dominance (D)
Q1	3.9275	2.6450	0.8435	0.1148
Q2	3.4417	2.4283	0.8210	0.1604
Q3	3.6633	2.5950	0.9037	0.1115
Q9	1.5567	1.1965	0.4865	0.2036
群落 Community	3.1473	2.2162	0.7637	0.1476
Q4	2.2283	1.6250	0.5850	0.0949
Q5	2.2620	1.2893	0.4578	0.2131
Q6	0.8388	0.7400	0.3668	0.1735
Q7	1.4633	0.9133	0.2822	0.0392
群落 Community	1.6981	1.1419	0.4229	0.1302

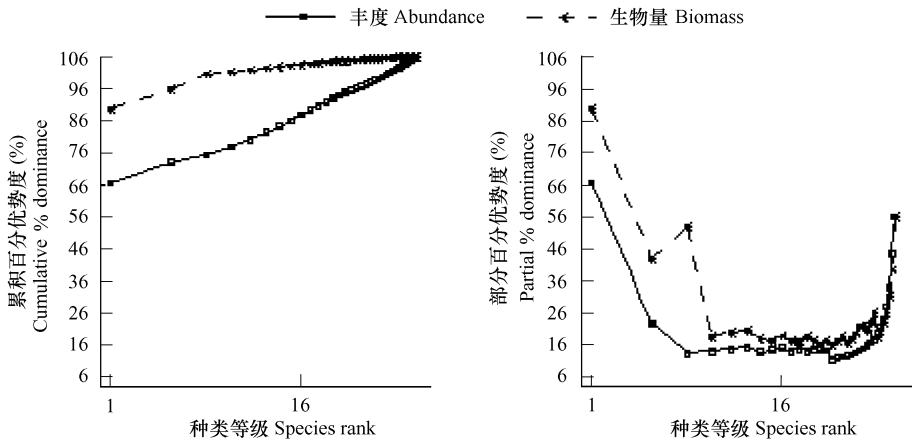


图 11 群落 丰度生物量复合 k-优势度和部分优势度曲线

Fig. 11 Curves of abundance biomass comparison k-dominance and partial dominance of community

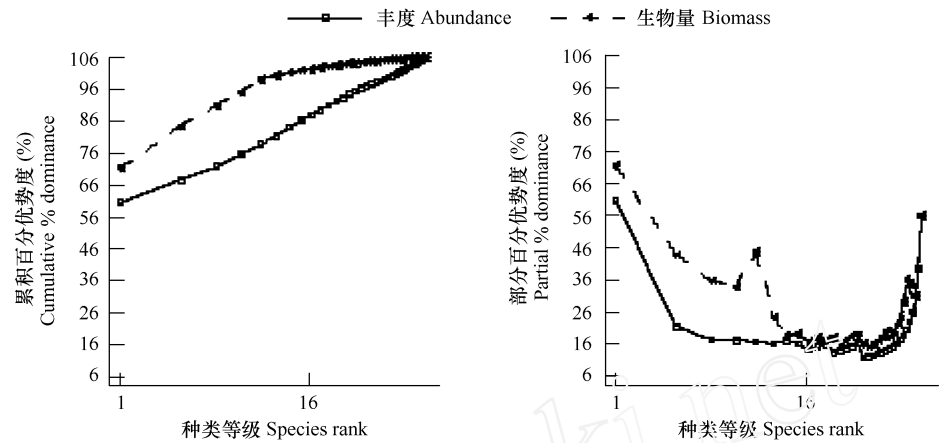


图 12 群落 丰度生物量复合 k-优势度和部分优势度曲线

Fig. 12 Curves of abundance biomass comparison k-dominance and partial dominance of community

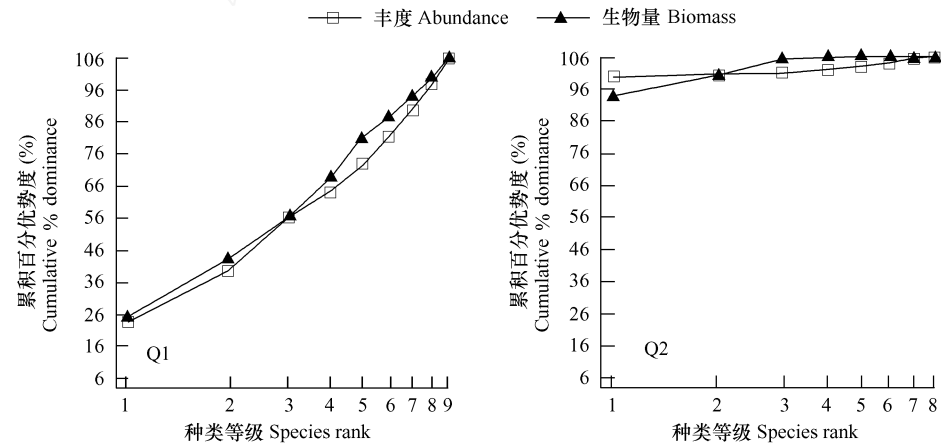


图 13 Q1 站和 Q2 站丰度生物量复合 k-优势度曲线

Fig. 13 Curves of abundance biomass comparison k-dominance in stations Q1 and Q2

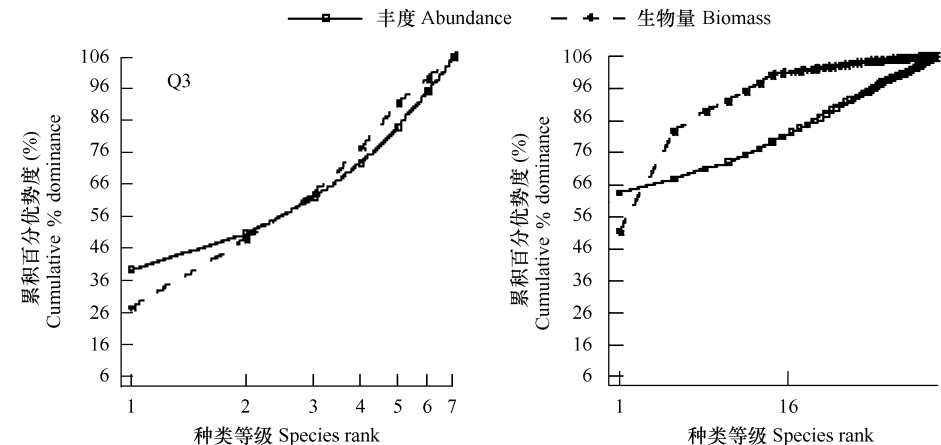


图 14 Q3 站和泉州湾群落丰度生物量复合 k-优势度曲线

Fig. 14 Curves of abundance biomass comparison k-dominance at station Q3 and community in Quanzhou Bay

物种组成,泉州湾、福清湾、海门湾和兴化湾多毛类、软体动物和甲壳动物物种数分别占总种数的 84.76%, 81.48%, 79.79% 和 82.48%, 4 个港湾都以多毛类、软体动物和甲壳动物构成大型底栖生物的主要类群。

泉州湾大型底栖生物平均生物量 $23.13\text{g}/\text{m}^2$, 平均栖息密度为 $144\text{个}/\text{m}^2$ 。生物量较福清湾生物量 ($14.72\text{g}/\text{m}^2$) 高, 较兴化湾 ($36.60\text{g}/\text{m}^2$) 和海门湾 ($133.21\text{g}/\text{m}^2$) 低, 栖息密度较福清湾 ($96\text{个}/\text{m}^2$) 高, 较兴化湾 ($162\text{个}/\text{m}^2$) 和海门湾 ($543\text{个}/\text{m}^2$) 低^[5~7]。数量组成, 泉州湾生物量和栖息密度以软体动物居首位; 福清湾生物量以棘皮动物居首位, 栖息密度以软体动物居第一位; 海门湾生物量以其他动物居首位, 栖息密度以多毛类占第一位; 兴化湾以棘皮动物居首位, 栖息密度以多毛类占第一位, 各个海湾的数量组成具有各自的特点。

泉州湾大型底栖生物有 2 个群落: 群落 I, 丝鳃稚齿虫-光滑河篮蛤-纹尾长眼虾群落; 群落 II, 中蚓虫-光滑河篮蛤-模糊新短眼蟹群落。群落 I 和群落 II 生物量累积优势度分别高达 82% 和 65%, 丰度累积优势度分别高达 60% 和 55%。群落 I 的优势种光滑篮蛤, 春季最大生物量和栖息密度分别达 $140.95\text{g}/\text{m}^2$ 和 $490\text{个}/\text{m}^2$; 夏季高达 $45.75\text{g}/\text{m}^2$ 和 $1200\text{个}/\text{m}^2$ 。尤其群落 I 的 Q1、Q2 和 Q3 站位丰度生物量复合 k-优势度曲线出现交叉和翻转, 显示出群落和站位间物种个体数量分配的不均匀。Q2 站位的丰度生物量累积优势度甚至分别高达 88% 和 94%, 在群落 I 的 Q1、Q2 和 Q3 站位中, 其均匀度最低 (0.8210), 优势度最高 (0.1604), 究其原因也主要在于优势种光滑篮蛤大量繁生所致。群落 II 的优势种光滑河篮蛤, 最大栖息密度高达 $510\text{个}/\text{m}^2$ 。整体而言, 导致泉州湾大型底栖生物群落结构不稳定主要在于群落 I 的季节演替。

References:

- [1] Li R G, Jiang J X. Detecting the effects of marine pollution on the benthic communities using the abundance biomass comparison. *Acta Oceanologica Sinica*, 1992, 14(1): 108 ~ 114.
- [2] Gay J S, Aschan M, Carr M R, *et al.* Analysis of community attributes of the benthic macrofauna of Frierfjord Langesundfjord and in a mesocosm experiment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 1988, (46): 151 ~ 165.
- [3] Warwick R M. Analysis of community attributes of the macrobenthos of Frierfjord Langesundfjord at taxonomic levels higher than species. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 1988, (46): 167 ~ 170.
- [4] Li R G. Macrobenthos on the continental shelves and adjacent waters. China Sea, Beijing: China Ocean Press, 2003. 18 ~ 19.
- [5] Li R G, Jiang J X, Cai E X, *et al.* Ecological study on the macrobenthos in Fuqing Bay. *Acta Oceanologica Sinica*, 1995, 17(1): 90 ~ 96.
- [6] Li R G, Jiang J X, Cai E X, *et al.* Ecological study on the macrobenthos in Xinghuan Bay. *Acta Oceanologica Sinica*, 1999, 21(5): 101 ~ 109.
- [7] Li R G, Jiang J X, Cai E X, *et al.* Ecological study on the macrobenthos in Haimen Bay. *Journal of Oceanography in Taiwan Strait*, 1999, 16(2): 217 ~ 222.

参考文献:

- [1] 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的影响. *海洋学报*, 1992, 14(1): 108 ~ 114.
- [4] 李荣冠. 中国海陆架及邻近海域大型底栖生物. 北京: 海洋出版社, 2003. 18 ~ 19.
- [5] 李荣冠, 江锦祥, 蔡尔西, 等. 福清湾大型底栖生物生态研究. *海洋学报*, 1995, 17(1): 90 ~ 96.
- [6] 李荣冠, 江锦祥, 蔡尔西, 等. 兴化湾大型底栖生物生态研究. *海洋学报*, 1999, 21(5): 101 ~ 109.
- [7] 李荣冠, 江锦祥, 蔡尔西, 等. 广东海门湾大型底栖生物生态研究. *台湾海峡*, 1997, 16(2): 217 ~ 222.