

环境扰动对钦州港潮间带大型底栖动物群落的影响

Effect of Environmental Fluctuation on Macrobenthos Community in the Intertidal Flats of Qinzhou Harbor

何斌源 邓朝亮 罗砚

He Binyuan Deng Chaoliang Luo Yan

(广西红树林研究中心 北海市长青东路 92号 536000)

(Guangxi Mangrove Research Center, 92 East Changqinglu, Beihai, Guangxi, 536000, China)

摘要 为了了解钦州港海洋生态环境质量,于2001年春夏两季在钦州港码头区两侧的无名岛和旧营盘,及距离稍远的鸡墩头和鹿耳环的潮间带滩涂,对大型底栖动物状况进行调查。共设置4条断面,每个断面设2~3个站位,用样方法定量采集动物样品。应用种类相似性指数、生物多样性指数和丰度生物量比较法分析大型底栖动物群落间差异及生态质量状况。结果表明:该海域滩涂潮间带上发现有大型底栖动物70种,包括软体动物贝类38种,甲壳类18种,多毛类5种,鱼类4种,及其他类群的动物5种。生境的相似导致在钦州港码头区两侧的2个断面潮间带动物群落间的相似性最大。在种群水平上,珠带拟蟹守螺(*Cerithidea cingulata*)为丰度和生物量上的主要优势种。在类群水平上,贝类为主要的优势类群。应用丰度生物量比较法发现码头区两侧的2个断面潮间带动物群落受到扰动,显然是由于环境经常变动导致的。同时,从4个断面的潮间带动物物种数及3个生物多样性指数的比较也得到同样的结论。

关键词 大型底栖动物 丰度生物量比较法 生物多样性指数 种类相似性指数 环境扰动

中图法分类号 Q178.531; X145

Abstract To analysis the current marine environment status of Qinzhou Harbor, an investigation of the macrobenthos communities on the intertidal flats was carried out on spring and summer of 2001. Four sampling sections were settled, and the quantitative samples were gathered by quadrat method. The species similarity index, biodiversity indexes and abundance biomass comparison method were applied for the analysis on the differences of the macrobenthos communities and the ecological quality of Qinzhou Harbor. The results showed that there were 70 species of macrobenthos recorded in this area, including 38 species of mollusks, 18 species of crustacean, 5 species of polychaete, 4 species of fishes and 5 species of others. Due to their similar habitats, the similarity index between the two sampling sections on either side of wharf area of Qinzhou harbor was the highest among the pairs of sections. On the level of population, *Cerithidea cingulata* (Gmelin) was one of the major dominant species in either density or biomass. And on the level of category, mollusks were the major dominant category. By the abundance biomass comparison method, the two macrobenthos communities on either side of the wharf area of Qinzhou harbor are affected in certain degree. This must be resulted from the frequent fluctuations on the living habitats of macrobenthos. The similar conclusions can be obtained from the comparison of species numbers and three biodiversity indexes in four sections.

Key words macrobenthos, abundance biomass comparison method, biodiversity indexes, species similarity index, environmental fluctuation

钦州湾(中心坐标 $21^{\circ}37'N$, $108^{\circ}44'E$)位于北部湾顶部,广西沿海中段。东、西、北三面为陆地围绕,

南面与北部湾相通,是一个半封闭型天然海湾。口门宽29km,纵深39km,海岸线总长336km,海湾面积380km²,湾顶有茅岭江和钦江注入^[1]。钦州湾年均接受沙量为120.06×10⁸t^[2]。钦州港位于该湾狭窄

2003-05-29收稿,2003-12-25修回。

的中部,南北两面分别为宽阔的外湾(狭义上的钦州湾)和内湾(茅尾海)。根据钦州市大比例尺海洋功能区划,钦州港一带沿岸和海域,其主导功能为港口建设和大型临海工业园区,目前政府已加大力度全面启动该区域的主导功能。陆上厂场和港口码头建设、航道疏浚、海堤整治、跨海桥梁建造等工程,强烈改变该海区的水文条件和沉积物状况,必然导致海洋生物资源发生变化。本文在对钦州港附近海域滩涂潮间带大型底栖动物进行全面调查的基础上,应用种类相似性指数、生物多样性指数、丰度生物量比较法比较大中型底栖动物群落间的差异,探讨环境扰动对大型底栖动物群落的影响,为钦州港海洋产业发展提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 调查站位设置

在钦州港码头区两侧的无名岛和旧营盘,及距离稍远的鸡墩头和鹿耳环的潮间带滩涂,共设置 4 个断面(见图 1),分别编号为 I、II、III、IV。根据潮间带滩涂宽度不同每个断面设 2~3 个站位。

断面 I 和 II 最靠近码头区,这里聚集了钦州港经济开发区中的丘陵土石方开挖、围海造地、码头和厂场建设等绝大部分工程,大面积的表土裸露。航道疏浚作业较为频繁;这 2 个断面的潮间带滩涂表层呈半流动状态,底层为沙质。断面 III 和 IV 附近多为自然村落,绝少受到工业影响,有一定数量的围塘虾蟹养殖和零星的滩涂贝类养殖;滩涂沉积物多为泥沙质和沙质。

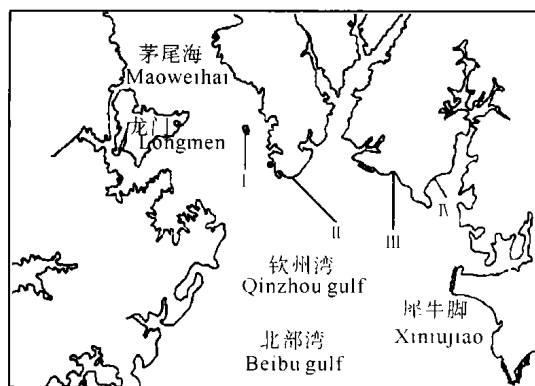


图 1 钦州港潮间带大型底栖动物调查站位

Fig. 1 Location of macrobenthos sampling sites in the intertidal flats of Qinzhou Harbor

1.2 大型底栖动物采样及处理

分别在 2001 年春季(代表月为 4 月)和夏季(代表月为 8 月)各采样 1 次。在每个站位随机选择 4 个样方,面积为 50 cm × 50 cm。先拣取表面动物放

入标本瓶中,然后迅速挖取样方内的沉积物,采土深度为 30 cm。所采沉积物放入网目分别为 5 mm 和 1 mm 的二层套筛中,用水冲洗,挑出肉眼可见的动物,放入标本瓶中。所获样品用 10% 的福尔马林溶液临时固定。同时在每个站位进行定性采样及记录环境特征状况。

标本固定 5 d 后,分类鉴定,定量标本按种计数和称重,全部工作在 1 周内完成。称重使用感量为 0.01 g 的扭力天平。依据取样面积,将个体数和湿重换算成丰度(个/m²)和生物量(g/m²)。

1.3 数据处理

1.3.1 丰度生物量比较法(简称 ABC 法)^[3-6]

ABC 法采用 K 优势度曲线,在此曲线中,不同的种按丰度的大小等级在 x 轴上由左至右排列,百分优势度累积尺度标在 y 轴上。对于未受扰动的群落,所期望的是整条生物量曲线位于丰度曲线的上方,说明丰度比生物量具有更高的多样性;中度扰动时,大个体的竞争优势种消失,且丰度与生物量优势度间不平衡降低,生物量和丰度曲线间的差异不存在,或相互交叉,或重叠在一起;当严重扰动时,潮间带动物群落的个体数由 1 个或几个个体非常小的种占优势(尽管生物量以几个大型的种占较大比例),丰度曲线整条位于生物量上方,生物量比丰度具有更高的多样性。

1.3.2 生物多样性指数和群落间种类相似性指数

采用蔡立哲等^[7]的生物多样性指数和算式,它们及群落间种类相似性指数如下。

Margalef 丰富度指数:

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

Shannon-Weaver 种类多样性指数:

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i.$$

Pielou 均匀度指数

$$J = H' / H'_{\max} = H' / \log_2 S,$$

式中, S 为物种数; P_i 是第 i 种占总数的比例(即 P_i = n_i / N); N 为所有物种的个体数之和; n_i 为第 i 种的个体数。

群落间种类相似性 Jaccard 指数:

$$J_c = c / (a + b - c) \times 100\%$$

其中 a、b 分别为断面 a 和 b 出现的种数; c 为 a、b 断面的共有种数。

2 结果与分析

2.1 潮间带生物种类组成和群落间相似性

2.1.1 种类组成

采集所得的大型底栖动物分类鉴定为 70 种,分

别隶属于 8 门 10 纲 43 科 62 属。它们均为热带、亚热带性质的物种。其中,软体动物贝类最多,达 38 种,占总种数的 54%;甲壳类次之,为 18 种,占总种数的 26%。另外,多毛类有 5 种,鱼类 4 种,及其他类群的动物 5 种。贝类和甲壳类是本调查区域潮间带动物群落中的主要组成类群

2.1.2 群落间种类相似性

表 1 显示在各断面出现的潮间带动物种类数是: I 为 21 种, II 为 29 种, III 为 43 种, IV 为 46 种。断面间动物种类数相差较大,以断面 IV 动物种类最多,断面 III 与断面 IV 种类数相近,断面 I 最少。

另外,从表 1 可以看出,断面 I 和 II 的相似性指数最高,虽然它们间的共有种是所有的 2 个断面间中最少的。这 2 个断面附近的陆岸区域为钦州港大型工程密集区,水土流失较严重,另外航道疏浚工程也极大改变沉积物状况,2 个断面滩涂状况极为相似,因此相似性指数最高。断面 I 和 III 的共有种最少,相似性指数最低,主要是由于 2 个断面潮间带动物的生境相差较大。

表 1 断面间共有种及种类相似性指数 J_c

Table 1 The common species and similarity indexes J_c among sections

断面 Sections	I		II		III		IV	
	共有种 Common species	J_c (%)	共有种 Common species	J_c (%)	共有种 Common species	J_c (%)	共有种 Common species	J_c (%)
I	21	-	-	-	-	-	-	-
II	14	41.2	29	-	-	-	-	-
III	14	28.0	18	33.3	43	-	-	-
IV	16	31.4	21	38.9	24	36.9	46	-

2.2 丰度和生物量

2.2.1 丰度分布特征及组成

钦州港潮间带大型底栖动物群落的丰度如图 2 所示。从图 2 可以看出,春夏两季丰度的分布规律不同,春季为 IV > II > III > I,夏季为 III > II > IV > I。在种群水平,春季 4 个断面的丰度均以珠带拟蟹守螺 (*Cerithidea cingulata*) 为优势种,它占各断面总丰度的 21.9% ~ 79.8%,在多数站位上为绝对优势种。夏季的优势种则变化较大,断面 II 和 IV 仍以珠带拟蟹守螺为优势种,断面 I 为长腕和尚蟹 (*Mictyris longicarpus*),断面 III 则以数量相近的海豆芽 (*Ligula anatina*) 和环纹坚石蛤 (*Atactodea striata*) 为优势种。在类群水平上,春季 4 个断面均以贝类为优势类群,占总量的 63.9% ~ 89.2%;在夏季,贝类为断面 II 和 IV 的优势类群,断面 I 为甲壳类,在断面 III 则腕足类动物为优势类群。

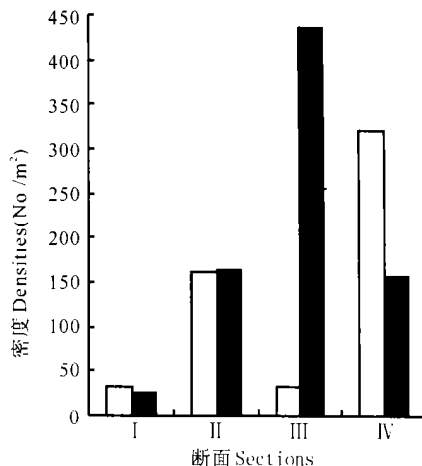


图 2 钦州港潮间带大型底栖动物春夏季丰度 (个/米²)

Fig. 2 Macrobenthos densities (No./m²) on the intertidal flats of Qinzhou Harbor in spring and autumn of 2001

□: 春季 Spring; ■: 夏季 Summer

2.2.2 生物量分布特征和组成

生物量的分布规律与丰度不同 (见图 3), 在 2 个季节均表现为: 断面 IV > III > II > I。春季,除断面 III 的优势种群为文蛤 (*Meretrix meretrix*) 外,其他 3 个断面均以珠带拟蟹守螺为优势种。夏季则是断面 II 和 IV 的优势种群均为珠带拟蟹守螺,断面 I 为长腕和尚蟹,断面 III 为环纹坚石蛤。在动物类群水平上,除夏季断面 I 以甲壳类为优势类群外,2 个季节的其他 3 个断面均以贝类为优势类群。

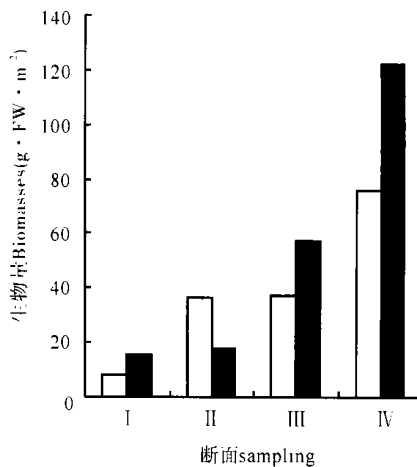


图 3 钦州港潮间带大型底栖动物春夏季生物量 (g° FW° m⁻²)

Fig. 3 Macrobenthos biomasses (g° FW° m⁻²) on the intertidal flats of Qinzhou Harbor in spring and autumn of 2001

□: 春季 Spring; ■: 夏季 Summer

2.3 应用丰度生物量比较法评估扰动对潮间带生物群落的影响

在 2 个季节的调查中,断面 I 和 II 的生物量曲线和丰度曲线均相互交叉 (见图 4),表明这两个断面潮间带动物群落结构发生了中度扰动,生物生境受到了

一定的压力。这两个断面附近陆岸上大型土建工程很多,大面积的表土裸露,导致水土流失较严重,同时这些工程也改变了附近水域的水动力条件,进而影响水体悬浮物和陆岸冲刷下来的泥沙的沉积状况,潮间带动物群落因而受到扰动;另外,由于大量的船只排放压仓污水和可能存在的油码头操作失误,该海域和潮间带已受到一定程度的油类污染。

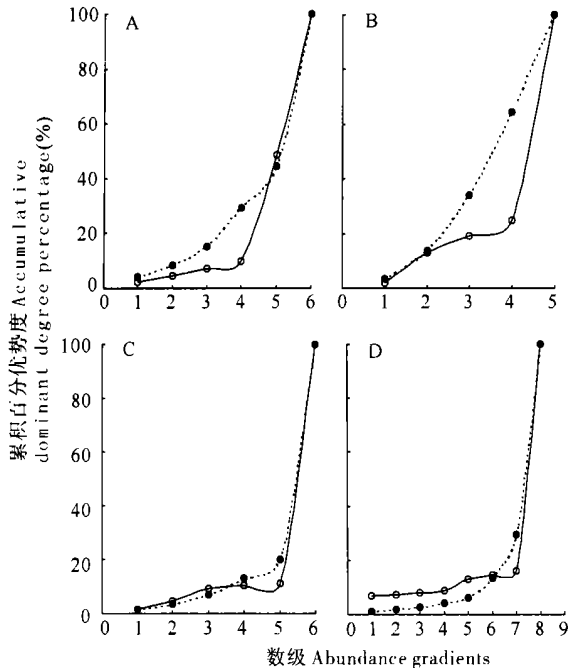


图 4 断面I 和II 潮间带动物群落的丰度生物量曲线

Fig. 4 The abundance-biomass curves of macrobenthos communities in section I and II

●—: 密度 Densities; ○—: 生物量 Biomasses

A. 春季断面I, Spring I; B. 夏季断面I, Summer I; C. 春季断面II, Spring II; D. 夏季断面II, Summer II

断面III和IV的生物量曲线整条位于丰度曲线的上方(图5),说明这2个断面潮间带动物群落未受到扰动。尤其是断面III,定量样方中的生物种类是所有断面中最多的,而且种类间分布相对较均匀,其主要优势种珠带拟蟹守螺所占比例相对较低。该断面的潮间带动物群落的稳定很大程度上得益于邻近一片面积较大的红树林。红树林是初级生产力很高的四大海洋生态系统之一,其掉落物经过碎屑食物链的转化,可为附近潮间带滩涂上的消费者提供充足饵料食物,并且红树林的促进淤积的能力很强,可降低沉积物的移动能力^[8]。另外,相对于断面I和II,断面III和IV远离钦州港港口和陆岸工程密集区,也是其潮间带动物群落少受扰动的主要原因之一。

2.4 生物多样性指数

从表2可以看出,在4个断面中,断面III定量样方中的物种数最多,3个指数均最高。这反映该断面

潮间带动物群落的物种较丰富,种间分布较均匀,也表明该群落稳定性和抵抗外来扰动能力较高,这与丰度生物量比较法的结论是一致的。

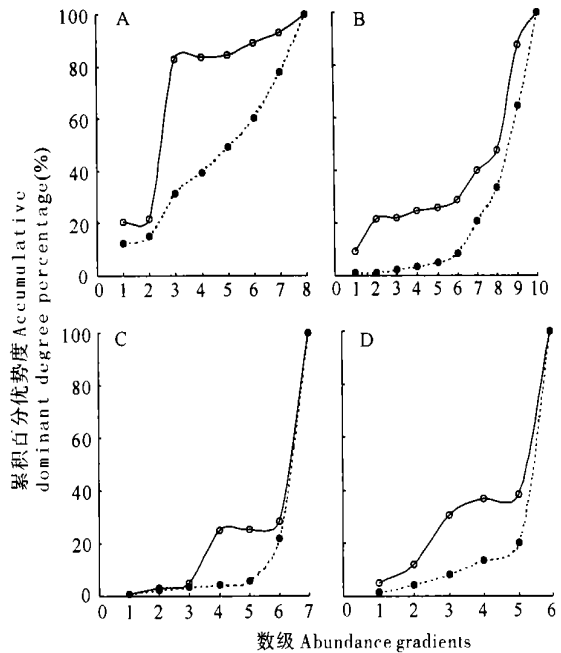


图 5 断面III和IV 潮间带动物群落的丰度生物量曲线

Fig. 5 The abundance-biomass curves of macrobenthos communities in section III and IV, which habitats were not affected currently

●—: 密度 Densities; ○—: 生物量 Biomasses

A. 春季断面III, Spring III; B. 夏季断面III, Summer III; C. 春季断面IV, Spring IV; D. 夏季断面IV, Summer IV

表 2 钦州港各断面潮间带大型底栖动物动物的多样性指数

Table 2 Biodiversity indexes of macrobenthos communities in the intertidal flats of Qinzhou Harbor

断面 Sections	春季 Spring			夏季 Summer		
	<i>d</i>	<i>H'</i>	<i>J</i>	<i>d</i>	<i>H'</i>	<i>J</i>
I	0.86	1.23	0.35	0.96	1.37	0.24
II	1.19	1.28	0.22	1.00	1.46	0.29
III	2.20	3.55	0.58	1.84	2.78	0.60
IV	1.43	1.99	0.50	1.21	2.37	0.52

3 讨论

目前钦州港码头及邻近的滩涂潮间带大型底栖动物的种类并不丰富,较具经济价值的种类有可口革囊虫 (*Phascolosoma esculenta*)、裸体方格星虫 (*Sipunculus nudus*)、文蛤、海湾扇贝 (*Argopecten irradians*)、青蚶 (*Barbatia virescens*)、大竹蛭 (*Solen grandis*)、刀额新对虾 (*Metapenaeus ensis*)、日本对虾 (*Penaeus japonicus*) 等 10 余种,但资源量均较低。大

多数的定量样方取样所得的潮间带动物群落以珠带拟蟹守螺为优势种,这种贝类目前没有大的直接经济价值。同时,总体而言,各断面动物的生物量一般较低。

该区域潮间带沉积物结构特殊,在中高潮带,一般表层 5~10 cm 沉积物呈半流动状态,以下则较坚硬,表明其原本为沙质滩涂。显然该区域潮间带的沉积物受周边沿岸工程影响较大。这种沉积物结构决定了该区域潮间带动物群落具有以下特征:表栖动物相对其他类型的滩涂较少,穴居性动物如蟹等,难以形成固定的洞穴,种类更少,同时营附着生长的种类相对较多。

单从群落种类组成尚不足以说明环境发生了扰动且对动物群落产生影响,还需要其他量化的数据来进行综合判断。目前采用生物多样性指数来评判生物群落受环境的影响及程度,已有较深入的研究^[6,7,9~14]。马克平^[14]详细地陈述生物多样性的各种测度指标和计算公式,同时指出,在不同的研究领域可选择和应用不同的多样性指数和算式。本文采用的 3 个指数是诸多文献中常见的。有些专家认为种类多样性指数 H' 可以比较好地反映水质和底质的污染状况, H' 值越大,水质或底质越好;反之, H' 值越小,水体或底质污染程度越高。孔繁翔^[12]把 H' 值(以 2 为底数)分成 0~1.0 1.0~3.0 3.0 以上的 3 个等级,依次对应的水质或底质污染程度分别为重度污染、中度污染、轻度污染至无污染。多样性指数与污染的关系等级的划分并不是统一的,不同的学者在不同应用领域根据实际情况分成不同的等级数,这目前还仅限于学术方面的探讨,尚未被一些国家规范如《海洋监测规范》等采用,但 H' 值越高环境状况越好的趋势无疑是可以肯定的。采用图形来判断动物群落状况也是很好的方法,如 ABC 法和几何级数法等。它们是在一些综合性结果或理论性假设基础上,根据曲线的相对位置或形状来作出判断的。比较不同断面潮间带动物群落的生物多样性指数及 ABC 法图形,都可以得出相同的结论:钦州港港口码头区附近的断面 I 和 II 潮间带的水动力条件和沉积物状况发生较大变化,生物生境受到了一定的压力,对动物群落结构造成相当程度的影响。可见,利用生物多样性指数和丰度生物量比较法都可以较全面、正确地评价钦州港潮间带环境质量。

在该区域潮间带滩涂上,原有的钦州湾内极为兴盛的近江牡蛎养殖业已呈衰败的趋势,丢荒的牡蛎场随处可见,原用于养殖近江牡蛎的水泥柱已被一些低

产值牡蛎或其他污损动物占据。实际上,钦州湾的牡蛎养殖业已多数移至经常保持有海水浸泽的潮沟中,以筏式吊养的形式取代了传统方式,同时养殖面积有缩小趋势。其它种类如文蛤、泥蚶 (*Tegillarca granosa*) 等滩涂养殖则更为少见。尤其是在靠近码头作业区的断面 I 和 II,呈半流动状态的沉积物在涨退潮水的带动下,变得浑浊不堪,而且经常有油污带出现在海面,严重影响了养殖贝类的生长甚至导致其死亡。显然该区域的滩涂不适宜发展滩涂养殖,改变利用方式是较为明智的。

参考文献

- 1 李树华等主编. 中国海湾志第十二分册(广西海湾). 北京: 海洋出版社, 1993.
- 2 梁文, 黎广钊. 应用遥感技术分析钦州湾悬沙的动态特征. 海洋通报, 2002, 21(6): 47~51.
- 3 Warwick R M. A new method for detecting pollution effects on marine macro benthic communities. Mar Biol, 1986, 92: 557~562.
- 4 Warwick R M, Pearson T H, Roswahyuni. Detection of pollution effects on marine macrobenthos further evaluation of the species abundance biomass method. Mar Biol, 1987, 95: 192~200.
- 5 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. 海洋学报, 1992, 14(1): 108~115.
- 6 蔡立哲, 洪华生, 黄玉山. 香港维多利亚港大型底栖动物群落的时空变化. 海洋学报, 1997, 19(2): 65~70.
- 7 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. 厦门大学学报(自然科学版), 2002, 41(5): 641~646.
- 8 范航清. 红树林—海岸环保卫士. 南宁: 广西科学技术出版社, 2000.
- 9 黄玉瑶. 应用大型无脊椎动物群落结构特征及其多样性指数监测蓊运河污染. 动物学集刊, 1982, (2): 133~146.
- 10 李永祺, 丁美丽. 海洋污染生物学. 北京: 海洋出版社, 1991.
- 11 任淑智. 京津及其邻近地区底栖动物群落特征与水质等级. 生态学报, 1991, 11(3): 262~268.
- 12 孔繁翔主编. 环境生物学. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- 13 熊金林, 梅兴国, 胡传林. 不同污染程度湖泊底栖动物群落结构及多样性比较. 湖泊科学, 2003, 15(3): 160~168.
- 14 马克平. 生物群落多样性的测量方法. 见: 中国科学院生物多样性委员会. 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.

(责任编辑: 邓大玉)