

安徽南漪湖大型底栖动物群落结构

陈立婧 彭自然 孙家平 王 武 杨义辉 陈 华

(上海水产大学 省部共建水产种质资源发掘与利用教育部重点实验室 上海 200090;

上海水产大学 农业部水产种质资源与养殖生态重点开放实验室 上海 200090; 宣城市水产局 安徽 242000)

摘要: 2002年7月至2004年7月,对安徽南漪湖12个采样点的大型底栖动物群落结构进行了调查研究,共获得大型底栖动物39种,隶属于3门28属。大型底栖动物的现存量在2003年冬季出现最高值,密度最低值出现在2004年夏季。软体动物的现存量占绝对优势,其优势种为河蚬(*Corbicula fluminea*)、梨形环棱螺(*Bellamya purificata*)、铜锈环棱螺(*B. aeruginosa*)和长角涵螺(*Alocinma longicornis*)。Shannon-Wiener多样性指数、Margalef多样性指数和Pielou指数的年均值分别为0.83、0.51和0.77。南漪湖西部物种数、物种多样性、现存量均较东部高。建闸蓄水后,南漪湖的环境发生了很大的改变,随水深增加,大型底栖动物的现存量呈明显下降的趋势。

关键词: 南漪湖;大型底栖动物;群落结构;多样性

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2008)01-63-06

Community Structure of Macrozoobenthos in Lake Nanyi, Anhui

CHEN Li-Jing PENG Zi-Ran SUN Jia-Ping WANG Wu YANG Yi-Hui CHEN Hua

(Key Laboratory of Exploration and Utilization of Aquatic Genetic Resources, Shanghai Fisheries University,

Ministry of Education, Shanghai 200090; Key Laboratory of Aquatic Genetic Resources and Aquacultural Ecology

Certificated by the Ministry of Agriculture, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090;

Fisheries Bureau of Xuancheng, Anhui 242000, China)

Abstract: Macrozoobenthic community was investigated seasonally at 12 sampling stations in Lake Nanyi of Anhui, from July 2002 to July 2004 for providing academic data for rational utilization of aquatic resources and ecological strategy for fishery resources. A total of 39 species were obtained. The highest biomass and density were presented in the winter of 2003 and the lowest density in the summer of 2004. Mollusca was by far the most dominant group, its dominant species were *Corbicula fluminea*, *Bellamya purificata*, *B. aeruginosa* and *Alocinma longicornis*. The annual average value of Shannon-Wiener diversity index, Margalef diversity index and Pielou index were 0.83, 0.51 and 0.77 respectively. The results showed that the species number, biodiversity, standing stock of macrozoobenthos community were much higher in the west area than in the east area of the lake. After the construction of a reservoir, the ecological characteristics of macrozoobenthos in the lake changes very much, which results in the significant drop of the standing stock of the macrozoobenthos.

Key words: Lake Nanyi; Macrozoobenthos; Community structure; Biodiversity

南漪湖(118°56'E, 31°35'N)为安徽第四大湖,分东、西两大湖。西湖水较浅,底质为沙质,水草丰茂;东湖水较深,底质为泥质,河蚬(*Corbicula fluminea*)资源丰富。全湖面积148.4 km²,是水阳江中游最大的调蓄枢纽。水阳江流域上游山区暴雨集中,洪峰流量大,经常超过中

下游河道的安全泄量,制约了南漪湖渔业生产,

基金项目 上海市教委水产养殖重点学科基金项目(Y1101);上海市教委高校科学研究一般项目(科05-226);安徽渔业局科学研究基金项目(02-24)联合资助;

第一作者介绍 陈立婧,女,副教授,博士研究生;研究方向:

水生生物生态学;E-mail: ljchen@shfu.edu.cn。

收稿日期: 2007-06-08, **修回日期:** 2007-09-18

因此,2004年初在马山埠建立了节制闸^[1]。但建闸后,水位升高,近 66.7 km² 的湖滩地被淹没,可能会导致水生生态环境发生变化。

大型底栖动物是水生态系统的一个重要类群,在淡水湖泊中其优势类群主要包括水栖寡毛类、软体动物和水生昆虫等,它们既是鱼类的天然饵料,又是较好的水质监测生物,因此研究其结构和功能在理论及实践上都具有重要的意义^[2,3]。本文报道南漪湖底栖动物在不同性质水体中的种类、数量和分布变化情况,为南漪湖合理有序的开发和环境保护提供生物学基础资料。

1 材料与方法

1.1 采样地点和采样时间 根据南漪湖不同性质水体区域共设 12 个采样点。第 1 至第 5 采样点位于西南漪湖,第 6 至第 12 采样点位于东南漪湖。分别于 2002 年 7 月(夏)、10 月(秋)、2003 年 1 月(冬)、4 月(春)、7 月(夏)、10 月(秋)、2004 年 4 月(春)、7 月(夏)采样。由于 2004 年冬季湖水干涸,未采样。

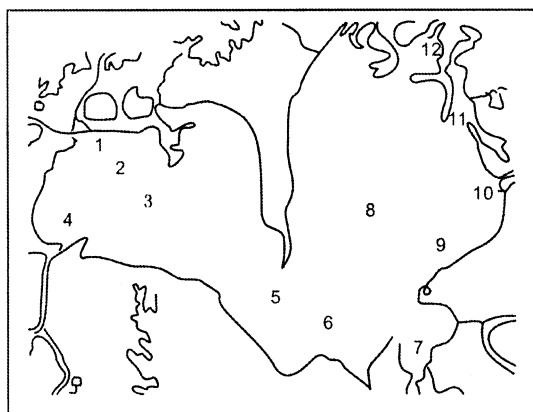


图 1 南漪湖及采样点位置图

Fig. 1 Map of Lake Nanyi and sampling stations

1. 马山埠出水口; 2. 轮叶黑藻区; 3. 野菱区; 4. 双桥进水口; 5. 分水岭; 6. 许家咀; 7. 里湖荡; 8. 东湖中心; 9. 大西边; 10. 新郎川河口; 11. 幸福庄园; 12. 老郎川河口。
1. The outfall of Mashanbu; 2. *Hydrilla verticillata* area; 3. Water caltrop area; 4. The water inlet of Shuangqiao; 5. Watershed; 6. Xujiazui; 7. Lihudang; 8. Centre of west area of Lake Nanyi; 9. Daxibian; 10. Xinlangchuan estuary; 11. Xingfu manor; 12. Laolangchuan estuary.

1.2 样品采集和处理 采集工具为 1/16 m² 改良彼得生采泥器,采得泥样经孔径为 0.45 mm 筛网洗涤,剩余物带回实验室,置于白磁盘中活体分拣,样本以 7% 甲醛固定。24 h 后移入 75% ~ 80% 的乙醇中保存。标本经鉴定、计数和称重后,换算成每平方米的含量^[4]。

1.3 数据处理 采用 Jørgensen 指数 $S = 2c / (a + b)$ 和 Jaccard 相似性指数 $S_j = c / (a + b - c)$ 比较西南漪湖和东南漪湖大型底栖动物群落相似性。其中, a 为西南漪湖大型底栖动物群落中的物种数; b 为东南漪湖大型底栖动物群落中的物种数; c 为共有的物种数。 S 值在 0 ~ 0.25 范围内为极不相似,在 0.25 ~ 0.5 范围内为中等不相似,在 0.5 ~ 0.75 范围内为中等相似,在 0.75 ~ 1.0 范围内为极为相似。

采用 Shannon-Wiener 物种多样性指数 $H' = - \sum (n_i / N) \ln(n_i / N)$, Margalef 物种丰富度指数 $D = (S - 1) / \ln N$, Pielou 物种均匀度指数 $J = H' / \ln S$ 进行群落种类组成的多样性分析^[5-7]。其中, N 为样品中所有物种的总个体数, S 为样品中物种种类总数, n_i 为第 i 种物种的个体数。

2 结果与分析

2.1 底栖动物群落构成和种类分布

2.1.1 群落构成 根据定性标本鉴定底栖生物种类,共计 39 种,隶属于 3 门 28 属(表 1)。这些种类与目前已知的长江中下游浅水湖泊中的底栖生物种类没有显著区别^[8-11]。其中软体动物 18 属 29 种,环节动物 6 属 6 种,节肢动物 4 属 4 种,分别占总种数的 74.4%、15.4%、10.3%。优势种为梨形环棱螺 (*Bellamya purificata*)、河蚬、铜锈环棱螺 (*B. aeruginosa*)、长角涵螺 (*Alocinma longicornis*),在调查中的平均出现率分别为 38%、34%、29%、14%。梨形环棱螺和河蚬对轻度-中度污染水环境有一定耐污性。

2.1.2 西南漪湖和东南漪湖大型底栖动物群落相似性 从表 1 可知,西南漪湖中的物种数

表 1 南漪湖大型底栖动物群落构成

Table 1 Composition of macrozoobenthos community of Lake Nanyi

种类 Species	西南漪湖 The west area	东南漪湖 The east area	种类 Species	西南漪湖 The west area	东南漪湖 The east area
软体动物 Mollusca			背瘤丽蚌 <i>L. lei</i>	+	
梨形环棱螺 <i>Bellamyia purificata</i>	+	+	角月丽蚌 <i>L. cornu lunae</i>	+	
方形环棱螺 <i>B. quadrata</i>	+	+	三槽尖嵴蚌 <i>Acuticosta trisulcata</i>	+	
铜锈环棱螺 <i>B. aeruginosa</i>	+	+	射线裂脊蚌 <i>Chistodesmus lampreyanus</i>	+	
硬环棱螺 <i>B. lapidea</i>	+		圆顶珠蚌 <i>Unio douglasiae</i>	+	
中国圆田螺 <i>Cipangopaludina hinensis</i>			雕刻珠蚌 <i>U. persculpta</i>	+	
中华沼螺 <i>Parafossarulus sinensis</i>	+	+	背角无齿蚌 <i>Anodonta woodiana</i>	+	
大沼螺 <i>P. eximiosa</i>	+	+	椭圆背角无齿蚌 <i>A. woodiana elliptica</i>	+	
赤豆螺 <i>Bithynia fuchsiana</i>	+	+	河蚬 <i>Corbicula fluminea</i>	+	+
静水椎实螺 <i>Lymnaea stagnalis</i>	+		环节动物 Annelida		
长角涵螺 <i>Alocinma longicornis</i>	+		苏氏尾鳃蚓 <i>Branchiura sowerbyi</i>		+
方格短沟蜷 <i>Semisulcospira cancellata</i>	+		颤蚓一种 <i>Tubifex</i> sp.	+	+
耳萝卜螺 <i>Radix auricularia</i>	+		日本医蛭 <i>Hirudo nipponia</i>	+	+
椭圆萝卜螺 <i>R. swinhoei</i>	+		霍雨水丝蚓 <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>		+
尖口圆扁螺 <i>Hippuris cantori</i>	+		日本刺沙蚕 <i>Neanthes japonica</i>	+	
大脐圆扁螺 <i>H. umbilicalis</i>	+		疣吻沙蚕 <i>Tylorrhynchus heterochaeta</i>	+	
半球隔扁螺 <i>Segmentina hemisphaerula</i>	+		节肢动物 Arthropoda		
湖沼股蛤 <i>Limnoperna lacustris</i>	+	+	粗腹摇蚊幼虫一种 <i>Pelopia</i> sp.	+	+
珠母珍珠蚌 <i>Margaritana dahurica</i>	+		前突摇蚊幼虫一种 <i>Prodadius</i> sp.	+	+
金黄雕刻蚌 <i>Parreysia aurora</i>		+	摇蚊属一种 <i>Chironomus</i> sp.		+
洞穴丽蚌 <i>Lamprolula caveata</i>	+		细足米虾 <i>Caridina nilotica gracilipes</i>	+	

+ 表示存在。+ Show existence.

为 35,其中软体动物 28 种,环节动物 4 种,昆虫 2 种,其他动物 1 种;东南漪湖中的物种数为 16,其中软体动物 9 种,环节动物 4 种,昆虫 3 种。西南漪湖和东南漪湖大型底栖动物群落的共有物种为 12 种。

Jørgensen 指数: $S = 12 \times 2 / (35 + 16) = 0.47$

Jaccard 相似性指数: $S_j = 12 / (35 + 16 - 12) = 0.31$

两种相似性指数均说明西南漪湖与东南漪

湖底栖动物群落结构存在较大差异。

2.2 大型底栖动物的密度和生物量的季节变化 整个湖泊中软体动物的密度较大,占 68.3 % ~ 100.0 % ,环节动物和其他底栖动物的密度均较小,但环节动物的密度所占比例呈上升的趋势。软体动物的生物量最高,占 97.90 % ~ 100.00 % ,环节动物和其他底栖动物的生物量所占比例非常小。

表 2 南漪湖大型底栖动物密度、生物量所占比例 (%)

Table 2 The percentage of density and biomass of different macrozoobenthic groups in Lake Nanyi

时间(年 - 月)	软体动物 Mollusca		环节动物 Annelida		其他 Other group	
Time (Year - Month)	密度 Density	生物量 Biomass	密度 Density	生物量 Biomass	密度 Density	生物量 Biomass
2002 - 7	94.9	99.94	4.5	0.04	0.6	0.02
2002 - 10	97.2	99.95	2.1	0.02	0.7	0.03
2003 - 1	84.3	99.67	3.3	0.28	12.4	0.05
2003 - 4	100.0	100.00				
2003 - 7	68.3	99.80	29.9	0.07	1.8	0.13
2003 - 10	87.2	99.96	12.8	0.04		
2004 - 4	90.1	97.90	9.9	2.10		
2004 - 7	80.3	99.96	19.7	0.04		

由图 2 可知,南漪湖底栖动物的密度和生物量均为 2003 年冬季最高。2004 年夏季密度最低,生物量 2004 年春季 (32.6 g/m^2) 和夏季 (38.1 g/m^2) 都很低。在 2003 年,底栖动物的密度除冬季外,其他 3 个季度相差不大;生物量是冬季 > 春季 > 夏季 > 秋季。夏季生物量呈逐年下降的趋势。2002 年秋季和 2003 年秋季的密度和生物量相差很大,2004 年春季底栖动物的密度和生物量也比 2003 年减少很多。

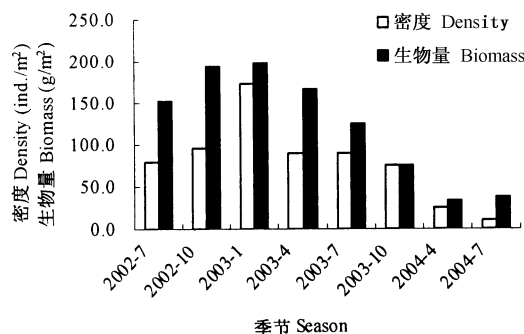


图 2 南漪湖大型底栖动物密度和生物量的季节变化

Fig. 2 Seasonal changes of density and biomass of macrozoobenthos in Lake Nanyi

2.3 大型底栖动物的密度和生物量的水平分布 大型底栖动物密度和生物量的水平分布见图 3。其中 1、3、4、5、6 站点底栖动物的年平均密度较高,分别为 149.3、209.3、299.2、135.4、182.7 ind./m²。年平均生物量则以 1、4、5、6 站点较高,分别为 320.6、465.6、325.5、380.7 g/m²。第 1 站点处于湖泊出水口,可经常采集到大型双壳类,如无齿蚌、背瘤丽蚌、洞穴丽蚌等,因此底栖动物年平均密度虽比第 3 站点低,但年平均生物量却比第 3 站点高很多。11 站点的年平均密度和生物量都远低于其他点,这可能是由于该站点位于地下化工厂的排污口附近,其水质受到严重污染的缘故。西南漪湖底栖生物的年平均密度 (172.9 ind./m^2) 和年平均生物量 (257.1 g/m^2) 均明显高于东南漪湖的年平均密度 (59.2 ind./m^2) 和年平均生物量 (114.1 g/m^2)。

2.4 大型底栖动物的物种多样性 从表 3 可

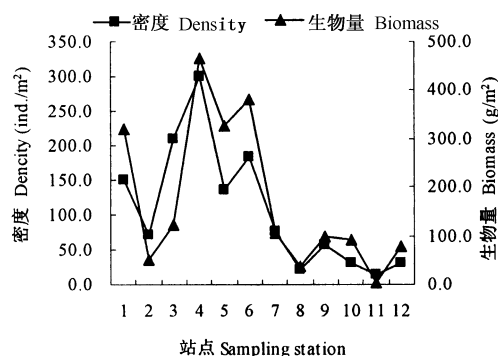


图 3 南漪湖各站点大型底栖动物的年均密度和生物量

Fig. 3 Annual density and biomass of macrozoobenthos at sampling stations in Lake Nanyi

以看出,各采样点和不同季度,大型底栖动物的 Shannon-Wiener 指数偏低, Margalef 指数更低,这表明该湖底栖动物的种类较少。 H' 值波动在 0.14 ~ 1.51,年平均值为 0.83; D' 值波动在 0.19 ~ 1.20,年平均值为 0.51。均匀度指数较高,年平均值为 0.77。

西南漪湖底栖动物 H' 值和 D' 值的年平均值为 0.90 和 0.56,高于东南漪湖的 0.75 和 0.46,说明湖西部比东部的群落多样性高。但东、西部的物种均匀度接近,湖西部 J' 值的年平均值为 0.78,东部为 0.77。

3 讨论

从物种数、现存量和物种多样性看,西南漪湖具有比东南漪湖更为丰富的大型底栖动物群落,表明在淡水、浅水湖泊中水生植物,特别是高等水生植物,对维持大型底栖动物多样性起着极为重要的作用。这与阎云君等人在扁担湖和后湖的研究结果一致^[12]。西南漪湖水较浅,底质为沙质,水草丰茂,为大型底栖动物提供了栖息、生活、摄食和繁殖的场所,也为底栖动物提供了良好的隐蔽条件。大、中型螺类多匍匐于水草之间,小型螺类栖息于水草的茎叶上^[9]。基于这样的生活习性,南漪湖螺类的主要分布地是西南漪湖沿岸有水生高等植物生长的地段河港汉内。瓣鳃纲的河蚌要求一定的流水环境、底质为泥沙质,多分布于入湖河港内。因

表 3 南漪湖大型底栖动物物种多样性指数 H、物种丰富度 D 及均匀度指数 J (2002 年 7 月~2004 年 7 月)

Table 3 The distribution of Shannon-Wiener, species richness and evenness indices of macrozoobenthos in Lake Nanyi from 2002,7 to 2004,7

时间(年-月)		站号 Sampling station											
Time (Year - Month)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2002 - 7	H	1.51	-	0.99	1.02	0.24	-	0.50	-	0.33	0.69	0.64	-
	D	0.99	-	0.47	0.79	0.22	-	0.29	-	0.24	0.39	0.34	-
	J	0.94	-	0.90	0.63	0.35	-	0.72	-	0.47	1.00	0.92	-
2002 - 10	H	1.28	0.64	0.56	1.12	0.66	0.14	0.99	0.69	0.69	0.67	0.94	-
	D	0.77	0.27	0.31	0.53	0.23	0.19	0.64	0.31	0.40	0.36	0.58	-
	J	0.79	0.92	0.81	0.80	0.95	0.21	0.71	1.00	0.64	0.61	0.67	-
2003 - 1	H	1.47	0.97	1.24	1.33	0.53	0.57	1.65	0.41	0.64			
	D	1.22	0.93	0.90	1.06	0.39	0.42	1.16	0.26			0.34	
	J	0.71	0.54	0.69	0.64	0.48	0.51	0.85	0.59			0.92	
2003 - 4	H	0.78	0.69	0.81	0.13	0.43	0.15	0.69	-	-	-	-	0.41
	D	0.42	0.39	0.55	0.18	0.23	0.19	0.39	-	-	-	-	0.26
	J	0.71	1.00	0.58	0.19	0.62	0.22	1.00	-	-	-	-	0.59
2003 - 7	H	-	0.45	-	1.14	1.65	0.56	0.93	0.87	0.85	1.21	0.50	0.92
	D	-	0.23	-	0.69	0.93	0.31	0.63	0.56	0.63	0.76	0.24	0.43
	J	-	0.57	-	0.83	0.92	0.81	0.67	0.63	0.62	0.88	0.72	0.84
2003 - 10	H	1.39	1.05	0.35	1.38	1.52	1.16	1.33	-	1.03	1.01	1.28	-
	D	1.05	0.58	0.25	0.75	0.99	0.65	0.86	-	0.61	0.55	0.79	-
	J	0.72	0.96	0.50	0.86	0.95	0.84	0.96	-	0.95	0.92	0.92	-
2004 - 4	H	1.10	0.95	-	0.56	0.60	0.69	1.05	-	-	0.50	1.21	0.69
	D	0.68	0.58	-	0.31	0.26	0.39	0.58	-	-	0.29	0.76	0.39
	J	1.00	0.86	-	0.81	0.86	1.00	0.96	-	-	0.72	0.88	1.00
2004 - 7	H	-	-	0.69	-	-	1.01	-	0.50	-	-	-	-
	D	-	-	0.39	-	-	0.55	-	0.29	-	-	-	-
	J	-	-	1.00	-	-	0.92	-	0.72	-	-	-	-

- 表示物种数为 1,不能计算多样性指数。 - Show number of species is one ,so diversity index can't be calculated.

此,在双桥进水口、分水岭和许家咀河蚬很多。

底栖动物的密度和生物量的季节变化主要取决于螺类的数量变化,螺的繁殖期是 3~10 月,6~7 月为最高峰。但 6 月前是鱼类摄食的高峰期,大量螺类被鱼类摄食,使得螺类的密度和生物量下降。以后随着螺类的大量繁殖和生长,数量又不断增长,同时鱼类摄食逐步减少,在冬季螺类的密度和生物量达到最高峰。

2004 年底栖动物的密度和生物量比 2003 年减少很多,可能是因为 2004 年初建闸后湖水的水深加深,南漪湖的生态环境发生了巨大变化。底栖动物现存量有明显地随水深的增加而不断递减的现象^[3,13,14]。而且,各采样点和不同季度大型底栖动物的 Shannon-Wiener 多样性指数和 Margalef 多样性指数值均较低,说明南漪

湖底质环境较差,大型底栖动物群落结构不稳定,种群自我调节功能较弱,湖泊生态系统呈不稳定状态。

底栖动物作为鱼类的天然食料,有较高的能含量和转化效率。建闸后南漪湖底栖动物数量明显减少,因此在持续利用这一资源的基础上要制定合理的渔业生产规划。为了重建南漪湖生态平衡,保护底栖生物资源,必须切实地实施一系列生态渔业工程:利用藻食性鱼类控制短时富营养化引起的藻类大量增生的“以鱼养水工程”;大力种植水草,营造“水下森林”,抑制南漪湖从草型湖泊到藻型湖泊转变的“生物修复工程”;定期封湖、划区轮捕、保护种质资源的“河蚬增殖工程”。

参 考 文 献

- [1] 宦朝东, 陆宗磐, 李中明. 水阳江中游南漪湖治理控制工程方案选定. 水利水电工程设计, 2004, (2): 1 ~ 2.
- [2] 刘健康. 高级水生生物学. 北京: 科学出版社, 2000, 242 ~ 259.
- [3] 陈其羽. 武汉东湖底栖生物群落结构和动态的研究. 水生生物学集刊, 1980, 7(1): 41 ~ 56.
- [4] 黄祥飞. 湖泊生态调查观测与分析. 北京: 中国标准出版社, 2000, 92 ~ 94.
- [5] Shannon C E, Weaver W. The Mathematical Theory of Communication. Urbana: University of Illinois Press, 1963, 1 ~ 117.
- [6] Margalef D R. Perspectives in Ecological Theory. Chicago: University of Chicago Press, 1968, 1 ~ 111.
- [7] Pielou E C. Ecological Diversity. New York: John Wiley & Sons Inc., 1975, 16 ~ 51.
- [8] 刘其根, 孔优佳, 陈立侨等. 网围养殖对^①湖底栖动物群落组成及物种多样性的影响. 应用与环境生物学报, 2005, 11(5): 566 ~ 570.
- [9] 由文辉, 尤力群. 淀山湖软体动物群落的研究. 华东师范大学学报, 1998, (1): 103 ~ 109.
- [10] 梁彦龄, 吴天惠, 谢志才. 保安湖底栖动物现状及渔业利用. 见: 梁彦龄, 刘伙泉主编: 草型湖泊资源环境与渔业生态学管理(一). 北京: 科学出版社, 1995, 178 ~ 193.
- [11] 秦伯强, 胡维平, 陈伟民. 太湖水环境演化过程与机理. 北京: 科学出版社, 2004, 275 ~ 282, 308 ~ 309.
- [12] 阎云君, 李晓宇, 梁彦龄. 草型湖泊和藻型湖泊中大型底栖动物群落结构的比较. 湖泊科学, 2005, 17(2): 176 ~ 182.
- [13] 崔奕波, 李钟杰. 长江流域湖泊的渔业资源与环境保护. 北京: 科学出版社, 2005, 85 ~ 86.
- [14] 马徐发, 熊邦喜, 王明学等. 湖北道观河水库大型底栖动物的群落结构及物种多样性. 湖泊科学, 2004, 16(1): 49 ~ 55.