

文章编号: 1004 - 7271(2007)06 - 0560 - 06

千岛湖浮游甲壳类群落结构特征初步研究

盖建军¹, 王丽卿¹, 刘其根¹, 陈马康¹, 陈来生², 任丽萍², 洪荣华²

(1. 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;
2. 淳安县水产科学所, 浙江 淳安 311700)

摘要:研究了浙江千岛湖 2004 年浮游甲壳类的群落结构组成及现存量的时空变化。千岛湖浮游甲壳类主要由 33 种组成, 其中桡足类 14 种, 优势种为右突新镖水蚤 (*Neodiaptomus schmackeri*)、特异荡镖水蚤 (*Neurodiaptomus tumidus*)、球状许水蚤 (*Schmackeria forbes*)、近邻剑水蚤 (*Cyclops vicinuss*) 等; 枝角类 19 种, 优势种为透明溞 (*Daphnia hyaline*)、象鼻溞 (*Bosmina* spp)、短尾秀体溞 (*Diaphanosoma brachyurum*) 等。桡足类年平均密度为 8.26 ± 1.25 ind/L, 年均生物量为 0.13 ± 0.09 mg/L, 物种多样性指数为 1.88; 枝角类年平均密度为 5.27 ± 1.33 ind/L, 年均生物量为 0.42 ± 0.23 mg/L, 物种多样性指数为 3.03。桡足类和枝角类密度均在 8 月份出现峰值, 分别为 42.76 ind/L 和 30.57 ind/L; 水平分布上, 千岛湖浮游甲壳类现存量在 I 站点(宅上)最高, 生物密度和生物重量分别达 130.83 ind/L、7.83 mg/L, VI 站点(湖村岛)最低, 生物密度和生物重量仅有 25.20 ind/L 和 2.93 mg/L。垂直分布以离水表 8 m 的生物量最高, 分别为 242.27 ind/L、13.98 mg/L。

关键词:千岛湖; 枝角类; 桡足类; 生物密度; 生物量

中图分类号: S 932.7 文献标识码: A

Community structure of microcrustaceans in Qiandao Lake

GAI Jian-jun¹, WANG Li-qing¹, LIU Qi-gen¹, CHEN Ma-kang¹,
CHEN Lai-sheng², REN Li-ping², HONG Rong-hua²

(1. Key Laboratory of Aquatic Genetic Resources and Aquacultural Ecosystem Certificated by the
Ministry of Agriculture, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China;
2. Chun'an Fisheries Research Institute, Chun'an 311700, China)

Abstract: The community structure of microcrustaceans (copepod and cladocera) including species composition, standing crop dynamics and diversities was studied in Qiandao Lake in Zhejiang Province of China in 2004. During the period of survey, 14 species of copepods including four dominant species, *Neodiaptomus schmackeri*, *Neurodiaptomus tumidus*, *Schmackeria forbes*, *Cyclops vicinu* and 19 species of cladocera including three dominant species, *Daphnia hyaline*, *Bosmina* spp. and *Diaphanosoma brachyurum* were found in Qiandao Lake. The average density of copepod and cladocera was 8.26 ± 1.25 and 5.27 ± 1.33 ind/L respectively, the average biomass of them was 0.13 ± 0.09 and 0.42 ± 0.23 mg/L, and Margelef's diversity index was 1.88 and 3.03 respectively. In the horizontal distribution, the highest density of copepod and cladocera appeared both in August (42.76 ind/L and 30.57 ind/L). The highest standing crops appeared at sampling site I, and the corresponding density and biomass are 130.83 ind/L and 7.83mg/L; the lowest are

收稿日期: 2007-03-04

基金项目: 上海水产大学与淳安县水产科学研究所的合作项目; 上海市重点学科建设项目(Y1101)

作者简介: 盖建军(1981-), 男, 山东烟台人, 硕士研究生, 专业方向为水生生物学。

通讯作者: 王丽卿, E-mail: lqwang@shfu.edu.cn

25.20 ind/L and 2.93 mg/L that occurred at sampling site VI. In the vertical distribution, the highest standing crop of microcrustaceans was found at the water depth of 8 m.

Key words: Qiandao Lake; cladocera; copepoda; density; biomass

千岛湖位于中国浙江省淳安县境内,她是 1959 年为建造新安江水电站而筑坝蓄水形成的大型深水水库,水面面积达 573 km²,蓄水量为 178 亿 m³,平均水深为 34 m,透明度达 7 m。千岛湖集饮用、旅游观光、水产养殖及工农业用水等多种功能于一体,对当地经济发展起着不可限量的重要作用。然而随着千岛湖上游及周边地区的经济发展,输入千岛湖的污染(N、P 等)负荷不断增加,1998、1999 年千岛湖连续 2 年暴发了大面积的蓝藻水华,使千岛湖的渔业生产和环境保护问题成为关注和争议的焦点。由此于 1999 年 8 月起采取了对千岛湖部分水域禁渔三年的措施^[1],在控制蓝藻水华爆发的同时进行千岛湖有机鱼的生产。大型浮游甲壳类是千岛湖浮游动物的重要组成部分,是鱼类的主要天然饵料;同时浮游甲壳类(特别是大型枝角类)对水华藻类具有下行控制作用。李共国等曾于 1999 年对千岛湖枝角类和桡足类的群落结构进行过调查研究^[2-3]。本文意在探明在禁渔三年、连续两年进行稳定渔业生产后 2004 年千岛湖浮游甲壳类的种类组成、种群密度、优势种、物种多样性指数等,从时间和空间分布上分析千岛湖浮游甲壳类群落结构的变化规律,以期能为千岛湖有机鱼的持续生产和生态环境保护等科学研究提供必要的科学依据。

1 材料方法

在千岛湖共设置了 9 个采样点,分别为 I 宅上、II 牛石埠、III 温馨岛、IV 猴岛、V 桐桥岛、VI 湖村岛、VII 茅头尖、VIII 姥山、IX 密山(图 1)。于 2004 年 1-12 月逐月在千岛湖 9 个采样站点采集浮游甲壳动物样品 1 620 个(定量 864 个、定性 756 个)。定性样品采用自行研制的浮游生物网垂直分层拖捞获取^[4],浮游生物网网口直径为 37 cm,网衣由 260 目尼龙筛绢制成;定量样品根据每个站点实测水深选取离水表层 0 m、4 m、8 m、15 m、20 m、25 m、30 m、35 m、40 m 等水层,用 5 L 采水器采集 20 L 水样,经 25 号筛

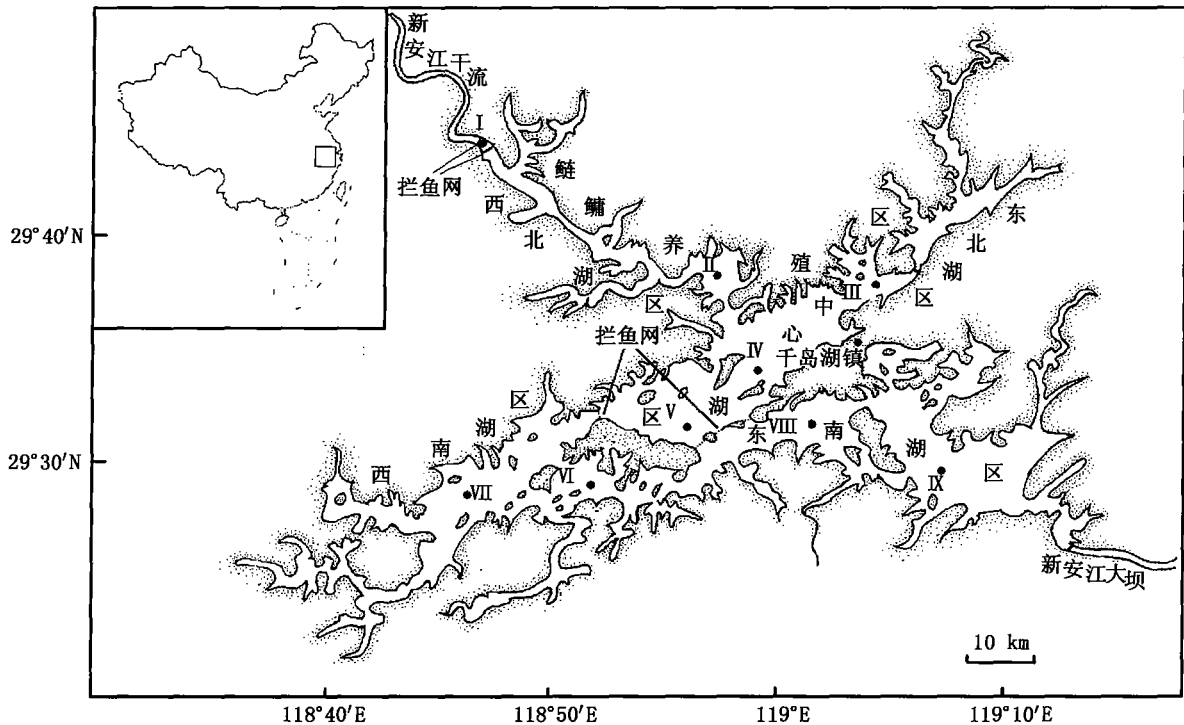


图 1 千岛湖采样点分布

Fig. 1 Sampling stations in Qiandao Lake in 2004

绢制成的浮游生物网过滤浓缩后获得。定性定量样品均在现场用福尔马林固定成5%溶液,浮游甲壳动物种类鉴定依据文献^[5-6]。浮游甲壳类的生物密度(ind/L)=某浮游甲壳动物种类总个数/水样体积(20 L);生物量(W)采用体长-体重回归方程^[7-8]测得;生物多样性指数采用 Margalef 公式 $d = (S - 1) / \ln N$, 其中 S 为种类数, N 为总丰度;物种优势度(D)采用公式 $D = N_i \times f / N$, 其中 N_i 为某种类的平均密度, N 为总平均密度, f 为频率。

2 结果

2.1 千岛湖浮游甲壳类种类组成

通过定性样品分析并结合检查定量样品,在采样期间共观察到浮游甲壳动物10科22属33种,其中桡足类14种、枝角类19种。千岛湖浮游甲壳类种类组成及平均生物密度见表1。桡足类主要由哲水蚤目和剑水蚤目的种类组成;枝角类则隶属薄皮蚤科、仙达蚤科、蚤科、裸腹蚤科、象鼻蚤科等5科。根据优势度 $D \geq 0.02$ 确定为优势种的原则,千岛湖哲水蚤目桡足类的优势种为右突新镖水蚤(2.50 ind/L, $D = 0.06$)、特异荡镖水蚤(2.11 ind/L, $D = 0.05$)、球状许水蚤(0.90 ind/L, $D = 0.02$);剑水蚤目的优势种为近邻剑水蚤(1.87 ind/L, $D = 0.05$);枝角类优势种为短尾秀体蚤(7.90 ind/L, $D = 0.20$)、透明蚤(5.30 ind/L, $D = 0.13$)、长额象鼻蚤(2.35 ind/L, $D = 0.06$)。

表1 千岛湖浮游甲壳类种类组成及平均生物密度
Tab.1 Species composition and average densities of microcrustaceans in Qiandao Lake in 2004

种类		生物密度 (ind./L)
桡足类 Copepoda		
哲水蚤目	球状许水蚤	<i>Schmackeria forbesi</i> 0.90
	指状许水蚤	<i>Schmackeria inopinus</i> *
	特异荡镖水蚤	<i>Neurodiaptomus tumidus</i> 2.11
	右突新镖水蚤	<i>Neodiaptomus schmackeri</i> 2.50
	长江新镖水蚤	<i>Neodiaptomus yangtsekiangensis</i> *
	肥胖荡镖水蚤	<i>Neurodiaptomus tumidus</i> *
剑水蚤目	中华窄腹剑水蚤	<i>Limnoithona simensis</i> 0.08
	锯缘真剑水蚤	<i>Eucyclops serrulatus</i> *
	近邻剑水蚤	<i>Cyclops vicinus vicinus</i> 1.87
	草绿刺剑水蚤	<i>Acanthocyclops viridis</i> *
	广布中剑水蚤	<i>Mesocyclops leuckarti</i> 0.57
	台湾温剑水蚤	<i>Thermocyclops taihokuensis</i> *
	透明温剑水蚤	<i>Thermocyclops hyalinus</i> 0.01
	粗壮温剑水蚤	<i>Thermocyclops dybowskii</i> 0.03
枝角类 Cladocera		
薄皮蚤科	透明薄皮蚤	<i>Leptodora kindti</i> 0.07
仙达蚤科	晶莹仙达蚤	<i>Sida crystallina</i> *
	短尾秀体蚤	<i>Diaphanosona brachyurum</i> 7.90
	长肢秀体蚤	<i>Diaphanosona leucutenbergianum</i> 0.01
	多刺秀体蚤	<i>Diaphanosona sarsi</i> *
蚤科	透明蚤	<i>Daphnia hyaline</i> 5.30
	棘爪低额蚤	<i>Simocephalus exspinosus</i> *
	棘体网纹蚤	<i>Ceriodaphnia setosa</i> 0.01
	棘爪网纹蚤	<i>Ceriodaphnia reticulata</i> 0.02
	平突船卵蚤	<i>Scapholeberis mucronata</i> *
裸腹蚤科	微型裸腹蚤	<i>Moina micrura</i> 0.19
	直额裸腹蚤	<i>Moina rectirostris</i> 0.02
象鼻蚤科	长额象鼻蚤	<i>Bosmina longirostris</i> 2.35
	脆弱象鼻蚤	<i>Bosmina fatalis</i> 0.01
	筒弧象鼻蚤	<i>Bosmina coregoni</i> 0.01
	颈沟基合蚤	<i>Bosminopsis deitersi</i> 0.02
盘肠蚤科	直额弯尾蚤	<i>Camptocercus rectirostris</i> *
	点滴尖额蚤	<i>Alona guttata</i> 0.04
	圆形盘肠蚤	<i>Chydorus sphaericus</i> 0.01

注: * 表示在定性样品中观察到而在定量样品中较少发现的种类

2.2 千岛湖浮游甲壳类现存量的月变化

千岛湖浮游甲壳类在 2004 年全年平均密度和生物重量分别为 13.85 ind/L 和 0.55 mg/L,枝角类年平均密度为 5.27 ± 1.33 ind/L,年均生物量为 0.42 ± 0.23 mg/L;桡足类年平均密度为 8.26 ± 1.25 ind/L,年均生物量为 0.13 ± 0.09 mg/L;生物密度和生物重量的月变化情况分别见图 2 和 3。从图中可知,浮游甲壳类的生物密度和生物重量均在 8 月份出现峰值,分别为 49.83 ind/L 和 1.92 mg/L;在 4 月份出现一个次高峰,分别为 16.76 ind/L 和 0.85 mg/L;生物密度在 12 月份最低,仅为 6.63 ind/L,生物重量则在 7 月份最低,只有 0.22 mg/L。从群落结构组成看,千岛湖桡足类的生物密度高于枝角类(8 月份例外),而生物重量则低于枝角类,但生物密度和生物重量的月变化趋势基本一致。

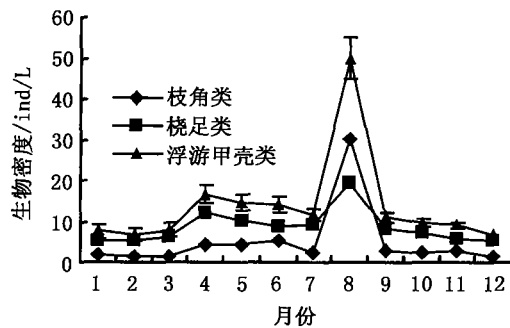


图 2 千岛湖浮游甲壳类平均密度的月变化
Fig. 2 Monthly variation in the average density of microcrustaceans in Qiandao Lake

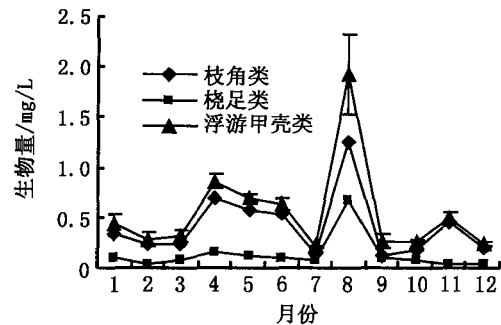


图 3 千岛湖浮游甲壳类生物量的月变化
Fig. 3 Monthly variation in the average biomass of microcrustaceans in Qiandao Lake

2.3 千岛湖浮游甲壳类现存量的水平分布

2004 年千岛湖浮游甲壳类现存量在不同站位的动态分布见图 4~5, I 站点(宅上)的现存量最高,生物密度和生物重量分别达 130.83 ind/L 和 7.83 mg/L, IV 站点(猴岛)的现存量仅低于 I 站点, VI 站点(湖村岛)的生物量为整个湖区最低,生物密度和生物重量仅有 25.20 ind/L 和 2.93 mg/L。

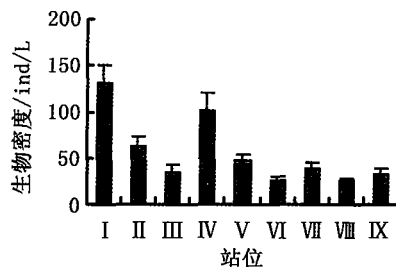


图 4 千岛湖浮游甲壳类生物密度的水平分布
Fig. 4 Horizontal distribution of microcrustaceans density in Qiandao Lake in 2004

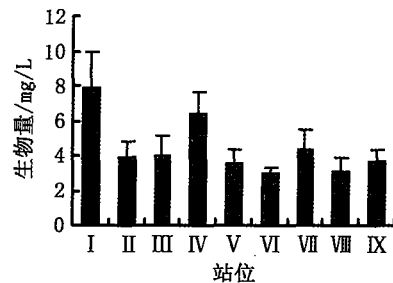


图 5 千岛湖浮游甲壳类生物量的水平分布
Fig. 5 Horizontal distribution of microcrustaceans biomass in Qiandao Lake in 2004

2.4 千岛湖浮游甲壳类群落现存量的垂直分布

图 6~7 表示了 2004 年千岛湖浮游甲壳类群落现存量在不同水层的垂直分布。从图中可以看出,在 8 m 水层,浮游甲壳类的生物密度和生物量最高,为 179.08 ind/L、10.32 mg/L,约占整个生物量的 1/3 以上;在 40 m 的现存量最低,仅为 2.94 ind/L、0.35 mg/L。8 m 以下水域,随着水深的增加,浮游甲壳类现存量呈递减趋势。

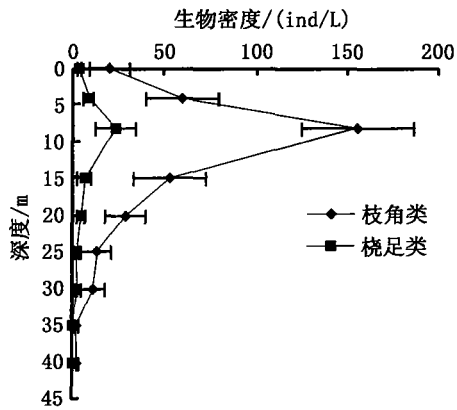


图6 千岛湖浮游甲壳类生物密度的垂直分布
Fig. 6 Vertical distribution of microcrustaceans density in Qiandao Lake in 2004

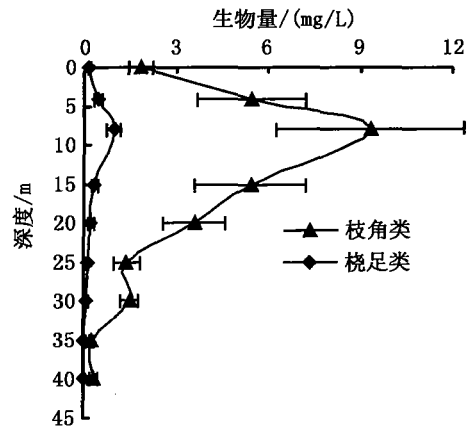


图7 千岛湖浮游甲壳类生物量的垂直分布
Fig. 7 Vertical distribution of microcrustaceans biomass in Qiandao Lake in 2004

2.5 浮游甲壳类物种多样性指数

表2显示千岛湖枝角类和桡足类在各站点的物种多样性指数。表2看出,桡足类和枝角类的物种多样性指数均在IX站点(密山)最高,分别为2.98和4.54;在I站点(宅上)最低,分别为1.27和1.65。桡足类和枝角类的平均物种多样性指数为1.88和3.03。

表2 千岛湖浮游甲壳类在各站点多样性指数

Tab. 2 The diversity index of microcrustaceans in Qiandao Lake in 2004

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
桡足类	1.27	1.42	1.49	1.69	1.49	2.19	2.27	2.14	2.98
枝角类	1.65	2.20	3.49	2.47	3.23	3.68	2.84	3.25	4.54
浮游甲壳类	2.40	3.00	4.08	3.59	4.00	4.77	4.14	4.40	6.22

3 讨论

本次周年调查鉴定出的33种浮游甲壳类中,特异荡镖水蚤、右突新镖水蚤、球状许水蚤、近邻剑水蚤、短尾秀体蚤、透明蚤、长额象鼻蚤为常年优势种。千岛湖初级生产力低、水生高等植物缺乏是造成浮游甲壳类种类组成简单化的根本原因。比较禁渔之前1999年李共国^[2-3]的调查结果,千岛湖浮游甲壳类种类数减少了9种之多,而且广布中剑水蚤也退出了优势种类的地位,千岛湖的水域环境生物越来越单纯。

千岛湖浮游甲壳类的群落结构特征在季节分布、水平分布和垂直分布上都表现出了特有的规律。在季节分布上,夏秋两季无论是在浮游甲壳类种数还是密度、生物量都明显高于春冬两季。水温是影响诸多生物指标的主要因子,但是在水温比较高的7月份,千岛湖浮游甲壳类的群落现存量较低,这可能由于当时水环境的恶劣导致了滞育现象。在水平分布上,浮游动物生物量的变动是浮游植物的饵料作用(上行效应)和鲢鳙的滤食作用(下行效应)共同作用的结果。II、III站点位于鲢鳙养殖区,鲢鳙对浮游甲壳类的下行效应使得这两个站点生物现存量比较低;I站点位于工业区附近,IV站点位于千岛湖镇附近,人为活动导致该湖区营养元素含量以及叶绿素水平较高,浮游植物对浮游甲壳类的上行效应使得浮游甲壳类的密度和生物量也比较高;VI站点因为水体中叶绿素水平不高,所以该站点的浮游甲壳类现存量不高(图1)。本次调查结果表明,不同采集站点生物多样性差异很大,如平均透明度仅为3.6m的I站点生物多样性指数为2.40,而平均透明度为7.9m的IX站点的生物多样性指数则高达6.22。在垂

直方向上,大部分浮游甲壳类生活在 4~15 m 水层,其中又以 8 m 水层的现存量最高。这可能与水温、叶绿素和溶解氧的分布等有关。由于温跃层的阻隔作用,上层水体温度高,叶绿素 a、溶解氧在温跃层附近形成“中层最大值”,浮游植物大多分布于此,而浮游甲壳类以植食性居多,因此,浮游甲壳类趋向于上层饵料丰富的水体中分布,这样也有利于种群的数量增加。此外,这与浮游甲壳类的趋光性以及水体的透明度也有关系,80 年代东湖的大部分浮游动物都栖息在 1 m 深的水层,而当时东湖的透明度为 65~118 cm^[9]。

据报道,在自然增殖水体,由于渔业的发展增加了对浮游动物的摄食压力,加上“水华”的影响,使浮游动物特别是枝角类的优势种类组成明显趋于小型化,大型种类甚至消失,由于鱼类的捕食使特异荡镖水蚤和长江新镖水蚤退出鄱阳湖浮游动物优势种的地位^[10]。而千岛湖中的特异荡镖水蚤和右突新镖水蚤、近邻剑水蚤仍为桡足类主要的优势种,同时大型的透明溇为枝角类的主要优势种类,可见,千岛湖浮游甲壳类受鱼类的捕食压力以及“水华”的影响还是比较小的。

参考文献:

- [1] 刘其根. 千岛湖保水渔业及其对湖泊生态系统的影响[D]. 华东师范大学,2005,73-83.
- [2] 李共国,虞左明. 浙江千岛湖桡足类的群落结构[J]. 生物多样性,2002,10(3):305-310.
- [3] 李共国,虞左明. 千岛湖枝角类的群落结构[J]. 浙江万里学院学报,2001,14(2):51-55.
- [4] 陈来生,洪荣华,任丽萍,等. 新型分层浮游生物采集器的试用[J]. 渔业现代化 2006,(2):32-34.
- [5] 蒋燮治,堵南山. 中国动物志. 节肢动物门. 甲壳纲. 淡水枝角类[M]. 北京:科学出版社,1979.
- [6] 中国科学院动物研究所甲壳动物研究组. 中国动物志. 节肢动物门. 甲壳纲. 淡水桡足类[M]. 北京:科学出版社,1979.
- [7] Edmondson W T, Winberg G G. A manual on methods for assessment of secondary productivity in freshwaters[G]//IBP Handbook, Blackwell, Oxford, 1971, 17:358.
- [8] 章宗涉,黄祥飞. 淡水浮游生物研究方法[M]. 北京:科学出版社,1991.
- [9] 刘建康. 东湖生态学研究(一)[M]. 北京:科学出版社,1990.
- [10] 谢钦铭,李长春. 鄱阳湖桡足类的群落组成与现存量季节变动的初步研究[J]. 江西科学,1998,16(3):180-187.