

中国特有种大型桡足类舌状叶镖水蚤 (*Phyllodiaptomus tunguidus*) 在广东水库中的分布特征*

张贵刚, 韩博平**

(暨南大学水生生物研究所, 广州 510632)

摘要: 舌状叶镖水蚤是我国特有的大型哲水蚤, 主要分布在我国华南地区. 根据 2000 年对广东省 19 座典型大中型水库的 2 次采样和 2002 年对流溪水库和新丰江水库的 5 次采样, 重点测定了流溪水库、新丰江水库和鹤地水库等 3 座大型水库中舌状叶镖水蚤个体体长及形态参数, 分析了广东省大中型水库中舌状叶镖水蚤的种群与个体大小的分布特征. 在对 19 座水库的 2 次采样中, 11 座水库发现该种成体, 其中 5 座水库在丰水期没有出现该种的成体, 6 座水库在丰水期和枯水期都有该种类成体的出现. 丰水期与枯水期舌状叶镖水蚤的平均丰度分别为 0.465 ind./L 和 0.996 ind./L. 舌状叶镖水蚤主要出现在大型水库中, 特别是贫营养的大型水库, 其丰度主要由食物数量、质量与捕食压力所决定. 2002 年, 流溪水库丰度和新丰江水库舌状叶镖水蚤全年的平均值为 1.308 ind./L 和 0.294 ind./L, 丰水期高于枯水期. 在个体大小和形态特征上, 2 座贫营养水体——流溪水库、新丰江水库的舌状叶镖水蚤的体长与第一触角长度均大于中营养水体——鹤地水库, 这种形态上的差异是由鱼类捕食方式(滤食或选择性捕食)所决定.

关键词: 舌状叶镖水蚤; 大小; 动态; 分布; 热带水库

Distribution of a Chinese endemic species of calanoids: *Phyllodiaptomus tunguidus* in middle and large reservoirs, Guangdong Province

ZHANG Guigang & HAN Boping

(*Institute of Hydrobiology, Jinan University, Guangzhou 510632, P. R. China*)

Abstract: *Phyllodiaptomus tunguidus*, a large calanoids, is Chinese endemic species, and mainly distribute in South China. To understand its population distribution in a large scale, the species was sampled twice in 19 middle and large reservoirs of Guangdong Province in 2000 and five times in two large and oligotrophic waterbodies: Liuxihe Reservoir and Xinfengjiang Reservoir in 2002. Body size and other morphological parameters of *P. tunguidus* were measured in the Liuxihe Reservoir, Xinfengjiang Reservoir and Hedi Reservoir (large and mesotrophic). Adult *P. tunguidus* was found in 11 reservoirs, but only occurred in 6 reservoirs in both flood and dry seasons. *P. tunguidus* had an average abundance of 0.465 ind./L and 0.996 ind./L in the flood and dry seasons, respectively. In 2002, the average abundance was 1.308 ind./L and 0.294 ind./L in Liuxihe Reservoir and Xinfengjiang Reservoir, respectively. The abundance in the flood season was much higher than that in the dry season. *P. tunguidus* mainly distributed in larger reservoirs, dominated in large, oligotrophic reservoirs, and its abundance was mainly determined by food concentration, food quality and predation pressure. The first antennule length and body size of the individual adults were longer in oligotrophic waterbodies than that in the mesotrophic waterbody. Predation by filter and planktivory fishes may be the main selection force.

Keywords: *Phyllodiaptomus tunguidus*; body size; dynamics; distribution; tropical reservoir

舌状叶镖水蚤是我国特有种, 属桡足类哲水蚤目叶镖水蚤属, 是浮游动物的优势大型种类, 主要分布于华南地区. 在广东许多水库中, 舌状叶镖水蚤的游泳速度快, 对外界干扰反应迅速, 具有很强的逃避能力^[1],

* 国家自然科学基金项目(U0733007, 30970467, 30670345)资助. 2009-04-16 收稿; 2009-08-25 收修改稿. 张贵刚, 男, 1982 年生, 硕士研究生; E-mail: gangang4107@163.com.

** 通讯作者; E-mail: tbphan@jnu.edu.cn.

在广东省许多大中型贫营养水库中是甲壳类的第一优势种^[2-3]。

舌状叶镖水蚤的幼体从卵孵出来后,一般要经过6个无节幼体期与5个桡足幼体期,才能发育为成体.其第5胸足雌性左右对称而雄性左右不对称,与叶镖水蚤属的其它种类相比,例如:*P. wellekensae*^[4]、*P. praedictus*^[5]、*P. christine*^[6],雄性第5右胸足第1基节的内末角具一舌状突出,头胸部的两后侧角各分2个突起,顶端各具一粗刺.该种的摄食是由第2触角、大颚须和第1小颚的快速震动而引起水流,当水流通过第2小颚和颚足的羽状刚毛交织而成的网时,水中的藻类、细菌、原生动物以及有机碎屑等悬浮颗粒就会被过滤下来而送入口内,对食物的滤食表现出选择性^[7-9].在贫营养水体中,由于舌状叶镖水蚤是具有较高生物量的大型种类,对浮游植物有较强的控制作用,同时也是滤食性鱼类等的饵料,在食物网中起着重要作用.浮游动物种类的个体大小决定其在生态系统中的作用与作用方式^[10],一方面,浮游动物的代谢率、生殖等过程的水平与个体大小密切相关;另一方面,浮游动物的捕食、竞争能力也与浮游动物个体大小有关.作为我国一个特有种,目前对舌状叶镖水蚤的报道还比较少,其数量与个体大小具有什么样的分布特点还不清楚.

本文根据对广东省19座水库的2次采样和2座代表性水库的5次采样,初步分析舌状叶镖水蚤种群数量与个体大小的分布及动态,探讨了影响舌状叶镖水蚤分布和个体大小分布的可能因子,为了解该种在我国南热带地区的分布提供基础数据.

1 材料与方法

1.1 采样时间与地点

在广东省(北纬 $20^{\circ}14'$ – $25^{\circ}31'$,东经 $109^{\circ}40'$ – $117^{\circ}20'$)珠江流域水系的6个主要流域中选取了19座代表性水库进行采样,这19座水库分别为:赤石径水库、小坑水库、流溪河水库、飞来峡水库、大沙河水库、高州水库、鹤地水库、大水桥水库、新丰江水库、白盆珠水库、沙田水库、契谷石水库、石岩水库、大镜山水库、公平水库、赤沙水库、合水水库、河溪水库.在水库的湖区(主要为大坝附近)设置采样点,水库的地理位置见图1^[11].

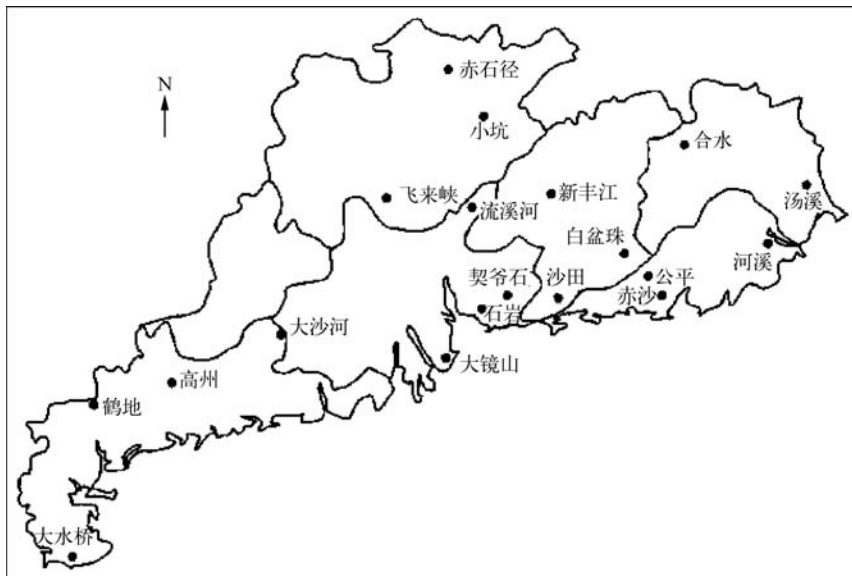


图1 19座研究水库的地理位置

Fig. 1 The location of nineteen investigated reservoirs

2000年6–7月(丰水期)和11–12月(枯水期)对19座水库进行了采样,2002年3月、6月、8月、10月和12月份对流溪河水库和新丰江水库进行5次采样,在10月份,对流溪河水库、新丰江水库和鹤地水库进行了定性样品采样,用于个体大小与形态参数的测定和比较.

1.2 样品采集与分析方法

定性样品用 13[#]浮游生物网(孔径为 113 μ m)于水平及垂直方向拖网. 定量样品从表层 0.5m 往下每隔 1m 采取 5L 水, 采水量 50L, 水样用 25[#]浮游生物网(孔径为 64 μ m)现场过滤, 并用 5% 的福尔马林固定. 定量样品需在实验室浓缩, 在解剖镜和显微镜下鉴定种类并用 1ml 计数框记数.

1.3 关键形态测量方法

在解剖镜下将所测量的舌状叶镖水蚤个体用吸管吸出, 放在载玻片上, 然后把载玻片放在解剖镜下记下卵的个数, 用目测微尺测量其体长、体宽、第一触角长、卵大小等, 测量每一水库样品中种群个体 100 只.

2 结果与分析

2.1 种群分布

在 19 座水库中, 有 11 座水库中出现舌状叶镖水蚤的成体, 有 5 座水库在丰水期没有发现该种的成体, 6 座水库在丰水期和枯水期都有该种成体的出现(表 1). 其未出现的原因可能是不存在该种, 也可能是种群数量太低没有在定性定量样中采集到该种的成体; 另一方面, 在 19 座水库的两次大规模调查中, 采样频率偏低也可能原因之一.

2.2 数量变化

在 2000 年的调查中, 丰水期和枯水期舌状叶镖水蚤丰度变化范围分别为 0 - 1.050 ind./L 和 0 - 2.125 ind./L. 在丰水期, 该种类的丰度由大到小依次为赤石径水库 > 鹤地水库 > 流溪河水库 > 高州水库 > 飞来峡水库, 其平均丰度 0.465 ind./L. 在枯水期, 丰度由大到小依次为高州水库 > 赤石径水库 > 流溪河水库 > 汤溪水库 > 新丰江水库, 其平均丰度 0.996 ind./L(表 1). 在出现该成体的水库中, 高州水库在枯水期的丰度远高于丰水期, 流溪河水库枯水期的丰度是丰水期的 2 倍左右, 赤石径水库枯水期和丰水期的丰度差别不大. 在新丰江水库和汤溪水库, 在丰水期没有检测到该种的成体, 枯水期丰度也较低, 分别为 0.097 ind./L 和 0.500 ind./L.

从 2002 年的 5 次采样中, 流溪河水库中的舌状叶镖水蚤丰度(0.3 - 2.7 ind./L)均高于新丰江水库(0.1 - 0.6 ind./L). 两座水库相比, 丰水期都高于枯水期. 流溪河水库丰度最低值出现在 10 月份, 最高值出现在 6 月份, 8 月份次之; 而在新丰江水库中, 最低丰度出现在 12 月份, 最高也出现在 6 月份, 8 月份次之, 季节变化较为明显(图 2).

2.3 种类个体大小分布与形态特征

在枯水期, 新丰江水库、流溪河水库与鹤地水库中舌状叶镖水蚤在体长及体长频度存在一差异. 新丰江水库体长范围 1.150 - 1.675mm, 平均体长约为 1.351mm; 流溪河水库该种体长范围为 1.150 - 1.675mm, 平均体长约为 1.345mm; 鹤地水库体长范围为 1.050 - 1.450mm, 平均体长约为 1.245mm. 从体长的频度来看, 鹤地水库该种类个体体长多数集中在 1.200 - 1.300mm 之间, 而在新丰江

表 1 水库中舌状叶镖水蚤(成体)的分布*

Tab. 1 Distribution of abundance of *P. tunguidus* in reservoirs

水库	丰水期丰度(ind./L)	枯水期丰度(ind./L)
赤石径水库	1.050	1.400
流溪河水库	0.467	0.860
高州水库	0.125	2.125
鹤地水库	0.633	+
新丰江水库	-	0.097
合水水库	+	+
大镜山水库	-	+
飞来峡水库	0.050	+
石岩水库	-	+
河溪水库	-	+
汤溪水库	-	0.500
平均丰度	0.465 ± 0.406	0.996 ± 0.792

*-表示未检测到成体, +表示存在但丰度很小.

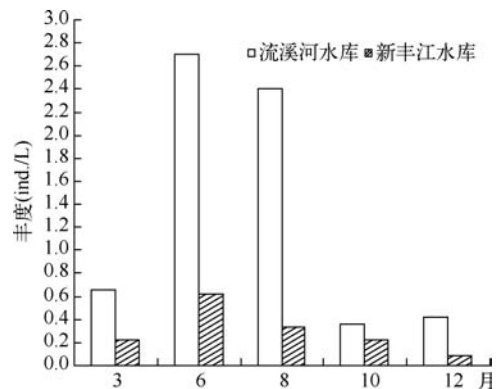


图 2 2002 年流溪河水库和新丰江水库中舌状叶镖水蚤的丰度动态

Fig. 2 Abundance of *P. tunguidus* in Liuxihe Reservoir and Xinfengjiang Reservoir in 2002

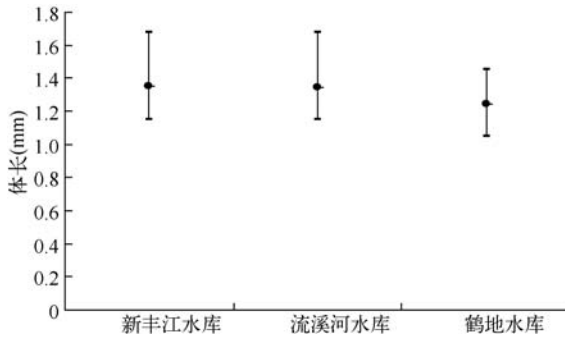


图3 三座水库舌状叶镖水蚤的体长(平均体长)

Fig. 3 Body length of *P. tunguidus* in 3 large reservoirs

水库和流溪河水库中多数集中在 1.300 - 1.400mm 之间(图 3). 新丰江水库和流溪河水库中舌状叶镖水蚤体长的最大频度均出现在 1.375mm 处, 而鹤地水库出现在 1.250mm 处, 这两个长度非常接近平均值, 较好的反映了个体大小的分布.

第 1 触角为游泳平衡器官, 有明显的雌雄区别, 雄性常特化成执握器, 在游泳和捕食方面起到了重要的作用. 在鹤地水库中, 舌状叶镖水蚤成体的第一触角不超过 1.7mm; 而在新丰江水库和流溪河水库中, 第一触角长度可达 1.875mm.

表 2 3 座水库中舌状叶镖水蚤关键形态参数的比较

Tab. 2 The main morphological parameters of *P. tunguidus* in three large reservoirs

形态参数	新丰江水库	流溪河水库	鹤地水库
体长平均值(mm)	1.351 ± 0.115	1.345 ± 0.115	1.245 ± 0.105
体宽平均值(mm)	0.330 ± 0.028	0.328 ± 0.029	0.310 ± 0.029
长/宽比	4.094 ± 0.233	4.116 ± 0.208	4.037 ± 0.297
第一触角长平均值(mm)	1.576 ± 0.191	1.571 ± 0.184	1.406 ± 0.146
体长/第一触角长比	0.863 ± 0.056	0.861 ± 0.054	0.889 ± 0.056
平均怀卵数(只)	8.320 ± 2.626	8.600 ± 2.533	8.920 ± 3.390
卵大小平均值(mm)	0.103 ± 0.015	0.101 ± 0.017	0.105 ± 0.011

舌状叶镖水蚤成体的一些其它参数也列在表 2 中. 体宽平均值在 0.31 - 0.33mm 之间, 经过 *t* 检验, 新丰江水库和流溪河水库 $P = 0.613 > 0.05$, 新丰江水库和鹤地水库 $P = 0.447 > 0.05$, 流溪河水库和鹤地水库 $P = 0.811 > 0.05$, 三座水库没有显著差异 ($P > 0.05$); 长/宽比在 4 左右; 体长/第一触角长之比在 0.86 - 0.89 之间, 平均怀卵数 8 - 9 只, 平均卵大小在 0.101 - 0.105mm 之间, 鹤地水库相对于其它两座水库要大.

3 讨论

3.1 舌状叶镖水蚤种群数量分布与动态

根据 2000 年对 19 座水库的调查, 舌状叶镖水蚤成体的丰度在 0 - 2.2 ind./L 之间, 枯水期的平均丰度略高, 但对鹤地水库和飞来峡水库而言则正好相反. 比较水库的库容, 舌状叶镖水蚤主要出现在大型水体中, 而石岩水库、大镜山水库等较小的中型水库中也现了该种类, 但数量极低. 2002 年, 对流溪河水库和新丰江水库进行的 5 次采样中, 流溪河水库中的舌状叶镖水蚤丰度(平均为 1.308 ind./L) 远高于新丰江水库(平均为 0.294 ind./L), 并且这两座水库都是丰水期高. 综合两次水库采样样品, 舌状叶镖水蚤是适合贫营养型的大型水库, 但随着营养水平的提高, 丰度有所增加. 由于 2000 年大面观测的数据同步较差, 丰水期与枯水期的比较相对困难. 2002 年对流溪河水库和新丰江水库 5 次同步采样, 丰水期要高于枯水期.

在一个特定水库中, 影响浮游动物的丰度主要取决于食物与捕食压力. 在富营养化条件下, 通常叶绿素浓度、有机悬浮颗粒含量和细菌数量等较高, 透明度较低, 食物主要以难消化的蓝藻特别是丝状蓝藻占优势^[12], 食物质量较差. 在这类水库中, 广东省的水库普遍人工放养滤食性的鲢鳙鱼, 由于渔业产量相对较高, 对浮游动物种类构成了强大的捕食压力^[13-15]. 舌状叶镖水蚤是一种滤食性的大型浮游动物, 对食物有较强的选择能力, 也说明其对食物质量的要求较高. 该种类的第一触角长, 游泳速度快, 逃避鱼的捕食能力强. 因此, 食物质量是决定其是否存在的关键, 而捕食可能决定其丰度. 调查的 19 座水库, 富营养化的中型水库中很难采到这一种类, 即使出现了丰度也很低如契斧石水库^[16]和石岩水库. 在贫营养条件下, 水库的浮游植物

以硅藻-甲藻、硅藻-金藻或硅藻-绿藻等组合为主^[12,17],藻类细胞个体相对较大,比较适合选择性滤食效率较强的个体生存.在所调查的水库中,大型贫营养型水库中,只有白盆珠水库未检测到成体样品,可能是数量低、采样次数少的原因.新丰江水库是一座超大型水库,营养盐水平极低,浮游植物的数量和生物量均很低^[2,18].2000年的新丰江水库的两次采样中,只在枯水期发现极低种群数量(0.097 ind./L);2002年的5次采样中,数量明显增加,可能与富营养化的发展有关.与2000年相比,流溪河水库在2002年的数量有了明显的增加.在大型的贫营养水库中,由于水库的捕捞困难,浮游植物生产力低,渔业养殖困难,这类水库很少人工放养,也导致了捕食压力低,为舌状叶镖水蚤形成较高的种群数量提供了高食物质量与低捕食死亡率.在新丰江水库中,放养大量银鱼但难以捕获,银鱼主要选择摄食大型浮游动物,舌状叶镖水蚤正是银鱼的主要食物来源,这也可能是导致其种群数量低的原因之一^[2].高州水库和鹤地水库同为大型水库,由于存在较高的面源污染,水体的营养盐浓度高,为人工放养提供了条件,目前这两座水库中的鲢鳙鱼是水库经济的重要来源.鹤地水库中该种平均怀卵个数高于新丰江水库和流溪河水库,说明处于中富营养化的这两座水库中的食物资源充足,为该种类个体的生长发育提供了较好的环境条件,进一步说明捕食压力是其丰度限制的主要因素.大型水库的水力滞留时间较长,库区流速低,其静水环境有利于生物生长繁殖^[19].

作为一座新建成的大型河流水库,飞来峡水库库容 $1.90 \times 10^9 \text{ m}^3$,最大水深24m,一方面处于营养累计的高峰期,处于中营养状态;另一方面,水深增加,水流速度变缓,水的理化性质发生一系列的变化,从而将显著影响水生生物,特别是浮游生物群落^[20],库中浮游动物数量很贫乏,这主要是水库的生物学特征受水库的吞吐流特征强烈控制,舌状叶镖水蚤成体很少^[17].

3.2 舌状叶镖水蚤的个体大小分布、形态特征及其影响因素

浮游动物大小受捕食大小选择性控制,这是水体中浮游动物大小结构的主要控制机制^[21].在热带地区,常年水温高,可水体中鱼类全年维持较高的捕食压力,是解释热带地区一次采样的浮游动物种类少、数量低、个体小的主要原因之一^[22-23].已有不少文献报道了在当鱼类密度较高时,个体较大的镖水蚤种类和丰度都很低^[21,24].广东省水库普遍存在的人工放养中,鲢、鳙和罗非鱼等为主要养殖对象^[17,25],枝角类是这些鱼类的主要食物,但是当水体中枝角类的种类及数量较少,食物资源短缺时,哲水蚤也不可避免的成为这些鱼类的捕食对象,在持续维持的高强度捕食压力下,舌状叶镖水蚤被捕的可能性再为增加.随着捕食强度的增加,个体体长大小也会相对下降.

用于3座水库舌状叶镖水蚤体长测定的样品均采集于枯水期,鹤地水库中舌状叶镖水蚤的平均体长为1.245mm,明显地低于新丰江水库和流溪河水库.这种体长上的差别主要是由于人工放养渔业生产的结果.不过也可能存在另一个原因,即鹤地水库地处雷州半岛,全年水温要高于新丰江水库和流溪河水库.水温高可能导致舌状叶镖水蚤代谢能量增加,从而导致体长下降,但水温对浮游动物大小的影响是复杂的,水温也是增加鱼类捕食强度的重要性因素.鹤地水库全年水温高,也提高了鱼类的捕食压力.

新丰江水库和流溪河水库的舌状叶镖水蚤成体的平均体长十分接近,说明两座水库的捕食压力相当,这两座水库在地理上也相近,尽管食物浓度有较大的差别,说明了食物与捕食相比,捕食对舌状叶镖水蚤成体的个体大小的影响更为明显.

鹤地水库舌状叶镖水蚤成体的第一触角平均值也明显地低于流溪河水库和新丰江水库,并且最大长度不超过1.7mm,而在新丰江水库和流溪河水库中成体的第一触角1.875mm.第一触角对于游泳能力与逃避捕食来说都是十分重要的,因此,相对而言,在新丰江水库和流溪河水库等贫营养水体中,舌状叶镖水蚤具有更强的逃避能力.在鹤地水库中,由于鱼类主要以滤食性的鲢鳙鱼为主,而流溪河水库和新丰江水库则以鲢鳙鱼较少,而以具选择性捕食的鱼类为主,拥有较长的第一触角有利于逃避捕食.

4 参考文献

- [1] Dodson SI. Adaptive change in plankton morphology in response to size-selective predation: A new hypothesis of Cyclomorphosis. *Limnology and Oceanography*, 1974, **19**(5): 721-729.
- [2] 赵帅营,韩博平.大型深水贫营养水库——新丰江水库浮游动物群落分析. *湖泊科学*, 2007, **19**(3): 305-314.
- [3] 林秋奇,韩博平.流溪河水库湖泊区浮游动物大小分布特征. *生态科学*, 2006, **25**(3): 207-209.

- [4] Dumont HJ, Reddy YR. A reappraisal of the genus *Phyllodiaptomus* Kiefer, 1936, with the description of *P. wellekensae* n. sp. from India, and a redescription of *P. tunguidus* Shen & Tai, 1964 from China (Copepoda, Calanoida). *Hydrobiologia*, 1993, **263**: 65-93.
- [5] Dumont HJ, Reddy YR. *Phyllodiaptomus praedictus* n. sp. (Copepoda, Calanoida) from Thailand. *Hydrobiologia*, 1994, **273**: 101-110.
- [6] Dumont HJ, Reddy YR, Sanoamuang L. Description of *Phyllodiaptomus christineae* n. sp. from Thailand, and distinction of two subgenera within *Phyllodiaptomus* Kiefer, 1936 (Copepoda, Calanoida). *Hydrobiologia*, 1996, **323**: 139-148.
- [7] Greene CH. Foraging tactics and prey-selection patterns of omnivorous and carnivorous calanoid copepods. *Hydrobiologia*, 1988, **167/168**: 295-302.
- [8] 沈嘉瑞. 中国动物志(淡水桡足类). 北京: 科学出版社, 1979.
- [9] DeMott WR. The role of taste in food selection by freshwater zooplankton. *Oecologia*, 1986, **69**: 334-340.
- [10] 赵帅营, 韩博平. 基于个体大小的后生浮游动物群落结构分析——以广东星湖为例. 生态学报, 2006, **26**(8): 2646-2654.
- [11] 陈绵润, 赵帅营, 林秋奇等. 广东省水库枝角类组成特征的初步研究. 湖泊科学, 2007, **19**(1): 77-86.
- [12] 韩博平, 李 铁, 林旭铀. 广东省大中型水库富营养化现状与防治对策研究. 北京: 科学出版社, 2003.
- [13] Yang YF, Huang XF, Liu JK. Long-term changes in crustacean zooplankton and water quality in a shallow, eutropic Chinese lake densely stocked with fish. *Hydrobiologia*, 1999, **391**: 195-203.
- [14] 陈绵润, 欧阳昊, 赵帅营等. 横岗水库后生浮游动物群落特征. 生态科学, 2007, **26**(2): 137-142.
- [15] Fernando CH. Zooplankton, fish and fisheries in tropical freshwaters. *Hydrobiologia*, 1994, **272**: 105-123.
- [16] 董丽华, 胡 韧, 林秋奇等. 广东典型小型供水水库——契畲石水库浮游生物与富营养化特征分析. 生态科学, 2002, **21**(2): 147-151.
- [17] 林秋奇, 胡 韧, 段舜山等. 广东省大中型供水水库营养现状及浮游生物响应. 生态学报, 2003, **23**(6): 1101-1108.
- [18] 陈丽芬, 林秋奇, 胡 韧等. 亚热带大型水库——新丰江水库的浮游生物群落特征. 生态科学, 2002, **21**(2): 104-107.
- [19] 魏 鹏, 林秋奇, 胡 韧等. 高州水库水质与浮游生物动态分析. 应用与环境生物学报, 2002, **8**(2): 165-170.
- [20] 游江涛, 林秋奇, 胡 韧等. 飞来峡水库蓄水初期营养状态及浮游生物分布特征. 生态科学, 2002, **21**(1): 21-24.
- [21] Brooks JL, Dodson SI. Predation, body size and composition of plankton. *Science*, 1965, **150**: 28-35.
- [22] Dumont HJ, Rocha O, Tundisi JG. The impact of predation in structuring zooplankton communities with emphasis on some lakes in Brazil. In: *Memorias del Seminario Internacional de Agua; contaminacion de cuerpos de Agua superficiales y subterranos por fuentes no funcionales*. Mazatlan, Mexico, 1994: 11-26, 17 plates.
- [23] Hall DJ, Threlkeld ST, Burns CW *et al.* The size-efficiency hypothesis and the size structure of zooplankton communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1976, **7**: 177-208.
- [24] Nilssen JP. Tropical lakes-functional ecology and future development: The need for process orientated approach. *Hydrobiologia*, 1984, **113**: 231-242.
- [25] Lin QQ, Duan SS, Hu R *et al.* Zooplankton distribution in tropical reservoirs, South China. *International Review of Hydrobiology*, 2003, **88**(6): 602-613.