

韩江榕江练江水系连通后续优化工程 施工期环境监测项目 2023 年第二期 水生生态调查报告

深圳市宇驰检测技术股份有限公司

2023 年 11 月

目录

1 项目概况	1
2 工作依据	2
2.1 法律法规	2
2.2 标准规范	2
2.3 其他相关文件及技术资料	2
3 水生态调查监测	4
3.1 点位布设	4
3.2 调查方法	5
3.2.1 浮游植物	5
3.2.2 浮游动物	7
3.2.3 底栖生物	8
3.2.4 水生维管束植物	9
3.2.5 游泳生物	9
3.3 数据分析与处理	10
4 水生生态监测及结果	12
4.1 浮游植物	12
4.1.1 物种组成	12
4.1.2 丰度和生物量	13
4.1.3 优势种和生物多样性	15
4.1.4 小结	17
4.2 浮游动物	18
4.2.1 物种组成	18
4.2.2 丰度	19
4.2.3 优势种和生物多样性	20
4.2.4 小结	21
4.3 底栖动物	21
4.3.1 物种组成	21
4.3.2 丰度和生物量	23

4.3.3 优势种和生物多样性	24
4.3.4 小结	25
4.4 水生维管束植物	26
4.4.1 水生维管束植物多样性	26
4.4.2 水生维管束植物群落特征	30
4.5 游泳生物	31
4.5.1 渔获游泳生物量及生物学特征	31
4.5.2 渔获游泳生物种类组成	33
4.5.3 游泳生物的区域和生态类型	36
4.5.4 游泳生物的生物学特征	37
5 质量控制	44
附件	45
附图 1 监测断面位置图	45
附图 2 调查站位生境状况	46
附表 1 浮游植物名录	51
附表 2 浮游动物名录	56
附表 3 底栖动物名录	58
附表 4 水生维管束植物名录	62
附表 5 渔获物名录	63
附表 6 武汉市宇驰检测技术有限公司实验室比对结果	64

1 项目概况

韩江榕江练江水系连通后续优化工程是调整原三江连通生态用水优先用于城乡供水，补充当地水资源短缺，缓解区域水资源短缺问题，推动形成韩江与当地水资源多水源供水格局，提升区域用水保障程度，改善本地水生态。工程包括古巷分水口至关埠取水口封闭管道主干线、潮阳分干线、普宁和潮南分干线三部分，建设内容主要包括输水线路全长约 71.652km，泵站 1 座。其中：古巷分水口至关埠取水口封闭管道从位于潮州市古巷镇的鹿湖隧洞引水工程古巷分水口引水，通过管道输水至汕头市潮阳区，与榕江关埠引水工程关埠取水口相连，输水线路全长约 29.92km，设计流量 $25\text{m}^3/\text{s}$ ，采用盾构隧洞、钻爆隧洞，外径 6.7/6.6/6.2m，输水内径 5.1/4.9m。潮阳分干线从关埠泵站前池引水，输水至潮阳区河溪水库库尾河溪水，全长约 15.14km，设计流量 $4.4\text{m}^3/\text{s}$ ，输水线路由 TBM 隧洞、埋管、顶管组成；普宁和潮南分干线自榕江关埠引水工程出水池引水，输水至普宁汤坑水库和潮南秋风水库，全长约 26.592km，设计流量 $9.8\text{m}^3/\text{s}$ ，其中汤坑水库交水 $3.2\text{m}^3/\text{s}$ ，秋风水库交水 $6.6\text{m}^3/\text{s}$ ，输水线路由埋管、顶管组成；普宁市下架山镇葵岭村设下架山泵站，设计流量 $9.8\text{m}^3/\text{s}$ ，总装机 7200kW。

为消减工程建设对施工区生态环境造成的不利影响，我司开展了韩江榕江练江水系连通后续优化工程项目水生生态的监测工作，为施工单位环境保护工作落实、建设单位环境保护工作监督管理提供技术支撑。

2 工作依据

2.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013 年 12 月修订）；
- (2) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月）；
- (3) 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月修订）；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月修正）；
- (5) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年 10 月修订）；
- (6) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017 年 10 月修正）；
- (7) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月修正）；
- (8) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月修正）；
- (9) 《中华人民共和国渔业法实施细则》（2020 年 11 月修订）。

2.2 标准规范

- (1) 《水环境监测规范》（SL 219-2013）；
- (2) 《地表水环境质量监测技术规范》（HJ 91.2-2022）；
- (3) 《渔业生态环境监测规范 第 3 部分：淡水》（SC/T 9102.3-2007）；
- (4) 《淡水浮游生物调查技术规范》（SC/T 9402-2010）；
- (5) 《生物多样性观测技术导则 内陆水域鱼类》（HJ 710.7-2014）；
- (6) 《生物多样性观测技术导则 淡水底栖大型无脊椎动物》（HJ 710.8-2014）；
- (7) 《淡水渔业资源调查规范 河流》（SC/T 9429-2019）；
- (8) 《水库渔业资源调查规范》（SL 167-2014）；
- (9) 《内陆水域渔业自然资源调查手册》（1991）；
- (10) 《生物多样性观测技术导则 水生维管植物》（HJ 710.12-2016）；
- (11) 《广东省江河湖库水生态环境调查与评价技术指引》。

2.3 其他相关文件及技术资料

- (1) 《中国淡水鱼类养殖学》（刘建康等，1992）；
- (2) 《湖泊调查基本知识》（饶钦止等，1956）；

- (3) 《中国水生生物资源养护行动纲要》（2006 年 2 月）；
- (4) 《内陆水域渔业自然资源调查手册》（张觉民和何志辉，1991）；
- (5) 《环境水质监测质量保证手册》（中国环境监测总站）；
- (6) 《水和废水监测分析方法》（第四版增补版）国家环境保护总局（2002 年）；
- (7) 《水生态监测技术要求 淡水大型底栖无脊椎动物》（试行）（总站水字〔2021〕629 号）；
- (8) 《水生态监测技术要求 淡水浮游动物》（试行）（总站水字〔2022〕47 号）；
- (9) 《水生态监测技术要求 淡水浮游植物》（试行）（总站水字〔2022〕41 号）；
- (10) 《中国流域常见水生生物图集》（科学出版社 2020）；
- (11) 《中国淡水藻类——系统、分类及生态》（科学出版社 2006）；
- (12) 《中国经济动物志：淡水软体动物》（科学出版社 1979）；
- (13) 《中国淡水轮虫志》（科学出版社 1952）；
- (14) 《中国动物志：环节动物门 蛭纲 [3]节肢动物门》（科学出版社 1996）；
- (15) 《中国动物志(节肢动物门 甲壳纲 淡水枝角类)》（科学出版社 1979）；
- (16) 《中国动物志(节肢动物门 甲壳纲 淡水桡足类)》（科学出版社 1979）。

3 水生态调查监测

3.1 点位布设

2023 年 10 月 11 日至 10 月 14 日，我司按《韩江榕江练江水系连通后续优化工程施工期环境监测项目 2023 监测工作计划》开展水生态的监测调查工作，监测区域分韩江干流区和交接水库区，共设 5 个断面，其中韩江干流设置 2 个监测断面（韩江上游、韩江下游）。河溪水库、汤坑水库、秋风水库各设置 1 个监测断面。本次调查时间属于丰水期，各个监测点水位有所上升，除河溪水库外，汤坑水库、秋风水库均进行蓄水，较 4 月份水位有大幅度上升。

表 3.1-1 监测断面经纬度

序号	点位位置	经度 (°E)	纬度 (°N)
HJS	韩江上游	116.49876	23.87469
HJX	韩江下游	116.60037	23.72972
HX	河溪水库	116.54216	23.32457
TK	汤坑水库	116.24551	23.22115
QF	秋风水库	116.34888	23.18958

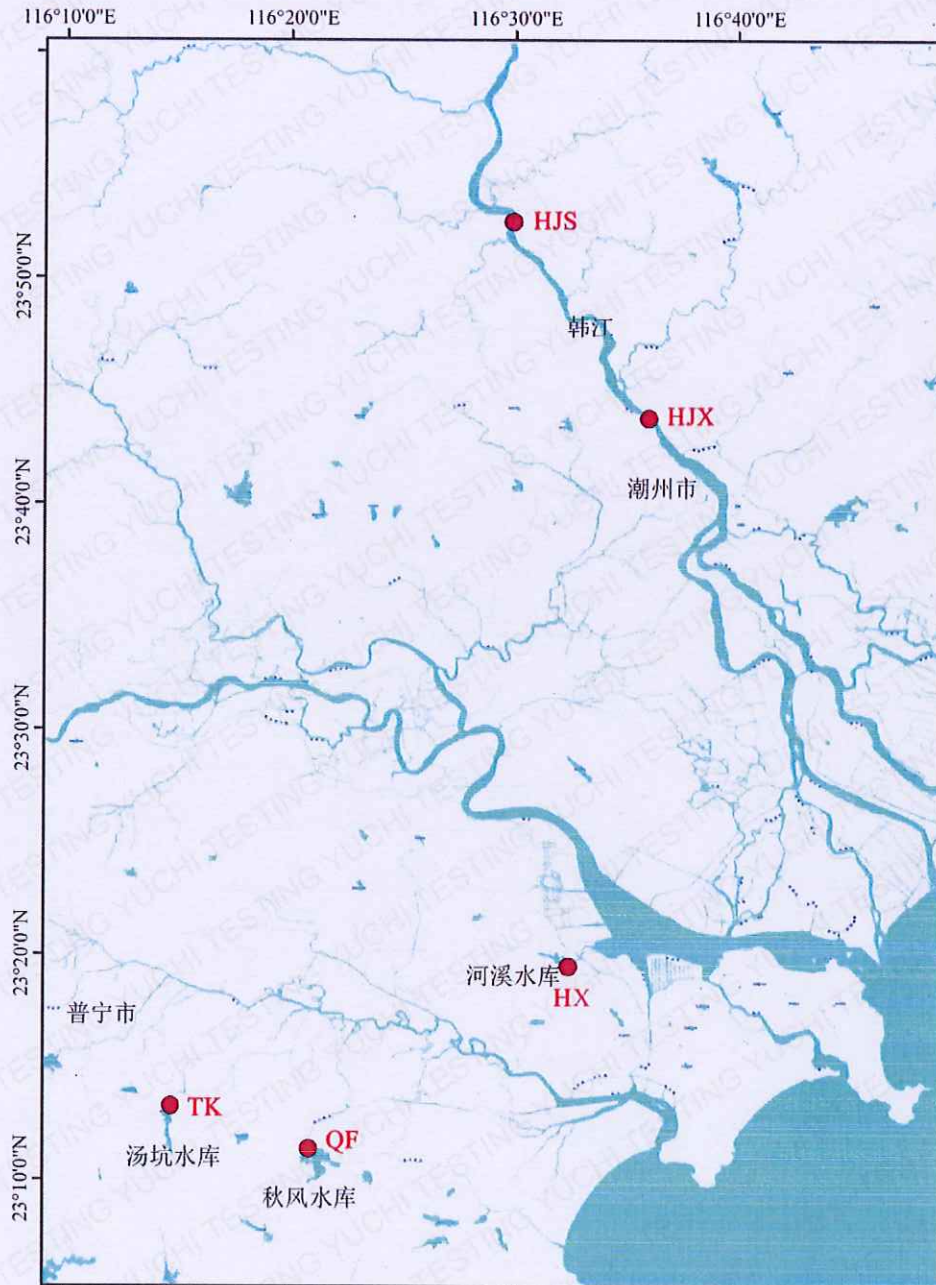


图 3.1-1 监测断面位置图

3.2 调查方法

3.2.1 浮游植物

浮游植物采集方法如下：定量样品在定性采样之前用采水器采集，每个采样点取水样 1L，贫营养型水体应酌情增加采水量。泥沙多时需先在容器内沉淀后再取样。分层采样时，根据实际所测的水深和透明度，在各个深度层定量采集 1L 水样。大型浮游植物定性样品用 25 号浮游生物网在表层缓慢拖曳采集，注意

网口与水面垂直，网口上端不要露出水面。定量样品回住处后进行沉降、浓缩与定容。采用目镜视野法进行藻细胞计数，然后根据藻类体型的相近几何形状测量其体积，由于藻类的比重近于 1，故可以转换成生物量（湿重）。

定性样品采集后加入鲁哥氏液固定，用量为水样体积的 1.0%~1.5%。已固定的定性样品 1°C~5°C 冷藏避光条件下保存，保质期 12 个月。定量样品采集加入鲁哥氏液固定，用量为水样体积的 1.0%~1.5%。样品在保存过程中，每周检查鲁哥氏液的氧化程度，如果样品颜色变浅，则补加适量的鲁哥氏液，至样品颜色恢复为黄褐色。长期保存的样品，加入甲醛溶液，用量为水样体积的 4%。

浮游植物鉴定通过用移液枪吸取 0.1mL 水样，注入 0.1mL 玻璃计数框内（面积 20mm×20mm），盖上盖玻片，采用视野法在 10×40 倍（即目镜 10 倍，物镜 40 倍）显微镜（生物显微镜，型号 OLYMPUS CX33、三目显微镜 XSP-44X.9）下观察并计数，每个样本观察视野数目因浮游植物丰富度不同在 30 至 214 不等，均保证多观察到的植物总数在 100 以上。每瓶标本计数二片取其平均值，并换算成每升水体的藻类数量，即种群密度。两片标本计数结果与其平均数之差，如不大于 15% 则为有效计数，否则须测第三片，直至符合要求。

每升水中浮游植物的数量计算公式为：

$$N = \frac{A}{A_c} \times \frac{V_w}{V} \times n$$

式中：N 为每升水中浮游植物的数量（个）；A 为计数框面积（mm²）；A_c 为计数面积（mm²），即视野面积视野数或长条计数时长条长度×参与计数的长条宽度镜检的长条数；V_w 为水样经沉淀浓缩后的样品体积（mL）；V 为计数框体积；n 为计数所得的浮游植物的个体数或细胞数。

浮游植物鉴定参照《中国常见淡水浮游藻类图谱》、《中国淡水藻类——系统、分类与生态》、《中国内陆水域常见藻类图谱》等资料。



图 3.2-1 浮游植物采集现场图

3.2.2 浮游动物

浮游动物定量样品采集方法如下：原生动物和轮虫标本采集取 1 升水样加入鲁哥氏液固定，静置 24 小时后，用虹吸管吸取上层清液，并把沉淀物倒入小塑料瓶中，定容到 20ml 到 50ml 之间。桡足类和枝角类的定量标本采取 10~50 L 水样经 25 号浮游生物网滤缩后放入小塑料瓶中，加福尔马林固定保存。浮游动物定性样品用 25 号浮游生物网（孔径 $64\mu\text{m}$ ）在水面下 0~0.5m 水层做“∞”拖取 5min 采集，经 4%福尔马林固定后带回实验室进行种类鉴定。计数按规范方法进行。对于轮虫，取上述沉淀水样 1 毫升全片计数；对于原生动物，取上述沉淀水样 0.1 ml 全片计数；一般计数二片并取平均值。对于甲壳动物，将经网滤缩后样品用 5mL 浮游生物计数框进行全部计数。

轮虫定量定性样品按每 1L 水样加 10mL~15mL 鲁哥氏液；枝角类和桡足类定量及定性样品按每 100mL 水样中加 5mL 福尔马林。若不能及时开展鉴定，每两周检查一次样品的颜色，如果样品颜色变浅，则需补加鲁哥氏液。若需长期保存，可使用甲醛溶液固定，添加量为水样体积的 5%，蜡封存放于阴暗避光处。

鉴定枝角类和桡足类：用移液器准确吸取 5mL 样品，置于 5mL 浮游生物计数框内，在显微镜（生物显微镜，型号 CX33）4×或 10×下计数。枝角类和桡足类样品需要全样计数，水华爆发期间采集的样品稀释后再进行计数。

轮虫：将浓缩样品充分摇匀，用移液器准确吸取 1mL 样品，置于 1mL 浮游生物计数框内，在显微镜 10×或 20×下全片计数。每一样品需平行计数 2 次，取平均值，每次计数结果与其平均值之差应不大于 15%，否则应增加计数 1 次，直至有两次计数结果符合要求为止。

残体以头部或尾部计数，同一种类（或同一态）的残体只能按其中一种方法计数，以数量较多者为准。

枝角类和桡足类优势种鉴定到种，其他鉴定到属，轮虫鉴定到属。

浮游动物鉴定参照《中国淡水轮虫志》（科学出版社 1952）、《中国动物志（节肢动物门 甲壳纲 淡水枝角类）》（科学出版社 1979）、《中国动物志（节肢动物门 甲壳纲 淡水桡足类）》（科学出版社 1979）等资料。



图 3.2-2 浮游动物现场采集图

3.2.3 底栖生物

各样点使用改良彼德森采泥器或D型网进行底栖动物定量及定性样品采集。通过D型网截面宽度和采集长度定量采集面积，获得的泥样经60目筛网筛洗后，置于解剖盘中将动物检出，检出的样品用75%的酒精固定，然后带回实验室通过显微镜（OLYMPUS CX33）和解剖镜（MCL-6STV）进行种类鉴定，然后进行计数和称量。

若样品中的动物样本无法及时挑拣（冷藏保存一般不宜超过24h，室温保存一般不宜超过5h），则在样品袋或样品瓶中加入适量的无水乙醇或甲醛溶液进行固定。需保证样品袋或样品瓶中乙醇终浓度约75%或甲醛终浓度约4%，以防样品腐烂。固定保存时间一般不超过2周。

底栖生物鉴定根据动物样本的大小，选择肉眼、放大镜、体视显微镜（解剖镜，型号MCL-6STV）或生物显微镜（型号CX33）对其进行形态学观察及分类鉴定。若存在卵、蛹等且可以被鉴定的，标明其生命阶段。使用生物显微镜对摇蚊幼虫、寡毛纲等类群中的一些较小个体样本进行制片观察，对于一些不能确认的物种，拍摄典型特征照片或提供动物样本，邀请专家指导鉴定，做好信息记录；

至少选择 10%已完成分析的样品,开展实验室内人员比对或实验室间比对或与分类鉴定质控专家比对。依据双方鉴定和计数结果,按要求进行样品分析质控。

每个监测点位的物种按鉴定结果分别一一对应统计个体数。若遇不完整的动物个体,一般只以头部计数,其中节肢动物只统计包含头节和胸节的个体,不统计零散的腹部、附肢等。按动物样本的个体大小选择相应量程及分度值的天平,对每个监测点位的物种进行分类称重(十万分之一天平,型号 AUW-220D)。去除待称重个体样本附着的杂物,使用吸水纸吸干表面水分。吸干软体动物等外套腔内的水分,并带壳称重。对于个体较小且无法直接称量获得生物量数据的物种,其生物量以天平的最小分度值(0.0001g)计。

底栖动物鉴定参照《中国动物志:环节动物门 蛭纲 [3]节肢动物门》(科学出版社 1996)、《中国经济动物志:淡水软体动物》(科学出版社 1979)等资料。

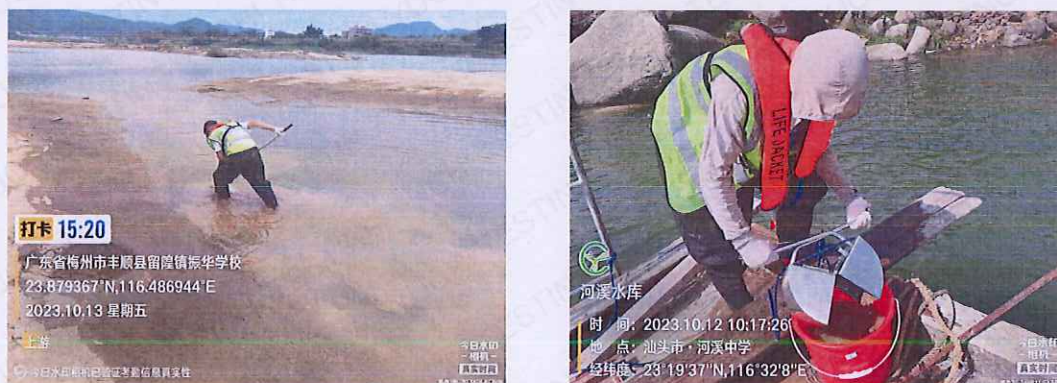


图 3.2-3 底栖动物采集现场图

3.2.4 水生维管束植物

首先对调查点位进行无人机航拍生成正摄图像,了解调查站位周边的生境状况。其次,对现场进行详细勘察,记录调查区域附近生长的所有挺水植物、浮水植物和沉水植物种类并分别进行拍照。照片内容主要包括:群落外貌、群落生境、植物全株、关键识别特征(可以局部放大)、花果期形态特征等。根据现场勘察结果,选取调查点位附近具有代表性的水生维管植物群落,设置 1 m×1 m 样方并用镰刀割取样方内所有植物带回实验室进行鉴定、干燥、称量。

3.2.5 游泳生物

游泳生物调查采用流刺网试捕法,使用网具为两种规格的三层流刺网,一种

为网衣 50 m×1.5 m、网目大小 5 cm×5 cm（大网）；一种为网衣 48 m×1.2 m、网目大小 2 cm×2 cm（小网），其中大网放置于深水区、小网放置于浅水区。根据现场实际情况，每个调查站位放置网具类型和数量如表 3.2-1 所列。网捕均隔夜收网，流刺网在水中定置约 24 h。网捕所获游泳生物现场进行分类鉴定、测量体长、称量体重。

点位名称	点位位置	小网（48 m×1.2 m×2 cm） 放置数量	大网（50 m×1.5 m×5 cm） 放置数量
QF	秋风水库	1	1
TK	汤坑水库	2	1
HX	河溪水库	2	1
HJS	韩江鳧、花鳊鲴地 方级自然保护区 上游	4	2
HJX	韩江鳧、花鳊鲴地 方级自然保护区 下游	3	2

表 3.2-1 各调查点位流刺网放置情况

3.3 数据分析与处理

依据《生物多样性观测技术导则 淡水底栖大型无脊椎动物 HJ710.8-2014》相关标准规范对调查数据进行分析计算。主要分析计算各个点位的优势种及多种生物多样性指数，详细计算公式如下：s

（1）优势种

根据每个物种的优势度，确定出浮游植物的优势种。物种优势度的计算公式为：

$$Y=f_i \times P_i$$

式中：Y 表示物种优势度； f_i 表示第 i 物种的出现频率； P_i 表示第 i 物种个体数量在总个体数量中的比例。当 $Y > 0.02$ 时，该物种就为优势种。

（2）多样性指数

Shannon-Wiener 多样性指数 (H) 的计算公式为:

$$H = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

式中: H 表示 Shannon-Wiener 多样性指数; P_i 表示第 i 种的个体数与总个体数的比例。

Margalef 丰富度指数 (R) 的计算公式为:

$$R = \frac{S-1}{\ln N}$$

式中: R 表示 Margalef 丰富度指数; S 表示物种种类数; N 表示各类生物总个数。

Pielou 均匀度指数 (J) 的计算公式为:

$$J = H/\ln S$$

式中: J 表示 Pielou 均匀度指数; H 表示 Shannon-Wiener 多样性指数; N 表示物种总个数, S 表示物种种类数。

Simpson 优势度指数 (D) 的计算公式为:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S (P_i)^2$$

式中: D 表示 Simpson 多样性指数; P_i 表示第 i 种的个体数与总个体数的比例; S 表示物种种类数。

4 水生生态监测及结果

4.1 浮游植物

4.1.1 物种组成

本次调查鉴定浮游植物共计 7 门 62 种。其中，绿藻门 28 种，占 45%，硅藻门 16 种，占 26%，蓝藻门 9 种，占 14%，裸藻门 3 种，占比 5%，隐藻门、金藻门、甲藻门各 2 种，占比 3%，如图 4.1-1 所示，绿藻门为优势类群。从不同点位来看，各点位平均种类数为 30 属种，其中韩江下游种类最多，为 34 属种，河溪水库种类最少，为 23 属种，图 4.1-2。

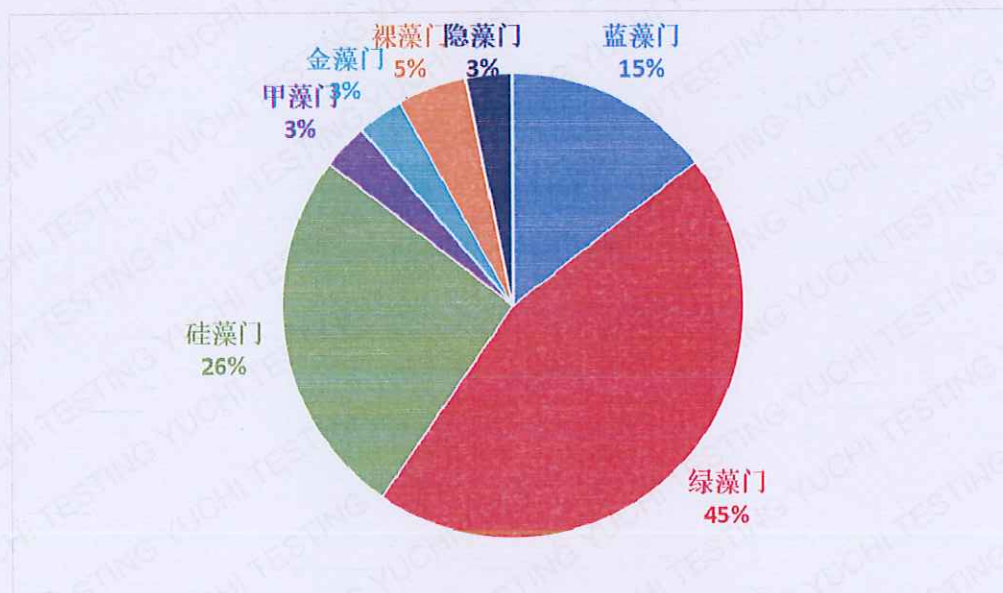
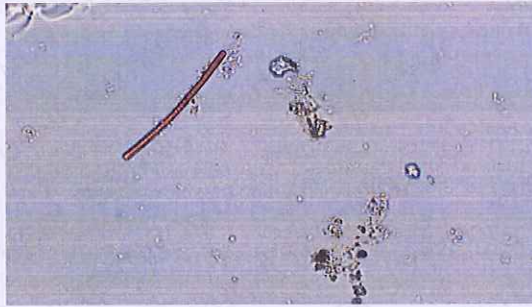


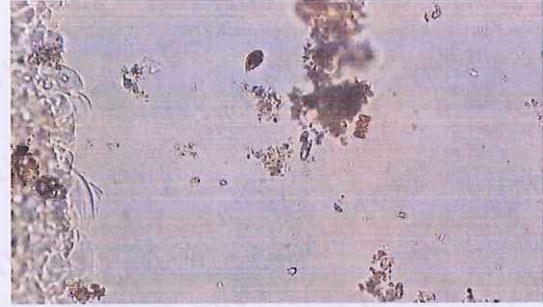
图 4.1-1 浮游植物种类组成



图 4.1-2 不同点位浮游植物种类组成



颤藻属 *Oscillatoria* sp.



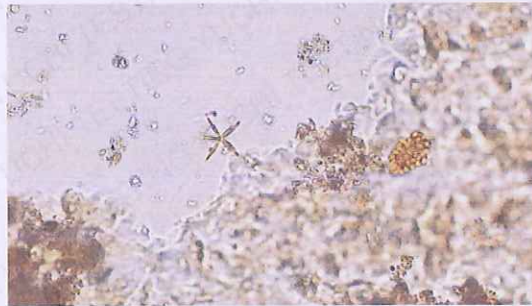
四尾栅藻 *Scenedesmus quadricauda*



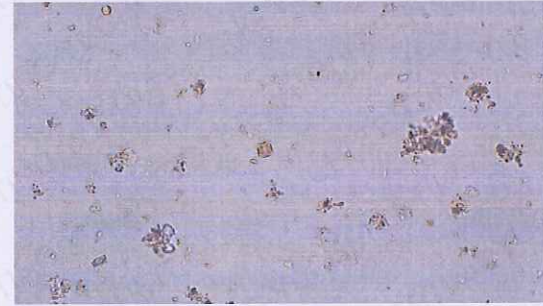
舟形藻属 *Navicula* sp.



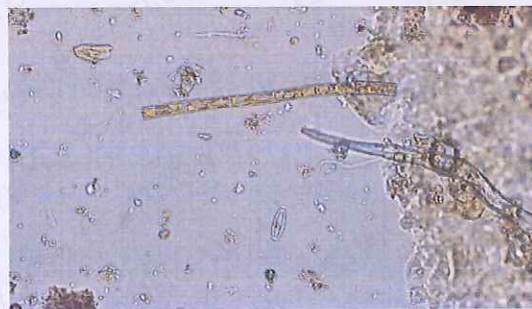
裸藻属 *Euglenophyta* sp.



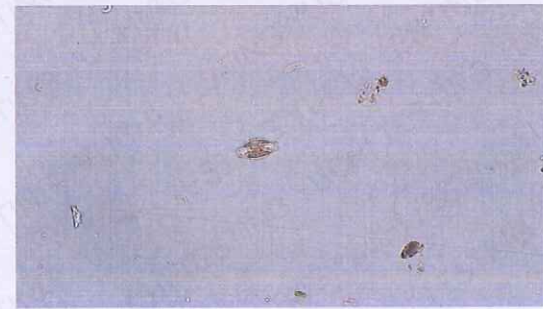
集星藻属 *Actinastrum* sp.



四足十字藻 *Crucigenia tetrapedia*



颗粒直链藻 *Melosira granulata*



卵圆双眉藻 *Mphora ovalis*

图 4.1-3 浮游植物部分鉴定图

4.1.2 丰度和生物量

总体来看，浮游植物平均细胞丰度为 $11.46 \times 10^5 \text{ cells/L}$ ($5.75 \times 10^5 \text{ cells/L} \sim 36.58 \times 10^5 \text{ cells/L}$)，优势类群为绿藻门，其次为硅藻门。密度分布为河溪水库>

秋风水库>韩江下游>韩江上游>汤坑水库，河溪水库浮游植物丰度最高为 $36.58 \times 10^5 \text{ cells/L}$ ，汤坑水库浮游植物丰度最低为 $5.75 \times 10^5 \text{ cells/L}$ 。

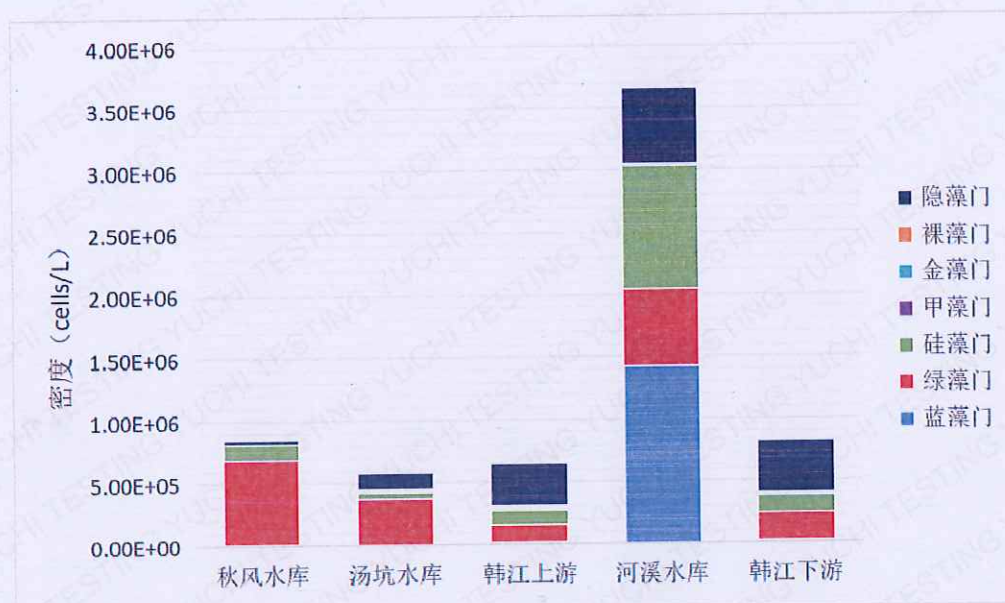


图 4.1-4 浮游植物丰度分布

总体来看，浮游植物平均生物量为 1.19 mg/L ($0.52 \text{ mg/L} \sim 2.81 \text{ mg/L}$)，优势类群为绿藻门，其次为硅藻门。生物量分布为河溪水库>韩江上游>韩江下游>秋风水库>汤坑水库，河溪水库浮游植物生物量最高为 2.81 mg/L ，韩江上游浮游植物生物量最低为 0.52 mg/L 。

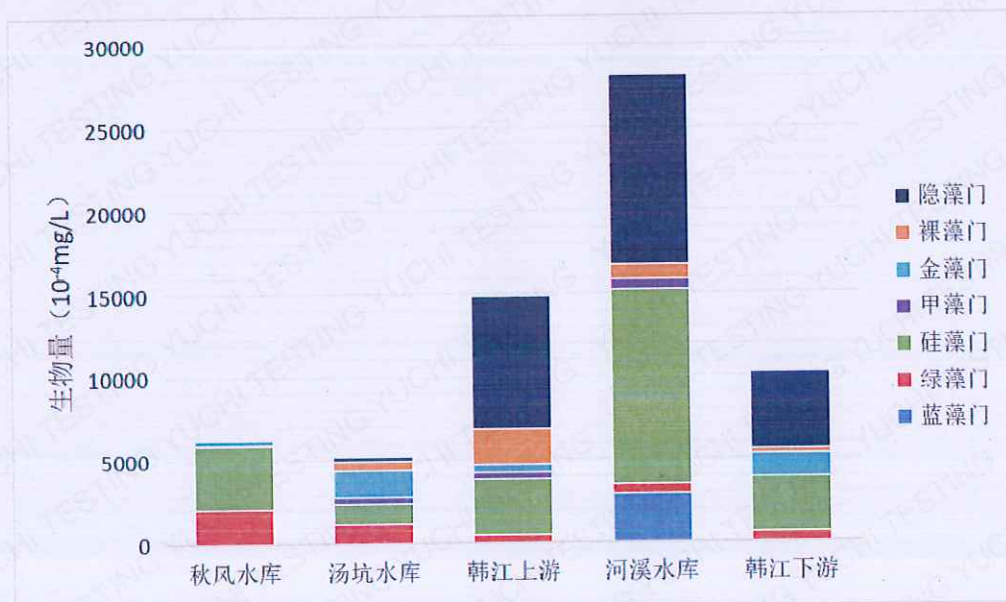


图 4.1-5 浮游植物生物量

4.1.3 优势种和生物多样性

通过优势度计算，将优势度大于等于 0.02 的属种定为优势种，总体来看，优势种共计 9 属种，为螺旋藻属 (*Spirulina* sp.)、空星藻属 (*Coelastrum* sp.)、鼓藻属 (*Cosmarium* sp.)、小球藻属 (*Chlorella* sp.)、舟形藻属 (*Navicula* sp.)、小环藻属 (*Cyclotella* sp.)、曲壳藻属 (*Achnanthes* sp.)、蓝隐藻属 (*Chroomonas* sp.)、隐藻属 (*Cryptomonas* sp.)。优势度值分别是 0.022、0.034、0.108、0.046、0.046、0.021、0.021、0.157、0.073。

根据计算公式得各采样点 Shannon-Wiener 多样性指数、Simpson 多样性指数、Pielou 均匀度指数以及 Margalef 丰富度指数。从表 4.1-1 看出，在本次调查中，汤坑水库的多项生物多样性指数在调查点位中最高，Shannon-Wiener 多样性指数为 2.35；Simpson 优势度指数为 0.86；Pielou 均匀度指数为 0.18；韩江下游 Margalef 丰富度指数最高，为 1.73。

多样性指数	秋风水库	汤坑水库	河溪水库	韩江上游	韩江下游
Margalef 丰富度指数 (R)	1.17	1.43	1.13	1.45	1.55
Shannon-Wiener 多样性指数 (H)	2.07	2.35	2.14	2.29	2.27
Pielou 均匀度指数 (J)	0.15	0.18	0.15	0.17	0.17
Simpson 优势度指数 (D)	0.80	0.86	0.81	0.83	0.81

表 4.1-1 浮游植物多样性指数

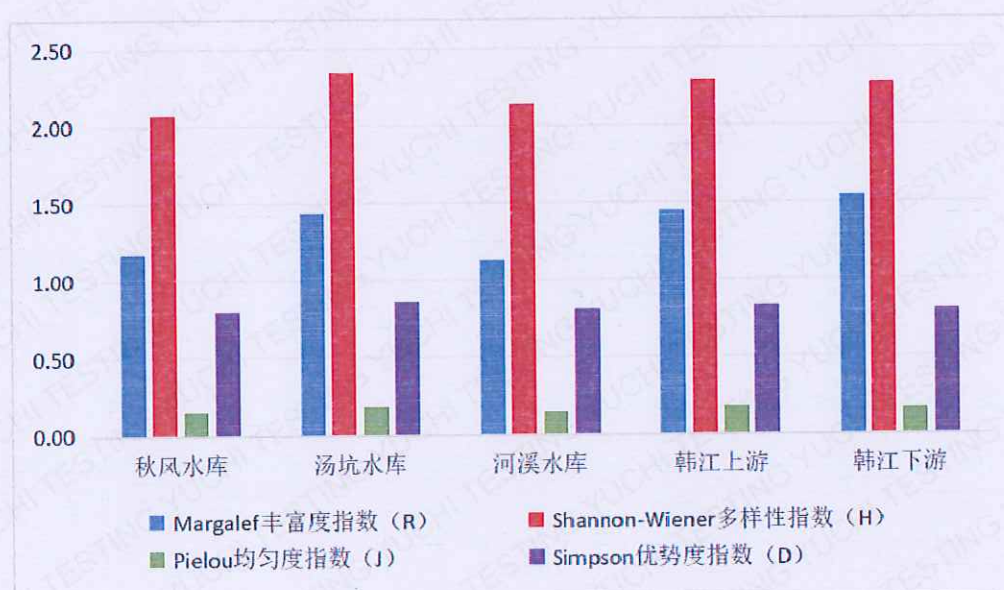


图 4.1-6 浮游植物多样性指数

4.1.4 小结

在本次水生生态调查中，共鉴定出浮游植物 7 门 62 种，其中绿藻门、硅藻门占主要优势。在调查的点位中，韩江下游有最多的藻类种属数为 34 种。浮游植物平均细胞丰度为 $11.46 \times 10^5 \text{ cells/L}$ ($5.75 \times 10^5 \text{ cells/L} \sim 36.58 \times 10^5 \text{ cells/L}$)，浮游植物平均生物量为 1.19 mg/L ($0.52 \text{ mg/L} \sim 2.81 \text{ mg/L}$)。优势种藻类共有 9 种，集中在绿藻门和硅藻门。综合来看，在本次调查的各个点位中，汤坑水库的藻类生物多样性最高。

与 4 月枯水期调查结果相比较，本次浮游植物鉴定出的种类要比枯水期多 16 种，主要增加在绿藻门（7 种）和硅藻门（6 种），优势类群都是绿藻门、硅藻门和蓝藻门植物，占到了总数的 80% 以上。枯水期调查结果绿藻门 21 种，占 46%，硅藻门 10 种，占 22%，蓝藻门 6 种，占 13%；丰水期调查结果绿藻门 28 种，占 45%，硅藻门 16 种，占 26%，蓝藻门 9 种，占 14%。种类组成及优势类群较 4 月枯水期无明显差异。

4.2 浮游动物

4.2.1 物种组成

在本次调查中，鉴定出浮游动物共计 4 类 28 种。其中，轮虫 10 种，占比 36%；原生动物 7 种，占比 25%；桡足类为 6 种，占比 21%；枝角类 5 种，占比 18%。整体来看，轮虫为优势类群（图 4.2-1）。从不同点位来看，各点位平均种类数为 11 属种，其中秋风水库种类最多，为 17 属种，韩江下游种类最少，仅有 5 属种（图 4.2-2）。

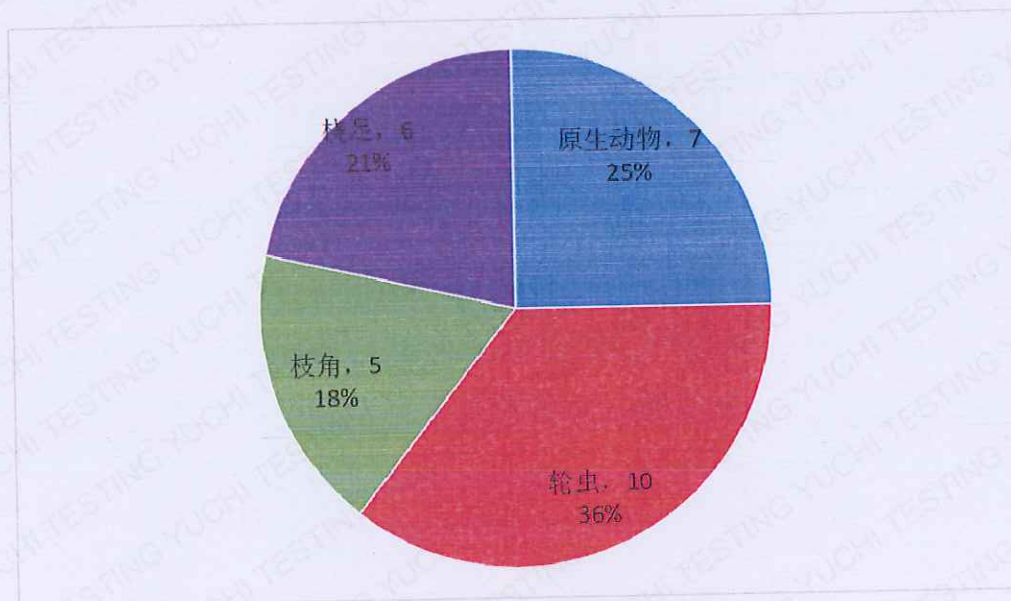


图 4.2-1 浮游动物种类组成

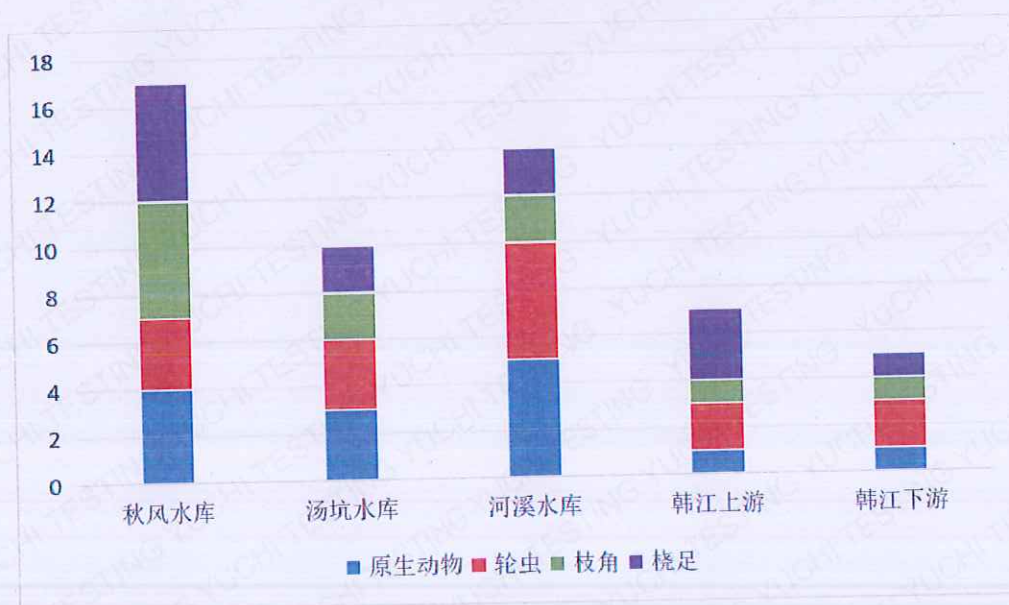


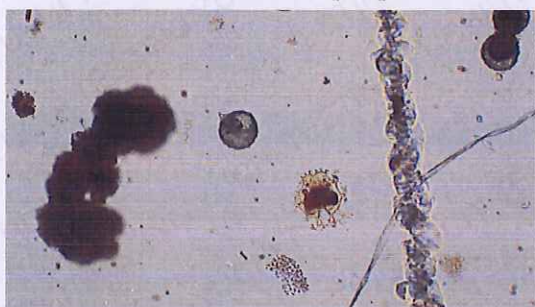
图 4.2-2 不同点位浮游动物种类组成



剑水蚤属 *Cyclops* sp.



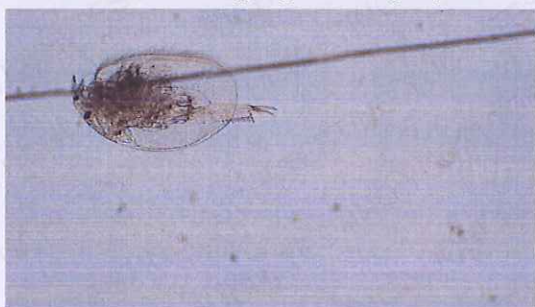
新镖水蚤属 *Neodiaptomus* sp.



瘤棘砂壳虫 *Diffugia tuberspinifera*



裂足臂尾轮虫 *Brachionus diversicornis*



尖额蚤 *Alona Baird*



琵琶砂壳虫 *Diffugia biwae*

图 4.2-3 浮游动物部分鉴定图

4.2.2 丰度

总体来看，浮游动物丰度为 222.23 ind./L (0.32 ind./L~681.40 ind./L)，优势类群为轮虫。密度分布为河溪水库>汤坑水库>秋风水库>韩江上游>韩江下游，河溪水库浮游动物丰度最高为 681.40ind./L，韩江上游浮游动物丰度最低为 0.32 ind./L (图 4.2-4)。

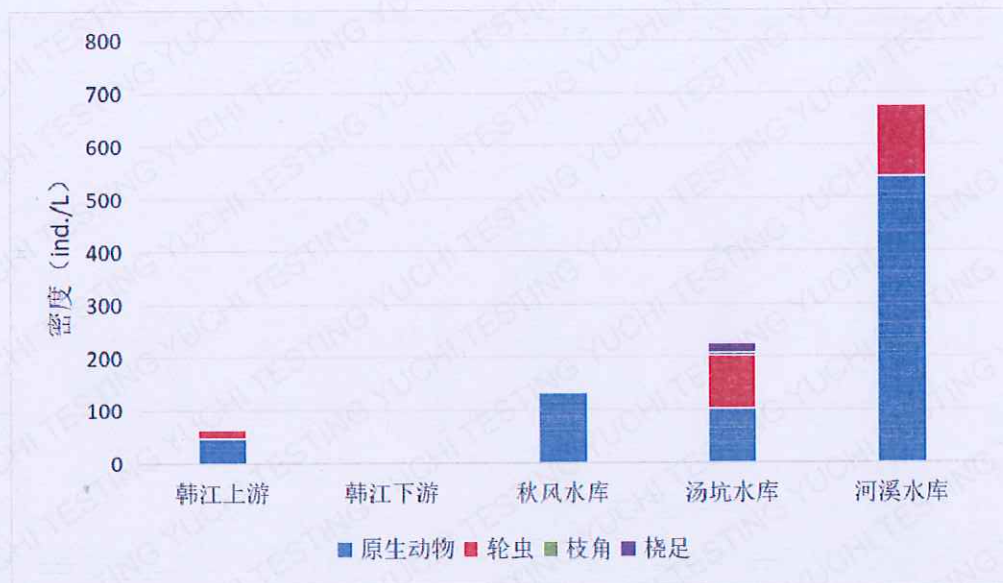


图 4.2-4 浮游动物丰度分布

4.2.3 优势种和生物多样性

通过优势度计算，将优势度大于等于 0.02 的属种定为优势种，总体来看，优势种共 2 种，都是原生动物，瓶砂壳虫 (*Diffugia urceolata* Carter) 和湖沼砂壳虫 (*Diffugia limnetica*)，其优势度值分别是 0.081 和 0.029。

根据计算公式得各采样点 Shannon-Wiener 多样性指数、Simpson 多样性指数、Pielou 均匀度指数以及 Margalef 丰富度指数。Shannon-Wiener 多样性指数在河溪水库最高，为 1.97；Simpson 优势度指数在河溪水库最高，为 0.82；Pielou 均匀度指数在韩江下游最高，为 0.45；Margalef 丰富度指数在河溪最高，为 1.38。综合来看，河溪水库在本次调查所有点位中有最高的浮游动物生物多样性。

多样性指数	秋风 水库	汤坑 水库	河溪 水库	韩江 上游	韩江 下游
Margalef 丰富度指数 (R)	0.91	1.27	1.38	0.47	0.76
Shannon-Wiener 多样性指数 (H)	0.51	1.62	1.97	0.70	0.78
Pielou 均匀度指数 (J)	0.07	0.19	0.22	0.20	0.45
Simpson 优势度指数 (D)	0.22	0.76	0.82	0.50	0.52

表 4.2-1 浮游动物多样性指数

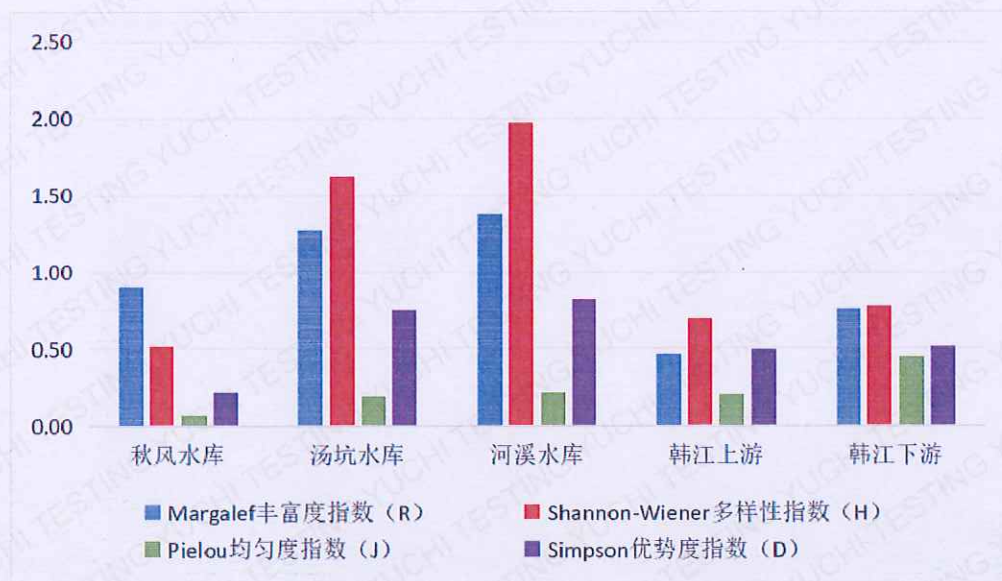


图 4.2-5 浮游动物多样性指数

4.2.4 小结

在本次水生生态调查中，共鉴定出浮游动物 4 类 28 种，整体来看，轮虫为优势类群。从不同点位来看，秋风水库种类最多，为 17 属种，韩江下游种类最少，仅有 5 属种。本次调查浮游动物平均丰度为 222.23 ind./L (0.32 ind./L~681.40 ind./L)，优势种共 2 种，都是原生动物，为瓶砂壳虫 (*Diffflugia urceolata* Carter) 和湖沼砂壳虫 (*Diffflugia limnetica*)。河溪水库在本次调查所有点位中有最高的浮游动物生物多样性。

与 4 月份枯水期调查结果相比，本次丰水期调查的浮游动物数量和组成均有较大差异，在枯水期调查鉴定出的浮游动物有 4 类 37 种，丰水期的调查结果少 8 种，丰水期的浮游动物种类和丰度更低。这种现象可能是因为水位上升，浮游动物生活在水体中上层，具有一定的运动能力，当水位上涨后，浮游动物可以游动到最适合自身生活的环境，浮游动物的垂直分布更加多样，这便会引起所采样品的多样性会比实际偏低，后期可考虑水位上升时增加分层采样的层数。

4.3 底栖动物

4.3.1 物种组成

本次调查鉴定出底栖动物共计 3 门 4 纲 13 科 20 种。其中，节肢动物门 12 种，占比 60%，软体动物门 3 种，占比 15%，环节动物门 5 种，占比 25%，整

体来看，节肢动物门为优势类群（图 4.3-1）。从不同点位来看，各点位平均种类数为 8 属种，其中韩江上游种类最多，为 11 属种，秋风水库种类最少，为 4 属种（图 4.3.2）。

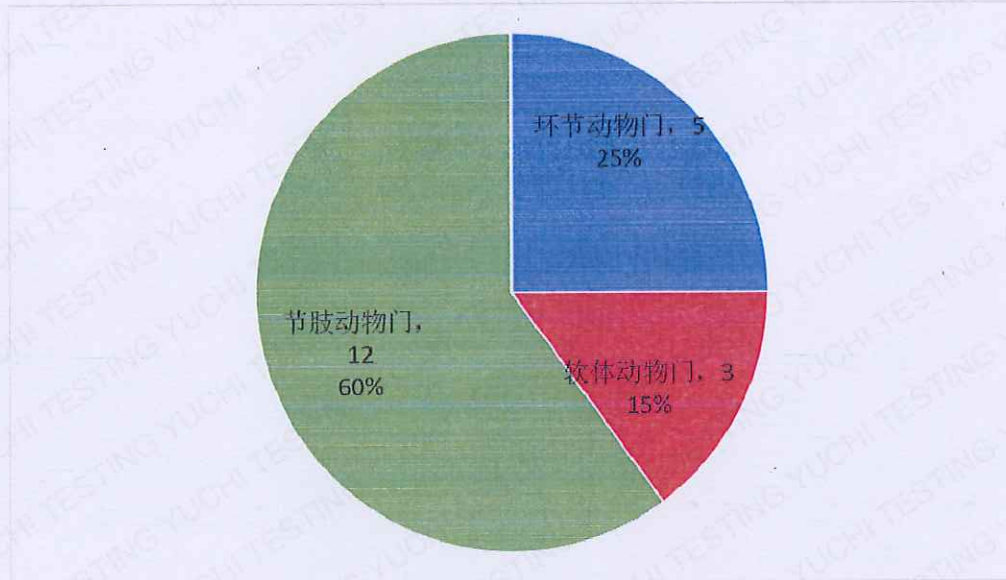


图 4.3-1 底栖动物种类组成



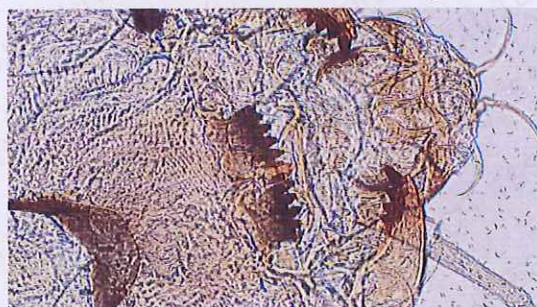
图 4.3-2 不同点位底栖动物种类组成



前突摇蚊属 *Procladius* sp.



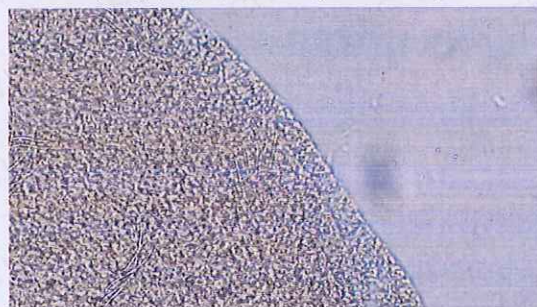
多足摇蚊属 *Polypedilum* sp.



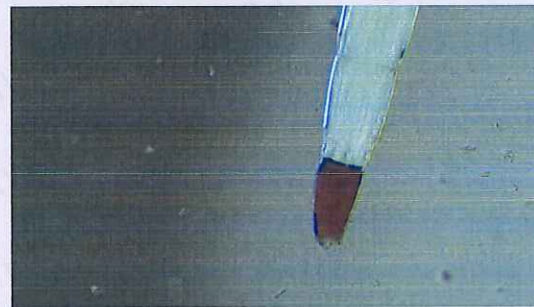
长跗摇蚊属 *Tanytarsus* sp.



尾盘虫属 *Dero* sp.



水丝蚓属 *Limnodrilus* sp.



蠓科 *Ceratopogonidae*

图 4.3-3 底栖动物部分鉴定图

4.3.2 丰度和生物量

总体来看，底栖动物平均丰度为 296 ind/m² (64 ind/m²~945 ind/m²)，优势类群为节肢动物门，其次为软体动物门。密度分布为河溪水库>汤坑水库>韩江上游>秋风水库>韩江下游，河溪水库底栖动物丰度最高为 945 ind/m²，韩江下游底栖动物丰度最低为 64 ind/m²。



图 4.3-4 底栖动物丰度分布

总体来看，底栖动物平均生物量为 1.7134g/m^2 ($0.0540\text{g/m}^2 \sim 6.6874\text{g/m}^2$)，优势类群为软体动物门，其次为节肢动物门。生物量分布为秋风水库 > 韩江下游 > 韩江上游 > 河溪水库 > 汤坑水库，秋风水库底栖动物生物量最高为 6.6874g/m^2 ，汤坑水库底栖动物生物量最低为 0.054g/m^2 。

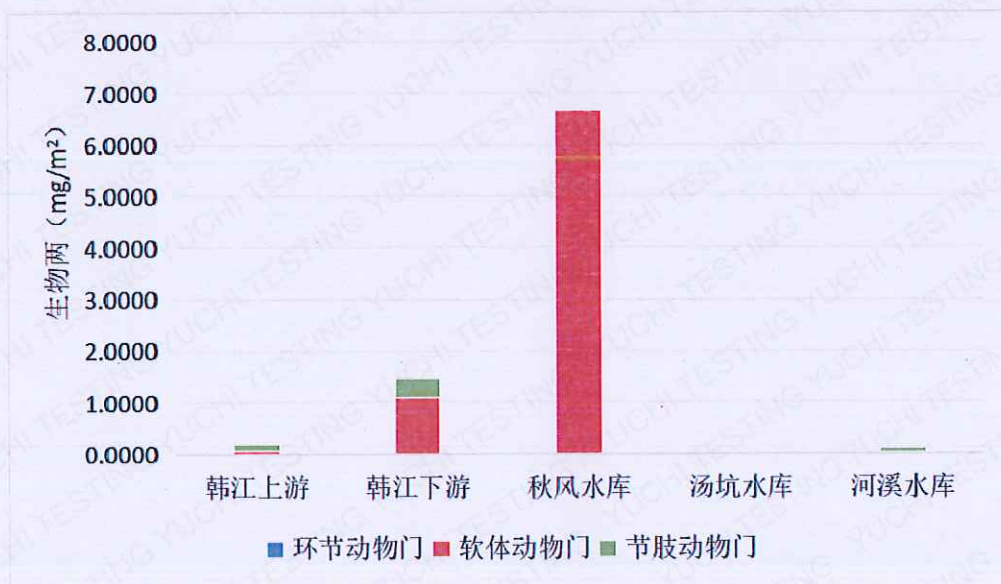


图 4.3-5 底栖动物生物量

4.3.3 优势种和生物多样性

通过优势度值计算，将优势度大于等于 0.02 的属种定为优势种，在本次调查中共有 4 种优势底栖生物，分别是颤蚓属 (*Tubifex* sp.)、摇蚊蛹 (*Chironomidae*)

pupa)、长跗摇蚊属 (*Tanytarsus* sp.) 和多足摇蚊属 (*Polypedilum* sp.) 优势度值分别为 0.241、0.045、0.140 和 0.214。

根据计算公式得各采样点 Shannon-Wiener 多样性指数、Simpson 多样性指数、Pielou 均匀度指数以及 Margalef 丰富度指数。Shannon-Wiener 多样性指数在韩江上游最高, 为 1.87; Simpson 优势度指数在韩江下游最高, 为 0.80; Pielou 均匀度指数在韩江下游最高, 为 0.56; Margalef 丰富度指数在韩江下游最高, 为 2.20。

多样性指数	韩江上游	韩江下游	秋风水库	汤坑水库	河溪水库
各类生物总个数	118	24	29	65	359
物种种类数	11	8	4	7	10
Margalef 丰富度指数 (R)	2.10	2.20	0.89	1.44	1.53
Shannon-Wiener 多样性指数 (H)	1.87	1.79	0.95	0.84	1.17
Pielou 均匀度指数 (J)	0.39	0.56	0.28	0.20	0.20
Simpson 优势度指数 (D)	0.79	0.80	0.53	0.37	0.62

表 4.3-1 底栖动物多样性指数

4.3.4 小结

在本次丰水期调查中, 共鉴定出底栖动物 3 门 4 纲 13 科 20 种, 节肢动物门底栖生物占主要优势。从不同点位来看, 韩江上游含有最丰富的底栖动物种类, 为 11 种属。底栖动物平均丰度为 296 ind/m² (64 ind/m²~945 ind/m²), 底栖动物平均生物量为 1.7134g/m² (0.0540g/m²~6.6874g/m²)。在本次调查中共有 4 种优势底栖生物, 分别是颤蚓属 (*Tubifex* sp.)、摇蚊蛹 (*Chironomidae pupa*)、长跗摇蚊属 (*Tanytarsus* sp.) 和多足摇蚊属 (*Polypedilum* sp.)。调查的各个点位中, 韩江下游的底栖动物 α 多样性最高。

与 4 月份枯水期进行的调查结果相比, 本次调查的底栖动物多样性有明显下降, 无论是种类数量还是单位面积的底栖动物生物量比枯水期要少。从采样实际情况以及底栖生物的生活习性来看, 造成这种生物多样性降低的最可能原因是蓄水导致的水位上升。一方面, 水位的上升导致水岸交接位置发生改变, 底栖生物

最适合的生境发生了变化，引起了多样性的下降；另一方面，大多数底栖生物受到光限制，当水位升高时，进入底层的光减少，底栖生物受到的光限制更强，这也会导致底栖生物的多样性降低。

4.4 水生维管束植物

4.4.1 水生维管束植物多样性

本次调查共记录水生植物 10 科 19 属 21 种（表 4.4-1）。

秋风水库主要分布有水蕨 *Ceratopteris thalictroides*、西来稗 *Echinochloa crus-galli* var. *zelayensis*、双穗雀稗 *Paspalum distichum*、毛花雀稗 *Paspalum dilatatum* Poir、铺地黍 *Panicum repen*、篱栏网 *Merremia hederacea* 等（图 4.4-1）。

汤坑水库主要分布有斑茅 *Saccharum arundinaceum*、类芦 *Neyraudia reynaudiana*、毛花雀稗 *Paspalum dilatatum* Poir、双穗雀稗 *Paspalum distichum*、铺地黍 *Panicum repens* 等（图 4.4-2）。

河溪水库主要分布有毛花雀稗 *Paspalum dilatatum* Poir、铺地黍 *Panicum repens*、地耳草 *Hypericum japonicum*、鳢肠 *Eclipta prostrata*、钻叶紫菀 *Symphotrichum subulatum*、碎米莎草 *Cyperus iria*、香附子 *Cyperus rotundus*、水蜈蚣 *Kyllinga polyphylla*、篱栏网 *Merremia hederacea* 等（图 4.4-3）。

韩江上游（站）主要分布有狗牙根 *Cynodon dactylon*、柔枝莠竹 *Microstegium vimineum*、类芦 *Neyraudia reynaudiana*、水蓼 *Persicaria hydropiper*、香附子 *Cyperus rotundus*、莲子草 *Alternanthera sessilis*、篱栏网 *Merremia hederacea*、鸭跖草 *Commelina communis* 等（图 4.4-4）。

韩江下游（站）主要分布有类芦 *Neyraudia reynaudiana*、铺地黍 *Panicum repens*、蟛蜞菊 *Sphagneticola calendulacea*、海芋 *Alocasia odora*、篱栏网 *Merremia hederacea* 等水生植物（图 4.4-5）。

中文名	拉丁学名
禾本科	Poaceae
西来稗	<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>zelayensis</i>
斑茅	<i>Saccharum arundinaceum</i>
狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i>
柔枝莠竹	<i>Microstegium vimineum</i>
类芦	<i>Neyraudia reynaudiana</i>
双穗雀稗	<i>Paspalum distichum</i>
毛花雀稗	<i>Paspalum dilatatum</i> Poir
铺地黍	<i>Panicum repens</i>
菊科	Asteraceae
蟛蜞菊	<i>Sphagneticola calendulacea</i>
鳢肠	<i>Eclipta prostrata</i>
钻叶紫菀	<i>Symphotrichum subulatum</i>
凤尾蕨科	Pteridaceae
水蕨	<i>Ceratopteris thalictroides</i>
金丝桃科	Hypericaceae
地耳草	<i>Hypericum japonicum</i>
蓼科	Polygonaceae
水蓼	<i>Persicaria hydropiper</i>
莎草科	Cyperaceae
碎米莎草	<i>Cyperus iria</i>
香附子	<i>Cyperus rotundus</i>
水蜈蚣	<i>Kyllinga polyphylla</i>
苋科	Amaranthaceae
莲子草	<i>Alternanthera sessilis</i>
鸭跖草科	Commelinaceae
鸭跖草	<i>Commelina communis</i>
天南星科	Araceae
海芋	<i>Alocasia odora</i>
旋花科	Convolvulaceae
篱栏网	<i>Merremia hederacea</i>

表 4.4-1 本次调查记录水生植物种类名录



图 4.4-1 秋风水库部分水生植物



图 4.4-2 汤坑水库部分水生植物



图 4.4-3 河溪水库部分水生植物



图 4.4-4 韩江上游（站）部分水生植物



图 4.4-5 韩江下游（站）部分水生植物

4.4.2 水生维管束植物群落特征

本次调查在秋风水库、汤坑水库、河溪水库及韩江上游（站）河道拦沙坝阻隔的缓流区沙丘位置各取样方 1 个。

通过对样方内植物群落的调查鉴定，在秋风水库样方中共统计水生植物 1 科 3 属 4 种，均为禾本科植物（表 4.4-2）；汤坑水库样方中共统计水生植物 1 科 3 属 3 种，均为禾本科植物（表 4.4-3）；河溪水库样方中共统计 4 科 5 属 5 种水生植物，其中毛花雀稗 *Paspalum dilatatum* 为样方内植物的优势种（表 4.4-4）；韩江上游（站）样方内共统计 3 科 3 属 3 种，其中类芦 *Neyraudia reynaudiana* 为样方内水生植物的优势种（表 4.4-5）。

序号	植物名称	数量（株）	高度（cm）	干重范围（g）	总量（g）
1	双穗雀稗	8	21-45	0.5-1.3	20
2	毛花雀稗	20	20-55	0.7-2.5	22.5
3	铺地黍	9	42-93	12.8-18.5	134
4	西来稗	20	18-32	0.5-1	12

表 4.4-2 秋风水库水生植物群落分布

序号	植物名称	数量 (株)	高度 (cm)	干重范围 (g)	总量 (g)
1	毛花雀稗	12	25-54	0.6-1.1	14
2	斑茅	18	33-76	32-52	415
3	铺地黍	3	46-83	12.5-17	49

表 4.4-3 汤坑水库水生植物群落分布

序号	植物名称	数量 (株)	高度 (cm)	干重范围 (g)	总量 (g)
1	毛花雀稗	15	34-50	0.7-2.5	19.5
2	地耳草	2	10-12	0.5-0.6	1.1
3	钻叶紫菀	1	50	23.5	23.5
4	鳢肠	1	13	1.5	1.5
5	篱栏网	1	10	0.5	0.5

表 4.4-4 河溪水库水生植物群落分布

序号	植物名称	数量 (株)	高度 (cm)	干重范围 (g)	总量 (g)
1	类芦	8	110-170	10.5-56.8	130
2	鸭跖草	1	15	1	1
3	篱栏网	1	9	0.5	0.5

表 4.4-5 韩江上游 (站) 水生植物群落分布

4.5 游泳生物

4.5.1 渔获游泳生物量及生物学特征

本次调查各站位渔获游泳生物量见表4.5-1。

渔获游泳生物中，以尼罗罗非鱼最高为 6162 g，其次为多辐翼甲鲶渔获最高为 4935 g，鲮 4410 g、莫桑比克罗非鱼 4376 g、宽鳍鱲 1470 g、巴西红耳龟 970 g、鲫 765 g、攀鲈 415 g、奥利亚罗非鱼 308 g、赤眼鳟 70 g、圆吻鲴 54 g、草鱼 52 g、斑鳢 48 g、海南似鲮 21 g、麦瑞加拉鲮 18 g、台湾束腰蟹 6 g。

本次调查渔获游泳生物最高为河溪水库，游泳生物生物量 15256 g，其次为

汤坑水库 3984 g、秋风水库 2409 g、韩江上游（站）2339 g，最低渔获为韩江下游（站）为 92 g。

名称	韩江上游（站）	韩江下游（站）	秋风水库	汤坑水库	河溪水库
宽鳍鱲	-	-	102	230	1138
鲫	-	-	47	-	718
尼罗罗非鱼	1820	-	820	2940	582
莫桑比克罗非鱼	-	92	470	734	3080
巴西红耳龟	-	-	970	-	-
海南似鲚	-	-	-	10	11
赤眼鳟	-	-	-	70	-
多辐翼甲鲉	46	-	-	-	4889
奥利亚罗非鱼	-	-	-	-	308
鲮	-	-	-	-	4410
攀鲈	295	-	-	-	120
草鱼	52	-	-	-	-
台湾束腰蟹	6	-	-	-	-
斑鳢	48	-	-	-	-
麦瑞加拉鲮	18	-	-	-	-
圆吻鲟	54	-	-	-	-
合计	2339	92	2409	3984	15256

表 4.5-1 本次调查渔获游泳生物量（g）

本次调查网获游泳生物在种类上或数量上均以寿命短的小型经济鱼占优势。渔获种类个体较小，价值较低，个别种类经济价值稍高，由于产量低，个体亦偏小，价值不高（表 4.5-2）。

类别	种名	产量 (kg)	尾数 (条)	体长 (mm)	体重 (g)
鱼类	奥利亚罗非鱼	0.31	1	205	308
	斑鳢	0.05	1	161	48
	草鱼	0.05	1	158	52
	赤眼鳟	0.07	1	155	70
	海南似鲮	0.02	3	85~104	5~10
	鲫	0.77	21	85~114	16~35
	宽鳍鱮	1.47	28	127~158	35~63
	鲮	4.41	23	150~230	68~503
	麦瑞加拉鲮	0.02	1	100	18
	莫桑比克罗非鱼	4.38	135	78~130	14~61
	尼罗罗非鱼	6.16	123	84~135	8~140
	攀鲈	0.42	8	89~165	19~120
	多辐翼甲鲈	4.94	20	90~250	16~83
	圆吻鲴	0.05	1	187	54
	种名	产量 (kg)	腹甲 (mm)	体重 (g)	只数
其它	巴西红耳龟	0.97	110~115	450~520	2
	台湾束腰蟹	0.01	30	6	1

表 4.5-2 本次调查渔获游泳生物种类数与生物学特征

4.5.2 渔获游泳生物种类组成

本次调查共渔获游泳生物 16 种, 各目、科、属及种类数见表 4.5-3 和表 4.5-4。

秋风水库渔获鱼类主要以宽鳍鱮、鲫、尼罗罗非鱼、莫桑比克罗非鱼、巴西红耳龟等种类组成。共 4 种鱼类, 隶属于 2 目 2 科 3 属。鲤形目的鲤科种类有 1 科 2 属 2 种, 鲈形目有 1 科 1 属 2 种。此外龟鳖目有 1 科 1 属 1 种。

汤坑水库渔获鱼类主要以宽鳍鱮、海南似鲮、赤眼鳟、尼罗罗非鱼、莫桑比克罗非鱼等种类组成。游泳生物共 5 种, 其中鱼类生物 5 种, 隶属于 2 目 2 科 4 属, 以鲤形目的鲤科种类最多, 共有 1 科 3 属 3 种, 其次是鲈形目有 1 科 2 属 2 种。

河溪水库渔获鱼类以多辐翼甲鲈、奥利亚罗非鱼、鲮、鲫、海南似鲮、攀鲈、

莫桑比克罗非鱼、尼罗罗非鱼、宽鳍鱮等种类组成。游泳生物共 9 种，隶属于 3 目 4 科 7 属。鲤形目有 1 科 4 属 4 种；鲈形目有 2 科 2 属 4 种；鲶形目 1 科 1 属 1 种。

韩江河上游（站）渔获鱼类主要以多辐翼甲鲶、草鱼、台湾束腰蟹、斑鳢、麦瑞加拉鲮、圆吻鲷、攀鲈等种类组成。游泳生物共 8 种，隶属于 4 目 6 科 8 属 8 种。其中以鲤形目鲤科的种类最多，共有 1 科 3 属 3 种；鲈形目，有 3 科 3 属 3 种；十足目，1 科 1 属 1 种；鲶形目，1 科 1 属 1 种。

韩江河下游（站）渔获鱼类主要以莫桑比克罗非鱼为主。共 1 种鱼类，隶属于 1 目 1 科 1 属 1 种。属于鲈形目的丽鱼科，非鱼属

目	科	属	种类数
鲤形目	鲤科	鳊属	1
鲤形目	鲤科	鲫属	1
鲤形目	鲤科	似鳊属	1
鲤形目	鲤科	赤眼鳟属	1
鲤形目	鲤科	鲮属	2
鲤形目	鲤科	草鱼属	1
鲤形目	鲤科	圆吻鲷属	1
鲶形目	甲鲶科	翼甲鲶属	1
鲈形目	攀鲈科	攀鲈属	1
鲈形目	鳢科	斑鳢属	1
鲈形目	丽鱼科	非鱼属	3
十足目	束腰蟹科	束腰蟹属	1
龟鳖目	泽龟科	彩龟属	1

表 4.5-3 本次调查渔获游泳生物目、科、属及种类数

中文名	拉丁学名
鲤形目	CYPRINIFORMES
鲤科	Cyprinidae
圆吻鲮	<i>Distoechodon tumirostris</i>
鲫	<i>Carassius auratus</i>
海南似鲮	<i>Toxabramis houdemeri</i>
鲮	<i>Cirrhinus molitorella</i>
宽鳍鱮	<i>Sacco platypus</i>
赤眼鳟	<i>Spualio barbatus Curriculus</i>
草鱼	<i>Ctenopharyngodon idella</i>
麦瑞加拉鲮	<i>Cirrhinus mrigala</i>
鲶形目	SILURIFORMES
甲鲇科	Ptergoplichthysmultiradiaus
多辐翼甲鲶	<i>Plecostomus</i>
鲈形目	PERCIFORMES
丽鱼科	Cichlidae
莫桑比克罗非鱼	<i>Oreochromis mossambicus</i>
尼罗罗非鱼	<i>Oreochromis niloticus</i>
奥利亚罗非鱼	<i>Oreochromis aureus</i>
攀鲈科	Anabantidae
攀鲈	<i>Anabas testudineus</i>
鳢科	Channidae
斑鳢	<i>Channa maculata</i>
龟鳖目	TESTUDINES
泽龟科	Emydidae
巴西红耳龟	<i>Trachemys scripta elegans</i>
十足目	DECAPODA
束腰蟹科	Parathelphusidae
台湾束腰蟹	<i>Somanniathelphusa taiwanensis</i>

表 4.5-4 本次调查渔获游泳生物名录

4.5.3 游泳生物区系和生态类型

本次调查共渔获游泳生物 16 种，其中鱼类 14 种，巴西红耳龟 1 种，台湾束腰蟹 1 种。渔获 14 种鱼类在华南区的水域已形成自然种群的有 11 种鱼类，均为纯淡水定居性鱼类。这些鱼类区系组成可分为 6 种：老第三纪原始类群、热带平原鱼类区系复合体、江河平原鱼类区系复合体、中印山区鱼类区系复合体、北方平原鱼类区系复合、外来物种入侵种类（表 4.5-5）。

中文名	拉丁名	A	B	C	D	E
赤眼鳟	<i>Squaliobarbus curriculus</i>	3	1/2/5	1/2	1/2	1
圆吻鲴	<i>Distoechodon tumirostris</i>	2	5	1	1/2	1
鲫	<i>Carassius auratus</i>	1	1/2/3	3	1	2
多辐翼甲鲶	<i>Plecostomus</i>	6	1/2/3	2	1	2
莫桑比克罗非鱼	<i>Oreochromis mossambicus</i>	6	1	1	1/2/3	2
尼罗罗非鱼	<i>Oreochromis niloticus</i>	6	1	1	1/2/3	2
斑鳢	<i>Channa maculata</i>	1	1/2/3	1/2	1	2
宽鳍鱮	<i>Sacco platypus</i>	2	2	1	1	1/2
海南似鲮	<i>Toxabramis houdemeri</i>	2	1	1	1	1
草鱼	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	3	1/2	1/2	1	2
麦瑞加拉鲮	<i>Cirrhinus mrigala</i>	4	1	1	1	2
奥利亚罗非鱼	<i>Oreochromis aureus</i>	6	1	1	1/2/3	2
攀鲈	<i>Anabas testudineus</i>	1	1	1	1	2
台湾束腰蟹	<i>Somanniathelphusa taiwanensis</i>	1	1/2/3/4	1	1	2
鲮	<i>Cirrhinus molitorella</i>	1	1/5	1	1	2
巴西红耳龟	<i>Trachemys scripta elegans</i>	6	1/2/4/5	1	1	2

表 4.5-5 本次调查渔获游泳生物生态习性

A 区系属性：1 老第三纪原始类群；2 热带平原鱼类区系复合体；3 江河平原鱼类区系复合体；4 中印山区鱼类区系复合体；5 北方平原鱼类区系复合体；6 外来物种入侵种类。

B 分布：1 江河、湖泊；2 山谷水库；3 岩礁；4 凶猛肉食性；5 亦食藻类、动植物碎屑。

C 适温：1 暖水性；2 暖温性；3 属广温性；4 喜栖息水温较低；5 冷水性。

D 适盐性：1 淡水；2 咸淡水；3 海水。

E 主要栖息水层：1 中上层；2 底层、近底层。

老第三纪原始类群：它们的祖先都曾在中国广泛淡水域分布过，在新第三纪

由于气候变化等原因,其后裔大部分仅存留于秦岭以南,但在北方仍保留有子遗种。本次调查共渔获该类群游泳生物 5 种,其中鱼类 4 种,束腰蟹科蟹类 1 种;主要为鲤形目 Cypriniformes,鲤科 Cyprinidae,鲫 *Carassius auratus*、鲮 *Cirrhinus molitorella*; 鲈形目 PERCIFORMES, 鳢科 Channidae, 斑鳢 *Channa maculata*、攀鲈 *Anabas testudineus*; 十足目 DECAPODA, 束腰蟹科 Parathelphusidae, 台湾束腰蟹 *Somanniathelphusa taiwanensis* 等种类。

热带平原鱼类区系复合体:为原产于南岭以南的热带、亚热带平原区各水系的鱼类。本次调查共渔获该类群游泳生物 3 种,分别为鲤形目 CYPRINIFORMES, 鲤科 Cyprinidae, 圆吻鲮 *Distoechodon tumirostris*、宽鳍鱮 *Sacco platypus*、海南似鲮 *Toxabramis houdemeri* 等种类。

江河平原鱼类区系复合体:为第三纪由南热带迁入我国长江、黄河流域平原区,并逐渐演化为许多我国特有的地区性鱼类。本次调查共渔获该类群游泳生物 2 种。即鲤形目 CYPRINIFORMES, 鲤科 Cyprinidae, 赤眼鳟 *Squaliobarbus curriculus*、草鱼 *Ctenopharyngodon idella* 等种类。

中印山区鱼类区系复合体:为南方热带、亚热带山区激流生活的种类。本次调查共渔获该类群游泳生物 1 种,即鲤形目 Cypriniformes, 鲤科 Cyprinidae, 麦瑞加拉鲮 *Cirrhinus mrigala* 一种。

外来物种入侵种类:本次调查渔获外来物种生物 5 种。有鲈形目 PERCIFORMES, 丽鱼科 Cichlidae, 莫桑比克罗非鱼 *Oreochromis mossambicus* (1974 年引进)、尼罗罗非鱼 *Oreochromis niloticus* (1978 年引进)、奥利亚罗非鱼 *Oreochromis aureus* (1957 年引进)、鲶形目 SILURIFORMES, 甲鲇科 Ptergoplichthysmultiradialis, 多辐翼甲鲇 *Plecostomus* (1978 年引进); 龟鳖目 TESTUDINES, 泽龟科 Emydidae, 巴西红耳龟 *Trachemys scripta elegans* (1987 年引进)。

4.5.4 游泳生物的生物学特征

(1) 圆吻鲮 (*Distoechodon tumirostris*)

隶属鲤形目 CYPRINIFORMES, 鲤科 Cyprinidae, 圆吻鲮属, 圆吻鲮鱼头部小, 吻圆钝突出, 鱼体银白色, 体形略延长, 侧扁, 是中国的特有物种。分布于

长江、珠江、闽江、瓯江、钱塘江、洞庭湖、澧水亦有少量出现。圆吻鲮鱼有很强的领地意识，它们一群群在水中生活，形成各自的“部落”，遇到外敌入侵，就会用铲形的圆吻争斗，将对方赶出领地。圆吻鲮往往喜欢在有水流动的涵洞口，圆吻鲮鱼十分贪食，在天然水域中，主要刮食周丛生物，丝状硅藻及蓝绿藻和细菌、动植物碎屑、浮游生物、水生昆虫等。

本次调查在韩江上游（站）渔获圆吻鲮 0.05 kg，占鱼类渔获的 0.22%，居渔获生物居第 13 位，渔获圆吻鲮体长为 187 mm，体重为 54 g。

（2）尼罗罗非鱼（*Oreochromis niloticus*）

隶属鲈形目 PERCIFORMES，丽鱼科 Cichlidae，非鱼属，热带性鱼类，尼罗罗非鱼为外来物种入侵种类。具有生成快、产量高、食杂性、疾病少、繁殖力强等。广温性，可存活于淡水及海水中，广盐性，在盐度范围 30~40‰海水里均能生长。

本次调查在韩江上游（站）、秋风、汤坑和河溪水库渔获尼罗罗非鱼 6.16 kg，居渔获游泳生物第 1 位，占鱼类总渔获的 26.64%，渔获尼罗罗非鱼体长范围为 84~135 mm，体重范围为 8~140 g。

（3）莫桑比克罗非鱼（*Oreochromis mossambicus*）

隶属鲈形目 PERCIFORMES，丽鱼科 Cichlidae，非鱼属，莫桑比克罗非鱼为外来物种入侵种类。具有生成快、产量高、食杂性、疾病少、繁殖力强等。广温性，可存活于淡水及海水中，广盐性，在盐度范围 30.0~40.0‰海水里均能生长。

本次调查在韩江下游（站）、秋风、汤坑和河溪水库渔获莫桑比克罗非鱼 4.38 kg，居渔获生物第 4 位，占鱼类的 18.94%，渔获莫桑比克罗非鱼体长范围为 78~130 mm，体重范围为 14~61 g。

（4）赤眼鳟（*Squaliobarbus curriculus*）

隶属鲤形目 CYPRINIFORMES，鲤科 Cyprinidae，赤眼鳟属鱼类。赤眼鳟鱼体修长，体前部呈圆筒状，头小，吻圆钝，口下位。尾部侧扁，背部平直，腹部无腹棱，体灰黄带青绿色，背部较深，腹部银白色。我国各地普遍都有分布，尤以长江流域、珠江流域、黄河流域、黑龙江流域等地最常见。朝鲜、韩国、俄罗斯

斯远东的阿穆尔河流域均有出现。常栖居于水的中下层，喜水草丰富流速缓慢的江河湖泊水域。赤眼鳟是杂食性鱼类，主要以藻类、水生高等植物等为食，亦食水生昆虫，小型鱼类、小型甲壳类等。喜栖息在流速缓慢的溪流、江河、湖泊水库等水域。

本次调查在汤坑水库渔获赤眼鳟 0.07 kg，居渔获游泳生物第 10 位，占鱼类的 0.3%，渔获赤眼鳟体长为 155 mm，体重为 70 g。

(5) 鲫 (*Carassius auratus*)

隶属鲤形目 CYPRINIFORMES，鲤科 Cyprinidae，鲫属鱼类。鲫鱼体高而侧扁，前半部弧形，背部轮廓隆起，尾柄宽，腹部圆形，无肉棱。头短小，吻钝，无须。鲫鱼为温水性鱼类，鲫鱼喜栖息在水的底层活动。鲫鱼为杂食性鱼类，鲫鱼的成鱼主要食有机碎屑、水草、植物种子，亦食摇蚊幼虫、枝角类和桡足类，也食人工饲料。鲫分布于中国除青海、西藏外的各大流域、湖泊。在北美洲、欧洲、非洲、印度、韩国、日本有引进。

本次调查在秋风和河溪水库渔获鲫鱼 0.77 kg，居渔获游泳生物第 7 位，占鱼类的 3.33%，渔获鲫鱼体长范围为 84~114 mm，体重为 16~35 g。

(6) 斑鳢 (*Channa maculate*)

隶属鲈形目 PERCIFORMES，鳢科 Channidae，斑鳢属鱼类。斑鳢头部略扁，体呈圆筒状，尾部侧扁，背缘、腹缘较平，体部均被有中等大小的圆鳞，体背一般呈灰黑色，体侧有不规则黑色斑块，腹部灰白色。有鳍无棘，背鳍臀鳍较长，尾鳍呈圆形。斑鳢原产于中国南方和越南北方，后被引入到菲律宾、马达加斯加、日本、美国（夏威夷）。斑鳢属底栖鱼类，喜阴暗，常栖息于水草丰富的浅水处。

本次调查在韩江上游（站）渔获斑鳢 0.05 kg，居渔获游泳生物第 11 位，占鱼类的 0.22%，渔获斑鳢体长范围为 161 mm，体重范围为 48 g。

(7) 多辐翼甲鲶 (*Plecostomus*)

隶属鲶形目 SILURIFORMES，甲鲶科 Pterogoplichthysmultiradius，翼甲鲶属，多辐翼甲鲶为外来物种入侵种类。多辐翼甲鲶体延长而侧扁。头部前方颇为侧扁；眼后的头背部呈两叶半圆突起，中央具一凹沟吻宽而钝扁。眼小，上侧位，眼间隔宽大。杂食性。经常吸附在水草上，舔食青苔，食量大。

本次调查在韩江上游（站）、河溪水库渔获多辐翼甲鲶 4.94 kg，居渔获游泳生物第 2 位，占鱼类的 21.37%，渔获多辐翼甲鲶体长范围为 90~250mm，体重范围为 16~83g。

(8) 宽鳍鱮 (*Sacco platypus*)

隶属鲤形目 CYPRINIFORMES，鲤科 Cyprinidae，鱮属鱼类。宽鳍鱮体延长，侧扁，腹部圆，头中等大，较短，吻钝短，口端位，口裂斜，背鳍起点约与腹鳍起点相对，距吻端稍近于距尾鳍基，臀鳍起点距胸鳍基近于距尾鳍基，雄性臀鳍格外延长，尾鳍深叉形。腹部银白，体背侧黄棕灰色，体侧有 12~13 条垂直银灰色带蓝绿色条纹，背鳞和臀鳍灰色，腹鳍粉红色，胸鳍上有许多黑斑点，尾鳍后缘呈黑色，雄性繁殖期，头及臀鳍均具许多珠星，并在条纹的中间杂粉色宽条纹。宽鳍鱮栖息于水流速急、喜底质为砂石的浅滩，主要以小型浮游甲壳类为食，小鱼，兼食一些藻类以及水底的腐殖物。主要分布在海南岛、华南地区、西南地区等江河水域。

本次调查在秋风水库、汤坑水库，河溪水库渔获宽鳍鱮 1.47 kg，居渔获游泳生物第 5 位，占鱼类的 6.36%，渔获宽鳍鱮体长范围为 127~158 mm，体重范围为 35~63 g。

(9) 海南似鲮 (*Toxabramis houdemeri*)

隶属鲤形目 CYPRINIFORMES，鲤科 Cyprinidae，似鲮属鱼类。海南似鲮体极侧扁，背部浅弧形。腹鳍完全。吻略尖。口端位，口裂斜。背鳍位于腹鳍基后上方，最后不分枝鳍条为硬刺，后缘具锯齿，尾鳍分叉深，叶端尖，下叶长于上叶。体银白色，体侧有 1 条灰黑色纵带，背鳍和尾鳍灰色，其余各鳍透明。海南似鲮常栖息于水体中上层，喜聚群活动。主要分布在海南岛、华南地区、西南地区、江西省、福建省等江河水域。

本次调查在汤坑、河溪水库渔获海南似鲮 0.021 kg，居渔获游泳生物第 14 位，占鱼类的 0.09%，渔获海南似鲮体长范围为 84~104 mm，体重范围为 5~10 g。

(10) 草鱼 (*Ctenopharyngodon idella*)

隶属鲤形目 CYPRINIFORMES，鲤科 Cyprinidae，草鱼属鱼类，草鱼体长，扁圆形，后部稍侧扁，腹部圆，无腹棱。吻短钝，口端位，口裂宽。无须，背鳍

无硬刺，外缘平直，其起点与腹鳍起相对，尾鳍浅分叉，身体呈茶黄色。草鱼常栖息于淡水水体中下层，以水草为主要江河、湖泊食物。分布于海南岛、华南、华东江河、湖泊水域，鸭绿江水域亦有出现。越南江湖水域亦有出现，美国已经从我国引进养殖。

本次调查在韩江上游（站）渔获草鱼 0.052 kg，居渔获游泳生物第 12 位，占鱼类的 0.22%，渔获草鱼体长为 158 mm，体重为 52 g。

（11）麦瑞加拉鲮（*Cirrhinus mrigala*）

隶属鲤形目 CYPRINIFORMES，鲤科 Cyprinidae，鲮属鱼类。麦瑞加拉鲮体呈棱形，略侧扁，头部较小。吻圆钝，上下唇的边缘薄。口下位，口裂呈弧状，须 2 对。鳞片中等大。侧线完全。体上部青灰色，腹部银白色，胸鳍、腹鳍、臀鳍和尾鳍的末端均呈赤红色。麦瑞加拉鲮于 1982 年从孟加拉国引进的外来物种。该鱼种栖息于水体底层，杂食性，主要以浮游生物，有机碎屑，附生藻类为食。分布于海南岛、华南地区、西南地区，华东大湖水网以南等江河水域。

本次调查在韩江上游（站）渔获麦瑞加拉鲮 0.018 kg，居渔获游泳生物第 15 位，占鱼类的 0.09%，渔获麦瑞加拉鲮体长为 100 mm，体重 18g。

（12）奥利亚罗非鱼（*Oreochromis aureus*）

隶属鲈形目 PERCIFORMES，丽鱼科 Cichlidae，非鱼属，奥利亚罗非鱼是一种外来入侵物种 1957 年又从越南引入到中国大陆。奥利亚罗非鱼体侧扁，吻短而高，口小位低。体色随年龄而加深，从青紫色带金色光彩，而转为紫褐色，喉胸部为灰色，腹白。体侧有暗横带 9~10 条，鳞片上人的色素较四周深，使体侧具有多条纵向排列的点线条纹。背鳍、臀鳍呈暗紫色，均有素色斑点，繁殖雌性有较灰白色，背鳍与尾鳍的比较橘色边缘。奥利亚罗非鱼对环境适应性强，且生长速度快，可生长在淡盐水域中，本身也可很好地耐低氧，食性比较杂，栖息于开放的水域，更喜栖富营养水域，繁殖力极强。幼鱼主要摄食浮游生物，特别是浮游动物，成鱼杂食性。主要分布于海南岛、华南地区、西南地区以及大湖水系以南等水域均有出现。

本次调查在河溪水库渔获奥利亚罗非鱼 0.31 kg，居渔获游泳生物第 9 位，占鱼类的 1.34%，渔获奥利亚罗非鱼体长为 205 mm，体重 308 g。

(13) 攀鲈 (*Anabas testudineus*)

隶属鲈形目 PERCIFORMES, 攀鲈科 Anabantidae, 攀鲈属, 攀鲈体侧扁延长略呈长方形, 尾柄短而侧扁, 口端位。背鳍始于胸鳍基前方, 较臀鳍长, 尾鳍圆形。鳃盖骨锯齿发达, 有鳃上器, 能纳入空气呼吸。体表浅灰色略带灰绿, 体后方许多黑色散点, 斑点随年龄的增长而减少, 腹部略淡, 鳃盖两强棘间带灰绿及尾鳍基中央各具一黑斑, 鱼的体色会受生活环境影响, 有银灰色的, 也有显金黄色的。攀鲈常栖息于水流缓慢、游泥多的水域, 在缺氧的滞水里亦能生存, 遇到危险时亦能钻入泥巴躲避。杂食偏肉食性, 以小型水生动物, 水草为食。主要在海南岛、华南地区、西南地区、江西、福建等江河、湖水域。

本次调查在韩江上游(站)渔获攀鲈 0.42 kg, 居渔获游泳生物第 8 位, 占鱼类的 1.82%, 渔获攀鲈体长范围为 89~165 mm, 体重范围为 19~120 g

(14) 鲮 (*Cirrhinus molitorella*)

隶属鲤形目 CYPRINIFORMES, 鲤科 Cyprinidae, 鲮属, 鲮鱼体长侧扁, 头短, 吻钝。上唇与上颌分离, 上、下颌具角质薄锋, 下颌联合处内面有一小的骨质突起, 须 2 对, 吻须长, 口角须短小, 或退化仅留痕迹。背鳍无硬刺, 尾鳍深叉形, 体背部青灰, 腹部银白, 体侧胸鳍上方侧线附近有 12 枚左右蓝色鳞片, 幼鱼尾鳍基部具黑色。该鱼种常栖息于水体底层, 植食性, 以硅藻等。主要分布海南岛、西南地区、华南各省, 华东地区江湖等水域。

本次调查在河溪水库渔获鲮鱼 4.41 kg, 居渔获游泳生物第 3 位, 占鱼类的 19.07%, 渔获鲮鱼体长范围为 150~230 mm, 体重范围为 68~503 g。

(15) 巴西红耳龟 (*Trachemys scripta elegans*)

隶属龟鳖目 TESTUDINES, 泽龟科 Emydidae, 彩龟属, 巴西红耳龟基本保留原始体型。身体宽短, 外被有甲, 甲背腹甲间有甲桥在体侧连接, 甲由真皮骨化的膜成骨板与上面盖着表皮角化的盾片构成。盾片与骨板逐年增长, 盾片上有生长线, 而盾顶区与其邻近的小片则常磨损脱落。背甲有上穹突, 正中一行脊板(连脊椎骨) 8 枚, 上盖脊盾 5 枚, 两侧各有一行肋板(连接肋骨) 8 对, 上盖肋盾通常 4 对, 其外围还有缘板 11 对和缘盾 12 对, 骨板、盾片的数目和大小不等, 两相粘合以加强龟壳的坚固性。腹甲平坦, 包括骨板 9 枚(上、舌、下、剑

腹板各 1 对，内腹板 1 枚），上覆盾片 6 对（喉、肱、胸、腹、股、肛盾各 1 对）头、尾和四肢都有鳞。上下颌均无齿，但被有坚硬的角质鞘，形成喙。四肢变化较大，陆上生活的适于爬行，水中生活的趾间具有蹼，或变成鳍足状，都适于游泳。身上长有非常坚固的甲壳，受袭击时龟可以把头、尾及四肢缩回龟壳内。大多数巴西红耳龟均为肉食性。龟是通常可以在陆上及水中生活，雄性有交配器，卵生，水栖者产卵也在陆地上，并在陆地上发育。巴西红耳龟大概是 1987 年引进，原产于西西比河沿岸，以及中美洲等一些国家。巴西红耳龟是外来物种。

本次调查在秋风水库渔获巴西红耳龟 0.97 kg，居渔获游泳生物第 6 位，渔获巴西红耳龟腹甲范围为 110~115 mm，体重范围为 450~520 g。

(16) 台湾束腰蟹 (*Somanniathelphusa taiwanensis*)

隶属十足目 DECAPODA，束腰蟹科 Parathelphusidae，束腰蟹属，台湾束腰蟹头胸甲前、后隆起。表面光滑，颈沟浅，胃、心区之间的 H 形沟深，后半部与后鳃区的横行隆脊相连。额后叶隆脊形，不甚突出，眼后隆脊短，内侧脊起。额缘锋锐，近于平直，中部稍凹。外眼窝齿钝，长于第二齿，第三齿最大，第四齿小，指向前方。额下三角区的宽度约当长度的 3.5 倍。第三颚足长节的宽度约当长度的 1.3 倍，坐节的长度约当宽度的 1.7 倍，外肢具壮鞭，末端约抵长节基部的 1/2。螯足甚不对称，长节背缘近末端具一刺，腕节内末角具一锐刺，大螯掌部的长度约当高度的 1.5 倍，约与可动指等长，两指纤细，内缘具大小不等的齿，合拢时无空隙。步足瘦长，雄性腹部呈 L 形，第五六节之间具一束腰第六节的长度约当宽度的 1.5 倍，尾节的长度约当宽度的 1.1 倍，约与第六节等长。第一腹肢末端略向外指。第二腹肢针棒形。台湾束腰蟹的生活环境隐蔽，喜欢温暖阴暗的溪流环境。栖息地高度碎片化，不易被发现。主动捕食，善于捕捉昆虫，亦会抓捕小型鱼类，也喜欢吃藻类。主要分布在华南地区、云南、福建等丘陵山溪、水库湖泊水域。

本次调查在韩江上游（站）渔获台湾束腰蟹 0.006 kg，居渔获游泳生物第 16 位，渔获台湾束腰蟹体长为 30 mm，体重为 6 g。

5 质量控制

本次调查工作均按《调查执行过程控制程序》（YCST QP/C 006）规范调查工作全过程，并依据《水生态监测技术要求 淡水浮游植物》（试行）、《水生态监测技术要求 淡水浮游动物》（试行）、《水生态监测技术要求 淡水大型底栖无脊椎动物》（试行）、《质量监督管理程序》（YCST QP/C 005）等相关文件的质量控制要求开展工作，主动采取各种措施控制调查结果的质量，并通过外部实验室比对保证措施的有效性。

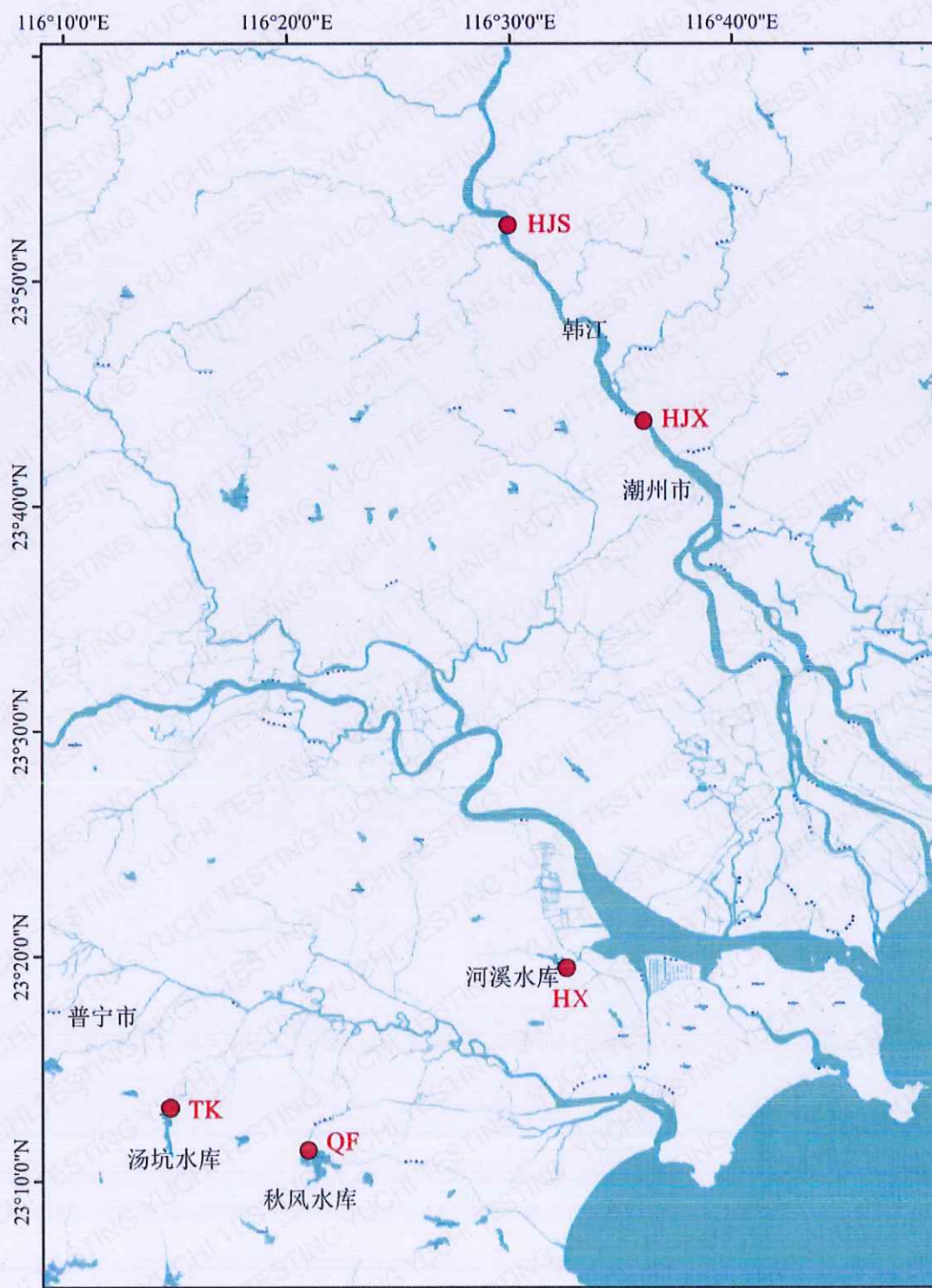
本次调查选取了韩江上游点位进行实验室间比对，将现场采集的浮游植物、浮游动物和底栖生物的定量样品送往武汉市宇驰检测技术有限公司实验室进行比对，结果显示物种差异百分比均在质控要求范围内。

类型	物种分类差异百分比	质控要求
浮游植物	34.8%	40%
浮游动物	28.6%	40%
底栖生物	14.3%	15%

表 5-1 质控对比表

附件

附图 1 监测断面位置图



附图 2 调查站位生境状况



秋风水库调查点位无人机航拍正摄影像



坑水库调查点无人机航拍正摄影像



河溪水库调查点无人机航拍正摄影像



韩江上游调查点无人机航拍正摄影像



韩江下游调查点无人机航拍正摄影像

附表 1 浮游植物名录

门类	属	种名	拉丁学名	秋风水库	汤坑水库	韩江上游	河溪水库	韩江下游
蓝藻门	假鱼腥藻属	/	<i>Pseudanabaena</i> sp.	-	-	-	-	-
蓝藻门	长孢藻属	/	<i>Dolichospermum</i> sp.	-	-	-	-	-
蓝藻门	尖头藻属	/	<i>Raphidiopsis</i> sp.	-	-	-	+	-
蓝藻门	微囊藻属	/	<i>Microcystis</i> sp.	-	-	-	-	-
蓝藻门	乌龙藻属	/	<i>Woronichinia</i> sp.	-	-	-	-	-
蓝藻门	平裂藻属	平裂藻	<i>Merismopedia</i>	-	-	-	-	-
蓝藻门	鞘丝藻属	/	<i>Lyngbya</i> sp.	-	-	-	-	-
蓝藻门	螺旋藻属	/	<i>Spirulina</i> sp.	-	-	-	++	-
蓝藻门	颤藻属	/	<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	-	-	-
蓝藻门	浮丝藻属	/	<i>Planktothrix</i>	-	-	-	-	-
绿藻门	纤维藻属	/	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	-	-	-	-	-
绿藻门	空星藻属	/	<i>Coelastrum</i> sp.	+	++	-	-	-
绿藻门	盘星藻属	四角盘星藻	<i>Pediastrum tetras</i>	-	-	-	-	-
绿藻门	十字藻属	四足十字藻	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	-	-	-	-	-

门类	属	种名	拉丁学名	秋风水库	汤坑水库	韩江上游	河溪水库	韩江下游
绿藻门	十字藻属	华美十字藻	<i>Crucigenia lauterbornii</i>					-
绿藻门	十字藻属	/	<i>Crucigenia</i> sp.					-
绿藻门	栅藻属	四尾栅藻	<i>Scenedesmus quadricauda</i>			-		
绿藻门	栅藻属	弯曲栅藻	<i>Scenedesmus arcuatus</i>	-		-		
绿藻门	栅藻属	二形栅藻	<i>Scenedesmus dimorphus</i>	-		-		
绿藻门	四星藻属	/	<i>Tetrastrum</i> sp.			-		
绿藻门	集星藻属	/	<i>Actinastrum</i> sp.			-		
绿藻门	空球藻属	/	<i>Eudorina</i> sp.		-			
绿藻门	鼓藻属	/	<i>Cosmarium</i> sp.	-	+	-		-
绿藻门	丝藻属	/	<i>Ulothrix</i> sp.					-
绿藻门	卵囊藻属	/	<i>Oocystis</i> sp.	-				
绿藻门	小球藻属	/	<i>Chlorella</i> sp.	-	+	-		-
绿藻门	四角藻属	微小四角藻	<i>Tetraedron minimum</i>	-		-		
绿藻门	四角藻属	具尾四角藻	<i>Tetraedron caudatum</i>					
绿藻门	顶棘藻属	/	<i>Chodatella</i> sp.					

门类	属	种名	拉丁学名	秋风水库	汤坑水库	韩江上游	河溪水库	韩江下游
绿藻门	弓形藻属	弓形藻	<i>Schroederia Lemmerm</i>	-		-		
绿藻门	新月藻	/	<i>Selenastrum sp.</i>			-		
绿藻门	多芒藻属	/	<i>Golenkinia sp.</i>	-				-
绿藻门	网球藻属	/	<i>Dictyosphaeria cavernosa sp.</i>		-			
绿藻门	实球藻属	/	<i>Pandorina morum sp.</i>		-		-	
绿藻门	叉星鼓藻属	/	<i>Staurodesmus sp..</i>					
绿藻门	角星鼓藻属	/	<i>Staurastrum sp.</i>	-			-	
绿藻门	多棘鼓藻属	/	<i>Xanthidium sp.</i>					
硅藻门	舟形藻属	/	<i>Navicula sp..</i>	-		-	+	
硅藻门	舟形藻属	双头舟形藻	<i>Navicula dicephala</i>					
硅藻门	小环藻属	/	<i>Cyclotella sp.</i>				-	-
硅藻门	根管藻属	/	<i>Rhizosolenia sp.</i>		-			-
硅藻门	四棘藻属	扎卡四棘藻	<i>Attheya zachariasii</i>			-		-
硅藻门	四棘藻属	/	<i>Attheya sp.</i>					
硅藻门	针杆藻属	/	<i>Synedra sp.</i>			-		

门类	属	种名	拉丁学名	秋风水库	汤坑水库	韩江上游	河溪水库	韩江下游
硅藻门	直链藻属	颗粒直链藻	<i>Melosira granulata</i>	-	-	-	-	-
硅藻门	短缝藻属	/	<i>Eunotia</i> sp.	-	-	-	-	-
硅藻门	异极藻属	/	<i>Gomphonema</i> sp.	-	-	-	-	-
硅藻门	脆杆藻属	/	<i>Fragilaria</i> sp.	-	-	-	-	-
硅藻门	桥弯藻属	/	<i>Cymbella</i> sp.	-	-	-	-	-
硅藻门	菱形藻属	/	<i>Nitzschia</i> sp.	-	-	-	-	-
硅藻门	菱形藻属	线性菱形藻	<i>Nitzschia linearis</i>	-	-	-	-	-
硅藻门	曲壳藻属	/	<i>Achnanthes</i> sp.	-	-	-	-	-
隐藻门	蓝隐藻属	/	<i>Chroomonas</i> sp.	-	++	++	+	++
隐藻门	隐藻属	/	<i>Cryptomonas</i> sp.	-	-	+	-	+
甲藻门	多甲藻属	/	<i>Peridinium</i> sp.	-	-	-	-	-
甲藻门	裸甲藻属	/	<i>Cymnodinium aerucyinosum stein</i> sp.	-	-	-	-	-
金藻门	锥囊藻属	分歧锥囊藻	<i>Dinobryon divergens</i>	-	-	-	-	-
金藻门	黄群藻属	/	<i>Synura</i> sp.	-	-	-	-	-
裸藻门	囊裸藻属	/	<i>Trachelomonas</i> sp.	-	-	-	-	-

门类	属	种名	拉丁学名	秋风水库	汤坑水库	韩江上游	河溪水库	韩江下游
裸藻门	扁裸藻属	/	<i>Phacus</i> sp.	-	-	-	-	-
裸藻门	裸藻属	/	<i>Euglenophytia</i> sp.	-	-	-	-	-

注：1.物种多度表示：非常多：“++++”；较多：“+++”；常见：“++”；偶见：“+”；

2.物种多度判别依据：按照物种数量百分比划分多度：小于 10%为偶见，10%~30%为常见，30%~50%为较多，50%~100%为非常多。

附表 2 浮游动物名录

类别	种属名	秋风水库	汤坑水库	河溪水库	韩江上游	韩江下游
原生动物	瓶砂壳虫 <i>Diffugia urceolata</i>		+	+		+
原生动物	湖沼砂壳虫 <i>Diffugia limnetica</i>	+		+	+	
原生动物	球砂壳虫 <i>Diffugia globulosa</i>		+			
原生动物	瘤棘砂壳虫 <i>Diffugia tuberspimifera</i>	+	+	+		
原生动物	杂葫芦虫 <i>Cucurbitella mespiliformis</i> Penard	+		+		
原生动物	琵琶砂壳虫 <i>Diffugia biwae</i>	+				
原生动物	木兰砂壳虫 <i>Diffugia mulanensis</i>			+		
轮虫	裂足臂尾轮虫 <i>Brachionus diversicornis</i>			+	+	+
轮虫	剪形臂尾轮虫 <i>Brachionus forficula</i>	+				+
轮虫	镰状臂尾轮虫 <i>Brachionus falcatus</i> Daday	+				
轮虫	十指平甲轮虫 <i>Platylabus militaris</i>	+				
轮虫	长三肢轮虫 <i>Filinia longiseta</i>		+			
轮虫	腔轮属 <i>Lecane</i> Nitzsch sp.		+			
轮虫	奇异巨腕轮虫 <i>Pedalia mira</i> Hudson		+			

类别	种属名	秋风水库	汤坑水库	河溪水库	韩江上游	韩江下游
轮虫	螺旋形龟甲轮虫 <i>Keratella cochlearis</i>			+		
轮虫	矩形龟甲轮虫 <i>Keratella quadrata</i>			+		
轮虫	萼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i>			+		
枝角	象鼻溞属 <i>Bosmina</i> sp.	+	+	+	+	+
枝角	尖额溞 <i>Alona Baird</i>	+				
枝角	角突网纹溞 <i>Ceriodaphnia cornuta</i>	+				
枝角	秀体溞属 <i>Diaphanosoma</i> sp.	+	+	+		
枝角	裸腹溞属 <i>Moina</i> sp.	+				
桡足	许水蚤属 <i>Schmackeria</i> sp.				+	
桡足	中剑水蚤属 <i>Mesocyclops</i> sp.	+	+	+	+	+
桡足	无节幼体 <i>Nauplius</i>	+			+	
桡足	新镖水蚤属 <i>Neodiaptomus</i> sp.	+	+	+		
桡足	剑水蚤属 <i>Cyclops</i> sp.	+	+			
桡足	温剑水蚤属 <i>Thermocyclops</i> sp.	+				

注：定性采样方式仅用“+”标注物种分类单元存在。

附表 3 底栖动物名录

物种名录	韩江上游	韩江下游	秋风水库	汤坑水库	河溪水库
环节动物门 Annelida					
寡毛纲 Oligochaeta					
仙女虫科 Naididae					
尾盘虫属 <i>Dero</i> sp.				+	+
杆吻虫属 <i>Stylaria Lamarck</i>					+
颤蚓科 Tubificidae					
颤蚓属 <i>Tubifex</i> sp.	+	+	+	+	+
苏氏尾鳃蚓属 <i>Branchiura sowerbyi Beddard</i> sp.	+			+	
水丝蚓属 <i>Limnodrilus</i> sp.	+	+		+	
软体动物门 Mollusca					
腹足纲 Gastropoda					
田螺科 Viviparidae					
环棱螺 <i>Bellamya</i> sp..			+		
瓣鳃纲 Lamellibranchia					

物种名录	韩江上游	韩江下游	秋风水库	汤坑水库	河溪水库
蚌科 Corbiculidae					
蚬属 Corbicula sp.					
河蚬 Corbicula fluminea	+	+			
蚌科 Unionidae					
尖嵴蚌属 Acuticosta sp.	+				
贻贝科 Mytilidae					
沼蛤属 Limnoperna v sp.					
湖沼股蛤 Limnoperna lacustris		+	+		
节肢动物门 Arthropoda					
昆虫纲 Insecta					
蜻蜓目 Odonata					
蜻蜓科 Gomphidae					
春蜓科一种 Gomphidae sp.	+	+			
蜻科 Libellulidae					
蜻科一种 Libellulidae sp.	+			+	

物种名录	韩江上游	韩江下游	秋风水库	汤坑水库	河溪水库
双翅目 Diptera					
摇蚊科 Chironomidae					
摇蚊蛹 <i>Chironomidae pupa</i>	+		+	+	+
长足摇蚊亚科 Tanypodinae					
前突摇蚊属 <i>Procladius</i> sp.	+				
特突摇蚊属 <i>Thienemannimyia</i> sp.		+			
无突摇蚊属 <i>Ablabesmyia</i> sp.	+				
摇蚊亚科 Chironominae					
摇蚊属 <i>Chironomus</i> sp.		+			+
雕翅摇蚊属 <i>Glyptotendipes</i> sp.				+	+
长跗摇蚊属 <i>Tanytarsus</i> sp.	+			+	+
多足摇蚊属 <i>Polypedilum</i> sp.	+	+		+	+
隐摇蚊属 <i>Cryptochironomus</i> sp.	+				
蠓科 Ceratopogonidae					
十足目 Decapoda					

物种名录	韩江上游	韩江下游	秋风水库	汤坑水库	河溪水库
匙指虾科 Atyinae					
米虾属一种 <i>Caridina</i> sp.	+		+		+

注：定性采样方式仅用“+”标注物种分类单元存在。

附表 4 水生维管束植物名录

中文名	拉丁学名
禾本科	Poaceae
西来稗	<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>zelayensis</i>
斑茅	<i>Saccharum arundinaceum</i>
狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i>
柔枝莠竹	<i>Microstegium vimineum</i>
类芦	<i>Neyraudia reynaudiana</i>
双穗雀稗	<i>Paspalum distichum</i>
毛花雀稗	<i>Paspalum dilatatum</i> Poir
铺地黍	<i>Panicum repens</i>
菊科	Asteraceae
蟛蜞菊	<i>Sphagneticola calendulacea</i>
鳢肠	<i>Eclipta prostrata</i>
钻叶紫菀	<i>Symphyotrichum subulatum</i>
凤尾蕨科	Pteridaceae
水蕨	<i>Ceratopteris thalictroides</i>
金丝桃科	Hypericaceae
地耳草	<i>Hypericum japonicum</i>
蓼科	Polygonaceae
水蓼	<i>Persicaria hydropiper</i>
莎草科	Cyperaceae
碎米莎草	<i>Cyperus iria</i>
香附子	<i>Cyperus rotundus</i>
水蜈蚣	<i>Kyllinga polyphylla</i>
苋科	Amaranthaceae
莲子草	<i>Alternanthera sessilis</i>
鸭跖草科	Commelinaceae
鸭跖草	<i>Commelina communis</i>
天南星科	Araceae
海芋	<i>Alocasia odora</i>
旋花科	Convolvulaceae
篱栏网	<i>Merremia hederacea</i>

附表 5 渔获物名录

中文名	拉丁学名
鲤形目	CYPRINIFORMES
鲤科	Cyprinidae
圆吻鲴	<i>Distoechodon tumirostris</i>
鲫	<i>Carassius auratus</i>
海南似鲮	<i>Toxabramis houdemeri</i>
鲮	<i>Cirrhinus molitorella</i>
宽鳍鱮	<i>Sacco platypus</i>
赤眼鳟	<i>Spualio barbatus Curriculus</i>
草鱼	<i>Ctenopharyngodon idella</i>
麦瑞加拉鲮	<i>Cirrhinus mrigala</i>
鲶形目	SILURIFORMES
甲鲇科	Pterogoplichthysmultiradius
多辐翼甲鲶	<i>Plecostomus</i>
鲈形目	PERCIFORMES
丽鱼科	Cichlidae
莫桑比克罗非鱼	<i>Oreochromis mossambicus</i>
尼罗罗非鱼	<i>Oreochromis niloticus</i>
奥利亚罗非鱼	<i>Oreochromis aureus</i>
攀鲈科	Anabantidae
攀鲈	<i>Anabas testudineus</i>
鳢科	Channidae
斑鳢	<i>Channa maculata</i>
龟鳖目	TESTUDINES
泽龟科	Emydidae
巴西红耳龟	<i>Trachemys scripta elegans</i>
十足目	DECAPODA
束腰蟹科	Parathelphusidae
台湾束腰蟹	<i>Somanniathelphusa taiwanensis</i>

附表 6 武汉市宇驰检测技术有限公司实验室比对结果

一、浮游植物检测结果

1.1. 浮游植物定性检测结果

门类	种名	拉丁学名	F1030010020043
蓝藻门	项圈藻	<i>Anabaenopsis</i> sp.	-
	席藻	<i>Phormidium</i> sp.	-
	平裂藻	<i>Merismopedia</i> sp.	+
绿藻门	四尾栅藻	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	-
	双棘栅藻	<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	-
	纤维藻	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	-
	新月藻	<i>Closterium</i> sp.	-
	二形栅藻	<i>Scenedesmus dimorphus</i>	-
	集星藻	<i>Actinastrum</i> sp.	-
	十字藻	<i>Crucigenia</i> sp.	-
	四足十字藻	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	-
	转板藻	<i>Mougeotia</i> sp.	-
	胶网藻	<i>Dictyosphaerium</i> sp.	-
	针杆藻	<i>Synedra</i> sp.	-
	颗粒直链藻	<i>Melosira granulata</i>	+
	小环藻	<i>Cyclotella</i> sp.	-
硅藻门	布纹藻	<i>Gyrosigma</i> sp.	-
	桥弯藻	<i>Cymbella</i> sp.	-
	短缝藻	<i>Eumotia</i> sp.	-
	卵形隐藻	<i>Cryptomonas ovata</i>	+
	隐藻	<i>Cryptomonas</i> sp.	-
甲藻门	裸甲藻	<i>Gymnodinium</i> sp.	-
裸藻门	裸藻	<i>Euglena</i> sp.	-
门类及种类数			6 门 23 种

注：1.物种多度表示：非常多：“+++”；较多：“++”；常见：“+”；偶见“-”；

2. 物种多度判别依据：按照物种数量百分比划分多度：小于 10%为偶见，10%~30%为常见，30%~50%为较多，50%~100%为非常多。

1.2 浮游植物样品各门类总密度 (单位: cells/L)

样品原标识	蓝藻门	绿藻门	硅藻门	隐藻门	甲藻门	裸藻门	总计
F1030010020043	3.6×10^4	5.4×10^4	5.4×10^4	7.2×10^4	1.5×10^3	9.0×10^2	2.2×10^5

1.3 浮游植物样品各种类密度 (单位: cells/L)

门类	种名	拉丁学名	F1030010020043
蓝藻门	项圈藻	<i>Anabaenopsis</i> sp.	1.5×10^3
	席藻	<i>Phormidium</i> sp.	5.7×10^3
	平裂藻	<i>Merismopedia</i> sp.	2.9×10^4
绿藻门	四尾栅藻	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	1.1×10^4
	双棘栅藻	<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	7.2×10^3
	纤维藻	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	3.3×10^3
	新月藻	<i>Closterium</i> sp.	2.1×10^3
	二形栅藻	<i>Scenedesmus dimorphus</i>	1.8×10^3
	集星藻	<i>Actinastrum</i> sp.	1.2×10^4
	十字藻	<i>Crucigenia</i> sp.	4.8×10^3
	四足十字藻	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	3.0×10^3
	转板藻	<i>Mougeotia</i> sp.	1.8×10^3
	胶网藻	<i>Dictyosphaerium</i> sp.	7.2×10^3
	针杆藻	<i>Synedra</i> sp.	1.2×10^4
	颗粒直链藻	<i>Melosira granulata</i>	2.4×10^4
	小环藻	<i>Cyclotella</i> sp.	1.1×10^4
硅藻门	布纹藻	<i>Gyrosigma</i> sp.	2.7×10^3
	桥弯藻	<i>Cymbella</i> sp.	3.3×10^3
	短缝藻	<i>Eunotia</i> sp.	9.0×10^2
	卵形隐藻	<i>Cryptomonas ovata</i>	5.3×10^4
	隐藻	<i>Cryptomonas</i> sp.	1.8×10^4
甲藻门	裸甲藻	<i>Gymnodinium</i> sp.	1.5×10^3
裸藻门	裸藻	<i>Euglena</i> sp.	9.0×10^2

二、浮游动物检测结果

2.1 浮游动物定性检测结果

门类	种名	拉丁学名	F1030010020043
原生动物	砂壳虫属	<i>Diffugia</i> sp.	+
轮虫	臂三肢轮虫	<i>Filinia brachiata</i>	+
	裂足臂尾轮虫	<i>Brachionus diversicornis</i>	+
枝角类	多刺裸腹蚤	<i>Monia macrocopa</i>	+
	长额象鼻蚤	<i>Bosmina longirostris</i>	+
桡足类	广布中剑水蚤	<i>Mesocyclops leuckarti</i>	+
	无节幼体	<i>Nauplius</i>	+
门类及种类数			4 门 7 种

2.2 浮游动物样品各门类总密度 (单位: ind./L)

样品原标识	原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	总计
F1030010020043	600	90	0.75	0.95	692

2.3 浮游动物样品各种类生物密度 (单位: ind./L)

门类	种名	拉丁学名	F1030010020043
原生动物	砂壳虫属	<i>Diffugia</i> sp.	600
轮虫	臂三肢轮虫	<i>Filinia brachiata</i>	30.00
	裂足臂尾轮虫	<i>Brachionus diversicornis</i>	60.00
枝角类	多刺裸腹蚤	<i>Monia macrocopa</i>	0.45
	长额象鼻蚤	<i>Bosmina longirostris</i>	0.30
桡足类	广布中剑水蚤	<i>Mesocyclops leuckarti</i>	0.60
	无节幼体	<i>Nauplius</i>	0.35

第 3 页 共 6 页

三、底栖动物检测结果

3.1 湖库底栖动物定性检测结果

种类名称	F1030010020035
环节动物门 Annelida	
寡毛纲 Oligochaeta	
颤蚓科 Tubificidae	
水丝蚓属一种 <i>Limnodrilus</i> sp.	+
软体动物门 Mollusca	
双壳纲 Bivalvia	
蜆科 Corbiculidae	
河蜆 <i>Corbicula fluminea</i>	+
蚌科 Unionidae	
尖脊蚌属 <i>Schistodesmus</i> sp.	+
节肢动物门 Arthropoda	
软甲纲 Malacostraca	
十足目 Decapoda	
匙指虾科 Atyidae	
米虾属 <i>Caridina</i> sp.	+
昆虫纲 Insecta	
蜻蜓目 Odonata	
春蜓科 Gomphidae	
春蜓科一种 <i>Gomphidae</i> sp.	+
蜻科 Libellulidae	
蜻科一种 <i>Libellulidae</i> sp.	+
双翅目 Diptera	
摇蚊科 Chironomidae	
摇蚊蛹 <i>Chironomidae pupa</i>	+
多足摇蚊属 <i>Polypeditum</i> sp.	+
无突摇蚊属 <i>Ablabesmyia</i> sp.	+
隐摇蚊属 <i>Cryptochironomus</i> sp.	+
前突摇蚊属 <i>Procladius</i> sp.	+
长附摇蚊属 <i>Tanyarsus</i> sp.	+
门类及种类数	3 门 12 种

注：底栖中“××科一种”即鉴定到科（属）级水平。

第 4 页 共 6 页

3.2 湖库底栖动物样品各种类生物密度 (个/m²)

种类名称	F1030010020035
环节动物门 Annelida	
寡毛纲 Oligochaeta	
颤蚓科 Tubificidae	
水丝蚓属一种 <i>Limnodrilus</i> sp.	10
软体动物门 Mollusca	
双壳纲 Bivalvia	
蚌科 Corbiculidae	
河蚌 <i>Corbicula fluminea</i>	3
蚌科 Unionidae	
尖脊蚌属 <i>Schistodesmus</i> sp.	
节肢动物门 Arthropoda	
软甲纲 Malacostraca	
十足目 Decapoda	
匙指虾科 Atyidae	
米虾属 <i>Caridina</i> sp.	6
昆虫纲 Insecta	
蜻蜓目 Odonata	
春蜓科 Gomphidae	
春蜓科一种 <i>Gomphidae</i> sp.	1
蜻科 Libellulidae	
蜻科一种 <i>Libellulidae</i> sp.	4
双翅目 Diptera	
摇蚊科 Chironomidae	
摇蚊蛹 <i>Chironomidae pupa</i>	0.7
多足摇蚊属 <i>Polypedium</i> sp.	1
无突摇蚊属 <i>Ablabesmyia</i> sp.	10
隐摇蚊属 <i>Cryptochironomus</i> sp.	26
前突摇蚊属 <i>Procladius</i> sp.	30
长附摇蚊属 <i>Tanyarsus</i> sp.	
总计	91.7

第 5 页 共 6 页

3.3 湖库底栖动物样品各种类生物量 (单位: g/m²)

种类名称	F1030010020035
环节动物门 Annelida	
寡毛纲 Oligochaeta	
颤蚓科 Tubificidae	
水丝蚓属一种 <i>Limnodrilus</i> sp.	0.0010
软体动物门 Mollusca	
双壳纲 Bivalvia	
蜆科 Corbiculidae	
河蜆 <i>Corbicula fluminea</i>	9.6643
蚌科 Unionidae	
尖脊蚌属 <i>Schistodesmus</i> sp.	
节肢动物门 Arthropoda	
软甲纲 Malacostraca	
十足目 Decapoda	
匙指虾科 Atyidae	
米虾属 <i>Caridina</i> sp.	0.0752
昆虫纲 Insecta	
蜻蜓目 Odonata	
春蜓科 Gomphidae	
春蜓科一种 <i>Gomphidae</i> sp.	0.0821
蜻科 Libellulidae	
蜻科一种 <i>Libellulidae</i> sp.	0.0585
双翅目 Diptera	
摇蚊科 Chironomidae	
摇蚊蛹 <i>Chironomidae pupa</i>	0.0001
多足摇蚊属 <i>Polypedium</i> sp.	0.0002
无突摇蚊属 <i>Ablabesmyia</i> sp.	0.0013
隐摇蚊属 <i>Cryptochironomus</i> sp.	
前突摇蚊属 <i>Procladius</i> sp.	0.0031
长跗摇蚊属 <i>Tanyarsus</i> sp.	0.0030
总计	9.8888

第 6 页 共 6 页