

大渡河安谷水电站施工期春、秋季浮游动物群落特征分析

方艳红¹, 王文君¹, 杨清², 陈锋¹, 杨钟¹

(1. 水利部中国科学院水工程生态研究所, 水利部水工程生态效应与生态修复重点实验室, 武汉 430079;
2. 中国水电建设集团四川电力开发有限公司, 成都 610041)

摘要: 研究安谷水电站施工期浮游动物对水文情势改变、栖息地条件变化等工程影响的响应, 为径流式水电工程建设对浮游动物的影响预测评价提供参考, 为安谷水电站水生态环境发展或生态修复提供科学依据。2014年春季、秋季对大渡河安谷水电站施工期浮游动物及水环境因子进行调查采样, 利用 SPSS 和 Canoco 软件进行数据分析。结果表明: 大渡河安谷水电站施工期春、秋季共检出浮游动物 69 属 116 种, 密度平均为 619.65 个/L、生物量平均 0.093 mg/L。左侧河网浮游动物种类、密度和生物量高于干流。浮游动物种类、密度、生物量和多样性指数在季节分布上差异显著, 春季明显高于秋季。浮游动物种类、密度、生物量与环境因子硝氮、总氮、磷酸盐、总磷呈显著正相关, 与流速呈负相关; RDA 结果进一步说明硝氮、磷酸盐、TN、TP 是影响浮游动物群落结构的重要环境因子。

关键词: 安谷水电站; 施工期; 浮游动物; 环境因子; 冗余分析

中图分类号: Q145 **文献标志码:** A

文章编号: 1674-3075(2020)01-0007-09

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



安谷水电站位于四川省乐山市境内, 是大渡河下游最后一个梯级水电站, 采取混合式开发。安谷水库正常蓄水位 398 m, 总利用落差 36 m, 正常蓄水位时库容 $6\ 330 \times 10^4 \text{ m}^3$, 回水总长度约 11.4 km, 与上游水库联合运行时具有日调节性能, 电站总装机容量 772 MW(曹小红等, 2011)。

安谷水电站施工期大渡河原有的河网密度降低, 河道及滩地面积减少, 浅水湿地萎缩, 生物栖息地功能有所降低(安谷环境影响报告书, 2008), 演变为库区、坝下泄洪渠、尾水渠及左侧河网的较单一结构。本文于 2014 年春(5 月)、秋季(10 月)对安谷水电工程施工区沙湾至大渡河河口段干流、左侧河网水域的浮游动物种类、密度和生物量进行全面调查, 分析电站施工期浮游动物群落结构的演变趋势, 研究浮游动物对水文情势改变、栖息地条件变化等工程影响的响应, 为径流式水电工程建设对浮游动物

的影响预测评价提供参考, 为安谷水电站水生态环境发展或生态修复提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 采样点设置

设置 8 个采样点(图 1), 分别为大渡河干流安谷电站库尾(S1)、库区(S2)、坝下(S3)、大渡河河口(S4), 左侧河网许坝(S5)、黄荆坝(S6)、周陆坝(S7)以及岷江(S8)。

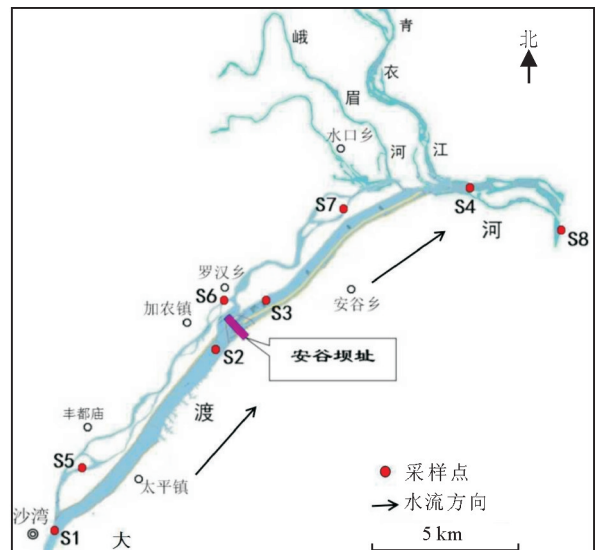


图 1 安谷水电站采样点布置

Fig.1 Location of the sampling sites near Angu hydropower station

收稿日期: 2018-10-22

基金项目: 水利部公益性行业科研专项项目(200901009); 中国水利水电建设集团公司科研项目 AG2012/S-46-D; 中国水利水电建设集团公司监测项目 AG2014/S-83; 国家自然科学基金资助项目(51709188)。

作者简介: 方艳红, 1982 年生, 女, 高级工程师, 主要从事水生态调查与评价工作。E-mail: fyh1901@126.com

通信作者: 杨清, 1966 年生, 女, 教授级高级工程师, 主要从事水电工程设计和环境保护工作。

1.2 样品的采集与测定

定性样品。原生动物和轮虫采用 25 号浮游生物网(网目直径 64 μm)采集,枝角类和桡足类采用 13 号浮游生物网(网目直径 112 μm)采集。在水下 0.5 m 处,按“ ∞ ”型拖动浮游生物网,将采集的样品置于 50 mL 样品瓶中,加入 5% 的福尔马林溶液固定,带回实验室待检。

定量样品。原生动物和轮虫用 2.5 L 有机玻璃采水器采集,取 2 L 样品加入 20% 鲁哥液装入样品瓶中,在室内静置 48 h 后虹吸上清液,取下层 50 mL 浓缩样品待检;枝角类和桡足类用 20 L 采水器采集 2 次,共 40 L,用 25 号浮游生物网过滤后装入 50 mL 样品瓶中,加入 5% 福尔马林固定,带回实验室待检。

浮游动物种类镜检参照《微型生物监测新技术》(沈韞芬等,1990)、《中国淡水轮虫志》(王家楫,1961)、《中国动物志-节肢动物门 甲壳纲 淡水枝角类》(蒋燮治等,1979)、《中国动物志 节肢动物门 甲壳纲 淡水桡足》(沈嘉瑞等,1979)鉴定,密度和生物量计算方法参照《淡水浮游生物研究方法》(章宗涉等,1991)、《淡水浮游生物调查技术规范》(DB43/T 432-2009)执行。

现场使用 SX751 型便携式多参数测量仪测量酸碱度(PH)、水温(WT)和溶解氧(DO),使用塞氏盘法测定透明度(SD),流速(V)使用 LS300-A 型便携式流速测算仪测定。总氮(TN)、总磷(TP)、氨氮($\text{NH}_4^+\text{-N}$)、磷酸盐(PO_4^{3-})、硝氮($\text{NO}_3^-\text{-N}$)水质指标根据《水和废水监测分析方法》(国家环境保护总局,2002)进行监测与检测分析。

1.3 数据处理

采用 Shannon-Wiener 多样性指数 H' (Shan-

non et al, 1949)、Margalef 多样性指数 D (Margalef, 1958)对群落结构进行分析。相应公式如下:

$$H' = -\sum_{i=1}^S \frac{N_i}{N} \log_2 \frac{N_i}{N} \quad (1)$$

$$D = \frac{S-1}{\ln N} \quad (2)$$

式中, N_i 为第 i 种物种密度, N 为该物种群落总密度, S 为该物种群落总种类数。

所有数据通过 Excel 整理,采用 SPSS22 进行 Pearson 相关性分析,采用 CANOCO4.5 进行物种-环境因子的冗余分析(Redundancy analysis, RDA)。

2 结果与分析

2.1 种类组成与时空变化

共检出浮游动物 69 属 116 种。其中原生动物 33 属 64 种,种类占 55.17%;轮虫 22 属 34 种,种类占 29.31%;枝角类 5 属 7 种,种类占 6.03%;桡足类 9 属 11 种,种类占 9.48%。大渡河安谷水电站干流检出浮游动物 73 种,左侧河网检出 95 种,岷江大渡河汇口下检出 36 种。大渡河安谷水电站浮游动物中原生动物、轮虫检出较多,枝角类检出种类较少。原生动物肉足虫和龟甲轮虫在调查水域普遍存在,常见种类有褐砂壳虫 *Diffugia globulosa*、钟虫 *Vorticella* sp.、旋回侠盗虫 *Strobilidium gyrans*、螺形龟甲轮虫 *Keratella cochlearis*、疣毛轮虫 *Synchaeta* sp.、旋轮虫 *Philodina* sp.、右突新镖水蚤 *Neodiptomus schmackeri* 等,枝角类出现在春季,常见种为筒弧象鼻蚤 *Bosmina coregoni*。

从各采样点的浮游动物种类组成和物种数量看(图 2),春季浮游动物种类组成以原生动物为主,为 81 种, S1(安谷库尾)监测点最丰富, S2(库中)最少;

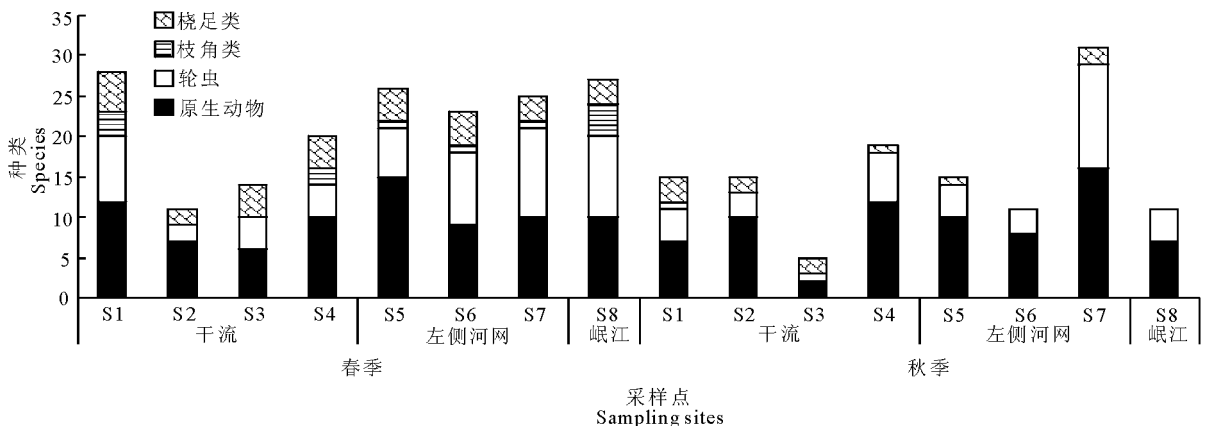


图 2 安谷电站浮游动物种类组成水平分布

Fig.2 Horizontal variation of zooplankton species composition at Angu hydropower station

秋季浮游动物种类组成结构与春季相似,原生动物占有绝对优势,为 63 种,桡足类种类数量明显减少,枝角类偶见,种类数量最多为 S7(左侧河网)点,最少为 S3(安谷坝下)点。安谷水电站调查水域春季浮游动物种类明显多于秋季。

2.2 浮游动物密度与生物量

安谷水电站浮游动物密度变动范围在 150~2 880 个/L,平均为 619.65 个/L。各监测点浮游动物密度及季节变化见图 3。春季浮游动物密度平均 642.31 个/L,最高值出现在左侧河网 S5 站点,最低值出现在干流 S4 站点;秋季浮游动物密度平均 596.99 个/L,最高值出现在左侧河网 S7 站点,最低值出现在干流 S1 站点。原生动物是安谷水电站浮游动物密度构成的主体,相对密度均在 90%以上。

安谷水电站浮游动物生物量变动范围在 0.008~0.178 mg/L,平均为 0.093 mg/L。各监测点浮游动物生物量及季节变化见图 4。春季浮游动物生物量平均 0.110 mg/L,秋季生物量平均 0.076 mg/L。

春季、秋季浮游动物生物量在水平变化上与密度相似,左侧河网高于干流。生物量贡献最大类群为轮虫,相对生物量在 60%以上。

2.3 浮游动物多样性指数

安谷水电站浮游动物 H' 、 D 季节变化和水平变化见表 1。 H' 春季均值为 1.83,最高值出现在干流 S3 样点,最低值出现在干流 S4 样点;秋季均值为 1.48,最高值出现在左侧河网 S7 样点,最低值出现在干流 S2 样点。 D 春季均值为 1.31,最高值出现在左侧河网 S7 样点,最低值出现在干流 S4 样点;秋季均值为 0.60,最高值出现在左侧河网 S7 样点,最低值出现在干流 S3 样点。

2.4 浮游动物群落与环境因子的关系

2.4.1 环境因子 2 次调查的各监测点环境因子指标及比较见表 2。硝氮、总氮、磷酸盐、总磷、流速、化学耗氧量季节差异不显著($P > 0.05$),氨氮、温度、酸碱度、溶氧、透明度季节差异显著($P < 0.05$)。

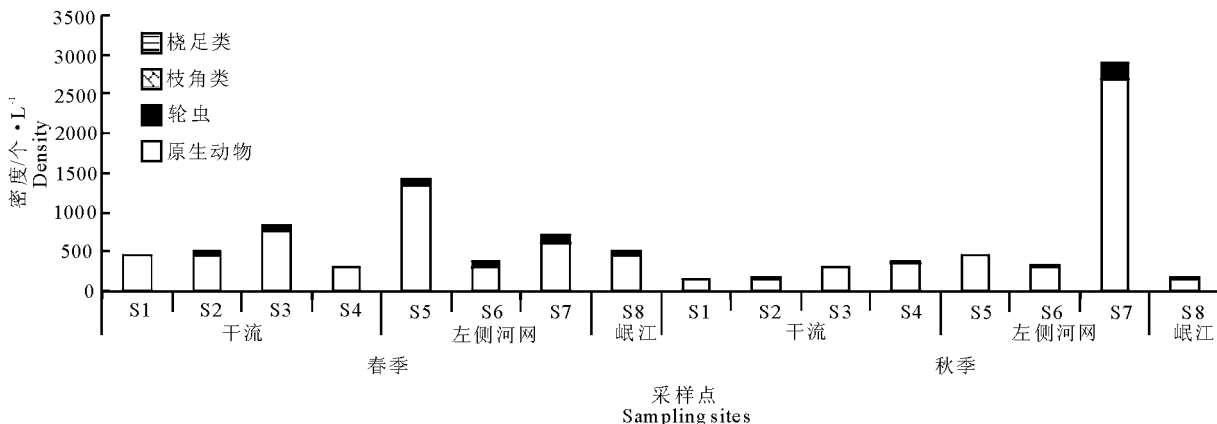


图 3 安谷水电站浮游动物密度水平分布

Fig.3 Horizontal variation of zooplankton density at Angu hydropower station

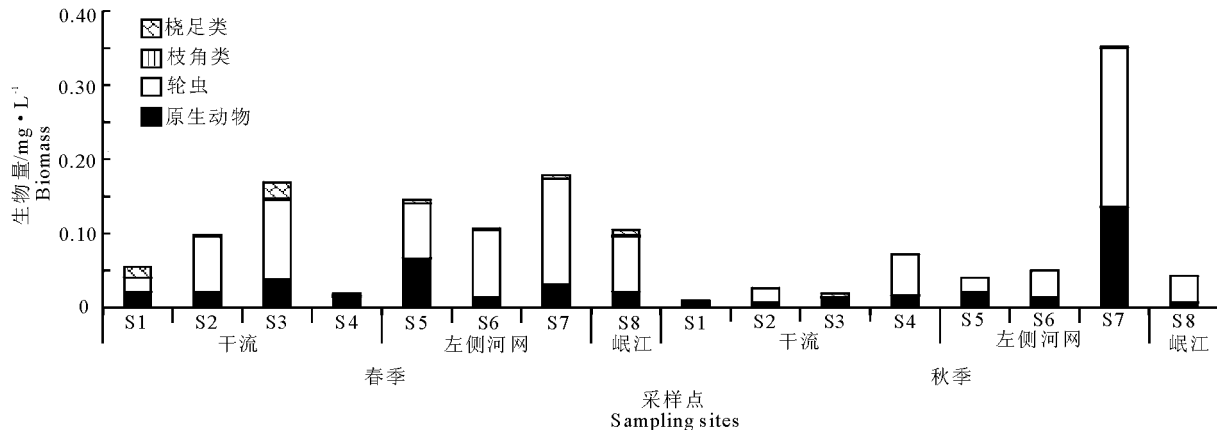


图 4 大渡河安谷水电站浮游动物生物量水平分布

Fig.4 Horizontal variation of zooplankton biomass at Angu hydropower station

表1 安谷水电站浮游动物多样性指数

Tab.1 Zooplankton community diversity at each sampling site of Angu hydropower station, by season

项目	干流				左侧河网				岷江
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	
H'	春季	1.78	2.03	2.72	1.02	1.48	1.17	2.27	2.13
	秋季	1.00	0.44	1.00	1.82	1.74	1.35	3.64	0.82
D	春季	1.14	1.28	1.63	0.88	1.10	1.35	1.67	1.44
	秋季	0.20	0.20	0.18	0.84	0.49	0.34	2.13	0.39

表2 环境因子的分季节比较

Tab.2 Seasonal variation of environmental factors

环境因子	春季	秋季	$T(7)$	P
氨氮/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	0.06 ± 0.05	0.20 ± 0.06	-4.991	0.002
硝氮/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	1.07 ± 0.28	1.2 ± 0.65	-0.748	0.479
总氮/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	1.25 ± 0.29	1.44 ± 0.68	-0.945	0.376
磷酸盐/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	0.06 ± 0.02	0.06 ± 0.02	-0.381	0.714
总磷/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	0.06 ± 0.02	0.07 ± 0.02	-0.544	0.603
温度/ $^{\circ}\text{C}$	17.99 ± 0.50	17.02 ± 1.04	3.006	0.020
酸碱度	6.52 ± 0.40	8.06 ± 0.06	-10.462	0
溶氧/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	6.99 ± 0.82	11.43 ± 0.51	-3.79	0.007
流速/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	0.24 ± 0.24	0.45 ± 0.31	-1.583	0.158
透明度/ cm	78.5 ± 36.87	46.25 ± 18.27	2.551	0.038
化学耗氧量/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	0.74 ± 0.14	0.71 ± 0.09	0.504	0.630

2.4.2 相关性分析 浮游动物种类、密度、生物量和水质理化指标相关性分析见表3。种类与硝氮、

总氮呈显著正相关,与流速呈显著负相关;密度和生物量与硝氮、总氮、磷酸盐、总磷呈极显著正相关,与酸碱度、溶氧、流速、透明度无显著相关性。

2.4.3 RDA分析 选取在各监测点均有分布的原生动物和出现频率大于80%的轮虫进行去趋势对应分析(DCA),结果显示最大的梯度长度(Lengths of gradient)是0.610,小于3,因此选择物种与环境因子数据做冗余分析(RDA)分析。

通过蒙特卡罗检验,排除贡献小的因子。结果(图5)显示,RDA排序第一轴和第二轴特征值分别是0.434和0.032,种类和环境相关性为0.700和0.535,其解释率为46.7%。原生动物受环境因子硝氮($\text{NO}_3\text{-N}$)、磷酸盐(PO_4^{3-})、TP、TN等影响较大,温度(T)对轮虫影响明显。

表3 安谷水电站浮游动物群落与环境因子相关性

Tab.3 Correlation analysis of zooplankton community parameters and environmental factors at Angu hydropower station

项目	氨氮	硝氮	总氮	磷酸盐	总磷	温度	酸碱度	溶氧	流速	透明度
种类	-0.33	0.56*	0.54*	0.32	0.30	0.28	-0.47	-0.48	-0.57*	0.14
密度	0.23	0.78**	0.76**	0.64**	0.67**	0.11	-0.03	-0.12	-0.04	-0.13
生物量	0.11	0.71**	0.71**	0.62*	0.62*	0.33	-0.13	-0.30	-0.07	-0.25

注:** $P < 0.01$ (双尾), * $P < 0.05$ (双尾)。

Note: ** Highly significant correlation ($P < 0.01$, two-tailed test); * significant correlation ($P < 0.05$, two-tailed test).

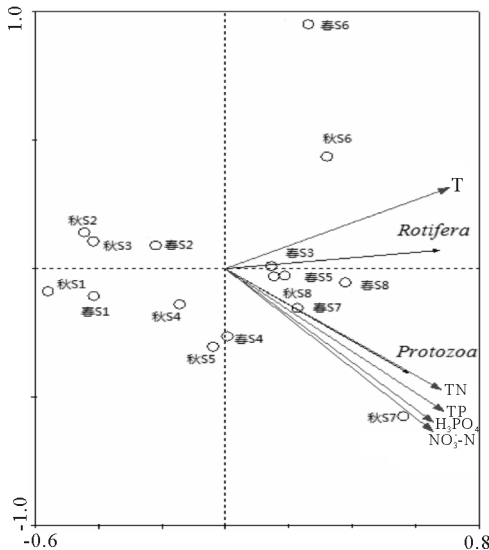


图5 浮游动物与环境因子的RDA分析

Fig.5 Redundancy analysis(RDA) between zooplankton community and environmental factors

3 讨论

3.1 浮游动物群落结构及其季节变化

2次调查,原生动物和轮虫的种类、密度和生物量组成均占主导地位,这与长江上游河流(余海英,2008)、晋江(谢进金等,2005)、淮河(吴利等,2015)、赣江中下游(计勇等,2012)浮游动物群落特征相似。安谷水电站位于大渡河河口上游河段,属亚热带湿润季风气候区,春季干旱少雨,秋季阴雨绵绵。本次调查浮游动物种类、密度、生物量和多样性指数随季节变化差异显著,均表现为春季高于秋季。主要因为春季水温逐渐升高,水体释放的营养盐增加,食物来源丰富,适合浮游动物生长繁殖(房东梅,2015; Hessen et al,2006)。2次调查左侧河网浮游动物种类、密度和现存量均高于大渡河干流,这与以往的调查结果(方艳红等,2012)一致。大渡河干流位于安

谷水电站的施工核心区域,由于河网结构渠道化,流速相对湍急,加上频繁的施工作业引起水体泥沙含量较大(李京虎,2012),透明度降低,浮游动物种类、密度和生物量降低;左侧河网流速相对减缓,两岸受居民干扰较大,汇入大量的外源性污染,水体的营养盐丰富,为浮游动物生长提供了适宜栖息环境。

3.2 浮游动物与环境因子的相关性

浮游动物种类、密度和生物量与水环境因子存在着十分密切关系(Zhou et al,2009;杜明敏等,2013)。惠州西湖浮游动物总丰度与水体重要营养盐指标成正相关(陈光荣等,2008);千岛湖浮游动物群落与溶解氧、总氮、硝酸盐氮、总磷呈显著正相关(杨丽丽等,2013);金沙河水库浮游动物密度与 PO_4^{3-} -P、TP呈正相关(郭飞飞等,2016)。本研究浮游动物密度和生物量与水环境因子硝氮、总氮、磷酸盐、总磷呈极显著正相关。浮游动物个体较小,易随波逐流,流速较大的水体不利于浮游动物滞留(吴利等,2008;鞠永福等,2017)。对安谷水电站施工期浮游动物种类、密度和生物量与流速进行相关性分析,结果呈负相关;RDA结果同样显示硝氮、磷酸盐、TN、TP对原生动植物影响较大。进一步说明硝氮、磷酸盐、TN、TP是影响这安谷水电站浮游动物群落结构的重要环境因子。

3.3 水电站施工期对浮游动物影响

水电工程建设带来巨大的经济效益的同时,对影响区域的生态环境和生物资源造成影响(蒋固政等,2004;秦伟,2004;邹淑珍,2011)。安谷水电站施工期拦河大坝建设、疏浚河道、弃渣堆放和移民造地占用部分河道水域与滩地,水生生物生境有一定萎缩,浮游动物栖息面积相对减少。

安谷水电站施工期与环评期(2010年)同时期(秋季)浮游动物密度和生物量对比见图6。

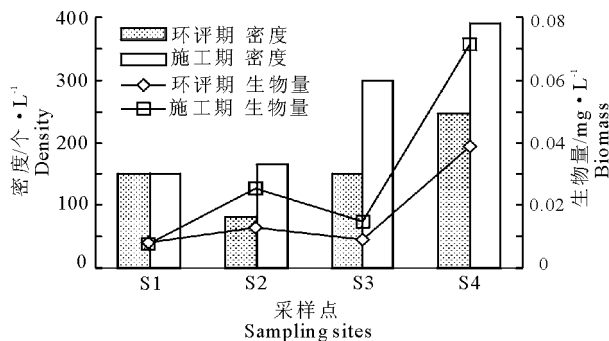


图6 安谷水电站环评期、施工期浮游动物比较

Fig.6 Comparison of zooplankton density and biomass between the periods of construction and environmental impact assessment of Angu hydropower station

水电站施工区附近水域站点 S2、S3、S4,与环评期相比,浮游动物密度和生物量呈现增加趋势。一方面因为安谷水电站施工期干流大坝主体工程开工将石料抛入河底,局部改变水的流向,形成了一些回水区和缓流区,再加上河网渠道化水位抬高,水深增加,这些生境的改变有利于浮游动物生存;另一方面随着工程进度的推进,施工区域人口密度剧增,汇入水体的营养盐增加,有利于浮游植物增长,从而导致浮游动物数量升高(陈雷等,2009)。水电工程对水生生物的影响是多方面的,需要长期监测,发现问题,提出相对的环保措施,以便在获得利益的同时降低工程对水生生物的影响,从而做到人水和谐。

参考文献

- 曹小红,步青云,2011.环境评估在加强水电建设项目生态保护中的作用——以安谷水电站为例[J].中国谁能及电气化,83(12):17-19.
- 陈光荣,钟萍,张修峰,等,2008.惠州西湖浮游动物及其与水质的关系[J].湖泊科学,20(3):351-356.
- 陈雷,徐兆礼,姚炜民,等,2009.瓯江口春季营养盐、浮游植物和浮游动物的分布[J].生态学报29(3):1571-1576.
- 杜明敏,刘镇盛,王春生,等,2013.中国近海浮游动物群落结构及季节变化[J].生态学报,33(17):5407-5418.
- 房东梅,2015.长江中游宜昌至武穴段浮游生物群落结构研究[C].南京:南京农业大学.
- 方艳红,黄道明,王文君,等,2012.大渡河河口秋季浮游动物的群落结构特征[J].水生态学杂志,33(3):34-40.
- 国家环境保护总局,2002.水和废水监测分析方法监测(第四版)[M].北京:中国环境科学出版社.
- 郭飞飞,张云,赵广,等,2016.金沙河水库浮游动物群落结构及其与环境因子的关系[J].生态学杂志,35(8):2208-2216.
- 蒋燮治,堵南山,1979.中国动物志:淡水枝角类[M].北京:科学出版社.
- 计勇,张洁,孙晓秋,等,2012.赣江中下游浮游动物时空分布特征及水质综合评价[J].河海大学学报:自然科学版,40(5):409-513.
- 鞠永富,于洪贤,于婷,等,2017.松花江哈尔滨段浮游动物群落结构特征与水质评价[J].湖泊科学,29(3):646-653.
- 蒋固政,余秋梅,2004.长江流域水电开发与鱼类资源保护.联合国水电与可持续发展研讨会论文集[C].北京:1289-1294.
- 陆文,温洪医,王晓东,2012.大渡河安谷水电站正式开工建设[J].水力发电,33(5):33.
- 李京虎,2012.采砂对盘石水库水生态环境的影响[J].工程管理,11:22-23.

- 李鑫, 2013. 水利工程环境影响后评价方法及应用研究[D]. 长春: 中国科学院东北地理与农业生态研究所.
- 秦伟, 2004. 水利水电工程建设项目对生物资源的影响与评价以贵州锦屏县挂治水电站建设为例[D]. 武汉: 华中师范大学.
- 四川省环境保护科学研究院, 2008. 四川省大渡河安谷水电站环境影响报告书[R]. 成都: 四川省环境保护科学研究院.
- 沈嘉瑞, 戴爱云, 宋大祥, 1979. 中国动物志: 淡水桡足类[M]. 北京: 科学出版社.
- 沈韞芬, 章宗涉, 龚循矩, 等, 1990. 微型生物监测新技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社.
- 王家楫, 1961. 中国淡水轮虫志[M]. 北京: 科学出版社.
- 吴利, 李源玲, 陈延松, 2015. 淮河干流浮游动物群落结构特征[J]. 湖泊科学, 27(5): 932 - 940.
- 吴利, 冯伟松, 陈小娟, 等, 2008. 新疆伊犁地区夏季浮游动物群落结构特征[J]. 应用生态学报, 19(1): 163 - 172.
- 谢进金, 许友勤, 陈寅山, 等, 2005. 晋江流域水质污染与浮游动物动物四季群落结构的关系[J]. 动物学杂志, 40(5): 8 - 13.
- 余海英, 2008. 长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区浮游植物和浮游动物种类分布和数量研究[D]. 重庆: 西南大学.
- 杨丽丽, 何光喜, 胡忠军, 等, 2013. 鲢鳙占优势的千岛湖浮游动物群落结构特征及其与环境因子的相关性[J]. 水产学报, 37(6): 894 - 903.
- 章宗涉, 黄祥飞, 1991. 淡水浮游生物研究方法[M]. 北京: 科学出版社.
- 邹淑珍, 2011. 赣江中游大型水利工程对鱼类及其生态环境的影响研究[D]. 南昌: 南昌大学.
- Hessen DO, Faafeng BA, Smith VH, et al, 2006. Extrinsic and intrinsic controls of zooplankton diversity in lakes [J]. Ecology, 87: 433 - 443.
- Margalef R, 1958. Information theory in ecology[M]. International Journal of General Systems, 3: 36 - 71.
- Shannon C E, Weaver W, 1949. The Mathematical Theory of Communication [M]. London: University of Illinois Press, 296 - 297.
- Zhou S C, Jin B S, Guo L, et al, 2009. Spatial distribution of zooplankton in the intertidal marsh creeks of the Yangtze River Estuary, China [J]. Estuarine Coastal and Shelf Science, 85(3): 399 - 406.

(责任编辑 张俊友 郑金秀)

Spring and Autumn Zooplankton Community Characteristics during Construction of Angu Hydropower Station on Dadu River

FANG Yan-hong¹, WANG Wen-jun¹, YANG Qing², CHEN Feng¹, YANG Zhong¹

(1.Key Laboratory of Ecological Impacts of Hydraulic-Projects and Restoration of Aquatic Ecosystem of Ministry of Water Resources, Institute of Hydroecology, Ministry of Water Resources and Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430079, P.R.China;

2.China Hydropower Construction Group Sichuan Electric Power Development Co., Ltd., Chengdu 610041, P.R.China)

Abstract: Zooplankton is extremely sensitive to environmental change. In this study, we investigated the dynamics of zooplankton community structure before and during construction of Angu hydropower station on Dadu River and analyzed the response of the zooplankton community to changes in hydrological regime and habitat status over the construction period. The aim of the study was to provide a reference for predicting the effects of constructing run-off hydropower projects on zooplankton and data to support ecological restoration of habitat impacted by the Angu hydropower project. In May (spring) and October (autumn) of 2014, zooplankton was investigated at eight sampling sites during the construction period of Angu hydropower station, focusing on species composition, density, biomass and community diversity indices. Water environment factors were determined simultaneously. A total of 116 zooplankton species from 69 genera were detected in spring and autumn. The average density and biomass of the zooplankton community were 619.65 ind/L and 0.093 mg/L. The number of species, density and biomass of the zooplanktons in left bank tributaries were higher than in the main stem. There were significant seasonal differences in species composition, density, biomass and diversity indices of the zooplankton community, all higher in spring than in autumn. There were significant positive correlations of species number, density and biomass with nitrate nitrogen, TN, phosphate and TP, and significant negative correlations with flow. Redundancy analysis (RDA) indicated that nitrate nitrogen, phosphate, TN and TP were the important environmental factors affecting zooplankton community structure. Hydropower construction projects bring tremendous economic and social benefits, but negatively impacts the surrounding aquatic environment. Our results show that zooplankton density and biomass decreased as a result of constructing the hydropower station and other human interference. Therefore, environmental protection measures should be carried out to reduce the impacts of hydropower station construction and operation on aquatic organisms and promote harmony between humans and the water environment.

Key words: Angu hydropower station; construction period; zooplankton; environmental factors; redundancy analysis