

## 新集水电站对谷城汉江国家湿地公园生态影响分析

李苏龙<sup>1</sup>, 杨雪莹<sup>2</sup>, 张弼宇<sup>1</sup>, 生悦诚<sup>3</sup>, 王炎<sup>3</sup>, 吴易雯<sup>4</sup>, 陈思宝<sup>3\*</sup>

- 湖北汉江新集水电有限公司, 湖北 襄阳 441100;
- 湖北省生态环境科学研究院(省生态环境工程评估中心), 湖北 武汉 430072;
- 长江勘测规划设计研究有限责任公司, 湖北 武汉 430010;
- 长江师范学院 绿色智慧环境学院, 重庆 408100)

**摘要:** 汉江是长江中游最大的支流之一, 新集水电站位于汉江中游河段湖北省襄阳市内, 坝址位于襄城区白马洞, 谷城汉江国家湿地公园位于拟建新集水电站的库区, 距离坝址约 32.2 km。水电站建成后湿地公园水位上升影响面积为 349.23 hm<sup>2</sup> (其中洲滩 36.84 hm<sup>2</sup>, 其他均为水域), 生态保育区受水位上升影响面积为 327.60 hm<sup>2</sup>, 生态恢复区受水位上升影响面积为 21.63 hm<sup>2</sup>。水电工程建设将显著改变原有的河流水文情势, 直接或间接地影响鱼类等湿地生物的生存, 产生一系列的生态效应, 需对谷城汉江国家湿地公园生态影响进行评价。通过外业实地调查、资料收集和内业实验分析, 现已基本查明了评价区域的生态环境现状, 对项目建设对谷城汉江国家湿地公园的影响程度和方式进行了评价, 并提出了减免生态影响的具体措施。

**关键词:** 湿地公园; 湿地植物; 湿地动物; 水生生物

中图分类号: Q89

文献标志码: A

文章编号: 2096-3491(2023)05-0481-12

## Analysis of the ecological impact of Xinji Hydropower Station on Gucheng Hanjiang National Wetland Park

LI Sulong<sup>1</sup>, YANG Xueying<sup>2</sup>, ZHANG Biyu<sup>1</sup>, SHENG Yuecheng<sup>3</sup>, WANG Yan<sup>3</sup>,  
WU Yiwen<sup>4</sup>, CHEN Sibao<sup>3\*</sup>

- Hubei Hanjiang Xinji Hydropower Co., Ltd. Xiangyang 441100, Hubei, China;
- Hubei Provincial Academy of Eco-environmental Sciences. Wuhan 430072, Hubei, China;
- Changjiang Survey Planning Design and Research, Co., Ltd. Wuhan 430010, Hubei, China;
- Green Intelligence Environmental School, Yangtze Normal University, Chongqing 408100, China)

**Abstract:** The Hanjiang River is one of the largest tributaries in the middle reaches of the Yangtze River. Xinji Hydropower Station is located in Xiangyang City, Hubei Province, in the middle reaches of the Hanjiang River. The dam site is located in Baimadong, Xiangcheng District. Gucheng Hanjiang National Wetland Park is located in the reservoir area of the proposed Xinji Hydropower Station, about 32.2 km away from the dam site. After the completion of the power station, the area affected by the water level rise in the wetland park is 349.23 hm<sup>2</sup> (including 36.84 hm<sup>2</sup> in the Zhoutan area and all other water areas), the area affected by the water level rise in the ecological conservation area is 327.60 hm<sup>2</sup>, and the area affected by the water level rise in the ecological restoration area is 21.63 hm<sup>2</sup>. The construction of hydropower projects will significantly change the existing hydrological regime of rivers, directly or indirectly affecting the survival of

收稿日期: 2023-07-27 修回日期: 2023-10-07 接受日期: 2023-10-10

作者简介: 李苏龙(1983-), 男, 本科, 研究方向: 水利水电工程管理。E-mail: 65617859@qq.com.

\* 通讯联系人: 陈思宝(1989-), 男, 博士, 研究方向: 水生态环境保护和修复。E-mail: chen\_sibao@foxmail.com

基金项目: 长江勘测规划设计研究有限责任公司自主创新项目“大中型水利水电工程社会稳定风险分析技术导则”(基金编号: CX2021Z45); 重庆市自然科学基金项目(cstc2019jcyj-msxmx0807)

引用格式: 李苏龙, 杨雪莹, 张弼宇, 等. 新集水电站对谷城汉江国家湿地公园生态影响分析[J]. 生物资源, 2023, 45(5): 481-492.

Li S L, Yang X Y, Zhang B Y, et al. Analysis of the ecological impact of Xinji Hydropower Station on Gucheng Hanjiang National Wetland Park [J]. Biotic Resources, 2023, 45(5): 481-492.

wetland organisms such as fish, resulting in a series of ecological effects. Therefore, an ecological impact assessment of the Gucheng Hanjiang National Wetland Park is needed. Through field investigations, data collection, and indoor experimental analysis, the ecological environment status of the assessed area has been basically identified. The degree and mode of impact of project construction on the Gucheng Hanjiang National Wetland Park have been evaluated, and specific measures for reducing ecological impact have been proposed.

**Key words:** wetland park; wetland plant; wetland animal; aquatic organism

## 0 引言

汉江是长江中游最大的支流之一,发源于陕西省秦岭南麓,干流流经陕西、湖北,于武汉汇入长江,全长1 567 km,落差1 964 m,流域面积15.9万km<sup>2</sup>。流域内水能资源丰富,全流域水能理论总蕴藏量1 093万kW,可开发装机容量614万kW,年发电量250亿kW/h,其中干流理论蕴藏量346万kW,可开发装机容量336万kW,年发电量122.2亿kW/h,开发利用价值较高。

新集水电站位于汉江中游河段湖北省襄阳市内,是《长江流域综合规划(2012—2030)》(国函[2012]220号批复)中汉江干流梯级规划的15级开发方案中的第12个梯级,坝址位于襄城区白马洞,上距已建成的王甫洲枢纽坝址48 km,下距已建成的崔家营航电枢纽63.5 km,坝址控制流域面积103 165 km<sup>2</sup>,多年平均流量1 290 m<sup>3</sup>/s。新集水电站主要开发任务是发电、航运、水资源和生态环境保护。新集水电站坝高23.28 m,水库正常蓄水位76.23 m,总库容4.218亿m<sup>3</sup>,死库容2.802亿m<sup>3</sup>,具有日调节能力;电站装机容量120 MW,多年平均发电量5.086亿kW/h;航道标准为Ⅲ级,船闸设计标准为1 000 t级。

谷城汉江国家湿地公园位于湖北省襄阳市谷城县城关镇东部,距离谷城县城关镇中心3 km,总面积为2 133.06 hm<sup>2</sup>,湿地面积1 101.75 hm<sup>2</sup>,湿地率51.64%。2009年12月正式批准的国家湿地公园试点建设单位,2016年9月通过验收,规划有生态保育区744 hm<sup>2</sup>,生态恢复区规划面积646.50 hm<sup>2</sup>,科普宣教区规划面积197.90 hm<sup>2</sup>,合理利用区541.40 hm<sup>2</sup>,管理服务区规划面积3.8 hm<sup>2</sup>。

谷城汉江国家湿地公园位于拟建新集水电站的库区,距离坝址约32.2 km。主体工程及附属工程均不涉及湿地公园,电站建成后湿地公园水位上升影响面积为349.23 hm<sup>2</sup>(其中洲滩36.84 hm<sup>2</sup>,其他均为水域),生态保育区受水位上升影响面积为327.60 hm<sup>2</sup>,生态恢复区受水位上升影响面积为21.63 hm<sup>2</sup>。水电工程建设将显著改变原有的河流水文情势,直接或间接地影响鱼类等湿地生物的生

存,产生一系列的生态效应<sup>[1-3]</sup>。

## 1 研究方法

### 1.1 湿地植物调查方法

#### 1.1.1 GPS地面类型及植被调查取样

GPS样点是卫星遥感影像判读各种景观类型的基础,根据室内判读的植被与土地利用类型图,现场核实判读的正误率,并对每个GPS取样点作如下记录。

①读出测点的海拔值和经纬度;

②记录样点植被类型,以群系为单位,同时记录环境特点,坡向、坡度;

③记录样点群系组成成分,优势植物及高度、盖度、密度等相关信息;

④拍摄典型植被外貌与结构特征。

#### 1.1.2 植被和湿生植物调查

实地调查采取样线调查与样方调查相结合的方法,确定评价区的植物种类、植被类型及国家重点保护野生植物的生存状况等,对珍稀濒危植物调查采取野外调查、民间访问和市场调查相结合的方法进行。

在实地调查的基础上,确定典型的群落地段,采用样地记录法进行群落调查,乔木群落样方面积为20 m×20 m,灌木样方为5 m×5 m,草本样方为1 m×1 m,记录样地内的所有植物种类,并利用GPS确定样方位置。

### 1.2 湿地动物调查方法

#### 1.2.1 实地调查

2018年9月和12月,对谷城汉江国家湿地公园进行实地调查,以工程区、湿地公园保育区为调查重点范围。调查方法主要有样线法、样点法、访问和资料查询。

两栖类、爬行类主要以样线法为主,辅以样方法对区域内两栖、爬行类动物类群进行调查。样线法是每个观测样地选择样线,每条样线根据不同生境,设置长度为500~1 000 m。样方法是在一个样地随机设置一定数量的样方,样方面积一般为5 m×5 m或20 m×20 m。

鸟类主要以样线法为主,辅以样点法,一般样线长度在1~3 km为宜。

兽类的观测方法主要是样方法,辅以访问调查以及相关资料查阅。利用兽类活动痕迹(如粪便、卧迹、足迹链、尿迹等)设置 50 m×50 m 或 100 m×100 m 的样方。

1.2.2 访问调查

在湿地公园及其周边地区通过对当地有野外经验的农民进行访问和座谈,与当地林业部门、湿地公园管理部门的相关人员进行交谈,了解当地动物的分布及数量情况。

1.2.3 查阅相关资料

查阅并参考《中国两栖动物图鉴》《中国爬行动物图鉴》《中国鸟类图鉴》《中国野生哺乳动物》《中国脊椎动物大全》《湖北省重点保护野生动物图谱》等文献资料<sup>[4-13]</sup>。

1.3 鱼类调查方法

采取捕捞、市场调查和走访相结合的方法,采集鱼类标本、收集资料、做好记录,标本用福尔马林固定保存。通过对标本的分类鉴定,资料的分析整理,编制出鱼类种类组成名录。

在湿地公园内共设置了 3 个采样断面,分别位于北河河口、库尾和南河河口,见表 1。

2 调查结果

2.1 湿地维管束植物现状

2.1.1 维管束植物组成

评价区共有维管束植物 145 种,隶属于 57 科 120 属(表 2)<sup>[14,15]</sup>,其中野生湿地维管束植物共有

116 种,隶属于 50 科 97 属,占湖北省湿生维管束植物总科、总属及总种数的 56.18%、35.27% 和 11.67%,占全国湿生维管束植物总科、总属及总种数的 29.07%、22.40% 和 7.95%。

2.1.2 湿地植被

湿地公园自然植被划分为 2 个湿地型组,4 个植被型,20 个群系。

(1) 沼泽型组

I. 森林沼泽型组

1 枫杨群系(Form. *Pterocarya stenoptera*)

II. 草丛沼泽型

2. 狗牙根群系(Form. *Cynodon dactylon*)

3. 狗尾草群系(Form. *Setaria viridis*)

4. 双穗雀稗群系(Form. *Paspalum paspaloides*)

5. 荻群系(Form. *Miscanthus sacchariflorus*)

6. 酸模叶蓼群系(Form. *Polygonum lapathifolium*)

7. 喜旱莲子草群系(Form. *Alternanthera philoxeroides*)

8. 虾须草群系(Form. *Sheareria nana*)

9. 异型莎草群系(Form. *Cyperus difformis*)

(2) 浅水植物湿地型组

III. 浮水植物型

10. 满江红群系(Form. *Azolla pinnata* subsp. *asiatica*)

11. 水鳖群系(Form. *Hydrocharis dubia*)

表 1 鱼类调查样点环境因子

Table 1 Environmental factors of fish survey sample sites

采样点	经纬度	海拔/m	底质	气温/°C	水温/°C	pH 值	水深/m	透明度/m	流速/m·s <sup>-1</sup>
北河河口	111°39'11.50"E, 32°18'33.60"N	78	砾石、砂石	10	8	7.5	1.0	见底	0.2
库尾(王甫洲坝下)	111°41'54.03"E, 32°14'27.50"N	77	砾石、砂石	10	8	7.5	1.0	见底	0.2
南河河口	111°42'08.86"E, 32°14'41.09"N	75	砾石、砂石	10	8	7	1.0	见底	0.2

表 2 评价区维管植物数量统计<sup>[14,15]</sup>

Table 2 Statistics of the number of vascular plants in assessment areas<sup>[14,15]</sup>

项目	维管束植物科	维管束植物属	维管束植物种
评价区野生湿生维管束植物	50	97	116
湖北省湿地维管束植物	89	275	994
全国湿地维管束植物	172	433	1 459
占湖北省湿生维管束植物比例/%	56.18	35.27	11.67
占全国湿生维管束植物比例/%	29.07	22.40	7.95

## IV. 沉水植物型

12. 穿叶眼子菜群系(Form. *Potamogeton perfoliatus*)

13. 篦齿眼子菜群系(Form. *Potamogeton pectinatus*)

14. 竹叶眼子菜群系(Form. *Potamogeton wrightii*)

15. 黑藻群系(Form. *Hydrilla verticillata*)

16. 狐尾藻群系(Form. *Myriophyllum verticillatum*)

17. 苦草群系(Form. *Vallisneria spiralis*)

18. 菹草群系(Form. *Potamogeton crispus*)

19. 金鱼藻群系(Form. *Ceratophyllum demersum*)

20. 穗状狐尾藻群系(Form. *Myriophyllum spicatum*)

## 2.1.3 主要植被类型描述

(1) 枫杨群系。枫杨群系主要分布在南河段、北河汇入口附近。乔木层郁密度0.7,层均高5m,优势种为枫杨(*Pterocarya stenoptera*),高4~7m,胸径8~12cm,盖度60%,为人工纯林,无其他乔木及灌木伴生种。草本层层盖度20%,层均高0.3m,优势种为紫苏(*Perilla frutescens*),其他伴生种主要有野菊(*Chrysanthemum indicum*)、垂序商陆(*Phytolacca americana*)、苍耳(*Xanthium sibiricum*)、喜旱莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)、积雪草(*Centella asiatica*)等。层间植物主要有葎草(*Humulus scandens*)、鸡矢藤(*Paederia scandens*)等。

(2) 狗牙根群系。研究区河漫滩、路边开阔地分布较为广泛。草本层盖度85%,层均高0.2m。优势种为荻(*Miscanthus sacchariflorus*),盖度75%,主要伴生种为藨草(*Phalaris arundinacea*)、爵床(*Justicia procumbens*)、喜旱莲子草、蓝花参(*Wahlenbergia marginata*)等。

(3) 狗尾草群系。狗尾草(*Setaria viridis*)生长性较强,主要分布在北河汇入口安家岗村附近。层盖度50%,层均高0.5m。优势种为狗尾草,高约0.4~0.6m,盖度40%,主要伴生种为苘麻(*Abutilon theophrasti*)、牛筋草(*Eleusine indica*)、水蓼(*Polygonum hydropiper*)、荔枝草(*Salvia plebeia*)、通泉草(*Mazus pumilus*)、铁苋菜(*Acalypha australis*)等。

(4) 双穗雀稗群系。双穗雀稗(*Paspalum paspaloides*)为常见的田间杂草,评价区北河汇入口、河心洲浅水沼泽区常见。层盖度80%,层均高0.2m。优势种为双穗雀稗,高约0.1~0.2m,盖度70%,主

要伴生种为蔗草(*Scirpus triquetus*)、马齿苋(*Portulaca oleracea*)、荔枝草、喜旱莲子草、牛筋草、马唐(*Digitaria sanguinalis*)等。

(5) 荻群系。草本层盖度70%,层均高1.6m。优势种为荻,高约1.5~1.7m,盖度60%,主要伴生种为白茅(*Imperata cylindrica*)、黄花月见草(*Oenothera glazioviana*)、球穗扁莎(*Pycreus flavidus*)、马齿苋、荔枝草等。

(6) 酸模叶蓼群系。酸模叶蓼(*Polygonum lapathifolium*)生田边、路旁、水边、荒地或沟边湿地。评价区常见分布在南河淹没区河滩地。层盖度80%,层均高0.5m,优势种为酸模叶蓼,高约0.4~0.6m,盖度75%,主要伴生种为铁苋菜、牛筋草、香附子(*Cyperus rotundus*)、荔枝草等。

(7) 喜旱莲子草群系。喜旱莲子草常见分布于北河汇入口附近近水区。层盖度85%,层均高0.2m。优势种为喜旱莲子草,高0.2~0.3m,盖度70%,主要伴生种为浮萍(*Lemna minor*)、双穗雀稗、牛筋草、齿果酸模(*Rumex dentatus*)等。

(8) 虾须草群系。虾须草群系在评价区江家村附近十分常见。层盖度70%,层均高0.2m。优势种为虾须草(*Sheareria nana*),高0.2~0.3m,盖度55%,主要伴生种为双穗雀稗、藨草、狗牙根(*Cynodon dactylon*)等。

(9) 异型莎草群系。异型莎草群系在南河河滩地、河心洲附近有分布。草本层层盖度60%,层均高0.3m。优势种为异型莎草(*Cyperus difformis*),高约0.2~0.4m,盖度50%,主要伴生种为酸模叶蓼、狗牙根、齿果酸模、双穗雀稗、荔枝草等。

(10) 满江红群系。满江红主要分布在北河汇入口至王甫洲水电站坝下的水域。草本层层盖度70%,优势种为满江红(*Azolla imbricata*),盖度60%,主要伴生种为浮萍、水鳖等。

(11) 水鳖群系。水鳖主要分布在北河汇入口至王甫洲水电站坝下的水域。草本层层盖度70%,优势种为水鳖(*Hydrocharis dubia*),盖度60%,主要伴生种为浮萍、竹叶眼子菜(*Potamogeton wrightii*)、菹草(*Potamogeton crispus*)等。

(12) 穿叶眼子菜群系。层盖度80%,优势种为穿叶眼子菜(*Potamogeton perfoliatus*),盖度75%,主要伴生种为黑藻(*Hydrilla verticillata*)、篦齿眼子菜(*Potamogeton pectinatus*)、喜旱莲子草、双穗雀稗、狐尾藻(*Myriophyllum spicatum*)等。

(13) 篦齿眼子菜群系。层盖度80%,优势种为篦齿眼子菜,盖度70%,主要伴生种为黑藻、穿叶眼

子菜、喜早莲子草、双穗雀稗、狐尾藻等。

(14) 竹叶眼子菜群系。层盖度 65%，优势种为竹叶眼子菜，盖度 50%，主要伴生种为眼子菜(*Potamogeton distinctus*)、苦草、穿叶眼子菜等。

(15) 黑藻群系。层盖度 60%，优势种为黑藻，盖度 50%，主要伴生种为篦齿眼子菜、穿叶眼子菜、喜早莲子草、双穗雀稗、狐尾藻等。

(16) 狐尾藻群系。层盖度 60%，优势种为狐尾藻，盖度 50%，主要伴生种为篦齿眼子菜、穿叶眼子菜、黑藻、喜早莲子草、双穗雀稗等。

(17) 苦草群系。层盖度 80%，优势种为苦草，盖度 70%，主要伴生种为水鳖、浮萍、满江红、黑藻、竹叶眼子菜等。

(18) 菹草群系。层盖度 70%，优势种为菹草，盖度 60%，主要伴生种为篦齿眼子菜、穿叶眼子菜、穗状狐尾藻等。

(19) 金鱼藻群系。层盖度 50%，优势种为金鱼藻，盖度 60%，主要伴生种为菹草、黑藻、浮萍等。

(20) 穗状狐尾藻群系。层盖度 70%，优势种为穗状狐尾藻，盖度 60%，主要伴生种为浮萍、竹叶眼子菜、菹草等。

## 2.2 湿地动物现状

根据实地调查及对相关资料进行综合分析，重点评价区分布的陆生脊椎动物有 4 纲 24 目 58 科 144 种；其中东洋种 52 种，古北种 35 种，广布种 57 种；在评价区分布国家 I 级重点保护野生动物 3 种，国家 II 级重点保护野生动物 9 种，湖北省重点保护野生动物 53 种(表 3)。

表 3 重点评价区野生脊椎动物种类组成情况  
Table 3 Composition of wild vertebrate species in key assessment areas

种类组成				区系			保护等级		
纲	目	科	种	东洋种	古北种	广布种	国家 I 级	国家 II 级	湖北省级
两栖纲	1	5	9	7	0	2	0	1	7
爬行纲	2	7	14	5	0	9	0	0	3
鸟纲	18	41	110	36	34	40	3	8	40
哺乳纲	3	5	11	4	1	6	0	0	3
合计	24	58	144	52	35	57	3	9	53

从陆生动物区系成分分析，评价区陆生脊椎动物以广布种和东洋种为主。其中东洋种 52 种，占评价区总种数 36.11%；广布种 57 种，占评价区总种数的 39.58%；古北种 35 种，占评价区总种数的 24.31%。两栖类和爬行类以东洋种为主；由于鸟

类和兽类迁徙能力较强，有古北界种向东洋界渗透的趋势，此结果与各纲动物的迁移能力的不同是相吻合的。

## 2.3 重点保护野生动物

评价区国家级重点保护野生动物名录见表 4。谷城国家湿地公园内有国家级重点保护野生动物 12 种，其中国家 I 级重点保护野生动物 3 种，均为鸟类分别是东方白鹳(*Ciconia boyciana*)、黑鹳(*Ciconia nigra*)和中华秋沙鸭(*Mergus squamatus*)；国家 II 级重点保护野生动物 9 种，包括两栖动物 1 种即虎纹蛙，鸟类 8 种分别是鸳鸯(*Aix galericulata*)、白额雁(*Anser albifrons*)、小天鹅(*Cygnus columbianus*)、灰鹤(*Grus grus*)、黑鸢(*Milvus migrans*)、长耳鸮(*Asio otus*)、红隼(*Falco tinnunculus*)和短耳鸮(*Asio flammeus*)。其中东方白鹳、黑鹳、灰鹤、中华秋沙鸭、小天鹅、鸳鸯和白额雁均为冬候鸟，主要分布于谷城汉江国家湿地公园保育区的河流、滩涂生境；黑鸢、红隼、长耳鸮、短耳鸮为猛禽，活动范围较广；虎纹蛙(*Hoplobatrachus rugulosa*)主要分布于湿地公园内池塘等静水水域中。

本次调查在湿地公园内共调查到中华秋沙鸭 221 只，灰鹤 1 只。中华秋沙鸭在湿地公园内主要分布区有 2 处，分别是南河入汉江口(94 只)，湿地公园观鸟点处的江心洲洲头(127 只)。

湖北省级重点保护野生动物有 53 种，其中两栖类有 7 种，包括中华蟾蜍(*Bufo gargarizans*)、斑腿泛树蛙(*Polypedates megacephalus*)、湖北侧褶蛙(*Pelophylax hubeiensis*)、泽陆蛙(*Fejervarya limncharis*)、黑斑侧褶蛙(*Pelophylax nigromaculata*)、沼水蛙(*Hylarana guentheri*)、饰纹姬蛙(*Microhyla ornata*)；爬行类有王锦蛇(*Elaphe carinata*)、黑眉锦蛇(*Elaphe taeniura*)和乌梢蛇(*Zaocys dhumnades*)3 种；鸟类 40 种，包括四声杜鹃(*Cuculus micropterus*)、大杜鹃(*Cuculus canorus*)、戴胜(*Upupa epops*)、蚁鴛(*Jynx torquilla*)、斑姬啄木鸟(*Picumnus in-nominatus*)、灰头绿啄木鸟(*Picus canus*)和大山雀(*Parus major*)等；兽类有狗獾(*Meles meles*)、猪獾(*Arctonyx collaris*)和草兔(*Lepus capensis*)3 种。

## 2.4 鱼类现状

### 2.4.1 种类组成

湿地公园内鱼类共 5 目 10 科 39 种，其中历史记录种有 33 种，现场调查到鱼类 18 种；较历史记录种增加了贝氏鲮(*Hemiculter bleekeri*)、黑鳍鲮(*Sarcocheilichthys nigripinnis*)、麦穗鱼(*Pseudorasbora parva*)、棒花鱼(*Abbotina rivularis*)、中华花鳅(*Cobitis sinensis*)和鱻(*Hemirhamphidae kurumeus*)。现场调

表4 评价区内国家重点保护野生动物  
Table 4 National key protected wild animals in the evaluation areas

中文名(拉丁名)	生境描述	区系类型	居留型	数量级	级别保护	分布
东方白鹳 ( <i>Ciconia boyciana</i> )	常于草地、农田和浅水湿地觅食	广布种	冬候鸟	+	国家Ⅰ级	湿地公园河流、滩涂生境
黑鹳 ( <i>Ciconia nigra</i> )	栖息于河流沿岸、沼泽山区溪流附近	古北种	冬候鸟	+	国家Ⅰ级	湿地公园河流、滩涂生境
中华秋沙鸭 ( <i>Mergus squamatus</i> )	栖息于阔叶林或针阔混交林的溪流、河谷、草甸、水塘以及草地	古北种	冬候鸟	+	国家Ⅰ级	湿地公园河流、滩涂生境
鸳鸯 ( <i>Aix galericulata</i> )	见于小河沟、水库、池塘或水田中	古北种	冬候鸟	+	国家Ⅱ级	湿地公园河流、滩涂生境
白额雁 ( <i>Anser albifrons</i> )	多栖息于湖泊	古北种	冬候鸟	+	国家Ⅱ级	湿地公园河流、滩涂生境
灰鹤( <i>Grus grus</i> )	栖息于开阔平原、草地、沼泽、河滩以及农田地带	古北种	冬候鸟	+	国家Ⅱ级	湿地公园河流、滩涂生境
小天鹅 ( <i>Cygnus columbianus</i> )	栖息在多蒲苇的湖泊、水库及河口	古北种	冬候鸟	+	国家Ⅱ级	湿地公园河流、江心洲、滩涂生境
黑鸢 ( <i>Milvus migrans</i> )	多栖息在海拔800~2300m山区林地、河流沿岸、林边	广布种	留鸟	++	国家Ⅱ级	活动范围广泛,评价区林缘、灌丛、河谷等生境
红隼 ( <i>Falco tinnunculus</i> )	居民点、山林附近的田野和水边岩石及枯树枝头	广布种	留鸟	+	国家Ⅱ级	活动范围广泛,评价区林缘、灌丛、河谷等生境
长耳鸮 ( <i>Asio otus</i> )	栖息于山地森林和林缘地带	古北种	冬候鸟	+	国家Ⅱ级	活动范围广泛,评价区林缘、灌丛、河谷等生境
短耳鸮 ( <i>Asio flammeus</i> )	多栖息于山区阔叶林,白天也活动,但黄昏频繁。营巢于树洞中	古北种	冬候鸟	+	国家Ⅱ级	活动范围广泛,评价区林缘、灌丛、河谷等生境
虎纹蛙 ( <i>Hoplobatrachus rugulosa</i> )	一般栖息于丘陵地带山脚下的水田、鱼塘等水域	东洋种	—	+	国家Ⅱ级	布于评价区池塘等静水水域中

查鱼类中以鲤科(Cyprinidae)鱼类最多,为10种,占总种类数的55.56%,其次为鳅科(Cobitidae),2种,其余鲢科(Bagridae)、塘鳢科(Eleotridae)、鰕虎鱼科(Gobiidae)和鱧科(Ophiocephalidae)各1种。鱼类名录详见表5。

表5 湿地公园鱼类名录  
Table 5 Wetland park fish catalog

种类	学名	历史记录	现状调查
I. 鲤形目	Cypriniformes		
(一) 鲤科	Cyprinidae		
雅罗鱼亚科	Leuciscinae		
1. 青鱼	<i>Mylopharyngodon piceus</i>	+	△
2. 草鱼	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	+	△
3. 赤眼鳟	<i>Squaliobarbus curriculus</i>	+	△
4. 鳊	<i>Ochetobius elongatus</i>	+	
5. 鳊	<i>Luciobrama macrocephallus</i>	+	
6. 鳊	<i>Elopichthys bambusa</i>	+	

续表

种类	学名	历史记录	现状调查
鲃亚科	Abramidinae		
7. 飘鱼	<i>Pseudolaubuca sinensis</i>	+	△
8. 鳊	<i>Hemiculter leucisculus</i>	+	☆△
9. 贝氏鳊	<i>Hemiculter bleekeri</i>		☆△
10. 蒙古鲃	<i>Culter mongolicus</i>	+	△
11. 翘嘴鲃	<i>Culter alburnus</i>	+	☆△
12. 红鳍原鲃	<i>Cultrichthys erythropterus</i>	+	☆
13. 拟尖头鲃	<i>Culter oxycephaloides</i>	+	
14. 长春鳊	<i>Parabramis pekinensis</i>	+	☆△
15. 鲃	<i>Megalobrama skolkovii</i>	+	△
16. 团头鲃	<i>Megalobrama amblycephala</i>	+	☆△
鲴亚科	Xenocyprininae		
17. 细鳞鲴	<i>Xenocypris microlepis</i>	+	△
鲢亚科	Hypophthalmichthyinae		
18. 鲢	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	+	△



### 3 工程对湿地公园生态影响评价

#### 3.1 对湿地公园结构与功能的影响

##### 3.1.1 对湿地公园结构的影响

根据 76.23 m 常水位线,电站建成后湿地公园受工程影响水位上升影响面积为 349.23 hm<sup>2</sup>(其中洲滩 36.84 hm<sup>2</sup>,其他均为水域),其中生态保育区受水位上升影响面积为 327.60 hm<sup>2</sup>,生态恢复区受水位上升影响面积为 21.63 hm<sup>2</sup>(表 6)。

运行期受水位上升影响主要是在生态保育区,淹没的洲滩也在生态保育区内,淹没洲滩面积为 36.84 hm<sup>2</sup>,占湿地公园生态保育区原洲滩面积的 12.06%,使得生态保育区内的洪泛平原湿地面积减少较明显,对湿地公园的结构存在一定不利影响;洲滩减少的面积占湿地公园总面积的 1.72%,对整个

湿地公园来说,影响不大<sup>[19]</sup>。

##### 3.1.2 对湿地公园功能的影响

谷城汉江湿地公园位于新集水电站库尾,根据回水计算分析,回水末端位于南河口下游老军山断面(五年一遇洪水来水时断面水位抬升小于 0.3 m)。而非洪水条件下按水库空库回水推算,至南河汇入口附近水位抬升在 1 m 左右,越往上游抬升越小,南河河口附近各断面水位抬升见图 1 和表 7,即年均来水时水位由 75.19~75.93 m 抬升至 76.47~76.91 m,最大抬升 1.28 m。根据计算,50 号断面在多年平均流量的来水情况下,水位抬升 1.28 m,越往上游,水位抬升显著减小,至王甫洲坝址断面处水位抬升仅 0.17 m,对北河几乎无影响<sup>[20]</sup>。

经叠图分析,水库淹没影响的主要是格垒咀四组东侧沙滩及其东侧两个沙洲的南端,影响范围共

表 6 蓄水后湿地公园各类型湿地面积变化及比例(多年平均流量条件下)

Table 6 Changes and proportions of wetland area of various types in the wetland park after water storage (under multi-year average flow conditions)

分区及类型项目	现状/hm <sup>2</sup>	蓄水后/hm <sup>2</sup>	变化/hm <sup>2</sup>	变化面积占原面积百分比/%	变化面积占湿地公园总面积百分比/%
生态保育区	水域	359.31	396.15	36.84	10.25
	洲滩	305.47	268.63	-36.84	-12.06
生态恢复区	水域	221.92	221.92	0	0
	洲滩	47.57	47.57	0	0

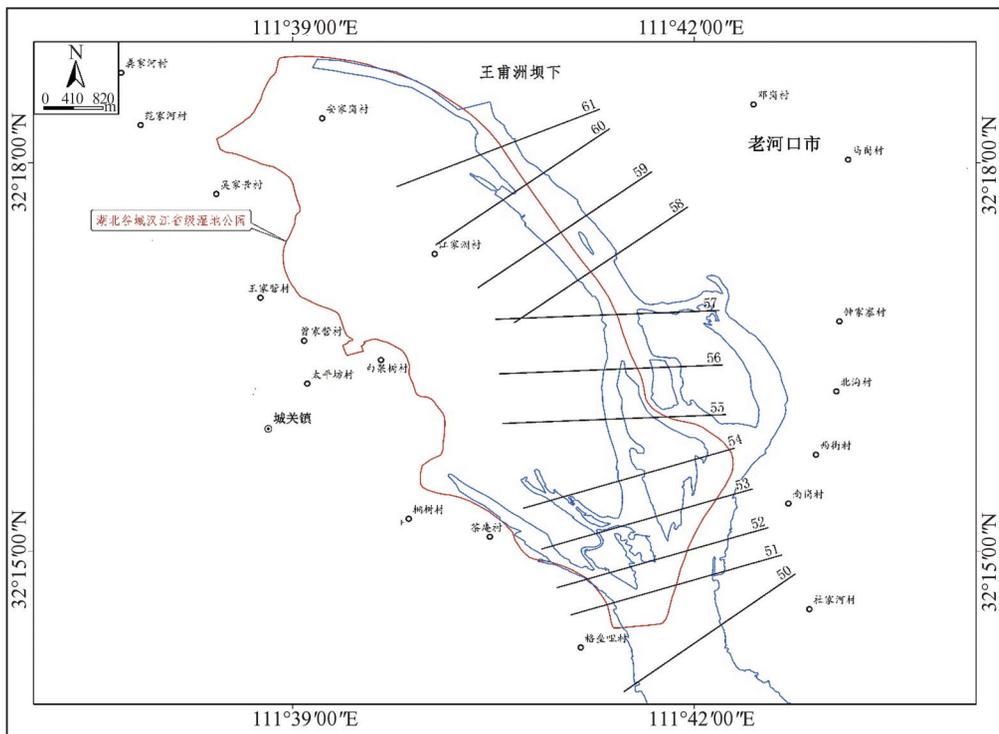


图 1 谷城汉江湿地公园与回水断面位置关系图

Fig. 1 Location relationship between Gucheng Hanjiang Wetland Park and backwater section

表7 谷城汉江湿地园保育区水位抬升情况及水深情况  
Table 7 Water level rise and water depth in the conservation area of Gucheng Hanjiang Wetland Park

来水断面号	多年平均流量情景水位抬升	五年一遇洪水情景水位抬升	m	
			现状水深	建设后水深
50	1.28	0.23	3.59	4.87
51	1.09	0.2	4.92	6.01
52	1.04	0.16	3.00	4.04
53	0.9	0.15	4.49	5.39
54	0.74	0.14	3.93	4.67
55	0.49	0.12	3.61	4.1
56	0.37	0.13	3.84	4.21
57	0.29	0.11	3.97	4.26
58	0.2	0.09	3.37	3.57
59	0.18	0.06	5.25	5.43
60	0.17	0.05	5.27	5.44

36.84 hm<sup>2</sup>,占湿地公园面积的1.72%。该范围为由周期性淹没沙洲,水库建成后变成长期淹没,其他功能区和保育区其他部分基本不受影响,仍然维持其形态和功能。新集水库建成后,湿地公园的水域范围有所增加,相应的滩地面积略有减小,对湿地的水系规划、植被、功能、主要保护对象等均无明显不利影响。

湿地公园范围在天然洪水和建库后同等级洪水来水情况下,水面高程差异小于0.3 m,淹没范围差别非常小。因此在洪水条件下,水库建设对湿地公园的影响几乎可忽略。总体来说,水库回水对湿地形态和功能无明显不利影响。另外,结合水库建设,利用新形成的水面资源,结合人工湿地和现有资源,将为湿地公园的动植物资源提供更多的湿地生境。因此,工程对湿地公园的功能影响不大。

### 3.2 对动植物资源的影响

#### 3.2.1 对植物的影响

新集水电站建成后湿地公园内水位抬高幅度为0.17~1.28 m,淹没湿地公园面积为349.23 hm<sup>2</sup>,其中洲滩面积36.84 hm<sup>2</sup>,其他均为水域。淹没的水域主要为汉江和南河汇入口的部分区段,这些区段水深较浅,沉水植物群系丰富,主要有竹叶眼子菜群系、苦草群系、菹草群系、黑藻群系等;常见植物有狐尾藻、金鱼藻、浮萍等。水库淹没后,这些区段水位上升,水体变深,这些浅水区域生长的植物生境消失。现有的河心洲等被淹没,在这些区域形成新的浅水区,适宜浅水植物的生长和繁殖。

新集水电站为日调节型水电站,进入运营期后,

长期经人工周期性调节水位后,库区正常蓄水位为76.23 m,死水位75.93 m。在湿地公园汉江、南河汇入口、江心洲的水岸线会形成周期性淹水区域,即消落带。电站库区在湿地公园范围内将形成长约9.62 km的消落带<sup>[21]</sup>。

#### 3.2.2 对动物的影响

##### (1)生境面积变化对动物的影响

水位上升后,淹没部分灌草丛、未利用地等生境,造成鸟类栖息地的改变,导致在这些生境栖息觅食的部分鸟类(如鹏科、鸽科、鸚科、雀科的鸟类)迁往淹没区之外的区域,造成种内种间竞争加剧,种群数量减少;而浅水区变成深水区后,长期在此栖息的涉禽(如白鹭、牛背鹭、灰头麦鸡、黑水鸡、环颈鹤等)等鸟类向非淹没区域转移。此外,雁类等冬候鸟一般会选择水域面积较大的水陆过渡带和摆动区域(浅水区和稀疏草滩),水位上升淹没了此区域内的部分洲滩(36.84 hm<sup>2</sup>)等生境,以沉水植物和湿生植物为食的雁鸭类觅食区域减少,对雁类候鸟的觅食等会造成不利影响。

另一方面随着水面的上升和水域面积的扩大,为静水型和水栖型两栖爬行类如沼水蛙、饰纹姬蛙、赤链蛇、龟鳖类等提供了适宜的生活环境,生境的改变对适应这一区域的动物摄食有利,可能使得该区域动物物种的种类和数量增加。扩大的水域面积会吸引一些水中生活的鸟类如鸬鹚科、鸭科等水鸟种群数量增加。一些傍水生活的鸟类也会增加如翠鸟科、鸛科、燕科等。因此,种群数量可能会有所波动后又恢复。

水域面积的增加和环境的改善给鸟类提供了更大更好的栖息环境,有利于它们的生存。虽然水位上升使得部分浅水区变深水区,但湿地公园内浅水区面积减少。随着湿地植被和生境的恢复等,适宜水域和近水生活的湿地鸟类和一些两栖爬行类可能会增加。

##### (2)水文情势变化对鱼类资源的影响

电站建成运营后,适应于缓流或静水环境生活的鱼类如鲤鱼、鲫鱼、鲇、赤眼鳟、翘嘴鲌、鳊、鳙、黄鳝、泥鳅、鳊、麦穗鱼、棒花鱼等,由于水面增加,流速减缓,而且库区能够满足其繁殖条件,产卵场面积相应增大,饵料生物比较丰富,为其种群的发展提供了条件,其资源量将上升,成为库区的优势种。库区江段适应于急流生境的鱼类如四大家鱼等,由于摄食、繁殖等条件的变化,将逐渐移向库尾至王甫洲坝下流水江段或进入库区支流,在库区其种类数量会有所下降。

#### 4 主要生态保护措施

##### 4.1 植被恢复措施

根据河床高程和水位等数据预测得出,本项目沉水植物恢复的浅水区。选取面积较大、淹没的坡度较缓的河滩地作为典型板块进行水生植物恢复,同时,结合该河滩地近水区域现有水生植物现状,考虑中华秋沙鸭和鱼类栖息地的恢复,选取了4块水生植物恢复区域和浅水区沿岸带植被修复1处,总面积41.84 hm<sup>2</sup><sup>[21]</sup>(表8)。

##### 4.2 生境修复措施

如表9所示,湿地公园内2处中华秋沙鸭生境修复方案主要考虑滩地营造、湿地植被恢复以及食物投放(小型鱼类增殖放流),既为中华秋沙鸭营造在遇到人为干扰时有足够的隐蔽空间,同时鱼类投放为其越冬提供充足的食物来源;从而为中华秋沙鸭提供了良好的栖息环境和丰富的饵料<sup>[22,23]</sup>。

##### 4.3 设置鸟类投食点

湿地承载力中,决定鸟类种群数量以及种群结构的主要因素之一是食物来源。早在1981年至1988年陕西朱鹮保护观察站的专家对朱鹮做了投食保护对策,使得其种群数量从1981年发现的7只增加至1988年的30只,可见保证鸟类种群数量的投食保护措施是有一定效果的。

本工程使得湿地公园内水位抬高,部分滩涂和沼泽地被淹没,使部分候鸟失去了栖息地,湿生植被

生物量的下降,减少了湿地鸟类(特别是以湿生植被为食的雁鸭类冬候鸟以及珍稀濒危物种鸬类)的食物来源,因此,在鸟类集中区域设置鸟类投食点是有一定的必要性的。

不同的鸟类有不同的食性,投放的食物亦不同。如鹭类、鸬类、鵝类、鸥类等类群,其食物多样,但主要以鱼、虾、螺、蟹、蛙、泥鳅及水生昆虫等动物性食物为食;雁鸭类冬候鸟主要以水生植物的叶、嫩芽、根、茎、藻类以及草籽和种子等植物性食物为食;鸬类主要以小鱼为主,偶尔也会捕捉小虾子或水中的小型节肢动物;鸬类主要以蠕虫、虾、蜘蛛、小蚌、田螺、昆虫、昆虫幼虫等小型无脊椎动物为食;黑水鸡、白骨顶为杂食性水鸟,主要以水生植物嫩叶、幼芽、根茎以及水生昆虫、蠕虫、蜘蛛、软体动物、蜗牛和昆虫幼虫等食物为食。因此,对于不同的鸟种,投放的食物种类不同。根据以上原则,针对不同生态类型的鸟类选择投放不同的食物,详见表10。

依据靠近鸟类集中分布的区域或鸟类生境破坏严重的区域的原则,在汉江国家湿地公园共设置5个投食点,在投食点定期投放鸟类的食物如植物种子、鱼苗等,特别是冬候鸟迁徙的冬季,要投放足够的食物以保证候鸟迁徙。并从海拔、经纬度、投食对象、投放食物种类、投食时间等方面,鸟类投食方案见表10。此外,需重点说明的是,为避免野生鸟类对于人类投食的依赖性,鸟类的投食时间需避开鸟类觅食的早晨、返巢的傍晚等鸟类活动高峰期。此

表8 湿地公园内工程影响区域植被恢复情况

Table 8 Vegetation restoration of the affected areas of the wetland park projects

工程影响区域	恢复方法	恢复物种选择
淹没区	淹没区南河河口1处(8 hm <sup>2</sup> )	人工恢复 黑藻、穿叶眼子菜、苦草、菹草
	淹没区南河河口1处(12 hm <sup>2</sup> )	人工恢复 芦苇、荻、狗尾草、黑藻、苦草、菹草
	汉江江心洲洲头(11.84 hm <sup>2</sup> )	人工恢复 芦苇、荻、狗尾草、黑藻、苦草、菹草
	鱼类栖息地(5 hm <sup>2</sup> )	人工恢复 芦苇、荻和黑藻
湿地公园沿岸浅水区	新浅水区沿岸带植被修复(5 hm <sup>2</sup> )	人工恢复 芦苇、荻、狗尾草、黑藻、苦草

表9 湿地公园内中华秋沙鸭等鸟类生境修复

Table 9 Habitat restoration of *Mergus squamatus* and other birds in the wetland park

分布区	恢复方法	生境修复方案	设计参数
南河河口处	滩地营造(8 hm <sup>2</sup> )	砾石、鹅卵石、砂石	相对水深0.5~1 m 坡度<0.36
	植被恢复(12 hm <sup>2</sup> )	芦苇、狗尾草、苦草、菹草、狐尾藻	水深0.3~0.5m
	浅水区营造		
江心洲洲头	滩地营造(5 hm <sup>2</sup> )	砾石、鹅卵石、砂石	相对水深0.5~1 m 坡度<0.36
	植被恢复(11.84 hm <sup>2</sup> )	芦苇、狗尾草、苦草、菹草、狐尾藻	水深0.3~0.5 m

表 10 鸟类食物种类和投放食物  
Table 10 Bird feeding groups and feeding foods

种群	食物种类	投放食物		
		湿地植物	水生动物	昆虫、软体动物
鹭类、鸬类、 鸬类、鸬类	动物性食物	—	鱼类、虾类、蛙类、泥 鳅类等幼虫、幼苗	蜥蜴、蟋蟀、金龟甲、蝼 蛄等
鸬鹚类	动物性食物	—	鱼类、虾类	—
雁鸭类	植物性食物	狗牙根属、三棱草属、苔草属、委陵菜属、蓼属、芦 苇属、荻属草籽、水生藻类和农作物种子等	—	—
鸬鹚类	动物性食物	—	虾、蟹、小鱼、小蚌、田 螺等	蜘蛛、鞘翅目、直翅目、 夜蛾、蜈蚣、甲虫等

外,投食点因根据实际情况适当调整,尽量远离岸边,远离居民活动可接触的范围。

因此,在采取合理的环境保护和修复措施的基础上,工程建设对谷城汉江国家湿地公园的生态环境产生的影响是可接受的,工程建设从生态环境保护的角度上是可行的。

参考文献

[ 1 ] 梅浩, 鲁黎, 蒲云海, 等. G316 工程建设对汉江国家湿地公园植物多样性影响的评价[J]. 湖北林业科技, 2013, 42(5): 26-29.  
Mei H, Lu L, Pu Y H, *et al.* Evaluation of the impact of the plant diversity in the Hanjiang national wetland park for G316 engineering construction [J]. Hubei For Sci Technol, 2013, 42(5): 26-29.

[ 2 ] 吕晓蓉, 王学雷, 杨超, 等. 五个时期谷城汉江湿地的景观变化及其生态服务价值评估[J]. 湿地科学, 2019, 17(1): 52-59.  
Lü X R, Wang X L, Yang C, *et al.* Landscape pattern change and evaluation on values of ecosystem services of Hanjiang River wetlands in Gucheng County for 5 periods [J]. Wetl Sci, 2019, 17(1): 52-59.

[ 3 ] 余志堂. 汉江中下游鱼类资源调查以及丹江口水利枢纽对汉江鱼类资源影响的评价[J]. 水库渔业, 1982(1): 19-22, 26.  
Yu Z T. Investigation of fish resources in the middle and lower reaches of the Han River and evaluation of the impact of Danjiangkou Water Conservancy Hub on fish resources in the Han River [J]. J Hydroecology, 1982 (1): 19-22, 26.

[ 4 ] 中国野生动物保护协会. 中国两栖动物图鉴[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1999.  
China Wildlife Conservation Association. Atlas of Chinese Amphibians [M]. Zhengzhou: Henan Science and Technology Publishing House, 1999.

[ 5 ] 中国野生动物保护协会. 中国爬行动物图鉴[M]. 郑

州: 河南科学技术出版社, 2002.  
China Wildlife Conservation Association. Chinese Reptile Atlas [M]. Zhengzhou: Henan Science and Technology Publishing House, 2002.

[ 6 ] 赵尔宓, 张学文, 赵蕙, 等. 中国两栖纲和爬行纲动物校正名录[J]. 四川动物, 2000, 19(3):196-207.  
Zhao E M, Zhang X W, Zhao H, *et al.* Corrected List of Amphibians and Reptiles in China [J]. Sichuan J Zool, 2000, 19(3):196-207.

[ 7 ] 中国野生动物保护协会. 中国鸟类图鉴[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1995.  
China Wildlife Conservation Association. Bird Atlas of China [M]. Zhengzhou: Henan Science and Technology Publishing House, 1995.

[ 8 ] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录[M]. 北京: 科学出版社, 2005.  
Zheng G M. Classification and distribution list of birds in China [M]. Beijing: Science Press, 2005.

[ 9 ] 盛和林. 中国野生哺乳动物[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999.  
Sheng H L. Wild mammals in China [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 1999.

[10] 刘明玉. 中国脊椎动物大全[M]. 沈阳: 辽宁大学出版社, 2000.  
Liu M Y. Chinese Vertebrate Encyclopedia [M]. Shenyang: Liaoning University Press, 2000.

[11] 卢卫民. 湖北国家重点保护野生动物名录[J]. 绿色大世界, 1994(3): 38.  
Lu W M. Hubei National key protected wildlife list [J]. Green World, 1994(3): 38.

[12] 张荣祖. 中国动物地理[M]. 北京: 科学出版社, 2011.  
Zhang R Z. Animal geography of China [M]. Beijing: Science Press, 2011.

[13] 余涛. 襄阳鸟类鉴赏[M]. 北京: 中国林业出版社, 2015.  
Yu T. Bird appreciation in Xiangyang [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2015.

- [14] 葛继稳. 湿地资源及管理实证研究:以“千湖之省”湖北省为例[M]. 北京:科学出版社, 2007.  
Ge J W. Empirical study on wetland resources and management: taking Hubei Province, a “thousand lakes province” as an example [M]. Beijing: Science Press, 2007.
- [15] 朗惠卿. 中国湿地植被[M]. 北京:科学出版社, 1999.  
Lang H Q. Wetland vegetation in China [M]. Beijing: Science Press, 1999.
- [16] 朱瑶. 大坝对鱼类栖息地的影响及评价方法述评[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2005, 3(2): 100-103.  
Zhu Y. Commentary on dam influence on fish habitat and evaluation on assessment method [J]. J China Inst Water Resour Hydropower Res, 2005, 3(2): 100-103.
- [17] 文威, 李涛, 韩璐. 汉江中下游干流水电梯级开发的水环境影响分析[J]. 环境工程技术学报, 2016, 6(3): 259-265.  
Wen T, Li T, Han L. Analysis of influence of water environment on development of hydropower cascade downstream of the Hanjiang River [J]. J Environ Eng Technol, 2016, 6(3): 259-265.
- [18] 万力, 蔡玉鹏, 唐会元, 等. 汉江中下游产漂流性卵鱼类早期资源现状的初步研究[J]. 水生态学杂志, 2011, 32(4): 53-57.  
Wan L, Cai Y P, Tang H Y, *et al.* Preliminary study on the larval resources of fishes spawning drifting eggs in the middle and lower reaches of the Hanjiang River [J]. J Hydroecology, 2011, 32(4): 53-57.
- [19] 龚沁春. 汉江国家湿地公园过渡区适应性研究[D]. 北京:清华大学, 2011  
Gong Q C. Research on the adaptability of the Transition zone of Hanjiang National Wetland Park [D]. Beijing: Tsinghua University, 2011.
- [20] 樊皓, 刘金珍, 王中敏. 汉江中下游湿地面积减小后的生态系统服务价值损失[J]. 湿地科学, 2016, 14(4): 576-579.  
Fan H, Liu J Z, Wang Z M. The loss of ecological service value after wetland area decreasing in middle and lower reaches of Hanjiang River [J]. Wetl Sci, 2016, 14(4): 576-579.
- [21] 王培, 王超. 丹江口水库消落带植被群落恢复模式研究[J]. 人民长江, 2018, 49(2): 11-14, 73.  
Wang P, Wang C. Study on restoration of vegetation community in water-level-fluctuating zone of Danjiangkou Reservoir [J]. Yangtze River, 2018, 49(2): 11-14, 73.
- [22] 张莹莹. 梯级开发背景下汉江中下游湿地植被变化及河流生态健康评价研究[D]. 北京:中国科学院大学, 2023.  
Zhang Y Y. Research on wetland vegetation change and river ecological health assessment in the middle and lower reaches of the Han River under the background of cascade development [D]. Beijing: University of the Chinese Academy of Sciences, 2023.
- [23] 李红海, 夏梦雨, 冯德金. 湖北襄阳汉江国家湿地公园建设现状及保护措施[J]. 湖北林业科技, 2019, 48(4): 62-65.  
Li H H, Xia M Y, Feng D J. Hanjiang national wetland park development situation and protection measures in Xiangyang of Hubei [J]. Hubei For Sci Technol, 2019, 48(4): 62-65.

□

(编辑: 张丽红)