

东庄水利枢纽工程水生态影响分析及对策

黄海真¹, 王娜², 周伟东¹, 崔海磊¹

(1. 黄河勘测规划设计研究院有限公司, 河南 郑州 450003; 2. 华东建筑设计研究院有限公司, 上海 上海 200000)

摘要: 泾河中游新建东庄水利枢纽工程, 将对水生生态系统产生一定不利影响。在流域水生生态现状调查的基础上, 结合现状开发活动和工程的特点, 分析了工程高坝阻隔和工程水资源配置造成的水文情势改变等对水生态环境的影响。提出了水质保护、保留自然状态的栖息地保护河段、建设过鱼设施、增殖放流和生态调度等措施, 以恢复和保护流域水生态环境。

关键词: 东庄水利枢纽工程; 水生态环境; 鱼类资源

Discussion on Aquatic Ecological Environment Impact and Countermeasures of Dongzhuang Water Control Project

Huang Haizhen¹, Wang Na², Zhou Weidong¹, Cui Hailei¹

(1. Yellow River Engineering Consult Co., Ltd, Zhengzhou 450003, China; 2. East China Architectural Design and Research Institute Co., Ltd, Shanghai, 20000, China)

Abstract: The planned Dongzhuang water control project is located in the middle reaches of the Jing River, which will have certain adverse effects on Aquatic Ecological system. On the basis of status survey of watershed aquatic ecosystem, combining the characteristics of the planned project and the current development activities, the main aquatic ecosystem impacts such as high dam barrier caused by the project and the change in hydrological situation caused by the allocation of water resources were analyzed. And some countermeasures were proposed, such as to protect water quality, retain the natural state section, fish passage facility, fish restocking station and ecological operation for restoring and protecting the aquatic ecosystem of the river basin.

Keywords: Dongzhuang water control project; aquatic ecosystem; fish resources

1 概述

1.1 工程概况

陕西省泾河东庄水利枢纽工程位于渭河最大的支流泾河上, 是控制泾河洪水、泥沙的关键性工程, 主要配合中游骨干水库拦沙和调控水沙, 减轻渭河及黄河下游河道淤积^[1]。坝址位于张家山水文站以上 29km, 工程总库容 32.76 亿 m³, 装机容量 110MW, 年供水总量 16200 万 m³, 最大坝高 230m, 正常蓄水位 789.0m, 相应库容 20.15 亿 m³, 回水长度 96.7km^[2]。工程主要由双曲拱坝、泄洪排沙建筑物、引水发电建筑物、发电厂房和供水取水设施组成。开发任务为“以防洪减淤为主, 兼顾供水、发电和改善生态等综合利用”。

1.2 河段特点

泾河东庄水库下游的文泾电站、泾惠渠渠首和上游的枣渠水电站、程家川水电站、绛山水电站、石桥水电站、和平水电站等均已经建设运行, 中游黑河上的亭口水库、三水河的柏岭寺水库、红岩河的红岩河水库正在建设, 泾河中下游干流和支流已形成多处阻隔。泾惠渠渠首以下河段由于泾惠渠灌区缺乏有效的调控措施和取水, 造成泾惠渠渠首以下河段生态基流不足, 部分时段存在河段断流现象。河段水体连通性较差, 以及生态流量泄放不能满足要求, 导致坝址下游水生态环境现状较差, 水生生物资源整体匮乏。

2 工程段环境现状调查与评价

2.1 水环境质量

综合泾河干流 2006~2016 年水质监测资料和实测数据, 2006~2014 年主要超标指标包括 BOD₅、总氮、石油类、TP 等, 2015 年主要超标指标为总氮, BOD₅, 2016 年主要超标指标是总氮, 泾河干流的 BOD₅、石油类、TP 整体呈现不断降低态势, 基本满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)^[3]III 类水质标准, 但总氮呈现增加态势。

2.2 水生态环境

(1) 调查范围和内容

调查范围从泾河入渭河口至甘肃崆峒水库坝下, 2013 年 6 月至 2014 年 6 月, 对泾河干流河段及主要支流北子河、黑河、马莲河、纳河、任家河、颀河及入河口, 以及船张村、西营、泾河大桥、北屯镇、张家山、曹家河、北屋、弥家河、水帘乡、长庆桥、泾川、崆峒坝下、白水、北屯镇、席家乡、西营泾河大桥、赵家沟等共设置水生生物采样点 24 个, 按照《内陆水域渔业资源调查试行技

术规范》^[4]，对泾河干支流进行现状水生生物调查，主要包括浮游生物、底栖动物组成、密度及生物量等，鱼类资源等。

(2) 浮游和底栖生物

浮游植物 7 门 127 种属，其中硅藻门 91 种属，绿藻门 21 种属，裸藻门 7 种属，黄藻门 3 种属，甲藻门 1 种属，金藻门 1 种属。浮游植物平均密度 $41.65 \times 10^4 \text{cells/L}$ ，平均生物量 $385.39 \times 10^{-3} \text{mg/L}$ 。浮游动物 3 门 18 种属，其中原生动物门 15 种属，轮虫类 1 种属，桡足类各 2 种属。浮游动物平均密度 79ind/L ，平均生物量 $5.21 \times 10^{-3} \text{mg/L}$ 。底栖动物 8 种，隶属于 3 门 8 目 8 科，其中以节肢动物门为主。

浮游植物多样性指数、均匀度指数、丰富度指数较高的断面为泾河大桥、北屯、水帘乡等，密度最大的断面为北屋，生物量最大的断面为张家山，实地调查发现张家山段流速较小，河流清澈，有利于浮游植物生长，其中裸藻门数量较大。

(3) 鱼类资源

据资料记载^[5]，泾河有鱼类 2 目 4 科 13 种，多次调查捕获鱼类 2 目 4 科 12 种，其中鲤科 8 种，鳅科 2 种，鲇科、鰕虎鱼科各 1 种。分别为鳡条、马口鱼、拉氏鲢、开封半鳊、麦穗鱼、鲇鱼、鲫鱼、鲤鱼、棒花鱼、泥鳅、斯氏高原鳅、波氏栉鰕虎。拉氏鲢为地方土著鱼类，鲤鱼、鲇鱼为地方主要经济鱼类。泾河段分布的主要为小型鱼类，其中拉氏鲢、斯氏高原鳅数量较大，调查未见陕西特有鱼类陕西高原鳅。工程上下游河段鱼类优势种类为鲤鱼和拉氏鲢，鳅科优势种类为斯氏高原鳅。

3 水生生态影响分析

(1) 施工环境影响

工程建设期导流工程、缆机平台、大坝岸坡开挖、坝基开挖、混凝土双曲拱坝浇筑、消力塘、引水洞、地下厂房及库区防渗等主要施工活动将导致施工区域泾河水体浑浊，透明度下降，对河流水环境及水生生物产生一定影响，施工引起的浮游生物结构变化不会改变区域浮游生物多样性下降；施工区段底质发生变动，底栖生物原有栖息地破坏，生境暂时性缩小，生物量减少。上述影响是局部的、暂时的，施工结束后，浮游生物群落将会恢复至原有特征。

(2) 水文情势影响

工程运行在一定程度上改变了原泾河天然河道坝址断面的来水流量过程，文泾电站坝址断面由于南线引水，文泾电站断面流量与原泾河天然流量过程差值进一步增大，水文情势影响进一步增强；泾惠渠渠首以下断面流量变化较明显，流量明显削减；泾河入渭口断面枯水时段流量较建库前增大，汛期多数时段流量较建库前减小。

东庄水库运行蓄水后，库区水面面积较原天然河道状态有所增加，库区主要断面水面宽度有一定程度增加，库区水位显著抬升，水位变化幅度由坝前至库尾方向逐渐减小。流速较原天然河道状态明显降低，且年内流速变化幅度显著减小。水库建成蓄水后，原河道型的水域生态系统逐渐成为山谷型水库生态系统，水流趋缓为喜静水性鱼类提供更多栖息及繁殖场所，湖泊定居型鱼类数量增加，底栖无脊椎动物的种群会逐渐减少，库区河段喜激流性的鱼类数量迅速减少，或沿库移至上游或支流。

(3) 低温水下泄影响

根据预测，拦沙期库区水温结构属于典型分层型，坝前水温分层具有明显季节性特性。坝前水温结构从 4 月份开始出现明显分层现象，分层最为明显为 5~9 月。正常运行期水库由深水型变为浅水型，库区水体依然存在一定分层现象，但年内分层时段明显缩短，仅 4~6 月存在明显分层现象。由于坝前水深变浅，下泄低温水程度有所降低。水库下泄低温水将使浮游植物种群结构发生变化，如不采取措施，低温水下泄将使该河段喜低温种类成为优势种，而且下泄低温水将使部分鱼类产卵时间推迟。受低温水下泄影响，鱼类也将因产卵、索饵等特性的变化而向河流下游迁移。

(4) 阻隔影响

工程影响河段目前有 7 座水电站和一个引水枢纽工程，东庄坝址下游约 29km 有泾惠渠渠首枢纽，东庄坝下紧接着便是文泾电站，东庄库区河段目前已建成降山、和平等六座引水式电站，东庄坝址上下游的开发已经对鱼类的生境造成了阻隔影响。

泾河所有鱼类都属于淡水定居性鱼类，无长距离的溯河、降河洄游性需求，但存在短距离的繁殖、索饵、越冬等区域性洄游。东庄水库大坝的建成，可能会对上下游鱼类的基因交流造成影响，尤其是上下游均有分布的拉氏鲢、斯氏高原鳅等。东庄水库大坝建成后，将在泾河干流形成人为阻隔，造成大坝下游河段鱼类无法洄游至上游产卵繁殖，由于工程河段无产漂流性卵的鱼类，影响相对较小；大坝上游河段鱼类则无法通过大坝进入下游河段，基因交流受到阻碍，可能导致泾河流域

内鱼类的种群结构改变。

(5) 对下游的影响

水库建成后，库区上游来水经水库调蓄后进入坝下河道的水量主要包括电站发电水量、水库弃水量、河道生态水量、农业灌溉水量、供水水量等，改变了天然径流过程。根据水库运行调度，平水年东庄水利枢纽运行对原天然河道的径流丰枯变化特征产生了较明显的影响。夏季下泄流量明显高于上游来水流量，秋季低于上游来水流量。在春季和夏季，下泄流量的保证为鱼类繁殖提供更多的繁殖场和繁殖条件，对鱼类生长和索饵有利。在秋季，河道水量减少，缩减了河床范围，因此将影响一部分底栖动物和水草的生长。

4 水生态环境保护措施

4.1 水环境保护措施

按照《水利水电工程水库库底清理设计规范》(SL 644-2014)^[6]进行库底清理，验收合格后再蓄水；加强农村畜禽养殖污染控制，进一步强化污水处理厂建设，严格落实库区的彬县、旬邑、淳化、礼泉等规划的污水处理厂建设，推进农村集镇生活污水处理设施和生活污水收集管网建设，削减城镇生活污染物的入河量，保证库区水体水质。为减少面源汇入库区而对水质带来不利影响，在库区采用物理隔离与生物隔离相结合的防护设施，在合适位置设置隔离网和 8~15m 宽的防护林带，保护库区水质。

对区域水污染实施分流域、分区域、分阶段治理，从行业专项整治、工业点源治理、城镇污水集中处理和改造、农村面源污染治理等，系统推进区域水污染防治，加大对化学需氧量、氨氮、总磷、重金属等污染物的控制力度，实现河道水功能规划地表水环境质量Ⅲ类水质目标要求。

4.2 水生态环境保护措施

(1) 分层取水。为缓解下泄低温水对农业生产及水生生物等的影响，设计采用 3 层取水口，取水高程分别设置为 745m、757m、769m。水库运行时，可根据实际来水情况及库区水位变化，做到尽量取用水库表层水，最大程度减轻下泄低温水对农业生产及水生生物等的影响。

(2) 生态流量保障。东庄坝址处生态流量鱼类繁殖期（4 月 15 至 6 月 15 日）为 10.66 m³/s，汛期（6 月 16 日至 8 月 31 日）为 15.99 m³/s，一般用水期为 5.33 m³/s。在蓄水初期，为保证导流洞封堵初期下游生态供水，在导流洞进口设一条临时供水管，结合二道坝消力塘蓄水保证下游生态流量 5.33m³/s。运行期生态流量通过电站小机组泄放，小机组选型考虑生态基流及下游部分工业供水流量。水库坝址下游已建文泾水电站、泾惠渠渠首枢纽分别通过补建生态放水管，改造现有冲沙闸等流量泄放设施，并同步建设生态流量在线监控系统，确保生态流量泄放。

(3) 生态调度。为减少水库运用对鱼类产卵的影响，每年 4~6 月鱼类产卵季节择机安排生态调度过程，激鱼类产卵，在水温达到 16~18℃时开始启动鱼类刺激产卵过程，维持调度涨水量每日 10%，激鱼类产卵维持 5 天。考虑到湿地植物对河道水生态系统的重要性，根据湿生植物生长季生长过程的需求，在 6~8 月开展为湿地补水的漫滩洪水生态调度。结合水库蓄水量和水情预报，在满足生态基流和生活及工农业用水的前提下，择机下泄人造洪水，要求下游湿地最大漫滩需求处（坝下约 38km 处）洪峰流量不低于 716m³/s，且大于该流量的持续时长不少于 6 小时，每年调度不少于 1 次。

(4) 栖息地保护。基于泾河干流梯级规划和鱼类资源的现状，选择栖息地保护范围为泾河干流弥家河村向上下游各延伸 5 公里，作为陕西高原鳅等鱼类的栖息地保护区。通过设立醒目标示牌或浮标，设置人工鱼巢、挺水湿地植物恢复、引种底栖动物和投放人工鱼巢等方式营造替代生境，为鱼类提供足够的摄食场地、繁殖场、生长空间和庇护所。

(5) 建设过鱼设施，维持河流连通性。东庄水利枢纽的建设，阻隔坝上坝下鱼类种群的基因交流，为了保证鱼类种群群落不受破坏以及泾河流域鱼类基因完整性，经过比选，推荐建设集运鱼系统，将坝下鱼类通过诱捕、收集，集中运送到坝上。综合考虑东庄水利枢纽工程鱼类的过鱼需求、过鱼有效性、保护价值，并结合鱼类资源量现状，优化和确定工程主要过鱼对象是评价河段的全部鱼类，特别是陕西省重点保护鱼类-陕西高原鳅、地方土著鱼类-拉氏鳊。

(6) 鱼类增殖放流。为保护好野生鱼类种质资源，需建立人工增殖放流站。通过鱼类增殖放流，增加优势鱼类种群数量，使鱼类种质资源得以持续利用，维持和保护生态环境。综合多方面因素，陕西省重点保护动物陕西高原鳅、地方土著鱼类拉氏鳊、经济鱼类鲤鱼作为人工增殖放流的主要对象。

(7) 科研和生态监测。泾河流域需要重点保护的鱼类陕西高原鳅，现在河道数量较小，调查时未见，应开展其增殖放流技术、遗传多样性和种群动态等方面的研究，为其种群的恢复及遗传多样

性的保护提供科学支撑。泾河流域水生态问题比较突出，建议进行长期水生态动态监测，及时掌握水生态变化趋势，为环境保护措施的制定和调整提供科学依据。

5 结论

东庄水利枢纽工程是防洪减淤的关键工程，并有灌溉、供水和发电等功能，社会效益显著。工程建设对水生态环境造成一定不利影响，主要包括大坝阻隔鱼类影响，河流水文情势变化对水生态的影响，低温水下泄的影响等。这些不利影响可以通过采用水质保护、分层取水措施、栖息地保护、集运鱼和增殖放流等工程和生态补偿措施得到避免或减缓。水库运行后，通过补偿措施和生态调度，一定程度上有利于坝址上下游水生生态恢复。

参考文献:

- [1] 黄河水利委员会. 黄河近期重点治理开发规划[M]. 郑州:黄河水利出版社, 2002.
- [2] 黄河勘测规划设计研究院有限公司. 东庄水利枢纽工程可行性研究报告[R]. 郑州: 黄河勘测规划设计研究院有限公司,2018.
- [3] 中华人民共和国国家环境保护总局, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB 3838—2002 地表水环境质量标准[S]. 北京: 中国计划出版社, 2002
- [4] 全国渔业自然资源调查和渔业区划淡水专业组. 内陆水域渔业自然资源调查规试行范[S].1980
- [5] 张佑民,刘兴连,孙长铭. 陕西水生野生动植物[M]. 西安地图出版社,2006.
- [6] 中华人民共和国水利部. SL 644-2014 水利水电工程水库库底清理设计规范[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2014.

作者简介: 黄海真 (1978—), 男, 河南正阳人, 高级工程师, 硕士, 主要从事环境影响评价、水污染控制与给水净化研究工作。

联系电话: 13783521307 or 0371-66025389

E-mail: haizhenh@126.com

传真: 0371-65994977

联系地址: 郑州市金水路 109 号 邮编: 450003