

湖北汉江新集水电站影响河段增殖放流效果评价

高菲^{1,2} 吉绪新^{1,2} 王轶伦³ 汪正鑫³ 雷星宇³ 王卓语³

1 长江勘测规划设计研究有限责任公司

2 流域水安全保障湖北省重点实验室

3 湖北汉江新集水电有限公司

DOI:10.32629/eep.v9i4.3160

[摘要] 为科学评估湖北汉江新集水电站鱼类增殖放流生态补偿成效,优化增殖放流技术方案,本研究基于2025年野外调查数据,采用鱼类资源动态对比分析与标志—回捕法,分析了新集水电站增殖放流对汉江干流鱼类资源的补充效果。结果表明,增殖放流回捕率在0.007%~0.167%;鱼苗中细鳞鲴可适应汉江干流自然水域环境,增殖放流后评价区域鱼类丰富度有所提升。建议放流地点增加新集库尾靠近谷城湿地公园、库中和坝下靠近长寿岛湿地公园断面,避让发电机组附近区域,提高鱼苗野外成活率;缩短回捕时间间隔,提高耳石标志检出率。

[关键词] 增殖放流; 耳石标记; 标志回捕法; 汉江中下游

中图分类号: TL415 文献标识码: A

Effect Evaluation of Fish Stock Enhancement and Release in the Affected Reach of

Xinji Hydropower Station on the Hanjiang River, Hubei Province

Fei Gao^{1,2} Xuxin Ji^{1,2} Yilun Wang³ Zhengxin Wang³ Xingyu Lei³ Zhuoyu Wang³

1 Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research Co., Ltd.,

2 Hubei Key Laboratory of Basin Water Security

3 Hubei Hanjiang Xinji Hydropower Co., Ltd.,

[Abstract] To scientifically evaluate the ecological compensation effect of fish stock enhancement and release in the affected river reach of the Xinji Hydropower Station on the Hanjiang River in Hubei Province, and optimize the technical scheme of fish stock enhancement and release, this study adopted fish resource dynamic comparative analysis and the mark-recapture method based on 2025 field survey data to analyze the supplementary effect of enhancement and release on fish resources in the main stream of the Hanjiang River. The results show that the recapture rate of released fry ranges from 0.007% to 0.167%. The released *Xenocypris microlepis* can adapt to the natural water environment of the Hanjiang River main stream. Fish species richness in the evaluation area is improved after enhancement and release. It is suggested to set additional release sections at the tail of Xinji Reservoir near Gucheng Wetland Park, the middle reservoir area, and the downstream of the dam close to Changshou Island Wetland Park, and avoid areas around generator units to improve the field survival rate of fry. It is also proposed to shorten the recapture time interval to raise the detection rate of otolith marking.

[Key words] Stock Enhancement and Release; Otolith Marking; Mark-Recapture Method; Middle and Lower Reaches of the Hanjiang River

汉江是长江中下游最大的支流,其中丹江口至皇庄为中游。汉江干流已建、在建、规划建梯级水电站共15个^[1]。汉江干流梯级水电站建设后,完整的河流环境被分割成不同的片段,洄游性鱼类、半洄游性鱼类的繁殖、索饵和越冬等生命行为受电站阻隔影响,种群间基因不能交流,种群数量较大的鱼类将出现遗

传分化,种群数量较少的鱼类将逐步丧失遗传多样性;一些卵苗、幼鱼或成鱼随水流通过水轮机或泄洪道可能遭受机械损伤。

调查显示,1993年~2004年汉江干流草鱼(*Ctenopharyngodon idella*)、铜鱼(*Coreius heterodon*)和长春鳊(*Parabramis pekinensis*)等优势鱼种数量急剧下降;鳊(*Aristichthys nobili*)

s)、青鱼(*Mylopharyngodon piceus*)、鳊(*Elopichthys bambusa*)比较少见, 鲟(*Luciobrama macrocephalus*)、鳙(*Ochetobius elongatus*)多年没有发现。王甫洲产卵场、支流唐白河“四大家鱼”产卵场消失, 产漂流性卵的经济鱼类产卵规模显著缩小^[2]。

新集水电站位于汉江中游河段湖北省襄阳市内, 运行期通过泄水闸下泄生态流量, 鱼道过鱼。^[1]2023年至今, 库区未达正常蓄水位。2024年鱼类增殖站运行后, 连续2年放流四大家鱼及八种自养鱼类共计192万尾。

关于汉江鱼类增殖放流效果评估, 沈红保^[3]在汉江瀛湖开展过增殖放流效果研究, 段金荣^[4]等采用不同模型分析了长江下游四个市增殖放流效果, 但目前未见针对汉江中下游干流尤其是襄阳段鱼类增殖放流效果监测评价的相关研究报道。探究汉江中下游鱼类增殖放流工作开展的效果, 对于及时调整放流品种及规模、养护汉江鱼类资源具有重要意义。

本研究基于湖北汉江新集水电站2024年鱼类标记放流、2025年渔业资源调查数据, 以评估新集水电站增殖放流效果, 期为后续新集水电站增殖放流方案的优化和汉江干流梯级水库增殖放流实施和渔业资源养护提供参考和依据。

1 材料与方法

1.1 评估方法

新集水电站工程在完成2024年鱼类的标志和增殖放流工作后, 可开展鱼类增殖放流效果评价。增殖放流效果评价主要采用资源动态比较、标志-回捕分析的方法^[5]。(1)分析放流鱼苗生长情况, 分析与测量标志鱼类体长、体重、尾数, 统计标记群体数量, 计算放流标志鱼类回捕率, 分析放流标志鱼类的生长与分布^[6]、性腺发育程度与肠道充塞度情况等。(2)放流后鱼类资源动态分析, 分析放流鱼种种类组成、空间分布变化。

1.2 放流种类、数量与点位

2024年新集水电站增殖放流对象及规模详见表1。2024年12月, 新集水电有限公司商购四大家鱼156万尾, 自养鲂、鳊、细鳞鲃、黄颡鱼、赤眼鳟、鳊、翘嘴鲌、多鳞白甲鱼共计36万尾, 合计192万尾, 于新集坝上实施放流。

1.3 增殖放流鱼类标志

2024年新集水电站增殖放流选择荧光染料浸泡耳石对鱼类进行标志的方法, 荧光标记技术具有对鱼类刺激温和、操作简单、标记费用低等优点, 适宜大规模标记^[7]。标记染料为茜素红((Alizarin Red S, ARS, 工业级, 纯度99%), 浓度为100ppm, 标记时间12h^[8], 标志比例为放流数量的5%, 合计9.6万尾, 具体情况详见表1。

1.4 增殖放流鱼类回捕

回捕方法: 新集水电站鱼类增殖放流效果评估布设王甫洲坝下、南河汇口、水库中游、新集坝前、坝下, 支流北河、南河7个监测断面; 2025年6~7月和9~11月各调查一次。调查用刺网法, 每个站点设置3张刺网(网目8cm, 长×高: 200m×1.5m), 放网12h^[9]。

耳石的摘取和测定: 用解剖镊子和解剖针快速取出耳石,

蒸馏水洗涤, 无水乙醇脱水、晾干; LeicaDM6B正置双目生物显微镜下, 使用10倍目镜, 1~5倍物镜, 在可见光和激发光(510~560nm)两种激发光下检测耳石荧光标记并拍照^[10], 显示荧光标记则记录为放流鱼。

表1 2024年新集水电站鱼类增殖放流数量及标志数量

放流种类	测量全长(cm)	平均体长(cm)	平均体重(g)	放流数量(万尾·a ⁻¹) ^[12]	标志数量(万尾·a ⁻¹)
青鱼(<i>Mylopharyngodon piceus</i>)	9~11.5	8.86	11.67	48	1.4
草鱼(<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	10~12	9.81	10.27	18	1.4
鳊(<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)	10~11.5	9.25	8.01	45	2.5
鳊(<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>)	9.5~12.5	8.55	7.58	45	2.5
鲂(<i>Megalobrama amblycephala</i>)	5.5~6.5	4.75	2.22	6	0.3
鳊(<i>Parabramis pekinensis</i>)	6~7.5	5.56	2.51	6	0.3
细鳞鲃(<i>Xenocypris microlepis</i>)	6~8.5	5.70	2.59	6	0.3
黄颡鱼(<i>Tachysurus fulvidraco</i>)	6.5~9	6.15	6.37	6	0.3
赤眼鳟(<i>Squaliobarbus curriculus</i>)	6~7.7	5.50	1.32	4	0.2
鳊(<i>Siniperca chuatsi</i>)	8~10.5	8.05	10.94	2	0.1
翘嘴鲌(<i>Culter alburnus</i>)	4.5~6	4.38	0.98	2	0.1
多鳞白甲鱼(<i>Onychostoma macrolepis</i>)	5.5~6.5	4.62	1.66	4	0.2
合计	/	/	/	192	9.6

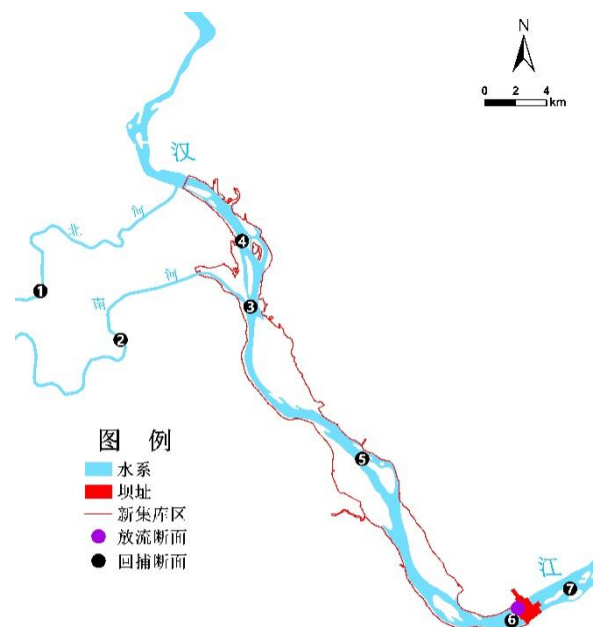


图1 增殖放流及回捕断面

1.5 数据处理与分析

所有采集的数据均在EXCEL2016中整理和制图, 在ArcGIS10.4对调查位点进行地理作图。

2 结果

2.1 鱼类资源调查

2.1.1 种类组成

2025年两次共采集到鱼类61种,结合环评阶段调查结果,统计出新集水电站监测区江段及其支流北河、南河分布鱼类共有8目18科86种。2021年度~2025年,监测区分布鱼类种数如图2所示。

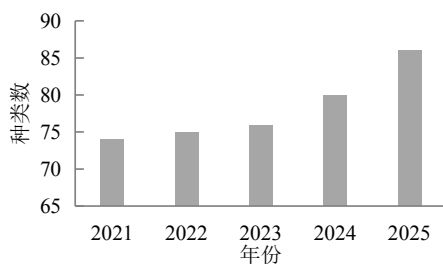


图2 2021~2025年评价区域鱼群种类数

监测区鱼类主要为鲤形目(57种, 66.28%)、鲇形目(14种, 16.28%)、鲈形目(8种, 9.30%); 鲑形目银鱼科(2种, 2.33%); 颌针鱼目鱥科(2种, 占2.33%); 合鳃鱼目、鳗鲡鱼目和鲟形目均1科1种, 各占比1.16%。

2.1.2 渔获物调查

2025年6~7月共捕获鱼类4312尾784.821kg; 2025年9~11月捕获鱼类4866尾422.867kg, 合计9178尾, 1207.68kg。从数量上看, 渔获物以银鲌(*Squalidus argentatus*)、细鳞鲮、鲮(*Hemiculter leucisculus*)、兴凯鲮(*Acheilognathus chankaensis*)、圆吻鲮(*Distoechodon tumirostris*)等为主; 从重量上看, 以圆吻鲮、细鳞鲮等为主。

2.2 标志鱼类调查

2.2.1 回捕情况

2025年在新集水电站工程影响河段共捕捞到放流的12种鱼苗1161尾, 其中放流标志鱼类15尾, 包括鲮、细鳞鲮、鳊、鲂、青鱼5种, 其中鲮7尾, 细鳞鲮5尾, 鳊、鲂、青鱼各1尾, 标志鱼类的耳石标志特征明显, 见图3。本年度未捕获到鲢、草鱼、黄颡鱼、翘嘴鲮、鳊、多鳞白甲鱼、赤眼鲮7种标志鱼类。

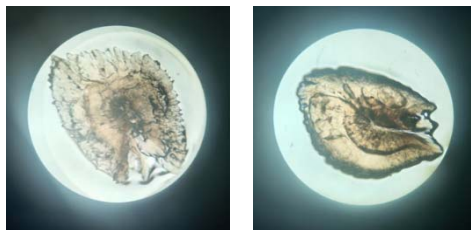


图3标志耳石显微镜荧光观察照片

2.2.2 基本生物学特征

新集水电站2025年捕获的标志个体, 鲮体长在24.7cm~33.5cm, 平均体重为522.25g; 细鳞鲮体长在11.1cm~12cm, 平均体重为21.34g; 鳊体长18.3cm, 体重138.5g; 鲂体长14.3cm, 体重58.7g; 青鱼体长36cm, 体重946.5g。

2.2.3 放流鱼群的摄食与性腺发育

本次调查显示, 新集坝下鲮、细鳞鲮, 王甫洲坝下鳊、鲂的肠道充塞度均为3~4级; 坝上库区青鱼为2~3级。性腺发育方面, 鲮为III~IV期, 青鱼为II~III期, 鳊为II期, 细鳞鲮为II~V期, 鲂为III期左右。

3 讨论

3.1 标志鱼群

3.1.1 回捕率

放流标志鱼类的回捕率在0.007%~0.167%。本次调查与标记时间间隔约6个月~11个月, 推测回捕率较低是由于部分样本由于耳石标记消失未被检出。

3.1.2 种类组成变化

根据渔获物调查数据, 细鳞鲮共计748尾, 尾数占总渔获物的比重在2021年占比为0.42%, 2025年升至8.15%; 重量占总渔获物的比重在2021年占比为0.17%, 2025年升至13.3%, 成为放流12种鱼类中尾数、质量占比最高的种类。

鳊、青鱼、草鱼尾数占比变化不大, 但仍在监测中稳定捕获, 鲮、黄颡鱼、鳊、鲂、翘嘴鲮等种类的种群规模呈现缓慢增长趋势, 但总体增长幅度不大, 表明其种群在监测水域中持续存在。赤眼鲮和多鳞白甲鱼均为喜流水鱼类, 在2024年和2025年的监测中均未捕获到。

细鳞鲮数量的增多, 黄颡鱼、鲂、翘嘴鲮等喜静水缓流鱼类数量的缓慢增长, 赤眼鲮、多鳞白甲鱼数量的减少, 均表明新集水电站建库后, 水流变缓, 更适宜喜静水缓流的鱼类生长繁殖。

3.1.3 生长情况分析

由渔获物统计数据可知, 各品种鱼类较放流时的标志个体规格较放流时期均有一定的生长, 表明放流个体在自然水域中能够适应并生长; 回捕到的标志鱼类鲮、细鳞鲮、鳊、鲂均喜静水缓流, 表明新集水电站建成后, 更适宜喜静水缓流的鱼类生长繁殖。

3.1.4 空间分布

放流地点在新集水电站右坝肩上游, 在新集库尾、新集坝前、新集坝下河段均捕获到标志鱼类, 捕获地点距放流地点较远, 表明标志鱼类放流后的活动范围较广。

新集坝下为流水河段, 且距离放流地点较近, 易被水流带至坝下, 坝下约1km为长寿岛湿地公园水域, 饵料丰富, 故坝下监测到的标记鱼群较多; 王甫洲坝下及南河汇口为流水河段, 距离放流地点较远, 但由于此段位于谷城汉江国家湿地公园范围内, 饵料丰富, 仍有鳊、鲂标志鱼种分布。

3.1.5 摄食与性腺发育分析

本次调查显示, 新集水电站影响河段标志鱼类整体肠道充塞度在2~4级。干流或坝下泄水区域, 水流交换活跃, 饵料资源丰富, 对应鱼类充塞度高; 库区青鱼偏好的底栖饵料分散, 充塞度略低但可满足生长。

新集水电站影响河段标志鱼类性腺发育在II~V期, 均处于正常范围, 且涵盖了不同时期, 尤其是细鳞鲮出现了V期成熟

个体,表明该河段的环境条件为性腺发育提供营养支撑。综上,表明在现有水位下,存在南河、北河、王甫洲坝下、新集坝下等流水生境,鱼类适应良好。

3.2放流后鱼类资源动态分析

3.2.1种类组成变化

监测区鱼类总种类数稳步增长,增殖放流工作开展前2021年监测结合资料统计共计74种,2023年底开展增殖放流工作后,2024年调查鱼类为80种,2025年增至86种,总体来看,鱼类种类丰富度有所提升。

2021年鲫(*Carassius auratus*)、黄颡鱼为优势种,宽鳍鱮(*Zacco platypus*)、翘嘴鲌为常见种;2025年的调查结果显示银鲌、兴凯鲌、蛇鲌(*Saurogobio dabryi*)为优势种,贝氏鲮(*Hemiculter bleekeri*)、鲮、细鳞鲌、蒙古鲌、圆吻鲌为常见种,其中细鳞鲌的占比均有较大的增长,表明增殖放流鱼种细鳞鲌的规模得到了恢复。

3.2.2空间分布变化

鱼类的空间分布与水域生境特征高度关联,呈现明显的选择性分布规律。新集坝下为流水河段,坝下约1km为长寿岛湿地公园水域,饵料丰富,捕获量占比达46.32%;王甫洲坝下及南河汇口为流水河段,位于谷城汉江国家湿地公园范围内,饵料丰富,捕获量占比29.46%,凸显流水生境对鱼类的强适配性。

放流鱼类在王甫洲坝下、新集库中、新集坝前、新集坝下捕获量占总捕获量的87.45%;支流南河、北河占12.55%,反映汉江新集段鱼类对干流生境的偏好。

4 相关启示

新集水电站的增殖放流工作,提高了汉江干支流鱼类种类丰富度、种群数量。本研究由于回捕率较低,回捕标志鱼样本数量较小,具有局限性,建议放流地点增加新集库尾靠近谷城湿地公园、库中和坝下靠近长寿岛湿地公园断面,避让发电机组附近区域,提高放流鱼苗野外成活率;缩短回捕时间间隔,避免耳石标志消失,提高耳石标志检出率。

应在后期继续开展增殖放流效果监测,根据评估结果动态调整增殖放流的鱼种及其规模,并补充生态效益、经济效益、社

会效益分析,针对分析结果及时调整增殖放流方案。

[资助基金]

长江勘测规划设计研究有限责任公司自主科研项目(CX2022Z03-1)。

[参考文献]

[1]孟晓亮,陈汉宝,秦昌斌,等.湖北汉江新集水电站初步设计报告[R].湖北武汉:湖北省水利水电规划勘测设计院,2018.

[2]李翔,张德见,徐洪霞,等.湖北汉江新集水电站环境影响报告书(重新报批)[R].湖南长沙:中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司,2020.

[3]沈红保,李瑞娇.汉江库区渔业资源水域生态环境调查及鱼类增殖放流效果评价技术研究[R].2018.

[4]段金荣,徐东坡,刘凯,等.长江下游增殖放流效果评价[J].江西农业大学学报,2012,34(4):795-799.

[5]潘绪伟,杨林林,纪炜炜,等.增殖放流技术研究进展[J].江苏农业科学,2010(4):236-240.

[6]刘文成,李君轶,吴金明,等.禁捕初期长江上游长江鲟增殖放流效果[J].水生生物学报,2025,49(2):24-31.

[7]廖中华,陈学艳,郝永峰,等.标志技术在渔业增殖放流效果评估中的应用[J].现代畜牧科技,2024(2):112-114.

[8]阙江龙.鳙鱼耳石的茜素红标记及其效果评价[C]//第二届现代化海洋牧场国际学术研讨会暨中国水产学会渔业资源与环境分会2018年学术年会论文集,2018:62-62.

[9]SC/T9429-2019淡水渔业资源调查规范河流[S].全国水产标准化技术委员会渔业资源分技术委员会(SAC/TC156/SC10).2019.

[10]阙江龙,李彩刚,贺刚,等.草鱼幼体耳石的茜素红S标记效果研究[J].江西水产科技,2020(1):9-12.

作者简介:

高菲(1990—),女,汉族,湖北十堰人,硕士,单位:长江勘测规划设计研究有限责任公司,流域水安全保障湖北省重点实验室,职称:工程师,研究方向:环境影响评价。