

文章编号: 1001-4179(2016)24-0017-04

浅析乌东德水电站建设对鱼类资源的影响

许秀贞, 闫峰陵, 阮 娅

(长江水资源保护科学研究所, 湖北 武汉 430051)

摘要: 金沙江乌东德水电站的建设对河段水文情势及水环境产生了较大影响, 从而改变了当地的鱼类生境。为了探讨电站建成后大坝上下游鱼类生境的变化以及鱼类新的分布格局, 在收集河段鱼类资料的基础上, 对当地的鱼类资源和鱼类适宜的生存条件进行了分析。结果表明: 乌东德水库建成后, 大坝的阻隔效应将使鱼类生境片段化和破碎化, 下游白鹤滩库区适宜流水生境的鱼类将大幅减少, 其适宜环境将集中在白鹤滩库尾不受回水影响河段和部分支流河段, 同时, 适应缓流、静水开阔水域生活的鱼类将大幅增加, 并成为库区的优势种。研究结果将有助于乌东德水电站建成后相关水域的鱼类保护。

关键词: 水文情势; 鱼类生境; 鱼类资源保护; 乌东德水电站

中图分类号: TV697.25

文献标志码: A

DOI: 10.16232/j.cnki.1001-4179.2016.24.004

乌东德水电站位于云南省禄劝县和四川省会东县交界的金沙江干流上, 是金沙江下游河段 4 座水电站中最上游的梯级电站(见图 1)。乌东德水电站为 I 等大(一)型工程, 电站装机容量 10 200 MW。电站上距攀枝花市 213.9 km, 下距白鹤滩水电站 182.5 km, 坝址控制流域面积 40.61 万 km²。



图 1 金沙江中下游水系

乌东德水电站建成后, 将对坝址上下游河流产生阻隔效应, 库区水位抬高, 水深增加, 水面面积增加, 水流变缓, 河流水动力学过程发生较大的变化。同时, 水库蓄水后, 由于库区内河流流速减小, 水流挟沙能力降

低, 库区总体水质稍优于建坝前水质。乌东德水电站建成运行后, 下泄水流水温过程较现状水温过程有较为明显的延迟现象, 延迟约 2~3 旬。河段水文情势与水环境的变化将对库区的鱼类生境带来影响。

1 鱼类现状

2007~2013 年间, 中国科学院动物研究所、水利部中国科学院水工程生态研究所等相关研究机构对金沙江下游攀枝花至宜宾江段及其主要支流进行了鱼类资源调查。根据调查结果并参考《长江上游珍稀、特有鱼类及保护区项目水生生态环境监测 2006-2013 研究报告》等报告, 得出金沙江中下游分布的鱼类共计 194 种, 隶属于 6 目 24 科 99 属, 除去引入的 32 种, 金沙江下游土著鱼类 162 种, 隶属于 5 目 15 科 79 属。从目级水平上看, 以鲤形目(Cypriniformes) 种类最多, 占金沙江下游土著鱼类总种数的 81.48%^[1]。

2 分析范围

本文分析范围包括乌东德水库库尾-向家坝坝址之间的金沙江下游河段, 干流全长约 768 km; 重点分析乌东德库区、白鹤滩库区及主要支流, 其中金沙江干

收稿日期: 2016-09-10

作者简介: 许秀贞, 女, 高级工程师, 主要从事水生态环境保护研究、水利水电工程环境影响评价工作。E-mail: 35619122@qq.com

流总长约 389 km, 主要支流包括乌东德库区的雅砻江、龙川江、鲹鱼河、勐果河、尘河, 白鹤滩库区的小江、以礼河、黑水河等。

3 电站建设对鱼类的影响

3.1 电站阻隔效应

乌东德水电站的建设将使河流连续性受到影响。由于大坝的阻隔, 完整的河流环境被分割成不同片段, 鱼类生境的片段化和破碎化将导致形成大小不同的异质种群, 种群间基因不能交流, 将使区域内原自然分布的种群受到不同程度的影响^[2-3]。随着金沙江中下游密集的多级水电开发的实施, 原自然连通的河流将被连续的梯级电站阻隔, 河流生境片段化严重。种群数量较大的种类被大坝阻隔, 在不同区段, 群体间将出现遗传分化; 种群数量较少的种类遗传多样性将逐步降低, 危及物种生存, 甚至导致种群灭绝的概率增加。

金沙江中下游大大小小的支流, 绝大多数已建有数量不等的电站。金沙江下游溪洛渡、向家坝电站现已下闸蓄水, 中游观音岩水电站也已建成发电, 雅砻江下游二滩电站已建成运营, 桐子林、锦屏一及二级电站也在开发建设中, 这些电站的建设已经阻隔了金沙江中下游干流、支流及干支流间鱼类交流, 乌东德大坝的建设将进一步加剧已有的不利影响。

下游白鹤滩库区回水与乌东德首尾衔接, 乌东德大坝隔断了白鹤滩库区与库尾以上流水江段鱼类迁移洄游通道, 使白鹤滩库区流水生境明显萎缩。阻隔于白鹤滩库区在流水生境繁殖适应开阔水域生活的鱼类, 产卵生境仅有白鹤滩库尾不受回水影响的河段和黑水河等支流及支流汇口, 适宜繁殖的生境大幅度缩小, 种群增长受到抑制; 对流水生境依赖程度高, 需要在流水生境完成整个生活史的鱼类, 难以维持大的种群, 可能在白鹤滩主库区逐渐消失。对于圆口铜鱼 (*Coreius guichenoti*) 等较大型产漂流性卵的鱼类^[4], 白鹤滩库区基本不具备产卵孵化的条件, 缺少了种苗的补充, 将在白鹤滩库区逐渐消失, 只有中华金沙鳅 (*Jinshaia sinensis*) 等小型产漂流性卵的鱼类, 可能在黑水河等支流繁殖, 维持一定的种群。对适应缓流、静水开阔水域的鱼类, 乌东德的阻隔影响相对较小。

阻隔于乌东德坝上的鱼类适应缓流、静水开阔水域生活, 乌东德水库库尾至桐子林电站坝下保留了一定的流水生境, 为需要在流水环境产粘沉性卵的鱼类产卵繁殖提供了条件, 能够完成生活史, 可维持一定的种群; 对流水生境依赖程度高, 需要在流水生境完成整个生活史的鱼类, 由于流水生境萎缩, 仅存留库尾、龙川江等支流河口少量生境, 其种群数量将明显下降。

对于圆口铜鱼等较大型产漂流性卵的鱼类, 位于库区的较平渡产卵场将消失。乌东德水库在洪限水位运行时, 达到 0.2 m/s 的漂流孵化流速基本要求的流程在 140 km 左右, 为维持其种群保留了一定的物理条件。但随着观音岩电站的蓄水运行, 加上二滩水库的调度, 乌东德水库库尾水文过程将发生相应的变化, 气体过饱和等水质变化也会明显影响该江段, 使作为圆口铜鱼等产漂流性卵鱼类产卵场的功能受到明显削弱。综合考虑, 乌东德水电站加剧了圆口铜鱼洄游通道的阻隔影响; 而对于金沙鳅等小型产漂流性卵的鱼类, 产卵生境虽然明显萎缩, 但由于其对产卵环境要求相对较低, 维持一定种群是可能的; 对于适应缓流、静水生境的鱼类, 水库的形成为其提供了适宜的条件, 其种群数量将会明显增长。

3.2 生境变化对鱼类的影响

(1) 水文情势变化影响。乌东德水电站建成运行后, 库区水位抬高, 水深水面面积增加, 水流变缓, 河流的水动力学过程发生较大的变化。该江段位于高山峡谷地带, 库尾河道狭窄, 水深较浅, 仍然保持流水江段的特征, 特别是水库在 6~7 月份按照汛限水位运行时, 库尾流水段比较长, 其水文情势的变化主要受观音岩电站泄水的影响。

随着水文情势变化, 库区鱼类种类组成将由“河流相”逐步向“湖泊相”演变。库区江段原来适应于底栖急流、砾石、洞穴、岩盘等底质环境产粘沉性卵的鱼类, 将逐渐移向干流库尾及支流雅砻江、勐果河、龙川江、尘河、鲹鱼河等流水江段, 而库区的种群数量将急剧减少, 适应于缓流或静水环境生活的鱼类, 种群数量将上升, 如鲤 (*Cyprinus*)、鲫 (*Carassius auratus*)、鲮 (*Rhodeus sinensis*)、棒花鱼 (*Abbottina rivularis*)、马口鱼 (*Opsariichthys bidens*)、鲃 (*Silurus asotus*) 等, 有的可能会成为库区的优势物种。对于犁头鳅、中华金沙鳅、蛇鮈等小型产漂流性卵的鱼类, 在水库 6~7 月份按照汛限水位运行时, 库尾江段流速较大, 可能还有其繁殖的条件, 但由于大坝阻隔了亲鱼上溯, 产卵规模会缩小, 受精卵过坝死亡率也会升高, 产卵效率下降。水文情势的变化使流水生境依赖程度较高的一些长江上游特有鱼类, 如鲈鲤 (*Percocypris pingi*)、白甲鱼 (*Onychostoma sima*)、四川裂腹鱼 (*Schizothorax kozlovi nikolsky*)、岩原鲤 (*Procypris rabaudi*)、墨头鱼 (*Garra pingi*) 等, 会由库区干流移向库尾及支流, 库区内的种群数量和资源量会显著下降。

乌东德水库蓄水后, 随着库区水体体积及水域面积的增大, 水生生物及鱼类栖息、活动空间也会增大,

生物生产力提高,鱼类总资源量和渔获量均会升高^[4]。电站运行后,由于电站的调度,特别是调峰运行,库区水位变化会形成生物较贫乏的水库消落带,能够在库区形成较大种群的鱼类以产粘性卵为主,鱼类繁殖期的水位变化会导致受精卵和仔幼鱼的搁浅死亡,对鱼类繁殖不利。

(2) 水质变化影响。乌东德水库蓄水后,将使库区内流速减小,水流挟沙能力降低,一般情况下,建坝后库区总体水质稍优于建坝前水质。

未来大量泥沙将在库区沉积,库区水体透明度增加,库区接纳总氮、总磷等营养物的规模将显著加大,均有利于水体中藻类的生长,库区水生生物组成及种群结构将发生相应改变,浮游植物、动物现存量会显著增高,着生藻类及近岸区底栖生物现存量受水位涨落影响相对贫乏。库区鱼类的饵料基础将发生变化,有利于仔幼鱼的索饵和生长,使浮游生物食性的鱼类种群数量增加,一些鱼类如麦穗鱼(*Pseudorasbora parva*)、棒花鱼、鲤、鲫等可能会大量繁衍;而以着生藻类、底栖生物等流水性饵料生物为食的鱼类,如裂腹鱼类、白甲鱼、岩原鲤等,库区的饵料基础条件将变差,种群数量缩小,会向库尾及支流迁移。

(3) 水温变化影响。乌东德水电站建成运行后,平水年年均下泄水温较现状水温偏低 0.2°C ,在升温期的3~5月,下泄水温较现状水温平均降低 1.7°C ,4月份降低最长达 2.0°C 。下泄水温过程较现状水温过程有较为明显的延迟现象,延迟约2~3旬。

下泄低水温可能会对坝下浮游动物群落产生不利影响,浮游动物生物量的变动可能会出现不规律的情况;另外,水温变化也会影响某些底栖动物生长繁殖,低温水会推迟这些动物繁殖。而浮游动物和底栖动物作为鱼类重要饵料,其数量变动也会给鱼类种群造成影响,在幼鱼开口期可能不能提供足够食物。由于有些鱼类是利用水温变化作为性腺发育的某种诱因,因此,当水库下泄冷水释放到下游时,将影响这些鱼类产卵时间及其后续生命过程^[4]。

乌东德大坝下游白鹤滩库区的会东县新田等处存在产粘性卵鱼类产卵场,主要为鲤、鲫、鲃、大口鲈、粗唇鲃(*Leiocassis crassilabris*)、部分鲮科(*Bagridae*)、鮡科(*Sisoridae*)、裂腹鱼亚科(*Schizothoracinae*)鱼类,繁殖期在3~4月份,水温在 15°C 左右。低温水可能造成其繁殖滞后、生长减缓。

(4) 气体过饱和影响。水体气体过饱和主要由高坝泄洪导致。乌东德水电站由于泄洪水头高、流量大,各泄洪预测工况均出现总溶解气体过饱和现象,且过饱和度与泄洪方式和流量相关。其中,在泄洪洞(出

库流量 $17\,064\text{ m}^3/\text{s}$)单泄下水体TDG饱和度最高,达到149.6%,在考虑发电尾水掺混影响后,TDG饱和度降至127.9%;中孔泄洪时,坝下TDG饱和度较泄洪洞泄洪和表孔泄洪低,为144.8%,尾水掺混后为124.7%;表孔单泄($Q=14\,734\text{ m}^3/\text{s}$)和中孔单泄($Q=16\,616\text{ m}^3/\text{s}$)以及泄洪洞单泄($Q=17\,064\text{ m}^3/\text{s}$)时,过饱和溶解气体输移释放至与岷江汇口前饱和度分别为106.4%,107.2%,109.4%。

金沙江下游乌东德、白鹤滩、溪洛渡和向家坝4个梯级电站建成后,由于电站泄水持续时间较短,梯级联合调度将进一步降低乌东德电站的泄洪几率和单次泄洪持续时间。因此,从泄洪几率角度分析,梯级电站建成后发生TDG过饱和几率较梯级建成前减小,持续时间缩短。

鱼类对气体过饱和的耐受程度与水深密切相关^[4],而且鱼类具有对气体过饱和的探知和躲避能力。自然条件下,鱼类能够通过探知气体过饱和来选择适宜水深生存,从而减少气泡病的发生,这一深度即为补偿深度。对于TDG过饱和水体,在水深大于鱼类补偿深度条件下,如果鱼类潜入到补偿深度以下的水域内生活,就可以躲避总溶解气体过饱和的影响。

经计算,乌东德坝下鱼类补偿深度要求在5 m以内。根据坝下游河道大断面测量资料分析,各泄水流量下的下游河道平均水深均能满足鱼类补偿深度要求。乌东德电站下游河道可以为鱼类提供在补偿深度以下的生存空间,只要鱼类在这一区域内生活,即可以避免TDG过饱和的影响。但对于仅适宜在表层水中生活的鱼类,不一定能适应深水流速、水温、底质等其它生境要素,其生境将受到一定影响。

仔幼鱼由于运动能力较弱,躲避不利环境的能力较差,极易受到环境因子变化的影响。根据乌东德水电站泄洪特性及时间,泄洪可能发生在7、8月及9月中下旬和10月上中旬的部分时间。乌东德水电站影响范围内重要珍稀保护及特有鱼类产卵期主要在3~7月,而乌东德电站泄洪期不在这些鱼类的主要产卵期,因此泄洪产生的溶解气体过饱和对仔幼鱼的影响有限。

3.3 生境变化对产卵场、索饵场及越冬场影响

3.3.1 对产卵场的影响

(1) 对产漂流性卵鱼类产卵场的影响。随着金沙江中下游梯级的开发,水生生境由急流流态变成静态或缓流态,使现有产卵场生境发生变化,库区现有的皎平渡产漂流性卵鱼类的产卵场由于生境的改变将消失,鱼类将上溯至库尾及支流产流,在库尾河流态的生

境条件下可能形成新的产卵场。但由于流水江段萎缩,达到鱼卵漂流孵化流速的流程有限,其孵化成活率会明显降低。

(2) 对产粘沉性卵鱼类产卵场的影响。乌东德水电站建成后,将对库区鲮鱼河、尘河汇口、元谋县江边乡等粘沉性产卵场产生淹没影响,库区江段原来适应于底栖急流、砾石、洞穴、岩盘等底质环境产粘沉性卵的鱼类的产卵场,将逐渐移至干流库尾或支流。乌东德库尾江段仍保留一定的流速,在库尾流速相对较大、水位抬高较少的砾石滩,仍可能会成为产粘沉性卵鱼类的产卵场。由于这些鱼类的繁殖多在3~4月份,这时期来水量较小,产卵场规模会较为有限。此外,库区的形成,库岸线的增加将使喜静水产粘性卵鱼类如鲤、鲫以及喜流水产微粘性卵的如鲃亚科(Culterinae)、鲴亚科(Xenocyprininae)的鱼类的产卵环境优化,资源量将急剧增加,成为库区鱼类优势种群。

3.3.2 对索饵场和越冬场的影响

水库建成后,库区水流变缓,营养物质滞留,水体营养负荷增加,浮游生物也将增加。由于绝大多数鱼类仔幼鱼食物为浮游动物,水库的形成成为仔幼鱼的索饵、肥育创造了良好条件,库区将成为良好的鱼类育幼场所。同时,库区也为缓流或静水性鱼类索饵育肥提供了宽阔的空间。但库区的饵料资源种类组成由河流相向湖泊相演变,流水性鱼类索饵肥育场功能相应萎缩。主河道的深潭是鱼类进行越冬的场所,因此,水库蓄水后,库区水位上升,鱼类的越冬场所将有所增加。

4 结 论

(1) 金沙江乌东德水电站建成后,库区江段原来适应于底栖急流、砾石、岩盘等底质环境产粘沉性卵的

鱼类,在库区的种群数量将急剧减少。而适应于缓流或静水环境生活的鱼类,种群数量将上升。随着库区水体体积及水域面积增大,生物生产力提高,鱼类总资源量和渔获量均会升高。

(2) 下泄低温水可能对白鹤滩库区的鲤、鲫、鲃、大口鲈、粗唇鲈、部分鲢科、鳊科、裂腹鱼等亚科鱼类造成繁殖滞后、生长减缓的影响。乌东德水电站泄洪将出现总溶解气体过饱和现象,但各泄水流量下游河道的平均水深均能满足鱼类补偿深度要求。

(3) 库区现有的较平渡产漂流性卵鱼类产卵场由于生境的改变而消失,在库尾河流态的生境条件下可能形成新的产卵场。水库将对库区鲮鱼河、尘河汇口、元谋县江边乡等粘沉性产卵场产生淹没影响,原来适应于底栖急流、砾石、洞穴、岩盘等底质环境产粘沉性卵的鱼类的产卵场,将逐渐移向干流库尾或支流进行繁殖发育。库区水位上升,鱼类越冬场所将有所增加。

参考文献:

- [1] 李浩林. 金沙江下游与长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区鱼类物种多样性比较 [J]. 淡水渔业, 2014, 44(6): 125-129.
- [2] 黄亮. 水工程建设对长江流域鱼类生物多样性的影响及其对策 [J]. 湖泊科学, 2006, 18(5): 553-556.
- [3] 阮娅, 翟红娟, 许秀贞, 等. 乌东德水电站环境影响分析及对策措施 [J]. 人民长江, 2014, 45(20): 98-102.
- [4] 唐会元. 金沙江中游圆口铜鱼早起资源现状 [J]. 四川动物, 2012, 31(3): 416-421.
- [5] 蒋红. 二滩水电站水库形成后鱼类种类组成的演变 [J]. 水生生物学报, 2007, 31(4): 532-539.
- [6] 钟华平. 澜沧江流域梯级开发的生态环境累积效应 [J]. 水利学报, 2007(5), 577-581.
- [7] 谭德彩. 高坝导致的河流气体过饱和及其对鱼类的影响 [J]. 淡水渔业, 2006, 36(3): 56-59.

(编辑: 常汉生)

Analysis of impact on fish resources by Wudongde Hydropower Station construction in Jinsha River

XU Xiuzhen, YANG Fengling, RUAN Ya

(Changjiang Water Resources Protection Institute, Wuhan 430051, China)

Abstract: Wudongde Hydropower Station on Jinsha River is a large-scale hydropower project and its construction will affect the hydrological regime and water environment, which will in turn change the local fish habitat. To explore the fish habitat change in the upstream and downstream of the dam and redistribution of fishes after the project construction, on the basis of collected fish data, the paper analyzes the local fish resources and their appropriate living condition. The analysis results show that after the completion of Wudongde dam, the barrier effect of the dam will cause the fragmentation of fish habitat, the appropriate area for the fish inclined to flowing habitat in downstream area of Baihetan Reservoir will substantially reduces and the suitable habitat will concentrate at the intact area in the downstream of Wudongde hydroproject (the tail reach of Baihetan reservoir) and tributaries. In the meanwhile, the area appropriate for the fishes tending to slow, hydrostatic open waters will increase largely and the fishes will become dominant species in the reservoir area. The research conclusions are helpful to the fish protection in relevant waters after the completion of Wudongde Hydropower Station.

Key words: hydrological regime change; fish habitat change; fish resources protection; Wudongde Hydropower Project