

水工程建设对长江流域鱼类生物多样性的影响及其对策*

黄亮

(北京大学光华管理学院,北京 100871)

摘要:长江流域鱼类种类丰富、资源量大、特有性高、经济种类多,其生物多样性具有重要的生态价值、经济价值和科学价值。流域内鱼类生物多样性由于面临河流梯级开发引起的洄游阻隔、生境破碎和水文情势等改变的严重威胁,种群下降趋势明显。为保护长江流域鱼类生物多样性,有必要更新水工程规划理念和设计技术,修建鱼道等必要过鱼设施,进行水库生态调度,建立鱼类自然保护区和建立生态补偿机制等。

关键词:水工程;鱼类;生物多样性;物种保护;长江流域

Impacts of hydraulic works on fish biodiversity in the Yangtze River Valley and counter-measures

HUANG Liang

(Guanghua Management College, Peking University, Beijing 1000871, P. R. China)

Abstract: The biodiversity of fish in the Yangtze River valley is of great value for the ecology, economy and scientific research as it is characterized with a great variety, abundant resources, high peculiarities and various economic species. But its population tends to go down obviously due to so many threatening factors like the fish-migrating barrier, habitat deterioration and water regime change as a result of the river cascade exploitation, i. e. hydraulic works. In order to protect the biodiversity of fish, it is quite necessary to upgrade the engineering concept and technology for the planning and design of hydraulic works, and build up necessary fish passage facilities like fishway for the reservoir ecology operation, and also essential to create the natural fish reserve and establish an ecological compensation mechanism etc.

Keywords: Hydraulic works; fish biodiversity; the Yangtze River Valley

长江鱼类资源无论种类还是数量都在世界上占据重要位置^[1]。从种类数目看,长江水系有鱼类约 370 种,居我国各水系之首,是我国鱼类物种资源的宝库^[2]。就鱼类资源数量而言,长江水系一直居中国各水系之冠。从天然捕捞鱼产量看,1954 年最高,达 450000t,占同年全国淡水捕捞产量的 60%。分布区局限于长江上游水域的特有种类共 112 种,占该地区鱼类总数的 42.9%。特有种类所占比例之高,超过国内其他任何地区或水系,国际上仅有南美的亚马逊河和非洲的维多利亚湖可与之相比^[3]。在生态习性方面,长江干流产漂流性卵的鱼类达 20 多种,尤以草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)、青鱼(*Mylopharyngodon piceus*)、鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)及鳙(*Aristichthys nobilis*)“四大家鱼”产卵规模最大。据 20 世纪 60-70 年代调查,在从重庆至江西彭泽 1695 km 干流上,共有产卵场 36 处^[4]。这些鱼类在江河流水中繁殖,成熟亲鱼的排卵、受精活动,需要涨水条件的刺激,产出的卵则需要流水携带,在漂流过程中孵化成苗,直至发育成具有主动游动能力的仔鱼,再进入湖泊等水体中肥育成长。此繁殖习性是这些鱼类与长江之间长期相互适应和协调的结果。此外,长江是草鱼、青鱼、鲢、鳙、中华绒螯蟹等多种水产经济动物的主要产地。据不完全统计,目前中国 35 种淡水养殖鱼类土著种中,长江自然分布的有 26 种,其中许多种类的品质被公认为是中国所有水系中最优者^[5]。

鱼类与人类和其他生物物种共同生活在同一生物圈中,所有生物均是相互依存紧密联系的,一个物种的灭绝可能导致其他物种的连续灭绝(次生灭绝),并最终导致整个生态系统的波动和崩溃。就维系水体生

* 2006-01-17 收稿;2006-04-18 收修改稿。黄亮,男,1988 年生;E-mail: andrewhl@sohu.com.

态系统完整性而言,作为江河水体生物主体的鱼类,其生态价值怎么高估都不过分,保护鱼类的生物多样性就是保护人类自己.在净化水质方面,鱼类摄食各种食物,吸收水体中的氮、磷等营养物质通过食物链将其转化为水产品.水产品捕捞出水后既提供了人类食用蛋白质,又有效地降低水体中的氮、磷含量,净化了水体^[6].如1999年以前的一段时间,浙江新安江水库的中心水域一度呈现高富营养化趋势,藻类过度生长,自大量放养鲢鱼后,水库的蓝绿藻被有效控制,水质显著改善^[7].长江流域很多鱼类在中国淡水渔业中具有举足轻重的地位.如上世纪80年代以前鲢、鳙、草鱼、青鱼在长江的捕捞产量约占同年全国淡水捕捞产量的60%.一些种类还具有较高的观赏价值.如上世纪80年代在新加坡举行的世界观赏鱼博览会上,长江上游特有的长薄鳅(*Leptobotia elongata*),以其鲜艳的色彩和奇异斑纹受到青睐,被评为一等奖^[8].

在长期进化过程中,长江上游大量的珍稀、特有鱼类对长江上游特有环境形成了高度的适应性,含有大量特异的遗传物质,是其他物种所不能取代的.譬如从鱼类生物种群的分布格局和系统发育历史,可以探索地质历史上地貌、气候的变化,对研究古地理、古气候有重要的科学价值,还可用作现代生物地理学、系统发育学的研究对象.长江上游珍稀、特有鱼类的特殊形态、适应急流的能力以及行为特征等,可供仿生学研究借鉴.如中华金沙鳅(*Jinshdia sinensis*)能够在江河急流中高速游动,其身体背侧的鳞片上具有发达的棱脊,列成纵行,突出于身体表面,可能具有减少阻力的作用^[9].

1 与鱼类保护相关的水工程建设情况

1.1 已建水工程超过全国总量的一半

流域内已建各类水库45628座、已建在建水电站2441座,超过全国总量的50%.已建水库、电站多分布在支流,已建涵闸多分布在中下游湖区.长江干流已建电站仅葛洲坝水利枢纽工程,在建工程为三峡水利枢纽工程.

1.2 已建工程对鱼类生态需求考虑欠缺

鉴于当时的认识水平、治水理念和经济实力等原因,已往的综合经济规划和水工程开发规划对鱼类等其他物种的生态需求考虑甚少,已建水库、电站、涵闸基本未设过鱼设施;葛洲坝、三峡水利枢纽建成后,长江鱼类生境分割,加之河道渠化,大量自然岸坡被水泥块石护坡取代,将对鱼类的栖息生境产生严重破坏.

1.3 长江上游水电开发强度大

按照《长江流域综合利用规划简要报告(1990年修订)》,长江上游将采取梯级开发的方式以充分利用水能资源.如果这些规划的水工程建成,长江上游的河流将被相对密集的梯级水库取代,若不及时采取有效保护措施,长江鱼类最后的“保留地”将会被毁,该地区大部分鱼类,尤其是绝大部分特有鱼类完成生活史所需要的河流生态系统特有的环境条件将不复存在,很多鱼类的种群数量将因此减少,甚至可能灭绝.

2 水工程建设对长江鱼类生物多样性的负面影响

从20世纪50年代以来,长江鱼类种群数量逐年下降,种群结构小型化、低龄化.主要经济种类如鲥鱼的产量自70年代起明显下降,到80年代初下降到一个极低的水平,几乎无渔汛可言.长江上游的白鲟(*Psephurus gladius*)、中下游的鲸(*Lucpobrama macrocephalus*)已多年未见,濒临灭绝^[10].90年代以来,濒危物种的种数明显增加.一些鱼类在湖泊中绝迹,直接威胁长江鱼类的物种多样性的维持.造成长江流域鱼类生物多样性下降的原因是多方面的,除水域污染、过度捕捞和围湖造田外,水工程建设改变了河流的原生境,新的河流生境给鱼类带来的负面影响无疑是重要原因之一.

2.1 生境破碎和阻隔

修建的水坝和涵闸,使原来连续的河流生态系统被分隔成不连续的环境单元,造成生境破碎.对鱼类最直接的不利影响是阻隔了洄游通道.这对生活史过程中需要大范围迁移的鱼类种类往往是灾难性的.洄游通道的阻隔,也使鱼类的生长、繁殖、摄食等正常活动受到阻碍,影响鱼类种群的补充量.目前,长江流域已有50多个66.7 km²以上的湖泊因建闸坝与长江阻断,其后果之一是渔业捕捞产量仅为建闸前的25%,其中江湖洄游性鱼类由50%降到10%.

阻隔还可能影响不同水域群体之间的遗传交流,导致种群整体遗传多样性丧失,鱼类物种的活力下降.

关于生境破碎导致鱼类种群遗传多样性丧失的问题,国际上已比较关注,但对其影响的程度和机理目前尚无可靠结论.

2.2 坝上江段由河流生境向水库生境转变

2.2.1 水库使某些鱼类特有的繁殖生境消失 水库淹没使某些鱼类特有的产卵场和栖息地不复存在,使适宜某些鱼类产卵的流水生境消失,加之库区水面扩大、流速减缓使上游产下的漂流性鱼卵的可漂流里程缩短,严重时导致鱼卵下沉死亡.此外,流速减缓和静水性鱼类种群的发展将使急流性鱼类种群受到抑制^[11].如丹江口水利枢纽建成后,汉江坝上江段原有一些产漂流性卵鱼类的产卵场如大孤山、安阳口等在建坝后消失.丹江口水库库尾表层流速降低到0.15 m/s时,表层水中已无鱼卵,中层鱼卵也很少,大部分鱼卵沉入库底.因此,汉江上游的白河、前房、肖家湾等河段虽有适合四大家鱼繁殖的产卵条件,但由于这些江段与库区的距离都小于一定温度下“四大家鱼”鱼卵的漂流流程,故上述河段产出的鱼卵漂入丹江口水库后最终都下沉库底死亡.由于上述产卵场的产卵量占汉江上游“四大家鱼”总产卵量的86.6%,因此丹江口水利枢纽建设对汉江产漂流性卵鱼类自然繁殖的不利影响是严重的^[12].

2.2.2 改变了河流自然的季节水位特征,迫使鱼类寻找或适应新的生境 水库蓄水改变了河流自然的季节水位特征.以三峡水库为例,三峡水利枢纽修建前,长江干流宜昌附近天然水位常年为65-69 m之间,三峡水库建成后,采用冬蓄夏泻运行方式,每年5月末至6月初水库水位降至三峡大坝防洪限制水位145 m,10月初开始蓄水,库水位逐步抬高到175 m.因此三峡水库蓄水后,水位抬高且改变了河流自然的季节水位特征,迫使长江鱼类脱离其世代适应的繁殖、栖息和越冬场所,寻找或适应新的环境.

2.2.3 水体透明度增加,对底栖生物食性鱼类不利 水库蓄水后,库区水流变缓,甚至局部出现静水区,上游河段带来的泥沙以及其它一些悬浮物质会在库区沉积.如丹江口水利枢纽蓄水后,由于水库的拦沙作用,库区水的透明度升至100 cm以上.水库建成初期,库区底栖生物量会有一定程度增加,但一段时间水体透明度改变后,鱼类的饵料生物组成和数量将随之减少,底栖生物的生物量又会降至很低,这对以底栖生物为食的鱼类是不利的.

2.3 坝下江段生境变化的影响

2.3.1 河流自然水位周年变幅降低,改变了特有鱼类的关键生境 由于水库调度的调节作用,河流的水位、流速、流量的周年变化幅度降低,长江上中游每年5-6月“四大家鱼”繁殖时所需的季节性涨水和水位日变幅较大的生境消失.坝下自然水位自然变幅趋小直接导致河流沿岸带生境层次简化,部分对流水性鱼类比较关键的生境消失.波峰型产卵鱼类繁殖所需的生态条件得不到满足.可以预见一定时期后,很多原有的适应流水环境的鱼类种群将逐步消失,鱼类种类结构会发生根本性的变化.

2.3.2 清水下泄冲刷河道,导致某些鱼类的产卵场和栖息地减少或消失 上游河道的泥沙大量在水库沉淀后,水库的清水下泄改变了河道原有的水沙平衡,下游的河岸、浅滩被冲刷,必将导致某些鱼类的产卵场和栖息地减少或消失.

2.3.3 低温水下泄引起下游河道水温降低,鱼类繁殖生长推迟 对年调节和多年调节水库,因水交换量小,库区出现水温分层现象.水库下泄的低温水,对鱼类的直接影响是使繁殖季节推迟、出现当年幼鱼的生长期缩短、生长速度减缓等问题.如丹江口水利枢纽兴建以后,由于坝下江段水温降低,使该江段鱼类繁殖季节推后20 d左右,当年出生幼鱼的生长速度减慢、个体难以长大,比较建坝前后冬季的数据,该江段草鱼当年幼鱼的体长和体重分别由建坝前的345 mm、780 g,下降至建坝后的297 mm、475 g.

2.3.4 下泄水气体过饱和,引起鱼苗“气泡病” 水库下泄水流通过溢洪道或泄水闸冲泻到消力池时,产生巨大的压力并带入大量空气造成泄水水气体过饱和,导致鱼类血液循环障碍或吞食气泡,发生鱼苗“气泡病”.气体过饱和和对鱼类的不良影响,在三峡水库蓄水初期已见报道.

3 保护长江鱼类生物多样性的对策及建议

3.1 工程措施

针对必需完成其洄游生活史的鱼类,必要时修建鱼道、鱼梯等过鱼设施.对已建水工程,若鱼类洄游阻隔影响是灾难性的,应考虑对水工程进行相应的改造,以避免或减少人为阻隔.对以防洪、发电、航运、灌溉为

利用目标修建的水工程,当修建目标的价值已经下降,且低于其生态成本时,应有计划地逐步拆除,以尽可能保持江河湖泊生态系统的连通性.此外,用生态保护的理念推动水工程设计创新,建议开展水电站引用水库中上层水发电有关设计技术的研究,以减少水库下泄低温水和下泄气体过饱和水对鱼类的不利影响,要以鱼类生态需求为设计条件,改进和创新水电站消能构筑物设计技术.要十分审慎地开展人工河势调整、河渠维修工程,尽可能维持天然河道的蜿蜒性,维护其自然边坡,维持鱼类等水生生物需要的多样生境.

3.2 非工程措施

3.2.1 以人与自然和谐相处的理念统筹水资源开发和保护 当前国家经济建设对水源水能需求迫切,但目前用于指导实施的规划多是数年前完成的,对鱼类生态保护问题缺乏考虑,难以做到水工程建设中的人与自然和谐,需在新的理念指导下修订流域水资源开发规划,避免造成新的遗憾.要从全流域角度全面考虑干支流、上下游及通江湖泊鱼类生物多样性保护的整体要求,统筹水资源开发与物种保护的关系.

3.2.2 实施生态调度 三峡水库调度要在保障下游河道鱼类越冬、繁殖、秋季育肥最小生态需水量的基础上,按照“四大家鱼”性腺发育和繁殖生理的需要,每年5-6月通过调节下泄流量,保持下游实现连续的涨水过程和幅度较大的日水位波动,为“四大家鱼”繁殖提供水流条件^[13].

3.2.3 建立鱼类自然保护区 鉴于长江上游既是未来中国水工程重点开发区,又是中国鱼类特有物种仅有的聚集区,因此,要十分珍视长江上游尚未进行水电开发河流的“原生境”区域,建议从流域的尺度、规划好鱼类的物种保护.对目前尚未或基本未修建水工程,且鱼类物种及其生境较丰富的长江干流河段和一二级支流,建议开辟一定面积比例的保护区或保留地,不修水电工程,以保护鱼类生物多样性^[14].

3.2.4 加强珍稀物种生境监测 要加强特有生境的日常监测和调查工作,提前对水工程建设可能损毁的特有生境的地形地貌进行测量和摄像,建立生态数据和影像本底资料库,以便为可能开展的特有生境研究和人工恢复提供科学依据.

3.2.5 开展增殖放流工作,适时补充珍稀鱼类的种群数量 抓紧开展珍稀鱼类人工繁殖技术研究,在长江上游建立相应的种质资源库,必要时进行人工增殖放流,补充珍稀鱼类的天然种群数量.

3.2.6 建立生态补偿机制 当长江干流某一河段或某一支流作为保护珍稀鱼类的生态河流时,意味着该地区放弃开发水资源和水能资源的机会和权力,对当地的经济会有影响,因此国家应对保护区放弃开发资源的机会进行生态补偿,以促进鱼类保护区经济快速发展,提高当地人民生活水平.

致谢:本文得到常剑波研究员和黄德林教授级高级工程师的悉心指导,特致谢意!

4 参考文献

- [1] 蔡其华. 健康长江——保护与发展. 武汉:长江出版社,2006:2-14.
- [2] 李思发. 长江重要鱼类生物多样性和保护研究. 上海:上海科学技术出版社,2001:5-13.
- [3] 黄真理. 论赤水河流域资源环境的开发与保护. 长江流域资源与环境,2003,12(4):332-334.
- [4] 易伯鲁,余志堂. 葛洲坝水利枢纽与四大家鱼. 武汉:湖北科技出版社,1988:1-43.
- [5] 李思发. 中国淡水主要养殖鱼类种质研究. 上海:上海科学技术出版社,1998:184-187.
- [6] 黄德祥,张继凯. 论水域的渔业污染与自净. 重庆水产,2003,(4):29-32.
- [7] 董方勇,胡传林,黄道明. 三峡水库水质保护与渔业利用相互关系的探讨. 长江流域资源与环境,2006,15(1):93-96.
- [8] 梁银铨,胡小健. 长薄鳅人工繁殖技术的研究. 水生生物学报,2001,25(4):422-423.
- [9] 湖北省水生生物研究所. 长江鱼类. 北京:科学出版社,1976:152-157.
- [10] 陈大庆,段辛斌,刘绍平等. 长江渔业资源变动和管理对策. 水生生物学报,2002,26(6):685-686.
- [11] 曹文宣,余志堂. 三峡工程对长江鱼类资源影响的初步评价及资源增殖途径的研究. 见:长江三峡工程对生态与环境的影响及其对策研究论文集. 北京:科学出版社,1987:3-17.
- [12] 余志堂,邓中彝,许蕴环等. 丹江口水利枢纽兴建以后的汉江鱼类资源. 鱼类学论文集(第一辑). 北京:科学出版社,1981:77-96.
- [13] 刘建康,曹文宣. 长江流域的鱼类资源及其保护对策. 长江流域资源与环境,1992,1(1):19-22.
- [14] 曹文宣. 长江上游特有鱼类自然保护区的建设及相关问题的思考. 长江流域资源与环境,2000,9(2):131-132.