



水生所与三峡和葛洲坝水利工程中的鱼类保护

刘焕章 黎明政 常涛

CONTRIBUTIONS OF THE INSTITUTE OF HYDROBIOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES TO FISH PROTECTION IN THE CONSTRUCTION OF THREE GORGES DAM AND GEZHOUBA DAM

LIU Huan-Zhang, LI Ming-Zheng, CHANG Tao

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.7541/2020.120>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

[金沙江梯级大坝运行和三峡水库运行水位增高对长江上游干流寡鳞飘鱼仔鱼丰度和分布的影响](#)

EFFECT OF THE IMPOUNDMENT OF DAM CASCADE IN JINSHA RIVER AND INCREASED WATER LEVEL OF THE THREE GORGES RESERVOIR ON THE DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF *PSEUDOLABUCA ENGRAULIS* (NICHOLS) LARVAE IN THE UPPER MAINSTEM OF THE YANGTZE RIVER

水生生物学报. 2019, 43(3): 606–611 <https://doi.org/10.7541/2019.073>

[三峡水库水生态系统健康评价](#)

ASSESSING THE ECOLOGICAL HEALTH STATUS OF THE THREE GORGE RESERVOIR

水生生物学报. 2019, 43(S1): 49–55 <https://doi.org/10.7541/2019.166>

[三峡水库产漂流性卵鱼类繁殖现状及水文需求研究](#)

NATURAL REPRODUCTION AND HYDROLOGIC REQUIREMENTS OF PELAGOPHIL FISH IN THE THREE GORGES RESERVOIR

水生生物学报. 2019, 43(S1): 84–96 <https://doi.org/10.7541/2019.171>

[三峡水库蓄水后长江上游鱼类群聚沿河流–水库梯度的空间格局](#)

SPATIAL PATTERN OF FISH ASSEMBLAGES ALONG THE RIVER–RESERVOIR GRADIENT CAUSED BY THE THREE GORGE RESERVOIR (TGR)

水生生物学报. 2018, 42(6): 1124–1134 <https://doi.org/10.7541/2018.138>

[在不同蓄水位下三峡库区春季水华特征及趋势分析](#)

CHARACTERISTICS OF SPRING ALGAL BLOOMS UNDER DIFFERENT IMPOUNDED LEVELS IN TRIBUTARIES OF THE THREE GORGES RESERVOIR

水生生物学报. 2019, 43(4): 884–891 <https://doi.org/10.7541/2019.105>

[梯级调度下宜昌江段径流变化对中华鲟繁殖活动影响](#)

VARIATION OF RUNOFF IN THE YICHANG REACH OF YANGTZE RIVER AND ITS INFLUENCE TO THE CHINESE STURGEON SPAWNING UNDER THE CASCADED HYDROPOWER OPERATION

水生生物学报. 2019, 43(S1): 97–103 <https://doi.org/10.7541/2016.172>



关注微信公众号，获得更多资讯信息

综述

doi: 10.7541/2020.120

水生所与三峡和葛洲坝水利工程中的鱼类保护

刘焕章 黎明政 常涛

(中国科学院水生生物研究所水生生物多样性与保护重点实验室, 武汉 430072)

摘要: 葛洲坝和三峡水利枢纽是世界上著名的大型水电工程, 对长江中下游防洪、发电、航运、水资源利用等产生了巨大的综合效益。如何减轻葛洲坝-三峡工程对长江流域生态环境及水生生物的影响经历了漫长而激烈的论证过程。中国科学院水生生物研究所(以下简称“水生所”)自始至终参加了这两个工程的水域生态环境影响评价和鱼类保护工作, 并且做出了重要的贡献。在葛洲坝工程的救鱼对象讨论中, 水生所指出救鱼的主要对象是中华鲟; 在救鱼的措施方面, 水生所科学论证了葛洲坝工程不必修建过鱼设施, 中华鲟在葛洲坝下能够自然繁殖, 中华鲟的救护措施以人工繁殖放流和产卵场的保护为主。在葛洲坝工程建设后, 水生所进一步预测了三峡工程对长江珍稀特有鱼类、重要经济鱼类以及渔业的影响, 并且建议在赤水河建立自然保护区, 作为长江上游珍稀特有鱼类的庇护所; 提出最早的生态调度想法, 通过三峡水库的调度形成人造洪峰, 刺激“四大家鱼”产卵等等。实践证明, 水生所做出的工程影响评价和鱼类保护建议是科学的、符合客观实际的, 对国家的决策起到了重要作用。

关键词: 葛洲坝; 三峡; 水生所; 救鱼; 保护措施

中图分类号: S937; S956

文献标识码: A

文章编号: 1000-3207(2020)05-1040-05

河流作为人类文明的要素之一, 一方面为人类提供了重要的食物资源和舟楫之利, 促进了文化、经济的发展, 另一方面洪水泛滥也常常给人类带来巨大灾难。对河流的认识和开发利用成为了人类发展历史的重要组成部分。中华民族很早就开始了对河流的治理, 从古老的大禹治水传说, 到修建于2200多年前的都江堰工程, 以及今天的各种水利枢纽工程, 中国已经成为世界上先进的水利工程大国了。

然而, 现代文明的经验和教训告诉我们, 在开发和利用自然资源的同时, 也要尊重自然, 顺应自然, 保护自然, 水利工程建设也要注意生态环境的保护, 特别是鱼类的保护。三峡和葛洲坝水利枢纽是现代最著名的大型水利工程, 在其建设过程中, 相关的鱼类保护问题也得到了高度重视。中国科学院水生生物研究所(以下简称“水生所”)自始至终都参加了三峡和葛洲坝水利枢纽的水域生态环境影响评价和鱼类保护研究工作, 并且做出了重要的贡献。

收稿日期: 2020-09-17; 修订日期: 2020-09-27

基金项目: 三峡工程后续工作(2136902)资助 [Supported by the Follow-up Work of the Three Gorges Project (2136902)]

通信作者: 刘焕章, E-mail: hzliu@ihb.ac.cn

1 先建葛洲坝后建三峡大坝

在长江三峡修建水电站的设想, 最早可以追溯到伟大的革命先行者孙中山先生。他在1919年《建国方略的之二—实业计划》中就曾经提出在三峡筑坝改善航运、开发水电^[1]。抗战胜利后, 国民党政府和美国政府合作, 对三峡工程进行过勘察、研究, 曾提出过具体开发设想^[1, 2]。新中国成立后, 1953年2月毛泽东主席视察长江时提出要研究三峡问题, 1955年在党中央、国务院的领导下, 长江水利委员会协同有关部门全面开展三峡工程的勘测、科研、设计与论证工作^[3], 水生所自此开始参与三峡工程的论证工作。

1958年, 水生所分别在长江上游四川省巴县的木洞镇(现重庆市巴南区木洞镇)和中游的湖北宜昌市各设了一个工作队, 上游由曹文宣先生负责, 中游由朱居宏先生负责, 围绕三峡工程对长江鱼类资源的影响及救护措施等问题开展工作。同时, 水生所与长江流域规划办公室协作在江津至宜昌江段开展流动调查工作, 相关研究结果形成了我国最早

的关于三峡水库库区江段水生生物的系统资料, 并初步预测了三峡工程建设可能带来的影响。此后, 受当时社会、经济、环境的约束和人们认识的局限, 三峡工程的论证工作持续了数十年之久, 一直到20世纪90年代才开始真正的建设工作^[2]。在修建三峡工程之前, 开展了众多的前期工作, 其中就包括了修建葛洲坝水利枢纽。

葛洲坝水利枢纽是三峡水利枢纽下游的反调节水库和航运梯级, 它的主要任务是消除三峡电站日调节时下游的不稳定流, 改善三峡坝址以下至南津关约40 km峡谷河道的通航条件, 并利用该河段的落差发电^[4]。20世纪70年代, 在湖北省迫切需要大量电力、三峡工程建设推迟的情况下, 考虑到葛洲坝工程工期相对短, 水库淹没损失小, 建成后可获得较多的电能, 又可改善峡谷河段航运条件, 并可为兴建三峡工程作实战准备, 经中央批准, 启动葛洲坝水利枢纽建设工作^[5]。

2 葛洲坝水利工程救鱼对象之争: 中华鲟或是“四大家鱼”及其他鱼类

因葛洲坝建设后将截断长江, 大坝建设对长江鱼类资源将带来怎样的影响、采取什么补救措施等问题受到普遍关注。当时以国家水产总局为主的农林部和以长江流域规划办公室为主的水电部之间, 关于葛洲坝工程救鱼对象和救鱼措施等问题存在一些分歧, 并为此争论了12年^[4]。

1960年, 水生所的易伯鲁、陈佩薰、邓中彝、余志堂等参加了长江流域规划办公室为三峡水利枢纽建设而组织的“四大家鱼”(草鱼、青鱼、鲢、鳙)产卵场协作大调查, 依据调查结果, 提出长江中“四大家鱼”天然产卵场除宜昌外, 在中下游地区也分布有不同规模的产卵场, 否定了之前宜昌江段是“四大家鱼”唯一产卵场的错误认识^[6]。1968年, 水生所承担了“三三〇工程过鱼设施必要性研究”, 并于1970年到富春江和汉江调查四大家鱼自然繁殖情况, 证实富春江七里泷电站和丹江口电站下游仍有家鱼产卵^[7, 8]。通过调查研究, 指出救鱼对象是中华鲟而不是“四大家鱼”。1979年9月, 长江流域规划办公室在汉口召开葛洲坝工程救鱼问题讨论会, 包括国家水产总局和水生所在内的23个单位的相关人员参加了这次会议, 大部分参会代表认为葛洲坝工程主要考虑中华鲟的救鱼问题, 不过农林部国家水产总局认为葛洲坝工程将对长江“四大家鱼”自然繁殖及其他鱼类资源带来较大不利影响, 提出的救鱼范围除了中华鲟外, 还有“四大家鱼”等多种长江鱼类。

1981年2月18—23日, 国家农业委员会召开了葛洲坝工程过鱼设施论证会, 水生所相关代表参加了会议, 会议一致同意救护中华鲟和白鲟, 但是是否要救“四大家鱼”的意见不一。1981年1月4日, 葛洲坝大江截流。同年5—8月, 以中国水产科学研究院为主的科研单位和水生所通过调查发现, “四大家鱼”仍然可以在长江干流上、中游正常繁殖^[6]。基于此调查结果, 1982年2月, 在国家农业委员会举行的第二次葛洲坝救鱼论证会上, 决定只救护中华鲟。

3 葛洲坝是否要修建过鱼设施?

在讨论葛洲坝工程救鱼对象的同时, 采取何种救鱼措施也是争论的焦点。1970年11月27日, 水生所提出《关于三三〇工程葛洲坝下不必修建过鱼设备的报告》^[4]。当时水产总局却提出不同意见, 认为需要兴建过鱼设施以恢复生态平衡。1971年6月16日, 周恩来总理主持葛洲坝工程汇报会时, 明确要求救鱼。此后, 为掌握大坝建设对长江鱼类资源的影响, 长江流域规划办公室委托水生所、四川省水产科学研究所、重庆市长寿湖水产研究所等单位, 开展了鱼类克流能力、集鱼试验、中华鲟网捕和人工繁殖试验等研究, 同时还搜集了大量国内外有关救鱼问题的技术资料, 了解到当时世界上水利工程救鱼措施的发展已从单纯修建过鱼设施向人工繁殖转变^[4]。

1979年9月20—27日, 长江流域规划办公室在汉口召开葛洲坝工程救鱼问题讨论会, 水生所提出针对中华鲟的救护, “最终救鱼措施根本, 是人工繁殖”, “可在下游建立人工繁殖场”, “过鱼设施, 联系到三峡工程, 比较难”, “幼鱼不能过鱼道”; 如果修建鱼道, 中华鲟即便通过鱼道上溯到上游产卵, 再也回不到大海生活, “只上没有下, 没有意义”, “过鱼设备要慎重, 人工繁殖要积极研究”, 这些观点得到众多与会者的支持。但也有观点认为“救助鲟鱼应该是过鱼与人工繁殖并举”; “网捕过坝可以作为一个科研课题”; 甚至有人提出“从实效讲, 最好缓建, 先研究过鱼的主要手段”。农林部水产局则态度坚决地坚持兴建过鱼设施^[4]。

是否兴建过鱼设施的争论仍在继续, 为了不影响葛洲坝工程建设进展, 1980年1月3日, 葛洲坝工程技术委员会第十一次会议决定, “同意在坝区下游大江部分预留一个适当的位置, 以便水产总局会同长办提出有根据的技术经济论证报告和可靠技术措施后, 在技术委员会下次会议上讨论确定(是否修建鱼道)”^[4]。

同时, 相关部门成立考察组分别到前苏联和美

国进行考察。考察结果认为前苏联的河流修建过鲟鱼的升鱼机或鱼闸效果不理想,而集运渔船还处于试验阶段,网捕亲鱼过坝成为主要手段;美国当时建造的针对鲟科鱼类的鱼道并未成功,国际上当时救护方向是人工繁殖。1981年2月14日,时年81岁的水生所伍献文院士提出了《葛洲坝水利枢纽修建鱼道问题应慎重考虑》的建议,提出鉴于国外在水坝上修建的过鱼设施通常不成功,中华鲟个体比国外鲟鱼个体大,且数量少,在江面宽、江水深、流速高的长江中建造过鱼设施很难达到救护目的,并预测在坝下江段,中华鲟的性腺可能发育成熟并产卵;主张在坝下捕捞成熟亲鲟,进行人工繁殖放流,在人工繁殖放流站建成前,可网捕亲鲟过坝^[3]。

1981年1月4日,葛洲坝大江截流,10—11月,水生所等科研院所在宜昌至石首江段发现性腺发育到IV期的中华鲟亲鱼,证实了中华鲟能够在葛洲坝下性腺发育成熟的推断。1982年3月和6—7月,水生所又分别在沙市江段和崇明江段采集到中华鲟幼鱼,证明在葛洲坝大江截流前溯游到上游的中华鲟亲鱼仍能在长江自然繁殖。1982年10—11月,水生所在葛洲坝下游的宜昌江段调查到大量鲟鱼卵和刚孵化的鲟鱼苗,首次证实中华鲟在葛洲坝下找到了新的产卵场,可以成功自然繁殖。长江水产研究所也在11月初采集到了中华鲟卵^[4, 6]。随后,国家经委、农牧渔业部和水电部联合调查组到现场作了核实,并于1982年11月23日召集水生所、长江水产研究所、四川省农科院水产研究所、葛洲坝工程局水产处和长江流域规划办公室等九个单位的水产科技人员进行座谈,一致认为中华鲟在葛洲坝下产卵和正常孵化是事实,能够在坝下江段依靠天然繁殖保持该物种^[4, 6, 9]。

鉴于上述事实,1982年12月28日,受国务院领导委托组织论证葛洲坝工程救鱼问题的国家农业委员会、水电部、农牧渔业部和葛洲坝工程技术委员会等6部门负责人联名向国务院写书面报告,明确提出,中华鲟的救护措施,可以不考虑修建过鱼建筑物,以免造成经济上的巨大损失浪费,建议继续进行中华鲟坝下产卵场的调查、坝下人工繁殖的研究,网捕过坝作补充措施,严格禁捕等。至此,长达12年的“葛洲坝救鱼之争”划上句号^[10]。此后,这些论证中的一些分析和预测经时间的实践检验,均被证实是符合客观实际的。正是水生所伍献文院士、曹文宣先生等鱼类学专家的科学论证,才使得葛洲坝水利枢纽建设中鱼类保护问题得到圆满解决,并为以后水利工程建设中的鱼类保护工作

提供了十分宝贵的经验。

4 三峡水利枢纽工程建设对长江鱼类有什么影响?

葛洲坝工程建设后,长江三峡工程建设论证工作日趋紧迫。1984—1990年,水生所主持了三峡工程前期重大课题和国家“七·五”重点科技攻关项目中有关三峡工程对长江水域生态的影响和对策等专题研究。曹文宣先生执笔撰写了《长江三峡水利枢纽环境影响报告书》的水生生物部分,论证了三峡工程对长江珍稀、特有鱼类、重要经济鱼类以及渔业的影响,并提出了相应的对策和建议。水生所的研究报告指出:三峡成库后,由于上游环境的改变,约40种鱼类受到不利影响,其中2/5为上游特有鱼类,其栖息地面积缩小约1/4,种群数量相应减少;“四大家鱼”上游的产卵场将上移,卵苗滞留在库区内,资源量将增加;中游“四大家鱼”的繁殖将受到不利影响;中华鲟等珍稀濒危物种的生存条件将进一步恶化,尤其是径流的强烈变化,可能对中华鲟资源产生直接不利影响,须引起重视^[11]。

1996年开始,水生所承担了“长江三峡工程生态与环境监测系统”的鱼类和珍稀水生动物监测重点站的工作,对三峡库区及邻近江段鱼类资源的变化情况开展了长期的监测^[12]。相关监测结果,证实了《长江三峡水利枢纽环境影响报告书》所提出的预测。

5 针对三峡工程影响采取的重要保护措施——在赤水河建立长江上游珍稀特有鱼类保护区

为了缓解三峡工程建设对长江上游特有鱼类的不利影响,1991年,水生所曹文宣院士就在《长江三峡水利枢纽环境影响报告书》中建议选择赤水河作为保护区。此后,“八五”期间(1992—1995年),曹文宣院士团队承担了科技攻关专题“长江上游鱼类自然保护区选址与建区方案的研究”,论证和建议赤水河作为保护区。1999年和2000年,曹文宣院士在全国政协大会上分别提交《建立赤水河长江上游特有鱼类自然保护区》和《为保持茅台酒等名酒特有的品质,建议不要在赤水河干流修建水电工程》的提案,引起了政府部门和人民群众的广泛关注,并促使沿岸省份放弃了在赤水河干流进行水电开发的计划。2005年“长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区”成立,赤水河整个干流及其部分源头支流均被纳入了该保护区^[13]。从保护区成立至今,曹文宣院士团队一直承担着赤水河流域的生态环境监测工作,对赤水河的鱼类资源和环境因子

进行了长期而系统的监测与研究^[14]。这证明了受三峡工程和金沙江下游水电开发不利影响的许多珍稀特有鱼类可以在赤水河完成其生活史过程, 赤水河成为长江上游鱼类重要的庇护所。

6 人造洪峰——生态调度概念的萌芽

“四大家鱼”是我国重要的经济鱼类, 长江是其主要的种质资源库。四大家鱼以及鳡、鳤、鮀、赤眼鳟等鱼类, 是适应于东亚季风气候的鲤科东亚类群, 具有产漂流性卵的习性。在其繁殖期, 当水温达到18℃, 河水上涨时产卵。但是, 水库调度的一个重要变化就是削平洪峰, 减小水位变化。针对这一情况, 水生所曹文宣院士提出在5—6月四大家鱼主要繁殖季节, 通过三峡水库的调度, 安排几次较大的下泄流量, 强化坝下江段的涨水过程, 以满足四大家鱼产卵所需的涨水条件^[11, 15]。这也是现代非常流行的生态调度概念的早期萌芽。

2003年三峡水库蓄水后, 根据水生所等科研院所的调查, 长江中游“四大家鱼”自然繁殖受三峡水库运行影响, 出现了繁殖时间推迟、繁殖规模下降等问题^[16]。为了改善长江中游“四大家鱼”繁殖条件, 2011年起, 三峡水库开始实施促进长江中游四大家鱼自然繁殖的生态调度试验, 根据相关监测, 该措施对“四大家鱼”资源的恢复起到了积极的作用。

时至今日, 葛洲坝水利枢纽已经建成运行了40年, 三峡水库也于2010达到175 m的设计蓄水水位。葛洲坝和三峡枢纽对鱼类产生的影响已经显现并在继续。水生所提出的相关鱼类保护措施在消除工程的不利影响方面发挥了重要作用。包括赤水河在内的长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区、三峡水库生态调度等措施的实施对长江鱼类的保护起到了积极的作用。当年建立的一些工作站也一直沿用至今, 为长江鱼类的研究提供了重要的长序列资料。令人遗憾的是, 长江中的中华鲟连续多年没有自然繁殖, 其境况堪忧。但是, 中华鲟的境况不是修建鱼道可以解决的。相反, 人工繁殖放流及现有产卵场的保护与修复工作为中华鲟的保种和种群恢复提供了希望。

此外, 与中华鲟同样受到关注的鱼类还有白鲟。由于其可以在淡水中完成生活史的全过程, 其对洄游的需求没有中华鲟强烈, 在葛洲坝救鱼讨论的后期没有重点考虑。2020年初, 白鲟被宣布灭绝^[17], 其主要原因是过度捕捞和生境的片段化等各种人类活动。作为比中华鲟体型更大的鱼类, 同样也难以在葛洲坝和三峡工程建设中为其修建鱼道。由于白鲟是一种凶猛的肉食鱼类, 长江中的高强度捕

捞不仅对于白鲟本身是一种压力, 其饵料鱼类的减少, 也是一种重要的胁迫因子。现党中央已作出“长江禁渔十年”的决策, 长江中捕捞活动给鱼类的压力将会消失, 但是大坝的影响仍然存在。农业部2015年制定了《中华鲟拯救行动计划》, 为拯救中华鲟物种提出了综合性的措施。水生所的鱼类学工作者正在依据长期的研究结果, 为中华鲟的种群恢复贡献力量。水生所的科研人员正和全国人民一起共同努力, 希望长江的鱼类资源能够恢复繁盛。

致谢:

本文承中国科学院水生生物研究所曹文宣院士提出修改意见, 特此致谢。

参考文献:

- [1] Wang R S. Retrospect of Three Gorges Project demonstration [J]. *Journal of China Three Gorges University (Natural Sciences)*, 2009, **31**(6): 1-5. [王儒述. 三峡工程论证回顾 [J]. 三峡大学学报(自然科学版), 2009, **31**(6): 1-5.]
- [2] Wu F. Decision research of the Three Gorges Dam [D]. Beijing: Party School of the Central Committee of C. P. C., 2019: 1-196. [武菲. 三峡工程决策研究 [D]. 北京: 中共中央党校, 2019: 1-196.]
- [3] Lin Y S. Reminiscences of Lin Yishan [M]. Beijing: Fangzhi Press, 2004: 1-407. [林一山. 林一山回忆录 [M]. 北京: 方志出版社, 2004: 1-407.]
- [4] Wang H, Wang X. Advantages and Disadvantages of Water-control: The Biography of Wen Fubo [M]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University Press, 2014: 1-345. [王红, 王学. 治水殆与禹同功: 文伏波传 [M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2014: 1-345.]
- [5] Changjiang Water Resources Commission. Review on the design of Gezhouba project and its verification [J]. *Yangtze River*, 2002(2): 2-7. [水利部长江水利委员会. 葛洲坝水利枢纽设计回顾及验证 [J]. 人民长江, 2002(2): 2-7.]
- [6] Cao W X, Deng Z L, Yu Z T, et al. Fish rescue for Gezhouba Dam [J]. *Resources Development and Protection*, 1989(3): 8-12. [曹文宣, 邓中舜, 余志堂, 等. 葛洲坝水利枢纽工程的救鱼问题 [J]. 资源开发与保护, 1989(3): 8-12.]
- [7] Zhou C S, Liang Z X, Huang H N. Ecological features of the spawning of certain fishes in the Hanjiang river after the construction of dams [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1990, **7**(2): 5-188. [周春生, 梁秩燊, 黄鹤年. 兴修水利枢纽后汉江产漂流性卵鱼类的繁殖生态 [J]. 水生生物学报, 1990, **7**(2): 5-188.]
- [8] Liu J K, He B W. Freshwater Fish Culture in China [M]. Beijing: Science Press, 1992: 1-200. [刘建康, 何碧梧. 中国淡水鱼类养殖学 [M]. 北京: 科学出版社, 1992: 1-200.]
- [9] Huang Z L, Wang L H. The Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*) conservation—Introspection, reform and innovation [J]. *Journal of Lake Sciences*, 2020, **32**(5): 1320-

1332. [黄真理, 王鲁海. 长江中华鲟(*Acipenser sinensis*)保护——反思、改革和创新 [J]. *湖泊科学*, 2020, **32**(5): 1320-1332.]
- [10] Gezhouba Representative Office of Ministry of Water Conservancy and Electric Power and Yangtze River Water Conservancy Committee ed. Fish Rescue (part two of the fourth volume), Selected Works of the Colloquium on Major Technical Issues of Gezhouba Dam [C]. 1989: 1-347. [水利电力部驻葛洲坝代表处和水利部长江水利委员会. 葛洲坝工程重大技术问题讨论文集: 第四分册(下册)救鱼 [C]. 1989: 1-347.]
- [11] Cao W X, Yu Z T, Xu Y X, et al. Preliminary Evaluation on the Impacts of the Three Gorges Dam on the Yangtze River Fish Resources and Research on Methods of Resource Propagation [C]. Proceedings for the Impact of Yangtze Three Gorges Project on Ecological Environment and Conservation Measures, 1987: 3-17. [曹文宣, 余志堂, 许蕴玕, 等. 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 [C]. 长江三峡工程对生态与环境影响及其对策研究论文集, 1987: 3-17.]
- [12] Wu B F, Yuan C, Zhu L. Characteristics of the ecology and environment monitoring system of the Three Gorges Project [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2011, **20**(3): 339-346. [吴炳方, 袁超, 朱亮. 三峡工程生态与环境监测系统的特点 [J]. 长江流域资源与环境, 2011, **20**(3): 339-346.]
- [13] Shun Z Y, Zhang M, Cheng Y B. Protection of the rare and endemic fish in the conservation area located in the upstream of the Yangtze River [J]. *Freshwater Fisheries*, 2014, **44**(6): 3-8. [孙志禹, 张敏, 陈永柏. 水电开发背景下长江上游保护区珍稀特有鱼类保护实践 [J]. *淡水渔业*, 2014, **44**(6): 3-8.]
- [14] Liu F, Liu D M, Yuan D C, et al. Interannual variations of fish assemblage in the Chishui River over the last decade [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2020, **44**(1): 122-132. [刘飞, 刘定明, 袁大春, 等. 近十年来赤水河不同江段鱼类群落年际变化特征 [J]. *水生生物学报*, 2020, **44**(1): 122-132.]
- [15] Liu J K, Cao W X. Fish resources of the Yangtze river basin and the tactics for their conservation [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 1992, **1**(1): 17-23. [刘建康, 曹文宣. 长江流域的鱼类资源及其保护对策 [J]. 长江流域资源与环境, 1992, **1**(1): 17-23.]
- [16] Li M, Duan Z, Gao X, et al. Impact of the Three Gorges Dam on reproduction of four major Chinese carps species in the middle reaches of the Changjiang River [J]. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 2016, **34**(5): 885-893.
- [17] Zhang H, Jarić I, Roberts D L, et al. Extinction of one of the world's largest freshwater fishes: Lessons for conserving the endangered Yangtze fauna [J]. *Science of The Total Environment*, 2020(710): 1-7.

CONTRIBUTIONS OF THE INSTITUTE OF HYDROBIOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES TO FISH PROTECTION IN THE CONSTRUCTION OF THREE GORGES DAM AND GEZHOUBA DAM

LIU Huan-Zhang, LI Ming-Zheng and CHANG Tao

(The Key Laboratory of Aquatic Biodiversity and Conservation of Chinese Academy of Sciences, Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072, China)

Abstract: The Gezhouba Dam (GD) and the Three Gorges Dam (TGR) are the world's largest cascade hydropower stations, which have a comprehensive efficiency on flood control, power generation, navigation and irrigation in the middle and lower reaches of the Yangtze River. However, before the construction of the GD and TGR, it had undergone a long-term debate on how to mitigate their influence on the ecological environment and aquatic organisms of the Yangtze River. Throughout this process, the Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences (IHB) made a great contribution to evaluating the impact of GD and TGR on the fish resource of the Yangtze River and mitigation measures. In the discussion of conservation priority, the IHB pointed out the Chinese sturgeon was the most critically endangered species. To save this species, the IHB demonstrated Chinese sturgeon could reproduce naturally below the GD and the artificial propagation and spawning ground protection were the main conservation measures, which could be used as the substitute for the unnecessary measures of fish passages. After the construction of GD, the IHB further predicted the TGR would have adverse effects on the fish resources of the Yangtze River and suggested establishing the Chishui National Nature Reserve, which could give shelter to the rare and endemic fishes in the upstream Yangtze River. With the impoundment of the Three Gorges Reservoir (TGR), the IHB first proposed to create artificial floods to induce the spawning of four major Chinese carp species. This is the so-called "ecological schedule". Up to time now, most of the mitigation measures proposed by the IHB had been proved scientific and effective. For the long-term efforts to fish protection, the IHB has played a positive role in the ecological conservation of the Yangtze River and sustainable development of fishery resources.

Key words: Gezhouba Dam; Three Gorges Dam; Institute of Hydrobiology; Fish protection; Mitigation measures