

· 学科进展与展望 ·

关于国家自然科学基金重大项目 “大型水利工程对长江流域重要生物资源长期 生态学效应”的研究进展及建议

陈越¹ 庄志猛² 于振良¹ 陈领¹ 胡景杰¹ 杜生明¹

(1 国家自然科学基金委员会生命科学部, 北京 100085;

2 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

[摘要] 文章简要介绍了“大型水利工程对长江流域重要生物资源长期生态学效应”基金重大研究项目的立项背景及取得的重要研究进展。针对流域生态系统的演变以及人类活动对流域生态系统的影响是一个长期的、渐变的过程, 实事求是地指出本研究的深度和广度还远远不能满足系统揭示大型水利工程长期生态学效应的要求。在分析我国江河流域资源开发利用事业面临的新矛盾和新挑战以及内陆水域水资源、水生生物资源开发利用科技现状和发展动态的基础上, 提出了“组织实施国家重要流域水利水电工程与生态资源环境和谐发展重点专项”的建议, 推动生态水利、流域生态、生态修复学科创新, 重点解决重大基础理论问题、创新和集成流域水资源利用与流域资源环境养护高新技术, 为国家决策提供有科学和国际法依据的数据支持、维护国家流域权益、保障江河湖泊生态安全、支撑水利水电产业发展。

[关键词] 重大项目, 大型水利工程, 生物资源, 生态学效应, 建议

1 项目的立项背景

大型水利工程是支撑国家经济社会发展的重要基础设施之一。长期以来, 水利水电工程在优化资源配置、保障能源安全、抵御自然灾害和促进经济发展等方面发挥了巨大的作用。为此, 党的十七届三中全会对于加快国家基础设施建设进一步提出了明确的要求。目前, 以三峡工程等为代表的西部水能资源开发已成为我国一项重要能源战略, 以满足国家经济发展日益增长的电力需求, 这些举措对于调整经济结构、促进经济增长方式转变、构建和谐社会都具有重大意义。

然而, 我国的大型水利水电工程, 如嘉陵江、澜沧江、金沙江、怒江的水梯级开发, 大多地处生态敏感区和生态脆弱区。在发挥其重要作用的同时, 这些重大工程的建设与运行所造成的土地淹没、径流调节、河流阻隔等效应将对流域生态系统带来一

定的负面影响。众所周知, 我国的江河治理和水电开发历史悠久, 不但有特殊的实践性与社会性, 还有大型水利工程对经济和生态影响的长期性。水利水电工程建设与运行离不开科学发展观的指导, 特别是随着科技的进步和公众环境保护意识的提高, 我国的水利水电工程建设已经完全进入生态约束阶段。科学发展观要求水利水电建设必须遵循环境友好、生态协调的原则, 走流域资源开发与生态环境保护和谐发展之路。为此, 国家自然科学基金委员会在“十五”末期提出了“大型水利工程与生物资源可持续利用关系”的命题, 经过充分研讨, 形成了“大型水利工程对长江流域重要生物资源长期生态学效应”基金重大研究项目(30490230)。在立项过程中, 进一步明确了研究方向, 凝练了关键科学问题, 将该项目作为开展流域生态系统研究的重要切入点, 以三峡工程为重点, 将长江流域生态系统当作一个有机的整体, 以背景场动态过程(物理的: 水文、水动力

本文于2009年7月20日收到。

学等;化学的:生源要素、生物地化等;地形地貌:江河阻隔、库区淹没等)和生物过程相互作用和耦合为核心,紧扣流域生态系统的连续性、阶梯性和流动性特征,研究典型区域生态系统(如库区、下游和河口)的结构、功能及时空演变规律以及子系统间的相互作用,定量大型水利工程物理、化学和生物过程对水生生态系统的影响以及生态系统对其变化的反馈机制,解析大型水利工程对重要经济生物资源的影响机制,以期为建立我国可持续发展的流域经济、合理的流域管理体系和符合生态安全的水资源开发制度提供科学依据。

可以说,国家自然科学基金重大项目“大型水利工程对长江流域重要生物资源长期生态效应”的组织实施,是《国家中长期科学和技术发展规划纲要》中“把发展能源、水资源和环境保护技术放在优先位置,下决心解决制约经济社会发展的重大瓶颈问题”的具体体现,同时还紧扣《国家中长期科学和技术发展规划纲要》提出的“水资源优化配置与综合开发利用”和“生态脆弱区域生态系统功能的恢复重建”等优先主题,此外,项目的实施还促进了交叉学科的发展。

2 项目取得的重要进展

国家自然科学基金“大型水利工程对长江流域重要生物资源的长期生态效应”重大项目历经近5年(2003—2008)的研究,于2009年3月15日通过了国家自然科学基金委员会生命科学部组织的专家组的结题验收。该项目以长江流域重要经济和珍稀鱼类、长江口及其邻近水域主要生物资源为研究对象,紧扣三峡水利枢纽建设及其调度运行特征,以三峡库区、长江中下游干流和长江口及其邻近水域等三个重点区域的生态系统结构与功能为主要研究背景场,开展大型水利工程造成的河流环境条件变化对重要水生生物资源的长期生态学效应研究。项目完成了原计划研究内容,取得了如下研究进展和成果:

(1) 通过多学科合作,采用历史资料分析、现场观测与调查、实验观察、理论分析和模型计算等手段,获取了大量的多学科联合调查基础数据,建立了包括水文、水动力学、水温、溶解气体、生态能量通道等14个数学模型,形成了生态水文评价指标体系和生物完整性评价体系。

(2) 揭示了三峡蓄水期间,下游沿程水温、溶解气体、水文过程的变化规律,发现了三峡蓄水导

致的滞温现象可能是引起中华鲟繁殖滞后的主要原因。

(3) 描述了库区及坝下江段生源要素的分布、沿程补充及收支情况,阐明了三峡蓄水期间,库区、长江口及邻近水域水生生物群落的演替关系及其与水力学环境的关系,获得了三峡库区上游江段、坝下江段及汉江中下游干流“四大家鱼”等产漂流性卵鱼类的繁殖规模观测资料。

(4) 建立了一个基于WEB的项目信息共享与管理平台,实现了项目数据共享、信息交流的网络化。

(5) 建立了一支以水生生物学、生态学、水产资源学为主体,与水文学、水利水电工程学、生物地球化学等学科相互交叉的研发队伍,发展了分子生态学、生态系统营养动力学、生态水文学、生态水利学和流域生态完整性评价等交叉学科并推动在流域生态系统的研究与应用。

(6) 项目实施期间,撰写并发表了学术论文295篇(其中SCI收录42篇、EI收录17篇),完成专著1部;申请国家发明专利16项(其中15项获得授权);组织、参加国际和国内学术会议65次,充分展示了我国流域生态学研究最新进展,促进了国际合作交流。

值得指出的是,利用该项目部分研究方法和成果,项目组相关单位开展了涉及长江干流、金沙江、澜沧江、雅鲁藏布江、乌江、大渡河等西南诸河的大部分干、支流等区域的拓展性研究,在认识流域鱼类区系组成及生态特点、开展大型水利工程建设对水生态的影响预测评价和回顾性分析、大型水利对重要生物类群影响机理及重要生物物种、遗传、生境多样性的保护技术研发与实践等方面提供了不可多得的基础数据和理论指导。

3 项目未能回答的科学问题

流域生态系统的演变以及人类活动对流域生态系统的影响是一个长期的、渐变的过程。因此,全面、系统揭示大型水利水电工程对流域生态系统的影响,不仅需要中小尺度多学科(物理、生物、化学等)观测资料,而且需要大尺度、长周期的观测资料。已经结题的重大基金项目“大型水利工程对长江流域重要生物资源长期生态学效应”历经近5年的多学科整合研究,在目标对象的栖息地环境需求、流域重要生物资源种群动态特征及其对生境条件变化的响应模式、大型水利工程建设 and 运行导致的生境破

碎化、河流水文与水动力过程变化、水域营养物质时空分配和迁移模式变化所导致的生物地球化学过程变化及其生态效应、关键物种种群破碎化所引起的遗传多样性改变的时空特征、河口食物网结构变化等方面取得了一系列成果,提出了大型水利工程生态调度运行、河流生态修复的措施和实施途径。然而,应当看到,项目实施期间正处于三峡水库试验性蓄水期间(蓄水水位尚未达到175米正常蓄水位),工程带来的生态环境影响可能还远未显现出来;另外,与三峡工程兴建后水生态系统达到新的相对稳定状态所需的时间相比,项目研究的目标对象(物种、区域)和时间序列还十分有限,项目实施过程中所观测到的现象仅仅是长江流域生态系统演变过程中的一小部分,尚难系统回答:(1)大型水利工程对流域生态水文学环境影响的形式和程度;(2)水文生物地球化学过程变化程度及对重要水生生物产生影响的机理与过程;(3)大型水利工程对关键区域生态系统结构与功能多样性的影响;(4)生境条件改变对重要生物物种生存影响的形式等关键科学问题。因此,可以说,该基金重大项目所取得的科学认知是十分重要和宝贵的,但还很不全面。例如,三峡工程兴建后,长江流域生态系统中每个子系统特别是水域系统都要被迫经历由受损/扰动到趋于稳定的发展过程,在流域水沙过程及河道的冲淤演变方面,水文情势变化和生物地球化学循环过程成为了揭示大型水利水电工程长期生态学效应中的一个关键科学问题和全球性研究热点。此外,三峡工程蓄水水位达到175米正常蓄水位后,导致的次生环境(库区淹没、库周沼泽化和盐渍化、下游河道淤积和干涸、河口海水入侵等生境破碎化)的形成规模、格局及其演化动态(偏途演替和逆向演替),都需要长期的观测,以认识次生境对原生境生物资源的生态作用和过程。然而,由于种种原因,该项目虽就三峡工程引起的环境演变及其生态学效应方面开展研究,但项目进行过程中所涉及的部分地形学研究的深度和广度还远远不能满足系统揭示大型水利工程长期生态学效应的要求。

4 亟待解决的重大科学问题及建议

随着经济全球化进程不断推进,科技的国际化竞争更加激烈。陆地资源、环境和能源逐步成为我国经济可持续发展瓶颈,水能资源开发与利用以及流域生态安全地位日显突出。进入“十二五”,我国江河流域资源开发与利用事业面临新矛盾和

新挑战:一是江河流域生态安全面临公众社会压力;二是江河流域(包括河口水域)生物资源开发过度,水能资源开发还有潜力;三是主要流域环境恶化态势难以有效遏制;四是全球变化、人类活动(水利工程、沿江污染)影响流域资源环境难以甄别,流域资源环境养护高技术能力亟待提高。科技是流域水资源开发利用和生态资源环境和谐发展的基石。多年来,我国一直在通过各类科技计划加大对水利工程和流域生态养护科技的投入,目前已形成了学科比较齐全的内陆水资源开发利用科技体系,在水利水电工程技术开发、流域生物资源与环境研究方面取得了一系列重大成果,为国民经济建设做出了重要贡献。在科技的支撑下,主要江河湖泊渔业等传统产业的产品结构不断优化,通过科学规划、充分论证、谨慎决策、精心设计、有序开发,超越传统水利水电工程开发模式的生态水利工程建设方兴未艾。进入“十一五”,国家实施生态安全战略,一批与水利工程学、流域生态学、生态水文学,环境水力学相关的理论、技术研究项目得以实施,我国流域水利水电和环境保护科技逐步走向国际高技术前沿。

我国流域水资源开发利用和生态资源环境和谐发展研究目前正处在由小尺度向大尺度、由局部区域向全流域、由纯水利水电工程措施向开发与保护并重的发展转折期,与水利水电工程给我们带来巨大效益相比,投入不足问题仍十分突出,特别对于那些跨国流域,在生态资源环境和谐发展中处于被动局面。主要表现在:大型水利工程周边环境与相关水域调查程度低且缺乏连续性,因环境认识不够而难以实施有效的综合管理;流域生物多样性探测起步较晚,在协调流域水资源开发和生物资源环境矛盾中难以制衡;流域基础数据积累不足、流域(物理、生物、化学、气象、地质)数据体系不健全且难以实现有效共享,成为科研工作、环境预报监测、突发事件应急处理等的制约瓶颈,难以为决策提供有效支撑。当代流域水资源开发与利用以高科技和高投入为特征。作为一个水利大国,我国如果不能迅速获取相关流域科技成果,必将制约未来我国对重要流域水资源可持续利用的准确分析和科学决策。针对上述问题,应该组织实施国家重要流域水利水电工程与生态资源环境和谐发展重点专项,重点解决重大基础理论问题、创新和集成流域水资源利用与流域资源环境养护高新技术,为国家决策提供有科学和国际法依据的数据支持,对维护国家流域权益、保障江

河湖生态安全、支撑水利水电产业发展、提升流域科技自主创新能力等均具有重大意义。在思路,应以满足国家战略需求、瞄准世界科技前沿为目标,坚持“突出重点与全面发展结合、近期安排与长远部署结合、整体布局与分类实施结合”的原则,针对重要流域水资源开发的新特点和新需求,围绕战略性基础研究、流域水资源开发与保护技术、流域环境保护技术等三大主题,重点开展流域生态安全保障、生物资源可持续利用、流域环境监测装备等技术领域的科学与技术研究,为维护流域生态安全、促进流域水资源可持续利用与协调发展提供强有力的科技支持。在战略性基础研究方面,亟待开展的研究包括:(1)全球气候变化及梯级开发影响下重要流域(如长江、黄河等)生态水文特征变化;(2)大型水利水电工程引起的水沙变异过程;(3)筑坝河流重要水生生物栖息地演替驱动机制;(4)重要生物资源生命周期的关键生态水文学/水力学过程;(5)大型水库泥沙吸附、解吸、沉降、再悬浮过程及其对生源传输影响;(6)水电梯级开发对长江上游珍稀特有鱼类生境要素及自然繁殖的影响;(7)梯级水库的多目标优化调度理论与生态调度模式等。对上述关键科学问题继续进行深入探索,不仅可以有力促进交

叉学科的发展,而且对于协调水电开发与生态保护的关系、构建和谐社会的具有重大的指导意义。

5 结语

我国水利水电事业经历过50年代的技术制约、改革开放初期的经济制约以及20世纪90年代的市场制约三个历史时期。进入新世纪,生态与环境保护已经成为水利水电工程建设与运行的重要制约因素,如何切实解决大型水利工程的环境友好、生态协调问题,是建设资源节约型、环境友好型社会赋予我们的一项历史使命,也为发展生态水利学、生态水文学、流域生态系统学、水生生物资源保护学等学科提供了新的学科增长点和不可多得的历史机遇。我们一定要有高度的历史责任感、强烈的忧患意识和宽广的世界眼光,立足科学发展,着力自主创新,在研究方法上加强多学科交叉、渗透和综合,在研究重点上瞄准资源、环境、气候等与人类生存与发展密切相关的重大问题,在研究方式上提倡全球化和国际化,在研究手段上不断采用高新技术,逐步做到全覆盖、立体化、自动化和信息化,实现流域水资源与环境可持续利用科技创新,开创流域资源开发与生态环境保护和谐发展之路。

CONSIDERATIONS AFTER THE NSFC MAJOR PROGRAM: THE LONG-TERM ECOLOGICAL EFFECTS OF THE LARGE DAMS ON THE IMPORTANT LIVING RESOURCES

Chen Yue¹ Zhuang Zhimeng² Yu Zhenliang¹ Chen Ling¹ Hu Jingjie¹ Du Shengming¹

(1 National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085;

2 Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

Abstract This paper briefly introduced the study background and important progress of NSFC major program (30490230) “Long-term ecological effects of the large-scale hydraulic projects on important living resources”. The effect of ecosystem changes and anthropic activities on the ecosystem of Changjiang valley is long-term and gradual. It is indicated that the depth and extent of this study factually is far away from the requirement of uncovering the long-term ecological effect of large-scale hydraulic projects. Proposal: organize the implementation of special key programs focusing on harmonious development of hydraulic & hydropower projects with ecological resources and environment of important valleys in China; emphasize solving major basic theoretic issues, innovation and integration of advanced technologies in water resources utilization, and ecological resources and environment maintenance; provide data with scientific evidence and conformable to international laws for state decision-making; protect the rights of state valleys and the ecological safety of rivers and lakes, and support the development of hydraulic & hydropower industry.

Key words major program, large dams, living resources, ecological effects, suggestion