

我国库坝建设对河流生态系统服务功能的影响与战略对策

杨爱民,王浩,王建华,王琳,赵勇

(中国水利水电科学研究院水资源研究所,100038,北京)

摘要: 客观地分析了我国库坝建设对河流生态系统社会经济服务功能和自然生态服务功能正负两方面的影响。库坝建设大大提高了河流生态系统的社会经济服务功能,而降低了自然生态服务功能。由于调蓄洪水、供水、水力发电、减少温室气体排放和发展低碳经济等的需要,继续建设水库和大坝是我国未来一定时期的必然选择。提出了提高我国河流生态服务功能的战略对策。

关键词: 水库;大坝;河流生态系统;生态系统服务功能;战略对策

Impact of reservoir and dam construction on river ecosystem service function and strategic countermeasures in China//Yang Aimin, Wang Hao, Wang Jianhua, Wang Lin, Zhao Yong

Abstract: The paper objectively analyzes the positive and negative impacts of river and dam construction in China on social and economic service functions of river ecosystem and natural ecological service functions of river ecosystem. Generally, construction of the reservoirs and dams in China has raised remarkably the socio-economic service functions of the river ecosystems, and decreased the natural ecological service functions at the same time. For the need of flood regulation, water supply, hydropower, decreasing the greenhouse gas emission and developing the low-carbon economy, it is the inevitable choice of future certain period for China to construct the reservoirs and dams continuously. It puts forward China's strategic countermeasures to improve river ecological service functions.

Key words: reservoir; dam; river ecosystem; ecosystem service function; strategic countermeasures

中图分类号:TV6+X24

文献标识码:A

文章编号:1000-1123(2010)21-0008-04

河流生态系统不仅提供了维持人类生活生产活动的基础产品和社会经济发展的基础资源,还起到维持自然生态系统的结构、生态过程与区域生态环境的功能作用。随着经济社会快速发展,库坝建设等经济社会活动对河流生态系统服务功能的影响不断加深,加上全球气候变化的影响,我国河流生态系统的自然生态服务功能呈现明显的衰退趋势。科学地分析库坝建设对河流生态系统服务功能的影响,进而采取相应的战略政策对于促进经济社会可持续发展和生态环境可持续维

持具有重大意义。

一、库坝建设对河流生态系统服务功能的影响

河流生态系统服务功能是指河流生态系统及其生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的生态环境条件与效用,包括社会经济服务功能与自然生态服务功能两个方面,其中前者主要包括供水、水产品生产、水力发电、内陆航运、休闲娱乐和文化美学等6项,后者主要包括供水、水产品生产、水力发电、内陆航运、休闲娱乐和文化美学等6项。

1.对社会经济服务功能的影响

(1)提高供水能力,保障供水安全
我国气候和地形的特点决定了仅仅依靠河流生态系统的自然调蓄不能有效解决国家的供水问题。在河流上筑坝修库,提高了河流生态系统的供水能力,扩大了灌溉面积,弥补了水资源区域分布不均衡和河流流量年内和年际变化的缺点,保持了河流生态系统供水的稳定性。

全国现已建成各类水库8.6万多座,水库总库容达到6924亿 m^3 ,配合引水工程、提水工程、调水工程、地下水水源工程等,使得全国总供水量达

收稿日期:2010-10-27

作者简介:杨爱民(1963—),男,博士后,教授,主要研究方向为水资源、水生态和水土保持等。

基金项目:中国环境与发展国际合作委员会(CCICED)项目“提高水生态系统服务功能的政策框架研究”,沈阳市重点项目“水生态系统保护与修复研究”,水利部项目“农村水资源保护共性技术研究”。

到 5 910 亿 m^3 , 基本满足了中国经济社会发展的需求。我国是一个 13 亿人口大国, 粮食安全基本依靠灌溉农业, 每年能够灌溉的耕地面积为 5 847 万 hm^2 , 占耕地总面积的 48.0%, 每年还有 6 334 万 hm^2 耕地得不到灌溉, 其中每年约有 2 000 万 hm^2 耕地受旱。我国目前正在加速城市化和工业化进程, 全国有 400 多座城市缺水, 预计到 2030 年人口达到 15 亿高峰时, 水资源供需矛盾将进一步加剧。因此, 继续建设库坝, 增加河流供水能力, 是保障饮水安全、粮食安全和满足城乡经济社会发展的必然选择。

(2) 减少天然水产品供应, 增加人工水产品供应

水库富营养化与大坝的阻隔作用, 对鱼类、两栖动物、软体动物、昆虫、水禽以及其他滨河生命形式的栖息、产卵、繁殖、生长产生不利影响, 从而减少了天然水产品的供应。但是, 修筑大坝形成水库, 扩大了水域面积, 为发展水产养殖业提供了广阔空间, 同时也促进了水鸟等野生物种的生存和发展, 这增加了人工水产品的供应能力。

(3) 开发水电, 保障能源安全

水电是目前世界上能够进行大规模商业开发的第一大清洁能源。随着世界能源消费需求的持续增长和全球气候变化影响的日益加剧, 世界各国都把开发水电作为能源发展的优先领域, 作为应对气候变化、实现可持续发展的共同选择。目前, 水力发电满足了全世界约 20% 的电力需求, 有 55 个国家一半以上的电力由水电提供, 其中 24 个国家这一比重超过 90%。

我国石油紧缺, 能源以煤炭为主, 但是过度地依赖煤炭必将引发 CO_2 过量排放等问题。因此, 我国需要大力发展包括水能在内的各种可再生能源。我国的水能资源总量居世界首位, 理论蕴藏量 6.89 亿 kW, 技术可开发量 5.42 亿 kW, 是仅次于煤炭的常规能源。目前我国已经开发的水能资源为 1.72 亿 kW, 居世界第一位, 但

水能资源开发程度仅为 31%, 而发达国家水能资源的平均开发程度已达 65% 以上, 其中美国 82%, 日本 84%, 加拿大 65%, 德国 73%, 法国、挪威、瑞士也均在 80% 以上。与发达国家相比, 我国的水能资源具有很大的开发潜力。

当前和今后一个时期, 是我国全面建设小康社会、加快推进现代化的关键时期, 经济社会发展对电力的需求保持稳定增长的态势。水电作为优质清洁的可再生能源, 将在国家能源安全战略中占据更加重要的地位。建设库坝、开发水能资源符合国际能源开发的大趋势, 对促进低碳经济发展具有不可替代的重要作用。

(4) 抬高水位, 增强内陆航运能力

修建水坝, 抬高了河流水位, 扩大了河流面积, 增强了河流的航运能力。如长江三峡大坝可使万吨船队从重庆直达武汉和上海, 使武汉至重庆的单向下水通过能力达 1 亿 t, 使长江航道运输成本比目前降低 35% 以上, 极大地促进了长江干流和主要支流航运事业的发展。

(5) 对休闲娱乐和文化美学有正负两方面影响

在河流上修建水坝、形成库区, 必然会对河流生态系统产生一定破坏, 影响了休闲娱乐和文化美学。但是, 大坝和广阔的水域又构成了新的独特景观, 给人们带来了新的休闲娱乐方式和新的美感, 同时也将逐渐形成新的水文化。目前, 中国已建立水库型国家水利风景区 60 余处。

2. 对自然生态服务功能的影响

(1) 提高调蓄洪水能力, 保障防洪安全

我国历来是一个洪涝灾害频发的国家。20 世纪初以来, 全国共发生较大洪水灾害 60 余次。我国由于许多河道本身安全泄洪能力有限, 减轻洪水灾害, 保护人民的生命财产, 必须依靠水库、堤防、分滞洪区等组成防洪体系来抵御洪水, 特别是具有较大调蓄能力的防洪水库。例如长江

三峡工程的防洪库容达 221.5 亿 m^3 , 可使江汉平原的防洪标准从 10 年一遇提高到 100 年一遇。到 2008 年年底, 全国 8.6 万多座水库配合堤防等防洪工程, 使得我国大江大河主要河段基本具备了防御新中国成立以来发生最大洪水的能力, 中小河流具备了防御一般洪水的能力。但是, 与发达国家相比, 我国水库和大坝对径流的控制程度仍是较低的, 仅为 21.6%, 而美国、俄罗斯分别为 33.7% 和 27.0%。

(2) 替代燃煤发电, 减少温室气体排放

建设大坝, 开发利用水能资源, 可替代燃煤发电, 减少 CO_2 、 SO_2 等温室气体排放, 减少空气污染, 降低温室效应。目前, 我国水电装机容量 1.72 亿 kW, 根据国家可再生能源中长期发展规划, 到 2020 年全国水电装机容量将达到 3 亿 kW, 年发电量将达到 9 825 亿 kWh, 水力发电相当于每年减少标准煤用量 3.26 亿 t, 可减少 CO_2 排放 8.2 亿 t, 减少 SO_2 排放 570 万 t, 减少 NO_2 排放 252 万 t, 减少烟尘排放 227 万 t, 对减少温室效应, 保障环境安全将起到重要作用。

例如, 三峡工程总装机容量 1 820 万 kW, 年发电量 847 亿 kWh, 位居世界第一。相当于每年减少燃烧原煤 5 000 万 t, 每年可减少 CO_2 排放 1.25 亿 t, 减少 SO_2 排放 200 万 t, 减少 CO 排放 1 万 t, 减少氮氧化物排放 37 万 t。从减少温室气体排放量来说, 三峡工程是一个重大的生态环境保护工程。

(3) 增加库区水体面积, 改善区域小气候

由于库坝建设大大增加了水体的水面面积, 使得水体蒸发量显著增加, 从而使库区及临近区域小气候向有利方向变化, 无霜期延长, 昼夜温差缩小, 极端最高气温下降, 极端最低气温升高。一般而言, 水库周围的气温在炎热季节降低 $4^{\circ}C \sim 5^{\circ}C$, 相对湿度提高 10%~15%, 在一定程度上降低了生态环境因子对生物的胁迫, 有利

于生物生长和发育。

(4)破坏水生生物生境,降低生物多样性

库坝建设极大地改变了原有河流的水流流态、水温、水质、底质和地形等水文、水动力条件,破坏了水生生物生长、产卵、繁殖所必需的生境,降低了水生生物多样性。

①改变水流流态。大坝建成后,库内水流流速降低,流态趋于稳定,使原有河道失去急流、浅滩和较大的弯曲度,特别是进行河流梯级开发时,使急流生境丧失殆尽。这种变化适合于喜缓流性或静水性生活的鱼类生存,而不适宜急流性生活的鱼类生存。因而水库中急流性鱼类种群会有所减少,而静水性鱼类种群会相应增加。

大坝泄水时会改变坝下游河道的自然季节流量模式。汛期水库蓄水,大坝下泄流量一般比天然情况小;枯期一般又比天然情况增加下泄流量。汛期洪水历时和洪峰量的减少,会引起鱼卵和种鱼在产卵区死亡。在枯水期,水库的径流调节对鱼类的生长发育尤为不利。此外,水电站发电泄水,有时会使河流水位变动数米,这对鱼类的生境造成了极大破坏。

②改变水温。库区水深增加,库区水温度出现明显垂直分层现象,水温分层将使水库下层的水体水温长年维持在较稳定的低温状态。对于大坝下游的鱼类,由于水库经常下泄底层的低温水,造成大坝下游河道水体温度比自然状态温度低,影响大坝下游一定距离内鱼类的产卵,也可能推迟产卵期,并对灌溉农作物和水生生物产生不利影响。另外,引水式和混合式水电开发方式,如没有安排坝下下泄生态环境流量,还将造成季节性或全年一定长度河段脱水或减水。

③改变水质。筑坝建库后,由于水深增加,流速减小,水体自净能力下降,水库蓄水初期由于泥沙和营养物的沉积量不大,对库区及大坝下游水质影响不大,但随着时间的推移,上

游污染物在库区中不断累积,可能导致库区及大坝下游水质恶化。对局部流速小、水较浅的库湾,支流库尾可能出现不同程度富营养化,导致鱼类因缺氧而死亡。

④改变河床底质。由于泥沙在库区的淤积,下泄水流的含沙量比建坝前少,对大坝下游河床的冲刷加强,河床泥沙被带走,河床底质中沙、石的组成比例发生改变。鱼类的产卵习性可分为产卵于水层、水草、水底和石块上等。因此,当河床底质发生变化时,一些鱼类将无法产卵或卵无法成活。淤泥减少会使大坝下游低级微生物得不到营养而大量死亡,从而导致鱼类急剧减少。

⑤改变河道地形。复杂多变的河道地形造就了复杂的生境,生境越复杂生物多样性越高。水库蓄水后淹没河道江心洲,河道断面由复式变成单一断面,同时降低了回水区江段的水头差和河道的弯曲度。河道地形的单一会造成生境的单一化,相应鱼类的种类也有向单一化发展的趋势。

(5)阻隔洄游通道,毁灭洄游性鱼类

我国各河口咸淡水洄游鱼类多分布在各江河水系下游河口水域,也有上溯到江河中上游水域的,多数是名贵珍稀鱼类,有溯河产卵洄游鱼类和降河产卵洄游鱼类两大类,也有海洋与内陆河流之间的近陆洄游和远陆洄游。大坝与水库建设对洄游性鱼类最直接的影响是阻隔了其洄游通道,而这种影响是毁灭性的、不可逆的。

(6)改变河道泥沙冲淤平衡

含有泥沙的河水进入库区后,由于流速减小和大坝拦截,泥沙逐渐在库区沉积下来,降低了水库容量。泥沙沉积严重影响水库的功能,甚至会使整个水电站报废。大坝截留泥沙在库区内必然会减少下游正常的泥沙量,大坝下泄的清水将更剧烈地冲刷下游河床和河岸以弥补不足的泥沙

量来达到新的平衡。下游河床通常会在建坝开始的10年内被冲刷数米深,使得大坝下游河道变深变窄,从而使原有宽广、有诸多礁石和沙滩、复合型的弯曲河道变得相对平直简单。大坝下泄水流对下游河床和河岸的强烈冲刷对下游堤防和岸边建筑物产生不利影响。

二、提高我国河流生态服务功能的对策建议

1.建立健全水法律法规,制定“长江法”和“黄河法”

伴随着依法治国基本方略的深入实施,我国已制定和出台了一系列水法律法规,形成了以水法为核心,防洪法、水污染防治法、水土保持法、环境影响评价法等组成的较为完备的水法律法规体系,这为保护与修复水生态系统、提高河流生态系统服务功能提供了根本保障。目前,我国还没有专门的流域性水资源保护法规,现行涉水法规缺乏可操作性、针对性和系统性,难以实现对中华民族的母亲河长江、黄河的严格管理和有效保护。迫切需要借鉴美国、澳大利亚、新西兰等国家河流立法管理经验和针对长江、黄河的实际,制定“长江法”“黄河法”,实施对长江、黄河的严格管理和有效保护,促进人与河流的和谐发展。

2.加大现有水资源管理制度执行力度,严格水资源管理

目前,我国正在全面实行建设项目环境影响评价制度、水资源论证制度、水土保持方案编制制度、水资源有偿使用制度、饮用水水源区保护制度、规划环境影响评价制度等;普遍实行地下水保护制度、水资源优化配置制度、水功能区管理制度、排污口管理制度、入河排污总量控制制度、水量水质联合调度制度、排污权交易制度、水体污染问责制度等;初步实行生态需水和河道基流保障制度、生态调度制度等;积极推行最严格的水资源管理制度,划定取水总量、入河排

污总量和用水效率三条红线;黄河、黑河实行全流域的水量分配和水量调度制度等。有些制度在实践中并没有按照规定严格执行,如环境影响评价制度中的“三同时”制度、水土保持方案编制制度中的“三同时”制度、入河排污总量控制制度、规划环境影响评价制度等,应加大执行力度,严格执行已有的涉水法规,依法查处违法行为。

3.创新水资源管理理念,提高水生态系统自然生态服务功能

改变传统水资源管理中只关注水生态系统的供水、水产品提供、水力发电等社会经济服务功能,忽视水生态系统的调蓄洪水、生物多样性维护、净化环境、物质输移、气候调节等自然生态服务功能,使水资源管理陷入水资源过度开发—水生态系统自然生态服务功能退化的恶性循环的弊端。从实现水生态系统生态服务功能最大化出发,尤其保障水生态系统的调蓄洪水、生物多样性维护、物质输移等自然生态服务功能不受损害的前提下,优化水资源管理。

4.加强理论研究,尽快建立与河流生态系统保护相关的水生态补偿机制

与河流生态系统保护相关的水生态补偿机制的建立,在经济理论上就是实行水资源和水生态服务功能保护经济外部性的内部化,让水生态系统保护者能享受到其成果带来的经济利益,并让水生态服务的受益者支付相应的费用。目前,仅安徽、浙江和河南省的个别地区初步建立了与河流生态系统保护相关的水生态补偿机制。在国家层面上,水利部已经发出部门指导意见,开展这方面的理论研究。与河流生态系统保护相关的水生态补偿机制理论研究,应进一步研究确定水生态服务功能补偿范围、补偿主体、受偿主体、补偿标准、补偿方式、受偿区提供的生态服务价值、补偿资金的筹集与使用等。根据水生态系统服务机制、水生态系统保护成本,

运用政府和市场手段,调节水生态系统保护利益相关者之间利益关系。

5.流域水电开发规划、设计、运行、管理要向“绿色”方向发展,建设生态友好型水电工程

流域综合规划是规范各种流域开发行为的基本依据,制定流域水电开发规划必须以流域综合规划为指导,协调好水电开发与流域水资源综合利用(防洪、航运、供水、灌溉等)、生态环境保护、区域经济社会发展的关系,在生态环境保护优先的原则下适度有序地开发水能资源。流域水电开发规划须按环境影响评价法要求,严格生态准入,提高生态门槛,即严格开展流域规划的环境影响战略评价,充分论证水电梯级开发对整条河流生态环境的负面影响,并采取必要的生态保护措施和实行绿色运行管理方式,建设生态友好型水电工程,将不利影响降到最低程度。根据流域的整体生态环境特征和生物多样性的分布,明确划出禁止建坝的受保护河流或者河段,以遏制目前有些地区水电开发的无序局面;对采用引水式开发的水电梯级,须保证下游河段必要的生态基流;对珍稀濒危动植物,要根据其生境和分布状况迁地建立保护区;对阻隔国家一级保护洄游性珍稀濒危和特有水生动物通道的大坝,须禁止建设。对阻隔国家二、三级保护洄游性水生动物通道的大坝,须修建洄游通道或进行人工繁殖放流、迁地建立保护区等。

水电工程建设要建立绿色水电认证制度,这是解决大坝建设生态环境制约的有效途径,可鼓励水电站的业主采取有效生态保护措施来最大限度地降低大坝建设与管理对生态环境的负面影响,从而实现经济发展与生态环境保护的双赢。

6.加大投入,全面开展以河流生态系统为主的水生态系统保护与修复工作

借鉴美国、日本、英国、德国、丹麦、奥地利等国的水生态系统保护

与修复经验,我国已在广西桂林市、湖北武汉市、江苏无锡市、山东莱州市、浙江丽水市、吉林松原市、河北邢台市、陕西西安市等14个城市,开展了以河流生态系统为主的水生态系统保护与修复试点工作。试点工作为全国全面开展水生态系统保护与修复工作在技术上、管理上、制度上、体制上和资金渠道上提供了可靠支撑。国家应加大投入,全面开展以河流生态系统为主的水生态系统保护与修复工作,改变水生态系统失衡的总体态势。 ■

参考文献:

- [1] 李文华,张彪,谢高地.中国生态系统服务研究的回顾与展望[J].自然资源学报,2009,24(1).
- [2] 欧阳志云,孟庆义,马冬春.北京水生态服务功能与水管理[J].北京水务,2010(1).
- [3] 矫勇.大坝水库与和谐发展——中国的探索与实践[J].中国水利,2009(12).
- [4] 郑守仁.我国水能资源开发利用及环境与生态保护问题探讨[J].中国工程科学,2006,8(16).
- [5] 陈雷.水电与国家能源安全战略[J].中国三峡,2010(1).
- [6] 陈雷.在水利部庆祝新中国成立60周年大会上的讲话[J].中国水利,2009(18).
- [7] 彭辉,刘德富.大坝对河流服务功能影响的价值评估方法[J].华中科技大学学报(自然科学版),2010,38(1).
- [8] 肖建红,施国庆,毛春梅,邢贞相.河流生态系统服务功能及水坝对其影响[J].生态学杂志,2006,25(8).
- [9] 石晓丹,焦涛.大坝运行过程中泄水对坝下游生态系统的影响分析及控制[J].水利科技与经济,2007,13(5).
- [10] 禹雪中,廖文根,骆辉煌.我国建立绿色水电认证制度的探讨[J].水力发电,2007,33(7).
- [11] 唐万林,禹雪中.国外水电环境认证制度对我国的借鉴意义[J].长江流域资源与环境,2007,16(1).

责任编辑 张金慧