

# Research on Environment Conservation Methods of Reservoirs

Xu-hui Fu<sup>1</sup> Xiao-dong Yang<sup>2</sup> Yong-fei Chen<sup>3</sup>

1 School of River & Ocean Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing, China  
2 Sichuan Institute of Geological Engineering Investigation, Chengdu, Sichuan Province, China  
3 Jiangbei District of Chongqing Land & Resources Management Branch, Chongqing, China  
fuxuhui@hotmail.com

**Abstract:** With the rapid development of hydraulic engineering, the environmental influence of reservoirs has caught many attentions. The paper systematically proposed environment conservation methods of planning period, construction period and running period of hydraulic engineering through comparing of international success projects.

**Keywords:** Hydraulic Engineering, Environment Conservation Methods, Reservoirs

## 水利枢纽的环境保护措施研究

付旭辉<sup>1</sup> 杨晓东<sup>2</sup> 陈永飞<sup>3</sup>

1 重庆交通大学河海学院, 重庆, 400074  
2 四川省地质工程勘察院, 四川省成都市, 610072  
3 重庆市江北区国土资源管理分局, 重庆, 400020  
fuxuhui@hotmail.com

**摘要:** 随着我国水利枢纽的大量建设, 水利工程对流域环境的影响日益引起民众的关注。本文对比国内外的成功经验, 从水利枢纽的规划设计阶段、施工阶段、运行管理阶段三个不同的阶段, 系统地提出环境保护措施。

**关键词:** 水利枢纽; 环境保护措施; 水库

### 1. 引言

我国是水能资源大国, 截至 2005 年水电装机 120 000 MW<sup>[1]</sup>, 已稳居世界第一。随着西部大开发战略的实施和低碳经济的发展模式的确立, 向家坝、溪洛渡、瀑布沟、白鹤滩、小湾水电站等大型水利枢纽的建设方兴未艾。而随着大量水利枢纽的兴建与运行, 水利枢纽对流域环境的不利影响也日益引起民众的关注。原水利部部长汪恕诚<sup>[2]</sup>在 2005 年就指出, 任何一项水利工程其本质都应该是生态工程, 水利工程在改变自然的同时不能以破坏生态为代价, 保护生态是水利工作的应有之义。在大力发展水电能源的同时, 水利枢纽的环境保护措施也逐渐成为研究的热点。

### 2. 水利枢纽的环境保护措施

水利枢纽对流域环境的不利影响主要体现在工程施工期和运行管理期间, 包括施工污染、水土流失、水库淤塞、水质恶化、水库淹没对动植物种群的威胁以及自然景观的破坏等方面。而水利枢纽的环境保护措施应该从工程的规划设计阶段就开始介入, 在工程的施工和运行阶段, 根据不同阶段的具体情况, 采取相应的环境保护措施。

#### 2.1 规划设计阶段的环境保护措施

在水利枢纽的规划设计阶段, 环境保护工作就应该及时介入工程的决策。首先, 在工程立项阶段, 就应该将水库的环境影响作为重要的决策因素, 考虑是否应该修建工程。除了兴建水库以外, 综合社会效益、环境影响、工程可行性等方面, 考虑是否还有替代方案。

国际大坝委员会 (ICOLD)<sup>[3]</sup>在 1994 年编制《大坝环境的问题导则》时就提出, 在大坝规划

**基金项目:** 本论文受水利水运工程重庆市重点实验室开放基金资助。

阶段, 决策层必须对所有的比较方案进行研究, 包括“非建设”方案和除大坝之外的方案, 并且评价应该涉及整个流域的生态和社会经济功能。同时, 在概率加权的基础上, 考虑大坝失事的损失费用, 环境问题和拆除大坝的费用。

其次, 在工程规划阶段, 就应该考虑工程建设和运行对环境的影响, 在一定经济代价下, 减小工程施工和运行对环境的影响。例如, 日本北海道的 Satsunaigawa 大坝<sup>[4]</sup>修建在水质洁净的 Satsunaigawa 河上, 坝址处于一个准国家公园内。为了尽可能减少对周围环境、优良水质和风景的改变, 对其工程量、技术可行性、道路功能和经济效益加以综合考虑后, 坝址右岸上游的道路几乎全部改为隧道。

最后在水利枢纽的前期论证阶段, 应邀请水利环境方面的专家, 编制专门的环境评价报告。在环境行政主管部门的审批下, 全面考虑工程对环境的综合影响, 并提出相应的补救措施, 减小工程对环境的不利影响。

西班牙安德瓦洛坝<sup>[5]</sup>在初设报告阶段, 编制了环境影响报告, 提出要限制水库蓄水位并提议成立一个“环境跟踪调查委员会”。大坝建设时, 依照环境影响报告的建议, 将坝高从设计时的 125 m 改为 116.5 m, 设计洪水位由 121m 调整为 112 m。同时, 在环境调查的基础上, 采取了各种补救措施, 包括重新栽种树林、改良植被、引进野兔、安置鸟类巢穴、为水库动物群兴建通道等, 将水库对环境的不利影响降低到最小。

## 2.2 施工建设阶段的环境保护措施

在水库的施工建设阶段, 主要的环境保护措施包括规范处理施工期的废弃物、及时修补土石料开采区的植被、妥善处理堆渣场地以及对库区进行彻底清库等措施。

### (1) 处理施工期的废弃物

水库施工过程中, 人员及施工机械会产生大量的废水、废渣等废弃物。应规范施工过程中的废弃物管理, 配置必要的处理设施, 严格禁止废水废渣直接排放。

### (2) 修补土石料开采区的植被

水库施工中, 会就近开采大量的土石料, 必然破坏原有的山体表面及植被。施工过程中, 应注意对原有地貌的保护, 尽量少破坏山体结构和表面植被。施工完成后, 开采区的裸露地面应尽

快修补植被, 防止水土流失。

### (3) 妥善处理堆渣场地

施工弃渣分为泥土类和岩石类, 泥土类应堆放在山沟或坡谷, 在下游应修建拦渣坝, 应尽快完善排水沟、先补充草皮植被, 施工完成后再补充树木, 防止水土流失。岩石类石渣应尽量用于护坡砌石、道路等建筑工程上, 少量可堆放在库内。弃渣堆放地点应详细规划, 满足工程需求的同时, 少占农田和林地, 减少水土流失, 改善库区环境。

### (4) 彻底清库

对水库正常蓄水位以下的库区, 在蓄水前进行彻底的清理。包括对库内建筑物进行拆除和清理, 建筑物推平后, 杂物运出库外。含有农药等高毒成分的仓库、堆放区还应将污染土及墙壁一并清运出库外。对林木进行筛选, 常年水位以下的树木齐地表砍伐, 消落区域的树木若能短期在水中存活的可适当保留。

## 2.3 运行阶段的环境保护措施

### (1) 控制污染源

在库区建设项目及服务设施建设前必须进行环境影响评估, 分析对周围环境可能造成的影响, 对可能产生的水污染制定具体的防治措施, 对无法整治水污染的, 坚决不予建设。对已建的工业、企业、服务业要做好安全检查工作, 特别是对水库周围现有的工厂, 水库管理部门要负好监督的职责, 联合环保部门, 发现问题及时解决, 防止造成水质污染。

### (2) 建立水源保护区

按规定将水库水源保护区划分级别, 分级别加以保护。在水库保护区内, 禁止在滩地、河道上堆积垃圾、倾倒工业废渣、废水等, 以防随雨水流入水库, 造成污染, 一旦发现, 马上进行清理。坚持水土保持与合理利用水土资源相结合, 工程措施与生物措施相结合, 做好水库保护区内的绿化工作, 封山育林、恢复植被、植树种草, 涵养水源, 达到改善生态环境, 促进良性循环的目的。

### (3) 加强用水管理

水库的水资源利用要以“节约用水、合理开发”为基本原则, 避免水资源粗放式开发利用。建设节水型农业、节水型工业, 强化节水基础管理工作, 实施节水技术改造工程, 保证流域的生

态需水量，实现人与水的和谐相处。

#### (4) 加强水质及水生物监测

水库建成运行后，应及时建立水质、水生物检测系统，定时对水库水质及水生物的监测，掌握水体的理化指标和生化指标，防止水质出现富营养化等现象。为了控制水质中浮游水生物的生长，净化水质，可投放嗜食浮游水生物鱼类。同时，应定期清理库区内的漂浮物。

#### (5) 采取适当的生物补救措施

水库建成运行后，会对流域内的水生、陆生生物造成不利影响，包括阻断水生动物的繁殖迁移路径、淹没库区植被、淹没陆生动物及鸟类的栖息地、改变生物的生存环境等方面。为了保护珍稀、濒危动植物，应针对水库造成的不利影响，采取适当的生物补救措施。

例如，美国的巴德溪蓄能电站<sup>[10]</sup>下游的杰开西深水湖泊因水温低而富有氧气，是著名的鲑鱼产区。为了防止巴德溪蓄能电站夏季运行中表层暖水和深层低温水混搅，影响鲑鱼生长，通过物理模型试验，决定在电站下库出口下游 488m 处建立水下低坝。这样，当巴德溪蓄能电站抽水时，只有杰开西湖中的表层暖水被抽到上库；当电站放水发电时，上库较暖的水由于密度较低，流过低坝后亦不会和下部密度高的低温水混和，减少了夏季电站运行对鲑鱼栖息地的扰动，保护鲑鱼的生长环境。

### 3. 结论

作为可再生的清洁能源，水能资料对我国的能源供给和经济社会发展做出了重要贡献。随着国家和社会对环境保护的日益重视，在水利枢纽的规划设计阶段、施工阶段和运行阶段采取适当环境保护措施，使得水库对环境的不利影响降至最低，将促进水利工程的蓬勃发展，在我国的可持续发展建设中发挥更重要的作用。

## References (参考文献)

- [1] Jian-xia Chang, Li-xue Wang, Water Resources Planning and Utilization (M), Yellow River Conservancy Press. (in Chinese)  
畅建霞, 王丽学主编. 水资源规划及利用[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2010 年
- [2] Shu-cheng Wang, Speech in Forum of Hydraulic Engineering Ecological Impact, Rural Hydropower & Electrification in China, 2005, (8):1-2. (in Chinese)  
汪恕诚. 在水利工程生态影响论坛的致辞[J]. 中国农村水电及电气化, 2005, (8):1-2
- [3] T.W. Michael, Liang Hao (Translator), Guide of Dam and the Environmental Issues, Express Water Resources & Hydropower Information, 2001, 22 (4): 26-27. (in Chinese)  
T.W.麦康(澳), 郝亮(译). 大坝与环境的问题和导则[J]. 水利水电快报, 2001, 22 (4): 26-27.
- [4] Harada, Yuan-ting Ma (Translator), Environmental Protection and Improvement of Reservoir, Express Water Resources & Hydropower Information, 2003, 24(4):5-7.  
原田(日), 马元珽(译). 水库环境的保护和改善[J]. 水利水电快报, 2003, 24(4):5-7.
- [5] Milans, Ron Li(Translator), Environmental Protection of Andevalo Dam in Spain, Express Water Resources & Hydropower Information, 2004, 25(23):18-19.  
J.米兰斯(西班牙), 李蓉(译). 西班牙安德瓦洛坝的环境保护[J]. 水利水电快报, 2004, 25(23):18-19.
- [6] Lei Cui, Hong-bin Gu, Development and Exploration of Environment Protection and Water-soil Conservation Supervision for Hydropower Project, Water Power, 2009, 35(6):70-72.  
崔磊, 顾洪宾. 水电工程环境保护和水土保持监理的发展与探索[J]. 水力发电, 2009, 35(6):70-72.
- [7] Ru-shu WANG, Environmental Impact of TGP & its Countermeasures, Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2002, 11 (4): 317-322.  
王儒述. 三峡工程的环境影响及其对策[J]. 长江流域资源与环境, 2002, 11 (4): 317-322.
- [8] Wei Wang, Analysis Protection of Water Resources and Hydropower Engineering, HUBEI Water Power, 2003, 52:40-43.  
王炜. 浅析水利水电工程的环境保护[J]. 湖北水力发电, 2003, 52(增刊):40-43
- [9] Ming-gao Li, Yan-feng Sun, Hong-min Zhao, Discussion on Reservoir Water Resources Protection, Heilongjiang Science and Technology of Water Conservancy, 2009, 37 (2): 139.  
李明镛, 孙延峰, 赵宏民. 刍议龙头桥水库水资源保护[J]. 黑龙江水利科技, 2009, 37 (2): 139.
- [10] Yan-ping Shu, Environmental Protection of Pumped Storage Power Station in America, East China Electric Power, 2009, 37 (2): 139.  
舒燕平. 美国抽水蓄能电站工程的环境保护[J]. 华东电力, 1996 (1): 49-50.
- [11] Jing-bo Zhang, The Environment Protection and Conservation of Water and Soil in Nierji Water Conservancy Project, Water Power, 2005, 31(11): 26-27.  
张静波. 尼尔基水利枢纽工程环境保护及水土保持概述[J]. 水力发电, 2005, 31(11): 26-27.