

# 水利水电工程建设中存在的环境问题

彭辉, 叶建军, 周明涛

(三峡大学土木水电学院, 湖北宜昌 443002)

**摘要:** 详细阐述了水利水电工程对环境和生态的潜在影响, 分析了原因并提出了防止和减少不利影响的对策和措施。同时还指出水电工程在规划、设计、施工、及后期运行调度的条件下均应考虑生态和环境的要求, 使工程在造福人类的同时, 对生态环境的不利影响减少到最小程度。

**关键词:** 水利水电工程; 环境; 生态

中图分类号: X322

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005)02-0154-03

## The Environmental Problems of Hydroelectric Projects Construction

PENG Hui, YE Jian-jun, ZHOU Ming-tao

(The College of Hydroelectric & Civil Engineering of Three Gorges University, Yichang, Hubei 443002, China)

**Abstract:** The potential effects on environment and ecology imposed by hydroelectric engineering construction are discussed in detail. The reasons why some environmental problems will produce during the period of construction are analyzed and other corresponding prevention methods and measures are put forward as well. At the same time, in order to reduce environmental and ecological side effects imposed by projects constructing to the minimum and make such projects serve the people, the planning, design, construction and operation condition of hydroelectric projects are also discussed.

**Key words:** hydroelectric engineering; environment; ecology

### 1 前言

在水利工程施工中, 所遇到的环境问题非常广泛, 并且也十分具体: (1) 土地利用: 在施工中乱堆弃渣、乱修临时建筑物、挤占耕地, 从而引发土地浪费、水土流失及淤塞河道现象; (2) 水流控制: 截流蓄水影响下游用水量, 施工废水和生活污水影响下游水质; (3) 爆破与噪声: 水利工程开山辟地, 通常实施爆破作业, 不仅影响施工人员和当地居民的正常生产生活, 而且威胁周边动植物的栖息繁殖; (4) 大气污染: 水泥、粉煤灰、砂石料等运输和开挖爆破产生的粉尘、有害气体将严重影响局部大气的质量; (5) 水体参数变化: 除上面提及的水质污染情况外, 水体浊度和水体空气溶解度会发生较大变化, 而上述参数对水生动植物的生长至关重要; (6) 工程完工后的影响: 主要表现在水温、水质方面, 尤其水温对水生动物影响较大, 而下游灌溉引水也必须注重水体温度, 否则对下游农作物的生长不利。由此可见, 水利工程建设对环境的影响是十分显著的, 具有长期性和不可逆性, 应引起高度重视。生态工程是一门崭新的学科, 是今后可持续发展的重要工艺技术。为解决建设中的环境问题, 水利工程建设必须服从生态经济区域的整体规划, 并从系统论的思想出发, 按照

生态学原理、经济学原理及生态恢复学原理, 运用现代科技成果和管理手段, 特别是生态工程这一重要工艺技术以及传统工程管理的有效经验, 以期获得较高的工程效益、生态效益和社会效益。实践证明: 应用生态工程原理解决水利工程建设中的环境问题, 不但可以获得较好的生态经济效益, 而且丰富了水利建设理论和生态恢复理论。

水利工程通常是区域性多目标水资源开发项目, 可以为区域提供防洪、发电、航运、灌溉、供水、养殖等综合效益。然而, 水利工程也对区域生态与环境产生深远影响, 其影响涉及的范围广、时间长、因素多。水利水电工程对生态与环境的影响通常是工程可行性研究的主要内容之一, 而大型水电工程建设所涉及的生态环境问题往往是非常敏感, 令世人瞩目。因此, 加强水电工程施工期和运行期的环境管理和监测是十分必要的, 它是保证充分发挥工程效益, 减免工程不利因素的重要环节。除此之外, 在工程建设中制订切实可行的、具有较强操作性的环境管理和监督计划是确保与工程建设有关的各项环境保护活动顺利进行的前提条件, 它既可为工程的环境保护作出具体安排, 也是相关部门实施监督和检查环境保护措施落实情况的依据。所以, 环境管理与监督计划的合适与否是水利水电工程环境保护成败的关键, 必须予以重视。

随着人们环境意识的增强, 多数人逐渐认识到修建大坝不仅引起河流水沙运动机理发生实质性改变, 而且水利建设

还会引起诸多经济、社会和生态环境问题,如移民、城镇重建、再生产及环境破坏等一系列问题。因此不论是流域水资源综合利用规划研究,还是在具体工程设计、施工、运行管理等的各个阶段中,均应考虑环保要求和可持续发展目标。

## 2 水电工程对环境影响的理论剖析

水电工程对环境的影响系统是一个多层次、多因素、多目标、多阶段、开放复杂的环境影响变迁巨系统,由于涉及的研究领域较多,且表现为模糊性,因而水电工程对环境影响最重要的特点是“不确定性”。环境影响不确定性可理解为由于自然环境生态系统本身具有不确定性,加之于人为活动重新造就的环境生态组合系统,则具有更难确定的因素。尽管在一段时间或小的范围内,上述影响可能是明确确定的,但从长远角度分析,其中隐含着非确定性动态系统转化机理,人们难以控制。目前,国外工程对区域环境的影响评价、模拟、预测的理论和方法的研究十分重视,我国这方面的研究具有世界领先地位,已有多种研究方法应用于工程实践,如模糊评判法、蒙特卡洛法等。由于不确定性原因,新的理论值得进一步探讨。

### 3 水电工程对库岸生态系统的影响

#### 3.1 库岸生态系统特点

(1) 生物群落与生境的统一性。生境造就生物群落,生物群落丰富生境内容,二者是不可分的。如果说生物群落是生态系统的主体,那么,生境就是生物群落的生存条件。一个地区丰富的生境造就丰富的生物群落,生境多样性是生物群落多样性的基础。如果生境多样性遭到破坏,生物群落的性质、密度和比例等都会随之发生变化,生物群落多样性必然会受到影响。

(2) 库岸系统生态结构的整体性。从生物群落内部结构看,整体性是生态系统结构的重要特征。一旦形成系统,其内部各要素不能被分割而孤立存在。如果硬性分开,那么分解的要素就不具备整体性的特点和功能。在库岸生态系统中,各类生物互为依存,相互制约,形成特定的食物链结构。研究表明:一个生态系统的生物群落多样性越丰富,或者说食物链越复杂,形成三维的网状结构称为“食物网”,这种复杂的食物网组成的生态系统稳定性就越高。反之,如果一个库岸生态系统的生物群落物种比例失调,则整个系统将会恶化。

(3) 可持续发展功能。对于一个处于平衡态的库岸生态系统,在未受到外界干扰情况下,该系统各物种会自动保持种群数量、比例均衡,而不会出现恶化现象。

#### 3.2 水电工程修建对库岸生态系统的影响

随着水电工程的兴建,大规模的前期开挖和后期填方必不可少,另外施工人员的入住及大型施工设备的应用,将给当地的生态环境带来许多问题,主要表现为:

- (1) 交通设施修建必然造成局部土壤侵蚀和流失。
- (2) 现代化机械的过多使用,废气、废油严重污染土壤、河流和当地动植物。
- (3) 爆破及噪声影响居民正常生活,同时影响动植物的繁衍。

(4) 随着库水位上升,许多岸坡植被将遭到毁灭性破坏,岸边小型动物的居住环境发生彻底改变。

(5) 库水位上升导致地下水位线抬升,减弱土体的黏聚力并引起边坡应力重分布,诱发滑坡,严重影响库区人民的生命安全。

(6) 许多库岸名胜古迹和风景区景观会发生变化,甚至被破坏。

(7) 随着上游水面的加宽,库区水的蒸发量和降水量也可能增加,影响区域气候。

(8) 多雾天气会增加,影响小流域能见度,给局部水陆交通诸多不便。

(9) 大规模蓄水,增大了水库地基承载力,容易诱发地震。

从上述9个方面可以清楚看出:水电工程的修建涉及面很广,影响的内容很多,应加强研究和处理,而库岸治理研究的重点在于消落带附近区域,因为该区域水位常年变化(受洪水、水库运行影响),且该区域是库岸生态种群最丰富、数量最密集区位之一。

## 4 水电工程对河流生态系统的影响

### 4.1 河流生态系统特点

与库岸生态系统相比,河流生态系统除了具备库岸生态系统所有的特点外,还具备另外一个显著的特点,即自我净化能力。河流系统在外界干扰情况下,不仅能自我修复,而且能通过生物种群的种类、数量及水体更新速度和水质来不断清洁河道。

### 4.2 河流生态多样性是生物群落多样性的基础

河流生态系统是一个复杂而又开放的生物群落集聚体,不仅河流内部各种群间相互影响,而且它还与周边的库岸生态系统相互联系、相互作用,即水—陆两相和水—气两相的紧密关系,主要表现在:

(1) 上、中、下游的生境异质性,为丰富的流域生境多样化提供了条件。

(2) 河流形态的曲折性形成了急流与缓流相间,丰富了不同种群的繁衍、栖息场所并增加水体与大气相互作用,例如氧的溶解、气温对水温的影响等。

(3) 河流断面形状多样性,表现为深潭和浅滩相互交错。

(4) 两栖动物以及一些鸟类时常出没水—陆之间,增强了河流生态系统与库岸生态系统联系。

从上面的分析可以看出:正是由于水—陆与水—气的相互关系,使得河流在流速、流量、氧的溶解度、水深、水温、水质、河床材料等方面表现出生态因子的异质性,从而造就了河流生态系统的多样性和复杂性。

### 4.3 水电工程修建对河流生态系统的影响

水电工程的兴建还会对河流生态系统造成直接的胁迫(Stress),具体表现是一些水利工程建设造成河流局部形态均一化和非连续性,其后果是显著影响生物群落多样性水平。

#### 4.3.1 河流局部形态均一化和非连续性改变了生境多样性

所谓河流形态的均一化主要是指自然河流的渠道化和人工河网化。具体表现在:(1)为了获取更多天然的水力资源而进行自然河道的截弯取直,如山区性河流为了集中落差通常采取此类措施;(2)为了方便农业灌溉,减少灌溉设施投资,灌溉网线平面布置趋向直线化;(3)河道和渠道断面规则

化,造成水流速度的均一化,不利于生物的栖息和繁殖。

所谓河流形态的非连续性实质是当河流筑堤、建坝形成人工湖和水库后,造成自然水流的非连续性。上游随着水位上升,水温、水质将不断变化,更显著的变化则是水流速度锐减,造成库区水体趋向静态分布,失去原有的快速自我修复和自身净化功能;而下游水体空气溶解度会随泄洪量增大而增加,一旦水生生物吸入过多这种水,微小气泡会堵塞这些生物的毛细血管而致命,另外下游水体的浊度将增加,下游水位随季节性的改变减少,水体周期性冲刷功能丧失,这些都源自于人为调控的结果。

#### 4.3.2 河流形态多样性降低对于生物群落多样性的影响及后果

(1) 对生物群落多样性的影响。河流的渠道化和截弯取直工程彻底改变了河流蜿蜒型的基本形态,急流、缓流、弯道及深浅滩相间的格局消失,而断面上的几何规则化,也改变了深潭、浅滩交错的形式,生境异质性降低,水域生态系统的结构和功能随之发生改变,特别是生物群落多样性随之降低,从而诱发河流生态系统退化。具体表现在:河滨植被、河流植物的大面积减少,微生物的生物多样性降低,鱼类的产卵条件发生变化,鸟类、两栖类以及昆虫的生存环境遭到破坏,这会导致某些物种数量的锐减直至消失。

(2) 产生的后果。众所周知,河流生态系统对人类的生存来说至关重要,同时河流生态系统对人类生态系统的服务是多方面的。它不仅给人类工、农业生产提供必需的淡水资源,而且还为人类提供丰富的食物,更重要的是维持整个地球水的平衡。如果河流生态系统一旦遭到破坏,上述功能将完全丧失,人类就可能面临毁灭灾难。

### 5 对策及措施

对于水电工程对生态系统的负面影响,正确的认识应该是正视这些问题,而不能回避,更不能否定水电工程对人类生产、生活的积极效益。对水电工程的工程理念思考将是我们今后探讨的重点,我们既要充分利用已有的水利资源为我们服务,又必须认真处理建设与环境的相互关系,已达到“趋利避害”效果。要达到上述目标,水电工程设计、规划、施工以及后期的运行管理必须遵循环保、健康、和谐、可持续发展的指导思想,促进人类生态系统与环境生态系统的共同发展进步。为了消除水电工程对于生态的负面影响,从技术层面来参考文献:

[1] 方子云,邹家祥.中国水电工程环境与生态问题研究[J].长江流域资源与环境,1998,7(1):57-61.

[2] 方子云,邹家祥,等.环境水利科学导论[M].北京:中国环境科学出版社,1994.

[3] 国家环保总局.中国环境保护21世纪议程[M].北京:中国环境科学出版社,1995.

[4] 钱正英.中国水利[M].北京:水利电力出版社,1991.

[5] 孙林.环境法与可持续发展[M].北京:中国环境科学出版社,1996.

[6] 董哲仁.水利工程对生态系统的胁迫[J].水利水电技术,2003,(7):1-5.

[7] 董哲仁.河流形态多样性与生物群落多样性[J].水利学报,2003,(11):1-6.

[8] 周厚贵.预防和减轻水电建设中人为灾害的对策研究[J].灾害学,1998,(1):20-24.

[9] 赵文谦.水利工程的环境问题与对策[J].四川水利,1996,(1):34-39.

[10] 鲁春霞,谢高地,成升魁,等.水利工程对河流生态系统服务功能的影响评价方法初探[J].应用灾害学报,2003,(5):803

说,似有以下几个方面值得研究和考虑:

(1) 制定与环境协调发展的水利水电工程规划,为充分考虑维持生态平衡与保护环境需要,在制定流域规划时:

a. 应全面调查流域的生态与环境状况,分析存在的主要生态问题;

b. 根据具体情况,在规划措施可能达到和财力可以承受的范围内,合理拟定近、远期环境保护目标,并提出相应的标准和要求;

c. 在拟定规划目标时应考虑水资源和土地资源的合理开发,保护森林、植被,防止水土流失,防治水害;保护珍稀、濒危动植物,保护文物古迹和风景名胜,改善生产、生活环境;

d. 认真分析规划方案对环境可能产生的影响,若规划方案对环境造成较大不利影响时,应研究对策措施,必要时需修改规划方案或调整规划环境目标。

(2) 研究水工生态学(Eco-Hydraulic Engineering),即研究水利工程在满足人的需要的同时,兼顾水域生态系统健康性和稳定性需求的原理与技术方法。

(3) 水电工程尽最大可能保护和恢复河流形态的多样性。新建工程项目要充分论证由于工程建设改变河流生态系统为静水生态系统的利弊得失,采取必要的工程补偿措施和生物措施。

(4) 合理运行和管理水电工程。水电设施的调度在满足人们工农业生产生活的同时,必须兼顾生态系统健康性的要求,克服静水、深水对于生物群落的不利影响。通过规划、设计和施工,必须寻求库区生态建设及水生生物的合理结构设计,提高库区水体自净和自我修复能力。另外,在库区生态建设和恢复过程中,要特别慎重引进外来物种,注意防止外来生物入侵。

(5) 在整治河道过程中,要尽量保持原有河床的自然属性,如曲折性、断面形状多样性、河床材料多样性等特点。

(6) 水电工程设计应为动植物的生长繁殖提供切实可行的栖息避难场所。

(7) 建立健全水电工程环境评价体系,从长远的观点来看待生态问题。

(8) 建立相应的环境监测设施,及时提供可靠数据,便于分析和解决问题。