

水利工程对流域生态环境的影响

郭浩 411423199202054512

摘要: 水利工程是调控流域水资源、支撑区域经济社会发展的核心基础设施，在防洪减灾、供水发电、农业灌溉等领域发挥着不可替代的作用，但水利工程建设与运行也会改变流域天然水文节律与生态格局，对流域生态环境产生多层次、多维度的影响。本文从水文情势、水环境、水生生物、陆地生态系统四个维度梳理了水利工程对流域生态环境的具体影响，分析了不利影响的形成机制，提出了兼顾工程效益与生态保护的优化方向，为流域水利开发与生态环境保护协调发展提供参考。研究表明，水利工程对流域生态环境的影响具有正负双重性，通过科学规划、生态调度与工程修复，可以有效降低不利影响，实现水利开发与生态保护的共赢。

关键词: 水利工程；流域生态环境；水文情势；生态影响

一、引言

我国是全球水利工程建设规模最大的国家之一，截至 2023 年底，全国已建成各类水库 9.8 万多座，总库容超过 9000 亿立方米，各类堤防、引水枢纽、调水工程等水利基础设施构建了完善的水资源调配体系，为保障粮食安全、能源安全与供水安全提供了核心支撑。但流域是一个由水文、地貌、生物、气候共同构成的复合生态系统，天然水文节律是维持流域生态系统结构稳定与功能完整的基础，水利工程通过大坝挡水、河道裁弯取直、水量跨区域调配等方式，打破了流域原有的物质循环与能量流动平衡，不可避免会对生态环境产生影响。近年来，随着我国生态文明建设的推进，水利开发的生态约束不断强化，科学评估水利工程对流域生态环境的影响，探索协调工程效益与生态保护的路径，已经成为流域综合治理领域的重要研究课题。

二、水利工程对流域生态环境的主要影响

（一）对流域水文情势的改变

水文情势是流域生态环境的核心驱动因子，水利工程最直接的影响就是改变天然水文过程。从时间维度来看，大坝建成蓄水后，会将原本集中在汛期的下泄流量拆分到枯水期，削平洪峰、抬高低枯水位，使得流域径流的年内分配趋于均匀，原本季节性涨落的水文过程被人工调控的平稳过程替代。以长江流域三峡工程为例，工程运行后，汛期下泄流量降低约 10%~15%，枯水期下泄流量增加约

1000~2000 立方米每秒，彻底改变了三峡坝下游干流的径流节律。从空间维度来看，跨流域调水工程会改变原有流域的径流量总量，使得受水流域水量增加、输沙平衡改变，调出流域水量减少，下游河道淤积、萎缩风险上升。此外，水利工程还会改变河道的水力特性，大坝下游河道原本的流速、水深、水温梯度都会发生变化，库区由原本的流动水体变为静缓水体，水体交换周期大幅延长。

（二）对流域水环境质量的影响

水利工程对水环境的影响具有明显的双重性。从有利影响来看，枯水期下泄流量增加可以提高河道的纳污能力，稀释水体污染物浓度，改善下游水环境质量；水库蓄水后形成的大面积缓水区也可以促进悬浮物沉降，降低水体含沙量，提高水体透明度。但不利影响同样突出：一是库区水体流速放缓，水体自净能力下降，当流域面源污染输入较多时，容易引发库区富营养化，我国南方地区不少中型水库都存在季节性蓝藻水华问题；二是大坝阻挡了污染物的向下迁移，使得部分污染物在库区累积，增加了库区底泥污染的风险；三是水库分层泄流会引发下游河道水温异常，大坝深层泄流的水温低于天然河道水温，会影响下游鱼类产卵繁殖，也会改变水生微生物的活性，降低水体对污染物的降解能力。此外，水利工程建设过程中，施工活动产生的弃土弃渣、生产生活污水如果处理不当，也会短期加剧流域水污染。

（三）对流域水生生物的影响

水利工程对水生生物的影响是目前学界关注的核心焦点。首先，大坝会形成阻隔效应，阻断洄游性鱼类的洄游通道，使得原本连通的鱼类栖息地被分割，不同种群之间的基因交流中断，物种多样性下降。我国长江流域的中华鲟、胭脂鱼等珍稀洄游鱼类，就因为干流水利工程建设，产卵场规模大幅缩小，物种濒临灭绝。其次，水文情势的改变会破坏鱼类产卵场的孵化条件，多数鲤科鱼类都需要一定的涨水过程刺激产卵，水利工程削平洪峰后，天然涨水过程消失，鱼类产卵规模大幅下降。再次，库区生境改变会改变鱼类群落结构，原本适应急流生境的鱼类逐渐减少，适应缓流、静水生境的鱼类成为优势种群，生物多样性降低。此外，水利工程运行还会影响浮游生物、底栖生物的群落组成，库区底栖生物生物量会明显上升，但多样性下降，为鱼类提供的饵料质量降低。

（四）对流域陆地生态系统的影响

水利工程对陆地生态的影响主要体现在三个方面：一是水库蓄水会淹没大量陆地，破坏原有植被栖息地，导致区域植被生物量下降，部分陆生野生动物栖息

地被分割，物种活动范围缩小。二是水库蓄水会改变区域地下水位，容易引发库岸滑坡、土壤次生盐碱化等问题，在干旱半干旱地区，水库渗漏抬升地下水位，会导致土壤盐分在地表积累，降低土地生产力。三是水利工程改变下游河道的洪水漫滩过程，使得原本依靠洪水漫滩补给养分的滩涂湿地面积萎缩，湿地生态功能退化。我国黄河下游因为干流水库的调控，洪水漫滩频率大幅降低，滩区湿地面积比建国初期减少了超过 40%，不少依赖滩涂生境的候鸟栖息地消失。当然，水利工程也可以通过供水改善区域生态环境，在西北干旱区，不少水利工程为生态输水提供了保障，遏制了荒漠扩张，改善了区域陆地生态质量。

三、协调水利开发与生态保护的对策

水利工程对流域生态环境的影响具有系统性和长期性，要实现二者协调发展，需要从多个层面优化水利开发与管理模式。首先，要强化流域规划的生态约束，在工程规划阶段就开展全面的生态影响评估，对生物多样性关键区域、洄游鱼类核心产卵场等敏感区域，尽量避让，无法避让的要提前制定生态保护方案。其次，要完善水利工程生态调度机制，根据流域生态保护需求，在满足防洪、供水、发电要求的前提下，模拟天然水文过程，开展生态流量下泄、人造洪峰等调度，满足水生生物的基本生态需求。再次，要构建流域生态修复体系，针对水利工程造成的生境破坏，开展鱼类栖息地修复、洄游通道建设、岸坡生态治理等工程，弥补工程造成的生态损失，最后，要建立流域生态环境长期监测体系，动态跟踪水利工程运行对生态环境的影响，及时调整保护方案，保障流域生态系统稳定。

四、结论

水利工程是人类开发利用水资源的重要手段，对经济社会发展的支撑作用毋庸置疑，但不可否认，水利工程开发确实会对流域生态环境产生多维度的不利影响，这些影响本质上是人类活动打破流域原有生态平衡的必然结果。未来我国水利开发仍将继续推进，但是开发理念已经从单纯追求工程效益转向兼顾生态保护，通过科学规划、生态调度、生态修复等手段，可以有效降低水利工程对流域生态环境的不利影响，实现水资源开发利用与生态环境保护的协调发展，为流域可持续发展提供支撑。

参考文献

[1] 董哲仁. 水利工程对生态系统的胁迫及其修复途径[J]. 水利学报, 2003, 34(8): 1-7.

[2] 蔡其华. 长江流域水利工程建设与生态环境保护[J]. 人民长江, 2004, 35(1): 1-3.

[3] 夏军, 赵长森, 刘敏. 水利工程生态影响评价研究进展与发展方向[J]. 水科学进展, 2012, 23(1): 134-142.