

# 剖析水利工程的生态环境影响及保护措施

陈晓兴<sup>1</sup> 赵振江<sup>1</sup> 胡 聪<sup>2</sup> 潘 杭<sup>2</sup> 熊 浩<sup>3</sup>

1. 江苏省泗洪县水利局 江苏 宿迁 223800

2. 宿迁市水务勘测设计研究有限公司 江苏 宿迁 223800

3. 江苏省宜兴市太华水利站 江苏 宜兴 214200

**摘 要：**本文剖析了水利工程对生态环境的多方面影响。在物理环境上，改变地形地貌、干扰水文过程；化学环境方面，引发水质变化、重金属迁移等；生物环境上，影响水生与陆生生物；社会环境上，导致人口迁移与文化影响。同时提出相应保护措施，涵盖规划、施工、运行阶段及监测评估，并探讨构建跨区域协同治理、公众参与监督、技术创新与人才支撑等长效机制，为水利工程生态保护提供参考。

**关键词：**水利工程；生态环境影响；保护措施；长效机制

引言：水利工程在防洪、发电、灌溉等方面发挥着关键作用，有力推动了经济社会发展。然而，其建设与运行不可避免地给生态环境带来诸多挑战。随着生态保护意识的提升，人们愈发关注水利工程对生态环境的影响。深入剖析这些影响，并探寻切实可行的保护措施，对于实现水利工程与生态环境的协调发展至关重要，这也是当下水利领域亟待深入研究的课题。

## 1 水利工程的生态环境影响

### 1.1 物理环境影响

水利工程的实施显著改变了地形地貌。库区淹没是其中最为直观的变化之一，大片土地被水覆盖，不仅改变了原有的地表景观，也对当地生态系统产生了深远的影响。随着河道改道，河流自然流动路径发生改变，这直接影响了沿岸生态系统的结构和功能。泥沙淤积则是另一个需要关注的问题，由于水流速度减缓，泥沙更容易在水库底部沉积，导致下游地区面临泥沙供应不足的风险，进而影响到河口三角洲的稳定性和沿海湿地的健康。水利工程对水文过程的干扰同样不可忽视。径流调节虽然能够在一定程度上缓解洪水风险并保障干旱时期的用水需求，但这种人为调控打破了自然水循环的平衡。蒸发量的变化可能影响区域气候模式，而地下水位的波动则会对植被生长及土壤湿度条件产生影响。这些变化累积起来，可能会对整个流域的生态系统造成复杂且难以预测的影响。

### 1.2 化学环境影响

水质变化是水利工程化学环境影响的核心表现。水库蓄水后，水体流动性减弱，污染物扩散能力下降，容易引发富营养化风险。营养物质在库区内积累，若条件适宜，藻类会大量繁殖，导致水体透明度降低、溶解

氧含量变化，影响水质与水生生物生存。重金属迁移方面，工程建设可能扰动地层，使原本稳定的重金属元素释放到水体或土壤中，随着水流扩散迁移，增加周边环境中的重金属浓度，对生物与人体健康构成潜在威胁。水体分层现象在深水水库中较为常见，表层水与深层水因温度、密度差异形成分层，导致上下层水体交换受限，深层水可能因缺氧产生厌氧反应，释放有害物质，水温分层会影响下游水体温度，形成热污染，干扰水生生物的代谢与繁殖活动。土壤环境受水利工程影响呈现多方面变化。盐碱化风险主要存在于干旱半干旱地区的库区周边，地下水位上升使土壤中的盐分随水分蒸发聚集到地表，导致土壤盐碱化，影响植被生长<sup>[1]</sup>。酸化现象可能出现在酸性岩分布区域，工程建设破坏岩层结构，酸性物质溶解于水并渗入土壤，改变土壤酸碱度。养分流失则与水文过程改变密切相关，河流径流调节可能减少洪水携带的泥沙与养分向河岸带的输送，导致沿岸土壤养分补给不足，土壤肥力下降，水土流失加剧可能使表层土壤中的养分随径流流失。

### 1.3 生物环境影响

水生生物是水利工程生物环境影响的主要受纳者之一。鱼类洄游受阻是筑坝工程的典型影响，大坝截断河流通道，使依赖洄游完成繁殖、索饵等生命活动的鱼类无法正常迁徙，可能导致种群数量减少甚至濒危。栖息地丧失表现为库区淹没原有河流栖息地，如浅滩、急流等独特生境被深水环境取代，不适应深水生活的物种生存空间压缩。种群结构变化则因栖息地改变与水文条件变化共同作用，耐低氧、广温性物种可能占据优势，而原有土著物种数量减少，生物群落结构趋于单一化。陆生生物同样面临多重威胁。栖息地破碎化是工程建设

导致陆地生态系统分割的结果，道路、坝体等人工设施将连续的栖息地分割为小块，影响物种的扩散与基因交流，增加小种群灭绝风险。迁徙路径阻断常见于大型哺乳动物与鸟类，工程建设可能阻挡其传统迁徙路线，迫使物种改变迁徙方向或路径，增加能量消耗与生存风险。物种多样性下降是上述影响的综合体现，栖息地破坏、破碎化及环境变化会导致部分物种难以适应而退出区域生态系统，可能引入外来物种，进一步挤占本土物种生存空间，降低区域生物多样性水平。

#### 1.4 社会环境影响

人口迁移是水利工程社会环境影响的显著方面。库区蓄水需要淹没部分陆地，居住在淹没区的人口需向其他区域迁移。移民过程可能打破原有的社会结构，居民离开熟悉的生活环境，面临生产方式转变、社区关系重构等问题。新安置区的资源承载力、基础设施配套等若不完善，可能引发移民生活质量下降、就业困难等社会矛盾。文化影响体现在多个层面。传统生活方式改变与人口迁移密切相关，依赖河流渔业、沿岸农业的居民在工程建成后，可能不得不放弃原有的生产生活方式，转而从事其他行业，导致与水相关的传统习俗、文化活动逐渐淡化。文化遗产淹没风险是指库区范围内可能存在的古建筑、遗址、墓葬等文化遗产，会因蓄水被淹没，造成不可再生的文化损失，同时也可能割断当地居民与历史文化的空间联系，影响文化传承与认同。

## 2 水利工程生态环境保护措施

### 2.1 规划与设计阶段

在规划与设计阶段，生态敏感区避让成为至关重要的核心原则。水利工程选址工作需深入开展全面的生态环境调研，细致考量地形起伏、植被覆盖状况以及生物多样性分布等关键要素，精准识别并严格规避自然保护区、水源涵养区以及珍稀物种栖息地等对生态平衡具有决定性影响的关键区域<sup>[2]</sup>。通过精心组织的多方案比选流程，优先选定对区域生态结构干扰程度最低的建设区位，从源头上杜绝工程建设对生态敏感区原有功能的直接破坏，全力维护生态系统的自然演替进程。多目标优化设计理念则强调在切实满足防洪、发电等基本功能需求的基础上，将生态流量保障纳入工程设计体系的整体框架之中。在确定工程规模与布局方案时，深入分析河流在不同季节呈现出的水文特征以及生态需水规律，借助优化坝体结构设计、合理设置生态泄水设施等创新举措，确保河道在旱季与汛期均能维持适宜的流量水平，为下游水生生物的生存繁衍，有效避免因水量急剧减少而引发的生态退化现象。

### 2.2 施工阶段

环保施工方案以降低环境扰动为目标，贯穿施工全过程。低扰动施工强调采用精细化施工工艺，例如在土方开挖中运用分层剥离技术，保护表层土壤资源，将剥离的表土单独堆放并用于后期植被恢复；在基础处理环节，优先选用静压桩、螺旋桩等低振动工艺，减少对周边岩土体结构的破坏。泥沙控制通过设置多级沉淀池、截水沟等设施，对施工废水进行沉淀过滤，去除水中悬浮物，避免泥沙随地表径流进入河道造成水质浑浊，影响水生生物的栖息环境。噪声与粉尘管理则通过选用低噪声设备、设置隔音围挡、定期对施工道路洒水等措施，降低施工活动对周边居民区的声环境影响，同时抑制扬尘扩散，改善施工区域空气质量。生态补偿措施侧重于临时生态空间构建与动态监测。临时栖息地建设需在施工前对区域内动植物进行调查，针对受影响的物种类型，因地制宜建设替代生存场所，如为两栖动物设置人工水塘、为鸟类搭建栖息架等，减少施工活动对生物栖息地的压缩。施工期生态监测通过布设监测样地、安装远程监控设备等方式，实时跟踪植被破坏范围、动物迁徙路径变化等指标，一旦发现异常及时调整施工方案，降低生态影响程度。

### 2.3 运行阶段

生态流量管理通过建立科学的流量调控机制，保障下游生态用水需求。依据河流生态系统的水文需求，制定不同季节的最小下泄流量标准，并通过闸门调度、生态机组运行等手段确保流量稳定达标<sup>[3]</sup>。这一措施可维持河道水体流动性，避免河道断流导致的湿地萎缩、生物多样性下降等问题，同时为鱼类产卵、幼鱼生长提供适宜的水文条件。水质维护包含污染源管控与技术优化双重路径。在工程管理范围内加强工业废水、生活污水排放监管，通过建设污水处理设施、实施雨污分流等措施，杜绝污染物直接入河。分层取水技术则根据水体垂直分层特性，在水库不同深度设置取水口，优先取用与下游河道水温接近的中层水体，减少因水温骤变对水生生物代谢活动的干扰，降低热污染风险。栖息地修复聚焦于水生与陆生生态系统的协同恢复。鱼类洄游通道建设通过设置鱼梯、鱼道等设施，模拟自然河道的水流条件，帮助鱼类克服大坝阻隔，恢复其传统洄游路线，保障种群繁殖链的完整性。湿地恢复工程通过水位调控、植被重建等手段，修复因工程建设受损的湖滨湿地、河流漫滩湿地，恢复湿地的水质净化、候鸟栖息等生态功能。植被重建则在工程周边裸露区域选择本土适生植物进行规模化种植，构建乔灌草复合植被群落，增强区域

水土保持能力,为陆生动物提供食物来源与庇护场所。

#### 2.4 监测与评估

长期生态监测通过构建多维度监测网络,实现对生态环境变化的持续跟踪。生物多样性监测采用样线法、红外相机监测等技术,定期调查区域内动植物种类、数量及分布变化,评估工程对物种丰富度的影响。水质监测通过布设自动监测站,实时采集水体pH值、溶解氧、营养盐等指标数据,掌握水质动态变化趋势,为污染防治提供依据。土壤质量监测则通过采集土壤样品,分析土壤肥力、重金属含量等参数,评估施工与运行阶段对土壤生态功能的影响程度。适应性管理以监测数据为支撑,建立动态调整机制。当监测发现某区域植被覆盖率下降或鱼类种群数量减少时,及时分析原因并调整保护措施,如增加植被补种面积、优化生态流量调度方案等,确保生态保护措施的有效性与针对性,实现水利工程生态影响的全过程可控。

### 3 水利工程生态环境保护长效机制构建

#### 3.1 跨区域协同治理机制

水利工程生态环境影响具有流域性特征,单一行政区划的治理模式难以应对复杂生态问题。需建立跨区域协同治理框架,通过流域管理委员会等协调机构整合上下游、左右岸资源,制定统一的生态保护标准与行动方案。协同机制应涵盖信息共享、联合执法、生态补偿等方面,例如建立流域水质监测数据共享平台,实现上下游水质异常的实时预警;开展联合执法行动,打击跨区域非法排污、非法捕捞等行为;探索建立横向生态补偿基金,依据各区域生态保护投入与成效进行资金分配,形成生态保护成本共担、生态效益共享的治理格局。协同治理还需注重与周边省份的联动,针对跨省界水利工程,签订生态保护合作协议,明确各方责任与义务,共同应对区域性生态挑战。

#### 3.2 公众参与与监督机制

公众是生态环境保护的直接利益相关者,其参与和监督对提升水利工程生态保护成效至关重要。应构建多层次公众参与平台,通过公开听证会、网络意见征集等方式,广泛吸纳社会各界对工程规划、设计、运行等环节的意见建议。例如在生态流量调度方案制定中,邀请生态学家、渔民代表等利益相关方参与决策,确保生态

保护措施的可行性与有效性。公众监督渠道应实现透明化,建立工程环境影响评价公众参与制度,确保公众在工程规划、建设、运行各阶段均有表达诉求的机会<sup>[4]</sup>。同时完善公众监督机制,设立独立的生态监督热线与投诉平台,对公众反馈的问题进行快速响应与处理。通过开展生态保护志愿者活动、生态科普教育等项目,提升公众的生态保护意识,形成政府主导、企业协同、公众参与的多元共治格局。

#### 3.3 技术创新与人才支撑机制

技术进步为生态保护提供新手段,需构建产学研用协同机制。应推动水利工程与生态保护领域的技术联合攻关,整合高校、科研机构与企业的创新资源,针对库区生态修复、水质提升等关键问题开展专项研究。人才支撑体系需涵盖多层次,一方面通过高校生态学专业设置、企业生态保护岗位等途径培养专业人才,另一方面建立生态保护技术人才共享平台,促进跨机构技术交流与合作,为水利工程生态保护提供智力支持。同时需完善生态保护政策支持体系,制定涵盖财政补贴、税收优惠、绿色信贷等激励政策,鼓励社会资本参与生态保护项目建设,形成政府主导、企业参与、社会协同的保护格局。

#### 结束语

水利工程与生态环境紧密相连,其生态环境影响不容忽视。本文从多个维度剖析了影响,并针对性地提出一系列保护措施与长效机制构建思路。在未来的水利工程实践中,应将这些理念与措施贯穿始终,不断优化与完善。通过跨区域协同治理、强化公众参与监督以及推进技术创新与人才支撑,实现水利工程的经济效益与生态效益双赢,为可持续发展筑牢生态根基。

#### 参考文献

- [1]李本松.水利工程建设对水生态环境影响及保护措施分析[J].治淮,2023,(09):51-52.
- [2]马迎双.水利工程生态环境监测与保护措施[J].清洗世界,2021,37(12):106-107.
- [3]尹继文.农田水利工程对生态环境的影响及保护措施[J].乡村科技,2021,12(26):121-123.
- [4]杨益平.农田水利工程施工对生态环境的影响与保护策略[J].大众标准化,2024,(22):80-82.