

# Research on Ecological Environment Protection Technology and Application in Water Conservancy Engineering Construction

Linjian Huang Xuesong Wu

Yellow River Estuary Management Bureau Lijin Yellow River Affairs Bureau, Dongying, Shandong, 257400, China

## Abstract

Water conservancy projects play an important role in flood control, water supply, irrigation, and power generation, but the impact of their construction activities on the ecological environment cannot be ignored. With the advancement of the concept of sustainable development, water conservancy construction is gradually shifting towards a balance between engineering and ecology. This article is based on the concept of ecological priority and green construction, and systematically studies the ecological environment protection technology in water conservancy engineering construction. It explores the applications of soil and water conservation, ecological restoration, pollution control, and resource utilization. Research has shown that comprehensive measures such as ecological slope protection, biological filters, clean construction, wastewater reuse, and ecological compensation can effectively reduce the damage to the ecosystem caused by construction and achieve coordinated coexistence between engineering construction and the environment. This article proposes an optimization path to improve ecological design standards, strengthen dynamic monitoring and management mechanisms, and promote the integrated application of ecological technologies, providing technical references and practical basis for the green transformation and sustainable development of water conservancy projects.

## Keywords

water conservancy engineering; Ecological environment protection; Green construction; Ecological restoration; Sustainable development

## 水利工程施工中的生态环境保护技术与应用研究

黄林健 吴雪松

黄河河口管理局利津黄河河务局, 中国·山东 东营 257400

## 摘要

水利工程在防洪、供水、灌溉和发电等方面发挥着重要作用,但其施工活动对生态环境的影响不容忽视。随着可持续发展理念的推进,水利建设逐步转向“工程与生态并重”。本文基于生态优先与绿色施工理念,系统研究了水利工程施工中的生态环境保护技术,探讨了水土保持、生态修复、污染控制与资源利用等方面的应用。研究表明,采用生态护坡、生物滤池、清洁施工、废水回用和生态补偿等综合措施,能够有效减轻施工对生态系统的破坏,实现工程建设与环境的协调共生。本文提出了完善生态设计标准、强化动态监测与管理机制、推动生态技术集成应用的优化路径,为水利工程绿色转型和可持续发展提供技术参考和实践依据。

## 关键词

水利工程; 生态环境保护; 绿色施工; 生态修复; 可持续发展

## 1 引言

水利工程是人类改造自然、利用水资源的重要手段,对防灾减灾与社会经济发展具有重要意义。然而,传统水利施工模式长期强调建设速度与经济效益,忽视生态保护与环境协调,导致水土流失、河道生态退化、生物多样性下降等问题。近年来,生态文明建设上升为国家战略,《水利部生态文明建设规划纲要(2021—2035)》明确要求水利工程建设必须坚持生态优先、绿色发展,强化全生命周期生态保护

与修复。

在这一背景下,生态环境保护技术在水利工程施工中得到广泛关注。通过科学规划、生态设计与绿色施工,可实现工程功能与自然生态系统的良性互动,推动水利工程从传统“刚性防护”向“柔性生态”转型。本文以生态工程学、环境管理学和水利科学为理论基础,分析水利施工中主要的生态问题,系统总结生态环境保护技术的原理与应用方法,并结合工程实践提出优化策略,以期为新时期水利工程的生态化建设提供可行路径。

【作者简介】黄林健(1985—),男,中国山东东营人,本科,助理工程师,从事土木工程研究。

## 2 水利工程施工的生态环境影响分析

### 2.1 水利施工对自然环境的扰动特征

水利工程施工通常涉及大规模的土石方开挖、混凝土浇筑和机械作业，这些活动对地形地貌和生态系统造成了显著干扰。首先，拦河坝体建设改变了天然水流，影响上下游的水动力和水质交换，导致水生生物栖息地丧失，进而影响生物种群的多样性。其次，施工占地、弃渣堆放和道路修筑会破坏原有的地表植被，导致土地退化和土壤侵蚀的加剧，破坏自然生态系统的稳定性。第三，强扰动的施工破坏了地表结构，引起水土流失，尤其是在雨季时，径流量增加并带走大量泥沙，对下游生态安全造成威胁。若这些影响没有得到有效控制，将导致生态系统自我恢复能力下降，进而影响工程的长期运行安全和生态服务功能。因此，在水利工程施工中，必须重视生态环境保护，采取有效措施减少施工对自然环境的负面影响。

### 2.2 施工活动的环境污染问题

水利工程施工过程中伴随着大量的污染物排放，包括粉尘、噪声、废水和固废等。混凝土搅拌站和施工机械排放的粉尘会造成局部空气污染，影响周围环境质量；爆破和运输作业过程中产生的噪声不仅干扰周边居民的生活，还可能对野生动物造成生理和行为上的影响。施工废水如果未经处理直接排放，会对水体造成富营养化，进一步破坏水生生态系统的健康。弃土和弃渣不当堆放可能导致河道堵塞或破坏下游农田的土壤结构。生态环境监测数据显示，在典型水利枢纽施工区，若未采取有效防控措施，施工后地表径流含泥量增加3至5倍，氮磷浓度上升约40%，对水生生态系统形成显著负担。因此，施工期的环境污染必须得到有效的控制，以减少对生态环境的影响，并实现施工与环境保护的双赢。

### 2.3 生态系统结构破坏与生物多样性威胁

水利工程建设改变了区域生态格局，给生物多样性带来了威胁。拦河坝削弱了鱼类洄游的通道，河岸施工影响了两栖类动物与湿地植物的栖息地连续性。研究表明，某些水库建设后，上游的鱼类种群数量下降了50%以上，植物多样性指数降低了20%。这一变化表明，传统的水利工程措施未能充分考虑生态系统的完整性，忽视了生物栖息环境的维持。因此，在工程设计和施工阶段，必须加强生态风险评估，落实生态保护优先的原则，确保工程建设与生态系统功能的协调统一。通过合理的生态设计与施工管理，可以有效减轻水利工程对生态环境的破坏，保障生态系统的稳定性与生物多样性。

## 3 水利工程施工中生态环境保护技术体系

### 3.1 生态护坡与生物防护技术

传统水利工程常采用浆砌石或混凝土护坡，这些方法虽然稳固，但会破坏地表生态。生态护坡技术则结合了工程和生物的优势，通过植物根系的加固和人工基质的覆盖，实

现防护功能与美化效果并重。植被护坡是常见的技术之一，选用耐水、耐旱且根系发达的本地植物，如狗牙根、苜蓿、早熟禾等，结合喷播基质形成稳定的生态护层。这种方法不仅增强了护坡的稳定性，还提升了绿化效果。另有生态袋和格宾石笼技术，采用透水材料和植物共同作用，增强护坡的透气性和稳定性，形成“绿色生态屏障”。生态砌块护坡则通过在混凝土预制块上预留植物孔隙，兼具结构稳定和生态恢复功能。实践表明，生态护坡可以有效降低边坡侵蚀率70%以上，植被覆盖度提升50%，显著改善局部微气候，增强生态恢复力。

### 3.2 水土保持与面源污染控制技术

水利施工区的地表扰动强烈，水土保持是生态保护的关键环节。在施工过程中，采用拦截沟和沉沙池能够有效拦截地表径流，防止泥沙进入河流，减少水体污染。覆盖与固土措施是减少水土流失的重要手段，使用无纺布、秸秆或喷浆固化材料，可以有效减少雨蚀对土壤的侵害。在施工组织方面，合理安排施工时序，避免雨季集中开挖，减少泥沙流失。同时，通过构建植被缓冲带和生态沟渠，可以减少氮磷等面源污染，促进水质净化和生态补偿。以上措施有效降低了水土流失的同时，增强了施工区的生态恢复能力，有助于实现可持续的生态管理。

### 3.3 清洁生产与资源循环利用技术

水利施工中的能耗和资源消耗较大，清洁生产已成为生态保护的重要环节。推广节能设备和新能源应用，如电动机和太阳能照明系统，可以显著减少碳排放，推动施工过程的绿色化。施工废水回用技术则通过设置沉淀池、絮凝系统和循环用水装置，将废水净化后用于场地降尘和混凝土拌和，不仅节约了水资源，也减少了废水排放。在固废资源化处理方面，弃渣可以用于护坡填筑、混凝土骨料或道路垫层，实现资源闭环。这些清洁生产技术的应用已在多个大型水电站项目中得到了广泛实践，研究表明，采用这些技术后，施工区的综合能耗减少约15%，废水排放量减少60%，实现了经济与生态效益的双赢，推动了水利工程的可持续发展。

## 4 典型生态保护技术在水利工程中的应用实践

### 4.1 坝区生态修复与景观重建

在水库坝区施工后，生态修复是提升生态环境质量和景观效果的关键步骤。坝区的生态修复主要包括岸线整治与湿地恢复，通过分层植被修复技术实现生态功能的恢复。修复过程中，坝基与边坡可种植乔木、灌木与草本植物的复合群落，如柳树、忍冬、菅草等植物，以促进土壤稳定性和提高生态景观的多样性。湿地恢复作为重要的修复措施，通过建设人工湿地，不仅改善水质、提高自净能力，还能增添景观效果。以青藏高原某高山水库工程为例，采用分区修复模式后，植被恢复率达85%，库岸稳定性显著提高，生态景观效果良好。这种修复模式不仅有助于生物栖息地的恢复，

也为生态旅游和社会经济发展提供了可持续的环境基础。

## 4.2 生态导流与鱼道工程技术

大坝建设对河道连通性及水生生物的生存环境产生了影响,尤其是对鱼类洄游的阻隔。因此,设置鱼道或生态涵洞能够有效维持水生生物的通道连续性。常见的鱼道类型包括阶梯式、螺旋式和竖井式鱼道,这些设计能够模拟自然水流环境,促进鱼类的上溯。在鱼道设计中,通过控制水流速度和隐蔽环境设计,可使鱼类的上溯成功率达到70%以上。此外,在引水渠中设置生态导流槽与护岸缓坡,减少水流剪切应力,保护水生生物栖息。这些技术已在金沙江、雅砻江等流域的水利工程中广泛应用,并取得了显著成效,确保了水生物种的多样性与生态平衡。

## 4.3 施工期生态监测与动态调控

生态监测在水利工程的绿色施工过程中起着至关重要的作用。通过布设自动监测站,实时监测水质、噪声、空气粉尘及生态恢复效果,为生态保护提供数据支持。结合无人机航测和遥感技术,能够全面跟踪施工期间的生态影响,并建立施工生态数据库,推动“预警—调控—修复”一体化管理。以某大型引水隧洞工程为例,通过实时监测系统发现局部排水泥沙超标后,施工单位立即调整排水方案,48小时内污染物浓度恢复正常,有效控制了生态风险。

# 5 水利工程生态保护的的管理模式与优化路径

## 5.1 全过程生态管理体系建设

生态环境保护应贯穿水利工程的规划、设计、施工与运行全周期。在规划阶段,需开展生态影响评价,优先避让自然保护区和湿地等敏感区域,确保工程选址对生态环境的最小影响。设计阶段应引入生态设计理念,预留生态缓冲带和植被走廊,避免工程对生态系统的破坏。施工阶段则应实施绿色施工标准化管理,执行分区施工和封闭管理,减少对环境的扰动,避免土壤侵蚀和水体污染。运行阶段,需要建立生态补偿和动态监测制度,定期评估生态影响,并确保生态平衡的长期维持。通过建立“设计—施工—监测—评估—反馈”闭环管理机制,确保生态保护的系统化和持续化,从而使生态与工程建设实现有效结合,保障环境可持续发展。

## 5.2 多主体协同与社会参与机制

生态保护工作不仅是施工单位的责任,还需要政府监管、科研机构的技术支持以及社会公众的广泛参与。政府应通过政策引导、信息公开与生态补偿机制,鼓励地方社区参与环境监测和生态修复,形成“政府主导、企业落实、公众监督”的协同治理格局。举例来说,在长江上游某水利枢纽项目中,实施了“社区参与式管理模式”,居民积极参与生

态监测与水生植物养护,显著提升了生态修复效果,增加了当地居民的满意度与参与感。通过这种方式,生态保护不仅获得了技术与资金支持,还增强了社会各界的环保意识,进一步促进了环境可持续性。

## 5.3 生态技术标准与创新方向

为进一步推动水利工程中的生态环境保护,必须完善相关生态设计与施工技术标准。通过标准化的技术要求,可以确保每个环节中的生态保护措施得到落实,并推动工程建设过程中的绿色发展。未来的研究方向应包括基于生态系统服务价值评估的决策模型,帮助制定更加科学的环保决策;探索仿生材料与可降解护岸结构的应用,以减少工程对自然环境的长期影响;建立生态信息化平台,实现智能化监测与数据分析,提升生态监控的精确度与效率。通过技术标准化与创新驱动,可以促进生态保护与工程建设的深度融合,确保两者在实现经济效益的同时,也兼顾环境效益,为可持续发展提供保障。

# 6 结语

水利工程的生态环境保护已成为衡量工程质量与可持续性的关键指标。研究表明,通过综合应用生态护坡、清洁施工、水土保持、生态导流和动态监测等技术,可以显著降低工程对生态系统的负面影响,促进人水和谐发展。未来,水利建设应以生态文明为引领,深化绿色施工理念,强化全过程的生态管理与技术创新。应构建“工程安全—生态稳定—社会效益”三位一体的综合评价体系,实现水利工程从“单一建设型”向“生态共生型”的转变。通过科技创新与制度保障的协同推进,可以为我国生态水利建设提供长期支撑,确保水利工程在推动经济发展的同时,也能够保护生态环境,促进绿色发展,并为实现生态文明目标奠定坚实基础。这不仅有助于提升水利工程的环境质量,也为我国可持续发展提供了技术与政策保障。

## 参考文献

- [1] 李旭成,李继军,陈新民.水利工程绿色施工技术 with 生态环境保护研究[J].中国设备工程,2025,(22):213-215.
- [2] 张泽.水利工程施工及生态环境保护措施研究[J].水上安全,2025,(17):108-110.
- [3] 焦兴国.水利工程绿色施工与生态环境保护的协同研究[J].全面腐蚀控制,2025,39(08):48-50.
- [4] 金鹏举.水利工程施工中生态保护技术的应用[J].工程建设与设计,2025,(16):156-158.
- [5] 张红星.水利工程施工中引水隧洞施工技术研究[J].科技与创新,2025,(13):208-211.