

探讨水利工程施工中的生态工程

杨洪莉

山东中泽工程集团有限公司 山东 菏泽 274000

摘要: 本文探讨了水利工程施工中的生态工程。阐述水利工程对生态环境在水文、生物、地质环境等方面的系统性影响,强调生态工程在缓解干扰中的作用。介绍生态工程在水利施工中的应用原则,以及生态护岸、鱼类洄游通道设计等技术。还探讨生态工程与水利工程的协同发展,包括生态工程对水利工程的优化及水利工程对生态工程的促进作用。

关键词: 水利工程;生态工程;生态影响;协同发展

引言:水利工程在社会发展中发挥重要作用,但工程建设会对生态环境造成多方面影响,如水文条件改变、生物多样性受损、地质环境改变等。生态工程作为缓解水利工程建设对生态系统干扰的重要手段,其应用至关重要。深入研究水利工程施工中的生态工程,有助于实现水利工程与生态环境的协调发展,保障区域生态安全与可持续发展。

1 水利工程对生态环境的影响

1.1 主要生态影响

水利工程建设对生态环境产生系统性影响,主要体现在水文、生物和地质环境三个维度。水文条件变化最为显著,大坝拦截形成水库导致上游流速减缓、下游流量过程改变,洪水脉冲削弱与枯水期流量减少共同影响河流自然节律。这种变化引发连锁反应,库区泥沙沉积加剧,下游河床下切与河口海岸侵蚀形成鲜明对比^[1]。水体流动性降低导致污染物扩散能力减弱,藻类大量繁殖引发富营养化风险,施工期废渣废水排放进一步加剧局部水质恶化。生物多样性面临严峻挑战,水生生态系统首当其冲。大坝阻隔使鱼类洄游通道中断,产卵、索饵等生命活动受阻。水库水温分层改变破坏原有生态位,导致特有种群衰退。陆生生态系统同样受损,工程占地造成植被破坏和栖息地碎片化,食物链断裂使生态系统服务功能下降,部分物种被迫迁移或消失。地质环境改变呈现渐进式特征。库区地下水位上升诱发周边土壤盐碱化和沼泽化,下游则因水分补给不足出现植被退化与土地沙化。大型工程还改变区域地质应力分布,可能诱发地震活动。库岸坡体受水位频繁升降影响,稳定性降低导致滑坡、坍塌风险增加。这些生态影响相互交织,形成复杂的生态环境响应链,凸显水利工程建设与生态保护的协调必要性。

1.2 生态工程的作用

生态工程通过针对性技术措施,缓解水利工程对生态系统的干扰。在水文调控上,采用生态调度策略,模拟天然河流流量过程,定期向下游释放生态基流,维持河道基本生态功能;设置过鱼设施,如鱼道、鱼闸,辅助鱼类跨越水坝完成洄游。针对生物多样性保护,开展人工增殖放流补充鱼类资源,在工程区周边建设生态湿地、野生动物栖息地,为生物提供替代生存空间。生态工程推动水利工程与自然和谐共存。通过生态型护坡、透水坝体等结构设计,降低工程设施对河道生态的阻隔效应,促进水陆生态系统物质交换。在植被恢复方面,选用本土适生植物进行生态绿化,重建受损生态系统,增强生态系统稳定性。这些措施不仅修复受损生态环境,还使水利工程更好地融入自然景观,实现工程效益与生态效益协同提升,保障区域生态安全与可持续发展。

2 生态工程在水利施工中的应用原则

2.1 生态优先原则

生态优先原则要求在水利施工中将生态保护置于核心地位。施工前对工程区域进行全面生态评估,识别敏感生态区域与关键物种栖息地,通过优化施工线路、调整工程布局,实现生态干扰最小化。例如,避开珍稀植物群落分布区设置施工便道,采用非开挖技术穿越生态脆弱地段,减少对地表植被与土壤结构的破坏。优先采用生态友好型施工技术是践行该原则的关键。施工期废水处理采用物理-生物组合工艺,通过湿地净化系统降解污染物,降低对周边水体的污染风险。土方工程中运用生态型开挖设备,减少扬尘与噪声排放。基础施工阶段,选择低扰动桩基技术,避免大规模地基开挖引发的水土流失,从源头上降低工程建设对生态环境的负面影响。

2.2 系统性原则

系统性原则强调水利施工需统筹水文、地质、生物等多要素进行综合考量。水文方面,通过模拟天然水流

节律制定施工期排水方案,防止改变河道水流形态与泥沙输移规律。地质条件上,依据工程区域地质构造特点,针对性设计边坡防护与地基处理方案,避免因施工引发滑坡、塌陷等地质灾害^[2]。生物要素保护中,构建水陆生态连接通道,保障生物迁徙与物质交换需求。生态修复与工程建设同步规划贯穿施工全过程。施工初期,对表土进行剥离储存,用于后期植被恢复;建设过程中,同步实施生态护坡、人工鱼巢等设施,维持水域生态功能。工程竣工后,及时开展植被重建、湿地恢复等工作,使受损生态系统得到有效修复,确保水利工程与周边生态环境形成有机整体。

2.3 可持续性原则

可持续性原则注重水利工程长期生态效益与工程功能的平衡。在工程设计阶段,通过生态模拟技术预测施工及运营对生态环境的长期影响,调整工程参数确保生态承载力不被突破。例如,优化水库调度方案,在保障防洪、供水功能的同时,维持下游河道生态基流,避免生态退化。可恢复性与适应性设计是可持续原则的重要体现。采用模块化、装配式施工技术,便于工程设施后期改造与生态修复。生态护坡选用可降解材料,随着植被生长逐渐融入自然环境。建立动态监测与反馈机制,根据生态环境变化及时调整工程运行模式,确保水利工程在满足社会需求的同时,实现生态系统的长期稳定与自我修复。

3 水利工程施工中的生态工程技术

3.1 生态护岸技术

自然材料护岸通过植被、石笼、木材等原生材质构建生态界面。植被护岸选用本土草本与灌木物种,根系深入土层形成固土网络,既能抵御水流冲刷,又能通过植物蒸腾作用调节局部微气候,枝叶拦截雨水径流中的污染物,减少面源污染。石笼护岸以金属网格装填天然卵石,孔隙结构允许水体与岸坡进行物质交换,为螺类、水生昆虫提供栖息场所,卵石缝隙中的微生物群落可降解水体有机物,同时石笼自然形态与河道景观融合,降低人工设施的生硬感。木材护岸采用耐腐原木层叠堆砌,形成缓坡结构缓冲水流冲击,原木随时间分解释放有机物质,滋养周边水生生物,其孔隙空间也为鱼类产卵提供隐蔽场所。生态混凝土与柔性结构突破传统硬质护岸局限。生态混凝土通过特殊级配形成多孔结构,孔隙内填充营养土与植物种子,待植被生长后根系穿透混凝土孔隙,实现工程结构与植物群落的协同防护。柔性结构如土工格室、生态袋,可适应岸坡微小变形,避免刚性结构因地基沉降产生裂缝,内部填充的改

良土壤与复合植被层,既能稳固坡面,又能通过植物蒸腾作用减少土体水分蒸发,维持边坡稳定性。

3.2 鱼类洄游通道设计

鱼道、鱼梯等过鱼设施依据鱼类生理特性设计。鱼道采用水槽式结构,通过间隔布置的隔板形成阶梯状水池,将大坝上下游水位差分解为若干小落差,水流经隔板孔洞形成缓流区,引导鱼类沿水池逐级上溯;鱼梯则以倾斜坡面搭配浅水槽,模拟天然溪流的流速与水深,利用鱼类逆流而上的习性,帮助其克服大坝障碍^[3]。设施的坡度、水流速度及水池尺寸均经水力模型试验优化,契合目标鱼类的游泳能力,如鲑鳟鱼类所需的过鱼水流速度通常控制在0.8-1.2米/秒。栖息地修复与补偿措施同步改善鱼类生存环境。在工程影响区域下游,开挖人工产卵场,铺设砾石底质并配置水流扰动装置,模拟天然河道的产卵条件;营造浅滩与深潭交替的水域结构,浅滩为幼鱼提供育幼场所,深潭作为成鱼避敌空间。通过种植沉水植物、挺水植物构建水下植被系统,为鱼类提供食物来源与产卵基质,植物根系可稳定底质,减少水土流失。

3.3 水土保持与植被恢复

边坡生态防护根据坡度与立地条件选用适宜技术。植草防护适用于缓坡区域,通过撒播草种或铺设草皮,配合三维植被网固定表土,草类根系交织成网增强土体抗剪强度,降雨时植被覆盖层可截留雨水,降低坡面径流速度。喷播技术针对陡坡及石质边坡,将草种、保水剂、纤维材料与营养土混合成泥浆喷射至坡面,形成具有一定强度的植被垫层,快速覆盖裸露坡面,减少水土流失。对于高陡岩质边坡,可采用锚杆挂网喷播,通过锚杆固定金属网,为喷播基质提供支撑,确保植被层与坡面的稳固结合。施工后植被重建遵循生态演替规律。表土剥离储存于专门场地,施工结束后回覆至原区域,确保土壤肥力与生物活性。选用本土乔、灌、草物种构建复合群落,如河岸带配置柳树、紫穗槐等耐水湿植物,坡顶种植耐旱的侧柏、荆条,形成多层次植被结构。对工程占用的耕地,回覆表土后种植当地适生农作物;林地则采用直播造林或植苗造林方式,恢复原有森林植被。通过设置生态隔离带,防止施工扰动区与周边自然植被的物种入侵,保障植被重建的生态安全性。

3.4 生态流量保障

最小生态需水量计算综合多维度需求。采用水力学分析法分析河道不同流量下的过水断面面积与流速,确定维持河道形态的临界流量;栖息地模拟法通过构建鱼类等水生生物的适宜栖息地模型,计算满足其生存繁衍的流

量阈值；水质模型则评估不同流量条件下的污染物稀释能力，确保水体自净功能。多方法耦合计算后，结合流域水资源供需状况，确定最终的最小生态需水量，作为闸坝调度的底线指标。闸坝调度优化通过动态调控实现生态与工程效益平衡。非汛期按生态需水量下泄稳定流量，维持河道水生生物栖息地的基本水位与流速；汛期来临前，根据天气预报提前腾出库容，在保障防洪安全的前提下，利用洪水过程冲刷河道淤积物，补充下游湿地水源。结合实时监测的水文、水质数据，通过自动化控制系统调整闸坝开度，确保生态流量足额下泄。对于多目标调度的水利工程，建立生态流量与供水、发电等目标的协调机制，通过优化调度算法，减少各目标间的矛盾冲突。

4 生态工程与水利工程的协同发展

4.1 生态工程对水利工程的优化作用

生态工程通过提升环境适应性增强水利工程的可持续性。在工程选址阶段，生态评估可避开生态敏感区，减少对重要湿地、濒危物种栖息地的干扰，降低工程建设的环境风险。施工期采用生态友好型技术，如非开挖施工、低扰动桩基，减少对周边水土资源的破坏，使工程更好地融入自然环境。运行阶段，生态型护岸、透水坝体等设施允许水体与岸坡进行物质交换，降低河道硬化导致的生态阻隔，维持河道自然演变规律，避免因工程建设引发的河床下切、岸坡坍塌等问题，延长工程使用寿命^[4]。生态工程从结构与功能层面增强水利工程的长期稳定性。柔性生态护岸材料可适应地基轻微沉降，避免刚性结构因变形产生裂缝；植被根系与工程结构的协同作用，增强岸坡抗冲刷能力，减少水土流失对坝体基础的侵蚀。生态流量保障措施维持下游河道的基本水文过程，防止因长期断流导致的堤坝基础土体干缩开裂，同时避免水库泥沙过度淤积影响工程调蓄能力。通过构建人工湿地、生态缓冲带等配套设施，净化入湖入库水质，减少污染物对水利工程金属构件的腐蚀，降低维护成本，保障工程长期安全运行。

4.2 水利工程对生态工程的促进作用

水利工程为生态修复提供技术与设施支撑。闸坝调

度系统可根据生态需求精准调控流量，通过生态基流下泄、洪水过程模拟等方式，改善下游河道的水文条件，为河流生态系统修复创造有利环境。水利工程建设中积累的土方开挖、边坡支护等技术，可应用于生态湿地开挖、废弃矿坑修复等项目，提高生态工程的实施效率。输水渠道、泵站等设施可作为生态补水的通道，为干旱地区湖泊、湿地恢复提供水源保障，拓展生态修复的空间范围。水利工程推动生态监测与管理的技术升级。工程运行中布设的水文、水质监测站点，可实时采集流量、水位、污染物浓度等数据，为生态工程效果评估提供基础资料。自动化控制系统与大数据分析技术的应用，实现对生态系统变化的动态预警，如通过水质传感器数据及时发现水体富营养化趋势，调整生态修复措施。水利工程管理中形成的标准化流程与制度，可移植到生态工程的运维体系中，建立科学的生态监测指标体系与评估机制，提升生态保护的精细化管理水平。这种技术与管理经验的迁移，使生态工程从被动修复向主动预防转变，增强生态系统的韧性与稳定性。

结束语

水利工程施工中的生态工程对于保护生态环境、实现工程效益与生态效益协同提升具有重要意义。通过遵循生态优先、系统性和可持续性原则，采用生态护岸、鱼类洄游通道设计、水土保持与植被恢复等技术，可有效缓解水利工程对生态系统的干扰。同时水利工程也为生态修复提供技术与设施支撑，推动生态监测与管理的技术升级。未来，应进一步加强生态工程在水利施工中的应用与研究，促进水利工程与生态环境的协同发展。

参考文献

- [1]许良峰.水利工程中的河道生态护坡施工技术探讨[J].科技资讯,2025,23(3):199-201.
- [2]李慧雅.水利工程中的生态环境保护与施工修复策略探讨[J].模型世界,2024(7):82-84.
- [3]崔凯.水利工程中的河道生态护坡施工关键技术研究[J].水上安全,2025(6):106-108.
- [4]银丽彩.河道生态护坡施工技术要点及其在水利工程中的应用研究[J].水上安全,2024(24):25-27.