

水利施工环境扰动过大问题及生态修复对策探究

濮苏辉¹ 黄伟¹ 沈蓉²

1.如东县水利电力建筑工程有限责任公司 江苏 南通 226400

2.淮安市洪泽区高良涧水利中心服务站 江苏 淮安 223100

【摘要】：本次研究从水利施工对环境扰动过大的角度出发，对施工阶段土壤破坏，水体污染，噪声振动以及生境破碎化的主要特征进行了分析，文中还讨论了其中的成因机制主要有施工组织不尽合理，工程材料利用生态代价和监测管控体系不健全等。研究在文献资料分析和案例评价的基础上，从生境重建，水体净化和水文调控，物种恢复和生态安全管理等方面提出了系统性的生态恢复对策。研究表明：采用全过程生态监管，多主体协同治理与长期监测评价相结合的方式可以显著缓解施工扰动，增强水体自净能力并恢复生态系统的稳定性与生物多样性。研究结论认为：科学系统的生态修复策略是水利工程绿色可持续发展的重要支撑，可为施工区生态环境保护工作提供理论依据与技术参考。

【关键词】：水利施工；环境扰动；生态修复；水体净化；生境重建

DOI:10.12417/2811-0536.26.03.063

水利工程建设对促进区域经济发展，促进社会生产生活便利化起着至关重要的作用，然而建设过程中通常会伴随着大规模的土石方作业，河道改造以及设施建设等，造成环境扰动明显加剧。过度扰动在破坏地表植被与土壤结构的同时，也会诱发水体污染，水文条件的异常以及生物栖息地的破碎等问题，从而影响区域生态系统的稳定与生物多样性。在生态文明建设理念进一步普及的背景下，对施工期生态影响进行评价和恢复已经成为水利工程管理中非常重要的一个环节。根据施工扰动引起的多维生态问题提出了科学系统的生态恢复对策，不仅可以降低环境负荷还可以使水利工程和生态环境得到和谐发展。所以，深入剖析水利施工中环境扰动表现，原因及其生态影响，探讨可操作的修复策略对于确保工程可持续性与区域生态安全有着重要的现实意义。

1 水利施工对环境扰动的研究概况

1.1 水利工程的施工特征及生态敏感性

水利工程建设周期长、扰动面广、介入强度大的特点，常常对河流、湖泊、湿地等高敏感性生态单元产生直接影响。施工活动使原来的水文过程和地貌结构发生了变化，容易导致岸线破碎，生境缩减和生态承载力降低。与此同时大范围的土石方开挖，设备运行和材料堆置等加大了区域环境压力，使得脆弱的水生态系统在短期内面临着结构和功能不平衡的危险。生态敏感区开展建设活动更需要正视物种栖息环境破坏和生态服务功能减弱的突出问题，这就需要工程布局和建设方式具有高生态适应性^[1]。

1.2 分析主要环境扰动环节

主要环境扰动环节主要集中在施工场地地表扰动、水体扰动以及生境结构变化等方面。在地表扰动方面，地表清理、开挖及平整等施工活动会对原有植被覆盖造成显著破坏，使土壤结构疏松，增加地表径流，进而加快水土流失和侵蚀进程。此外施工过程中弃渣、泥浆及施工废水的处置如果管理不到位，容易导致水体悬浮物浓度升高，破坏原有水动力条件，影响水体自净能力，并对水生生物的栖息环境产生不利影响。在生境结构方面，机械作业、临时道路铺设及施工设施布置会降低生境的连通性，形成局部功能性破碎，限制动植物的迁移和繁殖。多源扰动叠加效应加剧了生态系统的不稳定性，使水域和陆域生态过程面临长期压力，增加生态恢复的难度，凸显了在施工管理中采取科学控制和生态修复措施的必要性^[2]。

1.3 现行管理措施总体不到位

既有的水利施工环境管理措施在实际应用中表现出多重缺陷，表现为制度体系和施工现实的脱节。一些项目还停留于形式化环保要求上，对生态风险识别的深度受到限制，导致关键扰动环节控制不具有针对性。监测指标设定偏重于工程安全而生态敏感因子覆盖不够，致使环境变化不能及时捕获。监管机制对人工巡查的依赖性强，信息化和智能化手段运用不充分，持续性和精确性难保证。另外施工单位生态保护投入，技术储备及专业人才配置等不足，导致管理措施落地困难，弱化生态修复总体效果。

2 在施工阶段生态扰动是其主要形式

2.1 地表破坏和土壤侵蚀

水利施工过程中，地表破坏和土壤侵蚀问题日益凸显，其形成机理主要源于大范围开挖、施工弃渣堆放以及施工车辆频繁碾压等因素，这些活动导致地表结构松散、不稳定。当植被覆盖遭到破坏时，土壤的抗剪强度明显下降，表层土壤颗粒在降雨和地表径流作用下易被冲刷和搬运，进一步加剧坡面侵蚀和沟蚀的发展。土壤侵蚀不仅降低土地生产力，影响施工区及周边生态环境的可持续利用，还会对水体泥沙平衡产生显著影响，导致水库淤积、河道断面改变及流域水文条件的异常变化，进而对区域生态系统的稳定性和功能产生持续性的威胁。因此在施工管理中，通过合理调控施工扰动强度、优化施工组织布局，并结合科学的固土、植被恢复及排水措施，可以有效减缓土壤侵蚀风险，保障地表生态环境的稳定性，为水利工程的可持续发展提供技术支撑和生态保障^[3]。

2.2 水体污染和水文过程的变化

水利施工对水体扰动一般体现在泥沙含量增加，悬浮物弥散和化学物质投入等方面，从而造成水质理化指标偏移。施工排水、爆破和基坑开挖容易改变当地水流路径，使得水文过程表现为流速失衡和水位的异常波动。这种改变在弱化水体自净能力的同时，也会对河湖的生态结构造成损害，并促进栖息地的萎缩和敏感物种的减少。长此下去区域水生态系统稳定性和功能完整性都会不断地受到影响。

2.3 噪声振动和生境破碎化

噪声和振动对水利施工有明显的生态放大作用，机械作业引起的高频扰动容易改变野生动物行为节律和栖息偏好，造成个体迁移或者活动范围减小。持续性声源刺激也会干扰种与种之间的信息交流并减弱它们的繁殖成功率。同时大范围挖掘和施工便道布设常导致原有生境切割成孤立斑块、生态廊道连通性降低、物种迁移路径阻滞等问题，使得区域生境呈碎片化模式。这种结构性破碎在降低生态系统整体稳定性的同时还加剧了脆弱物种局域灭绝的危险，给区域生态安全带来了潜在的威胁。

3 环境扰动成因机理分析

3.1 施工组织和技术方案不尽合理

施工组织和技术方案布局不当，是导致水利工程生态扰动增强的关键因素之一。一些施工单位迫于进度压力，忽略了生态敏感区域保护要求，造成作业面被过大占用和施工路径粗放式规划等问题，进一步拉

大了地表破坏和植被清除规模。同时在技术方案选择上缺少生态约束条件，仍然采用高扰动和高能耗等传统工法进行研究，无法有效减少对水文过程，生境结构和土壤稳定性等方面的影响^[4]。这种组织和技术层面上的偏离使得生态风险从建设之初就呈现累积趋势，既弱化了工程区域环境承载力又提高了后续恢复和管理的复杂性。

3.2 采用工程材料和装备的生态代价

水利施工中工程材料和装备的投资往往会造成生态压力，表现为资源消耗，能耗水平和污染排放。大量砂石，水泥及钢材等材料的采制会造成原地地貌的破坏和碳排放强度的增加，机械设备连续运行也会诱发噪声扩散和油污渗漏等问题，给水体和土壤造成潜在伤害。材料运输时粉尘和车辆的干扰进一步增加了区域生态负荷并降低了局地生境稳定性。由此物质和装备的生态代价呈现出多维度叠加效应并对建设区域生态系统恢复力构成了长期作用。

3.3 监测体系欠缺管控执行力欠缺

缺乏监测体系使得在施工扰动期间对关键生态指标很难做到及时，持续和准确地把握，致使环境变化趋势和潜在风险往往被推迟辨识^[5]。一些项目监测内容脱离生态本底需求、指标设置简单、缺乏空间和时间尺度等问题制约着扰动效应综合评价。同时管控措施落实力度不够，使得既定环保要求流于空泛，现场施工常常会在进度压力之下削弱生态约束、监管反馈相对滞后、整改闭环不够全面。由此而产生的监测薄弱和执行乏力等叠加影响，使生态系统的破坏范围和恢复难度进一步被放大。

4 对环境扰动进行生态影响评价

4.1 对水生态系统的稳定性影响

水利施工中地形改动，水流截断和土方扰动行为将显著改变水生态系统物理和化学条件并引起流量模式变化、沉积结构及水温分布的异常改变打破了原来的生态平衡。水体浑浊度的升高及营养盐浓度的波动会诱发藻类的异常滋生，从而抑制原生生物及水生植物正常发育。长期干扰也会减弱食物链稳定性、降低生态系统自我调节能力、加剧水生生物群落结构脆弱性并最终影响水体生态功能和环境服务能力。

4.2 区域生物多样性效应

水利施工期间，土壤开挖，河道改建以及施工废弃物排放显著改变原有生境结构，造成区域物种栖息地破碎化，连通性降低，继而减弱生物种群迁徙扩散能力。施工噪声、振动和水体污染等因素加重敏感物

种应激反应程度，导致部分本地物种急剧减少甚至部分灭绝。与此同时外来物种引进及人工干扰加剧生态系统入侵风险、破坏群落结构及生态平衡、最终导致区域生物多样性程度下降，给生态功能及生态服务带来长远不利影响。

4.3 对周围社会经济和生态服务功能产生影响

施工期环境扰动显著影响周围社会经济活动和生态服务功能。土壤侵蚀和水体污染会使农业产能和渔业资源下降，并对本地居民经济收益产生直接影响。水文条件变化和生境破碎化给生态系统服务功能带来了消极的影响，如调节洪水，保持水质和生物多样性的能力减弱等。与此同时施工噪声、振动以及施工废弃物的排放等也会带来公共健康和生活环境的问题，加大社会治理的成本。从整体上看施工扰动在改变生态结构的同时，还间接地影响了区域社会经济可持续发展和生态系统服务长期稳定。

5 生态修复原则和技术路径

5.1 最小干扰原则和生态优先的思想

最小干扰原则则强调水利施工时将自然环境破坏降至最低，并通过施工方案优化，施工技术选择和施工时序安排等低影响措施来达到生态系统最少干扰。生态优先理念则要求在工程决策中将生态保护置于核心位置，兼顾水资源开发与生态平衡，通过科学评估施工对水体、生物栖息地和周围环境可能产生的影响指导了施工方案调整和生态修复设计。该思想的推行可以在确保工程功能发挥的前提下，保持区域生态连续性和生物多样性，减少环境扰动给生态系统长期稳定带来的不利影响，从而为水利工程的可持续发展奠定基础支撑。

5.2 生态基底重建和生境修复技术

生态基底重建和生境修复技术的目的是修复被施工扰动所损害的自然结构和功能。通过土壤改良，植

被恢复和微地形重塑等措施可以重构地表生态承载力并提高水土保持能力。同时采用湿地构建，人工栖息地及生态廊道设计等措施改善生物栖息条件以促进区域生物多样性的修复。将原生植物群落的配置和水文生态调控相结合，可以形成一个具有功能性修复的稳定生态系统结构。这类技术注重自然过程的主导性，综合考虑了项目的可操作性和长期生态的可持续性，对水利施工区域的生态恢复具有科学的支持作用。

5.3 水体净化和水文调控措施

水体净化及水文调控措施的目的是恢复并保持施工区及附近水体生态功能。通过人工湿地和生物滤池生态净化设施的建设，可以有效地去除悬浮颗粒和氮、磷污染物，并改善水质状况。同时对河道流量，蓄排水结构以及生态缓冲区设计等方面进行合理的调节，有利于保持水文条件稳定，降低水体径流冲刷与淤积等现象。将水质监测数据和流量调控策略相结合，可以达到提高水体自净能力，确保水生生物栖息环境连续性和多样性的目的，从而为建设区域生态修复工作提供科学支撑和技术保障。

6 结论

水利施工中的环境扰动是多维的，复杂的，主要体现在土壤破坏，水体污染，噪声振动与生境破碎化，显著影响区域生态系统的稳定性与生物多样性。环境扰动产生的原因既有施工组织与技术方案不尽合理，又有工程材料利用生态代价以及监测管控体系不健全等因素。针对以上问题，生态修复应该遵循最小干扰和生态优先的原则，以生境重建、水体净化、物种恢复和水文调控为技术手段系统性地介入。同时构建全过程生态监管，多主体协同治理以及长期监测评价机制能够有效确保修复措施落实成效，实现建设区域生态系统可持续性修复。总体上看科学系统的生态修复策略既能缓解施工对环境的干扰，又能为水利工程绿色发展提供有力支持。

参考文献:

- [1] 丁小慧,张萍萍.水利工程施工对湿地公园的环境风险分析[J].治淮,2025,(10):54-55.
- [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] 马振平,郑庆贵.水利工程施工中的环境保护措施研究[J].现代工程科技,2025,4(15):145-148.
- [5] 卢晶,郝淑涵.农田水利工程施工对生态环境的影响与保护策略探讨[J].新农民,2025,(22):28-30.