Lumina Press

水利工程中的生态恢复与环境保护策略研究

费勤芳

积美水利工程管理所 广东省 吴川市 524575

摘　要：随着社会经济的快速发展，水利工程在保障水资源安全和促进区域经济发展中扮演着重要角色。然而，水利工程建设不可避免地会对生态环境造成影响。本文旨在分析水利工程施工现场的环境保护现状，探讨其对生态系统的影响，并提出相应的生态恢复措施。通过案例分析，本文展示了生态恢复措施的有效性，并对未来水利工程环境保护与生态恢复的发展趋势进行了展望，以期为水利工程的可持续发展提供理论支持和实践指导。

关键词：水利工程；环境保护；生态恢复；施工影响；可持续发展

Research on Ecological Restoration and Environmental Protection Strategies in Water Conservancy Projects

Qinfang Fei

Jimei Water Conservancy Project Management Office, Wuchuan City, Guangdong Province 524575

Abstract: With the rapid development of the social economy, water conservancy projects play a significant role in ensuring water resource security and promoting regional economic development. However, the construction of water conservancy projects inevitably impacts the ecological environment. This paper aims to analyze the current status of environmental protection at water conservancy construction sites, discuss its impact on ecosystems, and propose corresponding ecological restoration measures. Through case studies, this paper demonstrates the effectiveness of ecological restoration measures and provides an outlook on the future development trends of environmental protection and ecological restoration in water conservancy projects, in order to provide theoretical support and practical guidance for the sustainable development of water conservancy projects.

Keywords: Water Conservancy Projects; Environmental Protection; Ecological Restoration; Construction Impact; Sustainable Development

引言

随着人类社会经济的快速发展，水资源的合理利用与保护成为了全球性的挑战。水利工程作为调控水资源、保障供水安全的重要手段，在促进农业发展、城市供水、防洪减灾等方面发挥着至关重要的作用。然而，水利工程的建设与运营往往伴随着对生态环境的显著影响，包括水质污染、生物栖息地破坏、生物多样性下降等问题。这些问题不仅威胁到水生生态系统的健康，也对人类社会的可持续发展构成了挑战。近年来，随着环境保护意识的增强和可持续发展理念的推广，如何在水利工程建设中实现环境保护与生态恢复，成为了水利工程领域亟待解决的问题。水利工程的生态恢复与环境保护策略研究，旨在通过科学的管理措施和技术手段，减轻水利工程施工对生态环境的负面影响，促进工程与环境的和谐共生。

1 水利工程施工对生态环境的影响

水利工程施工对生态环境的影响是多方面的，涉及水文、生物、气候等多个层面。首先，施工活动会改变原有的地形地貌，破坏自然土壤结构，导致水土流失和土壤退化。这种改变不仅影响了地表水的流动路径，还可能导致局部洪水和干旱的发生，进而影响下游地区的水资源分配和利用。其次，水利工程的建设往往会淹没或改变原有的生物栖息地，对水生生物和陆生生物的生存环境造成直接影响。例如，水库的建设可能导致下游河段的流量减少，影响水生生物的生存环境，甚至引发湿地退化和生物多样性下降。此外，施工过程中的噪音和振动可能干扰水生生物的繁殖和生活习性，导致生物种群结构的变化。水利工程施工还可能对区域气候产生影响。水库的建设改变了地表的反射率和蒸发率，可能引起局部气候的变化，如温度、湿度和降水量的变动。这些气候变化不仅影响当地生态系统的稳定性，还可能对农业和其他经济活动产生间接影响。此外，施工过程中的废弃物和污染物若未得到妥善处理，也可能对水环境造成污染。例如，施工机械的油污、建筑废料和化学品的泄漏都可能进入水体，影响水质，进而威胁到水生生物的健康和人类饮用水的安全。水利工程施工对水资源的利用效率也产生了深远的影响。施工过程中，大量水资源用于混凝土的浇筑、设备的冷却以及施工现场的清洁等环节，但这些用水环节效率普遍较低，导致了大量水资源的浪费。此外，

施工过程中的水体污染问题使得可利用水资源的数量和质量进一步下降，水资源短缺问题因此更加严峻。水利工程施工对生态环境的影响是复杂且深远的。这些影响不仅破坏了生态环境，还对人类健康和经济发展带来了潜在风险。因此，采取有效的环境保护和生态恢复措施，减轻水利工程施工对环境的负面影响，是实现水利工程可持续发展的关键。通过科学的环境影响评估、严格的防治措施、公众参与和社会监督，以及技术创新和政策激励，可以有效地减少水利工程施工对环境的影响，促进生态恢复，实现工程与环境的和谐共存。

2 水利工程环境保护与生态恢复措施

2.1 环境影响评估

环境影响评估在水利工程中是确保环境保护与生态恢复的关键步骤。首先，以长江三峡工程为例，该工程在建设过程中进行了全面的环境影响评估。例如，三峡大坝在枯水期为下游实施补水调度，显著改善了长江中下游生态环境状况。同时，由于水库的调节作用，枯水期下泄流量增加，有助于稀释大坝下游河道污水，改善水质，减轻污染。这些措施都是基于环境影响评估的结果，评估识别了施工可能对水环境产生的影响，并制定了相应的防治措施，以最大程度地减少施工对环境的负面影响。再如，六盘水水城河项目将城市雨洪管理、水系统生态修复、城市开放空间的系统整合与城市滨水用地价值的提升有机结合在一起。该项目在环境影响评估中识别了城市化进程中水体污染和生态破坏的问题，并采取了生态修复措施，如建立人工湿地和植被恢复，有效提升了水质和生物多样性，充分发挥了景观作为城市生态基础设施的综合生态系统服务功能。此外，浦江浦阳江项目通过最低成本投入达到综合效益最大化的可能，并为河道生态修复以及河流重新回归城市生活提供了宝贵的实际经验。环境影响评估揭示了母亲河浦阳江的污染状况，并指导了生态修复技术的应用，如生物修复技术，通过植物、动物和微生物的新陈代谢降低水体中的营养物质含量，从而达到净化水体的目的。再如，台州永宁江项目秉承与洪水为友的理念，设计砸掉了以单一防洪为目的的水泥防洪堤，取而代之是缓坡入水的生态防洪堤，恢复河道的深潭浅滩，与洪水相适应，引入大量乡土植物，使河流生态系统得以修复，并成为城市居民的优美休憩地。环境影响评估在这一过程中发挥了重要作用，评估了传统防洪措施对生态环境的影响，并提出了生态友好型的替代方案。通过这些具体的水利工程环境保护与生态恢复例子，我们可以看到环境影响评估在确保水利工程可持续发展中的重要性。这些评估不仅帮助识别了潜在的环境风险，还指导了有效的环境保护措施的制定和实施，促进了生态恢复和生物多样性保护。随着环境影响评估技术的不断进步和应用，我们期待其在水利工程中发挥更大的作用，为保护和恢复自然环境提供科学依据和技术支持。

2.2 污染源头控制

污染源头控制是水利工程环境保护与生态恢复中的关键环节，它涉及到从源头减少污染物排放，以保护水体质量和生态系统健康。首先，镇江市金山湖水环境综合整治提升工程（TMDL）是一个典型的污染源头控制案例。该项目基于 TMDL 模型体系构建及应用，确定总量管制的方法和技术路线，并通过全过程的雨水径流污染控制，实现了源头减排、过程控制和综合治理的有机统一。例如，项目中采用了屋顶径流控制措施，通过雨落管断接等低影响开发措施，有效减少了雨水径流中的污染负荷。这些措施的实施，显著提高了金山湖水质，减少了对下游水体的影响。再如，无锡市对桥巷河黑臭水体整治项目中，污染源头控制发挥了重要作用。该项目通过控源截污、内源治理、人工复氧等工程措施，切断了污染物来源，初步削减了水中污染负荷，并提高了水体溶解氧浓度。例如，项目设计了初雨截流净化措施，通过设置初雨截流池和小型处理设备，实现了居住地块雨水管口以及农田径流的初期雨水截流及净化处理，有效控制了面源污染。此外，三峡库区小江汉丰湖流域水环境综合防治与示范项目中，污染源头控制技术取得了显著成效。该项目基于生物 – 生态技术的核心理念，研发了工业循环水生物酶缓释阻垢磷污染减排技术、基于生物 – 生态强化的面源污染拦截技术等关键技术。这些技术的应用，不仅减少了工业和农业面源污染，还提升了流域水环境质量，为三峡水库流域水环境综合治理提供了技术支撑。再如，水利水电库区漂浮污物智能化综合治理技术进展项目中，污染源头控制技术得到了创新应用。

3 未来发展趋势

3.1 技术创新

技术创新在水利工程中的运用对于环境保护与生态恢复具有重要意义。首先，六盘水水城河项目通过技术创新实现了城市雨洪管理与水系统生态修复的有机结合。例如，该项目采用了生态河岸设计和人工湿地技术，通过植物和土壤的自然过滤作用净化水质，同时提供了生物多样性的栖息地。这种技术的应用不仅提升了城市开放空间的生态系统服务功能，也为城市滨水用地价值的提升提供了新的思路。再如，浦江浦阳江项目通过最低成本投入实现了综合效益的最大化，为河道生态修复和河流回归城市生活提供了宝贵经验。该项目运用了生态护岸技术和自然河道恢复技术，减少了对河流的硬化处理，增强了河流的自净能力和生态功能。这些技术的实施，使得浦阳江的水质得到显著改善，同时也为市民提供了更多的休闲空间。此外，台州永宁江项目秉承与洪水为友的理念，通过技术创新改变了传统的防洪方式。例如，该项目放弃了单一防洪目的的水泥防洪堤，转而采用缓坡入水的生态防洪堤设计，恢复了河道的深潭浅滩，与洪水相适应。同时，引入大量乡土植物，使河流生态系统得以修复，并成为城市居民

的优美休憩地。这种设计理念的创新，不仅提高了防洪能力，也为城市增添了生态美景。再如，秦皇岛汤河（二期）项目以最小干预设计保护了自然，将艺术溶于自然景观之中。该项目通过生态河床稳定技术和植被恢复技术，减少了对河道的人工干预，保护了河流的自然形态和生态功能。这种设计理念的创新，使得汤河公园成为了一个展示自然之美的生态空间。最后，海口五源河项目是“生态水利工程 + 湿地公园”的典范。该项目通过“河流生命景观柔性设计”，将水利防洪安全、城市市政使用功能与河流湿地生态功能相结合。通过自然河流的形态修复、动物栖息地的营造、植物群落构建和水环境治理等方式，重建了五源河“河道 – 深潭 – 浅滩 – 沙洲”系统，保护了流域复合湿地生态系统的稳定性和健康性。这种技术的应用，不仅提升了水利工程的生态价值，也为市民提供了亲近自然的理想场所。

3.2 智能化管理

智能化管理在水利工程环境保护与生态恢复中的应用正变得越来越广泛，它通过提高效率、减少人为错误、优化资源配置和增强监测能力，为水利工程带来了革命性的变化。首先，浙江省杭州市西湖的“清道夫”项目是一个典型的智能化管理案例。这艘基于人工智能、物联网和边缘计算技术打造的高科技保洁船，能够自动巡航并清理湖面上的垃圾。它搭载了应急安防、智能垃圾识别及打捞、水质识别等多个系统，能够定位水质坐标系，进行水质大数据分析，使水生态修复治理进一步达到智能化。与传统的人工打捞方式相比，“清道夫”具有灵活机动、续航长和运维费用低等优势，显著提升了水域保洁效率。再如，江苏省无锡市新吴区的“美丽河湖”项目中，荡东片区在生态修复工程中运用了“平衡共生”生物等生态治水技术，结合基于水情分析模型的智慧水利系统，有效提升了水质并增加了水下植物覆盖率。这种智能化管理系统的应用，不仅提高了水环境治理的效率，也为生态修复提供了科学依据。此外，河北省石家庄市滹沱河的生态修复项目也是一个智能化管理的典型案例。多年来，滹沱河因上游用水需求增加而干枯，河道内黄沙裸露、河畔植被稀少。通过实施智能化的水生态修复措施，包括生态补水、湿地恢复、河流生态廊道建设等，滹沱河的生态环境得到了显著改善。智能化管理系统的应用，使得这些措施的实施更加精准和高效，有效恢复了河流的生态功能。再如，三峡集团在溪洛渡水电站开展的特高拱坝智能化研究，提出了智能大坝理念，开创了高拱坝智能化建设的先河。特高拱坝智能建造系统业务构架集成了传感技术、通信技术、数据技术、建造技术及项目管理等知识，对建造物及其建造活动的安全、质量、环保、进度、成本等内容进行感知、分析、控制和优化。这种智能化管理的应用，不仅提升了工程建造的质量和成本效益，也为大坝的安全管理和环境监测提供了有力支持。

4 结论

水利工程施工对水环境的影响不可忽视，但通过科学的防治措施，可以有效减轻这些负面影响。本文从水质污染、生态系统破坏和水资源利用效率下降等方面，分析了水利工程施工对水环境的主要影响，并提出了从源头控制、施工过程管理以及废弃物处理与利用等方面的防治措施。同时，讨论了施工中的生态保护与恢复策略，强调了保护生态敏感区、施工后生态恢复及生物多样性维护的重要性。通过实际工程案例的分析，验证了这些措施的有效性，并总结了成功经验。未来，随着环保技术的不断进步，水利工程施工中的环境保护措施将更加完善，为实现可持续发展提供坚实保障。

参考文献

[1] 王强 . 水利工程施工中的水环境保护策略研究 [J]. 环境科学，2021,42(5):112–118.

[2] 李明 . 水利工程施工对水质的影响及其控制措施 [J]. 水利工程学报，2020,38(3):95–101.

[3] 陈伟 . 生态敏感区水利工程施工环境保护对策 [J]. 环境保护，2019,36(6):78–83.

[4] 刘芳 . 水利工程施工废弃物的处理与利用 [J]. 环境工程，2018,34(2):65–70.

[5] 张建 . 水利工程施工生态恢复技术研究 [J]. 生态学报，2022,40(4):140–146.