

水利工程设计中的生态修复技术探讨

许沛

陕西水务发展清洁能源集团有限公司 陕西 西安 710000

摘要: 基于经济发展和环境保护的方向,生态修复作为水利工程中的一个重要概念,将在水利工程的设计和应用中发挥非常重要的作用。本文探讨了水利工程设计中的生态修复技术,指出水利工程在促进经济发展的同时,也对生态环境造成了一定影响。为实现水资源的可持续利用,生态修复技术成为水利工程设计中的重要环节。文章分析了生态修复技术的分类及其在水利工程中的应用,包括物理修复、化学修复和生物修复等。同时,强调了生态服务功能提升评估在生态修复效果评估中的重要性,以科学指导生态修复工作,促进生态环境与经济的可持续发展。

关键词: 水利工程设计;生态修复;技术

引言:随着水利工程的快速发展,其在推动社会经济发展的同时,也对生态环境造成了一定的影响。为实现水资源的可持续利用和生态环境的保护,生态修复技术在水利工程设计中的应用日益受到重视。本文旨在探讨水利工程设计中的生态修复技术,分析其在恢复和改善生态环境方面的作用,以此为水利工程的可持续发展提供参考。通过深入研究生态修复技术的分类、应用及其效果评估,本文旨在为水利工程设计提供科学依据,促进生态与经济的和谐发展。

1 水利工程设计中生态修复技术的重要性

随着水利工程在全球范围内的快速发展,其带来的环境问题也日益凸显,如水污染、水生态破坏等,这些问题严重威胁了人类健康和生态系统的稳定。为了应对这些挑战,生态修复技术成为了当前水利工程领域的重要研究方向。第一,生态修复技术能够通过人为措施对生态系统进行保护,让生态系统充分发挥其应有的水土保持作用,使水利工程能够更好地运行。在水利工程的建设和运行过程中,可能会产生大量废水、弃渣等污染物,导致水质恶化,影响水生生物的生存和人类用水安全。而生态修复技术可以有效去除水体中的污染物,改善水质,保障人类用水安全。同时,水利工程可能会改变河流的自然流态,破坏水生生物的栖息环境,导致生物多样性减少和生态系统失衡。通过生态修复,可以为水生生物提供适宜的栖息环境,促进生物多样性的保护和恢复,提高生态系统的稳定性和自我修复能力。第二,生态修复技术还能提升水利工程的经济效益。例如,通过生态修复降低水土流失的发生程度,可以提升库区的蓄水量,从而增加发电量,提高经济效益^[1]。同时,良好的生态系统具有更高的蓄水能力,当发生大型降水时,能够防止库区水位短时间内大幅上升,降低溃

堤风险。第三,在水利工程设计中,应充分考虑生态修复技术的应用。通过合理规划和设计,减少对生态环境的破坏,同时制定相应的生态保护措施,如设置鱼道、建设生态护岸、恢复湿地等。这些措施的实施,将有助于实现水利工程与水环境保护的协调发展,推动经济社会的可持续发展。

2 水利工程设计中生态修复的关键技术

2.1 水环境污染治理技术

2.1.1 物理处理方法

物理处理方法主要利用物理原理去除水中的悬浮物、颗粒物等污染物。沉淀法利用重力作用,使悬浮物和颗粒物沉降到底部,实现固液分离。过滤法则通过过滤介质(如砂、砾石、活性炭等)截留水中的悬浮物和颗粒物。除此之外,离心分离法利用离心力将水中的悬浮物和颗粒物分离出来,这些方法在处理含有大量悬浮物的水体时效果显著。

2.1.2 化学处理方法

化学处理方法通过化学反应去除水中的污染物。混凝法向水中投加混凝剂,使悬浮物和胶体颗粒聚集成较大的絮体,便于后续处理。中和法利用酸碱中和反应调节水体的pH值,使其达到中性,以减轻对水生生物的毒性影响。氧化还原法则利用氧化剂或还原剂将水中的污染物氧化或还原成无害物质,如利用臭氧、过氧化氢等强氧化剂去除水中的有机污染物。

2.1.3 生物处理方法

生物处理方法利用微生物的代谢作用分解水中的有机污染物。活性污泥法利用活性污泥中的微生物将水中的有机污染物分解成二氧化碳和水。生物膜法则利用附着在载体表面上的微生物膜净化水质,这种方法适用于处理低浓度有机废水。厌氧生物处理则利用厌氧微生物

在无氧条件下分解有机污染物，产生甲烷和二氧化碳等无害物质。

2.1.4 综合治理技术

在实际应用中，往往需要综合运用多种治理技术，以提高处理效率。例如，可以先通过物理处理方法去除水中的悬浮物和颗粒物，再通过化学处理方法去除水中的溶解性污染物，最后通过生物处理方法分解水中的有机污染物^[2]。这种综合治理技术能够充分发挥各种方法的优势，提高水环境污染治理的效果。

2.2 生境修复与生物多样性保护技术

2.2.1 河流形态与结构的恢复

河流形态与结构的恢复是生境修复的核心。水利工程往往会对河流的自然流态和形态造成改变，如河流改道、水库建设等，这些改变会破坏水生生物的栖息环境。因此，通过恢复河流的自然蜿蜒度、增加河流断面的多样性等措施，可以重新构建适合水生生物生存的河流生态系统。这些措施不仅有助于提升河流的景观美学价值，还能为水生生物提供更多的栖息地和繁殖场所。

2.2.2 生态护岸与植被恢复

生态护岸技术是一种结合了工程力学和生态学原理的护岸方法。它利用植物、土壤和工程材料共同构建护岸结构，既能防止河岸崩塌，又能为水生生物提供适宜的栖息环境。植被恢复技术则通过种植适合当地气候和土壤条件的植物，恢复河岸带的植被覆盖，提高生态系统的稳定性和自我修复能力。这些植物还能吸收空气中的二氧化碳，释放氧气，改善局部气候环境。

2.2.3 生物多样性保护措施

生物多样性保护措施包括制定保护政策、建设保护区、控制外来物种等。在水利工程设计中，应充分考虑对生物多样性的影响，制定针对性的保护措施。例如，通过设置鱼道、建设生态廊道等措施，为鱼类等水生生物提供迁徙和繁殖的通道。同时，加强对外来物种的监测和管理，防止其对本地生态系统造成破坏。

2.3 环境流调控技术

在水利工程设计中，环境流调控技术通过科学合理地调控水体的流量、水质和时空分布，以维持和恢复淡水生态系统的健康状态，从而保障水资源的可持续利用。环境流调控技术就是通过对水体的流量、水质和时空分布进行调控，以满足淡水生态系统的需求。这种调控不仅包括对自然水流的模拟和恢复，还包括对水利工程设施的生态化改造和调度运行方式的优化。通过调节水利工程设施的泄流能力，如水库、水闸等，实现对水体流量的精确控制。这有助于模拟自然水流的周期性变

化，为水生生物提供适宜的生存环境。通过净化处理、生态补水等措施，提高水体的水质标准，减少对生态系统的负面影响。例如，利用湿地系统对水体进行净化，可以去除水中的污染物，恢复水体的自净能力。通过优化水利工程设施的调度运行方式，如调整泄流时段、流量等，实现对水体时空分布的精确调控。这有助于模拟自然水流的时空变化特征，促进生态系统的恢复和稳定^[3]。在实施环境流调控技术时，需要综合考虑水资源的开发利用与生态保护之间的平衡。一方面，要确保水利工程设施的安全运行和经济效益；另一方面，也要充分考虑生态系统的需求，避免对生态环境造成不可逆的损害。通过科学合理地实施环境流调控技术，可以显著改善淡水生态系统的健康状况，提高水资源的利用效率，促进经济社会的可持续发展。

2.4 湿地与池塘修复技术

湿地是地球上重要的生态系统之一，具有调节气候、净化水质、保护生物多样性等多种功能。由于人类活动的影响，湿地生态系统受到了严重破坏。湿地修复技术旨在通过人工干预，恢复湿地的自然结构和功能。在受损的湿地区域，通过人工手段重新构建湿地生态系统。这包括挖掘新的湿地、引入水源、种植湿地植物等措施。选择适合当地气候和土壤条件的湿地植物进行种植，以恢复湿地的植被覆盖。这有助于提高湿地的自净能力，改善水质。通过调控湿地的水位和水量，模拟自然湿地的水文周期，为湿地生物提供适宜的生存环境。另外，池塘是小型的水体，同样具有净化水质、提供生物栖息地等功能。然而，由于污染和过度利用，池塘生态系统也面临着严重的威胁。池塘修复技术旨在通过改善池塘的水质和生态环境，恢复其生态功能。定期清理池塘的淤泥和污染物，改善水质。在池塘中构建人工湿地、生态浮岛等工程设施，提高池塘的自净能力。这些设施可以吸收和降解水中的污染物，为水生生物提供更好的生存环境。在池塘中引入或保护当地的水生生物，如鱼类、底栖动物等，以提高池塘的生物多样性。这有助于维持池塘生态系统的平衡和稳定。

3 水利工程生态修复技术的效果评估

3.1 水质改善效果评估

水质改善效果评估主要依赖于一系列科学、全面的水质监测指标。这些指标包括溶解氧（DO）、总氮（TN）、总磷（TP）、化学需氧量（COD）、生化需氧量（BOD）以及高锰酸钾指数等。这些指标能够全面反映水体的物理、化学和生物特性，是评估水质改善效果的重要依据。在评估过程中，通常采用对比分析的方

法。即通过对比生态修复前后的水质监测数据，来直观展示水质改善的效果。此外，还可以利用数学模型和统计分析方法，对水质数据进行深入处理和分析，以更准确地评估水质改善的程度和趋势。水质改善效果评估的过程通常包括以下几个步骤：首先，确定评估目标和范围，明确需要评估的水质指标和生态修复措施；其次，收集生态修复前后的水质监测数据，确保数据的准确性和完整性；然后，利用适当的评估方法和模型，对水质数据进行处理和分析；最后，根据评估结果，提出针对性的建议和改进措施^[4]。通过水质改善效果评估，可以清晰地看到生态修复技术对水质的积极影响。例如，溶解氧的增加、总氮和总磷的降低等，都表明生态修复措施在改善水质方面取得了显著成效。

3.2 生物多样性恢复评估

生物多样性恢复评估的主要目的是衡量生态修复技术实施后，水生生态系统中生物多样性的改善情况。这包括物种丰富度、物种多样性指数、群落结构等多个方面的评估。通过这一评估，我们可以了解生态修复技术对生态系统的实际影响，为后续的生态修复工作提供科学依据和决策支持。生物多样性恢复评估通常采用实地调查、监测和数据分析等方法。评估指标包括物种数量、物种多样性指数（如Shannon-Wiener指数）、群落结构变化、关键物种的恢复情况等。这些指标能够全面反映生态系统的生物多样性状况，是评估生物多样性恢复效果的重要依据。在评估过程中，还需要考虑生态系统的整体性和动态性。例如，不仅要关注单一物种的恢复情况，还要关注物种间的相互关系以及整个生态系统的结构和功能是否得到改善。

3.3 生态服务功能提升评估

生态服务功能提升评估主要围绕水源涵养、水质净化、气候调节、生物栖息地保护及景观美学等多个维度展开。水源涵养能力的提升，可通过监测地下水位的上升、河流流量的稳定等指标来评估；水质净化效率则通

过水体中污染物的减少、溶解氧含量的增加等具体数据来衡量；气候调节功能的变化，则通过观察区域微气候的改善，如气温波动减小、降雨量增加等现象来反映。评估方法综合运用了遥感监测、现场调查、生态模型模拟等多种技术手段。遥感技术能够大范围、快速获取地表覆盖、植被指数等信息，为评估提供宏观视角；现场调查则能深入了解生态系统内部的细微变化，如物种分布、土壤质量等；生态模型则能模拟不同生态修复措施下的生态系统响应，预测未来趋势。数据来源包括官方统计数据、科研机构的监测报告、公众反馈等。生态服务功能提升评估不仅是对生态修复成效的量化体现，更是指导后续生态保护与修复工作的重要依据。它有助于决策者科学规划生态修复项目，优化资源配置，确保生态修复措施既能有效改善生态环境，又能促进社会经济可持续发展。

结语

总之，水利工程设计中的生态修复技术对于维护生态平衡、促进水资源可持续利用具有重要意义。通过科学合理地应用生态修复技术，不仅可以有效改善水利工程对生态环境造成的负面影响，还能提升生态系统的自我恢复能力，实现人与自然的和谐共生。未来，随着科技的不断进步和环保意识的日益增强，生态修复技术将在水利工程设计中发挥更加重要的作用。我们期待更多创新技术的应用，为水利工程的绿色发展贡献力量。

参考文献

- [1]王盼.浅谈如何做好农田水利建设施工过程中的水土保持工作[J].农业科技与信息,2020,(2):41-42.
- [2]曲波.水利施工水土保持生态修复技术的有效运用[J].科学技术创新,2020,(9):124-125.
- [3]刘硕.生态堤防设计在水利工程中的应用探讨[J].智能城市,2021,7(12):161-162.
- [4]彭祿.水利工程水土保持中的生态护坡设计研究[J].工程技术研究,2020,5(21):202-203.