

基于生态水利工程的水环境治理与可持续发展研究

朱文辉

中国水利水电第四工程局有限公司 青海 西宁 810000

摘要：文章聚焦基于生态水利工程的水环境治理与可持续发展。阐述生态水利工程理论基础，包括定义、原则及与生态学原理的联系。分析其在水污染治理、生态恢复与保护、防洪与水资源管理等方面的应用。介绍水体净化与修复等关键技术，提出政策法规支持、技术创新与推广、公众参与与教育等促进水环境可持续发展的路径，为水环境治理提供参考。

关键词：生态水利工程；水环境治理；可持续发展；生态平衡；环境保护

1 生态水利工程理论基础

1.1 生态水利工程定义

生态水利工程是融合水利工程学与生态学的新兴交叉学科。传统水利工程侧重满足人类对水资源开发利用需求，如防洪、灌溉等，却忽视对自然生态系统影响，引发河流断流等问题。生态水利工程在传统基础上，将生态保护与修复融入水利工程建设全流程。它通过科学工程措施，实现水资源高效利用与生态环境有效保护统一，构建和谐水生态系统。例如在河流治理中，采用生态护岸技术，利用植物根系和天然材料加固河岸，既保障防洪安全，又为水生生物提供栖息地，促进河流生态系统健康发育。

1.2 生态水利工程原则

生态水利工程遵循基本原则以协调工程建设与生态保护。整体性原则要求从流域或区域生态系统整体出发，综合考虑多方面因素，统筹规划水利工程建设与生态保护，避免局部破坏整体，如规划水库建设要评估多方面影响并制定补偿措施^[1]。自然适应性原则强调尊重自然规律，模仿自然生态系统结构和功能，优先选用天然材料和生态友好型技术。可持续性原则注重水资源可持续利用和生态系统长期稳定，工程建设运行要合理调配水资源，建立长效生态监测管理机制，根据结果调整运行方式。

1.3 生态水利工程与生态学原理

生态水利工程与生态学原理紧密相关，后者为其提供理论基础。生态系统结构与功能原理是重要依据，生态系统由生物成分和非生物环境构成，通过物质循环和能量流动形成整体。生态水利工程设计要维护和恢复其结构功能，如湿地修复中重建物质能量流动，提高生态服务功能。生物多样性原理是重要支撑，生物多样性关乎生态系统稳定健康，丰富种类和复杂关系能增强其

抗干扰和恢复力。生态水利工程要保护和增加生物多样性，为生物创造适宜环境，如河流修复中构建多样河岸植被，恢复河流连通性，促进生物多样性发展。

2 生态水利工程在水环境治理中的应用

2.1 水污染治理

生态水利工程在水污染治理方面发挥着重要作用。传统的水污染治理方法主要依靠污水处理厂等末端治理设施，虽然能够有效去除污水中的部分污染物，但存在建设成本高、运行能耗大等问题，且难以解决面源污染和生态退化等综合性问题。生态水利工程则采用源头控制、过程削减和生态修复相结合的综合治理策略，从生态系统整体角度出发，提高水体自净能力，实现水环境的持续改善。在源头控制方面，生态水利工程通过合理规划土地利用，减少农业面源污染和城市径流污染。在城市区域，推广绿色基础设施，如雨水花园、透水铺装等，增加雨水的下渗和滞蓄，降低城市径流对水体的冲击负荷，同时利用植物的净化作用去除雨水中的污染物。过程削减主要通过优化水利工程的调度运行，增加水体的流动性，促进污染物的稀释和扩散。例如，通过合理调配水库水量，在枯水期增加下游河道的生态流量，改善河流的水质和生态环境。利用生态渠道、湿地等生态工程设施，对受污染的水体进行进一步净化和处理。生态渠道通过模拟自然河流的形态和生态过程，增加水体与渠道边坡的接触面积，利用植物和微生物的协同作用去除水体中的氮、磷等营养物质和有机物。湿地则具有强大的净化功能，能够通过物理、化学和生物作用去除水体中的多种污染物，被誉为“地球之肾”。

2.2 生态恢复与保护

生态水利工程在生态恢复与保护方面具有显著优势。由于人类活动的影响，许多水域生态系统遭受了不同程度的破坏，如河流生态系统断流、湖泊生态系统富

营养化、湿地生态系统萎缩等。生态水利工程通过采取一系列生态修复措施,恢复受损生态系统的结构和功能,保护生物多样性。在河流生态恢复方面,生态水利工程注重恢复河流的自然形态和生态过程。通过拆除阻碍河流连通性的水坝、堰闸等工程设施,恢复河流的纵向连续性,为鱼类等水生生物提供洄游通道。同时采用生态护岸技术,重建河流的横向连通性,促进河岸带植被的恢复和发展,为两岸生物提供栖息和繁衍场所^[2]。例如,在一些城市河流治理中,将硬质混凝土护岸改造为生态护岸,种植水生植物和灌木,不仅美化河流景观,还吸引众多鸟类和水生生物栖息,恢复河流的生态活力。湖泊生态保护与修复也是生态水利工程的重要任务,对于富营养化湖泊,生态水利工程通过控制外源污染输入、削减内源污染负荷、恢复湖泊生态系统结构等措施,改善湖泊水质,提高湖泊生态服务功能。例如,通过建设人工湿地、生态浮床等生态工程设施,去除湖泊水体中的氮、磷等营养物质,抑制藻类过度繁殖。同时引入适宜的水生植物和动物,重建湖泊的食物链和食物网,增强湖泊生态系统的稳定性和自净能力。

2.3 防洪与水资源管理

生态水利工程在防洪与水资源管理方面实现了生态与安全的有机结合。传统防洪工程主要依靠修建堤防、水库等工程设施来提高防洪能力,但这些工程往往对河流生态系统造成较大影响,如改变河流的自然形态、阻断河流连通性等。生态水利工程在保障防洪安全的前提下,充分考虑生态系统的需求,采用更加生态友好的防洪措施。例如,在堤防建设中,采用生态堤防设计理念,将堤防与河岸带生态修复相结合。生态堤防不仅具备传统的防洪功能,还为河岸带植被提供了生长空间,通过植被的根系加固堤防,提高堤防的稳定性。生态堤防能够减缓水流速度,促进泥沙淤积,形成有利于生物栖息的滩地和湿地,增加河流生态系统的生物多样性。在水资源管理方面,生态水利工程强调水资源的合理调配和高效利用,兼顾生态用水和生活生产用水需求。通过建立生态流量保障制度,确定河流、湖泊等水域的生态基流,确保生态系统的基本用水需求。例如,在水库调度中,合理安排下泄流量,在满足下游生活生产用水的同时,保证河流的生态流量,维持河流生态系统的健康运行。另外,生态水利工程还注重水资源的循环利用和节约利用,推广节水技术和措施,提高水资源的利用效率,减少水资源的浪费。

3 基于生态水利工程的水环境治理关键技术

3.1 水体净化与修复技术

水体净化与修复技术是生态水利工程水环境治理的核心技术之一。其中,人工湿地技术是一种广泛应用且效果显著的水体净化技术。人工湿地通过模拟自然湿地的生态功能,利用土壤、植物和微生物的协同作用,对污水中的污染物进行净化处理。根据水流方式的不同,人工湿地可分为表面流人工湿地和潜流人工湿地。表面流人工湿地水体在湿地表面流动,与植物和大气充分接触,氧气供应充足,有利于好氧微生物的生长和有机物的分解。潜流人工湿地水体在湿地床体内部流动,能够避免臭味散发和蚊蝇滋生,同时保温性能好,适用于寒冷地区。人工湿地对污水中的有机物、氮、磷等营养物质以及重金属等污染物具有良好的去除效果,且运行成本低、维护管理简单。生态浮床技术也是一种有效的水体净化技术。生态浮床是利用浮力材料将水生植物固定在水面上,通过植物的根系吸收和吸附水体中的营养物质,同时为微生物提供附着载体,形成生物膜,进一步降解水体中的有机物。生态浮床不仅能够净化水质,还具有美化景观、抑制藻类生长等作用。在水体富营养化治理中,生态浮床常与其他技术相结合,如与人工湿地、曝气增氧等技术联合使用,提高水体净化效果。

3.2 水资源调控与循环利用技术

水资源调控与循环利用技术对于实现水资源的可持续利用至关重要。雨水收集与利用技术是其中的重要组成部分。通过建设雨水收集系统,将城市屋顶、路面等硬质表面的雨水收集起来,经过简单的处理后用于绿化灌溉、道路冲洗、景观补水等非饮用水用途。雨水收集与利用技术不仅能够缓解城市水资源短缺问题,还能减少城市径流对排水系统的压力,降低城市内涝风险^[3]。中水回用技术也是水资源循环利用的关键技术之一。中水是指污水经处理后达到一定水质标准,可在一定范围内重复使用的非饮用水。中水回用技术通过物理、化学和生物等处理方法,去除污水中的污染物,使处理后的水质满足不同用途的要求。中水可用于工业冷却、城市景观、绿化灌溉等领域,实现水资源的梯级利用和循环利用,提高水资源的利用效率。水资源调控技术还包括水库群联合调度、跨流域调水等技术。水库群联合调度通过综合考虑各水库的蓄水能力、来水情况以及下游用水需求,优化水库的蓄水和放水策略,实现水资源的合理调配和高效利用。跨流域调水工程则通过人工渠道将水资源从丰水地区调往缺水地区,缓解区域水资源供需矛盾,促进区域经济的协调发展。

3.3 生态修复与景观融合技术

生态修复与景观融合技术旨在实现生态修复与景观

美化的有机结合,提升水环境治理的综合效益。在河流生态修复中,采用生态护岸与景观设计相结合的方法,既恢复了河流的生态功能,又创造了优美的河流景观。生态护岸材料的选择注重与周边自然环境的协调性,如采用天然石材、木材、植物等材料构建护岸结构,营造出自然、和谐的河岸景观。在护岸上种植多样化的植物,形成层次分明的植被群落,不仅增强护岸的稳定性,还为鸟类、昆虫等生物提供了栖息场所,增加生物多样性。在湖泊生态修复中,通过构建湖滨湿地、生态岛等景观元素,改善湖泊的生态环境,提升湖泊的景观价值。湖滨湿地是湖泊生态系统与陆地生态系统的过渡地带,具有净化水质、调节气候、保护生物多样性等重要功能。通过恢复和重建湖滨湿地,种植适宜的水生植物和湿生植物,形成丰富的湿地景观,吸引游客前来观赏和休闲。生态岛则为水生生物提供了栖息和繁衍的场所,同时增加了湖泊的景观层次感和趣味性。

4 生态水利工程促进水环境可持续发展的路径

4.1 政策法规支持

政策法规是推动生态水利工程发展和水环境可持续发展的重要保障。政府应制定和完善相关法律法规,明确生态水利工程建设的目标和要求,规范工程建设和管理行为。例如,出台专门的水生态保护法规,加强对水资源开发利用和水利工程建设活动的生态监管,严厉打击破坏水生态环境的违法行为。同时,政府应制定鼓励政策,引导社会资本投入生态水利工程建设。通过财政补贴、税收优惠、绿色信贷等政策措施,降低生态水利工程建设成本和运营风险,提高企业和社会组织参与生态水利建设的积极性。建立健全生态补偿机制,对因保护水生态环境而受到经济损失的地区和个人给予合理的补偿,激励各方积极参与水生态保护和修复工作。

4.2 技术创新与推广

技术创新是生态水利工程发展的核心动力。科研机构 and 高校应加强生态水利工程领域的基础研究和应用研究,突破关键技术瓶颈,开发具有自主知识产权的生态水利工程技术。例如,开展新型水体净化材料、生态修复技术、水资源高效利用技术等方面的研究,提高生态

水利工程的技术水平和治理效果。同时,要加强技术推广和应用,建立生态水利工程技术示范基地,通过现场示范、技术培训等方式,将先进的生态水利工程技术推广到实际工程建设中。鼓励企业加大技术研发投入,推动生态水利工程技术产业化发展,提高生态水利建设的效率和质量。

4.3 公众参与与教育

公众是水环境保护的重要力量,提高公众的环保意识和参与度对于生态水利工程促进水环境可持续发展至关重要。政府和相关部门应加强生态环保宣传教育,通过开展主题活动、举办科普讲座、发放宣传资料等多种形式,普及生态水利知识和水环境保护理念,提高公众对生态水利工程的认识和理解^[4]。建立健全公众参与机制,鼓励公众参与生态水利工程的规划、建设和管理过程。例如,通过公众听证会、问卷调查等方式,广泛征求公众对生态水利建设的意见和建议,保障公众的知情权、参与权和监督权,还可以组织志愿者参与水生态保护活动,如河流清理、湿地保护等,形成全社会共同参与水环境保护的良好氛围。

结束语

生态水利工程为水环境治理与可持续发展提供了新思路与方法。通过将生态理念融入水利工程各环节,在水污染治理、生态恢复等方面成效显著。但要实现水环境长期可持续,需政策法规保障、技术创新推动以及公众广泛参与。各方协同努力,才能让生态水利工程更好发挥作用,实现水资源高效利用与生态环境和谐共生的美好愿景。

参考文献

- [1]于德军.农业水利工程的作用及其发展策略分析[J].黑龙江水利科技,2021,41(10):231-233.
- [2]魏为.农业水利工程的作用及其发展策略分析[J].湖南农机,2021,38(1):118-119.
- [3]刘洁.试论水利工程建设与生态环境的可持续发展[J].科学技术创新,2023,(18):123-124.
- [4]彭世寿.水利工程建设与生态环境可持续发展探究[J].黑龙江水利科技,2022,46(05):236-238.