

生态修复在水利工程设计中的应用

冯跃缺

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司 河北 石家庄 050000

摘要：本文聚焦生态修复在水利工程设计中的应用。先阐述应用基础，强调需全面认知区域生态与水文特性。接着介绍核心应用路径，包括岸线、水体、生态廊道与栖息地修复设计。然后说明实施要点，涉及工程布局优化、修复材料与技术选择、施工与运行阶段管控。最后探讨应用价值，体现在提升生态系统服务功能、增强工程运行稳定性、实现生态与经济价值协同。旨在为水利工程设计融入生态修复理念提供理论与实践指导，推动水利工程与生态环境协同可持续发展。

关键词：生态修复；水利工程设计；应用

引言：水利工程在防洪、灌溉、发电等方面发挥着关键作用，但传统设计往往侧重工程功能，对生态环境造成一定影响。随着生态理念的深入人心，生态修复在水利工程设计中的应用愈发重要。它不仅能修复受损生态系统，还能提升工程综合效益。本文将系统探讨生态修复在水利工程设计中的应用基础、核心路径、实施要点及应用价值，以期为水利工程设计提供科学参考，实现水利工程与生态环境的和谐共生。

1 生态修复在水利工程设计中的应用基础

生态修复在水利工程设计中的有效应用，必须以深入且全面的对工程区域生态环境与水文特性的认知为坚实基础，其核心要义在于达成工程功能与生态需求的高度适配。（1）在开展设计工作前，需对工程区域展开全方位的生态本底条件调研。细致剖析当地的水文情势，涵盖水流速度、流量变化、水位涨落规律等；精确掌握土壤类型，了解其透水性、肥力等特性；详细记录植被群落的种类、分布及生长状况；明确生物栖息地的具体位置与范围，深入探究生态系统结构与功能的运行机制。通过这些工作，精准找出区域生态敏感点，清晰界定生态修复需求，为后续设计提供详实可靠的依据。

（2）要紧密结合水利工程的核心功能，系统梳理工程建设与运行过程中可能对生态系统产生的潜在影响。比如，分析工程建设对水文连通性的阻断情况，评估其对岸线稳定性的改变程度，考量对水体质量的污染风险，以及对生物迁徙路径的干扰状况。基于这些分析，针对性地制定科学合理的修复目标与具体方案。（3）生态修复设计必须严格遵循生态系统自身的发展规律。优先选用本土化的修复材料与技术，因为本土物种更适应本地环境，能更好地融入生态系统。采用低干预的修复手段，避免引入外来物种破坏生态平衡，防止过度人工干

预影响生态系统的自我调节能力，从而保障修复后生态系统具备足够的稳定性与自我维持能力，最终实现水利工程与生态环境的协同、可持续发展^[1]。

2 生态修复在水利工程设计中的核心应用路径

2.1 岸线生态修复设计

岸线作为水利工程与陆地、水体生态系统交互的关键过渡地带，其生态修复在水利工程设计里占据着举足轻重的地位。传统硬化岸线虽在一定程度上保障了岸线的稳固，但却严重阻碍了水陆之间的物质交换以及生物的迁徙活动，对岸线原有的植被群落造成了极大破坏。

（1）为实现岸线功能与生态价值的有机统一，需对传统硬化岸线进行生态化改造。在设计中，可选用生态护岸来取代传统的混凝土、浆砌石硬化岸线。像植被护岸、格宾石笼护岸、生态袋护岸等都是常见的生态护岸类型，它们不仅能够有效维持岸线的稳定性，还能为植被生长以及生物栖息创造适宜的空间。（2）依据岸线的地形地貌特征，营造自然曲折的岸线形态，可增加岸线长度与水体交换面积，进而提升水体的自净能力与生态承载力。在岸线周边合理配置本土化植被群落，构建乔灌木相结合的复层植被体系，既能稳固土壤、防止水土流失，又能为鸟类、小型哺乳动物等提供栖息之所，逐步修复岸线生态系统的结构与功能。

2.2 水体生态修复设计

水体生态修复在水利工程设计中至关重要，其核心聚焦于改善水体质量、恢复水体自净能力以及维持水文生态平衡。（1）为实现这一目标，可从优化水文调控与设置生态净化设施两方面着手。在水文调控上，精心设计工程调度方案是关键。需充分考量下游生态流量需求，避免因工程拦截使下游河道出现断流、水体流动性匮乏的情况，以此维持区域水文情势的相对稳定，为水

生生物营造适宜的生存环境。(2)在生态净化设施设置方面,可在工程区域合理布局人工湿地、生态浮岛,并构建沉水植物群落。这些设施能借助水生植物与微生物的协同净化作用,有效去除水体中的氮、磷等污染物,改善水体富营养化状况。此外,还需优化水体连通性设计,拆除不必要的挡水设施,构建连通的水文网络,促进上下游水体充分交换,增强水体活力与自净能力,进而维持水生生态系统的完整性,实现水利工程与水生态环境的和谐共生^[2]。

2.3 生态廊道与栖息地修复设计

水利工程建设在发挥防洪、灌溉、发电等重要功能的同时,往往会对生态系统造成一定程度的干扰,如阻断生物迁徙通道、破坏生物栖息地等。因此,生态廊道与栖息地修复设计成为保障生态系统连通性与完整性的关键举措。(1)在工程布局设计阶段,就应充分考虑生态廊道的预留与构建。可通过设置跨越工程设施的生物通道,像专为两栖动物设计的过路涵洞、为鸟类搭建的空中廊桥等;也可沿河道构建植被廊道,利用乔灌木结合的复层植被体系,为陆生、水生生物的迁徙与活动提供连续的空间,实现不同生态区域的有机衔接。(2)针对水生生物栖息地,需人工营造适宜的水域环境。打造深浅交错的河床、砾石浅滩,构建水生植物床等,模拟自然水域栖息地特征,满足鱼类、底栖生物繁殖、觅食、栖息的需求。对于陆生生物,在工程周边预留原生植被区域,补种本土化植被,构建适宜的栖息环境,降低工程建设对生物多样性的冲击,维持生态系统的物种平衡与稳定。

3 生态修复在水利工程设计中的实施要点

3.1 工程布局与生态需求的协同优化

生态修复在水利工程设计中的应用,绝非是以牺牲工程功能为代价,而是致力于通过科学优化工程布局,达成功能与生态的协同共进。(1)在水利工程的选址与布局关键阶段,必须将生态敏感区域的识别与避让作为首要考量。若因客观条件限制无法完全避开,则需通过精细调整工程规模、巧妙优化建筑位置等举措,最大程度降低对生态系统的扰动强度。例如,在水库、水闸等重要工程的设计过程中,要综合考量周边生态环境,合理确定坝体的精准位置与适宜高度,以此减少对周边植被群落的破坏,维持水文连通性的稳定。在渠道工程设计时,应尽可能沿着原有河道进行布线规划,避免大规模的开挖作业,全力保护原有的生态地貌特征。(2)工程布局还应具备前瞻性,为生态修复预留充足的空间。比如,提前规划并预留岸线植被种植区域、水体净化设

施建设用地等,为后续生态修复措施的顺利实施提供坚实保障,最终实现工程布局与生态需求的精准适配与和谐统一^[3]。

3.2 修复材料与技术的适配性选择

在水利工程设计里,修复材料与技术的适配性选择至关重要,其直接关乎生态修复的成效以及工程的耐久性,因此必须严格遵循生态友好、因地制宜、经济可行的原则。(1)在材料选用方面,应将天然材料、可降解材料或生态兼容性材料作为首选,以此替代传统的高污染、高能耗材料。例如,在构建护岸、护坡等工程结构时,可选用天然石材、木材来替代混凝土,利用其良好的生态亲和性与自然属性,减少对周边生态环境的干扰;在土壤加固、植被栽种等环节,采用生态袋替代普通土工袋,生态袋可降解且能为植物生长提供适宜环境,降低材料对生态的负面影响。(2)技术选择上,要优先采用本土化修复技术,充分结合工程区域的生态条件与修复目标,合理搭配物理修复、化学修复与生物修复技术。避免盲目跟风采用复杂技术或外来技术,防止因“水土不服”导致修复效果不佳。同时,所选修复技术需与水利工程的施工工艺高度适配,确保在施工过程中不会对原有生态环境造成二次破坏,实现工程质量与修复效果的同步提升。

3.3 施工与运行阶段的生态保护管控

生态修复效果的持久性维持,要求将生态保护管控严格贯穿于水利工程施工与运行的全生命周期。(1)在施工阶段,要精心优化施工方案,最大程度减少施工对生态环境的扰动。严格限定施工范围,避免不必要的土地占用与大规模土方开挖,防止因施工活动引发严重的水土流失。及时清理施工产生的废弃物,避免其进入水体造成污染。同时,依据工程区域生物的生活习性,合理安排施工时序,巧妙避开生物繁殖高峰期等关键时段,降低对生物栖息和繁衍的不利影响。(2)进入运行阶段,需构建一套完善的生态监测体系,运用先进的监测设备和技术,实时、精准地监测工程区域的水体质量、植被覆盖度、生物多样性等核心生态指标。依据监测数据动态调整工程调度方案与生态修复措施,确保生态系统能够稳定、持续地恢复。此外,在工程运维过程中,要强化生态保护意识,规范运维操作,避免运维活动对已修复的生态系统造成二次破坏,切实保障生态修复效果的长效性与稳定性。

4 生态修复在水利工程设计中的应用价值

4.1 提升生态系统服务功能

在水利工程设计领域积极融入生态修复理念,具有

显著且多维度的应用价值,其中提升生态系统服务功能尤为关键。(1)水利工程在建设运行过程中,往往会对周边的岸线、水体、栖息地等生态要素造成不同程度的破坏,进而影响生态系统的结构完整性与功能稳定性。而生态修复设计能够针对这些受损的生态要素进行精准修复与优化。通过科学合理的修复措施,受损的岸线得以恢复自然形态与植被覆盖,增强水土保持能力;水体的自净能力得到提升,有效改善水质状况;受损的栖息地重新为各类生物提供适宜的生存空间,促进生物多样性的恢复。(2)修复后的生态系统能够更加高效地发挥水土保持、水体净化、气候调节以及为生物提供栖息场所等一系列重要功能,显著改善区域生态环境质量,为人类的生存与发展构筑起坚实的生态屏障,实现生态效益的最大化释放^[4]。

4.2 增强水利工程运行稳定性

在水利工程设计里融入生态修复措施,能显著增强工程运行的稳定性与耐久性。(1)以生态护岸为例,它巧妙利用植被根系与防护材料的协同效应。植被根系深入土壤,能有效固土,增强岸线抵抗水流冲刷的能力,大幅减少水土流失现象。而且,相较于传统硬化岸线易因热胀冷缩、长期水流冲击而出现破损,生态护岸更具柔韧性与适应性,降低了岸线损坏风险。(2)水体生态修复同样意义重大。通过改善水体质量,减少水中污染物含量,可降低这些污染物对工程设施的腐蚀程度,从而延长工程的使用寿命。此外,健康的生态系统犹如一个天然的缓冲带,能够调节水文情势的变化,减轻极端水文事件对水利工程的冲击,提升工程应对洪水、干旱等极端情况的能力,保障工程长期稳定运行。

4.3 实现生态与经济价值协同

生态修复融入水利工程设计,能达成生态价值与经济价值的有机协同、互促共赢。(1)从生态价值转化经济价值来看,生态化水利工程宛如一颗生态明珠,可

显著改善区域生态环境,让周边空气更清新、水质更优良、景观更宜人,极大提升人居品质。这为发展生态旅游、休闲观光等绿色产业创造了良好条件,吸引游客纷至沓来,带动餐饮、住宿、交通等相关行业繁荣,为地方经济注入新活力。(2)从经济成本角度而言,生态修复可减少工程运维中的生态治理投入,降低因生态破坏引发的工程故障概率与损失。而且,健康的生态系统能保障水资源稳定供应与可持续利用,为农业灌溉、工业生产、居民生活提供坚实支撑,避免因缺水等问题制约区域经济发展,有力推动区域经济可持续发展^[5]。

结束语

生态修复在水利工程设计中的应用,是顺应时代发展、实现可持续发展的必然选择。通过全面调研生态本底、结合工程功能制定修复方案、遵循生态规律选用材料技术,在岸线、水体、生态廊道与栖息地等方面开展科学修复设计,并注重工程布局优化、材料技术适配及施工运行管控,可有效提升生态系统服务功能,增强水利工程运行稳定性,实现生态与经济价值的协同共进。未来,应持续深化生态修复理念在水利工程领域的实践探索,不断创新修复技术与模式,为构建人与自然和谐共生的水利发展新格局提供有力支撑。

参考文献

- [1]魏一华.生态修复理念在水利工程设计中的应用研究[J].水资源与环境,2024(1):19-23.
- [2]余长春.基于生态修复理念的水利工程设计实践[J].水利工程技术,2023(4):45-48.
- [3]李鑫.生态修复在水利工程设计中的应用策略[J].模型世界,2022(23):79-81.
- [4]张涛,赵大光.水土保持生态修复在水利工程设计中的应用研究[J].工程研究与实用,2023,4(16).
- [5]王瑞宇.水利工程水土保持工作技术的应用研究[J].科技资讯,2023,21(20):155-158.