

水利工程设计中生态护岸的应用分析

周 艳

(惠州市华禹水利水电工程勘测设计有限公司, 广东 惠州 516000)

摘 要 随着水利工程建设理念持续更新, 生态护岸在工程设计中的应用越来越受重视。传统硬质护岸仅侧重防洪排涝、稳固岸坡的单一功能, 而生态护岸更注重岸坡防护、水体净化、生态修复与景观协调的多重功能统一。本文结合植物护岸、生态袋护岸、自嵌式护岸、竹木护岸及波浪桩护岸等常见形式, 分析它们在不同水文条件和工程环境下的具体应用场景, 旨在对充分发挥生态护岸在提升工程安全性、生态稳定性及环境品质方面的综合价值有所裨益。

关键词 水利工程设计; 植物护岸; 生态袋护岸; 自嵌式护岸; 竹木护岸

中图分类号: TV861

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.23.036

0 引言

在水利工程建设持续推进的背景下, 护岸设计已不再局限于单纯的防冲固坡, 而是逐步向生态化、综合化方向发展。传统护岸虽然能够满足结构安全要求, 但在生态保护、景观协调方面存在明显不足。生态护岸通过引入植物、天然材料及复合结构形式, 使护岸工程在发挥防护作用的同时兼顾生态修复功能。生态护岸可有效实现生态效益、社会效益与经济效益的协同提升, 研究生态护岸在水利工程设计中的应用具有较强的现实意义。

1 生态护岸在水利工程中的应用价值

生态护岸在水利工程中的应用, 可在保障工程安全的前提下显著提升水域生态系统的稳定性^[1]。通过引入植物、天然材料及生态结构形式, 护岸不再仅承担单一防护功能, 而是逐步转变为具有调节水质、维持生物多样性的重要载体。植物根系对土壤的固结作用可以减少岸坡冲刷、水土流失, 同时通过吸附与转化作用改善水体环境, 从而增强水体自净能力。而且, 生态护岸在景观塑造方面具有明显优势, 其自然化的形态能够缓解传统硬质护岸带来的视觉割裂, 使水利工程更好地融入周边环境, 提升区域整体景观品质。此外, 生态护岸还具备一定的社会功能, 可为公众提供亲水空间, 促进生态保护与休闲利用的融合发展。综合来看, 生态护岸实现了防洪安全、生态修复与景观提升的多重统一, 是现代水利工程可持续发展的重要方向。

2 水利工程中生态护岸的类型

2.1 自然原型护岸

在水利工程生态化转型的过程中, 自然原型护岸作为最接近自然状态的一类形式, 体现出顺应自然的设计取向。在开展此类护岸规划时, 通常以河道原有形态为参照, 通过保留天然土壤结构、岸线曲折形态以及原生植被分布, 尽可能减少人为干预对生态系统的扰动。具体构建过程中, 常以天然土壤、原位岩石及本地植被为主要材料, 通过控制坡度在 1:1 至 1:2 之间, 使岸坡既具备基本稳定性, 又能为水生植物提供适宜的生长空间, 例如芦苇、柳树等植物可在此类坡面环境中形成稳定群落, 从而发挥固土与缓流的双重作用^[2]。同时, 天然材料本身具有一定的抗冲刷能力, 可以在不增加额外污染源的前提下完成基本防护任务。相较于人工结构明显的护岸形式, 自然原型护岸更强调生态系统的自我维持能力, 其不仅能减少水土流失, 还能为水生生物提供连续的栖息空间。因此, 该种类型更适用于水流相对平缓、水质条件较好的河道或湖泊区域, 在生态敏感区及景观要求标准高的工程中具有较高的应用价值。

2.2 自然型护岸

在实际工程条件中, 完全依赖自然形态往往难以满足结构安全需求, 因此自然型护岸在设计上引入适度人工干预, 以实现生态功能与工程稳定性的平衡^[3]。在此类护岸构建过程中, 结合植物、土壤及其他生物性材料, 通过科学布置增强岸坡抗冲能力, 同时利用

作者简介: 周艳 (1993-), 女, 本科, 助理工程师, 研究方向: 水利技术管理。

植物根系的固结作用, 提高整体结构稳定性。与自然原型护岸相比, 其更注重对水流冲刷的抵御能力, 尤其适用于水位变化较为频繁或水流速度较快的河段。常见形式包括植物护坡、草皮覆盖及植物滤水带等, 通过多层次植被配置, 既可以减缓水流速度, 又能通过生物作用实现水体的自我净化。当河流流速控制在 1.5 m/s 以下时, 该类护岸能够保持较好的稳定效果, 同时为微生物与水生生物提供适宜的生存环境, 使水利工程在满足安全要求的基础上进一步提升生态价值。

2.3 多自然型护岸

在复杂水文与地质条件下, 单一护岸形式往往难以兼顾生态功能, 因此多自然型护岸通过多种要素的组合应用, 形成综合的防护体系。在该类护岸构建中, 通常将不同类型的植物、天然材料及必要的人工构筑物进行有机结合, 以适应不同流速、水位及土壤条件的变化。基于此种复合方式, 护岸不仅能有效抵御水流侵蚀, 还可以增强水体净化能力, 并为多样化生物群落提供栖息空间。例如: 将天然岩石与植被组合形成滞洪带, 或利用木材结构与植物根系共同作用, 可以在提高抗冲性能的同时改善生态环境^[4]。在流速大于 2.0 m/s 的河流条件下, 该类护岸仍能保持较好的稳定状态, 显示出较强的适应能力。而且, 通过合理搭配天然岩石与特定植物, 可使护岸稳定性提高 50% 以上, 同时植物根系对土体的加固作用也能增强整体结构的可靠性。

3 水利工程设计中生态护岸的具体应用

3.1 植物护岸

在水利工程设计体系中, 植物护岸的应用需要从区域自然条件出发进行系统统筹, 设计人员通常需要结合当地气候特征、水文变化规律及岸坡土壤性质, 对植物配置进行科学筛选、合理布局。在具体实施过程中, 应优先选用本土原生植物, 该类植物经过长期自然选择, 对本地区的水分条件、温度变化及土壤结构具有较强适应能力, 其成活率更高, 后期维护成本也相对较低, 同时能够维持原有生态系统的稳定性^[6]。相比之下, 盲目引入外来植物往往会因土壤适应性不足或水文条件不匹配而影响成活效果, 甚至对原有生态结构造成干扰。在污染较为严重的河段, 设计人员需针对性地选择具有较强吸附转化能力的植物种类, 通过植物根系与微生物协同作用, 实现对水体中污染物的逐步净化, 从而促进水生生态系统恢复。在景观层面, 植物护岸不仅承担工程防护功能, 还应兼顾视觉效果, 利用不同植物在高度、色彩及季节变化上的组合, 形成具有层

次感的岸线景观, 使护岸空间在不同时间呈现动态变化。

在植物护岸设计中, 设计人员还应重视岸坡不同高程带的植物分区配置, 使植物群落与水位涨落规律保持协调。通常临水区域受水流冲刷和水位波动影响较大, 应配置耐淹、根系发达且附着能力较强的植物, 以增强岸线前沿的稳定性; 中部坡面可选择覆盖性较好的草本或灌木植物, 利用其较强的地表保护作用减少雨蚀和径流冲刷; 坡顶区域则可结合景观需求配置乔木或观赏性较强的乡土植物, 从而形成由低到高、由近水到远岸的复合植物结构。这样不仅能够提高岸坡整体防护能力, 还能增强护岸空间的层次感。在后期管理方面, 植物护岸并非一次建成后即可长期稳定发挥作用, 设计阶段还应同步考虑养护措施, 如在植物成活初期做好浇灌、补植、修整及病虫害防治, 避免因局部裸露导致坡面失稳; 对于遭受周期性洪水冲刷的区域, 还应结合季节变化及时检查植被覆盖状况, 并对受损部位进行修复处理。只有将前期植物配置和后期养护管理统一纳入设计思路, 植物护岸才能真正发挥固坡护岸、水质改善和生态修复的综合作用。

3.2 生态袋护岸

生态袋护岸作为一种兼具工程稳定性与生态修复功能的新型结构形式, 在水利工程设计中具有较高的实用价值。生态袋通常通过错缝堆叠方式形成整体结构, 其自锁性能使各个单元之间形成稳定连接, 即使在坡度较大的边坡条件下, 也能抵抗水流冲击, 从而提升岸坡整体稳定性。同时, 生态袋材料具有良好的透水过滤性能, 在保证水分自然渗透与储存的同时, 还可以防止填充材料流失, 从而维持结构完整性, 在维持水土平衡方面具有明显优势。在复杂地质环境中, 生态袋的柔性特征能够适应不均匀沉降变化, 避免传统刚性结构在变形条件下出现开裂或失稳的问题。此外, 生态袋内部可填充适宜的土壤基质, 并结合植物种植, 实现“结构—生态”一体化发展, 使护岸在后期逐步转变为具有自然属性的生态系统。从经济角度来看, 生态袋护岸在石料资源匮乏地区具有显著优势, 能够替代部分水泥或石材结构, 降低工程成本。然而, 在具体应用中仍需注意其局限性, 例如在水流速度超过 2 m/s 的条件下, 其稳定性会受到一定限制, 同时在干旱季节其耐火性较弱, 易受外界因素影响。因此, 在设计阶段需要结合具体工况进行综合评估, 以实现安全性与生态性的协调统一。

3.3 自嵌式护岸

自嵌式护岸技术在水利工程设计中的应用, 体现了模块化与柔性结构理念的融合发展。该技术基于干

垒挡土墙原理,通过标准化预制自嵌块构建护岸体系,使结构在受力过程中形成整体联动效应,从而抵御水流冲击及岸坡荷载作用。自嵌块通常采用C30高强低碱水泥材料制成,并通过蒸汽养护工艺进行预制,以保证其耐久性能。在经过300次抗冻融循环试验后,构件仍能保持良好状态,可见其在寒冷或水文变化较大的区域具有较强适应能力^[6]。与传统挡土墙相比,自嵌式护岸在施工工艺上更为简便,通过干垒施工方式即可完成安装,既减少施工步骤,也缩短工程周期,从而在成本控制方面表现出明显优势。同时,结构之间的缝隙为水体交换提供通道,有助于形成良好的水土循环环境,缝隙中沉积的有机物还能为水生植物及微生物提供生长基础,从而逐步构建稳定的岸带生态系统。设计人员应进一步调整自嵌块的尺寸与排列方式,以优化材料利用效率,提高工程经济性,并增强结构对复杂环境的适应能力,实现工程功能与生态功能的协同发展。

3.4 竹木护岸

竹木护岸作为一种传统而又具有生态优势的护岸形式,在特定水利工程环境中仍具有较高的应用价值。设计过程中通常在岸坡前沿区域密集布设竹木桩,通过形成连续的防护带来削弱水流冲击,从而保护岸坡稳定。该类结构在水流较急、河道狭窄或邻近建筑密集区的条件下尤为适用,其柔性特征使其在地基发生变化时能够随之调整,从而保持整体稳定性。设计人员应优先选用耐水性较强的松木或柳木材料,并将桩体长度控制在3 m~4 m范围内,杆梢直径保持在约10 cm,以保证结构具有良好的力学性能。在施工过程中,可利用机械设备打入桩体,并辅以人工校正,使其垂直进入地基,同时确保埋入深度达到总长度的60%以上,以增强抗拔能力。桩间距一般控制在约20 cm,既保证较强的抗冲性能,又能维持结构的整体协调性。而且,竹木护岸在发挥防护作用的同时不会阻断河水与地下水之间的自然交换过程,还能为水生植物提供生长条件,从而在工程防护与生态修复之间实现良好平衡,使护岸系统更加贴近自然生态状态。

3.5 波浪桩生态环境

波浪桩护岸作为水利工程中的新型结构形式,在设计中体现出较强的生态潜力。其采用半圆环形截面设计,使结构在受力过程中更有效地分散水流冲击,同时形成具有变化感的岸线形态。该类桩体通常采用强度等级不低于C80的高性能混凝土,并配置抗拉强度超过1 420 MPa的预应力钢筋,利用先张法施工工

艺在浇筑前施加预应力,待混凝土成型后释放张力,使内部形成预压应力状态,从而延缓裂缝产生并提高抗弯能力。在结构连接方面,波浪桩边缘设置企口结构,成桩后形成紧密接缝,从而构建稳定的防水体系,减少水分渗透对结构的侵蚀,延长工程使用寿命。从功能角度看,波浪状排列不仅能增强对水流的扰动与消能作用,还能在视觉上打破传统直线护岸的单调性,使岸线呈现出更具韵律感的空间效果。此外,桩体之间形成的空间可为水生生物提供栖息环境,为植物附着创造条件,从而促进生态系统逐步恢复。

在实际设计中,波浪桩护岸并不只是单纯的结构防护措施,还可结合岸后覆土、植被栽植及浅滩营造形成复合型生态边界。设计人员可根据河道流速、冲刷强度及岸线功能定位,合理控制桩体间距和布置方式,使其既具备较强的消浪能力,又为后续生态恢复预留空间。对于景观要求较高的城区河段或综合整治工程,波浪桩护岸还能够通过曲线化岸线组织改善视觉效果,使工程结构与周边环境形成较为自然的过渡关系。

4 结束语

生态护岸在水利工程设计中的应用,体现了工程建设由单一防护向生态保护、环境修复和景观提升并重的转变。不同类型的生态护岸各有适用条件和结构特点,能够满足不同河道环境下的工程需求。在未来的设计过程中,设计人员在实际应用中应结合水文条件、岸坡特征及生态目标进行合理选择与组合。只有将安全性、生态性和经济性统一起来,才能进一步提高水利工程建设质量,推动生态水利可持续发展。

参考文献:

- [1] 何奕臻.水利工程生态护岸施工技术方案设计及应用[J].生态与资源,2025(11):121-123.
- [2] 李少君.水利工程设计中的生态型护岸应用[J].石材,2025(08):168-170.
- [3] 戴一博.水利工程设计中生态护岸的应用研究[J].应用能源技术,2025(02):26-28.
- [4] 穆磊超,房远方,赵小龙.生态型护岸在水利工程设计中的应用[J].水上安全,2024(18):133-135.
- [5] 宋健,林红,郝好鑫.生态保护红线下的水利工程设计:以长江铜陵河段综合治理工程为例[J].长江技术经济,2024,08(01):22-27.
- [6] 周贤茂.泸水吉安县段防洪工程设计综述[J].黑龙江水利科技,2022,50(12):97-100.