

新型生态护坡技术在水利工程设计中的适用性分析与优化

贾鹏鹏

洛阳水利勘测设计有限责任公司 河南 洛阳 471000

摘要: 新型生态护坡技术融合多学科知识, 兼具边坡稳定与生态功能。水利工程类型不同, 对护坡功能需求有差异, 且环境因素影响其适用性。该技术可从材料、结构、植物配置方面优化, 还可提升与水利工程功能的协同性, 实现防洪与生态、水资源保护与修复、景观营造与工程功能的协同发展。

关键词: 新型生态护坡技术; 水利工程设计; 适用性分析; 生态效益; 技术优化

引言: 在工程建设规模持续扩张与生态环境保护意识不断增强的当下, 新型生态护坡技术应运而生, 成为边坡防护领域的关键发展方向。它融合多学科前沿知识, 构建兼具稳定性与生态功能的边坡防护体系, 在稳定边坡、修复生态等方面成效显著。水利工程类型多样, 河道整治、水库堤坝、灌溉渠道等对护坡功能需求各异, 且环境因素也深刻影响技术适用性。为充分发挥新型生态护坡技术优势, 需从材料性能、结构设计、植物配置等方面优化, 同时提升其与水利工程防洪、水资源保护、景观营造等功能的协同性, 以实现工程效益与生态效益的双赢。

1 新型生态护坡技术概述

在当今社会, 随着工程建设规模的不断扩大以及生态环境保护意识的日益增强, 新型生态护坡技术应运而生, 成为边坡防护领域的关键发展方向。它是一门高度综合性的技术, 巧妙地融合了工程力学、生态学、植物学、土壤学等多学科的前沿知识, 致力于构建一个既具备卓越稳定性又能充分展现生态功能的边坡防护体系。

(1) 新型生态护坡技术的核心原理建立在科学合理的工程结构设计基础之上。从工程力学角度出发, 通过精准计算边坡的受力情况, 设计出符合力学规律的防护结构, 如采用特殊形状和材质的护坡构件, 增强边坡的抗冲刷、抗滑移能力。这些结构能够有效分散水流冲击力和土壤下滑力, 防止边坡在自然因素和人为活动的影响下发生坍塌、滑坡等灾害。(2) 与此同时, 该技术充分利用植物的生态功能。植物的根系如同天然的“锚固系统”, 能够深入土壤, 紧紧抓住土体, 增加土壤的凝聚力, 从而提高土体的抗剪强度, 改善土体的力学性能。植物的蒸腾作用则可以调节土壤水分含量, 降低土壤孔隙水压力, 减少边坡失稳的风险。此外, 植物的生长过程还能对土壤进行自然改良, 促进土壤微生物的活动, 增强土壤的肥力和透气性。(3) 除了稳定边坡, 新型生

态护坡技术在生态环境修复方面也发挥着重要作用。植物在生长过程中能够吸收空气中的二氧化碳、有害气体和粉尘, 释放氧气, 起到净化空气的作用。其根系还能吸收土壤中的重金属、有机污染物等, 降低污染物的迁移和扩散, 净化水体。同时, 丰富的植物群落为各类生物提供了食物来源和栖息场所, 有利于恢复和重建受损的生态系统, 促进生物多样性的保护。(4) 常见的新型生态护坡技术形式多样, 各具特色。植被混凝土护坡技术将混凝土与植被种子、肥料等有机结合, 形成具有一定强度和生态功能的护坡层; 土工格室植草护坡利用土工格室的网格结构固定土壤和草种, 促进草皮快速生长; 生态袋护坡采用高强度、透水性的生态袋装填种植土, 为植物生长提供稳定的环境; 多孔混凝土护坡则通过特殊的多孔结构设计, 为植物根系提供生长空间, 同时保证水分的渗透和空气的流通。每种技术都根据不同的地质条件、气候环境和工程要求, 展现出独特的优势和适用场景。

2 新型生态护坡技术在水利工程中的适用性分析

2.1 不同水利工程类型的需求差异

水利工程类型丰富多元, 涵盖河道整治、水库堤坝、灌溉渠道等多种形式, 不同类型工程对护坡的功能需求呈现出显著差异。(1) 河道整治工程聚焦于护坡的抗冲刷能力与生态修复功能。河道水流湍急、冲刷频繁, 护坡需具备强大的抗冲刷性能, 以抵御水流的长期侵蚀。同时, 要维持河道的自然形态和生态系统的完整性, 保障水体与岸坡之间正常的物质交换, 促进生态系统的良性循环。(2) 水库堤坝工程对护坡的稳定性和耐久性要求极高。堤坝长期承受风浪、水流的侵蚀以及渗透破坏的威胁, 护坡必须具备足够的强度和稳定性, 防止堤坝出现滑坡、坍塌等安全事故, 确保水库工程的安全运行。(3) 灌溉渠道工程则要求护坡具备良好的防渗性能和抗冲刷能力, 减少水资源在输送过程中的渗漏损

失,提高渠道的输水效率,保障农业灌溉用水的有效供应。这些需求差异要求在选择生态护坡技术时,务必充分考虑工程类型特点,确保技术的适用性。

2.2 各类生态护坡技术的适用场景

植被混凝土护坡技术通过在混凝土中添加植物种子、肥料等物质,形成既能提供力学支撑又能满足植物生长的防护层,适用于坡度较陡、岩石裸露或土质较差的边坡,如水库大坝的高陡边坡、山区河道的硬质边坡等,可有效防止坡面坍塌和水土流失,同时实现植被恢复。土工格室植草护坡利用土工格室的三维结构固定土壤和草本植物,增强土体稳定性,适用于中等坡度的土质边坡,如平原地区的河道护坡、灌溉渠道边坡等,能有效抵御水流冲刷,且施工简便、成本较低。生态袋护坡采用由高分子材料制成的生态袋装填种植土和植物种子,堆叠形成护坡结构,具有良好的柔韧性和透水性,适用于复杂地形和生态修复要求高的边坡,如生态湿地公园的河道护坡、生态脆弱区的堤坝护坡等,可在防护边坡的同时,为动植物提供栖息地,促进生态系统的恢复。多孔混凝土护坡具有孔隙率高、透水性强的特点,有利于水体和空气的交换,适用于对生态要求较高的城市河道护坡、景观水体护坡等,既能满足防洪安全需求,又能营造良好的生态景观效果。

2.3 环境因素对适用性的影响

环境因素是影响新型生态护坡技术适用性的重要条件。气候条件方面,在干旱地区,需选择耐旱性强的植物和保水性好的护坡材料,如生态袋护坡搭配耐旱草本植物;在多雨地区,应注重护坡的排水性能和抗冲刷能力,可采用植被混凝土护坡结合排水孔设计。土壤条件也对护坡技术选择产生影响,在贫瘠土壤区域,需采用能改善土壤肥力的技术,如在生态袋中添加有机肥;在砂土等松散土壤区域,可选用土工格室植草护坡增强土体稳定性。此外,水文条件如水流速度、水位变化幅度等,直接关系到护坡的抗冲刷和抗侵蚀能力,在水流湍急的河道,需采用结构强度高的护坡技术,如混凝土框架植草护坡;在水位变化频繁的区域,应选择耐淹性好的植物和适应性强的护坡结构,如生态袋护坡配合耐湿植物种植^[1]。

3 新型生态护坡技术的优化方向

3.1 材料性能优化

新型生态护坡材料的性能对于护坡效果和生态功能的发挥起着决定性作用。在材料甄选环节,必须将环保、耐久以及具备优良力学性能作为首要考量因素。

(1)就工程结构材料而言,像混凝土、土工合成材料

等,可采用添加纤维、外加剂等先进技术手段。纤维的掺入能有效增强材料的韧性,外加剂则可显著提升材料的强度和抗裂性能,进而延长护坡的使用寿命,使其在复杂多变的环境中保持稳定。(2)对于种植土、肥料等与植物生长密切相关的材料,需依据当地土壤的实际状况和植物的具体需求进行精准改良。通过添加保水剂、腐殖质等物质,改善土壤结构,提高土壤肥力和保水保肥能力,为植物茁壮成长营造理想的土壤环境。(3)还应加大研发力度,积极探索新型生态护坡材料,如可降解的高分子材料、具有自修复功能的混凝土等,最大程度降低材料对生态环境的负面影响,推动护坡工程向可持续方向发展。

3.2 结构设计优化

合理的结构设计堪称保障新型生态护坡稳定性和生态功能的核心要素。在工程结构设计领域,必须综合考量边坡坡度、高度以及地质条件等诸多因素,对护坡的坡比、断面形式和支撑结构进行精细化优化。(1)以高陡边坡为例,可采取分级放坡的方式,并结合挡土墙、锚杆等支撑结构,有效分散边坡应力,降低边坡整体失稳的风险。对于土质疏松的边坡,增加土工格栅等加筋材料是增强土体整体性的有效手段,能显著提升边坡的抗剪强度。(2)在植物与工程结构的结合设计上,要充分考虑植物根系的生长空间和分布特点,科学合理地设置种植槽、孔洞等结构,为植物根系生长创造良好条件,促进其与土体紧密结合,进而提高固土效果。(3)还需优化排水系统设计,精心设置排水孔、排水沟等设施,确保坡体内积水能够及时排出,减少水压力对边坡稳定性的不利影响^[2]。

3.3 植物配置优化

植物配置在新型生态护坡技术实现生态功能的过程中占据着核心地位。(1)在植物选取环节,必须严格遵循适地适树原则,优先选用本地乡土植物。这类植物历经长期自然选择,对当地的气候、土壤等环境条件具有极强的适应性,不仅成活率高,还能无缝融入当地生态系统,减少外来物种入侵风险。(2)要综合考量植物的生态功能和景观效果,对乔、灌、草进行科学合理的搭配。乔木高大挺拔,能提供长期的生态效益和显著的景观效果;灌木枝叶繁茂,可有效阻挡水流,防止坡面冲刷;草本植物生长周期短、繁殖速度快,能迅速覆盖坡面,起到固土保水的作用。(3)依据不同季节特点,选择花期、叶色各异的植物,打造四季有景的生态景观。还需注重植物群落的生态平衡,避免单一物种过度繁殖,引入互利共生或相克相生的植物组合,提升植物群

落的稳定性和抗病虫害能力。

4 生态护坡技术与水利工程功能的协同性提升

4.1 防洪与生态功能协同

新型生态护坡技术在水利工程应用中,需达成防洪功能与生态效益的协同共进,即在充分保障水利工程防洪功能的基础上,力求生态效益的最大化释放。(1)在护坡设计环节,要精准优化其结构与材料。通过科学合理的结构设计,搭配高性能、抗冲刷性强的材料,显著提升护坡的抗冲刷、抗侵蚀能力,确保在洪水肆虐的极端时期,边坡依然能够保持稳固,为水利工程筑牢安全防线。(2)充分发挥植物的生态功能。植被的根系与枯枝落叶层能有效增加土壤孔隙度,大幅提升土壤的蓄水能力;生态护坡所采用的透水结构,可促进雨水迅速下渗,补充地下水,实现防洪与生态补水的有机协同。

(3)精心构建多样化的生态护坡景观,为水生生物和陆生生物打造适宜的栖息环境,维护生物多样性,进一步增强生态系统的稳定性,形成强大的自然防洪屏障。

4.2 水资源保护与生态修复协同

水利工程中,水资源保护功能与生态护坡的生态修复功能紧密交织、相辅相成。生态护坡技术凭借植物的独特作用,在水资源保护方面成效显著。植物的根系与叶片具备强大的吸收、过滤能力,能够有效去除水体中的氮、磷等污染物,显著改善水质。像水生植物和湿地植物,对污染物有着极强的吸附和降解能力,在护坡区域合理种植这类植物,可构建起人工湿地生态系统,形成天然的水体净化“工厂”。生态护坡的建设对于恢复受损的河岸生态系统意义重大。它能促进水陆生态系统的连通性,为鱼类、鸟类等生物开辟洄游通道、提供栖息场所,激发生态系统的自我修复潜能,维持生态平衡。而且,科学合理的生态护坡设计,能增强土壤的稳定性,减少水土流失,从源头上防止泥沙进入水体,切实保护水资源的清洁,保障其可持续利用^[3]。

4.3 景观营造与工程功能协同

在水利工程设计的精细布局里,把新型生态护坡技术与景观营造有机融合,能够达成工程功能与景观效果的完美统一。(1)设计时,需紧密依据水利工程的功能定位以及周边环境的独特特点,精心雕琢具有鲜明特色的生态护坡景观。在城市河道和景观水体工程中,巧妙运用色彩斑斓、造型各异的植物配置,搭配新颖独特的生态护坡结构,打造出既具备强大防护功能,又极具观赏价值的滨水景观带,让城市因水而灵动。(2)在乡村水利工程里,则充分结合田园风光,选用当地特色乡土植物和自然材料,营造出与周边环境浑然一体的生态护坡景观。(3)通过景观营造,不仅极大地提升了水利工程的视觉美感,还能增强公众对水利工程的认同感和保护意识,为居民提供惬意的休闲娱乐空间,实现工程功能与社会效益的协同共进、和谐发展。

结束语

新型生态护坡技术作为边坡防护领域的创新成果,融合多学科知识,在稳定边坡、生态修复、景观营造等方面优势显著。不同水利工程类型对其需求有别,环境因素也深刻影响其适用性。通过材料性能、结构设计、植物配置的优化,以及在防洪与生态、水资源保护与生态修复、景观营造与工程功能等方面的协同性提升,该技术不断完善。未来,应持续探索创新,结合实际工程需求与环境条件,充分发挥新型生态护坡技术的综合效益,推动水利工程与生态环境和谐共生,实现可持续发展,为水利事业与生态保护的高质量发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1]雷小锋.生态护坡施工技术在水利河道工程中的应用[J].水上安全,2024,(20):154-156.
- [2]邓志荣.水利工程中铰接式河道生态护坡技术的应用[J].水利技术监督,2024,(10):255-258.
- [3]王德华.河道生态护坡施工技术在水利工程中的应用[J].黑龙江水利科技,2024,52(08):111-112+163.