

水利工程中生态护岸技术的应用与研究

王志刚 吴哲 潘锋

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830011

摘要：本文围绕水利工程中生态护岸技术展开。阐述了生态护岸定义、内涵、设计原则及类型分类，深入探讨植物护岸、土工材料复合种植、新型植被生长基质材料等关键技术。分析生态护岸技术适用性，评估其对河道生态系统的结构与功能影响、生物多样性保护、水质改善等生态效应，并从经济效益和社会效益角度进行剖析，为水利工程中生态护岸技术的应用与研究提供参考。

关键词：生态护岸；水利工程；植物护岸；土工材料；新型基质材料

引言：水利工程中，传统护岸技术虽在防洪等方面发挥重要作用，但对生态环境造成一定破坏。随着生态保护意识增强，生态护岸技术应运而生。生态护岸将生态学原理与工程技术融合，兼具防洪、生态修复、景观提升等多重功能。深入研究生态护岸技术，有助于构建生态友好、功能完善的河道护岸系统，实现水利工程与生态环境的协调发展，为水利工程建设提供新的思路与方法。

1 生态护岸技术的基本理论

1.1 生态护岸的定义与内涵

生态护岸，是一种创新性的河岸防护理念与技术实践，其核心在于将生态学原理与工程技术深度融合。它突破了传统护岸单纯注重防洪、防冲刷等工程功能的局限，构建起一个兼具多种生态功能的综合体系。从功能层面来看，生态护岸在维护河道岸坡稳定方面发挥着关键作用。通过合理的工程设计与植被配置，增强岸坡土体的抗侵蚀能力，抵御水流冲刷与波浪淘蚀，保障河岸的稳固性。它致力于促进生态修复与保护。生态护岸为水生生物、陆生生物以及两栖生物创造了适宜的栖息环境，各类植物的根系深入土壤，改善土壤结构，增加土壤肥力，促进微生物活动，从而带动整个生态系统的自我修复与良性循环^[1]。并且，生态护岸还为众多生物提供了栖息地，植物群落为昆虫、鸟类等提供了食物来源与栖息之所，水下的复杂结构与水生植物为鱼类等水生生物提供了繁殖、觅食与躲避天敌的空间。

1.2 生态护岸的设计原则

生态护岸设计遵循多重关键原则，其中安全性原则是重中之重。护岸结构需具备高度稳固性，以应对洪水期高水位与大流量的强烈冲击，同时抵御长期水流侵蚀，满足防洪排涝基本要求，为周边居民生命财产安全及区域防洪安全筑牢坚实屏障。生态性原则注重模拟自

然生态进程。设计时优先选用本土植物，构建契合当地生态系统特征的植被群落，为各类生物营造适宜生存环境，有力推动生物多样性保护，使护岸区域自然融入生态系统，成为其有机组成部分。景观性原则聚焦于河道景观价值提升。通过精心搭配植物色彩与形态，巧妙结合地形进行塑造，打造出优美宜人的河岸景观，达成人与自然和谐共生的美好愿景，为人们提供亲近自然、领略自然之美的绝佳空间。亲水性原则倡导设置亲水平台、滨水步道等设施，拉近人与水的距离，增强人与水的互动性，充分满足人们对滨水空间休闲娱乐的需求，让人们在亲水活动中享受惬意时光。

1.3 生态护岸的类型与分类

依据护岸材料中天然材料所占比重，生态型护岸分为自然原型护岸、自然型护岸和多自然型护岸三类。自然原型护岸主要依赖天然植被，像在岸坡种植芦苇、菖蒲等耐水植物，芦苇根系发达，能牢牢固土。此类护岸适用于水流较缓、岸坡稳定且生态环境敏感区域，生态性极佳，能最大程度保护原有生态系统，但抗冲刷能力较弱。自然型护岸在自然原型护岸基础上，加入石材、木材等天然材料辅助加固。在山区溪流旁，采用石块堆砌与种植柳树相结合方式，石块抵御水流冲击，柳树根系稳固岸坡。它适用于水流稍快、岸坡有防护需求的河道，兼具生态性与稳定性，不过景观营造方面相对受限。多自然型护岸采用更多人工材料与工程措施，结合大量天然材料与植物。在大型河流岸边，使用混凝土框架填充石块，并种植多种植物。能适应复杂水流条件与较高防护要求，景观效果丰富多样，但保持生态性需精心设计与维护。

2 生态护岸技术的关键技术

2.1 植物护岸技术

植物在护岸工程中扮演着多重关键角色。其一，植

物根系具有强大的固土能力,其根系在土壤中纵横交错,如同天然的“钢筋”,紧紧缠绕并固定土壤颗粒,有效防止岸坡土体因水流冲刷、重力作用等发生滑坡与坍塌。其二,植物能够减缓水流速度,当水流经过植被覆盖区域时,植物的茎、叶等会对水流形成阻碍,使水流能量得以分散,降低水流对河岸的侵蚀力。其三,植物具有吸水功能,在暴雨等极端天气下,植物根系可吸收大量水分,减少土壤中的含水量,降低土体因饱和而失稳的风险。植物护岸存在多种常用形式^[2]。植草护岸是较为基础且常见的方式,在岸坡表面均匀种植草皮,草皮的根系能迅速扎根土壤,短期内即可起到固土护坡作用,绿色的草皮还能美化河岸景观,适用于水流速度相对平缓、岸坡坡度较小的区域。防护林护岸则是在河岸一定范围内种植高大乔木与低矮灌木相结合的防护林带,乔木高大的树干与茂密的树冠可进一步削弱水流能量,灌木发达的根系稳固表层土壤,这种形式防护效果显著,还能为生物提供丰富的栖息地,常用于河岸线较长、生态防护需求较高的地段。在植物选择方面,遵循诸多原则与方法。本地物种优先是关键原则,本地植物经过长期进化,已适应本地气候、土壤等自然条件,具有更强的适应性与抗逆性,能够快速扎根生长,减少因环境不适导致的种植失败风险。选择适应性高的植物,确保其能在不同水位变化、土壤酸碱度等条件下存活与生长。功能广泛的植物也是优选,如一些植物不仅能固土护坡,还能吸收水体中的氮、磷等污染物,起到净化水质的作用,或者为昆虫、鸟类提供食物与栖息场所,促进生物多样性发展。

2.2 土工材料复合种植技术

土工合成材料在生态护岸中应用广泛。土工格栅具有独特的网格结构,将其铺设在岸坡土体中,可与土体形成紧密的咬合作用,增强土体的整体稳定性,有效防止土体位移。土工布则具有良好的透水性及隔离性,能在防止土壤颗粒流失的同时,让水分自由渗透,维持土体的水分平衡,为植物生长创造适宜条件。土工材料与植物、土壤复合种植技术的原理在于,利用土工材料的工程特性弥补植物与土壤在某些方面的不足,形成优势互补。例如,先铺设土工格栅增强土体稳定性,然后在格栅上覆盖适宜厚度的土壤,再进行植物种植。土工格栅提供力学支撑,土壤为植物提供养分与扎根环境,植物根系进一步加固土体并发挥生态功能。其方法通常包括在土工格栅的网格内填充种植土并播种植物种子,或者将土工布包裹含有植物种子与肥料的营养土块,放置在岸坡合适位置,随着时间推移,植物发芽生长,与土

工材料、土壤共同构成稳固且具生态功能的护岸结构。土工材料复合种植技术优势明显。极大地提高了护岸的稳定性,能适应多种复杂地形与水流条件,在高流速、大坡度岸坡防护中表现出色。通过复合种植植物,兼顾了生态与景观功能,促进了生物多样性。然而,该技术也存在一定局限性,土工材料成本相对较高,增加了工程建设投入;部分土工材料耐久性有限,随着时间推移可能出现老化、损坏现象,影响护岸长期性能;而且在施工过程中,对技术要求较高,施工工艺复杂,若施工不当,易降低护岸效果。

2.3 新型植被生长基质材料

生态水泥生态种植基、土壤固化剂等新型植被生长基质材料不断涌现并得到广泛应用。生态水泥生态种植基由特殊配方的水泥与多种添加剂混合制成,具有良好的透气性与保水性,为植物根系生长提供充足空间与水分,其碱性环境能中和酸性土壤,改善土壤酸碱度,利于植物生长。土壤固化剂则通过与土壤颗粒发生化学反应,改变土壤的物理力学性质,增强土壤的抗压强度与抗渗性,使土壤更加稳固,为植被生长提供坚实基础。新型基质材料在提供植物生长环境方面作用显著^[3]。它们能优化土壤结构,增加土壤孔隙度,提高土壤通气性与透水性,促进植物根系呼吸与水分吸收。在增强护岸稳定性上,新型基质材料加固了土壤,提升了土体的抗冲刷与抗变形能力,与植物根系协同作用,使护岸结构更加稳固。从发展趋势与前景来看,新型植被生长基质材料将朝着环保、高效、多功能方向发展。研发人员将致力于降低材料生产过程中的能耗与环境污染,提高材料对植物生长的促进效果,使其具备更多功能,如自修复功能,当护岸局部受损时能自动修复,以及净化水体功能,进一步提升河道生态环境质量。随着技术不断进步与完善,新型植被生长基质材料在生态护岸工程中的应用将更加广泛,为构建生态友好、功能完善的河道护岸系统发挥更大作用。

3 生态护岸技术的应用研究

3.1 生态护岸技术的适用性分析

不同生态护岸技术在各异的地质条件与水流条件下,展现出独特的适用性。在地质条件方面,对于土质较为疏松、易受侵蚀的河岸,土工材料复合种植技术优势明显。例如,土工格栅可有效增强土体的稳定性,防止岸坡土体滑移,再结合植物种植,利用植物根系进一步加固土壤,形成稳固的防护体系。而在岩石岸坡地区,自然原型护岸或自然型护岸中的部分形式,如在岩石缝隙中种植耐旱、耐瘠薄的植物,能够在一定程度上

美化岸坡，且无需大规模改造岩石结构，较为适宜。针对水流条件，在水流速度缓慢、流量较小的河道，植草护岸、自然原型护岸等简单形式即可满足需求。植物能有效减缓水流速度，防止土壤冲刷，同时营造出自然的河岸景观。但在水流湍急、流量变化大的河流中，多自然型护岸更为适用，其采用了更多的工程措施与坚固材料，如结合混凝土框架与植被种植，可抵御强大的水流冲击，确保护岸的稳定性。生态护岸技术与传统护岸技术的结合应用，能充分发挥两者优势。例如，在一些对防洪要求较高的河段，可以在传统混凝土护岸的基础上，采用土工材料复合种植技术，在混凝土结构表面铺设土工布，填充种植土并种植植物。这样既利用了混凝土护岸的高强度与稳定性，又借助植物的生态功能，改善了河岸的生态环境，提升了景观效果。

3.2 生态护岸技术的生态效应评估

生态护岸技术对河道生态系统结构与功能影响深远。从结构上看，生态护岸通过营造多样化的栖息环境，如植物群落形成的不同层次空间、水下的复杂地形等，改变了河道原有的单一结构，为各类生物提供了适宜的生存空间，丰富了生态系统的结构组成^[4]。在功能方面，生态护岸促进了物质循环与能量流动。植物通过光合作用吸收二氧化碳，释放氧气，同时其根系吸收土壤中的养分，参与生态系统的物质循环过程。在促进生物多样性保护方面，生态护岸为众多生物提供了食物来源与栖息场所。不同种类的植物吸引了各种昆虫、鸟类等生物，水生植物与水下结构则为鱼类、贝类等水生生物创造了繁殖、觅食与躲避天敌的环境。在改善水质方面，植物通过吸收水体中的氮、磷等污染物，降低水体富营养化程度，起到净化水质的作用。一些水生植物还能分泌抑制藻类生长的物质，维持水体生态平衡。生态护岸技术的生态效应评估方法多样，指标体系也较为丰富。评估方法包括实地调查法，通过直接观察与记录生态护岸区域内生物种类、数量等变化；实验分析法，在特定实验条件下研究生态护岸对水质等指标的影响。指标体系涵盖生物多样性指标，如物种丰富度、均匀度；

水质指标，如化学需氧量、氨氮含量；以及生态系统结构指标，如植被覆盖度、土壤结构稳定性等。

3.3 生态护岸技术的经济效益与社会效益分析

在经济效益方面，生态护岸技术具有降低工程成本与提高工程耐久性的潜力。相比传统护岸技术，部分生态护岸技术减少了对大量混凝土、石材等昂贵材料的使用。例如，植物护岸技术利用植物自身的固土、缓流等功能，降低了工程建设中的材料成本。生态护岸技术通过改善河岸生态环境，减少了因水土流失、河岸坍塌等问题导致的后期维护成本，提高了工程的耐久性。从社会效益来看，生态护岸技术显著提升了河道景观价值。绿色的植被、多样的生物与清澈的河水相互映衬，打造出优美的河岸景观，为周边居民提供了休闲娱乐的好去处。生态护岸技术还有助于促进旅游业发展。一些具有特色生态护岸的河道吸引了游客前来观赏，带动了当地旅游经济的增长，增加了就业机会，提升了区域的知名度与美誉度，对社会发展产生了积极的推动作用。

结束语

水利工程中生态护岸技术展现出多方面优势。其关键技术为生态护岸建设提供有力支撑，不同技术适用性分析为工程实践提供科学依据。生态效应评估表明，生态护岸对河道生态系统修复与保护意义重大。经济效益与社会效益分析显示，生态护岸技术不仅能降低工程成本、提高耐久性，还能提升景观价值、促进旅游业发展。未来，应进一步深入研究与创新，推动生态护岸技术广泛应用，实现水利工程可持续发展。

参考文献

- [1]荣萌萌.生态型护岸在水利工程设计中的应用[J].工程技术研究,2022,7(19):166-168.
- [2]张华,王晓东.生态护坡技术在水利工程中的应用研究[J].水利科技与信息,2022,48(6):3-6.
- [3]刘丽萍.水利工程中的河道生态护坡施工技术应用要点分析[J].工程建设与设计,2023,(03):192-194.
- [4]段仁辉.水利工程河道生态护坡施工技术探究[J].工程建设与设计,2025(5):221-223.