

水利工程中生态护坡技术应用效果分析

申 斌

河南省水利第一工程局集团有限公司 河南 郑州 450000

【摘 要】：生态护坡技术成为水利工程建设从单一防护功能朝着安全、生态、景观、可持续协同发展转变的关键技术途径。本文聚焦水利工程里生态护坡技术的应用效果展开研究，运用文献分析、工程技术归纳的方式，围绕生态护坡的结构稳定、水土保持、生态修复、景观改善还有运维管理等多个方面予以剖析。研究发现，生态护坡技术在达成岸坡防冲、固土、稳定要求的基础上，能够改善河岸生境状况，增强植物覆盖，提高水体与陆域之间的生态连通性。不过在实际运用里，存在技术选型不准确、植物配置不合理、施工质量控制欠缺、后期养护薄弱、效果评价模式不完善等诸多问题。文章指出，要依据水文条件、土质特征、坡面稳定性、生态目标去合理挑选生态护坡形式，借助材料优化、植物群落建立、施工过程把控、监测评价、长效养护来提高应用成效。

【关键词】：水利工程；生态护坡；应用效果；边坡稳定；生态修复

DOI:10.12417/2811-0528.26.17.018

引言

传统的水利工程护坡大多采用混凝土、浆砌石之类的硬质结构，虽说这样能够增强岸坡抵抗冲刷的能力，然而却容易使河岸的生态功能受到削弱，进而对水陆之间的交换、景观的协调性造成影响。伴随生态文明建设、绿色水利理念不断向前推进，生态护坡技术渐渐成为河道治理、堤防加固、水环境修复过程中的重要选择。生态护坡注重将工程防护与植物恢复、土壤保持和生境改善融合在一起。对其应用效果展开分析，有利于优化技术选型，提高水利工程建设的质量、生态效益。

1 生态护坡技术在水利工程中的基本认识

1.1 生态护坡技术的内涵

生态护坡技术是一种在保障水利工程岸坡稳定、防冲安全的前提下，借助植物、土工材料、生态混凝土、格宾结构、植生袋、三维植被网、生态砌块等各类材料与措施，建立起的具备工程防护、生态恢复功能的边坡防护模式。它和传统硬质护坡那种单一结构防护思路不一样，更注重坡面结构、植物根系、土体稳定、水文过程之间的协同作用。生态护坡一方面要防止水流冲刷、雨水侵蚀、坡体滑塌，另一方面还要为植物生长、微生物活动、小型生物栖息创造条件。水利工程里的生态护坡主要应用于河道岸坡、堤防迎水坡、渠道边坡、水库消落带、湖泊岸线、水土流失治理区域。其技术核心是通过柔性结构和生物措施来增强坡面适应性，从而让护坡工程从单纯的“挡水护岸”转变为“稳坡、护水、修复生态、改善景观”的综合目标。

1.2 生态护坡技术的功能特征

生态护坡技术具备稳定性、生态性、透水性、景观性等多方面的特性。其稳定性主要是通过结构材料、植物根系共同发

挥作用，以此增强坡面抵抗冲刷的能力，进而减少坡面的剥蚀现象、土体的流失情况。生态性表现为能够留存或者恢复岸坡植被，从而为水陆过渡带营造出相对自然的生态环境。透水性体现为生态护坡一般不会完全切断坡体与水体之间的交换过程，这对于地下水的补给、坡面的排水、岸线的生态循环均具有积极意义。景观性在于它能够缓解传统硬质护坡所带来的那种生硬的视觉感受，使得水利工程与周边环境之间更加协调融洽。相较于传统护坡而言，生态护坡并非是降低工程的安全标准，而是在确保结构安全的基础之上增添生态功能。其应用效果不仅要看坡面是否保持稳定状态，还要看植被是否能够成功存活，生态环境是否得到改善，维护成本是否处于合理范围、群众的使用体验是否有所提高。

2 水利工程生态护坡技术的主要类型与适用条件

2.1 植物型生态护坡

植物型生态护坡依靠草本植物、灌木、部分耐湿植物的根系发挥固土作用，以此来稳定坡面，它适合用于水流冲刷强度低、坡度缓、土壤条件良好且水位变化相对稳定的区域。这种技术具备施工简便、成本较低、生态恢复效果较好等优点，能够提高坡面绿化率，改善局部小气候，还能减少雨水径流对坡面的直接冲击。植物型护坡的关键之处在于植物选择和群落配置，应当优先挑选适应当地气候、根系发达、耐淹耐旱、抗病虫能力较强并且易于养护的乡土植物。要是单纯追求快速绿化而忽视根系固土能力，护坡效果或许难以持续。植物型护坡在早期成坪前抗冲能力较弱，一般需要配合覆盖物、纤维毯或者临时防护措施。其应用效果受季节、养护、水位波动的影响比较大，所以更适合与其他结构措施组合使用。

2.2 工程材料复合型生态护坡

工程材料复合型生态护坡在当下水利工程里是应用比较广泛的一种形式,具体涵盖生态混凝土护坡、生态砌块护坡、格宾石笼护坡、植生袋护坡、三维植被网护坡等等。这类技术先是借助材料结构来给予基本的稳定性、抗冲能力,之后通过孔隙、土壤填充、植物生长达成生态功能。生态混凝土具备一定的强度、孔隙结构,能够兼顾防护与植生这两方面,生态砌块方便进行模块化施工,适宜用于规则岸坡,格宾石笼的柔性比较好,适应地基变形的能力较强,植生袋和三维植被网适合用于坡面防蚀、植被恢复。复合型护坡的优势在于工程可靠性比较高,适用范围比较广,不过其效果要取决于材料质量、孔隙设计、填土性能、植物成活状况。要是结构过度硬化或者孔隙被堵塞,生态功能就会受到限制。所以,复合型生态护坡应当重视结构强度与生态空间之间的平衡。

2.3 自然化与近自然护坡

自然化、近自然护坡重视遵循河流原本的自然形态,尽可能降低硬质结构对河岸生态系统造成的分割,借由缓坡、滩地、植被带、卵石护脚还有生态缓冲带等途径来恢复岸线的自然特性。此类技术适合运用在生态修复需求比较高、河道空间相对充足、水流状况准许、景观需求比较显著的区域。近自然护坡能够强化水陆过渡带的功能,给植物、昆虫、鸟类、水生生物提供栖息空间,对提高河道景观质量也有帮助。不过该技术对河道空间、水流条件、管理水平的要求比较高,在防洪标准要求严格、岸线空间受到限制或者冲刷强烈的区域,不能单纯采用完全自然化的方式。

3 生态护坡技术应用效果分析

3.1 边坡稳定与防冲效果

评价生态护坡技术主要看边坡稳定情况、防冲效果这两个基础指标。生态护坡靠结构支撑、土体加固、植物根系固结共同发挥作用,以此提高坡面抵抗侵蚀的能力。在水流冲刷比较明显的河段,像生态砌块、格宾石笼、生态混凝土这些结构,可以承受一定程度的水流冲击,避免坡脚被淘刷,防止坡面出现坍塌现象,而在雨水侵蚀相对明显的区域,三维植被网和植生袋能减少径流冲刷,维持表层土壤的稳定状态。植物根系生长之后会产生加筋效应,增强土体的整体性,降低浅层发生滑移的风险。

3.2 水土保持与生态修复效果

生态护坡于水土保持、生态修复方面展现出突出优势。传统硬质护坡尽管能够起到防止岸坡坍塌的作用,然而常常会阻断水土之间的交换,进而削弱生物的生存空间。生态护坡借助

植被覆盖、孔隙结构、透水材料减少坡面的裸露状况,降低雨水径流的速度,减少泥沙进入水体的数量。植物根系能够对土壤结构加以改善,增强土壤的持水能力,为微生物、小型生物提供生存环境。就河道岸线来讲,生态护坡能够建立水陆交错带,使得岸坡不再仅仅是工程边界,而是成为具备生态功能的缓冲空间。

3.3 景观改善与综合效益

生态护坡技术可以改善水利工程景观效果。和大面积混凝土或浆砌石护坡相比,生态护坡借助绿色植被、自然材料、柔性岸线提高河道亲和力,让水利工程更易融入周边环境。景观改善不但有视觉价值,还能提高居民亲水体验、公共空间品质。生态护坡也具备一定经济与社会效益。从长远来看,合理设计的生态护坡能够减少坡面水土流失、局部修复频次,减轻运维压力,良好的河岸生态环境有利于提高区域环境品质。综合效益评价要避免只关注短期造价。

4 生态护坡技术应用中的主要问题

4.1 技术选型与工程条件匹配不足

在生态护坡技术的应用过程中经常会出现一些问题,其中比较常见的就是技术选型与工程条件不相匹配。部分工程只是单纯地追求生态化外观,却没有全面分析水流速度、洪水频率、岸坡坡度、土体性质、地下水位、冲刷强度等因素。就使得护坡结构在运行的时候遭到损伤。不同的生态护坡技术,其适用条件存在较大差异。植物型护坡在强冲刷区域并不适用,单一柔性材料也很难满足高防洪标准河段的防护需求。反过来讲,要是在水流比较缓和且生态要求较高的区域,仍然大面积使用硬质结构,那么生态功能就会被削弱。

4.2 施工质量控制不够精细

生态护坡施工包括工程施工要求,还涉及植物种植、生态恢复要求,所以质量控制更为复杂。在实际施工当中,要是坡面整形不规范,基础处理不到位,材料连接不牢固,填土质量差,亦或是排水系统不顺畅,均会对护坡稳定性产生影响。像生态砌块、格宾石笼、植生袋等结构,需确保拼接、锚固、填充密实度,不然在水流冲刷作用下容易发生位移。植物种植阶段倘若没有掌握适宜季节、土壤厚度、浇灌养护要求,成活率将会受到影响。

4.3 后期养护与效果评价不足

生态护坡建成之后,并不代表应用效果就已然稳定。植物生长状况、坡面排水情况、材料耐久性、冲刷损伤等方面,都需要进行长期的观察、维护工作。有部分工程存在着重建设、轻养护的问题,在建成初期的时候,绿化效果比较不错,然而

到了后期,却因为缺水、遭遇病虫害、杂草竞争、受到洪水冲刷、人为破坏等因素而出现退化。后期养护工作不足的话,会对边坡稳定、生态修复、景观改善等效果产生削弱作用。在效果评价这一方面,一些项目仅仅是在竣工验收的时候,对外观、结构质量进行检查,缺少针对植被覆盖率、植物成活率、坡面侵蚀状况、水质改善情况、生物多样性、维护成本等方面的持续评价。

5 提升生态护坡应用效果的优化策略

5.1 强化前期调查与适应性设计

要想提高生态护坡的应用效果,首要的是做好前期调查、适应性设计。在进行设计之前,需要对工程区域的水文条件、地质土质、河道流速、水位变幅、岸坡稳定性、原生植被、周边生态环境展开系统调查。依据调查得出的结果来确定防护目标与生态目标,搞清楚哪些区域需要进行高强度的防冲,哪些区域能够采用柔性生态恢复方式。技术方案应当采用分区设计的思路,在强冲刷区着重加强坡脚防护,在缓流区加大植被恢复力度,在景观区强化生态与亲水空间的协调性。

5.2 完善施工过程质量控制

生态护坡施工质量控制需贯穿坡面处理、材料铺设、结构安装、填土种植、排水设置、养护启动的整个过程。坡面处理方面要保证坡比、压实度和排水条件符合要求,以此防止后期出现沉陷、滑移的情况。材料施工时要严格把控规格、强度、连接方式、锚固质量,从而确保结构整体处于稳定状态。填土

应当满足植物生长需求,避免使用受到污染的土、过度黏重的土或者贫瘠的土。植物种植要挑选适宜的季节,并且做好浇水、覆盖、防冲刷、补植等措施。

5.3 建立长效养护与综合评价机制

生态护坡应用效果要想得到提高,离不开长效养护、综合评价。养护的内容应当涵盖植物浇灌、补植、对杂草进行控制、治理病虫害、清理排水沟、修复结构破损之处、在洪水过后展开检查。养护管理需要依据植物生长阶段、季节变化来制定计划,重点关注建成之后前一到两年的恢复期。综合评价要建立多维指标模式,不仅要评价边坡稳定性、防冲效果、结构完整性,还要评价植被覆盖率、植物成活率、水土保持效果、生态景观质量、维护成本。

6 结论

生态护坡技术属于水利工程绿色化、生态化、坚持可持续发展这个重要技术方向范畴。跟传统的硬质护坡相比较而言,生态护坡在能够满足边坡稳定、防冲这些要求的基础之上,还可以改善水土保持方面的效果,让岸坡植被得以恢复,增强水陆之间的生态连通性,并且还能提高河道景观质量、综合环境效益。本文通过研究得出这样的观点,即生态护坡技术的应用效果会受到水文条件、土质特征、坡面结构、植物配置、施工质量、后期养护等多种因素的共同作用。目前部分工程里依然存在一些问题,像是技术选型不够精准、工程条件适配程度不足、施工质量控制不够细致、植物成活率不稳定、缺少长期评价机制等。

参考文献:

- [1] 威海棠,李康,陶亮亮,等.生态护坡技术在河道整治工程中的应用及效果分析[J].水上安全,2026,(1):85-87.
- [2] 向巍.农村河道生态护坡施工技术在水利工程中的应用分析[J].新农民,2025,(34):61-63.
- [3] 胡成博.河道生态护坡施工技术在水利工程中的应用分析[J].中国科技纵横,2025,(7):12-14.
- [4] 王海霞.水利工程中河道生态护坡施工技术的融合应用及关键点分析[J].数字农业与智能农机,2024,(11):71-73.
- [5] 翟壮壮,丁同舟.水利工程中的河道生态护坡施工技术应用要点分析[J].水上安全,2024,(1):173-175.