

# 河道生态护岸结构对岸坡稳定性的实际作用观察

肖英杰

湖南建投水利水电有限公司 湖南 长沙 410000

**【摘要】**：河道生态护岸结构是维系岸坡稳定的关键工程措施，其通过融合生态适配性与工程稳固性，在调控岸坡受力状态、抵御水流侵蚀等方面发挥核心作用。明确生态护岸结构对岸坡稳定性的实际作用，可为河道治理工程提供实践指引。结合实际观察场景，分析不同生态护岸结构在岸坡表层防护、土体固结及水文调节等方面的作用机制，探究结构形式与岸坡稳定状态的内在关联，揭示生态护岸结构提升岸坡稳定性的核心路径。研究表明，生态护岸结构可通过多重作用协同保障岸坡稳定，为河道生态治理与岸坡防护提供重要支撑。

**【关键词】**：河道生态护岸结构；岸坡稳定性；实际作用；防护机制；土体固结

DOI:10.12417/2811-0528.26.06.033

河道岸坡稳定性是保障流域生态安全与工程安全的重要基础，岸坡失稳易引发坍塌、淤积等灾害，破坏河道生态系统平衡，威胁周边区域的正常生产生活秩序。生态护岸结构摒弃传统硬质护岸的弊端，在实现岸坡防护的同时兼顾生态效益，其对岸坡稳定性的实际作用备受关注。深入探究生态护岸结构与岸坡稳定性的相互作用关系，明晰其作用原理与实践效果，能够为河道生态修复与岸坡防护工程的科学实施提供关键依据，搭建起理论认知与实践应用之间的桥梁，推动河道治理朝着生态化、可持续化方向发展。

## 1 河道岸坡失稳的核心影响因素探析

水流动力是岸坡侵蚀失稳的主要外在驱动力，其剪切力可剥离搬运土体，弯道水流汇聚与洪水期流速水位提升会加剧冲刷，恶化土体性质。土体物理性质决定岸坡稳定基础，颗粒级配、含水量、密实度的差异直接影响土体整体性与抗剪强度，黏性土含水量变化易引发裂隙<sup>[1]</sup>。水文情势变动显著扰动岸坡稳定，水位涨落通过浮托力、渗透压力削弱抗滑能力，地下水水位上升与渗流会导致土体饱和、细颗粒流失，诱发管涌等失稳隐患。

## 2 河道生态护岸结构的核心类型及特性

### 2.1 植物根系固土型生态护岸结构特性

植物根系固土型生态护岸结构以植物的生长作用为核心，通过种植具有发达根系的草本、灌木或乔木，实现对岸坡的防护与稳定。这类结构的核心特性体现在生态适配性与固土协同性上，植物根系能够深入岸坡土体内部，如同网络般将土体颗粒紧密缠绕，有效增强土体的整体性与抗剪强度，同时根系的蒸腾作用可以降低岸坡土体的含水量，改善土体的物理性质。此外，植物的茎叶部分能够减缓水流流速，削弱水流对于岸坡坡面的冲刷侵蚀，减少土体流失。该类结构还具备良好的生态

效益，能够为水生和陆生生物提供栖息环境，促进河道生态系统的恢复与平衡，且施工简便、成本较低，适合应用于坡度较缓、水流冲刷强度不大的河道岸坡。

### 2.2 生态石笼护岸结构的工程适配性

生态石笼护岸结构由镀锌铁丝或高分子材料编织的网笼与填充其中的石块构成，其核心特性表现为良好的工程适配性与抗冲刷能力。网笼的柔性结构使得护岸能够适应岸坡的轻微变形，有效分散水流作用力，避免因局部应力集中导致结构破坏，同时石块之间存在一定的空隙，能够为水体与土体之间的物质交换提供通道，保障地下水的正常渗流，减少渗透压力对岸坡稳定的不利影响<sup>[2]</sup>。该类结构的抗冲刷能力较强，能够抵御较大流速水流的冲击，适用于水流冲刷强度较大的河段，如河道弯道、河口等区域。此外，石笼内部的空隙还可以为植物生长提供条件，随着时间推移，植物根系会穿透网笼生长，进一步增强护岸结构与岸坡土体的结合度，提升防护效果。

### 2.3 土工合成材料生态护岸的功能特性

土工合成材料生态护岸结构以土工格栅、土工布、生态袋等土工材料为核心构件，通过合理的铺设与组合实现对岸坡的防护。其功能特性主要体现在防护的针对性与生态协调性上，土工格栅具有较高的抗拉强度，铺设于岸坡土体中能够有效约束土体变形，增强土体的承载能力与抗滑稳定性；土工布则具有良好的过滤与防渗性能，能够阻止土体细颗粒被水流带走，同时允许水体渗透，维持岸坡土体的含水量稳定。生态袋填充种植土后铺设于岸坡坡面，可直接种植植物，兼具固土、抗冲刷与生态修复功能。这类结构施工效率高、质量易控制，能够根据不同的岸坡条件与防护需求进行灵活设计，适配于多种河道环境，尤其适用于岸坡土体稳定性较差的区域。

### 3 生态护岸结构提升岸坡稳定性的作用机制

#### 3.1 表层防护削弱水流侵蚀的作用路径

生态护岸结构通过表层防护构建起一道抵御水流侵蚀的屏障，其削弱水流侵蚀的作用路径具有多元性。对于植物根系固土型护岸，植物茎叶形成的覆盖层能够直接减缓水流流速，降低水流携带泥沙的能力，同时分散水流能量，避免水流直接冲击岸坡坡面；根系则深入表层土体，增强表层土体的抗冲刷能力，减少土体颗粒的剥离<sup>[3]</sup>。生态石笼护岸通过石块的堆积与网笼的约束，形成粗糙的坡面，增大水流阻力，减缓水流流速，同时石块之间的空隙能够消耗水流能量，降低水流对岸坡的冲刷力。

#### 3.2 土体改良与固结强化的内在逻辑

生态护岸结构通过多种方式实现对岸坡土体的改良与固结强化，其内在逻辑围绕提升土体物理力学性质展开。植物根系固土型护岸中，根系的生长会在土体中形成孔隙通道，改善土体的透气性与透水性，减少土体中孔隙水的积聚；同时根系分泌的有机物质能够与土体颗粒发生胶结作用，增强土体的黏结力与整体性。生态石笼护岸与土工合成材料护岸通过构件的约束作用，限制土体的横向变形，使土体颗粒之间的接触更加紧密，提高土体的密实度；此外，石笼与土工材料的过滤作用能够阻止土体细颗粒的流失，维持土体结构的完整性，避免土体因颗粒流失导致孔隙率增大、强度降低。部分生态护岸结构还会通过种植土的添加与改良，引入肥力更高、结构更稳定的土体，进一步提升岸坡土体的固结性能与承载能力。

#### 3.3 水文调节优化岸坡受力状态的过程

生态护岸结构通过水文调节作用优化岸坡受力状态，缓解不利水文条件对岸坡稳定的影响。植物根系固土型护岸的根系蒸腾作用能够有效降低岸坡土体的含水量，减少土体饱和导致的强度下降，同时降低地下水水位，减小渗透压力对岸坡的作用。生态石笼与土工合成材料护岸的多孔结构能够保障水体的正常渗流，当河道水位涨落时，护岸结构内部的孔隙能够为孔隙水的排出与渗入提供通道，避免因孔隙水压力积聚或消散不及时引发的岸坡受力失衡。此外，这类结构还能够减缓地表径流的流速，增加雨水下渗量，减少地表径流对岸坡坡面的冲刷力，同时调节地下水补给过程，维持地下水水位的稳定，进而优化岸坡的受力状态，提升岸坡稳定性。见表1：

表1 不同生态护岸形式实施后的岸坡工程效应监测结果对比表（国内案例）

护岸形式	工程实施单位	护岸长度(m)	年均岸坡冲刷深度(cm)	表层土体干密度(g/cm <sup>3</sup> )	年径流削减率(%)
植物根系固土护岸	江苏省水利科学研究院	180	1.6	1.48	23.5
生态石笼护岸	湖北省水利水电规划院	220	2.1	1.52	18.9
土工合成材料生态护岸	湖南省水利工程院	200	1.9	1.50	21.2

数据来源：《水利水电工程生态护岸技术应用监测报告（2022）》，水利部水土保持司；《长江中下游河道生态护岸工程效果评估汇编》，中国水利水电出版社，2023。

### 4 生态护岸结构应用中影响岸坡稳定的关键问题

#### 4.1 结构选型与岸坡环境的适配性不足问题

结构选型与岸坡环境的适配性不足是生态护岸结构应用中影响岸坡稳定的首要关键问题。不同的河道岸坡环境具有独特的地形地貌、水流条件、土体性质等特征，对于生态护岸结构的防护需求与适配要求存在差异。若将适用于缓坡、弱冲刷环境的植物根系固土型护岸应用于陡坡、强冲刷河段，植物茎叶与根系难以抵御强大的水流冲击力，易被冲毁，无法实现有效的岸坡防护，反而可能因结构破坏导致岸坡失去保护，加剧失稳风险。部分区域在选型时未充分考虑地下水水位特征，选用的土工合成材料护岸防渗性能不足，无法有效阻挡地下水渗透，导致岸坡土体长期处于饱和状态，强度持续降低。结构选型与岸坡环境的不匹配，会使护岸结构无法充分发挥防护作用，甚至产生负面效应，严重影响岸坡稳定性。

#### 4.2 长期运营中结构老化引发的稳固性衰减

长期运营过程中的结构老化现象会直接引发生态护岸稳固性的衰减，进而威胁岸坡稳定。植物根系固土型护岸中的植物存在生长周期限制，随着生长年限的增加，部分植物会出现枯萎、死亡现象，根系逐渐腐烂，固土能力大幅下降，岸坡表层土体失去约束，易发生流失与坍塌<sup>[4]</sup>。生态石笼护岸的网笼材料在长期水流浸泡、干湿交替与紫外线照射下，会出现锈蚀、

老化、断裂等问题，网笼对石块的约束作用减弱，石块易於松动、脱落，导致护岸结构完整性破坏，抗冲刷能力下降。土工合成材料护岸中的土工布、生态袋等构件，长期使用后会出现材料降解、强度降低等情况，无法有效覆盖与约束岸坡土体，土体颗粒易被水流冲刷流失，进一步加剧岸坡稳固性的衰减。

#### 4.3 极端水文条件下的防护效能弱化现象

极端水文条件下，生态护岸结构的防护效能会出现显著弱化，无法有效保障岸坡稳定。在特大洪水等极端水流条件下，水流流速与冲击力远超常规设计标准，植物根系固土型护岸的植物易被连根拔起或折断，失去表层防护与固土作用；生态石笼护岸的网笼可能因承受过大冲击力而发生变形、撕裂，填充石块被冲走，护岸结构出现垮塌；土工合成材料护岸的构件可能因水流的强烈冲刷与撕扯而破损，防护功能失效。

### 5 优化生态护岸结构提升岸坡稳定性的实践路径

#### 5.1 基于岸坡环境的生态护岸结构精准选型

水流动力是岸坡侵蚀失稳的主要外在驱动力，其剪切力可剥离土体，弯道水流汇聚与洪水期流速水位提升会加剧冲刷。土体物理性质决定岸坡稳定基础，颗粒级配、含水量、密实度差异直接影响土体整体性与抗剪强度，黏性土含水量变化易引发裂隙。水文情势变动显著扰动稳定，水位涨落通过浮托力、渗透压力削弱抗滑能力，地下水水位上升与渗流会导致土体饱和、细颗粒流失，诱发失稳隐患。

#### 5.2 强化施工质量管控保障结构防护效能

强化施工质量管控是保障生态护岸结构防护效能、提升岸坡稳定性的关键环节。制定科学严谨的施工方案，明确各类型护岸结构的施工工艺标准与技术要求，针对植物根系固土型护

岸，规范植物种植的间距、深度与养护标准，确保植物成活率与根系生长效果；对于生态石笼护岸，严格把控网笼材料质量与石块规格，确保网笼编织紧密、石块填充饱满且摆放均匀，保障结构整体性与稳定性；土工合成材料护岸施工中，注重材料的铺设平整度与搭接宽度，做好节点密封处理，避免出现渗漏隐患。加强施工过程中的现场监管，建立全程质量检测机制，及时发现并整改施工中的质量问题，确保施工质量符合设计要求，为护岸结构充分发挥防护作用提供保障。

#### 5.3 建立动态监测与运维保障体系

建立动态监测与运维保障体系是维持生态护岸结构长期稳定、持续提升岸坡稳定性的长效实践路径。布置涵盖水流状态、岸坡土体位移、护岸结构完整性、植物生长状况等指标的动态监测网络，运用自动化监测设备实现实时数据采集与分析，及时捕捉岸坡稳定状态与护岸结构的异常变化，提前预警风险<sup>[5]</sup>。制定常态化运维方案，定期对护岸结构进行巡查与维护，对枯萎、死亡的植物及时补植更新，对锈蚀、破损的网笼与土工合成材料进行修复或更换，对松动、脱落的石块进行重新填充。针对极端天气过后的护岸结构，开展专项排查与修复工作，快速恢复防护效能。通过动态监测与常态化运维的协同发力，确保生态护岸结构长期稳定发挥作用，持续保障岸坡稳定。

### 6 结语

本文明确生态护岸结构通过表层防护、土体改良等路径提升岸坡稳定性的核心机制，也指出结构选型适配不足等关键问题。基于此提出的精准选型、质量管控及动态运维等实践路径，为保障岸坡稳定提供可行指引。生态护岸结构对岸坡稳定的保障具显著实践价值，其合理应用对推动河道生态治理与安全保障意义重大。

### 参考文献：

- [1] 高远超,孙孝蕾,徐洪贤,等.基于生态功能提升的河道护岸结构优化设计研究[J].工程建设与设计,2025,(22):71-73.
- [2] 吉燕强.河道水生态治理工程格宾网石笼施工探析[J].当代农机,2025,(09):81-82.
- [3] 朱星蔚,钟德明.基于格宾结构的生态河流护岸比选[J].水利技术监督,2025,(02):309-312.
- [4] 任荣.河道治理工程中的生态护坡的设计探究[C]//中国智慧工程研究会.2024智慧施工与规划设计学术交流会议论文集.中国水利水电第四工程局有限公司勘测设计研究院,2024:420-422.
- [5] 王端,冯琴.城市河道治理工程中生态水利设计理念运用分析[J].低碳世界,2023,13(07):25-27.