

# 水利工程河道治理护岸防护技术

周 勇

上海建工(浙江)水利水电建设有限公司 上海 201620

**摘要:** 水利工程河道治理护岸防护技术是保障河道稳定、防洪安全及生态修复的关键。其技术体系涵盖坡式、坝式、墙式、桩式护岸及生态护岸等多种形式,结合块石、混凝土、生态材料等,适应不同地质与水流条件。现代技术更注重生态修复与智能监测,如植被型生态护岸、仿自然设计及数字孪生系统,实现防护、生态与景观功能的协同,推动河道治理向可持续方向发展。

**关键词:** 水利工程;河道治理;护岸防护技术

引言:河道作为水循环的关键通道,其稳定性直接影响防洪安全、生态平衡与区域发展。然而,受水流冲刷、地质变化及人类活动影响,河道岸坡侵蚀、坍塌等问题频发,威胁沿线居民生命财产安全。水利工程河道治理护岸防护技术通过结构优化、材料创新与生态设计,构建兼顾防洪、生态与景观功能的综合防护体系,成为破解河道治理难题的核心手段。本文系统梳理技术分类、应用现状及优化策略,为可持续河道治理提供参考。

## 1 水利工程河道治理护岸防护技术分类与原理

### 1.1 按结构形式分类

(1) 坡式护岸:核心是通过块石、模袋混凝土等抗冲材料直接覆盖岸坡表面,顺应水流自然形态,减少水流对坡体的冲刷侵蚀,适用于岸坡较缓、滩地较宽的河段,具有适应地形能力强的特点。(2) 坝式护岸:借助丁坝、顺坝等导流结构改变水流方向,将主流导引至远离堤岸的区域,从而削弱水流对堤岸的直接冲刷,多应用于河道弯曲、水流集中冲刷堤岸的河段。(3) 墙式护岸:采用重力式挡土墙或扶壁式结构依托自身重量抵御水流压力和土体侧推力,结构紧凑,占用空间小,适用于无滩河段或岸坡较陡、用地紧张的区域。(4) 桩式护岸:以木桩、钢桩或混凝土桩为核心骨架,搭配土工织物、块石等材料形成复合防护体系,通过桩体阻挡水流冲刷和土体滑移,适用于软土地基或水深较浅的河段<sup>[1]</sup>。

### 1.2 按材料类型分类

(1) 刚性材料:主要包括混凝土、浆砌石等,具备高强度、抗冲刷能力强、耐久性好的优势,能有效抵御强水流冲击,但材料透气性差、生态兼容性弱,易破坏河道自然生态环境。(2) 柔性材料:涵盖抛石、石笼、土工织物等,具有良好的变形适应性,能顺应岸坡沉降或水流冲击产生的微小变形,且透水性好,可在一定程度上维持河道水文连通性。(3) 生态材料:以植被、生物

降解材料为核心,通过植被根系固土、涵养水源,生物降解材料减少环境污染,实现防护功能与生态修复的协同,助力恢复河道自然生态系统。

### 1.3 按功能导向分类

(1) 防洪型护岸:以抵御洪水冲刷、保障堤岸安全为核心目标,优先选用高强度、抗冲击材料和稳固结构,重点提升抗御特大洪水的能力。(2) 生态型护岸:聚焦恢复河道自然水文、生物栖息等功能,多采用植被、石笼等生态友好型材料,构建具有自我修复能力的生态系统,改善水体质量和生物多样性。(3) 复合型护岸:集成防洪、生态与景观多重功能,例如在坡式护岸表面覆盖植被,既通过抗冲材料保障防洪安全,又借助植被实现生态修复,同时搭配景观设计提升河道观赏性,满足现代化河道治理的综合需求。

## 2 水利工程河道治理护岸防护技术应用现状

### 2.1 典型工程案例析

(1) 长江嘶马弯道护岸工程:该区域水流湍急、水深较大,传统护岸施工难度极高。工程创新性采用土工模袋技术,通过模袋充填混凝土形成连续护面结构,不仅解决了深水段施工不易定位、混凝土易流失的难题,还提升了护岸的抗冲稳定性。土工模袋的柔性特性可适应弯道水流的复杂冲击,有效遏制了弯道凹岸的冲刷后退,保障了航道和岸线安全。(2) 黄河丁坝护岸工程:黄河含沙量大、河势演变剧烈,工程通过布设系列丁坝形成导流体系,成功将主流挑离堤岸,引导泥沙在坝后淤积形成滩地,既减少了水流对堤岸的直接冲刷,又实现了河道形态的主动调控。丁坝结构与黄河水沙特性适配性强,有效减缓了河势摆动,为黄河下游河段的防洪护岸提供了成熟范例。(3) 城市河道生态护岸:以上海苏州河治理为典型代表,摒弃传统硬质护岸,广泛应用植被型生态护岸技术。通过种植芦苇、菖蒲等乡土水生植物,搭

配生态格网、透水混凝土等材料,构建了兼具防护与生态功能的岸线体系。不仅提升了河道景观品质,还恢复了水陆生态连通性,改善了河流水质,实现了城市河道“水清、岸绿、景美”的治理目标。

## 2.2 技术应用效果评价

(1) 防洪效果:不同类型护岸防洪性能差异显著,刚性护岸(如混凝土、浆砌石结构)凭借高强度和高稳定性,在极端洪水、急流等恶劣水流条件下表现更优,能有效抵御强冲击,保障岸线安全;柔性护岸和生态护岸则更适用于中小洪水区域,防洪冗余度相对较低。(2) 生态效益:生态型护岸优势突出,通过植被覆盖和透水结构设计,为水生、陆生生物提供了栖息、繁衍空间,显著提高了河道生物多样性;同时,植被和微生物可吸附降解污染物,增强水体自净能力,有效改善河流水质,推动河道生态系统修复<sup>[2]</sup>。(3) 经济性:柔性护岸(如抛石、石笼)材料来源广泛、施工简便,初期材料成本较低;但因其抗老化、抗磨损能力较弱,长期维护频次高,后续维护费用偏高。刚性护岸初期建设成本较高,但耐久性强,后期维护成本更低,长期综合效益更优。

## 3 水利工程河道治理护岸防护技术存在的问题

### 3.1 技术层面

(1) 复杂水流条件下护岸结构稳定性不足,易发生局部冲刷破坏。在多弯道、急流、高含沙量等复杂河道环境中,现有护岸结构对水流动力特性的适配性较差。水流在弯道处形成的离心力会加剧凹岸冲刷,而传统护岸的抗冲设计多基于常规水流参数,难以应对瞬时强水流、漩涡等极端水流工况,常出现基础淘空、护面破损等局部破坏问题。若未及时处置,局部破坏会逐步蔓延,最终导致护岸结构整体失稳,威胁河道防洪安全。(2) 生态护岸技术的抗冲刷能力较弱,难以满足高标准防洪需求。当前生态护岸多以植被、土工织物等柔性材料为核心,虽具备良好的生态兼容性,但材料强度和结构整体性先天不足。在汛期高水位、大流速的水流冲击下,植被易被冲毁,柔性护面易发生变形、撕裂,抗冲刷能力远不及刚性护岸。这使得生态护岸在洪水风险等级较高的河段应用受限,难以兼顾生态效益与高标准防洪要求,形成技术应用短板。

### 3.2 管理层面

(1) 护岸工程维护经费不足,导致部分结构老化失修。护岸工程属于长效性基础设施,需长期投入经费进行定期检修、加固和材料更新。但实际管理中,部分地区对护岸维护的重视程度不足,经费预算分配有限,难以覆盖全域护岸的运维需求。尤其是偏远河段、小型河

道的护岸工程,常因经费短缺被忽视,护岸结构在长期水流侵蚀、风雨侵蚀下逐渐老化、破损,出现裂缝、沉降、护面脱落等问题,防护功能持续衰减,形成安全隐患。(2) 监测技术落后,难以实时评估护岸安全状态。当前多数地区的护岸安全监测仍依赖人工巡查,辅以少量传统监测设备,监测方式被动、效率低下。传统监测设备难以精准捕捉护岸结构的微小变形、基础淘空等早期隐患,且无法实现24小时实时监测。对于偏远河段、复杂地形区域,人工巡查难度大、周期长,难以及时发现安全隐患,导致隐患处置滞后,增加了护岸失稳的风险<sup>[3]</sup>。

### 3.3 生态层面

(1) 传统护岸工程阻断水陆生态交换,影响生物栖息地连续性。传统刚性护岸(如混凝土墙式护岸)多为密闭式结构,完全阻断了河道水体与岸坡地下水的渗透交换,破坏了河道水文连通性。同时,光滑的护面无法为水生生物、两栖生物提供附着、栖息的环境,割裂了陆生生态系统与水生生态系统的联系。这导致河道生物多样性下降,水体自净能力减弱,加剧了河道生态系统的退化。(2) 生态护岸技术的植物选择缺乏适应性研究,存活率低。生态护岸的生态效益核心依赖于植被的正常生长,但当前部分生态护岸工程中,植物选择存在盲目性,缺乏对当地气候、水文、土壤条件的系统调研。大量引入外来植被品种,其耐旱、耐淹、抗病虫害能力与本地环境不匹配,加之施工后缺乏科学的养护管理,导致植被存活率偏低。部分植被即使短期存活,也难以形成稳定的群落结构,无法充分发挥固土、净化水体的生态功能,影响生态护岸技术的实际效果。

## 4 水利工程河道治理护岸防护技术优化策略

### 4.1 技术创新方向

(1) 仿自然设计:摒弃传统直线硬质岸线的设计模式,充分模仿河道自然演变形成的形态特征,采用曲线岸线、深潭浅滩相间的结构布局。曲线岸线可减缓水流流速,减少局部冲刷;深潭浅滩的组合能构建多样化水文环境,为不同生物提供栖息空间,同时增强河道调蓄能力。通过还原河道自然地貌,提升护岸结构与生态系统的适配性,实现防护功能与自然生态的协同。(2) 复合材料应用:聚焦材料性能与生态效益的双重提升,大力开发并推广高强度、生态友好型新型材料。重点研发孔隙率高、透气性好的生态混凝土,其内部孔洞可容纳植物生长和微生物附着,兼顾抗冲强度与生态兼容性;推广可降解土工织物替代传统不可降解材料,降低工程废弃后对环境的污染。通过材料革新,破解传统刚性材料生态性差、柔性材料强度不足的技术瓶颈<sup>[4]</sup>。(3) 智能

监测技术：整合物联网、遥感、大数据等先进技术，构建护岸安全智能监测预警体系。在护岸关键部位布设位移传感器、渗压传感器等设备，实时采集结构变形、地下水渗流等数据；借助卫星遥感、无人机巡查实现大范围、无死角监测覆盖。通过数据实时传输与智能分析，精准识别早期安全隐患，及时发出预警信号，提升护岸工程运维的主动性和精准性。

#### 4.2 生态化设计原则

(1) 和谐共生原则：核心是尊重河流的自然生态属性，打破“重防洪、轻生态”的传统认知，在护岸设计中统筹兼顾防洪安全与生态功能。通过优化结构形式、选用生态材料，在保障护岸抗冲稳定性的基础上，预留水陆生态交换通道，维持河道水文连通性，实现人类防洪需求与河流生态系统健康的平衡发展。(2) 因地制宜原则：充分考虑流域内气候条件、地质地貌、水文特征等差异，科学选择适宜的护岸形式。如在洪水风险高、水流湍急的河段，可采用刚性结构与生态材料结合的复合型护岸；在气候湿润、植被生长条件好的区域，优先选用植被型生态护岸；在软土地基河段，采用桩式护岸提升结构稳定性，避免盲目套用统一设计模式。(3) 可持续发展原则：秉持“绿色低碳”理念，在材料选择、施工建设、后期运维全流程贯穿可持续要求。优先采用木材、植被等可再生材料，减少混凝土、钢材等不可再生资源的消耗；优化施工工艺，降低施工过程中的噪音、粉尘污染和水土流失；设计便于后期维护、材料可循环利用的结构，减少对环境的长期负面影响。

#### 4.3 政策与管理建议

(1) 完善护岸工程设计规范，明确生态化技术标准。结合当前生态护岸技术发展现状，修订完善现有设计规范，将生态化要求纳入强制性条款，明确生态护岸的材料性能、结构参数、施工工艺等技术标准。同时建立技术评审机制，对护岸工程设计方案的生态合理性进行严

格审核，确保生态理念落地实施。(2) 建立多元化维护资金机制，保障工程长期运行。积极拓展资金来源渠道，构建“政府主导、社会参与、市场运作”的多元化资金保障体系。加大财政专项投入力度，设立护岸工程运维专项基金；鼓励社会资本通过PPP模式参与护岸工程建设与维护；探索建立生态补偿机制，引导受益主体参与资金分担，解决维护经费不足的难题。(3) 加强公众参与，提升河道生态保护意识。通过媒体宣传、科普教育、河道巡查志愿服务等多种形式，普及河道生态保护知识，提升公众对护岸工程生态价值的认知。建立公众监督机制，畅通意见反馈渠道，鼓励公众参与护岸工程设计、建设、运维的全过程监督，形成全社会共同保护河道生态环境的良好氛围。

#### 结束语

水利工程河道治理护岸防护技术是平衡防洪安全、生态保护与可持续发展的关键支撑。随着材料科学、生态工程与智能监测技术的融合创新，护岸技术正从单一结构防护向多功能协同转型。未来需进一步强化仿自然设计理念，推广生态友好型材料，完善智能预警体系，同时通过政策引导与公众参与构建长效治理机制，实现河道“安澜、生态、宜居”的治理目标，为水生态文明建设提供坚实保障。

#### 参考文献

- [1]李勇.农村水利工程河道治理护岸防护施工技术[J].农村科学实验,2021,(22):20-21.
- [2]黄永福.水利工程河道治理护岸防护施工技术[J].数字农业与智能农机,2022,(7):42-44.
- [3]孔令竹.水利工程河道治理护岸防护施工工艺[J].中国高新科技,2024,(6):132-134.
- [4]宋正彦.农村水利工程河道治理护岸防护施工技术[J].新农业,2023,(5):101-103.