

# 航道整治护岸工程生态护坡施工工艺探讨

张 磊

安徽水安建设集团股份有限公司 安徽 合肥 230000

**【摘要】**：内河航运体系支撑着区域物资流通与经济联动发展，航道岸坡防护工程既是保障通航秩序的基础环节，也是维系滨水生态格局的关键节点。以往常规刚性护岸模式多聚焦结构抗冲性能，往往忽视水陆交界地带的生态交互，长期应用易造成岸带植被衰退、水土交换受阻，与当前生态水运建设的发展导向不符。生态护坡技术在满足岸坡稳定防护前提下，兼顾自然修复功能，契合航道整治绿色化发展趋势。本文将立足航道水流冲蚀、水位动态变化等现场条件，梳理生态护坡施工关键工序，提炼工艺管控要点，以期为航道护岸工程低碳化、生态化实施提供可行思路。

**【关键词】**：航道整治；护岸工程；生态护坡；施工工艺

DOI:10.12417/3083-5526.26.02.013

## 引言

在社会经济发展的同时，人们对环境尤其是水环境的要求越来越高。航道工程建设指挥部作为水资源利用的参与者，研究如何在实现跨越式发展的同时，在航道建设中充分体现“人与自然和谐相处”的发展理念，全面提升内河航道建设的水平和品位已是当务之急。因此，在航道治理中提出了建设绿色生态航道的新理念。可见，针对航道整治护岸工程生态护坡施工工艺进行探讨极为重要。

## 1 传统护坡结构及特点

### 1.1 浆砌石护坡结构

浆砌石护坡是传统航道护岸工程中应用较广的结构类型，以天然石块为主要原料，搭配水泥砂浆砌筑而成，具备较强的整体性与结构稳定性。但该结构刚性较强，缺乏弹性与透水性能，无法实现水陆之间的生态连通，长期使用易发生砂浆风化、石块松动等问题，同时对施工精度要求较高，砌筑质量直接关系到整体防护效能。

### 1.2 干砌石护坡结构

干砌石护坡无需采用水泥砂浆进行粘结，仅通过石块之间的相互嵌挤咬合拼接形成防护结构。该结构施工流程简便，无需复杂的拌浆、砌筑环节，施工效率较高，且石料可就地选取，能有效节约工程成本。其核心优势在于具备一定透水性，可实现岸坡内外的水分交换，减少岸坡内部水压堆积，进而降低岸坡滑坡隐患，适合水位变化频繁的航道岸段。相较于浆砌石护坡，该结构的整体性较弱，石块嵌挤的紧密程度直接影响防护效果，易受水流冲击出现石块移位、松动现象，后期维护频次较高，且防护强度有限，不适用于水流速度过大、波浪冲击力较强的区域。

### 1.3 混凝土预制块护坡结构

混凝土预制块护坡以预制混凝土构件为核心，通过现场铺设拼接形成完整的防护面层，是传统护坡中标准化程度较高的一种结构。该结构的预制构件精度高、尺寸规范，现场铺设便

捷且施工质量易于把控，整体防护性能均衡，可有效抵御水流冲刷与风浪侵蚀，耐久性良好，使用寿命较长。但该结构刚性较强、透水性能差，会切断水陆之间的生态联系，不利于岸带植被生长，且预制构件的生产、运输成本偏高，施工过程中对基层平整度要求严苛，整体造价高于砌石类护坡结构。

## 1.4 抛石护坡结构

抛石护坡属于柔性防护范畴，通过将石块直接抛投至航道岸坡坡面，依靠石块自身重量与相互嵌挤形成防护层，适用于岸坡坡度较缓、水流条件复杂的区域。该结构施工流程简单，无需复杂的现场砌筑或铺设工序，施工周期较短，可快速形成防护能力，且可适应岸坡的轻微变形，对基层平整度要求不高，抗冲击性能较好，可有效分散水流与波浪的冲击力量。但该结构的整体性较差，石块排列松散，易受水流冲刷发生移位、流失，需要定期补抛石块，维护工作量较大；同时石块用量较多，材料运输成本偏高，防护效果受石块粒径大小、抛投密度的影响较大，不适用于坡度较陡的岸段。

## 2 航道整治护岸工程生态护坡施工工艺分析

### 2.1 施工前期准备工艺

施工前期准备是生态护坡工程有序开展的前提，主要围绕现场勘察、材料筛选与方案优化三项核心工序推进。现场勘察需全面摸清航道岸坡的地形地貌、土壤性质、水流速度及水位涨落规律，通过分层取样检测的方式，精准掌握土壤承载力、含水量等关键指标，为后续施工工艺设计提供可靠的数据支撑。材料筛选需兼顾防护效能与生态适配性，护坡基材优先选用透水性佳、有机质丰富的改良土，植被品种挑选耐水淹、抗冲刷且易存活的乡土草本与灌木，辅助材料选用生态袋、土工格栅等环保型产品，坚决杜绝高污染、难降解的化工材料投入使用。同时，还要结合现场勘察结果细化完善施工方案，明确坡面修整坡度、植被种植间距及防护结构铺设步骤，提前完成施工机械设备的调试工作与施工人员的技术培训，为后续施工的顺利推进筑牢基础。

## 2.2 岸坡基底修整工艺

岸坡基底修整是保障生态护坡结构稳定的核心工序，主要包含坡面清理、坡度修整与基底压实三个关键环节。为此，需对航道岸坡表面的杂草、淤泥、松动石块等杂物进行彻底清理，采用人工与机械协同作业的方式，避免杂物残留影响基底承载力及后续施工的贴合效果。坡度修整需严格遵循施工方案要求，结合航道水流特点与岸坡高度，将坡面修整为缓坡形态，坡度通常控制在 1:2.5 至 1:3.5 之间，修整过程中采用挂线找平的方式，确保坡面平整顺滑，无明显凸起与凹陷现象。基底压实采用小型压路机分层碾压，每层碾压厚度控制在 20-30cm，碾压次数不低于 3 遍，碾压完成后需检测基底压实度，确保其不低于 95%，有效防范后期坡面出现沉降、滑坡问题，为后续护坡结构铺设与植被种植提供坚实保障。

## 2.3 生态防护结构铺设工艺

生态防护结构铺设需兼顾抗冲防护与生态连通的双重需求，核心采用生态袋堆叠与土工格栅加固相结合的施工方式。在生态袋铺设前，需先在修整完毕的坡面上铺设一层土工布，发挥过滤、防渗及保护坡面的作用，土工布搭接宽度不小于 30cm，采用缝合固定的方式，防止水流冲刷造成移位。生态袋采用分层堆叠的方法，堆叠时保证袋体充盈、排列规整，相邻袋体采用错位搭接模式，搭接宽度不小于 15cm，袋体之间通过专用连接件固定，进一步增强整体结构的稳定性。当生态袋堆叠至设计高度后，在其表面铺设一层土工格栅，格栅搭接宽度不小于 50cm，采用锚钉固定在基底部位，既能进一步提升护坡结构的抗冲能力，又能为植被生长提供支撑，实现柔性防护与刚性防护的有机融合。

## 2.4 植被种植与培育工艺

植被种植与培育是生态护坡工程的核心内容，直接关系到生态修复的最终效果，工艺核心涵盖种植准备、种植施工与后期养护三个环节。种植前，需在生态袋表面及坡间缝隙填充改良种植土，该改良土由园土、腐殖土、河沙按科学比例混合配制而成，可有效提升土壤肥力与透水性，为植被生长创造良好条件。种植施工采用点播与铺植相结合的模式，草本植物采用点播方式，播种深度控制在 1-2cm，播种后覆盖一层薄土并轻轻压实。灌木采用铺植方式，选用长势健壮的幼苗，种植间距控制在 30-50cm，种植完成后及时浇灌定根水，确保幼苗根系与土壤紧密结合。后期养护过程中，需定期开展浇水、除草、施肥工作，浇水采用滴灌方式，避免水流冲刷坡面，施肥选用有机肥促进植被生长，同时定期排查植被存活状况，对枯萎幼苗及时进行补植，确保植被覆盖度稳步提升，实现岸坡生态系统的有效修复。

## 2.5 施工后期管护工艺

施工后期管护是保障生态护坡长期稳定运行的重要举措，

核心工艺包括日常巡查、隐患排查与维护加固三个方面。日常巡查需定期检查护坡结构的完整性，重点排查生态袋是否存在松动、移位现象，土工格栅是否破损，植被是否出现枯萎、病虫害等问题，巡查频率每周不低于 1 次，汛期需适当增加巡查频次，确保及时发现问题。隐患排查重点聚焦水流冲刷严重区域、坡顶及坡脚等关键部位，发现松动、破损等隐患及时处理，对移位的生态袋重新堆叠固定，对破损的土工格栅进行更换，对遭受病虫害的植被及时喷洒环保药剂。同时，定期对坡面进行补土、补植作业，持续优化植被生长环境，并结合航道水流变化情况，适时调整管护方案，确保生态护坡既具备优良的抗冲防护性能，又能实现岸带生态系统的长期稳定发展。

## 3 航道整治护岸工程生态护坡施工工艺的优化路径

### 3.1 优化施工材料选型，兼顾防护效能与生态适配性

施工材料的科学选型需摒弃传统高污染、适配性不足的材料类型，优先选用兼具防护实效、生态亲和性与经济性的环保材料，通过材料层面的升级，同步提升护坡工程的结构稳定性与生态修复成效。在基材选用上，需打破传统单一土壤的应用局限，结合航道岸坡的土壤特质与植被生长需求，针对性调配改良复合基材，通过合理添加有机质、保水剂及抗侵蚀剂，有效改善基材的肥力条件、透水性能与抗冲能力，同时降低材料损耗率与整体施工成本。在植被材料挑选上，则要重点选用适配航道水陆交替特殊环境的乡土品种，兼顾植被的耐水淹、抗病虫害及快速繁衍能力，杜绝外来物种引入，降低生态入侵隐患，同时搭配不同生长周期的植被类型，构建结构多元的植被群落，增强生态修复的长效性。在辅助防护材料选用上，还要替代传统刚性防护材质，采用可降解、透水性优良的环保型辅助材料，确保材料在发挥防护作用的同时，不阻断水陆生态连通，实现防护功能与生态效益的同步提升，从源头提升施工工艺的生态合理性。

### 3.2 完善施工工序衔接，提升施工质量与效率

施工工序的顺畅衔接是生态护坡工艺优化的关键抓手。在前期准备阶段，就需将现场勘察工作与施工方案设计深度融合，依据勘察获取的精准数据，细化优化各工序参数，明确各环节的施工标准、时间节点及衔接细则，避免因方案与现场实际脱节引发的工序返工问题。在基底修整与防护结构铺设的衔接环节，优化基底压实后的质量检测流程，确保基底质量完全符合设计标准后，再推进下一道施工工序，同时科学规划防护结构铺设的先后顺序，规避因施工顺序不合理导致的结构松动、贴合不紧密等质量问题。在植被种植与防护结构铺设的衔接上，还要合理把控种植时机与铺设节奏，结合防护结构的铺设进度，适时开展植被种植作业，确保植被种植与防护结构形成互补效应，提升护坡整体稳定性。并在建立健全工序衔接管控机制的基础上，强化各施工环节的现场监管，及时排查并解决工序衔接中的各类问题，优化施工流程，减少不必要的工序

损耗,推动施工工艺向规范化、高效化转型。

### 3.3 强化施工过程管控,防范施工质量隐患

航道整治护岸工程生态护坡施工工艺的优化,需针对施工过程中的关键环节与薄弱点,采取靶向性管控措施,从源头防范施工质量隐患。在坡面修整环节,要加强对坡面坡度、平整度的实时监测,采用精准化找平与压实工艺,避免因坡面修整不规范,引发后期坡面沉降、滑坡等质量问题,确保基底质量完全契合设计要求。在防护结构铺设环节,重点管控材料铺设的搭接宽度、固定方式及排列规整度,加强对铺设质量的实时核查,及时纠正铺设过程中的不规范操作,保障防护结构的整体性与稳定性。在植被种植环节,要严格控制种植深度、植株间距及后期养护流程,结合植被生长特性优化种植工艺,强化种植后的浇水、施肥及病虫害防治管控,提升植被存活质量。同时,还要建立施工质量追溯体系,详细记录施工过程中的材料使用、工序操作、质量检测等各类信息,确保出现质量问题时可追溯、可整改,通过精细化管控推动施工工艺优化升级,切实保障护坡工程施工质量。

### 3.4 创新施工技术应用,推动工艺绿色高效发展

航道整治护岸工程生态护坡施工工艺的优化,需结合航道

护岸工程的施工特点,引入先进施工技术与设备,替代传统落后施工模式,推动施工工艺向绿色化、高效化、精细化方向发展。在基底处理环节,就引入精准化碾压技术与专业检测设备,提升基底压实度的均匀性与精准度,减少人工操作带来的误差,同时降低施工能耗,实现节能降耗与质量提升的双重目标。在防护结构铺设环节,采用模块化施工技术,优化防护构件的预制与现场铺设流程,提升施工效率,同时保障防护结构的标准化与规范化,减少施工过程中的材料浪费。在植被培育环节,引入先进生态修复技术,优化植被种植与养护工艺,提升植被存活率与生长速度,缩短生态修复周期,同时选用环保型养护材料,降低对周边生态环境的影响。另外,还要融合数字化技术,搭建施工全过程监测系统,实时监测坡面稳定性、植被生长状态及水流变化情况,依据监测数据动态调整施工工艺与管护方案,实现施工工艺的动态优化,助力航道整治护岸生态护坡工程实现绿色可持续发展。

总而言之,航道整治护岸工程生态护坡施工,可在保障岸体稳固、航道运行安全的基础上,兼顾水域生态涵养与岸线自然风貌维护。未来,还需结合地域河段差异持续改良施工方法,以生态优先的建设思路完善技术范式,从而助力构建绿色可持续的内河航运岸线防护体系,改善河道的生态环境。

### 参考文献:

- [1] 李荣生.生态护岸技术在水利工程建设中的应用研究[J].水上安全,2025,(24):7-9.
- [2] 古润琴.堤防护岸工程技术的应用研究[J].珠江水运,2025,(19):148-150.
- [3] 朱林华.河道护岸护坡板混凝土施工技术及其抗裂措施分析[J].水上安全,2025,(09):173-175.
- [4] 刘杨俊.航道护岸工程模袋混凝土护坡施工技术要点探讨[J].绿色环保建材,2020,(05):165-166.
- [5] 周鹏,王亚忠,王健.几种护岸结构在内河航道工程中的应用[J].山东交通科技,2019,(03):131-133.