

# 水利工程河道堤防护岸施工技术分析

杨荣华 王千里 浦荣辉

江苏盐城水利建设有限公司 江苏 盐城 224000

**摘要：**本文分析了水利工程中河道堤防护岸工程的功能与核心目标，阐述了工程分类体系与设计核心原则，探讨了常见堤防护岸施工技术，包括传统硬质护岸技术、生态护岸技术和复合型护岸技术，并指出了施工过程中的技术挑战与应对策略，展望了新技术在堤防护岸施工中的应用前景。

**关键词：**水利工程；河道堤防护岸；施工技术；生态护岸；复合型护岸

引言：水利工程作为保障国家经济社会发展的重要基础设施，其建设质量直接关系到人民生命财产安全和生态环境的稳定。河道堤防护岸工程作为水利工程的重要组成部分，承担着防洪减灾、岸坡稳定、水土保持和生态修复等多重功能。随着科技的不断进步和人们对生态环境保护意识的提高，河道堤防护岸施工技术也在不断创新和完善。本文将对水利工程河道堤防护岸施工技术进行深入分析。

## 1 河道堤防护岸工程基础认知

### 1.1 工程功能与核心目标

河道堤防护岸工程是保障流域安全、促进生态平衡的重要基础设施，其核心功能与目标直接服务于人类社会发展与自然环境保护的双重需求。从功能层面看，防洪减灾是堤防护岸工程的首要任务。在暴雨、洪水等极端天气条件下，河道堤防通过拦截水流、分散洪峰压力，有效减少洪水对周边区域的侵袭，保护城镇、农田及基础设施免受淹没破坏。例如，在长江中下游平原，高标准的堤防护岸体系显著降低了洪涝灾害风险，保障了区域经济与民生安全。岸坡稳定则是工程的基础要求，通过加固河岸土体、防止滑坡与坍塌，确保河道形态长期稳定，避免因岸坡失稳引发的次生灾害。水土保持功能体现在对河岸土壤资源的保护上。堤防护岸工程通过控制水流冲刷、减少土壤侵蚀，维持河道周边生态系统的物质循环与能量流动。例如，在黄土高原等水土流失严重地区，合理的护岸结构可显著降低泥沙入河量，改善区域水环境质量。生态修复则是现代堤防护岸工程的重要延伸目标<sup>[1]</sup>。传统硬质护岸虽能短期满足防护需求，但往往破坏河岸生物栖息地，导致生物多样性下降。因此，当代工程更强调通过生态化设计，恢复河岸植被、重建水生生物通道，促进生态系统结构与功能的完整性。

### 1.2 工程分类体系

河道堤防护岸工程按照结构形式可以分为斜坡式护岸、直立式护岸和混合式护岸。斜坡式护岸通过修建斜坡结构，使水流在斜坡上逐渐减缓流速，减少对岸坡的冲刷作用。直立式护岸则采用直立的结构形式，直接阻挡水流对岸坡的冲刷，适用于水流较急、岸坡较陡的河段。混合式护岸则是斜坡式和直立式护岸的结合体，既具有斜坡式护岸的缓冲作用，又具有直立式护岸的阻挡作用，适用于复杂多变的河段。按照材料类型划分，河道堤防护岸工程可以分为混凝土护岸、石笼护岸和生态护岸等。混凝土护岸采用混凝土材料修建，具有强度高、耐久性好等优点，但生态性相对较差。石笼护岸则采用石笼网装填石块等填料修建，既具有防护作用，又具有一定的透水性，有利于河流生态系统的恢复。生态护岸则注重生态环保理念的应用，采用天然材料或生态材料修建，如植被护岸、生态袋护岸等，既具有防护作用，又能促进河流生态系统的恢复和重建。

### 1.3 设计核心原则

河道堤防护岸工程的设计应遵循安全性、经济性、生态性和可持续性的核心原则。安全性是设计的首要原则，必须确保工程在洪水、风浪等极端条件下能够安全稳定运行，保护沿岸地区的安全。经济性是设计的重要考虑因素，应在满足安全性要求的前提下，合理控制工程造价，提高工程的经济效益。生态性是河道堤防护岸工程设计的重要方向。在设计过程中，应充分考虑河流生态系统的需求和特点，采用生态环保材料和技术，促进河流生态系统的恢复和重建。还应注重与周围环境的协调融合，使工程成为河流景观的一部分。可持续性河道堤防护岸工程设计的长远目标。在设计过程中，应充分考虑工程的长期运行效果和维护成本，选择具有长期稳定性和耐久性的材料和结构形式。还应注重工程的可更新性和可升级性，以便在未来根据河流变化和社会发展需求进行改造和升级。

## 2 常见堤防护岸施工技术分析

### 2.1 传统硬质护岸技术

#### 2.1.1 混凝土护岸

混凝土护岸是传统堤防护岸技术中应用最广泛的类型之一，其核心优势在于高强度与抗冲刷能力。通过钢筋混凝土结构，混凝土护岸能够有效抵御水流冲刷、防止岸坡坍塌，尤其适用于水流湍急、地质条件复杂的河段。例如，在山区河流或潮汐作用强烈的河口区域，混凝土护岸的刚性结构可显著降低侵蚀风险。然而，其缺点同样显著：硬化表面阻断了水体与土壤的物质交换，导致河岸生态系统退化，生物多样性下降。混凝土护岸的热岛效应与视觉单调性也影响了周边环境的生态美学价值。施工工艺方面，混凝土护岸需遵循严格流程。首先进行基础处理，包括地基夯实、软弱土层置换或桩基施工，确保基础承载力满足设计要求。随后安装模板，模板需具备足够刚度与平整度，以保证混凝土成型质量<sup>[2]</sup>。混凝土浇筑时需分层振捣，避免蜂窝麻面等缺陷，同时控制浇筑速度与温度，防止裂缝产生。养护阶段需保持湿润环境，通常持续7-14天，确保混凝土强度达到设计标准。

#### 2.1.2 浆砌石护岸

浆砌石护岸以天然石块为主要材料，通过水泥砂浆粘结形成防护结构。其技术特点在于材料易获取性与施工适应性。石块可就地取材，降低运输成本；浆砌石护岸可根据地形灵活调整结构形式，适用于不同坡度的岸坡。然而，该技术的施工周期较长，需人工逐块砌筑石块，且对砌筑工艺要求较高。若勾缝处理不当，易导致渗漏与结构失稳。施工工艺分为三步：基础开挖需确保基底平整、坚实，避免不均匀沉降；石块砌筑时，需选择形状规则、尺寸相近的石块，采用“错缝搭接”方式提高结构整体性；勾缝处理需用高强度砂浆填充石块间隙，防止水流渗透。浆砌石护岸需设置排水孔，以缓解静水压力对结构的破坏。

### 2.2 生态护岸技术

#### 2.2.1 植物护岸

植物护岸通过植被根系固土与茎叶缓冲水流，实现岸坡稳定与生态修复的双重目标。植物根系可增强土壤抗剪强度，减少水土流失；茎叶则能降低水流速度，分散水流能量。例如，芦苇、香蒲等挺水植物在湿地护岸中广泛应用，其根系可深入地下2-3米，形成天然防护网。植物护岸还能改善微气候、提供生物栖息地，促进生态系统恢复。施工工艺包括坡面整理、植物种植与养护管理。坡面整理需清除杂草、平整土地，并适当松土

以改善土壤透气性；植物种植需选择本土适生品种，采用混播或间播方式提高群落稳定性；养护管理包括定期灌溉、施肥与病虫害防治，确保植被成活率。植物护岸的初期防护能力较弱，需与其他护岸技术结合使用。

#### 2.2.2 石笼护岸

石笼护岸以金属网箱填充石块构成柔性结构，兼具防护与生态功能。其技术核心在于网箱的柔韧性与石块间的空隙。网箱可适应地基变形，避免刚性结构因不均匀沉降而开裂；石块间隙为水生生物提供栖息空间，促进水体自净。例如，在河流弯道处，石笼护岸可通过变形吸收水流冲击力，减少岸坡侵蚀。施工工艺分为网箱组装、石块填充与固定安装。网箱需采用高强度镀锌钢丝编织，确保抗腐蚀性与耐久性；石块填充应选用粒径均匀、形状规则的块石，避免尖锐石块刺破网箱；固定安装时需将石笼与岸坡基础连接，防止滑动。石笼护岸的缺点是长期受水流冲刷可能导致石块移位，需定期检查与维护。

#### 2.2.3 生态混凝土护岸

生态混凝土护岸通过多孔结构设计，平衡防护与生态需求。其孔隙率可达20%-30%，支持植物生长，同时保持混凝土的高强度特性。例如，在城市河道治理中，生态混凝土护岸可种植草本植物或低矮灌木，形成绿色景观带。多孔结构还能降低噪音、调节微气候，提升环境舒适度。施工工艺包括预制构件制作、现场拼装与植被种植<sup>[3]</sup>。预制构件需在工厂标准化生产，确保尺寸精度与孔隙均匀性；现场拼装时采用榫卯结构或锚固件连接，提高施工效率；植被种植需选择耐旱、耐贫瘠品种，并通过滴灌系统保障水分供应。生态混凝土护岸的初期成本较高，但长期生态效益显著。

### 2.3 复合型护岸技术

#### 2.3.1 阶梯式护岸

阶梯式护岸通过分级设计分散水流能量，同时提供亲水空间与生态栖息地。其结构特点在于多级平台与缓坡的组合，平台可种植植被或设置休闲设施，缓坡则采用生态护岸技术。例如，在城市滨水公园中，阶梯式护岸可结合景观步道与湿地系统，实现防洪、生态与休闲功能的统一。

#### 2.3.2 格宾+植被组合护岸

格宾+植被组合护岸以石笼为基础，表面覆盖植被层，形成刚柔并济的防护体系。石笼提供结构稳定性，植被增强生态功能。该技术适用于河岸宽度有限或生态修复要求较高的区域。例如，在生态敏感区，可通过格宾护岸快速稳定岸坡，随后种植本土植物恢复生态

系统。复合型护岸技术的设计需综合考虑水流特性、地质条件与生态目标。例如，在潮汐河段，可采用阶梯式护岸结合消浪设施，降低波浪对岸坡的冲刷；在山区河流，则可利用格宾+植被护岸适应地基变形，同时减少水土流失。

### 3 堤防护岸施工技术的挑战与对策

#### 3.1 施工过程中的技术挑战

在堤防护岸工程的施工过程中，往往会面临一系列技术挑战。这些挑战不仅来源于复杂的自然环境条件，还与施工技术本身的特点密切相关。一方面，地质条件的复杂性是施工过程中的一大难题。不同河段的地质结构各异，有的地区土壤松软，易发生沉降；有的地区则岩石坚硬，难以开挖。这就要求施工人员在施工前必须进行详细的地质勘察，根据地质情况选择合适的施工方法和材料。即使进行了充分的地质勘察，施工过程中仍可能遇到未预见的地质问题，如地下暗河、软弱土层等，这些都需要施工人员具备丰富的经验和应变能力。另一方面，水流条件的多变性也给施工带来了不小的挑战。河流的水位、流速、流向等都会随着季节和天气的变化而发生变化，这就要求施工计划必须具有一定的灵活性，能够根据水流条件的变化及时调整。特别是在洪水期间，水流湍急，施工难度极大，不仅需要采取特殊的施工措施，还需要确保施工人员的安全。

#### 3.2 应对技术挑战的策略与方法

针对施工过程中的技术挑战，施工人员可以采取一系列策略和方法来应对。对于地质条件的复杂性，施工人员可以采用地基处理技术来改善土壤性质，提高地基承载力。例如，对于松软土层，可以采用换土垫层法，将软土换填为硬土或砂石料；对于岩石坚硬地区，可以采用爆破技术或机械开挖来破碎岩石，降低施工难度<sup>[4]</sup>。施工人员还可以采用桩基技术来增强结构的稳定性，防止因地基沉降而导致的结构破坏。对于水流条件的多变性，施工人员可以采取分期施工的策略，将施工过程分为多个阶段，每个阶段根据水流条件的变化来调整施工计划。在洪水期间，可以暂停施工或采取临时防护措施，确保施工人员和设备的安全。施工人员还可以采用

抗冲刷材料和技术来增强结构的抗冲刷能力，如使用混凝土护岸、石笼护岸等。

#### 3.3 新技术在堤防护岸施工中的应用与展望

随着科技的进步，新技术在堤防护岸施工中的应用越来越广泛。这些新技术不仅提高了施工效率和质量，还降低了施工成本和风险。例如，遥感技术和GIS技术在堤防护岸施工中的应用日益增多。通过遥感技术，施工人员可以获取河段的遥感图像，对河段的地形、地貌、水质等进行全面分析，为施工设计提供准确的数据支持。而GIS技术则可以将遥感图像与其他地理信息数据进行叠加分析，帮助施工人员更好地了解河段的空间分布特征，优化施工设计。未来，随着智能化和自动化技术的不断发展，堤防护岸施工将更加依赖于智能化设备和系统。例如，无人机可以在施工过程中进行空中监测和巡检，及时发现并处理施工中的问题；智能机器人可以在危险或难以到达的区域进行施工作业，降低施工人员的风险。大数据和人工智能技术的应用也将为堤防护岸施工提供更加精准和高效的解决方案。

#### 结束语

河道堤防护岸工程作为水利工程的重要组成部分，其施工技术直接关系到工程的质量和效益。本文分析了传统硬质护岸技术、生态护岸技术和复合型护岸技术的施工特点、优缺点及施工工艺，并提出了应对施工过程中技术挑战的策略与方法。随着科技的进步，新技术在堤防护岸施工中的应用前景广阔，将为工程实践提供更加高效、精准和可持续的解决方案。

#### 参考文献

- [1]李一如,周强,张兴.水利工程中的河道堤防护岸施工技术研究[J].水上安全,2024,(20):175-177.
- [2]李云刚.水利工程中堤防护岸工程施工技术初探[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(20):208-210.
- [3]张国璞.河道堤防施工技术在水利工程中应用的分析[J].水上安全,2023,(16):181-183.
- [4]刘启鑫.关于河道堤防施工技术在水利工程中应用的分析与探讨[J].珠江水运,2021,(23):56-57.