

# 生态型护岸在水利工程设计中的应用

姜天翔 陈家栋

浙江省水利水电勘测设计院有限责任公司 浙江 杭州 310002

**摘要:** 在水利工程不断发展的当下,传统护岸的弊端日益凸显,其“硬化隔离”模式对生态环境造成诸多负面影响。生态型护岸作为水利工程生态化发展的关键载体应运而生,它兼顾工程安全与生态价值,成为行业关注焦点。文中深入研究生态型护岸的基础理论、设计原则、核心技术类型与设计要点,详细探讨其在水利工程设计中的应用要点,涉及前期勘察、方案优化、施工生态保护及后期养护,为生态型护岸的实践提供理论支撑与技术指导,助力水利工程生态化转型。

**关键词:** 生态型护岸; 水利工程设计; 应用要点

引言: 传统硬化护岸虽保障工程安全,却割裂水陆生态联系,导致生物多样性下降、生态系统退化等问题。随着水利工程生态化发展需求提升,生态型护岸成为破解这一困境的重要途径。它打破“硬化隔离”局限,通过模拟自然岸线实现工程与生态的有机融合。本文旨在深入研究生态型护岸的基础理论与核心功能,明确其设计原则与核心技术类型,结合水利工程应用场景提出关键要点,为推动生态型护岸的规范化应用、实现水利工程经济效益与生态效益双赢奠定基础。

## 1 生态型护岸的基础理论与核心功能

### 1.1 生态型护岸的概念界定

生态型护岸是水利工程生态化发展的重要载体,其核心在于打破传统护岸“硬化隔离”的局限,构建兼具工程安全与生态价值的岸线系统。在概念界定上,生态型护岸并非简单的“工程+植物”组合,而是以生态系统完整性为导向,通过模拟自然岸线的结构与功能,实现水利工程与周边生态环境的有机融合。与传统护岸相比,它更强调岸线的渗透性、生物友好性和自我调节能力,注重恢复水体与陆地间的物质循环、能量流动和信息交换,而非单纯追求结构强度与稳定性。

### 1.2 生态型护岸的核心功能

从核心功能来看,生态型护岸呈现出“多元协同”的特点。一是防洪固岸的基础功能,通过合理的结构设计 with 材料选择,抵御水流冲刷、防止岸坡坍塌,保障水利工程的运行安全。其次是生态修复与生物栖息地构建功能,利用透水、多孔的结构特性,为水生、两栖生物提供觅食、繁殖和栖息的空间,促进生物群落的恢复与多样性提升。二是水文调节与水质净化功能,通过植被根系与土壤的过滤、吸附作用,削减面源污染,改善水体水质,同时调节岸线周边的水文情势。三是应具备景观

美学与人文融合功能,通过自然化的岸线形态与植物配置,营造和谐的滨水环境,满足人们亲近自然的需求。

## 2 水利工程中生态型护岸的设计原则

### 2.1 安全性优先原则

安全性是水利工程的根本前提,生态型护岸设计首要遵循安全性优先原则。这一原则要求护岸结构具备抵御水流冲刷、防止岸坡坍塌的能力,确保在不同水文条件下都能维持岸线的稳定。设计时需充分考虑水流速度、水位变化、土壤特性等因素,通过合理选择护岸材料和结构形式,如采用网格宾护垫、生态袋等具有一定强度和柔韧性的材料,既能抵御水流冲击,又能适应岸坡的轻微变形。同时需对护岸的整体稳定性进行验算,保障其在洪水、暴雨等极端条件下的安全性能,为周边区域的生命财产安全提供坚实保障<sup>[1]</sup>。

### 2.2 生态协调性原则

生态协调性原则强调护岸设计需融入自然生态系统,减少对生态环境的破坏。设计过程中,应充分尊重河流的自然形态和生态习性,避免过度人工化改造。护岸结构应为水生生物和陆生生物提供栖息、繁衍的空间,例如在护岸底部设置透水缝隙,为鱼类等水生生物营造藏身之所;在岸坡种植本土水生植物和湿生植物,如芦苇、菖蒲等,既能净化水质,又能为鸟类、昆虫等提供食物和栖息地。还需注重护岸与周边植被、地形的协调统一,使护岸成为自然生态景观的一部分,促进生态系统的良性循环。

### 2.3 因地制宜原则

因地制宜原则要求根据不同区域的自然条件、地质地貌和水文特征,制定个性化的护岸设计方案。不同河流或河段的水流速度、水位变幅、土壤类型等存在差异,护岸设计需针对性调整。在山区河段,水流速度较快,护

岸应侧重增强抗冲刷能力；在平原河段，水位变化平缓，可采用生态驳岸形式，注重生态功能的发挥。并应充分利用当地的天然材料，如石材、木材等，降低工程成本的同时，使护岸更贴合当地的自然环境和地域特色，避免“一刀切”的设计模式。

#### 2.4 可持续性与经济性原则

可持续性与经济性原则要求在保证护岸功能和生态效益的前提下，实现工程的长期稳定和经济合理。设计时应选择耐久性强、维护成本低的材料和结构，减少后期的养护投入。并注重资源的循环利用，避免浪费。在满足当前需求的基础上，还应考虑未来生态环境和水文条件的变化，为护岸的后续改造和升级预留空间。经济性并非单纯追求低成本，而是在综合考虑工程建设、维护和生态效益的基础上，实现投入与产出的平衡，确保生态型护岸工程能够长期稳定地发挥作用，实现经济效益与生态效益的双赢。

### 3 生态型护岸的核心技术类型与设计要点

#### 3.1 植物型生态护岸技术

植物型生态护岸技术以植物为核心防护要素，通过利用植物根系的固土作用和茎叶的消能效果实现岸坡防护与生态修复。该技术的核心在于植物种类的科学选配，需优先选择本土、耐水湿、根系发达且生态适应性强的物种，确保植物能在岸坡环境中稳定生长。设计时要根据水位变化分区配置植物，在常水位以下区域选用沉水植物和挺水植物，如苦草、荷花等；在水位变幅区搭配湿生植物，如香蒲、水葱等；在岸坡上部则种植陆生草本或灌木，形成多层次的植被防护体系。且还需合理控制植物种植密度，既要保证根系交织形成的固土网络强度，又要为生物活动预留空间，通过植物的自然生长实现护岸生态功能的持续提升。

#### 3.2 土木-生态复合型护岸技术

土木-生态复合型护岸技术融合传统土木工程结构与生态理念，兼具工程稳定性和生态兼容性。其设计要点在于实现结构强度与生态功能的有机结合，常见形式包括网格宾护岸、生态袋护岸、植生混凝土护岸等。设计时需根据河段水文条件选择合适的土木结构，例如在水流冲刷较强区域采用网格宾袋填充块石，利用宾笼的柔韧性和透水性适应水流变化；在岸坡较缓区域采用生态袋堆叠，袋内填充改良土壤并播撒草籽，促进植被生长。在结构设计中预留生态通道，如在护岸底部设置鱼巢孔、在结构间隙填充种植土等，确保水生生物迁徙和栖息需求，使土木结构与生态系统形成相互支撑的整体<sup>[2]</sup>。

#### 3.3 新型生态护岸技术

新型生态护岸技术依托材料科学与生态工程的创新发展，呈现出高效、环保、多功能的特点。当前应用较广的包括生态混凝土技术、生物炭改良护岸技术、模块化生态护岸技术等。设计时需注重技术与环境的适配性，例如生态混凝土护岸需优化混凝土孔隙结构，保证透气性和透水性，同时在孔隙内植入微生物载体，增强水质净化能力；模块化生态护岸则通过预制生态模块的组合拼接，实现施工便捷性与结构灵活性，模块内可集成植被种植槽、生物栖息地等功能单元。新型技术应用需考虑长期生态效应，通过监测护岸周边水体质量、生物多样性等指标，不断优化技术参数，推动新型生态护岸技术向更高效、更贴合自然的方向发展。

### 4 生态型护岸在水利工程中的应用要点

#### 4.1 前期勘察与设计准备

前期勘察与设计准备是生态型护岸成功应用的前提，其核心在于全面掌握工程区域的自然环境特征与生态本底条件。勘察工作需突破传统水利勘察的局限，从水文、地质、生态三个维度展开系统调查。（1）水文方面需详细监测不同季节的水位变化幅度、水流速度、泥沙淤积规律以及水体水质参数（重点监测汛期最大流速，通常需记录瞬时流速及持续时间）、泥沙淤积规律以及水体水质参数（如COD、氨氮等指标，建议监测频率不低于每月1次），明确护岸结构的设计水位与水流冲击荷载。（2）地质勘察应重点分析岸坡土层的分布特征、承载力、渗透性及抗冲刷能力，为护岸基础形式的选择提供依据。（3）生态调查是前期准备的关键环节，需对工程区域的生物多样性进行全面摸底，包括水生植物的种类、分布及群落结构，鱼类的洄游路径与产卵场位置，以及陆生植被与小型动物的栖息地范围。且还需了解区域内的自然植被演替规律，优先选择本土物种作为护岸生态修复的基础物种，避免外来物种入侵对本地生态系统造成破坏。勘察过程中还应收集区域的气候特征、降水分布等气象数据，为后续植物配置与护岸结构的耐久性设计提供参考<sup>[1]</sup>。

#### 4.2 设计方案的优化与比选

生态型护岸设计方案的优化与比选需建立在多目标决策的基础上，综合考量防护功能、生态效益、经济成本与景观效果的平衡。（1）应根据前期勘察结果确定护岸的结构形式，常见的生态型护岸包括植被混凝土护岸、格宾石笼护岸、生态袋护岸、仿自然石护岸等多种类型，不同结构形式的适用条件与生态效果存在差异。例如格宾石笼护岸具有良好的透水性及柔韧性，适用于水流速度较大、冲刷较强的河段；植被混凝土护岸则通过在混凝土基材中植入植物种子，实现了结构防护与生态修复的

结合,适用于边坡较陡的区域。(2)方案比选过程中,需建立量化的评价指标体系,包括岸坡稳定性系数、水流阻力系数、水体交换能力、生物栖息地面积、植被覆盖率等技术指标,以及建设成本、维护费用等经济指标。通过多方案的技术经济比较与生态效益评估,筛选出最优方案。设计方案还应注重结构与生态的融合设计,例如在护岸结构中设置鱼巢、植生孔、透水缝隙等生态友好型构造,为水生生物提供栖息与繁殖空间;在岸坡上部设置植被缓冲带,利用植物根系的固土作用增强岸坡稳定性,同时过滤地表径流中的污染物,改善水体水质。方案设计还需考虑景观协调性,使护岸与周边自然环境相融合,营造自然和谐的滨水环境<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 施工过程中的生态保护控制

施工过程中的生态保护控制是确保生态型护岸设计理念落地的关键,需从施工组织、工艺选择、环境监测三个方面采取针对性措施。(1)施工组织设计应合理安排施工时序,避免在鱼类产卵期、植物生长旺盛期等敏感时段进行大规模施工,减少对生态环境的扰动。施工区域应设置围挡防护,划分施工区与非施工区,防止施工废弃物与泥沙进入水体,同时在施工区周边设置沉淀池与截水沟,对施工废水进行处理后达标排放。(2)施工工艺的选择直接影响生态保护效果,应优先采用环保型施工技术,例如采用模块化拼装工艺替代传统的现场浇筑,可大幅减少混凝土施工对水体的污染;在岸坡开挖过程中采用分层开挖、及时支护的方式,避免岸坡坍塌造成水土流失。对于涉及植被种植的施工环节,需严格控制植物种苗的质量,确保选用本土健康种苗,并按照设计要求的种植密度与配置方式进行施工,种植后及时采取浇水、施肥、病虫害防治等养护措施,提高使植物成活率达到85%以上。(3)施工过程中还应加强环境监测,实时跟踪水体水质、噪声、扬尘等环境指标的变化,一旦发现指标超标,立即采取整改措施,将施工对生态环境的影响降至最低。

#### 4.4 后期养护与管理要点

后期养护与管理是保障生态型护岸长期稳定运行与生态效益持续发挥的重要保障,需建立常态化的养护管理

机制。结构养护方面,应定期对护岸的基础、墙体、护坡等结构部位进行检查,及时发现并修复裂缝、沉降、冲刷等损坏现象,确保护岸结构的稳定性与安全性。对于格宾石笼、生态袋等柔性护岸结构,需定期检查笼体、袋体的完整性,及时补充流失的填料;对于植被混凝土护岸,需检查混凝土基材的完整性与透水性,必要时进行修补处理。生态养护是后期管理的核心内容,需定期对护岸植被进行修剪、补种与施肥,促进植被群落的健康生长与演替。通常建议每季度进行1次植被生长状况评估,每年开展2-3次针对性补种。对于水生植物,应根据其生长习性进行合理调控,避免单一物种过度繁殖导致生态失衡;对于陆生植被,应及时清除杂草与外来入侵物种,保护本土植被群落的稳定性。同时还应加强对护岸周边生物多样性的监测,观察鱼类、鸟类等生物的栖息与活动情况,评估护岸的生态修复效果,并根据监测结果调整养护管理措施<sup>[5]</sup>。

结束语:生态型护岸作为水利工程生态化的重要载体,其发展与应用是践行生态文明理念的必然要求。文中系统梳理了其理论、功能、设计原则、技术类型及应用要点,展现出多元协同的综合价值。未来,需进一步加强新型材料与技术研发,结合具体工程实际深化设计与实践,强化长期监测与动态优化。通过不断探索与完善,使生态型护岸在保障水利工程安全的同时,更高效地修复生态系统,为构建人水和谐的滨水环境提供有力支撑,推动水利事业可持续发展。

#### 参考文献:

- [1]穆磊超,房远方,赵小龙.生态型护岸在水利工程设计中的应用[J].水上安全,2024(18):133-135.
- [2]张金明.生态型护岸在水利工程设计中的应用研究[J].善天下,2021(6):374-375.
- [3]王泽正.智慧水利工程设计中的生态型护岸应用与实践[J].现代盐化工,2024,51(4):85-86,79.
- [4]高文文,吴顺继.刍议生态型护岸在水利工程设计中的应用[J].城镇建设,2025(10):289-291.
- [5]曾昭先.生态型护岸在水利工程设计中的应用分析[J].房地产导刊,2023(10):79-81.