

生态水利设计理念下的城市河道治理工程

冯健南 冯逸君

河海大学设计研究院有限公司 江苏 南京 210003

摘要：随着城市化进程加快，城市河道面临生态退化、功能失衡等问题，传统治理模式难以满足生态保护与城市发展的双重需求。本文围绕生态水利设计理念下的城市河道治理工程展开研究，阐述了生态水利设计理念的定义、原则及城市河道治理工程的核心内容，分析了河道水质净化、岸线改造、水文调控、生物多样性恢复四大关键技术的应用路径，探讨了生态与防洪排涝、景观休闲、文化传承功能的融合设计及方案优化方法。研究表明，通过关键技术应用与多功能融合，可实现城市河道生态修复与功能提升的协同推进，为城市河道治理提供科学参考，助力城市水生态系统可持续发展。

关键词：生态水利设计理念；城市河道治理；关键技术应用

引言：生态水利设计理念作为融合多学科的新型治理思路，为解决城市河道治理难题提供了方向。本文以生态水利设计理念为核心，系统研究城市河道治理工程的概述、关键技术及功能融合设计，旨在明确生态水利理念在河道治理中的应用逻辑，为提升城市河道生态质量、保障水利安全、优化滨水空间提供理论与技术支撑，推动城市河道治理向生态化、多功能化转型。

1 生态水利设计理念下的城市河道治理工程概述

1.1 生态水利设计理念的定义与原则

生态水利设计理念是传统水利工程融合生态学、环境科学等多学科的新型治理理念，核心是在保障水利基本功能的同时，维护水生态系统完整性与稳定性，实现水资源开发利用与生态保护的协调统一。其以水生态自然规律为导向，规避单纯追求工程效益而忽视生态平衡的问题，注重水利工程与周边自然、社会系统的共生，最终达成水资源可持续利用与区域生态良性循环的目标。该理念需遵循三大原则：（1）生态优先原则，将水生态健康稳定作为首要目标，优先保障河道自然水文情势与生物栖息功能，减少工程对生态的干扰破坏；（2）系统协同原则，将城市河道视为完整生态系统，统筹水文循环、水质净化、生物交互等环节，同时协调水利工程与城市规划、社会经济发展的关系，实现多系统、多目标协同；（3）可持续发展原则，兼顾当前需求与长远利益，避免短期工程行为对生态造成不可逆影响，确保治理效果长期维持，为后续发展预留生态空间。

1.2 城市河道治理工程的定义与内容

城市河道治理工程是针对城市范围内自然或人工河道，通过工程技术与管理手段，改善河道生态环境、提升水利功能、优化城市滨水空间的系统性工程，核心内

容包括三大板块：（1）生态修复工程，聚焦河道生态系统恢复与重构，通过改善水质、修复水生植被、恢复生物栖息地等，提升河道生态自我调节能力，重建与周边陆地生态系统的连接；（2）水利功能提升工程，针对防洪、排涝、水资源调配等基础功能，通过河道疏浚、岸线加固、水利设施优化等，增强河道应对极端天气能力，保障城市水资源安全；（3）滨水空间优化工程，结合城市规划，对河道滨水区进行功能与景观设计，提升滨水空间宜居性与公共服务能力，促进人与自然和谐互动^[1]。

2 生态水利设计理念下城市河道治理的关键技术应用

2.1 河道水质净化与生态修复技术

在生态水利设计理念指导下，河道水质净化与生态修复技术通过构建仿自然净化系统，实现污染物高效去除与河道自净能力提升，为生态系统恢复奠定基础。

（1）生物净化技术。依托水生生物代谢作用净化水质，核心是优化生物群落结构以增强对氮、磷及有机污染物的吸收转化能力。筛选适配性水生植物，构建挺水、浮水、沉水植物搭配的立体群落，利用植物根系吸附、吸收及微生物协同作用降低污染物浓度；调控浮游动物、底栖生物群落数量与结构，通过食物链抑制藻类过度繁殖、改善水体透明度，同时促进有机污染物分解，形成稳定生态净化循环。（2）微生物强化技术。针对水体微生物活性不足、净化效率低的问题，通过人工干预优化微生物群落。一是投加经筛选驯化的高效降解菌剂，针对性降解难降解有机物、氮磷化合物，弥补自然微生物功能缺陷；二是构建生物膜载体系统，为微生物提供附着场所以延长停留时间，形成稳定生物膜净化层，且载体材料注重环保性与生态兼容性，避免二次污染。（3）

水体交换与循环技术。通过改善水体流动性打破滞留状态,提升净化效率。构建河道内部水循环系统,利用水泵、导流设施实现不同区域水体交换,避免局部缺氧、发黑发臭;结合城市水资源调度,合理引入再生水、过境水等清洁水源补充生态用水,稀释污染物浓度、改善水文情势,同时控制水流速度,避免扰动生态系统。

2.2 河道岸线生态化改造技术

河道岸线作为水陆生态过渡带,构建“可渗透、能互动、具弹性”的生态岸线系统,实现生态功能与防护功能协同提升。(1)生态护岸构建技术。摒弃混凝土、浆砌石等硬化材料,选用天然石材、木材、生态混凝土、土工格栅等生态友好型材料,构建透水性、透气性护岸结构。结构设计采用阶梯式、斜坡式、网格状等灵活形式,保留岸线自然形态以保障水陆物质与能量交换;同时在护岸表层种植草本、灌木植物,增强生态功能与景观效果,提升抗冲刷能力与生态韧性。(2)植被缓冲带建设技术。在岸线陆域一侧构建缓冲带,发挥拦截污染物、涵养水源、保护岸线作用。缓冲带宽度根据河道规模、周边用地性质及生态需求确定,通常设置多层立体植被体系,从临水到陆域依次种植耐湿草本、灌木、乔木。通过植被根系固土防侵蚀,利用冠层拦截地表径流中的泥沙、化肥、农药等污染物,经土壤渗透与微生物降解净化径流,同时为鸟类、昆虫提供栖息地,提升生物多样性。(3)岸线形态修复技术。基于河道自然演变规律,修复人工干预导致的岸线平直化、单一化问题。梳理岸线现状,拆除影响自然形态的人工构筑物,通过清淤、拓挖、堆筑等方式重塑河湾、浅滩、深潭等自然形态,增加岸线长度与水体交换面积,改善水力条件;修复过程中保留原有植被与地形,减少生态破坏,构建“岸线—水体—陆地”有机衔接的生态空间,提升生态服务功能与景观多样性,满足居民对自然滨水空间的需求^[2]。

2.3 河道水文情势调控技术

水文情势是河道生态系统稳定的关键,通过人工干预模拟自然水文规律,保障生态用水需求,提升应对极端水文事件的能力。(1)生态流量保障技术。生态流量是维持河道生态健康的最小流量,技术核心是科学计算与调度以满足不同时段需求。首先结合河道水文特征、水生生物需求、水资源总量,采用水文分析法、生态分析法确定不同断面的最小与适宜生态流量阈值;其次构建多水源联合调度系统,整合地表水、地下水、再生水、雨洪资源,通过水库、水闸、泵站等工程调度,枯水期补充生态用水、汛期合理泄洪,避免水量失衡导致

生态退化。(2)雨洪调蓄技术。针对汛期洪水压力大、枯水期水量不足的问题,构建雨洪调蓄系统实现资源调蓄、利用与调控。一方面在河道周边建设调蓄湖泊、湿地、坑塘等设施,汛期拦截滞蓄地表径流与洪水,削减洪峰、延缓演进速度,降低防洪压力;另一方面枯水期将调蓄水资源通过泵站、渠道输送至河道,补充生态用水以改善水文条件;此外结合海绵城市建设,在滨水区采用透水铺装、绿色屋顶、植草沟等设施,增加雨水渗透量、减少地表径流,降低雨水对河道冲击,同时补充地下水、提升地下水位,形成“源头减排—过程控制—末端调蓄”的调控体系。(3)水文过程模拟与优化技术。利用水文模型与信息技术模拟预测水文过程,为调控提供科学依据。收集河道水文、气象、地形、植被等基础数据,构建分布式水文模型,模拟不同气候条件、人类活动对流量、水位、流速等水文过程的影响;基于模拟结果分析枯水期流量过低、汛期洪峰过高等问题,优化水利工程调度规则、生态流量补充时机与水量等方案。

2.4 河道生物多样性恢复技术

生物多样性是河道生态健康的重要标志,通过改善栖息地环境、优化群落结构,提升生物多样性水平与自我调节能力。(1)栖息地营造技术。针对栖息地破碎化、单一化问题,构建多样化环境以满足不同生物生存需求。水体内部塑造深潭、浅滩、急流、缓流等多样化水力环境,匹配鱼类、底栖生物对水流速度与水深的需求;水底铺设砂石、淤泥、水草等不同基质,为底栖生物提供附着与觅食场所;岸线周边结合植被缓冲带与生态护岸,营造灌木林、草丛、湿地等陆地栖息地,供鸟类、昆虫、两栖动物栖息繁殖。(2)生物群落构建技术。依据生态系统演替规律,通过人工辅助构建结构合理、功能稳定的生物群落。植物群落构建优先选用本地水生与陆生植物,避免外来物种入侵,按挺水、浮水、沉水植物搭配原则构建立体群落,并根据季节调整种类以保障连续性与稳定性;动物群落构建以改善栖息地环境吸引本地鱼类、鸟类、昆虫自然回归为主,必要时人工增殖放流本地鱼苗,且严格控制物种与数量以防干扰原有群落。(3)生物多样性监测与维护技术。建立监测与维护机制以保障恢复效果持续性。设置监测点位,定期监测植物种类与覆盖率、动物种类与数量、微生物群落结构等指标,利用生态学方法评估恢复效果,分析生物数量减少、外来物种入侵等问题;针对监测问题采取补充种植濒危植物、清除入侵物种、调整栖息地环境等针对性措施,保障群落稳定;建立生物多样性数据库记录变化过程,为后续工作提供数据支持^[3]。

3 生态水利设计理念下城市河道治理的功能融合设计

3.1 生态功能与防洪排涝功能的协同设计

生态功能与防洪排涝功能的协同设计,从设计思路来看,需以河道自然水文规律为基础,优化防洪工程的生态适配性,避免硬化工程对生态的阻隔。在技术路径上,通过构建生态型防洪设施,增强河道调蓄能力与生态韧性,例如在河道断面设计中,保留天然滩地与洼地,利用其作为汛期临时滞洪空间,同时这些区域可作为水生生物栖息地;在岸线防护中,采用生态护岸替代传统硬化堤岸,既满足抗冲刷需求,又保障水陆物质交换,实现“防洪安全”与“生态健康”的双向平衡。

3.2 生态功能与景观休闲功能的融合设计

生态功能与景观休闲功能的融合设计,在设计重点上,优先保障河道生态系统的核心功能,如水质净化、生物栖息等,再基于生态基底规划休闲空间,避免景观建设对生态的过度干预。具体设计中,通过构建多样化的植被群落,既提升河道生态净化能力,又形成层次丰富的滨水景观;合理设置滨水步道、亲水平台等休闲设施,确保设施布局与生态敏感区隔离,减少对生物栖息地的干扰;同时注重景观的自然性与生态性,避免过度人工装饰,采用生态友好型材料,使休闲空间融入自然生态环境,让居民在享受休闲体验的同时,感受生态之美。

3.3 生态功能与文化遗产功能的结合设计

生态功能与文化遗产功能的结合设计,设计过程中,要深入挖掘河道周边的历史文化资源,如古河道遗迹、水利文化、民俗文化等,将文化元素融入生态治理方案。在具体实践中,可通过保留或修复具有文化意义的河道地貌、水工设施,使其成为生态与文化的结合载体;在滨水空间设计中,以文化主题构建生态景观,如种植具有地方文化象征的植物,设置体现历史文化的标识系统,既维护河道生态功能,又展现城市文化特色。

3.4 多功能融合下的河道治理方案优化

多功能融合下的河道治理方案优化,首先在方案设计初期,开展全面的现状调查与需求分析,明确各功能的核心目标与约束条件,构建多目标评价体系,量化各功能的权重,避免单一功能优先导致的整体失衡;其次采用多方案比选与模拟分析方法,评估不同方案对各功能的满足程度,优化功能布局与技术路径,例如通过水文模型模拟防洪效果,通过生态模型评估生物多样性,确保方案在多维度下的可行性;最后建立方案动态调整机制,在治理过程中实时监测各功能的实现效果,根据生态变化、使用需求等因素,及时优化调整方案,避免因固定方案无法适应动态变化导致功能冲突,最终形成“功能互补、效益最大化”的综合治理方案^[4]。

结束语:本文系统梳理了生态水利设计理念下城市河道治理工程的核心内容,从技术应用到功能融合构建了完整的治理框架。研究证实,生态水利理念可有效破解传统治理的局限性,通过关键技术落地与多功能协同设计,能实现城市河道生态、水利、社会文化效益的统一。

参考文献

- [1]陆帅,吴悦禾.城市河道治理工程中生态水利设计理念的运用探究[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(1):169-172.
- [2]俞志东.生态水利设计理念在城市河道治理工程中的合理应用探究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(2):122-125.
- [3]李静.基于生态水利设计理念的城市河道治理工程研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(5):202-205.
- [4]张鹏.生态水利设计理念在城市河道治理工程中的应用[J].新潮电子,2025(15):244-246.