

生态水利工程设计理念在河道治理中的应用与创新

韩九军 李君城

承德市水资源和节约用水发展中心, 河北承德, 067000;

摘要: 传统河道治理过度侧重防洪排涝等工程安全, 易造成水生态破坏、生物多样性下降、水体自净能力减弱等问题。生态水利工程以尊重自然、生态优先、系统修复为核心, 将水文循环、生物栖息、水环境改善与工程安全有机融合。本文阐述生态水利设计理念内涵与核心原则, 分析传统河道治理的生态短板, 从河道形态、护岸结构、水文调控、植被系统等方面提出应用路径, 并围绕材料、技术、管理模式开展创新研究, 为河道生态修复与可持续治理提供理论支撑与技术参考, 助力水生态文明建设。

关键词: 生态水利; 河道治理; 工程设计理念; 应用与创新

DOI: 10.69979/3060-8767.26.05.027

引言

河道是流域水循环与生态系统的關鍵载体, 传统治理以工程硬化、渠化为主, 忽视生态完整性, 引发岸线硬化、生境破碎、水质恶化等问题。在生态文明建设与水安全战略背景下, 生态水利工程设计理念成为河道治理转型的核心方向。该理念兼顾防洪安全与生态健康, 强调自然修复与工程措施协同, 推动河道治理从单一功能向多功能复合转变。本文立足生态水利核心逻辑, 剖析应用要点与创新方向, 构建科学可行的治理体系, 实现人水和谐与流域可持续发展。

1 生态水利工程设计理念核心内涵与治理原则

1.1 核心理念内涵

生态水利工程设计以生态学与水工学交叉理论为基础, 突破传统工程单一安全导向, 将河道视为完整生态系统, 统筹水文、水质、生物、岸线、景观多维目标。核心是在保障防洪、排涝、引水等基础功能前提下, 最小化工程对自然的干扰, 修复河道连通性与自我净化能力, 营造适宜水生生物生存的栖息环境, 实现工程安全、生态健康、景观宜居协同发展。理念贯穿规划、设计、施工、运维全生命周期, 强调因地制宜、本土优先、系统治理, 拒绝过度人工化与硬质化, 依托自然规律提升河道生态韧性, 让工程与自然生态协同演进, 形成可持续的河道生态格局。该理念反对割裂式治理, 注重上下游、左右岸、水陆统筹, 以系统思维修复水生态链条, 恢复河道自然属性与生态服务功能。它强调工程与生态的共生而非对立, 通过科学调控实现水资源、水环境、

水生态三者协同提升, 为新时代河道治理提供了从工程思维向生态思维转变的重要理论指引。

1.2 河道治理基本原则

生态水利在河道治理中遵循四大核心原则。一是生态优先原则, 把水生态保护与修复置于首位, 工程方案优先选择生态友好型技术, 避免破坏原有植被、土壤与生物群落。二是系统整体性原则, 将河道纳入流域生态系统考量, 统筹水文循环、水体交换、生物迁徙等要素, 保障河道纵向与横向连通性。三是自然修复为主原则, 充分利用河道自我净化与自我修复能力, 辅以适度工程措施, 减少人工干预强度。四是因地制宜原则, 依据流域气候、地形、水文、本土物种条件制定差异化方案, 优先选用乡土材料与原生植被, 提升治理适配性与长效性。同时坚守安全底线, 在生态优化中不降低防洪排涝标准, 实现安全与生态平衡。各原则相互支撑, 构成生态河道治理的底层逻辑, 指导工程全流程落地。在此基础上还应兼顾公众需求与长期效益, 将生态治理与民生改善、流域可持续发展相结合, 确保治理成果稳定、可推广、可延续, 真正实现人水和谐的总体目标。

2 传统河道治理存在的生态短板与现实问题

2.1 工程硬质化严重, 生态系统破碎化

传统河道治理大量采用混凝土、浆砌石等硬质护岸, 阻断水陆生态交换, 破坏土壤-植被-水体循环, 导致水生生物失去栖息繁衍空间, 生物多样性大幅降低。硬质渠化使河道形态笔直单一, 消失深潭、浅滩、河漫滩等自然微地形, 水流流速均一化, 削弱水体复氧与自净能

力。同时硬质岸线阻隔地下水与地表水交换,破坏流域水文平衡,加剧水体富营养化。工程建设中过度开挖与回填,扰动底栖环境,破坏底栖生物群落,导致水生态系统结构失衡,自我修复能力丧失,形成“工程安全、生态恶化”的失衡格局,难以满足现代水生态治理需求。这种单一的工程模式打破了河道生态系统的自然平衡,使得河道沦为单纯的排水通道,其固有的生态服务功能被彻底削弱,形成难以逆转的生态退化恶性循环。

2.2 水文调控单一,生态流量保障不足

传统水利工程以防洪、灌溉、供水为主要目标,水文调控侧重人工调度,忽视河道生态流量需求,常出现枯水期断流、丰水期骤泄的现象。闸坝等构筑物未设置生态泄流设施,阻断鱼类洄游通道,破坏水生生物生命周期。水流节律人工化改变自然水文周期,影响水生植物生长与底栖生物繁衍,降低水体生态活力。同时缺乏动态调度机制,未根据季节变化、生态需求调整下泄流量,导致河道水体交换不足、流速异常,进一步加剧水质恶化与生态退化。水文调控与生态需求脱节,是河道生态系统难以恢复的重要原因。长期的人工阻断导致河道水文节律趋于扁平化,丧失了自然的涨落变化,使得依赖水文周期繁殖的物种失去生存契机,生态系统的韧性因缺乏自然扰动而逐渐衰退。

2.3 治理理念碎片化,系统修复能力薄弱

传统河道治理多为分段、分部门实施,缺乏流域统筹规划,上下游、左右岸治理标准不一,工程衔接性差,难以形成生态修复合力。治理重心集中于工程建设,忽视后期生态管护与长效运维,植被退化、岸线侵蚀、水质反弹等问题频发。同时过度依赖工程措施,轻视非工程手段,未构建植被缓冲带、人工湿地、生态浮岛等复合生态系统,水体净化与生态涵养能力不足。治理目标单一,未兼顾景观、休闲、文化等复合功能,与城市发展、人居环境提升脱节,无法实现生态、社会、经济综合效益最大化。治理体系的割裂导致上下游工程措施存在冲突,难以构建连续性的生态廊道,加之缺乏长期的生态养护机制,往往出现“建设即达标,完工即退化”的尴尬局面,制约了河道生态系统的整体恢复。

3 生态水利设计理念在河道治理中的核心应用

3.1 河道形态生态化设计

遵循自然蜿蜒特征,恢复河道自然平面形态,保留

或营造弯道、深潭、浅滩、汉道等微地形,模拟自然水流状态,提升水体复氧与自净能力。横断面采用复式、梯形等生态断面,设置河漫滩与缓坡过渡带,适应水位波动,拓展水陆生态交错带。纵断面设计兼顾生态需求,控制河床纵坡,设置阶梯式落差与缓流区,为鱼类等生物提供栖息与洄游条件。避免直线渠化与过度规整,依托地形顺势设计,保障河道纵向连通性,构建多样化水生生境,提升生态系统稳定性。形态设计同时满足防洪要求,通过生态化扩挖、滩地整治实现安全与生态双赢。通过形态重塑恢复河道的自然异质性,多样化的流速与水深环境能够支撑不同营养级的生物生存,为生物群落构建提供复杂的生境网络,是提升河道生态承载力的基础前提。

3.2 生态护岸结构工程应用

摒弃全硬质护岸,推广格宾石笼、生态袋、植物纤维毯、原木编篱等柔性生态护岸,采用石材、木材、种植土等天然材料,兼顾岸坡稳定与生态交换。构建乔灌木立体植被护岸体系,水位以下种植沉水植物,消落带配置挺水植物与耐湿灌木,岸顶栽植乡土乔木,形成固土、净水、美景观的复合护岸。护岸结构预留孔隙与生态通道,保障水陆物质交换与生物迁徙,增强岸线生态韧性。结合地形条件采用刚柔结合护岸,重点岸段适度加固,一般岸段以生态修复为主,实现防洪安全与生态保护协同。生态护岸不仅是物理结构的修复,更是土壤、植被与水体的生态纽带,通过根系固坡与植物净化的双重作用,能够有效提升岸坡的稳定性与水质改善能力,构建近自然的岸线生态景观。

3.3 生态水文调控与水环境修复

建立生态流量保障机制,在闸坝、堰体设置生态泄流孔与鱼道,保障枯水期基础流量,维持自然水文节律,满足水生生物生存需求。构建生态调蓄系统,利用河漫滩、湿地、坑塘调蓄洪水,同步实现滞洪、净水、涵养水源功能。采用人工湿地、生态浮岛、底质改良等技术,强化水体自净能力,削减氮磷等污染物,改善水质。构建水陆植被缓冲带,拦截地表径流污染,减少泥沙入河。实施生态补水与水系连通工程,提升水体流动性,破解静水富营养化问题。水文调控与水环境修复协同发力,恢复河道健康水循环系统。通过水文连接性的恢复,实现河道与周边湿地、河滨带的水体交换,不仅提升了水

体自净效率,更丰富了水资源的生态服务功能,为构建健康的水生态系统提供了动态的水量支撑。

4 生态水利工程在河道治理中的创新路径

4.1 生态材料与施工技术创新

研发轻质高强、透水透气、可降解的生态护岸材料,推广微生物固化、植物根系加筋等新型固土技术,降低工程对自然环境的扰动。创新近自然施工工艺,采用分段施工、原位保护、临时生态屏障等措施,减少施工期对水生物与植被的破坏。应用 BIM、GIS 等数字化技术,实现河道生态治理精准规划、模拟仿真与动态管控,提升设计科学性与施工精准度。研发适配不同气候与地形的生态修复成套技术,形成标准化、模块化生态治理体系,降低建设成本与运维难度。材料与技术创新推动生态治理向高效、低碳、长效方向发展。数字化技术的介入使得生态治理从经验导向转向数据导向,能够精准模拟不同工程方案的生态响应,在施工过程中减少扰动,实现最小干预下的最大修复,代表了现代生态水利工程的技术发展方向。同时结合低碳建造与绿色施工要求,进一步优化材料生产与工程实施流程,降低全生命周期能耗,让生态水利工程真正实现绿色低碳、可持续落地。

4.2 多目标协同治理体系创新

构建“防洪安全+生态修复+景观休闲+文化传承”多目标协同治理模式,将河道治理与城市更新、乡村振兴、海绵城市建设有机结合。建立流域统筹、部门协同的治理机制,打破分段分治壁垒,实现规划、建设、管护一体化。创新生态运维模式,推行市场化管护、智能化监测,建立水质、生态、工程安全动态监测网络,及时预警并处置生态风险。融合生态与景观设计,打造滨水生态廊道,提升人居环境品质,实现生态效益、社会效益、经济效益统一。多目标创新推动河道治理从单一工程向综合生态系统服务转型。系统治理的核心在于打破部门壁垒,通过多规合一实现资源的统筹配置,将生态治理转化为城市公共服务的一部分,不仅修复了自然生态,更重塑了人与自然的和谐关系,提升了流域治理的综合价值。在此基础上进一步强化公众参与机制,拓宽社会监督渠道,让河道治理成为全民共建共享的民生工程,持续提升治理效能与社会认可度。

4.3 制度保障与智慧管理创新

完善生态水利工程标准规范,制定河道生态治理技术导则与评价体系,明确生态指标、建设要求与管护标准。建立生态补偿与激励机制,鼓励社会资本参与生态河道建设与运维。搭建智慧水利管理平台,整合水文、水质、生态、工程数据,实现实时监测、智能调度、精准管控。加强专业人才培养,提升生态水利设计、施工、运维全链条技术水平。健全长效管护制度,明确责任主体,强化监督考核,保障生态治理成果长效稳定。制度与管理创新为生态水利理念落地提供坚实保障,推动河道治理可持续发展。制度体系的完善是生态治理成果固化的关键,通过建立标准化的评价体系与长效的管护机制,能够确保生态治理效果不反弹,形成“建设-维护-增值”的良性循环,实现河道生态的可持续演进。同时强化政策执行与动态评估机制,根据流域变化与技术进步及时调整管理策略,不断提升智慧管理的适应性与科学性。

5 结论

生态水利工程设计理念是河道治理从传统工程化向生态化转型的核心支撑,可有效破解硬质化、碎片化、生态退化等痛点。通过河道形态自然化、生态护岸柔性化、水文调控生态化、系统治理协同化的应用,结合材料技术、治理模式、管理制度创新,能够在保障防洪安全的同时,修复水生态系统、提升生物多样性、改善水环境质量。未来应坚持生态优先、系统治理、因地制宜,持续深化技术创新与管理优化,构建人水和谐的河道生态格局,为水生态文明建设与流域可持续发展提供坚实保障。

参考文献

- [1] 胡少波. 生态水利设计理念在城市河道治理工程中的应用[J]. 珠江水运, 2021(11): 107-108.
- [2] 董哲仁. 水利工程生态设计的理论与实践[J]. 水利学报, 2022, 53(7): 789-798.
- [3] 周向栋. 生态水利设计在城市河道治理工程中的应用研究[J]. 地下水, 2023, 45(4): 310-311.
- [4] 黄婷. 河道治理与整治技术的改善河道环境效果研究[J]. 内蒙古水利, 2024(10): 48-49.
- [5] 韩嵩莹. 河道治理问题及构建生态水利体系研究[J]. 内蒙古水利, 2024(10): 52-53.