

基于生态水利设计理念的城市河道治理工程

姚小海

西乡县水利工作服务站 陕西 汉中 723500

摘要: 随着城市化进程加速,城市河道生态问题愈发突出。基于生态水利设计理念的城市河道治理工程应运而生,该理念以生态优先、系统思维和动态适应为核心理念,与传统治理模式大不相同。工程采用河道形态生态化改造、生态护岸、水质净化及生物多样性提升等关键技术。以某城市中心河道治理为例,实施护岸改造、形态与群落修复、构建人工湿地等措施。实践表明,工程使生态指标改善、水质提升,收获积极社会反馈,达成生态与社会效益双赢。

关键词: 生态水利设计;城市河道;治理工程

引言:在城市化浪潮的推动下,城市规模不断扩张,河道作为城市生态系统的重要组成部分,却面临着前所未有的挑战。传统城市河道治理多侧重于防洪排涝等单一功能,采取硬质化工程措施,导致河道生态功能严重退化,生物多样性锐减,水质恶化。随着人们对生态环境质量要求的提高,生态水利设计理念应运而生。它强调尊重自然、保护生态,将生态效益纳入河道治理的核心考量。基于此理念开展城市河道治理工程,对于恢复河道生态功能、提升城市环境品质、实现人与自然和谐共生具有至关重要的意义。

1 生态水利设计理念解析

1.1 核心理念

(1) 生态优先:摒弃传统工程硬化的单一治理模式,以自然解决方案(NbS)为核心路径。通过修复河道自然形态、恢复水生植被、构建滨岸缓冲带等方式,维系生态系统的完整性,保障生物多样性,实现水利工程与自然生态的和谐共生。(2) 系统思维:打破要素分割的治理局限,统筹水文循环、地质结构、生物群落与人文景观多维度协同。在设计中综合考量水资源调配、水质净化、水土保持与区域文化传承,确保水利工程不仅满足防洪、供水等基础功能,更能适配区域生态与社会发展的整体需求。(3) 动态适应:尊重河道自然演变规律,在保障防洪安全的前提下,保留河道一定的自由变迁空间。通过设置柔性护岸、生态浅滩等弹性结构,增强河道对水文变化、气候变化的抗干扰能力,让水生生态系统具备自我修复与持续演化的活力。

1.2 与传统治理对比

维度	传统治理	生态治理
设计目标	行洪安全	行洪-生态-文化复合功能
工程措施	混凝土衬砌、截弯取直	生态护岸、蜿蜒改造
生态影响	生物多样性下降	栖息地连通性提升

2 基于生态水利设计理念的城市河道治理工程技术

2.1 河道形态生态化改造

(1) 蜿蜒度优化:传统城市河道多采用直线硬化设计,虽提升行洪效率,但破坏水流自然节律,导致水生生物栖息地单一。生态化改造中,需基于河道原有自然走向,通过清淤、局部开挖等方式恢复河湾形态,将蜿蜒度控制在1.2-1.5的合理范围。蜿蜒河道可形成主流、缓流、回流等多样水流形态,不仅能减缓流速、降低水流对河岸的冲刷力度,还能通过水流分选作用沉积泥沙与营养物质,为浮游生物、底栖生物提供适宜生存环境,同时增强河道景观的自然性与观赏性^[1]。(2) 浅滩-深潭序列构建:针对城市河道断面单一、水深均匀的问题,采用人工开挖与自然塑造相结合的方式,构建“浅滩-深潭”交替的纵向形态。浅滩区域水深控制在0.3-0.8米,通过铺设卵石、砾石营造透水基底,利于水生植物扎根生长,同时为鱼类提供觅食与幼鱼栖息场所;深潭区域水深设为2-3米,保留河道原有深槽或人工开挖形成,在汛期可作为洪水调蓄空间,非汛期则为喜深水区鱼类提供避难与越冬环境。这种异质化生境能显著提升河道生态系统的结构复杂性,满足不同生物的生存需求,促进食物链完整构建。

2.2 生态护岸技术

(1) 植物型护岸:以“植被固土+柔性防护”为核心,优先选用狗牙根、紫花苜蓿、芦苇等深根乡土植物。施工时,先清理河岸表层杂草,平整边坡(坡度控制在1:2-1:3),随后铺设椰纤维毯(厚度5-8mm)固定表层土壤,再撒播植物种子并覆盖薄土。椰纤维毯可在植物生长初期有效防止水土流失,待植物根系深扎土壤(约3-6个月)后,其根系能形成密集的地下“根网”,增强土壤抗剪强度,同时植被地上部分可减缓水流冲

击,吸收水体中的氮、磷营养物质。该技术成本低、生态性强,适用于坡度较缓、流速较小的河道岸段。(2)生态石笼护岸:针对流速较大、冲刷较强的河道岸段,采用镀锌钢丝石笼(网孔尺寸10cm×12cm)作为基础结构,内部填充粒径20-50cm的块石(优先选用本地玄武岩、石灰岩),块石间预留10-15cm空间,填充种植土并播撒紫穗槐、杞柳等耐湿乡土植物种子。石笼结构具备良好的透水性,可实现河岸与河道的水分交换,避免岸体内部积水导致的结构破坏;块石能抵御水流冲刷,植物根系则进一步加固岸体,同时石笼间隙为底栖生物、小型鱼类提供栖息与繁殖空间,实现护岸功能与生态效益的统一^[2]。

2.3 水质净化与生态修复

(1)人工湿地:在河道沿岸或支流入口处构建表流-潜流复合湿地系统,表流湿地面积占比约40%,种植香蒲、菖蒲等挺水植物,通过植物吸收、微生物降解及物理沉降去除水体中部分悬浮物与有机污染物;潜流湿地填充粒径5-15cm的砾石、沸石等填料(厚度0.8-1.2米),种植芦苇、茭白等植物,其根系与填料表面形成生物膜,可高效去除水体中的氮、磷营养物质,总氮去除率达60%-70%,总磷去除率达70%-80%。复合湿地系统不仅能净化水质,还能调节河道径流,为鸟类、昆虫提供栖息地,提升区域生态服务功能^[3]。(2)微生物强化:针对城市河道有机污染物含量较高的问题,采用“原位投加+载体固定”的微生物强化技术。优先选用芽孢杆菌、硝化细菌、反硝化细菌等功能菌剂(有效活菌数 $\geq 10^8$ CFU/g),根据水质监测数据(COD、氨氮浓度)确定投加量(通常为0.5-2g/m³),可直接将菌剂稀释后均匀泼洒至河道水体,或固定于多孔陶瓷载体(孔径2-5mm)中沉入河底。功能菌剂能快速繁殖并形成优势菌群,加速水体中COD、BOD₅等有机污染物的降解,同时促进氮素硝化-反硝化循环,降低水体富营养化风险。该技术操作简便、见效快,适用于河道水质应急改善与长期维护。

2.4 生物多样性提升

(1)鱼类洄游通道:对于存在闸坝、堰体等阻隔设施的河道,需构建阶梯式鱼道,鱼道宽度设为1.5-2.5米,坡度控制在1:10-1:15,根据河道内主要鱼类(如鲫鱼、鲤鱼、草鱼)的跃水能力,设置高度10-20cm的阶梯式消能坎,坎间形成缓水池(水深0.5-0.8米)。鱼道内壁铺设仿岩石纹理的混凝土或贴附卵石,减少鱼类洄游阻力,同时在鱼道入口处设置引导水流装置,吸引鱼类进入。阶梯式鱼道可打破水利设施对鱼类洄游的阻隔,恢复鱼类

“索饵-繁殖-越冬”的洄游通道,促进鱼类种群交流与数量恢复^[4]。(2)两栖动物栖息地:在河道岸边或人工湿地周边,营造面积50-100m²的静水区(水深0.2-0.5米),底部铺设淤泥与腐殖质,种植浮萍、水葫芦等浮水植物,为蛙类、蟾蜍等两栖动物提供产卵场所;静水区周边种植垂柳、水杉等乔木,搭配鸢尾、美人蕉等草本植物,形成植被覆盖区,为两栖动物提供躲避天敌、夏季避暑的栖息空间。同时,在静水区与河道主航道之间设置缓坡过渡带,避免水流扰动影响两栖动物生存环境。通过构建多样化的微生境,可显著提升两栖动物的存活率与繁殖成功率,丰富河道生态系统的生物多样性。

3 生态水利城市河道治理工程实践与效果评估

3.1 案例选择

本次实践案例选取汉中某县中心河道,该河道城区段全长7.3km,是贯穿城市核心区的重要水系,承担着防洪排涝、景观营造及生态调节等多重功能。治理前,受城市发展过程中“重功能、轻生态”理念影响,河道采用混凝土或浆砌石衬砌硬化,硬化率高达85%,河道断面单一、水流流速均匀,自然生态系统严重退化,不仅丧失了基本的生态服务功能,还对周边居民生活环境与城市整体形象造成负面影响。基于此,该河道被列为城市生态修复重点工程,采用生态水利设计理念开展系统性治理。

3.2 生态治理措施

3.2.1 护岸生态化改造

针对河道硬质衬砌导致的生态隔绝问题,优先改造上游左岸2.3km的混凝土和浆砌石护岸衬砌,结合河岸地形与水流特征,打造为植物型护岸。施工中,先清理衬砌碎块与岸坡杂土,将岸坡坡度调整为1:2.5的缓坡形态,随后铺设8mm厚椰纤维毯固定表层土壤,播撒狗牙根、芦苇混合种子,并在岸坡中下部种植紫穗槐灌木带。为保障初期稳定性,在护岸底部间隔2m设置小型生态石笼(网孔10cm×12cm,填充20-30cm本地块石),形成“灌木+草本+柔性防护”的复合护岸结构,既解决传统硬质护岸的生态缺陷,又满足防洪抗冲需求。

3.2.2 河道形态与生物群落修复

为恢复河道自然生境,在河道中游、下游及支流汇入口附近,重建3处“浅滩-深潭”序列。每个序列长度控制在150-200m,浅滩区域采用卵石(粒径5-10cm)铺设基底,水深0.5-0.8m,种植苦草、金鱼藻等沉水植物;深潭区域通过人工开挖形成,水深2.5-3m,底部保留部分淤泥层,营造鱼类栖息环境。同时,联合当地水产种类,筛选鲫鱼、鲤鱼等本土鱼类,共计投放5000尾(规

格5-10cm), 投放前进行检疫处理, 确保无疫病风险, 通过人工辅助恢复鱼类群落。

3.2.3 人工湿地构建

在河道中游沿岸(城市主干道北侧), 利用闲置地块建设总面积5000m²的表流-潜流复合人工湿地。湿地整体呈长方形布局, 其中表流湿地占比40%(2000m²), 水深0.3-0.5m, 种植香蒲、菖蒲等挺水植物, 行距与株距均为50cm; 潜流湿地占比60%(3000m²), 填充粒径8-15cm的砾石与沸石混合填料(厚度1m), 种植芦苇、茭白, 填料层下方铺设透水土工布, 防止土壤颗粒堵塞。湿地进水口与河道连通, 通过水泵提升河水进入湿地, 经植物吸收、微生物降解后, 净化水再回流至河道, 形成“河道-湿地”水循环系统, 强化水质净化效果。

3.3 实施效果

3.3.1 生态指标显著改善

治理工程完工1年后, 通过生态监测发现, 河道底栖动物种类从治理前的12种增至28种, 其中蜉蝣、石蛾等对水质敏感的指示性生物占比提升至35%, 表明河道生态环境已具备支撑多样生物生存的条件。鱼类群落结构逐步恢复, 监测到投放的5种本土鱼类均成功存活, 且自然繁殖出幼鱼个体, 同时吸引了泥鳅、黄鳝等野生鱼类栖息, 鱼类种群数量较治理前增长2.3倍, 河道生态系统的完整性与稳定性大幅提升。

3.3.2 水质指标大幅提升

依据每月水质采样监测数据(选取河道上、中、下游6个监测点), 治理后河道COD(化学需氧量)浓度从治理前的65mg/L下降至37.7mg/L, 降幅达42%; 氨氮浓度从12.8mg/L降至4.48mg/L, 降幅达65%, 水质从劣V类提升至IV类, 水体透明度从治理前的0.3m提高至0.8m, 发黑发臭现象完全消失, 水体自净能力显著增强, 满足城

市河道景观用水与生态用水的基本要求。

3.3.3 社会反馈积极向好

通过问卷调查(发放问卷1200份, 回收有效问卷1086份)与实地走访发现, 居民对河道治理效果的满意度从治理前的62%提升至89%, 92%的受访者认为河道环境改善对生活质量提升有明显帮助。同时, 滨水活动频次显著增加, 治理后每日前往河道沿岸散步、健身、休闲的居民约1200人次, 较治理前(约400人次)增长3倍, 河道周边还形成了小型滨水休闲带, 带动了周边社区活力提升, 实现了生态效益与社会效益的协同发展。

结束语

基于生态水利设计理念的城市河道治理工程, 是顺应时代发展、回应生态需求的积极实践。通过引入生态优先、系统协同与动态适应等理念, 采用形态改造、生态护岸、水质修复等创新技术, 工程不仅重塑了河道的自然生境, 更显著提升了水体自净能力与生物多样性。实践证明, 这一模式既能有效缓解城市内涝、改善水环境质量, 又能增强公众生态福祉, 为城市可持续发展注入绿色动能。未来, 需持续优化技术应用, 推动生态治理向更深层次迈进。

参考文献

- [1]路毅.论城市河道治理工程中生态水利设计理念的应用[J].农业开发与装备,2024,(11):114-116.
- [2]王端,冯琴.城市河道治理工程中生态水利设计理念运用分析[J].低碳世界,2023,(03):25-27.
- [3]高新颖.生态水利设计理念在城市河道治理工程中的应用分析[J].水上安全,2023,(06):49-51.
- [4]翟磊.生态水利设计理念在城市河道治理工程中的应用[J].中国地名,2023,(09):105-107.