

# 水利工程河道治理与生态水利技术

齐海旭

河北省水利工程局集团有限公司 河北 石家庄 050000

**摘要:** 随着社会经济发展,人类对河道资源的开发利用加剧,河道生态系统受损问题日益突出,如形态破坏、水质恶化等,不仅影响生态环境,还制约社会可持续发展。本文围绕水利工程河道治理与生态水利技术展开研究,阐述了河道生态系统结构功能、生态水利理念原则及治理与保护辩证关系等核心理论;分析了当前河道面临的形态破坏、水质污染及工程负面影响等生态问题;梳理了河道生态修复、水质净化、水文调控、生物保护等关键技术;最后探讨技术在形态修复、水质改善、栖息地构建中的具体应用。

**关键词:** 水利工程;河道治理;生态水利技术;应用

**引言:** 传统河道治理侧重功能实现,忽视生态保护,难以满足当前需求。生态水利技术作为兼顾治理与生态的重要手段,逐渐成为研究热点。本文从核心理论、现存问题、关键技术及具体应用四方面展开探讨,旨在明确生态水利技术在河道治理中的作用,为解决河道生态问题、提升治理成效提供思路,助力河道生态保护与可持续利用。

## 1 河道治理与生态水利技术的核心理论基础

### 1.1 河道生态系统的结构与功能特性

河道生态系统结构具层级性与关联性,纵向以干流为核心、支流延伸形成网络,横向涵盖水域、水岸过渡带及陆域边缘,构成完整空间单元。系统含生物与非生物组分:生物组分按营养关系形成层级,非生物组分以水、土壤、地貌为基础,共同构成物质与环境载体。其功能基于结构完整性,表现为物质循环、能量流动与信息传递的统一,各组分相互作用维持动态平衡,这种平衡随环境变化具稳定性与适应性,是系统存续的关键。

### 1.2 生态水利的核心理念与基本原则

生态水利以“人与自然和谐共生”为核心理念,强调水利活动尊重自然规律,摒弃人类需求主导的开发模式,将生态系统完整性与稳定性纳入工程核心考量。其基本原则包括:整体性原则,要求从生态系统整体规划,避免局部干预破坏系统;可持续性原则,注重水利开发与生态承载能力匹配,保障当前利用不损害未来;协调性原则,协调水利功能与生态需求,实现工程效益与生态保护兼容;适应性原则,考虑生态系统动态变化,使水利措施可应对环境波动,这些原则构成实践的理论指引。

### 1.3 河道治理与生态保护的辩证关系

河道治理与生态保护是相互依存、制约的辩证统一体。治理是生态保护的重要手段,科学治理可修复受损

系统,为保护提供支撑;生态保护是治理的根本目标之一,治理需以不破坏生态为前提,脱离保护的治理会导致系统失衡,影响成效持续性。二者辩证关系体现在目标一致与手段互补:治理需以保护为约束,保护需借治理实现,唯有二者有机结合,才能达成河道系统长期稳定发展目标<sup>[1]</sup>。

## 2 当前河道治理面临的主要生态问题

### 2.1 河道形态破坏与连通性丧失问题

人类活动致使天然河道形态受损,直线化改造、裁弯取直使河道自然弯曲度降低,深潭、浅滩交替的地貌消失,纵向与横向连续性遭破坏。跨河建筑物、堤坝阻断水系连通,阻碍河段水体交换,割裂生态系统整体性,改变水流动力条件,削弱河道水文调节、物质循环功能及生态自我修复能力。

### 2.2 水质污染与水生态系统退化问题

工业废水、生活污水、农业面源污染持续入河,超出水体自净能力,导致水质超标、富营养化及黑臭现象频发。污染物累积破坏水生生物生存环境,造成水生植物群落单一化、生物数量减少及多样性下降;同时加剧底泥污染,形成“水质污染-底泥释放-污染加重”恶性循环,致使水生态系统结构失衡、功能衰退。

### 2.3 水利工程建设对河道生态的负面影响

传统水利工程侧重防洪、发电、供水功能,忽视生态保护。水库、水闸改变天然水文情势,导致下游径流减少、水位波动异常,破坏水生生物产卵与洄游条件;工程建设中的土方开挖、植被清除,破坏岸线生态系统,加剧水土流失、降低岸坡稳定性,威胁河道生态系统完整性<sup>[2]</sup>。

## 3 生态水利关键技术

### 3.1 河道生态修复技术

河道生态修复技术通过对河道岸线、河床、植被等要素的调控,重建适宜生物生存的生态环境,主要技术要点包括:(1)生态护岸技术:采用透水、透气的材料构建护岸结构,替代传统混凝土硬化护岸,材料选择需兼顾稳定性与生态兼容性,常见类型包括植被混凝土护岸、格宾石笼护岸、生态袋护岸等,结构设计需保留岸线与陆地、水体的物质交换通道,维持岸坡微环境的自然属性。(2)河床形态修复技术:依据河道天然地貌特征,调整河床纵坡、横断面形态,恢复深潭、浅滩、弯道等自然结构,通过清淤、疏浚等措施优化河床高程,改善水流速度与流向分布,为水生生物提供多样化的栖息空间,同时增强河道行洪排涝能力。(3)植被重建技术:在河道岸坡、滩地等区域种植本土水生、湿生及陆生植被,构建乔灌草相结合的植被群落,植被选择需考虑耐水性、抗逆性及生态适配性,避免引入外来入侵物种,种植布局需模拟自然植被分布规律,形成连续的植被覆盖带,提升河道生态系统的稳定性。

### 3.2 水质净化与生态净化技术

水质净化与生态净化技术通过物理、化学、生物等多重作用,降低水体中污染物浓度,改善水质状况,技术设计需结合河道水文条件与污染特征,核心要点如下:(1)物理净化技术:利用物理作用分离水体中污染物,常见技术包括河道曝气技术,通过向水体充氧提升溶解氧含量,抑制厌氧微生物活动;底泥疏浚技术,清除河道底部富集的污染物底泥,减少底泥内源污染释放;过滤技术,采用砂石、滤料等构建过滤层,拦截水体中悬浮颗粒物与部分污染物。(2)生物净化技术:借助水生生物的代谢作用降解污染物,主要包括微生物净化技术,通过投放功能性微生物制剂,增强水体对有机物、氮磷等污染物的降解能力;水生植物净化技术,利用水生植物吸收水体中氮、磷等营养物质,同时通过根系微生物群落强化污染物分解;生物膜净化技术,在载体表面形成生物膜,利用膜上微生物的吸附、降解作用去除污染物。(3)生态净化系统构建技术:整合多种净化单元形成复合生态净化系统,如人工湿地系统,通过基质、植被、微生物的协同作用净化水质,系统设计需合理的水力负荷、停留时间与基质配比;生态浮岛技术,在水体表面设置浮体,种植水生植物构建浮岛群落,利用植物吸收与微生物降解实现水质净化,浮岛布局需考虑水体流动性与净化效率。

### 3.3 河道水文调控与生态流量保障技术

河道水文调控与生态流量保障技术通过调整水资源调度方式,维持河道合理的水文过程,满足生态系统对水

量、水位、水流节律的需求,关键技术要点包括:(1)生态流量确定技术:基于河道生态系统需求,结合水文观测数据与生态指标,采用水文情势分析法、生态需求分析法等方法,确定河道不同时段的最小生态流量、适宜生态流量及生态流量过程线,明确生态流量的量级、历时、频率与变化幅度,为水资源调度提供依据。(2)水文调控技术:通过水利工程调度实现河道水文过程的优化,包括水库生态调度技术,调整水库泄流方式,模拟天然径流过程,保障下游河道生态流量;水闸调控技术,合理安排水闸启闭时间与开度,控制河道水位与流速,满足水生生物产卵、洄游等关键生态需求。(3)生态流量监测与评估技术:建立河道生态流量监测网络,利用水位计、流量计等设备实时监测河道流量、水位变化,结合遥感、物联网等技术实现监测数据的实时传输与分析;构建生态流量评估模型,定期评估生态流量保障程度,根据评估结果调整水文调控方案,确保河道生态流量持续满足生态需求。

### 3.4 生物多样性保护与栖息地修复技术

生物多样性保护与栖息地修复技术聚焦于维护河道生态系统中的生物群落,改善生物生存环境,促进物种间的共生平衡,主要技术要点如下:(1)栖息地类型修复技术:针对不同生物的栖息需求,修复多样化的栖息地类型,包括鱼类栖息地修复,通过构建鱼道、产卵场、庇护所等设施,解决水利工程对鱼类洄游的阻隔问题,优化栖息地的水流、底质条件;鸟类栖息地修复,在河道周边营造沼泽、浅滩等湿地环境,种植鸟类喜食的植物,设置休憩、繁殖场所;底栖生物栖息地修复,改善河床底质组成,增加底质孔隙度,为底栖生物提供生存与繁殖空间。(2)物种保护技术:针对珍稀、濒危物种及关键物种,采取专项保护措施,包括就地保护技术,在物种原生栖息地建立保护区域,减少人类活动干扰;迁地保护技术,对受威胁严重的物种,转移至适宜的人工环境中饲养、繁殖,待条件成熟后放归自然;物种监测技术,利用红外相机、声学监测、DNA检测等手段,跟踪物种数量、分布及活动规律,为保护措施调整提供数据支持。(3)生态系统连通性修复技术:恢复河道生态系统内部及与周边生态系统的连通性,包括河道纵向连通性修复,拆除或改造阻隔性水利设施,修建生态鱼道、过鱼设施,保障水生生物洄游通道畅通;横向连通性修复,恢复河道与洪泛区、沼泽地等周边湿地的水力联系,扩大生物活动范围<sup>[3]</sup>。

## 4 生态水利技术在河道治理中的具体应用

### 4.1 生态水利技术在河道形态修复中的具体应用

河道形态修复以恢复自然水文地貌为目标,通过技术调整河道结构,具体应用包括:(1)岸线生态化改造:用生态护岸替代传统硬化岸坡,依岸线坡度、水流速度及地质条件选格宾石笼、生态袋、植被混凝土等形式,结构预留透水缝隙与植物生长空间,岸坡表层铺种植土并种本土湿生、水生植被,实现岸线与水体生态衔接,兼顾稳定性与自然岸线生态功能。(2)河床地貌重塑:结合天然水文情势,用疏浚与地形调整技术清除污染物底泥、恢复河床原始高程;人工堆浅滩、挖深潭,构建“深潭-浅滩”交替地貌,调整纵坡与横断面形态,优化水流动力条件,使流速、水深符合自然河道特征,为水生生物提供多样活动空间。(3)河道连通性恢复:对阻断连通的水利设施进行生态化改造,在水闸、堤坝处修生态鱼道、过鱼孔,鱼道设计匹配鱼类洄游习性,确定合理坡度、宽度与水流速度。

#### 4.2 生态水利技术在河道水质改善中的具体应用

水质改善聚焦降污染物浓度,通过技术构建净化系统,削减外源、控制内源污染,具体应用如下:(1)外源污染拦截:在入河口、支流汇入口等节点布生态拦截带与前置净化系统,拦截带选耐污本土植被建乔灌草复合群落,拦地表径流泥沙、氮磷等污染物;前置系统用人工湿地、生态滤池,借基质吸附、植物吸收与微生物降解预处理入河污水,减少污染物入主河道量。(2)内源污染控制:针对底泥污染用生态清淤技术,控清淤深度与范围防破坏底栖生物栖息地,清淤后铺砂石、活性炭等生态覆盖层,阻隔底泥污染物释放;同时用水体曝气技术充氧提溶解氧,抑制厌氧微生物活动,减少底泥污染物厌氧释放。(3)水体生态净化:在河道内建原位净化系统,投放生态浮岛与水生植物群落,浮岛选轻质耐用载体,种水生美人蕉、芦苇等净化植物,借根系吸氮磷;布生态砾石床、生物绳等生物膜载体,为微生物提供附着面形成群落,强化降解有机物与污染物,改善

水质。

#### 4.3 生态水利技术在生物栖息地构建中的具体应用

生物栖息地构建以提生物多样性为目标,通过技术优化生存环境,具体应用包括:(1)鱼类栖息地优化:依鱼类习性与繁殖需求建产卵场、育肥场与庇护所,产卵场选沙质、砾石质底质并人工铺料;育肥场种水生植物形成群落,供鱼类觅食与隐蔽;庇护所利用河道弯道、深潭或人工修鱼礁、洞穴,为鱼类避天敌、抗水流冲击提供安全空间。(2)鸟类栖息地营造:在河道周边湿地、滩涂用植被恢复与水位调控技术,种芦苇、香蒲等挺水植物及水生藻类,形成多样植被覆盖,供鸟类觅食与筑巢;通过水闸、泵站控湿地水位,维持适宜水深,满足鸟类栖息需求。(3)底栖生物栖息地修复:依底栖生物需求优化底质结构,人工投贝壳、碎石改善底质孔隙度与透气性,供其附着栖息;控河道水流速度,防过快冲刷底质影响底栖生物生存<sup>[4]</sup>。

结束语:本文系统研究了水利工程河道治理与生态水利技术,明确了核心理论基础,剖析了当前河道治理面临的生态问题,梳理了关键技术体系,并阐述了技术具体应用路径。研究表明,生态水利技术是解决河道生态问题、实现治理与生态协同发展的有效途径。后续可进一步加强技术创新与优化,结合智慧水利手段提升治理精准性。

#### 参考文献:

- [1] 闭庆东.水利工程河道治理与生态水利技术分析[J].区域治理,2025(15):0100-0102.
- [2] 邓亮,齐佳佳.水利工程河道治理与生态水利技术[J].水上安全,2023(13):10-12.
- [3] 张晓雪.水利工程河道治理护岸护坡施工技术研究[J].工程技术研究,2025,10(12):52-54.
- [4] 邱杰.水利工程河道治理与生态水利技术[J].水利电力技术与应用,2025,7(18):11-12.