

小流域河道治理技术研究

高 超

山东省水利勘测设计院有限公司 山东 济南 250000

摘 要：本文围绕小流域河道治理技术展开系统研究，阐述小流域河道水文、地貌、生态三大基本特征，剖析当前河道淤积、水质污染、岸坡不稳及管护缺失等突出问题，基于生态修复、水土保持等核心理论，重点研究清淤改良、河岸防护、水质净化及生态修复等关键技术，并结合实例分析技术应用成效。研究表明，科学适配的治理技术可有效提升河道行洪能力、改善水质、恢复生态功能，为小流域河道综合治理提供可靠技术支撑，助力生态清洁小流域建设与乡村振兴发展。

关键词：小流域；河道；治理技术

引言：小流域作为大江大湖的基本组成单元，其河道健康状况直接关系区域生态安全、居民生产生活及经济社会可持续发展。当前，我国小流域河道普遍面临淤积严重、水质恶化、生态退化等诸多难题，不仅严重威胁防洪排涝安全，还制约生态清洁小流域建设进程。于此，本文立足小流域河道治理实际需求，结合相关理论与实践经验，系统研究各类治理关键技术，分析技术应用要点与实际效果，为解决小流域河道治理难题、实现“山青水净村美”目标提供理论与实践参考。

1 小流域河道现状及治理理论基础

1.1 小流域河道基本特征

（1）水文特征：小流域河道汇流面积小，径流受降水影响显著，汛期水量暴涨暴落，枯水期易出现断流；径流含沙量较高，受地形和植被覆盖影响大，洪水期输沙能力强，易引发淤积。（2）地貌特征：多分布于山区、丘陵地带，河道走向受地形制约，岸坡较陡，河床多由砂石、泥土构成，河道弯曲度较大，局部存在急弯、浅滩等地形，稳定性较差。（3）生态特征：流域内生物多样性相对单一，水生生物多为耐污性种类，河岸植被覆盖率偏低，生态系统自我修复能力弱，易受人类活动和自然因素干扰而退化。

1.2 小流域河道现存主要问题

（1）河道淤积与行洪能力不足：生产生活垃圾、泥沙大量堆积河床，导致河道断面缩小，行洪排涝能力下降，汛期易引发洪涝灾害，威胁沿岸居民安全。（2）水质污染与生态退化：生活污水、农业面源污染无序排放，导致河道水质恶化，水体富营养化严重，水生生物生存环境遭到破坏，生态功能逐步丧失。（3）河岸侵蚀与岸坡不稳定：降雨冲刷、水流冲击导致河岸坍塌、侵蚀，岸坡水土流失严重，不仅破坏河道形态，还可能引

发山体滑坡等次生灾害。（4）治理模式不合理与管护缺失：部分治理工程重工程建设、轻生态保护，治理模式单一，缺乏系统性；后续管护机制不健全，责任落实不到位，导致治理效果难以长期维持^[1]。

1.3 小流域河道治理核心理论

（1）生态修复理论：以恢复河道生态系统原有功能为核心，通过人工干预与自然修复结合，改善水体质量、恢复生物多样性，实现河道生态系统的良性循环。（2）水土保持理论：通过植树造林、修建梯田等措施，减少水土流失，降低河道泥沙淤积，保护岸坡稳定，从源头改善小流域河道生态环境。（3）近自然河道治理理论：尊重河道自然形态和生态规律，避免过度人工化改造，保留河道天然弯曲、浅滩、深潭等特征，实现人与自然和谐共生。

1.4 小流域河道治理原则与目标

（1）治理原则：坚持生态优先、因地制宜，结合小流域实际情况制定治理方案；坚持系统治理、标本兼治，统筹解决淤积、污染、侵蚀等问题；坚持长效管护、群众参与，明确管护责任，引导群众参与治理与管护。（2）治理目标：短期目标是清除河道淤积，提升行洪排涝能力，改善河道水质；中期目标是修复河岸生态，稳定岸坡，恢复河道生态功能；长期目标是构建健康、稳定、可持续的小流域河道生态系统，实现防洪安全、生态优美、人居和谐的治理成效。

2 小流域河道治理关键技术研究

2.1 河道清淤与底质改良技术

（1）环保型清淤技术：针对小流域河道淤积特点，优先采用环保型清淤技术，避免清淤过程中造成二次污染。主要包括水力冲挖清淤和机械负压清淤，水力冲挖清淤通过高压水枪将河床淤积物打散，再利用泥浆泵抽

排至指定区域,适用于泥沙淤积较浅的河段;机械负压清淤采用专用清淤设备,通过负压吸附方式抽取河床底泥,对水体扰动小,能精准清除污染底泥,适用于水质敏感、淤积较深的河段,可最大限度保留水体原有生态环境。(2)底质污染修复与改良技术:针对底质污染严重的河段,采用物理、化学与生物结合的改良方式。物理改良可通过曝气增氧、底质翻耕等手段,提升底质透气性,促进污染物分解;化学改良采用投放生石灰、活性炭等药剂,吸附底质中的重金属和有机物,降低污染浓度;生物改良则利用微生物制剂、水生植物根系作用,降解底质污染物,改善底质理化性质,恢复底质生态功能^[2]。(3)清淤废弃物资源化利用技术:对清淤产生的底泥和废弃物进行分类处理,实现资源化利用。对于污染较轻的底泥,经晾晒、无害化处理后,可用于改良周边农田土壤、制作园林绿化用土;对于含沙量较高的清淤物,可加工成建筑用砂石骨料,用于河道护岸、道路建设等工程;对于污染严重的底泥,经固化处理后,用于填方工程,避免二次污染,实现“变废为宝”。

2.2 河岸生态防护技术

(1)植物-工程复合护岸技术:结合小流域岸坡特点,采用“工程防护+植物防护”的复合模式,兼顾稳定性和生态性。工程部分采用浆砌石、混凝土等材料构建基础防护结构,抵御水流冲刷,防止岸坡坍塌;植物部分在岸坡种植固土能力强、耐水性好的乡土植物,如狗牙根、芦苇、垂柳等,通过植物根系固定土壤,减少水土流失,同时改善河岸生态环境,为生物提供栖息空间。(2)生态袋护岸与格宾石笼护岸技术:生态袋护岸采用高强度、可降解的生态袋,填充土壤和植被种子后堆叠于岸坡,具有透气性好、抗冲刷能力强的特点,可快速恢复岸坡植被;格宾石笼护岸由镀锌钢丝编织成网笼,内填块石,铺设于河岸坡面,具有柔韧性好、适应岸坡变形的优势,能有效抵御水流冲击,同时石笼间隙可生长水生植物,实现生态防护与工程防护的结合。(3)自然缓坡护岸与滨水缓冲带建设技术:遵循近自然治理理念,将陡峭岸坡修整为缓坡,保留天然岸线形态,减少人工干预;在河岸周边建设滨水缓冲带,种植乔灌木结合的植被群落,利用植被截留地表径流、过滤污染物,减少农业面源污染和生活污水对河道的影响,同时为鸟类、昆虫等生物提供栖息环境,提升河岸生态系统稳定性^[3]。

2.3 水质净化与污染控制技术

(1)人工湿地净化技术:在小流域河道周边适宜区域构建人工湿地,利用湿地土壤、植物、微生物的协

同作用,净化河道水体。人工湿地分为表面流、潜流两种类型,潜流湿地处理效果更好,可有效去除水体中的COD、氨氮、磷等污染物,同时调节径流,补充地下水,改善区域微气候,适用于小流域分散式污水治理。

(2)生物浮床与微生物净化技术:生物浮床技术将水生植物种植于浮床上,漂浮于河道水面,通过植物根系吸收水体中的营养物质,抑制藻类生长,改善水体透明度;微生物净化技术向河道投放高效降解微生物制剂,如芽孢杆菌、光合细菌等,降解水体中的有机物和污染物,修复水体生态平衡,具有操作简单、成本低、无二次污染的优势,适用于中小型小流域河道水质改善。

(3)污染源截污控污技术:从源头控制污染物进入河道,针对生活污水,建设小型污水处理设施,实现污水达标排放;针对农业面源污染,推广生态农业模式,减少化肥、农药使用,建设农田截水沟、沉淀池,拦截农田径流中的污染物;针对生产废水,加强监管,严禁未经处理的废水直接排入河道,构建“源头截污、过程控制、末端治理”的全方位污染控制体系^[4]。

2.4 河道生态修复与栖息地营造技术

(1)水生植被恢复技术:根据小流域河道水质、水文条件,选择适宜的水生植被,分区域进行恢复。在浅水区种植沉水植物,如金鱼藻、狐尾藻等,净化水体;在深水区种植浮叶植物,如睡莲、菱角等,遮挡阳光,抑制藻类繁殖;在岸边种植挺水植物,如荷花、芦苇等,固土护岸,丰富河道生态系统,提升水体自净能力。(2)底栖生物与鱼类栖息地构建技术:通过投放底栖生物,如螺、蚌等,改善底质环境,为鱼类提供食物来源;在河道内构建人工鱼巢、鱼道,保留天然深潭、浅滩,为鱼类提供栖息、繁殖空间;合理投放土著鱼类,恢复鱼类种群结构,维持河道生态平衡,提升河道生物多样性^[5]。(3)河道形态近自然重塑技术:摒弃传统直线化、硬化改造模式,保留河道天然弯曲形态,修复河道浅滩、深潭、急流等自然地貌,恢复河道天然水文过程;拆除不合理的硬化护岸,采用生态护岸替代,增加河道糙率,改善水流条件,促进水体循环,实现河道形态与自然环境的和谐统一,提升河道生态系统的稳定性和可持续性。

3 小流域河道治理技术应用实例分析

3.1 实例概况

(1)流域基本概况:选取某山区小流域作为实例,该流域总面积18.6km²,主河道长度7.2km,流域内以丘陵地貌为主,植被覆盖率42%,主要土地利用类型为耕地和林地。流域内常住人口860人,以农业生产为主,汛期集

中在6-8月,易发生洪涝灾害,枯水期河道流量较小,部分河段存在断流现象。(2)河道现存问题诊断:经现场勘查,该河道主要存在四大问题:一是河床淤积严重,平均淤积厚度0.8m,河道断面缩小,行洪能力不足;二是沿岸生活污水、农业面源污染无序排放,水质为劣V类,水体富营养化明显;三是部分岸坡陡峭,受水流冲刷出现坍塌、侵蚀现象,岸坡稳定性差;四是水生植被匮乏,生物多样性单一,生态功能退化。(3)治理需求分析:结合流域实际,核心治理需求包括:提升河道行洪排涝能力,保障沿岸居民生命财产安全;改善河道水质,达到Ⅳ类水质标准;修复岸坡稳定性,减少水土流失;恢复河道生态功能,提升生物多样性;建立长效管护机制,确保治理效果长期维持。

3.2 治理方案设计

(1)治理思路与技术选型:遵循“生态优先、标本兼治、因地制宜”的思路,结合前文研究的关键技术,选型适配该流域的治理技术,重点采用环保型清淤、植物-工程复合护岸、人工湿地净化及水生植被恢复等技术,兼顾工程防护与生态修复。(2)具体治理措施部署:一是河道清淤与底质改良,采用机械负压清淤技术,清除淤积物并进行无害化处理;二是河岸生态防护,重点河段采用格宾石笼护岸,缓坡河段采用植物-工程复合护岸,建设滨水缓冲带;三是水质净化,在河道下游构建小型人工湿地,投放微生物制剂;四是生态修复,种植土著水生植被,投放底栖生物,重塑河道近自然形态。(3)方案可行性分析:该方案贴合流域实际,技术成熟且适配性强,施工难度适中,所需人力、物力、财力可保障;治理措施兼顾防洪、治污、生态多重目标,符合当地发展需求,得到沿岸群众支持,后期管护可依托当地村委会落实,方案具备较强的可行性。

3.3 治理技术实施过程

(1)施工准备与前期处理:开展现场勘察放线,清理河道周边杂物、垃圾,划分施工区域;做好施工人员培训、设备调试及材料进场检验,制定安全施工方案,协调周边群众,避免施工影响生产生活。(2)核心技术施工要点:环保型清淤严格控制施工扰动,避免底泥扩散造成二次污染;格宾石笼护岸确保石笼铺设平整、固

定牢固,植物种植选择适宜乡土品种;人工湿地施工严格控制基质铺设厚度和植物栽种密度,微生物制剂按比例投放。(3)施工质量控制措施:建立全程质量监管体系,定期检测清淤深度、护岸强度、水质指标;加强施工工序验收,不合格工序立即整改;落实安全施工责任制,防范施工安全隐患,确保施工质量达标。

3.4 治理效果评价

(1)行洪能力评价:治理后河道淤积彻底清除,断面拓宽,行洪流量提升35%,汛期未发生洪涝灾害,有效保障了沿岸群众安全,达到预期行洪目标。(2)水质改善效果评价:经检测,河道水质由劣V类提升至Ⅳ类,COD、氨氮等污染物浓度大幅下降,水体透明度明显提高,富营养化现象得到有效控制。(3)生态恢复效果评价:水生植被覆盖率提升至60%,底栖生物和土著鱼类种群数量明显增加,岸坡植被茂盛,生物多样性显著提升,河道生态系统逐步恢复良性循环,生态功能得到有效改善。

结束语

综上,小流域河道治理是一项系统性工程,需遵循生态优先、因地制宜原则,统筹运用清淤、护岸、水质净化及生态修复等技术,兼顾工程防护与生态保护。实例验证表明,所选技术适配性强、效果显著,可有效破解河道治理痛点。未来需进一步优化技术方案,健全长效管护机制,推动治理技术迭代升级,助力构建健康可持续的小流域河道生态系统,为生态清洁小流域建设奠定坚实基础。

参考文献

- [1]王为旂楠,王云峰.五华县坪田水生态清洁型小流域治理措施及实践[J].广东水利水电,2021,5(12):75-78.
- [2]刘学智.基于实例剖析小流域河道水面线的推求计算方法[J].陕西水利,2021,23(12):42-44.
- [3]徐庭馨,张健.北方小流域综合治理措施探析[J].东北水利水电,2021,37(01):38-40.
- [4]于博.基于三道沟小流域治理设计综述[J].黑龙江水利科技,2021,49(01):135-141.
- [5]卢斐兰.生态水利设计理念在城市河道治理工程中的应用分析[J].科技风,2022,11(31):94-95.