基于河道生态修复理念的北方季节性河流修复治理分析

马立婷

甘肃省水利水电勘测设计研究院有限责任公司，甘肃 兰州 730000

摘要:随着城市化进程的加快，北方季节性河流面临防洪安全、水质污染和生态多样性丧失等多重挑战。河道生态修复理念以恢复和维持河道生态系统的健康与可持续性为核心目标，强调在保障防洪安全、提升水质、恢复生态多样性的基础上，采用生态友好的技术手段进行治理。本研究聚焦于北方季节性中小河流，探讨了其面临的共性问题，包括防洪安全问题、水质污染问题及生态多样性问题，并提出了针对性的修复方案。通过实施河道护岸工程、主河槽规划设计、拦砂坎工程、河道清淤工程、复氧技术以及沿河环境提升措施，旨在实现河流生态系统的长期健康与稳定。

关键词:河道生态修复；季节性河流；防洪安全；水质提升；生态多样性

DOI：10.63887/fns.2025.1.3.16

近年来，随着工业化和城市化的快速发展，北方地区的季节性河流面临着前所未有的压力。这些河流不仅承担着重要的水文功能，同时也是生物多样性和生态系统服务的重要来源[1]。然而，由于不合理的开发和管理，许多季节性河流遭受严重的退化，主要表现为防洪能力下降、水质恶化以及生态多样性减少等问题。针对这些问题，河道生态修复作为一种新兴的治理模式，强调从传统的单一工程导向转向生态导向，通过综合运用生态工程技术手段，致力于恢复和保护河流的自然形态和生态功能[2]。这种理念的提出不仅为解决当前河流面临的诸多挑战提供了科学依据，同时也为推动人与自然和谐共生奠定了坚实的基础。因此，深入探讨基于河道生态修复理念的北方季节性河流修复治理具有重要的理论意义和实践价值。

1 河道生态修复理念概述

河道生态修复理念是以恢复和维持河道生态系统的健康与可持续性为核心目标，强调在保障防洪安全、提升水质、恢复生态多样性的基础上，采用生态友好的技术手段，修复河道的自然功能和生态平衡。这一理念不仅关注河道本身的治理，还注重流域范围内的整体生态修复，强调人与自然的和谐共生。具体而言，河道生态修复包括以下几个方面：①生态功能恢复，通过修复河道的自然形态、水文条件和生物栖息环境，恢复其生态功能，如水体自净能力、生物多样性维持等。②生态材料应用，在河道治理中优先使用生态型材料，如植被型护岸、透水结构等，减少对自然环境的破坏。③综合治理，将防洪、水质提升、生态修复等多目标相结合，实现河道的多功能协调与可持续发展。④社会参与，鼓励公众参与河道生态修复的规划与实施，增强社会对生态保护的认知和支持。河道生态修复理念的提出与实践，标志着河道治理从传统的单一工程导向向生态导向的转变，为实现河流生态系统的长期健康与稳定提供了科学依据和实践路径，本文将以北方季节性中小河流为研究对象，践行河道生态修复理念，为河流修复治理相关研究提供实践经验。

2 北方季节性中小河流共性问题

2.1 防洪安全问题

在对北方季节性中小河流进行治理时，城市及其周边的河段通常会接受系统的改造，以符合防洪标准。但是，在远离市区的郊野区域，河道多保留其自然状态，主要由植被和土石构成，并且大量河段未经过任何治理。这些未经处理的河段往往遭受着边坡侵蚀、因人为活动而造成的河道截面缩减以及局部堵塞引起的泄洪障碍等问题。上游洪水通过河床下行时，会对两侧边坡底部造成严重的侵蚀，威胁到堤坝顶部的安全，同时也会增加土壤侵蚀的风险[3]。此外，这类小型水道及沟渠的主要水源是降雨，其降水分区特性包括持续时间短、覆盖面积小、强度高。主汛期一般集

中在 6 月至 9 月间，特别是 7 月和 8 月最为常见。洪水的特点是迅速上升和回落，形成尖锐且高度集中的洪峰，但总体水量不大，最短的洪水时间可能不到一小时，并且年度间的洪峰值变化较大。因此，在设计过流断面时，为保障水流顺畅，常依据最大洪峰流量来决定较大的断面尺寸。然而，当进入非雨季，河流的径流量显著减少，有时甚至不足以完全润湿整个河床，从而导致大片滩地暴露在外（见图 1）。与此同时，低流速的非雨季水流遇到坑洼地形时容易形成滞水区，这可能导致水质下降。

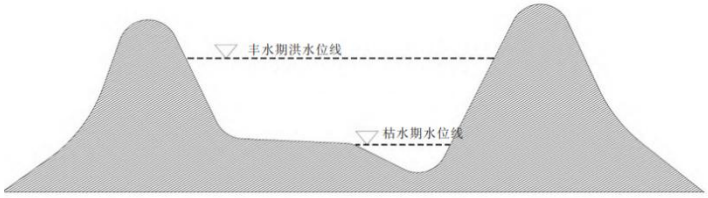

图 1 汛期、枯水期河道水位示意图

2.2 水质污染问题

水质污染的核心在于陆地上的污染物排放，而水体则是这些问题的直观体现。人类活动对河流生态系统造成了显著干扰，并且该区域具有较高的环境敏感性。从整个流域的角度考虑，河道或沟道在小流域中主要是起到排水功能，流域内产生的污染物最终通过汇流系统汇聚到河道中[4]。因此，控制流域内污染物的总排放量是改善水质的关键所在。然而，在进行河道生态修复时，治理范围通常仅限于河道本身，而两岸区域往往超出了工程措施的有效覆盖范围，难以实施针对性的治理措施。本节将重点探讨河道及堤顶毗邻区域的污染问题及其应对策略。

外部污染源：主要来源于河道两侧未达标处理的生活污水和工业废水排放，以及沿线村庄未经处理的雨水直接排入河道。这些未经处理的污染物进入水体后，导致了水体富营养化加剧和有机物含量上升，破坏了水体生态平衡。

内部污染源：①河床沉积物污染：河床沉积物作为重要的潜在污染源，与上方水体之间存在持续的物质交换。水中溶解的污染物浓度很大程度上受到沉积物的影响。在特定条件下，沉积物中的污染物会重新释放至水体，进一步恶化水质。②河道垃圾污染：河道内堆积的生活垃圾、建筑废料以及腐烂植物残渣等不仅阻碍水流，降低水体流动性，还阻挡阳光照射，导致水体发臭、溶解氧水平下降。这不仅会抑制浮游生物生长，破坏河道生态环境，还会造成河道淤积，严重影响水体连通性[5]。

2.3 生态多样性问题

传统河道治理工程过度依赖混凝土、浆砌石等硬质材料进行岸坡防护，虽然具有抗冲刷性能优异、结构稳定性强、使用寿命长等技术优势，但其生态弊端日益显现：包括景观效果单一、生态连通性受阻、受损后修复难度大、植被生长基质被破坏等问题。相关研究表明，河床植被群落的物种多样性指数与生态系统稳定性呈显著正相关，且适度的植被覆盖有助于增强河床结构的整体强度。

基于生态文明建设及河道生态修复理念的新要求，现代河道治理应采取以下生态化措施：首先，在岸坡防护工程中优先选用生态型材料，构建有利于植被生长的多孔基质环境；其次，在主河槽之外的区域实施植被恢复工程，通过分层种植策略提升河道植被群落的多样性；最后，根据沿岸人口分布特征及区域发展规划，对堤顶道路进行多功能化改造，将其与休闲步道、健身路径等公共服务设施有机整合，实现生态效益与社会效益的协同提升。

3 修复方案

3.1 防洪安全措施

（1）河道护岸工程

在河道生态修复治理理念不断演进的过程中，河道护岸作为核心工程要素始终发挥着不可替代的作用。当前，生态护坡技术已形成多元化材料体系，包括格宾石笼、植被型生态混凝土、土工合成材料、草皮等。需要特别指出的是，生态护坡并非完全摒弃传统混凝土、浆砌石等硬质材料，而是在确保水流动力学指标（如流速）和河道空间布局要求的前提下，优先选用兼具植被生长适宜性和抗冲刷性能的柔性防护材料。对于河道断面狭窄、纵坡较大、岸坡陡峭等不具备完全生态化条件的河段，仍需采用挡墙等工程防护措施。

护岸结构的整体稳定性主要取决于基础工程的可靠性。针对北方地区河道特点，由于地形坡降较大、汛期水流流速高，建议采用硬质基础结构（如图 2 所示），以确保防洪安全。

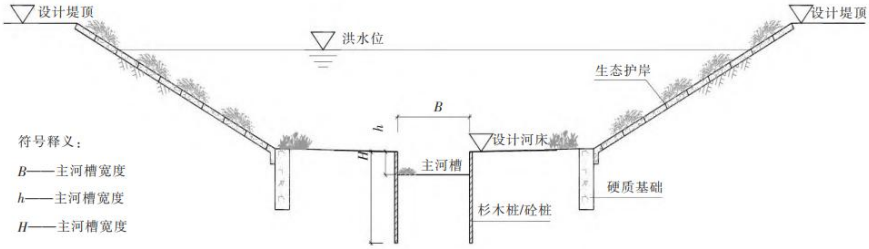

图 2 设有主河槽的典型河道断面图

在季节性河道治理中，主河槽的科学布设具有重要的工程意义。主河槽应以河道中心线为基准，采用自然蜿蜒的曲线形态向两侧岸坡延伸，曲线半径需合理控制，既要避免急弯影响水流动力学特性，又要防止过度靠近岸坡坡脚导致基础冲刷。主河槽的断面参数应根据河道常水位流量进行水力计算确定，其深度可参考非下切河段的既有主槽深度，据此推导主槽宽度。针对不同水力条件，主槽断面应采取差异化设计：在纵坡平缓、流速较小的河段，可采用梯形断面且无须设置防冲设施；对于纵坡较大的河段，则需对两岸边坡进行防护处理。工程实践中，杉木桩或混凝土桩（如图 2 所示）的并排布置方案效果显著，桩体长度需满足冲刷深度和结构稳定性要求。

在河道纵坡急剧变化的区域，通常会设置拦砂坎，采用单级或连续梯级布置方案。其主要作用在于稳固河床并阻止侵蚀作用进一步向下发展。拦砂坎的设计高度一般不超过 80 厘米，以确保在洪水期水流能够顺利通过。尤其在北方的小型河流治理项目中，格宾石笼(见图 3)或混凝土结构常被用作拦砂坎的构建材料。对于需要创建浅滩湿地的特定河段，倾向于使用不透水混凝土；而在其他情况下，则更偏好选择具有渗透性的格宾石笼等结构。

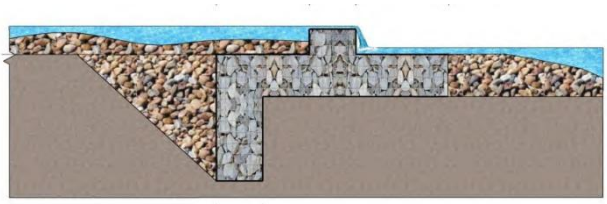

图 3 格宾石笼拦砂坎典型横断面图

3.2 水质提升措施

河道清淤工程主要包含两大任务：一是清除河道及沿岸的生活垃圾与建筑废弃物；二是治理污染底泥。这些污染源不仅在水流浸泡和降雨淋溶作用下直接污染水体，还严重破坏河道景观风貌。生活垃圾必须全面清除，建筑垃圾的处理则需因地制宜：河道范围内的建筑垃圾应彻底清理以确保行洪能力，堤岸外侧可根据地形特征和治理方案选择外运或结合生态修复工程就地利用。对于污染底泥，需先进行系统检测，依据检测结果对污染区域进行定点、定深清淤，从而有效控制污染物释放。

在大型水域或水体流动性较差的河段，可通过设置拦砂坎形成跌水效应实现水体复氧。该技术能够快速提升水体溶解氧浓度，显著增强水体自净功能。对于常规补水措施无法完全解决的溶解氧不足问题，河道复氧技术提供了有效的解决方案。河道复氧技术不仅用于日常水质改善，还在应对突发性水污染事件中发挥重要作用，例如：城市雨污合流系统溢流、突发性污水排放事故等。此外，夏季高温条件下，有机物降解和耗氧速率加快导致的溶解氧降低问题，也可通过人工复氧技术得到有效缓解。该技术是恢复河道生态系统功能和自净能力的重要工程措施。

工程生态修复技术体系含河道基底改良、微地形重塑及生态河床构建等核心措施。河道基底改良，对清淤后的基底采用黄土与疏浚底泥 3:1 配比复合填充，厚 100－400mm，可改善结构、抑制营养盐释放。微地形重塑基于生态与水文地质特征改造下垫面，优化水流、增强景观异质性。生态河床构建采用多级复合结构，汛期缓冲水流、降低流速，枯水期增强曝气，多介质过滤层通过多重机制净化水质，显著提升河流自净能力 。

3.3 沿河环境提升措施

沿河环境提升主要有三方面措施。一是沿河植被种植，构建水陆交错带及近岸水域植物群落体系，恢复水生生物多样性，扩大浅滩增植被覆盖，合理设计垂直层次，河道内选矮生根系发达植物，堤外重景观美学配置。二是堤顶路选择性铺装，对重点河段改造，整合休闲健身功能，创新运用材料组合，保证与环境协调，实现功能分区视觉表达。三是其他措施，对重点河段统筹规划照明、景观小品等配套设施，综合多要素适度配置，提升河道生态与景观品质，打造宜居滨水空间。

4 运行期维护对策

针对我国北方季节性中小河流及沟壑的运行特性，维护管理应采取灵活且精确的控制策略。由于这些水体的作业情况受到自然降水以及上游来水不确定性的制约，在常规巡检之外，需构建依托水文数据的动态巡查体系，以达成管理和决策的科学化与智能化。在低水位期间，水流主要集中在主河道内，因此行洪风险相对较低。然而，在洪水期，则需严格遵守安全操作规程：暂停所有河内活动，迅速疏散工作人员及相关设备，并封锁过河路段的安全栅栏，确保行洪安全和公共财产不受损失。随着洪水消退，应及时对河床和岸边受损情况进行评估，并对被侵蚀形成的洼地进行平整和加固，避免积水区域的形成。关于河道内的沉积物问题，可以通过设置溢流堰系统有效拦截推移质泥沙，并根据实际淤积状况适时开展疏浚工作。

在设施维护方面，重点应关注已建设施的完整性、水毁冲刷情况及泥沙淤塞程度。同时，河道植被系统的养护管理至关重要：应建立科学的植被收割制度，针对北方地区特点，建议每年 6-7 月及 11 月进行两次集中收割，并根据植物生长状况动态调整收割频次。此外，需定期清除河床内的高秆杂草及枯枝落叶，防止腐殖质累积影响水质，维持河道生态系统的良性循环。

结语

综上所述，基于河道生态修复理念对北方季节性河流进行修复治理，是应对当前河流面临的防洪安全、水质污染及生态多样性问题的有效途径。通过实施一系列生态友好型的修复措施，如河道护岸工程、主河槽规划设计、拦砂坎工程、河道清淤工程、复氧技术以及沿河环境提升措施等，不仅可以有效改善河流的物理形态和水质状况，还能显著提高河流生态系统的自我修复能力和稳定性。

参考文献

[1]程健亮.水土保持与生态环境标准化修复技术研究[J].大众标准化,2024,(21):45-47.

[2]姜湖,王强.中小河流水生态修复控制性指标体系及治理对策研究[J].广东水利水电,2024,(10):98-103.

[3]吴银荣.河流生态修复组合工艺的应用研究[J].中国资源综合利用,2024,42(09):245-247.

[4]童玲方,朱遥.基于河道治理的河流生态修复探究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(10):160-162.

[5]陈勇,唐雨语,梁瑶瑶.城市河道生态治理及修复措施浅析[J].水利技术监督,2024,(03):260-262+281.

作者简介：马立婷，女，回族，甘肃兰州人，中级职称，研究生学历，专业为风景园林，研究方向为水生态修复、水景观规划与设计