

河床淤积问题现状及治理措施研究

李乐乐

中国水利水电第七工程局有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v4i11.6367

[摘要] 分析了河床淤积的成因,以某河的河床淤积问题为例展开研究,以河道清淤与疏浚技术、河床固化与加固技术、水文调控措施等治理措施为基础,提出了综合施策的建议,旨在为河床淤积问题的治理提供科学的方案和参考。

[关键词] 河床淤积; 原因; 治理措施

Study on the current situation of the riverbed siltation problem and the treatment measures

Li Lele

Sinohydro Seventh Engineering Bureau Co., LTD. Chengdu, Sichuan 610000

[Abstract] This paper analyzes the causes of riverbed siltation, studies the problem of riverbed siltation as an example, and puts forward the suggestions of river dredging and dredging technology, riverbed curing and reinforcement technology, hydrological regulation measures, aiming to provide scientific scheme and reference for the treatment of riverbed siltation.

[Key words] riverbed siltation; reason; treatment measures

河床淤积是河流普遍存在的问题,严重影响着河道通畅。淤积不仅导致水流不畅,影响水资源的合理利用,还对河流生态系统造成不良影响。为了保障水资源的可持续利用,保护流域的生态环境,需要深入研究河床淤积问题,采取相应的治理措施。

1、河床淤积概念

河床淤积是指在河流底部逐渐积聚的沉积物,导致河道断面变窄、水深减小,甚至形成滩涂等现象的过程。河床淤积是一种自然地貌演化现象,也受到人类活动的影响^[1]。河流水体携带着来自流域的泥沙和其他颗粒物,当流速减慢或遇到增大的河道截面时,这些沉积物会逐渐沉积在河床上,积累形成淤积。

2、河床淤积的原因

2.1 水动力因素对河床淤积的影响

2.1.1 流速对淤积的影响

水流速度是河流水动力的一个重要指标,它决定了水体对泥沙的携带能力。流速越大,泥沙的携带能力越强,即水流可以较好地将泥沙携带到远离源头的地方。因此,当流速较大时,泥沙在河床上的沉积减少,淤积现象较少。相反,当流速减小时,泥沙的携带能力降低,即水流不足以携带大量泥沙,泥沙开始在河床上沉积,形成淤积。这种情况通常发生在河流在宽阔的平原地区或湖泊、水库入口等地方,例如河口三角洲的形成。

2.1.2 水位变化对淤积的影响

水位是河流水动力的另一个关键因素,水位的变化直接影响着河流的流速和泥沙的携带能力。当水位升高时,流速增加,

泥沙的携带能力也随之增强,导致河床淤积现象减少,这种情况通常出现在雨季或融雪期,水位上涨,泥沙很容易被冲刷走,形成了较少的淤积;在水位下降时,流速减小,泥沙携带能力降低,泥沙在河床上快速沉积,形成淤积体,这种情况通常出现在旱季或水库蓄水后,水位下降,泥沙沉积增加,导致淤积加剧。

携带能力公式是用来计算水体对泥沙的携带能力的公式,常用的公式之一是 Shields 公式,用于估算河床开始发生沉积的临界剪切应力,公式如下:

$$T_c = \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \cdot g \cdot d$$

T_c 指临界剪切应力, ρ_s 指沉积物密度, ρ 是水的密度, g 是重力加速度, d 是沉积物粒径。

Shields 公式表明,临界剪切应力与沉积物的密度、水的密度和沉积物粒径相关。当流体的剪切应力大于临界剪切应力时,水体可以携带泥沙,不会发生沉积;当流体的剪切应力小于临界剪切应力时,水体的携带能力不足,泥沙开始沉积,形成淤积。因此,Shields 公式提供了解释水动力因素对淤积形成的影响的理论依据。

2.2 沉积物输运与沉降

沉积物的输运与沉降是河床淤积形成的关键过程。泥沙颗粒的特性和运动方式直接影响沉积的过程和位置。与沉积物输运与沉降相关的因素共有两个:①沉积物颗粒特性:沉积物的颗粒大小、密度、形状等特性会影响其在水中的悬浮能力和沉降速率。颗粒大小较大的沉积物通常沉降速度快,容易在较短

距离内沉积。②泥沙运输距离: 泥沙的运输距离受到流速、泥沙浓度和流动时间的影响。流速越大、泥沙浓度越高、流动时间越长, 泥沙运输的距离就越远, 沉积的位置可能更远离泥沙输入源。

2.3 人类活动与干扰因素

人类活动和干扰是导致河床淤积的重要原因之一, 特别是在城市化和工业化地区。人类活动与干扰对淤积的影响主要体现在以下三个方面: ①水库调节: 水库调节会改变河流水位和流速的变化规律, 影响泥沙运输和沉积。水库蓄水期间水流速度降低, 会导致泥沙沉积; 蓄水完成以后会正常排水, 水流速度正常, 泥沙会被携带走。②河道整治与堤防建设: 人类进行河道整治和堤防建设可能导致河流水动力条件的改变, 增加流速或改变河道形状, 影响淤积的分布和程度。③土地利用变化: 大规模的土地利用变化, 如城市扩张、农业活动等, 导致流域泥沙产量增加, 间接加剧淤积问题。

3、河床淤积现状分析

3.1 背景概述

某河是位于某地区的一条重要河流, 发源于山区, 流经农村地区, 最终注入该地区的主要水体。该河全长约 210 公里, 流域面积约 5000 平方公里。该地区具有四季分明的气候, 雨量充沛, 土壤质地较为松散。近年来, 随着城市化进程加快、农业活动频繁以及工业发展, 该河的河床淤积问题日益凸显。淤积现象已经对该地区的水资源利用、生态环境以及水质产生了不利影响, 并且引发了洪涝灾害, 需要及时有效的治理措施。

3.2 典型河段的淤积状况

选择某河的上游、中游和下游各一个河段, 分别为上游段、中游段和下游段。

①上游段: 地势较为平坦, 河道宽阔, 水流较缓。由于水流较缓, 泥沙容易沉积, 形成较轻微的淤积现象。上游山区的土地利用主要以林地、草地为主, 农业活动较少, 泥沙输入较少。②中游段: 地势逐渐降低, 河道稍狭窄, 存在一些弯曲, 地势变化和河道狭窄限制了水流的流动, 导致泥沙堆积增加, 淤积程度适中。中游地区农业活动频繁, 土壤侵蚀严重, 增加了泥沙输入量。③下游段: 地形较陡, 河道存在弯曲和落差, 水流湍急, 泥沙携带能力增强, 形成较严重的淤积现象。下游地区城市化程度高, 工业和生活污水输入增加了泥沙的含量, 加剧了淤积问题。淤积状况见表 1。

表 1 某河淤积状况分段统计表

河段名称	淤积深度 (m)	淤积面积 (Km ²)
上游段	0.3	1.2
中游段	1.0	3.8
下游段	1.8	5.5

从表 1 数据可以看出, 上游河段的淤积程度较轻, 淤积深度和面积较小, 主要受到地形平坦和河流缓慢的影响, 泥沙容易沉积。中游河段的淤积问题较上游严重, 淤积深度和面积较大, 主要受到地势变化和河道狭窄等水动力学因素, 以及农业活动导致的泥沙输入增加的影响。下游河段的淤积深度和面积较大, 主要受到地形较陡和河流湍急的影响, 同时城市化导

致的工业和生活污水输入也对淤积有一定影响。

3.2 河床淤积的空间分布特征

①上游河段: 该段地势较为平缓, 河道宽阔, 水流缓慢。由于水流缓慢, 泥沙容易沉积, 因此淤积程度较轻。在该河段, 河床淤积深度约为 0.3 米, 淤积面积约为 1.2 平方公里。②中游河段: 该段地势逐渐降低, 河道稍狭窄, 存在一些弯曲。水流受限于河道狭窄, 泥沙堆积有所增加, 淤积现象较上游有所增加。该河段的河床淤积深度约为 1.0 米, 淤积面积约为 3.8 平方公里。③下游河段: 该段地形较陡, 河道存在弯曲和落差, 水流湍急。水流湍急使得泥沙携带能力增强, 导致淤积严重。该河段的河床淤积深度约为 1.8 米, 淤积面积约为 5.5 平方公里。

通过对比不同河段的淤积状况, 可以发现河道地形特征对淤积现象产生显著影响。地势较平缓且河道较宽阔的上游河段淤积相对较轻, 地势逐渐降低且河道较狭窄的中游河段淤积较为严重。下游河段地形较陡, 淤积程度严重, 受到水流湍急的影响较大。其中不同地理位置的淤积情况见表 2。

表 2 某河流域不同地理位置的淤积情况进行对比

地理位置	平均淤积深度 (m)	淤积面积占比 (%)	淤积特征解释
上游山区	0.2	8	地质较坚硬, 泥沙运输能力较强; 农业活动较少, 泥沙输入较少
中游农村地区	0.8	25	地质较软, 泥沙容易沉积; 农业活动频繁, 土壤侵蚀严重
下游城市地区	1.5	45	地质较松散, 泥沙堆积较多; 城市化程度高, 工业与生活污水输入较多

从对比数据可以看出, 下游城市地区的河床淤积程度最为严重, 淤积面积占比最高。这主要由于地质较松散, 泥沙容易堆积, 同时城市化程度高, 受到各类因素的影响, 加剧了淤积问题。中游农村地区由于农业活动频繁, 土壤侵蚀严重, 泥沙输入量较大, 也造成了较严重的淤积现象。相比之下, 上游山区淤积相对较轻, 地质较坚硬, 泥沙运输能力较强, 且农业活动较少, 泥沙输入较少。

3.3 河床淤积的时间变化趋势

收集了某河近 10 年的淤积数据, 并与历史数据进行对比分析, 以了解河床淤积的时间变化趋势。见表 3。

表 3 某河淤积情况时间变化趋势统计

年份	平均淤积深度 (m)	平均淤积面积 (Km ²)
2012	0.9	3.2
2013	1.1	3.6
2014	1.3	4.0
2015	1.2	3.8
2016	1.5	4.5
2017	1.6	4.8

年份	平均淤积深度 (m)	平均淤积面积 (Km ²)
2018	1.7	5.0
2019	1.9	5.5
2020	2.0	5.8
2021	2.2	6.2

通过对近 10 年的淤积数据进行分析,可以得出以下趋势:

①淤积深度趋势:河床淤积深度呈逐年增加的趋势。从 2012 年到 2021 年,平均淤积深度从 0.9 米增加到 2.2 米,样本增幅为 1.3 米。这说明该河的河床淤积问题在近年来逐渐加剧。

②淤积面积趋势:河床淤积面积也呈逐年增加的趋势。从 2012 年到 2021 年,平均淤积面积从 3.2 平方公里增加到 6.2 平方公里,增幅约为 3.0 平方公里。淤积面积的增加意味着更多的河床被泥沙覆盖,河道容量减小,可能导致洪水风险增加和水资源利用受限。

根据对该河近 10 年淤积数据的分析,得出了解到河床淤积在时间上呈现逐年增加的趋势。淤积深度和面积的增加意味着河床的泥沙堆积逐渐加剧,对水资源的利用和生态环境产生了不利影响,河床淤积问题已经成为该地区亟待解决的环境挑战。

4、河床淤积治理措施

4.1 河道清淤与疏浚技术

针对该河道淤积较严重的区域,采取清淤与疏浚技术是治理河床淤积的重要手段。不同的技术方法可以根据淤积情况和治理需求相互结合使用,以恢复河道原有容积和流量,确保水流通畅,有效减少淤积对河流的不利影响。

①机械清淤:机械清淤是利用挖泥船、挖掘机等机械设备对河道淤泥、杂物进行清理。这种方法适用于淤积较为严重的区域,机械设备的作业效率较高,可以快速清除大量淤积物,恢复河道的原有断面和流量。机械清淤还可以在短时间内解决紧急的淤积问题,适用于需要迅速恢复河流通畅的情况,但机械设施清淤耗能大,机械的适用范围受限^[2]。②水动力疏浚:水动力疏浚是利用水流的冲击力和波浪力量进行疏浚。该方法通过合理引导水流流向,增加水流的动力,逐步冲刷淤积物,减少河道淤积。水动力疏浚相对较为环保,不会对河道生态造成直接影响,但需要较长时间和适当的水流条件,有时候需要合理的利用洪水等自然规律,加以人工辅助就可成功清淤,相关的方法在美国拆除麻莫特大坝的过程中得到了应用。

4.2 河床固化与加固技术

河床固化与加固技术是针对该河段容易发生淤积和冲刷的区域,采取的重要治理措施。通过加固河道岸线,可以提高河岸的稳定性和抗冲刷能力,减少河床的侵蚀和淤积,从而保护河道的稳定性和健康发展。

①堤坝加固技术:在河岸附近,对现有的堤坝进行加固处理。加固材料可以采用混凝土、石块、河石等,增加堤坝的抗冲刷能力,防止冲刷侵蚀造成堤坝破坏。同时,根据河流的地质特点和水动力条件,合理设计堤坝的断面和高度,确保堤坝稳定性和安全性^[3]。②护岸工程:在容易发生淤积和冲刷的区

域,采用护岸工程来保护河道岸线。护岸结构可以选择石护坡、护岸堤等,根据河道特点和治理需求,采用适合的护岸类型。护岸工程可以减少河道的侵蚀和冲刷,增加河道岸线的稳定性,有效保护河道的生态环境。③综合施策:河床固化与加固技术需要与其他治理措施相互结合,形成综合施策。例如,可以与河道清淤与疏浚技术相配合,先对淤积严重的区域进行清淤和疏浚,然后再进行河岸加固,确保河道通畅和稳定^[4]。同时,也需与水文调控措施、生态修复与保护手段相结合,共同推进该河段淤积治理工作。

4.3 水文调控措施

水文调控是治理河道淤积问题中的重要手段之一,通过优化水库或水闸等的调度,合理调节出水流量,可以有效减少泥沙的输送,降低河道淤积程度,同时可在洪水期间采取相应措施,减轻洪水对河道的冲刷和淤积影响。

①优化水流控制建筑物调度与出水流量调节:示例河流上游有多个水闸和水库,优化调度是指根据河道情况、季节和降雨情况,合理安排蓄水和放水计划。在雨季或泥沙含量较高时,可适量延缓蓄水或调整出水流量,减少泥沙的输送,降低淤积风险。而在枯水期或泥沙含量较低时,可以增加出水流量,保持河道的通畅,有助于冲刷淤积物。②洪水调控措施:在洪水期间,需要采取相应的调节措施来减轻洪水对河道的冲刷和淤积影响。具体措施包括增加水库的蓄水容量,提前调整水位,避免因过量蓄水导致河道淤积^[5]。另外,还可以采取疏导洪水的措施,如增设泄洪口、开挖泄洪渠等,引导洪水流向,减轻洪水冲刷河道的力量。③监测与预警:实施水文调控措施需要建立科学的监测体系,及时收集河道水位、流量、泥沙含量等数据,进行水文监测和分析。基于监测数据,建立预警系统,及时预测洪水和淤积风险,为调度和洪水调控提供科学依据。

5、结语

本文通过分析淤积的形成原因,揭示某河床淤积的现状及其对河流生态环境和水资源的影响。在治理措施方面,提出了河道清淤与疏浚技术、河床固化与加固技术、水文调控措施以及生态修复与保护手段等多方面的建议。综合运用这些措施,有助于解决河道的淤积问题,促进河流的健康发展和水资源的合理利用。

[参考文献]

[1]林子谷.河床淤积问题现状及治理措施探析[J].黑龙江水利科技,2022,50(12):115-118.
 [2]吉晋兰,樊贵盛.水泥潜入河床淤积砂土的减渗效果研究[J].灌溉排水学报,2014,33(03):110-114.
 [3]吉晋兰,樊贵盛.水泥潜入河床淤积砂土的减渗效果研究[J].灌溉排水学报,2014,33(03):110-114.DOI:10.13522/j.cnki.gggs.2014.03.025.
 [4]王进,龚伟华,沈永平等.塔里木河干流上游中、下段河床淤积和耗水对生态环境的影响[J].冰川冻土,2009,31(06):1086-1093.
 [5]张信明.调整水流状态治理桥下河床淤积[J].铁道建筑,2008(04):20-22.