

河道超深度采砂风险分析与开采深度控制技术研究

李斌 阳兴朋

文山壮族苗族自治州河道管理局

DOI:10.32629/hwr.v9i11.6670

[摘要] 河道超深度采砂,会导致河床过度下切,堤防、护岸基础暴露,降低抗冲刷能力,引发堤防溃决、河岸坍塌等风险,对河道水工程安全、边坡稳定以及河道行洪安全、生态安全造成严重影响。而有效运用河砂开采深度控制技术,是加强河道采砂规范化管理,保障河道安全的重要举措。

[关键词] 河道采砂; 超深度开采; 开采深度控制

中图分类号: TV143+.3 **文献标识码:** A

Analysis of problems faced by sand mining in river channels and control techniques

Bin Li Xingpeng Yang

River Management Bureau of Wenshan Zhuang and Miao Autonomous Prefecture

[Abstract] Excessive sand mining in river channels can lead to excessive undercutting of the riverbed, exposing the foundations of embankments and revetments, reducing their anti-erosion capacity, and causing embankment breaches and bank collapses. This has an impact on the safety of river water projects, slope stability, flood discharge safety, and ecological security. Effectively controlling the depth of river sand mining is an important measure to strengthen standardized management of river sand mining and ensure river channel safety.

[Key words] river sand mining; ultra-deep mining; mining depth control

引言

河砂拥有颗粒圆润、适配性强、含泥量少以及开采成本较低等特点,且相较机制砂有更好的和易性,通常是混凝土拌合、墙体抹灰等多种建筑场景的优质骨料。同时河砂拥有渗透性较强,无盐碱性,不易板结等特点,也是高端草坪铺设过程中难以替代的透水性材料。随着经济社会的发展,城市建设的推进,工业生产的需要等,近年来河砂的需求量明显增长,但不当、无序的开采行为对河道防洪安全和河势稳定造成了严重影响。主要表现为河砂开采过程中,超深度开采、超范围开采对河道水工程安全、边坡稳定以及河道行洪安全、生态安全造成的影响。本文将从超深度开采河道砂石带来的影响以及如何控制进行论述,进一步规范河道砂石资源开采行为。

1 河道超深度采砂存在的主要风险

河道超深度采砂,会导致河床过度下切,坡度失衡,堤防、护岸基础暴露,降低抗冲刷能力与抗滑移能力,极易引发堤防溃决、河岸坍塌等风险。同时超深度采砂破坏了原有水流条件,水流形态紊乱,局部形成急流、漩涡,加剧对上下游、左右岸的冲刷侵蚀,造成岸线退缩、滩地塌陷,采砂留下的坑槽也会成为汛期的“隐患点”,引发水流壅塞、水位壅高,进一步降低河道整体行洪能力,给流域防洪安全带来严峻挑战。

2 河道采砂开采深度控制技术分析

为从源头遏制河道超深度采砂乱象,保障河道生态与防洪安全,有效控制采砂深度,加强规划许可是核心前提,科学划定开采深度阈值,明确可采范围与总量管控,通过刚性许可筑牢“第一道防线”;加强监督管理是关键抓手,依托技术手段实现开采深度全程动态监测,强化执法巡查与违规惩戒,二者协同发力、闭环衔接,方能精准守住采砂深度管控底线。

2.1 规划许可

确定河道采砂开采高程,是精准控制采砂深度的关键环节;开展河道地形实测,是科学划定开采高程的核心依据。为从源头筑牢采砂深度管控基础,规划许可阶段需严格把控规划成果质量,依据《河道采砂规划编制与实施监督管理技术规范(SLT 423-2021)》要求,河道采区布置必须采用最新河道地形实测资料,且资料比例尺不宜小于1:5000。通过河道地形实测,既能精准锁定开采高程基准,又能精确核算河道砂石保有量,为砂石资源合理高效利用提供坚实数据支撑;而科学确定开采高程,更能从源头保障河道河势稳定、行洪安全及各类水工程运行安全。在采砂规划编制中,已治理河段的开采高程,需结合实测河道地形资料与已建堤防、护岸的设计标准综合判定。为严防已建堤防、护岸失稳,同时兼顾砂石资源合理利用,最大采砂深度高程不得低于已建堤防、护岸的基础埋置顶高程。天然河段最大采砂深度高程的确定,需以保障河道岸坡安全稳定,维持岸坡自然力学

平衡为核心原则, 严格衔接岸坡稳定临界条件与河床冲刷防护要求, 坚决防范因采砂导致岸坡失稳、崩岸坍塌等风险, 筑牢河道岸坡安全防线。

2.2 监督管理

为防范河道超深度采砂, 采砂作业开展前, 采砂区搭建AI智慧监控系统与砂石计量系统, 构建“天地水”立体化监测网, 空中依托无人机巡查, 地面布设视频监控, 水下开展地形扫描, 实现采砂区全域无死角覆盖。监控平台可自动识别采砂船作业状态, 结合实时定位追踪作业轨迹, 精准判定是否存在超界、超深采砂行为。同时建立分级预警机制, 预设预警与报警阈值, 一旦出现超界、超深、超时等异常情况, 立即通过微信、短信、船载声光报警器等多渠道同步推送预警信息, 筑牢“事前预防、事中控制”双重防线。在计量管控方面, 将规划阶段核算的砂石保有量提前录入计量系统, 在采砂作业过程中通过地磅等计量设施, 对运出采砂区的砂石进行实时计量统计, 当累计采砂量接近核算保有量时自动触发预警。此外, 打通AI智慧监控系统与砂石计量系统数据壁垒, 实现采砂船位置、采砂深度、实际开采量等核心数据实时共享、互通互验, 构建“监控-计量双轮驱动、预警-核查-处置-追溯全链条闭环”的管理模式, 确保超界、超深、超量采砂行为早发现、早预警、早处置, 全方位筑牢河道采砂安全管控防线。

3 典型案例分析

本文以盘龙河文山州麻栗坡县猫猫跳至天保段(干流)已建堤防河道为例, 分析如何确定河道采砂底部高程。盘龙河发源于红河州蒙自县三道沟, 于麻栗坡县天保口岸处出境流入越南, 盘龙河国内流域面积14937km², 流域绝大部分位于云南省文山州境内, 是文山州第二大、麻栗坡县排第一大的河流, 河砂资源储备较为丰富, 特别是麻栗坡县天保镇河段。2019年2月麻栗坡县启动实施了盘龙河猫猫跳至天保段治理工程, 项目对盘龙河干流天保2#桥至出境处河段以及支流红光河进行治理, 治理河长2.726km。根据《麻栗坡县盘龙河猫猫跳至天保段治理工程初步设计报告》, 治理段基本属于水流平顺岸坡产生的冲刷, 局部为弯道冲刷。治理段冲刷深度按《堤防工程设计规范》(GB 50286-2013)附录D.2.2中的公式计算。

$$H_s = H_0 \times \left[\left(\frac{U_{CP}}{U_c} \right)^n - 1 \right]$$

$$U_{CP} = U \frac{2\eta}{1+\eta}$$

h_s——局部冲刷深度(m),

H₀——冲刷处水深(m),

U_c——泥沙起动流速(m/s), 按《堤防工程设计规范》(GB 50286-2013)附录D.2(D.2.1-5)公式计算。

U_{cp}——近岸垂线平均流速(m/s); 按《堤防工程设计规范》(GB 50286-2013)附录D.2(D.2.2-2)公式计算。

n——平面形状系数, n=1/4;

η——水流流速不均匀系数, 根据水流流向与岸坡交角, 查《堤防工程设计规范》(GB 50286-2013)表D.2.2取用。

项目干流各治理分段的床砂组成有粉细沙、砂(卵)砾石、块石、基岩等, 计算点选择现状的床沙条件, 确定不冲流速, 干流各分段平顺护岸的冲刷深度计算见下表。

项目各治理分段平顺护岸冲刷深度计算表

治理河段	治理桩号	U _{cp} 平均流速(m/s)	局部冲刷深度h _s (m)	基础埋置深度(m)
盘龙河干流(天保2#桥至出境处河段)	0+000~0+500	4.68	1.26	2
	0+500~1+200	3.49	1.02	2
	1+200~2+344	2.96	1.17	2

项目各治理分段基础埋置深度顶部高程及最大采砂深度高程计算表

治理河段	治理桩号	建基高程(m)	基础埋置深度(m)	基础埋置深度顶部高程(m)	最大采砂深度高程	备注
盘龙河干流(天保2#桥至出境处河段)	0+100~0+249.60m	120.3	2	122.3	122.3	
	0+249.6~0+483.20m	125.2	1.53	126.73	126.73	清水平台
	0+455.0~0+624.0m	118.8	2.77	118.8	118.8	
	0+624.0~0+700m	120.1	2.1	122.2	122.2	
	0+700~0+800m	119.94	2.26	122.2	122.2	
	0+800~0+900m	119.76	2.84	122.6	122.6	
	0+800~0+900m	119.76	2.84	122.6	122.6	
	0+900~0+970m	119.58	2.92	122.5	122.5	
	0+970~1+030m	119.4	2.8	122.2	122.2	
	1+030~1+170m	119.3	2.5	121.8	121.8	
	1+170~1+270m	119.04	2.46	121.5	121.5	
	1+270~1+422.2m	121.92	2.2	124.12	124.12	
	1+432.20~1+600m	117.68	2.42	120.1	120.1	
	1+600~1+700m	117.46	3.17	120.63	120.63	
	1+700m	115.64	2.74	118.38	118.38	
	1+800m	121.42	1.69	123.11	123.11	
	1+900m	122.3	1.53	123.83	123.83	
	2+000m	120.18	1.07	121.25	121.25	
	2+100m	120.06	2.26	122.32	122.32	
	2+200m	122.3	2.28	124.58	124.58	
2+344m	121.82	1.07	122.89	122.89		

依据规范要求,堤防工程基础置于冲刷线以下0.5~1.0m即可,所以天保2#桥至出境处河段基础埋置深度至少大于等于2.0m,方可满足规范要求,1+700m~2+344m新建河堤基础置于公路路基上,所以防洪堤总体高度不高,基础埋置深度可相应降低。

根据麻栗坡县盘龙河猫猫跳至天保段治理工程的实际情况可知,在已治理河段开采河道砂石资源,必须确保最大采砂深度高程高于已建堤防及护岸的基础埋置深度顶部高程,这是保障已建堤防护岸安全稳定的核心技术底线。规划采砂任务时,需优先开展河道地形实测,同时收集治理段堤防及护岸的设计文件、竣工资料,结合实测数据与收集资料开展“安全影响专项研判”(如模拟采砂对已建堤防护岸基础稳定性的潜在风险),上述工作是保障治理段堤防护岸安全的必要前置条件,规划许可阶段必须严格核验实测资料的真实性及研判结论的合规性,未满足安全要求的不得核发采砂许可。

4 结语

河道超深度采砂对河床稳定、堤防安全、行洪能力及生态环境构成系统性威胁,其引发的河床下切、基础暴露、岸坡失稳等问题,不仅危及水利工程安全,更可能诱发重大洪涝灾害。因此,遏制超深度开采行为,已成为河道采砂管理中的核心任务。有效控制采砂深度,必须坚持“源头防控、过程严管、技术支撑”三位一体的治理路径。在规划阶段,以高精度地形实测为基础,

科学设定最大采砂深度高程,确保不突破堤防护岸基础安全底线;在监管阶段,融合“天一地一水”立体监测体系与智能预警机制,实现对开采深度、开采量、开采边界的实时动态管控;在执行层面,强化许可审查与违规惩戒,将深度控制要求刚性嵌入采砂全过程。唯有通过制度约束与技术赋能双轮驱动,才能从根本上防范超深度采砂风险,切实保障河道生态健康、防洪安全与可持续发展。

[参考文献]

[1]钟常砧,郭智猛,等.麻栗坡县盘龙河猫猫跳至天保段治理工程初步设计报告[R].文山:文山州水利电力勘察设计院,2018.

[2]河道采砂规划编制与实施监督管理技术规范:SL/T 423-2021[S].奔流电子音像出版(北京)有限公司,2021.

[3]隋树杰,李玫.河道采砂管理面临的问题与对策[J].治淮,2009,(02):21-22.

作者简介:

李斌(1990--),男,汉族,云南丘北人,本科,工程师,研究方向:河道治理工程勘测设计、建设管理、规划计划、工程运行管理等方向。

阳兴朋(1991--),男,汉族,云南麻栗坡人,本科,工程师,研究方向:河道治理工程建设管理、河湖岸线空间管控方向。