

珠江流域河道采砂全链条管控体系研究

刘洪雯, 杨志浩

(广州珠江水资源保护科技发展有限公司, 广东 广州 510635)

摘要:以《珠江流域重要河段河道采砂管理规划(2026—2030年)》为例,探讨生态优先导向下的采砂管控体系。该体系通过划定64个禁采河段与8个可采区实现空间刚性约束;通过设备准入负面清单与环保工艺优选实现源头绿色准入;通过“平面-高程-时间”三维智能监控实现过程精准控制;通过防污帘、气泡幕等环保工艺及采后生态修复保障末端安全。研究表明,这一全链条管控体系有效统筹了资源利用与生态保护,为同类流域的采砂管理提供了可借鉴的实践路径。

关键词:采砂管理规划;采砂工艺;管控体系;生态优先;珠江流域

中图分类号:TV85 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9235(2026)S1-0046-03

1 珠江流域采砂现状与挑战

珠江流域水系发达、人类活动密集,其采砂管理面临特殊的复杂性和敏感性。经过历史上长期的超量开采,西江、北江、东江及珠江三角洲河段的砂石资源已面临严重透支,早期无序采砂活动导致了一系列生态环境问题:河床形态发生显著变化,局部河道深槽迫岸,威胁堤防安全^[1];珠江三角洲河网区河道不均匀下切,导致分流比改变和腹部洪水位壅高^[2];河道下切还加剧了咸潮上溯现象,对河口地区供水安全构成严重威胁^[3];同时,河床形态变化及滩槽结构破坏对水生生物栖息繁殖条件产生了显著不利影响,造成水生态系统功能退化^[4]。

目前,珠江流域采砂管理正处于规范后的自然修复期,同时又面临新的挑战。随着新建涉水工程设施的增多,特别是大藤峡水利枢纽等重大工程的蓄水运行,部分原本符合设置可采区条件的河段与涉水工程保护范围产生重叠,导致可采区域进一步压缩。当前河砂开采主要采用水采方式,产品主要供应本地建筑市场,并通过现场监管与视频监控相结合的方式进行管理。

《珠江流域重要河段河道采砂管理规划(2026—2030年)》对河道采砂实行分区管理,设置

禁采区、可采区与保留区。禁采区涵盖生态保护红线区域、防洪险段及重要工程保护范围,规划共划定64个禁采河段,总长2 466 km,以及动态确定的禁采水域。可采区遵循采补平衡与安全原则,划定8个区域,年度控制采砂总量263万t,并设有禁采期、开采高程等具体指标。其余区域划为保留区,需进一步论证方可开采。

流域内不同河段承担着多样化的生态功能和服务价值,形成了对采砂活动的多重约束体系。根据该规划成果,西江、北江和东江规划河段涉及一级水功能区18个,自然保护区、水产种质资源保护区、森林公园、湿地公园等各类保护地18处,饮用水水源保护区56处;珠江三角洲及河口规划河段的环境敏感性更为突出,涉及一级水功能区82个,各类保护地9处,饮用水水源保护区36处;北盘江、黄泥河、曹渡河等省界重点河段也涉及一级水功能区8个^[5]。这种多类型、高密度的敏感目标分布格局,对采砂活动提出了极高的环保要求。

在管理政策层面,河长制的全面推行和流域统一管理要求的强化,进一步增强了采砂规划的约束力。坚持生态优先原则,采砂管理必须摒弃传统的“一刀切”模式,转而实行差异化、精准化的管控策略。基于流域不同河段的生态敏感性和功能定位,

收稿日期:2026-02-09

作者简介:刘洪雯(1984—),女,硕士,工程师,主要从事环境咨询等工作。

联系作者:致信rmzj@pearlwater.gov.cn,由期刊转接。

建立分类分级的管理体系,成为珠江流域采砂管理的必然选择。

这种复杂的环境约束条件和管理要求,使得珠江流域采砂活动在严格的生态保护前提下进行,需要通过科技创新和管理创新,寻求资源利用与生态保护的最佳平衡点。

2 全链条管控体系的核心内容

珠江流域对河道采砂管理的要求,体现了从“源头预防”“过程控制”到“末端修复”的全链条管理思想^[6]。

2.1 源头准入

根据《中华人民共和国水法》《中华人民共和国水污染防治法》以及《产业结构调整指导目录》等法律法规和地方河道采砂管理条例等政策文件的要求,为保护河湖生态环境,明确禁止使用国家明令淘汰的、高耗能、高污染、破坏性大的采砂设备和工艺。这主要包括无环保措施的小型吸砂船(俗称“蚂蚁船”)、柴油机组无尾气处理的老式绞吸船,干式露采或分选工艺,锤击式、爆破式松砂工艺,未配套尾水处理的链斗式、抓斗式采砂船,以及其他所有被列入最新版《产业结构调整指导目录》“淘汰类”的采砂装备和工艺。

为实现生态优先、绿色发展的采砂管理目标,必须强化采砂过程中的环境保护措施,特别是在保障供水安全、保护水生生物栖息地和减少噪声影响等方面采取针对性措施。本研究根据珠江流域不同河段的环境特点和敏感目标分布,构建了环境友好型采砂工艺优选清单,为差异化管控提供技术支撑。

根据珠江流域环境敏感性的空间分布特征,推荐以下工艺优化方案。首先,对于临近饮用水水源保护区的可采区,推荐采用链斗式采砂船配合封闭脱水工艺。该工艺通过全封闭的输送和脱水系统,最大限度地减少了洗砂水的外排和扩散,有效防止对饮用水源的二次污染,保障流域供水安全。其次,对于岸边有村庄分布的连江口至黎溪、派头村可采区,建议选用射流抽吸式采砂工艺。这种工艺无须设置岸上作业场地,所有操作均在船上完成,显著降低了噪声和粉尘对沿岸居民生活的影响,实现了与社会环境的和谐共存。最后,对于临近水产

种质资源保护区的界滩、冬瓜铺及河角可采区,应采用原位分选与回填工艺。该工艺通过在采砂现场直接进行筛分和回填,大幅缩短了河床底质的裸露时间,快速恢复水生生物的栖息环境,特别适用于需要重点保护鱼类繁殖和生长的敏感水域。

这种基于环境敏感性的差异化工艺选择策略,充分体现了生态优先、绿色发展理念,既满足了资源利用的需求,又最大限度地降低了对生态环境的干扰,为珠江流域采砂活动的可持续发展提供了技术保障。

2.2 过程控制

为实现对河道采砂活动的精细化与智能化监管,本研究构建了一套融合天基遥感、无人机与地面视频监控的多维立体感知体系,并基于“平面-垂向-时间”三维框架实现对采砂全过程的无盲区管控。该系统综合利用卫星遥感、无人机航拍与高清视频监控设备,结合高精度定位、电子围栏与智能图像识别技术,对可采区、采运砂船舶、转运节点及堆砂场实行全天候动态监测,实现监管空间全覆盖、责任可追溯、行为可倒查的现代化治理目标。

a)平面边界控制。系统要求采砂船配备北斗/GNSS高精度定位终端,实时回传船体平面坐标。监管平台根据划定的可采区范围自动生成电子围栏,一旦船舶偏离许可区域或进入禁采区,立即触发系统声光报警,并自动向执法人员的移动终端推送越界预警信息,实现亚米级精度的实时监控与响应。

b)垂向高程控制。开采前采用多波束测深系统对采区进行地形扫描,生成高精度数字高程模型(Digital Elevation Model, DEM),据此设定开采控制高程。开采过程中,通过安装在采砂设备上的传感器实时监测采挖深度,动态计算剩余可采厚度。开采结束后,再次进行地形扫描,评估河床底板平整度,对不符合设计要求的情形自动触发处置机制,确保采砂活动不破坏河床结构的稳定性。

c)时间维度控制。将每年3—8月(涵盖主要鱼类繁殖期与汛期)设定为邻近水产种质资源保护区可采区的禁采期。在此期间,系统自动锁闭采砂船动力系统,并依托远程监控与无人机巡飞相结合的方式,加强对禁采期违规采砂行为的识别与取证能力,从而有效避免采砂活动对水生生态及防洪安全造成不利影响。

该体系不仅有效克服了传统“二维红线+人工巡查”模式存在的监管盲区与响应滞后问题,也为河道采砂的科学管理、生态保护与可持续发展提供了关键技术支撑。

2.3 环境保护与生态减缓的工艺技术要求

河道采砂过程中,悬浮物扩散是导致水体污染和生态破坏的主要因素之一,尤其在生态敏感水域如水产种质资源保护区、饮用水源保护区等区域更为关键。为最大限度降低采砂作业对水生生态环境的不利影响,需采用物理阻隔与工艺控制相结合的技术体系。防污帘(亦称泥沙帷幕)和气泡幕是当前应用最广泛的悬浮物扩散控制技术。防污帘通过在高浊度作业区域周边布设柔性屏障,有效阻隔细颗粒泥沙的水平迁移,其隔离效率通常可达60%以上。气泡幕技术则通过在河底敷设穿孔管道释放大量的微细气泡,形成垂直向上的气泡屏障,利用气-液两相流机制阻滞悬浮物跨区扩散,尤其适用于流速较低、水深适中的河段。

采砂船舶作为水上移动污染源,其运行过程中产生的含油污水、生活污水和固体废物若直接排入水体,将造成严重的局部污染。因此,必须严格落实船舶污染物源头控制与处理措施。按照GB 3552—2018《船舶水污染物排放控制标准》要求,所有采砂船舶均应配备符合规定的油水分离装置,对机舱底油污水进行有效处理,排放含油量不得高于15 mg/L。

采砂活动对河床结构的改变及底栖生境的破坏往往具有长期性、累积性,因此应将采后生态修复纳入采砂工艺管理的全流程。开采结束后,须立即开展采区地形整治工程,通过人工干预促使河床形态恢复至接近自然的状态,包括消除开挖陡坎、回填超深区域、重塑河床微地形等,以确保河势稳定并降低对水流条件的不利影响。此外,应积极推广基于生态学原理的主动修复措施,如人工鱼巢、生态护岸等。

3 讨论与启示

珠江流域的实践提供了重要启示。①刚性约束与弹性规则相结合。禁采区划定体现了生态安全的“底线思维”,是从地理空间上实现风险隔离的

根本保障;而标准阈值(如悬浮物控制限值、禁采期起止)可依据高频次生态监测数据和采后评估结论进行周期性校核与优化,形成“监测-评估-调整”的闭环管理机制。②技术适用性是制度落地的关键。在广大基层地区,成本适中、维护简便的技术(如防污帘、视频监控+人工巡查)比单纯追求“高精尖”更能保障管控措施的普遍落地。制度设计必须与技术承载能力相匹配,否则再完善的规则也难以有效执行。

4 结论

本研究基于对珠江流域采砂管理规划的实践分析,系统探讨了采砂工艺差异化管控要求的框架结构与主要内容。研究显示:①珠江流域构建了以“生态优先、空间管控、总量约束”为核心的全链条采砂管控体系,通过划定64个禁采河段(2 466 km)与8个可采区(年控总量263万t)实现空间刚性约束,通过三维智能监控实现过程精准控制,通过环保工艺与生态修复保障末端安全;②该体系通过源头准入、过程控制、末端修复的协同,有效缓解了采砂活动对水生态环境的影响,体现了从传统“堵截式”管理向现代“系统化”治理的转型;③“珠江经验”为同类流域统筹资源利用与生态保护提供了可借鉴的实践路径,其刚性空间红线与弹性规则设计相结合的思路具有推广价值。

参考文献

- [1] 赵钟楠,陈军,冯景泽,等. 关于粤港澳大湾区水安全保障若干问题的思考[J]. 人民珠江,2018,39(12):81-84.
- [2] 张泳华,陆永球. 西北江三角洲年内水沙特征及其影响因素[J]. 人民珠江,2023,44(8):43-49.
- [3] 靳高阳,朱三华,曹一豪. 西北江三角洲河床变化对咸潮上溯影响的数值模拟研究[J]. 人民珠江,2024,45(3):89-98.
- [4] 袁菲,胡晓张,喻丰华,等. 珠江河口水沙控导关键问题研究与思考[J]. 河湖保护治理,2025(6):38-42.
- [5] 珠江流域重要河段河道采砂管理规划(2026-2030年)[A]. 广州:水利部珠江水利委员会,2025.
- [6] 河道采砂管理规划编制规程:SL 423—2021[S]. 北京:中国水利水电出版社,2021.

(责任编辑:向 飞)