

河道施工导流及疏浚技术应用研究

杨融旺

沭阳县沭城水利站 江苏 宿迁 223600

摘要：河道导流与疏浚是河道治理、水环境整治的核心施工技术，两项工艺的合理应用与协同配合，直接影响河道施工安全、治理质量与生态效益。本文以河道施工导流及疏浚技术为研究对象，梳理两项技术的基础理论，分析导流方案设计、优化方法及数值模拟应用，探究疏浚设备选型、工艺管控及泥沙资源化处理关键技术。同时结合现场施工实际，搭建两项技术的协同应用模式，梳理工序衔接机制，攻克协同施工技术难题，构建多维度效益评价体系，可为同类河道治理工程施工提供技术参考。

关键词：河道施工；施工导流；河道疏浚；协同施工；工程优化

引言：随着国内河道整治工程持续推进，传统单一施工模式难以兼顾施工效率、工程安全与生态保护需求。导流与疏浚作为河道施工的核心工序，施工工况复杂、影响因素较多，易出现方案适配性差、工序衔接混乱、施工质量失控等问题。现阶段多数工程存在技术应用碎片化、协同性不足等短板，缺乏系统化的技术应用与优化体系。基于此，本文针对性研究河道导流与疏浚核心技术、方案优化方法及协同施工模式，规范施工流程，解决现场实操难点，助力河道工程提质增效、绿色施工。

1 河道施工导流与疏浚技术的基础理论

1.1 河道施工导流技术核心原理

河道施工导流是河道治理工程的核心基础技术，核心是通过人为调控河道水流路径，规避施工区域水流干扰，保障工程有序开展。导流施工需结合河道实测水文数据、地形地貌及工程建设需求，科学确定导流标准，依据汛期、枯水期特点合理划分导流时段。同时，根据河道断面参数、流域汇流情况精准计算导流流量，以此为依据选定导流方式与导流结构。不同河道的水文特性、地形条件存在明显差异，直接影响导流方案的可行性与实用性，只有匹配河道实际工况的导流设计，才能兼顾施工安全与工程经济性，实现导流技术与河道工程的高度适配。

1.2 河道疏浚技术的理论基础

河道疏浚主要分为机械疏浚、水力疏浚两类主流工艺，各类工艺拥有对应的作业逻辑与适用场景。机械疏浚依靠专用疏浚设备完成河床泥沙、淤积杂物的挖掘与清理，适配淤积厚度大、杂物较多的河道工况；水力疏

浚则利用水流动力冲刷、输送泥沙，更适用于浅滩、软基河道的清淤作业。疏浚施工的核心理论围绕河床泥沙扰动、物料输送、弃渣处置展开，通过把控施工技术参数，控制泥沙扰动范围与强度，避免过度扰动造成水体浑浊、河床破坏，同时规范泥沙输送与处置流程，为疏浚施工规范化应用提供理论支撑^[1]。

2 河道施工导流方案的设计与优化

2.1 导流方案设计的影响因素分析

河道施工导流方案设计需结合现场实际工况综合研判，多维度把控核心影响因素，规避设计偏差，保障方案贴合工程实际需求，具体关键因素如下：（1）水文特性因素。河道汛期、枯水期的流量变化、水位变幅、水流流速及泥沙含量是设计核心依据。不同水文时段的水流参数直接决定导流标准、导流时段及导流结构尺寸，是保障导流工程防洪安全的基础条件。（2）地质地形条件。河床土质、地基承载力、河道断面形态、岸坡稳定性等条件，直接限制导流结构形式的选择。软基河道需优先考虑轻型导流设施，坚硬河床可适配大型导流构筑物，地形狭窄河道不适宜大规模明渠导流施工。（3）工程建设规模。根据河道治理长度、施工工期、施工范围等指标，确定导流工程的建设体量。大规模河道工程需设置永久性导流辅助结构，小型短时施工可采用简易临时导流方案。（4）周边环境条件。结合河道周边居民区、农田、市政管线、交通设施等分布情况，严控导流施工的占地范围、水流改道路径，避免施工对周边生态及民生设施造成破坏。

2.2 导流方案的多元化设计方法

结合不同河道工况与施工需求，工程常用明渠导

流、隧洞导流、涵管导流三种核心方案,各方案具备专属设计流程、参数标准及适用边界,形成系统化设计体系。(1)明渠导流设计。该方案适用于河道地形开阔、岸坡平缓、施工场地充足的工况。设计核心为确定明渠断面形式、渠底坡度、渠道宽度及深度,通过水力计算校核渠道过流能力,严格控制渠道渗漏、冲刷问题,同步优化渠首、渠尾衔接结构,保障水流顺畅疏导。(2)隧洞导流设计。多用于山区河道、地形狭窄且无充足场地开挖明渠的工程。设计重点为隧洞轴线布置、洞身断面尺寸、进出口高程设计,需结合围岩地质条件做好支护设计,通过流量核算确定隧洞过流标准,规避汛期水流倒灌、隧洞淤积问题。(3)涵管导流设计。适配中小型河道、低矮围堰配套施工场景。设计以涵管管径、管节布置、进出口防渗结构为核心,严格计算涵管过流流量,做好管身基础加固与接缝防渗处理,具备施工便捷、造价低、工期短的特点。

2.3 导流方案的优化策略与数值模拟验证

为解决传统导流方案设计经验化、参数适配性不足的问题,依托数值模拟技术开展方案优化,兼顾施工安全性、经济性与高效性。(1)构建数值模拟模型。基于河道实测地形、水文数据,建立水流动力学模型,精准还原施工期河道水流流向、流速分布、水位变化及导流结构受力状态,精准排查传统设计中存在的过流不足、局部冲刷、结构受力不均等问题。(2)多方案对比优化。针对同一工程,分别代入不同导流形式、结构参数、施工时序的方案进行模拟演算,对比各方案的水流稳定性、结构安全性、施工成本及工期差异,剔除安全隐患大、造价偏高、施工难度大的方案。(3)综合优化策略制定。结合模拟结果,对导流结构断面、布置位置、施工时序进行精细化调整,在满足防洪、过流、结构安全的前提下,缩减工程占地、降低施工耗材,实现导流方案的精细化、科学化优化,全面提升方案落地性^[2]。

3 河道疏浚技术的关键技术

3.1 疏浚设备选型与适配技术

河道疏浚设备选择直接决定现场作业成效,选型不能只参考设备理论参数,需要结合河道规模、淤泥物理特性、水面作业条件、周边施工约束综合判定。绞吸式、抓斗式、链斗式是国内河道治理项目应用较多的设备类型,各类设备的工况适应性差异明显。(1)绞吸式疏浚设备。设备依靠绞刀扰动河床淤泥,通过泥浆泵完成泥沙抽吸与管道输送,适合淤积层较厚、淤泥颗粒偏细的内河河道。该设备可连续作业,但受水深限制较大,河道狭窄、障碍物多的水域不适合投入使用。(2)

抓斗式疏浚设备。依靠抓斗抓取河床淤积土体,对河床杂物、大块垃圾适应性强,不受水深变化的过多约束,适合障碍物较多、局部深坑清淤的河段。缺点是作业间断,泥浆输送能力有限,淤泥转运工作量偏大。(3)链斗式疏浚设备。依靠斗链循环挖掘泥沙,挖掘深度相对稳定,对河床扰动幅度可控,多用于泥沙颗粒均匀、淤积层分布连续的河道。水下石块、建筑垃圾会加剧斗体磨损,含大量杂物的河道应当慎用。

设备选型参考模型以淤泥组分、作业水深、河道宽度、弃渣运距作为核心指标。条件允许时可采用多设备组合模式,主设备完成大面积清淤,小型辅助设备处理边角、浅滩位置,匹配现场实际工况,提升整体清淤效率。在正式设备进场前,需结合现场勘察数据开展设备工况验算,结合河道通航条件、施工断面约束、周边构筑物保护要求排除不适配设备,规避设备选型不当导致的清淤不彻底、施工效率低、河床过度扰动等工程问题,保障疏浚施工稳定推进。

3.2 疏浚施工工艺的精细化控制

河道疏浚施工容易出现超挖、欠挖问题,分层疏浚、精准疏浚工艺能够对作业过程进行约束,依靠各项工艺参数管控施工质量,把河床断面控制在设计允许范围之内。(1)分层疏浚工艺。面对厚度较大的淤积层,禁止一次性深挖,按照分层厚度划分作业层,逐层开展清淤。分层厚度结合设备挖掘能力、淤泥流动性确定,每层作业结束后开展断面检测,下层施工在上一层检测合格之后再推进,减少河床扰动,防止淤泥回流淤积。(2)精准疏浚工艺。针对护岸基础、闸口周边等敏感区域,采用小幅度、低速作业模式。以疏浚深度、挖掘行进速度、泥浆输送浓度作为主要控制参数,疏浚深度严格对照设计断面,预留少量保护基底,避免扰动原生河床;行进速度过快会造成挖取量不足,速度过低又容易引发超挖;泥浆输送浓度维持在合理区间,浓度过高造成管路堵塞,浓度偏低降低清淤实效。(3)现场质量管控。施工期间定时开展水下断面测量,对比设计河床高程,及时调整设备作业参数。欠挖区域进行补挖,超挖部位做好记录,不随意破坏原状河床,把断面偏差控制在规范允许范围,减少后期河道运行隐患。

施工全过程需配套动态监测手段,利用水下地形测量、实时水位监测等技术,动态修正施工参数。针对汛期、水流波动较大的河段,需及时调整作业节奏,规避水流扰动造成的成型断面偏移,通过工艺精细化管控,实现疏浚质量标准化、作业流程规范化。

3.3 疏浚泥沙处理与资源化利用技术

疏浚产生的淤泥体量较大,如果直接随意弃置,会占用土地,还容易带来水体二次污染。对淤泥开展无害化处置,同步推进资源化利用,构建绿色疏浚体系,降低工程对外界环境带来的负面影响。(1)淤泥脱水固结处理。高含水率淤泥无法直接堆放或再利用,通过堆场自然脱水、板框压滤等手段降低土体含水率。对于含有污染物的淤泥,增加固化稳定化处理工序,改良淤泥理化性质,满足堆放以及再利用的基础条件。(2)淤泥无害化处置。检测淤泥重金属、污染物指标,污染超标的淤泥不能投入资源化再利用,转运至合规处置场地封闭处理,避免污染物重新回流河道。(3)泥沙资源化利用。经过处理合格的疏浚泥沙,可用于河道堤防填筑、岸坡回填;部分颗粒级配良好的泥沙,经过筛分之后,作为路基填料或者建筑辅料。泥沙再利用需要做好前期检测,把控土体强度、渗透性指标,满足工程用料标准,拓宽淤泥处置途径,减少弃渣占地。

在绿色施工理念下,疏浚泥沙处置需遵循“减量化、无害化、资源化”原则,根据淤泥检测结果分类处置、分级利用,严格落实环保施工要求。通过优化淤泥处理工艺流程,减少堆场淤积、污水外排等问题,有效控制疏浚工程的生态影响,提升河道整治工程的综合效益与绿色施工水平^[3]。

4 河道施工导流与疏浚技术的协同应用模式

河道导流与疏浚协同施工需依托标准化流程、问题处置机制与量化评价体系保障施工质量,全方位提升河道施工整体规范性与实效性,具体内容如下:(1)协同应用流程设计与衔接机制。结合河道施工整体工序,统筹规划导流与疏浚全作业流程,明确两项施工内容的时序安排、作业范围与资源调配方案。施工前期优先完成导流设施布设与验收,通过水流疏导稳定作业水域环境,为疏浚施工提供作业条件;施工中期严格划分导流区域与疏浚作业区域,错开交叉施工工序,合理调配施工设备、人员等资源,明确工序衔接节点;施工后期同步完成导流设施拆除、河道断面复核与疏浚收尾作业,

实现两项施工技术的无缝衔接,规避工序混乱、作业冲突等问题。(2)协同应用关键技术难点与解决方案。河道两项技术协同施工主要存在疏浚作业扰动影响导流结构稳定、疏浚泥沙淤积削弱导流过流能力、交叉施工干扰施工进度等难点。针对以上问题,可采用动态导流调控方式,根据水位、流速变化实时调整导流运行参数;实施疏浚作业分区、分段管控,规范设备作业范围,减少机械施工对导流构筑物的扰动;同时定期开展导流通道清淤作业,及时清除淤积泥沙,保障导流系统过流稳定性。(3)协同应用效益评价模型构建。结合工程施工实际,从工程安全、施工效率、经济效益、生态效益四个维度构建量化评价指标体系,选取结构稳定性、施工工期、工程成本、水域生态保护效果等核心指标,建立标准化量化评价模型,通过数据测算对比单一施工与协同施工的综合成效,为导流与疏浚协同施工方案的优化、工艺调整提供精准的数据支撑^[4]。

结束语:本文系统梳理了河道导流与疏浚技术的理论基础、设计方法与施工关键技术,明确了不同导流、疏浚工艺的适用场景与管控要点,通过数值模拟实现导流方案精细化优化。同时建立两项技术的协同施工体系,解决交叉施工干扰、淤积影响等实操难题,搭建多维度效益评价模型。研究明确了导流与疏浚相辅相成的施工逻辑,有效弥补单一施工技术短板,能够有效提升河道施工规范性与科学性,对河道治理工程的技术落地与优化升级具备实际参考价值。

参考文献

- [1] 刘启阳.河道施工导流及疏浚技术应用研究[J].中国水运,2025,(19):122-124.
- [2] 马洪野.导流技术在水利工程施工中的应用研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2026,(3):085-088.
- [3] 王政涵.河道清淤疏浚施工技术与控制方法探究[J].科技资讯,2026,24(4):198-200.
- [4] 王涛,程燕君.港口航道疏浚环保施工技术应用[J].科技与创新,2026,(11):234-236.