

基于钢板桩围堰的河道疏浚清淤施工技术研究

申 晨 刘端婧

长江河湖建设有限公司 湖北 武汉 430000

摘 要：河流在生态、经济发展等方面承担着重要作用，加强河道疏浚清淤非常重要，但由于施工环境复杂，常规清淤方法效率低、风险多、生态扰动大。钢板桩围堰技术有着强度高、稳定性好、施工效率高、成本低等优势，在河道疏浚清淤施工中有着重要应用价值。本文对基于钢板桩围堰的河道疏浚清淤施工技术展开研究探讨，并结合具体案例分析其施工流程、关键技术以及施工管理等内容，以期河道疏浚清淤施工作业提供一些参考。

关键词：钢板桩围堰；河道；疏浚清淤；施工技术

河道有着重要的资源与生态价值，发挥着泄洪、排灌、生态维护等多重作用，但由于泥沙自然沉淀和人为活动等多种因素影响，河道易出现不同程度的淤积现象，对其功能的实现造成影响。因此，做好河道疏浚清淤工作非常重要，对于保障河道正常运行有着关键作用，既能维持合理水位确保防汛效能，也可为发展航运经济创造良好条件。常规清淤方式通常依赖抓斗、挖掘机、采砂船等重型设备配合输送带转移淤泥砂石，但在实际应用中存在水下作业风险较高、施工效率受限、经济成本较高等缺陷，尤其难以应对高流速、大落差河道以及大型石块或孤石的清除需求^[1]。以钢板桩围堰为基础的围堰导流技术，能够在河道中搭建临时挡水结构，将水流拦截、改道，再进行抽排水，实现干地施工，有效规避水下作业的复杂性和安全隐患，提高河道疏浚清淤施工效率、安全性和经济效益。

1 钢板桩围堰技术概述

钢板桩围堰作为水利与桥梁工程中应用最广泛的支护结构，其核心构件为具备连锁结构的特种型钢，根据锁口形态差异可以分成拉森式、拉克万纳式等多种体系，截面形态有直板形、Z形、U形、工字形等多种形态，可适应不同的工程需求^[2]。在实际施工中，将一根根钢板桩通过锁扣相互连接，紧密咬合，可构成围堰，形成临时性挡水、挡土结构，有效阻挡水流渗透。在河道疏浚清淤施工中，钢板桩围堰技术有着明显优势。一方面，钢板桩围堰采用高强度钢材结合特殊的截面设计，能够承受较大的水压力，有较高的强度和稳定性，可为河流疏浚工作提供可靠的支护，有效阻隔外部水体，为施工创造可控的干地作业环境；另一方面，钢板桩围堰技术施工流程简便，施工速度相对较快，可缩短工期，且钢板桩能重复使用，可降低工程成本^[3]。此外，围堰封闭结构减少施工过程中对河床的扰动，有效保护水体生态

平衡，符合环保理念。

2 基于钢板桩围堰的河道疏浚清淤施工案例分析

2.1 工程概况

某河道疏浚清淤工程总长度13.12km，河道底宽均在5m以上。该河段地质稳定性处于良好状态，在勘探深度所涉及的范围中，土层较为均匀且稳定，归并划分为5个工程地质层，包含堤身填土、淤泥、粘土、淤泥质粘土、粉质粘土等。结合工程实际情况，采用钢板桩围堰技术分段、分区开展河道疏浚清淤工作，具体流程包括：前期测量放线、防渗体建设、围堰垫层施工、钢刃脚安装、模板系统安装、混凝土浇筑、围堰下沉、基坑开挖、钢板桩安装、围堰封底等。

2.2 准备工作

在实施围堰法前，需针对目标河道开展调研工作，重点完成水文地质勘测、地形测绘及淤积特征分析，基于数据整合制定适应性施工方案，并据此选择与工况条件匹配的工程机械。施工筹备阶段需系统性完成组织架构搭建、物资供应链条梳理及施工节点衔接规划，确保资源要素全面就位。人员与设备进场部署应遵循三项原则：设备与人员协同作业能力评估、机械选型参数与施工需求精准匹配、进场时序动态优化。同时建立质量安全管控机制及应急预案，保障施工全流程在标准化框架内有序推进。

2.3 防渗体工程建设

防渗体施工是河道疏浚清淤前期准备阶段中的一项重要工作。在施工时，需先在防渗体墙面上合理设置先导孔，采用钻孔机来完成打孔作业，精准地在地面钻出符合要求的孔洞，为后续施工提供必要的引导和基础数据。综合考虑工程具体情况，采用混凝土面板结构的倒浆平台，能够更好地满足工程在倒浆过程中的各项需求，保障施工的安全性与稳定性。当防渗体墙面按照设

计要求确定并完成相关工作后,意味着施工前期的准备阶段基本圆满结束,工程的重心将转移到后续围堰垫层施工、混凝土浇筑、围堰下沉等关键施工环节。

2.4 钢板桩围堰施工

该工程案例中,采用就地制作钢板围堰,然后下沉至河道底部的施工方法,可以有效避免材料长途运输的麻烦,也省去了机械车频繁装卸的问题,大大提高了施工效率。施工时需要对工程所在地的地基进行换填操作,而用来换填的就是钢板围堰。所以,首先要制作钢板围堰,需先在井内通过射水吸泥的办法让其下沉,接着安装钢板桩,使其形成组合围堰。随后,再对组合好的围堰进行射水吸泥下沉作业,一直下沉到设计规定的标高位置。整个施工过程采用不排水吸泥下沉的方式,完成下沉后用混凝土进行封底处理。做完这些工作之后,才继续开展后续清淤开挖工程。

2.4.1 围堰垫层施工

防渗体施工完成后,进入围堰垫层施工阶段。这一施工环节的目的在于为钢板结构建立基础高程,需优先规划排水系统,根据该工程实际情况,选择逆水流方向设置排水工程,布置横向排水坡,引导地表径流有序汇入水库,以免雨水带来异常水流,干扰后续施工。考虑到河床整体承载力较弱,与普通地表有着较大的差异,为了确保钢板的稳定性,可采用砂质垫层,其优势体现在两方面:既不会对水体造成污染且能减少泥沙沉积,又具备适宜的基础承载力,其硬度较高。在实际施工前,需通过专业计算确定砂质围堰垫层的厚度与宽度,使其充分契合工程实际情况,然后进行分层摊铺作业,按设计要求布设枕木。完成垫层作业后进入钢刃脚组装工序。该部件作为钢板围堰的定位结构,需严格按设计图纸采用三角支撑系统进行精准定位与拼接,确保几何位置完全符合规范,保证其整体稳定性。随后搭设施工脚手架并安装防护围栏及安全网,最后进行钢筋布设与模板系统安装,为后续施工创造安全作业条件。

2.4.2 混凝土浇筑

模板系统验收合格后,进入混凝土浇筑工序。施工前需执行多层级质量核查:首先清理模板内部残留积水或异物,检测支撑体系的承载能力与定位精度,复核预埋钢筋的规格及锚固位置;其次需确认混凝土配比参数、运输设备及振捣工具的运行状态,保障材料供应连续性与设备可靠性。上述工序经联合检验达标后,方可启动分层浇筑作业。浇筑过程中需同步监测模板变形情况,采用多点对称下料方式控制温度应力,确保围堰结构密实度与耐久性满足防洪工程设计标准。

2.4.3 钢板桩围堰下沉

完成混凝土浇筑施工并验收达标后,即可进入围堰结构下沉施工阶段,采用不吸水工艺将钢板桩沉入河床基底,形成水土阻隔屏障。当混凝土围堰完成浇筑后,需通过井壁内部土体挖掘实现围堰整体下沉,待下沉至围堰顶部距开挖面约0.5m高程时,同步安装钢板桩及内部支撑体系,随后继续控制下沉直至设计标高^[4]。在开展下沉作业之前,需进行前期计算模拟,需结合混凝土围堰物理参数进行力学验算,建立下沉系数动态控制模型,确保下沉作业的安全、准确。若从原地面启动下沉,地面以下初始处井壁与土层接触面的摩擦阻力呈三角形递减荷载,下部区域为均匀分布荷载。鉴于围堰自重显著高于水体浮力,计算下沉系数时可忽略浮力影响。

除下沉系数外,还需验算下沉稳定系数及底隔墙下方地基承载力等关键指标,通过多维度参数校核确保下沉过程可控。待所有施工质量检测达标后,最终实施围堰底部封闭作业,形成完整的防水支护体系。全过程需结合数值模拟与实时监测,实现理论计算与工程实践的动态调适。

2.5 土石方挖掘

开展土石方开挖作业前,应做好前期地质勘察分析,结合地质数据与设计图纸进行技术验证,待完成多方面质量检测,确认无隐患和问题后,才可以进行挖掘施工。采用挖掘机、装载机等多种工程机械相配合,进行分层式挖掘,随着开挖高程逐渐下降,需反复、仔细地核对设计图纸,并进行平面定位检测,确保开挖路线与设计方案完全一致。施工过程中需持续监测开挖区域的斜坡结构稳定性,采用全站仪进行边坡位移监测,保证边坡安全稳定,位移量超过预警值(单日位移>10mm)时立即启动支护加固预案^[5]。若发现实际工况与设计方案存在偏差,优先在分层开挖阶段及时修正。若开挖过程中暴露出来的土层与设计要求不符,应依据工程规范进行专项处理。竣工阶段需确保河床基面排水通畅,彻底清除施工残留物,防范因材料堆积引发的二次淤积风险,实现工程资源的最优化利用。

2.6 河道疏浚清淤效果

在河道清淤工程中应用钢板围堰技术的成效显著,河道清淤的效果大幅提升,原本堆积的淤泥厚度显著下降。由此足以证明,该技术具备卓越的河道清淤疏浚能力,并且性能稳定可靠。相较于其他工程技术,钢板围堰技术还可以多次重复利用,使用完毕后能够有效回收,这不仅提高了资源的利用率,还极大地减少了对河道水质的污染,使清淤工作得以高效、环保地开展。

3 河道疏浚清淤施工注意事项

3.1 质量控制

河道清淤处理后应满足规定的标准要求（见表1）。在施工过程中，涉及大量机械设备、工程材料，需严格做好相应的管理工作。施工单位应对进场物料与设备实施全流程质量管控，包括规格参数核验、性能测试及数量清点，确保其符合工程技术标准与施工组织设计指标。同时，设计单位应派驻现场工程师提供全周期技术协同，通过动态优化施工参数与工艺衔接，确保各项治理技术的科学应用。选择工程承包方时需重点考察投标方的专业技术资质、历史工程履约率及安全管理水平，优先选择具备同类项目经验且信用评级优良的施工团队，通过资质审查、过往项目实地考察等方式验证其技术实施能力与风险管控意识，从源头保障工程品质。施工过程中需同步建立质量追溯机制，实现材料设备使用、工艺执行等环节的可视化监管。

表1 淤泥固化指标要求

序号	项目	28d限值
1	含水率/%	≤ 40
2	无侧限抗压强度/kPa	≥ 150
3	抗剪强度/kPa（垂直压力取100）	≥ 100
4	自由膨胀率/%	< 25
5	承载比CBR/%	> 8
6	粪大肠菌群菌值/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	> 0.01
7	臭气浓度/%	≤ 20
8	pH值	5~11

3.2 安全管理

在河道疏浚清淤施工要加强安全管理。施工前，必须对所有参与人员进行全面的安全培训，涵盖施工流程、潜在风险及应急处理方法。同时加强对各类施工设备进行调试与维护，保证设备安全运行。施工阶段，在围堰周边设置明显的警示标识，防止无关人员靠近。安排专人监测围堰的稳定性，密切监测钢板桩围堰有无变形、渗漏、位移等情况，一旦发现异常，立即停止作业并组织人员撤离，及时进行有效处理，同时加强对河道周边环境的监测，保证河道清淤施工的安全性、有效性。对于清淤设备的操作，严格遵循操作规程，杜绝违规操作。在吊运淤泥等重物时，下方严禁站人。还要重视用电安全，施工现场的电气设备必须接地良好，电线无破损、漏电现象，电工需持证上岗，定期检查电路。

另外，针对恶劣天气，如暴雨、大风等，提前做好防范措施，停止户外危险作业，加固设备与围堰。

3.3 环境保护

河流是生态系统中非常重要的一部分，在其中开展施工操作，需做好环境保护工作，降低人为操作对周围环境的影响和破坏。施工前期，需对施工区域及周边生态环境展开详细调查，明确敏感区域与保护对象，以此制定针对性的环保方案。施工过程中，着重控制扬尘污染。对施工现场道路进行硬化处理，定期洒水降尘；土方、物料采用覆盖措施，减少风吹起尘。在清淤环节，选用先进设备与工艺，降低对水体的扰动，减少悬浮物扩散。同时，在围堰周边设置截水沟与沉淀池，拦截含泥雨水与施工废水，经沉淀处理达标后回用或排入市政污水管网，防止污水直排河道。此外，还要注重对周边生态的保护，尽量减少对河岸植被的破坏，施工结束后及时进行生态修复。

结语

河道清淤疏浚施工本质上是通过人为干预来优化自然环境的过程，由于河流状况的复杂多变，施工过程中存在较多不确定因素与风险。钢板桩围堰技术可将水流阻挡在外，营造干地施工环境，让原本受限于水域条件的施工得以顺利开展。在实际施工时，需强化前期勘察数据应用，通过系统化水文地质勘察与岩土力学分析，科学计算出工程量，制定合理的施工计划，确保施工方案与地质条件的适配性，并加强质量控制、安全管理和环境保护工作，提高河道清淤疏浚施工整体效果。

参考文献

[1]周强.围堰法河道疏浚清淤施工问题探讨[J].中国水运,2023,(01):96-98.

[2]冯合勋,钱广滨,张亚东.钢板桩围堰施工技术的稳定性分析与安全管控[J].科技创新与生产力,2024,45(12):52-55.

[3]王晓英,金杰,吴佩锋.河道清淤疏浚施工现状及常见问题探究[J].中华建设,2021,(10):156-157.

[4]李燕忠.赣州市某河道清淤疏浚施工技术控制方法分析[J].黑龙江水利科技,2022,50(11):25-27+53.

[5]李玲.基于钢板桩围堰的河道疏浚清淤施工技术[J].地下水,2024,46(05):311-313.