

# 苏南平原水网地区河道疏浚施工 及淤泥处置方式的探究

徐磊<sup>1</sup>, 刘艳雯<sup>2</sup>, 过杰<sup>1</sup>, 郝凌颖<sup>1</sup>, 孟怡凯<sup>1</sup>

(1. 无锡市水利设计研究院有限公司, 江苏 无锡 214000; 2. 江阴市水利工程有限公司, 江苏 无锡 214400)

**摘要:**河道疏浚是江南水乡历年重要的水利工程项目,且必须周而复始进行。河道疏浚可以有效扩大河道过水断面,保障区域防洪除涝安全和灌溉需要,促进河网水系良性循环和水生态平衡,对改善水环境和周边地区生态环境具有积极的现实意义。制约河道疏浚的主要问题是清淤土方工程量较大但土方的堆压场所较少、工程投资大、受河道两侧环境影响较大等。通过对多种河道疏浚方式、淤泥处置方式及土方单价进行分析,提出不同工况条件下河道疏浚的优化方式。

**关键词:**河道疏浚; 淤泥处置; 施工单价; 施工工艺; 方案比选

**中图分类号:**TV851 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2023)03-0014-0004

## Study on river dredging construction and silt disposal in the water network area of the southern Jiangsu Plain

XU Lei<sup>1</sup>, LIU Yanwen<sup>2</sup>, GUO Jie<sup>1</sup>, HAO Lingying<sup>1</sup>, MENG Yikai<sup>1</sup>

(1. Wuxi Water Conservancy Design and Research Institute Co., Ltd., Wuxi 214000, China;

2. Jiangyin Water Conservancy Engineering Co., Ltd., Wuxi 214400, China)

**Abstract:** River dredging has been an important hydraulic project in the Chiang-Nan water country for many years and must be carried out round and round. River dredging can effectively expand the cross-section of water flowing through the river, ensure the safety of regional flood control and irrigation needs, promote the good order of the river network and water ecological balance, and have positive practical significance for improving the water environment and the ecological environment of the surrounding areas. The main problems that constrain river dredging are the large volume of silt for dredging but the small number of sites for stockpiling and compaction of silt, the large investment in the project and the influence of the environment on both sides of the river. This paper analyses a variety of river dredging methods, silt disposal methods and silt unit costs to provide optimization mode of river dredging under different working conditions.

**Key words:** river dredging; silt disposal; construction unit cost; construction technology; scheme comparison and selection

苏南水乡河网密布,自古以来,人们依水而居,小桥流水人家构成了江南特色,河网水系也是经济发展和生产生活的重要基础设施,确保河道畅通的河道疏浚工程是历年重要的水利工程项目。如

无锡市共计有村级以上大小河道5 635条、总长度7 328.4 km。其中,流域性河道3条、长104.8 km;区域性骨干河道22条、长467.4 km;重要跨县河道50条、长580.4 km;县(区)级河道72条、长371.0 km;

收稿日期: 2023-01-12

作者简介: 徐磊(1991—),男,工程师,硕士,主要从事水利工程规划与设计工作。Email: 452145607@qq.com

镇(街道)河道720条、长2 023.6 km;村(社区)河道4 768条、长3 781.2 km。近10年来,全市共实施河道清淤2 756条,清淤河道总长度2 834.60 km,清淤土方量达3 986.10万 $m^3$ 。通过持续推进河道清淤工作,已取得了明显效益,河道过水断面明显扩大,增强了行洪排涝和畅流活水能力,有效地改善了河湖水环境,为美丽乡村建设提供了良好的水环境支撑。本文结合苏南河道疏浚施工及淤泥处置的实践调研,谈点粗浅的认识。

## 1 河道疏浚的常态化及施工中的主要问题

河道淤积是自然和人为活动因素共同作用的结果,由于水土流失、城市生产生活活动、水生植物过度生长、水资源调配带来泥沙淤积加重等因素,造成河道不断淤积。经综合分析,不同环境和地貌下的河道淤积速度存在差异,平原地区河道淤积速度约为10~20 cm/a,平均15 cm/a,山区河道往往因水土流失严重、坡面径流含泥量大,淤积速度较快,约为20~30 cm/a,通江河道水体含沙量大,淤积情况更为严重。为保障防洪除涝安全、保障农业灌溉、提升河道水质,必须定期对河道进行疏浚,确保区域内河道处于疏淤动态平衡中。

按河道淤积速度,疏浚周期一般6~8 a,由于江南河网众多,造成每年清淤土方量较大。根据无锡市河道轮浚有关计划,近期计划疏浚河道共计158条,河道总长度725.77 km,淤泥总方量3 212.73万 $m^3$ 。原清淤产生的淤泥主要堆放低洼地、废弃塘或围田筑堤堆淤,多年的淤泥堆放,目前已很难找到合适的堆泥场所,加上农田的精耕细作,大量经济作物的种植,围田堆泥成本较高,群众意见很大,工程有时推进较难,因此,没有合适的淤泥堆场是苏南河道疏浚施工中的主要问题。另外,河道两侧大量护岸工程的施工安全,河道桥梁多且梁底标高低,都给清淤施工带来了难度。

## 2 清淤方式的比较

### 2.1 干河清淤

干河清淤是在河道中修筑围堰,然后利用水泵排出河道水体,由于淤泥含水量较高,在河床露出后,一般利用高压水枪加泥浆泵清除河床淤泥浮泥,将泥浆水通过运泥船、槽罐车外运至堆放点。或者在施工现场附近寻找可供使用的地块设置泥浆池,将泥浆打入泥浆池。下部的硬质土可采用挖

掘机等机械施工,挖运至岸边临时堆放点晾晒后采用渣土车外运。这种方法主要适合可以断流的河道,施工中可有效对照施工图纸,对底宽、两侧边坡进行精准控制,清淤效果较好,清淤彻底、施工质量容易保证。施工机具简单、施工成本相对较低。但此方法也有相应的缺点:需要河道断流,具有通航要求的骨干河道及常年需引排水难以断流的河道不能采用;河道断流后要将水体排空,河道两侧高边坡、隐患地段河堤以及硬质护岸等有失稳风险,安全隐患较大;此法需要及时将淤泥采用吹填的方式向排泥场运输,如果排泥不及时,容易造成工期滞后;一般只能在非汛期进行施工,施工工期受限。

### 2.2 水中清淤

水中清淤主要有抓斗式挖泥船清淤、传统绞吸式挖泥船清淤、链斗式挖泥船清淤等方式。

#### 2.2.1 抓斗式挖泥船清淤

抓斗式挖泥船清淤的工作原理是挖泥时运用钢缆上的抓斗,依靠其重力作用,放入水中一定的深度,通过插入泥层和闭合抓斗来挖掘和抓取泥沙,然后通过操纵船上的起重机械提升抓斗出水面,回旋到预定位置将泥沙卸入泥舱或泥驳中。抓斗式挖泥船清淤是目前国内中小型河道整治的一种不可替代的清淤方式,基本不受水深限制,施工时占用水域较小且不受块石与杂物的影响;但精度不高,挖泥深度不易控制,容易发生超挖,清淤平整度差,清淤时容易引起淤泥扩散,引发二次污染,对河道通航能力有一定的要求。

#### 2.2.2 传统绞吸式挖泥船清淤

传统绞吸式挖泥船清淤是利用转动着的绞刀绞松水底土壤,与水混合成泥浆,经过吸泥管吸入泵体并经过排泥管送至排泥区。传统绞吸式挖泥船清淤施工时,挖泥、输泥和卸泥都是一体化,自身完成,生产效率较高。传统绞吸式挖泥船清淤可采用全封闭管道输泥,不会产生泥浆散落及泄漏,但容易造成底泥中的污染物扩散,同时也会出现较严重的回淤现象,由于船体较大,对河道通航能力要求较高,一般应用于大江大河。

#### 2.2.3 链斗式挖泥船清淤

链斗式挖泥船的工作原理是将斗桥的下端放入水下一定的深度,使之与疏浚土层相接触。然后在上导轮驱动下使斗链连续运转,带动斗链上的斗泥,挖泥后装入,再随斗链的转动提升出水面,并传送到塔顶部,经过上导轮改变方向后,斗内的泥沙

在自身的重力下,倒入斗塔中的泥井。最后泥沙经过两边的溜泥槽排出挖泥船的船舷外。链斗式挖泥船同样适用于通航能力较高的大中型河道,其清淤过程不会对河道通航产生影响,由于挖后平整度较其他类型挖泥船好,适用于开挖港池、锚地和建筑物基槽等,但清淤过程中容易产生大量污染物扩散、逃淤、回淤情况严重。

### 2.3 新型清淤方式

较传统清淤方式而言,新型清淤方式清淤精度更高、二次污染更小<sup>[1]</sup>。目前最常用的新型清淤方式主要有环保绞吸式清淤。环保绞吸式清淤通过船只配备的环保绞吸式刀头具有防止污染淤泥泄露和扩散的功能,可以疏浚薄的污染底泥且对底泥扰动小,可显著减轻污染淤泥的扩散和逃淤现象。底泥清除率能够达到95%以上,清淤浓度高,清淤泥浆质量分数达70%以上,一次可挖泥厚度为20~110 cm。同时环保绞吸式挖泥船具有高精度定位技术和现场监控系统,通过模拟动画直观地观察清淤设备的挖掘轨迹;高程控制通过挖深指示仪和回声测深仪,精确定位绞刀深度,挖掘精度高。但此法施工成本高,对水位要求严格,成本随着排泥管线的长度的增加迅速增加。同样此法对河道通航能力有一定的要求,目前在中小河道疏浚中应用不多。

## 3 淤泥处置方式比较

一般淤泥处置方式就是在河道两侧设置堆场,排泥后待干后进行复耕。堆场位置较远的,通过车辆或船舶转运。

针对堆场资源紧张的现状,可在一定区域内建立淤泥处理中心,开展淤泥集中固化处置,实现淤泥“无害化”“减量化”和“资源化”。固化后的淤泥可以显著降低总方量,结合后续淤泥资源化利用,可以显著减少堆放淤泥带来的土地资源浪费问题<sup>[2-4]</sup>。目前常用的淤泥固化方法有高压板框压滤机脱水固化法、土工管袋固化工艺法、原位固化设备固化法等,具体淤泥固化工艺由河道轮浚实施过程中视淤泥集中处置点条件确定。

### 3.1 高压板框压滤机脱水固化法

高压板框压滤机脱水固化法的工艺流程为:①将淤泥输送至淤泥处置中心,泥浆通过排泥通道进入砂石分离装置(格栅、滚动筛)进行三级筛分处理,一级分离去除直径50 mm以上的垃圾、砾石、砂等固体物,二级分离去除10 mm以上较大颗粒物,

三级分离去除5 mm以上颗粒物,剩余泥浆流入沉淀池分级处理;②沉淀池分级处理:首先淤泥进入一级沉淀池,同时加入絮凝剂进行初沉,沉淀的泥浆用泵吸船抽入均化池,上层泥浆通过溢流口流入二级沉淀池;第二级沉淀池内再加絮凝剂沉淀,用泵吸船将沉淀的泥浆抽入均化池,在均化池中加入固化剂进行浓缩调理改性,再通过柱塞泵进入高压板框压滤脱水固化一体化设备脱水固化处理。

该方法的优点是过滤水清澈,悬浮物指标(SS)小于70 mg/L,悬浮物质指标能够达到国家污水排水一级标准;脱水泥饼呈硬塑状态,含水率在40%以下,遇水不化泥,可直接用于回填土,也为后续的转运和其他进一步处理提供了便利,并且高压板框压滤机脱水固化法用地面积小,比较适合城区内河道清淤工程,但不足是固化处理设施投入较大且需要接电。

### 3.2 土工管袋固化工艺法

土工管袋固化工艺法的工艺流程为:①输送淤泥。输送管道将淤泥输送到岸边淤泥处理装置;②淤泥在线处理。利用在线处理装置(安装在集装箱内)对淤泥做全封闭式在线处理,采用纯天然药剂絮凝,并按需采取重金属固定处理;③淤泥脱水。经过在线处理的淤泥通过软管送入土工袋内。絮凝的淤泥在袋内与水分离,固体淤泥留在袋中,水透过袋壁流出;④干泥处置。脱水后得到的干泥可就地处置,也可以从袋中取出、装车外运处置。

土工管袋固化工艺法在经济方面不需要大型设备及厂房投资,仅需少量非专业操作人员,污泥脱水部分不需要电力,具有节能减排的优点;在便利方面,土工管袋直径和长度可根据需要调整,可塑性强,且可以堆叠,运输方便;在环保方面,可实现全封闭施工,施工现场无噪声污染;在施工效率上可根据泥浆泵流量以及土工管袋数量的增加和减少来控制施工效率。但土工管袋工艺法相对于高压板框压滤机脱水固化法占地多,比较适合河岸线上无较多厂区、居民区的河道清淤工程,如农村河道等。

### 3.3 原位固化法

原位固化法的工艺流程为:①淤泥固化池放样、开挖;②将淤泥输送至淤泥固化池内;③将原位固化机搅拌头安装于普通挖掘机的臂上,利用挖掘机的液压系统驱动搅拌翼的旋转;④利用特制的加压仓,采用气送的方法,将粉料固化剂输送至搅拌翼位置,利用搅拌翼的旋转与淤泥直接混合。

原位固化法可以在堆场原位直接处理5 m深的

淤泥,每小时可以处理80~100 m<sup>3</sup>淤泥。处理后的底泥待其强度提高后可以作为基础使用,可以通过调整固化剂的比例,实现不同的地基要求,质量容易控制,不需要再转运填筑。原位固化法施工流程简单,施工速度快,在清淤河道附近有工程基础需要用土时,可使用此种方法。

#### 4 土方单价估算比较

河道清淤土方价格一般由清淤价格(含机械和人工)和淤泥处置成本两部分组成,为简化计算过程,现采用已实施工程(泥浆泵传统堆压施工和淤泥固化工艺施工两种形式)单价进行估算。

(1)泥浆泵传统堆压施工。泥浆泵施工堆场一般在1 km范围内,参考已实施工程,施工价格(含排水工程)约为10元/m<sup>3</sup>。淤泥占地堆场补偿费参考江阴市新沟河工程普通农田(含复耕费、青苗费)为1440元/hm<sup>2</sup>,一般淤泥堆高1.5 m,堆场费21.7元/m<sup>3</sup>,堆场围堰约3元/m<sup>3</sup>,合计土方单价费为34.7元/m<sup>3</sup>。如排泥场较远应根据外运情况增加车辆或船运输费。

(2)采用淤泥固化工艺施工。目前,无锡地区在河道施工中采用固化处理的,淤泥施工(泥浆泵施工或挖泥船施工)加外运和固化处置后综合土方

单价约为120元/m<sup>3</sup>,固化土堆放按6 m高计算,堆土占地补偿费5.4元/m<sup>3</sup>,合计土方单价约125.4元/m<sup>3</sup>。

#### 5 结语

河道疏浚淤泥工程量大,资金投入多,为节省建设资金和节约土地资源,应按不同河道实际情况采用不同的施工和淤泥处置方式。对施工河道周边有低洼地的,尽量采用淤泥就地堆压的方式,抬高地面高程,减少涝渍灾害,降低工程造价。对城镇区河道和河道两侧确实无堆泥场地需要采用淤泥固化处置方式的,应考虑圩堤加固加高、公园建设堆土等项目对土资源的需求量,做到土方产出应用平衡,减少对农田的堆挖占用,通过对淤泥土的综合利用来降低工程造价。

#### 参考文献:

- [1] 肖波. 绞吸船环保清淤技术在河道治理中的应用[J]. 珠江水运, 2022(3): 75-79.
- [2] 陈春梅, 刘国钧, 陈敢峰, 等. 生态清淤、淤泥固化技术在城区河道整治工程中的应用[J]. 治淮, 2022(2): 43-44.
- [3] 湛楠, 王维, 汪棋. 河道清淤疏浚施工技术分析[J]. 工程建设与设计, 2022(21): 202-204.
- [4] 金雪林, 薛路阳, 金杰. 生态清淤及淤泥快速处置一体化技术的应用[J]. 人民黄河, 2013, 35(9): 43-45.

(上接第13页)

条件,导致近岸区域不断遭受冲蚀而造成岸坡土体流失、基底稳定性差、植物缺失等。本文针对鹭居岛周边不同的风浪特点,结合消浪隔堤、预制混凝土挂板、阻流围网系统、设置浅滩等工程措施,对鹭居岛近岸工程防护整治方案的优化设计进行了讨论与研究,为后续建设洪泽湖近岸工程提供技术支撑。

#### 参考文献:

- [1] 江苏省水利厅. 江苏省洪泽湖保护规划[R]. 南京:江苏

省水利厅, 2006.

- [2] 江苏省人民政府办公厅. 关于加强洪泽湖生态保护和科学利用的实施意见[R]. 南京:江苏省人民政府办公厅, 2019.
- [3] 刘斌, 焦建华. 洪泽湖(泗阳县)退圩还湖工程实施方案[R]. 扬州:江苏省水利勘测设计研究院有限公司, 2020.
- [4] 顾诗轩, 王灿. 一体式仿木桩护岸在洪泽湖聚泥成岛工程中的应用[J]. 江苏水利, 2021(5): 23-25.
- [5] 魏文强, 胡继刚, 王春霞. 洪泽湖退圩(围)还湖规划研究[J]. 江苏水利, 2019(12): 21-24.