

# 环保清淤技术在二十埠河清淤工程中的应用

张 力, 王丽君, 王 宁, 李 萍

(南京市水利规划设计院股份有限公司, 江苏 南京 210022)

**摘要:**总结归纳主要清淤方式及淤泥处置方式。从清淤效果、环境友好度、对河道行洪影响等方面对陆地挖掘机、水力冲挖机组、环保绞吸式挖泥船及抓斗式挖泥船等清淤方式进行对比分析,并结合二十埠河清淤工程,选择合理的清淤方式;从减量化、无害化、稳定化等方面对自然脱水干燥法、真空预压脱水法、土工管袋法、搅拌固结法、脱水固结一体化法等淤泥处置方式进行对比分析,结合实际工程,选择合理的淤泥处置方式;对工程实施过程中底泥有机质、总氮、总磷含量等营养物质污染情况的变化进行分析,为同类河道清淤工程提供了科学合理的依据和建议。

**关键词:**淤泥; 环保清淤; 淤泥处置

中图分类号:X522

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2021)02-0066-04

## Application of environmental protection dredging technology in the dredging project of Ershibu River

ZHANG Li\*, WANG Lijun, WANG Ning, LI Ping

(Nanjing Water Planning and Designing Institute Co., Ltd., Nanjing 210022, China)

**Abstract:** The main dredging methods and sludge disposal methods were summarized. The dredging methods of land excavator, hydraulic flushing unit, environmental cutter suction dredger and grab dredger were compared and analyzed from the aspects of dredging effect, environmental friendliness and influence on river flood discharge, and reasonable dredging method was selected combined with dredging project of Ershibu River. Sludge disposal methods such as natural dehydration drying method, vacuum preloading dehydration method, soil pipe bag method, stirring consolidation method and dehydration consolidation integration method were compared and analyzed from the aspects of reduction, harmlessness and stabilization, and reasonable sludge disposal methods were selected combined with practical engineering. The changes of nutrient pollution such as organic matter, total nitrogen and total phosphorus content in sediment were analyzed, which could provide scientific and reasonable basis and suggestions for similar river dredging projects.

**Key words:** silt; environmental protection dredging; silt treatment

我国现存的污染河道往往存在截污不彻底或者未截污的情况,大量高浓度污水的长期汇入,通常会导致底泥淤积。在一定条件下,淤积在底泥中的污染物会释放到上覆水体中影响河道水质。此外,底泥淤积会导致河道变窄,河道的泄洪功能也会受到严重的影响。目前来说,清淤疏浚是解决河

道底泥淤积最具针对性的措施<sup>[1-4]</sup>。

环保清淤是为改善水质和水生态环境而进行的清淤<sup>[5]</sup>。相对于一般清淤工程,其特点有:①清除对象主要是悬浮于淤泥表层的胶体状悬浮质及表层污染淤泥;②严禁由于施工机械的振动而造成的二次污染;③在清除表层污染底泥的同时要保护

收稿日期:2020-08-13

作者简介:张力(1988—),男,工程师,硕士,主要从事污染治理与水体修复研究及设计工作。E-mail:236743195@qq.com

下层底泥不被破坏,有利于水生生物种群的恢复和建立;④清淤过程中要做好淤泥和尾水的妥善处置<sup>[6]</sup>。

本文结合二十埠河清淤工程对清淤方式、淤泥处置方式进行归纳、对比,并分析处置前后底泥理化性质变化情况。

## 1 工程概况

二十埠河是合肥市东部的一条重要季节性行洪河流,发源于长丰县三十头乡的南部,河道流经新站区、瑶海区及肥东县,至南淝河,全长 27.0 km,依据 2019 年测量成果,二十埠河干流淤泥层厚 0.2~1.3 m。依据《全国河流湖泊水库底泥污染状况调查评价》中的评价方法对二十埠河底泥沉积物营养物质污染进行评价,二十埠河干流绝大多数断面为三级、四级断面,污染物含量较高。2019 年,二十埠河清淤工程对二十埠河干流实施底泥清淤,通过对底泥进行清淤,减轻底泥对水质的污染,降低河段污染物存量,扩大水体环境容量,改善二十埠河水质。

## 2 清淤方式

目前,国内最典型和实用的清淤方式主要有陆地挖掘机清淤、水力冲挖机组清淤、环保绞吸式挖泥船清淤及抓斗式挖泥船清淤等<sup>[7]</sup>。

### 2.1 陆地挖掘机

陆地挖掘机,最大臂长可达 22 m,清淤时先对河道进行截流,同时进行排水,将清淤河道积水基本排干,通过抓斗对河底淤泥进行逐段逐点清挖。

### 2.2 水力冲挖机组

水力冲挖机组的施工原理是模拟自然界水流冲刷原理,借水力作用来进行挖土、输土、填土,即水流经高压泵产生压力,通过水枪喷出一股密实的高速水柱,切割、粉碎土体,使之湿化、崩解,形成泥浆和泥块的混合,再由立式泥浆泵及其输泥管吸送。

### 2.3 环保绞吸式挖泥船

环保绞吸式挖泥船是利用吸水管前端围绕吸水管装设旋转绞刀装置,将河湖底泥进行切割和搅动,再经吸泥管将绞起的泥沙物料,借助强大的泵力,输送到泥沙物料堆积场,环保绞吸式挖泥船配备有环保绞刀头。

### 2.4 抓斗式挖泥船

抓斗式清淤船利用前臂抓斗直接深入河底,借助油压驱动抓斗并按照设定深度插入底泥后关闭

抓斗,取出淤泥,提升回旋至指定位置后开启抓斗,淤泥便落入就近靠泊的驳泥船中。

### 2.5 清淤方式对比分析及选择

按清淤环节及外运环节,从淤泥清除率、环境友好度、对河道行洪影响等方面对各清淤方式进行对比<sup>[7]</sup>,详见表 1。

二十埠河是合肥市东部的一条重要季节性行洪河流,河道水深满足挖泥船所需最低吃水要求,工程设计施工期主要集中在 2019 年 5 月至 7 月,属当地汛期,为了减少清淤工程对河道行洪功能的影响,不宜采用需断流作业的陆地挖掘机、水力冲挖机组的清淤方式;为了彻底清淤,减少二次污染,应优先采用环保绞吸式挖泥船的清淤方式,又二十埠河有跨河桥梁,桥梁段环保绞吸式挖泥船难以实施,最终清淤方式采用环保绞吸式挖泥船的清淤方式,局部桥梁段组合采用水力冲挖机组的清淤方式。

## 3 淤泥处置方式

国内现有的淤泥处理技术中主要分为脱水和固化。脱水的主要方法有自然脱水干燥法、真空预压脱水法、土工管袋脱水法;固化主要有搅拌固结法、脱水固结一体化法等。

### 3.1 自然脱水干燥法

利用太阳光能、空气对流对淤泥进行脱水、干燥,利用淤泥自重压密促使含水率下降,包括自然暴晒、人工翻晒、底面脱水、埕壕挖掘等方式。

### 3.2 真空预压脱水法

真空预压法是通过在处理池中敷设防渗膜、真空管道、沙滤层和土工布等设施,然后对打入处理池中的泥浆进行覆膜、抽真空,营造有利于泥浆脱水的环境,利用真空压力和泥浆自重对泥浆进行脱水处理的方法。

### 3.3 土工管袋脱水法

土工管袋是一种由于高强土工织物制成的大型管袋及包裹体,直径可根据需要变化,最大已达 10 m,长度最大可达 200 m,具有强度高、过滤性能好、抗紫外线性能强的优点。土工管袋脱水法把高含水率淤泥或泥浆打入土工管袋中,利用土工管袋透水性,对淤泥进行压密搁置促进脱水

### 3.4 搅拌固结法

在淤泥中加入固化材料,对淤泥进行固化、改性,同时可将污染土固结、封闭,形成一层隔离膜,避免污染周边环境。

表 1 不同清淤方式对比表

环节/项目	对比项目	陆地挖掘机	水力冲挖机组	环保绞吸式挖泥船	抓斗式挖泥船
清淤环节	淤泥清除率	彻底	彻底	彻底	不彻底
	河道挖深、杂物清除	能	不能	不能	能
	二次污染	大	小	小	大
	对水体环境破坏	大	大	小	大
	作业速度(效率)	快	慢	比较快	快
	作业成本	低	比较低	比较低	低
	设备灵活性	灵活,有自主动力	不太灵活,移动依靠人力	灵活,有自主动力	灵活,有自主动力
	带水/断流作业	断流作业	断流作业	带水作业	带水作业
	河道通航功能	无法通航	无法通航	有些影响	有些影响
	河道配水功能	无法配水	无法配水	不影响	不影响
	河道防洪行洪	无法行洪	无法行洪	有些影响	有些影响
	不通航/封闭水域作业	适合	很合适	很合适	适合
	市区中、小型河道	很适合	比较适合	易受桥梁净空影响	易受桥梁净空影响
	汛期作业	不适合作业	不能作业	不适合作业	不适合作业
	外运方式	汽车外运	泥浆管外运 + 汽车外运	泥浆管外运	运泥船外运
外运环节	运输成本	高	高	高	低
	是否受河道通航条件影响	没影响	没影响	没影响	影响大

3.5 脱水固结一体化法

将机械脱水与淤泥固化有机结合,以机械脱水为手段、以脱水及固结材料对泥浆的调理为核心实现淤泥“减量化、无害化、稳定化、资源化”目标。

3.6 淤泥处置方式对比分析及选择

从减量化、无害化、稳定化等角度对淤泥处置方式进行比对<sup>[8]</sup>。不同淤泥处置方式对比见表 2。

二十埠河底泥污染物含量较高,河道周边有一定的场地条件,施工期紧张且汛期施工,同时考虑当地河湖底泥收纳的相关环保要求,确定水力冲挖机组、环保绞吸式挖泥船清出的泥水混合物采用脱水固结一体化法工艺进行处置,设计泥饼含水率 35% ~ 60%,且不应高于 60%,产生的滤液经处理  $\rho(SS) \leq 20 \text{ mg/L}$ 。

4 工程实施效果分析

对固化后外送泥饼含水率进行检测分析,经检测泥饼含水率约 35% ~ 45%。

清淤过程中对底泥的 pH、有机质、总磷及总氮含量的变化情况进行分析,用 EXCEL、SPSS 软件统计分析及处理数据,用 one - way ANOVA 对底泥理化性质参数的差异进行比较。详见表 3。结果显示,脱水后泥饼的有机质、总磷含量与河道原状底泥、绞吸上岸后底泥没有差异;脱水后泥饼的 pH 相对原状底泥、绞吸上岸后的底泥均有所提高,可能与脱水固结所使用的药剂有关;脱水后泥饼的总氮含量相对原状底泥没有差异,但是绞吸上岸后底泥的总氮含量相对原状底泥有所提高。

表 2 不同淤泥处置方式对比表

比较项目	自然脱水干燥法	真空预压脱水法	土工管袋脱水法	搅拌固结法	脱水固结一体化法
处理方式	仅脱水	仅脱水	仅脱水	仅固结	脱水固结
减量化	含水率高,不减量	含水率高,不减量	含水率高,不减量	淤泥基本无减量	含水率小于 40%,减量大
无害化	没有无害化处理	没有无害化处理	没有无害化处理	对有害物质实现固封和钝化	对有害物质实现固封和钝化
稳定化	容易产生二次污染	容易产生二次污染	容易产生二次污染	不易产生二次污染	无二次污染
资源化	难利用	难利用	难利用	经过 1~2 周的堆放后才能利用	可用作回填土
占地面积	巨大	巨大	巨大	巨大	小
适应性	仅适应无污染淤泥,仅适应无污染淤泥,仅适应无污染淤泥,仅适应轻污染淤泥,受天气影响大				适应各种泥质,不受天气影响

表 3 施工各环节河道底泥营养物质变化情况分析

样品来源	pH	有机质/%	$\omega(\text{TP})/(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1})$	$\omega(\text{TN})/(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1})$
河道原状底泥	7.33 ± 0.04a	6.52 ± 2.63	1790 ± 532.26	3290 ± 1136.35a
绞吸上岸后底泥	7.47 ± 0.03b	4.07 ± 0.04	1940 ± 43.59	1886.67 ± 92.38b
脱水后泥饼	7.54 ± 0.02c	3.63 ± 0.26	1433.33 ± 30.55	2036.67 ± 130.51ab

注:不同小写字母表示不同行间差异达到 0.05 显著水平, $n=3$ 。

5 结 语

结合实际的工程案例,介绍了环保清淤技术的实际应用,该工艺处理湖底淤泥后的产物为泥饼和尾水。通过检测泥饼的组成成分,可以发现经过处理后的泥饼有机质、总氮、总磷等营养物质含量较河道原状底泥有降低的趋势,达到了环保清淤的效果。

参考文献:

[1] 彭祺, 郑金秀, 涂依, 等. 污染底泥修复研究探讨[J]. 环境科学与技术, 2007, (2):103-106.

[2] 梁康, 杨余维. 河道底泥治理技术研究进展[J]. 中国资源综合利用, 2019, 37(6):79-83.

[3] 范俊庭. 水利工程河道治理存在的问题及管理[J]. 水利建设, 2019(19):292-293.

[4] 赵政. 浅谈上海地区河道淤积成因及对策[J]. 上海水务, 2001(3):6-9.

[5] 陈永喜, 彭瑜, 陈健. 环保清淤及淤泥处理实用技术方案研究[J]. 水资源开发与管理, 2017(4):23-26.

[6] 倪守高, 葛春康, 顾晓慧. 河湖生态清淤及淤泥固化技术研究进展[C]//中国(国际)水务高峰论坛集论文集. 长沙:中国(国际)水务高峰论坛, 2014.

[7] 米帅. 杭州河道清淤方式技术研究[J]. 市政技术. 2016, 34(1):114-116.

[8] 沙志贵, 肖华, 罗保平, 等. 淤泥脱水固结技术在环保清淤工程中的应用[J]. 人民长江. 2013, 44(11):64-66.