

新型环保清淤及淤泥无害化处理技术 ——以常州长荡湖综合治理项目为例

姜 玮¹, 杨 剑², 陈云飞³

- (1. 常州金坛水利建设投资发展有限公司, 江苏 常州 213200;
2. 常州市金坛区水利局指前水利管理服务站, 江苏 常州 213200;
3. 常州市金坛区水利局西城水利管理服务站, 江苏 常州 213200)

摘要:以江苏常州长荡湖综合治理项目为例, 研发并采用了新型环保清淤及淤泥无害化处理技术。该技术通过精准抽吸防止沉积污染物扩散造成内源污染。脱水环节以高通量滤袋为工艺主体, 通过空泡打碎、高效絮凝、重金属吸附、重力压缩、自然干化、高通量滤袋过滤等作用, 实现了淤泥的高效、节能、绿色、环保脱水。干化淤泥泥质较好, 无需再进行稳定化、无害化处理, 可作资源化处置。

关键词:淤泥; 内源污染; 脱水; 环保清淤; 重金属

中图分类号:X730.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2020)09-0011-04

New environmental dredging and sludge harmless treatment technology ——Taking Changzhou Changdang Lake comprehensive treatment project as an example

JIANG Wei¹, YANG Jian², CHEN Yunfei³

(1. . Changzhou Jintan Water Conservancy Construction Investment and Development
Co. , Ltd. , Changzhou 213200, China;

2. Zhiqian Water Conservancy Management Service Station of Jintan District, Changzhou 213200, China;
3. Xicheng Water Conservancy Management Service Station of Jintan District, Changzhou 213200, China)

Abstract: Taking Changdang Lake comprehensive treatment project in Changzhou, Jiangsu as an example, a new environmental dredging and sludge harmless treatment technology were developed and adopted. The technology prevented the deposition of pollutants from spreading and causing endogenous pollution by precise pumping. The dehydration process took the high-flux filter bag as the main body of the process. Through cavitation breaking, efficient flocculation, heavy metal adsorption, gravity compression, natural drying, high-flux filter bag filtration and other functions, the sludge could be dehydrated efficiently, energy-saving, green and environmentally friendly. The dry sludge had better mud quality, no need for stabilization and harmless treatment, and could be used as a resource disposal.

Key words: sludge; endogenous pollution; dehydration; environmental dredging; heavy metal

收稿日期: 2020-06-17

作者简介: 姜玮(1986—), 男, 工程师, 本科, 主要从事水利工程建设管理工作。E-mail: 395475988@qq.com

1 概 述

国内近几年围绕河湖治理时底泥中污染物的去除问题开展了较多的“环保清淤”工程,工程将河湖底泥中聚集的污染物通过清淤方式移出水体。

国务院印发执行的《太湖流域水环境综合治理总体方案(2013 年修编)》明确提出“在科学论证和试点的基础上,对太湖等底泥污染严重、水草分布较少、水生生物多样性下降、蓝藻水华多发区实施底泥清淤”“对长荡湖、阳澄湖、长广溪等淤积比较严重的湖泊河网适度进行生态清淤,并妥善解决可能出现的底泥重金属或持久性有机污染物超标等问题”。

目前“环保清淤”的难点一是抽吸过程可能由于操作不当导致水体扰动较大,将底泥内的污染物重新释放到水体,造成水体内源污染。二是对淤泥进行无害化的处理处置,特别是原本沉积在淤泥中的镉、铬、铜、铅等重金属有害物质,N、P 等营养元素在淤泥脱水过程中随着滤液释放出来,对环境造成二次污染^[1]。

目前对疏浚淤泥常用的脱水方法有自然脱水、真空脱水、机械脱水、热处理等方法^[2]。

(1)自然脱水法是将淤泥平铺摊晒,使水分自然流失。这种方法的缺点一是脱水耗时太长,受气候等自然条件影响较大,二是气味、渗滤液对周围环境影响较大。

(2)真空脱水是在淤泥处理池中敷设真空管,利用真空抽吸原理对淤泥进行脱水处理。这种方法主要缺点在于处理池场地需求大,施工成本较高,且滤液由于含有有害物质,需进一步处理达标排放。

(3)机械脱水是利用压滤机在加压条件下过滤脱水或利用离心脱水机在高速离心作用下将淤泥泥水分离,达到脱水目的。这种方法的主要缺点是有时清淤量较大机械设备需要连续工作,能耗较高且同样存在滤液需要进一步处理等问题。

(4)热处理包括热干化和焚烧。热干化一般控制温度在 60 ~ 80℃,对于大清淤工程而言能耗较高。至于淤泥焚烧,由于淤泥中有机质含量相比市政污泥低很多,一般含量在 0.1g/g 水平^[3],所以其热值较低,焚烧处理的经济效益较差。

在江苏常州长荡湖综合治理项目中采用了新型环保清淤及淤泥无害化处理技术。该技术以高通量滤袋为工艺主体,利用空泡作用将淤泥打碎,

淤泥在与高效脱水剂、重金属稳定剂均匀混合后注入滤袋,通过高效絮凝、重金属吸附、重力压缩、自然干化、高通量滤袋过滤等作用,实现了淤泥的高效、节能、绿色、环保脱水。

2 技术流程及原理

本项目对长荡湖西北部 2 000m²的重点水域进行了环保清淤及淤泥无害化处理生产性试验,精确绞吸 30 ~ 50cm 厚的湖底淤泥,清淤量约 2 000m³ (湿淤泥)。集成精确化清淤技术、在线无害化封闭技术、高通量滤袋深度脱水技术,其技术流程如图 1 所示。

2.1 绞吸泵底泥精准抽吸

使用配备专用环保吸泥泵的清淤船实施清淤。输送管道里的淤泥流量保持稳定,平均 50 m³/h,淤泥含固率控制在 5% ~ 12%,精确绞吸 30 ~ 50 cm 厚的湖底淤泥。同时在泥浆泵抽吸底泥时,控制精准抽吸,将泥层周围水体的扩散层(1 m)随淤泥一同抽吸至后续处理环节。避免抽吸过程中由于扰动造成沉积污染物扩散而污染原本的水环境。

2.2 淤泥输送

清淤水域距离脱水场地约为 250 ~ 500 m,淤泥通过软管输送。

2.3 淤泥预处理

为防止湖底尺寸较大的垃圾、杂物等对淤泥在线处理装置的不利影响,本项目在脱水场地附近设 100 m³ 淤泥调节缓冲池,调节缓冲池前配置 20 mm 的格栅用以拦截大的杂物与垃圾,保证淤泥在线处理系统的持续稳定运行。

2.4 淤泥在线处理系统

淤泥在线处理对实现淤泥高效、节能、绿色、环保的目标至为关键。淤泥在线处理系统核心包括淤泥流量与含固率在线监测系统、淤泥颗粒破碎处理系统、高效絮凝剂投加系统、重金属固定剂投加系统,所有系统总装在一个集装箱内,如图 2 所示。

2.4.1 淤泥流量与含固率在线监测系统

该系统用来自动控制絮凝剂与重金属固定剂的投加量,不但便于精确控制脱水条件,而且能够实现工程量的准确测量以及清淤成本的精确测算。并且可通过远程数据传递,实时指导清淤船操作员调整清淤深度,防止沉积污染物扩散造成内源污染。

2.4.2 淤泥颗粒破碎处理系统

采用空泡作用高效打碎较大的团聚淤泥,使淤

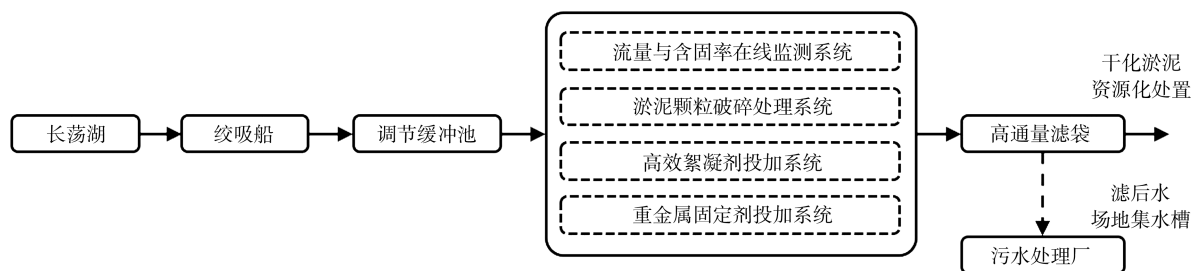


图1 技术流程图(单位:mm)

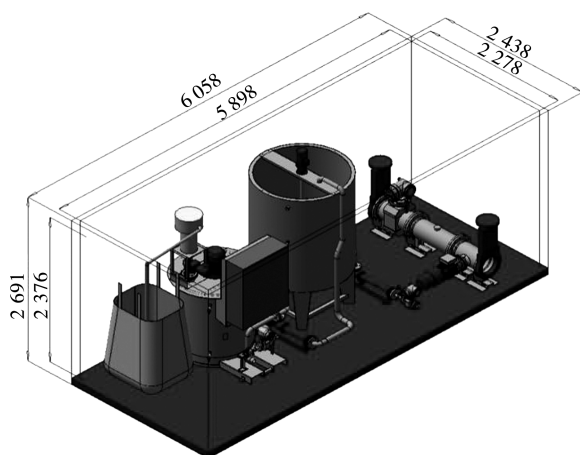


图2 淤泥在线处理集装箱内部系统(单位:mm)

泥与絮凝剂更容易均匀混合,更易于脱水。

2.4.3 高效絮凝剂投加系统

预实验将聚合氯化铝 PAC、聚合硫酸铁 PFS、石灰等多种脱水药剂进行了组合研究,得到了适合长荡湖淤泥的最佳投药量。相比常用的聚丙烯酰胺(释放的单体具毒性)等絮凝剂,本絮凝剂无毒,有利于保护水体及动植物。采用特殊絮凝剂混合系统在线投加,高效絮凝。

2.4.4 重金属固定剂投加系统

按需投加重金属固定吸附剂,主要成分为高活性吸附材料,可快速捕捉重金属,使重金属固定在淤泥中,避免随着滤液扩散到环境中造成二次污染。

2.5 淤泥配送

淤泥脱水场地布置有若干滤袋,淤泥通过管道从在线系统中输送到滤袋。

2.6 滤袋脱水

高通量滤袋的脱水原理是通过淤泥自身重力作用和袋体材料本身的滤水作用以及环境的自然风干作用下,实现泥浆的脱水与固结。具体包括3个步骤,分别是填充、脱水和固结阶段。采用高通量滤袋实现了淤泥零能耗、快速有效的固液分离,最终含水率低于30%,固体截留率达99%以上。且

高通量滤袋和循环使用,经济环保。

2.7 滤后水处理

场地表面覆盖一层防渗膜,在防渗膜上在铺设排水板,使上清液不会渗入地下,而是沿着设计好的坡度汇集,通过集水沟槽导流进入污水处理系统。本工程实验场地选取在现有市政污泥堆场内,附近有污水处理设施,滤后水可汇入污泥堆场内的污水处理设施内。

3 脱水效果

3.1 淤泥含水率变化

如图3所示,滤袋中淤泥的含水率随脱水时间的延长而降低。在22d时,淤泥平均含水率已降低到30%以下,达到可资源化处置水平。土工袋放置30d后,脱水后的淤泥已达到干裂的程度(图4)。试验末期淤泥平均含水率已降至15.4%,达到预期效果。采用高通量滤袋脱水的耗时周期远低于自然脱水法^[4],节省工期。

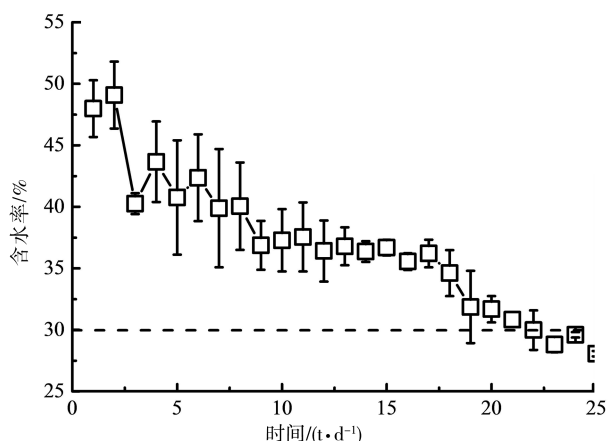


图3 滤袋中淤泥含水率变化

3.2 滤后水水质

3.2.1 主要污染物截留效果

经过高通量滤袋的有效过滤,滤后水水质比底泥上清液改善了很多,主要污染物均被不同程度地截留。滤后水中 COD、BOD₅、NH₃-N、TN、TP 的质量浓度分别为 16、2、0.1、2.53、0.66 mg/L,各截留率



图 4 脱水 30d 后的干裂淤泥

分别为 38.5%、75%、82.21%、37.5%、62.5%。采用高效絮凝剂和吸附材料对淤泥中污染物固定,再经过滤袋过滤,在一定程度上减轻了主要污染物对环境的二次污染。

表 1 滤后水主要水质指标

指标	底泥上清液中/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	滤后水中/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	截留率/ %
$\rho(\text{COD})$	26	16	38.5
$\rho(\text{BOD}_5)$	8	2	75.0
$\rho(\text{NH}_3\text{-N})$	0.56	0.1	82.1
$\rho(\text{TN})$	4.05	2.53	37.5
$\rho(\text{TP})$	0.16	0.06	62.5

3.2.2 重金属截留效果

淤泥脱水前后重金属变化如表 2 所示。

从重金属截留效果中可以得出两点结论:

(1) 向淤泥中投加高效絮凝剂和重金属固定剂后,在高通量滤袋过滤作用下,能够完全将各类重金属截留在淤泥固体内而不随滤液渗出,确保不出现重金属二次污染现象。

(2) 由于投加的高效絮凝剂中含有一定的杂质成分,导致了各类重金属浓度相比于原始底泥略高,但这部分重金属杂质也能被高通量滤袋有效截留,不增加环境污染风险。

从淤泥脱水后的各项指标检测结果可以看出,受污染水体淤泥中的重金属等污染物全部随淤泥一起截留在滤袋内。滤后水水质达到城镇污水处

表 2 重金属截留效果

指标	底泥中/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	30 天后滤袋淤泥中/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	滤后水中/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
镉	0.43	0.43	未检出
铬	16.2	19.00	未检出
铜	13.7	17.0	未检出
铅	11.00	14.20	未检出
镍	17.6	19.8	未检出
锌	42.0	46.80	未检出
汞	0.06	0.05	未检出

理厂污染物排放标准(GB18918—2002)》一级 A 的指标,无需处理可直接排入水体。高通量滤袋内的干化淤泥可根据国家 2018 年试行的《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准(GB36600—2018)》处置。本项目使用新型环保清淤及无害化处理技术后的干化淤泥,可进行土地改良、建材制砖等资源化处置。

4 总 结

相比于其它清淤及脱水方式,本项目采用的新型环保清淤及无害化处理技术通过精准抽吸防止沉积污染物扩散造成内源污染,不会对水体生态环境造成破坏性影响。同时高通量滤袋脱水工艺实现了淤泥的高效、低能耗、绿色脱水。且滤后水水质较好,无需额外处理,不会对环境造成二次污染。干化淤泥也无需再进行稳定化、无害化处理,可作资源化处置。

参考文献:

- [1] 包建平,朱伟,闵佳华. 中小河道治理中的清淤及淤泥处理技术[J]. 水资源保护, 2015, 31(1):56-62.
- [2] 宋闯,李冰,邱艳茹. 河道淤泥处理及资源化应用[J]. 中国水利, 2018(23):35-37.
- [3] 陈萌,杨国录,徐峰,等. 淤泥固化处理研究进展[J]. 南水北调与水利科技, 2018, 16(5):128-138.
- [4] 张春雷. 基于水分转化模型的淤泥固化机理研究[D]. 南京:河海大学, 2007.