



文章栏目：工程创新与行业动态

DOI 10.12030/j.cjee.202101135

中图分类号 X522

文献标识码 A

马广翔, 刘帅, 刘红燕, 等. 环保疏浚联合土工管袋工艺在重金属污染底泥处理中的应用[J]. 环境工程学报, 2021, 15(11): 3773-3780.

MA Guangxiang, LIU Shuai, LIU Hongyan, et al. Geotextile tubes technology for dewatering and volume reduction of sediments polluted by heavy metals and its engineering case[J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2021, 15(11): 3773-3780.

环保疏浚联合土工管袋工艺在重金属污染底泥处理中的应用

马广翔¹, 刘帅², 刘红燕^{3,✉}, 黄理龙¹, 马涛¹, 陈华东⁴, 刘剑³

1. 山东省环科院环境工程有限公司, 济南 250013

2. 济宁市生态环境局任城区分局, 济宁, 272000

3. 山东省环境保护科学研究设计院有限公司, 济南 250013

4. 中科华鲁土壤修复有限公司, 德州 254300

第一作者: 马广翔(1985—), 男, 博士, 工程师。研究方向: 污染场地修复、水环境修复技术、装备研发与推广等。E-mail: mxiang0812@sina.com

✉通信作者: 刘红燕(1994—), 女, 硕士, 工程师。研究方向: 污泥资源化利用、水环境修复技术等。E-mail: 18834197954@163.com

摘要 利用环保疏浚联合土工管袋脱水减容工艺治理某重金属污染河道底泥, 考察了该工艺对底泥重金属污染治理的工程应用效果。该工程实施的内容包括: 环保疏浚工程、土工管袋脱水工程、底泥加药系统设计实施及尾水处理工程设计实施。结果表明: 经过上述联合工艺处理后, 底泥的污泥比阻可下降至少 80%; 硫酰胺类共聚物(ES)稳定剂对重金属 Cr 和 Hg 的稳定化率可分别控制在 80%~93% 和 60%~73%。工程实施效果表明, 该工艺可实现河道底泥的有效治理, 可为该技术在重金属污染底泥处理中的规模化应用提供参考。

关键词 重金属污染; 河道底泥; 环保疏浚; 土工管袋; 脱水减容

河湖底泥疏浚技术分为工程疏浚、生态疏浚和环保疏浚^[1]。环保疏浚是环境工程与疏浚工程结合的工程技术, 即直接将污染底泥从河湖中抽提至岸上进行脱水与稳定化处理, 将富含污染物的上层沉积物进行精确有效和安全清除^[2]。环保疏浚工程包括环保疏浚船清淤、淤泥处理及尾水净化几个主要步骤^[2]。

环保疏浚船是实施环保疏浚的重要设备, 可实现疏浚过程的自动连锁控制, 可有效避免疏浚过程中扰动水体带来的沉积物重金属释放^[3]。疏浚后的底泥含水率可高达 95% 以上, 可通过堆场自然干化法、机械脱水法和土工管袋脱水等改善底泥脱水性能^[1], 实现泥水分离, 以便于污泥资源化利用。其中, 土工管袋脱水相比于传统的脱水方法优势明显, 现已成功应用于疏浚后底泥的脱水处理工程^[2]。同时, 为防止脱水污泥中的重金属释放对环境造成污染, 可采用固化/稳定化技术

收稿日期: 2021-01-22; 录用日期: 2021-04-26

基金项目: 山东省重点研发计划项目(2018YFJH0902, 2020CXGC011406)

对重金属污染底泥进行处理,该方法也已实现工程应用^[3-4]。

本文所述工程案例河段所属的河流发源于山东省某市南部山区南麓,全长约 500 km,流域面积约 1 400 km²。本工程的目标治理河段上游有控水水库,下游存在沙洲,底泥为泥沙混合质。该河段底泥重金属污染属历史遗留问题。由于流域内电镀、印染、造纸等小企业的无序排污及部分生活污水的直接排放造成了河道水质污染,进而造成底泥污染。被污染底泥主要集中于河段上游。根据前期对目标河道底泥底质的调查和实验室小试探索,确定了采用环保疏浚、土工管袋脱水减容及稳定固化重金属污染底泥的联合工艺,对目标河段进行治理。该工程案例可为环保疏浚联合土工管袋技术在重金属污染底泥处理中的应用提供现场经验,为联合工艺的集成化实施提供参考。

1 目标河段污染现状及工程规模

目标河段长度约 2.6 km,河道宽度 400~500 m,底泥厚度 0~50 cm,属泥沙混合质,黑色或褐色。此河段沿程内底泥均受到不同程度的重金属污染,主要重金属污染物为汞(Hg)和铬(Cr)。其中,铬的质量分数为 434.01 mg·kg⁻¹,汞的质量分数为 1.27 mg·kg。经测算,重金属污染底泥总量约 162 400 m³。其中,重度污染底泥总量约为 54 600 m³。结合目标河段实际情况,对重度污染区段污染区采用环保疏浚联合土工管袋工艺进行异位处理;中度和轻度污染区段因底泥重金属质量分数较低,并考虑该河段水文情况,决定暂不对其进行处理。

2 工程设计内容

2.1 环保疏浚工程的设计

1) 环保疏浚船的设计。为了不扰动底泥,控制好疏浚过程中底泥重金属向上覆水中的释放,基于重金属污染底泥处理量和处置量大等因素,设计了环保疏浚船,进行底泥抽提,以实现疏浚过程的自动连锁控制。与传统疏浚方式相比,环保疏浚船对疏浚点周围沉积物再悬浮的抑制效果明显,作业过程未造成疏浚区域水体重金属含量的明显增加,可有效避免疏浚过程中水体的重金属污染问题。环保疏浚船主要设计参数包括:船长 18 m,船宽 4 m,排距 2.5 km,功率 192 kW,生产率 50 m³·h⁻¹,吃水深度 0.6 m,挖泥深度 0.6~4.00 m。环保疏浚船配有环保疏浚箱(见图 1(a)),为本疏浚工程的核心设备。由于长期未清淤的淤泥中可能会含有集聚的硫化氢气体,通过疏浚船注入高压水配合机械扰动的方法去除淤泥中的硫化氢气体,然后通过负压作用将淤泥吸入输泥管,经增压泵输送至指定位置,可将清淤扩散半径控制在 2~4 m,水力扰动小。该船自带的高精度定位系统采用 RTK 定位技术(基于载波相位观测值的实时动态定位技术)(见图 1(b)),能实时提供观测点的三维坐标,并达到厘米级的高精度,可彻底解决现有挖泥船只能通过疏浚后采用测量船定期测量疏浚深度,不能实时修正清淤欠挖、超挖的问题。

2) 排泥管线的设计。排泥管线在水上以浮筒方式悬浮于水面,两端分别与水上环保疏浚船泥浆泵出口和地上排泥管线相连接。地上排泥管线沿岸边布设,在排泥管线末端各设三通回流管道,以便于环保疏浚船在停止作业后对排泥管线内沉积底泥进行冲洗。

3) 附属设施的配置。按照工程施工要求,疏浚工程选择小型环保疏浚船,船上需配置液压泵电机、绞刀、DGPS 定位系统,以及探深测量与指示装置。



(a) 环保疏浚箱

(b) RTK定位基站

图 1 环保疏浚船上配置的重要设备

Fig. 1 Major equipment of environmental dredging vessels

2.2 重金属污染底泥处理工程设计

2.2.1 土工管袋脱水工程设计

1) 脱水场地构建。土工管袋脱水场地是底泥脱水减容工程的主要场地。为避免场地内的污水对周边土壤及地下水的影响，对场地采取了防渗设计。同时，为便于土工管袋的排水和渗水的收集，场地底部排水坡度不小于 2%，并在场地四周修建集水沟或集水池。集水沟宽 0.5 m、深 0.4 m。

2) 防渗系统构建。防渗材料采用“两布一膜”的构建方法^[5]，即“针刺无纺土工布 200 g·m⁻²+HDPE 土工膜 2 mm+针刺无纺土工布 200 g·m⁻²”。防渗材料敷设在压实粘土上，然后均匀摊铺厚度为 0.5 m 的天然级配卵石过滤层，在卵石滤层内埋设 13 根直排管以收集滤后水。滤后水直接进入脱水区集水沟，再汇入集水池 (调节容积 800 m³)，最后用自吸式排水泵 ($Q=700 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$; $H=15 \text{ m}$; $P=45 \text{ kW}$) 输送至混凝沉淀池进行处理，达标后排放。防渗系统构造如图 2 所示。

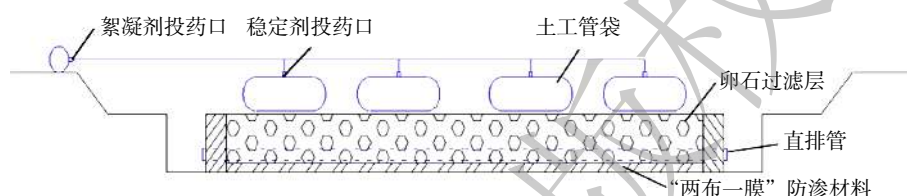


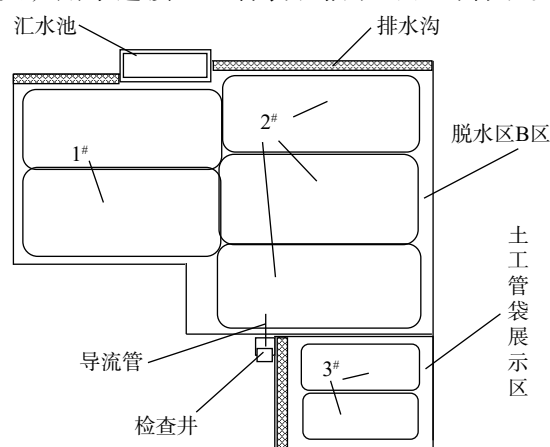
图 2 土工管袋及其防渗系统的剖面示意图

Fig. 2 Section diagram of the geotextile bag and its anti-leakage system

3) 土工管袋技术指标。土工管袋是实现底泥脱水减容的重要材料，对污泥的脱水起关键作用^[6]。通过前期的调研和考察，筛选出符合本项目技术要求的土工管袋。土工管袋主要技术指标包括物性性能 (抗拉强度 $\geq 70 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$, CBR 顶破强力 $\geq 8.0 \text{ kN}$, 极限填充高度 $\geq 2.0 \text{ m}$) 和水力学性能 (透水率 $\geq 0.4 \text{ s}^{-1}$, 渗透率 $\geq 0.04 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$, 水流速率 $\geq 1200 \text{ L} \cdot (\text{min} \cdot \text{m}^2)^{-1}$, 表观孔径 0.4~0.6 mm)。本工程所用土工管袋规格尺寸分为长、短 2 种。其中，长管袋 5 条 (规格 30 m×13 m×2.3 m)，根据位置不同分别编号 1# 和 2#，短管袋 2 条 (规格 16 m×6 m×1 m)，编号 3#。土工管袋平面布置如图 3 所示。

4) 土工管袋摆放与充填。土工管袋安装场地下边应有排水层来收集渗滤液，且保证土工管袋在填充后不发生滚动现象，也就是要求脱水场地的坡度小于 1%。土工管袋产品为卷状包装，展开时用人工或小型机械设备拖开展开，土工管袋现场摆放如图 4 所示。

在土工管袋上部，安装一个 45° 或 90° 3" PVC 弯头，用来连接土工管袋和抽取污泥的管子。连接处确保无缝隙，再用一段软管将弯头和刚性管连接起来。通常需要向污泥中添加助剂使其脱水并减容，如调节剂、絮凝剂。在靠近土工管袋的刚性管上设 1 个取样口，用来检测污泥的絮凝程度。若没有达到理想的絮凝效果，则需要调整絮凝剂的投加量。另外，管袋四周设高程板，通过板间拉线来控制土工管袋的填充高度。现场管袋充填效果如图 5 所示，填充参数见表 1。当实际充填方量小于最大充填方量时，充填方量越大，土工管袋底泥最终含水率 (包含上、下层) 就越低。对于单个土工管袋而言，在一定的堆置时间范围内，土工管袋内底泥的含水率自上而下逐渐减小。



注：1#、2#、3#为土工管袋编号。

图 3 管袋平面布置示意图

Fig. 3 Scheme of the plane arrangement of geotextile tubes

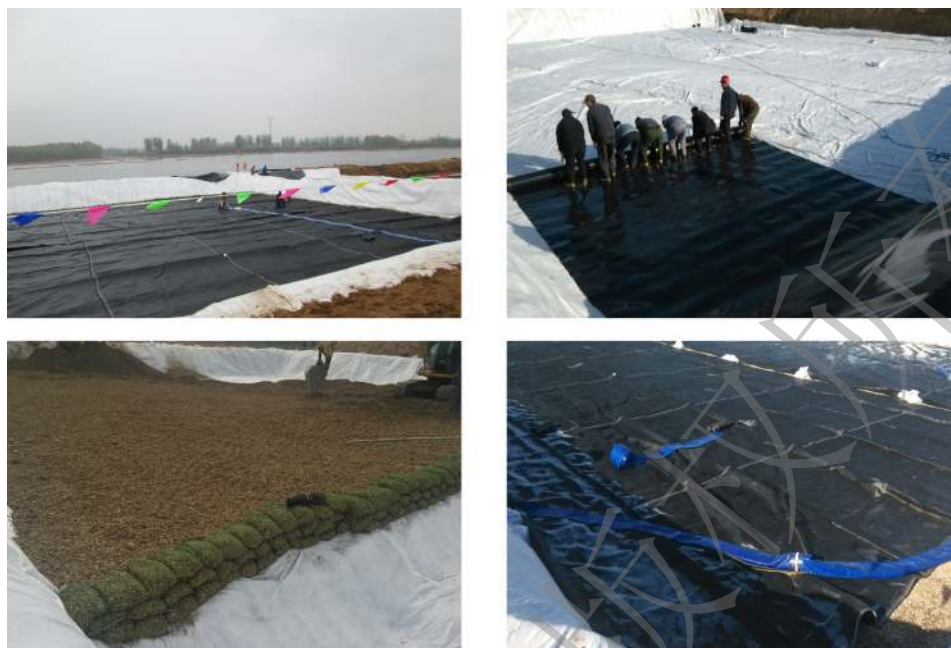


图4 土工管袋摆放现场照片

Fig. 4 Site drawing of geotechnical bag placement

表1 管袋填充数据

Table 1 Filling characteristics of the geotextile tubes

管袋编号	尺寸(长×宽)/m	充填后管袋高度/m	脱水后体积/m ³	有效充填时间/h	最长连续充填时间/h	总充填水下方量/m ³	总充填清水量/m ³	PAC质量浓度/(kg·m ⁻³)	PAM质量浓度/(kg·m ⁻³)	稳定剂质量浓度/(kg·m ⁻³)	管袋最终上层含水率/%	管袋最终下层含水率/%
1 [#]	30×13	0.35	约150	10	4	约500	约4 000	0.06	0.2	0.25	50.12	42.8
2 [#]	30×13	1.35	约450	34	10	约1 500	约12 000	0.06	0.2	0.25	47.06	40.34
3 [#]	30×13	0.85	约200	20	6	约800	约8 000	0.06	0.2	0.25	51.23	41.36

2.2.2 底泥加药系统设计

1) 絮凝药剂投加系统设计。在疏浚出来的污泥进入土工管袋之前,需要投加一定量的絮凝剂,以保证管袋的脱水效果,避免小颗粒的污泥从管袋内析出^[7]。本工程选用PAM和PAC作为絮凝剂。将200 kg的PAC和制备用水(体积为8 m³)投加到制备罐中至完全溶解,通过传输螺杆泵导入输泥主管路的管道混合器中,PAC药液的质量分数为5%。将10 kg的PAM粉末和制备用水(体积为10 m³)在20 min内逐步投加到制备罐中。熟化后,通过传输螺杆泵导入输泥主管路的管道混合器中,PAM药液的质量分数为0.1%。PAC与PAM投药间隔为20 m,与污泥反应距离约150 m,流速约2.6 m·s⁻¹,反应时间约60 s。

为适应不同场地的情况,絮凝剂制备系统采用移动式絮凝剂投加设备,系统主要包括凝剂制备罐、计量泵及混合器。其中,药剂制备罐体顶部设不锈钢双层式搅拌器。



图5 土工管袋充填效果现场图

Fig. 5 Pictures of the on-site filling effect of geotextile bag

2) 稳定药剂投加系统设计。底泥中的重金属在处理处置的过程中存在再次迁移释放的风险^[8]。本工程通过添加重金属稳定剂来降低重金属元素毒性，达到对底泥重金属污染物处理的目的。采购了简易式稳定剂投加设备，并筛选出效果良好的稳定剂型号，对疏浚底泥进行通水调试，选用硫酰胺类共聚物 (enzyme stbilizer, ES) 为稳定剂。

为适应不同场地的情况，稳定药剂制备系统采用移动式稳定剂投加设备，包括凝剂制备罐、计量泵及混合器。

2.3 尾水处理工程设计

脱水场地底部两侧设有排水沟 (见图 6)。排水沟分别坡向两侧的汇水池内，坡度为 0.003%。排水沟底部设有直径 100 mm 的过水孔 (位于 HDPE 膜上)，间隔 2 m，用于将沥出水收集至集水池内，再汇入位于场地边角的集水池处。每个集水池旁设 1 台自吸式排水泵，用于将沥出水输送至混凝沉淀系统。在尾水处理过程中，相关的参数如表 2 所示。

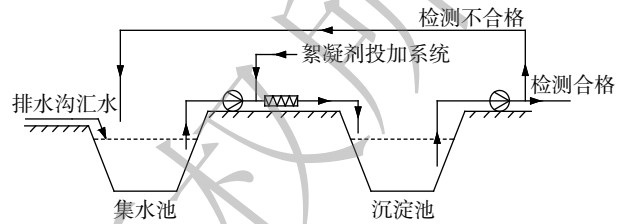


图 6 尾水处理系统

Fig. 6 Scheme of the process treating effluent

表 2 尾水处理设备的参数

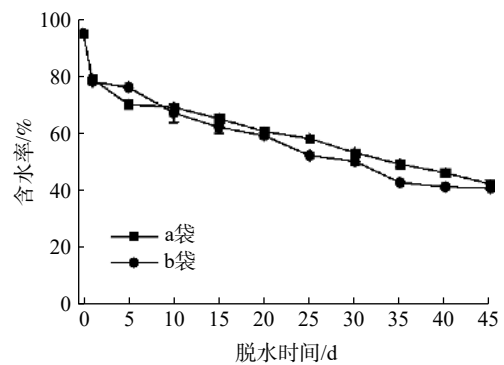
Table 2 Tailwater treatment capacity parameters summary table

药剂	箱体容积/m ³	加药量/(m ³ ·h ⁻¹)	加水量/(m ³ ·h ⁻¹)	药剂剂量/(kg·h ⁻¹)	备注
PAM	8	5	5	20	二次稀释 15 m ³ ·h ⁻¹
PAC	8	2	8	400	每4 h切 换加药箱

3 结果与分析

3.1 土工管袋在重金属污染底泥应用中的影响因素

1) 脱水时间。管袋内污泥的含水率变化是衡量管袋脱水效率的重要参数^[9]。根据现场观察，管袋的脱水速率主要与管袋的材质、管袋的空隙大小、管袋表面形成泥膜的厚度等因素有关。以土工管袋展示区 3[#]的 2 根短土工管袋为研究目标，分别编号 a 袋和 b 袋。污泥原含水率为 95%。随固化天数的增加，含水率逐渐下降，当固化 40 d 后，含水率变化趋于平稳 (见图 7)。在第 45 天之后，含水率基本稳定在 40% 左右，使得固化淤泥含固率接近 60%，已满足工程技术要求。



注：a 袋、b 袋为 2 根短土工管袋的编号。

图 7 含水率随脱水时间的变化

Fig. 7 Changes of water contents over time during solification

2) 管袋高度。管袋的高度是衡量管袋效率的另一个重要参数。管袋能达到的最大高度和最终高度决定了每个管袋可容纳脱水后污泥的多少。该参数直接决定了疏浚脱水的成本、管袋处理后袋内污泥的处理方式及处置场地的设计。土工管袋展示区的 2 根短土工管袋高度随充填时间的变化趋势如图 8 所示。填充高度随填充时间的增加而变大：填充前期 (0~4 h)，填充高度快速增加；填充中期 (4~8 h)，填充高度缓慢增加；填充后期 (8~12 h)，填充高度趋于平稳。在前期，a 袋的充填高度高于 b 袋；4 h 后 b 袋充填高度比 a 袋高出约 10 cm。这与 2 家疏浚公司所用疏浚设备不同有重要关系。其中，a 袋疏浚公司采用的疏浚设备为环保工具箱，b 袋的疏浚公司采用的疏浚设备为带罩环保绞刀。

3) 絮凝药剂。絮凝药剂能使底泥的污泥比阻降低^[10-11], 改善河流沙质底泥的脱水性能。PAC的最佳投加量为干泥泥重的1.2%时, 底泥的污泥比阻降低81%; 当PAM在投加量为0.04%时, 底泥的污泥比阻下降了80%。

4) 稳定药剂。对脱水后底泥投加ES稳定剂, 并对稳定前后重金属Hg、Cr浸出液浓度进行连续1个月监测(见图9)。由图9可知, 稳定剂对重金属Cr的稳定效果较好, 稳定化率为80%~93%, 平均稳定化率为88.28%; 但对重金属Hg的稳定效果相对较差, 稳定化率为60%~73%, 平均稳定化率为65.31%。张景辉等^[3]研究了ES稳定剂对重金属的稳定效果, 其中对Hg的稳定化效率也较低, 仅为61.2%。这是由于ES稳定剂内含有多种基团, 硫酮基、胺基和氧醚均具有与重金属形成配位键的能力^[12]。在稳定Hg、Cr的过程中, 稳定剂更易与Cr形成稳定螯合物, 故稳定剂对Cr的稳定效果更好。

3.2 土工管袋在重金属污染底泥处理中的应用效果

3.2.1 底泥含固率的变化

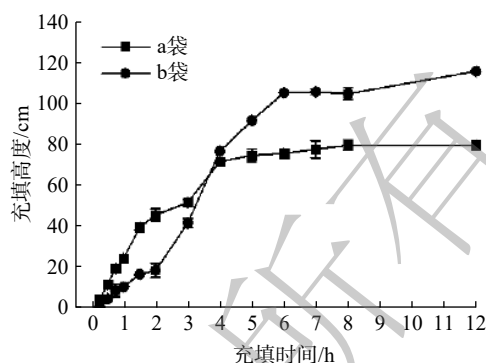
土工管袋充填结束后污泥含固率的变化如表3所示。对9个样品的含固率进行了检测, 发现含固率稳定在57.0%~59.2%, 均高于验收标准($\geq 55\%$)。

3.2.2 底泥样品重金属浸出毒性的检测结果

对9个底泥样品中重金属的浸出毒性进行检测(见表4)。Hg质量浓度的最大检出值为 $0.021 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 符合《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB 16889-2008)(限值为 $0.05 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$)和《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》(GB 5085.3-2007)(限值为 $4.5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$)的标准; 同时总Cr的检出值为 $0.98\sim 0.08 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 符合《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB 16889-2008)和《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》(GB 5085.3-2007)中的标准。

3.2.3 对尾水中污染物的去除

当絮凝剂(PAC或PAM)加入水中后, 污染物会继续水解。在此过程中, 伴随着凝聚、吸附、沉淀等一系列的物理化学反应过程, 从而达到净化目的^[13-14]。以PAC为例, 其净水效果明显, 絮凝沉淀速度快, 适应pH范围宽, 能有效地取出水中色度、SS、COD、Hg等重金属离子。对排放



注: a袋、b袋为2根短土工管袋的编号。

图8 充填时间与管袋充填高度的关系图
Fig. 8 Relationship between filling time and filling height of tube bag

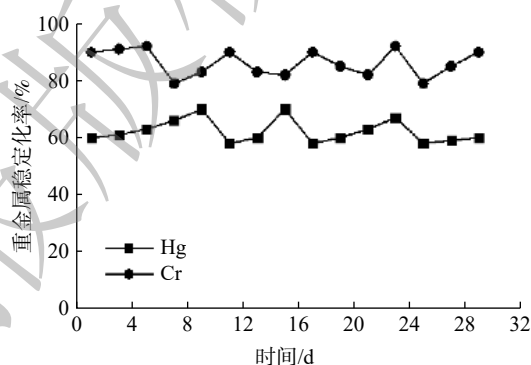


图9 2种重金属稳定化率的变化

Fig. 9 Time series of the stabilization rates of the two heavy metals

表3 淤泥含固率检测结果

Table 3 Results of the sediment solid contents

样品编号	检测结果/%	要求指标/%
YH0401-01	57.0	≥ 55
YH0401-02	58.1	≥ 55
YH0401-03	57.8	≥ 55
YH0402-01	59.2	≥ 55
YH0402-02	57.6	≥ 55
YH0402-03	58.4	≥ 55
YH0403-01	59.1	≥ 55
YH0403-02	57.6	≥ 55
YH0403-03	57.3	≥ 55

表 4 底泥重金属的浸出毒性检测

Table 4 Leaching toxicity of heavy metals in sediment		mg·L ⁻¹		
样品编号	检测项目	检测结果	GB 16889-2008限值	GB 5085.3-2007限值
YH0401-01	Hg	0.011	0.05	0.1
	总Cr	0.10	4.5	15
YH0401-02	Hg	未检出 (<0.000 1)	0.05	0.1
	总Cr	0.08	4.5	15
YH0401-03	Hg	0.009	0.05	0.1
	总Cr	0.24	4.5	15
YH0402-01	Hg	0.019	0.05	0.1
	总Cr	0.91	4.5	15
YH0402-02	Hg	0.001	0.05	0.1
	总Cr	0.55	4.5	15
YH0402-03	Hg	0.008	0.05	0.1
	总Cr	0.63	4.5	15
YH0403-01	Hg	0.021	0.05	0.1
	总Cr	0.96	4.5	15
YH0403-02	Hg	0.012	0.05	0.1
	总Cr	0.98	4.5	15
YH0403-03	Hg	0.009	0.05	0.1
	总Cr	0.51	4.5	15

尾水进行 38 批次的检测, 总悬浮物最大值为 47.22 mg·L⁻¹(限值为 50 mg·L⁻¹), 总 Hg 均为未检出, 总 Cr 均小于 0.5 mg·L⁻¹, 低于标准限值。

4 结语

本工程将环保疏浚、土工管袋和底泥絮凝处理联合使用, 有效降低了底泥中重金属的含量。其中, 土工管袋脱水处理是整个工程的主要部分, 絮凝剂的投加增加泥浆自身脱水性能, 再配合土工管袋, 可提高土工管袋脱水效率, 使底泥中重金属含量大大降低。脱水时间、管袋高度、絮凝药剂和稳定药剂等条件为土工管袋脱水处理工程中应考虑的重要因素。工程运用效果表明, 土工管袋在重金属底泥治理中有较好的应用效果, 底泥中的含固率高于验收标准; 同时, 底泥重金属浸出毒性和尾水检测指标均满足限值标准。该联合工程的成功实施可为重金属污染河湖底泥环保疏浚提供现场经验, 为工艺的集成化实施提供参考。

参考文献

- [1] 巩富, 刘迎. 浅谈河道清淤疏浚技术[J]. 珠江水运, 2012(8): 27-28.
- [2] 魏志杰. 城市核心区航道环保疏浚施工技术及应用: 以嘉兴南湖环保清淤为例[J]. 中国水运, 2021(7): 125-127.
- [3] 张景辉. 湖库重金属污染底泥安全处置成套技术开发及工程应用[D]. 天津: 天津大学, 2017.
- [4] 汪华安. 北港河重金属污染底泥处置研究[J]. 南方能源建设, 2017, 4(2): 95-101.
- [5] 蒋学行, 李翠玲. 复合土工膜防渗施工接缝加固方法研究//中国土工合成材料工程协会. 第八届中国土工合成材料学术会议. 天津, 2012: 311-313.
- [6] 徐俊, 刘勇, 高明, 等. 土工管袋用于污泥填埋处理技术研究C//中国城市环境卫生协会. 中国城市环境卫生协会2010年会. 2011: 139-147.
- [7] 王松, 魏新庆, 王立彤. 环保疏浚联合土工管袋用于湖库底泥的脱水减容[J]. 中国给水排水, 2011, 27(8): 47-51.

- [8] 张继育. 疏浚底泥絮凝处理过程中重金属迁移规律研究[D]. 青岛: 青岛理工大学, 2014.
- [9] 周保华, 李志超, 刘青, 等. 土工布料在含神河道底泥脱水固定化中的实验研究[J]. 河北工业科技, 2013(2): 87-91.
- [10] 寿倩影. 耐酸碱型阳离子聚丙烯酰胺(PAM-MAPTAC)的制备及其絮凝性能研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2017.
- [11] 马涛, 康兴生, 刘旭阳, 等. 不同泥质类型河流底泥脱水药剂优化实验研究[J]. 环境工程学报, 2015, 9(12): 6065-6072.
- [12] 蒋玉广, 袁珊珊, 杨伟, 等. ES稳定重金属污染底泥效果[J]. 环境工程学报, 2015, 9(9): 4376-4384.
- [13] ING W H D. Stabilised flocculant and precipitant for water prepurification: DE3603094A. X[P]. 1987-08-06.
- [14] 卜龙利, 赵佩, 高宁, 等. 混凝-沉淀-砂滤工艺对污水中典型医药类物质的去除特性研究[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2015, 47(1): 120-124.

(责任编辑: 靳炜)

Geotextile tubes technology for dewatering and volume reduction of sediments polluted by heavy metals and its engineering case

MA Guangxiang¹, LIU Shuai², LIU Hongyan^{3,*}, HUANG Lilong¹, MA Tao¹, CHEN Huadong⁴, LIU Jian³

1. Shandong Huankeyuan Environmental Engineering Co., Ltd, Jinan 250013, China

2. Jining Ecological environment Bureau Rengcheng District Branch, Jining 272000, China

3. Shandong Academy of Environmental Science Co., Ltd, Jinan 250013, China

4. Zhongkehualu Soil Restoration Co., Ltd, Dezhou 254300, China

*Corresponding author, E-mail: mxiang0812@sina.com

Abstract Using the treatment project of sediment in a certain river polluted by heavy metals in Shandong Province, the application of environment-friendly dredging with geotextile tubes on dewatering and volume reduction of sediment were investigated. The project mainly included: environment-friendly dredging engineering, geotechnical pipe bag dewatering works, doing system design of sediment and tail water treatment engineering design. The engineering operation results show that the sludge specific resistance of bottom mud can be reduced by more than 80% by adding flocculating agent. The stabilization rates of ES stabilizer for Cr and Hg were 80% ~ 93% and 60% ~ 73%, respectively. The successful implementation of this project provided a foundation for the large-scale application of this technology in treatment of heavy metal contaminated sediment in the future.

Keywords heavy metal pollution; river sediment; environment-friendly dredging; geotextile tubes; dewatering and volume reduction