

# 淤泥资源化利用方向分析

庄 杨<sup>1</sup>, 陈春伟<sup>2</sup>, 杨 崧<sup>1</sup>, 黄 磊<sup>1</sup>, 赵宏为<sup>1</sup>

((1. 常州市城市防洪工程管理处, 江苏 常州 213022; 2. 常州市武进区河道湖泊管理处, 江苏 常州 213022))

**摘要:**为实现河道淤泥低成本资源化利用,对常州老运河底泥取样进行污染物对标分析,提出可以在绿化产业实现淤泥的资源化利用。

**关键词:**污染物对标分析; 草坪种植; 生态效益; 经济效益

**中图分类号:**X7      **文献标识码:**B      **文章编号:**1007-7839(2021)05-0044-04

## Analysis on resource utilization direction of silt

ZHUANG Yang<sup>1</sup>, CHEN Chunwei<sup>2</sup>, YANG Song<sup>1</sup>,  
HUANG Lei<sup>1</sup>, ZHAO Hongwei<sup>1</sup>

(1. Urban Flood Control Project Management Division of Changzhou City, Changzhou 213022, China;  
2. River and Lake Management Division of Wujin District, Changzhou City, Changzhou 213022, China)

**Abstract:** In order to realize low-cost resource utilization of river silt, the pollutant benchmarking analysis was carried out on the sediment sampling of Changzhou old canal, and it was proposed that the resource utilization of silt could be realized in greening industry.

**Key words:** pollutant benchmarking analysis; lawn planting; ecological benefit; economic benefit

河道淤泥不但污染水环境,是水体黑臭的元凶之一,而且影响河道过流能力,汛期直接威胁到沿岸居民生命财产安全。伴随各类清淤工程的开展,如何妥善处置淤泥,达到保护环境、利用资源的效果,已成为众多研究者关注的问题。平原河网区经济的发展导致河道淤泥中有害污染物含量也呈现出逐年增高的趋势。国内外对污染底泥的处置主要有化学法、物理法以及生物法。物理法的使用较为常见,其中以原位覆盖为主的修复法在深海可以使用,有通航、蓄水要求的河流、港口、水库等则常采用疏浚后对底泥进行异位处置<sup>[1]</sup>。处置河湖淤泥的常用方法为转换为土地使用、焚烧或填埋。这些方法都存在一定的局限性,如,转为土地利用要求在脱水处理过程中浓缩河道淤泥中的重金属,这是目前的技术难点;焚烧处理的问题是设备投资多、运行成本高;直接堆填占地面积大,在雨水冲刷

下易会对周边土壤和水体产生二次污染,而且易引起滑坡等工程灾害。

## 1 淤泥资源化发展问题

近年来,人们开始尝试将淤泥“变废为宝”,这不仅解决了淤泥处置问题,而且可以产生一定的经济效益。如将底泥分类处理,垃圾用于焚烧发电,砂料清洗后用于筑堤、造地;部分泥饼经过高温回转窑烧制成陶粒,用做建筑原料等。有研究者<sup>[2]</sup>将官厅水库的疏浚淤泥改良后,用于种植玉米、苜蓿和杏树苗等植物,结果表明,淤泥是一种良好的土壤改良剂,其中有机物分解后产生的腐殖质在进入土壤后能够在很大程度上改善土壤理化性质,提高土壤的保水保肥能力、土壤团粒结构稳定性和可耕性,这为淤泥资源化利用提供了新的思路。资料显示,上海、北京、天津、西安等地也进行了淤泥及

收稿日期:2021-01-06

作者简介:庄杨(1990—),女,工程师,硕士,主要从事水利工程运行与维修养护。E-mail:331364272@qq.com

淤泥堆肥的相关研究,研究主要集中在以淤泥为材料进行营养土的配比,试验效果显示营养土为植株提供的养分与一般复合肥相差无几。由此推测,下阶段农业利用可能是我国淤泥资源化利用的主要方式<sup>[3]</sup>。

但我国淤泥资源化起步较晚,缺乏相关的技术规范和政策制度。与此同时,将淤泥直接用于种植业存在的重金属迁移风险尚未明确,加之考虑到淤泥本身存在的劣根性,在农业种植中使用,存在污染食物链的风险,河道淤泥的土地利用技术还未普及。据此,本文提出对待清淤河道大范围取样进行淤泥污染物含量对标分析,参照农用地土壤污染风险管控标准对淤泥进行定性分类,适合种植的淤泥经过脱水处理后可直接发挥土地利用价值。

## 2 淤泥污染对标分析

### 2.1 试验检测点位分布

将流经常州市东远煤炭公司东南侧至中国华电戚墅堰发电有限公司西南侧的常州老运河(总长约25 km)河段进行均匀的定点划分,设5个基准监测点,平均1 km再设置1个采样测点,20个采样检测点从基准点位1上游3 km,到基准点位5下游1 km范围内沿线均匀采样,并根据周边工业源设置情况对布点微调,确保所采样本的代表性。

### 2.2 检测结果

试验用柱状采集管对25个测点经行淤泥取样,主要采用《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618—2018)和《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600—2018)涉及的指标对淤泥进行土壤种类划分,样品检测结果见表1~2。

化验结果显示,老运河淤泥样本中含有铬、铜、铅、镉、锌等重金属元素以及氮磷钾等营养物质,根据土壤污染物的最高允许质量浓度指标值判断:该淤泥重金属含量高于一级土壤,但并未出现超高变异,符合二级土划分的各项指标,处于不造成环境和植物污染的风险管控范围内。二级土适用于一般农田、蔬菜地、茶园、牧场等,允许用于粮食作物、蔬菜、牧草的种植,这表明该河段淤泥有实现进一步资源化利用的基础条件。

### 2.3 资源化利用建议

河道淤泥中重金属和化学物种类丰富,以铅、镉为例,一般种植土的铅、镉安全临界值分别为500 mg/kg、1.0 mg/kg。但是不同蔬菜对重金属的

耐受能力和积累作用各不相同,芹菜的土壤安全临界值铅为90 mg/kg、镉为5 mg/kg;茼蒿在土壤铅含量高于367 mg/kg、镉高于2.9 mg/kg时生长受到抑制<sup>[4]</sup>,其他重金属铜、锌等也有相同的情况,蔬菜对于重金属的耐受力存在着难以统一的种间差异。这种差异表明,实现淤泥在种植业中的资源化利用,不仅应对淤泥进行适当的处理,控制其中的污染物含量,使其达到一定的准入条件与技术要求,科学合理地施用,还要慎重选择作物种类,但目前技术领域还缺乏明确的标准。

考虑到取样确认的淤泥重金属含量主要发挥象征意义,不能作为精确划分河段淤泥种类的指标,而且在实际清淤过程中不可能以测点为界分批清淤。因此,为了避免对人类生存环境造成二次污染的风险,将受损土壤的修复改良(废弃矿场、生活垃圾填埋场等)的理念引用到淤泥利用中,建议将淤泥资源化的方向定位在园林绿化方向,尤其是在草坪培育中可尝试应用河道淤泥,这不仅可以促进草坪的生长,提高其观赏品质,而且不易构成食物链污染的危害<sup>[4]</sup>。

## 3 效益分析

### 3.1 生态效益

大多数草坪草生长周期约为4个月,草类有很强的环境适应能力,可以有效获取淤泥中的营养。其产量大,生长迅速的特点,也决定了借助草坪草优越的生长速度,可以较快实现淤泥的表面覆盖。草坪草的叶面积在整个生长期增长迅速,叶面积指数 $I_{LAI}$ 也随之增长。

$$A_L = \sum_{i=1}^n (k \times L_i \times W_i) \quad (1)$$

$$I_{LAI} = \sum_{i=1}^n (A_{Li}) / (n \times I_w \times R_w) \quad (2)$$

式中: $A_L$ 为单株植株总叶面积,cm<sup>2</sup>;  $k$ 为修正系数,草坪草一般取0.85;  $L_i$ 为第 $i$ 片叶片的长度,cm;  $W_i$ 为第 $i$ 片叶片最宽处的宽度,cm;  $n$ 为单株植株的叶片数。 $I_{LAI}$ 为叶面积指数;  $A_{Li}$ 为第 $i$ 株植株总叶面积,cm<sup>2</sup>;  $n$ 为植株数量;  $I_w$ 为株距,cm;  $R_w$ 为行距,cm。

植株在不同生育阶段发挥的降雨截留作用与叶面积指数呈正相关,冠层截留和冠层内蒸发作用会分异降雨<sup>[4]</sup>,这会从一定程度上减轻雨水的冲刷和下渗,可以降低传统堆积和农业生产中的土地转

表 1 镉等检出因子质量比范围

单位:mg/kg

因子	6.5 < pH ≤ 7.5			pH > 7.5		
	标准	最大值	最小值	标准	最大值	最小值
镉	0.60	0.54	0.26	0.80	0.61	0.15
砷	25.00	10.40	5.70	20.00	9.90	3.00
铜	200.00	82.00	36.00	200.00	70.60	20.70
铅	140.00	46.70	22.30	240.00	48.30	17.80
铬	300.00	72.80	33.80	350.00	71.60	24.10
锌	250.00	218.00	105.00	300.00	181.00	74.80
镍	100.00	34.00	19.80	190.00	29.00	17.40
汞	0.60	0.21	0.12	1.00	0.22	0.04
苯并(a)芘	0.55	0.10	0.10	0.55	0.10	0.10

表 2 钴等检出因子质量比范围

单位:mg/kg

因子	标准	最大值	最小值
钴	20.00	12.80	6.90
硒	82.00	2.70	1.10
钒	165.00	28.00	14.70
锑	20.00	0.90	0.20
C6 - C14	826.00	10.00	0.00
C15 - C40	826.00	458.00	153.00
甲苯	1200.00	0.35	0.08
苯并[a]蒽	5.50	0.10	0.10
苯并[b]荧	5.50	0.20	0.10
六氯苯蒽	0.33	0.10	0.10

化利用时淤泥中重金属向地下水、周边环境扩散的风险。

根据草坪草在土壤修复中的表现不难发现,重金属易在草体内富集。以黑麦草为例,它在成长过程中可以富集土壤中各类重金属,从而达到土壤修复效果,接种丛枝菌还可以使黑麦草镉耐受性增强,使得植株富集、转运镉能力增加,从而降低黑麦草地上部的镉质量浓度,减轻土壤镉毒害<sup>[5]</sup>。

### 3.2 经济效益

对于绿化种植户来说,化肥是一项重要的生产支出,如黑麦冬对于肥的需求量较大,基肥要求充足,过去一般以腐熟农家肥为主,生长周期还需追肥 3 次。百慕大常使用中低磷钾复合肥,种植户为保持草坪色泽,施用量都高于该种植标准施肥量,没有被植物吸收的化肥流失,污染了地下水,破坏生态环境,威胁人类健康。在常州市后园园林有限

公司现代化草坪苗木种植基地的现场调研显示,普通复合肥约 3 800 元/t,草坪种植的一个生长周期单位面积土地化肥总用量一般为 6 750 ~ 7 500 kg。

范志明等<sup>[6]</sup>在园林绿化工程中应用淤泥后发现,即便是不同类型土壤,添加了淤泥的土壤植株鲜重比未添加淤泥的土壤植株鲜重明显有所提高,主要是因为添加淤泥后土壤的肥力提高了。河湖淤泥含有丰富的有机质、植物生长发育所必需的氮、磷、钾和多种微量元素,种植户使用淤泥可以有效降低化肥需求量,不但节省成本,而且达到减少面源污染排放的效果,符合当代环境保护与可持续发展的理念。

草坪移植常伴随着植株根系层土壤的流失,因为犬牙根类草坪草后期会连带栽种土块整体切割然后再进行移植,以提高草坪成活率。目前较为前沿的种植方式是无土栽培,种植户采用透水性好的长江砂为草坪生长载体,无土栽培单位面积土地的长江砂用量约为 3 750 t,根据市价长江砂使用成本一般在 60 元/t,成品草皮的一次移植可以造成长江沙流失率高达 6.5%,鉴于目前对长江采砂的严格管控,采用淤泥栽种草坪草可以解决土壤流失的后顾之忧。

## 4 结 语

淤泥在作为植物养分和土壤有机质方面有很大的经济与环境价值。本文通过对标分析淤泥中

污染物含量,发现常州老运河的淤泥满足基本的种植标准,建议将其用于草坪草种植,这不仅可以促进草坪草的生长,避免施用的过多化肥进入土壤,不会对环境造成危害,而且避免造成食物链污染,实现资源的可持续利用。以淤泥在园林绿化中的资源化利用为方向,对淤泥施用模式进行科学研究,将有助于进一步提升淤泥资源化利用水平,对提升地区发展有重要的参考价值。

## 参考文献:

- [1] 杨建峡. 河道底泥原位生物修复及工程应用[D]. 重庆:重庆大学, 2018.
- [2] 傅坤元, 林忠平. 草坪草在土壤重金属污染治理中应用的研究进展[J]. 农业技术与装备, 2018, 345(9): 15-16.
- [3] 张丙春, 王磊, 范丽霞, 等. 铅、镉在蔬菜中的累积特性及对蔬菜生长的影响[J]. 生态学杂志, 2015, 34(10): 2873-2878.
- [4] 庄杨. 黑龙港流域农田有效降雨量估算模型[D]. 南京:河海大学, 2015.
- [5] 陆敏英, 包晓东, 吴兴飞, 等. 草坪修复污泥中重金属的研究与应用[J]. 生态学杂志, 2019, 38(4): 288-296.
- [6] 范志明, 张虎元, 王宝, 等. 疏浚底泥的园林绿化应用[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(3): 1089-1091.