

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.06.009

黑臭水体综合治理工程中河道底泥清淤深度的确定

夏文林, 黄 伟

(南京市市政设计研究院有限责任公司, 江苏 南京 210008)

摘 要: 河道底泥的淤积不仅会造成河道过流断面不足,而且底泥中污染物的释放还会对水体造成严重污染,尤其是底泥重金属超标的河道,会对生态环境造成严重的破坏,因此河道清淤在黑臭水体综合治理工程中必不可少。以江门高新区麻园黑臭水体综合治理工程为例,对河道底泥清淤深度的确定进行了详细分析。实践表明,对于河道底泥清淤深度的确定,应结合水质考核目标、底泥污染评价、防洪排涝标准及河道边坡的稳定性等因素,按相关规范布点分析,确保按需清淤。

关键词: 黑臭水体; 底泥清淤深度; 重金属; 底泥污染评价; 防洪排涝标准

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2022)06-0044-04

Determination on Dredging Depth of River Sediment in the Comprehensive Treatment Project of Black and Odorous Water Bodies

XIA Wen-lin, HUANG Wei

(Nanjing Municipal Design and Research Institute Co. Ltd., Nanjing 210008, China)

Abstract: The deposition of river sediment will cause the insufficient flow section, and the release of pollutants in river sediments may further cause serious pollution to the water bodies. Specially, the excessive accumulation of heavy metals in sediment poses a serious damage to the ecological environment. Thus, the river dredging is a routine necessity in the black and odorous water body treatment. Taking the comprehensive treatment project of the black and odorous water body for Mayuan River in Jiangmen High-tech Zone as an example, the determination of the depth of river sediment dredging was analyzed in detail. This work reveals that the determination of the dredging depth of river sediment should be based on factors such as water quality assessment, sediment pollution evaluation, flood control and drainage standards, and the stability of the river slope. Moreover, the analysis shall be conducted according to the relevant regulations to ensure that the dredging is on-demand.

Key words: black and odorous water body; dredging depth of sediment; heavy metals; evaluation of sediment pollution; criterion of flood protection and storm drainage

江门高新区麻园河黑臭水体综合治理工程包括水安全工程、水环境工程、生态景观工程等,河道长7.45 km,流域面积为14.0 km²,从江门河濠头三元水闸分出,向东南流经濠头、固步水闸、麻园等核心区域,于江海区污水处理厂注入龙溪湖,是江门高新区一条主要的城市河道,部分河道两侧建筑临

河而建,对后期河道治理的实施有一定影响,由于外源进入水体,与河道中的泥沙发生物化反应而沉积到底泥中^[1],河道淤泥严重,对河道水质及防洪排涝具有严重影响。

目前该河道水质为黑臭状态,防洪排涝不能满足标准要求;工业废水的排入,导致河道底泥中重

金属超标。河道清淤可有效削减沉积物中重金属等污染物含量,降低水土界面的浓度差^[2]。清淤工程可加大河宽及河深,进而增加河道的过流能力。为减少底泥污染物对河道水质及防洪排涝的影响,底泥清淤工程势在必行。为此,结合水质考核要求、底泥污染评价、防洪排涝标准及河道周边条件,确定了河道清淤深度。

1 现状分析

1.1 河道水质现状

根据《城市黑臭水体整治工作指南》的要求,开展了麻园河水质检测,河道水质判定为“重度黑臭”,主要污染指标为氨氮。

对河道污染源进行分析,参照相关研究,可知氨氮释放速率为 $0.5 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$,河道水域面积约 14.9 hm^2 ,氨氮释放量为 27.19 t/a ,占总河道污染源的比例为 12.93% ,相对于其他污染源,氨氮污染占比较高,底泥的上浮加剧了河道黑臭。

1.2 河道排涝现状

根据断面测绘资料及外江水位,采用HEC-RAS水面线计算程序,按照20年一遇涝水洪峰流量遭遇多年平均高潮位,对水面线进行推求计算,发现部分河岸标高不能满足排涝标准需求,且部分河段建筑临河而建,需根据周边现状采取疏挖河床(底泥清淤)、加大河宽、顺直河道、修建护岸等措施提高排涝能力。

1.3 现状底泥性质分析

① 重金属含量纵向维度评价

根据河道长度及取样难易程度确定取样数量,麻园河长 7.45 km ,其中近 1.5 km 为暗渠,每 2 km 取样1个,共采集了3个点位(K1+500、K4+000、K6+500)的柱状底泥样,深度约 90 cm 。参照广东省土壤环境背景值及《土壤环境质量标准》(GB 15618—1995)对底泥进行评价。

底泥检测结果见表1。

表1 麻园河底泥检测数据

Tab.1 Sediment detection data of Mayuan River

$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$

项 目	铅	镉	镍	铜	锌	铬	砷	汞
检测点1	50.90	0.46	73.80	137.03	323.67	180.00	8.02	0.24
检测点2	44.43	0.89	78.40	171.00	522.33	188.33	11.57	0.60
检测点3	63.87	1.58	113.40	173.37	581.33	219.33	10.53	0.47
平均值	53.07	0.98	88.53	160.47	475.78	195.89	10.04	0.44
广东省土壤环境背景值	22.50	0.03	9.50	12.00	29.00	42.30	8.90	0.04
GB 15618—1995 二级标准值	300	0.60	50	100	250	300	25	0.50

以广东省土壤背景值作为评价标准,除砷超标率为 67% 外,其他重金属含量超标率均为 100% ,底泥中铅、镉、镍、铜、锌、铬、汞、砷含量的最大超标倍数分别为 1.84 、 51.7 、 10.94 、 13.45 、 19.05 、 4.19 、 0.30 、 14 倍。将《土壤环境质量标准》(GB 15618—1995)的二级标准作为评价标准,底泥中铅、铬、砷含量未超标,镉、镍、铜、锌、汞含量的超标率分别为 67% 、 100% 、 100% 、 100% 、 33% ,最大超标倍数分别为 1.63 、 1.27 、 0.73 、 1.33 、 0.20 倍。污染程度为镍>锌>镉>铜>汞>铬>砷>铅。

为评价河道纵向维度上重金属浓度的差异,采用变异系数对其评价^[2],计算公式如下:

$$CV = \sigma / \mu \quad (1)$$

式中:CV为某重金属元素的空间变异系数; σ 为某重金属元素含量的标准差, mg/kg ; μ 为某重金属元素含量的平均值, mg/kg 。

河道底泥重金属元素变异系数计算结果见表2。除镉、汞外,其他几种重金属变异系数差别较小,说明重金属沿河道纵向上含量差别不大,河道纵向清淤深度可作参考。

表2 河道底泥重金属元素变异系数

Tab.2 Coefficient of variation of heavy metal elements in river sediment

项目	铅	镉	镍	铜	锌	铬	砷	汞
数值	0.19	0.58	0.24	0.13	0.28	0.11	0.18	0.41

② 重金属含量垂向分析

取柱状样进行检测,取样深度为 $30 \sim 90 \text{ cm}$,采样点自底泥表层(30 cm 深度处)向下每隔 10 cm 取泥样,分析超过《土壤环境质量标准》(GB 15618—1995)二级标准限值的重金属在不同深度处的含量,具体见图1。

由图1可以看出,检测点1和3处底泥镉、镍、

铜、锌、汞的垂直分布特征相似,总体随深度的增加,含量逐渐降低;检测点2呈现随深度先增加后减少的趋势。

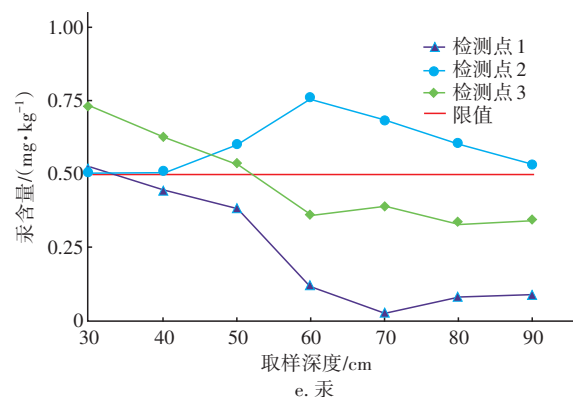
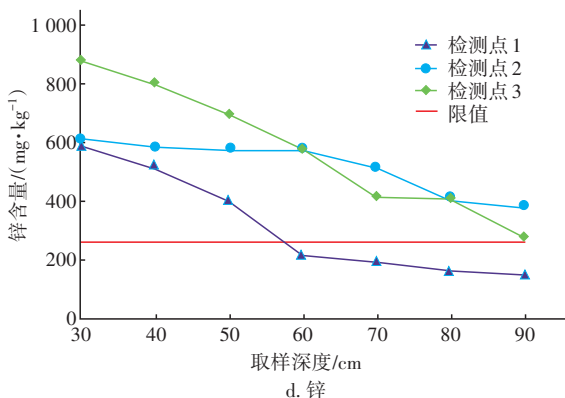
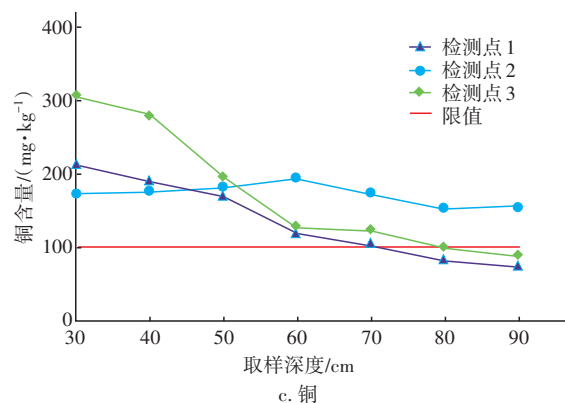
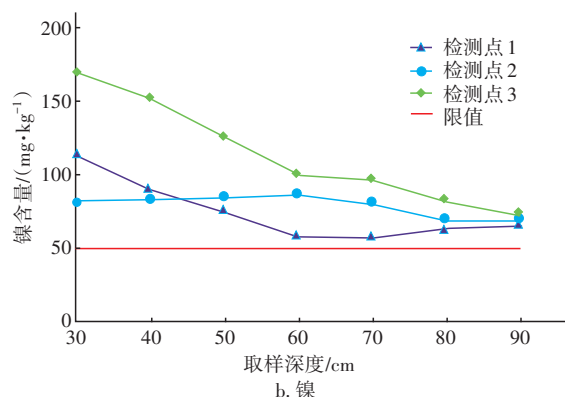
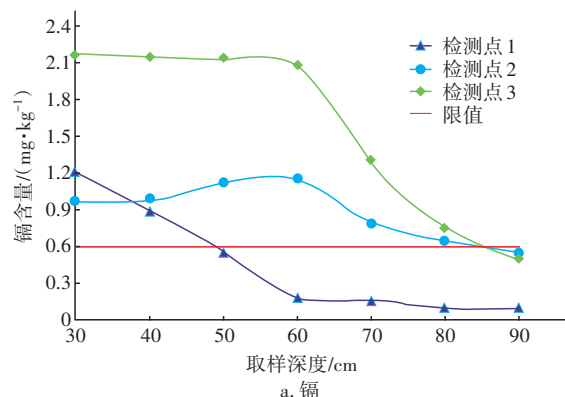


图1 底泥重金属含量垂直分布

Fig.1 Vertical distribution of heavy metal content in river sediment

检测点1(K1+500处)底泥深度 ≤ 60 cm时,重金属含量随深度增加而降低且下降速度较快,底泥镉、镍、铜、锌、汞的垂直分布特征相似。河道底泥中除镍和铜外,其他重金属指标在深度约60 cm处的含量均可满足《土壤环境质量标准》(GB 15618—1995)二级标准限值。

检测点2(K4+000处)底泥深度 ≤ 60 cm时,镉、镍、铜、锌、汞5种元素随深度的增加,含量先增加后减少;5种重金属基本在60 cm深度处呈现峰值,在90 cm深度处尚不能满足《土壤环境质量标准》(GB 15618—1995)二级标准限值(除镉外)。由图1还可知,60 cm深度后锌和铜的含量随着深度的增加逐渐降低,但是下降速度缓慢。从不同重金属变化特征的相似性及超标现象可推测该处重金属污染相对严重,应加大清淤深度。

检测点3(K6+500处)重金属指标变化趋势与检测点1相似,除镉指标外,其余指标浓度在60~70 cm深度处浓度基本平稳;在90 cm处,除了锌和镍外,其他指标均可满足《土壤环境质量标准》(GB 15618—1995)的二级标准限值。

2 底泥清淤深度确定

2.1 环保清淤深度确定

根据麻园河3处检测点底泥中超标因子镉、镍、铜、锌、汞5种重金属含量随着深度的垂直分布曲线可知,总体重金属含量随着深度增加而降低,检测点1和检测点3趋势更为明显,检测点1在60 cm深度基本满足限值要求,因此清淤深度控制在60 cm;检测点3在60~70 cm深度处重金属指标浓度基本趋于稳定,因此清淤深度控制在60~70 cm;检测点2

处由于污染较为严重,重金属累计量大,含量出现了随深度先增加再减少的情况,约 60 cm 深度处是拐点,建议该处应结合水利疏浚情况,加大清淤深度。

2.2 水利疏浚深度确定

根据断面测绘资料及外江水位,采用 HEC-RAS 水面线计算程序,按照 20 年一遇涝水洪峰流量遭遇多年平均高潮位对水面线进行推求,根据现状河底及规划河底的关系得出疏浚深度,见表 3。由于麻园河地质较差,从水利角度考虑主要是采用拓宽河道的方式提高河道防洪的标准,因此疏浚深度较浅,深度为-95~96 cm。

表 3 水面线及疏浚深度
Tab.3 Surface line and dredging depth m

桩号	现状河底高程	规划河底高程	现状水面线	现状地面标高(左岸)	现状地面标高(右岸)	设计水面线	河道疏浚深度
K0+000	-1.79	-1.50	1.10	1.81	2.23	1.10	-0.29
K0+200	-1.71	-1.50	1.10	1.13	1.12	1.10	-0.21
K0+400	-2.45	-1.50	1.10	0.83	1.52	1.10	-0.95
K0+950	-1.53	-1.50	1.10	1.12	1.79	1.10	-0.03
K1+450	-1.36	-1.50	1.12	2.02	1.70	1.10	0.14
K1+800	-0.86	-1.50	1.19	1.46	2.02	1.17	0.64
K2+200	-0.81	-1.50	1.26	2.00	1.92	1.26	0.69
K2+600	-1.16	-1.50	1.32	3.02	2.92	1.35	0.34
K2+800	-0.73	-1.50	1.37	3.31	3.12	1.39	0.77
K3+000	-0.96	-1.50	1.40	3.27	2.02	1.43	0.54
K3+400	-0.90	-1.50	1.51	1.36	3.17	1.53	0.60
K3+500	-1.02	-1.50	1.56	1.81	2.61	1.58	0.48
K3+850	-1.57	-1.55	2.28	2.56	2.23	1.47	-0.02
K4+050	-1.56	-1.58	2.27	2.32	2.27	1.49	0.02
K4+450	-0.76	-1.63	2.22	2.08	2.42	1.53	0.87
K4+850	-1.23	-1.68	2.21	1.57	2.31	1.58	0.45
K4+950	-1.01	-1.69	2.20	1.39	1.55	1.60	0.68
K5+300	-0.77	-1.73	2.15	2.12	2.08	1.65	0.96
K5+450	-0.85	-1.75	2.09	2.32	2.12	1.66	0.90
K5+900	-2.24	-1.81	2.04	2.18	2.06	1.70	-0.43
K6+300	-2.22	-1.86	2.01	1.86	2.29	1.68	-0.36
K6+500	-1.78	-1.88	1.95	1.68	2.23	1.67	0.10
K6+950	-2.13	-1.94	1.83	1.89	2.11	1.61	-0.19
K7+050	-2.44	-1.95	1.73	1.63	1.88	1.58	-0.49
K7+200	-2.26	-1.97	1.7	1.48	1.86	1.55	-0.29
K7+450	-1.91	-2.00	1.68	1.74	1.72	1.54	0.09

2.3 清淤深度确定

结合环保清淤及水利疏浚,综合确定河道底泥清淤深度,从环保疏浚效果、水利标准及工程经济学角度综合考虑,确定河道底泥平均清淤深度为 60~100 cm,在检测点 2 范围内结合河道护坡安全性加大清淤深度,减少内源释放对水质的影响。

3 结论

综上,对项目前期策划、设计、施工配合等阶段进行总结并提出建议:①河道清淤前,应对拟清淤河道及底泥进行勘察和检测,根据治理目标确定清淤范围和清淤深度。②通过对检测点取样分析,麻园河河道底泥存在不同程度的重金属污染,部分指标超过了二级标准限值。③底泥清淤深度的确定对于减少内源污染的释放有着至关重要的作用,应按照相关规范布点,并进行相关分析。④建议工程设计及施工中选择易于操作且可精确控制清淤深度的清淤方式,确保按需清淤。

参考文献:

[1] 董文艺,罗雅,刘彤宙,等. 河道污染底泥处理技术探讨——在龙岗河干流综合治理工程中应用[J]. 水利水电技术,2012,43(8):5-8.
DONG Wenyi, LUO Ya, LIU Tongzhou, et al. Discussion on disposal technology of river contaminated sediment—application to comprehensive improvement project of main-stream of Longganghe River[J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2012, 43 (8) : 5-8 (in Chinese).
[2] 丁涛,田英杰,刘进宝,等. 杭州市河道底泥重金属污染评价与环保疏浚深度研究[J]. 环境科学学报, 2015,35(3):911-917.
DING Tao, TIAN Yingjie, LIU Jinbao, et al. Assessment of heavy metal status in sediments and environmental dredging depth in Hangzhou [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2015, 35(3):911-917(in Chinese).

作者简介:夏文林(1965-),男,安徽池州人,本科,研究员级高级工程师,主要从事给排水工程和水环境综合治理工程的设计及管理工作。

E-mail:xiawenlin@bewg.net.cn

收稿日期:2019-04-22

修回日期:2019-06-28

(编辑:丁彩娟)