

东钱湖污染底泥疏挖吹填特性

曹 卉,曹 诤,张选岐,陈德忠,陈 琴

(上海勘测设计研究院,上海 200434)

摘要:为遏制湖泊的富营养化趋势,改善水生态环境,开展了东钱湖疏浚吹填试验段工程。通过现场试验,研究了东钱湖污染底泥的特性、吹填泥浆的含固率变化特性以及挖泥船疏挖对湖区水质的影响。结果表明:东钱湖底泥的粒径组成以黏粒等较小的细颗粒为主,吹填泥浆停留时间较短时,大量底泥颗粒随余水排放,可能导致受纳水体的严重污染,仅凭物理沉淀难以满足余水达标排放;挖泥船施工时对湖区的污染可以控制在 5 m 以内,满足环保要求。

关键词:污染底泥;底泥疏浚;吹填泥浆;绞吸式挖泥船;东钱湖

中图分类号:TV697.3+1 文献标识码:B 文章编号:1006-7647(2008)S1-0162-02

1 工程概况

宁波市东钱湖是一个具有综合利用功能的水库型湖泊,湖面面积 19.9 km²,为浙江第一大天然淡水湖。由于东钱湖水体污染较严重,富营养化速度加快,拟对其进行环保疏浚。本工程是在大规模疏浚开展之前进行的现场试验,总疏浚泥量为 3.5 万 m³,平均疏浚深度 0.8 m。试验工程的目的在于研究东钱湖污染底泥特性及选择合适的余水处理方式。

2 疏浚吹填工艺

试验段工程疏浚机械采用 80 m³/h 的绞吸式挖泥船,挖泥船结构如图 1 所示。

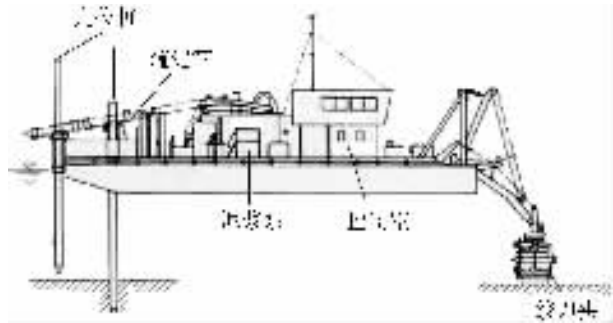


图 1 绞吸式挖泥船结构示意图

污染底泥经绞刀头切碎后与水混合成为泥浆状,被泥浆泵通过水上输泥管道送至陆上,再经吹泥管口吹填至排泥场,在排泥场中静置,待泥水分离后排放上层余水。试验工程输泥管道的长度为 50 ~ 300 m。

为保证排泥场中疏浚土的平整性,施工过程中还需根据疏浚土的堆积情况适时改变吹泥管口的位置。

3 研究内容及方法

a. 污染底泥特性研究。对试验区底泥的物理化学特性进行分析,为其疏挖后的特性研究提供参考依据。

b. 底泥疏挖对湖区水质影响研究。观测挖泥船工作时绞刀头对湖区底泥搅动的扩散半径,并进行疏挖区内外水质对比监测,以研究底泥疏挖对试验区水体水质的影响程度。

c. 挖泥船吹填泥浆特性研究。对吹泥口泥浆进行跟踪监测分析,并通过吹填泥浆与相应排放余水中含固率相关性的研究,了解疏浚余水的处理特性。

4 试验结果与分析

4.1 试验区底泥性质

工程疏浚区域底泥中有机物质量分数垂直分布(表 1)表明,底泥中的有机污染物质在竖直方向上

表 1 疏浚区底泥有机物质量分数垂直分布

底泥层位	深度范围/cm	$u(TP)/\%$	$u(TN)/\%$	$u(TOC)/\%$
第 1 层	0 ~ 10	0.035	0.31	5.50
第 2 层	10 ~ 20	0.022	0.15	2.66
第 3 层	20 ~ 40	0.021	0.09	1.46
第 4 层	40 ~ 60	0.022	0.08	1.54
第 5 层	60 ~ 100	0.036	0.07	2.28
第 6 层	> 100	0.057	0.08	1.06

呈不规则的变化。TP 质量分数随深度加大 ,变化幅度不大 ,至 60 cm 深度以下含量有一定上升。TOC 质量分数随深度加大总体呈降低趋势 ,在深度 80 cm 以下略有上升。TN 质量分数随深度加大而降低 ,至 40 cm 深度以下变化不明显。

对疏浚区底泥的颗粒分析表明(见表 2) ,随着深度增大 ,污染底泥颗粒组成更细 ,且各层中值粒径均在 10 μm 以下 ,性质属淤泥质黏土。

表 2 疏浚区底泥颗粒分析结果

底泥层位/cm	中值粒径 $d_{50}/\mu\text{m}$	平均粒径 $D/\mu\text{m}$
0 ~ 20	9.041	16.086
50 ~ 100	8.594	10.491
100 ~ 150	8.139	10.131
平均	8.591	12.236

4.2 挖泥船吹填泥浆特性

施工时对吹泥管口泥浆和相应排泥场退水口处余水分别采样监测 ,主要指标 SS(悬浮固体)监测结果如图 2 所示。

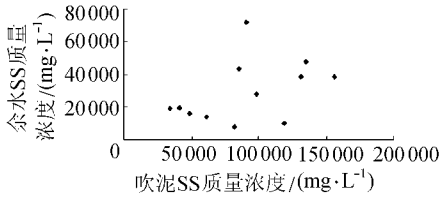


图 2 现场吹泥 SS 质量浓度和余水 SS 质量浓度关系

由图 2 可见 ,吹填泥浆和余水中所含 SS 量没有明显相关性。从分布情况来看 ,29% 的吹泥样 SS 质量浓度在 100 000 mg/L 以上 ,即含固率 10% 以上 ;77% 的吹泥样 SS 质量浓度在 50 000 mg/L 以上 ,即含固率 5% 以上。而退水样中 85% 的 SS 质量浓度在 10 000 mg/L 以上 ,即含固率 1% 以上 ;54% 的退水样 SS 质量浓度在 20 000 mg/L 以下 ,即含固率 2% 以下。

产生吹填泥浆及余水含固率无规律变化的原因可能有以下几点 :

- a. 试验初期所取泥样主要是疏浚湖底表层浮泥的产泥 ,后期主要是疏浚下层淤泥的产泥 ,疏浚底泥的性质不同造成了吹填泥浆的含固率有很大变化。
- b. 挖泥船产泥浓度在 1 d 内不断发生变化 ,故取泥浆样的时间对分析结果的影响很大。此次试验中即同日采集到含固率 1% ~ 10% 不等的泥浆样。
- c. 吹填泥浆进入排泥场后均有一定的底泥颗粒沉淀 ,故余水含固率总小于吹填泥浆。但是由于东钱湖底泥颗粒大部分粒径小于 10 μm ,属于细颗粒的黏粒 ,故仍有大量颗粒随着余水流出排泥场。
- d. 后期排放余水中 SS 质量浓度极高 ,除吹填泥浆在排泥场停留时间较短的因素外 ,还由于吹泥管口的挪动靠近退水口 ,吹填泥浆只经过了很短的直流通道便排出 ,在排泥场中几乎无停留 ,悬浮物质

来不及沉降。

4.3 疏挖对试验湖区水质的影响

对绞刀头周围水体进行目测 ,结果表明疏浚搅动对水体混浊度影响范围极小 ,扩散半径不超过 5 m。对搅动影响范围内(绞刀头周围 2 m 内)和范围外(距离挖泥船约 30 m 外)的湖水分别进行采样分析 ,结果如表 3 所示。

表 3 疏浚搅动污染扩散对水质影响分析

影响范围及标准	pH	$\rho(\text{SS})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	$\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	$\rho(\text{TP})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	$\rho(\text{TN})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	$\rho(\text{NH}_3\cdot\text{N})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$
搅动范围外	6.66	22	4.7	0.082	0.92	0.14
搅动范围内	6.64	122	5.26	0.21	0.96	0.15
地表水Ⅲ类标准	6 ~ 9		6	0.05	1.0	1.0
地表水Ⅳ类标准	6 ~ 9		10	0.1	1.5	1.5

从表 3 可见 ,在挖泥船搅动影响范围之外 ,湖水水质可达 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》Ⅳ类标准 ,且除 TP 和 TN 指标外 ,其他指标均能达到水质Ⅲ类标准。在挖泥船搅动影响范围内 ,仅 SS 和 TP 两项指标相比有较大增加 ,其他指标增量变化较小。

上述结果表明 ,绞吸式挖泥船疏浚时 ,在引起水体浑浊的同时 ,搅起的悬浮物中含有的营养物质也会影响到其他水质指标。试验采样时疏浚泥层(50 ~ 80 cm)中 TN 和 TOC 含量较表层低 ,TP 含量较表层略高。绞刀头切割泥块加大了底泥和水体的接触面积 ,从而可能加强了底泥中磷向水体的释放 ,而对氮和有机质的释放影响不大。

5 结 论

- a. 东钱湖底泥的粒径组成以黏粒等较小的细颗粒为主 ,采用绞吸式挖泥船进行疏浚的工程中会产生大量悬浮颗粒极高的泥浆 ,这些泥浆的特性与一般的工业和生活污水有很大差别。
- b. 排泥场提供的泥浆停留时间较短 ,或吹泥管口与退水口间距离极小时 ,大量底泥颗粒随余水排放 ,可能导致受纳水体严重污染。
- c. 挖泥船施工时对底泥搅动扩散半径小于 5 m ,可以达到环保疏浚要求。疏浚对周围水体水质的影响主要表现在 SS 和 TP 含量的增加。绞吸式疏浚还可能引起疏浚区局部水域底泥磷的释放加剧。

参考文献 :

[1] 金相灿. 湖泊富营养化控制和管理技术[M]. 1 版. 北京 : 化学工业出版社 ,2001.
[2] 刘鸿亮 ,金相灿 ,荆一凤. 湖泊底泥环境疏浚工程技术[J]. 中国工程科学 ,1999(1) :81-84.

(收稿日期 2008-02-26 编辑 高建群)