

疏浚及生态修复技术在玄武湖的工程应用

高 扬¹, 罗荣彪², 刘 成¹

(1. 江苏东方生态清淤工程有限公司, 江苏 无锡 214125; 2. 中国船舶重工集团第七〇二研究所, 江苏 无锡 214082)

摘要:针对玄武湖东南湖水域富营养化程度高等环境问题,开展玄武湖东南湖水域疏浚工程以改善水环境质量。工程实施过程中利用多种疏浚方式削减了湖底内源污染,同时对污染底泥进行了即时的减量化处置,随后在疏浚区通过水生动植物的投放和种植进行生态修复施工。工程实施结果表明,内源污染得到有效清除,底泥处置各项指标满足设计要求,经生态修复后的疏浚区内水质明显改善,可为同类治理工程提供参考和借鉴。

关键词:疏浚泥浆; 泥浆脱水; 淤泥干化; 环保疏浚

中图分类号:TV851; TU992.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2020)11-0048-04

Engineering application of dredging and ecological restoration technology in Xuanwu Lake

GAO Yang¹, LUO Rongbiao², LIU Cheng¹

(1. Jiangsu Dongfang Ecological Dredging Engineering Co., Ltd., Wuxi 214125, China;

2. The 702 Research Institute of China Shipbuilding Industry Corporation, Wuxi 214082, China)

Abstract: Aiming at the environmental problem of high eutrophication degree in the southeast Xuanwu Lake, a dredging project was carried out to improve the water environment quality. During the implementation of the project, various dredging methods were used to reduce the endogenous pollution of the lake bottom, and the polluted sediment was immediately reduced and disposed at the same time. Subsequently, ecological restoration was carried out in the dredged area through the release and planting of aquatic animals and plants. The results of the project showed that the internal pollution had been effectively removed, the indicators of sediment disposal met the design requirements, and the water quality in the dredged area had been significantly improved after ecological restoration, which could provide reference for similar treatment projects.

Key words:dredged mud; mud dehydration; desiccation of silt; environmental protection dredging

1 概 述

玄武湖是南京市的窗口,承担着调洪蓄存、改善水质的重要功能。由于湖泊沉积作用的增强,经泄洪沟汇入玄武湖的水中携带有大量地表径流过程中携裹的污染物质,并且在水流作用下在湖内输

移、扩散、降解,最终沉积在湖底,导致玄武湖污染和淤积情况日益严重。经调查,在不考虑外源污染的情况下,由底泥磷释放浓度年均维持在0.101 mg/L,超过湖泊富营养化磷标准^[1],东南湖底泥年释放量甚至达到1.013 t,内源污染释放导致玄武湖东南湖区域水质下降、透明度降低、水体富

收稿日期:2020-07-01

作者简介:高扬(1985—),男,工程师,本科,主要从事水体内源污染治理的设计研究与应用工作。E-mail:wizard_1030@163.com

营养化程度呈不断加剧的态势,亟需对湖区进行内源污染清除和生态修复工作。

针对水体现状,实施玄武湖东南湖水域疏浚及生态修复工程,通过疏浚、底泥处置、生态治理等工程措施对玄武湖进行水环境综合治理,使玄武湖水环境问题得到缓解,水质和透明度得到提升。

2 工程实施内容

玄武湖东南湖东南片区水域疏浚工程是一项综合性工程,内容包括疏浚工程、底泥处置工程及生态修复工程,具体如下。

2.1 疏浚工程

对玄武湖东南湖(区域①西北起玄武湖菱洲,东至九华山隧道,区域②玄武湖最东南角)水域进行疏浚,疏浚范围见图1。该区域水面面积0.23 km²,经初步测量清淤量约9.3万m³。

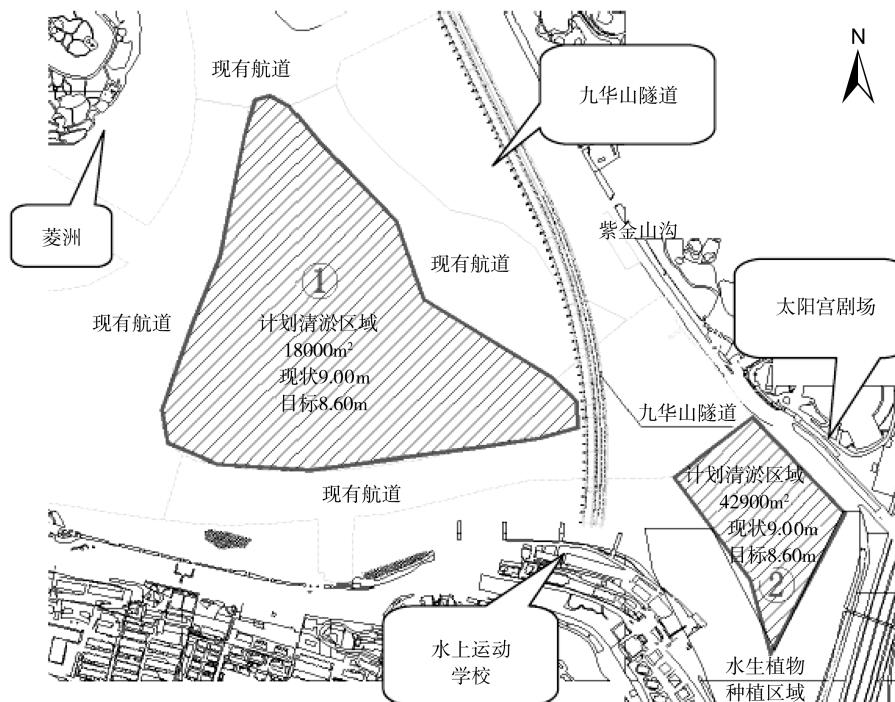


图1 疏浚范围

2.2 底泥处置工程

在底泥处置站对疏浚上岸的泥浆进行初步脱水和无害化处理,过程产生的尾水满足pH值6~9、 $\rho(\text{SS}) \leq 70 \text{ mg/L}$ 的排放要求,泥饼含水率<40%的外运处置要求。

2.3 生态修复工程

清淤完成后,通过对湖底基质的植物、动物和生态改善,持续修复水体,实现水体透明度 $\geq 1.2 \text{ m}$ 的要求。

3 施工方案

3.1 疏浚工程

针对本次疏浚区域的水域特点、岸线类型等现状条件,本次疏浚方案采用“带水疏浚法+干湖冲挖法+管道输送的方式”对玄武湖东南湖东南片区水域进行疏浚和泥浆输送。

3.1.1 带水疏浚

带水作业区采用反铲式挖泥船进行疏浚,清淤量约77 760 m³,底泥挖出后堆放于驳船中并转运至中转码头区,浆化后的淤泥再通过管道增压输送至干化站。

施工过程中挖泥船首先在作业区内按预先设计的开挖轴线进行定位,其次根据测量得到的水位、水深及图纸疏浚深度计算出实际开挖深度,并对挖机上的标尺进行调节以方便实际施工。同时

现场标识出挖机大臂范围内船体左右两侧的疏浚边线,以便船体移位后确定搭接宽度,避免漏挖。定位和标识工作完成后,开始挖泥船的试挖工作,符合要求即可正式施工。

正常开挖作业中,首先释放船体一侧的定位桩并将泥驳固定于船体两侧,挖机进行扇形面反铲开挖并卸泥至驳船中,一次作业遵循“回转一下放一开挖—提升—回转—卸泥”的作业流程。第一关施工结束并检测合格后进行船体延轴线方向的移位

工作,利用机械臂插入湖底顶推完成,完成移位后需再次对船身进行定位确保开挖轴线无偏差,对船位校核无误后重复开挖工作,依次循环施工。

泥驳船满载后按规定的航线行至码头区卸泥。通过码头区配备的高压射流使开挖的淤泥浆化,再通过泥浆泵和管道加压输送至底泥处置站。

3.1.2 千湖冲淤

干湖作业区为岸边浅滩区,吃水深度无法满足大船的作业施工,故采用人工水力法进行清淤,并用管道输送至碧莲苑干化站,清淤方量为 15 000 m³。

施工过程中首先在干湖作业区外围采用“钢管绑扎+迎水面铺木板+防渗布”的形式进行临时围堰施工。围堰筑成之后,首先对围堰内蓄存的水进行排出,排干至一定程度后再利用开槽、挖井的明排方式排出残留余水和周边渗水。

排水完成后利用人工配合高压水枪冲刷淤泥,高速射流将滩地的淤泥浆化并逐渐汇集至低洼区域,由砂浆泵吸取输送至集浆池内,在集浆池内初步沉淀后的泥浆浓度得到提高,再利用渣浆泵分级加压输送至底泥处置站。

3.2 底泥处置工程

采用淤泥快速干化技术对底泥进行快速脱水,尾水经过净化后达标排入湖区,干化土外运处置。工艺流程详见图 2。

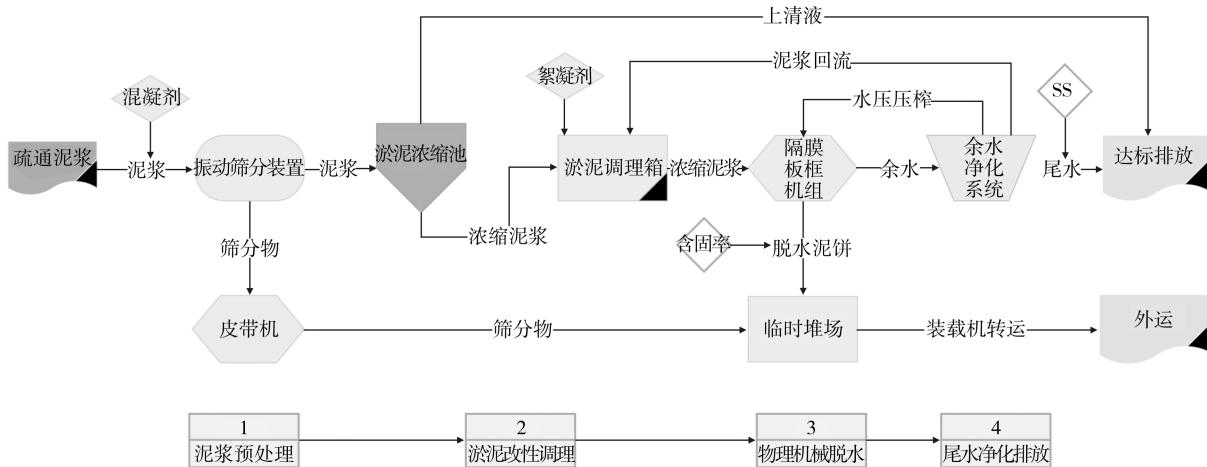


图 2 工艺流程图

3.2.1 泥浆预处理

进站泥浆通过粗振动筛先行粗筛分、细振动筛和旋流器组二次分选清除上岸泥浆中垃圾、砾石和细沙等固体杂质,防止泥浆中的大颗粒杂质对后续工艺中机械设备的损伤。

3.2.2 淤泥改性调理

预处理后的泥浆进行改性调理以满足脱水要

求,改性调理工艺分“强化混凝 + 淤泥浓缩、淤泥改性调理”两阶段进行。具体如下:

第一阶段:强化混凝 + 淤泥浓缩。通过在泥浆添入高分子无机混凝剂,泥浆在浓缩池中发生强化混凝作用,淤泥分散系统的 Zeta 电位的得到降低并导致淤泥组分中的各项物质凝聚、压缩在一起,使淤泥得到浓缩,分离得到的上清液通过溢流槽退水还湖。

第二阶段:淤泥改性调理。将浓缩池底部不断形成的沉淀淤泥泵送至调理箱进行改性和匀质,过程中添入稳定剂和高分子有机絮凝剂,改善淤泥的脱水性并使泥相中的各组分污染物质得到稳定化处理。

3.2.3 物理机械脱水

将调理改性后的泥浆泵送至隔膜板框机组进行压榨脱水,通过滤室内部先后施加在滤布正向和反向的压榨力迫使淤泥脱除水分,脱水后的泥饼通过卸料收集后集中外运处置,余水进入净化系统进一步处理。

3.2.4 尾水净化排放

脱水过程中形成的余水统一收集后进入净化系统进行二次处理,余水在系统内经旋流混合、电性中和、吸附过滤等作用实现水质净化并达标排放,产生的泥浆回流至前节循环处理。

3.3 生态修复工程

疏浚完成后,在生态修复区域内布置柔性围隔,防止非种植区域的风浪水流侵害水生植物,对施工过程中破坏的荷花重新进行种植并配合一定量的沉水、挺水和浮水植物进行布景,形成的新的景观效果。水生植物种植完后投放一定量的水生动物,完善水生态系统。

3.3.1 水生植物种植

在水深30 cm左右的湖边处种植挺水植物:芦苇、香蒲、花叶芦竹、水葱、伞草、千屈菜等^[2],不仅起到美观的效果,同时还能增加水体的自净力。湖中1.3 m水深内的潜水区种植沉水植物:苦草、轮叶黑藻、金鱼藻、马来眼子菜等^[3]。同时在景观节点种植浮叶植物,如睡莲、荷花等^[4]。

3.3.2 水生动物投放

水生植物种植完成后,适当放养一定数量的水生动物以完善水生态系统,种类包括白鲢、鳙鱼、白鲢鱼、螺蛳、河蚌、青虾等。

4 实施结果分析

4.1 泥饼含水率、尾水pH值及SS质量浓度

对施工过程产生的泥饼及尾水进行取样送检,分别对泥饼的含水率及尾水SS质量浓度进行第三方检测。送检方案为正式施工初始阶段送检同一天不同批次的3组样品,以验证工艺稳定性。后续送检按月进行。检测结果见图3。

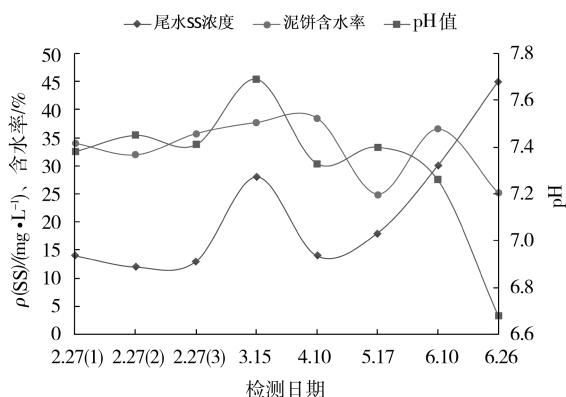


图3 泥饼含水率、尾水pH值及SS质量浓度曲线

由图3可以看出,所有检测项目结果均符合淤泥含水率<40%、尾水 $\rho(\text{SS})\leq 70 \text{ mg/L}$ 、尾水pH达到6~9的设计要求。2月27日的3组样品结果显示日均变化幅度不大,工艺运行较为稳定。4月10日至6月26日中各项检测数据存在上下波动的情况,可能与干湖冲淤有关,其施工区原有荷花覆盖,底泥中腐殖质成分较多,导致其污染程度较高,淤泥污染负荷的波动也许是导致工艺上出现细微波动影响的原因。

4.2 透明度

养护期内利用黑白盘对湖中潜水区柔性围隔两侧的透明度进行检测,检测频次为1月1次,检测

结果见图4。

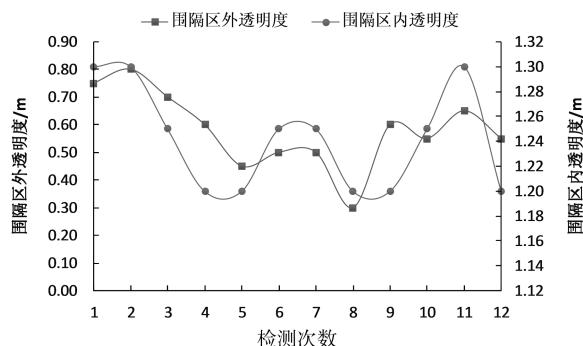


图4 潜水区柔性围隔两侧的透明度对比

由图4可以看出,柔性围隔内的水体透明度 $\geq 1.2 \text{ m}$,符合设计要求。而围隔外的非种植区水体透明度明显偏低,结果显示本工程通过水生植物的种植对水体透明度的改善起到有益作用。

5 结语

本工程通过对玄武湖东南湖的疏浚及生态修复施工,得到以下有益结果:1)工程实施有效改善了玄武湖的水生态环境。2)底泥处置过程满足泥饼含水率 $<40\%$ 、尾水 $\rho(\text{SS})\leq 70 \text{ mg/L}$ 、尾水pH值6~9的设计要求,受淤泥污染负荷波动的影响4月10日至6月26日运行数据上出现可控范围内的细微波动,底泥脱水工艺运行大致稳定。3)通过对柔性围隔内外水体透明度的检测,结果显示本工程生态修复结果满足透明度 $\geq 1.2 \text{ m}$ 的设计要求,明显优于围隔外水体的透明度,证明水生动植物的养殖和投放对水体透明度的改善起有益作用。

参考文献:

- [1] 龚春生,姚琪,范成新,等.城市浅水型湖泊底泥释磷的通量估算——以南京玄武湖为例[J].湖泊科学,2006(2):179-183.
- [2] 汪娟.城市湿地公园湿地景观研究[D].杭州:浙江大学,2007.
- [3] 朱奕丞.大通湖区水资源管理指标构建及应用研究[D].长沙:长沙理工大学,2017.
- [4] 于鲁冀,李瑶瑶,吕晓燕,等.河流生态修复技术研究进展[C]//中国科学技术协会.湖泊保护与生态文明建设——第四届中国湖泊论坛论文集.合肥:中国科学技术协会:安徽省科学技术协会学会部,2014:279-288.