

# 浅水湖泊干法清淤若干问题初探

徐子令, 陈 鸥, 段育慧

(淮安市水利勘测设计研究院有限公司, 江苏 淮安 223005)

**摘要:** 江苏南部太湖流域水网密布, 湖泊众多, 人口稠密, 工业发达。历史上因环保意识不足, 在乡镇企业大力发展的同时, 对各地大小湖泊造成了一定的污染。为了解决浅水湖泊的底泥污染问题, 长荡湖清淤一期工程进行了大胆的探索。主要从湖区清淤和排泥场两方面进行了设计, 包括清淤深度、施工围堰、场地排水、施工道路、排泥场容积、库区防渗、复垦等内容, 工程实施效果良好, 为后期类似浅水湖泊的干地清淤积累了经验。

**关键词:** 湖泊; 底泥; 重金属; 干法清淤; 排泥场

中图分类号: X524

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2018) 12-0020-03

## Preliminary study on some problems of dry dredging in shallow lakes

XU Ziling, CHEN Ou, DUAN Yuhui

(Huai'an Surveying and Design Institute of Water Resource Co., Ltd, Huai'an 223005, Jiangsu)

**Abstract:** The Taihu Lake Basin in southern Jiangsu has a dense water network with numerous lakes, dense population and developed industry. Historically, due to lack of awareness of environmental protection, while the township and village enterprises were vigorously developing, they had caused certain pollution to lakes and lakes in different regions. In order to solve the problem of sediment pollution in shallow lakes, the first phase of Changdang Lake Dredging Project carried out a bold exploration. Designed mainly from two aspects of dredging and mud-dumping yard in lake area, including dredging depth, construction cofferdam, site drainage, construction road, volume of mud-dumping yard, seepage prevention and reclamation in reservoir area, the project had achieved good results and accumulated experience for dry land dredging similar to shallow lake in later period.

**Key words:** lake; sediment; heavy metal; dry dredging; mud-dumping yard

## 1 概述

长荡湖位于常州市金坛区境内东南部 9 km 处, 是江苏省十大淡水湖之一, 集防洪调蓄、水资源、生态环境、渔业养殖、气候调节及旅游等功能于一体的浅水型湖泊, 是太湖流域湖泊群中重要组成部分。长荡湖清淤前水质为 V~劣 V 类水质, 接纳的污染主要为氮、磷、COD, 部分区域受重金属污染。2012 年 5 月监测, 总氮平均值为 2.12 mg/L, 总磷为

0.134 mg/L, COD 为 5.410 mg/L, 叶绿素平均值为 27.95 ug/L。重金属 As、Hg、Cd、Cr、Cu、Pb、Ni、Zn 等 8 种含量相对太湖流域其他湖泊偏高。对湖底表层 48 个采样点重金属污染进行分析, 强度和很强生态危害采样点所占比例超过 58%, 进行底泥疏浚将其清除, 是十分必要和迫切的。

长荡湖生态清淤面积为 39.87 km<sup>2</sup>, 清淤深度 0.1 ~ 0.4 m, 清淤总量 752.5 万 m<sup>3</sup>, 项目计划分五期实施, 一期工程位于湖面东北角, 位于金坛区新

收稿日期: 2018-07-10

作者简介: 徐子令 (1984—), 男, 本科, 工程师, 主要从事水利工程规划、设计工作。

建水厂取水口范围, 计划清淤面积约 9.7 km<sup>2</sup>, 清淤深度 0.12 ~ 0.30 m, 清淤量约 173 万 m<sup>3</sup>。为防止二次污染, 根据初设报告及有关批复, 一期工程采用干法施工。并对淤泥进行集中填埋处理, 排泥场就近布置于湖区北侧。

## 2 湖区清淤设计探讨

### 2.1 水文、地形、地质情况

长荡湖湖区多年平均水位为 3.45 m, 正常蓄水位为 3.49 m, 设计洪水位为 5.66 m。5 年一遇高水位为 5.18m, 10 年一遇高水位为 5.46 m, 20 年一遇高水位为 5.69 m。非主汛期 5 年一遇高水位为 4.24 m, 10 年一遇高水位为 4.46 m, 20 年一遇高水位为 4.66 m。湖区平均水深 1.1 m 左右, 正常蓄水位下相应的湖区面积为 81.97 km<sup>2</sup>, 容积为 0.90 亿 m<sup>3</sup>[1]。

2014 年 4 ~ 10 月在长荡湖布设 7963 个水位测量点位, 绘制了长荡湖湖底高程图, 见图 1。湖底高程为 1.05 ~ 3.95 m, 平均 2.4 m。一期工程位于湖区的东北角, 底高程多在 2.2 ~ 2.4 m 之间。长荡湖湖底地形平坦, 为典型的平原浅水湖泊。

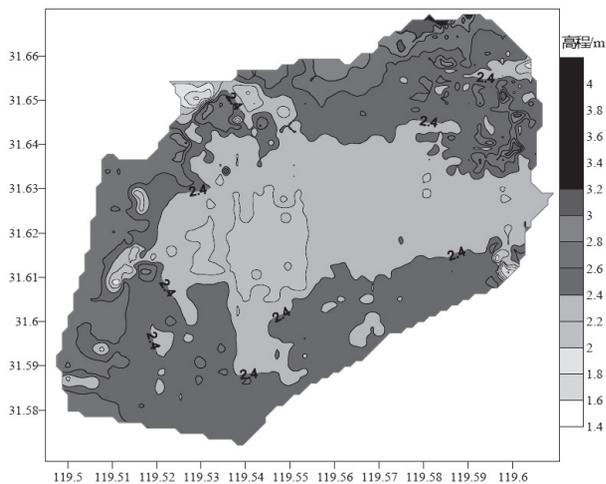


图 1 长荡湖湖底高程等值线图

根据地勘资料, 一期工程湖区范围内表层为淤泥, 下部依次为粉土夹粉质黏土、黏土, 局部有淤泥质粉质黏土夹粉土分布, 总体地质条件较好, 满足机械进场施工条件。排泥场范围内主要为素填土和黏土, 承载力 170 ~ 210 kPa。

### 2.2 一期工程底泥疏浚深度及疏浚量的确定

在项目进展前期, 对湖区底泥进行采样分析, 对底泥中的总氮 TN、总磷 TP、有机质 LOI 以及 8 种

重金属砷、汞、镉、铬、铜、铅、镍、锌进行了检测, 采用长荡湖湖底未受污染的底泥作为背景值, 通过对比确定湖区各处污染物超标的情况及深度范围, 采用包络线法确定各监测点的清淤深度 [2]。按照上述方法, 一期工程 9.93 km<sup>2</sup> 划分为 5 个清淤区域, 参见图 2, 各区域清淤深度依次为 0.3 m (区域 1)、0.3 m (区域 2)、0.30 m (区域 3)、0.25 m (区域 4)、0.12 mm (剩余区域)。利用各区域面积乘以相应的清淤深度得出一期工程总清淤量为 173 万方 [1]。



图 2 长荡湖清淤工程分期分区图

### 2.3 施工方法的选择

湖区清淤常用施工方法大致分为 2 类: 干法清淤和水下清淤。水下清淤主要采用挖泥船施工, 但水深要满足施工船舶的航行要求, 清淤高程控制难度较大。一期工程清淤厚度小, 面积大, 且该区域中心位置规划建设金坛区自来水取水口及输水管道, 为了保证清淤质量, 便于施工质量控制, 经比选采用干地施工。但如此大面积的湖区干地施工案例极少, 缺乏工程经验。且湖区存在软土区域, 推土机、挖土机等机械进场施工需要采用一定的措施, 并做好湖区降排水工作。

### 2.4 围堰设计

为创造干地施工条件, 需要在一期工程西侧和南侧建设挡水围堰, 其中西侧围堰长 2.85 km, 南侧围堰长 3.58 km, 合计 6.43 km [3]。围堰顶高程采用 10 年一遇的非主汛期施工期水位加安全超高, 确定为 5.6 m; 围堰在湖底以上高度约 3.3 m。长荡湖汛期水位变幅大, 水位增速快, 需要考虑围堰过水度汛的工况。围堰选择在非汛期建设, 工期紧、任务重。选择一种适合机械化施工, 进度快, 质

量有保障的围堰型式成为设计重点。结合水利工程常用的围堰型式以及当地缺乏土源的实际条件,选择钢板桩围堰。按照湖区地质钻探资料,分区域采用单排或双排钢板桩,分段确定钢板桩长度及桩后戗体的尺寸。双排钢板桩顶部结合湖区排水设置多台排水泵,可节约排水泵站的造价,围堰前后适当防护以策安全。

### 2.5 湖区施工道路的布置

一期清淤湖区东西向长度 3.3 km,南北向长度约 3.5 km。排泥场位于长荡湖北部,排泥场中心距离湖边 650 m。湖区抽水后,进场道路考虑到施工出土以及机械调配的需要,采用井字形布置。其中南北向为主要出土道路,间距 500 ~ 600 m;东西向为次要道路,间距 250 m,为推土机的经济作业长度的 2 倍,便于推土机往道路旁集土。考虑到一期湖区可能进水度汛,南北向中部道路填筑较高,将一期湖区再次分为东西 2 个部分,以梯级蓄水,减少钢板桩围堰的承压水头。

南北向道路采用 15 cm 泥结石路面 +15 cm 砂石垫层 +6% 灰土路基,东西向道路采用 60 cm 厚灰土填筑,道路宽度均为 6 m,道路纵坡不大于 5%。道路总长度 53 km,填筑土方来源为排泥场库区开挖。

### 2.6 湖区施工期排水

施工期排水沟沿湖区施工道路两侧布置,距堤脚 10 m,底宽 0.5 ~ 1 m,底高程 1.0 ~ 1.4 m,沟底比降万分之一,边坡 1:1。与临时施工道路交叉时埋设直径 1 m 钢筋混凝土排水管。排水沟总长约 104 km,预埋钢筋混凝土管总长度约 1200 m。结合一期湖区临时排水泵站的设置,分区排水,按照线路最近原则设计排水沟水流走向。

## 3 排泥场区的设计探讨

### 3.1 淤泥库区容积控制

湖区淤泥含水率为 41.71% ~ 85.61%,平均含水率约 63% 左右。湖区抽水后,由推土机集土打堆,排除部分含水。然后由自卸汽车运至排泥库区堆放,淤泥体积将会有较大量的缩减。故排泥库区容积不需要考虑放大系数,按照设计清淤量开挖即可。施工期库区淤泥表面积水主要由下雨及淤泥沉积后上层积水组成。及时排除表层积水,可防止后堆淤泥与积水混合,从而充分利用库区容

积。此外,在排泥场库区底部设置排水盲沟,淤泥的渗水将通过排水盲沟汇入库区外集水井,水泵定期抽水,为淤泥固结创造条件。

### 3.2 库区的防渗处理

湖底淤泥重金属、总氮、总磷超标,且排泥库区边缘距离湖区仅 250 m。为了防止淤泥污染地下水,进而影响自来水厂取水口水质,初步设计时借用垃圾填埋场的防渗处理方法,对库区进行了防渗处理,采用 2 mm HDPE 环保复合防渗土工膜,后期施工图设计时进行了优化。库区底部采用 2 层复合土工膜,每层复合土工膜均为两布一膜结构;库区顶部采用一层复合土工膜覆盖,防止雨水下渗。

优化后的排泥场底部及坡面铺设复合土工膜代号为:FN2/HDPE-20-500-0.75;材料为:长丝纺粘针刺非织造土工布基材/HDPE 复合土工膜,二布一膜,标称断裂强度为 20 kN/m,非织造布总单位面积质量 500 g/m<sup>2</sup>,膜厚度 0.75 mm<sup>[4-6]</sup>。其余各基本项技术要求、耐静水压和外观疵点满足《土工合成材料非织造布复合土工膜 GB/T17642-2008》要求。排泥场面层覆盖复合土工膜代号为:FN2/HDPE-20-500-0.5;材料为:长丝纺粘针刺非织造土工布基材/HDPE 复合土工膜,二布一膜,标称断裂强度为 20 kN/m,非织造布总单位面积质量 500 g/m<sup>2</sup>,膜厚度 0.5 mm<sup>[4-6]</sup>。其余各基本项技术要求、耐静水压和外观疵点满足《土工合成材料非织造布复合土工膜 GB/T17642-2008》要求。此外,复合土工膜的水蒸气渗透系数要求  $\leq 1.0 \times 10^{-13}$  g.cm/(cm<sup>2</sup>.s.pa)。土工膜按照一定幅宽生产,预留焊接边缘,现场拼装焊接,与库区底部及边坡地面紧密贴合,并按要求预留褶皱。

### 3.3 排泥场区的排水设计及污水处理

场区排水主要包括施工期降雨及淤泥渗水。排泥场划分为若干排泥库区后,每个库区上口基本为长方形,长度约 250 m,宽度约 200 m,深度根据容积计算确定为 6.5 m。积水主要为各库区淤泥表层积水及暗管汇入集水井的渗水。故设置 2 套排水系统,分别排除表层积水及底部渗水。在各库区上口埋设管网,各库管网连通,预留接口、安装闸阀、压力表等设备,采用移动式潜水泵将库区表层积水排入管网,最后汇入污水处理池中。库区底部每隔 30 m 埋设 MG300 塑料盲管,外包

(下转第 27 页)

（上接第22页）

土工布、砂石垫层,形成排水暗管。渗水由排水暗管搜集后汇入各自库区外围的钢筋混凝土集水井。在排泥场四周设置截水沟,阻断排泥场与外部的雨水漫流,截水沟兼做施工期的污水搜集渠道。集水井渗水通过潜水泵抽排进截水沟,截水沟末端与排泥场污水处理池连通。

通过上述2套排水系统,排泥场污水已经全部搜集进污水处理池。污水处理池分为2套4个水池,每套含1个初步处理池和1个深度处理池,在处理池内添加沉淀剂、絮凝剂等加速污水净化。水池底部淤泥定期清理,2套处理池可以依次使用,保证污水处理的不间断进行。污水处理经检测达标后排放进长荡湖。

### 3.4 场区的复垦

在库区淤泥填满后,先回填的库区淤泥经排水固结已经达到一定强度。为了顶部铺膜的需要,在淤泥顶部可填筑部分好土,采用湖区施工临时道路挖除弃土进行库区表层回填。既处理了弃土,又为库区顶部铺膜及上部覆土创造了较好的基础条件。经当地规划,排泥场区后期主要为园林绿化,不种农作物。覆土厚度结合土方平衡及地形条件确定为0.8 m,略高出周围地面。为了防止作物根系对库区顶部铺膜造成损坏,主要栽植根系不发达的草本植物及灌木。

## 4 结语

长荡湖清淤工程基本完工,清淤效果良好。采

用干法施工后,湖底重金属及有害有机物得到了充分的清除,经过施工期翻土晾晒,原湖底有机物产生的有害气体得以充分释放,保证了金坛区长荡湖水源地的顺利建设。同时长荡湖作为太湖上游的第二大淡水湖,湖区面积仅次于溧湖,其污染物的大量消减对太湖水质的改善具有重大意义。如此大面积的湖区干地清淤及淤泥处置,为后期类似工程的实施积累了经验。

### 参考文献:

- [1] 江苏省太湖水利规划设计研究院有限公司.太湖流域长荡湖(金坛)生态清淤一期工程初步设计报告[R].江苏:常州市水利局,2016.
- [2] 南京师范大学.太湖流域长荡湖(金坛)生态清淤一期工程环境影响报告书[R].江苏:南京师范大学,2016.
- [3] 浙江省水利水电勘测设计院.太湖流域长荡湖清淤一期工程主围堰及排水工程设计[R].江苏:常州市水利局,2016.
- [4] 冯其林,陈朱蕾,尤官林,罗毅.CJ/T234-2006垃圾填埋场用高密度聚乙烯土工膜[S].北京:中华人民共和国建设部,2006.
- [5] 温彦锋,庄春兰,孙东亚,严祖文.GB/T50290-2014土工合成材料应用技术规范[S].北京:中华人民共和国建设部,2014.
- [6] 王宝军,龚迎秋,崔占明.GB/T17642-2008土工合成材料非织造布复合土工膜[S].北京:中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,2008.