

依据地质条件以及防渗要求控制在 0.6 至 1.2m 之间,在开挖过程中会采用泥浆固壁的方式,防止槽壁出现坍塌的情况。墙体材料大多会选用塑性混凝土或者刚性混凝土,塑性混凝土适用于变形比较大的坝基,可以避免墙体因为沉降而出现开裂的现象,刚性混凝土则会被用于对承载力要求比较高的区域,浇注的时候会采用导管法进行连续浇注,以此保证墙体密实没有接缝痕迹,浇注完成之后需要检测墙体的渗透系数,要求其数值不大于  $10^{-6}\text{cm/s}$ 。该技术的防渗效果较为可靠,耐久性也比较强,不过对施工设备的要求比较高,需要严格把控槽孔垂直度以及混凝土浇筑质量,防止出现墙体缺陷问题。

#### 4.2 帷幕灌浆技术

帷幕灌浆技术借助向坝基或者坝体岩层的裂隙中注入水泥浆或者化学浆液的方式,填充裂隙形成连续的防渗帷幕,减少渗流量。它是混凝土重力坝基础防渗的关键技术,在施工之前要先开展现场灌浆试验,确定浆液的配比、灌浆的压力和灌浆段的长度。一般水泥浆的水灰比是 0.5 至 2.0,灌浆压力依据岩层深度控制在 0.2 至 1.5MPa。灌浆运用分段钻灌法,依照自上而下或者自下而上的顺序逐段进行灌浆,每段的长度为 2 至 5m,灌浆完成之后借助压水试验来检测防渗的效果,要求岩体的渗透系数降低至  $10^{-5}\text{cm/s}$  以下,对于裂隙发育或者渗透性强的区域,可以采用双液灌浆,即水泥浆与水玻璃,或者采用化学灌浆,如环氧树脂、丙烯酰胺,以此提高灌浆的效果。这项技术的适应性比较强,可针对不同的地质条件对工艺进行调整,不过需要严格把控灌浆参数,防止出现浆液流失或者坝体抬动等情况。



图 3

#### 4.3 排水系统优化

排水系统优化是通过排水设施进行合理布置,加快坝体以及坝基内渗流水的排出速度,降低渗透压力,与防渗技术共同作用提升加固效果。这种方式适用于渗流压力较高或者排水不畅的大坝。坝基排水大多采用排水孔幕,布置在防渗帷幕的下游一侧,孔深要穿透大部分透水层,孔径为 50 至 100mm,孔距是 3 至 5m,孔内设置透水管并填充级配砂石,防止泥沙堵塞。坝体排水是在坝体内部设置纵向或横向排水廊道,廊道断面尺寸根据排水量来确定,一般宽度为 1.5 至 2.0m、高度为 2.0 至 2.5m。廊道内设置排水孔,将坝体渗水引入廊道后再排出另外,还可采用新型排水材料,如透水土工布、塑料排水盲管等,提高排水效率。对于原有的老化排水系统,需要清理堵塞的排水孔,修复破损的排水廊道,保证排水通畅。优化之后需要监测渗压变化,保证渗透压力降低到设计允许范围,防止因排水不畅致使防渗结构失效。

### 5 结语

本文对混凝土重力坝渗流影响机制展开系统剖析,搭建起“问题诊断—原则确立—方案设计—技术落地”的防渗加固体系。此体系从渗流对稳定性、应力以及耐久性这三重影响着手,明晰设计原则与抗渗等级选择依据,所提出的防渗墙、帷幕灌浆等技术可针对不同渗流问题进行解决。实践显示,该体系可切实阻断渗流通道、降低渗透压力,为大坝安全给予可靠保障。未来可将数值模拟技术与之结合,优化渗流场分析精度,探索新型防渗材料的运用,同时强化加固后的长期监测,动态调整运维策略,促使混凝土重力坝防渗加固技术朝着更高效、长效的方向迈进,为水利工程安全运维提供更为坚实的技术支撑。

#### 参考文献

- [1] 邢仕强,瞿立新,孙华锋.龙潭沟水库碾压混凝土重力坝渗流安全监测分析[J].水科学与工程技术,2025,(03):79-82.
- [2] 冯先伟,高东红,田金波,等.某抽水蓄能电站下水库混凝土重力坝渗流计算及防渗优化分析[J].水电能源科学,2025,43(01):108-111+78.
- [3] 马厚.某混凝土重力坝渗流监测资料分析[J].海河水利,2024,(11):102-106+112.
- [4] 张雪超.某水库混凝土重力坝渗流性态分析与评价[J].红水河,2024,43(03):20-24.
- [5] 冯耿斌.官箐水库堆石混凝土重力坝渗流稳定分析[J].黑龙江水利科技,2023,51(05):89-92.
- [6] 何涛洪,曾旭,张全意,等.万家沟水库坝体自身防渗堆石混凝土重力坝渗流监测与分析[J].红水河,2022,41(01):34-38+49.

# Application of integrated dredging equipment in small lake reservoir remediation project

Honghong Huang

China Water Resources and Hydropower Engineering Bureau Co., Ltd., Fuzhou, Fujian, 350003, China

## Abstract

This paper takes the dredging construction of Shenzhen Airport Group's No.2 Regulation Pool as an example in the comprehensive blackwater elimination project of Shenzhen Bao'an (Greater Airport Area). Focusing on the special requirements for construction safety and environmental protection in airport areas, it elaborates on the selection criteria for dredging processes and the comprehensive application of integrated dredging equipment. The article provides a detailed analysis of key process flows and technical points in critical stages such as underwater dredging by cutter suction dredgers, screening systems, sludge dewatering through pressure filtration, and residual water treatment. Engineering practice demonstrates that adopting this integrated equipment effectively achieves sediment reduction and stabilization. The treated sludge cakes exhibit significantly reduced moisture content and volume, with outputs meeting relevant regulatory standards for direct resource utilization. This process offers valuable references for environmental dredging projects in similar small lake and reservoir areas, demonstrating both economic and environmental benefits.

## Keywords

Xiao Hutun Reservoir remediation; dredging; cutter suction dredger; integrated equipment; reduction treatment

## 小湖塘库整治工程中一体化清淤设备的应用

黄虹虹

中国水利水电第十六工程局有限公司, 中国·福建 福州 350003

## 摘要

本文以深圳宝安(大空港片区)全面消黑工程中的深圳机场集团2#调蓄池清淤施工为实例,针对机场区域对施工安全与环保的特殊要求,阐述了清淤工艺的选择依据及一体化清淤设备的综合应用。文章详细分析了绞吸船水下清淤、筛分系统、泥浆压滤脱水及余水处理等关键环节的工艺流程与技术要点。工程实践表明,采用该一体化设备进行处理,有效实现了底泥的减量化与稳定化,处理后的泥饼含水率显著降低,体积大幅减少,且产出物满足相关规范要求,可直接资源化利用。该工艺为类似小湖塘库环保清淤工程提供了有益借鉴,具有良好的经济效益与环境效益。

## 关键词

小湖塘库整治;清淤;绞吸船;一体化设备;减量化处理

## 1 工程概况

深圳宝安(大空港片区)全面消黑工程由“网”、“源”、“河”三部分组成,2#调蓄池属于“河”中的小湖塘库整治项目。

深圳机场2#调蓄池位于机场一跑道北端、高尔夫球场西侧。现状汇水面积 $2.4\text{km}^2$ ,存水排入福永河,设计常水位为 $0.5\text{m}$ ,设计暴雨最高水位为 $2.0\text{m}$ 。2#调蓄池用于承泄一跑道北半部、一跑道和二跑道之间东侧区域、高尔夫球场大部分雨水以及北片区包括未来T4航站区部分雨水,面积 $30.45\text{万}\text{m}^2$ 。

根据设计方案,清淤设计高程为 $-1.0\text{m}$ ,西池淤积厚度

约 $0.7\sim 1.6\text{m}$ ,东池淤积厚度约为 $0.1\sim 1.3\text{m}$ ,预计清淤工程量约 $23\text{万}\text{m}^3$ 。处理后的淤泥物力学参数和环保指标等需满足《河湖底泥处理厂产出物处置技术规范》(SZDB/Z236—2017)中Ⅲ级标准相关要求,实现底泥“减量化、稳定化、资源化、无害化”的目标。

调蓄池底泥淤积及污染情况见图1-1。

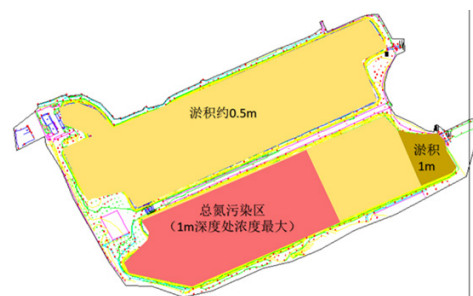


图1-1 调蓄池底泥淤积及污染情况图

【作者简介】黄虹虹(1993-),女,中国福建莆田人,本科,工程师,从事水利水电项目施工研究。

## 2 总体方案

调蓄池清淤的施工方式有水陆挖掘机清淤和绞吸船两种可供选择。由设计方案可知,调蓄池旱天时蓄存一定水位,为自排、消防、景观、驱鸟的需要。2#调蓄池清淤的工程量大,施工工期长,若采用水陆挖掘机清淤,开放式施工,受气候影响较大,不适于雨季施工;干式清淤导致底泥中生物大量暴露,易使鸟类进入机场区域,影响飞机起降安全,且基于上述原因,调蓄池清淤方案采用绞吸船水下清淤(一体化脱水干化)的施工工艺,并及时将干泥外运,以最大限度保障飞行安全,因此2#调蓄池的清淤的施工方式采用绞吸船清淤。

泥浆外运可选择直接外运或者干化处理后外运,若选择开敞作业,转运过程中,会容易造成二次污染,且大量的泥浆外运造成运输成本过大,为了避免转运过程对施工区造成二次污染,同时降低施工成本投入,选择采用底泥一体化系统压缩成泥饼后外运。

整个调蓄池施工的过程主要包括:摸排、底泥检测、临建布置、设备安装调试、池面清表、清淤施工、淤泥外运等。具体过程详见图 2-1。

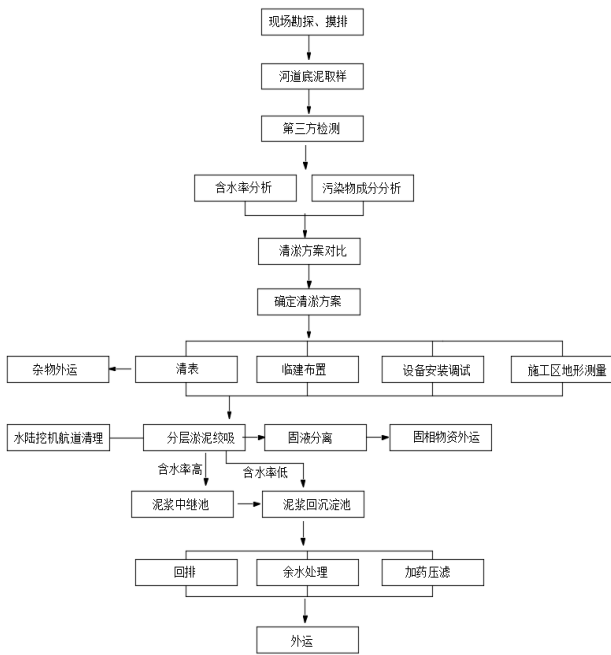


图 2-1 调蓄池施工工序

## 3 底泥检测

### 3.1 底泥采样检测

为了对淤泥的性状有更好的了解,在设计阶段原有底泥采样检测的基础上,施工阶段增加施工前的底泥检测,对2#调蓄池的底泥进行采样。

#### 3.1.1 采样点布置

布设采样点的原则是以尽可能少的点全面准确地监测

出底泥的污染情况,因此设点时要尽可能覆盖整个湖面。均匀的网状布点法适用于那些污染较为平均的湖泊,但调蓄池有排口,因而底泥污染程度并不均匀一致,这时排口附近必须布置,其余地点根据水质情况布置的原则,2#调蓄池东西两个池的采样点均设置6个,东池和西池的排口附近范围内各设置两个点,东池和西池北侧端头各设置两个取样点,东、西池的中间位置各设置两个采样点,每个点位分别测量0.2m、0.5m、1.0m共3个深度的底泥样品。

#### 3.1.2 采样

作业人员乘坐小型船至各取样点,采用管式采样器进行采样,将内径小于10cm(不宜过粗)的钢管剖开成两半,焊接上合页栓,制作成可以开合的管状采样器。采样时采样器应垂直插入泥中,并用榔头尽量往下打,直至达到1m的采样深度。

#### 3.1.3 样品制备与预处理

取上来的样品应分层用包装袋密封装好,并贴上样品标签。每个点所取样品数应根据淤泥分层米决定,一般来说,湖底淤泥大致有3种性状,最上层的是不能成形的黑色泥浆,中间的是较为疏松并夹杂的植物残体的粘土层,下层则是黄色的粗粘土。我们分别对3个层面的底泥进行取样分析,就能知道污染物渗透到了哪里、污染有多严重等。取回的样品应避免日光照射,在通风的地方阴干,制备好的样品测定重金属含量时要经过消解,使各种形态的金属变为一种可测态,采用混合酸消解的方法。

#### 3.1.4 底泥检测

底泥质量监测项目为:汞、铅、镉、铜、锌、铬、镍、砷等重金属或无机非金属毒性物质;全氮、总磷、pH、含水率。

检测标准参照《河湖污泥处理厂产出物处置技术规范》(SZDB/Z 236—2017)。

## 4 清淤工艺

### 4.1 工艺流程

清淤工艺详见图 4-1,图 4-2。

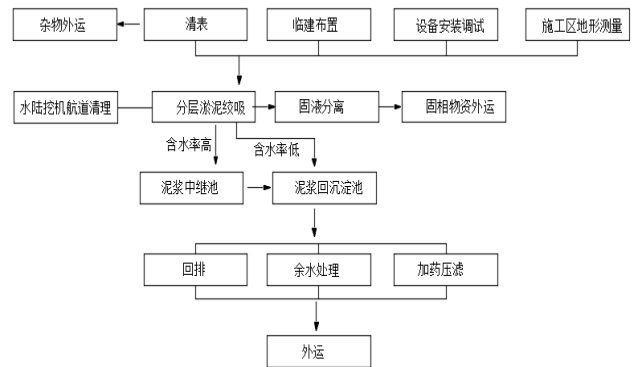


图 4-1 工艺流程图

