

沉淀调节工艺在环保疏浚底泥预处理中的应用

练 新,杨晓龙

(中交广州水运工程设计研究院有限公司,广东 广州 510220)

摘要:针对疏浚底泥杂质多、泥浆浓度不高等问题,采用分级沉淀池加调节池的处理工艺对疏浚底泥进行预调理,介绍了工艺的特点、原理和流程及操作要点等,工程实践运用表明,该工艺可有效去除大颗粒杂质、提高泥浆浓度、节能降耗,应用效果良好。

关键词:疏浚底泥;分级沉淀池;调节池;预调理

中图分类号:TV851 **文献标志码:**A **文章编号:**1004 - 6933 (2017) S1 - 0121 - 03

近年来,随着河湖流域人口增长和经济发展,特别是流域养殖业、旅游业、采矿业、沿湖工业和城镇化的不断发展,我国河湖污染状况愈加严重,大量污染物在底泥中富集,成为长久性污染源,保护“一湖清水”压力越来越大。环保疏浚指采取工程措施对水体中的污染底泥进行疏挖,以减少底泥中污染物向水体释放,为水生态系统的恢复创造条件,是一种重污染底泥的异位修复技术^[1]。随着我国生态文明建设目标的提出和相关法律法规的不断完善,对河湖疏浚底泥进行无害化处理和资源化综合利用成了必然的选择^[2]。环保疏浚底泥具有杂质多、含水率高、含有大量污染物质等特点,需要经过一定处理才能利用。在泉州山美水库环保疏浚工程中,采用机械脱水固结一体化技术对疏浚底泥进行资源化利用,针对疏浚底泥杂质多、泥浆浓度不高的特点,中交广州航道局通过在施工过程中的不断完善,总结出了一套切实可行的预调理工艺。

1 工程概况

研究区域位于福建省泉州市山美水库库区,水库总库容 6.55 亿 m³,是一座以供水、灌溉为主,结合防洪、发电等综合利用的大型水库工程。工程清淤范围为山美水库主库区,涉及 X、Y、W 3 个区域,清淤面积共计 120 万 m²,总的清淤量约为 105 万 m³,疏浚作业分布情况见图 1。

该工程采用气动泵生态清淤船疏挖底泥,能有效控制疏挖过程中 SS 的扩散以及对原状土的破坏。疏挖的底泥通过输泥管线加设接力泵站输送至淤泥

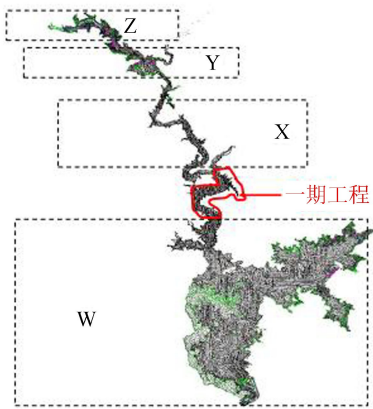


图 1 疏浚作业区分布情况

固化场地,并通过分级沉淀、格栅除渣、浓缩调节、絮凝调理、固化混凝、压榨脱水等工序进行底泥脱水固化处理,最终形成厚度在 40 ~ 55 mm、含水率小于 50% 的硬塑状泥饼,外运至砖厂进行资源化利用。底泥处理过程中形成的尾水回流至尾水处理池,通过加药絮凝、混凝沉淀,可使 SS 质量浓度显著降低至 10 ~ 20 mg/L,经检测达标后排放至山美水库。工艺流程见图 2。

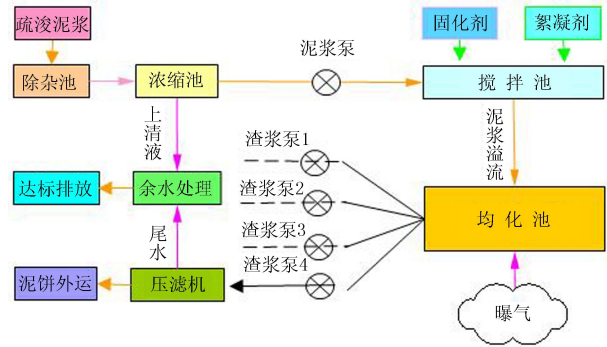


图 2 淤泥脱水干化处理系统施工工艺

2 污染现状调查

库区底泥产生量大,成分复杂,根据勘察分析可将底泥分为污染层(A)、过渡层(B)和正常层(C),其TN质量比范围在32~2307 mg/kg,TP质量比范围为86~1328 mg/kg,有机质百分比范围为0.31%~5.47%,除此之外还检测到As、Zn、Cd、Pb、Cu、Cr等重金属元素存在,污染情况见表1。底泥由气动泵疏挖,与水混合形成泥浆输送至淤泥固化厂区,由于库区底部地形高低起伏,导致输送的泥浆浓度不均,含水率和含砂量偏高,同时还携带大量的杂物,如沙砾、塑料、橡胶碎片、动植物残体和线状纺织物等,难以保障后续工序的正常运行^[3]。

表1 底泥分层污染情况

分层	TN 质量比 平均值/ (mg·kg ⁻¹)	TP 质量比 平均值/ (mg·kg ⁻¹)	有机质 百分比 平均值/%	含水率 平均值/%	性状
A	1095	670	2.53	41.37	淤泥
B	1000	589	2.46	36.78	淤泥
C	807	443	1.99	25.56	淤泥粉质黏土

3 工艺流程及效果

由于进入淤泥固化场区的疏浚底泥含有较多的杂物且泥浆浓度较低,不仅影响后续脱水固化的工作效率,还可能堵塞设备,造成机器损耗,所以有必要布设沉淀、调节系统对泥浆进行预处理、改善泥浆性状,使其满足后续处理工艺的要求。沉淀调节工艺流程见图3。

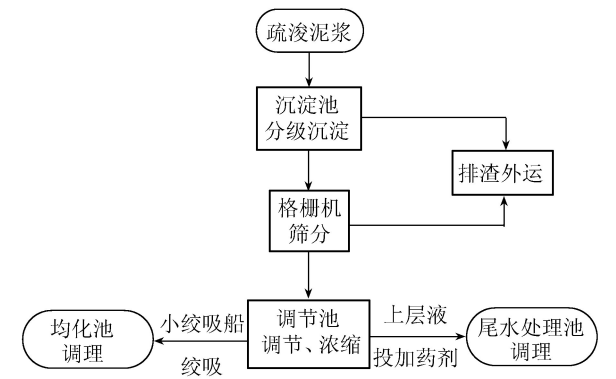


图3 沉淀调节工艺流程

整套工艺包括沉淀系统和调节系统。沉淀系统主要由沉淀池、格栅机和渣处理设备组成,调节系统则主要由调节池、小绞吸船和溢流闸组成。该分级处理工艺可对进入淤泥固化场地的泥浆进行预调理,去除泥浆中的大颗粒杂质、避免杂物堵塞设备或磨损管道^[4],同时也具有稳定泥浆流量、降低后续处理单元的水力负荷、提高泥浆浓度以及调节产能匹配的作用。

在沉淀系统中,沉淀池主要作用在于消能、调整

流态和分级沉淀粗颗粒;格栅机可截留疏浚泥浆中的浮渣;由挖掘机和自卸卡车组成的渣处理设备用于转运沉淀池中的沉淀物,防止因沙砾长期淤积导致沉淀池有效容积减少。其工作原理是:长条形沉淀池由多道隔墙分隔形成多个沉淀区,当疏浚泥浆进入沉淀池时,其中的悬浮物在重力和隔墙拦截的作用下沉积。根据斯托克斯公式,比重和粒径越大的颗粒物在水平方向上的位移越短,从而实现不同粒径、不同比重颗粒物的分级沉淀;而疏浚泥浆中的漂浮物达到沉淀池尾部时则通过回转式格栅机截留^[5],经过预处理的浆液自行汇入调节池中。沉淀池结构见图4。

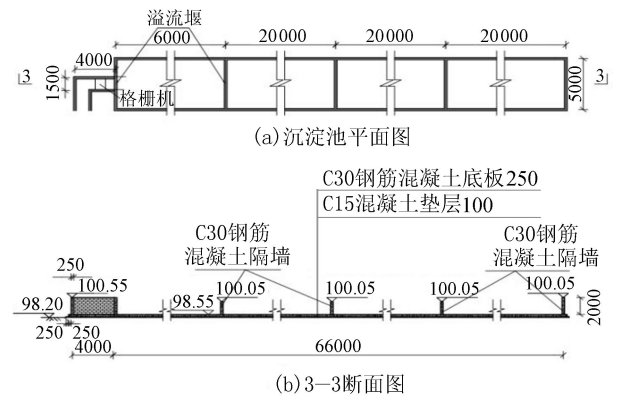


图4 沉淀池结构图(单位:mm)

调节池能够储蓄经预处理的泥浆,调节疏浚设备和板框压滤处理底泥的产能匹配;也可以为后续工序提供适宜浓度的泥浆,防止砂石堵塞板框机滤布,缩短滤布更换周期,避免因因此导致污泥成饼率降低^[6]。正常生产时,小绞吸船输送调节池底部污泥至均化池中,借助绞吸船可视化的操作界面控制泥浆浓度在20%~50%,这样可提高板框压滤机脱水固化效率,缩短运行周期,降低电耗;而当板框压滤机生产能力较低或因故障维修时,位于库区的疏浚设备无须停工,调节池充足的库容保障了疏浚作业的连续性,对输送的高水力负荷泥浆起到良好的缓冲作用^[7]。泥浆中大部分有机质、黏土、矿物成分在重力作用下沉积于调节池底,部分难沉降的悬浮物随上层浆液通过溢流闸自行流入尾水处理池中,从而达到污泥浓缩,减小污泥体积,保障有效库容,提高泥浆浓度的目的。调节池结构见图5。

目前该工艺已正常投入使用,疏浚底泥的除杂率可达85%~95%,小绞吸船抽泥浓度25%~56%,产出的泥饼含水率30%~40%,调节池上层泥浆溢流至尾水池后絮凝沉降效果明显,悬浮固体浓度由处理前的1000 mg/L以上明显削减到10~20 mg/L,完全达标排放,工艺应用效果良好。

沉淀调节分级处理工艺应用于疏浚底泥预处理

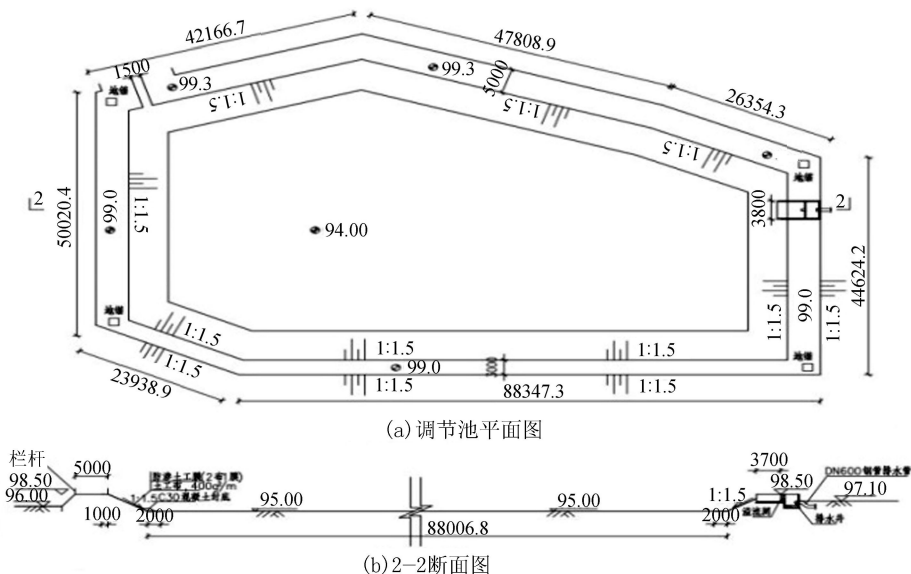


图5 调节池结构(单位:mm)

中,相比于常规的工艺,具有以下几个优点:①泥浆从进入到流出基本完全依靠自流,电能消耗和设备投入费用小;②噪声小、沉渣外运、泥浆无外流,对环境的影响小;③调节池兼具污泥浓缩、提高泥浆浓度、保障整套工艺连续作业的功能,能缓冲泥浆的流量,减小水力负荷,使各工艺单元协同起来更加灵活;④溢流闸的设置不仅大幅度减小了小绞吸船的工作量,具有调整调节池水位、库容量的功能,还提高了调节池的泥浆浓度,降低了后续处理的难度和费用投入。

4 结 语

在福建省泉州市山美水库库区环保疏浚工程中,针对疏浚底泥杂质多、泥浆浓度不高的特点,采用分级沉淀池加调节池的处理工艺对疏浚底泥进行预调理。工程实践表明,该工艺可有效去除大颗粒杂质、提高泥浆浓度、节能降耗,应用效果良好。

参考文献:

- [1] 张锡辉. 水环境修复工程学原理与应用[M]. 北京:化学工业出版社,2002:56-60.
- [2] 林莉,李青云,吴敏. 河湖疏浚底泥无害化处理和资源化利用研究进展[J]. 长江科学院院报,2014,31(10):80-88.
- [3] 王江滨. 山美水库流域面源污染物调查及分析[D]. 福州:福建农林大学,2015.
- [4] 许劲,孙俊贻,周幸儒,等. 不设初沉池时沉砂池的选型分析[J]. 重庆建筑大学学报,2005,27(2):61-64.
- [5] 李慧斌. 回转式格栅除污机在城市排涝泵站中的选用[J]. 科技信息,2011(27):133.
- [6] 屈萍红. 浅谈板框压滤机运行中常见问题及解决措施[J]. 铜业工程,2015(5):33-37.
- [7] 朱安定. 绞吸式挖泥船生产效率及应用工况分析[J]. 长沙铁道学院学报(社会科学版),2009(2):216-217.

(收稿日期:2017-04-10 编辑:王 芳)

(上接第120页)

- [4] 宋志文,毕学军,曹军. 人工湿地及其在我国小城市污水处理中的应用[J]. 生态学杂志,2003,22(3):74-78.
- [5] KANTAWANICHKUL S, PILAILA S, TAN-APIYAWANICH W, et al. Wastewater treatment by tropical plants in vertical-flow constructed wetlands[J]. Water Science & Technology, 1999, 40(3):173-178.
- [6] LUND L J, HORNE A J, WILLIAMS A E. Estimating denitrification in a large constructed wetland using stable nitrogen isotope ratios[J]. Ecological Engineering, 2000, 14(1/2):67-76.
- [7] REDDY K R. Fate of nitrogen and phosphorus in a wastewater retention reservoir containing aquatic macrophytes[J]. Journal of Environmental Quality, 1983, 12(12):137-141.

- [8] ARMSTRONG W, COUSINS D, ARMSTRONG J, et al. Oxygen distribution in wetland plant roots and permeability barriers to gas-exchange with the rhizosphere: a micro-electrode and modelling study with phragmites australis[J]. Annals of Botany, 2000, 86(3):687-703.
- [9] 徐伟锋,孙力平,古建国,等. DO对同步硝化反硝化影响及动力学[J]. 城市环境与城市生态,2003(1):8-10.
- [10] 胡绵好,奥岩松,朱建坤,等. pH和曝气对水生植物去除富营养化水体中氮磷等物质的影响[J]. 水土保持学报,2008,22(4):168-173.
- [11] 吴建强,黄沈发,丁玲,等. 人工湿地中的SND机理以及DO、pH对其的影响[J]. 环境污染与防治,2005,27(6):476-478.

(收稿日期:2017-07-20 编辑:彭桃英)