

生态清淤技术在水库清淤工程的应用

王赞成

湖南百舸水利建设股份有限公司 湖南 长沙 410007

摘要: 由于我国大多数河流泥沙含量较大,这就造成了严重的水库泥沙淤积现象,水库淤积导致有效库容减小,缩短水库寿命影响新能源水电站发电的能力,同时,如果对泥沙处理不够妥当,还会导致水库淤泥中的污染物不断释放到水体,使得水库水质变差,因此有必要对水库进行清淤。就此本文主要先对我国深水水库生态清淤的发展状态进行分析,并结合实际工程项目对水库生态清淤的关键技术进行总结。

关键词: 水库清淤;生态清淤;项目实例;关键技术

引言 0

以“燎原水库清淤工程”为例,通过前期准备工作以及后期智能清淤机器人的使用、淤泥资源化利用、施工期水体环境保护措施、施工期水质监测等方面的研究与实践,提出深水生态清淤总体技术、水下稀软底质上清淤作业、车行走技术水下综合导航定位、路径规划及协同控制技术水库生态清淤关键施工技术、生态清淤施工要点,实践表明:这些措施的实施,能有效减少底泥扰动对水环境的影响,较好地解决了淤泥的资源化利用和清淤污泥余水净化处理问题,达到了生态清淤的目的。

1 我国深水水库生态清淤的现状

通过对水库实际净化工作的分析,发现水库受上游径流影响时,在运行过程中污染物与地表精子颗粒黏附,水库底不断沉积。长此以往,水库在运作的过程中,污染物就会在水体环境中稀释,对水库的水质造成严重影响^[1]。为了满足城市水资源管理的需要,人们十分重视水库的生态清淤工作,不仅可以改善水库的水质,还可以提高水库的盈利能力和供水能力。但在实际水库生态清淤工作施工既复杂又困难。目前还没有适用于深水环境的综合生态挖泥技术。因此,为了解决深水环境下生态挖泥方法效率低下的问题,相关建设单位必须整合水库生态清淤的基本方法,从前期工作、污泥生态净化和后续处置三个阶段入手,结合水库建设规模的扩大和产业发展升级的要求不断优化整合。

2 生态清淤常用设备及施工工艺

常规清淤设备包括环保绞吸式、抓斗、泵吸式、斗轮式等。该类清淤设备因未配备防扩散装置,施工搅动的悬浮泥沙量大且影响范围广,造成施工后回淤量较大。在施工过程中搅拌了大量的悬浮泥沙,严重受损,导致施工后有相当数量的泥沙回流。在施工过程中,为了达到设计标准,往往进行过多的挖泥。这种方法破坏

了原始土壤,不能完全清除其中的污染物,并导致可降解沉积物对水的二次污染一般生态清淤不能采用该类型疏浚设备。

2.1 抓斗式清淤船

抓斗式清淤适用于开挖泥层厚度大、施工区域内障碍物多的中、小型河道,多用于扩大河道行洪断面的清淤工程;开挖较硬土方或夹带较多杂质垃圾的土方,抓斗式挖泥船灵活机动,不受河道内垃圾、石块等障碍物影响,设备容易组织,工程投资较省,施工过程不受天气影响^[2]。缺点是:抓斗式挖泥船对极软弱的底泥敏感度差,开挖中容易产生浮泥,且抓斗式清淤的淤泥清除率只能达到30%左右,加上抓斗式清淤易产生浮泥遗漏、强烈扰动底泥,在以水质改善为目标的清淤工程中往往无法达到原有目的。

2.2 泵吸式清淤机

泵吸式挖泥机主要是利用压缩空气将筒内的泥浆拖至泥管内,并经泥阀及泥管输送至运载船或陆上堆填区。一般来说,容易吸收大量水分,增加了溶液后续处理的工作量。同时河床碎石体积复杂多样,容易堵塞淤泥孔。然而,挖泥效应只能适用于特定的目标条件,而这些条件在可预见的将来是不可能成功实现的。同时,河道内垃圾成分复杂、大小不一,容易造成吸泥口堵塞的情况发生。

2.3 斗轮式清淤船

斗式挖泥是一种常用的民用挖泥方法,常用于土厚、作业量大的大中江河湖泊水库。挖泥工程不影响河流航行,不受天气影响,而且可以非常精确地进行。同时,在水污染强度较大的疏浚作业中,斗轮式清淤在清淤工程中会产生大量污染物扩散,逃淤、回淤情况严重,淤泥清除率在50%左右,清淤不够彻底,容易造成大面积水体污染。可能会发生大量污染物泄漏。

2.4 环保绞吸式挖泥船

环保绞吸式挖泥船是在传统清淤设备的基础上进行改造和升级的挖泥船,适用于工程量较大的大、中、小型河道、湖泊和水库,多用于河道、湖泊和水库的环保清淤工程,该类型挖泥船大多配备了GPS平面定位系统、视频及超声波测量系统,可有效对开挖过程进行监控,提高疏挖精度,减少漏挖及超挖^[3]。缺点是常规的绞吸式挖泥船作业水深通常在40米以内,不能完全适应水库清淤的水深需求^[4]。

3 以燎原水库清淤工程为例探讨水库生态清淤关键技术的应用控制策略

3.1 前期准备

为解决生态清淤传统设备的不足,湖南百舸水利建设股份有限公司和长沙矿冶研究院有限责任公司联合自主研发的智能深水环保清淤成套装备,成功在岳阳市湘阴县燎原水库进行了示范。本套设备主要包括:深水清淤机器人、水下输送管路组件、光电缆绞车、中央监控系统、水面支持平台、发电机组、水面淤泥输送管路、辅助船舶等。

3.2 地质条件

燎原水库,地处岳阳市湘阴县金龙镇南部,北距湘阴县城15公里,南距长沙市区33公里,补充紧邻长沙芙蓉大道300多米,属丘陵集雨型水库。建于1976年,是一座以灌溉为主,兼具有防洪和旅游等综合效益的中型水利工程,水体功能为农业用水兼景观娱乐用水。水库大坝高21.6m,坝长819m,为均质土坝,集雨面积16平方公里,灌溉金龙、樟树、静河三个乡镇。校核洪水位79.72m,设计洪水位79.52m,正常蓄水位78.83m,总库容1024.8万m³,正常蓄水位时水库面积1.03km²,如图1所示;水库水位自东向西,由库尾至坝前水位逐渐变深,水库水下地形总体平坦,最大水深约17米,位于坝前,该水深水域面积约12000平方米,排泥场可设置于该水深区域往南300米—400米处的天然小岛上,面积约600平方米,最远排距约400米左右。



图3 燎原水库水下地形图

3.3 地质分析

2021年11月19日水利水电院对燎原水库库内淤积情况进行了勘察,共勘察了4个点,水深15.0~16.5m,淤泥厚度在0.4~1.0m,深度分布规律库中淤积厚度大,向四周逐渐变薄。根据对水库的淤积物取样及现场调查分析,其淤积物分布特征为:纵向近大坝区主要为细颗粒为主,主要为淤泥、淤泥质土等,横向左右两岸略粗,中间稍细,主要成分与库区来源物质有关。根据区内相关试验成果及经验,将水库淤积区的主要土层工程地质特性简述如下:

(1) 全新统湖积淤泥(Q4¹):灰绿色,含水量极高,含较多腐殖质,具明显的臭味,流塑状,取芯困难,允许承载力10kpa。厚度0.2~0.4m。

(2) 全新统湖积淤泥及淤泥质土(Q4¹):灰绿色,含水量高,含较多腐殖质,具明显的臭味,软塑状,取芯较困难,允许承载力30~50kpa,内摩擦角:1~2°,凝聚力C:13~15kpa。厚度0.2~0.8m。



图4 底泥取样

3.4 前后期结果对比

2021年11-12月在湘阴燎原水库成功完成深水清淤工程示范。在工程示范过程中,清淤作业最大输送流量666m³/h、计算作业宽度4.13m、最大功率208kW、清淤机器人水下行驶速度1.1m/s,作业水深200m,也加速了我国生态清淤行业发展的步伐。

4 根据实际项目总结生态清淤的四大关键技术

4.1 深水生态清淤总体技术

通过调研深水淤积实际情况及清淤过程中遇到的客观问题,形成由水下低扰动智能化作业车、水中长程输送管路、水面支持船舶及淤泥浓缩系统、高浓淤泥输送管路岸基固化处理站组成了智能化全水深生态清淤总体方案。该项总体技术中的水下作业、水中长程输送、水面支持船舶等部分已在工程示范中得到了验证。

4.2 水下稀软底质上清淤作业车行走技术

基于深海稀软底质采矿车的支撑分离技术,结合流体减阻技术,形成水下稀软底质上清淤作业车行走技术,并成功研制高齿履带和轻量化驱动总成,在工程示范成功在淤积底质上实现稳健行走和稳定作业。

4.3 水下综合导航定位、路径规划及协同控制技术

基于惯性导航、成像声呐、多普勒测速仪、速度传感器、倾角仪等感知测量元器件结合协同控制方法及三维环境重构实时控制技术,实现清淤机器人水下综合导航定位、路径规划及协同控制。

4.4 清淤疏浚土资源化利用

疏浚土处理后可作为原材料使用,主要利用途径包括土地利用、建材化利用。疏浚土资源化分类利用按其工程特性、污染状况、安全利用要求综合确定。根据疏浚土特性,制定相应的资源化利用方案。

结束语

综上所述,随着人们生活水平的提升,创新生态环保水库清淤技术,是水利行业向前发展的必然趋势,在新时代的背景下,水利清淤技术既面临机遇,也存在挑

战,这就需要施工人员在实际的工作中不断地探索新的方法,来解决一些实际的问题。相信通过不断的努力和探索,河道的清淤工作一定会取得突破性的进展,使水利工程更好地为人们所用。

参考文献

- [1]我国水利清淤疏浚的发展与展望[J].曹慧群,周建军.泥沙研究.2011(05)
- [2]河道疏浚水下清淤机[J].蒋宝华,顾希贵.中国水利.2007(22)
- [3]浅谈河道与水库清淤的新工艺[J].向文英,李晓红,程光均,廖振方,陈德淑.环境工程.2005(02)
- [4]水库清淤技术——吸头清淤装置系统的研究[J].顾圣平.水利水电技术.1994(08)