

# 清淤及筛分一体化设备在大型水库中的应用

王健先

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川 成都 610066)

**摘要:** 本文以南阳市鸭河口水库为例, 阐述了采用的清淤开挖及筛分一体化设备对施工区内淤积物进行施工的过程。工程实践证明: 清淤开挖及筛分一体化设备在大型水库淤积物治理中具有可以避免造成环境污染、减少运输过程、提高施工效率等优点, 所取得的经验可为后续同类型工程提供参考。

**关键词:** 大型水库; 淤积物; 清淤开挖及筛分一体化设备; 鸭河口水库; 应用

**中图分类号:** TV7; TV735; TV737; TV738

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2184(2023)02-0068-05

## Application of the Integrated Equipment for Desilting and Screening in Large Reservoirs

WANG Jianxian

(Sinohydro Bureau 5 Co., LTD, Chengdu Sichuan 610066)

**Abstract:** Taking the Yahekou Reservoir in Nanyang City as an example, the paper introduces the process of application of the integrated equipment for desilting and screening to clean up the silt deposits in the construction area of the project. This engineering practice proves that the integrated equipment for desilting and screening has the advantages of avoiding environmental pollution, reducing the transportation process and improving the construction efficiency in the treatment of large reservoirs, which can provide reference for the similar projects.

**Key words:** large reservoir; silt deposits; integrated equipment for desilting and screening; Yahekou Reservoir; application

### 1 概述

鸭河口水库是长江流域汉江支流唐白河水系白河上游的大(I)型水库, 与南召县城相距 35 km, 与南阳市区相距 40 km, 是南阳市的备用饮用水源地, 亦为汉江支流白河上的主要防洪控制工程。鸭河口水库是一座以防洪、灌溉为主, 兼顾工业及城市供水, 结合发电等综合利用的大(I)型水利枢纽。随着社会的发展, 鸭河口水库特殊的地理位置使其防洪任务更加重要。由于该水库自建成以来遭遇了多次较大洪水考验, 上游水顺流而下进入库区后泥沙等淤积物随之沉积在库底, 导致库区内淤积物含量较大。为了加快淤积物开

挖及处置效率, 由我公司所承担的清淤项目采用清淤开挖及筛分一体化挖泥船对施工区内的淤积物进行施工, 取得了较好的效果, 其主要施工设备为链斗式挖泥船<sup>[1]</sup>, 开挖及筛分一体化链斗式挖泥船结构见图 1。

鸭河口水库清淤扩容工程的主要施工内容为: 自大坝轴线上游 5 000 m 以外的库区及各支流入河口开始, 对库区内进行清淤扩挖, 共需开挖淤泥及土砂 9 510.56 万 m<sup>3</sup> (其中清除淤泥 4 470.27 万 m<sup>3</sup>, 土砂开挖 5 040.29 万 m<sup>3</sup>)。本文阐述了该项目淤积物开挖采用挖泥船开挖+船上筛分的方式对库区内的淤积物进行开挖筛分处理的过程, 减少了施工成本, 避免了环境污染, 提

收稿日期: 2022-12-22

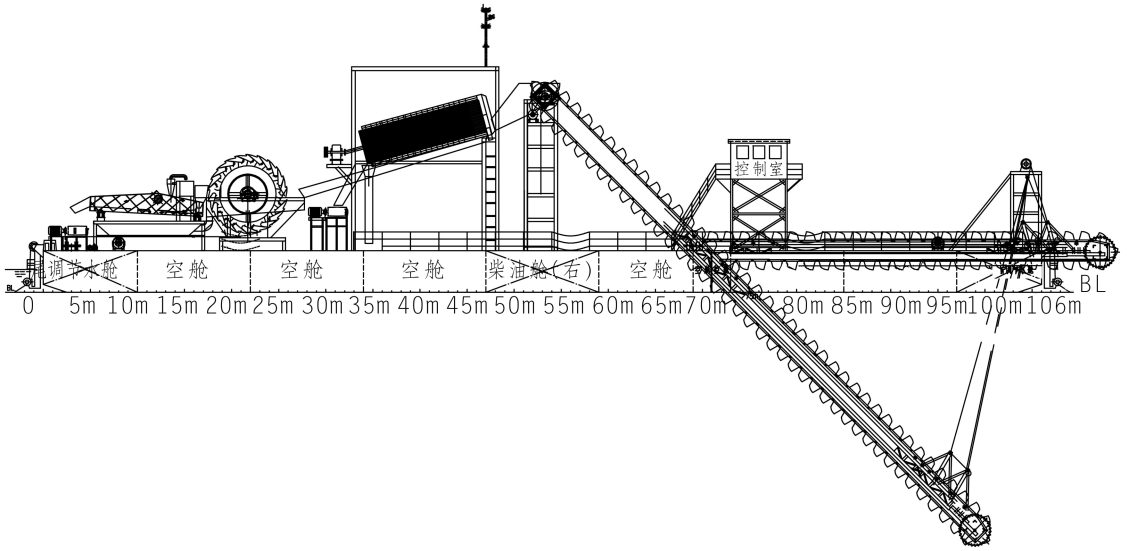


图1 开挖及筛分一体化链斗式挖泥船结构图

高了清淤施工效率<sup>[2]</sup>。

## 2 施工原理

链斗式挖泥船通过将斗桥下放至水下合适的深度使斗桥与清淤层接触。斗链在上导轮的驱动下运转,将斗泥通过斗链带动、挖取后装入并随着斗链的转动提升出水面、运输至塔顶部,途经上导轮后改变方向,斗内的淤积物在自重的作用下进入船上的筛分系统进行处理<sup>[3]</sup>。经过筛分设备处理后的产物通过船上设置的皮带机输送至运输船,通过运输船运输至料场堆存。

## 3 施工工艺

### 3.1 工艺流程

清淤开挖工艺流程见图2。

### 3.2 操作要点

#### 3.2.1 施工准备

施工前,对管理及作业人员详细进行安全和技术交底工作;由测量人员做好设计交桩及控制点复核工作,在开挖区根据链斗式挖泥船的开挖性能划分区,利用浮桩在水面上划线并做出醒目的标识,同时做好控制桩的保护措施。根据现场实际需求加密控制网进行原地形地貌复测。

在链斗式挖泥船进入施工现场前需提前设置船舶焊接组装的场地,将场地进行平整,提前将临时道路整平、硬化以满足运船车辆的通行要求。组装完成后在下水场地进行下水作业。

#### 3.2.2 测量

根据现场施工采用的GPS对清淤范围进行

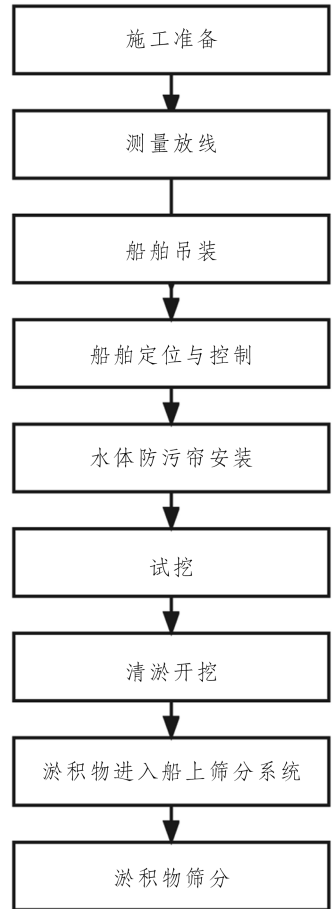


图2 清淤开挖工艺流程图

分区,将施工区分成网格,利用船载GPS根据分区进行定位,分区网格在水面利用浮桩设醒目标

志进行标识。

水下地形测量采用无人船配合测深仪进行库底高程测量,测量设备必须经过国家法定计量部门检定并处于正常检定周期内,测量设备使用前必须进行校准,以确保测量结果的准确性<sup>[4]</sup>。

由于清淤开挖对水底高程控制的比较严格,为避免超挖,测量人员需要每天对开挖深度及水底高程进行复核,根据施工进度计划计算每天的开挖方量,从而进一步计算每天的清淤开挖高程,保证开挖深度符合设计要求。根据水下测深仪传回的数据、通过软件在电脑上绘制水下地形图,对库底高程进行实时监控。

### 3.2.3 船舶的吊装

根据测量作业半径、结合设备重量,链斗式挖泥船应选择合适吨位的吊车进行吊装作业。具体吊装步骤为:

支吊车:支吊车时,在支腿下方铺垫钢板、枕木以分散地面荷载。吊车支好后伸出吊臂进入最佳作业状态,等待信号指挥员指令。吊装作业严格执行“十不吊”规定。

吊车支好后,由相关人员指挥装载设备的自卸汽车停至吊车的最佳吊装位置,以方便吊车将设备从自卸汽车上吊起。

首先将吊装绳索捆扎在设备吊装点位置上,然后检查吊车的作业半径内无安全隐患后将设备起吊。待设备吊离自卸车辆约 10 cm 时暂停,检查吊车支腿、吊车的作业工况、链斗式挖泥船浮体吊点、吊装绳索并确认无误后,方可继续进行吊装。

以上工作完成并经确认后,由信号员发出指令,指挥吊车起升摆臂,将设备吊装到预定水面上方,吊车停止摆臂,调整设备方向。由起重工查看并确认设备可以向下放落时,由信号员指挥吊车向下落绳,将链斗式挖泥船吊卸到预定水面位置,除去吊装锁具完成卸车。

将链斗式挖泥船主浮体采用 75 t 汽车吊吊装放置在施工区合适位置的水面上,其余装置在浮于水面的主浮体上进行焊接组装。对于运输时的不平整道路须提前整平,以上准备工作完成后方可进行链斗式挖泥船的进场及吊装。链斗式挖泥船的吊装采用边吊装、边转移的方法逐一、有序进行,最终将链斗式挖泥船安装就位。组装完成后,在船体下部空隙处填入圆筒形气囊,待

气囊充气完成后,船体在气囊上采用滚动方式下水。船舱下水后,船上的装置在船体上进行下一步的组装。

### 3.2.4 船舶的定位与控制

挖泥船定位时,根据已计算出的分段开挖坐标、利用 GPS 全球定位系统进行定位。下水的链斗式挖泥船由拖船拖至待开挖区域,然后抛锚对船体进行定位控制。

链斗式挖泥船施工作业时一般布设多个锚。抛锚时应根据风、水流情况先抛尾锚或将斗桥下放至泥面定位,再抛设其余的锚。锚的抛设应满足下列要求:

主锚下放位置应处于挖槽中心线上。泥层不均匀或水流不正时,宜偏于泥层厚的一侧或主流一侧,主锚抛设长度一般为 400~900 m,并设拖缆小方驳。

尾锚顺流施工时应加强尾锚并增加抛设长度。逆流施工时,尾锚可就近抛设或不抛设,其抛设长度宜为 100~200 m。

逆流施工时,前边锚宜超前 20°左右,后边锚可不超前。当不设尾锚时,后边锚可抛八字形。顺流施工时,后边锚宜滞后 15°左右。

### 3.2.5 水体防污帘的安装

水下清淤过程中将造成淤泥悬浮污染,为避免悬浮淤泥扩散,采用水体防污帘对施工区域进行隔离(水体防污帘结构见图 3),将上层悬浮泥沙隔离沉淀,底层泥沙靠自身重力沉淀。防污帘入水深度按 3 m 设置,根据施工的实际情况适当调整。每艘清淤设备配置 2 套防污帘,每套防污帘的长度按 400 m 考虑,随清淤设备交替向前移动。

### 3.2.6 清淤开挖

(1)试挖。该工程采用链斗式挖泥船对库区施工范围进行开挖。链斗式挖泥船组装完成后进入库区实行试运行。试运行时检查挖泥船开挖施工作业时斗轮的施工状态,对船内设备及筛洗设备进行调试。对本次试运行中出现的问题及时解决与处理。船体及设备调试完成后进行正式施工。

(2)清淤开挖。采用链斗式挖泥船对施工区域进行开挖,施工时按设计挖深将链斗式挖泥船斗轮放置于合适的高程,对水库底部淤积物进行

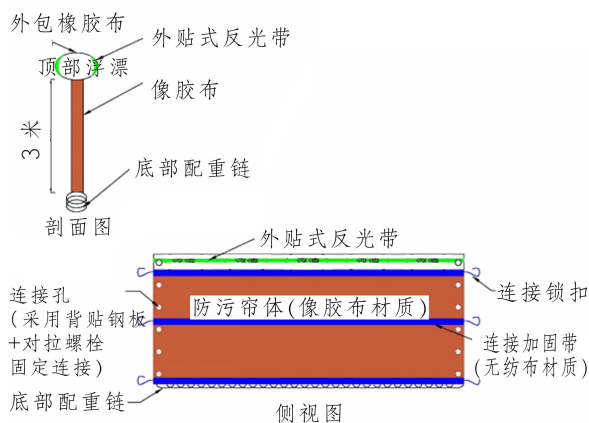


图3 水体防污帘示意图

开挖。施工时,按设计要求将淤积物开挖至设计高程。开挖时,当疏浚区存在过厚泥层、松软淤泥层厚度高于挖泥船泥斗高的2~3倍、细沙和坚硬的土质且泥层厚度高于斗高的1~2倍时,应采取分层开挖的方式进行开挖。分层开挖的厚度一般为斗高的1~2倍。本次采用的链斗式挖泥船最大挖掘深度为15 m。

### 3.2.7 淤积物进入船上的筛分系统

淤积物经链斗式挖泥船提出水面,在途经上导轮后改变方向,斗内的淤积物在自重作用下进入船上的筛分系统进行处理。

### 3.2.8 淤积物的筛分

链斗式挖泥船开挖出的淤积物首先经过皮带机进入船上的筛分系统进行筛分处理。淤积物先经过滚筒筛进行处理分级,通过滚筒筛的自然筛分使原沙中的泥沙泥碎石、杂草分离。设置粒径为16 mm和4.75 mm两层筛网,对于粒径 $\geq 16$  mm和4.75~16 mm的筛分料直接经皮带机输送至运输船,通过运输船拉至临时料堆进行堆放处理。对于粒径 $\leq 4.75$  mm的筛分料进入水轮洗砂机进行水洗回收。对于经过水轮洗砂机后且粒径符合要求的砂石进入脱水筛脱水后采用细砂回收装置进行回收,采用皮带机运输至运输船,由运输船拉至临时料堆进行堆放处理。

## 4 质量保证措施

### 4.1 检测设备的控制

对检验、测量和试验设备按相关标准及规范要求的规定进行检验,按规定周期进行检验、校核,使用前进行校准以满足相关精度要求。

使用前,严格按相关标准要求定期检验、校核

检测设备,确保检测设备满足工程要求。

使用过程中设专人保管并建立保管制度和相应台帐。

检测设备的管理原则:“谁使用,谁保管”并负责定期送检。若使用过程中检测设备存在损坏现象,应立即停止使用并及时向主管领导汇报,待其鉴定合格后方可使用。

### 4.2 挖槽的平面控制

挖泥船施工的定位可采用DGPS定位法,定位精度应符合相关规范中的有关规定。施工时,应根据工程对质量的要求采用激光红外线极坐标定位法进行监测。

采用DGPS定位时,必须满足以下条件:将GPS的WGS-84坐标系统转换成工程所采用的坐标系;GPS接收机应满足施工精度要求,宜选用具有载波相位平滑伪距功能、至少具有8个通道的GPS接收机。

挖掘点的实际位置应根据船上的定位点与挖掘点几何图形的相对关系确定。

挖泥船上的定位系统采用DGPS系统时,可以采用与航行挖泥监控系统或电子图形显示系统相连接,按预置的施工区、施工航线进行施工导航。

采用航行和挖泥监控系统或电子图形显示系统时,通过将施工区内的地形、地貌等要素按照1:1000~1:20000的比例尺制作出相对应的数字地图,或将现测的水深图的数据输入到主计算机中储存,在施工中根据使用需求调出各种比例尺图,利用计算机在施工作业中进行定位、导航、实时记录或储存挖泥船的航行轨迹和已施工区域等图像<sup>[5]</sup>。

在施工过程中,定期对船载DGPS进行检查校核以确保挖槽的平面尺度不出现偏差。平面坐标控制采用在船上设移动站的方式并对GPS接收的信号进行修正。

### 4.3 挖槽的深度控制

施工过程中,通过两个方面对挖槽深度进行控制:

(1)船舶操作控制。挖泥船配备了先进的深度测量传感器和流量传感器等设备。施工作业时,在计算机屏幕上实时显示船位、斗轮位置、挖泥深度等详细数据。驾驶员在操作时根据水位及

时调整挖泥深度,防止漏挖、超挖以保证工程质量符合设计要求。

①根据回淤规律,掌握施工备淤深度。

②移距控制:为防止在前进方向漏挖而造成疏浚深度不足,一般选取合适的前移距离。

③前移之前的水深检测:在前移之前,必须检测实挖部位的水深。当深度达到设计要求时方可前移。

(2)水深测量控制。水深测量在施工中具有重要作用。通过对水下地形进行测量,实时掌握施工进度,实时把控挖槽质量。施工过程中,测量人员必须根据批准的测量计划严格执行,以保证随时掌握开挖深度和平整度等情况,确保挖槽的质量达到设计要求。

①作业前,先将测量区域及计划测量区域编制成计算机图形文件,用于指导测量人员操纵测量船。

②作业时,通过测量设备上的微型电脑收集 DGPS 接收机提供的定位点坐标和与之相对应的测深仪提供的水深数据,并自动记录测点和时间。

③作业时使用计算机进行测量数据处理,包括水位改正、数据编辑等,并用计算机出测图。

#### 4.4 筛分质量的控制

筛分设备施工前,应对设备进行启动前的检查,对出现故障的设备及时进行检修,还需对设备进行定期保养维护。

加强对筛分设备的精度控制,定期对筛分设备进行检验,严格控制筛分精度,加强对淤积物颗粒等级的筛分。

对细砂回收装置的检修执行台账制度,必须加强对回收装置的维护,确保回收装置对筛分后淤积产物的回收率,避免因回收装置造成淤积物产量下降。

#### 5 结 语

此次采用清淤及筛分一体化设备对鸭河口水库进行清淤,开挖后通过直接在船上进行筛分,加快了筛分进度,减少了陆上筛分设备的用地,节约了施工成本,增加了项目施工的经济效益。通过在船上筛分,可以在第一时间获取施工区域内的淤积物数据,优化了施工方案,加快了施工进度。该方法适用于各类大中型水库的清淤施工。

#### 参考文献:

- [1] 钱卫星. 挖泥船的分类及发展趋势[J]. 江苏船舶, 2008, 25(6): 7-9.
- [2] 沈永科. 疏浚船舶的种类及作业方式浅析[J]. 丹东海工, 2006, 19(1): 41-42.
- [3] 单丽梅, 单磊磊, 单静静, 等. 浅析城市河道疏浚工程施工设备选择[J]. 珠江水运, 2020, 28(16): 35-36.
- [4] 冷杰. 港口航道疏浚工程施工技术研究[J]. 价值工程, 2021, 40(20): 96-98.
- [5] 李朋, 邓迪. 长江航道疏浚工程抓斗挖泥船施工工艺探讨[J]. 中国水运(下半月), 2022, 20(6): 133-134.

#### 作者简介:

王健先(1998-),男,河南南阳人,助理工程师,学士,从事市政工程建设技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)

## 华中分公司两项工程获河南省“工程建设新技术应用示范工程”奖

日前,登封市中岳文化旅游保护开发项目第一标段、登封市中心城区功能提升城建 PPP 项目(二期)少林大道升级改造两个项目荣获河南省工程建设协会颁发的“2021 年河南省工程建设新技术应用示范工程”证书。这是该项目继获河南省标准化工地金奖后再获殊荣。登封市中心城区功能提升城建 PPP(二期)项目包含 11 条道路,分为两个子项目分阶段实施,道路总里程为 31.97 公里,工程建设内容包括道路新建及改造、雨水、污水、给水、交通、照明、电力、桥梁、绿化工程及道路其他附属性工程。登封市中岳文化旅游保护开发项目第一标段的主要建设内容包括道路、交通、照明、给水、雨水、污水、电力、绿化、附属工程(停车场)等工程施工。两个项目的建设,极大地缓解了登封市的交通压力,为建设美丽登封贡献出了中水五局的力量。工程自开工以来,针对施工特点,项目部积极营造科技创新氛围,紧紧围绕创新履约,降本增效开展课题攻关,大力推广建设部十项新技术应用,综合运用行动研究法和经验总结法进行研究。项目启动后,依托工程特点,在广泛调研的基础上制定出研究实施计划,明确了项目研究的阶段划分、资源配置等,在该项目实施过程中,安排专人对技术参数进行收集、整理,每周组织项目研究人员对收集到的技术参数进行分析,并与该项目总体技术指标、经济指标的目标值进行比对,根据比对结果对技术参数进行调整并再次将其运用于实践中,如此循环,直至该项目总体技术指标、经济指标全部实现,最终登封市中心城区功能提升城建 PPP 项目(二期)工程、登封市中岳文化旅游保护开发项目第一标段工程成功获得了河南省工程建设新技术应用示范工程奖,顺利通过了河南省工程建设协会新技术应用示范工程验收评价。在今后的施工过程中,项目部将持续营造良好的新技术应用及科技创新氛围,不断探索并在学习中总结经验,创新发展,降低施工难度和工程成本,为公司、分公司在市政道路施工中积累经验,为建造综合性强企贡献华中力量。

(中国水电五局 供稿)