

浅析水利清淤机械设备的应用与发展趋势

刘钦波 沈小林

江苏省水利建设工程有限公司 江苏 扬州 225000

摘要:水利清淤机械设备是河道、水库、湖泊及沟渠淤积治理的核心施工装备,主要包括绞吸式、抓斗式及两栖式三类设备,各具结构特点与适用工况。当前设备应用中存在工况适配性不足、运维管理粗放、操作专业化水平偏低等突出问题,制约了清淤作业质量与效率。针对上述问题,需从科学选配设备、完善常态化运维体系、提升操作人员专业水平三个维度制定优化策略,通过多设备协同搭配、全周期运维管理及规范化操作培训,实现清淤作业的精准化、高效化与可持续化。本文系统梳理了主流清淤设备类型、应用问题及优化路径,为水利清淤工程的设备选型与施工管理提供参考。

关键词:水利清淤;机械设备;设备应用;发展趋势

引言:河道、水库及湖泊淤积是影响水利设施安全运行与水环境质量的关键问题,清淤作业作为水利运维的核心环节,其机械化水平直接决定治理成效。当前,绞吸式、抓斗式及两栖式清淤设备已成为主流施工装备,在不同工况下各具优势,但实际应用中仍面临设备选型盲目、运维管理缺失、操作规范不足等突出问题,导致清淤效率低下、设备损耗加快、施工质量参差不齐。随着水利治理标准持续提升,亟需从设备选配、运维管理及操作规范等层面系统优化,推动清淤作业向精细化、智能化方向发展。本文围绕水利清淤机械设备的类型特征、应用问题及优化策略展开分析,旨在为清淤工程的科学实施提供技术参考。

1 水利清淤机械设备概述

水利清淤机械设备是针对河道、水库、湖泊、沟渠等水利水体中淤积泥沙、枯枝杂物及淤泥沉淀层的清理需求而专门研发的施工装备,集成了机械传动、动力输送、杂物抓取、泥浆输送及固液分离等多项功能模块,可实现水下淤积物的自动化、连续化、规模化清除作业。该类设备的核心设计目标在于提高清淤效率的同时,最大限度降低对水体及周边环境的施工扰动,保障作业过程的稳定性与可控性^[1]。

根据作业方式、结构形态及作业载体的不同,水利清淤机械设备可划分为多个技术品类。按作业方式可分为干式清淤设备与湿式清淤设备,干式清淤以挖掘、抓取为主,适用于可排干水体的沟渠与浅水河道;湿式清淤以水力冲挖、泥浆泵吸为主,适用于深水湖泊与水库。按结构形态可分为绞吸式、抓斗式、斗轮式及真空吸泥式等类型,各类设备在清淤深度、作业半径、适用底质等方面各有侧重。按作业载体可分为浮式平台型、

履带型及便携式等,分别适配大型湖泊、滩涂湿地及狭窄沟渠等不同工况条件。

现代化水利清淤机械设备相较于传统简易施工机械,在自动化控制、作业精度、环境适配性等方面实现了显著提升,具备远程操控、实时监测、自适应调节等智能化特征,能够适配深浅不一、地形复杂、杂物类型多样的清淤工况,全面覆盖中小型沟渠至大型湖泊、水库的各类水利清淤场景,已成为现代水利运维与水环境治理体系中不可或缺的核心装备。

2 主流水利清淤机械设备类型及应用特点

2.1 绞吸式清淤机

绞吸式清淤机是当前水利清淤作业中应用最为广泛的核心装备,属于连续式水下清淤设备,整体以浮式船体为作业载体,集成旋转绞刀装置、高功率泥浆泵、高压输送管道及动力驱动系统等核心结构模块。其作业原理为通过前端旋转绞刀对水下固化淤泥、松散泥沙及块状底泥进行切割、破碎与松动处理,将固态淤泥与周围水体充分混合形成均匀泥浆,再借助泥浆泵产生的负压吸力,将混合泥浆通过输送管道连续、高效地输送至指定堆泥场或脱水处理区域。该设备的核心应用优势在于可实现全天候连续化作业,作业流程高度一体化,无需频繁往返转运物料,整体清淤效率稳定且产能较高。设备适配性较强,可适应水深2米以上、水底地形相对平缓的河道、水库及大型湖泊清淤工况,对松散淤泥、粉质泥沙及轻度固化底泥的清理效果显著。同时,绞吸式清淤机作业过程中对水体的扰动范围相对可控,不会造成大面积水体浑浊扩散,作业稳定性较好。但其存在一定应用局限,对于含有大块石块、粗壮枯枝、金属构件等硬质杂物的复杂淤积环境,绞刀易出现卡顿、异常磨损甚

至损坏等故障,无法适配硬质杂物占比高的清淤场景。

2.2 抓斗式清淤机

抓斗式清淤机是以液压开合抓斗为核心作业部件的间歇性清淤设备,主要由作业船体、液压控制系统、可伸缩吊臂、开合式抓斗及动力驱动装置等结构组成。作业过程中,操作人员通过液压系统控制吊臂将闭合状态的抓斗下沉至水底淤积层,到达指定位置后张开抓斗,抓取水下淤泥、杂物、石块等淤积物料,随后闭合抓斗并提升出水,将物料转运至岸边指定堆放区域,完成单次清淤作业循环,通过反复操作实现批量清淤。抓斗式清淤机的核心特点在于结构简单、操作灵活、工况适配性极强,无严格的水深与地形限制,可适配浅滩、深水区、水底地形凹凸不平及杂物混杂等复杂清淤场景,尤其适合清理含有大块石块、建筑垃圾、粗壮水生植物茎秆等硬质杂物的淤积区域。设备采购成本与运维费用相对较低,故障率低,拆装及场地转运便捷,适用于中小型水利水体、偏远沟渠及零散河段的清淤作业。但该设备属于间歇性作业模式,无法实现物料的连续输送,整体作业效率低于绞吸式清淤机,且抓斗在开合作业过程中易扰动表层水体,造成局部水体浑浊扩散,清淤精度相对有限,存在局部淤泥清理不彻底的问题^[2]。

2.3 两栖式清淤机

两栖式清淤机是兼顾陆地与水域作业能力的多功能清淤设备,采用履带式行走结构,机身整体实现轻量化设计与高密封性防护,可在岸边滩涂、浅水区域、沼泽湿地及淤泥滩等常规水上设备无法通行的特殊区域开展作业,突破了传统水上清淤设备仅能在深水区作业的局限性。设备搭载液压清淤铲、泥浆输送装置及独立动力系统,通过履带行走实现全域移动,利用清淤铲完成淤泥的挖掘、推送与清理作业,适配浅水沟渠、滩涂河道及湿地缓冲区等特殊工况条件。两栖式清淤机的核心优势在于作业范围无死角,具备水陆通用与高度机动灵活的特点,可有效应对浅水区、干涸河道、滩涂淤泥等复杂作业环境,填补了传统清淤设备在浅滩及近岸区域的作业空白。设备操作简便,转场速度快,无需专用船体辅助即可完成作业部署,适合小型水利设施、田间沟渠及城市内河浅滩的清淤保洁作业。但该设备作业吨位较小,清淤深度有限,无法满足大型水库、深水河道的大规模大深度清淤需求,仅适用于中小型浅水水域的精细化清淤作业。

3 水利清淤机械设备应用现存问题

3.1 设备工况适配性不足

当前水利清淤作业场景呈现多样化、复杂化特征,

不同区域的淤积厚度、淤泥质地、杂物类型、水文条件差异较大,但多数清淤设备功能较为单一,专用性强、通用性弱,难以适配复合型清淤工况。例如,绞吸式设备无法处理含硬质杂物的淤积层,抓斗式设备精细化作业能力不足,两栖式设备作业深度和效率有限。在实际施工中,单一设备往往无法完成全域清淤作业,需要多种设备搭配施工,不仅增加了设备调度成本和施工复杂度,还容易出现不同作业区域清淤质量参差不齐的问题,影响整体清淤效果。同时,部分老旧设备性能落后,对新型复杂淤积工况的适配能力极差,进一步降低了作业适配性。

3.2 设备运维与损耗问题突出

水利清淤作业全程处于水下、潮湿、多泥沙的恶劣环境,设备核心部件长期与泥沙、水体、硬质杂物接触,磨损、腐蚀、堵塞问题频发。绞吸式设备的绞刀、泥浆泵叶轮易被泥沙磨损、被杂物堵塞;抓斗式设备的液压结构、开合部件易出现锈蚀、卡顿;两栖式设备的履带、密封结构易出现磨损、渗水故障。与此同时,多数施工单位对设备的日常运维管理不够规范,缺乏常态化的检修、保养、清洁流程,多采用“故障后维修”的被动运维模式,导致设备故障率居高不下,使用寿命大幅缩短,不仅增加了设备维修、更换成本,还会造成施工中断,影响清淤作业的整体进度^[3]。

4 水利清淤机械设备应用优化策略

4.1 科学选配适配工况的清淤设备

清淤作业实施前,需对作业区域开展全面的工况勘测与数据采集,重点采集水深条件、淤积层厚度、淤泥质地与含水率、杂物类型与分布密度、水底地形特征及周边环境条件等核心参数,在此基础上结合实际工况精准匹配清淤设备类型与规格,杜绝经验化、盲目化选型。(1)针对大型深水河道、淤积层厚度大且淤泥质地均质的区域,应优先选用绞吸式清淤机,充分发挥其连续化作业与高效泥浆输送能力,保障大面积清淤工程的推进效率。针对水体中含有大块石块、建筑垃圾、粗壮植物茎秆等硬质杂物且地形复杂的深水区域,应搭配抓斗式清淤机完成硬质杂物的定点抓取与清理,避免绞刀因碰撞硬质杂物导致卡顿或损坏。针对浅滩、岸边滩涂、沼泽沟渠及城市内河等常规大型设备难以进入的特殊区域,应采用两栖式清淤机完成精细化清淤作业,保障近岸及浅水区域的清淤覆盖,填补传统水上设备在浅滩与近岸区域的作业空白。通过多类型设备的合理搭配与分区协同作业,将不同设备部署于各自适配的工况区域,充分发挥绞吸式清淤机的连续作业优势、抓斗式清

淤机的硬质杂物清理能力及两栖式清淤机的水陆通用机动性,有效弥补单一设备在复杂工况下的作业局限,全面提升全域清淤作业的质量与综合效率,避免因设备选型不当导致的清淤质量不均、施工进度滞后等问题。

4.2 完善设备常态化运维管理体系

应建立标准化、常态化的设备运维管理制度,摒弃传统被动维修模式,全面推行"日常保养+定期检修+专项维护"的全周期运维管理模式,从制度层面保障设备长期稳定运行。(1)日常保养方面,每日作业完成后,需对设备泥浆输送管道、旋转绞刀、液压抓斗、履带行走机构等外露部件进行系统清洁,彻底清除泥沙、杂物及淤泥残留,防止部件因长期附着污物导致腐蚀、堵塞与异常磨损。(2)定期检修方面,需按固定周期对液压系统、动力驱动系统、密封防护系统进行全面检测与性能评估,及时更换已达磨损极限的配件,补充液压油与润滑油,修复老化密封结构,确保各系统运行参数处于正常范围。(3)专项维护方面,针对不同类型设备的核心损耗部件,如绞吸式清淤机的绞刀头、抓斗式清淤机的抓斗齿、两栖式清淤机的履带板等,需建立专项配件储备机制,保障故障发生时能够快速更换处置,最大限度缩短设备停机时间。(4)应建立完善的设备运维台账记录制度,详细登记每次保养、检修与故障处理的时间、内容及结果,持续跟踪设备运行状态与部件损耗规律,据此针对性优化保养重点与检修周期,有效降低设备故障发生率,延长设备整体使用寿命,保障清淤作业的连续性与稳定性。

4.3 提升设备操作专业化水平

设备操作人员的专业技术水平直接决定清淤作业效率、施工质量及设备损耗程度。(1)当前部分清淤作业中存在操作人员技能不足、工况判断能力偏低等问题,导致设备故障率偏高、清淤精度不达标。因此,需系统性加强操作人员的专业化培训,围绕各类清淤设备的机械结构原理、标准化操作规程、工况适配判定要求、常见故障应急处置流程等核心内容开展系统性教学,全面提升操作人员的设备操控能力、工况识别能力与现场

应变能力。(2)在培训体系建设上,应针对绞吸式清淤机、抓斗式清淤机、两栖式清淤机等不同设备类型,分别制定专项培训方案,明确各类型设备的操作要点、安全注意事项及禁止事项。培训考核合格后方可上岗作业,确保每名操作人员均具备独立完成标准化作业的能力。(3)在作业流程管理上,需建立规范化的操作标准与监督机制,严格杜绝违规操作、超负荷作业、野蛮施工等行为,从源头减少因人为操作失误导致的设备损坏、清淤不达标及安全事故等问题。同时,应注重培养操作人员的设备养护意识,使其熟练掌握泥浆管道清洁、绞刀磨损检查、液压系统日常检测等基础保养技能,实现作业推进与设备养护同步实施,在提升清淤作业精度与整体效率的同时,有效降低设备运维成本与故障停机率^[4]。

结束语

水利清淤机械设备的科学应用是保障河道水环境治理成效的关键支撑。绞吸式、抓斗式及两栖式三类设备各具功能定位,唯有依据工况精准选配、分区协同作业,方能充分发挥设备性能优势。同时,常态化运维管理体系的建立与操作人员专业化水平的提升,是降低设备故障率、延长使用寿命、保障作业连续性的核心保障。未来,随着智能化控制、远程监测等技术的深度融合,水利清淤设备将向自动化、自适应方向持续演进,推动清淤作业从经验驱动向数据驱动转变,为水利设施长效运行与水环境持续改善提供坚实的装备支撑。

参考文献

- [1]张成哲.农田水利工程沟渠清淤机械化施工技术应用与优化路径[J].中国农机装备,2026,4(4):160-162.
- [2]潘好磊.南水北调倒虹吸清淤技术研究[J].区域治理,2026(2):0100-0102.
- [3]罗子桐.水利水电工程河道疏浚施工技术的优化与创新探究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2026(5):077-080.
- [4]吴占国.河道堤防护岸工程施工技术研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2026(1):156-159.