

河道清淤疏浚工程的技术方法与应用实践

成艳军

山西金地源地质科技有限公司 山西 晋中 030600

摘要：河道清淤疏浚工程是维护水资源和生态环境可持续发展的关键步骤。本文探讨了河道清淤疏浚工程的技术方法，包括干式清淤、半干式清淤、湿式机械清淤和生态清淤等，并分析了其应用实践。通过实例分析，展示了不同技术方法在实际工程中的应用效果。同时，本文还讨论了河道清淤疏浚工程面临的挑战及优化方案，强调了技术创新和生态保护的重要性。

关键词：河道清淤；疏浚工程；技术方法；应用实践；生态保护

1 引言

河道作为水资源的基本载体，在防洪、灌溉、排涝、供水和水资源调度等方面发挥着重要作用。然而，随着城市化进程的加快，河道淤积现象日益严重，影响了河道的正常功能和水环境质量。因此，进行河道清淤疏浚工程是维护水资源和生态环境可持续发展的关键步骤。本文将探讨河道清淤疏浚工程的技术方法与应用实践，以期为相关工程提供参考。

2 河道清淤疏浚工程的技术方法

2.1 干式清淤

干式清淤技术涉及将河道划分成多个部分，并在各段建立围堰。然后，使用水泵将围堰区域内的河水排空，以便进行清淤作业。根据现场条件，可以采用长臂挖掘机挖掘或人工挖掘的方式沿河岸两侧进行操作。这种方法的优势在于清淤效果显著，能够精确控制清淤深度，污泥浓度较高，降低了运输成本，总体工程费用相对较低。然而，其缺点包括需要通过围堰排水，这可能会对河岸护坡的安全构成威胁；施工过程可能会严重损害两岸现有的工程设施，并对周边环境造成二次污染。此外，由于需要局部截流，该方法不适宜在雨季施工，也不适用于不允许断流的河道。因此，干式清淤法更适用于那些两岸空间较为宽裕且便于实施截流的小型河道清淤工作中^[1]。

2.2 半干式清淤

半干式清淤技术与干式清淤相似，同样需要对河道进行分段并构建围堰，但不同于完全排水，它只需将水位降至适合搅拌的深度即可。此方法通过使用高压水枪来破碎河底的淤泥，随后利用泥浆泵抽取泥浆并输送到集中处理区。对于那些无法被水流冲散的渣土，则可以采用人工清理或长臂挖掘机挖掘的方式，并将其吊装到运输车辆上运走。这种方法的优点在于清淤效果显著、

操作便捷，尤其适合穿越桥梁和其他河道障碍物。此外，由于使用管道输送泥浆，可以避免在运输过程中造成的二次污染，减少对沿岸居民的影响。然而，其缺点包括高压水枪、泥浆泵和加压设备耗电量大，且人工成本较高。同样地，半干式清淤也需要局部截流，因此不适宜在雨季施工，也不适用于不能断流的河道。综合来看，该方法最适合于那些便于实施截流的小型河道清淤项目，并要求两岸有足够的操作空间。

2.3 湿式机械清淤

2.3.1 两栖反铲式清淤机

这种设备不仅能在陆地上使用，还能在水域中进行挖掘作业，它基于平底船体设计，并装备有通过液压油缸控制的带沼泽轮支撑腿，以便于定位执行水下挖掘任务，同时配备螺旋桨实现自我推进。采用反铲式挖掘方式清除沉积物，被挖起的淤泥将通过泥驳船运走。该设备特别适合需要兼顾陆地和水上挖掘能力的疏浚项目。

2.3.2 小型链斗式清淤船

这种清淤船采用一系列装有挖斗的链条，通过顶部导轮驱动，在斗桥上持续循环运作，使泥斗在水下进行挖掘并将淤泥提升至水面之上。挖掘出的土壤被提升到斗塔顶端后倒入集泥池，再经由溜泥槽卸载到停靠在一旁的泥驳中，最后使用拖轮将泥驳拖至指定地点卸除淤泥。它对多种土质具有良好的适应性，除了岩石外，可以处理几乎所有类型的土壤，拥有强大的挖掘能力，能够形成规则且误差极小的挖掘截面，并且所挖泥浆含水量较低。然而，其缺点包括需要较多的排泥设备、运泥过程较为复杂、能耗较大、工作时噪音水平高以及运营成本相对较高，而且在操作期间可能会出现底泥扩散的问题^[1]。此类船只特别适合于那些要求高度适应不同土质条件的清淤项目。

2.3.3 小型绞吸式清淤机

这种设备采用水上锚泊作业方式,通过旋转铰刀切割底部沉积物,对于硬土层也可使用斗轮进行挖掘。生成的泥水混合物由吸泥泵吸入并通过排泥管输送至指定地点。该设备能够一次性完成挖掘、输送、排放及处理淤泥等全部疏浚流程,支持连续作业,具有高效能和低成本的优势,且挖掘后的表面平整,便于控制边坡深度,确保施工质量优良。然而,其缺点在于排出泥浆时需要铺设管道,这可能影响河道的通航;此外,其自主航行能力有限,挖掘深度也受到一定限制,并且对水流和波浪较为敏感。为减少施工期间底泥扩散的问题,需设置保护罩加以控制^[2]。此设备最适合用于非粘性软质土壤的挖掘,如各类淤泥、松散沙土以及松软粘土。因此,它非常适合需要持续作业、追求高效率的疏浚项目。

2.3.4 小型吸盘式清淤船

这种设备利用高压水流切割河底沉积物,形成较高浓度的泥浆,随后通过泥浆泵和吸盘系统抽取泥浆,并采用尾排或侧抛方式完成清淤作业。其优势在于经济高效,造价较传统方法降低大约1/3至1/2,挖掘成本也可减少1/2到1/3;同时具有较高的实用性,能够在普通船只难以进入的桥孔、船闸等特殊位置操作;并且拥有良好的自主航行能力,不会阻碍河道通行。然而,它也存在局限性:适用土壤类型有限,主要针对非粘性的疏松砂土质,在处理紧密粘土层或固结砂夹层时效率低下,形成的冲刷面不够规整,施工期间产生的底泥扩散需要特别控制;工作环境要求严格,仅适用于宽度较窄且有一定深度的河流;对淤泥成分也有特定要求,仅能有效清理泥质或细砂类土质,对于中砂及以上粒径的颗粒效果不佳。因此,该设备最适合用于狭窄、较深河道、边坡区域以及以淤泥细砂为主的环境中进行清淤作业。

2.3.5 气动栗式清淤机

这种设备依靠压缩空气作为动力源进行淤泥的吸取与排放,通过真空泵筒抽取淤泥,然后使用压缩空气将泵筒内的淤泥排出,以达到清理的目的。在清除有害沉积层时,该方法不会对周围水体造成剧烈扰动,有效避免了悬浮胶体物质的再悬浮和扩散,从而防止了疏浚过程中可能出现的二次污染,有助于生态环境保护。然而,这种方法的技术尚未完全成熟,目前仅适用于局部区域的清淤工作,难以大规模推广使用。因此,它特别适合那些对生态保护有较高要求的小范围清淤工程^[3]。

2.4 生态清淤

2.4.1 特性

这是一种新兴技术,专注于处理中小型河道底部沉积物及其浮淤中的污染物,同时尽可能维护水生生态系

统的恢复条件。此方法能高效清除河底的污染物质,为恢复水域生态系统提供有利条件。该技术处于环境工程、水利工程与疏浚工程的交汇点,是一种边缘工程技术。

2.4.2 应用场景

适用于中小河道的清理工作。然而,在软质泥土中操作时可能会出现设备下陷的情况,导致底泥泄漏和浮泥产生。未经处理的浮泥融入水体后,可能造成水源污染。

2.4.3 具体技术手段

斗轮式挖泥机:用于挖掘水下的淤泥,被挖掘的淤泥在挖泥船的振动作用下流入输泥管道,并通过全封闭系统输送至指定卸泥区。这种清淤技术特别适合于淤泥层较厚的中小河道或水利工程水库等场合,是河道治理中常用的清淤方式之一。其优点在于能够保持河道运输不受影响,且对外界气候因素具有较好的抵抗力,清淤精度较高。但这种方法也存在缺点,如在操作过程中可能产生较多污染物,若控制不当可能导致污染物扩散甚至引发堵塞问题,不彻底的清淤也可能导致水质恶化。

高浓度现场环保清淤技术:使用该技术清理的淤泥浓度介于15%到20%,由于淤泥中含有大量水分,因此需要较大的堆场空间。而这项技术有效解决了堆场空间需求的问题。其实现原理在于严格控制清淤过程中的泥浆膨胀率,特别是在泥浆传输阶段,降低含水量,使得淤泥无需进一步加工即可直接用于填土或还田。目前,这一技术已在一些中小河道整治项目中得到应用。

环保绞吸式清淤技术:通常适用于中小型河道,主要利用环保清淤船进行作业,采用环保绞刀头实施全面封闭式清淤,以减少对水体的干扰。清出的淤泥通过密封管道输送,整个过程完全封闭,减少了环境污染。环保绞吸式清淤船能有效防止污染物扩散,实现高效的清淤效果。

3 河道清淤疏浚工程的应用实践

3.1 昔阳县境内河道清淤疏浚工程

3.1.1 工程背景

2023年7月29日至31日,受山西省内23·7暴雨洪水影响,昔阳县各地持续强降雨,有多个乡镇降水超400mm,最大超过600mm,平均降水量达到394mm,日降水量突破历史极值,导致当地出现山洪,山洪自西向东奔腾而下,冲毁了公路、桥梁、耕地,造成昔阳县河道内淤积物突增,部分河道由于淤积严重洪水下泄不畅,漫淹河道附近村庄。本工程主要治理内容为河道清淤疏浚,河道治理总长度为204.115km,总清淤量为616.35万m³。

3.1.2 技术方法

本次清淤疏浚靠近河岸段清至原河岸或清出行洪断面,在有堤防段河道为保护堤防,在距堤脚2m处开始疏浚,无堤防段土质岸坡设计开挖坡度为1:2。具体技术方法包括采用挖掘机等机械设备进行清淤作业,主要对淤堵河段进行清淤疏浚,调整紊乱河槽,增加河道行洪断面,清理淤堵断面连通上下游水系,进而提高河道行洪,保护两岸老百姓生命财产安全,改善河道水生态环境。

3.1.3 实施效果

截至2024年11月30日,淤堵河段已全部清理并平整完成,清淤疏浚量616.35万 m^3 。疏浚后的河流河面变宽,水体流动性、通透性、有效蓄水能力大大增强,整齐的岸线、清澈的水质使得沿河两岸的村民成为最直接的“红利”获得者。该案例表明,对于河道清淤疏浚工程,需要制定切实可行的方案,并采用适当的机械设备进行作业。本工程实施后,减少了河道淤积,畅通行洪通道,一定程度上提升了沿线河道的防洪能力,提升了河道两岸居民的居住环境,对于改善河道水环境起到了重要的作用。

3.2 应用实践中的挑战与应对

3.2.1 挑战

河道底部实际情况难以确定:导致清淤效果不佳。底泥中可能存在有害物质和重金属:需要进行处理和处置。清淤过程可能对生态环境造成破坏:如破坏水生生态系统、对周边居民生活产生干扰等。

3.2.2 应对措施

利用先进技术进行河道勘测:如雷达和声纳等,以获得准确的底部淤积物分布情况。对底泥中的有害物质进行处理和处置:可以借助先进的技术,如巴洛仕不动火水刀切割拆除技术应用,有效处理底泥中的有害物质,减少对水环境的污染^[4]。加强清淤过程中的生态保护:在清淤工作结束后,恢复植被、保护河岸,并进行底泥处理和有害物质的处置,以减少对水生态系统的影响。

4 河道清淤疏浚工程的优化方案

4.1 定期进行河道监测和勘测

了解底部淤积物的分布和积累情况,以制定针对性的清淤计划。这有助于及时发现河道淤积问题,并采取

相应的清淤措施,避免淤积问题恶化。

4.2 选择适当的清淤方法和工具

根据实际情况进行选择。可以使用机械清淤快速清除大量沉积物,再配合水下清淤和植物清淤等方法,以达到更好的清淤效果^[4]。例如,在河道宽度较大、水流条件较好的情况下,可以采用水流冲刷等物理清淤方法;在河道淤积物质成分复杂、清淤难度较大的情况下,可以采用化学清淤技术。

4.3 加强清淤过程中的生态保护

在清淤过程中,要尽可能减少对水生生态系统的破坏。例如,采用生态清淤技术,避免对底泥中的污染物进行过度扰动和扩散;在清淤工作结束后,及时恢复植被、保护河岸等。

结语

河道清淤疏浚工程是维护水资源和生态环境可持续发展的重要措施。通过采用不同的技术方法,如干式清淤、半干式清淤、湿式机械清淤和生态清淤等,可以有效地清除河道中的淤积物,改善河道水质和水生态环境。在实际应用中,需要根据河道的具体情况和清淤目标选择合适的技术方法,并加强清淤过程中的生态保护和监测工作。同时,通过定期监测和勘测、选择适当的清淤方法和工具、加强生态保护等优化方案,可以进一步提高河道清淤疏浚工程的效果和质量。未来,随着科技的不断进步和生态环保意识的提高,河道清淤疏浚工程将会更加注重技术创新和生态保护,为水资源的可持续利用和生态环境的保护做出更大的贡献。

参考文献

- [1]王中正,赵中华,赵红霞,等.灌河生态综合治理河道清淤疏浚工程设计[J].河南水利与南水北调,2022,51(05):4-5.
- [2]刘翔宇.河道清淤工程余方处置方案探讨——以韩江-榕江-练江水系连通潮水溪疏浚工程为例[J].亚热带水土保持,2021,33(01):50-52.
- [3]黄进华.在河道清淤疏浚工程中淤泥固化技术的应用[J].湖南水利水电,2024,(02):65-67.
- [4]张盼.浅谈中小河道清淤疏浚施工工艺[J].科技与创新,2025,(06):142-144+151.