

# 水库清淤及淤积泥沙处理技术

邓晓娟

新疆维吾尔自治区塔里木河流域克孜尔水库管理中心

DOI:10.12238/hwr.v8i12.5954

**[摘要]** 水库清淤及淤积泥沙处理技术是一项涉及多个学科领域的综合性工程技术。它不仅包括了水文学、泥沙运动力学、土力学等基础理论,还涵盖了环境科学、生态学、工程管理学等应用科学。在实际操作中,需要综合考虑水库的地理位置、水文条件、泥沙特性以及周边环境等因素,制定出科学合理的清淤方案。随着技术的不断进步,清淤技术也在不断地更新换代,从最初的简单机械挖掘到现在的水力冲挖、吸泥船作业,以及利用现代信息技术进行淤积监测和管理,清淤技术正朝着更加高效、环保、智能化的方向发展。

**[关键词]** 水库; 淤积泥沙; 清淤技术; 泥沙处理

中图分类号: S964.6 文献标识码: A

## Reservoir dredging and sedimentation treatment technology

Xiaojuan Deng

Kizil Reservoir Management Center in Tarim River Basin, Xinjiang Uygur Autonomous Region

**[Abstract]** Reservoir dredging and sedimentation treatment technology is a comprehensive engineering technology involving multiple disciplines. It not only includes basic theories such as hydrology, sediment transport mechanics, and soil mechanics, but also covers applied sciences such as environmental science, ecology, and engineering management. In practical operation, it is necessary to comprehensively consider factors such as the geographical location, hydrological conditions, sediment characteristics, and surrounding environment of the reservoir, and develop a scientifically reasonable dredging plan. With the continuous advancement of technology, dredging technology is also constantly being updated and replaced. From the initial simple mechanical excavation to the current hydraulic flushing and suction dredger operations, as well as the use of modern information technology for sediment monitoring and management, dredging technology is developing towards a more efficient, environmentally friendly, and intelligent direction.

**[Key words]** reservoir; Sedimentation of sediment; Dredging technology; Sediment treatment

### 引言

实施水库清淤工程可以增强水库的防洪及兴利能力,从而保证库区及下游居民的生命及财产安全。在进行清淤工程的同时,工作人员要加强对水库库容的长期监测,及时掌握库容淤积情况,在淤积泥沙未对水库产生严重影响之前及时清淤。同时对淤积速度较快的水库,要对其淤积成因及时进行分析研究,对入库泥沙进行溯源分析,确认集水范围内泥沙产生原因,然后对症下药,从源头上防淤减淤,从而实现水库的“长治久安”。

### 1 水库清淤技术概述

#### 1.1 清淤的主要目标

清淤的主要目标在于恢复水库的有效容量,提升水库的防洪、灌溉、发电及供水等综合效益,同时减轻淤积对生态环境的负面影响。这一目标不仅关乎水库功能的正常发挥,更与周边地

区的经济社会发展紧密相连。此外,清淤作业还注重环境保护与生态平衡。在清淤过程中,通过科学规划和技术创新,尽量减少对周边生态环境的影响。如采用生态友好的化学固化材料,既能有效固化淤积泥沙,又能避免对水体造成二次污染。同时,将清淤产生的泥沙进行资源化利用,如制备建筑材料或用于生态修复,既解决了泥沙处理问题,又促进了循环经济的发展。

#### 1.2 清淤技术的发展历程

水库清淤技术的发展,历经了从原始到现代、从低效到高效的演变过程。早期,受限于技术水平和设备条件,清淤工作主要依赖人工,效率低下且成本高昂。随着科技的进步,特别是水利工程和机械工程技术的飞速发展,清淤技术迎来了革命性的变革。20世纪中叶,水力冲淤技术开始广泛应用,利用高压水流冲刷水库底部淤积的泥沙,再通过管道将其输送到指定

地点。这种技术不仅大大提高了清淤效率,还减少了对生态环境的破坏。

进入21世纪,随着环保意识的增强和科技的进一步创新,清淤技术更加注重环保与效率的双重平衡。机械挖泥技术得到了进一步优化,出现了更加智能、高效的挖泥船和挖掘机,它们能够精准地定位淤积区域,减少了对非淤积区域的干扰。同时,化学清淤技术也开始崭露头角,通过向淤积区域注入化学固化材料,使泥沙固化并便于后续处理。然而,化学清淤技术的环保性一直备受争议,因此在实际应用中需要严格控制化学固化材料的使用量和排放标准。

近年来,随着大数据、人工智能等技术的兴起,清淤技术也开始向智能化、自动化方向发展。例如,通过无人机和遥感技术监测水库淤积情况,为清淤工作提供精准的数据支持;利用智能机器人进行清淤作业,减少了对人员的依赖和安全隐患。这些新技术的应用,不仅提高了清淤效率和质量,还降低了对生态环境的负面影响。

## 2 水库清淤技术应用

### 2.1 物理清淤技术

#### 2.1.1 水力冲淤

在水库清淤技术中,水力冲淤作为一种物理清淤技术,凭借其高效、环保的特点,得到了广泛应用。水力冲淤利用高压水流或水流携带的颗粒动能,对水库淤积物进行冲刷和搬运,以达到清除淤积、恢复水库容量的目的。水力冲淤技术的优势不仅在于其高效的清淤能力,更在于其环保性。与传统的机械挖泥相比,水力冲淤无需使用大型机械设备,减少了噪声和振动对周边环境的干扰。同时,水力冲淤过程中产生的废弃物较少,且易于处理。据环保部门监测,采用水力冲淤技术的水库清淤项目,其周边水质和空气质量均未受到明显影响,充分证明了水力冲淤技术的环保性。

#### 2.1.2 机械挖泥

机械挖泥作为水库清淤技术中的重要一环,以其高效、灵活的特点,在水库维护中发挥着不可替代的作用。该技术主要利用挖掘机、吸泥船等大型机械设备,通过挖掘、吸取等方式,将水库中的淤积泥沙进行清理。相较于传统的人工清淤,机械挖泥不仅大幅提高了清淤效率,还显著降低了人力成本,是现代水库管理中的重要手段。在机械挖泥技术的应用过程中,还需充分考虑其对生态环境的影响。为此,相关专家提出了“绿色清淤”的理念,即在确保清淤效率的同时,最大限度地减少对生态环境的破坏。例如,在机械挖泥过程中,可采用生态友好的挖掘方式和材料,减少对水生生物的干扰。这一理念的提出,不仅体现了对生态环境的尊重和保护,也为机械挖泥技术的可持续发展提供了有力支撑。

#### 2.1.3 水下爆破清淤

在水库清淤技术中,水下爆破清淤作为一种高效且直接的技术,受到了广泛关注。该技术通过在水下设置炸药,利用爆炸产生的冲击波和气泡效应,将淤积的泥沙松动并悬浮于水中,随

后通过水流或机械装置将其清除。然而,水下爆破清淤技术也面临着一定的挑战和争议。一方面,爆炸产生的冲击波可能对水库大坝和周边生态环境造成一定影响,需要严格控制炸药量和爆破参数,以确保安全。另一方面,该技术在实际应用中还需考虑成本效益和环境影响,避免过度使用导致资源浪费和环境污染。为了优化水下爆破清淤技术的应用效果,科研人员不断探索新的爆破技术和材料,以降低爆炸冲击波的影响,并提高清淤效率。同时,结合生态修复技术,将清淤产生的泥沙进行合理利用,如制备建筑材料或用于生态修复工程,以实现资源的循环利用和生态环境的改善。

### 2.2 化学清淤技术

#### 2.2.1 化学固化原理

在水库清淤技术中,化学固化原理作为一种创新的解决方案,正逐渐受到业界的广泛关注。化学固化主要是利用特定的化学材料,通过化学反应将淤积泥沙转化为稳定、坚硬的固体,从而有效减少泥沙的流动性,便于后续处理和利用。这一原理的应用,不仅提高了清淤效率,还大大降低了对生态环境的负面影响。

化学固化材料的选择至关重要,常见的包括水泥、石灰、高分子聚合物等。这些材料能够与泥沙中的矿物质发生化学反应,形成化学键合,使泥沙颗粒紧密结合在一起,形成坚固的固化体。据研究表明,使用高分子聚合物作为固化剂时,其固化效果尤为显著,固化体的抗压强度可提高至普通土壤的2-3倍。

然而,化学固化技术的应用也面临着一定的挑战。一方面,固化剂的选择和使用量需要精确控制,以避免对水体和土壤造成二次污染。另一方面,固化过程中产生的热量和化学反应产物也可能对生态环境产生一定影响。因此,在应用化学固化技术时,必须充分考虑环保因素,确保技术的可持续性和生态友好性。

#### 2.2.2 主要化学固化材料

在水库清淤技术中,化学固化作为一种有效的处理技术,其核心在于利用特定的化学材料将淤积泥沙转化为稳定、不易流动的固体物质。主要化学固化材料包括水泥、石灰、高分子聚合物等。这些材料通过与泥沙中的水分和矿物质发生化学反应,形成坚固的固化体,从而实现淤积泥沙的有效处理。

石灰作为另一种常见的化学固化材料,其固化原理与水泥相似,但成本相对较低。石灰固化技术通过向淤积泥沙中添加石灰乳或石灰粉,使石灰与泥沙中的水分和酸性物质发生反应,生成碳酸钙等化合物。这些化合物同样能在泥沙颗粒间形成化学键合,提高固化体的强度和稳定性。在实际应用中,石灰固化技术已成功应用于多个水库清淤项目,取得了良好的处理效果。

高分子聚合物作为新型化学固化材料,近年来在水库清淤领域也受到了广泛关注。高分子聚合物固化技术通过向淤积泥沙中添加适量的高分子聚合物溶液,使聚合物分子链与泥沙颗粒表面发生吸附和交联作用,形成三维网络结构。这种结构能有效限制泥沙颗粒的移动和扩散,提高固化体的整体性和稳定性。

据相关研究表明,使用高分子聚合物固化技术处理淤积泥沙,其固化体的抗渗性能和耐久性均优于传统固化技术。

### 2.2.3 化学清淤的环保考量

化学清淤技术,作为水库清淤的重要手段之一,其核心在于利用化学固化材料改变淤积泥沙的物理化学性质,从而实现泥沙的固化和便于后续处理。然而,这一技术在应用过程中,其环保考量显得尤为重要。化学固化材料的选择和使用,直接关系到清淤过程对水体和周边环境的潜在影响。

在化学清淤中,常用的化学固化材料包括水泥、石灰、高分子聚合物等。这些材料在与淤积泥沙反应后,会形成较为稳定的固化体,有效减少泥沙的流失和再悬浮。然而,这些化学物质的引入,也可能带来一定的环境风险。例如,过量的化学物质可能渗入水体,导致水质恶化,影响水生生物的生存。

## 3 淤积泥沙处理技术

### 3.1 堆场填埋

在水库淤积泥沙处理技术的探讨中,堆场填埋作为一种传统的处理技术,其应用广泛且具有一定的经济性。堆场填埋主要是将清淤过程中产生的泥沙运输到指定的填埋场地,通过分层压实、覆盖等措施,实现泥沙的无害化处理。这一技术在处理大量淤积泥沙时,能够有效缓解水库的淤积问题,恢复水库的蓄水能力和调节功能。

然而,堆场填埋也面临着诸多挑战。一方面,填埋场的选择和规划至关重要。必须确保填埋场远离水源地、居民区和生态敏感区,以防止泥沙中的有害物质对环境和人类健康造成威胁。另一方面,填埋过程中产生的渗滤液处理也是一大难题。渗滤液中含有大量的悬浮物、有机物和重金属等污染物,若未经妥善处理直接排放,将对地下水体和地表水体造成严重的二次污染。

### 3.2 制备建筑材料

在水库清淤的过程中,淤积泥沙的处理是一个关键环节,而制备建筑材料则是其中一项具有创新性和实用性的技术。淤积泥沙经过适当的处理和加工,可以转化为多种建筑材料,如砖块、混凝土骨料等,这不仅解决了泥沙堆放问题,还实现了资源地再利用。

以砖块制造为例,通过添加适量的黏合剂后进行压制成型,淤积泥沙可以制成环保型建筑用砖。据研究表明,这种砖块不仅具有足够的强度和耐久性,还具有良好的保温隔热性能,符合绿色建筑的发展趋势。在实际应用中,一些地区已经成功将淤积泥沙制成的砖块用于墙体建设,取得了良好的社会和环境效益。

此外,将淤积泥沙作为混凝土骨料也是一种有效的处理方式。经过筛分、洗涤和破碎等工序,泥沙中的杂质被去除,符合

混凝土骨料的质量要求。据相关数据显示,使用淤积泥沙作为混凝土骨料,不仅可以减少天然骨料的开采量,降低对自然环境的破坏,还能在一定程度上降低混凝土的生产成本。

### 3.3 生态修复利用

在水库清淤及淤积泥沙处理技术的探索中,生态修复利用无疑是一个兼具环保与经济效益的重要方向。淤积泥沙,作为水库清淤过程中的主要产物,其合理处理与利用不仅能够减轻环境压力,还能为生态系统带来积极的恢复效果。近年来,国内外多个项目成功实践了淤积泥沙的生态修复利用,为这一领域的发展提供了宝贵的经验与启示。

在生态修复利用的过程中,分析模型的应用同样不可或缺。以生态足迹模型为例,该模型能够量化评估淤积泥沙利用对生态系统的影响,帮助决策者优化资源配置,确保生态修复活动的可持续性。通过生态足迹模型的计算,项目团队能够清晰地了解到淤积泥沙利用过程中所需的资源消耗以及产生的环境影响,从而制定出更加科学合理的生态修复方案。此外,生态修复利用还离不开社会各界的广泛参与和支持。在水库清淤及淤积泥沙处理的生态修复利用中,政府、企业、科研机构以及公众的共同参与是推动这一事业不断前进的重要动力。

## 4 结束语

综上所述,水库清淤及淤积泥沙处理技术正朝着高效、环保、智能化方向发展,需综合考虑多学科领域,制定科学合理的清淤方案,以提升水库清淤及淤积泥沙处理水平。

### [参考文献]

- [1]王青峰,周琪,刘晓光.水库清淤及淤积泥沙处理技术[J].科技创新与应用,2023,13(04):162-165.
- [2]乔建华.防御海河“23·7”流域性特大洪水经验启示[J].中国水利,2023(18):9-12.
- [3]向燕,刘轶敏.一级水源地保护区内水库清淤施工技术研究[J].四川水利,2023,44(5):71-74.
- [4]孙海月.异重流输移泥沙试验及其在王瑶水库清淤中的应用[D].西北农林科技大学,2023.
- [5]何亚歌.浅析水库生态清淤[J].陕西水利,2022(10):186-188.
- [6]王雷刚,赵小宁,王浪.零河水库清淤工程清淤方案浅析[J].陕西水利,2022(12):142-144.
- [7]刘增辉,倪福生,徐立群,等.水库清淤技术研究综述[J].人民黄河,2020,42(02):5-10.

### 作者简介:

邓晓娟(1983--),女,汉族,甘肃省天水市人,大学本科,中级职称,研究方向:工程系列水利专业。