

# 水库淤泥的影响因素及清淤措施分析

赛音巴亚尔

阿鲁科尔沁旗水库灌区管护中心 内蒙古 赤峰 025550

**摘要:** 随着人们生活环境的不断变化,人们对于生态环境的保护也越来越重视,水库环境作为水质环境中的重要部分,做好水库的整治管理中的清淤工作尤为重要。本文探讨了水库淤泥的形成及其影响因素,强调了水库清淤工作的重要性。针对当前水库清淤所面临的挑战与问题,分析了水库清淤中完善工程性措施、优化机械清淤与淤泥固化技术、引入余水净化处理技术,以及加大资金投入与人力物力支持、淤泥的资源化利用途径等措施,旨在为水库清淤工作提供了理论参考与实践指导。

**关键词:** 水库淤泥; 影响因素; 清淤措施; 分析

引言: 水库作为重要的水利设施,在防洪、灌溉、发电等方面发挥着不可替代的作用。随着水库运行时间的延长,淤泥问题日益凸显,对水库的蓄水能力、水质安全及生态环境均产生了严重影响。开展水库清淤工作,优化清淤措施,提高清淤效率,已成为当前水利工作的重要任务。

## 1 水库淤泥的形成与影响因素

水库淤泥的形成是一个复杂且多元的过程,它受到自然条件、人类活动以及水库自身特性的共同影响。深入了解水库淤泥的来源、成分及其形成条件,对于水库的维护与管理、生态环境保护以及水资源的可持续利用具有重要意义。

### 1.1 水库淤泥的来源与成分

水库淤泥的来源主要包括河流上游带来的泥沙、水库周边地区的风化剥蚀物质、雨水冲刷的地表物质以及水库内部生物沉积等。这些物质在水库中逐渐沉积,形成了淤泥层。水库淤泥包含有机物、无机盐、重金属等多种物质。有机物主要来源于水生植物、动物遗体及人类活动产生的废弃物等,它们在水库中经过生物降解和化学反应,形成复杂的有机物质<sup>[1]</sup>。无机盐则主要来源于地壳物质的溶解和搬运,包括钙、镁、钾、钠等元素。重金属则可能来源于工业排放、农业化肥和农药的流失,以及自然地质过程中的重金属元素释放。

### 1.2 水库淤泥形成的影响因素

自然条件对水库淤泥的形成具有以下三方面是最主要的影响因素。(1) 水文条件决定了水流的速度、方向和沉积物的搬运能力。在水库中,水流速度较慢,沉积物容易在库底沉积形成淤泥。水库的蓄水和放水过程也会影响淤泥的分布和厚度。(2) 地形地貌对水库淤泥的形成也有显著影响。水库通常位于河谷或低洼地带,这

些地区的地形条件决定了水流的流向和沉积物的堆积方式。在水库的进口处,由于水流速度较快,沉积物不易沉积;而在水库的深水区,由于水流速度较慢,沉积物容易堆积形成淤泥。(3) 气候条件对水库淤泥的形成同样不可忽视。降雨、风力和温度等气候因素都会影响水库的水位、水流和沉积物的搬运过程。在雨季,降雨量大,水流速度快,沉积物不易沉积;而在旱季,降雨量小,水流速度慢,沉积物容易堆积形成淤泥。

### 1.3 水库淤泥形成的人类活动影响

人类活动如水库的运营与管理、周边地区的开发与建设以及农业活动与污染排放是水库淤泥形成最主要的因素。水库的调度方案、蓄水计划和水库清理等措施都会影响淤泥的沉积和搬运过程。如果水库管理不当,可能导致淤泥堆积过多,影响水库的蓄水能力和水质。随着城市化进程的加速和土地资源的开发,大量的泥沙和废弃物被排入水库,增加了淤泥的来源和厚度。农业活动与污染排放也是水库淤泥形成的重要因素。农业化肥和农药的残留、农田水土流失以及农村生活污水等都会进入水库,增加淤泥中的有机物和重金属含量,对水库水质和生态环境构成潜在威胁。

## 2 水库清淤的重要性

水库作为重要的水利设施,在防洪、灌溉、发电、供水等方面发挥着不可替代的作用。随着时间的推移,水库底部会逐渐积累大量的淤泥,这不仅影响水库的正常运行,还对生态环境构成潜在威胁。因此水库清淤重要性体现在以下几个方面。

### 2.1 清淤对水库功能恢复的作用

通过清淤对水库有以下几方面作用(1) 恢复水库的蓄水能力。淤泥的堆积会占据水库的有效容积,导致水库的蓄水能力下降。特别是在干旱季节,水库蓄水能

力的下降将直接影响灌溉、发电和供水等功能的发挥。

(2) 改善水库的水质。淤泥中富含有机物和营养物质, 这些物质在水库中经过生物降解和化学反应, 可能产生有害物质, 如氨氮、硫化物等。这些有害物质会污染水库水质, 影响水库的供水安全和生态环境。(3) 提高水库的防洪能力。淤泥的堆积会改变水库的底床形态, 影响水流的流态和流速, 从而增加水库的防洪风险。

## 2.2 清淤对生态环境保护的意义

清淤不仅有助于恢复水库的功能, 还对生态环境保护具有重要意义。一方面清淤可以减少水库中的有害物质, 改善水库水质, 为水生生物提供更好的生存环境<sup>[2]</sup>。再一方面清淤可以恢复水库的底栖生态系统, 促进水生生物的多样性和生态平衡。另外一方面清淤还可以减少水库的富营养化现象, 防止藻类过度繁殖, 保护水库的生态环境。

## 3 水库清淤面临的挑战与问题

尽管清淤对于水库功能恢复和生态环境保护具有重要意义, 但当前水库清淤仍面临诸多挑战和问题, 主要体现在以下几个方面:(1) 清淤技术相对落后, 缺乏高效、环保的清淤方法和设备。传统的清淤方法往往存在效率低、成本高、环境污染大等问题, 难以满足现代水库清淤的需求。(2) 清淤过程中产生的废弃物处理难度大。清淤过程中会产生大量的淤泥和废弃物, 这些废弃物需要妥善处理, 否则会对环境造成二次污染。(3) 清淤工作还受到资金、人力和物力等方面的限制, 导致清淤工作难以全面展开。(4) 水库清淤工作还需考虑对水库生态系统的影响。清淤过程中可能会破坏水库中的水生生物栖息地, 影响生物多样性和生态平衡, 在清淤过程中需要采取科学合理的措施, 尽可能减少对生态系统的干扰和破坏。

## 4 水库清淤措施分析

### 4.1 完善工程性措施

针对已运行多年、设计存在漏洞且易形成淤泥沉积的小型水库, 应充分利用枯水期这一黄金时段进行清淤工作, 可以在水库的尾段修建挡淤坝, 这一措施能有效阻止淤泥向水库内部扩散, 从而保持水库的储水能力和水质。还可以通过新建借水渠或堰等工程, 扩大水库的集雨面积, 增加来水量。这样做不仅可以提高水库的利用效率, 还能通过水流的动力作用, 增强水库的拦淤排沙能力, 进一步减少淤泥的沉积。对于尚处于施工阶段或仍在规划中的小型水库, 应更加重视其结构设计。通过深入的结构论证, 可以预见并避免可能形成泥沙淤积的设计缺陷。这意味着在设计阶段就应充分考虑水库的

地理位置、气候条件、水文特征等因素, 确保水库的结构设计既能满足储水需求, 又能有效防止淤泥的沉积。

### 4.2 优化水库机械清淤技术

在水库清淤工作中, 机械清淤技术的选择需综合考虑水库的特定条件, 包括水深、淤泥特性、排泥场的设置与距离、动力源需求、地形地貌、施工强度、设备运输条件、气象状况以及水质要求等。针对不同场景, 机械清淤技术展现出多样化的选择。(1) 对于干地清淤, 挖掘机以其高效的开挖能力脱颖而出, 但受限于需放空水库的条件, 更适用于小型或具备放空条件的水库。

(2) 水下清淤领域, 抓斗挖泥船以其强大的取料能力, 尽管在水体搅动和效率上有所不足, 但在浅水作业或水体环境要求不高的场合下, 仍能发挥重要作用。绞吸式挖泥船则以其较小的取料浓度和对水体的适度搅动, 成为对水体环境要求不高的水库的理想选择。而环保绞吸式挖泥船和气动泵船则以其高取料浓度、低污染的作业过程, 尤其适用于对水体环境要求高的水库。(3) 淤泥输送方面, 同样存在多种选择。汽车运输以其灵活性和便捷性著称, 但受限于运输效率和费用, 以及对环境的影响。管道输送则以其环保性、操作简便性和高效率成为最常用的输送方法, 尤其适用于淤泥流动性高、含水率高的场合, 尽管初期投资较大。而泥驳输送则以其灵活性和低成本在需要输送不同含水率淤泥的场合下展现出独特优势, 但需在岸上设立中转站。

### 4.3 优化淤泥固化技术

水库清淤工程常采用机械开挖和水力吹填方法, 清淤后的淤泥往往呈现出含水率高、强度低、渗透性差及固结缓慢等不良工程特性, 这主要归因于其过高的含水量。因此优化淤泥的工程特性, 关键在于有效减少其含水量<sup>[3]</sup>。针对淤泥固化的需求, 目前存在以下几种方法:

(1) 自然晾晒法。自然晾晒法通过摊开淤泥, 利用自然蒸发进行脱水。这种方法成本低廉, 但存在显著缺陷: 它占用大量土地资源, 在湿润多雨的地区, 如江阴, 晾晒时间显著延长; 自然晾晒只能去除部分或全部孔隙水, 无法有效去除淤泥中的污染物质。(2) 高温熔融烧结法: 高温熔融烧结法则通过高温处理, 使淤泥中的有机成分分散, 实现脱水, 并使颗粒间粘结或无机物熔解, 形成具有一定强度的固体颗粒。这种方法不仅能有效处理淤泥, 还能将其转化为建材等有价值的资源, 如水泥、微晶玻璃等。由于高昂的成本和商品流通的复杂性, 高温熔融烧结法尚未得到广泛应用。但其在减少污染物、提升无机污染物惰性方面的优势仍值得进一步探索。(3) 化学固化技术: 化学固化技术则通过向淤泥

中添加适量的固化材料,利用水化、水解反应,使原本无强度的淤泥形成具有一定力学性能的固化土。这种方法不仅能有效降低淤泥的含水率,还能通过形成硬化壳包裹淤泥颗粒,减少污染物的活动,实现减污效果。化学固化技术的优势在于其高效性和灵活性,但也需要根据淤泥的具体成分和特性选择合适的固化材料。淤泥固化技术的选择应根据实际情况进行优化,以实现淤泥处理的高效、经济和环保。

#### 4.4 淤泥处置技术中的余水净化处理技术

水库淤泥处置过程中,需要重视对水库水质环境的保护,防止淤泥处理过程中对水质环境造成影响,因此在实际的淤泥处理过程中,需要做好淤泥脱水后剩余物质的处理。水库中的污染物主要附着在底泥中细小的颗粒上,做好水库中悬浮污染物浓度的控制和管理,能够有效缓解氮磷营养盐、有机物等对水库水质的污染,实现保护水质的目的。水库余水处理中的重点工作为除去淤泥中的悬浮物。实际处理中,常用的方式是在余水中加入絮凝剂,加快余水中悬浮物的沉淀速度,絮凝剂的掺入量需控制在20-40mg/L。在实际的处理过程中,需要随时监测水库的水质环境,防止絮凝剂的投放过量,影响水库的整体水质。

#### 4.5 加大资金投入与人力物力支持

针对水库清淤工作面临的资金、人力和物力等方面的限制,提出以下系列应对措施,旨在促进清淤工作的有效展开:(1)资金方面,可以通过多种渠道筹集清淤资金。相关部门可以加大对水库清淤工作的财政投入,同时鼓励社会资本参与,形成多元化的资金来源。还可以探索建立清淤基金,通过长期稳定的资金投入,确保清淤工作的持续进行。(2)在人力方面,可以加强清淤队伍建设和培训。通过招聘具有专业技能的清淤人员,提高清淤队伍的整体素质。加强对清淤人员的培训和教育,提高他们的专业技能和安全意识,确保清淤工作的顺利进行。(3)物力方面,可以优化清淤设备的配置和使用。根据水库清淤的具体需求,选择适合的清淤设备,如挖掘机、吸泥船等,确保清淤效率和质量。加强对清淤设备的维护和保养,延长设备的使用寿命,降低清淤成本。

#### 4.6 淤泥资源化利用

水库在运行过程中,往往会因为各种原因而产生大

量的淤泥,这些淤泥的成分和分布都相当复杂。淤积量的多少、淤泥的组成以及分布状态,都是影响水库功能发挥的重要因素。应做好以下几方面善处理这些淤泥,实现无害化、资源化利用。(1)对于含沙量较高的淤泥,可以将其作为一种宝贵的建筑材料加以利用,比如用来烧制砖块等。这样既能解决淤泥处理问题,又能为建筑行业提供优质的原材料<sup>[4]</sup>。(2)对于有机质含量较高的淤泥,可以考虑将其用于农业领域。这些淤泥富含各种营养元素,是优质的土壤改良剂。通过将其用作覆土造田、改造低产田以及场矿治理等,我们可以为农业生产提供有力的支持,同时也能促进生态环境的改善。(3)对于淤积物为壤土或粉质黏土的水库,可以将其经过沉淀和晾晒脱水后,用作回填料。这些材料具有良好的物理和化学性质,能够满足各种工程需求。(4)可以将淤泥与黏土岩粉碎细磨料进行掺配,用于坝体防渗料的制备。这样既能提高坝体的防渗性能,又能充分利用淤泥资源。(5)对于部分砂石淤积量较高的水库,可以对淤泥进行筛分,将砂石料出售,从而实现经济效益的提升。

结束语:水库清淤工作对于保障水库正常运行、维护水质安全及促进生态环境可持续发展具有重要意义。通过完善工程性措施、优化机械清淤与淤泥固化技术、引入余水净化处理技术,以及加大资金投入与人力物力支持,我们可以有效应对水库清淤面临的挑战与问题。淤泥的资源化利用也为清淤工作提供了新的思路与途径。未来应继续深化研究,探索更为高效、环保的清淤方法,为水利事业的可持续发展贡献力量。

#### 参考文献

- [1]严丽芳.太湖生态清淤底泥处理技术比选分析[J].东北水利水电,2020(11):45-46.
- [2]顾黄飞,贾剑虎,陶冶辉.太湖生态清淤及淤泥固化一体化技术应用研究[J].中国水运(下半月),2019(10):138-139+146.
- [3]陈洪伟,韦玉静.溧洲水库清淤工程实施探讨[J].广西水利水电,2019(4):5.
- [4]朱伟,冯甘雨,刘毅璠,等.深水型水库环保疏浚对水质的影响及敏感参数研究——以通济桥水库为例[J].湖泊科学,2019,31(4):11.