

水库库区的淤积问题与清淤技术研究

王 耀

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 水库淤积作为水利工程建设和运营过程中的常见问题,对水库功能、生态环境以及周边社区均产生深远影响。本文深入剖析了水库淤积的内外因素,详细讨论了淤积对水库运营和生态环境的多方面影响,并全面探讨了当前主流的清淤技术及其优缺点。通过对比分析,旨在为水库管理者提供科学的清淤策略选择依据。

关键词: 水库淤积;清淤技术;环境影响;技术对比

引言

随着全球水资源日益紧张,水库在调节水资源、提供灌溉、发电及防洪等方面发挥着越来越重要的作用。然而,长时间运营后,水库底部和侧壁的淤积问题逐渐凸显,严重影响了水库的功能和寿命。因此,针对水库淤积问题的研究及清淤技术的开发显得尤为重要。

1 水库淤积的成因

水库淤积的成因是一个涉及自然与人为因素的复杂问题。自然因素在水库淤积过程中起着不可忽视的作用。首先,河流在流动过程中会携带大量的泥沙,这些泥沙主要来源于河流上游的土壤侵蚀。当河流流经水库时,流速减缓,泥沙逐渐沉积,长期累积便形成了淤积物。此外,雨水冲刷也是造成土壤流失和淤积的重要原因。在雨季,大量雨水会冲刷地表土壤,将其带入河流,最终沉积在水库中。除了自然因素,人为活动也对水库淤积产生了显著影响。随着人类社会的发展,上游地区的土地开发日益频繁,如森林砍伐、道路建设等,这些活动破坏了地表的植被覆盖,加剧了土壤侵蚀和水土流失。同时,农业活动中过度使用化肥和农药,以及不合理的耕作方式,都会导致土壤结构破坏,增加泥沙流入河流的风险^[1]。此外,工业废水排放也是水库淤积的一个重要原因。一些工业企业将未经处理的废水直接排入河流,废水中含有的重金属、化学物质和固体废弃物等不仅污染了水质,还会在水库中形成沉积物。这些沉积物不仅占据了水库的有效库容,还可能对水库的结构安全和生态环境造成潜在威胁。水库淤积的成因是多元化的,既包括自然因素如河流携带泥沙、雨水冲刷等,也包括人为因素如土地开发、农业活动和工业废水排放等。这些因素相互交织、相互影响,共同导致了水库淤积问题的产生。

2 水库淤积的影响

2.1 水库功能下降

水库淤积对于水库功能的影响是深远的。淤积物的不断累积会直接导致水库的有效库容逐渐减少。有效库容是衡量水库蓄水能力的重要指标,其缩减意味着水库能够存储的水量下降,这将直接影响水库的蓄水功能。在干旱季节,当水资源本就稀缺时,淤积导致的水库容量减少可能会使得水库难以满足下游农田的灌溉需求,进而对农业生产造成不利影响。除了蓄水功能外,水库还承担着灌溉、发电等多重任务。淤积不仅减少了可用于灌溉的水量,同时也可能影响到水电站的发电效率。因为淤积物可能会改变水流的动态特性,甚至可能堵塞水轮机进水口,从而降低发电能力。水库淤积对水库功能的下降有着直接且显著的影响。这种影响不仅体现在蓄水能力的下降上,还表现在对灌溉和发电等关键功能的制约上。因此,有效管理和控制水库淤积,对于保障水库的正常运行和发挥其应有的功能至关重要。

2.2 防洪能力减弱

水库作为重要的水利工程设施,其防洪功能对于保护下游地区的安全至关重要。然而,随着淤积物的不断增加,水库的防洪能力会受到显著影响。淤积物的堆积会占用水库的部分容积,导致防洪库容逐渐减少。防洪库容是水库在汛期能够安全容纳洪峰水量的关键,它的缩减将直接影响到水库在暴雨季节的防洪效果。在暴雨季节,如果水库的防洪库容不足,就可能无法有效拦截和调节上游来水,使得洪峰流量过大,进而对下游地区构成严重威胁。这种防洪隐患不仅可能导致下游河流水位急剧上升,还可能引发洪涝灾害,对人民生命财产安全和生态环境造成重大损失。因此,必须高度重视水库淤积对防洪能力的影响。通过定期清淤、科学调度和管理等措施,保持水库的有效防洪库容,是确保水库防洪功能正常发挥、保护下游安全的关键所在。

2.3 水质恶化

水库淤积对水质的影响不容忽视。淤积物中往往含

有大量有机物、重金属和其他各类污染物,这些物质在水库中长期积累,经过长时间的浸泡,会逐渐释放并渗透到水体中。这一过程不仅会导致水质明显下降,还可能对生态环境和人类健康构成严重威胁。具体来说,有机物在浸泡过程中可能分解产生有害物质,如氨氮、亚硝酸盐等,这些物质对水生生物有毒害作用,同时也会影响饮用水的安全性。重金属如铅、汞、镉等,即使在微量情况下,也可能对人体健康产生严重影响,如神经系统损害、肾脏问题等^[2]。此外,淤积物中的其他污染物,如农药残留、工业废弃物等,也可能通过渗透作用进入水体,进一步加剧水质恶化。这些污染物不仅影响水库的生态平衡,还可能通过食物链放大,最终对人类造成危害。因此,必须密切关注水库淤积对水质的影响,采取有效措施减少淤积物的形成和污染物的释放,以保障水库水质的安全和可持续利用。

2.4 生态环境破坏

水库淤积对生态环境的影响深远且复杂。淤积物的逐渐累积会显著改变水库底部的生态环境,这不仅包括物理环境的改变,如水深、水温、光照条件等,还包括化学环境的变化,如溶解氧含量、营养盐浓度等。这些变化会直接影响水生生物的生存环境和生存条件。具体来说,淤积可能导致水库底部的光照减少,影响水生植物的光合作用,进而减少氧气的产生,对水生生物造成压力。同时,淤积物中可能含有的污染物会释放到水体中,对水生生物产生毒害作用。此外,淤积还可能改变水库底部的水流动力学特征,影响水生生物的栖息地和繁殖行为。更重要的是,水生生物之间的食物链也可能因淤积而受到影响。淤积可能导致某些生物的栖息地丧失,食物来源减少,进而影响其生存和繁殖。这种影响会沿着食物链传递,最终对整个生态系统造成破坏。因此,必须重视水库淤积对生态环境的影响,采取有效措施进行防范和治理,以保护水库生态系统的健康和稳定。

3 清淤技术的原理与方法

3.1 机械清淤

机械清淤,作为一种常见的清淤方式,主要是利用挖掘机、铲车等重型机械设备对水库底部的淤积物进行直接的挖掘和移除。这种清淤方式的原理相对简单直接,但在实际操作中展现出了其独特的优势和局限性。首先,谈到机械清淤的优点,最为显著的就是其高效率。重型机械的强大挖掘和搬运能力,使得淤积物能够在较短的时间内被大量清除。对于需要迅速恢复水库库容或者进行紧急防洪措施的情况,机械清淤无疑是一种非常有效的手段。此外,这种方式还特别适用于那些

淤积物较为松散、易于挖掘的水库,能够在大规模清淤作业中发挥出极大的作用。然而,机械清淤也存在着不容忽视的缺点。由于重型机械在水库底部进行作业,可能会对水库的底部结构造成破坏。特别是对于那些由混凝土结构构成的水库,机械挖掘可能会损伤到库底,进而影响到水库的整体安全性。此外,机械清淤过程中还可能产生二次污染。例如,挖掘过程中可能会搅动库底的沉积物,导致水体浑浊,甚至可能将原本沉积在库底的污染物重新悬浮到水体中,对水质造成不良影响。在实施机械清淤时,还需要特别注意作业的安全性。由于水库环境复杂,可能存在未知的安全隐患,因此,在进行机械清淤之前,必须对水库进行全面的勘察和评估,确保作业过程的安全可控。总的来说,机械清淤以其高效率在大规模清淤作业中具有显著优势,但同时也需要谨慎对待其可能带来的底部结构破坏和二次污染问题。在实际应用中,应根据水库的具体情况和清淤需求,综合考虑各种因素,制定出科学合理的清淤方案。

3.2 水力清淤

水力清淤技术,其基本原理是利用高压水流对淤积物进行冲刷,使其从沉积状态变为悬浮状态,并随着水流一起排出水库。这种技术以其独特的优势在清淤领域占据了一席之地,但同时也存在一定的局限性。水力清淤的显著优点之一是对水库底部的破坏极小。由于它主要依靠水流的冲刷作用,而非机械挖掘,因此可以有效避免对水库底部结构的直接损伤。这一点对于那些底部结构较为脆弱或敏感的水库尤为重要。此外,水力清淤在操作上也相对灵活,可以根据淤积物的分布和厚度调整冲刷的角度和力度,从而达到最佳的清淤效果。然而,水力清淤也存在一些不容忽视的缺点。首先是耗水量大。由于需要持续不断地提供高压水流,因此在进行水力清淤时,必须确保有足够的水源供应。这在一些水资源匮乏的地区可能会成为限制其应用的关键因素^[3]。其次,水力清淤可能会将淤积物中的污染物扩散到更大的范围。当淤积物被冲刷悬浮后,如果处理不当,其中的有害物质可能会随着水流扩散到下游地区,对环境和生态造成潜在的威胁。为了充分发挥水力清淤的优势并最小化其潜在风险,实际应用中需要采取一系列的措施。例如,可以在冲刷过程中加入适量的絮凝剂或沉淀剂,以促进悬浮颗粒的沉降和去除;同时,对排出的水流进行严格的监测和处理,确保其符合环保标准后再排放。

3.3 生物清淤

生物清淤技术,作为近年来兴起的一种环保清淤方法,其核心理念是利用微生物或水生植物的生物降解作

用来有效处理淤积物中的有机物。这一技术的运用不仅体现了对自然生态的尊重和保护,还在实际操作中展示出了其独特的优势与局限。生物清淤的主要优点在于其显著的环保特性和相对较低的成本。与传统的机械或水力清淤方法相比,生物清淤无需大量机械设备或高强度的水流冲刷,从而极大地减少了对水库底部结构和周边生态环境的破坏。同时,由于主要依赖生物的自然降解过程,这种方法几乎不产生二次污染,且运行成本较低,特别适合长期、持续的淤积物处理。更重要的是,生物清淤技术还有助于恢复水库的生态环境。通过引入具有降解功能的微生物或种植水生植物,不仅可以有效处理淤积物,还能改善水质,为水库中的其他生物提供更为适宜的生存环境。这种生态友好的清淤方式,符合当前环境保护和可持续发展的全球趋势。然而,生物清淤也存在一些固有的缺点。最显著的是其处理周期相对较长。由于生物降解是一个逐步进行的过程,需要一定的时间才能达到显著的处理效果。因此,对于急需快速恢复水库功能的情况,生物清淤可能不是最佳选择。此外,该技术对无机淤积物的处理效果并不理想。微生物和水生植物主要针对有机物进行降解,对于由沙石、泥土等无机物构成的淤积物,生物清淤的作用相对有限。

3.4 化学清淤

化学清淤,作为一种高效且具有针对性的清淤方法,其基本原理是通过使用特定的化学药剂来改变淤积物的物理或化学性质,从而使其更易于清除或转化为无害物质。这种方法在处理某些特定类型的淤积物时展现出了显著的优势,但同时也伴随着一定的环境和生态风险。化学清淤的主要优点在于其针对性强。通过选择合适的化学药剂,可以精确地作用于淤积物中的特定成分,实现高效清除。例如,对于富含重金属的淤积物,可以使用螯合剂或沉淀剂来固定或提取重金属离子,从而降低其环境毒性和迁移性。这种针对性处理不仅提高了清淤效率,还有助于减少不必要的环境扰动。然而,化学清淤也存在不容忽视的缺点。首先,使用化学药剂

可能引入新的污染物。这些药剂在改变淤积物性质的同时,也可能与水体中的其他成分发生反应,生成新的有害物质。其次,化学清淤对水质和生态环境具有潜在风险。药剂的残留可能对水生生物产生毒性影响,破坏生态平衡。此外,不恰当的药剂使用还可能导致水体的化学需氧量(COD)和生物需氧量(BOD)升高,进一步加剧水质恶化^[4]。为了降低化学清淤的潜在风险,实际应用中需要采取一系列预防措施。首先,应严格筛选和使用环保型、低毒性的化学药剂,减少对环境和生态的负面影响。其次,需要对清淤过程中产生的废水和废渣进行妥善处理,确保不会对环境造成二次污染。最后,加强清淤后的环境监测和评估工作,及时发现并解决潜在的环境问题。化学清淤在针对性处理特定类型淤积物方面具有显著优势,但同时也伴随着环境和生态风险。因此,在实际应用中需要谨慎评估其利弊得失,制定科学合理的清淤方案。

结语

水库淤积问题不仅影响水库的正常功能,还对周边生态环境构成威胁。因此,选择合适的清淤技术显得尤为重要。未来,随着科技的进步和环保意识的提升,我们期待更加高效、环保、低成本的清淤技术能够不断涌现,以更好地保障水库的可持续运营和生态环境的和谐发展。同时,加强水库管理和上游环境保护也是预防淤积问题的重要措施。

参考文献

- [1]何亚歌.浅析水库生态清淤[J].陕西水利,2022(10):186-188.
- [2]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.
- [3]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.
- [4]杜建涛.中小型水库清淤措施分析[J].山西水利科技,2019(2):90-91,96.