

泥沙淤积对水库长期运行效能的影响及调控措施

王建会

华宝通工程监理有限公司 山西太原

【摘要】泥沙淤积是影响水库长期运行效能的关键因素之一。随着水库使用年限的增加，泥沙淤积导致水库库容逐渐减少，水流动力学变化，影响水库的调节能力及水资源的有效利用。淤积不仅减少了水库的蓄水能力，还可能影响其防洪、供水和发电等多重功能。为了保障水库的正常运行，必须采取有效的调控措施，如定期清淤、优化蓄水调度和改善上游水土保持等手段。本文将探讨泥沙淤积对水库的长期影响，分析现有调控措施的效果，并提出更加有效的治理方案。

【关键词】泥沙淤积；水库效能；长期运行；调控措施；库容减少

【收稿日期】2025 年 5 月 15 日

【出刊日期】2025 年 6 月 6 日

【DOI】10.12208/j.jer.20250279

The impact of sedimentation on the long-term operational efficiency of reservoirs and regulatory measures

Jianhui Wang

Huabao Tong Engineering Supervision Co., Ltd, Taiyuan, Shanxi

【Abstract】Sedimentation is one of the key factors affecting the long-term operational efficiency of reservoirs. With the increase in the service life of reservoirs, sedimentation leads to a gradual reduction in the reservoir capacity, changes in hydrodynamics, and affects the regulation ability of the reservoir as well as the effective utilization of water resources. Sedimentation not only reduces the water storage capacity of the reservoir but may also affect multiple functions such as flood control, water supply, and power generation. In order to ensure the normal operation of the reservoir, it is necessary to adopt effective regulatory measures, such as regular dredging, optimizing water storage scheduling, and improving soil and water conservation in the upper reaches. This paper will discuss the long-term impact of sedimentation on reservoirs, analyze the effectiveness of existing regulatory measures, and propose more effective management solutions.

【Keywords】Sedimentation; Reservoir efficiency; Long-term operation; Regulatory measures; Reduction of reservoir capacity

引言

水库作为重要的水资源调节设施，承担着防洪、灌溉、供水、发电等多重功能。随着使用时间的推移，水库受到泥沙淤积的影响愈加严重，导致库容减少，水流动力学变化，直接影响水库的效能。泥沙淤积不仅削弱了水库的水力调节能力，还可能加剧水质问题，降低供水和发电效率。研究泥沙淤积对水库长期运行的影响及其调控措施，具有重要的实际意义。本文将对泥沙淤积的形成原因、影响机制及调控措施进行深入分析，以期水库管理提供理论依据和实际指导。

1 泥沙淤积对水库效能的影响分析

泥沙淤积对水库效能的影响主要体现在几个方面。随着水库的长期运行，水流携带的泥沙会逐渐沉积在水库的底部，导致库容逐年减少。这种库容的减小直接

影响水库的蓄水能力，使得原本能够调节的水量减少，降低了水库在防洪、供水和灌溉等方面的调节功能。尤其在水库遭遇高水位或干旱时期时，泥沙淤积带来的负面效应更为显著，水库的调节能力受到严重制约，甚至可能无法满足设计要求。

除了库容的减少，泥沙淤积还会对水流动力学产生较大影响。水库中的水流在泥沙沉积区域流速降低，改变了水体的流动特征。这种水流动力学的变化会进一步影响水库内的水位调节，使得正常的水库运行受到干扰^[1]。淤积区可能出现水质恶化的情况，由于沉积物的积累，水库底部的水质发生变化，导致水中溶解氧含量下降，水生生态环境恶化，从而影响到水源的安全性和水质的可持续性。

泥沙淤积带来的后果还表现在对水库的综合利用

效能的降低。许多水库不仅用于供水和灌溉,还承担着发电任务。泥沙的沉积不仅降低了水库的有效库容,还可能影响水轮机的工作效率,导致发电效益的下降。淤积还会增加水库的维护成本,因为清理沉积物和维护水利设施需要投入大量的人力物力。随着淤积的加剧,水库的管理难度也随之增大,进而影响其长远的使用效能和水资源的可持续利用。

2 水库泥沙淤积的成因与发展趋势

水库泥沙淤积的成因复杂且多样,其中主要因素包括上游流域的水土流失、降雨强度以及水库的蓄水操作等。上游地区的水土保持工作不完善,是导致泥沙大量入库的主要原因之一。尤其在农业耕作和城市化进程中,过度开发和不合理的土地使用导致土壤的侵蚀加剧,河流携带大量泥沙进入水库。降雨量的增加与强降水事件也加速了泥沙的流失和汇集,尤其是在暴雨后,水流的速度增加,泥沙随着水流快速进入水库,进而形成淤积。水库的蓄水操作方式也对泥沙的沉积起着决定性作用。长时间地大范围蓄水使得水流速度减缓,带来的泥沙更容易沉积在水库底部。

泥沙淤积的形成与发展具有一定的区域性和时间性。水库泥沙的积聚速度往往与地形地貌及水库运行状况密切相关。山区水库由于上游土壤易受侵蚀,泥沙积累速度较快,尤其在未经有效治理的区域,泥沙的淤积现象更加严重。而对于一些大型水库而言,泥沙的淤积往往会呈现出长期积累的趋势,尤其在水流长期处于缓慢流动状态时,沉积物会逐渐形成沉积层,对水库的影响愈加显著。随着时间的推移,这些沉积层的厚度增加,影响水库的运行效能和水质条件。

水库泥沙淤积的未来发展趋势呈现出逐渐加剧的态势。随着气候变化和土地利用变化的影响,水土流失现象在某些地区可能变得更加严重,导致上游泥沙的供应量进一步增加。部分水库由于维护不足或缺乏有效的调控措施,淤积现象难以得到有效遏制^[2]。这种趋势可能导致一些水库在未来几年内出现更为严重的库容减少和水质恶化问题,进一步影响其正常运行。未来的泥沙淤积问题将不仅限于泥沙量的增加,还将涉及沉积物的成分和分布情况,这些因素将共同决定水库的运行效率和管理难度。

随着水库泥沙淤积问题的加剧,特别是气候变化和土地利用方式变化的影响,泥沙的输入量和沉积速度逐年增加。在部分地区,由于水土保持措施不力和上游开发过度,泥沙流失更加严重,导致水库的库容不断缩小,水质问题也随之加重。大型水库的沉积层逐渐加

厚,影响了水库的调节功能和水流动力学,导致水库的整体效能下降。尤其在一些维护不足的水库,泥沙的积累和不及时清理加剧了运行风险。未来,水库管理者必须更加重视泥沙的监控与治理,结合现代技术手段,实施更加精细化、可持续的泥沙控制策略,以保障水库的长期稳定运行和水资源的有效利用。

3 现有调控措施的效果评估与挑战

针对水库泥沙淤积问题,已经采取了多种调控措施,旨在减缓淤积速度并维护水库的长效运行。这些措施主要包括定期清淤、优化水库调度、实施上游水土保持工程以及引入现代化的技术手段。定期清淤是常见的调控方法,通过人工清除水库底部沉积物来恢复库容,保证水库的正常运行。这一措施通常需要投入大量的人力、物力和财力,同时清淤操作也会打乱水库的生态平衡,可能对水生物种的栖息环境造成破坏,造成短期内的水质波动。虽然上游水土保持工程有助于减少泥沙的输入,但由于上游地区的土地利用变化复杂,水土保持措施的效果通常受限于局部区域,且这些措施的实施周期较长,难以在短期内见效。

在水库调度方面,通过优化蓄水方式来减少泥沙淤积的影响也已取得一定成效。通过调整水库的运行水位,减少低水位时的水流缓慢,或通过调节水库进水口位置来引导泥沙排出水库,可以有效减缓泥沙的沉积。这种方法的效果依赖于水库的具体设计和自然环境条件,对于不同类型的水库,调度的方案和实施难度也不尽相同。这种措施只能在一定程度上延缓淤积,并不能完全根除问题,因此仍需与其他措施配合使用^[3-7]。现代化技术,如遥感监测和数值模拟模型,也逐渐被应用于泥沙淤积的监测与预测,通过精准监控水库内的泥沙变化,帮助管理者及时做出调整和应对策略,但这类技术需要高昂的成本,并且在一些地区的应用仍存在技术难题和实践困难。

尽管现有的调控措施在一定程度上取得了效果,但面对水库泥沙淤积问题的长期性和复杂性,依然存在许多挑战。气候变化和不稳定的降水模式使得泥沙的来源和沉积过程变得更加难以预测,造成了对调控效果的评估困难。水库周边地区的开发与土地利用方式不断变化,导致水土流失问题加剧,使得泥沙的输入量持续增加,这对已有的控制措施构成了挑战。由于水库所处的地理环境和水文条件不同,单一的调控手段难以应对所有情况,导致了现有措施效果的不确定性。为应对这些挑战,需要进一步加强多层次、多维度的调控方案设计,并结合先进技术手段,提高泥沙淤积问题

的治理效果。

4 优化调控策略与未来发展方向

为应对水库泥沙淤积问题的日益严峻，未来的调控策略需要在现有措施的基础上进行优化和创新。优化泥沙调控策略的首要任务是加强上游流域的水土保持工作，减少泥沙的输入。这不仅包括植被恢复、坡面治理等传统水土保持手段，还应结合生态工程技术，如人工湿地建设和生态恢复工程等，提升水土保持的效果。应进一步推动集成水土保持措施，实行流域一体化管理，通过源头治理降低泥沙的产生。这种综合性措施将为水库提供更加长久和稳定的泥沙输入控制。

水库管理和调度方面的创新也是优化调控策略的一个重要方向。传统的调度方式往往依赖人工设定，而随着信息技术和智能化手段的发展，现代水库管理可以借助大数据、物联网和人工智能等技术对泥沙的分布和沉积情况进行实时监控与分析^[8]。通过建立基于实时数据反馈的水库调度系统，可以根据水文气象变化、泥沙流量和水库运营状态，动态调整水库运行方式，以最优化水库的调控效果。这种智能化调度系统能够在泥沙淤积的初期及时发现问题，并做出应对措施，从而避免过度淤积对水库效能的影响。

未来，随着技术的不断进步和环境保护要求的提高，水库泥沙调控将更加依赖科技创新与多元化的治理模式。在水库清淤方面，可以引入新型环保清淤技术，例如低成本、高效能的机械清淤或生物清淤技术，以减少人工清淤对水库生态系统的干扰。随着遥感技术和无人机监测的应用，水库的泥沙沉积状况可以更加精准地监测，为决策者提供科学依据。进一步的研究还应加强泥沙运输与沉积的数学模型建设，通过对泥沙动力学的深入理解，制定更加精准的泥沙控制与管理策略。这种综合性、多方位的治理方案将有助于提升水库的长期运行效能，确保水资源的可持续利用。

5 结语

水库泥沙淤积问题对水库的长期运行效能构成了严峻挑战，影响着水库的蓄水能力、水质和综合功能。当前的调控措施虽有一定成效，但仍面临诸多挑战，特

别是在泥沙来源控制和清淤成本等方面。未来，优化调控策略需要结合水土保持、智能化水库管理和新型清淤技术，形成综合治理体系。通过加强流域治理、提升科技应用，并结合区域性特点，将有效减缓泥沙淤积的速度，保障水库的可持续运行。面对日益复杂的环境变化，探索创新的调控措施将是确保水库长期稳定运行的关键。

参考文献

- [1] 孙国兴,苏晓星.水库水沙淤积变化数值模拟验证[J].水利技术监督,2025,(05):171-175.
- [2] 王忠元,王文婕.水沙条件下水库泥沙淤积及排沙特征研究[J].地下水,2025,47(01):242-243+249.
- [3] 周荣攀.水电站水库泥沙淤积对安全生产的影响及治理措施[J].水上安全,2024,(21):91-93.
- [4] 张丰丽,王晓进.水库泥沙淤积计算及其对水库规模的影响分析[J].大坝与安全,2024,(05):10-14.
- [5] 赵晶鑫,郝岩刚.泥沙淤积对黄河上游水库调洪能力的影响与优化方案探讨[C]//河海大学,江苏省水利学会,浙江省水利学会,上海市水利学会.2024(第十二届)中国水利信息化技术论坛论文集.黄河水利委员会上游水文水资源局,;2024:600-607.
- [6] 张锐.党河水库泥沙沉积特征及其防沙减淤措施研究[D].西北师范大学,2024.
- [7] 李昕.清淤塑槽对水库泥沙淤积的影响研究[D].华北水利水电大学,2022.
- [8] 陈建国,邓安军,朱梦圆,等.中国水库和湖泊淤积现状与基础数据库[M].中国水利水电出版社:2021:12.161.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

