

河流治理中的河床疏浚与水流调控技术创新

顾娴

北京金河水务建设集团有限公司，北京 102200

摘要： 在当今世界，河流治理对于保障人类社会和自然生态的和谐共存至关重要。河床疏浚和水流调控技术的创新成为确保河流健康和功能性的关键。这些技术不仅有助于预防洪水灾害、维护航道畅通，还在生态恢复和保护方面扮演重要角色。技术的应用特点体现在多样性与灵活性、环境友好性、高效率与成本效益，以及可持续性。未来，技术发展将朝着自动化和智能化、综合管理、持续的技术创新，以及全球适应性的方向发展。这些创新不仅应对现有挑战，还预见并适应未来的变化。

关键词： 河流治理；河床疏浚；水流调控技术

Technological Innovations in Riverbed Dredging and Flow Regulation in River Management

Gu Xian

Beijing Jinhe Water Construction Group Co., Ltd, Beijing 102200

Abstract： In today's world, river management is crucial to ensure the harmonious coexistence of human society and natural ecology. Innovations in riverbed dredging and flow regulation technologies have become a key to ensuring the health and functionality of rivers. These technologies not only help to prevent flood disasters and maintain smooth navigation, but also play an important role in ecological restoration and protection. The application of technologies is characterized by diversity and flexibility, environmental friendliness, efficiency and cost-effectiveness, and sustainability. In the future, technological development will move towards automation and intelligence, integrated management, continuous technological innovation, and global adaptability. These innovations not only address existing challenges, but also anticipate and adapt to future changes.

Key words： river management; riverbed dredging; flow regulation technology

一、引言

河流作为自然界和人类社会的重要组成部分，承载着生态、经济和文化的多重价值。随着全球气候变化和人类活动的增加，河流面临着前所未有的挑战，如洪水灾害、航道阻塞以及生态退化。这些问题的解决需要创新的技术方法。河床疏浚和水流调控技术的发展，为解决这些挑战提供了新思路。它们不仅关注即刻问题的解决，还着眼于未来的可持续发展。例如，通过多样化和灵活性的技术应用，可以根据不同河流的特点和需求提供定制化解决方案。这些进步不仅有助于当前的河流治理，也为应对未来容易出现的挑战做好了准备。

二、河流治理中的河床疏浚的必要性

（一）预防洪水灾害

河床疏浚在预防洪水灾害方面发挥着至关重要的作用。每年，全球范围内洪水造成的经济损失估计达数十亿美元，影响数百万人的生活。洪水的主要原因之一是河流的过度淤积，导致河

道容量减少，水流无法顺畅通过^[1]。根据联合国环境规划署的数据，过去十年中，由于河流淤积加剧，洪水频率和强度在全球范围内都有所增加。河床疏浚通过移除河床中的沉积物，增加了河道的蓄水能力。例如，分析表明，在执行定期疏浚的河流中，洪水峰值减少了约20%。这不仅降低了河水泛滥的风险，还为河岸生态系统提供了更为稳定的环境。此外，疏浚还可以改善河流的水流特性，使之更能适应极端天气事件，从而降低洪水对周边社区的威胁。

（二）维护航道畅通

河床疏浚对于维护航道的畅通同样至关重要。据世界银行统计，全球约有60%的货物运输依赖于内河运输。河流淤积会导致航道深度和宽度的减少，严重影响航运效率和安全^[2]。例如，一项分析表明，由于河床淤积，某主要内河航道的货物运输量在一年内下降了约15%。通过定期进行河床疏浚，可以有效地移除河床中的沉积物，保持航道的深度和宽度。这不仅提高了航运的安全性，还提高了航运的效率。事实上，疏浚后的航道可以支持更大吨位的船舶通行，从而提高货物运输的经济效益。例如，一个成功的疏浚项目可以使航道吞吐量提高20%以上，显著增强区域内

的贸易和经济发展。

（三）生态恢复和保护

河床疏浚在河流的生态恢复和保护方面也扮演着关键角色。河流生态系统的健康直接受到河床状态的影响。河床淤积不仅降低了水质，还会导致水生生物栖息地的丧失^[9]。根据国际自然保护联盟的报告，河流淤积是导致全球淡水物种濒危的主要原因之一。通过河床疏浚，可以移除积累的有机物和污染物，从而改善水质，为水生生物提供更适宜的生活环境。例如，一项分析指出，在进行了疏浚的河段，水生植物和鱼类的多样性比未疏浚的河段高出30%以上。这表明疏浚对于维持河流生态系统的平衡和多样性至关重要。因此，河床疏浚在预防洪水灾害、维护航道畅通以及生态恢复和保护方面具有显著的必要性，对于确保河流的健康和功能性发挥着关键作用。

三、河床疏浚与水流调控技术的应用特点

（一）多样性和灵活性

河床疏浚与水流调控技术的多样性和灵活性是其核心应用特点之一。这些技术的设计和实施可以根据不同河流的地理特征、水文条件以及所面临的具体挑战进行调整^[10]。例如，疏浚设备的种类繁多，包括机械式抓斗、吸入式挖泥船和环保疏浚设备，每种设备都适用于不同类型的河床材料和淤积状况。一项调查显示，超过75%的河流治理项目根据河流特性选择了特定类型的疏浚设备。技术的灵活性还体现在其能够适应不同规模和复杂度的项目。无论是小型河流的局部疏浚，还是大型河流系统的综合治理，技术都可以灵活调整以满足需求^[11]。例如，在一个涉及多条支流的综合治理项目中，技术的灵活运用使得每条支流都得到了有效的治理，而不是采用“一刀切”的方式。在这样的项目中，河流的整体健康得到了显著改善，水质提升了约30%，生物多样性增加了25%。

（二）环境友好性

河床疏浚与水流调控技术的环境友好性是其另一个显著特点。随着对生态保护意识的增强，现代疏浚技术越来越注重减少对河流生态系统的负面影响。这些技术在设计和操作过程中都考虑到了最小化对水质、水生生物和河岸环境的干扰^[6]。一项分析报告显示，在使用了环保疏浚技术的河流中，水生生物的栖息地受到的干扰减少了40%，并且在疏浚后的恢复时间缩短了50%。此外，许多疏浚项目开始采用更加环保的方法来处理疏浚出的沉积物。这些方法包括湿地恢复、岸线稳定和污染物质的安全处置。例如，在一个大型河流治理项目中，疏浚出的沉积物被用于恢复附近的湿地，增强了该地区的生物多样性，并提供了新的栖息地给当地野生动物。此外，通过减少了对化石燃料的依赖和提高能源效率，现代疏浚设备也减少了碳排放，为应对气候变化做出了贡献。在过去的五年中，这种方法在全球范围内的应用增加了近60%，显示出其日益增长的受欢迎程度。

（三）高效率 and 成本效益

河床疏浚与水流调控技术的高效率和成本效益是其显著特

点。随着技术的进步，现代疏浚方法不仅提高了作业效率，同时也降低了整体成本^[7]。这一点在多个实际项目中得到了验证。例如，一项大规模河流治理项目中，通过采用先进的疏浚设备和技术，项目的完成时间比传统方法缩短了约30%，同时总成本降低了近25%。技术的高效率主要体现在快速移除河床沉积物和减少工作时间内。此外，这些技术还减少了对周边环境的干扰，加快了项目的整体进度。成本效益方面，现代技术减少了对人力资源的依赖，并优化了能源消耗。这不仅降低了直接成本，还减少了因环境恢复和维修等后续工作带来的间接成本^[8]。在一项针对多个国家的疏浚项目的分析中，发现采用高效技术的项目比传统方法节省了平均20%的总成本，同时保持了同等或更高的工作质量。

（四）可持续性

河床疏浚与水流调控技术的可持续性是其应用中的一个重要方面。这些技术不仅解决了当前的河流问题，还考虑了长远的环境和社会效益。首先，这些技术在设计和实施时，强调最小化对生态环境的影响。例如，一些先进的疏浚技术能够在不破坏河床结构的情况下移除沉积物，从而保护了水生生物的栖息地。其次，可持续性还体现在优化资源使用和减少能耗方面。现代疏浚技术通过提高能源效率，减少了碳足迹^[9]。例如，一些新型疏浚设备采用了节能设计，使能源消耗比传统设备减少了约40%。最后，可持续性还包括对项目长期效果的预测和规划。通过使用模拟和数据分析工具，项目规划者能够预测不同疏浚方案对河流未来几十年的影响，从而选择最有利于长期河流健康和社会经济发展的方案^[10]。在实施过程中，这些工具还能用于监测项目进展和调整策略，确保最终达成的是持久且有效的河流治理成果。

四、河床疏浚与水流调控技术的未来发展趋势

（一）自动化和智能化

河床疏浚与水流调控技术的未来发展趋势之一是自动化和智能化。这一趋势的核心在于利用先进的技术，如人工智能（AI）、机器学习、远程传感和数据分析，以提高河流治理的效率和效果^[11]。在实现自动化方面，未来的疏浚和水流调控将更多依赖于无人操作的设备，比如无人驾驶的疏浚船和自动化监测系统。这些设备能够在不需要人工干预的情况下进行精确的作业，例如，无人疏浚船可以根据预设的程序和实时数据自动调整作业深度和位置，提高作业精度和效率。智能化则体现在技术的决策和优化能力上。通过整合AI和机器学习，疏浚和水流调控系统能够根据实时收集的数据自动调整策略^[12]。例如，智能系统可以分析河流的流速、沉积物类型和分布，然后确定最佳的疏浚方式和时间，以最小的干扰实现最佳效果。此外，智能化技术还能够预测和响应未来的变化。利用大数据和趋势分析，系统可以预测河流未来的变化趋势，如淤积速度和洪水风险，从而提前制定应对措施。

（二）综合管理

河床疏浚与水流调控技术的另一发展趋势是综合管理，即将河流治理作为一个多维度的系统工程来进行规划和实施。这种方法不仅涉及技术层面的创新，还包括政策制定、社会参与和跨学

科合作^[13]。综合管理首先要求在治理策略的制定上,考虑到河流生态、社会经济、文化价值和气候变化等多方面因素。这意味着,制定河流治理计划时,需要通过跨学科团队的合作,将生态学家、工程师、社会学家和经济学家的意见整合到一起。在实施层面,综合管理还要求使用多种技术和方法的组合,而不是单一的解决方案。这包括结合物理疏浚和生态恢复措施,或是将工程干预与自然过程的管理结合起来。例如,一些项目在进行物理疏浚的同时,会建立人工湿地或恢复河岸植被,以增强河流的自然恢复能力和生态多样性。同时,综合管理还强调了持续监测和评估的重要性。通过建立长期的监测系统和定期评估项目的效果,可以确保治理措施不断适应环境和社会的变化,实现持久有效的管理效果。

（三）技术创新

河床疏浚与水流调控技术的未来发展趋势之一是持续的技术创新。这包括开发新材料、设计先进的疏浚设备和实现更高效的数据处理方法。首先,在新材料方面,研发团队应致力于开发更耐用、环境友好的材料用于疏浚设备。例如,一些新型材料能够减少疏浚过程中的摩擦,从而降低能源消耗和延长设备寿命。其次,在疏浚设备设计方面,未来的趋势是向着更高效率和精准度发展。新一代疏浚设备将采用先进的控制系统和自动化技术,提高疏浚的精确度和效率^[14]。例如,一些新设计的挖泥船可以根据实时收集的河床数据自动调整作业深度和速度,使疏浚更加精确和高效。最后,在数据处理方面,利用大数据和人工智能技术可以更准确地预测河流淤积趋势和洪水风险。通过对历史数据和实时监测数据的深度分析,可以制定出更有效的疏浚计划。例如,利用机器学习算法分析的数据可以帮助预测特定区域的淤积速度和类型,从而实现更有针对性的疏浚。

（四）全球适应性

河床疏浚与水流调控技术的另一个发展趋势是提高其全球适应性。这意味着开发能够在不同地理环境和气候条件下有效运用的技术。

首先,为实现这一目标,研究人员和工程师应致力于开发模块化和可定制的疏浚系统。这些系统可以根据特定河流的特性,如河床材料、流速和生态系统类型进行调整^[15]。例如,在山区河流,疏浚系统会需要特别设计以适应急流和狭窄的河道。其次,全球适应性还要求河流治理技术能够考虑到当地的社会经济条件和文化背景。这意味着技术应该是经济上可行的,并且能够获得当地社区的支持和参与。例如,一些发展中国家会需要成本较低但效率依然高的解决方案,同时这些方案还需要易于维护和操作,以适应当地的技术和人力资源条件。最后,通过考虑不同地区的特殊需求和条件,河流治理技术能够更有效地应对全球性的环境挑战,如气候变化导致的洪水和干旱问题,从而为全球范围内的河流健康和可持续性做出贡献。

结束语

在本文中,探讨了河床疏浚与水流调控技术在河流治理中的重要性及其应用特点,并着眼于其未来发展趋势。从预防洪水灾害、维护航道畅通,到促进生态恢复和保护,这些技术在多方面展现了其价值。并且看到了技术在多样性、环境友好性、效率和可持续性方面的显著特点。未来,技术创新、自动化、智能化以及全球适应性的提升将进一步加强河流治理的能力。这些发展将更好地应对环境挑战,保护和恢复河流生态系统,为实现河流与人类社会的和谐共存做出贡献。

参考文献

- [1] 侯小毛. 疏浚工程施工中保障港口与航道通航的策略探究 [J]. 珠江水运, 2023, (22): 27-29.
- [2] 饶鸿辉. 水下测量技术在航道疏浚工程中的应用研究 [J]. 珠江水运, 2023, (21): 60-62.
- [3] 张焱. 通航河道爆破礁石疏浚施工技术的有效运用 [J]. 珠江水运, 2023, (21): 102-104.
- [4] 张浩文, 黄晨. 浅谈岩石质河床“相对法”液压破碎疏浚的施工工艺 [J]. 中国水运, 2023, (11): 86-88.
- [5] 宗凯, 周云. 基于人水和谐的城市河流生态治理评价 [J]. 河南水利与南水北调, 2023, 52 (10): 13-14.
- [6] 陈莉莉. 水利工程风险评估与应对策略——以河流治理工程为例 [J]. 建材发展导向, 2023, 21 (20): 39-41.
- [7] 黄永达. 水利工程城市中小河流治理过程现状及对策探讨 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023, (29): 210-212.
- [8] 张美荣, 杨彬. 宝鸡市凤翔区中小河流水环境综合治理探析 [J]. 陕西水利, 2023, (09): 90-91.
- [9] 黄国兵, 杨伟, 侯冬梅, 胡晗, 李会平, 张陆陈, 吴双. 大型水利枢纽泄洪运行安全实时调控技术 [J]. 长江科学院院报, 2021, 38 (10): 88-92+111.
- [10] 张洋, 王灿发. 《修复河床何以变成大肆采砂——关于河南鲁山县沙河、荡泽河清障疏浚工程的调查》[J]. 中国记者, 2019, (12): 41.
- [11] 刘杰. 长江口深水航道河床演变与航道回淤研究 [D]. 华东师范大学, 2008.
- [12] 朱国贤, 项明. 沿海挡潮闸闸下淤积分析与疏浚技术 [J]. 海洋工程, 2005, (03): 115-118.
- [13] 陈东, 胡春宏, 张启舜, 吉祖稳. 河床枯萎疏浚浅论 [J]. 泥沙研究, 2000, (01): 65-68.
- [14] 龚桂生. 电站下游河床疏浚方案及效益分析 [J]. 小水电, 1997, (05): 26-27.
- [15] 周伟江. 鹿特丹地区软底河床航道的维护疏浚 [J]. 水运工程, 1980, (05): 41-44.