

山区河流船闸水工结构耐久性设计与施工技术研究

罗 斌

广东省北江航道事务中心清远航道所 广东 清远 513000

【摘要】：山区河流船闸水工结构因受山地特殊水文气候和地质条件的影响，耐久性面临着严峻考验。本文探讨了山区河流船闸的耐久性设计与施工技术，分析了水工结构的常见耐久性问题，提出了适应山区河流特点的设计原则和施工技术方案。通过对材料选择、结构设计以及施工工艺的深入研究，提出了提高船闸结构长期稳定性的有效措施。本研究为山区河流船闸的工程建设提供了理论支持与技术指导，推动了水工结构耐久性建设的发展。

【关键词】：山区河流；船闸；水工结构；耐久性设计；施工技术

DOI:10.12417/2811-0528.26.07.044

引言

山区河流的特殊水文气候和地质环境对船闸水工结构的耐久性构成了严峻的挑战。在山区河流的建设过程中，船闸作为重要的水利工程设施，必须承受高流速、强冲击力以及变化莫测的水位。为了确保船闸结构在长期运营中的稳定性与安全性，设计与施工过程中需要采取针对性的技术措施，保证水工结构能够有效抵抗这些不利因素的影响。针对这一问题，探索如何提升船闸结构的耐久性，优化设计方案与施工技术，已经成为当前水利工程领域的一个重要课题。

1 山区河流船闸水工结构的耐久性问题分析

山区河流船闸水工结构的耐久性问题主要体现在多个方面。山区河流的水文环境复杂，水流变化剧烈，常常伴随着突发洪水、强流冲击和泥沙淤积等现象。船闸水工结构在这种环境中长期运行时，容易受到水流侵蚀、冲刷和水位波动的影响，导致结构的抗压强度、耐腐蚀性和抗疲劳性逐渐降低。尤其是受山体滑坡和地震等地质活动的影响，船闸的基础稳定性成为重要问题。另一个突出的耐久性问题是船闸的结构材料在山区河流环境下容易受到化学腐蚀。山区河流的水质通常较为复杂，水中的酸碱度和盐分变化较大，这些因素会加速钢筋混凝土及金属材料的腐蚀速度，缩短结构的使用寿命。尤其是在船闸闸门及启闭系统的金属部件上，腐蚀现象较为明显，严重时可能导致设备失效，影响船闸的正常运行。

水工结构的设计和施工也面临着极高的挑战。山区河流的地质条件常常不稳定，土壤松软、岩层裂隙发育，这使得船闸的基础承载力和稳定性难以保证^[1]。加之施工过程中的难度较大，设备和施工材料的运输及施工环境的控制变得尤为重要。在这种复杂条件下，传统的设计方法和施工技术可能无法有效应对各种不确定因素，导致水工结构在长期使用中出现疲劳损伤或裂缝，影响结构的整体稳定性。山区河流船闸水工结构的维护和管理也存在一定的困难。由于地理位置偏远，交通不便，

定期检查和维修工作难以按时进行，长期以来，这种结构的健康状况难以得到有效监控，增加了耐久性问题的发生概率。

2 耐久性设计原则与施工技术优化

山区河流船闸水工结构的耐久性设计原则需要结合山地水文环境的特殊性进行优化。设计过程中，应充分考虑山区河流的流量波动、强流冲击以及水质的腐蚀性，合理选材，并采用科学的结构布局。为了提高抗冲击性，设计时应强化闸门、启闭系统和基础部分的抗震能力，选用高强度、耐腐蚀的材料，如不锈钢、耐候钢及防腐涂层，增强结构的长久耐用性。在水流冲刷强度较大的区域，设计人员应在结构表面增设防护层或采取抗腐蚀措施，以避免长期的水流冲刷带来的损伤。考虑到山区的地质不稳定性，应对船闸基础进行深入分析，采取桩基或加固措施，以提高基础的承载能力和稳定性。

在施工技术优化方面，山区河流船闸的建设需要克服复杂的地理和气候条件。施工方案的制定应充分考虑施工现场的交通条件、材料运输的可行性及施工工艺的适应性^[2]。山区河流的施工环境往往条件艰苦，机械设备的使用受到限制，因此要选用便于运输且高效的施工机械，确保工程的顺利进行。同时，施工过程中必须采用先进的施工技术，如混凝土防水处理技术、抗冻融技术和高性能耐腐蚀材料的应用，来增强结构的抗水侵蚀能力。施工时应精确控制混凝土的浇筑质量，避免出现裂缝和渗漏现象，确保整体结构的严密性。

施工技术优化的另一个关键点在于土体加固和地基处理。在山区河流地质条件下，土壤松软、岩层不均，可能导致沉降和不均匀变形。在施工前，应对土壤进行详细勘察，并根据实际情况选择合适的地基处理技术，如深层搅拌法或注浆加固法。这些技术可以有效增强地基的承载力，减少结构变形对船闸整体稳定性的影响。在施工过程中，还应加强对水位和水流的监控，确保水工结构施工在水文条件的影响下能够安全进行。针对后期维护，施工团队应确保结构的易检修性，设计时

考虑到便于清理和更换部件的设计,减少结构因缺乏及时维护而造成的耐久性问题的。

3 提升山区河流船闸结构长期稳定性的技术措施

提升山区河流船闸结构长期稳定性的关键在于采取一系列综合性技术措施。船闸结构的基础设计应充分考虑到山区特殊的地质环境。山区的土壤松软,岩层破碎,容易导致结构基础的沉降或不均匀变形,因此需要采取多层次的基础加固方案。对于地基不稳定的区域,可以使用深层搅拌法或注浆加固技术来提高土体的承载力,确保基础的稳定性和均匀性。对于特殊的水文条件,可采用浮筒式基础或桩基形式,增强结构与基础的整体配合能力,以避免山体滑坡或水流冲击带来的不良影响。

在结构设计方面,船闸的耐久性设计应紧密结合山区河流的水文特点,确保结构能够长期抵抗水流侵蚀、强烈的水位变化和大流量冲击。在船闸的闸门、启闭设备及其连接部分,使用高强度、抗腐蚀的材料,如不锈钢或耐候钢,能够有效延长设备的使用寿命。为了提高抗冲击性,船闸结构应加固关键部位,尤其是面对强流冲击的区域,应增加钢筋混凝土的配比,增强抗水压和抗震能力。在设计过程中,加入减震、隔振装置,可进一步增强结构对自然灾害的抵抗力。

另一个关键技术措施是施工中的质量控制。山区河流船闸的施工常常面临恶劣的气候和复杂的地理环境,施工现场的交通和物资供应都可能受到限制。因此,施工技术的优化至关重要^[3]。施工前应进行详细的勘测,制定出具体的施工计划,并

利用现代化的测量仪器和设备进行现场勘察,以确保施工精度。施工过程中应选择适应山区环境的机械设备,确保施工进度不受气候变化的影响。在混凝土浇筑过程中,采用高强度、低水化热的材料,可以有效避免结构开裂现象的发生,从而提高结构的抗裂性能和耐久性。

后期的维护和监测同样对提升船闸结构的长期稳定性至关重要。由于山区交通不便,定期检查和维修往往面临困难,因此需要在设计阶段就考虑到船闸的可检修性和维护便捷性。可以通过设置监测系统来实时跟踪船闸各部位的使用情况,包括闸门的启闭状态、基础沉降情况以及水流对结构的冲击力,及时发现潜在问题并进行修复。定期检查关键部件的磨损情况,确保设备在高负荷运行下能够保持良好的工作状态,避免因局部故障而影响整体结构的稳定性。通过上述一系列技术措施的实施,可以有效提升山区河流船闸水工结构的长期稳定性,确保其在复杂环境下的安全运行,为水利设施的可持续发展提供坚实的基础。

4 结语

通过对山区河流船闸水工结构耐久性设计与施工技术的分析,可以看出,结合山地水文环境特点,优化设计方案和施工技术是提高船闸长期稳定性的关键。科学的结构设计、高性能材料的使用、合理的施工技术以及完善的后期维护措施,将有效提升水工结构的耐久性,确保船闸能够在复杂环境中长期安全运行。这些措施为山区水利设施的可持续发展提供了宝贵的技术支持。

参考文献:

- [1] 崔峰,段一峰,张尘,苏东升.船闸水工结构三维配筋系统研究及应用[J].中国水运,2025(1):107-110.
- [2] 张丽媛,汤建宏.高水头省水船闸水工结构及输水系统研究[J].水运工程,2016(10):146-151.
- [3] 徐红.山区河流船闸设计最高通航水位确定方法的探讨[J].中国水运(下半月),2021,21(10):71-72.