

涉河浮桥防汛管理及工程影响研究

● 吕玉宏



[摘要] 黄河流域防洪防汛工作长期面临严峻挑战,浮桥作为黄河河道交通的重要基础设施,对河道防洪和区域安全影响深远。本研究以山东省郓城苏阁黄河浮桥为例,分析其度汛管理中的关键问题及解决方案,探讨浮桥在不同汛情条件下对河道冲刷、壅水和河势变化的影响,并提出改进建议,旨在为黄河流域其他浮桥管理工作提供参考。

[关键词] 黄河浮桥;防洪管理;度汛方案;壅水影响;冲刷分析

黄河是我们的母亲河,也是世界上治理难度最大的河流之一。黄河流域尤其是下游地区,由于河床高悬、水沙关系复杂以及气候多变,长期面临严峻的防洪防汛挑战。每年汛期洪水暴涨、凌汛灾害频发,对沿岸民众安全构成极大威胁。在黄河防洪体系中,浮桥作为一类跨河交通设施,因其灵活性和经济性,广泛应用于中下游河段。浮桥的建设不仅承载着交通运输的任务,同时在汛期和凌汛期也面临着河势变化、洪水冲刷以及冰凌破坏等诸多考验。

近年来,随着黄河中游小浪底水库等水利枢纽的建成运行,黄河下游的水沙调控能力显著增强,主河槽河势趋于稳定,为浮桥的运行提供了相对有利的条件。然而,浮桥在汛期依然会占用行洪断面,导致局部壅水和冲刷加剧;在凌汛期更可能因卡冰封河威胁上下游河道安全。因此,科学分析浮桥的防洪影响,制定合理的度汛方案,对保障黄河流域防洪安全具有重要意义。

本文以山东省郓城苏阁黄河浮桥为例,深入探讨浮桥在不同水文条件下对河道防洪的潜在影响。重点关注浮桥对河势变化、壅水、冲刷以及凌汛防控的具体表现,结合防汛管理经验和理论基础,提出优化浮桥防洪管理的建议。本文旨在为黄河流域浮桥运行管理提供具有实践价值的理论依据,同时探索浮桥与河道防洪系统协调发展的有效路径。

近年来,随着黄河中游小浪底水库等水利枢纽的建成运行,黄河下游的水沙调控能力显著增强,主河槽河势趋于稳定,为浮桥的运行提供了相对有利的条件。然而,浮桥在汛期依然会占用行洪断面,导致局部壅水和冲刷加剧;在凌汛期更可能因卡冰封河威胁上下游河道安全。因此,科学分析浮桥的防洪影响,制定合理的度汛方案,对保障黄河流域防洪安全具有重要意义。

本文以山东省郓城苏阁黄河浮桥为例,深入探讨浮桥在不同水文条件下对河道防洪的潜在影响。重点关注浮桥对河势变化、壅水、冲刷以及凌汛防控的具体表现,结合防汛管理经验和理论基础,提出优化浮桥防洪管理的建议,旨在为黄河流域浮桥运行管理提供具有实践价值的理论依据,同时探索浮桥与河道防洪系统协调发展的有效路径。

Q 黄河浮桥概述与研究方法

(一) 浮桥基本情况

郓城苏阁黄河浮桥位于山东省郓城县与河南省范县交界处,是连接郓苏公路与范县至濮阳公路的关键跨河交通枢纽。浮桥全长 480 米,由 21 艘双体钢制承压舟、2 艘趸船和 2 组跳板构成,桥面车道宽 9m,总设计荷载 150t,采用舟梁合一的结构形式。浮桥的上下游通过缆索锚固,确保结构稳定。2014 年投入使用以来,浮桥在改善区域交通条件、促进经济交流方面发挥了重要作用。

(二) 浮桥运行及防洪管理现状

自运行以来,郓城苏阁黄河浮桥严格按照河务及交通管理部门的要求进行管理,制定了针对汛期及凌汛期的应急预案,并在必要时实施浮桥拆除或锚固。在实际运行中,浮桥对所在河段的河势变化影响较小,但仍面临以下主要问题。

(1) 壅水效应: 浮桥占用河道过流断面,导致上游水位局部抬升。(2) 冲刷加剧: 局部流速增加可能引发河床局部冲刷。(3) 凌汛威胁: 冬季冰凌密集期浮桥可能造成卡冰或冰塞,危及河道及堤防安全;设施老化: 承压舟、锚固缆绳等设施长期使用后存在老化风险。

为应对上述问题,浮桥管理单位每年定期拆除浮桥,并采取工程和非工程措施,以确保浮桥运行安全及黄河防洪安全。

Q 浮桥对河道防洪的影响分析

(一) 浮桥对壅水的影响

1. 壅水效应分析

浮桥占用河道过水断面,在运行期间承压舟及其连接结构会减少过流面积,使水流受阻,从而在浮桥上游产生壅水现象。浮桥壅水高度与河道过水断面面积、河道水流流速、浮桥结构形态等因素密切相关。郓城黄河浮桥运行期间河道平均流速由 1.33 米/秒提高至 1.62 米/秒,上游主流河道壅水范围小于 1123 米,壅水高度为 3~5 厘米。尽管壅水范围有限,但在汛期可能引起局部漫滩,从而影响堤防和滩区民众的安全。

2. 壅水对河道稳定性的潜在威胁

壅水对河道稳定性存在潜在威胁,主要分为以下三个方面:(1)堤防安全:壅水导致上游水位抬升,可能增加堤防压力,尤其在漫滩区域,水流对堤脚的侵蚀作用增强。(2)滩区淹没:壅水范围内的滩区易受漫滩洪水威胁,可能造成滩区耕地损毁和设施淹没。(3)应急管理需求:壅水效应要求在高流量汛期及时采取浮桥拆除措施,确保不阻碍行洪。

(二) 浮桥对河道冲刷的影响

1. 冲刷效应机理

浮桥的承压舟及连接缆索改变了河道内水流的分布特性,浮桥下游流速的增加可能引发局部冲刷。冲刷深度由流速、河床颗粒大小和河道坡降共同决定。郓城苏阁黄河浮桥运行后,断面平均流速由 1.33 米/秒提高至 1.62 米/秒,冲刷深度增加了 0.46 米。尽管冲刷影响较为局部,但在长期运行中,可能对下游河床稳定性造成威胁。

2. 冲刷对防洪工程的潜在影响

冲刷对防洪工程存在潜在威胁,主要分为以下三个方面:(1)河床侵蚀:长期冲刷会降低河床高程,可能影响控导工程的功能。(2)根石稳定性:冲刷增加了下游堤防根石失稳的风险。(3)工程维护成本:浮桥运行导致的冲刷可能需要更多的工程维护和加固投入。

(三) 浮桥对河势变化的影响

1. 河势变化特点

郓城苏阁黄河浮桥所在河段自 20 世纪 70 年代治理以来,河势逐步稳定。然而,浮桥的存在对河势变化仍存在一定影响,具体表现为:(1)浮桥在短期内可能引发局部水流调整,但主河槽稳定性较强。(2)长期运行中,浮桥锚固设施可能引起局部水流紊动,导致冲刷和淤积的空间分布改变。

2. 河势变化评估

根据历史监测数据,浮桥所在河段的河势摆动幅度较小,但浮桥建成后,其锚固点附近的局部河床出现了轻微冲刷,导致上下游流路的平衡调整。

(四) 浮桥对凌汛防控的影响

1. 凌汛期浮桥的运行特性

凌汛期是黄河下游最为危险的季节之一,浮桥对防凌工作的影响主要体现在以下方面:(1)卡冰风险:浮桥承压舟可能成为河道内冰块的阻碍物,造成冰凌堆积。(2)冰坝形成:在浮桥未及时拆除或锚固不力的情况下,凌汛期易形成冰坝,引发上游水位剧增。

2. 实际运行案例分析

根据历史数据,郓城苏阁黄河浮桥建成后,其对凌汛期防洪工作的影响相对较小:(1)流凌密度未超过 20% 时,浮桥运行基本稳定。(2)历史上多次冬季温度偏高,浮桥未出现严重的卡冰和冰坝问题。

3. 防凌管理策略

为降低凌汛风险,郓城苏阁黄河浮桥在凌汛期采取了以下措施:(1)人工破冰:利用长臂挖掘机及时疏通冰凌。(2)应急拆除:在流凌密度超过 20% 或接到防凌指令时,迅速拆除浮桥,确保河道畅通。

Q 度汛方案及管理措施

针对郓城苏阁黄河浮桥所在河段的水文特性和防洪需求,在综合考虑流量等级、气象条件及防洪要求的基础上,制定了一系列工程措施和非工程措施,确保浮桥运行期间防洪安全。本部分详细分析方案内容及其实施策略。

(一) 防洪形势分析

(1)气象条件。该河段属暖温带半湿润季风气候,降水量主要集中在汛期(6~8 月)。2023 年预测黄河上游降水较常年偏多 1~2 成,可能导致中下游发生超警洪水。

(2)来水来沙情况。黄河中游的小浪底水库蓄水运用改变了下游水沙分布特性。调水调沙期间,河槽可能局部冲刷,影响河道稳定性。

(3)凌汛特性。冬季气温变化剧烈,易形成冰凌堆积或冰坝。近年来受气候变化影响,凌汛灾害频率降低,但极端情况仍可能引发险情。

(二) 度汛方案设计

度汛方案针对不同流量和凌汛情况,设计了分级响应措施,确保浮桥的安全运行及防洪能力。

1. 不同流量级别下的拆除方案

根据浮桥管理办法,针对不同流量的预警条件,度汛方案具体规定了浮桥的拆除步骤和锚固措施。(1)当花园口站流量达 3000 立方米/秒。此时河段水位上升显著,但未达警戒状态,浮桥管理单位须密切监测水情,加强巡查与缆绳调整。

(2)当花园口站流量为 3000~6000 立方米/秒。此级流量易引发局部漫滩洪水,需在 24 小时内完成浮桥的全面拆

除。①拆除流程：自中间向两端逐步拆解承压舟，使用拖轮将舟体运至预定锚固点。②锚固方式：一舟一锚，使用高强度钢缆(直径26mm，强度 $\geq 150\text{MPa}$)将承压舟固定。

(3)当花园口站流量超过6000立方米/秒。此级流量引发的漫滩洪水将淹没浮桥附近区域。①附加措施：承压舟及附属设施需转移至大堤范围外，严禁阻碍河道泄洪。②沉舟备选方案：在无法完成转移的情况下，采用破舟或注水沉舟策略，确保不影响下游河道通行。

2.凌汛期浮桥管理

凌汛期的浮桥管理重点在于及时拆除和防止卡冰现象：

(1)流凌密度未达20%：采用长臂挖掘机人工破冰，确保冰凌从承压舟间隙通过。(2)流凌密度超过20%或封河：立即启动应急预案，全面拆除浮桥，将承压舟拖运至锚固点。

(三)非工程措施

为确保度汛方案的顺利实施，郓城苏阁黄河浮桥管理单位制定了一系列非工程措施，加强组织管理与信息联动。

1.组织管理

(1)机构设置：成立以浮桥经理为组长的防洪领导小组，明确拆桥、锚固、后勤保障等分工。(2)值班制度：严格落实领导带班制度和24小时值班制度，汛期增加巡查频次。

2.信息联动

(1)实时水情监测：通过视频监控系统与河务部门的水文预报平台实现信息共享，确保及时掌握水情动态。

(2)多部门协作：与郓城河务局、黄河防汛指挥部等相关部门建立联动机制，确保信息畅通，及时响应突发情况。

3.应急预案

在防洪或凌汛突发情况下，启动应急预案：(1)应急物资储备：包括救生衣60件、救生圈30件、大型吊车和拖轮等设备。(2)应急指挥系统：通过电话、短信、广播等方式迅速发布拆桥命令，保证人员和设备在规定时间内到位。(3)后勤保障：安排专人负责拆桥物资运输、储存和维护，确保拆桥工作高效进行。

(四)度汛方案的实施效果评估

1.效果良好

(1)安全性：及时的浮桥拆除措施有效避免了河道堵塞和防洪设施受损。(2)经济性：在保证防洪安全的前提下，浮桥拆除及锚固费用得到了合理控制。

2.存在的问题

(1)极端天气应对能力不足：需进一步研究应对超大洪水或异常凌汛的应急策略。(2)信息化水平有待提升：建议引入实时水位传感器和大数据分析技术，加强监测与预警。

Q 改进建议

郓城苏阁黄河浮桥的度汛管理方案在应对黄河下游复杂

的水文和凌汛条件方面展现出了一定的成效，但随着气候变化带来的不确定性增加，以及防洪防凌工作的标准不断提升，现有方案仍存在优化空间。本部分提出改进建议，并对未来发展方向进行展望。

(一)工程措施优化

(1)强化锚固系统稳定性。现有的“一舟一锚”方案虽然满足基本防洪需求，但在高流量洪水和凌汛条件下，锚固设施可能因强水流或冰凌冲击而失效。建议进一步优化锚固方案，增加锚固点数量和分布密度，并采用高强度复合材料制作锚固缆索，提升系统可靠性。在滩区锚固点附近布设沉排或护脚工程，减少局部冲刷对锚固设施的威胁。

(2)优化浮桥设计以减小壅水效应。对承压舟形状进行改进，如采用流线型舟体设计以降低阻水率，从而减小壅水高度。引入可升降桥面设计，在水位上涨或流凌密集期间提高桥面高度，减少浮桥与水流的干扰。

(二)非工程措施完善

(1)加强监测与预警能力。在浮桥所在河段布设高精度水位传感器和流速传感器，实现实时数据采集和分析。引入大数据和人工智能技术，通过对历史水文和气象数据的建模预测，为度汛管理提供精准预警。

(2)提升信息化管理水平。建立浮桥管理数字化平台，将浮桥运行、维护、应急等信息统一整合，实时与河务局、气象部门共享，提高多部门协作效率。在浮桥关键节点安装高清视频监控系統，强化对拆除和锚固过程的远程可视化管理。

Q 结束语

郓城苏阁黄河浮桥的度汛管理，充分体现了黄河下游防洪工程中的复杂性与系统性。通过合理的工程与非工程措施，浮桥对河道的负面影响得以控制，但仍有提升空间。在浮桥延期运行中应加强科技应用与协同管理，确保黄河流域的综合防洪能力稳步提高，助推黄河流域高质量发展进程。

参考文献

- [1]韦秉林.城市排涝泵站增点扩容工程规划设计要点研究[J].陕西水利,2020(06):203-205.
- [2]宋华力.黄河防洪工程体系建设与布局展望[J].中国水利,2022(04):16-18.
- [3]张慧昌.五华河左岸防洪堤布置及地基加固研究[J].黑龙江水利科技,2021,49(12):75-78.
- [4]贾小明.浅谈水电站坝体防洪闸门防腐施工安全管理实践[J].水电站机电技术,2020,43(11):211-212.

作者简介：

吕玉宏(1974—),女,汉族,山东菏泽人,本科,高级工程师,菏泽黄河河务局郓城黄河河务局,研究方向:非防洪工程、水行政管理。