

极端洪水下荆江洲滩植被响应研究

朱梦垚¹, 渠庚^{1,2*}, 管硕^{1,2}, 丁兵^{1,2}

(1. 长江水利委员会长江科学院, 430010, 武汉; 2. 水利部长江重点实验室, 430010, 武汉)

摘要:为揭示自然洪水与工程调控洪水对长江中游洲滩植被的差异化影响,以荆江上段典型江心洲——关洲为研究对象,选取1998年和2020年两次量级相近但水文边界条件明显不同的极端洪水过程开展对比研究。基于Google Earth Engine平台,融合陆地卫星(Landsat)地表反射率产品、哨兵二号(Sentinel-2)多光谱影像与中分辨率成像光谱仪(MODIS)高时间分辨率数据,构建关洲植被时序多源遥感数据集;结合枝城水文站流量、水位和含沙量序列,分析洪水过程、水沙条件与洲滩植被响应之间的对应关系。结果表明:1998年洪水在自然演进状态下呈现峰高、历时长、含沙量大的特征,关洲低滩和洲缘区域在连续高水位与高含沙水流共同作用下发生显著退绿和裸滩扩展;2020年洪水虽同属流域性强降雨背景,但在梯级水库联合调度下,下泄洪峰和含沙量明显降低,洪水过程表现出更强的人为调控特征,关洲中高滩核心植被区得以保留,退水后恢复速度快于1998年。分区结果显示,高程较高、地表相对稳定的人工林-耕地复合区对受控洪水的耐受性较强,低滩裸滩-水缘带仍是洪水扰动最敏感区域;长期来看,三峡工程运行后荆江洲滩植被扩张和木本化增强,可能通过提高滩地糙率而改变局部行洪条件。研究认为,极端洪水下洲滩植被响应受洪峰强度、连续淹没历时、泥沙条件和微地形共同控制,工程调度显著改变了洪水对植被的扰动方式。

关键词:荆江;关洲;极端洪水;植被响应;多源遥感融合;水文调控

Research on vegetation response of riverine shoals in the Jingjiang Reach to extreme floods

ZHU Mengyao¹, QU Geng^{1,2*}, GUAN Shuo^{1,2}, DING Bing^{1,2}

(1. Changjiang River Scientific Research Institute, Changjiang Water Resources Commission, Wuhan 430010, China; 2. Key Laboratory of Changjiang River of Ministry of Water Resources, Wuhan 430010, China)

Abstract: To investigate the differential effects of natural floods and engineering-regulated floods on riverine shoal vegetation in the middle Yangtze River, this study took Guanzhou Island, a typical mid-channel bar in the upper Jingjiang Reach, as the research object. Two extreme flood events in 1998 and 2020, comparable in magnitude but with distinctly different hydrological boundary conditions, were selected for comparative analysis. Based on the Google Earth Engine platform, a multi-source time-series remote sensing dataset of Guanzhou Island was constructed by integrating Landsat surface reflectance products, Sentinel-2 multispectral imagery, and high-temporal-resolution data from the moderate resolution imaging spectroradiometer (MODIS). Combined with discharge, water level, and suspended sediment concentration series from Zhicheng Hydrological Station, the correspondence among flood processes, water-sediment conditions, and responses of riverine shoal vegetation was analyzed. Results indicate that the 1998 flood, under natural evolution, exhibits characteristics of high peak discharge, long duration, and high sediment concentration,

收稿日期:2026-03-25 修回日期:2026-05-06

作者简介:朱梦垚,硕士研究生,主要从事水力学及河流动力学相关研究。

通信作者:渠庚,河流研究所副所长,正高级工程师,主要从事河湖演变与保护治理研究。E-mail: qugeng0516@163.com

基金项目:国家重点研发计划项目(2023YFC3209500);中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金资助项目(CKSF2026191/HL、CKSF2024986/HL)。

causing significant vegetation greenness decline and bare flat expansion in the low-lying flats and marginal areas of Guanzhou Island under the combined effects of sustained high water levels and high sediment-laden flows. Although the 2020 flood also occurred against a background of basin-wide heavy rainfall, cascade reservoirs' joint operation substantially reduces the released flood peak and sediment load, imparting stronger anthropogenic regulation characteristics to the flood process; consequently, the core vegetation zone on the mid-to-high flats of Guanzhou Island is preserved, and post-flood recovery is faster than in 1998. Zonal analysis reveals that the artificial forest-farmland composite zone at higher elevations with relatively stable surfaces exhibits stronger tolerance to regulated floods, while the low-lying bare flat and water-fringing zones remain the most sensitive area to flood disturbance. Over the long term, after the operation of the Three Gorges Project, vegetation expansion and woody encroachment on the shoals of the Jingjiang Reach have intensified. These changes may alter local flood discharge conditions by increasing the roughness of the shoals. This study concludes that riverine shoal vegetation responses under extreme floods are jointly controlled by flood peak intensity, continuous inundation duration, sediment conditions, and microtopography, and that engineering regulation has substantially altered the disturbance mode of floods on vegetation.

Keywords: Jingjiang Reach; Guanzhou Island; extreme flood; vegetation response; multi-source remote sensing fusion; hydrological regulation

中图分类号: TV882+Q948.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-1123(2026)11-0065-07

DOI: 10.3969/j.issn.1000-1123.2026.11.008

洪泛区洲滩是连接主槽水流与陆域生态系统的重要过渡单元,其植被格局不仅关系河道形态稳定、局部水流阻力和营养盐滞留过程,也直接影响洪泛生境质量与生态系统服务功能。在天然水文节律下,洲滩植被的萌发、扩张与衰退和洪水脉冲密切耦合;而大型水库运行导致的来水过程平滑化、泥沙锐减和水位过程重塑,则可能进一步改变洲滩地貌演化过程和植被演替方向。因此,从极端洪水事件尺度识别自然洪水、受控洪水、植被响应之间的作用差异,对于认识受控大河生态水文过程及其防洪影响具有重要意义。

荆江河段位于长江中游,是受三峡工程影响最直接、河床冲淤与洲滩调整最活跃的典型河段之一。已有研究表明,三峡工程运行后荆江洲滩总体表现为面积调整、边缘冲刷与植被扩张并存的特征。洪水淹没频率、地形高程和泥沙条件是控制植被分布的重要因素,但已有成果更多关注洲滩植被多年平均演变规律,对于典型极端洪水在自然与工程调控背景下对同一洲滩的响应差异,仍缺少面向事件过程的系统比较。

基于此,本文以荆江枝城下游段典型江心洲—关洲为研究区,将1998年和2020年两次极端洪水过程作为对比对象,综合利用多源遥感时序资料与水文观测序列,首先对两次洪水过程的洪峰规模、持续时间及泥沙输移条件进行对比分析,在此基础上进一步揭示不同水沙过程背景下关洲植被在洲头、洲体、洲尾及不

同高程分区中的空间响应差异,并结合植被覆盖扩张特征,探讨其对洲滩近地表糙率、滩槽水流阻力及行洪条件可能产生的影响,从而为认识极端洪水扰动下江心洲植被演变机制及其河道行洪效应提供依据。研究成果可深化对自然洪水与受控洪水扰动下洲滩植被差异化响应规律的认识,并为流域生态水位优化调度、洪泛区植被保育和适应性防洪管理提供参考。

一、研究区与数据来源

1. 研究区概况

关洲(30°25'N—30°27'N, 111°55'E—111°60'E)位于上荆江枝城河段,为典型冲积型江心洲,上距三峡大坝约100 km,所在荆江河段西起枝城、东至城陵矶,全长347.2 km,是长江中游重要的防洪与河势调整河段。研究区平面形态呈狭长弯月状,枯水期出露面积约4.09~4.86 km²;受水流动力分异作用影响,洲头区域常年受流体剪切力冲击,地势陡峭,以中粗沙为主;洲尾及背水侧流速迟缓,细颗粒泥沙大量落淤,地势平缓。显著微地形差异决定了不同高程带在淹没频率、连续淹没历时和植被稳定性上的明显分异。

遥感解译结果和历史文献表明,三峡工程蓄水前(2003年前),关洲丰水期多处于淹没状态,枯水期则大面积出露,周期性自然水文扰动塑造了以耐水湿草本及先锋灌木为主的植被群落,高滩局部发育少量旱作耕地。

2003年以来,三峡水库的“清水下泄”使荆江段河床持续冲刷下切,关洲主槽侧缘受侵蚀影响明显,高滩洲心的相对高程和出露天数有所增加,为旱生植被及木本化种群扩张提供了条件。与此同时,枝城以下关洲—芦家河一带先后经历航道整治、护滩守护等工程干预,其河床形态和洲滩边界已呈现较强的人类活动印记(见图1)。

2. 数据来源

遥感数据包括Landsat 5 TM、Landsat 7 ETM+、Landsat 8 OLI和Sentinel-2地表反射率产品,以及MODIS Terra/Aqua每日地表反射率产品。Landsat数据提供30 m空间分辨率,用于刻画洲滩边界、地表覆盖和基准归一化植被指数(NDVI)空间格局;MODIS数据提供更高时间分辨率,用于弥补极端洪水期间高频观测不足。所有数据均在Google Earth Engine平台完成筛选、云掩膜和序列重建。

水文数据采用枝城水文站1998年和2020年的日均流量、水位及含沙量序列,并辅以上下游相关站点资料,用于识别两次洪水的峰值强度、过程形态和泥沙背景。其中,1998年最大流量为65 800 m³/s,年均流量为17 040 m³/s;2020年最大流量为51 800 m³/s,年均流量为17 753 m³/s。对应年均含沙量分别为0.597 kg/m³和0.047 kg/m³。

3. 遥感处理流程及不确定性控制

为提高时空连续性,本文采用时空融合思路,以Landsat为高空间分辨率基准,结合MODIS的高时

间分辨率信息生成30 m网格化连续植被序列。借助Landsat Collection 2 Level-2产品完成大气校正与几何校正;TM/ETM+与OLI间的传感器差异参考Roy等提出的跨传感器转换关系进行统一处理。MODIS产品在进入融合前完成云、云影和异常值剔除,并采用多时相序列平滑与邻近期影像约束降低瞬时噪声影响。

需强调的是,该30 m融合产品为派生数据,并不等同于真正的30 m原生观测数据。鉴于研究区(关洲洲滩)面积仅约4.5 km²,属于小尺度洲滩区域,混合像元误差主要集中在洲滩边缘、水陆过渡带及窄条状植被带,这也是影响30 m网格采样数据精度的关键因素。为降低混合像元带来的误判风险,保障研究结果的可靠性,本文针对性采取以下控制措施:一是以Landsat确定稳定空间边界,避免直接利用MODIS原始像元判别窄带地物;二是对水体、云影和边缘异常像元进行掩膜;三是重点分析区域平均变化和分区差异,而非对个别边缘像元作过度解释;四是将图像解译结果与洪水过程和地形分区进行交叉验证。因此,本文结果更适于识别相对变化趋势和空间分异规律,而不宜理解为无误差的逐像元绝对值。

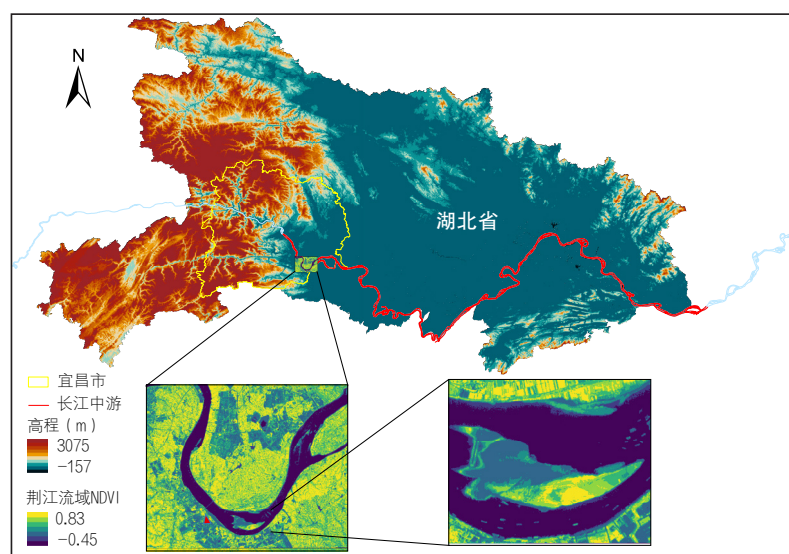
4. 植被指标与分区方法

基于融合后的反射率序列计算NDVI,并利用像元二分模型估算植被覆盖度。其中,裸土端元和植被端元分别取多年样本分布低值和高值端元,以减少异常值影响。结合关洲地形地表特征,本文将研究区划分为高滩人工林—耕地复合区、中滩草灌—耕作过渡区和低滩裸滩—水缘敏感区3类分区,用于比较不同地表单元在两次洪水中的响应差异。

二、结果与讨论

1. 两次极端洪水的过程差异及其水沙背景

1998年和2020年均对应流域性极端降雨背景,但进入荆江后的水文过程存在明显差异(见图2)。1998年洪水在自然演进条件下表现为典型“高峰—宽峰—慢退”过程,主汛期高流量持续时间长,导致关洲长期维持高水位淹没。2020年洪水则在梯级水库联合调度影响下呈现更明显的多峰型和高频波动特征,洪峰被削减且退水节律更具人为调控痕迹。从年度平均值看,2020年洪水总来水量并不低于1998年,但进入荆江的实际洪峰和持续高水位



注:该图基于自然资源部标准地图服务网址下载的标准地图制作,审图号为GS(2020)4619号,底图无修改。

图1 研究区位置及关洲遥感影像

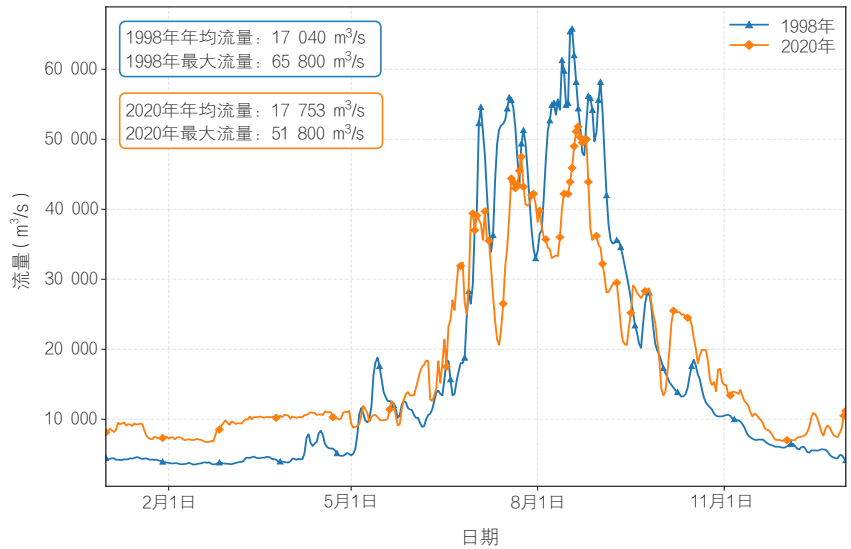
时段明显受控。

两次洪水的泥沙条件差异更为突出。1998年枝城水文站年均含沙量为 0.597 kg/m^3 ，而2020年仅为 0.047 kg/m^3 ，后者呈现明显的“清水下泄”背景。已有研究指出，三峡工程运行后荆江河段普遍发生河床冲刷、洲滩边缘调整 and 局部主槽下切，泥沙锐减是关键驱动因素之一。因此，1998年与2020年洪水对关洲植被的作用路径并不相同，表现为前者更接近“高水位+高含沙+长历时”的综合胁迫，后者则更体现为“受控洪峰+低含沙+过程波动”的复合扰动。

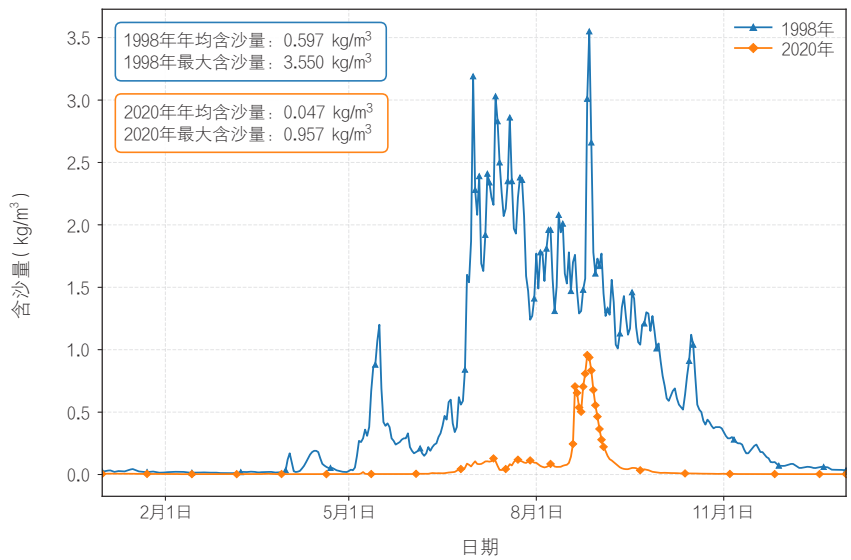
2. 植被时序响应对比

从图3可看出，1998年洪水期间关洲植被经历了显著“退绿—受淹—退水后裸滩暴露”过程。低滩和洲缘区域在洪峰期大范围被淹没，退水后形成连续裸露沙带，说明连续高水位和浑水条件共同削弱了植被保存能力。相比之下，2020年洪水期间关洲高程较高的洲心及其邻近区域仍保留了部分连续绿色斑块，说明受控洪水虽造成明显扰动，但并未像1998年那样对整个洲面产生接近整体清除的破坏效应。

上述差异与近年来关于长江中游洲滩“面积收缩而植被增加”的认识一致。Hu等研究指出，三峡工程运



(a) 全年流量变化



(b) 全年含沙量变化

图2 枝城水文站1998年与2020年水文序列对比

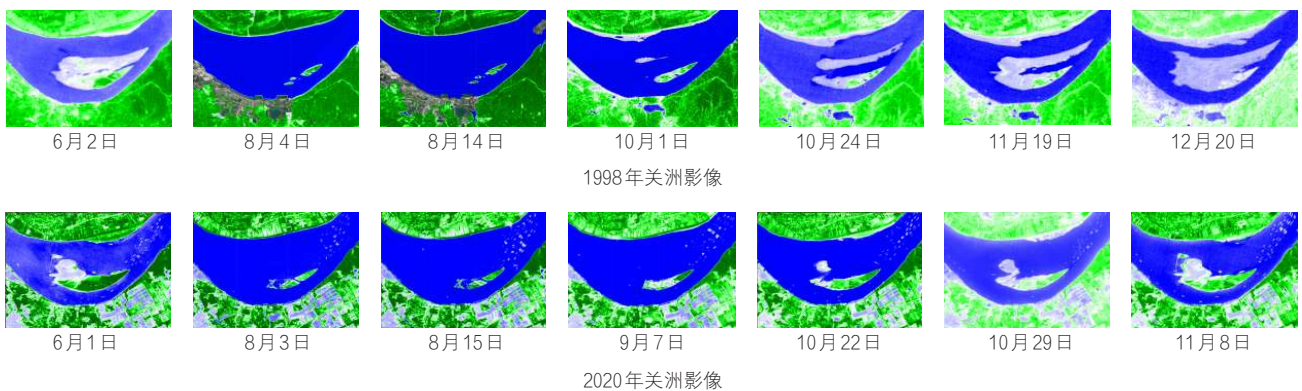


图3 1998年与2020年关洲洪水过程典型时相影像对比

行后长江中游洲滩总体面积有所缩减,但植被面积和叶面积指数明显上升,表明水文过程变化并未简单导致植被衰退,而是改变了植被在不同高程带上的生存机会。对于关洲而言,2020年高程较高、地表稳定性更好的区域植被在洪峰期仍能保持一定通气与出露机会,因而成为洪后恢复的种源核心区。

3. 植被构成差异分析

从种类构成角度看,1998年与2020年关洲植被种类并非完全一致。需要说明的是,本文以30 m遥感影像识别植被覆盖与功能斑块,不能直接替代样方尺度的物种清单,因此,将种类构成差异界定为优势生活型和功能群比例的变化。结合荆江洲滩植物群落研究及长江洪泛区植被研究可知,三峡工程运行前的关洲受自然洪水脉冲控制更强,低滩和洲缘在汛期被反复冲刷、淤埋和长历时淹没,适生类型主要为耐水湿、再生速度快的先锋草本和挺水/湿生草本,如芦苇、南荻、藨草、水蓼、莎草类及其他一年生湿生植物,高滩局部为旱作耕地或零星人工植被。1998年洪水后大范围裸滩暴露,说明原有草本群落和耕作植被受到强烈破坏,群落更接近“裸滩—一年生先锋草本—湿生草本”的快速重建过程。

2020年的植被格局则呈现不同特征。三峡工程长期运行后,荆江河段泥沙供给显著减少,主槽冲刷下切和洲滩边缘调整使部分高滩、洲心相对出露条件增强;同时,洪峰削减和退水节律改变缩短了部分区域的连续深淹时间。已有研究指出,荆江高程较高的洲滩可形成较稳定植被区,植被建立通常对应一定的出露—淹没历时窗口;长江中游三峡工程运行后虽存在洲滩面积收缩现象,但植被面积和叶面积指数整体上升。由此推断,2020年关洲高滩和洲心区不再只是短周期草本恢复,而更容易维持多年生禾本科和莎草科草本、芦苇、南荻及人工林—耕地复合斑块,局部还呈现木本化、旱生化增强趋势。

4. 不同高程分区植被的洪水响应差异

在1998年洪水周期中,3类分区均经历了强烈的生态扰动与后续重构。遥感影像显示,汛期高峰阶段关洲几乎被完全淹没;宽峰型高水位过程造成超过120 d的连续漫溢,显著超过多数植物根系对缺氧环境的耐受范围。叠加高含沙水流(0.597 kg/m^3)的冲刷、淤埋和机械损伤作用,各分区植被覆盖度均快速下降,大部分区域NDVI降至0附近甚至出现负值。中滩耕作区因地势相对较低、淹水历时更长,作物基本丧失生长活性,退水后呈现大面积裸沙与淤泥覆盖状态。整体而

言,1998年洪水对关洲洲面植被造成了近似“清零式”的强扰动。

与之相比,2020年关洲植被表现出更明显的分区差异和生态韧性。高滩植被带(高程大于36 m)受益于水库调度形成的间歇出露窗口,核心区在最高水位期未被完全淹没,NDVI仍维持在0.3以上;退水后,该区域能够较快恢复光合活性,并向洲滩边缘扩展。中滩耕地/撂荒带(高程34~36 m)在2020年受淹历时约100 d,整体处于适度生态窗口期(70~120 d)内,淹后恢复速度明显快于1998年,部分撂荒区甚至形成更高草本盖度,体现出洪水扰动对耐水植被的阶段性促进作用。低滩先锋带(高程小于34 m)因地势较低,在两次洪水中均受到较长时间淹没;但2020年洪水以清水冲刷为主、浑水淤埋压力较弱,退水后细颗粒基质条件有所改善,先锋草本恢复速度略快于1998年。

5. 连续淹没历时、微地形与生态阈值

植被对洪水的响应不仅取决于瞬时峰值,更受连续淹没历时控制。袁景耀等基于上荆江典型洲滩长期遥感资料发现,淹没频率与植被频率之间存在显著Logistic关系,不同植被适宜区对应的年均淹没天数阈值分别为18 d、43 d和92 d。这说明洲滩植被对水文扰动具有明显阈值性,而且阈值随植物类型、地形位置和时间尺度而变化。

与多年平均阈值不同,极端洪水事件尺度更突出连续淹没造成的生理胁迫。1998年洪水过程曲线宽而持久,意味着低滩和部分中滩区域长期处于高水位覆盖之下,植被根系通气受阻并叠加高含沙水流的机械损伤,因而植被保存率低。2020年虽也出现高水位,但过程波动更频繁,含沙量更低,高滩区获得了更多间歇性暴露机会,因此植被保存和洪后恢复条件更好。

6. 植被扩张、糙率变化及管理启示

近年来荆江洲滩植被扩张、木本化增强及其对水位—流量关系的反馈作用,已成为河道治理关注的重点。一方面,植被扩张有助于固滩、改善栖息地并促进洲滩稳定;另一方面,植被密度增大可能提高滩地糙率,削弱局部行洪能力,导致相同流量下水位抬升。Li等利用一维水动力模型分析指出,荆江河段水位过程受河床冲刷与糙率变化耦合作用控制,不同站点的主导因素存在显著差异。因此,对关洲这类具有生态功能、受到行洪影响的洲滩,不宜简单采取“全面清滩”或“任其自然扩张”的单一策略。

综合本研究结果,建议从以下方面加强管理:一

是针对高滩人工林-耕地复合区、中滩区和低滩区实施差异化管控,将生态保育与行洪安全统筹考虑;二是在三峡及梯级水库联合调度中关注极端洪水期洲滩连续淹没历时和退水节律,尽量减少对关键生态窗口的持续压制;三是建立遥感-地形-水动力一体化监测体系,对洲滩边缘冲刷、木本植被扩张和粗糙度变化开展长期跟踪,为河道整治、护滩工程和生态调度提供依据。

三、结论

① 1998年和2020年洪水均为极端洪水,但进入荆江后的洪水过程受工程调度影响呈现显著差异。1998年洪水表现为高峰、长历时和高含沙量的自然洪水过程;2020年洪水则表现为洪峰削减、过程波动增强和显著“清水下泄”特征。

② 洲滩植被对两次洪水的响应具有明显分区差异。低滩裸滩-水缘带是最敏感区域,1998年发生大范围退绿和裸滩扩展;高滩人工林-耕地复合区在2020年受控洪水下保留度较高,并在洪后表现出更快恢复能力。极端洪水扰动下的植被响应受洪峰强度、连续淹没历时、泥沙条件和微地形共同控制。

③ 三峡工程运行后荆江洲滩植被扩张和木本化增强的趋势总体存在。植被增加有助于洲滩稳定和生态恢复,但也可能通过提高滩地糙率影响局部行洪条件。建议将洲滩植被演替、工程调度和防洪安全纳入统一框架,开展分区治理与动态调控。

参考文献:

- [1] 饶良懿,崔建国.河岸植被缓冲带生态水文功能研究进展[J].中国水土保持科学,2008(4):121-128.
- [2] 董哲仁,孙东亚.生态水利工程原理与技术[M].北京:中国水利水电出版社,2007.
- [3] 丁爱中,郑蕾,刘钢.河流生态修复理论与方法[M].北京:中国水利水电出版社,2011.
- [4] 徐力刚,谢永宏,王晓龙.长江中游通江湖泊洪泛湿地生态环境问题与研究展望[J].中国科学基金,2022,36(3):406-411.
- [5] 王光谦,胡春宏.泥沙研究进展[M].北京:中国水利水电出版社,2006.
- [6] YANG S L, MILLIMAN J D, XU K H, et al. Downstream sedimentary and geomorphic impacts of the Three Gorges Dam on the Yangtze River[J].Earth-science Reviews, 2014, 138:469-486.

- [7] WEI K, OUYANG C, DUAN H, et al. Reflections on the Catastrophic 2020 Yangtze River Basin Flooding in Southern China[J].The Innovation, 2020, 1(2): 100038.
- [8] DU S, CHENG X, HUANG Q, et al. Brief communication: Rethinking the 1998 China floods to prepare for a nonstationary future[J].Natural Hazards and Earth System Sciences, 2019, 19(3):715-719.
- [9] JIA H C, CHEN F, PAN D H, et al. Flood risk management in the Yangtze River basin—Comparison of 1998 and 2020 events[J].International Journal of Disaster Risk Reduction, 2022, 68:102724.
- [10] 黄艳,喻杉,巴欢欢.2020年长江流域水工程联合防洪调度实践[J].中国防汛抗旱,2021,31(1):6-14.
- [11] 李芷晴,陈立,冯恺,等.三峡建库后荆江洲滩变形及其与水文情势变化对植被的叠加影响[J].水利学报,2025,56(5):587-598.
- [12] 袁景耀,孙昭华,李芷晴,等.基于遥感影像的上荆江典型洲滩植被适宜区分布特征研究[J].水利学报,2024,55(2):238-252.
- [13] KOU J, HUANG X, LIN J, et al. The impact of inundation frequency on the distribution of floodplain vegetation in the Jingjiang section of the Yangtze River[J]. Forests, 2026, 17(1):133.
- [14] ROY D P, KOVALSKYY V, ZHANG H K, et al. Characterization of Landsat-7 to Landsat-8 reflective wavelength and normalized difference vegetation index continuity[J]. Remote Sensing of Environment, 2016, 185:57-70.
- [15] WANG Y, XIE D, ZHAN Y, et al. Assessing the accuracy of Landsat-MODIS NDVI fusion with limited input data: A strategy for base data selection[J]. Remote Sensing, 2021, 13(2):266.
- [16] XIAO J, AGGARWAL A K, DUC N H, et al. A review of remote sensing image spatiotemporal fusion: Challenges, applications and recent trends[J].Remote Sensing Applications: Society and Environment, 2023, 32:101005.
- [17] WULDER M A, LOVELAND T R, ROY D P, et al. Current status of Landsat program, science, and applications[J]. Remote Sensing of Environment, 2019, 225:127-147.

- [18] LYU Y, XIA J, WANG D, et al. Hydrodynamic and geomorphic adjustments of channel bars in the Yichang–Chenglingji Reach of the Middle Yangtze River in response to the Three Gorges Dam operation[J]. *Catena*, 2020, 193:104628.
- [19] HE L, CHEN D, ZHANG S, et al. Evaluating regime change of sediment transport in the Jingjiang River Reach, Yangtze River, China[J]. *Water*, 2018, 10(3):329.
- [20] HU Y, ZHOU J, DENG J, et al. River bars and vegetation dynamics in response to upstream damming: A case study of the Middle Yangtze River[J]. *Remote Sensing*, 2023, 15(9): 2324.
- [21] YANG X, SUN Z, LI Y, et al. Mechanisms of bar adjustments in the Jingjiang Reach of the Yangtze River in response to the operation of the Three Gorges Dam[J]. *Journal of Hydrology*, 2023, 616:128802.
- [22] YI X, HUANG Y, MA M, et al. Plant trait-based analysis reveals greater focus needed for mid-channel bar downstream from the Three Gorges Dam of the Yangtze River[J]. *Ecological Indicators*, 2020, 111:105950.
- [23] 姚记卓, 夏军强, 邓珊珊, 等. 三峡工程蓄水后长江中游城陵矶—汉口河段过流能力变化及影响因素分析[J]. *湖泊科学*, 2021, 33(3):830–841.
- [24] ZHANG L, SONG X L, WANG D Y, et al. Capturing the attenuating influence of the Three Gorges Dam on downstream sediment loads using artificial neural networks[J]. *Journal Of Hydroinformatics*, 2025, 27(1):1–16.
- [25] LOU Y Y, DAI Z J, LU X X, et al. Anthropogenic pressures induced hydromorphodynamic changes of riverine islands in the Upper Jingjiang reach along the Changjiang (Yangtze) River[J]. *Catena*, 2022, 217: 106488.
- [26] LU D, NING X, ZHENG Y, et al. Integrating Landsat and MODIS data to assess long-term inundation patterns and vegetation response in wetland ecosystems[J]. *Journal of Hydrology*, 2025, 661:133741.
- [27] ZHANG M, YUAN N Q, LIN H, et al. Quantitative estimation of the factors impacting spatiotemporal variation in NPP in the Dongting Lake wetlands using Landsat time series data for the last two decades[J]. *Ecological indicators*, 2022, 135:108544.
- [28] LI Y, GUO C, YANG C, et al. Coupled impacts of bed erosion and roughness variation on stage–discharge relationships: A 1D hydrodynamic modeling analysis of the regulated Jingjiang Reach[J]. *Hydrology*, 2025, 12(12):311.
- [29] ZHU G, LI Y, SUN Z, et al. Response of vegetation to submergence along Jingjiang Reach of the Yangtze River[J]. *PLoS ONE*, 2021, 16(5): e0251015.
- [30] 刘胜琪, 夏军强, 周美蓉, 等. 考虑淹水胁迫条件下的汉口江滩芦苇生长动态模拟[J]. *水资源保护*, 2023, 39(5):178–185.
- [31] 熊海滨, 孙昭华, 陈立, 等. 水文与岸滩变化对滨岸带南荻—芦苇群落适宜生境的影响——以长江武汉河段为例[J]. *湖泊科学*, 2022, 34(4):1250–1261.

责任编辑 刘磊宁

《中国水利》投稿须知

《中国水利》1950年创刊,由中华人民共和国水利部主管、中国水利报社主办,为半月刊。本刊以服务国家重大战略需求、区域高质量发展和水利高质量发展为己任,专注于治水领域理论前沿、科技前沿、实践前沿,刊发新阶段水利高质量发展的研究成果、重大进展、发展趋势等方面的论文。

投稿要求

来稿应主题明确、内容原创、论证合理、数据准确、结构严谨、语言精炼,具有科学性、创新性、指导性、实用性。

投稿方式

本刊只接受网上采编系统在线投稿,投稿前须选定栏目,可咨询栏目负责人获取详细要求。唯一投稿渠道为<http://www.chinawater.com.cn/slzz>。

格式要求

篇幅:全文不少于8000字,可附图表。

标题:20字以内,简洁明确,符合索引检索规范。

摘要:提供中英文摘要,中文摘要400~500字,反映核心观点,突出创新和发现,具备独立性和自明性。

关键词:5~8个,优选规范词汇。

插图:应具有自明性、简明性、科学性、艺术性,设计合理,文字清晰。地图插图须符合《地图管理条例》《地图审核管理规定》等相关规定。本刊为全彩印刷,投稿时请同步提供插图源文件。

完整投稿须知、投稿模板及具体要求请在“作者投稿系统”浏览和下载,投稿过程中如有疑问,欢迎与本刊联系。

联系电话:010-63205284/5244/5452

联系地址:北京市海淀区玉渊潭南路3号C座



“扫一扫”进入本刊投稿网站