

长江扬中河段落成洲汉道 近期演变特征分析

凌哲¹, 罗龙洪¹, 吕馨怡¹, 袁文秀¹, 曹双², 程龙²

(1. 江苏省水利工程规划办公室, 江苏南京 210029;

2. 长江水利委员会水文局长江下游水文水资源勘测局, 江苏南京 210000)

摘要:近年来在长江扬中河段落成洲洲头及右汉一带先后实施深水航道等整治工程后,右汉右岸丰乐桥一带岸线冲刷后退,甚至发生崩岸,后虽实施了多次应急守护工程,崩岸仍缓慢发展。本文在落成洲汉道历史演变分析的基础上,从汉道平面变化、分流比变化、河槽变化、典型岸段变化4个维度分析汉道近期演变特征,揭示了河势对落成洲汉道的影响,初步预测了落成洲右汉的变化趋势,为后续工程建设及发挥工程效益提供理论依据。

关键词:扬中河段;落成洲;分流比;河道演变;冲淤

中图分类号:TV212 文献标识码:A 文章编号:1007-7839(2026)06-0001-0005

Analysis of recent evolution characteristics of Luochengzhou distributary channels in the Yangzhong Reach of the Yangtze River

LING Zhe¹, LUO Longhong¹, LYU Xinyi¹, YUAN Wenxiu¹,
CAO Shuang², CHENG Long²

(1. Jiangsu Water Conservancy Project Planning Office, Nanjing 210029, China;

2. Hydrology and Water Resources Investigation Bureau of the Lower Yangtze River, Yangtze River Water Conservancy Commission Hydrology Bureau, Nanjing 210000, China)

Abstract: In recent years, the implementation of a series of regulation works including deep-water channel construction at the head of Luochengzhou and its right branch has led to continuous scouring and retreat of the bank line near Fengle Bridge on the right bank of the right branch, even triggering bank collapse. Despite multiple rounds of emergency bank protection projects, the bank collapse has continued to develop slowly. Based on an analysis of the historical evolution of the Luochengzhou distributary channel, this study examines its recent evolutionary characteristics from four aspects: planar morphology changes, diversion ratio variations, river channel adjustments and typical bank segment evolution. It further reveals the impact of river regime on the Luochengzhou distributary channel, and preliminarily forecasts the evolutionary trend of its right branch, which provides a theoretical basis for subsequent engineering construction and the exertion of project benefits.

Key words: Yangzhong Reach; Luochengzhou; diversion ratio; river channel evolution; erosion and deposition

扬中河段是长江黄金水道的重要组成部分,三峡水库蓄水后,清水下泄致使扬中河段岸坡已经或将面临不同程度的冲刷甚至崩岸现象^[1]。落成洲汉

道作为扬中河段关键汉道,上游承接扬中河段入口段太平洲左汉分流,下游汇水段径直顶冲历史强崩区嘶马弯道,其河势稳定对扬中河段防洪安全、航

收稿日期:2025-12-17

作者简介:凌哲(1988—),女,高级工程师,硕士,主要从事水利规划工作。E-mail:lingzhesdu@163.com

道稳定等至关重要,长久以来备受研究者的广泛关注。王海龙等^[2]研究了三峡工程蓄水前后长江下游落成洲河段滩槽形态变化及驱动关系;曲红玲等^[3]分析了落成洲河段12.5 m深水航道治理工程整治效果;陈长英等^[4-5]研究了三益桥浅滩演变特征以及浅滩整治思路。本文在前人研究的基础上,从汉道平面变化、分流比变化、河槽变化、典型岸段变化4个维度综合分析落成洲汉道河势演变特征,研究近年来水沙条件和整治工程变化对汉道演变的影响,以期后续工程建设及工程效益发挥提供理论依据。

1 概 况

1.1 研究区域概况

长江扬中河段上起五峰山下讫鹅鼻嘴,南岸为镇江市、常州市、无锡市,北岸为扬州市、泰州市,河道全长87.8 km。扬中河段以泰州市界河口为界分为上、下两段,上段为太平洲汉道,洲滩众多,河势演变复杂,分布有太平洲、落成洲、炮子洲、录安洲和天星洲等洲滩,其中太平洲(扬中市)是长江下游面积仅次于崇明岛的江心洲,面积332 km²,长约31 km,最大宽度为11 km。下段为江阴水道,河道单一、顺直、微弯,多年来维持稳定少变的状态^[6-7]。落成洲处于太平洲左汉主汉进口段,距太平洲洲头约3 km^[6],左岸为扬州市嘶马弯道入流段,右岸为镇江市太平洲。落成洲为洲体平面形态中间宽、两头窄的弯曲多分汉河型,长约6.6 km,最宽处约1.3 km,呈东北西南走向^[7]。经过多年的演变,落成洲汉道逐渐形成左主右支的汉道形式,两汉河宽分别约为1.4 km和0.5 km。

1.2 研究资料

本文采用长江水利委员会水文局长江下游水文水资源勘测局扬中河段1959—2023年的1:10000河道地形数据,分析扬中河段河势及落成洲洲滩形态变化。采用江苏省水利工程规划办公室2018—2023年落成洲丰乐桥段水下地形监测1:2000数据,结合2011—2020年落成洲头整治工程情况,以及2015—2023年大通站最大流量和最高水文数据,分析近年来工情水情变化对局部典型岸段冲刷变化的影响。

2 上游来水来沙情势分析

来水来沙的变化对长江中下游干流河段的河势演变具有重要影响^[8],扬中河段水沙特性以上游大通水文站资料为代表,据统计^[9],三峡水库蓄

水前,1951—2002年大通站多年平均径流量为9 046亿m³,多年平均流量为28 700 m³/s,输沙量为4.27亿t,年平均含沙量为0.473 kg/m³;三峡水库蓄水后,2003—2023年大通站平均径流量为8 827亿m³,多年平均流量为27 500 m³/s,输沙量为1.25亿t,年平均含沙量为0.142 kg/m³。对比三峡蓄水前后年均值,大通站径流量减少2.4%,变化不大,输沙量减少71%,含沙量减少70%,输沙量和含沙量降幅明显。

长江大通站各年内逐日水位流量过程总体呈“单峰型”,且水位和流量相关性较好,基本呈同增同减的特征。本研究选取2015—2023年长江大通站最高水位和洪峰流量进行分析,结果显示(图1):2015—2024年,其中2016年、2017年、2019年、2020年大通站最高水位超警,最大流量均超过65 000 m³/s,其中2020年大通站洪峰流量及最高水位最大,分别为83 400 m³/s、16.24 m。2021—2023年连续3年来水量较小,最高水位均未超警。

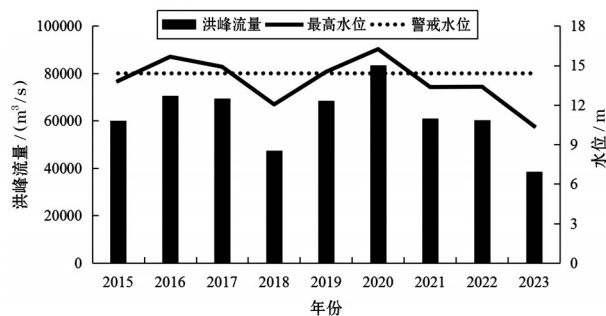


图1 长江大通站各年最高水位及洪峰流量对比

3 已建工程概况

为控制落成洲两汉分流比,改善航道条件,航道部门2011—2013年建设了落成洲守护工程,包括落成洲右汉进口段丁坝和护底工程,位置如图2中①所示。工程完成以来,落成洲右汉分流比增加的趋势有所减缓,2015年6月又先后实施了三益桥、鳊鱼沙两碍航浅段疏浚及维护工程。在以上工程的基础上,2015—2017年实施深水航道整治二期工程,位置如图2中②所示。沿着落成洲头部布置纵向潜堤,在纵向潜堤左侧布置5道丁坝,右侧布置2道丁坝,并且在落成洲右汉进口布置2道丁坝,并相应实施了落成洲右汉右岸护岸工程,长度850 m。深水航道工程虽对落成洲右汉限流起到了积极作用^[10],但深水航道潜坝过坝挑流作用导致落成洲右汉右

岸丰乐桥段出现了刷底和崩岸。2015—2019年实施长江干流江苏段崩岸应急治理工程和太平洲左缘丰乐桥应急治理工程,位置如图2中③所示,长度1.3 km左右,采用雷诺护垫护坡和赛克格宾防护,护坡面积37 130 m²、护脚面积83 111 m²。2020年4—5月对丰乐桥深坑进行沉船和抛石填坑抛护,位置如图2中④所示,沉船86艘,抛石3 717 m³,在2020年大水加持下,同年9月12.5 m深水航道二期工程已建丰乐桥护岸段出现两处连续窝塘,2021年3月坍江进一步发展,间隔由70 m缩小至35 m,伴有连合迹象,丰乐桥崩岸抢险工程护岸长度0.32 km,工程总防护面积14 000 m²,抛石总量13 200 m³。

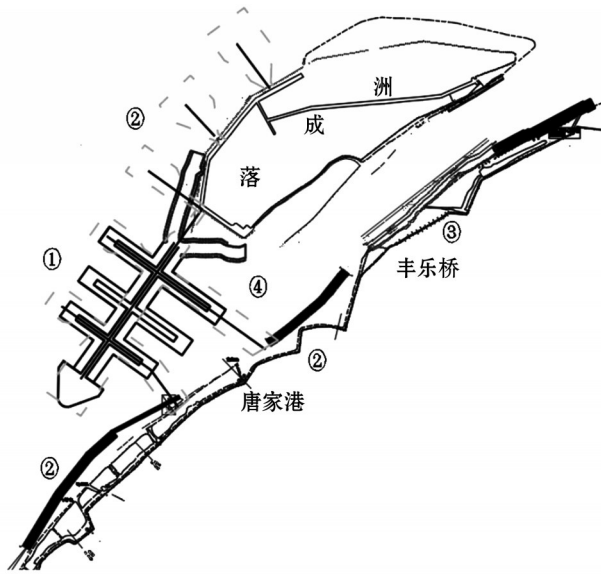


图2 落成洲已建工程布置示意

4 河道演变分析

4.1 历史演变概况

1865年前后扬中河段已形成目前的河势轮廓,当时的宝晋沙(现太平洲前身)洲体面积比太平洲要小,左汉大江江面宽阔,上段弯曲、下段顺直,江中沙洲林立,右汉窄小而弯曲,在左汉进口处,主流切割宝晋沙头部形成暗沙,即落成洲的前身。1934年宝晋沙洲体已下延扩大,形成目前的太平洲,左汉进口处落成洲也形成。20世纪70年代前嘶马弯道在主流顶冲下不断崩退,这为落成洲的形成发育提供了空间。20世纪70年代后开始对嘶马弯道沿岸进行整治,嘶马弯道顶冲区崩岸现象得以控制,到1981年太平洲汉道的平面形态河势基本上维持目前状况^[11]。

4.2 落成洲汉道近年演变特征

4.2.1 平面变化

镇扬河段和扬中河段以五峰山作为河势控制节点,以大港水道作为连接河段,已有研究^[12-13]表明,大港水道具备阻断性河流的特性,即无论上游镇扬河段河势及洲滩形态如何变化,与下游扬中河段河演无显著对应关系,换言之,基本可以排除上游镇扬河段河势变化对落成洲汉道分流影响的可能。

(1) 深泓线变化

大港水道主流贴右岸下行进入扬中河段,经五峰山挑流,深泓走向相对稳定,但分流点位置略有上提和右摆,受此影响,太平洲汉道分流向有利于右汉进流方向发展。太平洲左汉主流经落成洲再次分流,太平洲头—三江营分流过渡段深泓自1966—1998年持续右摆,最大右摆距离约达1 100 m,其后该段深泓摆动幅度虽明显减小,但依然存在右摆趋势,2006—2023年,累计右摆约100~150 m;落成洲左汉主流紧贴左岸下行,随着嘶马弯道的发展,顶冲点的不断下移,近期顶冲点基本稳定在三江营一带。落成洲右汉主流也呈现右摆趋势,右汉进口处右摆明显,2018—2023年累计右摆幅度约100 m,深泓线总体贴靠右岸下行。

(2) 洲滩变化

随着太平洲左汉分流过渡段深泓线的右摆及嘶马弯道的发展,多年来落成洲洲头在水流的冲刷下,总体呈现后退的趋势,而洲尾淤涨、下延。1991年以后,由于长江频发大洪水,水流趋直的趋势更为明显^[14],洲头大幅后退,1986—2006年,洲头0 m等高线后退约900 m,落成洲洲尾下延约920 m并左摆约900 m,洲体面积扩大至5.2 km²。2006—2016年,洲头及洲体平面位置变化不大,但洲尾仍有淤涨并略有右摆。2018—2023年,落成洲在守护工程的保护下,洲体形态总体变化不大,落成洲洲头左缘淤积约160 m,受右汉冲刷发展影响,落成洲右汉两岸岸线(丰乐桥和雷公岛右缘)局部存在抛石滑脱和条崩现象。

结合历史资料分析,受太平洲分流点上提右摆的影响,太平洲左汉主流整体呈现右摆的趋势,改变了落成洲右汉的入流条件,造成落成洲汉道呈现右兴左衰的发展势头,落成洲右汉两岸局部洗滩强烈。

4.2.2 分流比变化

基于1973—2024年落成洲左右汉分流实测数据分析发现(图3),1973—2000年,右汉分流比变

化范围为9.8%~12.9%，右汉分流比变化较小，较为稳定。2003年以后右汉分流比逐渐呈现缓慢增长，尤其是2011年以来发展较快，2012年右汉分流比超20%。为控制右汉分流比发展，2012年实施了落成洲洲头守护工程，但效果不理想，2015年9月右汉分流比最大发展到23.8%，又于2015年7月至2016年9月继续实施了落成洲LR2丁坝+护底带深水航道工程，工程完工后至2019年，右汉分流比逐年缓慢下降，洪季均保持在20%以内，枯季则降至15%左右，工程效果明显。但2020年大水冲毁了深水航道部分工程，使得右汉分流比又增至22.5%，2021年进一步增长至24.1%，超过了2015年治理之前的水平。2022—2023年，长江上游来水总体偏枯，落成洲右汉分流比总体稳定在23%左右。

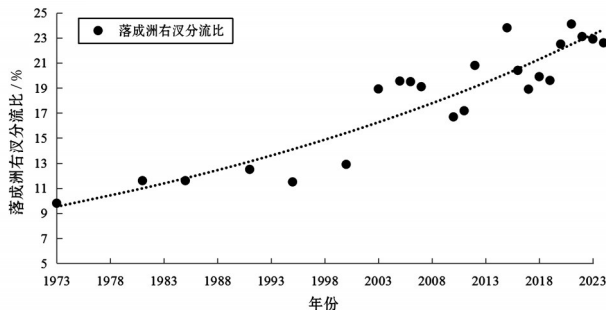


图3 落成洲右汉1973—2024年分流比变化

落成洲右汉分流比变化与深泓线变化趋势相同，进一步佐证了落成洲右兴左衰的变化趋势。经过一系列落成洲守护和深水航道整治工程后，落成洲右汉分流比不降反增，造成工程大范围损毁，致右汉分流比增大。2022年之后虽经过连续枯水年调节，右汉分流比尚未恢复至2019年治理后水平，落成洲分流比变化存在较大变数。

4.2.3 汉道槽容积变化

落成洲右汉河道槽容积变化情况(图4)显示：2006年以前基本稳定在2000万 m^3 以下，从2006年开始快速增大，2018年基本达到新的平衡，2006—2018年之间落成洲右汉河道槽容积增大超过60%。自深水航道二期工程完工后，2018—2021年落成洲右汉河道槽容积缓慢减少，控制工程发挥效益。2021—2023年，在长江流域上游来水总体偏枯的情况下，槽容积仍在缓慢冲刷状态中，2023年槽容积甚至超过2018年。近年来落成洲右汉槽容积仍处于发展态势，落成洲右汉总体冲刷，尚未停滞。图6同时展示了落成洲右汉槽容积占比和右汉

分流比占比变化对比情况，可见右汉分流比总体高于槽容积占比，二者变化趋势基本一致，总体呈上升趋势，并且分流比变化快于槽容积变化，说明落成洲右汉分流比发展是汉道冲刷变化的主因。

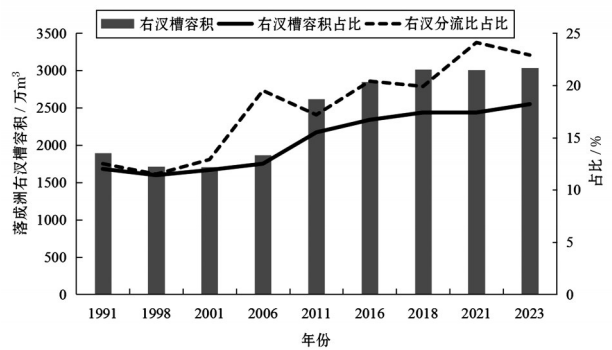


图4 落成洲右汉槽容积及分流比变化对比

4.2.4 典型岸段变化

以落成洲右汉进口段(即图2位置④)为典型岸段，基于2018—2023年1:2000水下地形数据进行分析比对，结果显示(图5)：2018—2019年，落成洲右汉进口约250 m，右岸丰乐桥近岸0~15 m岸坡冲退，冲刷长度约150 m，2019年3月在深槽处冲刷出现坑洞地形，-20~-25 m深槽明显冲刷扩大，最深点由-28.8 m刷至-36.2 m。2019—2020年冲刷坑-20~-35 m持续冲刷扩大，最深点持续下切至-36.8 m，近岸0~15 m岸坡冲退，形成明显的崩岸雏形。经过2020年5月沉船和抛石填坑处理后，冲刷坑不断冲深下切的状态得到了控制，但是受

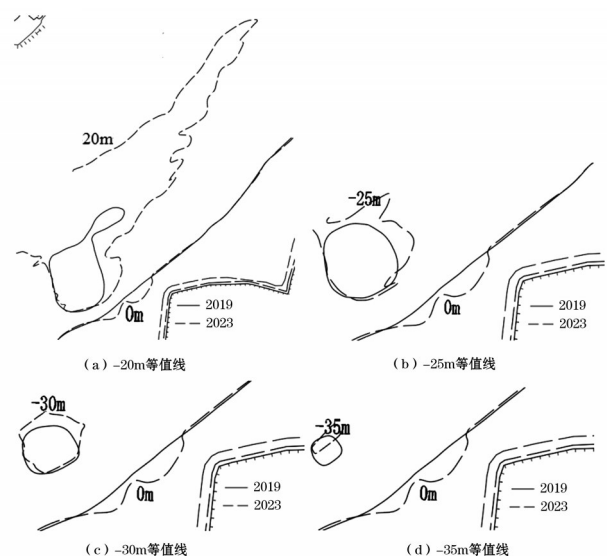


图5 落成洲右汉进口段-20 m、-25 m、-30 m、-35 m等值线变化示意

2020年汛期大水的影响,-20~-30 m槽向下游和近岸扩张明显,威胁近岸安全,9月12.5 m深水航道二期工程已建护岸丰乐桥段坍失长度约200 m,坍失面积约0.33 hm²,形成两处连续窝塘。2020—2021年冲刷坑最深点淤积至-35.9 m,但冲刷坑-20~-35 m线依然向下游扩大发展,丰乐桥窝塘岸坎仍在崩退,两个崩窝间距由70 m缩小至35 m,距离扬中主江堤脚最近仅40 m。2021年5月进行应急加固后,连续3年长江干流来水总体偏枯,近岸基本稳定,但-20 m以下深槽持续向下游贯通发展,2023年-35 m深槽面积较2021年扩大了951 m²。

基于上述分析可见,自2018年以来受上游河势的影响,在河势控制工程初期,落成洲右汉丁坝使得水流在坝体附近形成绕流和翻坝水流^[15],右汉入口底部深槽不断冲刷下切,在2020年长江流域大洪水影响下,加剧了右汉分流和槽容积的增加,直接造成了河势控制工程效果不及预期,甚至工程措施被冲毁,对落成洲右汉右岸(丰乐桥一带)和落成洲右缘(雷公岛右缘)造成较大的冲刷压力。后续虽经实施守护工程,暂时稳定崩岸情势,但在2021—2023年长江干流来水总体偏枯的前提下,水下-20 m以下深槽仍然贯通发展,落成洲右汉冲刷发展的态势暂未改变。

5 结 语

从河槽演变特征来看,落成洲右汉发展与太平洲左汉进口过渡段深泓右偏的总体河势密切相关。深水航道工程实施后,支汉进流环境及条件的改变,使得局部原先的滩槽格局发生改变,之后虽经2021年后连续枯水年调节,落成洲右汉分流比和槽容积不容乐观,落成洲汉道右兴左衰的发展态势尚未改变。今后较长时间内,落成洲分流格局难以改变,右汉两岸岸坡较陡,并将长期处于冲刷环境中。后续需重点关注落成洲洲滩形态变化及右汉发展情况,继续加强河道水下地形监测与分析,守护岸线稳定。

参考文献:

- [1] 姜中清,张玥,田志军,等.新水沙新边界下长江扬中河段演变分析及思考[J].水利规划与设计,2024(2):99-102.
- [2] 王海龙,杨云平.三峡工程蓄水前后长江下游落成洲河段滩槽演变特征分析[J].水电能源科学,2025,43(3):69-73.
- [3] 曲红玲,张冉,马洪亮.长江南京以下12.5 m深水航道治理工程落成洲河段整治效果[J].水电能源科学,2021(1):150-155.
- [4] 陈长英,张幸农,张思和.长江下游三益桥浅滩整治工程方案研究[J].泥沙研究,2012(5):65-69.
- [5] 陈长英,张幸农.长江下游扬中河段三益桥浅滩成因分析[J].水利水运工程学报,2010(4):95-100.
- [6] 孙丽荣,陈涟,李荣辉.长江下游扬中河段演变与影响因素分析[J].水利建设与管理,2020,40(12):6-12.
- [7] 姬昌辉,洪大林,谢瑞,等.长江扬中河段天星洲水域河床演变分析[J].人民长江,2012,43(S2):94-96.
- [8] 沙红良,詹新焕,叶爱玲.扬中市太平洲左缘段河势变化及崩岸预警分析[J].江苏水利,2021(2):26-31.
- [9] 中华人民共和国水利部.中国河流泥沙公报[M].北京:中国水利水电出版社,2024:90.
- [10] 程小兵,刘晓菲.长江下游江心洲河段航道整治工程经验总结[J].水道港口,2020,41(3):303-308,323.
- [11] 江苏省水利勘测设计研究院有限公司.长江扬中河段二期(应急治理)可行性研究报告[R].南京:江苏省水利勘测设计研究院有限公司,2023.
- [12] 杨云平,张夏博,郑金海,等.长江下游落成洲河段洲滩联动关系与航道浅滩碍航机制[J].水科学进展,2023,34(2):250-264.
- [13] 由星莹,唐金武,张小峰,等.长江中下游阻隔性河段作用机理[J].地理学报,2017,72(5):817-829.
- [14] 朱明成,左利钦,季荣耀.长江扬中河段太平洲汉道滩槽演变趋势研究[J].江苏水利,2018(7):58-61,65.
- [15] 盛艳丽,范政,张帆一,等.长江下游口岸直水道落成洲航道整治建筑物运行状况分析[J].水运工程,2024(9):139-144,165.