

长江扬中河段太平洲汊道滩槽演变趋势研究

朱明成, 左利钦, 季荣耀

(南京水利科学研究院, 江苏 南京 210000)

摘要: 以长江扬中河段太平洲汊道为研究对象, 在归纳总结河道滩槽系统调整规律的基础上, 分析本河段未来的演变趋势。滩槽演变分析和数模计算结果表明: 河段总体河势呈现微冲状态并将保持相对稳定, 崩岸现象将逐步减少, 而落成洲段和口岸直段等部分区段河床仍会出现较大冲淤变化, 各类涉水工程建设对河床演变的影响日趋增强。研究结果可为径潮流河段滩槽演变预测以及坍江灾害预警提供依据。

关键词: 扬中河段; 江堤坍塌; 河势变化; 数模计算; 演变趋势

中图分类号: TV147

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2018) 07-0058-04

Study on evolution trend of Taipingzhou channel in Yangzhong reach of the Yangtze River

ZHU Mingcheng, ZUO Liqin, JI Rongyao

(Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, Jiangsu)

Abstract: Taking Taipingzhou channel of the Yangtze River as the research object, based on summarizing the adjustment rules of the river channel system, the future evolution trend of the river section was analyzed. The analysis of riverbed evolution and numerical simulation results showed that the overall river regime reached a micro-impingement state and would remain relatively stable. The collapse phenomenon would gradually decrease, while the riverbed would continue to appear large erosion and siltation changes in some sections. The impact of various types of wading project construction on the evolution of the riverbed had been increasingly strengthened. The research results could provide evolution prediction of the tidal channel and early warning of river embankment collapse disaster.

Key words: Yangzhong reach; river embankment collapse; change of river regime; numerical simulation; evolution trend

0 引言

近期, 长江扬中河段太平洲江堤发生坍江险情, 严重威胁沿岸居民的生命财产安全。扬中河段嘶马弯道是长江中下游崩岸最严重的河段, 其在环流强烈淘刷下, 深泓逼岸, 且左侧河岸土质抗

冲性差, 江岸崩塌严重后退, 顶冲点不断下移, 右岸大量淤积^[1]。近 30 年来, 嘶马弯道段先后实施了丁坝、沉排、抛石等护岸工程, 江岸的崩塌强度有所减缓, 河道平面形态变化不大, 岸线趋向稳定。然而, 嘶马弯道下游高港灯标凸咀的挑流作用, 导致主流开始偏向南岸太平洲, 淘刷下游右侧河岸

收稿日期: 2018-05-25

基金项目: 江苏省水利科技项目 (2015083)

作者简介: 朱明成 (1989—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事涉水工程泥沙研究方面的工作。

造成长江大堤发生坍江。本文以长江扬中河段太平洲汉道为研究对象,在归纳总结河道滩槽系统调整规律的基础上,分析本河段未来的演变趋势,研究结果可为径潮流河段滩槽演变预测以及坍江灾害预警提供依据。

嘶马弯道是长江中下游典型弯道河道,水流结构复杂,河道横比降造成弯道环流,影响水流紊动强度和水动力轴线分布^[2]。弯道水流在离心力作用下在凸岸和凹岸横断面上产生水位差,横向水位比降的大小受含沙量和转弯角度影响,最大横比降常出现在弯道曲率最大处下游附近^[3]。横比降形成的弯道环流造成横向输沙不平衡,导致凹岸崩退凸岸淤长的演变特征。然而河床的平面变形并不均匀,横向环流主流靠近弯道凹岸下部,淘刷强度较大,崩岸严重,结果使得弯曲半径变小,中心角增大,河道加长,整个河道呈现向下游蠕动的趋势^[4-5]。

在土质易冲地区,弯道发展导致河道曲率增大,逐渐发展成为蜿蜒型河道,洪水漫滩时,水位比降较大容易导致弯颈处开口形成新河,而老河则逐渐淤断形成牛轭湖。土质不均匀时弯道发展受限,形成曲率较大的锐弯,水流不畅造成凹岸撇弯和凸岸切滩现象^[6]。河段右岸分别有五峰山、鹅鼻嘴等基岩山体,濒临江边,江岸河漫滩组成表层为厚5~10 m的沙质粘土,抗冲性能好,河漫滩演变比较缓慢。太平洲体为第四纪全新世沉积物,嘶马弯道表层厚3 m为壤土,50~60 m以下土层含有砾石、卵石,其余皆为细沙、粉沙和淤泥等松散抗冲性较差的土质组成。引江河至高港凸咀附近前沿有礁板沙平台,具有较强的抗冲性能^[7]。

1 扬中河段太平洲汉道概况

扬中河段地处江苏省中部,为长江下游航运最为繁忙的水道之一,上起镇扬河段大港水道下的五峰山,下至江阴水道的鹅鼻咀,全长约87 km左右。其南岸为镇江市、扬中市、常州市和江阴市,北岸为江都市、泰州市、泰兴市和靖江市。

从整体河势看,扬中河段呈四岛三汉格局,靠近南岸依次发育有太平洲、落成洲、炮子洲和禄安洲4个江心岛,其中太平洲(扬中市)是长江下游的仅次于崇明岛江心洲,长约31 km,最大宽度为11 km。太平洲将扬中河段分为两汉,其中太平洲

左汉为主汉,由口岸直水道和泰兴水道组成;右汉太平洲捷水道为支汉,河道弯曲狭窄,平均河宽仅约500 m(见图1)。

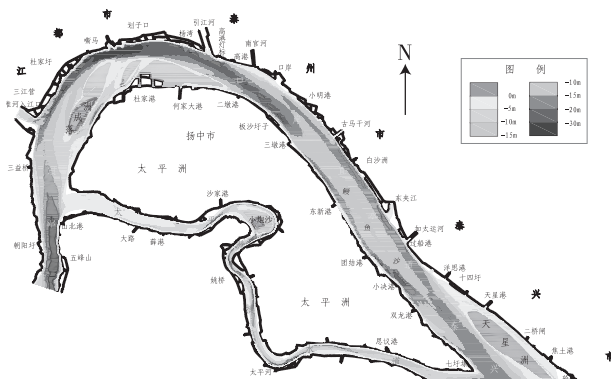


图1 扬中河段太平洲汉道河势图

根据1959年以来实测资料统计分析,太平洲左汉分流比均在90%左右,历年变幅小于3.5%,分沙比的变化稍大于分流比,历年变幅小于8.05%。因此本文主要考虑太平洲左汉的滩槽演变,太平洲左汉长约65 km左右,河宽2.2~4.0 km,江宽而水深,根据河道平面特性可分为2段。上段为中间宽两头窄的弯曲多分汉河型,长约23 km,右岸进口段有太平洲右汉分流;左岸自上而下分别有淮河和引江河入汇。在放宽段右岸一侧,分布有落成洲,将该水道再次分为左、右两汉,其中左汉为主汉,宽约1400 m,分流比约为80~90%;右汉为支汉,宽约500 m。下段为长顺直段,长约23 km,平均河宽约为2.2~2.5 km,左岸分布有高港边滩,江中鳊鱼沙心滩把河槽分为左、右二槽。受河床边界条件影响,顺直段主流出现摆动,河床中部与两侧交替冲淤变化。

2 滩槽演变分析

扬中河段太平洲汉道经过近百年的历史演变,形成目前这种弯道水流格局,该河段除受上、下游河段的影响,河段本身各个部位的变化也相互影响和制约。

2.1 进口段

太平洲汉道多年来分流、分沙比的较小变化,充分说明进口段及两汉道的河床断面冲淤变化不大,基本上保持相对稳定。由太平洲头至三江营为主流过渡段,形成三益桥浅区段,也是落成洲汉道的分流区和嘶马弯道的入流段。由于该段内既有

汉道分流,又存在淮河入流,水流运动特征较为复杂,河床冲淤变化也相对较大。

2.2 落成洲汉道

落成洲是紧靠太平洲左缘下的一个小江心洲,距太平洲洲头约 3 km 左右,将太平洲左汉又分为两汉,其中左汉为主汉,右汉为支汉。随着三益桥过渡段深泓的摆动及嘶马弯道的发展,多年来总体变化趋势是洲头略向右摆,冲刷下移,而洲尾淤涨下延(见图 2)。落成洲右汉近些年的发展,其主要原因是 20 世纪 90 年代末连续大水作用,水流具有趋直的趋势,而嘶马弯道顶冲区相对稳定下来,岸线后退已基本停滞,因此落成洲右汉发生一定幅度的冲刷,但冲刷主要发生在断面的左侧(落成洲右缘),对整体河势影响不是很大,但仍应加以必要的关注。

2.3 嘶马弯道

嘶马弯道自三江营至高港灯标凸咀,全长约 15 km,主流贴凹岸(左岸)下行至高港灯凸咀逐渐向右岸过渡。1954 年特大洪水以来,至 20 世纪 70 年代前崩岸强烈,崩岸中心自上而下发展,70 年代后虽经整治,局部岸线的崩岸有所控制,但护岸工程量与稳定岸线的标准相差较大。因此,崩窝险情仍不断发生,其主要原因是随着弯道逐渐向下的发展已超过嘶马弯道丁坝群护岸的保护范围,由于落成洲右汉发展,分流比增加,增大了汇流段主流动能强度。1998 ~ 2003 年,深泓线没有明显向岸侧移动,左岸 0 m 岸线没有出现明显崩退,右

岸心滩、边滩略有淤涨,变化较小,主要原因是该礁板沙抗冲能力强,不过时空尺度仍较短,滩槽演变过程有待进一步继续监测。

2.4 鳊鱼沙心滩段

嘶马弯道以下,在高港灯标凸咀附近主流开始偏离北岸,向南岸二墩港过渡,过渡段以下自板沙圩子至小决港为宽浅型顺直河段,长约 12.5 km。该段河床年内冲淤变化规律总体上呈现洪冲枯淤,浅滩则表现洪淤枯冲的规律。从该段河床年际冲淤变化看,总体上以微冲为主。未来一段时期内,由于上游嘶马弯道得到有效控制和长江上游近年来入海输沙量明显减少,将进一步减少鳊鱼沙心滩运动的沙源;加之大量护岸工程的建设使得河势得到控制,岸滩的稳定也将限制心滩的进一步发展。因此,鳊鱼沙浅滩有趋于稳定的演变发展趋势,但在特殊的大水年,本河段仍可能出现较大的冲淤变化。

3 滩槽演变预测

在充分分析河道历史和近期演变的基础上,建立长江中下游水沙数学模型,采用 2015 年实测地形和水文资料进行率定,结果显示模型计算潮位、流速过程和各汉道分流比等均与原型实测资料吻合较好,符合《内河航道与港口水流泥沙模拟技术规程》(JTJ232-98)和《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规程》(JTS/T 231-2-2010)的相关要求。

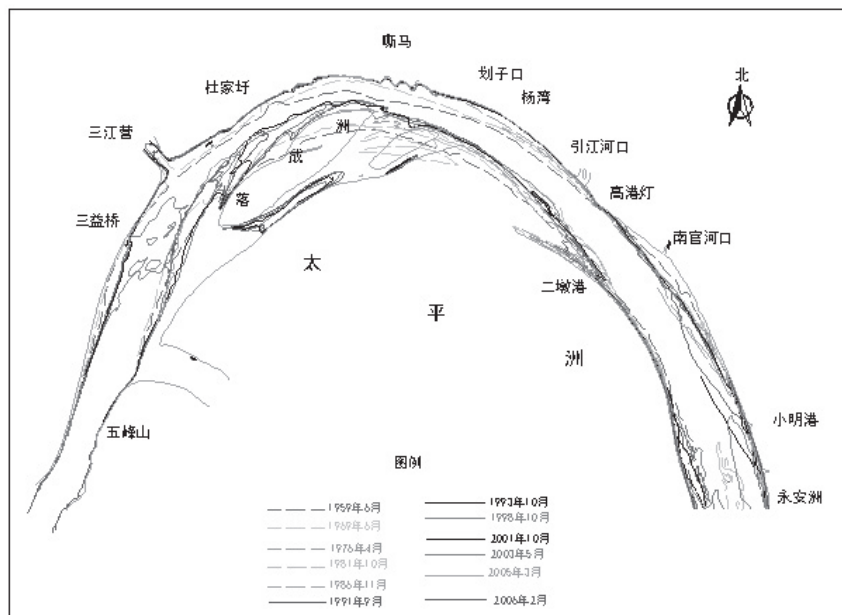
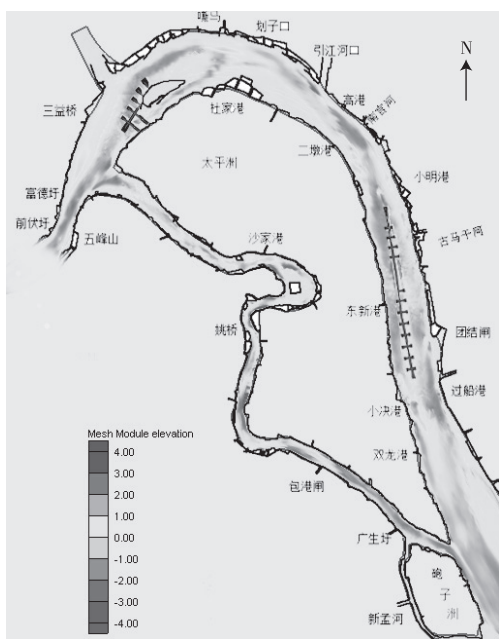
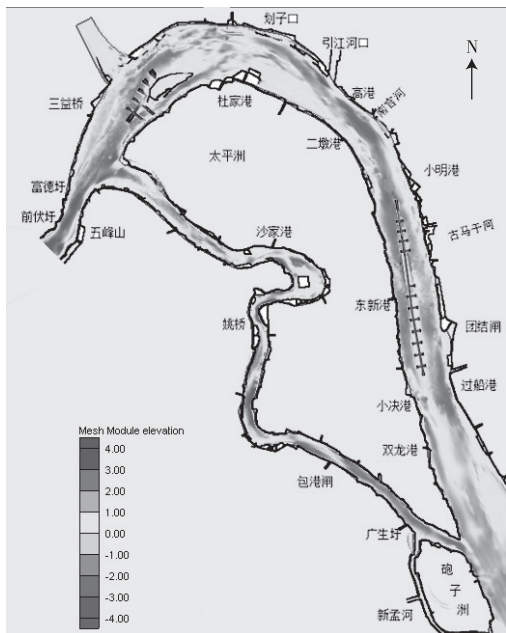


图 2 河段历年 -10 m 等深线分布

计算结果显示, 总体河势将保持相对稳定, 落成洲头部以及江中鳊鱼沙心滩得到守护, 形成较为稳定的太平洲分流局面, 太平洲分流、分沙及主槽走向多年来基本稳定的局面不会改变。落成洲头部和鳊鱼沙心滩冲刷并不明显, 河道相对稳定的平面形态将继续保持下去, 汉道分流比不会有很大的变化。



3 年之后



6 年之后

图 3 系列年河床冲淤计算结果

从长系列年冲淤分布看(见图 3), 太平洲汉道总体上呈冲刷态势, 落成洲左汊右侧边滩、落成洲治理工程左缘、泰兴顺直段左槽下段冲刷略微明显, 而落成洲左汊左侧、三江营附近深槽、泰兴顺直段左右槽进口略显淤积状态。小水年河床冲淤幅度较小, 大水年河床冲淤幅度较大。太平洲汉道滩槽演变趋势总体略呈冲刷状态, 与 2003 ~ 2015 年相比, 冲刷态势有所减缓。

落成洲汉道段右侧冲刷, 左侧河床淤积, 大水年仍表现为右侧冲刷, 左侧河床淤积, 但冲刷速度有所减缓。益桥段落成洲左汊深槽右偏, 主流右移, 河床左淤右冲的现象很明显, 大水年后, 因落成洲左汊主流仍然偏右, 回摆不明显, 大水年后河床自动调整不明显。

泰兴顺直段江中鳊鱼沙心滩得到守护, 江中心滩冲淤变化较小, 工程两侧深槽有所冲刷, 大水年下鳊鱼沙段左槽进口, 右槽进口和出口略显淤积状态。虽然经历了连续 3 个特大洪水年的冲刷, 但顺直段滩槽格局基本稳定, 江中冲淤幅度不大, 鳊鱼沙心滩冲刷后退现象基本消除, 两侧深槽也始终存在, 顺直段整体滩槽格局未出现严重的不利变化。

4 结语

根据扬中河段太平洲汉道滩槽演变过程, 结合数学模型计算结果, 可认识到河床演变发展趋势主要表现在以下几个方面:

(1) 总体河势保持相对稳定

结合近百年来的历史演变特征, 主要表现为沙岛合并, 左汊口岸直水道流路集中, 河势发展逐渐趋向稳定。上游大港水道稳定少变, 进口段右岸临江岩石山矾的控制, 形成较为稳定的太平洲分流分沙及主槽走向。左汊口岸直水道河床虽然仍会存在较大冲淤变化的可能, 主要表现为局部岸段发生崩岸、顺直段深泓线左右较大摆动、河道心滩与深槽的冲淤交替等。

(2) 崩岸现象逐步减少, 河岸稳定性逐渐提高

扬中河段历史上崩岸现象频繁而严重, 主要发生在嘶马弯道和顺直段南岸的小决港和北岸的永安洲至过船港。20 世纪 70 年代后, 经过多次实施护岸工程及维修加固, 各段崩岸强度有所减

(下转第 65 页)

（上接第 61 页）

缓,岸线后退得到控制。实测河床地形资料对比分析表明,顺直段河岸已基本稳定,嘶马弯道河岸变化也逐年减小,因而为总体河势的稳定奠定了基础。

（3）部分区段河床仍会出现较大冲淤变化

扬中河段河势虽然将继续保持相对稳定,其左侧主汊口岸直水道河床边界条件也较为稳固,河道横向变形幅度不大,但预计部分区段两岸之间的河床仍会出现较大冲淤变化,从目前情况看,主要有以下两段:

一是落成洲段右汊的冲刷发展、分流比增大,易引起附近局部河势变化,导致嘶马弯道水流顶冲点下移,加大了弯道下段出现新崩岸险情的可能性。引江河口门上游 2.5 km 左右存在抗冲性较强的礁板沙平台,有助于江岸稳定,若一旦被冲失,将给下游顺直段带来较大的不稳定因素;二是口岸顺直段,由于河道顺直宽浅的自身特性,水流动力易频繁摆动,因而在上游不同来水来沙条件下,河床滩槽易出现冲淤交替变化,特别是遭遇大洪水时,仍会出现河床中部强烈冲刷、边滩淤积下延甚至滩槽易位的现象。

（4）各类涉水工程建设的影响日趋增强

从工程建设后的河床变化情况看,由于涉水工程保证了河床边界条件的稳固,控制了河道平面形态的变形,对维持扬中河段河势相对稳定的局面有利,也为岸线进一步开发奠定了基础。

参考文献:

- [1] 魏延文,李百连.长江江苏河段嘶马弯道崩岸与护岸研究[J].河海大学学报(自然科学版),2002,30(1):93-97.
- [2] 周建银.弯曲河道水流结构及河道演变模拟方法的改进和应用[D].北京:清华大学,2015.
- [3] 徐俊锋.弯曲河道水流运动及床面冲淤数值模拟[D].天津:天津大学,2009.
- [4] 张红武,吕昕.弯道水力学[M].北京:水利电力出版社,1993.
- [5] 刘怀汉.弯曲航道概化模型试验研究报告[R].长江航道规划设计研究院,2009.
- [6] 钱宁等.河床演变学[M].北京:科学出版社,1987.
- [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(S2):94-96.