



长江中游新洲鹅头分汊河段 近期航道条件稳定性分析*

陈立, 陶铭, 平妍容, 郝婕妤

(武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室, 湖北武汉430072)

摘要: 鹅头型分汊河段由于其洲滩多变, 航道条件不稳定。依据实测河道地形资料, 分析长江中游新洲鹅头分汊河段近期的冲淤调整。结果表明: 由于航道整治工程等的实施, 在一定程度上稳定了河道边界条件, 新洲鹅头分汊河段近期保持了新洲和鸭儿洲心滩将河道分为三汊的格局, 各洲体基本稳定, 主支汊地位短期不会发生较大调整, 但随着三峡蓄水引起的上游来沙的减少, 鸭儿洲心滩以及新洲洲头以及河道边界将会发生进一步变形调整。须加强分析, 并适时采取相应措施。

关键词: 新洲鹅头分汊河段; 冲淤调整; 边界条件; 航道整治

中图分类号: U 617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)12-0121-05

Stability analysis on recent waterway condition in Xinzhou goose-neck braided reach at middle Yangtze River

CHEN Li, TAO Ming, PING Yan-rong, HAO Jie-yu

(State Key Lab of Water Resources and Hydropower Engineering Science, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: The evolution of sand bars and shoals in goose-neck braided reach results in unstable waterway condition. Based on the field topographic data, we analyze the recent scouring-silting adjustment in the Xinzhou goose-neck braided channel. The results revealed that the implementation of the channel regulation works stabilizes the channel boundary condition; The goose-neck reach maintains the plane pattern that Xinzhou and Ya'erzhou river islands partition the river into three branches; The sand bars and shoals are basically stable, and obvious adjustment of the status of the branches will not occur in the future. However, since the decrease of the sediment transportation from upstream caused by the impoundment of the Three Gorges project, the deformation of the head of Xinzhou and Ya'erzhou river island, together with the river boundary will proceed, which requires more analysis and implementing appropriate measures timely.

Key words: Xinzhou reach; scouring-silting adjustment; boundary condition; waterway regulation

1 概述

鹅头型分汊河段是长江中下游分汊河段中较不稳定的, 主要表现在由于江心洲不断被切割引起滩地的大面积坍失、主流线大幅度摆动、各汊道水沙的重新分配及纵横剖面的调整^[1]。与顺直或微弯型分汊河段汊道的主支汊交替在两汊间进行

不同, 鹅头分汊型河段一般是多分汊, 汊道之间的交替通常是以洲滩切割形成新生汊道为开始, 随后新生汊道逐渐弯曲平移, 当弯曲到一定程度时, 以洲滩再次被切割形成新生汊道为结束^[2]。在鹅头型分汊河段新生汊道发展、平移、衰亡的过程中, 主流线大幅摆动, 各汊道冲淤调整频繁,

收稿日期: 2013-03-21

基金项目: 黄金水道通过能力提升技术重大课题资助项目(201132822430)

作者简介: 陈立(1966—), 男, 博士, 教授, 主要从事环境与工程泥沙和治河防洪方面的研究工作。

给防洪及航运带来不利影响^[3]。

20世纪90年代及2003年三峡工程蓄水后，由于下游河段来沙减少，枢纽下游河道包括鹅头分汉河段发生冲刷调整，江心洲滩是否能够保持稳定，从而稳定航道条件为人们所关注。本文根据新洲河段河道地形观测资料，对本河段近期演变规律进行分析，对河道的演变趋势进行预估，揭示三峡蓄水后长江中下游鹅头型分汉河段的演变规律，为相关部门决策提供参考。

新洲鹅头型分汉河段位于长江中游，自码头镇至大树村，全长约21.7 km。该河段龙坪镇以上为单一顺直微弯河道，以下为鹅头弯分汉河道，位于江中的新洲及其头部的鸭儿洲心滩将水流分为三股，即左右汉和鸭儿洲心滩与新洲之间的串沟。河段进口码头镇处河宽约940 m，码头镇以下，河道逐渐展宽，至新洲处最宽约6 800 m。河段河势见图1。

新洲鹅头弯汉道于1842年期间已形成。近

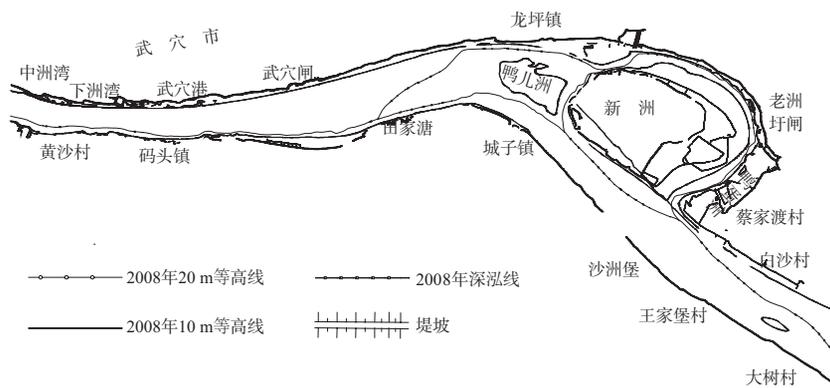


图1 新洲鹅头分汉河段河势

百年来，鹅头弯分汉形态不变，河道左岸不断崩塌，弯顶下移，新洲也相对向左岸扩展下移。鸭儿洲北槽、新洲左汉淤积衰退，鸭儿洲南槽和新洲右汉冲刷发展，串沟位置及深泓均不稳定，其变化同鸭儿洲周期演变相对应。

从河段进口至新洲洲头为单一河段，岸线变化不大；进入鹅头分汉段后，左岸从龙坪镇往下2 km，岸线2001—2008年最大淤积宽度190 m，右岸岸线历年变化不大；新洲平面形态发生了一定变化，主要表现为洲头冲刷后退，洲尾向下游淤长：2003—2008年洲头向下游冲刷后退最大为760 m，老洲圩闸对面约2 km范围内，新洲岸线向下游方向淤长最大距离为350 m。

2 近期河床演变

2.1 河道平面变化

选择15 m等高线反映近期（2001年以后）新洲鹅头分汉河段的平面变化。图2为新洲鹅头分汉河段10 m等高线历年变化。从图中可以看出：

总体上，本河段除了局部区域岸线发生小幅度摆动外，鹅头型分汉河道基本平面形态没有根本变化，河道也保持了三汉的格局。

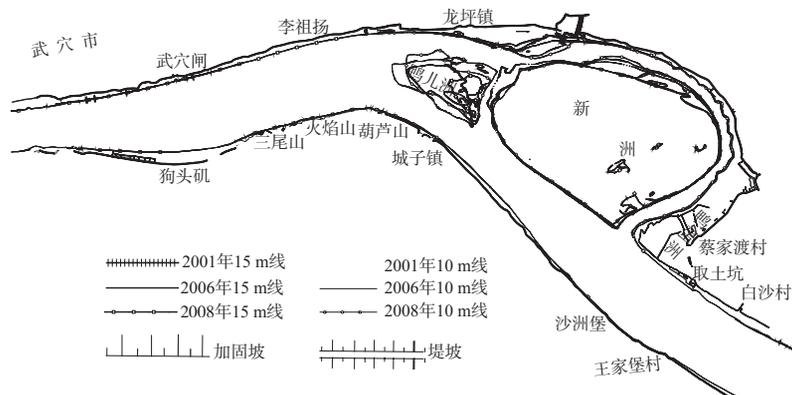


图2 近期新洲鹅头分汉河岸线及洲滩变化

2.2 深泓线变化

2.2.1 深泓线平面变化

深泓线基本反映了主流的走向。本河段深泓线的走向是：在河段进口的单一顺直段，深泓位于河道的右侧，望江亭以上深泓贴右岸下行；在武穴闸附近，受新洲及鸭儿洲心滩作用，河道深槽在进入弯道前发生分汊，深泓沿左右岸分行，其中左汊深泓线贴于左岸，过鸭儿洲心滩后，左汊深泓在龙坪镇再次发生分汊，其中一股沿新洲洲头与鸭儿洲心滩之间的串沟走向右汊，并在城子镇附近与右汊会合后，与左汊深泓在沙洲堡会合。之后主流顺直流而下，深泓线偏向左岸，流出本河段。

图3显示了河段深泓近期平面变化。进口段

(望江亭以上)深泓线历年平面变化较小，望江亭以下深泓线变化较大，主要部位包括：望江亭以下的分汊段、鸭儿洲心滩左汊和汇流段。其中望江亭以下的深泓线分汊点年际间上提下挫：2001—2006年，分汊点上提830 m，2006—2008年，又下移约3.7 km；鸭儿洲心滩左汊深泓左右摆动：2001—2006年，武穴闸到龙坪镇之间的左汊深泓位置向右移动约580 m，2006—2008年又左移了约450 m；汇流段的深泓线左右摆动，深泓交汇点上提下挫：2001—2006年右汊深泓右移近1 km，2006—2008年又左移至2001年位置；2001—2006年，深泓交汇点下移约2.1 km，2006—2008年，交汇点又上提了约2.3 km。

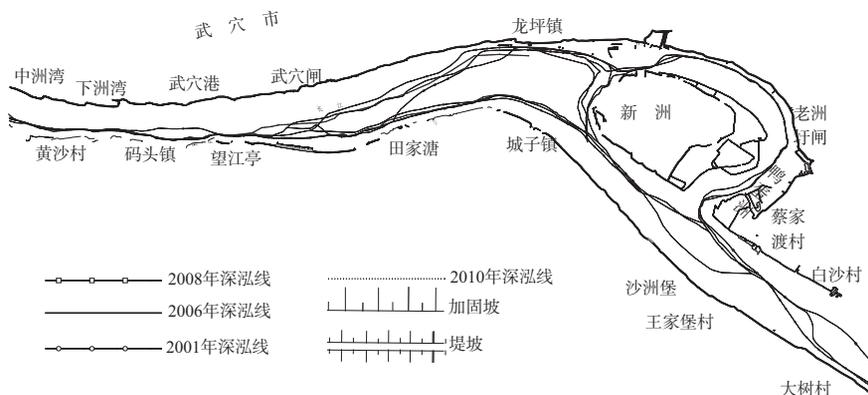


图3 深泓平面变化

2.2.2 深泓线纵剖面变化

图4为近期新洲河段深泓纵剖面的变化。从图中可以看出：深泓纵剖面形态呈马鞍形，为分汊河段的典型纵剖面形态。进出口的深泓高程一般低于-10 m，而分汊段深泓高程最高达到5 m。

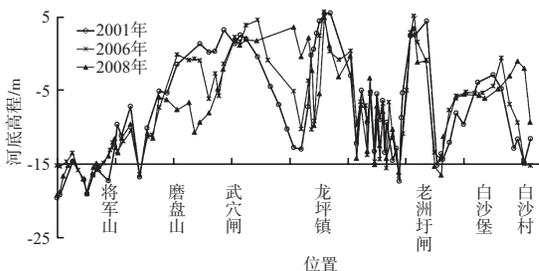


图4 深泓纵剖面变化

随着来水来沙及其过程的不同，深泓年际间发生冲淤变化，虽无明显的单向性冲淤变化趋势，但局部位置深泓高程变化很大：2001—2008年期间，深泓高程最大变化幅度约17 m左右，位置在龙

坪镇处，深泓高程因淤积而抬高；深泓高程变化较大的另一部位位于武穴闸，因冲刷而下切，2001—2008年下切深度约12 m。

2.3 洲滩变化

新洲鹤头分汊河段江心有鸭儿洲心滩和新洲2个成型淤积体，鸭儿洲心滩和新洲的冲淤变化是关系到河段分汊格局的稳定性。

1) 鸭儿洲心滩。

图2同时给出了鸭儿洲心滩10 m线的变化。可以看出，鸭儿洲心滩自1970—1981年呈下移状态，1981年心滩10 m岸线并入新洲10 m岸线，此后10 m岸线又被冲开，再次形成串沟，鸭儿洲洲头及左缘受冲刷不断崩退，横向水流将泥沙带至心滩右缘，因此心滩右侧淤长右移。由于串沟将大部分水流输移至右槽，进入新洲左汊的水流动力条件变弱，泥沙在进口淤积形成龙坪边滩，

至1998年，鸭儿洲最小。1998—2001年，鸭儿洲心滩呈淤积状态，淤积主要部位为左翼。可以看出，鸭儿洲心滩发育低平，其形态变化具有一定的周期性，其演变规律为淤长扩大-下移-并入新洲-再次产生新的心滩-淤长扩大。

2001—2008年，鸭儿洲心滩10 m线表现为淤积扩大：2001—2006年，心滩头部淤积上延约400 m，左缘淤积外延，洲尾最大淤积下移900 m，右缘下侧冲刷后退约300 m，洲尾略向左移。2006—2008年，鸭儿洲心滩向左向下移动，洲尾右移，幅度不大。

2) 新洲。

因新洲高程较高，取15 m等高线对其变化进行分析。表1为新洲历年几何特征值统计。由表可以看出，总体上说，新洲的几何特征值变化不大。1986年新洲面积和长度均为历年最大，分别为26.16 km²和7 297 m。

图2同时给出了新洲历年变化（15 m等高线），除1986年和1993年外，新洲在高水位时，洲头有横向串沟。洲头串沟下游岸以冲刷为主，2001—2008年冲刷最大宽度520 m。从左汊中部至洲尾历年变化较大，以淤积为主，在老洲圩闸处淤积最大，1970—2008年最大淤积宽度850 m。

表1 新洲特征统计（15 m等高线）

年份	面积/km ²	最大洲长/m	平均洲宽/m	洲顶高程/m
1970	22.63	6 430	3 520	20.5
1976	23.15	6 395	3 620	19.7
1981	22.51	6 438	3 497	20.7
1986	26.16	7 297	3 585	20.0
1993	25.40	7 207	3 524	20.8
1998	22.72	6 611	3 436	21.1
2001	24.01	6 783	3 540	19.4
2006	22.56	6 209	3 633	21.5
2008	25.88	6 232	4 152	22.2

3 新洲鹅头分汊河段分汊格局的变化

表2给出了新洲汊道不同年代分流比的变化。从分流比的变化可以看出新洲鹅头分汊河段分流格局的演变及目前的状况。

由表2可知，20世纪90年代以前，左汊分流相对较大，如1981年9月，左汊分流比达到最大为36.7%，而分沙最大则是1974年5月的42.9%；90年代以前，左汊分流比较为稳定，洪水期保持在30%

以上，枯水期保持在17.0%以上，而分沙比保持在16%~43%。

表2 新洲左右汊分流、分沙比变化

日期	总流量/ (m ³ ·s ⁻¹)	分流比/%		分沙比/%	
		左汊	右汊	左汊	右汊
1959-05	32 170	30.7	69.3		
1959-09	14 520	22.2	77.8		
1959-11	12 250	19.9	80.1	25.2	74.8
1960-02	4 958	17.9	82.1		
1960-04	12 670	17.1	82.9		
1960-07	38 500	33.5	66.5		
1974-05	30 850	30.6	69.4	34.5	65.5
1974-08	40 900	36.2	63.8	42.9	57.1
1974-12	13 070	22.7	77.3	27.4	72.6
1981-04	16 530	25.6	74.4	29.0	71.0
1981-09	40 600	36.7	63.3	40.0	60.0
1981-12	10 970	18.0	82.0	25.0	75.0
1982-03	14 340	21.9	78.1	28.9	71.1
1982-05	17 780	22.9	77.1	27.3	72.7
1983-04	20 300	18.2	81.8	23.8	76.2
2001-09	30 855	14.9	85.1		
2001-11	20 005	9.8	90.2		
2002-02	8 006	4.0	96.0		
2002-08	52 764	15.7	84.3		
2002-11	17 050	9.3	90.7		
2003-02	10 662	5.6	94.4		
2003-11	28 869	13.7	86.3	19.1	80.9
2009-03	11 815	9.6	90.4	21.8	78.2
2009-04	25 963	10.8	89.2		
2009-08	35 601	12.6	87.4		
2009-11	10 486	4.87	95.1		
2010-01	9 955	4.42	95.6		
2012-03	17 400	7.60	92.4		
2012-03	6 700	0	100.0		
2012-03	22 600	9.90	90.1		
2012-03	48 000	12.90	87.1		定床模型试验结果
2012-03	76 500	12.60	87.4		

90年代以后，左汊分流比出现较大幅度的减小，到2009年汛前中枯水分流比约为10%，2009年汛后更减小到不足5%。与此相对应，右汊分流比不断增加，河床不断冲刷发展。表中同时给出了以2013年地形为制模地形的河工模型试验的不同流量级的分流比，也反映出近期的分流比状况。与1960-02流量不足5 000 m³/s时左汊分流比还可以保持17.9%相比，目前流量在6 700 m³/s时，左汊分流比为零，这也反映了左汊内河床的淤积抬升。对比2001年11月和2012年3月地形22 600 m³/s的实验结果，可以看出近10年分流比的变化不大。

汊道分流比的变化过程反映了鹅头型分汊河

段的演变过程与特点^[4]。由于左汊的鹅头弯曲形态的逐渐发展,河道过流能力必然下降,而相对顺直且流路很短的右汊就会逐渐发展。但是必须指出的是,鹅头分汊河段特殊的平面形态和水动力特点使得其右汊的发展不同于一般分汊河段:一方面,左汊过流能力降低;另一方面,鹅头分汊河段进口处的平面形态又决定了随着流量的增加,进入鸭儿洲心滩的水流呈增加趋势,超过左汊过流能力的水流就会通过鸭儿洲心滩和新洲之间的串沟进入右汊。本河段右汊90年代后期和本世纪初在汛后退水期和枯水期出现航道问题,主要就是因为从鸭儿洲心滩左槽通过串沟和漫越低矮的鸭儿洲心滩,将泥沙带入右汊,在进口处淤积碍航。

4 演变趋势预测

根据河床演变的基本原理,来水来沙条件、河道边界条件和下游侵蚀基准面的改变将会引起河道的冲淤调整。自20世纪90年代,特别是三峡工程蓄水运用后,下游河道将会发生长时段长时段的冲刷,新洲鹅头分汊河段也将发生相应的调整^[5]。

按照鹅头分汊河段的一般演变规律^[6],新洲鹅头分汊河段的演变倾向应该是随着左汊的淤积,分流比的逐渐减小(虽然上游来沙减少,但是不会改变左汊的淤积衰亡趋势),新洲和鸭儿洲心滩之间的串沟冲刷发展,新洲洲头冲刷后退,逐渐发育形成新的左汊,进入下一轮演变周期。

新洲洲头的守护工程、鸭儿洲心滩顺坝和护滩带的实施改变了本河段局部河床边界条件,一方面稳定的长顺坝拦截了部分进入鸭儿洲心滩左槽的水流,也拦截了原本漫越鸭儿洲心滩下段回到右汊的水流;同时新洲洲头守护工程和长顺坝和护滩工程分别控制了串沟的左右边界,限制了串沟的发育。

因此,本河段的演变趋势是:保持目前的分汊格局,即鸭儿洲心滩、新洲将河道分为三汊,分别为新洲左右汊和新洲与鸭儿洲心滩之间的串沟,新洲左汊的分流比缓慢减小,右汊的分流比缓慢增加,串沟左右边界虽然因为守护工程的实施而基本稳定,但是仍有缓慢冲刷发育的空间。

目前的航道整治工程是基本稳定的,稳定的航道整治工程可以维持目前的分汊格局^[7],维持较好的航道条件,但是要注意串沟发展对现有工程稳定性的影响,特别是新洲洲头守护工程的稳定性;若再遭遇特大洪水,鸭儿洲心滩守护工程和新洲洲头守护工程的稳定性也会经受严峻考验。

5 结论

1) 新洲鹅头分汊河段近期冲淤调整主要体现在新洲洲头的冲刷、洲尾特别是洲尾左缘的淤长,左汊的分流比逐渐减小,右汊的分流比逐渐增加,遵循了鹅头分汊河段的演变规律。

2) 新洲鹅头分汊河段近期将继续保持目前的分汊格局,新洲左汊的分流比将缓慢减小,右汊的分流比也将同步缓慢增加,新洲洲头守护工程和鸭儿洲心滩上的长顺坝和护滩工程约束了串沟的左右边界,串沟冲刷发展成为新的左汊受到抑制。

3) 三峡蓄水后上游来沙减少,串沟还会缓慢冲刷发展,影响新洲洲头守护工程和鸭儿洲心滩守护工程的稳定性,当遭遇不利的大水年,甚至可能发生水毁现象,改变目前分汊格局,也会影响航道条件的维持,应加强跟踪观测分析,适时采取相应的加固措施。

参考文献:

- [1] 马有国,高幼华.长江中下游鹅头型汊道演变规律的分析[J].泥沙研究,2001(1): 11-15.
- [2] 刘中惠.长江中下游鹅头型汊道演变及治理[J].人民长江,1993,24(12): 31-37.
- [3] 冷魁,罗海超.长江中下游鹅头型分汊河道的演变特征及形成条件[J].水利学报,1994,(10): 82-89.
- [4] 陈立,周银军,闫霞,等.三峡下游不同类型分汊河段冲刷调整特点分析[J].水力发电学报,2011,30(3): 109-111.
- [5] 张炯,陈立,何娟,等.三峡水库蓄水后宜都水道演变及航道变化[J].水运工程,2006(8): 83-86.
- [6] 谢鉴衡.河床演变及整治[M].北京:中国水利水电出版社,1997
- [7] 李明,黄成涛,刘林,等.三峡工程清水下泄条件下分汊河段控制措施[J].水运工程,2012(10): 30-34.

(本文编辑 郭雪珍)