

# 长江扬中河段小泡沙汊道现状 分析及治理方案比选

朱星宇<sup>1</sup>, 刘晓璇<sup>2</sup>, 周东泉<sup>3</sup>, 吕馨怡<sup>1</sup>, 孙一清<sup>4</sup>

(1. 江苏省水利工程规划办公室, 江苏 南京 210029; 2. 江苏省农村水利科技发展中心, 江苏 南京 210029;  
3. 江苏省水利勘测设计研究院有限公司, 江苏 扬州 225127;  
4. 河海大学 水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210098)

**摘要:**以长江中下游扬中河段小泡沙汊道为例,通过对汊道历史演变及现有问题的总结,提出对小泡沙洲头以及右汊采取相应的治理措施的必要性,并使用数模软件分别比选了洲头和右汊的两种方案。最终采用洲头守护加右汊护底的组合方案,以期一定程度上遏制右汊分流情况的继续恶化。

**关键词:**扬中河段汊道; 小泡沙; 河道治理; 方案比选

**中图分类号:**TV85      **文献标识码:**B      **文章编号:**1007-7839(2021)S2-0097-04

## Analysis on the current situation of the Yangtze River Yangzhong Reach Xisha island branching channel and governance scheme selection

ZHU Xingyu<sup>1</sup>, LIU Xiaoxuan<sup>2</sup>, ZHOU Dongquan<sup>3</sup>, LYU Xinyi<sup>1</sup>, SUN Yiqing<sup>4</sup>

(1. Jiangsu Water Conservancy Engineering Planning Office, Nanjing 210029, China;  
2. Jiangsu Rural Water Conservancy Science and Technology Development Center, Nanjing 210029, China;  
3. Jiangsu Water Conservancy Survey and Design Institute Co., Ltd., Yangzhou 225127, China;  
4. State Key Laboratory of Hydrology, Water Resources and Hydraulic Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

**Abstract:** Based on the summary of the historical evolution and existing problems of the branch channel in the Yangzhong reach of the middle and lower reaches of the Yangtze River, the necessity of taking corresponding control measures for the head of Xisha island and right branch is proposed. And the two schemes of the head and right branch are compared with each other by using numerical simulation software. Finally, the combined scheme of protecting the head of the island and protecting the bottom of the right branch was adopted to curb the deterioration of the distributary flow of the right branch to a certain extent.

**Key words:** branch channel of Yangzhong Reach; Xisha Island; river governance; scheme selection

长江中下游扬中河段处于扬子准地台范围,大地构造属于长江下游挤压破碎带,河道走向与构造线方向吻合。由于河床总体呈现冲刷势态,以悬沙落淤积为主的支汊有所发展。不仅如此,扬中河段

位于潮流界以上段,大洪水是本河段河势变动的首要动力因素。

稳定的河势是防洪安全和航运发展的基础保障,加强长江中下游干流河道治理,是确保防洪安

收稿日期:2021-09-16

作者简介:朱星宇(1995—),男,硕士,主要从事水利规划研究工作。E-mail:761252764@qq.com

全和促进航运发展的一项重要基础性工作。以扬中河段小泡沙汉道为研究对象,对汉道现状进行分析,并选取汉道治理的不同方案进行比选,选择最适合目前汉道现状的组合治理方案<sup>[1-2]</sup>。

## 1 扬中河段概况

长江扬中河段上起五峰山下谿鹅鼻嘴,两岸为镇江、常州、无锡、扬州和泰州等 5 市,河道全长 87.7 km,分布有太平洲、落成洲、炮子洲、录安洲、天星洲和小泡沙等江心洲,进、出口段分别由五峰山和鹅鼻咀两组节点控制,江面宽分别为 1.1 km 和 1.4 km<sup>[3]</sup>。

因上游水流冲刷和下游河水涨跌波动的同时作用,导致扬中河段水流状况特殊,泥沙条件不同于一般河流,总体状况较为复杂。河岸土质呈二元结构,河床沙细易动,河道水流动力、河床边界以及水流与河床相互作用等动力环境因素较为敏感,局部滩槽冲淤多变,是《长江流域综合规划(2012—2030 年)》和《长江中下游干流河道治理规划》(2016 年修订)确定的重点治理河段<sup>[4-5]</sup>。

## 2 小泡沙汉道现状分析

### 2.1 基本资料

小泡沙汉道位于扬中夹江的太平洲右汉,太平洲右汉全长约 44.3 km,平均河宽 573 m,平均水深 8.5 m。太平洲右汉平面形态 100 多年来变化不大,河床冲淤变化主要表现在凹岸冲刷,凸岸淤积,但变化的幅度和范围均不大,是长江下游较为稳定的支汉河道。其上下游段河流状况良好,弯道较少,近似为相对笔直的流态,但中段多达 4 个小弯道,分别为大路弯道、兴隆弯道、姚桥弯道和九曲河弯道。近几年,多个部门对该 4 条河道弯进行过整治,治理其河势不稳等问题。

### 2.2 主要存在的问题

历史上小泡沙左汉为主汉,随着含沙量的大幅降低,顺直且短的右汉呈现明显发展的态势,小泡沙洲头的冲刷后退也加速了小泡沙右汉的发展。小泡沙左汉为上行航道,右汉为下行航道,右汉的过度发展势必影响左汉的通航条件。

小泡沙主支汉冲刷不均匀,会导致主支汉道出现易位现象。至 2012 年右汉分流比达 53%,左汉仅 47%,小泡沙右汉成为主汉并持续发展,每年分流比增加 1.7% 左右。2021 年 2 月右汉实测分流比达 80%,相应右汉冲刷发展。新水沙条件下,扬中

河段短汉呈现冲刷发展的态势。洲头的崩坍后退,对于短汉而言,沿程阻力的减小更为显著,更加有利于短汉的发展。小泡沙右汉的发展,导致右汉冲刷,岸线崩退,在出口处与左汉的来流汇合,形成剪切水,顶冲太平洲堤防岸线,从而增加太平洲堤防的防洪压力。

小泡沙左侧汉道较为弯曲,水流经过受到的阻力较大,呈萎缩态势;右侧汉道较左侧更短,水流经过受到的阻力较小,呈持续发展态势。因为小泡沙左右汉道河流势态发展的不平衡性,容易造成河流改道等众多问题,严重影响靠近河道附近的灌溉系统及居民生活安全,造成岸边防洪防水的难度加大,有必要对其进行整治。

## 3 现有整治基础

长江中下游河道目前的治理手段及治理方法与其他水域的水利工程想比略有差异。长江中下游河道变化规律较为复杂,因此需要因地制宜,个别河道段个别整治,最后综合治理才能调整河道向正确的流向发展,从而控制河流流势,以满足长江中下游段经济发展、工程建设的需要<sup>[6]</sup>。

### 3.1 河道

20 世纪 70 年代所提出的长江中下游治圪护岸工程,只是简单地为了防洪护堤提出来的,缺少对河流自然变化规律的思考,没有从如何稳定河流流势的角度出发,为达到综合治理的方面去考虑整个治理工程,其造成结果是并没有制止圪岸的继续发生<sup>[7]</sup>。

长江中下游河段扬中河段一期整治工程中,按照“因势利导,全面规划,远近结合,分期实施”的原则,遵循河流自身变化的复杂规律,多方协调,积极听取专家意见,最后提出扬中河段整治工程的具体方案,不仅考虑了扬中河段上下游邻段的自然条件,还认真考虑了长江各段沿岸的人类活动情况,最后较好地协调了各个单项工程之间的矛盾点,有效处理了相邻河道整治工程的相互关系,从而为长江中下游整治工程的进一步实施奠定了坚实的基础<sup>[8]</sup>。

### 3.2 汉道

维持汉道进出口节点的稳定,长江中下游分汉河道进出口一般都由河宽较窄的节点组成。考虑到分汉河道节点附近近岸流速大,采用丁坝、矶头等形式会改变水流结构,对下游河势可能会带来不利影响,对节点的守护一般采用平顺护岸的型式比

较合适。为了有效保证长江中下游汉道左汉道和右汉道上游进水口出的水流流态稳定和汉道水平面的平稳形态,积极控制各个汉道不同水位时的汉道分流分沙比,大多数情况需要从汉道源头治理,对洲头进行重点防护。但防护工程的布置方式要因地制宜,根据不同汉道洲头的冲刷情况具体问题具体分析。当河流流至洲头时,由于受到洲头的阻挡作用,会向洲头两侧的汉道分流,分流后继续冲刷洲头两侧,因此有必要对洲头及其两侧实施防护工程,以从汉道源头稳定河道形态以及分流态势。当河流流至洲头,受到洲头的阻挡作用,变为向洲头一侧分流,并对洲头靠主流进入该段的部位进行冲刷时,则有必要对主流进入该段的部位实施防护工程。与此同时,汉道进水口处的水位波动也是需要保护的位置,采用隔堤的方式避免洲头遭受水流的冲刷以及因分流而对河道产生的不利影响。

对小泡沙右汉水流顶冲处进行护岸,可以制止其分流继续增大,对鹅头型左汉实施必要的防护,抑制其向更弯曲的方向发展,可延缓该汉的萎缩,从而有利于保持其相对稳定状态。

## 4 持续治理的必要性

### 4.1 河势稳定

扬中河段已实施多次河道整治工程,为了尽可能发挥长江特有的不可替代的航运能力,交通运输部门也对阻碍航运的不利河段实施了不同程度的治理和整治工程。

堤防工程是防灾减灾工程的重要组成部分,对保障国家防洪安全具有非常重要作用,需进一步加快堤防工程建设,完善防洪减灾工程体系。对于长江片区,重点实施长江中下游河势控制及崩岸治理。

### 4.2 防洪安全

继2016年长江中下游发生了仅次于1998年和1954年的特大洪水后,2020年大通站流量一路攀升,7月、8月和9月日平均流量达 $72\,000\text{m}^3/\text{s}$ 、 $60\,100\text{m}^3/\text{s}$ 和 $52\,000\text{m}^3/\text{s}$ ,洪水期防洪压力依旧较大。

新水沙条件下,河床总体有所冲刷,短汉、支汉有所发展,已有防护岸段依旧呈现冲深态势,滩槽高差进一步增加,岸坡变陡。同时,局部河势的变化、汉道分流的调整引起主流顶冲点位置的变化,影响局部岸段的稳定。过江通道等涉水工程的建设,改变了局部河床冲淤及动力环境,局部岸坡的稳定性需进一步关注。新的水情、新的工情条件

下,岸线崩塌风险有所增加,保障防洪安全依旧任重道远。

### 4.3 建设需求

《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》中曾明确指出,长江需要重点加强长江沿岸的河道整治,以防止河道崩塌,同时还要对长江口进行综合治理。

通过近年来大规模的堤防建设和崩岸治理,本河段的堤防得到全面加固,危及堤防安全的崩岸险工段得到治理,河道岸线相对稳定,但局部河段还存在一些防洪问题。随着扬中河段沿江地区经济社会的快速发展,对防洪安全、岸线稳定也提出了更高的要求。根据河段的防洪形势和河道演变规律,为满足新的水沙条件下稳定河势的需要,巩固河道多年来的治理成果,保障沿江区域防洪安全,保证长江岸线安全稳定,本河段的河道治理显得尤为迫切。

## 5 治理方案研究

为遏制小泡沙右汉的进一步发展,本次拟对小泡沙洲头以及右汉采取相应的治理措施。小泡沙洲头守护工程比选了头部鱼骨坝工程和护岸工程,右汉限流工程比选了右汉护底工程和进口潜坝工程。

### 5.1 小泡沙洲头

洲头守护类方案数学模型研究表明,1998年大洪水条件下洲头护岸工程实施后,小泡沙洲头近岸流速减小幅度为 $0.01\sim 0.05\text{ m/s}$ 。左汉分流比略有增加,幅度为 $0.42\%$ 左右,流速总体略有增加,幅度一般为 $0.01\sim 0.02\text{ m/s}$ 。右汉进口局部流速有所增加,幅度一般为 $0.01\sim 0.03\text{ m/s}$ ;右汉分流比略有减小,小泡沙右缘深槽内流速减小,右汉中段流速总体略有减小,幅度一般为 $0.01\sim 0.02\text{ m/s}$ 。

头部鱼骨坝工程实施后,小泡沙洲头近岸流速减小幅度为 $0.01\sim 0.05\text{ m/s}$ 。左汉分流比略有增加,幅度为 $0.53\%$ 左右;流速总体略有增加,幅度为 $0.01\sim 0.02\text{ m/s}$ 。受丁坝挑流影响,右汉进口局部流速有所增加,幅度一般为 $0.01\sim 0.03\text{ m/s}$ ;右汉分流比略有减小,小泡沙右缘深槽内流速减小,泰州大桥—右汉出口流速总体略有减小,幅度一般为 $0.01\sim 0.02\text{ m/s}$ 。

### 5.2 小泡沙右汉

小泡沙右汉限流类方案数学模型研究表明,右汉护底工程实施后,左汉分流比略有增加,幅度为 $0.34\%$ 左右;流速总体略有增加,幅度一般为

0.01 m/s左右。右汉分流比略有减小,流速减小幅度一般为0.01 m/s左右。

进口潜坝工程实施后,左汉分流比略有增加,幅度为0.57%左右,流速总体略有增加,幅度一般为0.01~0.02 m/s。右汉进口右岸滩地局部流速有所增加,幅度一般为0.01~0.03 m/s;右汉分流比略有减小,小泡沙右缘深槽内流速减小,泰州大桥—右汉出口流速总体略有减小,幅度一般为0.01~0.02 m/s。平滩流量条件下各工程实施后流速变化趋势与1998年大洪水条件基本一致,影响幅度略有减小。

### 5.3 方案效果分析

经过数学模型计算,将小泡沙洲头拟选择的头部鱼骨坝工程和护岸工程在大洪水条件下进行对比,对比结果如表1所示。将小泡沙右汉拟选择的右汉护底工程和进口潜坝工程在大洪水条件下进行对比,对比结果如表2所示。

由表1、表2可知:

(1)洲头护岸工程实施后洲头区域内流速有所减小,右汉分流有所减小,能较好地守护洲头,限制右汉发展。

(2)洲头鱼骨坝方案实施后,鱼骨坝中段区域流速有所增加,且鱼骨坝局部冲坑较守护方案大。对比两方案实施效果以及后续对河床调整的影响,本次推荐洲头守护方案。

(3)对比右汉限流潜坝和护底方案,两方案实施后右汉分流均有所减小,均能达到遏制右汉分流增加的目标。但潜坝方案实施后,不同水文条件下潜坝右下缘近岸侧流速增加较为明显,易形成局部冲刷坑,不利于局部岸线的稳定,本次推荐右汉护底方案来遏制右汉分流的发展。

表1 大洪水条件下稳定洲头方案实施后分流比变化

单位:%

位置	工程前	护岸工程	护岸工程变化	头部鱼骨坝	头部鱼骨坝变化
右汉	69.87	69.45	-0.42	69.34	-0.53
左汉	30.13	30.55	0.42	30.66	0.53

表2 大洪水条件下右汉方案实施后分流比变化

单位:%

位置	工程前	右汉护底工程	左汉护底工程变化	进口潜坝工程	进口潜坝工程变化
右汉	69.87	69.53	-0.34	69.30	-0.57
左汉	30.13	30.47	0.34	30.70	0.57

综上,小泡沙守护方案采用洲头守护加右汉护底的组合方案。

## 6 结 论

以长江中下游扬中河段为研究对象,通过对小泡沙汉道现状分析,考虑前期整治情况及持续稳定治理的重要性,对小泡沙汉道洲头以及右汉采取相应的治理措施。通过数模模拟比选了小泡沙洲头的两种方案和小泡沙右汉的两种方案,分析其优劣,最终小泡沙守护方案采用洲头守护加右汉护底的组合方案,以期控制小泡沙汉道右汉水位、流速、及流速比。

### 参考文献:

- [1] 栾华龙,刘同富,高华峰,等.新水沙情势下长江中下游干流岸线保护研究:以扬中市2017年江堤崩岸治理为例[J].人民长江,2019,50(8):14-19.
- [2] 周金岩.长江中下游河道崩岸治理方案比选与分析[J].水利建设与管理,2020,40(9):5-10.
- [3] 杨丽.98洪水后长江安徽段河道演变分析及治理方案建议[J].水利天地,2010(8):44-46.
- [4] 王强,孙铭懋,彭晓光,等.长江镇江段河道的现状分析及治理对策探讨[J].江苏水利,2015(2):14-15.
- [5] 谢长淮,孙惠玲.三峡工程的蓄水对长江中下游河床安徽段的影响研究及对策[J].测绘与空间地理信息,2013,36(9):194-196.
- [6] 韩飞.长江安庆河道主要规划及存在问题[J].黑龙江水利科技,2020,48(12):84-86.
- [7] 潘庆荣,胡向阳.长江中下游河道整治研究[M].北京:中国水利水电出版社,2011(1).
- [8] 张金峰.水安全战略下长江流域治理体系建设研究[J].长江技术经济,2021,5(1):5-8.