



长江中游界牌河段过渡段 航槽近期变化及趋势预测

周成成¹, 黄俊²

(1. 长江航道规划设计研究院, 湖北 武汉 430011; 2. 长江武汉航道局, 湖北 武汉 430010)

摘要: 界牌河段为顺直展宽分汊型河段, 河道内洲滩较多, 主流及滩槽形态极不稳定, 是长江中游著名的碍航河段。综合治理工程实施后虽然下段分汊的格局得到维持, 过渡段的摆动范围得到一定的限制, 但由于实施时过渡段位置偏下, 滩槽并未得到完全控制, 上段的滩槽变化仍然较为剧烈, 主流不稳定, 为抓住控制过渡段位置的有利时机, 二期工程对新淤洲前沿的过渡段低滩进行守护。主要分析二期工程实施后过渡段航槽的变化, 并对过渡段航槽发展的趋势进行预测。

关键词: 界牌河段; 过渡段; 近期变化; 趋势预测

中图分类号: U 617.4

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)11-0077-06

Recent changes and prediction of changing trends for transition section channel of Jiepai reach in middle Yangtze River

ZHOU Cheng-cheng¹, HUANG Jun²

(1. Changjiang Waterway Planning, Design and Research Institute, Wuhan 430011, China;

2. Changjiang Wuhan Waterway Engineering Bureau, Wuhan 430010, China)

Abstract: Jiepai river reach is a straight broadening branch river and a famous navigation blocking reach of the middle Yangtze River, with unstable mainstream and groove and lots of bottomlands. Although the lower river keeps its branching pattern and the swaying range of the transition section has been limited after the comprehensive management construction, the groove is not in full control, the upper groove changes radically and the mainstream is unstable, as the location of the transition reach was a little lower. To seize the favorable opportunity of controlling the location of the transition section, the second phase construction reinforced the lower beach in the transition section of the new delta. This paper mainly analyzes the changes of navigation channel of the transition section after implementation of the second phase of the construction, and predicts the development trend of the groove in the transition section.

Keywords: Jiepai river reach; transition section; recent change; trend prediction

1 水道概况

界牌河段位于武汉上游 180 km, 上起杨林山、下止石码头, 中游航道里程 172 ~ 210 km, 全长 38 km, 左岸为湖北省洪湖市、右岸为湖南省临湘市。界牌河段属长江流域中下游平原水系, 河段

内无支流汇入。

界牌河段为顺直展宽分汊型河段, 以谷花洲为界, 上段顺直单一, 下段分汊 (图 1)。进口为杨林山、龙头山节点控制, 河宽仅 1 100 m, 以下逐步放宽至新堤一带, 最大河宽达 3 400 m, 出口

收稿日期: 2014-09-09

作者简介: 周成成 (1985—), 女, 工程师, 从事航道整治科研及设计工作。

处河宽又缩窄为 1 670 m。其中杨林山至螺山段呈藕节状，河段内两岸交替发育边滩，螺山附近主流摆动，多数年份居左。螺山至复粮洲河宽沿程变化不大，平均宽约 2 200 m，通常沿左岸为深槽，右岸为边滩，即上边滩。下复粮洲以下河道逐渐展宽并出现江心洲分汉。一般情况下左汉为

支汉，右汉为主汉，两汉在石码头处汇合。在上边滩尾与新淤洲头之间，主流自左岸向右岸过渡，称为过渡段。过渡段在谷花洲一带形成周期性的上提下移，导致界牌河段航道水深变浅而碍航。该河段主流及滩槽形态极不稳定造成浅滩形态也相应发生变化。

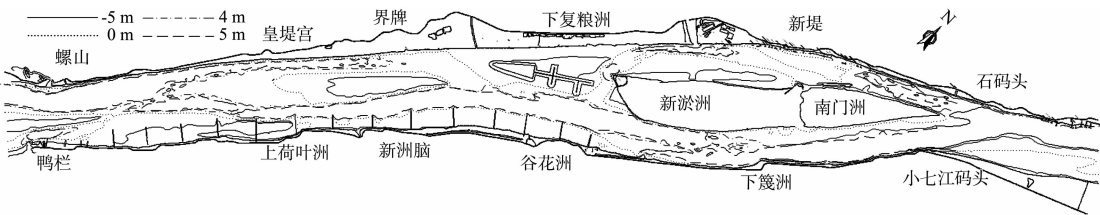


图 1 界牌河段河势 (2014-02)

界牌河段为顺直展宽分汉型河段，上段顺直单一段通常沿左岸为深槽，右岸为上边滩，主航道一般位于左岸深槽内；下段分汉段通常右汉为主汉，主航道多数年份走新淤洲右汉。

本河段已实施综合治理工程及航道整治二期工程。综合治理工程于 1994—2000 年实施，共完成了新淤洲洲头的 1 座鱼嘴、新淤洲和南門洲之间的 1 座锁坝和右岸上边滩上的 14 道丁坝；二期工程 2011 年开始实施，采取鱼嘴和鱼刺护滩形式对新淤洲前沿过渡段低滩进行守护，主要包括一纵两横 3 道护滩带。综合治理前，上段左岸深槽与下段右汉之间的过渡段航槽很不稳定，随着界牌河道滩槽的周期变化，过渡段航槽表现为上提下移，常年出浅碍航；综合治理后，航深有较大改善，航道尺度满足 3.7 m×80 m×1 000 m（水深×航宽×弯曲半径）的标准，但由于洲滩没有得到完全控制，航槽仍不稳定，航道仍存在恶化的趋势。目前上段过渡段心滩将顺直段分为两槽、下段分为两汉，主航槽暂时维持在南槽和右汉。按《长江干线航道总体规划纲要》^[1]（以下简称《规划》）要求，到 2020 年，界牌河段所在城陵矶至武汉航段的建设标准为 3.7 m×150 m×1 000 m。

2 水文泥沙特点

1) 来水来沙。

据螺山站 2003—2014 年资料统计，三峡水库

蓄水以来，螺山站一直出现中小水沙年份，年来水量较蓄水前减少约 9%，来沙量减少 75%，2011 年来水量及来沙量减少最多，来水量减少达 28%，来沙量减少 89%（表 1）。

表 1 三峡水库蓄水后螺山水文站径流量和输沙量

年份	径流量/ 10 ⁸ m ³	与蓄水前 相比/%	输沙量/ 10 ⁸ t	与蓄水前 相比/%
2003	6 371	0	1.460	-65
2004	5 980	-7	1.230	-70
2005	6 429	1	1.470	-65
2006	4 647	-27	0.581	-86
2007	5 687	-11	0.952	-77
2008	6 085	-5	0.914	-78
2009	5 536	-13	0.772	-81
2010	6 480	1	0.837	-80
2011	4 653	-28	0.450	-89
2012	6 929	-7	0.981	-76
2013	5 698	-12	0.838	-80

2) 水沙条件影响。

从年际变化上看，几十年来界牌河段经历了不同水文年，河道交错边滩平行下移的周期变化规律一直保持不变，水沙条件的差异是促进或延缓本河段交错边滩平行下移的周期性变化规律的主要因素，主要表现为以下几个方面：

①在一定滩槽条件下，大洪水有利于新堤夹的分流条件，将促进河道的演变进程。对于不同

的滩槽形态, 新堤夹的分流变化呈现相应的特点。

②在当前洲滩格局下, 水量相对较大的年份, 有利于促进心滩左槽的发展, 也将加速心滩滩头冲刷、右槽的淤积, 且将加大过渡段低滩的冲刷下移。

③顺直河道洲滩的演变与水流条件的变化关系密切, 近年来水流条件的变化是有利于心滩左槽发展的, 同时也将加速过渡段低滩的冲刷和新堤夹的淤积。

④来沙减少对本河段的影响较为明显, 在一定程度上起到了延缓演变周期的作用。

⑤从年内变化看, 近年来河道内水流分布也有所不同, 在当前洲滩格局下, 涨水过程中, 随着水位抬高, 单一顺直段主流左摆, 下过渡段淤积, 分汊段新堤夹分流加大, 挟沙能力加强; 退水过程中, 随着水位下降, 水流归槽, 过渡段低滩受扇形水流归槽作用, 发生冲刷。此外, 新堤夹内年内一直产生淤积。

3 基本演变特性

界牌河段的顺直外形自 20 世纪 30 年代开始就保持不变, 但河道内洲、滩变化频繁。其演变遵循顺直型河段的演变规律, 主要演变特征表现为: 交错边滩平行下移、主流相应摆动、滩槽格局相应变化、并引起汊道兴衰变化^[2]。

3.1 综合治理工程实施之前的演变特点

界牌河段的演变具有明显的周期性, 对该河段多年的研究中, 习惯上以河道左侧的螺山边滩为参照物, 来界定演变的周期, 每个周期可划分为 3 个演变过程: 螺山边滩开始下移——螺山边滩消亡——螺山边滩再度形成。

从 20 世纪 60 年代初至 1994 年界牌河段经历了 2 个周期的演变。2 个周期的起止时间分别为 1961—1974 年、1974—1994 年。归纳 2 个周期的演变特点, 除周期时间长短、洲滩变形速率的差异外, 界牌河段在这 2 个周期内的演变情况相似度较高, 演变过程中洲滩变化以及航道条件具有以下几个共同的特点:

1) 周期内呈现出典型的交错边滩平行下移的演变特点。

①左岸的螺山边滩与右岸的上边滩在进口段生成后逐渐下移, 下移过程中边滩呈交错形态。

②当螺山边滩越过螺山以后, 上边滩上冲下淤, 过渡段主流下移, 随着上边滩滩尾的不断展宽, 过渡段主流逐渐弯曲, 弯曲过渡发展后, 水流在新洲脑附近切割上边滩, 导致过渡段主流上提。随后, 河道内的洲滩重新组合, 螺山边滩消亡, 新一代的上、下边滩形成, 并开始逐年下移, 过渡段主流也随之下移。

③当重新组合后的下边滩下移至下复粮洲一带时, 新一代的螺山边滩在螺山以上再度形成, 界牌河段即进入下一个演变周期。

2) 从历年的河势变化情况来看 (图 2), 深泓、主流也随着边滩的运移摆幅较大, 过渡段上提下移, 纵向摆动范围上起皇堤宫, 下至南门洲头, 幅度达 13 km。主流大幅变化过程中, 河道内滩体也难以保持稳定, 易出现不利滩形, 导致浅滩形态恶劣而出浅碍航。

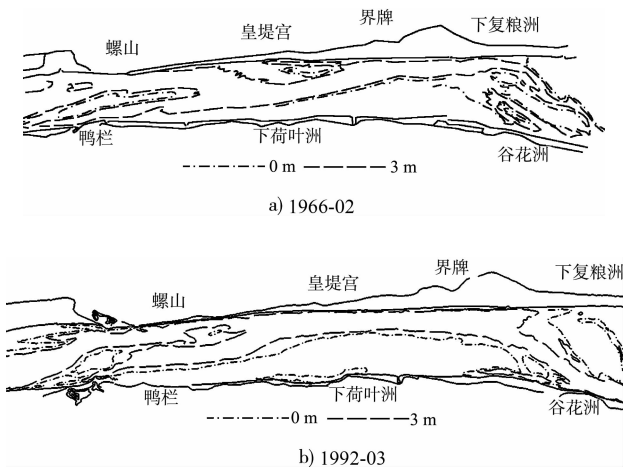


图 2 界牌河段典型河势比较

①过渡段过上或过下, 主流及滩槽均难以稳定, 航道条件易出浅碍航。如 1966 年、1968 年过渡段位置靠下时螺山以下易出现二次或多次过渡曲流, 造成浅滩水深不足, 又如 1983 年过渡段靠上时由于不具备维持分汊水流的条件, 形成交错浅滩碍航。

②当螺山附近主流位于左岸，过渡段位于上复粮洲至谷花洲一带时，各洲滩完整高大，过渡槽口单一，水流相对集中，航行条件较好，20 世纪 80 年代末、90 年代初，过渡段深泓在这一位置维持了相对稳定。

③综合治理之前，界牌河段只在南门洲段具有稳定的分汊河型，多数年份右汊占优，航槽主要走右汊，左汊偶有发展。

3.2 综合治理工程实施后的演变特点

综合治理工程实施以后，虽然下段分汊的格局得到维持，过渡段的摆动范围得到一定的限制，但是，由于实施时过渡段位置偏下，整治线偏宽，滩槽并未得到完全控制，界牌河段长顺直河道周期演变特征并没有改变，演变的主要特点仍表现为交错边滩平行下移、以及深泓主流的频繁摆动。目前的演变处于从 1994 年开始的新的演变周期之中，受人类活动及三峡蓄水后的影响，本河段的演变周期呈明显增长的趋势。

1) 洲滩仍呈交错边滩平行下移的演变特点。

①1994 年螺山边滩在螺山以上生成以后，逐年下移，滩体规模逐年增加，滩面缓慢淤高，到 2004 年边滩滩尾抵达新堤夹口门后，滩体中部受到水流切割形成窄沟，目前处于逐步发展之中。

②窄沟分螺山边滩为心滩与过渡段低滩，心

滩近年来向右挤压，北槽冲刷发展，南槽有萎缩之势，过渡段低滩头冲尾淤，过渡槽正在形成。

③自螺山边滩生成下移开始，儒溪边滩逐年淤涨下延，迫使水流向河道北侧集中，促进螺山以下北侧河槽发展的同时，近年来也促使上边滩头部和南槽进口逐渐淤积。

④伴随着螺山边滩的逐年下移，上边滩上冲下淤，这个特点一直持续到 2000 年汛后，此时上边滩滩尾宽度达到最大；随着螺山边滩的进一步下移，从 2001 年开始，上边滩滩尾逐渐萎缩，但头部开始淤宽。

2) 两汊的变化与上段边滩的下移以及进口主流的相应摆动关系密切，上边滩尾部淤宽造成了新堤夹的发展，而螺山边滩的下移又逐渐堵塞新堤夹进口，导致其近几年逐渐萎缩。

4 二期工程实施以来的演变

施工图阶段采用 2011 年 11 月测图，至 2014 年 2 月，经历了 2 个水文年，根据最新测图的观测分析表明，界牌河段总体河势基本保持稳定，工程部位以淤积为主，总体上保持稳定。根据 2014 年 2 月全河段 1:10 000 测图进行分析，自 2011 年 11 月以来，界牌河段滩槽格局基本稳定，河床总体冲淤变化不大（图 3）。

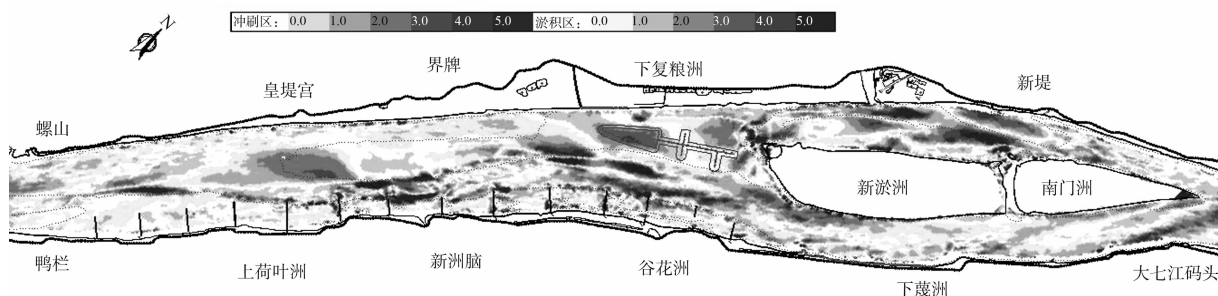


图 3 近期界牌河段冲淤平面变化（2011—2014 年）

4.1 冲淤变化

施工图阶段以来界牌河段总体呈冲刷趋势，心滩上段以及过渡段均有所冲刷，冲淤情况见图 3，具体冲淤分布如下：

1) 心滩以上段：心滩以上段总体表现为冲刷，螺山心滩以上冲淤基本平衡，心滩上段冲刷，

一般冲刷深度为 2 ~ 3 m，中下段以淤积为主，并 向右偏移，淤积最大出现在 8# ~ 9# 丁坝附近；南槽上段以淤积为主，下段冲刷，尤其是沿丁坝坝头的深槽内，局部冲刷可达 5 m；北槽沿程冲刷，下段冲深幅度较大，一般为 2 m 左右，出口有所冲深。

2) 过渡段: 从过渡段低滩及过渡槽的变化来看, 在工程的作用下, 过渡段低滩滩头基本稳定, 呈淤积状态, 淤积幅度普遍在 3 m 左右, 低滩尾部淤积有所下延, 新堤夹进口局部有所冲深; 同时, 过渡槽有所发展, 北槽出口至右汊进口出现斜向冲刷, 槽内除局部有所淤积外, 一般有幅度为 2~3 m 的冲深。

3) 分汉段: 分汉段仍延续新堤夹萎缩、右汊发展的总体趋势, 施工图以来新堤夹进口及夹内冲淤交替, 总体以淤积为主, 局部最大淤积可达 5 m; 右汊沿程冲刷, 幅度普遍在 3 m 左右, 下段局部有所淤积。

4.2 深泓变化

从施工图以来同期深泓平面比较来看, 界牌河段深泓平面总体摆动幅度不大, 变化主要表现在过渡段附近。过渡段低滩得到守护后, 随着过渡段低滩的淤积, 过渡槽深泓平面有所右摆, 两年间局部最大摆幅达 630 m。从深泓纵剖面变化来看, 新堤夹内深泓沿程变化不大, 进口局部有所冲深, 中段有所冲刷下切, 最大纵向冲刷深度约 6.5 m, 下段淤积, 最大淤高约 4 m; 右汊内以冲深为主, 上段冲刷幅度为 2 m 左右, 中段最大可达 7 m, 下蔑洲以下全程冲刷, 普遍下切幅度约 3 m。

4.3 洲滩平面变化

界牌河段洲滩格局不变, 从河段内 0 m 滩形线变化比较, 最大变化主要表现为螺山心滩头部的后退, 以及螺山心滩尾部与过渡段低滩头部的冲开。具体来看: 上边滩滩形变化不大, 随着南槽进口的冲刷, 上边滩的 3[#]、4[#]丁坝附近的滩体有所冲刷, 幅度约 80 m 左右, 受到水流的淘刷作用, 6[#]丁坝以下的上边滩 0 m 线贴坝头而下, 局部坝身与坝头间 0 m 线冲刷贯通; 螺山心滩 0 m 滩形线以上面积缩小, 滩头冲刷后退, 距离约 950 m, 滩头右缘冲刷; 随着过渡槽的冲刷, 尾部上提, 与过渡段低滩分开, 断开距离约 730 m; 新堤夹内 0 m 贯通, 最小宽度约 180 m, 其他部位变化不大。

4.4 深槽平面变化

界牌河段 4 m 深槽维持贯通, 各年同期比较来看, 变化不大, 但是 2013 年底至 2014 年 2 月本河段 4 m 局部有变化: 上段螺山心滩前沿 4 m 等深线上延, 最大距离约 1.4 km, 与上边滩 2[#]丁坝附近水下向河心生出的浅埂有相连之势, 右槽进口航槽受到挤压, 5 m 等深线中断; 新堤夹内 4 m 等深线仍断开, 右汊内局部深槽有所淤积, 有零星浅包分布; 河段其他部位 4 m 等深线变化不大, 4 m 河槽最窄处仍位于 7[#]丁坝附近, 约 220 m。

5 趋势预测

5.1 演变影响因素

1) 河道边界条件。界牌河段平面形态为顺直展宽分汉型河段, 河段内天然节点沿程分布, 其稳定和抗冲刷条件相对较好, 随着 20 世纪 90 年代界牌综合治理工程的实施, 新淤洲和南门洲的进一步稳定, 河道基本上维持上段顺直单一、下段顺直分汉的格局不变。

2) 三峡蓄水的影响。三峡工程蓄水后, 左岸深槽主流集中并增大, 心滩北槽冲刷发展, 心滩水流从北至南的横向漫滩范围发生变化, 由 2004 年的沿程漫滩, 变成集中在心滩头部及尾部, 且北槽流速增加、南槽流速减小; 河道下段螺山边滩尾部出现窄沟, 两槽汇流谷花洲处附近水流更多进入了右汊过渡段, 新堤夹分流比逐渐减少。

3) 航道整治工程的影响。综合治理工程的实施, 促进了新淤洲的稳定, 一定程度上限制了主流纵向空间上的摆动幅度, 并一定程度上稳定了上边滩、保持上边滩的相对完整, 在防止上边滩上的窄沟形成及右岸倒套的发育等方面起到了较好的作用, 同时也束窄了枯水期河宽, 一定程度上减小了主流在横向空间上的摆动幅度, 并延长了界牌河段的演变周期历时。2012 年开始实施的界牌河段航道整治二期工程, 将进一步稳定过渡段低滩, 控制过渡段位置, 促进形成稳定过渡槽。

4) 上游河势的影响: 界牌河段上游为道人矶至杨林岩河段, 该段右汊一直处于绝对占优主汊地位, 一定时期内总体上不会发生较大变化, 但仍会有小幅调整, 由于汇流口受杨林山、龙头山两侧矶头的节点控制作用, 上游河势对本河段的影响是有限的, 且近期上游总体河势的稳定有利于本河段进口入流的稳定。

5.2 演变趋势预测

从总体上看, 整治工程实施以来, 界牌河段因两岸均已护岸, 大的河势格局已得到基本控制。但其自身固有的一些演变规律仍将延续, 今后河道演变的趋势初步预测如下:

1) 总体河势格局仍将保持基本稳定。

界牌河段经过整治以后, 由于采取了护岸、丁坝、鱼嘴、锁坝等工程措施, 总的河势格局得到了控制, 保持了上段单一、下段分汊的洪水河势, 今后这一河势格局仍将继续保持。

2) 已建工程实施后, 基本稳定了目前相对较好的滩槽格局, 过渡槽航道条件好转。

①儒溪一带的边滩冲刷下移, 上边滩头部淤涨、滩体下移, 左侧沿岸深槽冲刷^[3]。

②心滩向右侧挤压, 右槽河宽变窄, 右槽进口将淤浅萎缩, 当前可利用的顺直段上口航槽(右槽进口)将存在淤浅碍航的危险, 右槽难以作为长期的主通航槽利用; 但是, 右槽目前仍然占优, 先期丁坝前沿水流淘刷形成的深槽, 其水力条件仍然较强, 在一定时期内仍会存在。

③界牌河段二期整治工程实施后, 将对过渡段位置的稳定起到较好的控制作用, 过渡槽航道条件将进一步好转。

3) 新淤洲右汊将持续发展, 新堤夹进一步萎缩。

由河演可知, 界牌河段综合治理工程及航道整治二期工程实施后, 界牌河段过渡段大幅度上提下移的规律已经不复存在, 只在小范围内摆动, 螺山边滩基本稳定在新堤夹前沿进口处, 从趋势上来看, 随着新堤夹前沿横槽的逐渐淤积, 新堤夹将进一步萎缩, 而右汊将持续冲刷发展。

6 结 论

1) 近期河床演变分析成果表明, 航道整治二期工程实施以来, 界牌河段整体河势基本不变, 工程守护区域稳定, 过渡航槽冲刷。

2) 从趋势上来看, 在已建工程作用下, 上段单一下段分汊的河势格局仍将继续保持, 界牌河段二期整治工程实施后, 将对过渡段位置的稳定起到较好的控制作用, 过渡槽航道条件将进一步好转, 而新堤夹将持续萎缩。

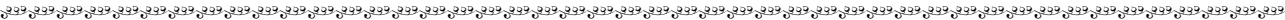
参考文献:

[1] 交通运输部. 长江干线航道总体规划纲要[R]. 北京: 交通运输部, 2009.

[2] 长江航道规划设计研究院. 长江中游界牌河段航道整治二期工程工程可行性研究报告[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2010.

[3] 长江航道规划设计研究院. 长江中游界牌河段航道整治二期工程平面二维水沙数学模型研究[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2010.

(本文编辑 武亚庆)



征 订 通 知

2015 年《水运工程》杂志征订工作已经开始, 订阅方式请登录《水运工程》杂志社官方网站: www.sygc.com.cn, 首页下载中心下载 2015 年《水运工程》征订通知单, 有关要求和反馈信息一应俱全。