

· “长江南京以下12.5 m深水航道建设”专栏(24) ·



# 口岸直水道落成洲守护工程 对三益桥浅区段水动力条件的影响

刘旺喜

(长江航道局, 湖北 武汉 430010)

**摘要:** 根据口岸直水道落成洲守护工程前后实测水文资料, 分析口岸直水道上浅区水动力条件和分流比的变化情况。结果表明, 落成洲守护工程实施后, 三益桥浅区段主流有向河道中心集中的趋势, 有利于主汉内深槽的冲刷和航道条件的改善, 但右汉内流速仍有所增加、分流比进一步加大, 不利于左汉主航道条件的进一步改善。

**关键词:** 落成洲守护工程; 三益桥浅区; 水动力条件; 航道条件

中图分类号: U 61

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)07-0001-05

## Effect of Kouanzhi channel Luocheng shoal defending project on hydrodynamic condition of Sanyiqiao shallow area

LIU Wang-xi

(Changjiang Waterway Bureau, Wuhan 430010, China)

**Abstract:** Based on the measured hydrological data before and after the implementation of the Luocheng shoal defending project, we analyze its impact on the hydrodynamic conditions and split ratio at Kouanzhi channel upper shallow area. The result shows that after implementation of the Luocheng shoal defending project, the mainstream of Sanyiqiao shallow area has a tendency of concentrating to the center of the channel, which is favorable for the scouring of the main branch's deep channel and improvement of the channel condition. But both the flow speed and the diversion ratio at the right branch increase, which are unfavorable for further improvement of channel condition at the left branch.

**Keywords:** Luocheng shoal defending project; Sanyiqiao shallow area; hydrodynamic condition; navigation condition

落成洲守护工程位于长江下游口岸直水道上段, 其实施目的为: 抑制落成洲洲头和前沿低滩冲刷后退以及右汉发展的不利趋势, 防止三益桥浅区段主航道条件进一步恶化, 维持 10.5 m × 500 m × 1 050 m 的航道尺度, 并为实现 12.5 m 深水航道延伸至南京奠定基础。三益桥浅区段位于口岸直水道上段。

口岸直水道上段上起五峰山, 下至高港, 平面形态为中间宽、两头窄的弯曲多分汉河型, 长

约 23 km, 由落成洲将该段分为左、右两汉。其中左汉为主汉, 是主航道所在, 该段浅区段位于三益桥至三江营段, 称为三益桥浅区。近年来, 因进口主流右摆, 落成洲出现了洲头低滩冲刷、高滩崩退、右汉发展等新变化, 引起左汉三益桥浅区段输沙能力降低、枯水河道展宽淤积, 主航道条件趋差<sup>[1]</sup>。为此, 交通运输部于 2011 年 10 月投资 3.74 亿元开工建设落成洲守护工程(图 1), 2013 年 5 月工程顺利交工验收。本文根据近年来

水文观测资料,分析了落成洲守护工程实施前后水动力条件的变化特点及其对航道条件的影响。

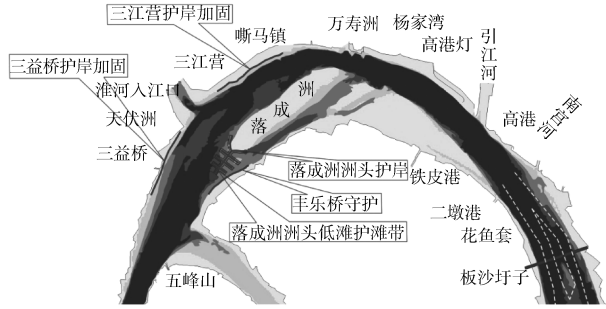


图1 口岸直水道落成洲守护工程平面布置

### 1 分流比的变化

1) 工程前,落成洲右汊呈发展态势。

1984—1992年间右汊分流比变化范围为9.6%~14.1%,之后则逐渐增加,洪水期2003年右汊分流比已达17.0%,2005年8月右汊分流比达到19.55%,2007年8月达到19.1%;枯水期右汊分流比2006年为14.10%,至2010年3月已达17.50%,2011年1月实测分流比为17.18%<sup>[3]</sup>(表1)。

表1 落成洲左、右汊落潮分流比 %

时间	左汊	右汊
1984—1992	90.40~85.90	9.60~14.10
2003-06	81.08	18.92
2005-08	80.45	19.55
2006-02	85.90	14.10
2006-03	84.60	15.40
2006-06	80.50	19.50
2007-08	80.90	19.10
2010-03	82.50	17.50
2010-10	80.77	19.23
2011-01	82.80	17.20

2) 工程后,落成洲右汊仍有所发展,但发展趋势趋缓。

在工程实施过程中,落成洲右汊分流比、分沙比进一步增加,至2012年12月,分流比已超过20%,达到21.5%,分沙比约14.8%。至2015年5月,落成洲右汊分流比约24.7%,分沙比17.4%。由此可见,工程实施后落成洲右汊分流比仍有一定的增加<sup>[2]</sup>,但分沙比也较工程前增加

明显,说明落成洲右汊仍处于发展中,但发展趋势趋缓(表2)。

表2 落成洲汊道分流比变化

阶段	测时	流量/ (m <sup>3</sup> /s)	分流比/%		分沙比	
			左汊	右汊	左汊	右汊
工程前	2010-03	27 487	82.50	17.50	88.8	12.2
	2011-01	26 500	82.80	17.20	88.1	11.9
实施过程中	2012-12	28 600	78.50	21.50	85.2	14.8
工程后	2015-05	33 500	75.30	24.70	82.6	17.4

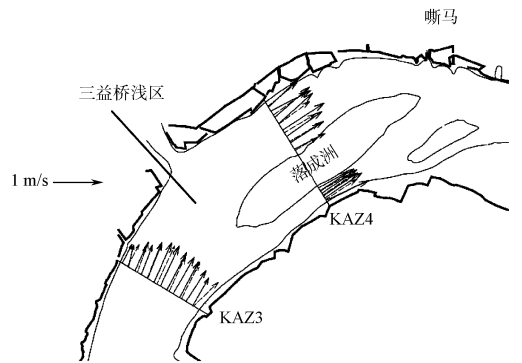
### 2 水动力条件的变化

#### 2.1 沿程流速、流向的变化

三益桥浅区段:整治工程实施前,汛前下行主航槽内平均流速约1.0 m/s,水流与航槽基本平行,上行主航槽内平均流速约0.80 m/s,水流与航槽夹角约5.0°,夹角指向北岸。整治工程实施后,汛前下行主航槽内平均流速约1.0 m/s,水流与航槽基本平行,上行主航槽内平均流速约0.70 m/s,水流与航槽夹角约4.0°,交角指向北岸。

落成洲左汊:整治工程实施前,汛前下行主航槽内平均流速约1.0 m/s,水流与航槽基本平行,上行主航槽内平均流速约0.80 m/s,水流与航槽基本平行。整治工程实施后,汛前下行主航槽内平均流速约0.95 m/s,水流与航槽基本平行,上行主航槽内平均流速约1.0 m/s,水流与航槽基本平行。

落成洲右汊:整治工程实施前后水流走向基本都与河道中心线平行,但整治后右槽内平均流速略有增大,平均流速由1.0 m/s,增大到1.15 m/s。见图2。



注:虚线为工程前2010年3月,实线为工程后2015年4月。

图2 工程段断面流速分布对比

## 2.2 横断面水流特征变化

三益桥浅区段<sup>[2]</sup>: 整治工程实施前后, 断面形态呈现明显的左淤右冲, 右侧近岸段局部冲刷深度达到 10.0 m, 左侧平均淤积高度 3~5 m; 而横断面流速分布规律表现为主流有向河道中心集中的趋势, 流速平均增幅约 10%, 左岸顶冲段近岸流速略有变小, 平均减小幅度在 0.1~0.2 m/s, 右岸虽然河道大幅度下切, 但流速却呈小幅减小(图 3)。

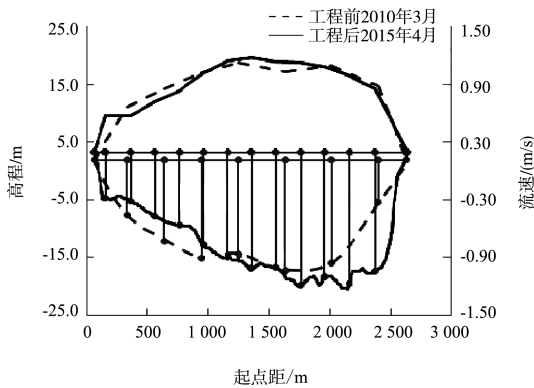


图 3 三益桥 KAZ3 断面流速分布

落成洲左汉中段: 整治工程实施前后, 断面形态呈现左岸稳定, 最深点略有向左扩展, 最深点右侧河道普遍淤高, 淤高平均幅度 3~5 m。横断面流速分布规律: 左岸顶冲段近岸流速变化不大, 河道中心部位流速有明显增大, 增幅约 20%, 汛前 4 月流速最大达到 1.33 m/s; 右侧近岸流速有小幅增大, 增幅约 0.10 m/s, 增大幅度约 10%(图 4)。

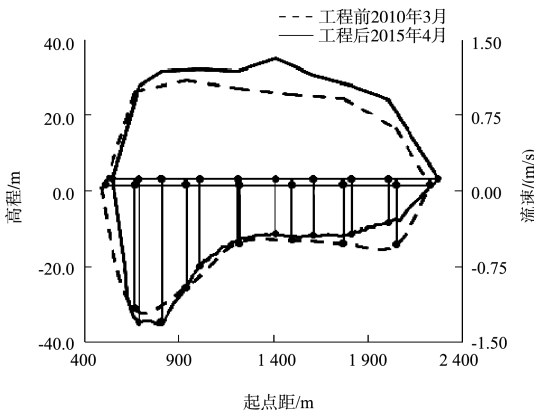


图 4 落成洲左汉 KAZ4 断面流速分布

落成洲右汉中段: 整治工程实施前后, 断面形态呈现两岸稳定、中槽刷深的态势, 最深点下切 4.0 m, -20 m 深槽向左扩宽 30 m, 最深点左岸河槽普遍冲深。横断面流速分布规律: 右汉内汛前横断面流速全部增大, 平均增幅达到 25%左右; 考虑到两次测验期间的流量差及断面过水面积差: 2015 年 4 月测流期间流量比 2010 年 3 月大 10%左右, 断面过水面积增大 10%左右, 换算到同流量级、同水位级, 落成洲右汉流速平均增大幅度为 8%左右(图 5)。

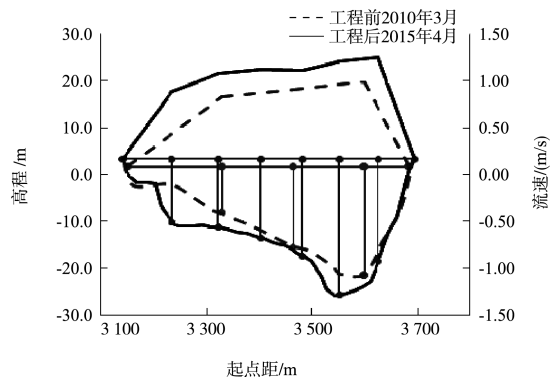


图 5 落成洲右汉 KAZ4 断面流速分布

总体来看, 整治工程实施后, 三益桥浅区段水流有向河道中心集中的趋势, 但落成洲右汉流速明显增大。

## 2.3 断面环流的变化

三益桥段: 整治工程实施前后, 枯期和汛期本段断面环流都不明显, 受河道地形约束, 整治工程实施前, 左岸指向北岸的断面横流分量表层最大横流为 0.15 m/s, 平均 0.10 m/s; 同时, 右侧河道明显出现指向右岸的断面流速分量, 但尺度和强度都较小, 宽度占总横断面宽度约 1/3, 表层最大横流 0.15 m/s, 横流向左快速衰减。整治工程实施后左岸表层流速分量指向左岸, 最大达到 0.20 m/s, 平均为 0.15 m/s, 断面横流随水深递减明显。同时, 指向右岸的横流显著衰退, 几乎消失。

落成洲左汉: 整治工程实施前后, 枯期和汛期本段断面环流存在微弱的断面横流, 其中表层流速指向北岸, 底层流速指向右岸, 呈逆时针环

流。工程前后断面环流的尺度和强度没有多大变化,不同点在于:工程前断面最大横流出现在左岸近岸侧,表层最大环流 0.22 m/s,底层最大指向右岸的横流为 0.08 m/s,也出现近左岸侧;整治工程实施后,表层最大横流向右(河道中心)偏移了 500 m 左右,底层指向右岸的横流强度和尺度变化不大。

落成洲右汊:本段处于相对顺直段,整治工程实施前后,本段无明显环流。

表 3 落成洲水道左汊航道情况

时间	位置	10.5 m 深槽情况	12.5 m 深槽情况	阶段
2011-07	三益桥—三江营	贯通,最小宽度>500 m	中断,距离达 400 m	工程前
2012-07	三益桥—三江营	贯通,最小宽度>500 m	中断,距离达 2 300 m	建设期
2013-07	三益桥—三江营	贯通,最小宽度>500 m	中断,距离达 2 200 m	交工后
2014-07	三益桥—三江营	贯通,最小宽度>500 m	贯通,在三江营河心存在多个浅包	交工后
2015-05	三益桥—三江营	贯通,最小宽度 920	基本贯通,在三益桥—三江营存在多个浅包	工程后

### 3.2 水动力条件的变化对航道条件的影响

水动力条件与河道的冲淤调整呈相互作用、相互制约、对立统一的关系<sup>[4]</sup>,对于主航道所在的落成洲左汊,从沿程流速、流向变化看,工程前后流速与航槽基本平行,且流速较工程前有所增大,有利于航槽内河床的冲刷和水深条件的改善;从横断面水流特征变化看,整治工程实施后,三益桥浅区段水流有向河道中心集中的趋势,对航槽内河床的冲刷和水深条件的改善有利;从断面环流看,环流工程前后均不明显,比较来看工程后环流有所减弱,有利于航槽内水流条件的改善及河道的稳定。但是,对于支汊落成洲右汊,流速明显增大,水动力条件仍有所加强,虽然其发展的趋势有所趋缓,但其引起的落成洲右汊的进一步发展,对左汊航道条件的进一步改善不利。

结合工程前后航道尺度的变化看,工程实施后河段内航道尺度能够达到建设标准 10.5 m×500 m 的要求,且 12.5 m 等深线由中断演变为基本贯通,水深条件改善。可见,从水动力条件变化看,工程实施对主航道条件的改善总体有利。

### 3.3 分流比变化对航道条件的影响

分流比的调整将引发主支汊冲淤调整,从而引发航道条件的变化。1984—2010 年以来的航道

## 3 对航道条件的影响

### 3.1 航道尺度的变化

河段内 2011 年 9 月—2012 年 7 月实施了落成洲守护工程。工程实施以来,10.5 m 等深线宽度均大于 500 m。根据 2015 年 5 月测图,10.5 m 等深线宽度达 900 m 以上,航道尺度均能满足 10.5 m×500 m 标准的要求;12.5 m 等深线由中断演变为基本贯通,但在三益桥—三江营段内仍存在多个浅包,航道条件仍较差<sup>[2]</sup>。

条件与分流比的响应情况见表 4。由表 4 可见,右汊分流比超过 11.6%,河段内 10.5 m 航道即可能会出现严重碍航情况,超过 10.7%,12.5 m 航道即会出现严重碍航情况<sup>[5]</sup>。

表 4 落成洲汊道段航道条件与太平洋右汊分流比响应

航道深度/m	碍航情况	分流比/%						
		9.5	10.2	10.7	11.1	11.5	12.6	12.7
10.5	不碍航	9.5	10.2	10.7	11.1	11.5	12.6	12.7
	一般碍航	10.4	10.7					
	严重碍航	11.6	12.5	12.9				
12.5	不碍航	9.5	10.2	10.4	12.6	12.7		
	一般碍航	10.7	12.6					
	严重碍航	10.7	11.01	11.5	11.6	12.5	12.9	

对三益桥浅区碍航特性的分析结果表明,右汊发展必定会造成主航道所在的落成洲右汊内三益桥浅区段输沙能力降低,航道条件变差。落成洲守护工程实施以来,右汊分流比仍有所增加,对航道条件的进一步改善不利。

从工程前后航道尺度的变化可知,工程实施后河段内航道尺度能够达到建设标准 10.5 m×500 m 的要求,且 12.5 m 等深线由中断演变为基本贯通,航道条件改善。可见,从水动力条件变化看,工程实施对主航道航道条件的改善总体有利,但落成洲守护工程实施以来,右汊分流比仍有所增加,对航道条件的进一步改善不利。

#### 4 结语

1) 工程实施后浅区段水动力条件变化对浅区段航道条件的改善有利: 水流有向河道中心集中趋势、水流流向与航槽基本平行, 流速则有所增加, 对浅区段水深条件的改善有利; 断面环流有所减弱, 有利于航槽内水流条件的改善及河道的稳定。工程实施后河段内航道尺度能够达到建设标准 10.5 m×500 m 的要求, 且 12.5 m 等深线由中断演变为基本贯通, 航道水深条件改善。

2) 工程实施后支汊落成洲右汊仍有所发展、分流比进一步增加, 对航道条件的进一步改善不利, 下一步整治需加强对落成洲右汊的限制。

#### 参考文献:

[1] 雷雪婷, 袁达全, 陈飞. 长江下游口岸直水道三益桥浅区

段河床演变与航道整治思路浅析[J]. 人民长江, 2012(S2): 106-108.

[2] 曹双, 郭德俊, 雷雪婷, 等. 长江下游口岸直水道航道治理落成洲守护工程效果分析报告[R]. 南京: 长江下游水文水资源勘测局, 2015.

[3] 袁达全, 雷雪婷, 耿嘉良, 等. 长江下游口岸直水道航道治理落成洲守护工程初步设计[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2011.

[4] 侯志军, 何蕊, 高建伟, 等. 冲积河流河床形态的自动调整作用浅析[C]//周连第. 第十七届全国水动力学研讨会暨第六届全国水动力学学术会议文集. 北京: 海洋出版社, 2003: 551-555.

[5] 雷雪婷, 杨芳丽, 李有为, 等. 长江下游扬中河段汊道稳定性与航道条件变化响应关系研究[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2013.

(本文编辑 郭雪珍)

.....

## · 消 息 ·

### 港珠澳大桥主体桥梁成功合龙

2016-06-28T23:30, 随着两台桥面吊机缓慢提升, 港珠澳大桥桥梁工程 CB04 标最后一个中跨钢箱梁进入江海直达船航道桥合龙口。2016-06-29T10:20, 港珠澳大桥管理局局长朱永灵宣布江海直达船航道桥合龙段开焊, 这标志着港珠澳大桥主体桥梁成功合龙。

港珠澳大桥总长 55 km, 是连接香港、珠海和澳门的超大型跨海通道, 包括海中桥隧主体工程, 以及香港、珠海、澳门三地口岸和连接线。其中, 主体工程由 6.7 km 的海底沉管隧道和长达 22.9 km 的桥梁工程组成, 隧道两端建有东、西两个人工岛。

本次合龙的主体桥梁工程包括 3 座通航孔桥 (九洲航道桥、江海直达船航道桥、青州航道桥) 及非通航孔桥。港珠澳大桥管理局党委副书记韦东庆说, 港珠澳大桥主体工程 23 km 的桥梁, 首次在桥梁工程上部结构大规模采用钢结构, 用钢量达 40 多万 t, 足以建造 60 座埃菲尔铁塔。全新的自动化生产线, 智能化的板单元组装和焊接机器人系统, 先进的超声波相控阵检测设备, 工厂化的“长线”法拼装, 代替了过去以手工操作为主的生产模式, 大大提高了成品的质量和稳定性, 使港珠澳大桥钢结构制造技术总体达到世界先进水平。

2009-12-15, 港珠澳大桥正式开工。2012 年 7 月, 桥梁工程队伍进场, 从设计到施工, 从监理到咨询, 港珠澳大桥汇集了中国乃至世界桥梁建设的精英团队, 吸引了来自丹麦、美国、荷兰、英国、日本、德国、瑞士、土耳其等多个国家的专家参与技术咨询和质量顾问工作。

朱永灵说, 港珠澳大桥是中国从桥梁大国走向桥梁强国的里程碑之作。目前, 大桥主体工程建设全力推进, 岛隧工程已沉放 27 节管节, 已建隧道总长超过 4.7 km, 超过总长度的 80%。桥梁工程赶在台风来临之前合龙后, 桥面铺装、交通工程等后续施工将全面展开。

[http://news.xinhuanet.com/science/2016-06/30/c\\_135478189.htm](http://news.xinhuanet.com/science/2016-06/30/c_135478189.htm) (2016-07-04)