



# 海州湾滩涂围垦对临洪河口 闸下河道淤积的影响\*

杨第昌<sup>1,2</sup>, 陶建峰<sup>1,2</sup>, 张长宽<sup>2</sup>

(1. 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;

2. 河海大学 港口海岸与近海工程学院, 江苏 南京 210098)

**摘要:** 随着沿海经济的发展, 围垦已成为解决土地资源稀缺问题的主要方法。海州湾滩涂围垦面积较大, 且距离临洪河口较近, 有可能造成其上游河道的淤积, 进而影响该地区的防洪排涝。应用 MIKE21 模型对海州湾及邻近海域的潮流场进行模拟, 分析围垦前后河道内水动力条件的变化。相较于围垦前, 围垦邻近区域的涨落潮平均流速基本均有所减小, 而河道内的水动力条件变化则很小, 沿程各断面的落潮平均流量均有所减少, 但减少的量值不大。采用根据窦国仁河相关关系推导出的分析模式, 预估围垦引起的河道淤积厚度为 2 cm 左右, 说明海州湾滩涂围垦不会对临洪河口闸下河道的淤积产生大的影响。

**关键词:** 海州湾; 滩涂围垦; 河道淤积; 分析模式

中图分类号: U 611

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)06-0096-06

## Impact of Haizhou bay tidal flat reclamation on siltation in the river downstream sluice in Linhong estuary

YANG Di-chang<sup>1,2</sup>, TAO Jian-feng<sup>1,2</sup>, ZHANG Chang-kuan<sup>2</sup>

(1. State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;

2. College of Harbor, Coastal and Offshore Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

**Abstract:** With the development of coastal economy, reclamation has become the main way to deal with the scarcity of land resources. The area of Haizhou bay tidal flat reclamation is large, and it's close to Linhong estuary. So it may cause siltation in the river upstream, thereby affecting the region's flood control and drainage. The tidal current field in Haizhou bay and adjacent seas is simulated by MIKE21, and the hydrodynamic changes, before and after the reclamation in the river are analyzed emphatically. Compared to the past, the average velocity of flood tide and ebb tide in the regions near reclamation area decreases, but the hydrodynamics in the river just change a little. The average ebb tide discharge of the feature sections along the river decreases after reclamation, but the magnitude of reduction is not large. The silting thickness in the river caused by reclamation is estimated to be about 2 cm by the analytical mode, which is based on river facies relation of Dou Guoren. It indicates that the reclamation does not have a great impact on siltation in the river downstream of the sluice.

**Key words:** Haizhou bay; tidal flat reclamation; siltation in the river; analytical mode

随着城市化进程的推进, 连云港工业与城镇建设速度逐渐加快, 老城改造与新城建设迫在眉

睫, 为此拟在海州湾内临洪河口南北两侧进行围垦, 用于新城建设<sup>[1]</sup>。临洪河口上游的新沭河是

收稿日期: 2013-10-17

\*基金项目: 国家自然科学基金 (51179067)

作者简介: 杨第昌 (1989—), 男, 硕士研究生, 主要从事河口海岸水动力与物质输运研究。

淮河流域沂沭泗洪水下泄的主要通道, 在距河口口门 3.5 km 处, 建有三洋港闸。一般建闸河口都会发生不同程度的淤积, 申霞等<sup>[2]</sup>采用二维水沙数学模型, 计算了三洋港闸下河道 15 a 的平均淤积厚度, 为 2.16 m。如若海州湾滩涂围垦再在河道内引起较大的淤积量, 势必会大大降低该地区的防洪排涝能力, 增加防洪排涝风险, 所以有必要针对海州湾滩涂围垦对临洪河口闸下河道淤积的影响进行研究。关于滩涂围垦对邻近河道的影响, 已有相关研究, 龚政等<sup>[3]</sup>曾利用二维潮流数学模型针对不同围垦方案对王港闸下河道淤积的影响进行了研究。

MIKE21 作为一款广泛使用的河口海岸水动力数值模拟软件, 已在国内外不同海域得到了成功应用<sup>[4]</sup>。本文首先采用 MIKE21 模型, 对围垦前后海州湾及邻近海域的水动力环境进行模拟, 分析滩涂围垦的影响, 然后采用根据窦国仁河相关

系<sup>[5]</sup>推导出的分析模式<sup>[6]</sup>对围垦引起的河道淤积厚度进行了预估。关于该海域的水动力数值模拟已有一些相关研究<sup>[7-8]</sup>。

## 1 数学模型

### 1.1 模型概况

采用 MIKE21 水动力模块<sup>[9]</sup>, 模型控制方程和数值解法见文献<sup>[9]</sup>。模型计算范围包括整个海州湾及邻近海域, 东至 120.1°E, 南至 34.6°N, 北至 35.3°N, 如图 1 左下。模型采用不规则三角形网格, 最大网格尺寸为 2 500 m, 河道内加密网格尺寸为 40 m, 时间步长取 60 s。

根据规划<sup>[11]</sup>, 临洪河口南北两侧会分别进行围垦, 南侧临洪河口—西墅岸段的围垦区面积为 22.66 km<sup>2</sup>, 北侧兴庄河口—临洪河口岸段的围垦区面积为 16.62 km<sup>2</sup>, 围垦区域如图 1 所示。两块围垦区域面积都比较大, 且距离临洪河口较近。

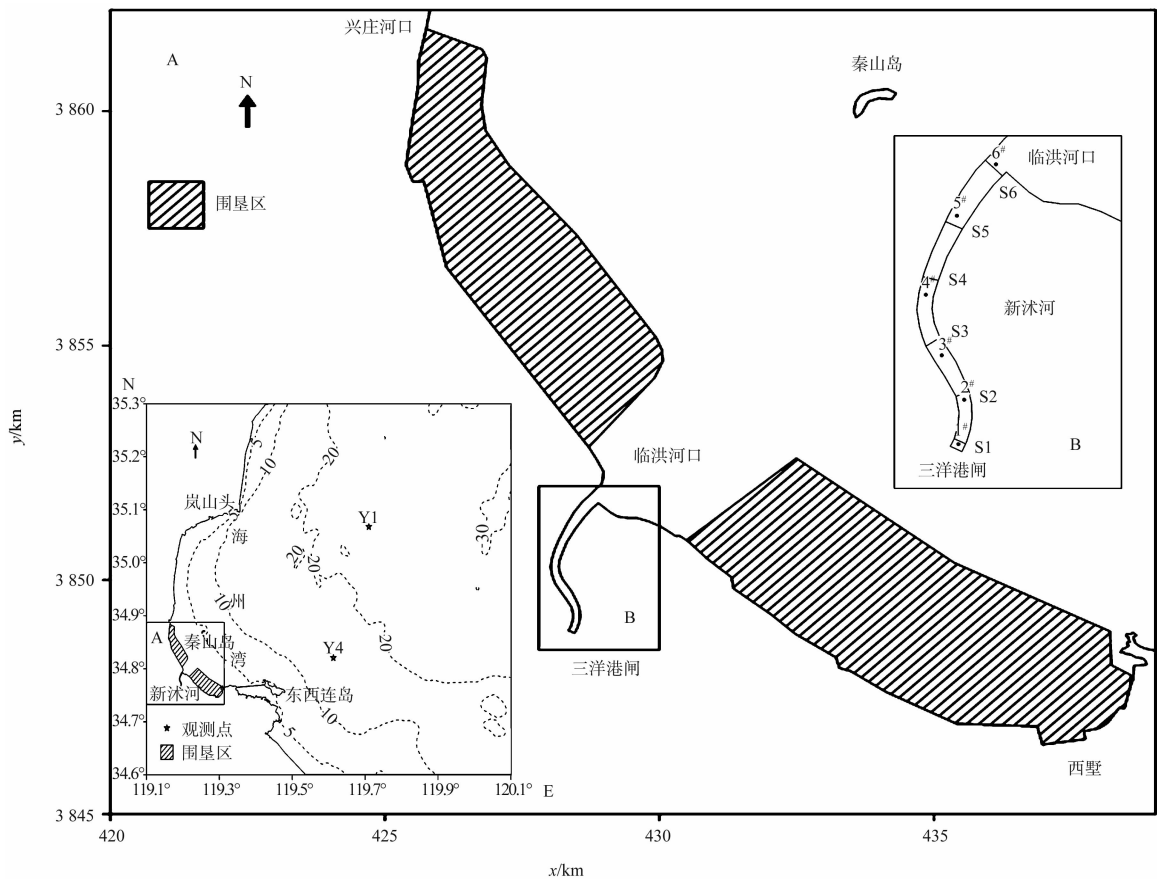


图 1 模型范围及观测点、特征点和特征断面布置

### 1.2 边界条件和初始条件

模型外海开边界采用逐时潮位边界，由东中国海潮波模型<sup>[10]</sup>提供，岸边界采用不可入边界条件。由于未考虑径流影响，所以挡潮闸所在位置处亦采用不可入边界条件。随着潮位涨落的变化，部分区域会出现露滩的情况，模型通过干湿网格法确定动边界。初始条件采用冷启动。

### 1.3 模型验证

“江苏近海海洋综合调查与评价”<sup>[11]</sup>曾在该海域设立了2个观测点（Y1、Y4），于2006-09-10T13:00—2006-09-11T16:00大潮期间进行观测，观测点位置如图1左下图所示。将2个观测点的计算值与实测值进行对比，结果如图2所示。由图2可见，计算值与实测值吻合良好，表明模型能较好地模拟该海域的流场。

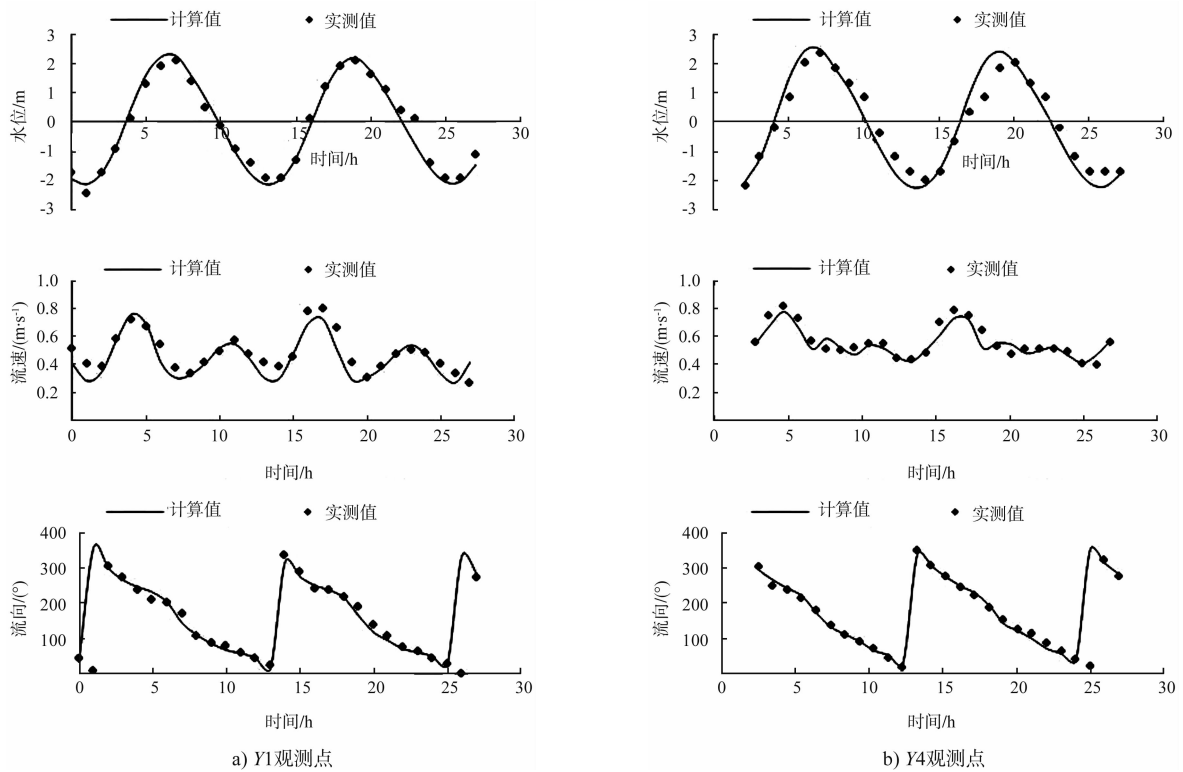
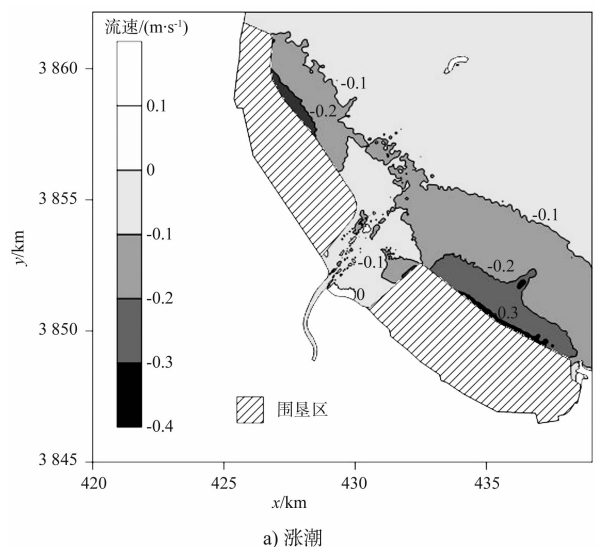


图2 水位、流速、流向验证

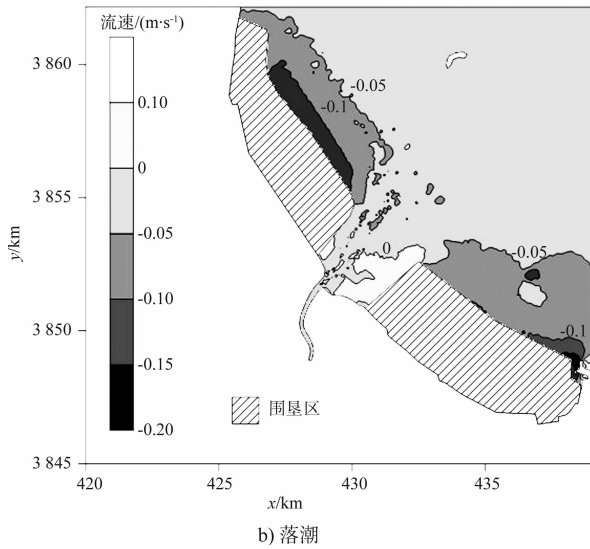
## 2 结果与分析

### 2.1 围垦前后涨落潮平均流速变化

为了分析滩涂围垦对海州湾内水动力环境的影响，将围垦前后涨落潮平均流速作对比，得到涨落潮平均流速变化等值线（图3）。由图3可见，围垦邻近区域的涨落潮平均流速值基本均有所减小，且部分区域的涨潮平均流速减小的幅度稍大。而在河口口门外，两侧围垦区域之间则有部分区域的涨落潮平均流速略有增大。河道内的涨落潮平均流速均有所减小，但减小的幅度很小，说明滩涂围垦不会对河道内的水动力条件产生大的影响。



a) 涨潮



注: 负值表示流速减小, 正值表示增大。

图 3 涨落潮平均流速变化等值线

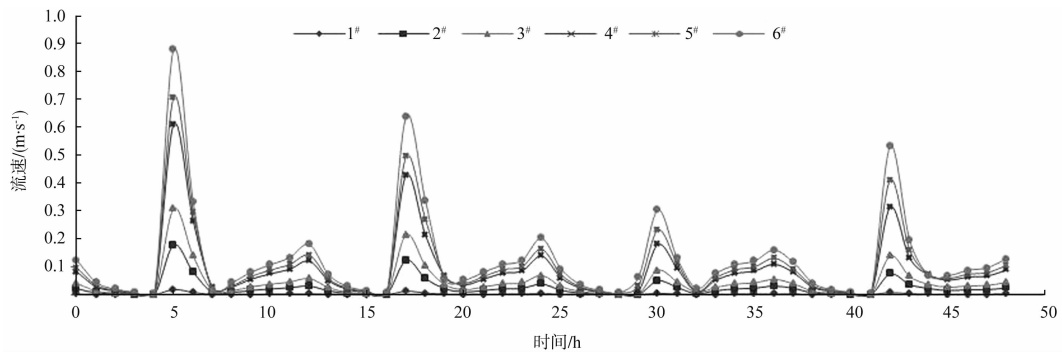


图 4 围垦前各特征点流速过程线

### 2.2.2 围垦前后特征点水位、流速对比

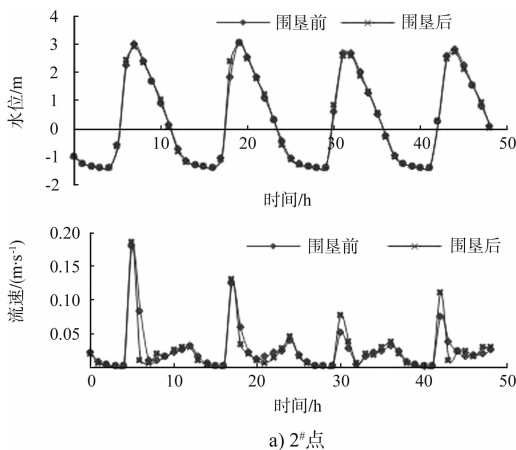
将 6 个特征点处围垦前后的水位、流速作对比分析, 发现滩涂围垦并未显著改变河道内的水动力环境, 围垦前后各点水位、流速的变化均很小。由于篇幅原因, 文中仅列出了 2# 和 5# 特征点

### 2.2 特征点和特征断面

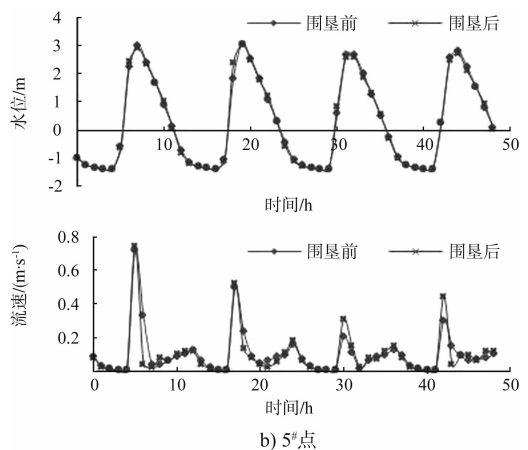
为了研究围垦前后河道内水动力环境的变化, 在河道内设置了 6 个特征点和 6 个特征断面, 如图 1 右上所示。

#### 2.2.1 围垦前流速过程

图 4 为围垦前各特征点的流速过程线。由图可见, 6# 点至 1# 点的流速值逐渐减小, 则可以看出在无径流下泄时, 从河口口门至闸址处, 流速沿程逐渐减小。1# 点的流速值基本接近为 0, 由于模型中未考虑径流影响, 说明闭闸期间闸下一定距离的河道内近乎静水。从图中各点的流速过程线可知河道内涨潮平均流速大于落潮平均流速, 涨潮时水流的挟沙能力大于落潮, 从而涨潮时进入河道的泥沙在落潮时无法全部被水流带出, 闭闸期间易造成淤积。



a) 2# 点



b) 5# 点

图 5 水位、流速过程线

的围垦前后水位、流速对比图 (图 5)。由图 5 可见, 围垦前后 2# 和 5# 点的水位过程线和流速过程线变化不大, 部分时刻变化相对明显。如 5# 点的 18 时刻, 此时正处于涨潮阶段, 由于滩涂围垦, 河口口门缩窄, 使得水位雍高, 流速减小。

### 2.2.3 围垦前后特征断面潮量对比

潮流量减少是造成闸下淤积的重要原因之一。河口建闸后，挡潮闸截断了原本上溯到河道湖区界的潮量，潮棱柱体相应减少，潮量减少使得落潮平均流量也相应减少，从而无法维持原有河道断面，而向较小断面发展，直到取得新的平衡<sup>[12]</sup>。由此可见，潮流在塑造河口河道断面、维持河口水下地形中具有重要作用。一般河床都是在几个水文年内才能达到平衡，故在统计各特征断面围垦前后的落潮平均流量时，取了4年平均，见表1。由表1可以看出，从河口口门至闸址处，河道断面的落潮平均流量沿程逐渐减小。围垦后，沿程各断面落潮平均流量相较于围垦前均有所减少，但减少的量值都不大。从动力条件变化来看，滩涂围垦不会引起闸下河道的严重淤积，河道断面与围垦前相比，变化不大。

表1 围垦前后各断面落潮平均流量  $m^3/s$

断面	围垦前	围垦后
S1	1.076	1.060
S2	7.114	6.998
S3	16.165	15.904
S4	25.637	25.217
S5	34.470	33.961
S6	48.736	47.996

### 2.3 滩涂围垦引起的闸下河道淤积

马进荣等<sup>[6]</sup>曾结合平面二维悬沙数学模型，采用根据甬国仁河相关关系推导出的分析模式，对浙江灵江庙龙港建闸后闸下断面的平均泥沙淤厚进行了计算，本文借鉴此方法对围垦引起的河道淤积厚度进行估算。

将甬国仁<sup>[5]</sup>推导的平原河流及潮汐河口的河床形态关系式简写为：

$$B = k_1 Q^{5/9} S^{1/9} \tag{1}$$

$$H = k_2 \left( \frac{Q}{S} \right)^{1/3} \tag{2}$$

$$A = k_1 k_2 \frac{Q^{3/9}}{S^{2/9}} \tag{3}$$

式中：参数  $B$ 、 $H$ 、 $A$  分别为河床断面宽度 (m)、平均水深 (m) 和断面面积 ( $m^2$ )； $Q$  为落潮平均

流量 ( $m^3/s$ )； $S$  为落潮平均含沙量 ( $kg/m^3$ )； $k_1$ 、 $k_2$  为与河床、河岸泥沙特性及河流输沙有关的综合系数。如果河床在一年内取得平衡，则上述各式中的  $Q$  和  $S$  分别为年落潮平均流量和含沙量。一般河床都是在几个水文年内才能达到平衡，因而  $Q$  和  $S$  一般表示多年平均落潮流量和含沙量。

令围垦前的河床形态参数为  $A_1$ 、 $B_1$ 、 $H_1$ ，围垦后为  $A_2$ 、 $B_2$ 、 $H_2$ ；围垦前的落潮平均流量和含沙量为  $Q_1$ 、 $S_1$ ，围垦后为  $Q_2$ 、 $S_2$ ；对同一河道而言，由于河道的泥沙特性不变，故围垦前后的  $k_1$ 、 $k_2$  也不变，则由上述各式可导得  $B_2$ 、 $H_2$  和  $A_2$  的表达式，其中  $H_2$  的表达式如下：

$$H_2 = H_1 \left( \frac{Q_2}{Q_1} \right)^{1/3} \left( \frac{S_1}{S_2} \right)^{1/3} \tag{4}$$

文献[6]曾对参数  $S_2$  的敏感性作过分析，假设含沙量  $S_2$  偏小30%，则由式(4)计算得到的  $H_2$  偏大12.5%，认为这一偏差在初期的决策研究中是可以接受的。在没有含沙量资料的情况下，可以假设围垦前后含沙量变化不大，即  $S_1 = S_2$ ，此时可以通过水动力模型统计得到  $Q_1$  和  $Q_2$ ，从而得到平均淤积厚度。

前文已有各特征断面的4年平均落潮流量值，由于各年年均落潮流量相差很小，故可将其视为河床平衡时的多年平均落潮流量。将表1中的数值代入式(4)，计算得到的围垦后各断面的平均淤积厚度(表2)。

表2 围垦后各断面的平均淤积厚度

断面	S1	S2	S3	S4	S5	S6
平均淤积厚度/m	0.018	0.019	0.019	0.019	0.017	0.018

由表2可见，围垦引起的各断面平均淤积厚度都很小，约2cm，说明海州湾滩涂围垦不会引起临洪河口闸下河道的严重淤积。需要说明的是，表2中的平均淤积厚度是由于滩涂围垦引起的淤积增量，并非围垦后河道中的实际淤积厚度，而对于围垦前后河道中的真实淤积状况，还需建立泥沙数学模型进行计算。本文在计算时并未考虑地形变化的影响，而随着时间的推移，河口地形会发生变化，河道内的水动力条件亦会发生改

变,进而影响河床的冲淤,故滩涂围垦对河道的长期影响仍需进一步深入研究。

### 3 结论

1) 围垦邻近区域的涨落潮平均流速值均有所减小,而在河口口门外,两侧围垦区域之间则有部分区域的涨落潮平均流速略有增大。

2) 围垦前,从闸址至河口口门处,流速沿程逐渐增大,河道内涨潮平均流速大于落潮平均流速,涨潮时水流的挟沙能力更强,易造成淤积。

3) 围垦并未显著改变河道内的水动力环境,河道沿程各断面的落潮平均流量相较于围垦前均有所减少,但减少的量值都不大。运用分析模式,预估围垦引起的闸下淤积厚度为约 2 cm,说明海州湾滩涂围垦不会引起临洪河口闸下河道的严重淤积。

### 参考文献:

- [1] 张长宽,陈君,林康,等. 江苏沿海滩涂围垦空间布局研究[J]. 河海大学学报:自然科学版,2011(2):206-212.
- [2] 申霞,洪大林,谢瑞,等. 新沭河河口三洋港建闸的必要性研究[J]. 水利水运工程学报,2009(2):61-67.
- [3] 龚政,窦希萍,张长宽,等. 江苏沿海滩涂围垦对闸下河道淤积的影响[J]. 水利水运工程学报,2010(1):73-78.
- [4] 陆荣华,于东生,杨金艳,等. 围(填)海工程对厦门湾潮流动力累积影响的初步研究[J]. 台湾海峡,2011(2):165-174.
- [5] 窦国仁. 平原冲积河流及潮汐河口的河床形态[J]. 水利学报,1964(2):1-13.
- [6] 马进荣,罗肇森,张晓艳. 平面二维悬沙数学模型计算河口闸下淤积的缺陷及弥补方法[J]. 水利水运工程学报,2007(2):58-62.
- [7] 孙长青,郭耀同,赵可胜,等. 海州湾及邻近海域潮流数值计算[J]. 海洋科学,2003(10):54-58.
- [8] 谢飞,逢勇,宋志尧. 海州湾海域三维潮流数值模拟[J]. 河海大学学报:自然科学版,2007(6):718-721.
- [9] DHI. MIKE21 User Guide [M]. Denmark: DHI Water & Environment, 2007.
- [10] 张东生,张君伦. 黄海海底辐射沙洲区的 M2 潮波[J]. 河海大学学报,1996(5):37-42.
- [11] 张长宽. 江苏省近海海洋环境资源基本现状[M]. 北京:海洋出版社,2013.
- [12] 陈静. 射阳河口挡潮闸闸下淤积分析与治理开发研究[D]. 南京:南京水利科学研究院,2006.

(本文编辑 郭雪珍)

## · 消 息 ·

### 全国最大内河横向下水滑道成功首滑

近日,由二航局承建的国内最大内河横向船舶下水滑道——武船双柳基地滑道,成功实现首滑。

该工程位于武汉市新洲区,水工结构主要为横向下水滑道、主拉、倒拉地基基础等。横向下水滑道长 186.2 m,宽 196.2 m,共设 32 组轨道,采用 QU100 钢轨。该滑道将满足 3 万吨级船舶下水要求。

该工程的实施,将有效推动地区造船业务的发展,对提升武汉新港整体运输能力具有积极意义。

(来源:二航局)