



长江下游口岸直水道鳊鱼沙心滩段选槽方案

袁达全¹, 雷雪婷¹, 程铁军², 耿嘉良¹

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

摘要: 为给口岸直水道12.5 m深水航道治理方案研究提供依据, 在对鳊鱼沙心滩段航道条件和演变趋势进行分析基础上, 考虑两岸港口岸线发展需要, 确定了选择鳊鱼沙心滩段左槽为12.5 m深水航道、维持右槽10.5 m深水航道的选槽方案, 并核算了在泰州公路大桥和在建航道整治工程影响下的航线布置要求。计算结果表明, 12.5 m深水航线选择泰州桥左通航孔航行进入左槽, 航线平顺, 过渡较好, 是较为稳妥的航线布置方案; 但局部年份左通航孔航宽不足时, 采用从泰州公路桥右侧主通航孔下行后往左槽过渡的方案也是可行的, 但富余不多。

关键词: 鳊鱼沙心滩段; 选槽方案; 左槽; 航线布置要求

中图分类号: U 617.9²

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)02-0011-07

Choice of flume on Manyusha shoal reach on Kou'an straight reach of the downstream Yangtze River

YUAN Da-quan¹, LEI Xue-ting¹, CHENG Tie-jun², GENG Jia-liang¹

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

2. Changjiang Waterway Bureau, Wuhan 430010, China)

Abstract: In order to provide a basis for 12.5 m deepwater waterway regulation of Kou'an straight reach, considering development of port on both sides of the reach, we determined that the left flume of Manyusha shoal reach is 12.5 m deepwater waterway and the right flume is 10.5 m deepwater waterway based on the analysis of waterway conditions and evolution trend of Manyusha shoal reach, and verified the requirement of waterway arrangement under the influence of Taizhou highway bridge and waterway regulation engineering. The result indicates that the choice of 12.5 m deep-water route of Taizhou bridge left navigable sailing into the left slot is characterized by smooth transition route, thus it is a safer route layout; When the left navigable Hangkuan is insufficient, it is feasible to adopt the scheme of transiting from the right main navigable hole of Taizhou highway bridge to the left slot.

Key words: Manyusha shoal reach; choice of flume; left flume; requirement of waterway arrangement

鳊鱼沙心滩段位于长江下游口岸直水道下段, 河段上起高港灯, 下至十四圩, 全长约23 km, 为典型的长顺直宽浅水下分汉型河道, 平均河宽约为2.2~2.4 km, 江中鳊鱼沙心滩将河槽分为左、右两槽(图1), 多年来两槽冲淤交替发展, 航槽不稳, 主航道经常易位^[1-2], 目前, 航道维护尺度为10.5 m × 500 m × 1 050 m(水深 × 航宽 × 弯曲半

径), 其中鳊鱼沙左槽为上水航道, 右槽为下水航道, 维护宽度分别为300 m和200 m。针对12.5 m深水航道建设标准, 河段内两槽则均存在多个浅区, 为合理确定航道整治方案, 必须首先对鳊鱼沙心滩段进行选槽研究。

本文针对该河段航道自然条件及演变趋势、航槽的需求、外部限制条件等方面对两槽的优劣

收稿日期: 2012-06-28

作者简介: 袁达全(1964—), 男, 高级工程师, 从事港口、航道科研与设计工作。

进行了研究，对该河段12.5 m整治工程航槽选择进行了探讨。

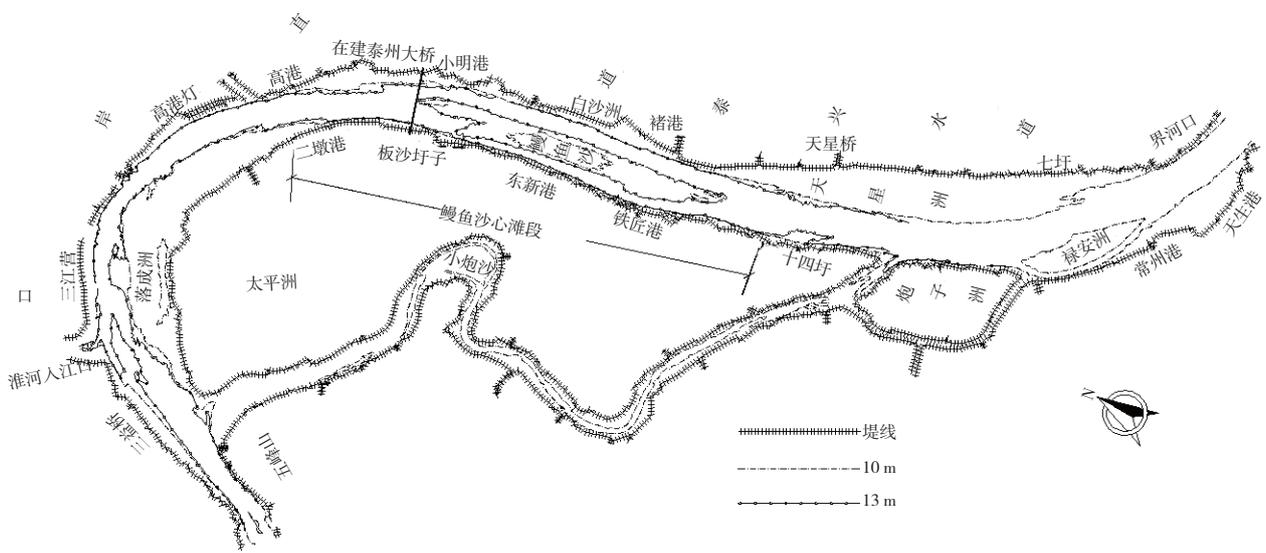


图1 口岸直水道河势

1 两槽航道条件及演变趋势

1.1 两槽航道条件

鳊鱼沙心滩位于江心，分河槽为左右两

槽，近30 a来鳊鱼沙心滩段两槽12.5 m航宽情况见表1。

由表1可知，多年来左槽航道条件优于右

表1 鳊鱼沙浅区段12.5 m航宽近30 a变化情况

时间	左槽		右槽	
	位置	12.5 m深槽情况	位置	12.5 m深槽情况
1976-05	小明港—过船港	贯通，最小宽度>500 m	板沙圩子 铁匠港	贯通，最小宽度300 m 贯通，最小宽度300 m
1984-04	白沙洲	中断，距离2 000 m	板沙圩子 东新港	贯通，最小宽度200 m 贯通，最小宽度250 m
1990-09	小明港—过船港	贯通，最小宽度>500 m	板沙圩子	中断，距离800 m
1992-04	小明港—过船港	贯通，最小宽度>500 m	板沙圩子	中断，距离600 m
1993-10	古马干河	贯通，最小宽度140 m	板沙圩子	中断，距离2 500 m
	过船港	贯通，最小宽度80 m		
1995-11	团结闸	贯通，最小宽度450 m	板沙圩子	中断，距离2 500 m
1998-03	小明港—过船港	贯通，最小宽度>500 m	铁匠港	中断，距离3 400 m
1999-01	小明港—过船港	贯通，最小宽度>500 m	东新港	贯通，最小宽度250 m
2000-02	白沙洲	中断，距离1 600 m	东新港	中断，距离360 m
			铁匠港	中断，距离200 m
2001-01	小明港—过船港	贯通，最小宽度450 m	板沙圩子	贯通，最小宽度350 m
2002-12	小明港—过船港	贯通，最小宽度>500 m	铁匠港	中断，距离1 600 m
2003-12	小明港—过船港	贯通，最小宽度>500 m	板沙圩子	中断，距离500 m
			铁匠港	中断，距离3 000 m
2004-09	小明港—过船港	贯通，最小宽度>500 m	铁匠港	中断，距离300 m
2005-03	小明港—过船港	贯通，最小宽度>500 m	板沙圩子	中断，距离300 m
			铁匠港	贯通，最小宽度280 m
2006-09	小明港—过船港	贯通，最小宽度>500 m	板沙圩子	中断，距离450 m
2007-03	小明港—过船港	贯通，最小宽度>500 m	板沙圩子	贯通，最小宽度250 m
2010-03	小明港—过船港	贯通，最小宽度370 m	板沙圩子	中断，距离340 m
2011-06	小明港—过船港	贯通，最小宽度370 m	板沙圩子	中断，距离340 m

槽。多数年份, 左槽12.5 m深槽贯通, 仅1984年和2000年, 12.5 m深槽在白沙洲附近断开约2 km, 自2010年3月以来航道条件有所变差, 航宽由大于500 m缩窄为370 m左右; 而右槽在20世纪80年代, 12.5 m深槽贯通, 航道条件较好, 最小宽度约250~300 m, 自1990年9月以来, 多数年份12.5 m深槽断开, 即使在局部年份, 12.5 m深槽贯通, 宽度也仅在250 m左右。两槽12.5 m深槽均贯通的年份为1976年、1999年、2001年、2007年。

1.2 深槽演变过程及发展趋势

1.2.1 深槽演变过程及航道变迁

1) 平面变化。

根据近30 a河床地形实测资料, 鳊鱼沙浅区段内12.5 m等深线历年变化情况见图2。从图2中可

以看出, 两槽冲淤交替发展, 航道曾多次改槽, 直至21世纪初, 河道复现W型断面形态, 2005年4月, 开通左右两槽, 直至目前为止, 维持两槽通航, 从12.5 m深槽情况来看, 左槽12.5 m深槽全程贯通, 已明显成为主槽, 右槽进口处板沙圩子12.5 m深泓中断, 中段铁匠港附近的宽度不足200 m, 左槽略占优。

2) 纵剖面变化。

从两槽纵剖面变化(图3)来看, 总的格局是1959—1991年前后, 左侧深槽以淤积为主, 而右侧深槽以冲刷为主。20世纪90年代后, 左侧深槽以冲刷为主, 而右侧深槽以淤积为主, 其冲淤幅度在5~10 m, 变化规律与两侧深槽的平面变化相一致, 目前左槽占优。

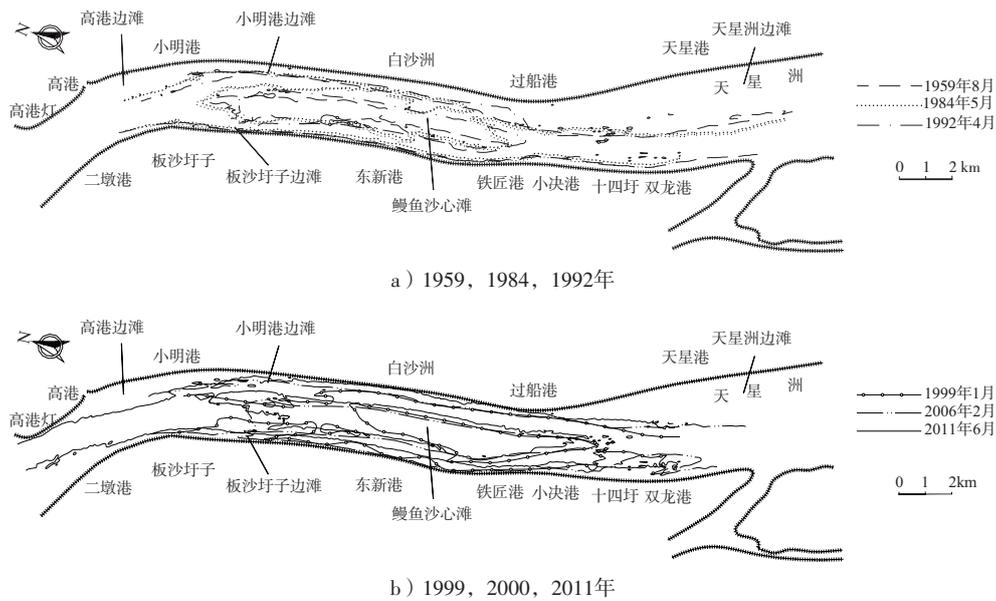


图2 鳊鱼沙心滩段左右槽12.5 m等深线变化

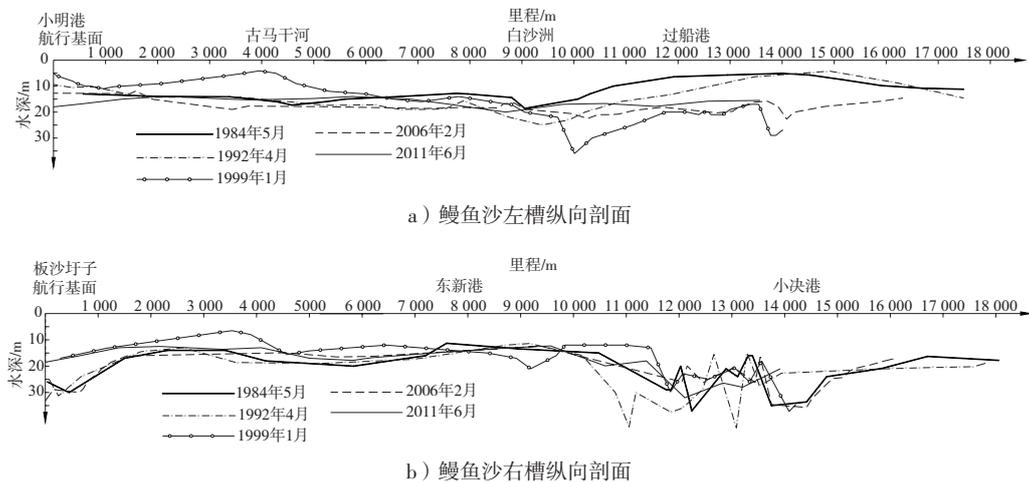


图3 鳊鱼沙心滩段左右槽纵剖面变化

1.2.2 演变趋势

1) 长顺直的河道属性决定了两槽浅区仍会呈现冲淤交替发展。

鳊鱼沙心滩段全长达20 km以上, 是较为典型的长顺直河道, 表2为该段历年断面特征统计, 由表可见, 河段平均河宽为2.2~2.4 km, 河相关系在3~4, 河床演变符合顺直河道演变的基本规律, 即长顺直宽浅河道易出现主流左右摆动、河床横向冲淤不平衡、滩槽不稳定的现象。根据长江下游河道形态的总结分析可知, 此类河型江中多出现水下暗沙, 往往滩不高、槽不深, 且滩槽稳定性较差。为此, 长顺直的河道属性确定了鳊鱼沙心滩段两槽浅段仍会呈冲淤交替发展。

表2 小明港—过船港断面特征变化

时间	平均面积/ m ²	平均宽度/ m	平均水深/ m	河相关系 ($\sqrt{B/H}$)
1976 05	31 521	2 236	14.11	3.35
1984 05	27 729	2 263	12.25	3.88
1992 04	31 337	2 311	13.56	3.54
1999 01	29 912	2 337	12.79	3.78
2003 05	31 109	2 344	13.28	3.65
2005 03	32 444	2 334	13.90	3.47
2006 02	32 628	2 343	13.93	3.47
2007 03	33 075	2 345	14.12	3.43
2008 05	33 225	2 343	14.18	3.41
2009 02	33 342	2 346	14.21	3.40

注: 航行基面0 m以下。

2) 受鳊鱼沙心滩头部守护工程影响, 左槽占优的趋势将得以延续。

鳊鱼沙位于江心, 是两槽航道的边界, 其冲淤发展将直接影响到两槽的航道条件。从多年来的变化情况来看, 当鳊鱼沙心滩高大完整时, 左右两槽河床容积扩大, 航道条件较好; 当鳊鱼沙心滩低矮散乱时, 左右两槽河床容积缩小, 航道条件较差^[1-2]。而多年来的鳊鱼沙心滩主要经历了“形成-完整-萎缩-恢复”这一周期性变化规律, 近年来, 特别是2006年以来, 心滩的变化进入下周期性循环的“萎缩”阶段, 滩体范围明显冲刷缩小, 头部受冲后退严重, 致使两槽进口趋于宽浅, 左槽12.5 m深槽虽然仍贯通, 但在进口河床已呈普遍淤积态势, 右槽进口12.5 m深槽宽度仅在200 m左右, 且有些年份不贯通, 两槽航道都在向不利方向发展。因此为了稳定当前相对较好的航道条件, 为深水航道建设奠定基础, 目前, 口岸直水道鳊鱼沙心滩头部守护工程已于2011年完成主体工程(图4)。由2011年6月测图可知, 该工程实施后, 鳊鱼沙心滩易冲的头部得到基本稳定, 两槽进口展宽淤积的态势得到一定的遏制, 左槽12.5 m深槽贯通仅在进口处航宽略窄, 右槽12.5 m深槽在进口板沙圩子处断开约500 m, 并且在铁匠港处槽宽不足200 m, 左槽明显优于右槽。并且, 根据该工程平面布置, 左槽进口较右槽为宽, 进流条件略好, 预计左槽航道条件将继续优于右槽。

为此, 从自然条件来讲, 选择左槽为12.5 m深水航道主槽较为合适, 右槽由于多处航道条件水深和宽度不足, 整治难度和疏浚工程量均较大。

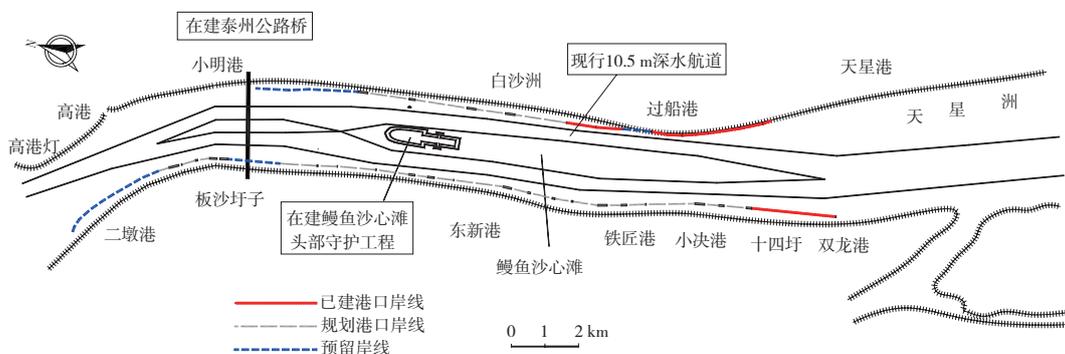


图4 研究河段港口、桥梁、整治工程等布置

2 两槽需求分析

口岸直水道地处经济发达的长三角地区, 沿

岸人类活动频繁, 河道两岸港口码头众多。口岸直水道鳊鱼沙心滩段左岸是泰州港高港港区的永

安作业区及泰兴港区,右岸是镇江港扬中港区^[3](图4)。河段两岸均提出“以港兴市”的战略目标,左岸岸线开发利用程度已相当高,右岸正在规划实施建设深水港,沿岸涉水工程密布,特别是随着江苏沿江经济的高速发展,深水岸线资源十分宝贵,目前江苏沿江其他河段深水岸线开发利用程度均已达到饱和或接近饱和,可以预见,该河段必定是今后建设深水港的热点区段,因此,口岸直水道航道整治工程必须与两岸港口和经济建设相协调,保持两槽通航。根据目前两岸港口规划,左岸规划码头岸线吨级多在5万吨级以上,右岸则在3万吨级以上,为此,对左槽航道条件要求可高于右槽。

3 选槽方案

3.1 选槽方案

为满足两岸深水岸线的利用和沿江经济的发展,要求开通两槽深水航道,且左槽要求航道水深条件高于右槽;根据两槽航道条件和发展趋势分析,左槽航道条件多数年份占优,目前仍略优于右槽,并且,随着鳊鱼沙心滩头部守护工程的实施左槽占优的趋势将得以延续。为此,研究认为,选择左槽为12.5 m深水航道,并且维持右槽10.5 m深水航道,不仅整治难度较小,且也可兼顾右岸深水岸线^[4]。

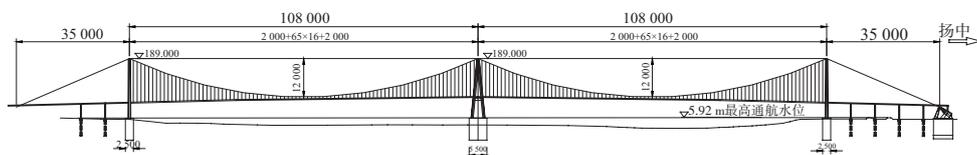


图5 泰州公路过江通道立面图(单位:cm)

2) 航道整治工程。

前面两槽航道条件及演变分析章节中提到,目前研究河段内正在实施鳊鱼沙心滩头部守护工程,主要是采用护滩建筑物守护鳊鱼沙心滩头部^[6],位于泰州大桥轴线下游4.2 km处。工程位置及布置见图4。

3) 航路设计要求。

由于泰州公路桥和航道整治工程的实施,会对船舶航行的航线设置产生影响。其中泰州大桥

3.2 外部限制条件

3.2.1 河道治理工程及规划

鳊鱼沙心滩段所在的扬中河段列为长江中下游重点(一类)河段,根据《长江中下游河道治理规划报告》^[5],该河段主要治理任务是:继续维持目前大港—嘶马—江阴较平顺的河势调顺岸线。安排的主要工程措施有:小决港段新建及加固护岸工程、禄安洲左缘护岸工程、鳊鱼沙护岸工程。

河道治理规划以稳定两岸岸线为主,对于本河段总体河势格局的稳定有利,对河段内两槽的航道条件影响不大,对两槽的航线布置不会产生影响。

3.2.2 桥梁工程与航道整治工程

根据现行10.5 m深水航道布置(图4)可知,由于泰州公路桥和航道整治鳊鱼沙心滩头部守护工程的实施,航路布置主要在泰州桥桥区与两槽航道进口布置受限制。

1) 桥梁工程。

已建的泰州公路桥北接泰州市,南连镇江市和常州市,跨越长江下游扬中河段的太平洲分汊段,桥梁位置见图4,桥型方案为两主跨均是1 080 m的三塔悬索桥,该桥主通航孔通航净高在设计最高通航水位以上不小于50 m。主通航孔为单孔双向通航。桥型方案见图5。

布置2个主通航孔,12.5 m深水航道选择左通航孔航行进入左槽,航线平顺,过渡较好,是较为稳妥的航线布置方案。但是由于主通航孔上游,近50 a来,深槽位于右岸,且左岸高港边滩挤压航槽,若在不利年份,12.5 m航槽在此受到高港边滩压缩,不能满足桥孔内航宽要求时,则考虑研究从右侧主通航孔下行后再向左航行进入左槽的航线布置方案。受鳊鱼沙心滩头部守护工程平面布置影响,进行航路设计时需要考虑船舶通过泰州

桥后下行进入左槽的具体航路，研究其是否能满足航槽布置要求。

《长江干线航道总体规划纲要》提出本水道至2020年通航条件逐步改善，适应大型海船运输

需要，可通航由2 000 t或5 000 t驳船组成的2万~4万吨级船队和3万~5万吨级海船，为此，选取5万吨级散货船、5万吨级集装箱船（船舶尺度见表3）进行航路布置设计^[9]。

表3 船舶过河距离计算

代表船舶（队）/DWT	总长/m	型宽/m	型深/m	满载吃水/m	实际吃水	过河距离S/m
5万吨级散货船	223	32.3	17.9	12.8	根据航道水深及乘潮具体确定	1 921
5万吨级集装箱船	293	32.3	21.8	13.0		1 991

①过河直线距离。

考虑泰州大桥桥区水域，下行船舶（船队）通过泰州大桥下界后，为避免影响上行过桥船舶摆正船位，并不能立即向左转向，而是继续向下航行一段距离后再调整航向，根据调研、咨询及航行操纵经验，一般取2倍船舶（船队）的长度。则过桥后直线航行距离取值为1 000 m + 2L。

浏河口至扬中十四圩按间距2.6 km双侧对应设浮，船舶可以有效识别浮标，则过河段直线距离不宜大于2.6 km；但过河段的距离也不宜过小，否则将造成转向角度过大。转向角一般宜控制在30°以内，是风险较低的水平。

借鉴《内河通航标准》关于两相邻水上过河建筑物轴线间距应大于代表船队长度与代表船队下行5 min航程之和的相关规定，按下行顺流最高航速11 kn（5.669 m/s）计算，则过河段直线距离为：

$$S=L+v_{max}t \quad (1)$$

式中：S为过河距离（m）； v_{max} 为下行最大航速， $v_{max}=11$ kn； $t=300$ s。

由表3可知，对于大型船舶，设计过河直线距离最大值1991 m可以满足船舶操纵和设标间距要求。

②下行船队航行流致漂移量计算。

下行船舶（船队）通过泰州大桥桥区助航标志后，向左转向，作过河航行，考虑一般洪水期最大流速2.383 m/s，船舶航行流致漂移量计算公式为：

$$D_s = \frac{S}{v} \cdot v_w = \frac{S}{v_w \cos\alpha + 3 \text{ kn}} v_w \quad (2)$$

式中：S为过河距离（m）； v_w 为洪、枯水期流速（m/s）； α 为流速与设计航线的夹角（°）。

③计算流速选择。

根据江苏海事局关于长江江苏段船舶航速规定：航速不得低于4 km/h（1.11 m/s）；船舶进入I类水域，即：桥区水域（无障碍桥墩除外）和渡运水域前，对航速进行控制，抵达该水域上界或下界线时，逆流最高航速不得超过8 kn（4.116 m/s），顺流最高航速不得超过11 kn（5.669 m/s）。

根据河段内实测资料：一般洪水期最大流速为2.383 m/s，流速与设计航线的夹角 α 约为24°，远大于最小航速4 km/h（1.11 m/s）；枯水季，大潮平均落潮流速为0.37~0.82 m/s，取较大者，按流速0.82 m/s考虑，小于最小航速4 km/h（1.11 m/s）。

下行大型船舶，为保持一定的舵速，其控制最低船速约为3 kn（1.543 m/s）；故洪水期、枯水期，大型船舶下行航速为流速与船速的合成：

$$v = v_w \cos\alpha + 3 \text{ kn} \quad (3)$$

式中： v_w 为流速（m/s）； α 为流速与设计航线的夹角（°）。

根据上述计算，船舶不同流速情况下的流致漂移量计算见表4。

④洪、枯水期的流致漂移距离相比较，洪水期比较大，按照 $v_{w2}=3.091$ m/s的计算数值进行航路布置如下：根据以上计算，以S及 D_{s2} 为邻边作平行四边形，对角线即为水流作用下的实际航迹线。水下水工建筑物对于大型海船而言是碍航物，根据船舶航行影响因子危险度评价标准，碍航物距离航道边线100~200 m时为“风险较低”的水平，根据现状情况下桥梁及整治建筑平面布置（图6），能满足船舶由泰州公路桥右通航孔向左槽过渡安全通航的要求，但富余不多^[7]。

综合上述分析，外部条件能够满足选择左槽

表4 船舶不同流速情况下的流致漂移量计算

代表船型 船舶/DWT	总长/ m	型宽/ m	型深/ m	满载吃 水/m	实际吃 水	维持舵效的 最小船速/ kn	$v_{w1}=2.383/\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时,流致漂移 距离 D_{s1}/m	$v_{w2}=3.091/\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时,流致漂移 距离 D_{s2}/m	$v_{w3}=0.82/\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时,流致漂移 距离 D_{s3}/m
5万吨级 散货船	223	32.3	17.9	12.8	根据航道 水深及乘 潮具体确 定	3	1 230	1 359	687
5万吨级 集装箱船	293	32.3	21.8	13.0		3	1 275	1 409	712

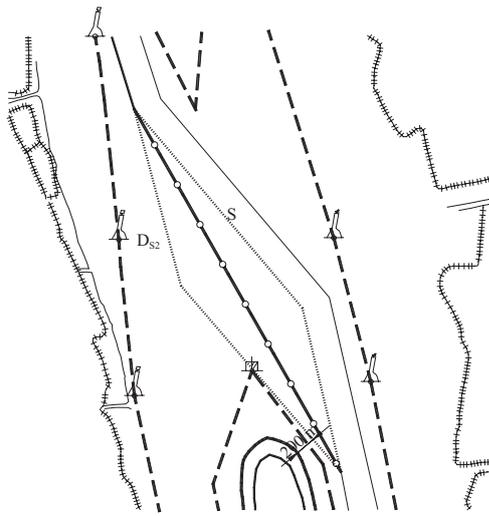


图6 船舶航行航线设计

为12.5 m深水航道情况下航道线路布置要求。

4 结语

1) 口岸直水道鳊鱼沙心滩段属顺直宽浅水下分汉型浅滩,河段内两槽冲淤交替发展,大多数年份左槽略占优,在航道治理鳊鱼沙心滩头部守护工程实施后,目前左槽占优的趋势将得以延续。

2) 两岸深水岸线的开发利用及规划要求维持两槽通航,其中左岸规划码头等级高于右岸。

3) 12.5 m深水航道自泰州桥左通航孔航行进入左槽,航线平顺,过渡较好,是较为稳妥的航线布置方案;当受左槽上游左岸高港边滩限制,局部年份12.5 m深水航道不能按照泰州公路大桥左侧主通航孔行走左槽布线时,则沿泰州公路桥

右通航孔下行后向鳊鱼沙心滩段左槽布置航道,也能够满足泰州公路大桥和在建航道整治工程影响下的航线设计要求,但富余不多。

4) 选择鳊鱼沙心滩段左槽为12.5 m深水航道,并维持右槽10.5 m深水航道,符合“区域经济发展及当地港口发展需求”、“与河道演变趋势一致”、“易建设、易维护”的原则,并且整治难度较小。

参考文献:

- [1] 雷雪婷,袁达全,李冬.长江下游口岸直水道鳊鱼沙浅滩段河床演变与航道整治思路浅析[J].水运工程,2012(2):108-112,118.
- [2] 陈长英,张幸农.长江口岸直水道泰兴顺直段近期演变分析[J].水道港口,2009(6):182-186.
- [3] 交通部规划研究院.江苏省沿江港口布局规划[R].北京:交通部规划研究院,2005.
- [4] 李旺生,张明进,李一兵,等.口岸直水道鳊鱼沙选槽专题研究[R].天津:天津水运工程科学研究所,2011.
- [5] 长江水利委员会长江科学院.长江中下游干流河道治理规划报告[R].武汉:长江水利委员会长江科学院,1997.
- [6] 袁达全,李冬,雷雪婷,等.长江下游口岸直水道航道治理鳊鱼沙心滩头部守护工程施工图设计报告[R].武汉:长江航道规划设计研究院,2010.
- [7] 郭国平,陈厚忠,严庆新.长江下游口岸直水道航道治理鳊鱼沙心滩头部守护工程通航安全评估报告[R].武汉:武汉理工大学航运学院,2010.

(本文编辑 武亚庆)