



# 长江通州沙河段 12.5 m 深水航道碍航分析

吴道文

(南京水利科学研究院, 江苏 南京 210024)

**摘要:** 分析通州沙河段水流泥沙特征、航道水深条件及航道变迁。从河势变化、河床滩槽冲淤变化等分析通州沙河段深水航道碍航原因。研究表明通州沙河段下段由于河道展宽、洲滩不稳、水流分散及涨落潮流路分离等, 造成河势不稳、滩槽不稳。首先是河道展宽, 洲滩分流水流不集中、上下过渡段深槽淤浅, 出现碍航。其次是河道展宽、主流摆动、边滩淤长、心滩活动造成航道水深不足。另外, 洲滩变动, 主槽相应变化, 滩槽不稳导致航槽不稳。稳定通州沙下段活动洲滩是河势稳定、航道整治的关键。

**关键词:** 深水航道; 碍航; 河势稳定

中图分类号: U 612

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)08-0008-07

## On navigation obstruction of 12.5 m deep waterway channel in Yangtze Tongzhou beach

WU Dao-wen

(Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210024, China)

**Abstract:** The article analyses the flow and sediment characteristics in tongzhou beach, channel depth conditions and channel changes. From the river regime change and the change of riverbed erosion and deposition beach trough, the article analyses the reason of deepwater channel obstruction in Tongzhou reach. The research shows that because of the channel widening, bottomland instability, flow separation and separation of ebb and flow tide direction in Tongzhou beach, it leads to unstable regime instability and beach trough. First of all, channel widening, bottomland shunt lead to flow concentration and deep channel silting-up in transition section leads to impeding navigation. Secondly, channel widening, mainstream swing, point bar silting up and char movement leads to the shortage of channel depth. Besides that, bar-beach transition, main channel variation accordingly, and beach-trough instability lead to navigation channel instability. Keeping the activity bottomland in Tongzhou sand beach stable is the key to river regime stability and waterway regulation.

**Key words:** deep waterway channel; channel obstruction; river regime's stability

### 1 通州沙河段河道概况

通州沙河段属澄通河段, 上起十三圩, 下至徐六泾, 全长约 39 km。进出口河宽相对较窄, 中间放宽, 最大河宽约 10 km (图 1)。通州沙河段为暗沙型多分汊河道, 江中通州沙、狼山沙、新开沙以及铁黄沙等沙体发育。

长江主流受龙爪岩和下游徐六泾河段天然及人工节点的控制下, 走通州沙东水道和狼山沙东

水道的格局不会改变, 形成“S”型走势, 通州沙河段大的河势得到基本控制, 而新开沙和狼山沙仍处于缓慢演变中。

### 2 水流泥沙特性

#### 2.1 水动力特性

本河段河床演变受涨落潮共同作用, 江中沙洲形成与涨落潮流向分离有关。枯水大潮条件下,

收稿日期: 2013-07-02

作者简介: 吴道文 (1963—), 男, 高级工程师, 主要从事河流动力学研究。



可达  $1 \text{ kg/m}^3$ 。泥沙输移既存在落潮输沙,又有涨潮输沙。

### 3 航道现状与维护

#### 3.1 航道现状

通州沙东水道、狼山沙东水道为江、海轮共同航道,新开沙夹槽为南通江海港区专用航道,狼山沙西水道为张家港地方专用航道。在1992年前通州沙水道最大维护尺度为  $200 \text{ m} \times 8 \text{ m}$ ,在2003年7月1日实施长江下游江苏段船舶定线制后,主航道维护尺度均为  $8.5 \text{ m} \times 500 \text{ m} \times 1\,050 \text{ m}$  (水深  $\times$  航宽  $\times$  弯曲半径),水深维护保证率为98%。从2004年4月1日起,长江航道局又将龙爪岩—七丫口河段设标水深提高到9 m,设标宽度为500 m。2005年11月1日长江下游10.5 m深水航道上延工程实施完成后,通州沙水道深水航道实际维护尺度进一步提高为  $10.5 \text{ m} \times 500 \text{ m} \times 1\,200 \text{ m}$ 。

#### 3.2 通州沙水道12.5 m水深航宽近年来变化

通州沙水道12.5 m航道条件近年来变化情况见表1<sup>[2]</sup>。20世纪90年代以后,受新开沙的挤压,南农闸及以下12.5 m深槽左缘出现大幅度的右摆,在此期间通州沙左缘持续崩退,河道向宽浅方向发展,主流不断地西偏,营船港近岸低边滩形成,新开沙发展,通州沙东水道深槽水深条件在南农闸一带剧烈恶化,2002年和2003年12.5 m等深线宽度最窄处分别只有约210 m和250 m,到2005年12.5 m等深线中断,中断距离达750 m,2006年2月等深线中断达2 800 m,此后等深线基本贯通,但深槽宽度在南农闸处不足100 m,2007年12月、2008年6月、2009年4月,12.5 m等深线在南农闸一带也略有发展贯通,但是宽度仍较窄,不足200 m,至2010年9月,12.5 m等深线冲深发展达350 m,但由于主槽摆动,心滩活动,航槽水深时有不足12.5 m。

表1 通州沙水道12.5 m水深航宽近年来变化情况

时间	最小宽度/m	碍航长度/m	碍航位置
1996-04	650		
1998-04	400	513	南农闸
2001-11	550		
2002-04	210	1 200	南农闸
2003-04	250	3 000	南农闸
2005-05	中断达 750 m	3 640	南农闸
2006-02		中断达 2 800	南农闸
2007-12	172	2 100	南农闸
2008-06	150	1 500	南农闸
2009-04	170	1 770	南农闸
2012-10	贯通,最小宽度 520 m		

#### 3.3 通州沙水道航道变迁

通州沙水道历史上河势很不稳定,由于受上游河床演变的影响,主流摆动较大。1965年通州沙中水道辟为海轮航道后,随着狼山沙进一步淤涨、南移、西摆,狼山沙东水道发育。1978年江轮和顶推船队一律由通州沙东水道经狼山沙东水道航行,海轮仍维持走狼山沙西水道。20世纪80年代初狼山沙东水道进一步发育为长江主水道,并于20世纪80年代中开放狼山沙东水道为海轮航道。由于狼山沙西水道进一步淤积萎缩,于20世纪80年代中期封闭通州沙中水道,通州沙东水道(包括狼山沙东水道)为江海轮共用航道,1992年起维护水深8.5 m,2005年维护水深10.5 m。20世纪80年代后海轮航道走狼山沙东水道,但由于狼山沙西移东水道深槽相应西摆,深槽摆动,航道相应调标。

### 4 通州沙水道碍航成因分析

#### 4.1 河势不稳定导致河道交替发育,滩槽易位,无稳定航槽

20世纪70年代前受上游河势变化的影响,通州沙河段主流摆动,深槽变化幅度较大。上游如皋沙群主流大幅摆动。多年来变化趋势是向南发展,20世纪50年代主流稳定在浏海沙水道。下游通州沙主流稳定在东水道。变化主要表现在双涧

沙水道水流进入浏海沙水道顶冲段沿岸河岸崩退主流弯曲，出九龙港后主流北偏，冲刷横港沙尾，南通沿岸主流顶冲点上提，龙爪岩以下主流右偏。

1970—1990 年，东水道水深条件变化及航道条件主要受狼山沙变化影响。

1970—1980 年狼山沙下移，主流走通州沙西水道，1980 年后主流走狼山沙东水道，狼山沙下移西偏，东水道发展（图 3）。

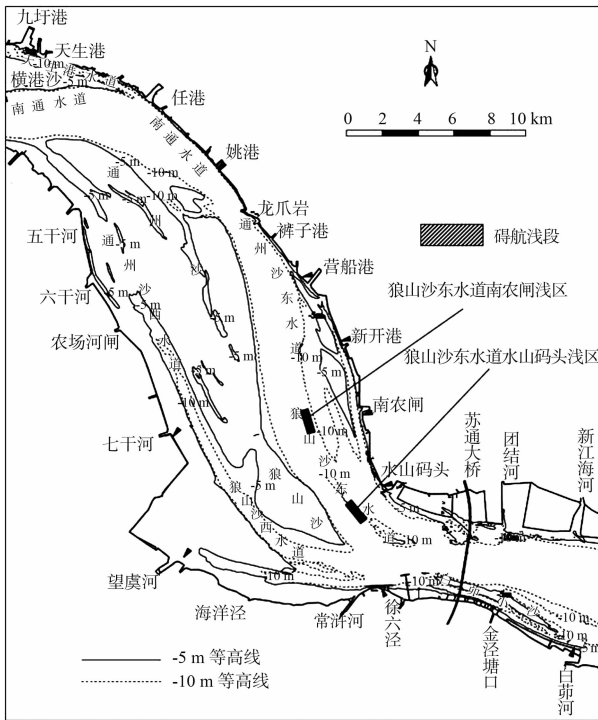
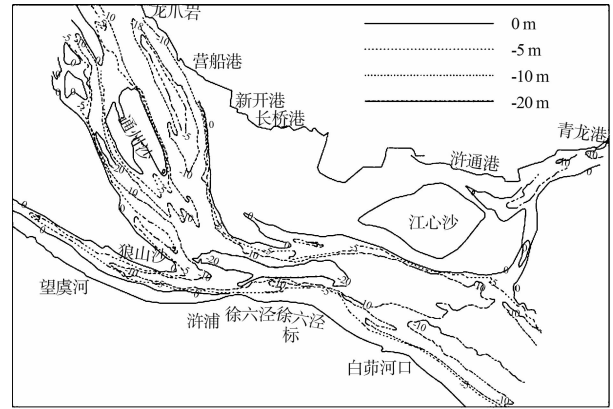


图 3 通州沙河段碍航位置

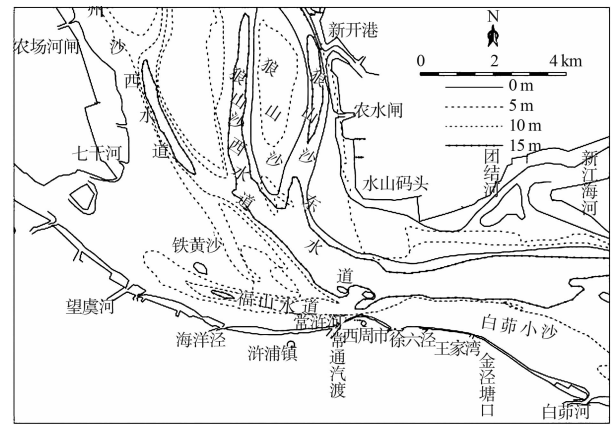
20 世纪 80 年代由于如皋中汊发展，一干河以上浏海沙水道主流偏民主沙一侧，浏海沙水道水流与如皋中汊水流交汇后，顶冲点下移，出十二圩后主流北偏，即如皋中汊的发展导致主流出浏海沙水道北偏，而主流北偏导致南通一岸主流顶冲点上提，横港沙尾冲刷后退。主流上提至龙爪岩以上时，受龙爪岩的挑流作用，龙爪岩以上顶冲点上提，十三圩下至任港主流北偏，将导致狼山沙头部冲刷下移，1970—1980 年下移明显。河势见图 4。

主流顶冲点刚上移至龙爪岩以上时，主流出龙爪岩右偏明显，随着主流顶冲点继续上提，南通水道主流北偏，通州沙向上游淤积。在龙爪岩

的挑流作用下，龙爪岩以下主流仍偏离右岸。当主流顶冲至任港附近时，主流沿南通水道而下，龙爪岩的挑流作用减弱。



a) 1958年



b) 1970年

图 4 徐六泾节点段河势

#### 4.2 通州沙东水道展宽上下深槽过渡段淤浅导致航道水深不足

由于洪枯季上游来流方向不一致，出龙爪岩后主流动力轴线洪枯季不一致，另外龙爪岩对开通州沙上窜沟及通州沙左缘侧心滩变化等，导致出龙爪岩后主流有所变化，在上游主流仍不稳定的情况下，下游主槽及江中心滩仍不稳定。主流右摆，冲刷通州沙下段狼山沙左缘；主流左摆，冲刷心滩及新开沙右缘等。由于上游主流摆动造成狼山沙由下移右偏，南农闸附近主槽坐弯，河道展宽，江中出现心滩。通州沙东水道发展，-10 m 槽展宽明显，东水道展宽水流分散，上下深槽过渡段淤浅，出现碍航（图 5）。

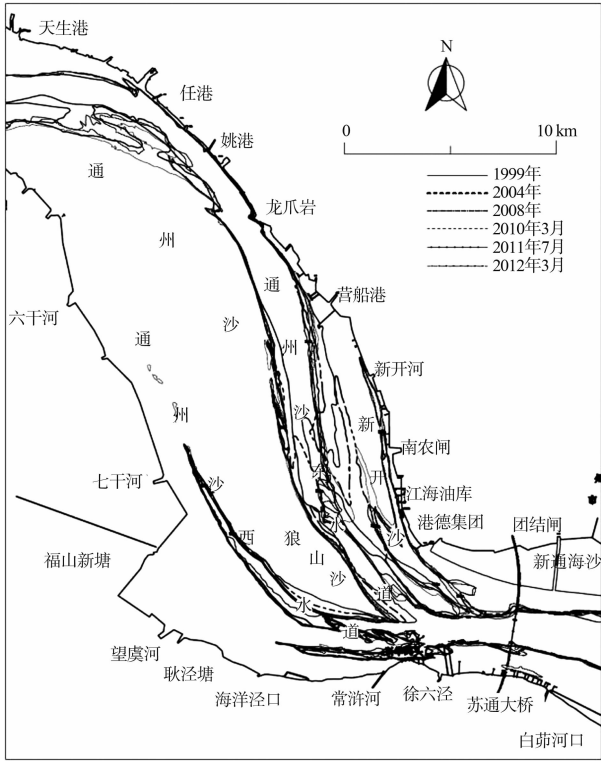


图5 通州沙河段 12.5 m 等深线变化

通州沙东水道  $\frac{B_i}{B_0} \sim \frac{\zeta_i}{\zeta_0}$  关系很好 (其中  $B_0$  为通州沙东水道最小河宽,  $\zeta_0$  为通州沙东水道最小河宽断面的河相关系), 可见河相关系  $\zeta$  直接与河宽有关, 河道宽河床不稳定, 河道窄河床稳定 (图6)。

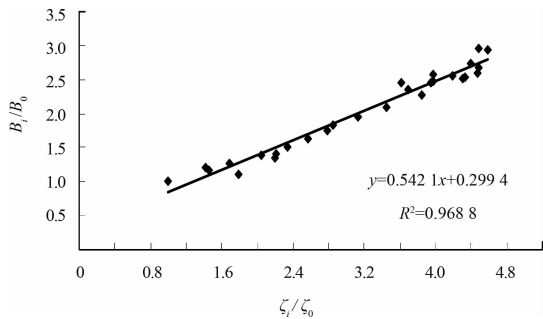


图6 通州沙东水道河相关系

### 4.3 航道周边活动性沙体的变化影响航道水深条件

#### 1) 狼山沙变化影响航道水深条件。

狼山沙 20 世纪 70 年主要表现为下移, 至 20 世纪 80 年代主要表现为西偏, 此时狼山沙西水道萎缩, 东水道发展, 主流走狼山沙东水道。1986 年狼

山沙下移西偏至通州沙尾部, 狼山沙和通州沙基本呈上下排列, 此时原狼山沙和通州沙之间狼山沙西水道之间水道, 航道部门称为通州沙中水道, 进入 90 年代后狼山沙主要表现为西偏, 东水道发展展宽, 而此时狼山沙与铁黄沙之间水道为狼山沙西水道, 通州沙中水道继续萎缩。

由于狼山沙冲刷后退, 狼山沙东水道弯曲, 狼山沙一侧成为弯道的凹岸, 而相应深槽左侧心滩成为凸岸, 落潮时受弯道环流影响深槽左侧淤积, 另外通州沙, 狼山沙一侧冲刷泥沙下移, 部分淤积在深槽左侧。

20 世纪 70—80 年代狼山沙变化导致狼山沙东西水道兴衰, 航道改道。20 世纪 90 年代由于狼山沙西移, 河道展宽, 上下深槽过渡段淤浅。进入 21 世纪河道展宽又导致新开沙发育, 主槽坐弯, 心滩发育等变化导致航槽不稳及航道水深不足。

#### 2) 新开沙变化影响航道水深条件。

新开沙形成由于狼山沙下移西移及东水道主流顶冲点上移, 主流出龙爪岩后右移, 20 世纪 70 年代末, 裤子港下逐渐出现淤积心滩, 即新开沙雏形, 至 20 世纪 80 年代中, 新开沙发育, 自裤子港至南农闸新开沙与左岸之间形成夹槽, 至 90 年代初, 新开沙展宽, 淤高 5 m 等深线, 最大宽度达 1.5 km 以上, 长度达 7 km 以上, 出现 0 m 等深线。2000 年以后, 狼山沙不再下延, 表现为西偏, 东水道出口展宽, 新开沙快速淤长下延。尾部已进入徐六泾主槽, 至 2005 年后, 新开沙尾部不再下延, 随着东水道展宽, 在营船港附近位于新开沙右侧出现淤积浅滩, 其淤积浅滩下移与新开沙之间形成水深 10 m 以上次深槽。2003 年 10 m 浅滩由营船港下延至新开港以下, 长约 5 km, 宽约 500 m。

新开沙为一不稳定的沙体, 涨落潮存在越滩流, 涨潮横向越滩流较明显。2003 年沙体淤积下延, 沙体较高; 2004 年后水山码头附近沙体上出现窄沟; 2008 年沙体冲开, 水山码头附近涨落潮水流泥沙条件发生变化, 部分下游涨潮泥沙经新

通海沙围垦前沿直接进入狼山沙东水道。2011 年 7 月狼山沙东水道心滩冲散，在江中出现几个独立心滩，新开港附近边滩淤长。近年新开沙尾部冲刷消失，新开沙沙体缩小，这为东水道心滩下延创造了条件。河床滩槽位置发生改变，航道水深条件相应变化。

#### 4.4 狼山沙东水道心滩变化影响航道水深条件

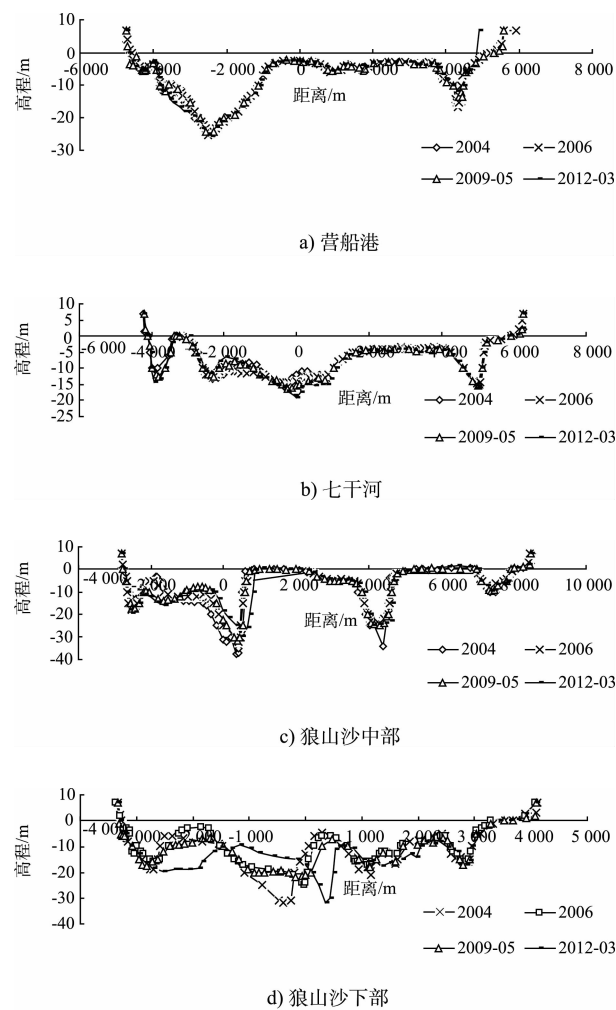
从分析狼山沙东水道相应的南农闸上、老通常汽渡以及王子码头断面 -10 m 槽宽度的变化可以看出，随着狼山沙的西偏，狼山沙东水道 -10 m 槽不断展宽。其历年变化见表 2<sup>[3]</sup>。可知，到 21 世纪初，在狼山沙缓慢西移的同时，新开沙沙尾下延沙体右侧受冲，狼山沙与新开沙之间狼山沙东水道 -10 m 槽宽达 3 km 以上，水流动力趋缓，加之涨落潮动力轴线常分离，易形成泥沙淤积，在华阳码头以下首先出现带状 -10 m 心滩。2004 年发育成长约 3 km、宽约 1 km 的心滩；其后缓慢发育，心滩下延变宽，心滩最高在 -6 m 左右。2008 年水山码头附近新开沙上冲出 -10 m 槽，心滩被冲开分为上下两个，上心滩在新开港附近和新开沙相连，下心滩位于王子码头对面江中，目前心滩仍处于缓慢演变过程中。

表 2 狼山沙东水道 -10 m 槽宽度及心滩变化 m

年份	南农闸	老通常汽渡	王子码头
1999	3 269	1 869	1 453
2001	3 352 (心滩宽 80 m)	2 219	1 485
2003	3 442	2 645	1 940
2004	3 575 (心滩宽 49 m)	2 641	2 076
2005	3 461	2 561	1 942
2006	3 514 (心滩宽 278 m)	2 887 (心滩宽 611 m)	2 024
2007	3 462 (心滩宽 704 m)	3 101 (心滩宽 332 m)	2 375
2008	3 475 (心滩宽 527 m)	3 278 (心滩宽 572 m)	2 745 (心滩宽 417 m)
2010	3 720 (心滩宽 890 m)	3 650 (心滩宽 672 m)	3 200 (心滩宽 617 m)
2012	3 823 (心滩宽 900 m)	3 622 (心滩宽 636 m)	3 300 (心滩宽 650 m)

涨落潮流路不一致，落潮时主流靠狼山沙一侧而涨潮时主流偏新开沙一侧，2008 年后水山码头附近新开沙冲刷出现 -10 m 冲沟，冲刷沟向上发展，2010 年已冲刷至 -15 m 以下，2010 年狼山沙东水道内心滩与新开沙之间出现 -10 m 槽。新开沙冲刷有部分泥沙淤积在心滩，心滩出现快速增长。

2012 年上游营船港边滩淤积下延已至老通常汽渡下，而在王子码头下狼山沙东水道江中形成长约 5.8 km，平均宽约 500 m 的 -10 m 心滩，其尾部已延伸至徐六泾深槽。狼山沙尾部断面，呈“W”型，心滩基本居中（图 7）。



注：高程为 85 基面。

图 7 2004—2012 年通州沙河段河床断面冲淤变化

由于东水道展宽，江中出现心滩，心滩不断变化，使航道不稳。目前徐六泾对岸新通海沙围

垦已实施，徐六泾下河宽不足 5 km。围垦前沿涨潮流有所增强，出水山码头涨潮流流向偏右，狼山沙东水道下移形成心滩易被涨潮流冲散。由于上游落潮过程中主流呈由右向左的变化，即主流由东向西的变化，在主流变动过程中，心滩易受落潮主流的顶冲而下移，而下游涨潮流在涨潮过程中主流由北向南的变化，涨潮流横向冲刷心滩，长条心滩易被冲断。所以东水道内难形成较稳定的滩槽。

### 5 结论

1) 通州沙水道主要是河势不稳，滩槽格局变动出现碍航；通航汉道内及周边洲滩不稳定，深槽摆动出现碍航；活动心滩进入主航道内出现碍航。通州沙水道碍航主要位于东水道新开港至南农闸上下深槽过渡段浅滩及南农闸以下江中心滩。

通州沙东水道出现碍航主要是东水道展宽，另外在展宽处又有中水道分流，导致上下深槽过渡段淤浅；近年由于新开沙变化，江中心滩冲淤变化导致狼山沙东水道下段河床断面形态发生改

变，局部滩槽移位，出现碍航。

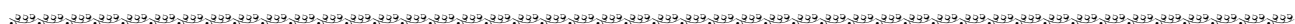
2) 新开沙、狼山沙不稳定也必将造成狼山沙东水道深槽不稳定。

如狼山沙继续冲刷后退，东水道内可能形成新一轮的沙滩。由于上游来水来沙及下游边界条件变化，其沙洲运动不可能重复 20 世纪 70 年代狼山沙形成发展的过程，但由于河道放宽，东水道内滩槽复杂变化及心滩活动是不可能避免的，所以在自然演变条件下，航槽不能保持稳定，而航槽内的水深条件也不能保证。稳定狼山沙及新开沙是河势稳定、航道整治的关键。

### 参考文献：

- [1] 徐华, 吴道文. 通州沙、白茆沙河段滩槽水沙交换[R]. 南京: 南京水利科学研究院, 2012.
- [2] 吴道文. 长江下游三沙河段碍航分析[R]. 南京: 南京水利科学研究院, 2012.
- [3] 徐华, 吴道文. 长江江阴至浏河口河床演变分析[R]. 南京: 南京水利科学研究院, 2012.

(本文编辑 郭雪珍)



## · 消 息 ·

### 水规院中标湖南湘江二级航道二期工程勘察设计项目

近日，水规院中标湖南湘江二级航道二期工程勘察设计项目，合同额 2 570 万元，刷新了水规院内河船闸工程勘察设计业务的合同纪录。

湘江是湖南最重要的水运大通道，而株洲航电枢纽处于湘江自下而上的第二个梯级。水规院勘察设计项目包括株洲航电枢纽 2 000 吨级二线船闸工程、鱼道工程及其他配套工程等，项目总投资约 12.5 亿元。

该项目实施后将进一步改善湘江航道通航条件，满足货运量快速增长和船舶大型化发展要求，同时保护湘江鱼类资源，促进湘江流域经济社会健康发展。该项目的实施标志着水规院正式进入湖南市场，同时也提高了水规院在内河水运设计市场的占有率，丰富了其在大型航电枢纽船闸方面的勘察设计业绩。

(摘编自《中国交通新闻网》)