

# 长江口铜沙老航槽自然回淤的初步分析

顾伟浩 姚金元 袁金林 曾守源

(上海航道局设计研究所)

研究人工航槽的自然回淤规律和回淤土的特性变化,对航道进行合理的疏浚和维护具有重要的现实意义。本文试图就长江口铜沙老航槽自然回淤作初步分析。

长江口铜沙航槽于1982年2月将铜沙航槽Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ区向南平移了800米,遂将原来的Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ区废弃(见图1)。

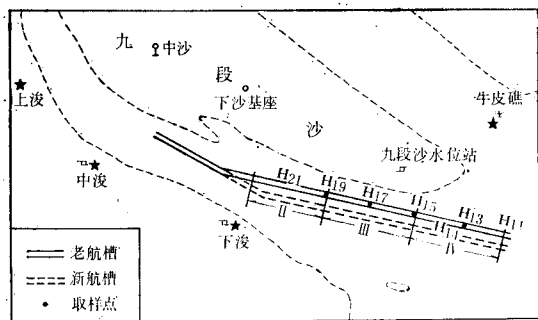


图1 铜沙新、老航槽及分区示意

铜沙老航槽废弃时,Ⅱ区平均水深为7.6

米,Ⅲ区平均水深为7.4米,Ⅳ区为7.4米。若以水深等于或小于7.0米为航槽淤平指标,那么老航槽Ⅱ、Ⅲ和Ⅳ区分别于同年的4月和8月淤平。Ⅲ区淤平速度为Ⅱ、Ⅳ区的2倍。8月Ⅲ区的淤积厚度分别比Ⅱ、Ⅳ区高0.7米和0.6米。Ⅲ区直接受九段沙下段南压的影响可见一斑。

铜沙老航槽Ⅱ区和Ⅲ、Ⅳ区冲淤变化随其受九段沙南压影响程度不同而显示出以下不同的冲淤方式。

1. w型: 表征受九段沙南压影响严重的槽区的冲淤特点。图2为铜沙老航槽3—8月各区典型的冲淤过程线。其中虚线和实线分别为Ⅲ区H<sub>17</sub>灯浮和Ⅳ区H<sub>11</sub>灯浮附近的冲淤过程线。冲淤过程线的绝大部分位于横座标轴之上,也就是说,淤积占绝对优势。冲淤过程线似w形。

2. r型: 表征不是正面受九段沙南压影响的槽区的冲淤特点。图2中的点划线为Ⅱ区H<sub>21</sub>灯浮处的冲淤过程线,呈现出“冲淤交错”

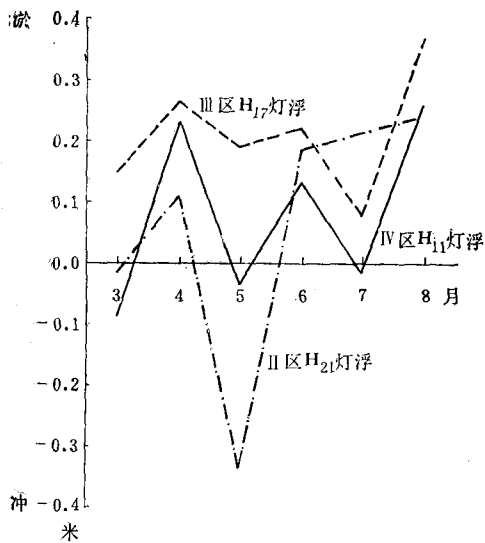


图2 铜沙老航槽冲淤过程线

的特征，过程线似r形。

二

铜沙老航槽各区3—8月回淤量如表1所示。

表 1

回淤量 (米)	月	3	4	5	6	7	8
II		-0.105	0.155	-0.243	0.152	0.395	0.258
III		0.021	0.248	0.002	0.259	0.263	0.219
IV		-0.084	0.236	0.045	0.165	0.037	0.168

表中负值表示冲，正值表示淤。由表1可知，铜沙老航槽II区和III、IV区冲淤方式分别属于上述的r型和w型。老航槽在自然淤平过程中，不完全遵循长江口“洪淤枯冲”的规律。如枯季就3—4月来说，航槽各区不是冲深而是淤积，但淤积程度相差悬殊，III区和IV区分别为II区的5倍和3倍；洪季的5月，II区为冲而非淤。这些都直接反映出受九段沙下段南压的影响。

与老航槽各区冲淤变化相对应的回淤率由

表 2

回淤率 (毫米/天)	月	3	4	5	6	7	8
II		-3.6	7.8	-7.4	4.9	14.6	8.3
III		1.1	8.3	0.1	8.4	9.4	7.6
IV		-6.0	6.7	1.0	8.7	1.4	5.8

表2所示。

洪季5—8月平均回淤率以III区为最大，达6.4毫米/天，但月最大回淤率不是发生在III区，而是在II区的7月和8月，高达14.6毫米/天和8.3毫米/天，最小回淤率发生在III区的5月，锐减到0.1毫米/天。

淤积厚度和回淤率的最大值发生在II区的7、8月份，这同滞流点在7、8月份的位置有密切关系，按文献〔1〕的方法计算，滞流点位置在II区摆动。5月份的冲淤变化出现异常现象：II区一反多年淤积的常态，出现冲深；III区把它的淤积量下降到最低值。这种异常现象同5月的上游径流量和含沙量异常低有关，大通水文站5月平均流量为25300米<sup>3</sup>/秒，含沙量为0.21公斤/米<sup>3</sup>，分别为多年该月平均值的73%和48%。

图3为5月份老航槽的冲淤分布。

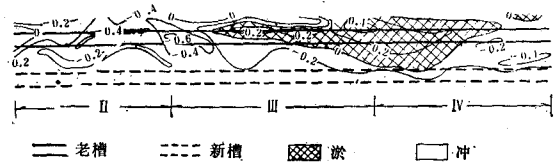


图3 5月份铜沙老航槽冲淤分布

从图中可见，II区和III区为两种不同的冲淤类型，II区以H<sub>19</sub>灯浮为冲刷中心，向左(I区)扩伸为全冲区，而III区则以H<sub>17</sub>灯浮为淤积中心，向两侧发展，但IV区形成不了冲淤中心，它与III区同属于一种冲淤类型。

三

前已论及九段沙下段南压对铜沙老航槽自

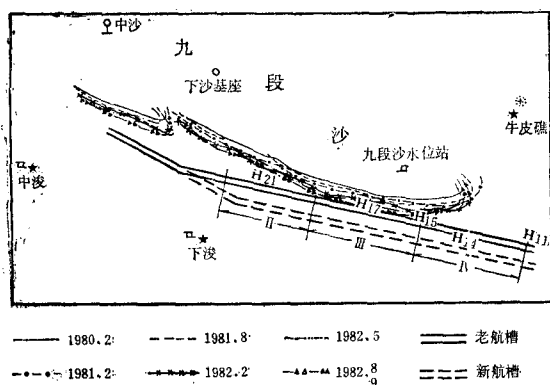


图4 九段沙南缘-5米等深线变迁

然回淤的影响。对这个问题又可从九段沙南缘-5米等深线的南移和2—8月期间的水深变化两个方面作进一步说明。

图4为近几年来九段沙南缘-5米等深线的变迁图。可以看到-5米线不断南移。

表3示出77年以来-5米等深线距Ⅲ区H<sub>17</sub>灯浮的距离。从中可知,-5米等深线平均每年以250—300米的速度向南移动,于82年11月越过H<sub>17</sub>灯浮进入老航槽Ⅲ区。

从82年2—8月期间老航槽各区冲淤分布(图5)也可清楚看到九段沙南压的严峻局面。老航槽Ⅲ区以H<sub>17</sub>灯浮为淤积中心,中心值高达1.55米。0.6米等淤积线覆盖整个Ⅲ区,形成大面积的淤积区,Ⅱ区不是正面受九段沙南压,最大淤积厚度为1.10米,0.6米等淤积线与其东面Ⅲ区的0.6米线相峙。从等淤积线分布形势也可看出,Ⅱ和Ⅰ区属一种冲淤类型。

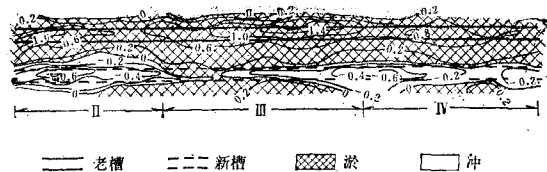


图5 2—8月铜沙老航槽冲淤分布

表3

日期 (年·月)	77.2	78.2	79.2	80.2	81.2	81.8	82.2	82.5	82.8	82.11
距离 (米)	1850	1400	1200	800	530	525	300	175	25	-50
速度 (米/年)	450	200	400	270	230					

Ⅲ区和Ⅳ区组成另一种冲淤类型。前者,淤积的主要原因是咸、淡水密度流;后者淤积主要受九段沙南压的影响。

#### 四

1982年4—8月,在铜沙老航槽共取了35只泥样,取样位置见图1。泥样经分析表明,铜沙老航槽床沙质属于砂质粘土或粘土,土质状态属于流塑状态。概括起来有以下特点。

1. 床沙质天然容重洪季大,枯季小;H<sub>19</sub>灯浮和H<sub>17</sub>灯浮附近的天然容重的月际变化如表4所示。

表4表明床沙质的密实程度洪季比枯季强些。天然容重在垂直分布上,洪季随深度增加而增加,枯季则比较均匀。这表明洪季床沙正在淤积;与之相反,枯季床沙处于冲刷状态。

2. 床沙质中值粒径洪季细化,枯季粗化;H<sub>19</sub>、H<sub>17</sub>和H<sub>15</sub>灯浮附近各月中值粒径由表5列出。中值粒径随时间变化反映出床沙在淤积状态粒径细化,在冲刷状态粒径粗化。

从回淤土特性来看,Ⅱ区刚废弃时回淤土颗粒较细,中值粒径一般在0.025毫米,属砂质粘土,天然容重为1.60克/厘米<sup>3</sup>,但一个月以后,回淤土很快密实,天然容重增至1.80克/厘米<sup>3</sup>。Ⅲ区主要受九段沙下段南压影响,回淤土颗粒比Ⅱ区粗,中值粒径在0.040毫米以上,属砂质粘土和砂壤土,天然容重都略大于1.80克/厘米<sup>3</sup>。

#### 五

在潮汐河口影响泥沙回淤率的因素很多,至今还没有一个普遍适用的计算回淤率的公式,对长江河口来说最少也要考虑上游径流量、潮差和泥沙沉速是影响泥沙回淤率等因素。

现用Rayleigh的量纲分析方法来建立计算长江口回淤率公式。假设上述因素有如下关系:

$$P = KQ^a \Delta H^b \omega^c$$

式中, P 为泥沙回淤率; Q 为大通

表 4

天然容重 (克/厘米 <sup>3</sup> )	日期	位置			
		H <sub>17</sub>	H <sub>19</sub>	H <sub>17</sub>	H <sub>19</sub>
	5月20日	1.66	1.82	1.84	1.50
	6月25日	1.75	1.81	1.82	1.77
	8月15日				
	10月29日				

表 5

d <sub>50</sub> (毫米)	日期	位置				
		H <sub>19</sub>	H <sub>17</sub>	H <sub>15</sub>	H <sub>17</sub>	H <sub>19</sub>
	4月19日	0.043	0.060	0.059	0.024	0.032
	5月20日	0.024	0.040	0.032	0.023	0.031
	6月25日	0.023	0.046	0.031	0.024	0.031
	8月15日	0.024	0.033		0.024	0.039
	10月29日	0.032	0.039		0.032	0.032

表 6

回淤率 (毫米/天)	槽区	日期(年.月)					
		II区		III区		IV区	
		P <sub>实</sub>	P <sub>计</sub>	P <sub>实</sub>	P <sub>计</sub>	P <sub>实</sub>	P <sub>计</sub>
		7.8	6.1	8.3	7.1	6.8	8.6
		7.4	8.2				
		4.9	4.3	8.4	8.2	8.8	1.06
		8.3	9.8	7.6	6.6		

站流量;  $\Delta H$  为中浚站潮差;  $\omega$  为泥沙沉速;  $K$  为待定系数;  $a$ 、 $b$  和  $c$  为待定常数。

这个关系式相应的量纲方程为:

$$(LT^{-1}) = K (L^3T^{-1})^a (L)^b (LT^{-1})^c$$

在解量纲方程时,按文献<sup>1)</sup>可把  $b$  定为-1, 这样解得  $a = 1/2$ ,  $b = 1/2$ , 关系式变成:

$$P = K \frac{\sqrt{Q\omega}}{\Delta H}$$

用1982年4—8月铜沙老航槽各区泥沙回淤率的实际资料,算得相应的系数  $K$  值: II区  $K_2 = 0.0059$ ; III、IV区,  $K_{3,4} = 0.0029$ 。II区的系数比III、IV区大2倍。这集中体现了它们分属于两种不同的冲淤类型。

表6给出泥沙淤积率计算值和实际值的比

表 7

日期 (年.月)	II区 (H <sub>19</sub> )		III区 (H <sub>15</sub> )		IV区 (H <sub>13</sub> )	
	d <sub>50</sub> (计)	d <sub>50</sub> (实)	d <sub>50</sub> (计)	d <sub>50</sub> (实)	d <sub>50</sub> (计)	d <sub>50</sub> (实)
82.6	0.0016	0.0057	0.038	0.016	0.016	0.012

较结果。可以看出计算值和实际值大致相符,尤其是II区和III区拟合得较好,这说明不同的  $K$  值具有各自的代表性。

由于铜沙新航槽与老航槽只差800米,水文泥沙条件相仿,预期上述经验公式可用来预估新航槽的回淤率。为了证实这个设想的可行性,我们用新航槽同步水深测量资料求得各区泥沙回淤率,以及相应的大通站流量、中浚站潮差,代入经验公式,分别求得各区的泥沙沉速;据此再推算出II区和III、IV区的泥沙中值粒径(见表7)。以表7可见,计算值和实际值基本上相符。必须指出,潮汐河口泥沙回淤率受制于许多因素。例如,在确定沉速 $\omega$ 时一般均应考虑絮凝影响,只因长江口细颗粒泥沙的絮凝涉及的因素较多,又缺少必要的资料,文中未加考虑。此外,文中 $\omega$ 指的是静水中的泥沙沉速,而不是动水中的泥沙沉速。因此,上述计算回淤率的经验公式仅是初步的。

通过以上分析,可以得到两点认识。

1. 铜沙老航槽II区和III、IV区具有各自的冲淤特点,显示出不同的冲淤类型。九段沙尾南压的影响非常显著。

2. 长江口的“洪淤枯冲”规律,是对多年平均状况说的。从水深变化来看,各区年际变化不尽遵循这个规律。这说明对冲淤来说,水深变化比回淤土特性变化反应要快得多;前者灵敏,后者迟钝。

### 参 考 文 献

- (1) 顾伟浩, 1982. 长江口滞流点位置的预测. 水运工程9: 24—29.

(1) 刘家驹, 1979. 连云港外航道的回淤计算及预报. 南京水利科学研究所.

**A PRELIMINARY ANALYSIS OF NATURAL SILTATION OF  
ABANDONED TONGSHA CHANNEL IN YANGTZE RIVER ESTUARY**

Gu Weihao, Yao Jinyuan, Yuan Jinlin and Zheng Shouyuan

*(Design and Research Institute, Shanghai Waterway Bureau)*

**Abstract**

This paper describes the natural siltation process of the abandoned Tongsha channel, of which sectors II, III, and IV may be considered as having two different siltation patterns, the former resulting from Giudian Bank southward migration and the latter being the cause of fresh water-salt water density current. And corresponding empirical formulas are given for estimation of siltation rates using survey comparisons. The above mentioned formulas can be used to determine siltation rate of the existing Tongsha dredged channel.