

1055-62

第18卷第4期
2000年11月海洋工程
OCEAN ENGINEERINGVol. 18 No. 4
Nov. 2000

文章编号:1005-9865(2000)04-0055-08

汕头港外拦门沙整治技术和功效

TV148.6

黄建维¹, 詹清光²

(1. 南京水利科学研究院, 江苏 南京 210024; 2. 汕头市港务局, 广东 汕头 515041)

摘要: 汕头港外拦门沙是制约该港进一步发展的主要障碍。在对工程海域环境泥沙论证基础上, 进一步对工程泥沙问题进行论证和预报, 如拦门沙整治后的演变趋势, 开挖航道的回淤和整治工程的导流拦沙功效等。工程实施期间及完工后进行多年的现场跟踪观测表明, 各项工程泥沙问题的预报均获得良好的印证。本文还介绍了外拦门沙整治技术方面的经验, 包括运用单导堤改变工程海域水沙营运动力格局和泥沙输移方向, 导堤的长度和高度, 沿堤流和顶冲流的整治, 航道开挖最佳深度和宽长以及维持航道平直稳定的技术等。

关键词: 外拦门沙; 整治技术; 单导堤; 环境泥沙; 回淤量

中图分类号: TV148

文献标识码: A

汕头港

Regulation techniques for the sandbar outside Shantou Harbour

HUANG Jian-wei¹, ZHAN Qing-guang²

(1. Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210024, China; 2. Shantou Port Authority, Shantou 515041, China)

Abstract: The expansion of the sandbar outside Shantou Harbour not only affects the navigability of the channel, but also obstructs the further expansion of the harbour. Based on the sediment conditions of the surrounding sea area, the sediment problems are studied, including those concerning the expansion of the sandbar in the outer navigation channel, the silting amount and the efficiency of training measures. Field observations show that the sediment forecasting by the authors is quite ideal. In this paper, described are the authors' experiences in the sandbar regulation, including the use of a single training dike to change the direction of current and sediment, the altitude and length of the dike, the regulation of the current along and against the dike, the optimum dredged depth and the way how to maintain the smooth-going and stability of the navigation channel.

Key words: sandbar outside; regulation technique; single dike; sediment conditions; silting amount

汕头港湾内水域开阔(面积 75km²), 水深条件较好, 然而口门外存在的大片拦门沙使通航水深只能维持在 5m, 进出港船舶限于 5 000t 以下, 拦门沙的存在成了制约汕头港进一步发展的主要障碍。汕头市的交通主要靠水运, 港口不解决, 煤、电及工业难以发展, 所以汕头市把建港视为“生命工程”, 而拦门沙整治列为“心脏工程”。

1 外拦门沙整治的环境泥沙问题

1.1 外拦门沙地区泥沙营运力的特点

1) 小潮差和潮汐通道。汕头湾的潮汐类型属不正规半日潮, 其特点是潮差小且日潮不等十分明显, 多年平均潮差 1.01m。

收稿日期: 1999-10-13

作者简介: 黄建维(1938—), 男, 教授级高工, 主要从事海岸河口工程泥沙研究。

汕头港在历史上存在和发展的自然条件归功于汕头湾内广阔的水域(1950年为 125km^2)和潮汐通道(见图1),通过汕头湾蓄纳的潮汐能量(平均潮差 1.01m),再由潮汐通道口门释放出来,受自然力量冲刷海床,维持一条通航水道。通航水道在湾口门(妈屿水道)处由于断面束窄,最大水深常年可维护至 $24\sim 26\text{m}$,而湾内另一束水道的常年水深也维持在 11m 左右。此水流出湾口后由于平面形态呈喇叭形放大,流速迅速减缓,水深也减小。

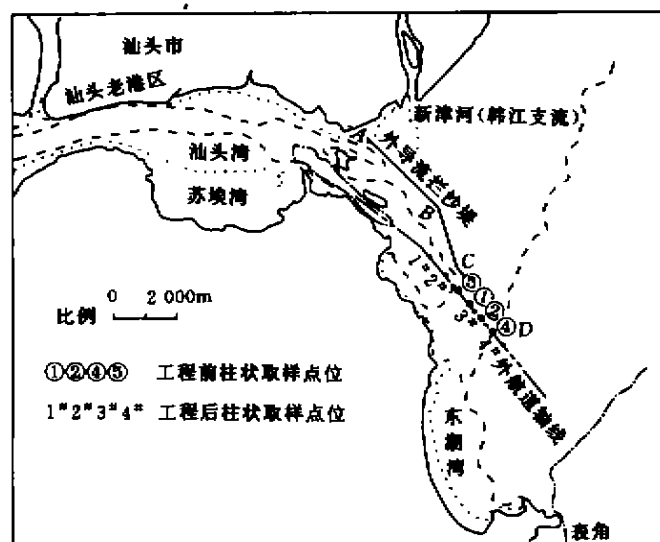


图1 汕头港形势图和一期整治工程布置图

Fig.1 Shantou harbour with arrangement of regulation project at the first phase

2)较强的波浪作用且方向相对集中。汕头地处华南强浪区,按实测资料,ENE向波浪频率 $P=6.27\%$,E向 $P=37.14\%$,ESE向 $P=18.9\%$,SE向 $P=14.78\%$,四个方向的总频率 $P=77.58\%$,方向均为自东向西。统计表明四个方向常见浪的年平均波高为 1.11m ,而拦门沙地区常见较大浪(平均波高 $1.3\sim 1.9\text{m}$)的频率为 30% 。在拦门沙地区自然状况下泥沙营运力以自东向西的波浪力为主。

1.2 外拦门沙地区泥沙输移特点

1)从海床底质粒度分布、矿物分布角度进行分析:

该区底质粒度分布特征表明^[1](见图2),本区泥沙主要为陆域来沙,即来自北方的韩江分流新津溪,其次是东部的外沙河和西部的梅溪有少量的影响,图2表明,泥沙由新津溪出口后,由于受到汕头湾内(潮汐通道)落潮流的作用,使泥沙向东南方向运移,并依次沉积,再往外潮流作用相对减弱,在东向波浪的作用下,迫使泥沙转向西南,沿待狎金沙咀直指拦门沙航道中段,并可超越航道直至西侧浅滩。

矿物分析和粒度图像分析图均表明从新津溪输出的泥沙向外拦门沙搬运和沉积的过程^[1]。

2)从泥沙营运动力角度分析

该区营运动力特征已如前述,汇入汕头湾内的年径流量(包括榕江和梅溪的水量)仅 62.5亿m^3 ,而年纳潮量却高达 720亿m^3 ,其平均径流量不足潮汐通道进出潮量的 10% ,大潮时只为 4% ,因此河流输沙对该区仅提供沙源,而对泥沙输移基本不起作用。

潮流方面,由于该区平均潮差小,除潮汐通道口门释放大量潮汐能量而具有较高流速外,口外广大浅滩

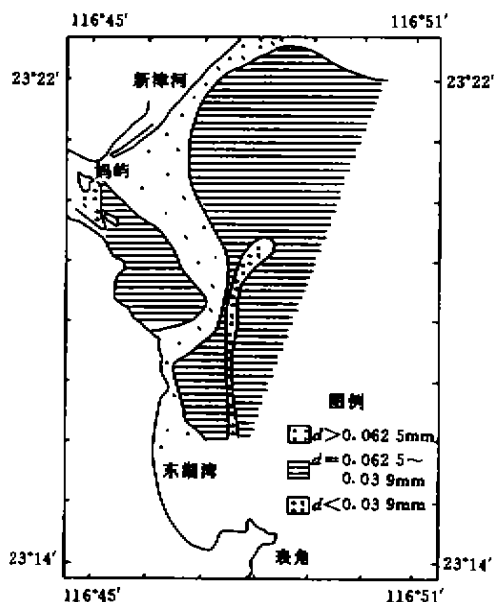


图2 一期工程前工程海域表层泥沙中值粒径分布图

Fig.2 Distribution of median-sized bottom sediment in the project sea area before regulation

潮流均在 $0.3 \sim 0.4 \text{ m/s}$ 以下,只能携带部分悬移质入深海或海湾内。因此本区输移泥沙的主要动力是波浪的沿岸输沙和波浪的浅水输沙。

波浪引起沿岸输沙方向自西向东,主要发生在水深 $1 \sim 3 \text{ m}$ 的浅水带,分别采用美国海岸工程研究中心(CERC)和我国《港口工程技术规范》^[2]推荐公式进行计算:

$$\text{CERC 公式: } Q_s = AH_s^2 C_s \sin \alpha_b \cos \alpha_b \quad (1)$$

$$\text{《规范》公式: } Q_s = 0.64 \times 10^{-2} k' \frac{H_s}{L_c} H_s^2 C_s n_b \sin 2\alpha_b \quad (2)$$

得到波浪沿岸输沙量为 $33 \sim 47 \text{ 万 m}^3/\text{a}$ 。

在外拦门沙地区(水深 $3 \sim 7 \text{ m}$)的主要输沙是波浪和潮流共同作用下的跃推移和推移质输沙,当时国内外对这种输沙的机理和计算公式还比较缺乏,作者对此开展了专题研究^[1]。波浪作用下沙质和粉沙质底沙的表层移动和完全移动界限,推荐采用日本学者佐藤昭二公式^[3]:

$$\text{表层移动临界水深: } \frac{H_0}{L_0} = 1.35 \left[\frac{d}{L_0} \right]^{1/4} \cdot \text{sh} \frac{2\pi h}{L} \left[\frac{H_0}{H} \right] \quad (3)$$

$$\text{完全移动临界水深: } \frac{H_0}{L_0} = 2.4 \left[\frac{d}{L_0} \right]^{1/4} \cdot \text{sh} \frac{2\pi h}{L} \left[\frac{H_0}{H} \right] \quad (4)$$

按上式计算得外拦门沙地区在常见较大浪(波高 $1.8 \sim 1.9 \text{ m}$)作用下,泥沙完全移动临界水深为 6 m ,相当于拦门沙顶高程;表层移动临界水深为 $9 \sim 10 \text{ m}$,相当于 $\nabla - 8.0 \sim \nabla - 9.0 \text{ m}$ 底高程。

3) 从地形演变角度分析

运用历史海图水深对比来判明泥沙运动趋势和数量是一种简直可靠的方法。文献[1]曾根据历史海图(1907, 1936, 1956, 1972年和1979年)对外拦门沙地区地形演变进行分析。演变分析表明72年间平均年淤积量为 $57 \text{ 万 m}^3/\text{a}$,从淤积位置看,以航道东侧为主,占全区的 87% ,而东侧又主要分布在 $-3 \sim -6 \text{ m}$ 一带,占 76% 。航道西侧虽少,但近年有逐渐增长趋势。

以上地形演变分析表明泥沙输移和沉积的地带主要发生在航道东侧的 $-3 \sim -6 \text{ m}$ 地区,泥沙输移方向自东向西,近年有所加强。

4) 从已开挖航道回淤情况进行分析

自1977年~1981年共有四次航道开挖,每次开挖深约 1 m ,航道底宽 80 m ,挖后6个月内均被摊平,不再有明显的航道,而两侧则发生冲刷,且冲刷范围一次比一次扩大^[5]。

为了进一步探明航道开挖后回淤泥沙情况,还对航道回淤土沿航道取四个垂直沙样进行粒度分析,结果表明^[5]:航道回淤泥沙以颗粒 0.1 mm 的细沙为主,约占 $75\% \sim 80\%$,间夹粒径 0.009 mm 的粉质粘土,约占 $20\% \sim 25\%$ 。前者与附近滩面处泥沙粒级一致,后者为河流中悬沙粒级。

以上分析表明,航道回淤的主要原因是东侧的浅滩在东向波浪作用下,海底泥沙以就地推移和跃进输移方式使之恢复自然平衡,造成航槽回淤,涨落潮流的河流悬移质通过航道时也有部分落淤。

2 外拦门沙整治的工程泥沙问题

2.1 整治方案的确定

如前所述,汕头港工程海域水沙运动三大特点是:较强的波浪作用且方向相对集中,潮汐通道、拦门沙主要是东北和东向来沙在波浪、潮流和河流三种营运动力综合作用的结果。整治思路是“抓住特点,因势利导”。拦门沙整治一期工程就是运用单导堤从整体上改变拦门沙地区营运动力格局和泥沙输移方向,如图3所示,建堤后既隔断了新津河口泥沙和波浪沿岸输沙向南和西南输移的波浪潮汐动力,又阻拦了在拦门沙浅滩上被东向波浪所直接输移的泥沙,泥沙被拦阻淤积在堤的东侧而不能西移和下行,这样不仅阻拦了直接进入航道的泥沙,而且根治了拦门沙泥沙的进一步来源,使拦门沙淤浅碍航的隐患得到根治。同时,由于整治工程的建立,实际上是把潮汐通道口门外移,拦沙的同时也充分调动潮汐通道纳潮动力,更有利于维持开挖航槽的水深。

2.2 整治工程后开挖航道的回淤预报

八十年代中期,整治工程后开挖航道的回淤预报,以波潮共同作用下的动床物模作为主要的技术手段,

而在九十年代又逐渐开发研究出波潮共同作用下的泥沙数模作为第二技术手段,实践证明两种技术手段各有特长,相互补充完善可以达到更好的预报效果,两种技术手段简介如下:

1)波潮共同作用下的动床物模^[5]技术关键和难题是:

- ①在海岸动床模型中近岸模型与离岸模型的区分、区别和运用;
- ②海岸动床模型律,相似条件及波潮共同作用下动床模型变率理论及在实践中的处理;
- ③波潮共同作用下的推(跃)移质输沙机理及输沙公式的确定;
- ④能同时产生波潮共同作用的模拟设备;
- ⑤模型沙的选择及其他模拟技术。

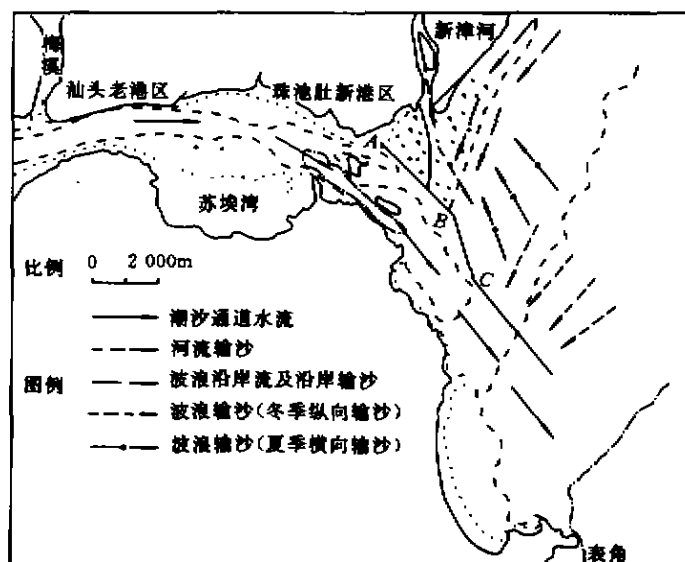


图3 一期工程后外拦门沙地区营动力和泥沙输移方向

Fig. 3 Moving force and direction of sediment after regulation

选定物理模型水平比尺 $\lambda_r = 1:500$, 垂直比尺 $\lambda_z = 1:80$, 模型沙选用 $r_m = 1.15 \text{ g/cm}^3$, $d_{50} = 0.4 \text{ mm}$ 的木屑, 它能较好的复演起动相似、输沙相似和开挖航道回淤相似, 最后对各方案航道回淤量作出正确的预报。

2)泥沙数学模型:

在泥沙数模中主要依据下述三个输沙方程进行计算。

①对于在泥沙数模中的悬移质冲淤计算采用吴国仁不平衡输沙方程式:

$$\frac{\partial(H_s)}{\partial t} + \frac{\partial(HVS)}{\partial x} + \frac{\partial(HVS)}{\partial y} + \alpha v \beta (s - s_*) = \frac{\partial}{\partial x} (HD_x \frac{\partial s}{\partial x}) + (HD_y \frac{\partial s}{\partial y}) \quad (5)$$

式中 s_* 为波潮共同作用下的挟沙能力, 按刘家驹公式:

$$s_* = k \frac{(|v_1| + |v_2|)^2}{gH} \quad (6)$$

应用汕头港工程海域实测资料进行专门分析后得出^[7]:

$$k = \begin{cases} 72 & \text{当波潮共同作用下沙和粉沙型底质;} \\ 20 & \text{仅潮流作用下沙和粉沙型底质;} \\ 36 & \text{仅潮流作用下浮泥型底质。} \end{cases}$$

悬沙引起的河床变形方程式:
$$r_o \frac{\partial \eta}{\partial t} = \alpha \omega (s - s_*) \quad (7)$$

②推移质和半推移(跃移)质引起的回淤量:

按作者的研究成果提出下列输沙率和淤强公式^[7]:

$$q_{net} = 1.5 \frac{r_s}{r_t - r} \frac{\tau_r}{\tan \alpha} \left| \frac{u_* - u_{*c}}{u_*} \right| u_* \quad (8)$$

$$P_{s2} = \frac{(q_{s2} \times \sin \theta - q_1) T}{r_s} \quad (9)$$

③航道边坡冲刷所造成的淤积^[3]:

$$\text{可按丹麦学者 Fredsoe 公式计算: } A(t) = 2a \sqrt{\frac{\nu}{\pi}} (\sqrt{t+t_0} - \sqrt{t_0}) \quad (10)$$

按以上介绍的动床物模和泥沙数模,对开挖航道 $B=120\text{m}$,开挖底高程 $\nabla-9.5\text{m}$ 时的年回淤量为 $60\sim 80\text{万 m}^3/\text{a}$ 。

2.3 整治工程后拦沙功效的预报

根据如上的分析,导流拦沙堤应同时兼有导流、拦沙、减淤和防浪四项功能,“拦沙”是指拦阻航道和堤东北侧的新津河口出沙及波浪引起的沿岸输沙,拦沙堤的拦沙功效可用拦沙堤的拦截泥沙淤积年限表达,主要依据动床模型预报。由于工程海域沿岸输沙量不是很大(年输沙量 $33\sim 47\text{万 m}^3/\text{a}$),用现行规范推荐的淤积年限公式可以满足初步要求^[2]。

$$t = \frac{\pi}{4A} \left(\frac{1}{\tan \Phi} \right)^2 \quad (11)$$

预报结果表明堤外侧淤积棱体六十年不会绕过堤头。

2.4 细颗粒悬移质为主的内湾码头港池航道回淤预报^[6]

在研究拦门沙整治的同时,根据各个阶段的性质,开展对内港整治的研究,提出内港整治线,各种泊位淤积情况、内港各区域流态等等,为泊位的平面布置,结构、经济分析提供科学依据。

汕头港内港 $1^{\#}\sim 8^{\#}$ 泊位为顺岸式码头布局,目前有代表性的回淤计算公式大致有三类。

1)荷兰学者 W D Eysink 提出的计及水流归槽作用,适用于港口、河口地区开挖航道及港池的淤积率计算式为:

$$P_s = \frac{v_s H_2 T}{r_s l} (S_{s1} - S_{s2}) \left[1 - \exp \left(-A \frac{l}{H_2} \right) \right] \quad (12)$$

2)刘家驹就横越航道、港池及顺岸式码头,分别提出不同的计算式:

$$P_s = \frac{k_1 S_{s1} \omega T}{r_s} \left[1 - \left(\frac{H_1}{H_2} \right)^2 \right] \quad (13)$$

$$P_s = \frac{k_2 S_{s2} \omega T}{r_s} \left[1 - \frac{H_1}{2H_2} \left(1 + \frac{H_1}{H_2} \right) \right] \quad (14)$$

3)罗肇森提出的河口(包括顺流)航道开挖后回淤计算式:

$$P_s = \frac{\alpha \omega S_{s1} T}{r_s} \left[1 - \frac{v_2}{v_1} \right]^2 \left(\frac{H_1}{H_2} \right) \frac{1}{\cos n\theta} \quad (15)$$

对上述公式从合理性、以往使用效果及各计算式对现有汕头湾港池泊地回淤实测资料进行比照:

1)Eysink 公式能充分反映细颗粒泥沙沿途沉降(或淤积)的指数变化规律,即不平衡输沙的基本规律;

2)Eysink 公式计及水流归槽作用,在机理上较合理;

3)与汕头湾已建码头港池回淤实测结果相比较,Eysink 公式较一致且合理。

最后选用 W D Eysink 的公式进行回淤预报。

3 外拦门沙一期工程整治功效

3.1 外拦门沙演变趋势达到预期效果

由于外拦门沙是外航道回淤的主要泥源,所以整治工程后外拦门沙的演变趋势关系到整治功效的长效性。如前所述,由于拦沙导流堤从整体上改变了拦门沙地区营运动力格局和泥沙输移方向,必然带来拦门沙的消减衰退。工程后四年来的实测结果表明^[6],原拦门沙淤浅部位($\nabla-5.0\sim\nabla-7.0\text{m}$)因导堤的束水攻沙作用而大大消衰,而外拦门沙以深部位($\nabla-7.0\sim\nabla-9.0\text{m}$)等深线位置则无明显变化。以上说明工程后拦门沙逐步消退,没有新的拦门沙形成,消除了外航道进一步淤积的隐患。

3.2 外航道开挖后的减淤效果

航道开挖运行四年多来的情况表明水深维持良好,回淤量符合预报结果。

实地预测表明,航道开挖第一阶段从▽-4.7m 开挖至▽-8.0m(1993.12~1994.3)和第二阶段从▽-8.0m 开挖至▽-9.5m(实际开挖超深至▽-11.0m),从 1993 年 12 月至 1996 年上半年,约两年半时间内,水深维持良好,两年的年回淤量分别为 61 万 m³/a 和 82 万 m³/a,与模型试验预报结果非常一致(表 1)。

1996 年下半年以来,航道回淤土的数量和类型逐渐发生变化,主要表现为回淤量有所增大,回淤土的类型也由原来的细粉沙转变为粉沙质淤泥,详见表 1。

表 1 外航道开挖后逐年实测回淤量与预报对比表

Tab. 1 Comparison between observed and silting amounts in the outer navigation channel after forecasted channel dredging

时 间	航道开挖情况	挖泥船上报 疏浚量土方 /(万 m ³ /a)	实测航道 平均容重 /(t/m ³)	按标准容重 折算的航道 实际年回淤量 /(万 m ³ /a)	动床物模和 泥沙数模预报 回淤量 /(万 m ³ /a)	实测航道 淤土类型
1993.12.30~ 1994.3.30	▽-8.0m	/	/	61		细粉沙
1994.10~1995.12	▽-9.5m (实际▽-11.0m)	95	/	82	60~80	细粉沙
1996.1~1996.12	▽-9.5m	205	1.15	72	60~80	粉沙质淤泥
1997.1~1997.12	▽-9.5m	215	1.15	60	60~80	粉沙质淤泥

现场观测和综合分析研究表明这种变化主要是由人为因素造成的。即:堤外侧围垦工程与港池、航道基建施工不规范和目前工艺水平限制所造成的影响,疏浚抛泥不规范和抛泥地的合理性未经论证。同时一些挖泥船为追求效益,不到设定地点抛泥而就近乱抛,也造成海域新增泥源。

近两年来尽管有诸多人为造泥因素影响,外航道年回淤量仍为 60~82 万 m³/a,符合预报结果。

3.3 堤的导流效果达到预期要求

观测资料表明堤内侧流速增加一倍左右,与模型试验结果一致^[6]。

3.4 堤的拦沙功效

观测资料表明,堤外侧淤积棱体和岸线的演进基本按预报结果演进和发展,按目前地形演变趋势(不加人为吹填促淤措施),表明堤外侧泥沙堆积棱体六十年不会演进绕过堤头,拦沙功效完全达到预期要求。

3.5 开挖航道后的汇流效果

由于整治工程(单导堤)的曲折形态引起落潮主流动力轴线偏西,从而引起滩面冲刷和航道开挖初期出现航槽扭曲,航道的平直稳定也是维持通航条件的保证,通过动床模型试验表明当航道从▽-8.0m 进一步开挖至▽-9.5m 时,由于深挖航道的汇流归槽作用,而使动力轴线和航槽均趋于平直,动床模型试验的这一成果起到预报和指导性作用,得到实践的良好印证,确保了航行要求(图 4)。

4 外拦门沙整治技术经验

4.1 判明工程海域水沙运动规律,利用地形条件,运用单导堤形式取得满意的整治功效

如前所述,一期整治工程运用一线单导堤从整体上改变了拦门沙地区营运动力格局和泥沙输移方向,如图 3 所示,建堤后隔断了将新津河口泥沙和波浪沿岸输沙向南和西南输移的潮汐动力,泥沙逐渐淤积在堤的东侧而不能下行,使得拦门沙淤浅碍航的隐患得到根治。而同时充分调动潮汐通道纳潮动力,维持开挖航槽的水深。

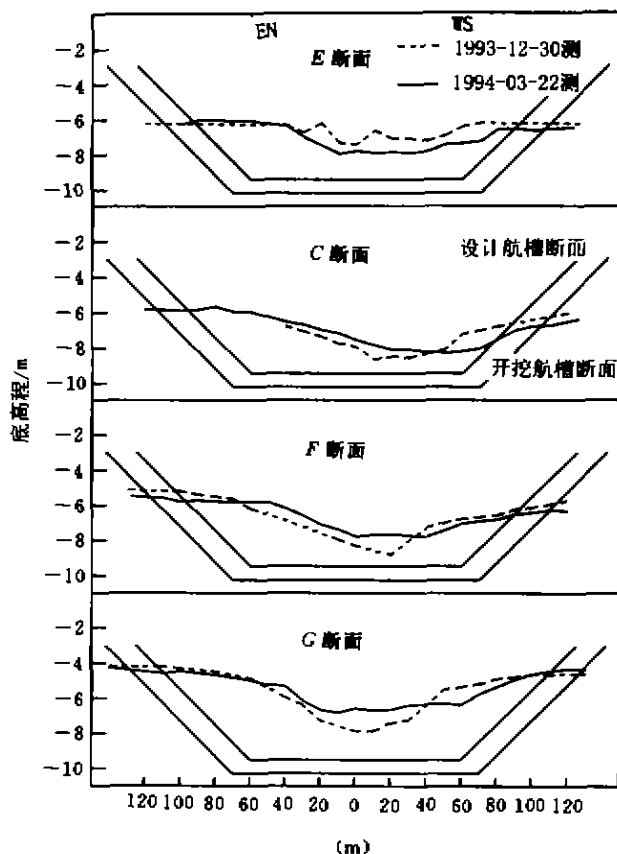
宏观治理思路确立之后,整治工程的总体布局须通过大量现场观测和试验分析研究。

1)准确判明工程海域沿岸输沙方向和数量以及潮汐通道动力轴线的走向和演变,是确定单导堤整治和工程平面布局的主要技术依据;

2)准确判明工程海域沿岸输沙方向和数量,是确定堤长和堤顶高程的主要技术依据;

3)准确判明拦门沙浅滩和开挖航道地区的动力条件和泥沙输移回淤形态是确定堤长和堤型的另一依据;

4)准确判明潮汐通道作用及其动力轴线走向和演变,并实际应用在拦门沙整治技术中,因势利导,取得纳潮束水攻沙和导流作用的整治功效。

图4 外航道开挖至 $\nabla -8.0\text{m}$ 时航道轴线沿程偏移扭曲形态Fig. 4 Change of channel axis when the channel is dredged to $\nabla -8.0\text{m}$

4.2 解决了复杂海况下建筑物沿堤流和顶冲流对堤脚的冲刷

根治方案是根据水流能量消耗最小原理,夏季行洪时河口水流有自发的弃弯取直的要求,因势利导,在行洪前于河口正面沙咀上开通小引河,让洪水力量把引河口自动冲深扩大,新河口一旦形成,洪水的沿堤流和顶冲流即自行消失。

根据引开洪水以保堤身安全、引洪流畅、减少回淤、工程量小和水流平顺等五项标准,通过试验对河口位置、引河走向进行比选,最后提出推荐方案,在堤外侧建小丁坝群及开挖新河口改变河势。堤外侧小丁坝群工程布局及整治后新津河口及砂咀演变概略如图5所示。

4.3 导流拦沙堤长度和堤顶高程

建筑物的长度、堤顶高程和堤身结构是工程立项、工程可行性及初步设计阶段需严格审订的重要数据。

1) 导流拦沙堤长度的确定:导流拦沙堤的长度主要取决于波浪作用下泥沙移动界限和拦沙堤拦阻泥沙的淤积年限。目前所采用的最有效办法仍然是通过动床物理模型试验手段,但也可参照前述公式(3)、(4)进行粗估,作为试验工作的理论依据。

按公式计算汕头港外拦门沙地区在常见较大波浪作用下,泥沙完全移动的临界水深为6m(相当于 $\nabla -5.0\text{m}$ 底高程),表层移动界限水深为9~10m,(相当于 $\nabla -8.0\text{m}$ 底高程),与实测结果相当符合。

拦沙堤的拦截泥沙淤积年限可按公式(11)粗估。

2) 导流拦沙堤堤顶高程

从导流的效果需求来看,整治建筑物的高度达到落潮最大流速出现的位置,即可达到预期的效果,河口潮波基本上有三种类型,推进波型,立波型和过渡型,推进波型的落潮最大流速在低潮位附近出现,整治建筑物高于低潮位即可,立波型的落潮最大流速在中潮位出现,整治建筑物需高于中潮位,由此单从导流需求上看,堤顶高程造至中潮位即可满足要求。

对三种潮位的堤顶高程导流效果进行比较试验^[5],试验结果认为单从导流功效需求上看以平均中潮位(+1.89m)为宜。

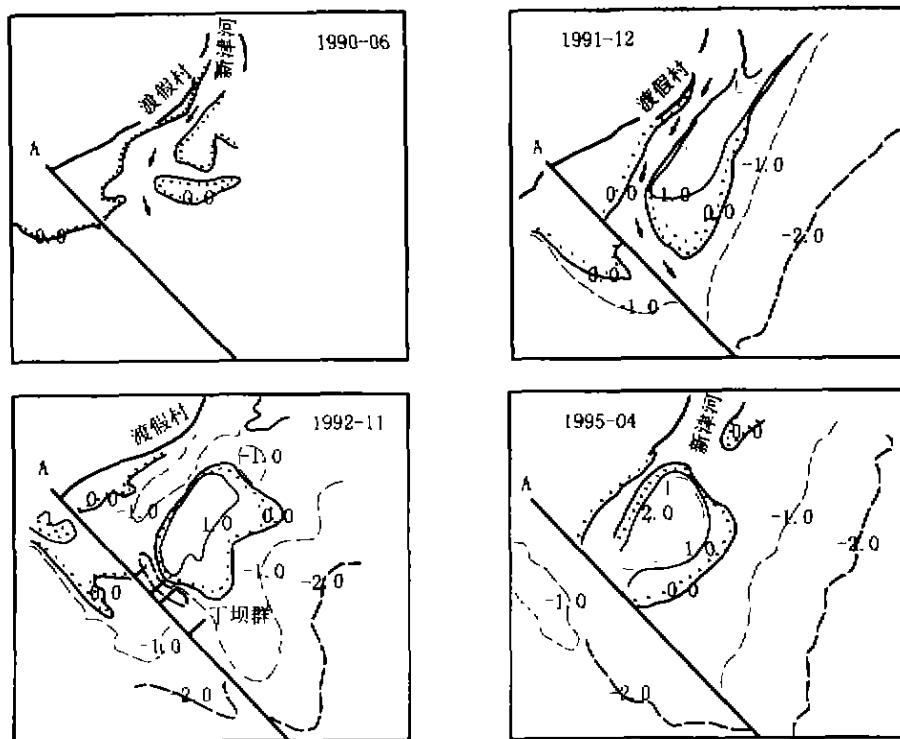


图 5 沿堤流和顶冲流的整治及新津河口沙嘴演变概略

Fig. 5 Training the current along and against the dike and the expansion of the sand spit in Xunjin river mouth

从拦沙需求角度考虑,堤顶高程淤积应大于或等于淤积棱体滩面高程加上波浪爬高。

4.4 运用水流的汇流作用解决了航道最佳开挖深度和宽度以及航道的平直稳定问题

河口开挖航槽后水力情况是三元的,在航道某一开挖宽度和深度的限值范围内,由于人工开挖增加了横断面面积因此具有较低的底部剪应力系数,造成对水流的吸引作用,即所谓“归槽作用”,通常在这样的开挖航道中水流速甚至会超过开挖前的水流速度。如何运用这一特性达到开挖最佳尺度,使航道流速有所增大,从而达到减小淤积的目的,对工程实践具有重要意义。

在定床潮流物理模型中分别对不同航道开挖深度和宽度进行对比试验,试验结果指出:当航道底高程为 $\nabla-7.5\sim\nabla-9.0\text{m}$ 时,以双航道($B=150\sim160\text{m}$)为宜并可适当增加航道宽度以减少淤积,而当航道底高程为 $\nabla-11.0\text{m}$ 时,以单航道($B=110.0\text{m}$)为宜,有利于减少航道淤积。

由于整治工程平面布局的需要而使整治建筑物平面呈折线走向和布局,从而使整治工程完成后堤内流场弯曲,试验结果表明在 C 断面附近主流西偏航道轴线 150m,并造成开挖航道初期(开挖至 $\nabla-8.0\text{m}$)航道向西扭曲约 50m^[6],应用三元水流中航道汇流和归槽原理,通过深入试验,得出航道进一步深挖至 $\nabla-9.5\text{m}$ 时,其汇流归槽作用将使滩面扭曲趋于消失,航道能保持平面形态的平直稳定,从而顺利保证了航行和通航要求,详见参考文献[6]。

参考文献:

- [1] 尤芳湖,等. 汕头港外拦江沙航道回淤调研报告[R]. 青岛:中科院青岛海洋所,1982.
- [2] JTJ213-98. 海港水文规范. 中华人民共和国行业标准[S]. 中华人民共和国交通部,1998.
- [3] 黄建维. 沙质海岸港口和河口外航道回淤预报及稳定性判别[R]. 南京水利科学研究院河港所报告,1991.
- [4] 佐藤昭二,田中则男. A study of critical depth and model of sand movement using radioactive glass sand [A]. Proc. of 8th Conf. on Coastal Eng[C]. 1963.
- [5] 黄建维. 汕头港外拦门沙整治动床模型试验[J]. 水利水运科学研究,1991,(4):
- [6] 黄建维. 汕头港外拦门沙整治工程泥沙试验研究成果总报告(1985~1995)[R]. 南京水利科学研究院河港所报告,1995.