

钱塘江尖山河段北岸治江工程对环境影响分析

卢祥兴, 韩曾萃

(浙江省水利水电河口海岸研究设计院, 浙江 杭州 310020)

摘要: 采用实测资料分析、数模计算和比尺模型试验等手段, 研究比较尖山河段顺直和弯曲两种河势对钱塘江河口上游河床冲淤、潮汐、潮流、涌潮、盐水入侵等重要环境因子的差异。从钱塘江河口治理“减少进潮量、增大山潮水比值”的原则及多目标综合开发治理的目标和消除治理过程中已出现的不利因素考虑, 应该采取弯曲河势更为有利。

关键词: 强潮河口; 顺直与弯曲河势; 环境影响; 钱塘江

中图分类号: P 343.5 文献标识码: A 文章编号: 1001-6791(2002)05-552-05

钱塘江河口素以涌潮汹涌而闻名于世。由于江道宽浅、潮强流急、海域来沙丰富, 河床冲淤变幅大, 主槽摆动剧烈, 潮灾频发, 水土资源未能开发利用。

1949年以来, 在“减少进潮量、增大山潮水比值”治理原则的指导下, 确定了“全线缩窄”的治理方案。河道平面形态上应保留自然的弯曲河势, 也能达到削减潮量稳定河势的目的。至20世纪80年代末, 杭州闸口至海宁十堡64 km长的江道已基本达到规划整治线的要求, 河槽基本稳定, 改善了航道, 还围垦土地上百万亩, 取得了巨大的经济效益和社会效益。但治江过程中也产生了潮波变形加剧, 高潮位抬高, 涌潮增强、频次增多, 咸水入侵增大等问题。

这些问题的存在, 主要是治江工程尚未完成, 原规划中的海宁大缺口至澉浦43 km长的尖山河段目前仍有4~20 km宽, 主槽摆幅可达5~15 km。20世纪80~90年代实测资料表明, 当主流走北、江道顺直时, 涌潮特别强劲, 对海塘破坏力大, 咸水上溯距离长。而当主槽偏南、江道弯曲时, 河道过渡段必然淤积较多, 低潮位又抬高过多, 潮差也减少过多。这一事实表明: 为稳定江槽、适当削减潮势, 在缩窄尖山河段的同时, 尖山北岸按治江规划线需向南凸出, 形成一定弯曲度的河势(图1), 才能弥补治江过程中存在的上述问题。但如何把握弯曲的程度, 照顾到各方利益是江道治导线制订的重要课题, 也是当前治江的关键所在。

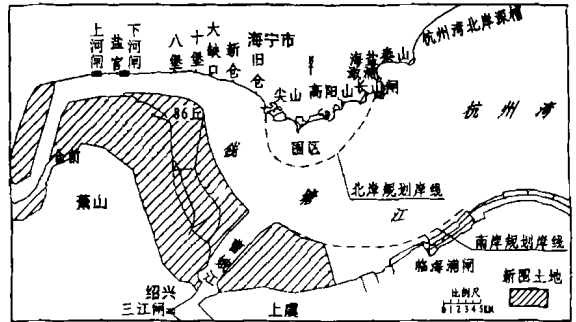


图1 钱塘江北岸尖山段治江围涂范围示意

Fig. 1 Range of river regulation in the in Jianshan reach north bank of Qiantang River

收稿日期: 2001-07-09; 修订日期: 2001-10-11

作者简介: 卢祥兴(1944-), 男, 江苏江阴人, 高级工程师, 主要从事河口整治开发方面的研究。

1 环境影响分析、研究的方法

为分析研究和预测上述治江工程引起的主要环境影响问题，采用三种技术途径：

(1) 河床演变分析法 即采用近 20 年有代表性的实测地形、水文资料为基础进行河床演变分析研究。1949 年以来钱塘江河口有 40 多年连续的实测地形资料，以及沿程历年的水文、水位资料，这些资料既包括了天然水文年(丰、平、枯)的变化，也包含了人类活动(建库、治江)的影响。该法是最基本的研究手段。

(2) 数学模型计算 采用钱塘江河口和杭州湾大范围的垂线平均二维数学模型，模型的下边界在杭州湾口的南汇咀—镇海一线，上边界在海宁盐官。在对实测水文资料验证的基础上，预测治江工程实施后对环境的影响。

(3) 比尺模型试验 采用两个模型进行研究，一是上边界为富阳(杭州上游 40 km)，下边界为上海金山的“钱塘江整体模型”，平面比尺 1:1500，垂直比尺 1:100；二是上边界盐官，下边界在秦山的“尖山河湾整治模型”，平面比尺 1:700，垂直比尺 1:70 的两个比尺模型，在实测水文、泥沙资料验证的基础上，进行围涂后的定床或浑水淤积试验，研究对环境的影响。

2 尖山河段北岸治导线对环境影响预测研究

限于篇幅，仅列举几个重要的环境影响预测和分析。

2.1 江道面貌、潮位变化预测

(1) 实测资料分析 尖山河段规划岸线为“走中”的弯曲河势，它介于 1988—1995 年江道走北和 1981—1987 年江道主流偏南两种河势之间，因此可用当时的实测地形，水文资料作类比分析，基本上能把握规划江道的面貌。

选取代表弯曲河势中的 1983—1985 年、代表顺直河势中的 1988—1990 年，统计尖山河湾段各代表断面的河床平均高程，河道容积及年平均潮位、潮差(表 1、表 2)。

表 1 八堡—高阳山河床平均高程、河道容积比较

Table 1 Comparison of mean bed level and river volume from Babao to Gaoyang Hill

年份	河床平均高程/m							河道容积(×10 ⁶ m ³)	
	八堡	大缺口	新仓	旧仓	尖山	鼠尾山	高阳山	多年平均高潮位下	多年平均低潮位下
1983—1985	2.95	2.76	2.65	1.51	1.08	-0.37	-1.24	985.04	78.29
1988—1990	0.63	0.62	0.76	0.40	0.00	-0.86	-1.14	1076.57	132.12
差值	2.32	2.14	1.89	1.11	1.08	0.49	0.10	91.53	53.83

表 2 顺直与弯曲河势平均潮位、潮差比较

Table 2 Comparison of mean level and tide range in straight and meandering channel

站名	高潮位			低潮位			潮差		
	①	②	③	①	②	③	①	②	③
闸口	6.31	6.37	0.06	5.52	5.78	0.26	0.79	0.50	-0.29
七堡	6.31	6.32	0.01	5.23	5.61	0.38	1.10	0.72	-0.38
仓前	6.08	6.13	0.05	4.20	5.04	0.76	1.86	1.09	-0.77
盐官	5.76	5.78	0.02	2.07	3.35	1.28	3.70	2.93	-1.27
激浦	5.01	4.96	-0.05	-0.67	-0.71	-0.04	5.67	5.70	-0.03

注：①、②分别为顺直和弯曲，③=②-①。

由表 1 可见，河势弯曲走南的情况下，尖山河湾段河床要比目前顺直(即围涂前)河势自下

而上高出 0.5~ 2.3 m，弯曲河道由于能量消耗大于顺直河道，挟带泥沙淤积较多，表现为弯曲河道的河道容积小。高水位时容积小 10%，而低水位时容积小 40%，这是一个很大的百分比。正是因为弯曲河势河床容积减小很多，故由表 2 知盐官、仓前低潮位抬升达 1.28 m 和 0.76 m，而高水位河床容积相差不大，故高潮位也相差甚微，相应潮差的变化主要是低潮位造成。盐官以上至杭州闸口的高潮位变化不大，但低潮位普遍抬高，潮差减小，七堡年平均潮差减小 0.38 m，大潮减小会更多。规划河道的治导线正是介于这两个典型河势之间，其河床及潮位特征也介于上表数据之间，这一结论基本是可靠的。

图 2 是两种典型河势的平面图及其典型断面图，由图知：顺直河势(1988- 1990 年)主流靠北，南岸滩地较高；弯曲河势主流靠南，为南岸发展开发港口码头、航道及排涝创造条件，北岸淤滩，便于围垦。规划江道将可发挥两种河势各自的优势。

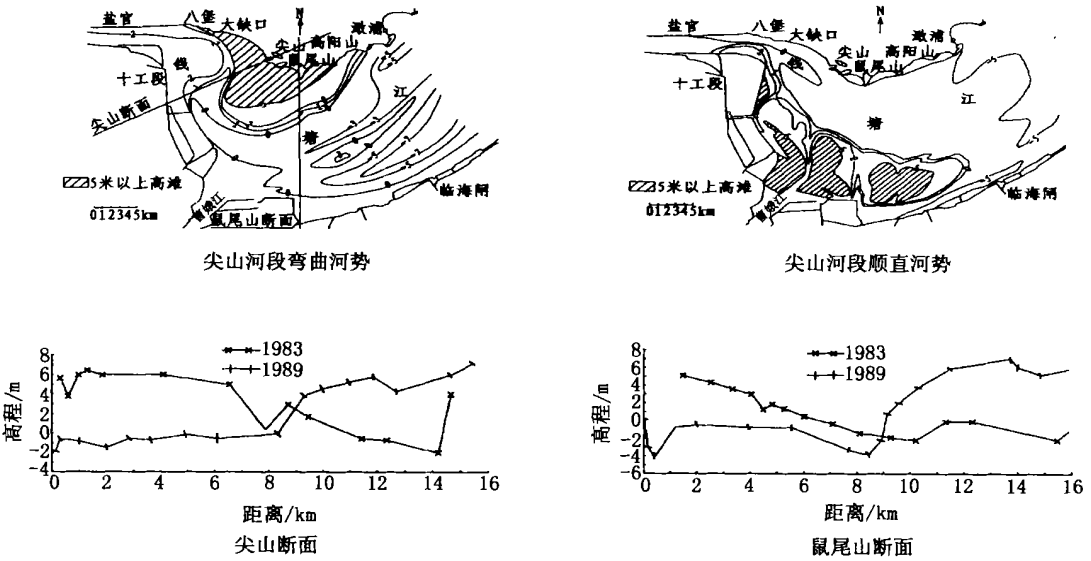


图 2 弯曲与顺直河势平面及断面

Fig. 2 Plane and cross sections in meandering and straight channel

(2) 数学模型计算 尖山北岸实施治江围垦后，高潮位变化不大、低潮位抬高、潮差减小，围区上下游隐蔽区流速减小 10%~ 20%，将淤积 1~ 2 m；围区以南流速增大 5%~ 20%，将引起冲刷，幅度为 1~ 2 m(图 3、图 4)，其变化的部位及数量与河演分析是一致的。

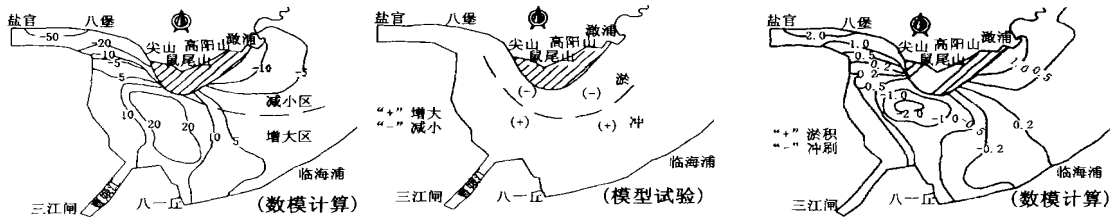


图 3 流速增减区

Fig. 3 Increasing and decreasing region of flow velocity

图 4 河床冲淤分布

Fig. 4 Erosion and deposition distribution of river bed

(3) 定床比尺模型试验 尖山围涂后, 围区凸岸附近有一流速减小区(图3), 其南为流速增大区(增大10%~20%), 该区将引起冲刷, 采用由挟沙能力关系导得的水深与单宽流量关系式估算, 其冲刷幅度为0.5~1.5m。

综合上述三种方法预测的结果, 尖山北岸实施治江、河道弯曲后总的趋势是引起北岸河床淤积, 但江中主流及南岸一带将是冲刷区, 由于江道总体是淤积, 特别是低水位以下断面减少较多, 从而造成尖山以上低水位抬高。潮差减小, 从而可适当减小涌潮和盐水入侵的强度。

2.2 涌潮变化预测

涌潮是钱塘江河口的一种独特自然景观, 也是一种享有国际盛誉的旅游资源。但它的巨大破坏力又是对海塘安全的一种威胁, 从工程角度考虑应尽力减小这种危害。应该做到既保护这一雄伟的自然景观, 基本维持涌潮的历史和自然状态, 又要减小其危害。

由于尖山河段北岸未围涂前, 江道顺直走北, 河床冲刷深, 低潮位和潮差增大, 因而涌潮增大, 涌潮高度和发生的频次也增多了20%~30%, 因此希望尖山河段北岸围涂形成弯曲河势来削减涌潮的增大部分。为此在“尖山河湾整治模型”中进行过治江围涂的方案试验^[2], 并测量涌潮高度。试验结果表明, 围涂后在涌潮高度最大的大缺口、新仓一带可减少10%~30%, 削减了涌潮增大部分, 基本上恢复历史面貌但又不影响这一自然景观, 对海塘的保护也有利。

2.3 对泄洪的影响预测

影响杭州河段洪水位的因素多而复杂, 曾应用多元相关法、动床数模计算和比尺模型试验多种手段进行过研究, 它主要与上游洪峰流量、下边界潮汐大小及江道面貌(起始河床高程、沙坎纵剖面形状、尖山主流的平面形态)等有关。经计算分析, 尖山北岸治江围垦使杭州河段洪水位抬高值在0.03~0.06m, 影响甚微, 主要是距杭州较远之故。

2.4 盐水入侵的影响预测

杭州市140万人口的生活、工业供水、萧绍平原6.6万 hm^2 农田的灌溉用水及环境用水主要取自钱塘江, 但每年7~12月大潮和枯水期由于咸水上溯达不到用水标准, 故保证杭州附近钱塘江水质标准(盐度)是一项重要的任务。通过实测资料统计分析、数值模型计算和模型试验等各种手段的分析研究^[3,4], 影响杭州市附近江水含氯度的主要因素有: 下游潮汐的大小(以距杭州下游16km的七堡站大潮潮差为代表)和上游径流量的多少。而七堡潮差与尖山河段弯曲程度密切相关, 表3为七堡站大潮潮差分级出现的频次, 由表3可知, 因规划江道介于两种河势之间, 故其大潮出现的频次将减少一半, 或同样频次大潮潮差减小0.5m。

文献[3,4]曾分别用一维数学模型和盐水比尺模型进行过盐水入侵的验证, 图5为验证的结果, 两种模型与实测资料是吻合的。曾比较过当上游流量不变时, 下游七堡潮差如减少0.5m, 则杭州闸口处的最大氯度值减小600 mg/L , 15

表3 七堡潮差分级出现的次数

Table 3 Emerged times of graded tidal range in Qibao 次

潮差 /m	弯曲江道		顺直江道		规划江道
	1981-1987年		1988-1995年		(预测今后)
	总 数	年 均	总 数	年 均	年 均
2~2.5	14	2	534	66	34
2.5~3	0	0	302	37	16
>3.0	0	0	121	15	7
合计	14	2	957	118	57

d中的连续超标(大于250 mg/L)随径流大小不同减少1~2d。杭州一天停水的经济损失为1000万元, 其经济效益十分明显。

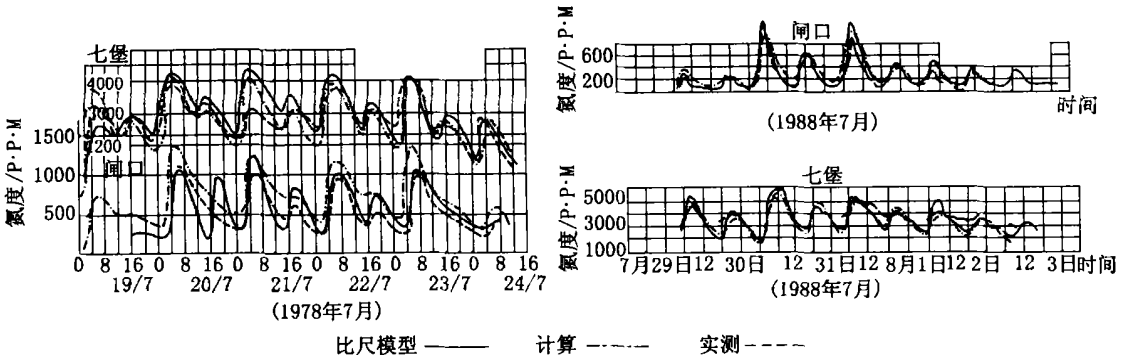


图5 氯度验证过程线

Fig. 5 Verification of chlorinity

3 结 论

钱塘江河口尖山河段治江围垦形成弯曲河势后, 其主要的影晌是: 上游河床有所淤积, 低水位抬高, 因河势弯曲程度已注意到控制低水位的抬升在排涝闸自流排水的设计低水位范围内, 不会影响排涝的效果。由于河势走中弯曲, 削减了顺直河势增加的涌潮高度及其对海塘的破坏, 同时又不影响这一自然景观; 对杭州市百年一遇洪水位抬高 0.06 m 左右; 减小了盐水入侵的强度, 达到原治江目标, 又减缓了治江中出现的问题。至于对下游杭州湾北岸深槽的港口、码头、航道、秦山核电取水口的影响等, 本文不作讨论。

参考文献:

- [1] 戴泽衡, 李光炳. 钱塘江河口河床演变及治理[A]. 河流泥沙国际学术讨论会论文集[C]. 北京: 光华出版社, 1980: 457-464
- [2] 卢祥兴, 等. 减缓钱塘江北岸老海塘险情的试验研究[A]. 第三届全国海事技术研讨会文集[C]. 北京: 海洋出版社, 1997: 78-83.
- [3] 韩曾萃, 程抗平. 钱塘江江水含盐计算的研究[J]. 水利学报, 1981, (6): 46-50.
- [4] 卢祥兴. 钱塘江河口盐水入侵的模型试验[J]. 水利水运科学研究, 1991, (4): 403-410.

Effect of regulation project along north bank of Jianshan bend in Qiantang Estuary on environment

LU Xiang-xing, HAN Zeng-cui

(Zhèjiàng Institute of Hydraulics and Estuary, Hangzhou 310020, China)

Abstract: Based on the analysis of field observation data, the mathematical calculation and the physical modeling, this paper studies and compares effect of the meandering channel and straight channel evolved in the Jianshan bend on the important environmental factors such as riverbed variation in the upper reaches of Qiantang Estuary, tide, current, tidal bore and salt water intrusion etc. It is more reasonable to adopt the meandering alignment according to the principle of reducing tidal influx and raising the ratio between river flow and tidal discharge, overall development of the multiple purpose, and eliminating the unfavorable factors which was shown in harnessing process of Qiantang Estuary.

Key words: strong tide estuary; straight and meandering channel; environmental effect; Qiantang Estuary