

吴淞口至张华浜河段航道改善方案的初步研究

郑金海, 魏有兴

(河海大学交通与海洋工程学院, 江苏 南京 210098)

摘要 通过分析水文、地质特征和弯道形态, 探讨了黄浦江吴淞口至张华浜河段的河势演变规律及深槽形成机理. 应用黄浦江三维水流数学模型, 计算和评价了不同水文组合条件下, 该河段航道改善方案实施后对周围水域的流态、船舶航行及码头运营的影响, 分析了航道改善方案的技术可行性.

关键词 航道 整治工程 潜坝

中图分类号 U617 **文献标识码** A **文章编号** 1000-1980(2002)03-0089-04

黄浦江吴淞口至张华浜河段是上海港军工路港区、张华浜港区及吴淞客运站等沿岸码头船只进出的要道. 近十几年来该河段岸滩发生了较大的变化, 河床形态日趋恶化. 吴淞导堤坡脚处水深逐渐加大, 已经危及导堤的安全. 张华浜码头及相邻码头的桩基水深已超过设计水深, 码头的安全受到严重威胁. 该河段弯道曲率半径变小而影响航道的正常运行, 给大轮航行带来不利, 同时浦东滩地淤涨, 使小船航道的维护也发生困难. 改善该河段的航道现状已迫在眉睫.

1 黄浦江的水文和地质特征

黄浦江目前的河道形状, 大约在六七百年前就已经形成了. 在水流与河床的长期相互作用过程中, 基本形成了与来水来沙条件相适应的河床形态. 据 1911 年有资料记载以来, 黄浦江上下游河床断面基本稳定在 3 500 m² 左右. 黄浦江自淀山湖到吴淞口全长 113 km, 而张华浜以下到吴淞口有 20 km. 从吴淞口至闸北发电厂河道呈接近 90° 的急弯形态, 在吴淞口至张华浜河段的支流有蕴藻浜 (见图 1). 根据吴淞潮位站资料统计, 平均高潮位 3.25 m (吴淞零点), 平均低潮位 1.02 m, 平均潮差 2.20 m, 平均涨潮历时 4.57 h, 平均落潮历时 7.87 h, 呈不规则半日潮^①. 黄浦江径流主要是淀山湖、浙北水网和浙皖天目山区来水, 水量充沛, 常年较为稳定, 全年年内分配较为均匀. 据统计, 浦东新区中水年水资源为 21.9 亿 m³, 其中本地区降水的年径流量为 1.7 亿 m³, 而黄浦江一天的潮量将近 1.0 亿 m³, 沿江支流下泄的径流量相对潮量是很小的^[1].

黄浦江的泥沙主要从吴淞口随涨潮流而进入的, 悬移质含沙量一般是下游大于上游, 涨潮大于落潮. 黄浦江内泥沙主要淤积在黄浦公园以下河段, 占总量的 68% 左右^[1]. 在吴淞口至张华浜河段, 悬移质颗粒分析表明, 其中值粒径基本上在 0.006 ~ 0.020 mm 之间. 靠近浦东侧滩地的含沙量为 0.130 ~ 0.600 kg/m³, 靠近浦西侧的含沙量为 0.060 ~ 0.300 kg/m³. 黄浦江吴淞口至张华浜河段, 水体含盐度较低, 一般在 0.01% 左右, 除特枯年份外, 水体含盐度不致引起水体中泥沙的絮凝.

黄浦江两岸为近代三角洲沉积层, 地层由亚粘土、亚砂土、粉砂及粘土等土层相互间隔组成. 在吴淞口至张华浜河段, 浦西侧的河床质一般为粘质粉土, 浦东侧则一般为砂质粉土.

2 吴淞口至张华浜河段河床演变分析^①

吴淞口至张华浜河段的河床演变主要受制于长江口南支南港河段的河势变化. 20 世纪 80 年代, 老浏河沙沙尾下移至南港中间吴淞口导堤以下约 3 km, 致使黄浦江进潮量增加, 吴淞口河段普遍冲刷. 目前, 老浏河沙沙尾已回缩远离吴淞口导堤以西, 且长江口南港河段河势处于相对稳定状态, 所以黄浦江吴淞口至张华浜

收稿日期 2001-12-04

作者简介 郑金海(1972—), 男, 福建莆田人, 副教授, 博士, 从事港口航道及海岸工程研究.

① 陈学良, 姚金元. 黄浦江吴淞口至张华浜航道改善方案河床演变分析. 上海: 上海航道勘察设计院, 2000.

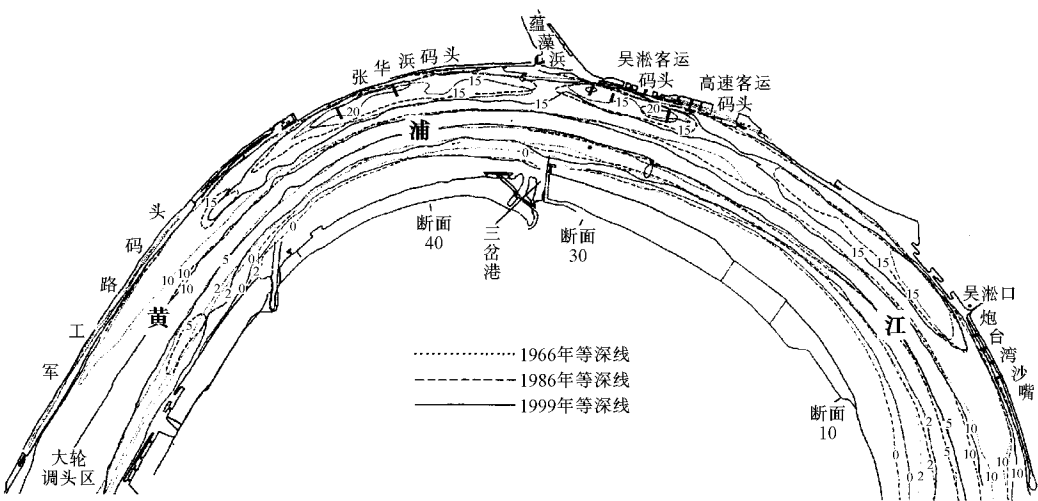


图 1 黄浦江吴淞口至张华浜河段形势

Fig.1 Sketch of Wusongkou-Zhanghuabang section of Huangpujiang River

河段所受影响趋于缓和.

吴淞口至张华浜河段的岸滩变迁主要表现在 浦西岸线的变化主要是 20 世纪 60 年代以来沿江岸先后兴建了大量码头,如军工路港区、张华浜港区和在蕴藻浜河口下游的吴淞客运码头、航道局码头及吴淞高速客运码头 浦东岸线的主要变化是驳岸向黄浦江外移,如三岔港至军工路大轮调头区河段驳岸线推出 100 ~ 180 m,三岔港至吴淞口河段驳岸线推出 20 ~ 70 m.

根据 1966 年、1986 年和 1999 年吴淞口至张华浜河段 1:2000 水下地形图(见图 1)的比较分析,吴淞口至张华浜河段的河床演变表现为 三岔港至军工路大轮调头区河段浦东侧 0 m,5 m,10 m 等深线变化甚微,处于相对稳定状态 浦西侧则河床刷深,深槽向上下游扩展,10 m 深槽自 1966 年至 1999 年向上游上溯 1200 m,15 m 深槽自 1966 年至 1999 年向上游上溯 610 m. 三岔港至吴淞口河段浦东侧 0 m 和 5 m 等深线的变化主要发生在接近吴淞口的地方,1966 年至 1999 年分别向黄浦江推进约 20 ~ 40 m,10 m 等深线变化较大的是在 20 m 深潭附近的区域,1966 年至 1986 年向浦东侧扩展最大幅度约为 60 m,1986 年至 1999 年约在 30 m 浦西侧的河床刷深,深槽扩展,1966 年时有两个 15 m 深槽,1999 年时上下段 15 m 线贯通,1993 年起在吴淞客运码头前沿形成 20 m 深潭,平面尺度由 40 m×20 m 逐渐扩展至 1999 年的 194 m×45 m.

从表 1 可以看出,从 1966 至 1986 年,0 m,5 m,10 m 等深线下断面面积和平均水深都有所增加,表明河床处于冲刷阶段 而从 1986 至 1999 年,尽管深槽仍会发生冲刷,但冲刷速度有所减缓,滩地则处于相对稳定状态.

表 1 吴淞口至张华浜河段部分断面有关参数

Table 1 Parameters of Wusongkou-Zhanghuabang section

断面号	年份	最大水深 /m	0 m 线以下			5 m 线以下			10 m 线以下		
			面积/m ²	宽度/m	平均水深/m	面积/m ²	宽度/m	平均水深/m	面积/m ²	宽度/m	平均水深/m
10	1966	15.90	4404	550	8.01	2235	328	11.81	886	223	13.97
	1986	16.50	4504	546	8.25	2323	336	11.91	965	210	14.60
	1999	17.00	4339	554	7.83	2267	321	12.04	902	226	13.99
30	1966	15.70	4075	476	8.56	2093	325	11.44	772	209	13.69
	1986	16.10	4113	466	8.83	2170	315	11.89	872	196	14.45
	1999	20.70	4581	485	9.45	2484	329	12.25	1117	221	15.04
40	1966	18.90	3939	400	9.85	2255	272	13.29	1074	196	15.48
	1986	19.90	4099	434	9.44	2270	310	12.32	1014	191	15.31
	1999	20.20	4286	433	9.89	2454	288	13.45	1283	195	16.57

吴淞口至张华浜河段河床演变的原因和深槽形成的机理可以归结为 由于驳岸的推进和码头的兴建,使得驳岸前沿的滩地淤涨,0 m 线以上江面缩窄,水流集中归槽,加上弯道环流和河口涨落潮环流的作用,从而使浦西侧受到冲刷形成深槽,浦东侧淤涨. 另外,蕴藻浜的涨落潮也是加大深槽冲刷的因素,蕴藻浜位于浦西深槽上游,处于弯道凹岸的偏下段,涨潮时涨潮流沿凹岸进入蕴藻浜,增大了涨潮流冲刷深槽的强度,落潮时

蕴藻浜出来的水流受黄浦江水流的压迫沿弯道凹岸与上游落潮主流汇合,又增大落潮流冲刷深槽的力度.

3 航道改善方案及可行性分析

3.1 航道改善方案

吴淞口至张华浜航道改善方案包括 4 条丁坝和 5 条潜坝,其平面布置见图 1.吴淞口导堤前的 4 条丁坝的间距为 60 m,坝顶高程为 +1.0 m(吴淞零点),坝顶宽度 4.0 m,丁坝长 25 m,坝身两侧边坡为 1:2,坝头边坡为 1:5.潜坝的坝顶高程均为 -17.0 m(吴淞零点),坝顶宽度 4.0 m,坝身两侧边坡为 1:3.吴淞客运站前的 1 座潜坝的长度为 50 m,减小河床断面面积(0 m 等深线以下)为 4%.蕴藻浜河口 2 座潜坝的长度为 90 m,间距为 80 m,减小河床断面面积也为 4%.张华浜码头前 2 座潜坝的长度分别(从下游至上游)为 110,120 m,间距为 200 m,减小河床断面面积分别为 9.1%和 5.5%.

3.2 可行性分析

为了给主管部门和设计单位决策航道改善方案提供科学依据,应用黄浦江三维水流数学模型进行工程前后大、小潮及最大潮差组合等不同水文条件的计算^[2].由于黄浦江吴淞口外边界是长江口,而长江口外是东中国海,均为开边界,所以数学模型由东中国海数学模型、长江口数学模型和黄浦江数学模型所组成.长江口数学模型为黄浦江数学模型提供吴淞口外长江南支南港河段的潮位边界条件,而东中国海数学模型为长江口数学模型提供外海的水边界条件.黄浦江三维水流数学模型范围包括黄浦江上游至黄浦公园,下游为吴淞口外部分水域,口外水域包括上起吴淞以上 8 km,下至吴淞以下 10 km 的南支南港河段.应用 1999 年 9 月 11 日 9 时 00 分~12 日 12 时 00 分(大潮)和 9 月 17 日 11 时 00 分~18 日 15 时 00 分(小潮)的吴淞潮位站、长航驳船码头 10[#]泊位和蕴藻浜永昌码头人工潮位观测站的潮位资料,黄浦江内 5 条垂线水文测验资料以及上下游断面声学多普勒剖面流速仪测量的流量资料对数学模型进行验证计算^①.在良好验证的基础上,应用数学模型对工程方案进行了计算.

工程方案实施后,除吴淞导堤丁坝出现坝田内流速减小、坝头出现挑流现象外,潜坝区水流平面流态仍较平顺,没有出现影响船舶正常航行的流态.工程前后底层流场仅在工程区域略有改变,而表层流场没有明显变化.图 2 是工程后局部河段大潮落急流场图.工程方案实施后,吴淞导堤附近的丁坝引起的水位变化幅度在 2~3 cm 以内,潜坝引起的水位最大变化量仅有 0.5 cm.最大潮差组合情况下工程设计方案实施后对工程区域附近的水位影响与正常水文条件相差不大,只是落潮时吴淞丁坝上游水位壅高比正常水文条件下高 1 cm 左右.因此,可以认为,工程方案对黄浦江河道内的水位影响很小.工程方案实施后,对流速的影响主要在丁坝和潜坝附近区域.吴淞导堤丁坝工程实施后,丁坝坝田附近流速是减小的,这对于保护吴淞导堤是有

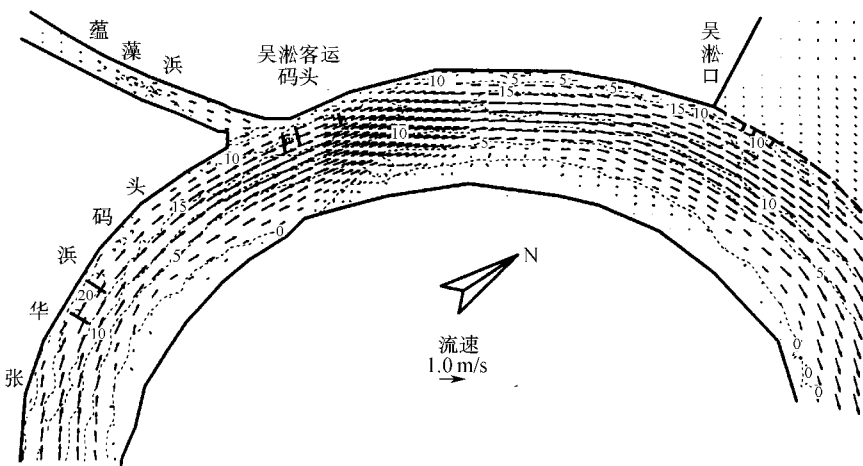


图 2 工程后局部河段大潮落急流场

Fig.2 Tidal flow field of local reach after completion of the project (ebb peak, flood tide)

① 王义刚,郑金海. 黄浦江吴淞口至张华浜航道改善方案数学模型计算研究. 南京: 河海大学海岸及海洋工程研究所, 2000.

利的. 吴淞客运站及蕴藻浜河口潜坝和张华浜码头前沿潜坝工程实施后, 潜坝轴线区域平均流速有所增加, 但增幅不大. 离开潜坝轴线稍远处的上、下游水域流速略有减少, 但断面流量基本无甚变化. 最大潮差水文组合条件下, 工程前后流速变化情况与正常水文条件下的变化基本一致.

综上所述, 吴淞口至张华浜航道改善方案实施后, 在工程附近的效果是明显的. 吴淞导堤根部护脚丁坝对于保护吴淞导堤是有利的. 工程区的水流流态保持平顺, 没有出现妨碍船舶正常航行的流态. 因此, 采取丁坝、潜坝等工程措施改善航道条件在技术上是可行的.

4 结 语

吴淞口至张华浜河段由于特定地形条件、河口环流以及人类活动等因素所造成的河床刷深、深潭发展, 将危及码头安全, 不利于船舶的航行, 必须采取工程措施改善航道条件. 基于河床演变分析, 通过不同水文组合条件下三维水流数学模型的计算, 结果表明吴淞口至张华浜航道改善方案的效果是明显的, 工程实施后对周围水域的流态、船舶航行及码头运营并无明显不利影响, 采取丁坝、潜坝等工程措施改善航道条件在技术上是完全可行的. 在工程实施前, 应对丁坝、潜坝的具体平面布置、布置数量、坝顶高程、坝体长度以及坝体结构等作进一步优化研究.

参考文献:

- [1] 张家琪. 黄浦江鳗鲤咀弯道整治工程研究[J]. 水运工程, 1997(10): 17~19.
- [2] 郑金海, 王义刚. 黄浦江航道改善方案的三维水流数学模型计算[J]. 水运工程, 2002(1): 34~37.

Channel Improvement for Wusongkou-Zhanghuabang River Section

ZHENG Jin-hai, WEI You-xing

(College of Traffic and Ocean Engineering, Hohai Univ., Nanjing 210098, China)

Abstract: A discussion is made on the evolution of river regime and the mechanism of deep channel formation of the Wusongkou-Zhanghuabang section of the Huangpujiang River based on the analysis of hydrologic and geologic characteristics and river bend features. The influences of the channel improvement scheme on the flow regime of adjacent water areas, the navigation conditions and harbor operation are evaluated for different hydrological conditions by use of a 3-D numerical model of tidal flow. In addition, the technological feasibility of the channel improvement scheme is analyzed.

Key words: channel; regulation works; submerged jetty