



太仓武港码头洪枯季水沙特性变化分析

马 追, 王付坤, 周同第, 杨树刚, 刘鹏飞

(中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 上海 200032)

摘要: 针对季节性径流对河口区域水动力条件影响较大的问题, 对长江太仓武港码头进行了洪枯季水沙特性变化研究。采用原型观测的方法, 将2018—2019年洪枯两季潮位、潮流、含沙量、悬移质和底质测验数据进行对比, 分析了工程区域洪、枯季水沙特性变化。结果表明: 工程区域潮位变化受径流影响明显; 工程区域为典型往复流, 洪枯季涨落潮流向基本一致; 水文测验期间枯季含沙量整体上略小于洪季含沙量, 差异幅度为5.88%~25.67%; 洪枯季悬移质中值粒径基本相同; 底质组成主要为黏质粉土、黏性土、细砂。

关键词: 洪枯季; 潮位; 潮流; 含沙量

中图分类号: TV 148+.5; U 65

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2022)06-0073-05

Analysis on variation of water and sediment characteristics during flood and low water period of Wugang Wharf, Taicang

MA Zhi, WANG Fu-kun, ZHOU Tong-di, YANG Shu-gang, LIU Peng-fei

(CCCC Third Harbor Consultants Co., Ltd., Shanghai 200032, China)

Abstract: Aiming at the problem that seasonal runoff has a great impact on the hydrodynamic conditions in the estuary area, the variation of water and sediment characteristics in flood and dry seasons of Wugang Wharf, Taicang in the Yangtze River is studied. We compare the test data of tide level, tidal current, sediment concentration, suspended load and sediment in flood and dry seasons of Wugang Wharf, Taicang from 2018 to 2019 by prototype observation method, and analyze the changes of water and sediment characteristics in flood and dry seasons in the project area. The results show that the change of tidal level in the project area is obviously affected by runoff; The project area is a typical reciprocating flow, and the fluctuation trend is basically the same in flood and dry seasons; During the hydrological test, the sediment concentration in dry season is slightly lower than that in flood season, and the difference range is 5.88% ~ 25.67%; The median particle size of suspended load in flood and dry seasons is basically the same; The bottom material is mainly composed of cohesive silt, cohesive soil and fine sand.

Keywords: flood and low-flow period; tide level; tidal current; sediment concentration

长江河口处于我国东部沿海, 主要受到潮汐及径流的双重影响, 水动力条件极其复杂, 且由于洪枯两季长江径流变化较大, 河口区域水动力条件随季节性径流改变有较大变化。前人根据以往水文测验资料, 对河口区域的水动力特征及影响因素做过

大量研究。左书华^[1]结合多年实测资料对长江河口不同典型河段及关键界面进行研究, 总结了长江河口水沙基本特性。王珍珍等^[2]利用2012年2月及8月长江口南港—北槽大、小潮水文测验资料, 分析了洪枯季水沙盐纵向及垂向分布特征及潮周期内

含沙量变化特征。陈珺等^[3]基于 2010 年 7 月及 2011 年 1 月甬江水文、泥沙观测资料, 从潮位特征、涨落潮历时、流速、潮量、含沙量分布和输沙能力等方面分析了甬江洪枯季水沙特性。刘高伟等^[4]对 2011 年 12 月和 2021 年 6 月长江河口北港上段河道现场水文资料进行分析, 探讨了该水域近年来水沙变化的主要影响因素。现阶段河口区同一位置洪枯季水文测验资料仍然较少, 本文通过对太仓武港码头洪枯季实测水文数据对比, 分析该区域洪枯两季潮位、潮流、含沙量、悬移质、底质特性变化, 为河口区域水动力特征提供分析成果, 可对该区域码头的建设与维护提供一定参考。

1 水文观测

在洪季(2018-06-28—2018-07-08)和枯季(2019-11-08—2019-11-22)利用声学多普勒流速仪(ADCP)分别对太仓武港码头(见图 1)A、B、C、D 等 4 个站点进行先大潮后小潮 28 h 连续潮流观测,

并对 A、C、D 等 3 个站点进行悬沙取样和颗粒分析。洪枯季测流期间皆同步布设潮位观测站, 采用 1985 国家高程基准。



图 1 测站点位布置

2 潮汐特性

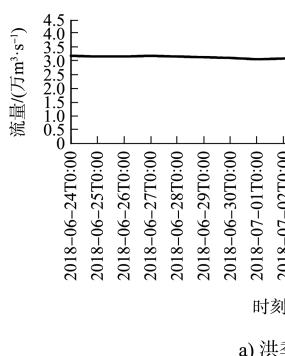
工程水域内潮汐 1 d 内有 2 个涨落周期较为规则, 但日不等现象较为明显。通过实测潮位数据分析可知, 工程实测期洪、枯季平均潮位相差 74 cm, 平均潮差相差 33 cm, 潮位变化受季节性径流影响明显, 见表 1。

表 1 潮位特征值

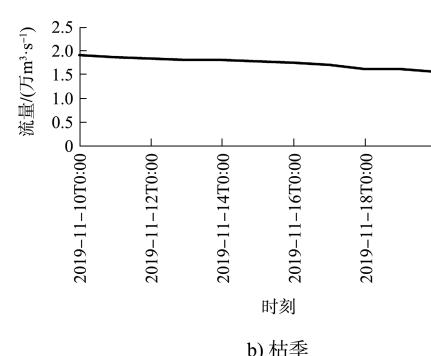
观测期	最高潮位	最低潮位	平均潮位	平均高潮位	平均低潮位	最大潮差	最小潮差	平均潮差
洪季	260	-18	121	212	9	278	118	203
枯季	232	-116	47	160	-75	327	124	236
潮差(洪季-枯季)	28	98	74	52	84	-49	-6	-33

潮差是工程海域潮汐强弱的重要标志之一, 由于受到径流影响, 与枯季相比, 洪季径流强度相对较大, 该河段潮位整体较高, 且径流强度的

增强抵消了潮流涨潮时的能量, 从而洪季时潮差较小。太仓武港上游大通站洪枯两季流量资料见图 2, 潮位变化曲线见图 3。



a) 洪季



b) 枯季

图 2 大通站洪枯季流量变化曲线

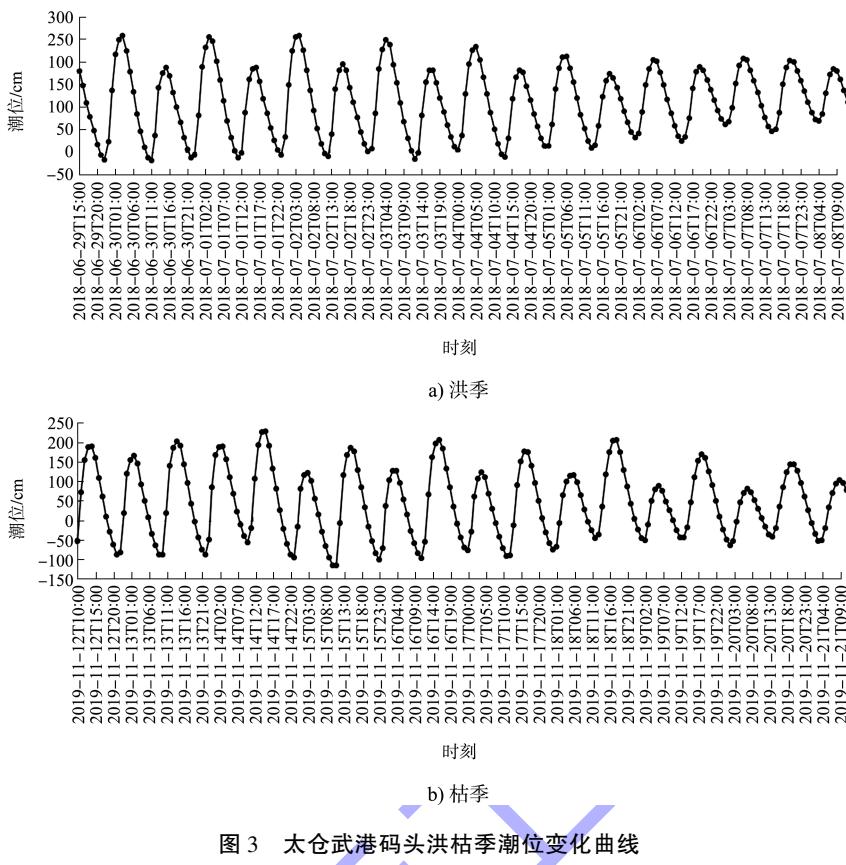


图3 太仓武港码头洪枯季潮位变化曲线

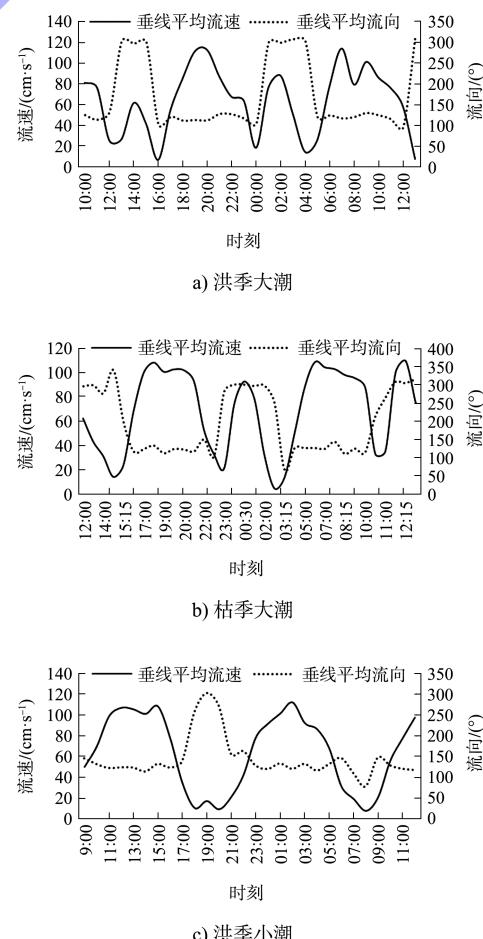
洪季临时潮位站平均涨潮历时为4 h 45 min, 平均落潮历时为7 h 37 min; 枯季临时潮位站平均涨潮历时为4 h 43 min, 平均落潮历时为7 h 39 min。洪、枯季涨落潮历时基本相近。

3 洪枯季水动力变化分析

长江口水动力条件的影响因素异常复杂, 有径流、潮流、波浪、盐水楔异重流和增减水等等, 其中最重要的是径流和潮流, 这两股强劲的动力相互消长, 是导致长江河口河床复杂多变的主要因素^[5]。

工程区域内4个站点所测潮流规律基本一致, 都是典型的往复流, 本文仅选取A点为代表进行分析。

A点潮流明显呈现往复流特征, 洪枯季涨落潮流向基本一致, 涨潮流向集中在300°左右, 落潮流向集中在120°左右, 见图4。洪季涨潮最大垂线平均流速为89 cm/s, 落潮最大垂线平均流速为114 cm/s; 枯季潮流作用相对增大, 涨潮最大垂线平均流速为110 cm/s, 落潮最大垂线平均流速为109 cm/s。



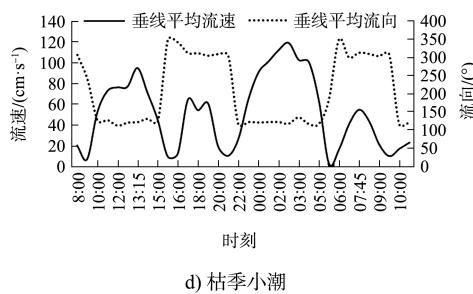


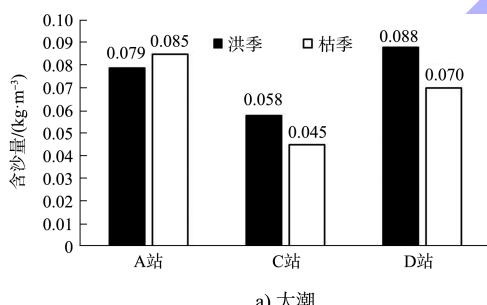
图 4 站点 A 洪枯季大小潮流速、流向变化曲线

4 洪枯季含沙量、泥沙粒径变化分析

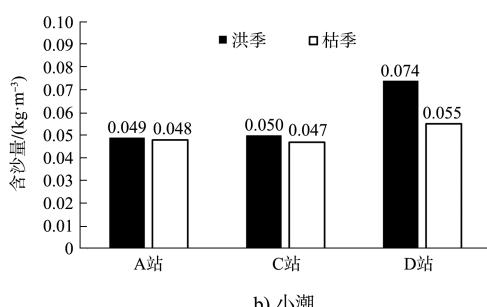
4.1 含沙量的空间分布

工程水域各站洪季大潮垂线平均含沙量在 $0.058 \sim 0.088 \text{ kg/m}^3$ ，小潮垂线平均含沙量在 $0.049 \sim 0.074 \text{ kg/m}^3$ ；工程水域各站枯季大潮垂线平均含沙量在 $0.045 \sim 0.085 \text{ kg/m}^3$ ，小潮垂线平均含沙量在 $0.047 \sim 0.055 \text{ kg/m}^3$ ，见图 5。

工程区域内含沙量的平面分布较均匀，除 A 点大潮期外，其余站点由于洪季长江流量增大、挟沙量增多，枯季含沙量均略小于洪季含沙量，差异幅度在 $5.88\% \sim 25.67\%$ 。



a) 大潮

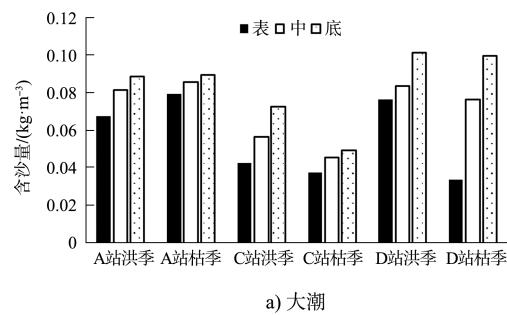


b) 小潮

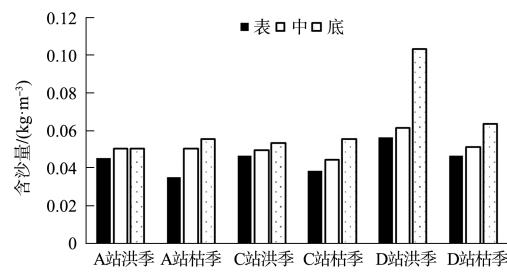
图 5 定点站 A 洪枯季大小潮垂线平均含沙量分布

在涨落潮周期性变化过程中，泥沙颗粒不断进行着悬浮、落淤、再悬浮的周期性运动^[6]，根据实测数据，含沙量的垂向分布具有表层低、底

层高的显著特征，见图 6。



a) 大潮

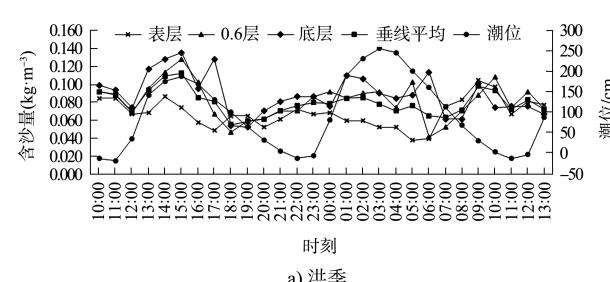


b) 小潮

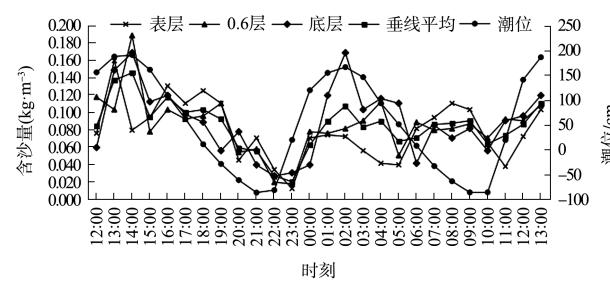
图 6 站点 A 洪枯季大小潮各层平均含沙量分布

4.2 含沙量的时间分布

根据水文资料分析，含沙量和潮位之间存在着一定的联系。总体看，在一个潮周期中，在中潮位附近即全潮涨落急时刻含沙量较高，高低潮位附近含沙量较低，且在高平潮时含沙量最小，见图 7。



a) 洪季



b) 枯季

图 7 站点 A 洪枯季大潮各层平均含沙量分布

4.3 悬移质及底质分析

洪枯季水文测验中，各站点悬移质中值粒径

平均值为 0.008~0.015 mm, 两季悬移质中值粒径

基本相同, 见表 2。

表 2 悬沙中值粒径 D_{50} 平均值

站号	潮次	悬沙中值粒径平均值/mm					
		表层		中层		底层	
		洪季	枯季	洪季	枯季	洪季	枯季
A	大潮	0.010	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
	小潮	0.009	0.008	0.009	0.010	0.008	0.009
C	大潮	0.011	0.011	0.010	0.012	0.010	0.011
	小潮	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.009
D	大潮	0.011	0.009	0.011	0.013	0.011	0.015
	小潮	0.008	0.008	0.009	0.009	0.009	0.008

洪枯季两次水文测验各采集 15 个底质样品, 在实验室经过粒径分析可知, 洪季样品中 5 个为黏质粉土, 5 个为黏性土, 5 个为细砂; 枯季样品中 1 个为黏质粉土, 4 个为黏性土, 7 个为细砂, 3 个为粉砂。由此可知, 工程区域内底质组成主要为黏质粉土、黏性土和细砂, 见图 8。

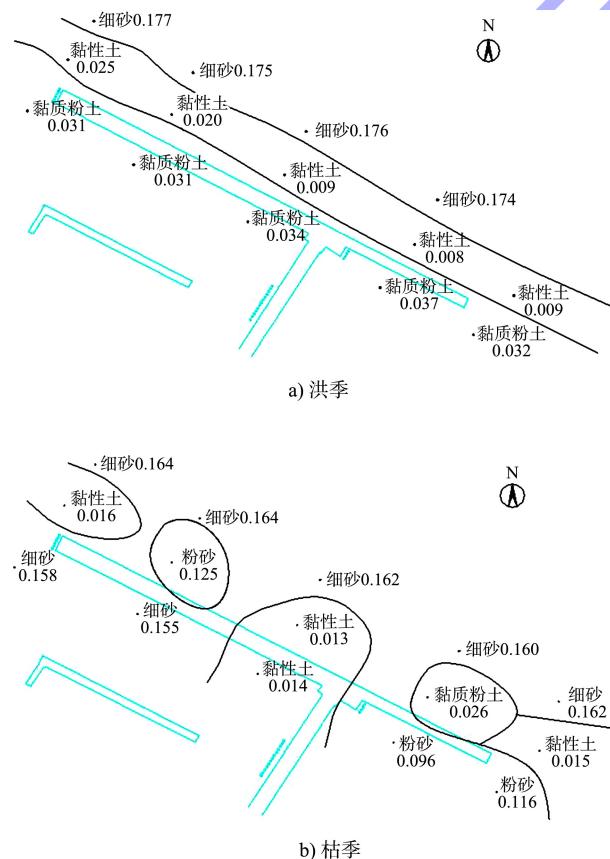


图 8 洪枯季底质类型及中值粒径分布 (单位: mm)

5 结论

1) 工程实测期洪枯季平均潮位相差 74 cm, 平均潮差相差 33 cm, 且洪季高、枯季低, 潮位变化受季节性径流影响明显, 洪枯季涨落潮历时基本相近。

2) 工程区域内潮流为典型的往复流, 洪枯季涨落潮流向基本一致, 涨潮流向集中在 300°左右, 落潮流向集中在 120°左右。

3) 工程区域内含沙量的平面分布较为均匀, 水文测验期间枯季含沙量整体上略小于洪季, 差异幅度为 5.88%~25.67%; 含沙量的垂向分布具有表层低、底层高的显著特征; 在一个潮周期中, 在中潮位附近即全潮涨落急时刻含沙量较高, 高低潮位附近含沙量较低, 且在高平潮时含沙量最小。

4) 洪枯季水文测验中, 各站点悬移质中值粒径平均值为 0.008~0.015 mm, 两季悬移质中值粒径基本相同。

5) 工程区域内底质组成主要为黏质粉土、黏性土和细砂。

参考文献:

- [1] 左书华. 长江河口典型河段水动力、泥沙特征及影响因素分析[D]. 上海: 华东师范大学, 2006.
- [2] 王珍珍, 刘杰, 程海峰, 等. 南港—北槽洪枯季沿程水沙盐特性分析[J]. 水运工程, 2013(11): 76-82.
- [3] 陈珺, 鲍敏, 张洪记, 等. 甬江洪枯季水沙特性分析[J]. 水利水运工程学报, 2012(5): 48-54.
- [4] 刘高伟, 程和琴, 计娜, 等. 近 10 年来长江河口北港上段河道水域水动力及含沙量变化特征[J]. 海洋通报, 2014, 33(4): 428-435.
- [5] 路川藤. 长江口潮波传播[D]. 南京: 南京水利科学研究院, 2009.
- [6] 陈慧锋, 赵晓冬. 河口区含沙量分布特征分析[C]//中国海洋学会海洋工程分会. 第十三届中国海洋(岸)工程学术讨论会论文集. 北京: 中国海洋学会海洋工程分会, 2007: 504-509.