



南港—北槽洪枯季沿程水沙盐特性分析*

王珍珍¹, 刘杰¹, 程海峰¹, 赵德招¹, 汤宇²

(1. 上海河口海岸科学研究中心, 河口海岸交通行业重点实验室, 上海 201201;

2. 交通运输部长江口航道管理局, 上海 200003)

摘要: 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, 从涨落潮历时、流速、含沙量及含盐度等方面分析了南港—北槽洪枯季水沙盐纵向及垂向分布特征以及潮周期内含沙量变化特性。分析表明: 南港—北槽沿程各垂线落潮平均历时洪季整体较枯季长, 涨潮平均历时洪季整体较枯季短, 且小潮期洪、枯季的这种差异更为明显; 南港—北槽洪季落潮流速普遍大于枯季, 涨潮流速普遍小于枯季; 小潮期涨潮平均流速会出现近底层较表层大现象, 且CSW-CS3出现滞流点; 北槽中段—口外段洪季含沙量及垂向差异均较枯季大, 南港圆沙段及北槽上段枯季含沙量较洪季大; 潮周期内北槽中段各垂线上层含沙量均较小, 且变化幅度相对较小, 但下层含沙量变化达数倍乃至十几倍之多, 且涨憩时段近底层含沙量可能特别高; 洪枯季北槽中段均存在盐水楔, 其位置洪季偏上、枯季偏下, 最大浑浊带洪枯季位置变化与此基本一致。

关键词: 南港—北槽; 洪枯季; 水沙盐特性

中图分类号: TV 148

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)11-0076-07

Characteristics of water, sediment and salinity from south channel to north passage during flood and drought

WANG Zhen-zhen¹, LIU Jie¹, CHENG Hai-feng¹, ZHAO De-zhao¹, TANG Yu²

(1. Key Laboratory of Estuarine & Coastal Engineering, Ministry of Transport, Shanghai Estuarine and Coastal Science Research Center, Shanghai 201201, China; 2. Yangtze Estuary Waterway Administration Bureau, MOC, Shanghai 200003, China)

Abstract: The hydrological observations in both spring and neap tides are carried out in February and August respectively. Based on these data, this paper studies the changing characteristics of water, sediment and salinity from the south channel to the north passage. Conclusions are drawn as follows: 1) The ebb tide duration is longer in the flood season while the rise tide duration is longer in the dry season on the whole. 2) The average flow velocity of the ebb tide is generally bigger in the flood season while the flood current speed is generally bigger in the dry season. During the period of neap tide, there exists the phenomenon that the average velocity of the flood tide near the bottom is bigger than the surface. 3) The value and vertical difference of sediment is larger in the flood season from midstream of the north channel to the water area outside. From the south channel to the upper reach of the north channel, the value of sediment is larger in the dry season. 4) There exists saltwater wedge in the midstream of the north channel which is upper in the dry season.

Key words: south channel to north passage; flood and drought; changing characteristics of water, sediment and salinity

收稿日期: 2013-08-25

*基金项目: 上海市科学技术委员会科研计划项目(12231203103); 水利部公益性行业科研专项经费项目(201301020); 长江科学院开放研究基金(CKWV2012304/KY); 交通运输部科技项目(2011328A0670); 交通运输部科技项目(2012329A06040)

作者简介: 王珍珍(1985—), 女, 研究实习员, 主要从事河口海岸泥沙及港口航道工程研究。

长江口12.5 m深水航道自2010年3月试通航以来, 在发挥巨大经济效益和社会效益的同时, 航道维护却呈现年回淤总量大、回淤量时空分布高度集中(主要集中在洪季的北槽中下段)的不利特征^[1]。12.5 m深水航道的这种回淤特点可能主要与南港—北槽河段的水沙盐分布特性有关。前人对长江口区域水沙盐特性做了很多相关研究, 如最大浑浊带水沙输移过程, 底沙、悬沙运动规律, 盐度变化分析等方面^[2-6]。但以上研究针对南港—北槽河段的较少, 且洪枯季水沙盐对比分析更为匮乏。2012年2月及8月^[7-8], 长江口水文资源勘测局受交通部长江口航道管理局委托, 对长江口南港—北槽河段进行大潮及小潮期水文测验。本文利用此2次水文测验资料, 研究南港—北槽河段洪枯季水沙盐纵向及垂向分布以及潮周期内含沙量的变化。

1 洪枯季水文测验情况

1.1 测验点布置及观测内容

2012年洪枯季水文测验布置情况一致, 均于

航道底边线南侧约300 m处布置了10条垂线(洪季CS10垂线处于航道底边线南侧1 000 m处), 洪枯季各垂线位置见图1, 各垂线位置与航道疏浚单元位置的关系见表1。2012年洪枯季观测内容包括流速、流向、悬移质含沙量、含盐度、悬移质及底质颗粒分析等。

1.2 测验时间及测验期径流、潮流变化

洪季测量时间为2012年8月12日—8月18日, 枯季测量时间为2012年2月17日—2月24日, 大、小潮具体测验时间见表2。

表1 各垂线位置与航道疏浚单元位置的关系

所在区段	疏浚单元	航南
南港段	III-D	NGN4
圆圆沙段	IIIN-G	CS0
北槽上段	E	CS9
	G2	CS2
北槽中段	J	CS6
	K	CSW
	O	CS3
北槽下段	R	CS7
	U	CS4
口外段	Y	CS10

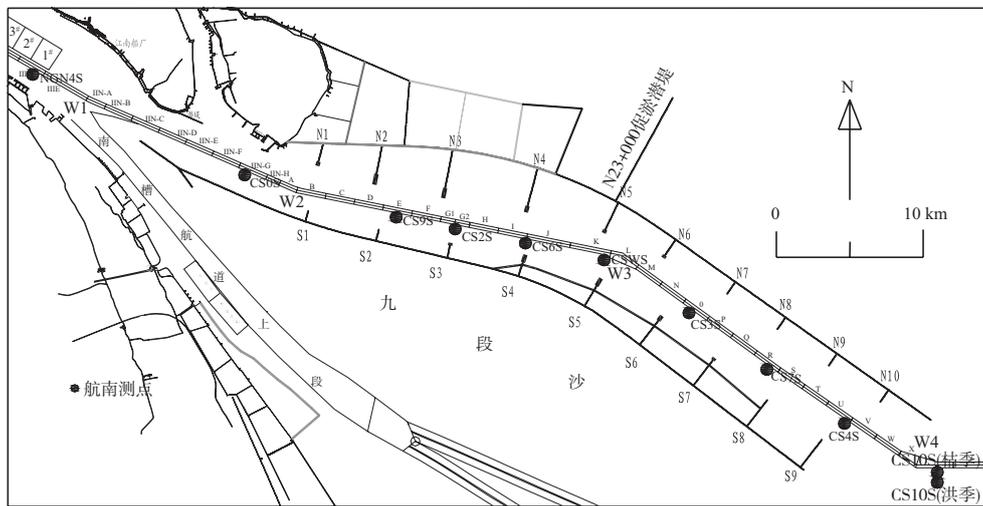


图1 洪枯季水文测验布置情况

表2 洪枯季大小潮水文测验边界条件

季节	潮型	测验时间	大通流量/(m ³ ·s ⁻¹)	北槽中潮差/m
枯季	小潮	2012-02-17T06:00—2012-02-18T11:30	15 300	1.72
	大潮	2012-02-23T06:00—2012-02-24T10:00	15 700	3.55
洪季	小潮	2012-08-12T08:00—2012-08-13T18:00	56 900	1.36
	大潮	2012-08-17T05:00—2012-08-18T09:00	57 350	3.57

注: 大通流量为测验期前7 d数据, 北槽中潮差为潮周期内两涨潮差平均值。

水沙盐特性的变化受径流、潮流的双重影响，在外海潮汐条件相当的情况下，才能有效地反映出洪、枯季水沙盐特性的差异。由表2可知，枯季和洪季大潮期潮差非常接近，两次水文测验可较好地反映出洪、枯季差异，小潮期次之。

2 水流特性

2.1 涨落潮历时

从平面分布来看（图2），枯季涨落潮平均历时沿程变化相对较小，洪季小潮期各垂线涨潮平均历时沿程逐渐增加、落潮平均历时沿程逐渐减小，相应涨、落潮平均历时沿程差距可达7.68 h, 7.96 h。

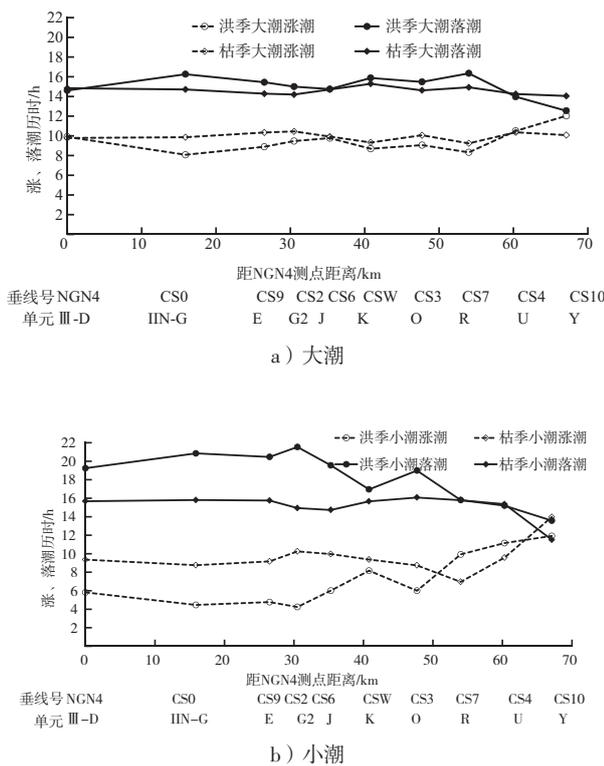
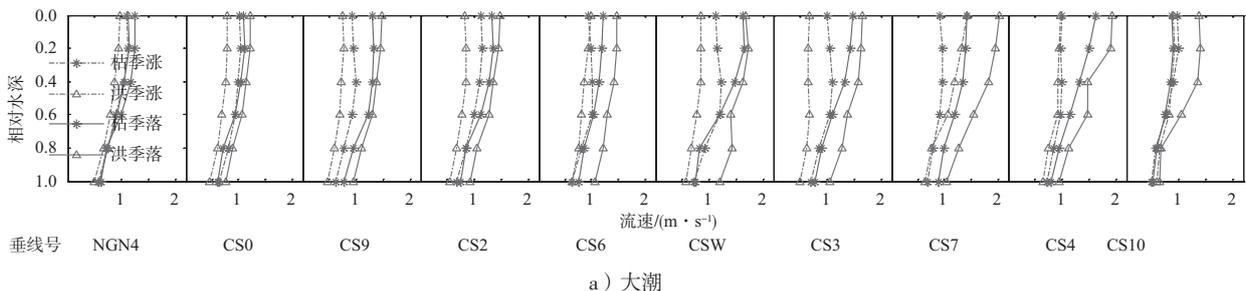


图2 洪枯季涨落潮平均历时分布



a) 大潮

从时间分布看（图2），除枯季小潮期口外CS10垂线涨潮平均历时较落潮长外，各垂线落潮平均历时均较涨潮长，涨落潮平均历时具有不对称性，洪季小潮期不对称性最为明显；洪季落潮平均历时整体较枯季长，涨潮平均历时整体较枯季短，且小潮期洪、枯季的这种差异更为明显^[9-10]。

2.2 流速分布

图3为洪枯季涨落潮平均流速沿程分布。由图3可知^[9-10]，涨潮平均流速沿程变化不大；落潮平均流速整体呈先增大后减小态势，于北槽中下段较大，南港圆圆沙及口外段较小，这种分布态势大潮较小潮明显。洪季由于径流增大，南港一北槽落潮平均流速整体较枯季大，涨潮平均流速整体较枯季小，表明洪季的南港一北槽水动力强于枯季，其泥沙的起悬、挟沙和输移能力总体好于枯季。

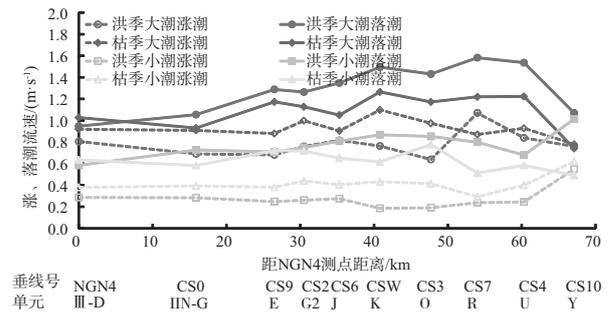


图3 洪枯季涨落潮平均流速分布

图4为洪枯季涨落潮平均流速垂向分布。由图4可知^[9-10]，南港一北槽各垂线落潮流速整体较涨潮大；洪季涨落潮流速差异较枯季大，对称性较差，大潮期尤为明显；洪枯季落潮平均流速表层均大于底层，但洪季北槽中段CS6以下垂线、枯季CS0以下垂线小潮期涨潮平均流速出现近底层大于表层情况。

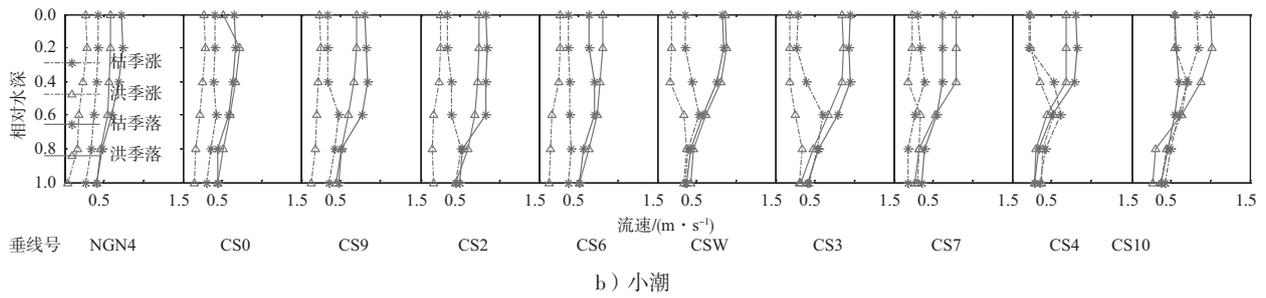


图4 洪枯季涨落潮平均流速垂向分布

2.3 优势流

大潮期, 南港—北槽洪枯季均呈落潮优势流, 但洪季落潮优势流明显强于枯季; 小潮期, 以CSW-CS3为分界, 其上游仍呈落潮优势流, 且洪季落潮流的优势强于枯季, 其下游底层呈涨潮优势流, CSW-CS3出现滞流点, 且枯季滞流点的位置(CSW附近)较洪季(CS3附近)偏上约10 km (图5)。

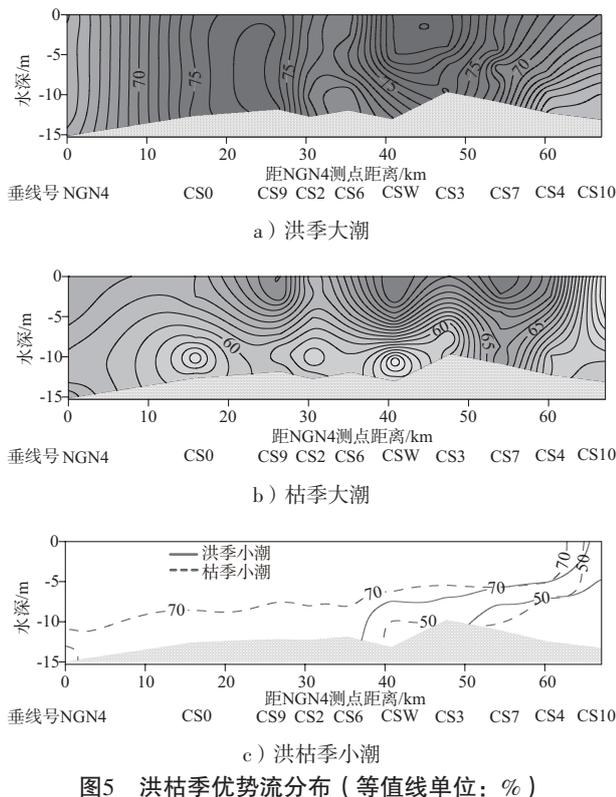


图5 洪枯季优势流分布 (等值线单位: %)

3 泥沙特性

3.1 悬沙及底质分析

泥沙取样分析表明, 枯季悬移质中值粒径基本处于0.005~0.023 mm, 洪季悬移质中值粒径与枯季相近, 按照我国《河流泥沙颗粒分析规程》^[11]

和欧美常用的泥沙颗粒 ϕ 分类方法可知, 南港—北槽洪枯季悬移质基本由细粉砂、中粉砂组成。洪枯季底质中值粒径也以细粉砂、中粉砂为主, 但洪季南港段(NGN4垂线)、枯季北槽中段(CS6-CS3垂线)底质中值粒径较粗, 达细砂级别。

3.2 含沙量分布

图6为洪枯季含沙量纵向剖面图。由图6可知^[1,9-10], 南港圆圆沙段及北槽上段含沙量枯季较洪季高, 北槽中段至口外段含沙量洪季较枯季高; 洪枯季北槽中下段均存在高含沙量区域, 该区域含沙量高于其上、下游河段, 俗称最大浑浊带^[12], 最大浑浊带含沙量洪季较枯季高、大潮较小潮高, 大潮期洪枯季最大浑浊带含沙量分别为5.81, 1.63 kg/m³; 洪枯季最大浑浊带主要位于CS2-CS4垂线之间的北槽中下段, 枯季最大浑浊带核心位置较洪季有所上移, 小潮期较大潮期有所上移。

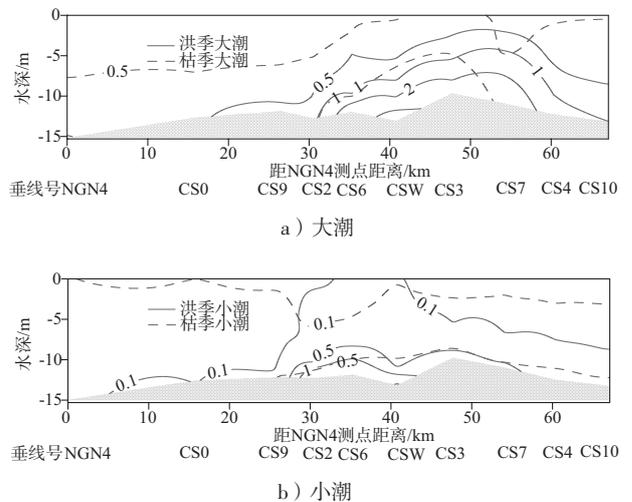


图6 洪枯季含沙量纵剖面 (等值线单位: kg/m³)

垂向来看(图7), 洪枯季南港—北槽各垂线含沙量均呈表层小底层大分布, 且涨潮含沙量整

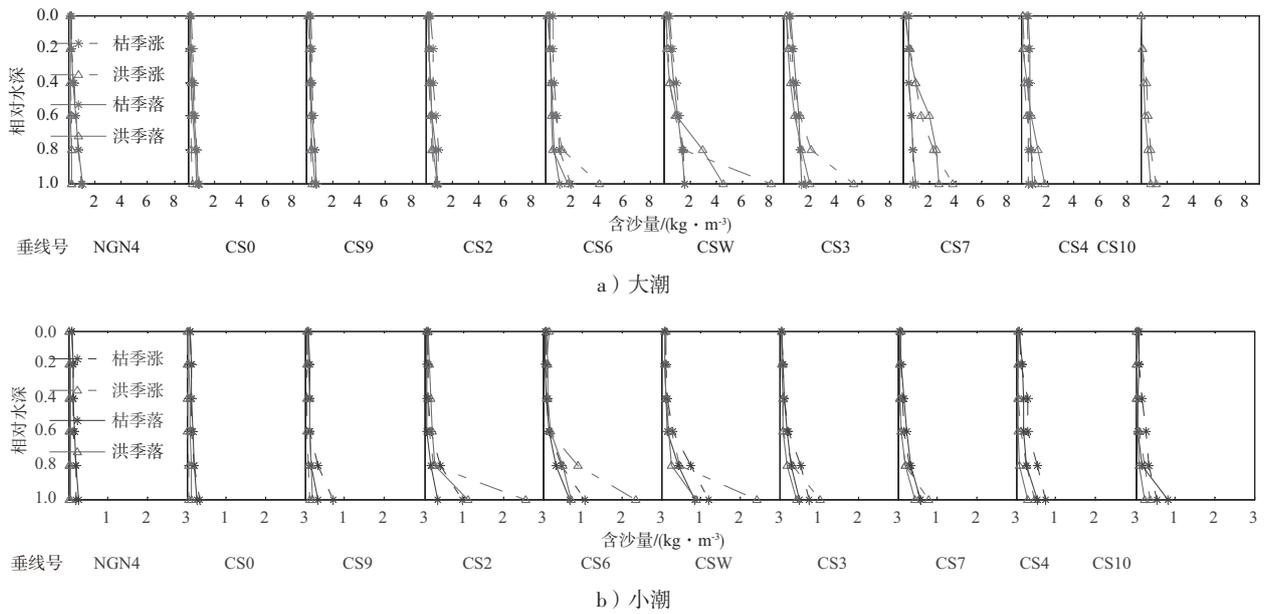


图7 洪枯季含沙量垂向分布

体较落潮大；洪季北槽中段近底层含沙量明显较枯季大，且含沙量垂向差异较大；南港圆圆沙段枯季含沙量较洪季大，枯季含沙量垂向差异亦较大。

3.3 含沙量垂线分布潮周期变化

从洪枯季大潮期涨急、涨憩、落急、落憩时刻的含沙量垂线分布来看（图8），南港圆圆沙段洪枯季各层含沙量潮周期内变化相对较小，含沙量最大值多出现于涨、落急时刻；北槽中段各垂

线近表层含沙量较小，且潮周期变化幅度较小，但近底层含沙量变化达数倍乃至十几倍之多，值得注意的是，北槽中段洪季涨憩时段近底层含沙量并不一定是低的，相反可能特别高，这可能是因为洪季低流速时段涨转落持续时间较长，且涨转落过程中含盐度更适合细颗粒泥沙絮凝有关^[1]（洪季涨转落持续时间可达4~8 h，含盐度处于7‰~20‰）。

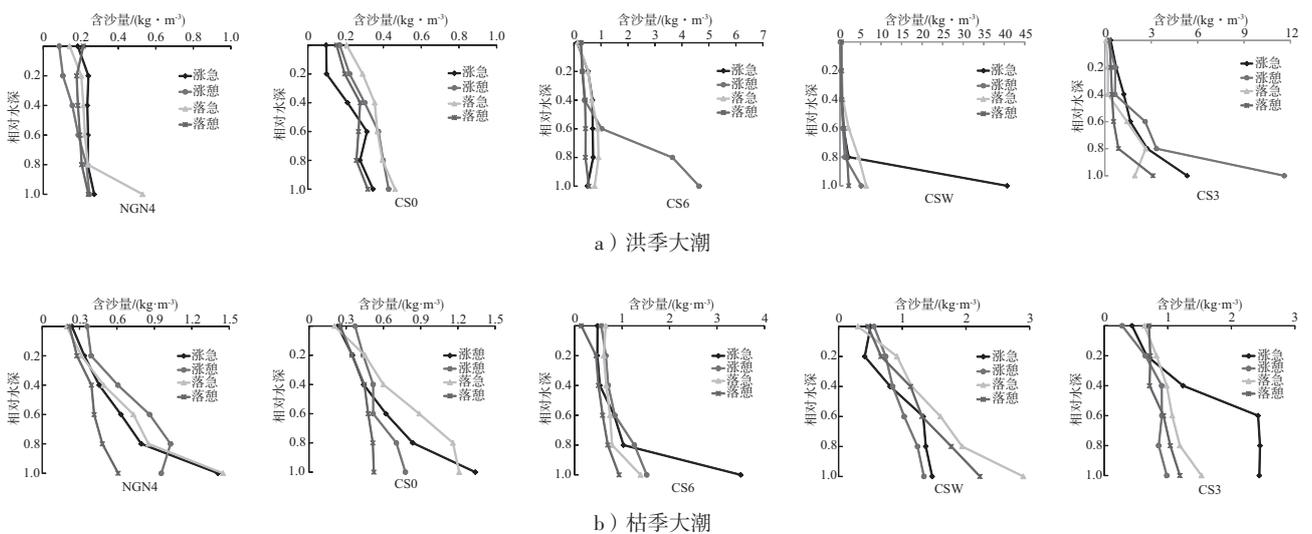


图8 NGN4, CSW垂线大潮近底层水沙变化

4 含盐度分布特性

图9为洪枯季南港—北槽含盐度沿程纵剖面变化。洪季由于径流较大，北槽含盐度普遍较枯季

低，盐度锋面也较枯季缓；以盐度12‰计算（洪季最佳絮凝盐度值），洪季大、小潮盐度锋面分别较枯季下移约7,15 km；以7‰~12‰常驻范围

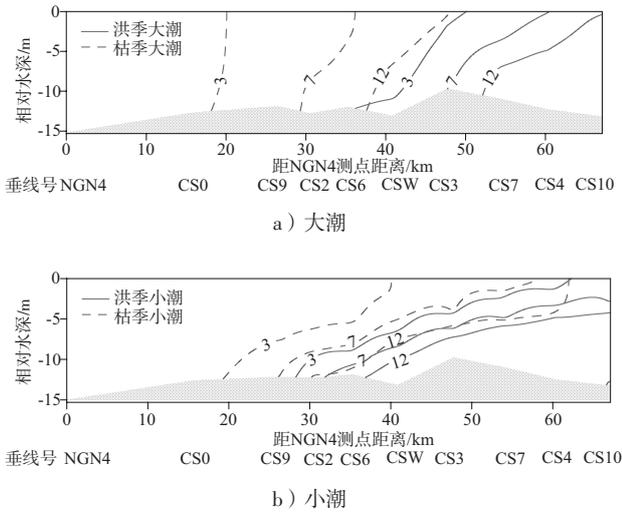


图9 洪枯季含盐度纵剖面变化 (等值线单位: ‰)

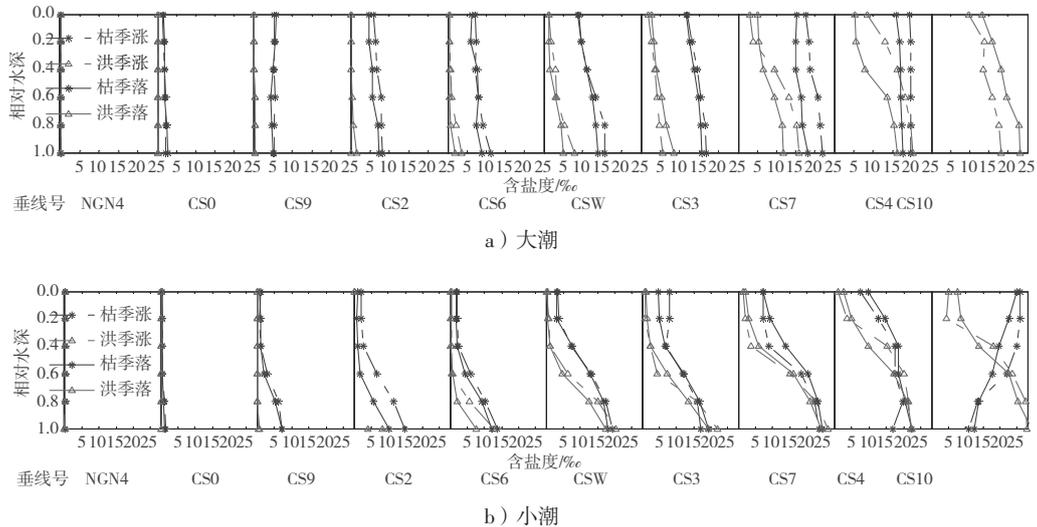


图10 洪枯季含盐度垂向分布

5 结语

1) 南港—北槽落潮平均历时整体较涨潮长; 落潮平均历时洪季整体较长, 涨潮平均历时枯季整体较长, 小潮期洪、枯季的这种差异更为明显。

2) 北槽中下段较大落潮平均流速较南港圆圆沙及口外段大, 涨潮平均流速沿程变化不大; 洪季由于径流增大, 北槽落潮流速普遍大于枯季, 涨潮流速普遍小于枯季; 洪季CS6以下垂线、枯季CS0以下垂线小潮涨潮时会出现近底层流速较表层大现象。

3) 洪枯季北槽中段均存在最大浑浊带, 最大浑浊带位置洪季较枯季偏下; 北槽中段一口外段洪季含沙量及垂向差异均较枯季大, 南港圆圆沙段及北槽上段枯季含沙量较洪季大; 潮周期内南

来看, 枯季常驻范围基本位于北槽中上段 (CS2-CSW), 而洪季总体位于北槽中下段 (CS6-CS7)。

盐度锋面总体呈大潮陡、小潮缓变化特征。无论洪枯季, 小潮盐水楔均较大潮有所上溯。大小潮盐水楔摆动范围洪季较枯季大。以12‰盐度锋面计算, 小潮盐水楔较大潮上提10 km左右^[9-10]。

垂向来看 (图10), 含盐度均呈表层小、底层大特征; 枯季含盐度较洪季大; 涨潮含盐度整体较落潮大; 南港圆圆沙段及北槽上段垂向差异较小、北槽中下段垂向差异较大。

港圆圆沙段洪枯季含沙量表底层均变化较小, 含沙量最大值多出现于涨、落急时刻; 北槽中段各垂线下层含沙量变化达数倍乃至十几倍之多, 且涨憩时段近底层含沙量可能特别高。

4) 含盐度整体呈表层小、底层大趋势, 枯季含盐度整体较洪季大; 洪枯季北槽中段均存在盐水楔, 且盐水楔的位置与最大浑浊带变化位置基本一致。

参考文献:

[1] 中交上海航道勘察设计研究院有限公司. 长江口南港—北槽深水航道常态回淤原因研究总报告(2013年第一阶段报告)[R]. 上海: 中交上海航道勘察设计研究院有限公司, 2013.

[2] 李九发, 时伟荣, 沈焕庭. 长江河口最大浑浊带的泥沙特性和输移规律[J]. 地理研究, 1994(1): 51-55.

[3] 翟晓鸣, 何青, 刘红, 等. 长江口枯季水沙特性分析[J]. 海洋通报, 2007(4): 23-32.

[4] 李九发, 沈焕庭, 徐海根. 长江河口底沙运动规律[J]. 海洋与湖沼, 1995(2): 138-145.

[5] 沈焕庭, 李九发, 朱慧芳. 长江河口悬沙输移特性[J]. 泥沙研究, 1986(1): 1-13.

[6] 罗小峰, 陈志昌. 长江口北槽近期盐度变化分析[J]. 水运工程, 2006(11): 79-82.

[7] 长江委水文局长江口水文水资源勘测局. 长江口深水航道养护工程2012年2月长江口北槽水域水文测验[R]. 上海: 长江委水文局长江口水文水资源勘测局, 2012.

[8] 长江委水文局长江口水文水资源勘测局. 长江口深水航道养护工程2012年2月长江口北槽水域水文测验[R]. 上海: 长江委水文局长江口水文水资源勘测局, 2012.

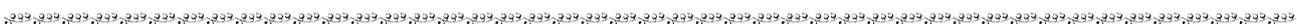
[9] 上海河口海岸科学研究中心. 2012年2月长江口北槽航槽中动船水流泥沙测验资料分析报告[R]. 上海: 上海河口海岸科学研究中心, 2012.

[10] 上海河口海岸科学研究中心. 2012年8月长江口北槽航槽中动船水流泥沙测验资料分析报告[R]. 上海: 上海河口海岸科学研究中心, 2012.

[11] SL42—2010 河流泥沙颗粒分析规程[S].

[12] 贺松林, 茅志昌. 长江河口最大浑浊带含沙量垂线分布状态的分析[J]. 海洋湖沼通报, 1993(3): 21-27.

(本文编辑 武亚庆)



(上接第60页)

[4] 徐海根, 徐海涛, 李九发. 长江口浮泥层“适航水深”初步研究[J]. 华东师范大学学报: 自然科学版, 1994(2): 91-97.

[5] 张华, 阮伟. 长江口北槽深水浮泥的研究与应用 [J]. 水运工程, 2002(10): 98-102.

[6] 蒋国俊, 姚炎明. 长江口北槽浮泥周期性变化初探[J]. 海洋学报, 2006(2): 135-139.

[7] 李九发, 何青, 徐海根. 长江河口浮泥形成机理及变化过程[J]. 海洋与湖沼, 2001(3): 302-310.

[8] 上海河口海岸科学研究中心. 2010年10月寒潮期北槽浮泥产生及运移规律研究[R]. 上海: 上海河口海岸科学研究中心, 2011.

[9] 曹祖德. 浮泥特性研究进展[J]. 水道港口, 1992(1): 34-40.

[10] 陈钧, 万军, 施卫星. 双频测深仪测深研究[J]. 海洋测绘, 2008, 28(6): 70-73.

[11] 冯俊. 浮泥发育时双频回声测深误差及其对适航水深监测的影响[J]. 水运工程, 2011(8): 83-87.

[12] 李为华, 刘高峰. 深水航道浮泥现场观测研究专题报告 [R]. 上海: 上海河口海岸科学研究中心, 2011.

(本文编辑 郭雪珍)

