

文章编号 1001-8166(2008)03- 08

长江河口崇明东滩周期性淹水区域 水流的基本特征浅析*

贺宝根^{1,2}, 王初^{2,3*}, 周乃晟³, 许世远³

(1. 上海师范大学地理系, 上海 200234; 2. 华东师范大学河口海岸学国家重点实验室, 上海 200062;
3. 华东师范大学资源与环境科学学院地理系, 上海 200062)

摘要 潮间带周期性淹水区域水深、流速的变化过程是潮滩水动力过程的基本组成部分,也是潮流与泥沙相互作用的基础。通过2002年4月至2003年1月4个季节的野外实测,获得了平静天气条件下,崇明东滩滩面潮流水深、流速与流向的变化过程数据。结果表明,崇明东滩盐沼和邻近光滩处涨潮历时均小于落潮历时,水深过程变化呈现出“陡涨缓落”的特点。光滩与盐沼交界处光滩一侧流速过程呈“双峰型”特征,涨落潮均出现流速峰值;盐沼(植物生长期)流速过程具有“单峰型”特点,仅在涨潮初出现峰值。研究区潮流不对称性明显,主要表现为涨潮优势,且由光滩向盐沼上部不断增强,潮沼植物和地形变化是加强盐沼区涨潮优势的主要原因。流速变化过程的差异和潮流不对称性使盐沼区域发生稳定的泥沙淤积,盐沼前缘光滩则会出现较频繁的冲淤变化,平静天气条件下,它们是控制崇明东滩泥沙输移和潮滩动力地貌过程的动力基础。

关键词 潮滩;水深;流速;崇明东滩

中图分类号:P332.3;TV14 文献标识码:A

1 引言

潮滩是指分布在淤泥质海岸潮间带由粘性细颗粒泥沙组成的滩地。中国的潮滩广泛分布在长江、黄河、珠江等河口三角洲及其两侧的海岸平原和东南沿海地区的港湾内。潮滩处于海陆过渡地带,其在海岸带保护、截留陆源污染物等方面的作用日益受到重视,同时,盐沼还是鸟类、鱼类等野生生物的栖息地,具有巨大生态、环境价值;但由于海陆之间各种物理、化学、生物因素变化剧烈,潮滩又是一个典型的环境脆弱带和敏感区。潮汐起落造成滩面周期性淹没、出露,导致潮水携带的泥沙在潮滩上发生

输移、沉降、再悬浮等一系列动力过程,不仅控制着潮间带的地貌发育,同时也在很大程度上决定了潮滩生源要素、污染物等物质的分布和循环^[1,2]。所以,潮滩周期性淹水区域的潮流基本特征是潮滩物质循环研究的重要问题。

潮流和波浪是潮滩主要的水动力因子,前者是经常性动力因子,后者则受到风力、风向的影响,随机性较大^[3,4]。在平静天气条件下(风速 <5 m/s),潮流成为潮滩上最主要的动力因子,控制着泥沙等物质的动力输移^[4~6]。近年来,国内一些学者就长江口滨岸潮滩不同强度水动力条件与悬沙、地貌的

* 收稿日期 2007-09-03;修回日期 2008-01-16.

* 基金项目:国家自然科学基金项目“长江口崇明东滩高潮滩盐沼水—沉积物—植物界面泥沙输移机制研究”(编号:40571012);“中国沿海城市自然灾害风险评估体系研究”(编号:40571006);国家自然科学基金重点项目“沿海城市自然灾害风险应急预案情景分析”(编号:40730526);河口海岸国家重点实验室开放基金项目“崇明东滩生源要素在潮流作用下输移过程”(编号:SKLECO510)资助。

作者简介:贺宝根(1962—2007),男,浙江镇海人,教授,主要从事水动力与水环境研究。

* 通信作者:王初(1978—),男,上海人,博士,主要从事全球变化与环境演变研究。E-mail:chuwang@163.com

响应关系^[7-10],盐沼植物、人类围垦活动等对潮流过程的影响^[11-14]进行了研究。但由于野外观测难度大,对潮滩基本水流过程的研究并不深入,需要开展详细的野外现场调查以充实相关研究^[15,16]。本文主要选择在平静天气条件下,对崇明东滩周期性淹水区域(光滩和盐沼)的潮流水深和流速过程进行实地观测,以期能深入了解潮滩水流基本特征及其对潮滩泥沙输移和物质循环的影响。

2 材料与方 法

2.1 研究区域概况

长江是世界上最大的河流之一,年平均径流量达 $9.24 \times 10^{11} \text{ m}^3$,并将巨量泥沙携带到河口^[17],1953—1976 年间平均达 $4.8 \times 10^8 \text{ t/a}$,1977—2000

年有所下降,但仍达到平均 $3.9 \times 10^8 \text{ t/a}$ ^[18],其中半数以上在河口地区沉积下来,为潮滩提供了丰富的泥沙来源。长江口平均潮差为 2.66 m(口门处中浚站)属中强潮河口。崇明东滩位于崇明岛东部,滩面平坦,-5 m 以上平均坡度为 0.24‰^[19]。从大堤向海方向依次分布着芦苇(*Phragmites australis*)、海三棱草(*Scirpus mariquete*) ,草滩外侧为光滩,光滩和盐沼的界线位于中潮位和小潮高潮位之间^[13]。

2.2 观测方法

为了研究不同植被覆盖条件下的潮滩水流基本特征,在东滩南侧设置了观测剖面,剖面走向基本于大堤垂直,分别在芦苇、海三棱草混生区、海三棱草前缘和光滩上设置测点(图 1),各测点位置均由 GPS 定位以确保多次观测的地点一致(表 1)。

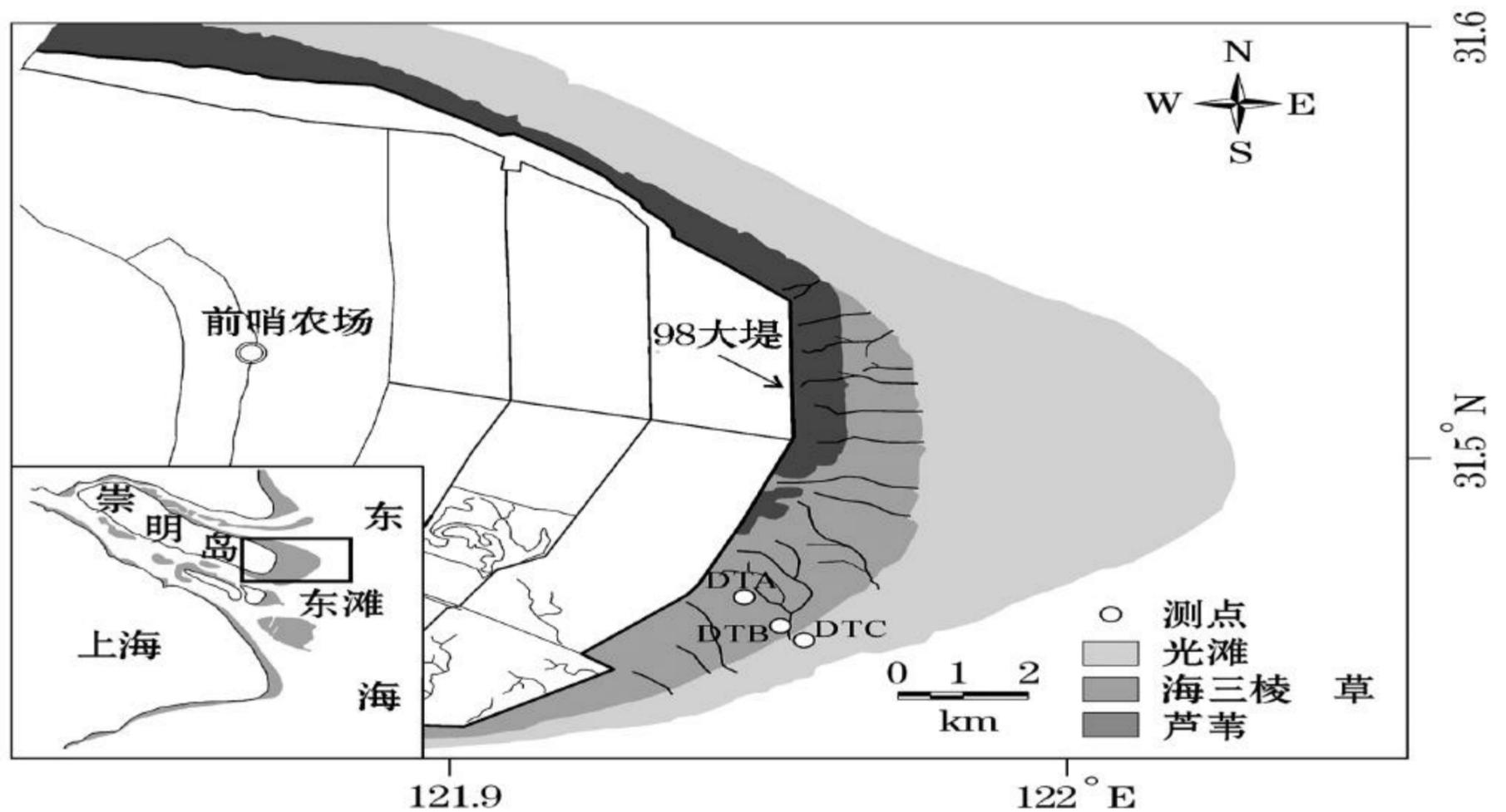


图 1 研究区域

Fig.1 Schematic map of the study area

表 1 测点位置描述

Table 1 Description of measurement sites

测点	东经	北纬	位置	典型植被	距大堤(km)
DTA	121°57'10.4	31°28'50.5	盐沼	海三棱草/芦苇	0.5
DTB	121°57'13.6	31°28'26.4	盐沼前缘带	海三棱草	1.5
DTC	121°57'29.4	31°28'13.1	光滩	-	2.1

野外实测在 2002 年 4 月 14 ~15 日、7 月 12 ~13 日、11 月 6 ~7 日和 2003 年 1 月 17 ~18 日展开(即分 4 个季节),选择平静天气条件下的日潮(观测日风速 <5 m/s)进行实测,DTB 和 DTC 点的观测

同步进行,每个观测期(季节)获得 2 个潮次的实测数据;2003 年 4 月 18 日对 DTA 点进行了实测,由于滩面淹没几率过小,其余观测期未设此测点。

实测前,在指定位置设立由泡沫船(筏)构成的

观测平台。水深由固定在滩面上的水尺读取,精度为 ± 1 cm。潮流流速由 LS 78 旋杯式流速仪和 LS 1206B 型旋桨式流速仪测定。当水深小于 0.5 m 时,采用旋桨回转直径较小(60 mm)的 LS 1206B 型流速仪测流;水深大于 0.5 m 时采用 LS 78 型流速仪,两种流速仪的测流误差均 $< 1.5\%$ 。采用 0.6 相对水深($Z/H = 0.6$)处的流速来代表垂线平均流速^[20]。为确保测量的精度,在实测过程中,水深变化迅速的涨潮初、落潮末每 15 min 测流一次,水深变化缓慢的时候每 30 min 测流一次,水流变化特别迅速时加测。

3 结 果

3.1 水深过程

光滩测点(DTC 点)和盐沼前缘测点(DTB 点)的水深变化过程总体上呈现出“陡涨缓落”的特征(图 2、图 3),涨潮期间水深变化迅速,落潮变化相对平缓,DTC 点单潮次中最大水深为 0.9 ~ 2.15 m,DTB 点为 0.57 ~ 1.79 m。在 8 个观测潮次中,DTC 点滩面淹水时间为 4.5 ~ 6.6 h,DTB 点为 3.2 ~ 5.6 h,滩面淹水时间和潮次中最大水深呈显著正相关(相关系数达 0.94,数据量为 16)。两个测点的涨

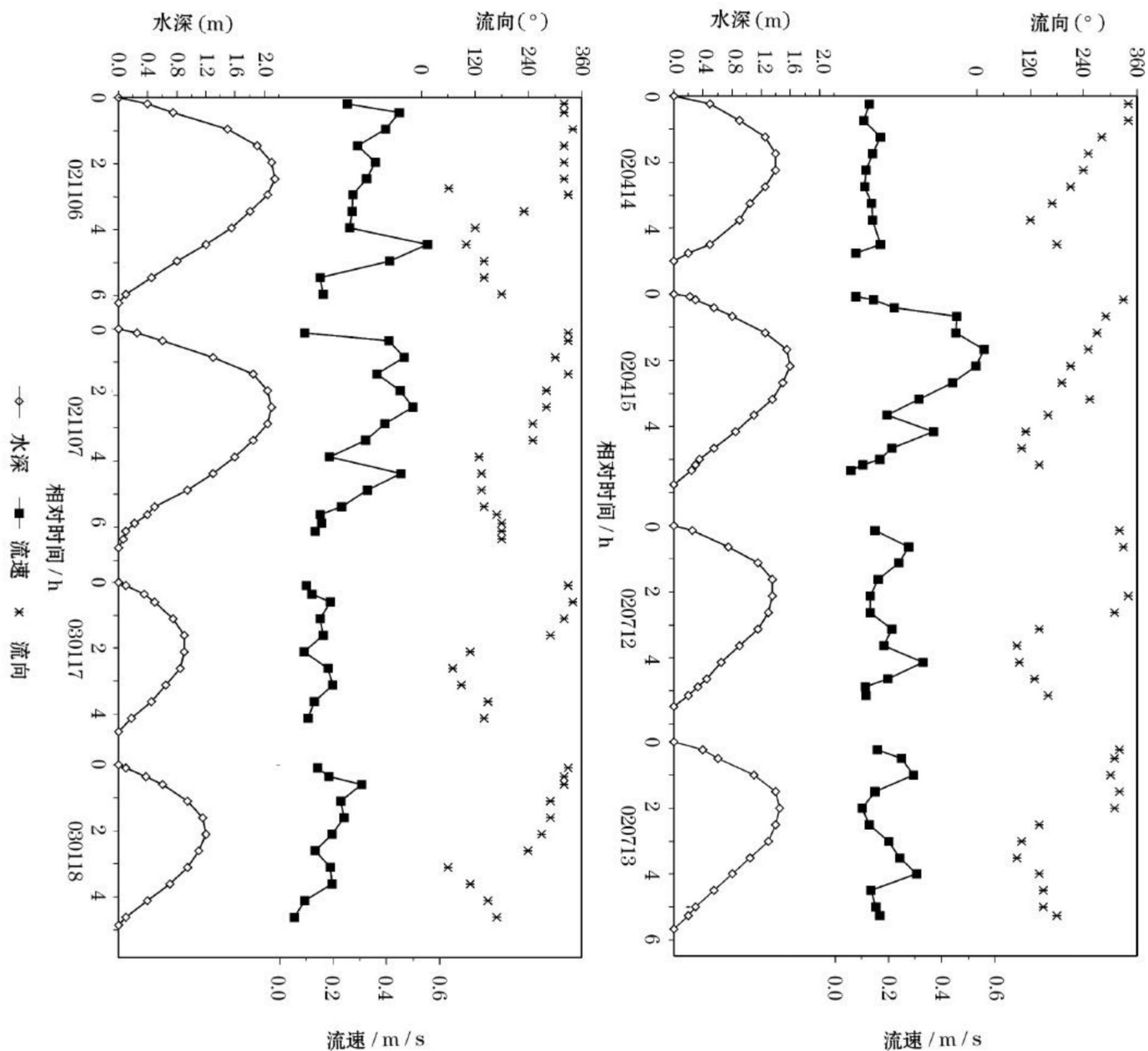


图 2 DTC 点各季节平静天气条件下水深、流速和流向

Fig.2 Water depth, current velocity and direction on site DTC under the calm condition

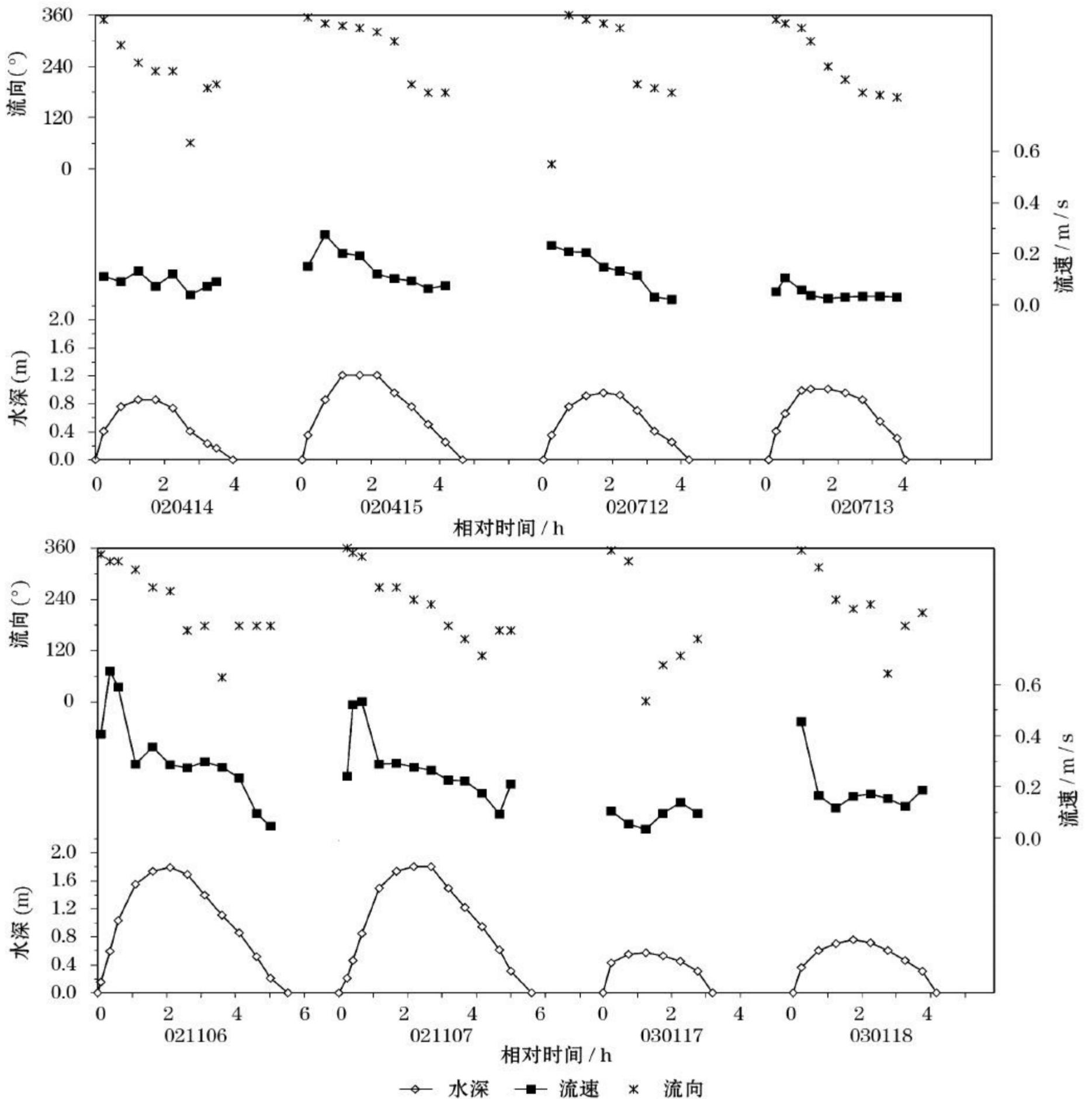


图 3 DTB 点各季节平静天气条件下水深、流速和流向

Fig. 3 Water depth, current velocity and direction on site DTB under the calm condition

潮历时均小于落潮(以最大水深为分界点),DTC 点涨落潮历时比(涨潮历时/落潮历时)平均为 1.54,DTB 点平均为 1.47。

3.2 流速过程

滩面测点的潮流为旋转流,涨潮初流向介于 $320^{\circ} \sim 360^{\circ}$,一直到落潮中潮期潮流呈逆时针方向旋转,转流幅度不大;落潮中潮期前后发生明显转流,流向介于 $90^{\circ} \sim 180^{\circ}$,此后的潮流大致呈顺时针方向旋转,落潮末期流向稳定在 180° 左右,这种变化特征可能与潮滩宏观地貌形态的影响有关。

DTC 点的潮流流速过程表现为明显的“双峰

型”特点(图 2),总体上涨落期间各有一个流速峰值,多出现在水深 $0.5 \text{ m} \sim 1.2 \text{ m}$ 时,即涨落潮的中潮期(DTC、DTB 点最大水深介于 $0.9 \sim 2.15 \text{ m}$) ,流速过程线类似“M”状。涨潮初期流速不断增大,涨潮中潮期达到流速峰值;此后,随着水深变化减缓流速呈下降趋势,平潮期无明显憩流;达到最大水深后,流速逐渐增大,至落潮中潮期出现潮周期中第二个流速峰值,随后流速下降。这种流速过程模式在有关 Em s-Dollard 河口湾潮滩^[21]和胶州湾北部红岛潮滩^[22]的研究中均有报道。

DTB 点与 DTC 点虽仅距约 600 m ,但潮流流速

过程与 DTC 点却存在较大差异,大体表现出“单峰型”的特点(图 3),一般在涨潮初期的 1 h 之内(水深介于 0.3 ~0.8 m 之间)出现流速峰值,高流速状态持续不到 0.5 h,随后流速快速下降并达到一个相对稳定的水平,一直到滩面出露都没有出现明显的流速峰值,无憩流。测点位置、地形、潮锋作用和潮沼植物等是形成这种“单峰型”流速过程特征主要影响因子。DTB 点位于盐沼边缘(即盐沼、光滩的过渡地带),两测点滩面上水时间相差不到 0.5 h,涨潮期两测点流速峰值出现的时间几乎一致,这显然是潮流传播大背景所决定的。两测点间植被稀疏、距离短,对涨潮流的缓流作用有限(特别是对高流速状态的潮流影响更小)。此外,据徐元等^[8,9]研究,潮锋作用的大小与坡度成反比关系,盐沼地区坡度较光滩更为平缓^[23],多种因素叠加,致使 DTB 点潮锋势力加强,这种在草滩边缘潮锋势力加强的现象与徐元^[8]的研究结果一致。所有实测潮次中,两测点最大流速出现在的 DTB 点处(2002 年 11 月 6 日、7 日),流速分别达 0.64 m/s 和 0.52 m/s,是 DTC 点最大流速的 1.4 和 1.2 倍。落潮阶段,水流在平缓的盐沼滩面上加速不明显,加之落潮水流受到较长距离植被的阻滞,流速始终维持在较低水平(相对于涨潮阶段)。如 DTC 点落潮流速峰值出现前后,DTB 点(春夏秋三季)的流速均无明显回升的现象,仅在 2003 年 1 月的观测日中,由于植物凋谢,缓流作用减弱,落潮阶段才出现了流速峰值。

DTA 点流速过程与 DTB 点相似,滩面进水初期就达到流速峰值,随后持续下降,落潮阶段流速始终保持在很低的水平上,如 2003 年 4 月 18 日实测潮次(图 4),涨潮初最大流速可达到 0.25 m/s,至落潮中潮期后的流速稳定在 0.01 m/s 上下,水流几乎处在停滞状态。

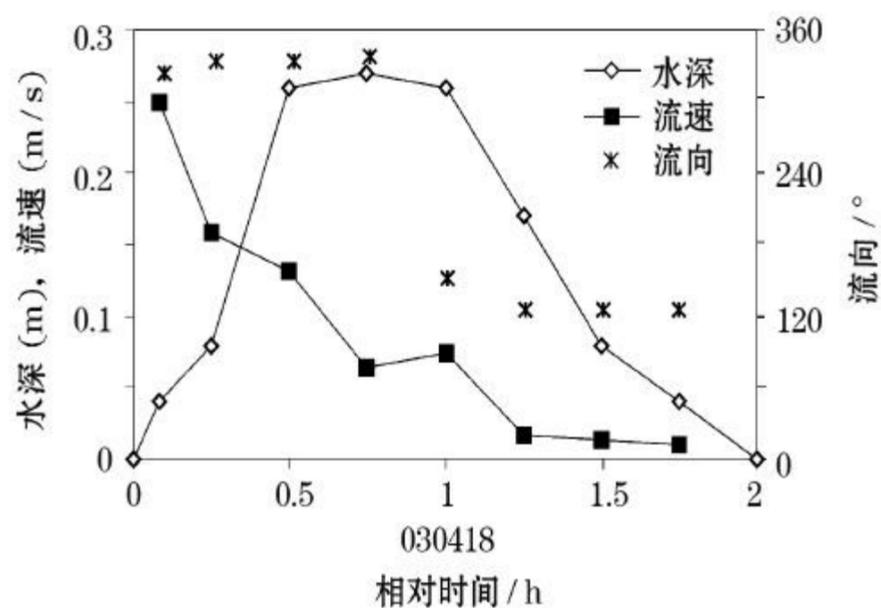


图 4 DTA 点水深、流速和流向

Fig. 4 Water depth, Current velocity and direction on site DTA

4 讨 论

4.1 潮流不对称性

崇明东滩测点处涨落潮不对称明显。长江口门内为不正规半日潮,涨潮流在上溯过程中受径流顶托,进入岛影区后滩地阻力增大,潮波变形,导致涨潮流历时缩短,落潮流历时延长。以最大水深的出现为分界点,8 个观测潮次中 DTC、DTB 点的涨潮历时均明显小于落潮。

测点涨落潮流速不对称性显著(表 2),DTC 点各观测潮次的涨潮平均流速几乎都大于落潮(除 2003-01-17 潮次),涨落潮平均流速比值(涨潮平均流速/落潮平均流速)介于 0.99 ~1.55,平均为 1.22。DTB 点春夏秋三季的涨潮平均流速都大于落潮,涨落潮比值介于 1.33 ~2.25,平均达 1.8。DTB 点冬季两潮次(2003-01-17 和 2003-01-18)则出现涨潮流速小于落潮,涨落潮流速比值为 0.88 和 0.93。DTA 点流速涨潮流速优势更为显著,涨落潮流速比值达到 4.21(潮次 2003-04-18)。

表 2 DTC、DTB 点最大水深和流速特征值

Table 2 Characteristic values of water depth and current speeds on site DTC and DTB

潮次	最大水深(m)		DTC 平均流速(m/s)			DTB 平均流速(m/s)		
	DTC	DTB	涨潮	落潮	全潮	涨潮	落潮	全潮
2002-04-14	1.40	0.85	0.138	0.122	0.127	0.100	0.075	0.090
2002-04-15	1.60	1.20	0.427	0.309	0.343	0.203	0.090	0.140
2002-07-12	1.35	0.95	0.192	0.187	0.194	0.196	0.105	0.151
2002-07-13	1.45	0.98	0.199	0.182	0.196	0.080	0.040	0.056
2002-11-06	2.15	1.78	0.363	0.300	0.324	0.380	0.213	0.283
2002-11-07	2.10	1.79	0.437	0.320	0.354	0.312	0.195	0.253
2003-01-17	0.95	0.57	0.138	0.140	0.144	0.078	0.089	0.086
2003-01-18	1.20	0.75	0.222	0.143	0.178	0.146	0.157	0.189
平均			0.265	0.213	0.233	0.187	0.121	0.156

总体上,观测区域涨潮历时小于落潮,涨潮流速大于落潮,潮流不对称性表现为涨潮优势,且这种优势越向岸越显著。除口门内潮波变形的大背景外,测点地形和潮沼植被是造成这种不对称的重要影响因素。盐沼区坡度较光滩平缓,涨潮初期的潮锋作用加强(潮汐势力大时作用更为显著,如2002-11-06和2002-11-07两潮次),落潮期潮流加速不明显,植物生长期DTB和DTA点落潮过程中流速未出现明显回升,潮流通过盐沼边缘,坡度增大,潮流加速,在DTC点均出现落潮期流速峰值。在植被生长期,由于植被对落潮流的削弱,DTB点涨、落潮流速不对称性加强,涨潮优势更为明显。而冬季DTB点涨、落潮流速优势发生逆转,这与植被凋谢,对落潮流的缓流作用下降有关。显然,潮沼植物的生长加强了盐沼区涨潮流速优势。

4.2 潮流对泥沙输移的影响

研究区域水流显著的涨潮优势和盐沼外缘光滩、草滩两侧流速过程的差异对潮滩盐沼泥沙输移、淤积有着重要意义。在无风或微风的平静天气条件下,潮流流速与悬沙浓度存在一定的正相关关系^[10],是控制潮滩、盐沼泥沙输移的主要动力因子^[4-6]。涨潮初期,潮流流经光滩时,浅层水流强烈的紊动作用极易导致滩面沉积物发生再悬浮^[24],同潮水所携带的泥沙一起向盐沼上部输移^[8,9]。植物生长季节,水流进入盐沼地区,潮沼植被通过表面摩擦、形状阻力以及植株茎叶的摇摆消耗水体能量^[25],盐沼近底层流速明显下降,植物冠层内水流紊动受到抑制^[24,26],从而促使悬浮泥沙在向岸运移的过程中发生沉降。落潮阶段,盐沼地区较低的流速和植被对滩面沉积物的屏障作用,使泥沙再悬浮不易发生。植物凋谢后,盐沼可能受到侵蚀,但盐沼区总体上呈稳定淤涨^[23]。光滩上没有植被保护的表层沉积物(特别是涨潮阶段沉降下来的)在加速水流的扰动下再次进入水体,向海方向运移,故盐沼外缘光滩一侧涨落潮间冲淤较频繁。

两个测点潮流流速水平和潮次中最大水深(潮间带周期性淹没、出露,故相当于潮差)之间存在显著正相关,其经验关系为 $v = 0.17H_{\max} - 0.026$ ($R^2 = 0.72$, $n = 16$),为潮次平均流速[m/s], H_{\max} 为潮次最大水深[m]。大潮的流速较大,其携沙能力和对光滩沉积物的侵蚀能力强,涨潮阶段可将泥沙输送到高盐沼地带,大量沉降在盐沼区域;潮汐势力不强的潮次,潮流流速小,携沙和对光滩侵蚀能力下降,水线推进不到盐沼上部,只能在盐沼前缘发生淤积。

5 结 论

平静天气条件下,崇明东滩周期性淹水区域(盐沼及其临近光滩)涨潮历时小于落潮历时,水深过程变化呈现出“陡涨缓落”的特点。光滩与盐沼交界处两侧流速过程差异较大,光滩一侧全潮流速过程具有“双峰型”特征,涨落潮中潮期均出现流速峰值;盐沼(植物生长期)一侧流速过程具有“单峰型”特点,涨潮初出现流速峰值,落潮阶段流速没有明显回升。光滩和盐沼地区潮流不对称性皆表现为涨潮优势,这种优势由光滩向盐沼上部不断递增,潮沼植物和地形变化是加强盐沼区涨潮优势的主要原因。流速变化过程的差异和潮流不对称性使盐沼区域发生稳定的泥沙淤积,而盐沼前缘光滩则会出现较频繁的冲淤变化,平静天气条件下,它们是控制崇明东滩泥沙输移和潮滩动力地貌过程的动力基础。

参考文献(References):

- [1] Hou Lijun, Liu Min, Xu Shiyuan, et al. Advances in the study on nitrogen biogeochemistry in tidal flat ecosystem [J]. *Advances in Earth Science*, 2004, 19(5): 774-781. [侯立军, 刘敏, 许世远, 等. 潮滩生态系统中生源要素氮的生物地球化学过程研究综述 [J]. *地球科学进展*, 2004, 19(5): 774-781.]
- [2] Wang Yonghong, Zhang Jing, Shen Huanting. Review of accumulation features study of heavy metal in sediment of tidal flat [J]. *Advances in Earth Science*, 2002, 17(1): 69-77. [王永红, 张经, 沈焕庭. 潮滩沉积物重金属累积特征研究进展 [J]. *地球科学进展*, 2002, 17(1): 69-77.]
- [3] Le Hir P. Characterization of intertidal flat hydrodynamics [J]. *Continental Shelf Research* 2000, 20(12/13): 1433-1459.
- [4] Green M O, Black K P, Amos C L. Control of estuarine sediment dynamics by interactions between currents and waves at several scales [J]. *Marine Geology* 1997, 144: 97-116.
- [5] Dyer K R, Christie M C, Feates N, et al. An investigation into processes influencing the morphodynamics of an intertidal mudflat, the Dollard Estuary, The Netherlands: I. Hydrodynamics and suspended sediment [J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 2000, 50(5): 607-625.
- [6] Bassoullet, Le Hir P, Gouleau D, et al. Sediment transport over an intertidal mudflat: field investigations and estimation of fluxes within the "Baie de Marennes-Olerona" (France) [J]. *Continental Shelf Research* 2000, (20): 1635-1653.
- [7] Xu Shiyuan, Shao Xusheng, Yan Qinshang. The series studies of storm deposition in the Yangtze river delta [J]. *Science in China (Series B)* 1989, (7): 767-773. [许世远, 邵虚生, 严钦尚. 长江三角洲风暴沉积系列研究 [J]. *中国科学: B 辑*, 1989, (7): 767-773.]
- [8] Xu Yuan, Wang Baocan, Zhang Keqi. On flood surge over muddy tidal flat along the Shanghai coast and its mechanism [J]. *Geo-*

- graphical Research 1994, 13(3): 60-68. [徐元, 王宝灿, 章可奇. 上海淤泥质潮滩潮锋作用及其形成机制初步探讨 [J]. 地理研究 1994, 13(3): 60-68.]
- [9] Xu Yuan, Wang Baocan. The mechanism and significance of flood surge along muddy tidal flat [J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica* 1998, 29(2): 148-155. [徐元, 王宝灿. 淤泥质潮滩潮锋的形成机制及其作用 [J]. 海洋与湖沼 1998, 29(2): 148-155.]
- [10] He baogen, Wang Chu, Zhou Naisheng, et al. Study on relationship between sediment and velocity in the shallow water area of intertidal flats in the Yangtze Estuary [J]. *Journal of Sediment Research* 2004, (5): 56-61. [贺宝根, 王初, 周乃晟等. 长江口潮滩浅水区域流速与含沙量的关系初析 [J]. 泥沙研究 2004, (5): 56-61.]
- [11] Shi Zhong, Chen Jiyu. Erosion, deposition and sediment dynamics on salt marshes [J]. *Acta Geographica Sinica* 1995, 50(6): 562-567. [时钟, 陈吉余. 盐沼的侵蚀、堆积和沉积动力 [J]. 地理学报 1995, 50(6): 562-567.]
- [12] Shi Zhong. A flume study on mean velocity profiles of flow in a coastal salt marsh canopy [J]. *Ocean Engineering* 2001, 19(3): 51-59. [时钟. 海岸盐沼冠层水流平均流速分布的实验研究 [J]. 海洋工程 2001, 19(3): 51-59.]
- [13] Yang Shilun, Shi Zhong, Zhao Qingying. Shi Zhong. Influence of tidal marsh vegetations on hydrodynamics and sedimentation in the Changjiang Estuary [J]. *Acta Oceanologica Sinica* 2001, 23(4): 75-80. [杨世伦, 时钟, 赵庆英. 长江口潮沼植物对动力沉积过程的影响 [J]. 海洋学报 2001, 23(4): 75-80.]
- [14] Li Jiufa, Dai Zhijun, Ying Ming, et al. Analysis on the development and evolution of tidal flats and reclamation of land resource along shore of Shanghai city [J]. *Journal of Natural Resources* 2007, 22(3): 361-371. [李九发, 戴志军, 应铭, 等. 上海市沿海滩涂土地资源圈围与潮滩发育演变分析 [J]. 自然资源学报 2007, 22(3): 361-371.]
- [15] Shi Zhong, Pye K, Chen Jiyu. Progress in physical processes on mudflat salt marsh: An overview [J]. *Advances in Earth Science* 1995, 10(1): 19-30. [时钟, Pye K, 陈吉余. 潮滩盐沼物理过程的研究进展综述 [J]. 地球科学进展 1995, 10(1): 19-30.]
- [16] Shi Zhong, Chen Jiyu, Yu Zhiying. Sedimentation on the intertidal mudflat in China: An overview [J]. *Advances in Earth Science* 1996, 11(6): 555-562. [时钟, 陈吉余, 虞志英. 中国淤泥质潮滩沉积研究的进展 [J]. 地球科学进展 1996, 11(6): 555-562.]
- [17] Chen X, Zhong Y. Coastal erosion along the Changjiang deltaic shoreline, China: History and prospective [J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 1998, (46): 733-742.
- [18] Chen X Q, Zhang E F, Mu H Q, Zong Y. A preliminary analysis of human impacts on sediment discharges from the Yangtze, China, into the Sea [J]. *Journal of Coastal Research* 2005, 21(3): 515-521.
- [19] Yang Shilun, Yao Yanming, He Songlin. Coastal profile shape and erosion-accretion changes of the sediment islands in the changjiang river estuary [J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica* 1999, 30(6): 764-769. [杨世伦, 姚炎明, 贺松林. 长江口冲积岛岸滩剖面形态和冲淤规律 [J]. 海洋与湖沼 1999, 30(6): 764-769.]
- [20] Hui Yujia. Analysis of vertical distributions of velocity and sediment concentration in the Yangtze River and the Yellow River [J]. *Journal of Hydraulic Engineering* 1996, (2): 11-17. [惠遇甲. 长江黄河垂线流速和含沙量分布规律 [J]. 水利学报 1996, (2): 11-17.]
- [21] Ridderinkhof H, van der Ham R, van der Lee W. Temporal variations in concentration and transport of suspended sediments in a channel-flats system in the Ems-Dollard estuary [J]. *Continental Shelf Research* 2000, 20(12/13): 1479-1493.
- [22] Yang Shilun, Li Peng, Gao Ang, et al. Observation of hydrographic and sedimentary processes over an intertidal flat based on ADP-XR and OBS-3A [J]. *Acta Oceanologica Sinica* 2006, 28(5): 56-63. [杨世伦, 李鹏, 郜昂, 等. 基于 ADP-XR 和 OBS-3A 的潮滩水文泥沙过程研究——以胶州湾北部红岛潮滩为例 [J]. 海洋学报 2006, 28(5): 56-63.]
- [23] Li Hua, Yang Shilun. A Review of influences of salt marsh vegetation on physical processes in intertidal wetlands [J]. *Advances in Earth Science* 2007, 22(6): 583-591. [李华, 杨世伦. 潮间带盐沼植物对海岸沉积动力过程影响的研究进展 [J]. 地球科学进展 2007, 22(6): 583-591.]
- [24] Shi Zhong, Yang Shilun, Miao Xin. Coastal salt marsh sediment processes: A field experimental study [J]. *Journal of Sediment Research* 1998, (4): 28-35. [时钟, 杨世伦, 缪莘. 海岸盐沼泥沙过程现场实验研究 [J]. 泥沙研究 1998, (4): 28-35.]
- [25] Allen, J R L. Morphodynamics of Holocene salt marshes: A review sketch from the Atlantic and Southern North Sea coasts of Europe [J]. *Quaternary Science Reviews* 2000, 19: 1155-1231.
- [26] Neumeier U. Velocity and turbulence variations at the edge of salt marshes [J]. *Continental Shelf Research* 2007, 27: 1046-1059.

An Investigation of Water Depth and Current Velocity Process in Periodic Inundation Area of East Chongming Tidal Flat, Yangtze Estuary

HE Baogen^{1,2}, WANG Chu^{2,3}, ZHOU Naisheng³, XU Shiyuan³

(1. Department of Geography, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China;
2. State Key Laboratory of Estuarine and Coastal Research, East China Normal University, Shanghai 200062, China; 3. Department of Geography, College of Resource and Environmental Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: Water depth and current velocity, as the fundamental constituents of hydrodynamics, played an important role in sediment advection, deposition and resuspension on the intertidal flats. A field measurement of water depth, current velocity and flow direction was carried out on the East Chongming tidal flat in the Yangtze Estuary, between April 2002 and January 2003. Measurements of current velocity during semi-diurnal tidal cycles showed different shapes of the time series of velocity between salt marsh and adjacent mudflat. On the mudflat, in general, the current velocity reached peak value during the flood and ebb phase in single tidal cycle. However, on the salt marsh, peak current velocity values only appeared during the flood phase, except when marsh vegetation wilting. At the measurement sites, time-velocity asymmetry was significant. A duration period during flood phase was shorter than ebb phase. Current velocity during flood phase, in contrast, was larger than ebb phase. The results indicated flood current dominant in the research area. Marsh vegetation and topography, which reduced ebb currents, enhanced flood current dominance on the salt marsh. As a result, there was stable accumulation on the salt marsh, compared to frequent alternation of erosion and accretion in adjacent mudflat. Overall, under calm weather condition, tidal current process and asymmetry were basic dynamic controls of sediment transport and morphodynamics process on the East Chongming tidal flat.

Key words: Tidal flat; Water depth; Current velocity; East Chongming tidal flat.

檠

《地球科学进展》2007年特刊征订启事

2007年11月《地球科学进展》为中国气象局兰州干旱气象研究所出版“西北农作物对气候变化的响应及评价方法”特刊一辑,全辑发文39篇,共计50万字,11月为甘肃省气象局出版“第二届干旱气候变化与可持续发展国际学术讨论会”特刊一辑,全辑发文37篇,共计51万字,现编辑部有少量余刊,需要者请与编辑部联系购买。两册共计100元(含邮费)。

联系电话:0931-4968256

联系人:侯春梅 迟秀丽