

通州湾规划港区对台风暴潮的冲淤响应研究

罗广胜, 潘毅, 李琳

Response of the erosion and siltation in the planning port area in the Tongzhou Bay to storm surges induced by typhoons

LUO Guangsheng, PAN Yi, LI Lin

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12170/20200805001>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

长江口登陆台风增水数值模拟

Numerical simulation on surge due to landfall of typhoon in the Yangtze Estuary: Ampil (No. 1810) as an example
水利水运工程学报. 2021(1): 70 <https://doi.org/10.12170/20200525002>

潮汐河口闸下风暴潮特征模拟

Numerical simulation of storm surge characteristics in downstream of tide sluice located at tidal estuary
水利水运工程学报. 2018(2): 1 <https://doi.org/10.16198/j.cnki.1009-640X.2018.02.001>

库区滑坡涌浪三维数值模拟分析

Three-dimensional numerical simulation analysis of landslide surge in reservoir area
水利水运工程学报. 2020(6): 64 <https://doi.org/10.12170/20191125002>

钱塘江涌潮对风场响应的三维数值研究

Three-dimensional numerical study on the Qiantang River tidal bore under winds
水利水运工程学报. 2019(6): 77 <https://doi.org/10.16198/j.cnki.1009-640X.2019.06.009>

江苏沿海潮流数值模拟与潮流能估算

Numerical simulation of tidal current and estimation of tidal current energy in Jiangsu coast
水利水运工程学报. 2017(1): 111 <https://doi.org/10.16198/j.cnki.1009-640X.2017.01.015>

高水头船闸第二分流口自分流体型水力特性研究

Numerical study of hydraulic characteristics of self-difffluence structure in second diversion port of high-head lock
水利水运工程学报. 2017(6): 1 <https://doi.org/10.16198/j.cnki.1009-640X.2017.06.001>



扫码进入官网，阅读更多精彩文章

关注微信公众号，获得更多资讯信息

DOI:10.12170/20200805001

罗广胜, 潘毅, 李琳. 通州湾规划港区对台风暴潮的冲淤响应研究 [J]. 水利水运工程学报, 2021(4): 114-121. (LUO Guangsheng, PAN Yi, LI Lin. Response of the erosion and siltation in the planning port area in the Tongzhou Bay to storm surges induced by typhoons[J]. Hydro-Science and Engineering, 2021(4): 114-121. (in Chinese))

通州湾规划港区对台风暴潮的冲淤响应研究

罗广胜¹, 潘毅¹, 李琳²

(1. 河海大学 港口海岸与近海工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 田纳西州立大学 土木建筑系, 田纳西 纳什维尔 37209)

摘要: 基于 ADCIRC+SWAN 模式和 Delft3D+SWAN 模式建立双层嵌套的通州湾及周边海域的水沙动力数学模型。根据路径特征将影响通州湾的所有台风分为 5 类, 选取每类的代表性台风驱动模型, 模拟不同类型台风期间通州湾规划港区及周边水道沙洲系统的泥沙冲淤情况, 剖析水道沙洲系统对台风暴潮的响应。结果表明: 台风造成的通州湾规划港区及周边水道沙洲冲淤变化总体不大, 在 ± 0.40 m 以内; 北侧掠过型和东侧掠过型台风引起的海域冲淤相对较大; 从空间分布上看, 三港池口门附近及口外航道内容易淤积, 腰沙、冷家沙浅滩区容易侵蚀。风暴期间港区北部冷家沙外侧水道出现严重淤积, 原冷家沙浅滩区出现显著侵蚀, 虽然一场风暴过程的冲淤量不足以影响港口运营及通航, 但需注意长期时间尺度上对总体冲淤趋势的影响。

关键词: 通州湾; 规划港区; 台风暴潮; 数值模拟; 冲淤

中图分类号: TV148

文献标志码: A

文章编号: 1009-640X(2021)04-0114-08

通州湾海域位于江苏沿海辐射沙洲区南缘, 受岸外辐射状潮流场影响^[1], 海域内沙洲、水道相间分布, 形成了滩槽相间的动力地貌结构, 为港区开发提供了良好的深水岸线和后备土地资源依托^[2]。2016 年后, 港区进入实质开发阶段, 借助海域内腰沙、冷家沙两处浅滩沙脊进行围填, 同时对小庙洪及三沙洪水道进行航道疏浚, 已经成为通州湾建成深水港的理想方案^[3]。然而, 正是因为地形和水沙条件复杂, 在建港时更应考虑不同动力条件下水道沙洲系统的稳定性和航道回淤问题。

关于通州湾港区滩槽稳定性及泥沙冲淤研究, 通过分析港区海岸演变背景、近期冲淤动态和动力泥沙环境, 得出三沙洪和小庙洪水道深槽长期稳定性较好, 可作为良好的深水航道资源的结论^[4]; 通州湾海域港口建设的自然条件特征分析表明通州湾海域滩槽表现出一定的向南偏转态势^[5-6]; 小庙洪至网仓洪水道及其周边水道沙洲的地形地貌特征与其演变、动力泥沙环境特征的分析表明, 网仓洪水道具有开发深水航道的前景^[7]; 也有学者从多因子协同作用的角度研究了通州湾海域“两沙三槽”系统稳定性等, 指出其稳定性良好^[8]。总之, 前人大多关注通州湾海域水道沙洲系统的中长期塑造, 而对台风期间产生的大浪和风暴潮等动力过程对滩槽格局的短历时影响研究较少。

针对台风暴潮对通州湾规划港区及周边水道沙洲系统空间格局的影响, 首先分析历史上影响该海域的所有台风, 根据路径特征进行分类, 选取每类具有代表性的一场典型台风作为代表; 然后建立双层嵌套数学模型, 在验证良好的基础上, 计算各类典型台风影响下的泥沙冲淤情况, 分析通州湾规划港区及周边海域对台风暴潮的冲淤响应。

收稿日期: 2020-08-05

基金项目: 江苏省交通运输科技项目(2017ZX01); 江苏省海洋科技创新专项项目(HY2019-1)

作者简介: 罗广胜(1998—), 男, 湖南衡阳人, 硕士研究生, 主要从事海岸水动力研究。E-mail: hhulgsl@163.com

通信作者: 潘毅(E-mail: panyi@hhu.edu.cn)

1 研究区域及台风特征分析

1.1 研究区域概况

通州湾海域地处江苏南通东部沿海、长江入海口北翼,包括腰沙、冷家沙、三沙洪水道、小庙洪水道等地貌单元(图1)。其中,腰沙和冷家沙是辐射沙洲区南端低潮出露面积最大的两个连岸沙洲,呈半岛状自西向东分布;腰沙将南侧小庙洪水道与北侧的网仓洪、三沙洪深槽隔离,形成两个相对独立的水沙系统^[9]。

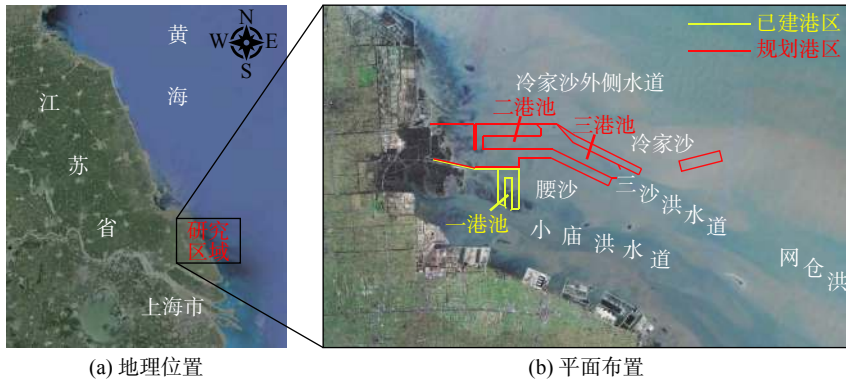


图1 研究区域地理位置及平面布置

Fig. 1 Location and layout of the study area

研究海域水体的含沙量不大,大、中、小潮平均含沙量分别为 0.33 、 0.28 和 0.10 kg/m^3 ,悬沙平均中值粒径约 0.02 mm ;底质中值粒径小庙洪水道深槽区为 0.007 mm ,腰沙冷家沙沙洲区一般大于 0.1 mm ^[10],网仓洪-三沙洪水道区悬沙中值粒径为 $0.007\sim 0.011 \text{ mm}$ ^[7]。

1.2 台风分类

在 1945—2019 年间影响东中国海的所有台风中,统计分析了 57 个影响研究海域的台风路径特征,将其分为 5 类。第 1 类:东侧掠过型,从通州湾东侧掠过,它的起始位置在南海北部和菲律宾以东海域,半数影响本海域的台风为这种类型;第 2 类:西侧掠过型,从通州湾西侧掠过后进入黄海海域转向西北偏北,转向后维持时间较短即停止;第 3 类:南侧掠过型,从通州湾南侧掠过,影响范围为东海海域,其路径一般较曲折,在长江口附近登陆;第 4 类:北侧掠过型,从通州湾东北侧掠过,影响范围为黄海海域,路径通常较顺直,向西北偏西方向移动,登陆江苏或山东沿海;第 5 类:直接穿过型,直接经过通州湾及其附近地区,多数由正南至正北方向穿过通州湾海域。

2 数学模型建立及验证

2.1 模型介绍

近年来,ADCIRC+SWAN 模式广泛应用于风暴潮模拟和预测^[11-12],Delft3D+SWAN 模式则适用于河口海岸水沙运动和冲淤变化的模拟^[13]。为研究台风暴条件下通州湾港区及周边海域的冲淤演变特征,首先基于 ADCIRC+SWAN 模式建立覆盖整个东中国海的风暴潮-波浪耦合模型(大模型);然后基于 Delft3D+SWAN 模式建立包含研究区域的水沙-地貌动力模型(小模型),台风风场采用 Holland 风场和 ERA5 再分析数据组合而成的混合风场^[14-15]。采用大小模型双重嵌套(图2)的方式进行数值模拟,大模型开边界由 10 个主要分潮的调和常数计算,数值取自 TPXO 7.2 数据库,大模型的范围足够大使得风暴潮能得到充分成长;小模型进行局部二维水沙地貌数值模拟,开边界的潮位边界由大模型计算得到,含沙量边界采用零梯度边界。大模型采用无结构三角网格进行离散,网格经纬度跨度为 $118^\circ\text{E}\sim 129^\circ\text{E}$, $25^\circ\text{N}\sim 41^\circ\text{N}$,总网格数

43 549 个, 网格尺寸为 2 000~20 000 m; 小模型采用曲线正交网格离散, 网格经纬度跨度为 121°16'E~122°46'E, 31°44'N~32°59'N, 总网格数为 283×203, 水平空间网格长为 200~1 300 m。

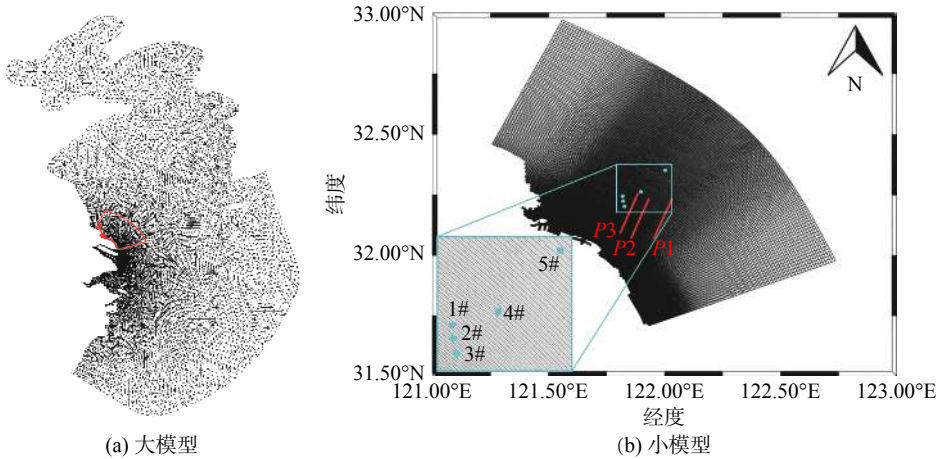


图2 计算域网格

Fig. 2 Computational meshes

小模型中, 垂向和水平向紊动黏性系数分别取 $1.0 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ 和 $20 \text{ m}^2/\text{s}$; 底部摩阻系数采用曼宁系数, 取 0.02; 泥沙沉速采用公式 $\omega = \omega_0 F D$ 计算, ω_0 为单颗粒泥沙的沉降速度, F 为絮凝因子, D 为衰减系数, 取 $4 \times 10^{-4} \text{ m/s}$; 临界淤积切应力取 0.8 N/m^2 , 临界冲刷切应力取 0.25 N/m^2 。以上参数均在合理范围内根据模拟结果和现场数据调试得到。

2.2 模型验证

2.2.1 水位、流速流向、含沙量验证 水位验证采用 2019 年 1#~3#测站逐时潮位数据, 流速、流向、含沙量验证采用 1#~5#测站大小潮数据, 各测站位置如图 2(b) 所示。使用纳什效率系数(E)定量评估模型表现^[16]:

$$E = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (X_{\text{obs}} - X_{\text{mod}})^2}{\sum_{i=1}^N (X_{\text{obs}} - \overline{X_{\text{obs}}})^2} \quad (1)$$

式中: X_{obs} 为实测值; X_{mod} 为模拟值; $\overline{X_{\text{obs}}}$ 为实测值的平均值。当 $0.65 < E \leq 1.00$ 时, 表明模型可信度非常高; 当 $0.50 \leq E \leq 0.65$ 时, 表明模型可信度高; 当 $0.20 \leq E < 0.50$ 时, 表明模型可信; 当 $E < 0.20$ 时, 表明模型不可信^[16]。

水位模拟值与实测值吻合较好, 各验证测站计算所得 E 的均值达到 0.90; 流速、流向模拟值与实测值大小及过程吻合较好, 各验证测站计算所得 E 的均值分别为 0.67 和 0.95。以上结果表明, 该模型能较好地模拟研究区域内水沙运动过程。验证结果见图 3~5。

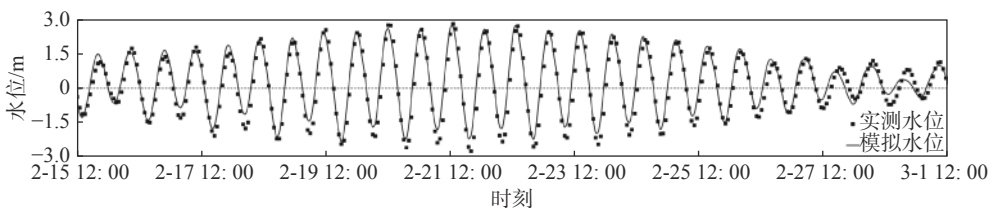


图3 水位验证 (3#)

Fig. 3 Verification of the tidal level (3#)

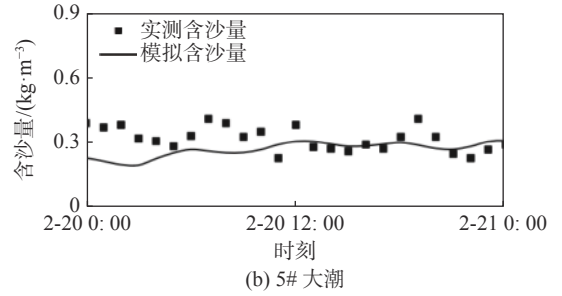
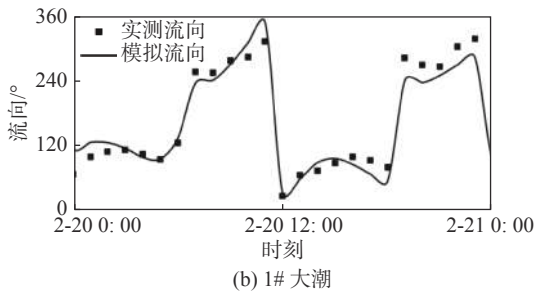
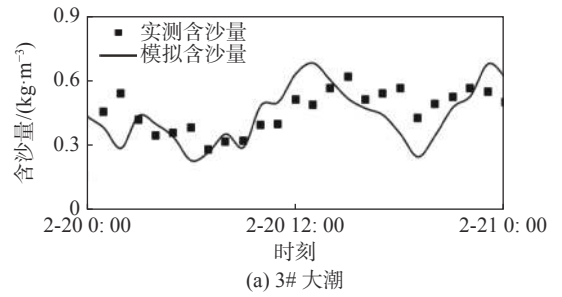
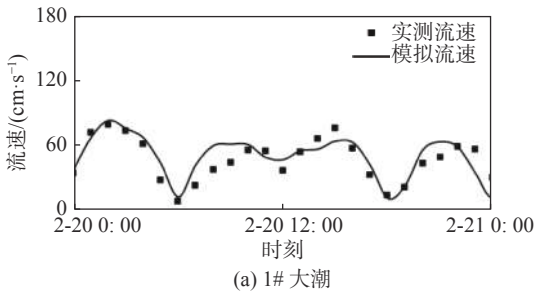


图 4 流速、流向验证

图 5 含沙量验证

Fig. 4 Verification of the flow velocity and direction

Fig. 5 Verification of the sediment concentration

2.2.2 台风暴冲淤验证 剖面冲淤率定资料采用 1909 号台风“利奇马”过后 P1、P2、P3 断面的实测水深变化资料, 断面位置见图 2(b)。模拟台风作用时间从 2019 年 8 月 4 日 14:00 至 8 月 13 日 11:00。计算所得台风过后海床各剖面的地形冲淤变化值与实测结果拟合良好(图 6), 表明小模型能较好地模拟台风暴条件下研究区域内的冲淤演变。

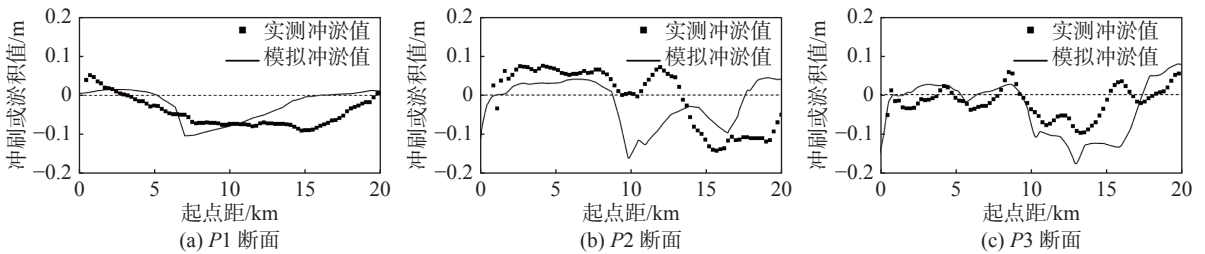


图 6 台风“利奇马”过后的剖面冲淤变化验证

Fig. 6 Verification of the erosion and siltation along the profiles after the typhoon Lekima

3 通州湾规划港区及周边水道沙洲系统冲淤演变特征

在影响研究区域的 5 类台风中, 每一类选取过境时距研究区域尽可能近的典型场次——东侧掠过型 1509 号、西侧掠过型 1614 号、南侧掠过型 1810 号、北侧掠过型 9415 号及直接穿过型 1416 号共 5 场台风(图 7)进行模拟计算。

图 8(a)~(e) 给出了研究海域在 5 类台风过境后的短历时冲淤分布情况(正值表示淤积, 负值表示冲刷), 图 8(f) 为无风条件下 15 d 典型大小潮过程冲淤的计算结果。事实上每场台风的计算时长为 6 或 8 d, 但在计算常规动力条件时, 为了不失一般性, 选取半个月的潮汐过程进行模拟作为对比, 包括从小潮到大潮的过程。由图 8(a)~(e) 与图 8(f) 比较易知, 常规风暴潮对研究海域滩槽的短历时冲淤影响较小, 与风暴冲淤相比可忽略不计。图 9 总结了台风后规划港区及周边海域冲淤变化较大的区域位置, 台风过后沙脊浅滩产生冲刷, 水道深槽出现淤积, 港区仅在口门附近有淤积。冲刷较大的区域集中在腰沙附近三港池南侧码头外部浅滩(区域 1)及主港区与离岸港区之间的冷家沙高滩(区域 2), 冲深基本在 0.10 m 以上, 局部挑流区冲刷更

剧烈,最大达 0.35 m;淤积明显的区域主要位于三港池口门附近和口外三沙洪-网仓洪航道(区域 3),在 1509 号、9415 号台风影响下,淤积厚度普遍在 0.15 m 以上。此外,需要注意的是港区北部冷家沙外侧水道(区域 4),由于该处近岸泥沙来源丰富,且涨落潮流向与水道一致,台风暴情况下极易骤淤,建港后需要关注常规动力及风暴作用下该水道淤积情况。较规划港区而言,一港池(已建)及航道冲淤变化相对较小,且非本文的研究重点,此处不再予以讨论。

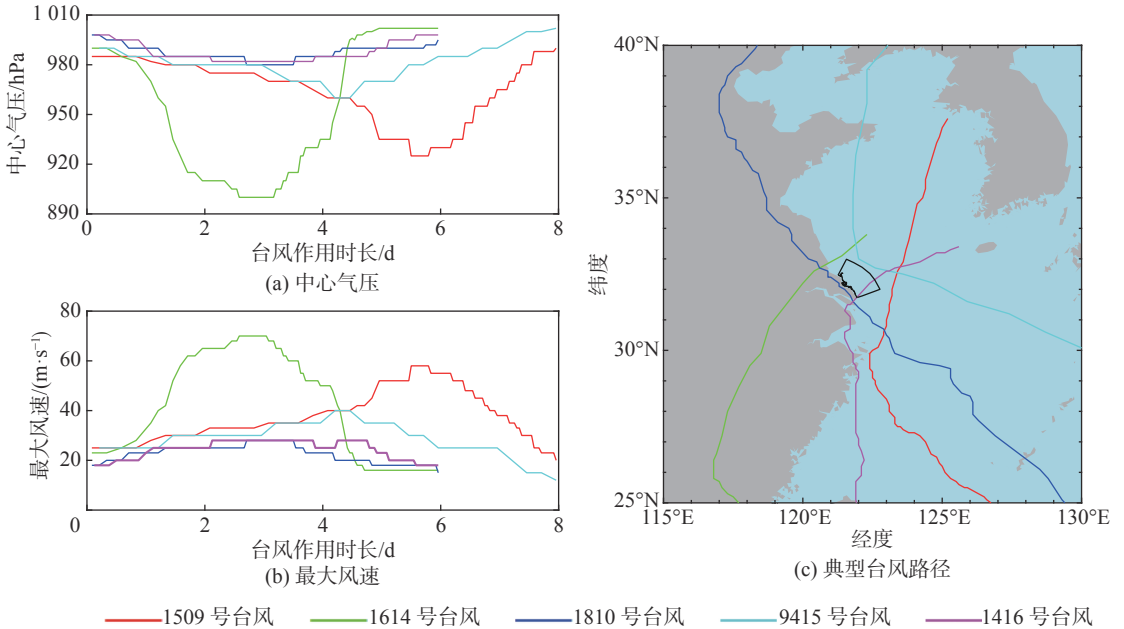


图 7 5 类台风的强度及路径信息

Fig. 7 Intensities and tracks of the five typical typhoons

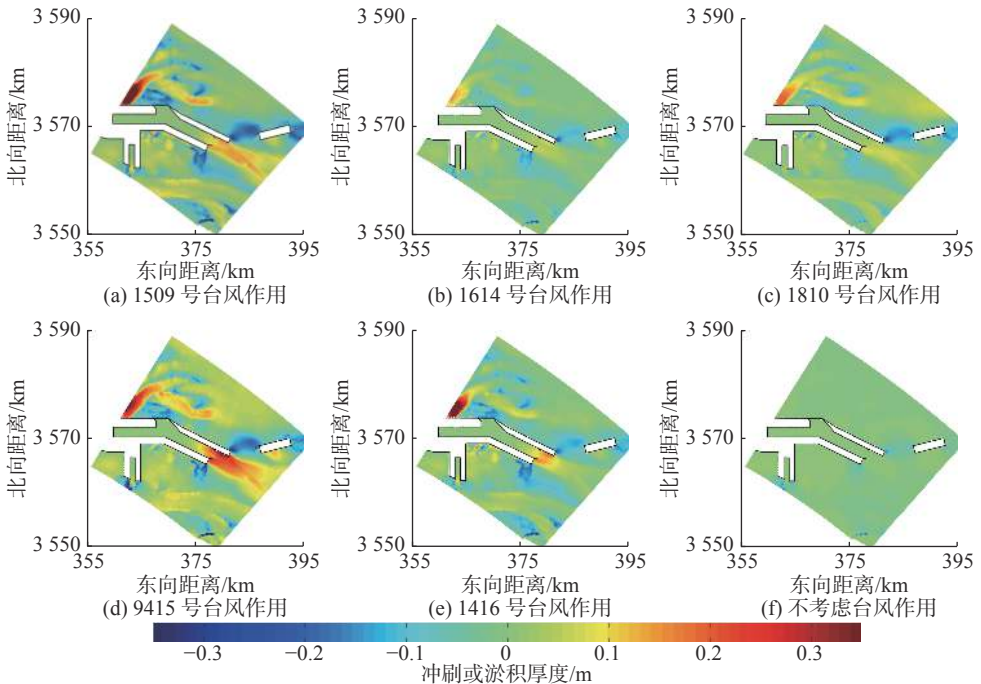


图 8 典型台风影响下泥沙冲刷淤积厚度分布

Fig. 8 Distribution of thickness of sediment erosion and siltation after the typical typhoons

为了更直观分析典型台风过后规划港区及周边海域的冲淤情况, 以二、三港池和口外三沙洪水道为选定区域(黄色线条闭合区域)分别计算 5 场典型台风后该区域内的泥沙淤积总量, 并统计区域 1~3 的局部最大冲淤幅度, 结果见表 1。

分析可知, 9415 号(北侧掠过型)和 1509 号(东侧掠过型)台风过境期间, 冷家沙浅滩水域(区域 2)潮位较低且流速增大, 流向自北向南, 束流作用导致掀起的泥沙大量输移并落淤到深槽航道内, 选定区域内泥沙淤积量比其他情况大得多; 1416 号(直接穿过型)台风过境主要掀起腰沙浅滩(区域 1)泥沙并向北输运落淤至航道, 在口门附近淤积大, 口外稍远处深槽区淤积较小, 选定区域内泥沙淤积量较前两者小一些; 1614 号(西侧掠过型)、1810 号(南侧掠过型)台风过后泥沙淤积总量不大。

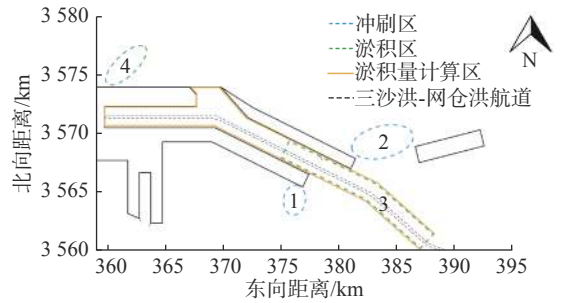


图 9 典型台风过后出现明显冲淤变化的区域

Fig. 9 Areas with obvious changes in erosion and sedimentation after the typical typhoons

表 1 台风后选定区域内泥沙淤积量及局部最大冲淤幅度对比

Tab. 1 Comparison of the sedimentation volume and the maximum erosion and siltation range within the selected area after the typical typhoons

典型台风及类型	淤积总量/万 m^3	局部最大淤积厚度/m	局部最大冲刷厚度/m
1509号台风(东侧掠过型)	222.7	0.17	0.34
1614号台风(西侧掠过型)	51.9	0.08	0.27
1810号台风(南侧掠过型)	92.9	0.08	0.33
9415号台风(北侧掠过型)	347.3	0.35	0.39
1416号台风(直接穿过型)	126.4	0.19	0.23

除 9415 号(北侧掠过型)台风影响外, 区域 3 的局部最大淤积厚度不算太大, 但均出现在三港口门防波堤外侧, 这是由于口外南、北两座防波堤对涨潮流携来的泥沙形成了有效阻挡, 故堤外淤积程度较航道内更大。此外, 区域 2 由于束流作用在某些台风来临时会造成较大冲刷, 如 9415 号(北侧掠过型)台风过后较大冲刷集中出现在三港池北侧码头向海端的前沿区域, 局部最大冲刷厚度达 0.39 m。虽然该数值不足以威胁工程安全, 且影响该海域的风暴潮发生频率不大, 短期看来对工程安全和海域冲淤格局影响不大; 但如果常规动力条件下该冲刷得不到有效恢复, 或难以达到冲刷平衡状态, 可能会改变原系统的空间格局, 应在未来研究中予以重视。但本文主要关注单场风暴冲淤过程, 故未进行进一步讨论。

4 结 语

(1) 台风过后, 通州湾港区及周边水道沙洲冲淤变化总体不大。在所有模拟情况中, 台风过后三港口门附近及航道内均呈淤积态势, 最大淤积出现在防波堤外侧, 不超过 0.35 m, 其余各处淤积厚度控制在 0.25 m 以内, 总体而言冲淤不大。

(2) 台风过后, 港区内部各港池冲淤变化相对较小, 出现较大冲淤主要集中在 4 个区域。一是三港池南侧码头外部腰沙浅滩区, 由于水深小, 深槽水流顺势冲上浅滩, 容易造成较大冲刷; 二是主港区 and 离岸港区之间的冷家沙浅滩水域, 由于束流作用, 台风暴和大浪经过时流速较大, 造成大的冲刷, 但以上两处冲刷区最大冲刷不超过 0.40 m。三是三港口门附近和口外三沙洪-网仓洪航道内, 在 1509 号、1614 号、1810 号、

9415号及1416号共5类典型台风过后最大淤积厚度分别为0.17、0.08、0.08、0.35和0.19 m,泥沙主要来自前述两处冲刷区;四是港区北部冷家沙外侧水道淤积严重,虽不会影响港口码头及通航,但从长久来看需作为建港的考虑因素。

(3)各类台风影响下,港区及周边水道沙洲冲淤情况基本类似,在三港池口门附近及口外容易淤积,在腰沙、冷家沙浅滩区容易侵蚀。在计算的5场不同的台风中,9415号(北侧掠过型)台风冲淤变化最大,但此类台风发生次数不多;1509号(东侧掠过型)台风冲淤变化也较大,且此类台风是经过该海域最常见的台风类型,需引起足够的重视。

参 考 文 献:

- [1] 俞亮亮,陈可锋,陆培东,等.海平面上升背景下辐射沙脊风暴潮增水研究[J].*水利水运工程学报*,2014(6):52-57.(YU Liangliang, CHEN Kefeng, LU Peidong, et al. A study of storm surge in radial sand ridges under sea level rising[J]. *Hydro-Science and Engineering*, 2014(6): 52-57. (in Chinese))
- [2] 朴正,吴永强.通州湾北部港区起步工程选址研究[J].*港工技术*,2020,57(增刊1):17-21.(PIAO Zheng, WU Yongqiang. The study on site selection of initial project of Tongzhou Bay northern port area[J]. *Port Engineering Technology*, 2020, 57(Suppl1): 17-21. (in Chinese))
- [3] 谢灵运,王勇,白玉川.通州湾建港工程对辐射沙洲海域潮流泥沙条件的影响[J].*港工技术*,2016,53(4):1-6.(XIE Lingyun, WANG Yong, BAI Yuchuan. Impact of Tongzhou Gulf port project on tidal current and sediment conditions of radial shoal area[J]. *Port Engineering Technology*, 2016, 53(4): 1-6. (in Chinese))
- [4] 南京水利科学研究院.南通港通州湾港区建港自然条件研究(专题一)——海岸稳定性与建港条件专题研究[R].南京:南京水利科学研究院,2011.(Nanjing Hydraulic Research Institute. Research on natural conditions of port building in Tongzhou Bay port area of Nantong Port(subject 1)—thematic study on coastal stability and port construction conditions[R]. Nanjing: Nanjing Hydraulic Research Institute, 2011. (in Chinese))
- [5] 南京水利科学研究院.南通港通州湾港区总体规划方案研究(专题一)——通州湾港区建港自然条件综合分析[R].南京:南京水利科学研究院,2013.(Nanjing Hydraulic Research Institute. Research on the master plan of Tongzhou Bay port area of Nantong Port(subject 1)—Comprehensive analysis of the natural conditions for port construction in Tongzhou Bay port area[R]. Nanjing: Nanjing Hydraulic Research Institute, 2013. (in Chinese))
- [6] 陈可锋,陆培东,喻国华.辐射沙脊小庙洪水道口门形态演变及其水动力机制研究[J].*中山大学学报(自然科学版)*,2012,51(2):101-106.(CHEN Kefeng, LU Peidong, YU Guohua. Hydrodynamic mechanism of morphology revolution of the Xiaomiaohong tidal channel in radial sand ridges, Jiangsu Province[J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 2012, 51(2): 101-106. (in Chinese))
- [7] 南京水利科学研究院.网仓洪航道开发自然条件研究[R].南京:南京水利科学研究院,2014.(Nanjing Hydraulic Research Institute. Research on natural conditions of Wangcanghong Channel development[R]. Nanjing: Nanjing Hydraulic Research Institute, 2014. (in Chinese))
- [8] 王昌保,王仙美,翟剑峰,等.江苏南黄海辐射沙脊群建港条件及关键技术[M].南京:河海大学出版社,2015.(WANG Changbao, WANG Xianmei, ZHAI Jianfeng, et al. Port construction conditions and key technologies of radiation sand ridges in the southern Yellow Sea, Jiangsu[M]. Nanjing: Hohai University Press, 2015. (in Chinese))
- [9] 纪为刚,付桂.南通通州湾港区水文泥沙特性分析[J].*中国水运*,2015,15(8):204-208.(JI Weigang, FU Gui. Analysis of hydrological and sediment characteristics in Tongzhou Bay port area of Nantong[J]. *China Water Transport*, 2015, 15(8): 204-208. (in Chinese))
- [10] 陆培东.江苏省如东县人工岛工程泥沙物理模型试验研究[R].南京:南京水利科学研究院,2003.(LU Peidong. Experimental study on sediment physical model of artificial island project in Rudong County, Jiangsu Province[R]. Nanjing: Nanjing Hydraulic Research Institute, 2003. (in Chinese))
- [11] DIETRICH J C, ZIJLEMA M, WESTERINK J J, et al. Modeling hurricane waves and storm surge using integrally-coupled, scalable computations[J]. *Coastal Engineering*, 2011, 58(1): 45-65.

- [12] CHEN Q, WANG H Q, WANG L X, et al. Predicting the impacts of tropical cyclones and sea-level rise on beach mouse habitat[J]. *Journal of Coastal Research*, 2014, 68(Suppl1): 12-19.
- [13] WL|Delft Hydraulics. Delft3D-WAVE: Simulation of short-crested waves with SWAN——user manual[M]. Delft: Deltares, 2018.
- [14] 杨万康, 尹宝树, 伊小飞, 等. 基于Holland风场的台风浪数值计算[J]. *水利水运工程学报*, 2017(4): 28-34. (YANG Wankang, YIN Baoshu, YI Xiaofei, et al. Numerical calculation and research of typhoon waves based on Holland wind field[J]. *Hydro-Science and Engineering*, 2017(4): 28-34. (in Chinese))
- [15] 王仙美, 翟剑峰, 东培华, 等. 基于台风参数模型的江苏海域风暴增减水研究[J]. *水利水运工程学报*, 2015(2): 61-66. (WANG Xianmei, ZHAI Jianfeng, DONG Peihua, et al. A study of storm surge in Jiangsu sea waters based on a typhoon parameter model[J]. *Hydro-Science and Engineering*, 2015(2): 61-66. (in Chinese))
- [16] ALLEN J J, SOMERFIELD P J, GILBERT F J. Quantifying uncertainty in high-resolution coupled hydrodynamic-ecosystem models[J]. *Journal of Marine Systems*, 2007, 64(1/4): 3-14.

Response of the erosion and siltation in the planning port area in the Tongzhou Bay to storm surges induced by typhoons

LUO Guangsheng¹, PAN Yi¹, LI Lin²

(1. *College of Harbor, Coastal and Offshore Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China*; 2. *Department of Civil & Architectural Engineering, Tennessee State University, Nashville 37209, USA*)

Abstract: A nested morphodynamic model of the Tongzhou Bay and its surrounding sea areas is set up with ADCIRC+SWAN and Delft3D+SWAN models. All Typhoons that affected the Tongzhou Bay during 1949 to 2019 are classified into five types according to the characteristics of their tracks, and for each type a typical typhoon is selected to drive the model. The morphodynamic changes of the study area induced by the typical typhoons are simulated, and the responses of channel-sand system in Tongzhou Bay and its surrounding sea areas to storm surges are analyzed. The results show that the thickness of sediment erosion and deposition in the planning port area during a typical typhoon process is generally small, within about ± 0.40 m. The erosion and sedimentation induced by the north-passing typhoon and the east-passing typhoon are relatively large. Generally, siltation usually occurs outside the entrance of the Basin 3 of the Tongzhou Bay port area, while erosion usually occurs in the Yaosha and Lengjiasha shoals. After a typhoon process, obvious siltation occurred in the outer channel of Lengjiasha in the north of the port area, and obvious erosion occurred in the original Lengjiasha shoal area. Although the amount of siltation/erosion induced by one storm process is not large enough to affect the port operation and navigation, attention should be paid to the impacts of such siltation/erosion in a long-term time scale.

Key words: Tongzhou Bay; planning port area; storm surge; numerical simulation; erosion and siltation