

莱州湾东岸三山岛—石虎嘴 近岸海域冲淤演变

尹砚军¹, 吴建政^{1,2}, 朱龙海^{1,2}, 胡日军^{1,2}, 岳娜娜³

(1 中国海洋大学海洋地球科学学院, 青岛 266100;

2 中国海洋大学海底科学与探测技术教育部重点实验室, 青岛 266100; 3 国家海洋局第一海洋研究所, 青岛 266061)

摘要:根据表层沉积物、3 期水深地形及 Landsat 卫星影像资料,对莱州湾东岸三山岛—石虎嘴近岸 8 m 等深线以浅海域表层沉积物分布、岸线变迁和冲淤变化特征进行了研究。结果表明:研究区表层沉积物为粉砂质砂、砂质粉砂、砂、含砾砂。海岸总体处于蚀退状态,三山岛—海北嘴海岸平均蚀退速率由 1995—2005 年的 2.5 m/a 减小为 2005—2015 年的 2 m/a,海北嘴—石虎嘴海岸平均蚀退速率由 1995—2005 年的 2.5 m/a 增大为 2005—2015 年的 3.5 m/a。2004—2015 年三山岛—海北嘴海域总体呈侵蚀状态,其中 2004—2007 年,海北嘴西南侧海湾内以淤积为主,海北嘴西侧 300~1 200 m 范围海域以侵蚀为主;受近岸工程建设的影响,2007—2015 年海北嘴西南侧海湾内由淤积变为侵蚀,海北嘴西侧 300~1 200 m 范围海域由侵蚀变为淤积。波浪是控制研究区冲淤演变的主导因素;海岸工程的建设等人类活动是影响研究区冲淤演变的重要因素。

关键词:莱州湾东岸;冲淤演变;影响因素

中图分类号:P736.21

文献标识码:A

DOI:10.16028/j.1009-2722.2016.09006

莱州湾东岸三山岛至石虎嘴近岸海域拥有优质砂质海岸。近十余年来,由于海岸工程建设、设施养殖、采挖海砂等人为因素影响,改变了研究区水动力条件,打破了原有海域的冲淤平衡状态,造成部分海域岸滩蚀退,严重影响了当地海洋经济的可持续发展。近年来,有关学者对莱州湾东岸沉积物特征^[1]、沉积动力与泥沙运移^[2,3]、海陆相互作用^[4-6]等方面做过相关研究,而关于冲淤特征的研究主要集中在莱州浅滩附近及石虎嘴以北海域^[7,8],对三山岛至石虎嘴岸段冲淤特征的研究相对较少。因此,笔者收集了表层沉积物、水深地形和卫星遥感影像资料,对莱州湾东岸三山岛至

石虎嘴近岸海域的冲淤演变进行研究,研究成果可为今后该海域海洋工程的建设、海岸带资源的开发利用、岸滩养护管理提供参考。

1 研究区概况

莱州湾东岸三山岛至石虎嘴近岸海域,位于胶东隆起及胶北台凸的西北翼,是典型的复式夷平海岸,陆域主要为侵蚀剥蚀低矮山丘、冲积海积平原^[9](图 1)。研究区潮流类型为不正规半日潮,潮流运动形式以往复流为主,大潮期表层、底层平均流速分别为 12.0~27.5、7.5~20.0 cm/s,小潮期表层、底层平均流速分别为 5.0~19.0、4.0~13.0 cm/s。根据三山岛波浪观测站统计资料,波浪以风浪为主,常浪向和强浪向均为 NNE, $H_{1\%}$ 波高为 3.9 m, $H_{1/10}$ 波高为 1.3 m。

收稿日期:2016-05-16

作者简介:尹砚军(1988—),男,在读硕士,主要从事海洋地质学方面的研究工作. E-mail:yyjqdhd@163.com

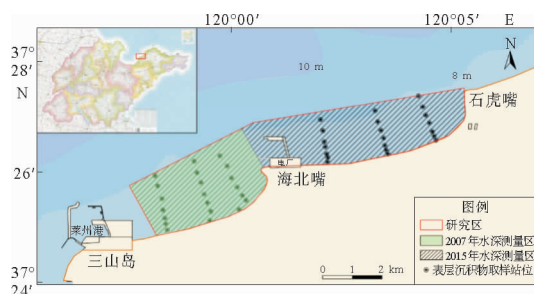


图1 研究区地理位置

Fig. 1 Map of study area and location of sections

2 资料与方法

2.1 表层沉积物

2015年3月,中国海洋大学在研究区表层沉积物中取样42个。表层沉积物粒度分析采用筛分法与吸液法相结合的形式,粒度划分采用Udden-Wentworth 粒度标准(以 Φ 单位表示),沉积物的分类和命名采用Folk法,中值粒径、分选系数等粒度参数采用McManus 矩法公式计算^[10,11]。

2.2 遥感影像

本文收集了1995年、2005年和2015年3期Landsat5/7/8 卫星遥感影像资料。对遥感影像进行了几何校正,采用ENVI软件将4、5、3三个波段合成假彩色图像。利用已有坐标信息和特有标志物进行配准处理,采用目视解译的方法进行岸线提取,研究区岸线由砂质岸线与人工岸线组成,砂质岸滩图像由于反射率较高表现为白亮区域,砂质岸线位置定于白亮区域的下限,人工岸线位置定于建筑物的外缘^[12,13]。岸线淤进取正,蚀退取负。

2.3 水深

2015年3月,中国海洋大学在研究区进行了6条断面的水深测量,同时,收集了附近海域2007年实测水深、2004年海图资料。水深基准统一采用当地理论深度基准面,利用Surfer 软件选定相同区域分别对2期水深数据进行插值,插值采用Natural Neighbor 法,然后分析2期水深的对比。

3 结果

3.1 表层沉积物特征

研究区表层沉积物为粉砂质砂、砂质粉砂、砂、含砾砂(图2)。其中,5 m 等深线以浅海域以粉砂质砂为主;5 m 等深线以深海域以砂质粉砂为主,海北嘴西北方向沉积物粒径偏粗,以砂、含砾砂为主。中值粒径介于 $-1.38 \Phi \sim 4.95 \Phi$ 之间,平均值为 2.44Φ ;其中,三山岛至海北嘴之间海域由岸向海中值粒径由粗变细再变粗;海北嘴至石虎嘴之间海域由岸向海中值粒径逐渐变细(图3)。分选系数介于 $0.65 \sim 1.96$ 之间,平均值为1.21,分选系数由岸向海逐渐变大,其中,海北嘴NW方向分选系数 <0.71 ,分选好(图4)。

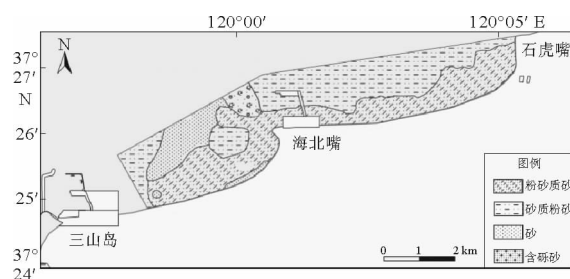
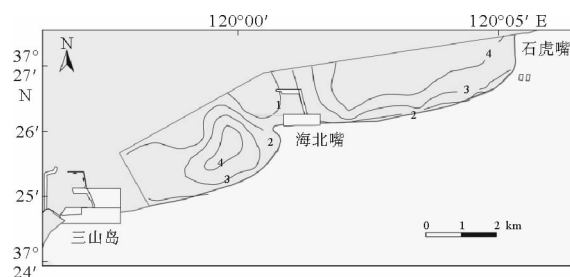


图2 表层沉积物类型分布

Fig. 2 Distribution map of the surface sediments

图3 中值粒径(Φ)等值线分布Fig. 3 The distribution of median sizes(Φ) of the surface sediments

3.2 岸线变迁

由于工程建设、海滩挖沙等人为因素影响,研究区海岸近20年处于蚀退状态,蚀退速率发生了较大的改变。

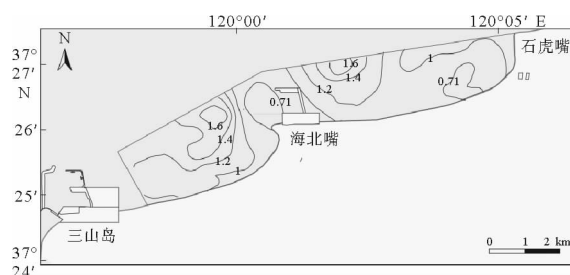


图 4 分选系数等值线分布

Fig. 4 The distribution of the sorting coefficient of the surface sediments

1995—2005 年,三山岛至海北嘴岸段(图 5a)以蚀退为主,蚀退速率介于 $0 \sim 3.5$ m/a 之间,平均蚀退速率约 2.5 m/a,其中,西南角约 700 m 长岸段处于淤进状态。2005—2015 年,该岸段受人工养殖、海岸工程建设等影响,蚀退速率有减小趋势,蚀退速率介于 $0 \sim 3.2$ m/a 之间,平均蚀退速率约 2.0 m/a。

1995—2005 年,海北嘴至石虎嘴岸段(图 5b)以蚀退为主,蚀退速率介于 $0 \sim 4.0$ m/a 之间,平均蚀退速率约 2.5 m/a,其中,该岸段西侧约 4 000 m 长岸线处于淤进状态。2005—2015 年,该岸线整体处于蚀退状态,最大蚀退距离达 50 m,蚀退速率介于 $2.0 \sim 5.0$ m/a 之间,平均约 3.5 m/a,较 1995—2005 年有增大的趋势。

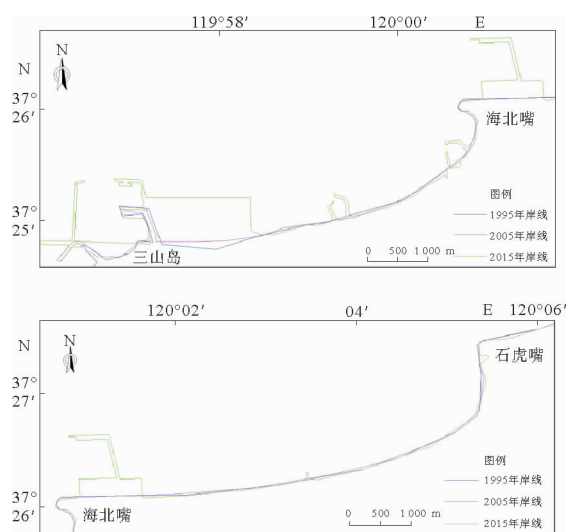


图 5 1995—2015 年三山岛至石虎嘴岸线变迁

Fig. 5 Changes in the shoreline from Sanshan island to Shihuzui (1995—2015)

3.3 水深地形变化

2004—2007 年,三山岛至海北嘴 8 m 等深线以浅海域总体以侵蚀为主,部分区域发生淤积,冲淤速率一般介于 $0 \sim 0.067$ m/a 之间。其中,该海域西南侧以淤积为主,3 年的淤积量 < 0.20 m;中部海域以侵蚀为主,3 年的侵蚀量在 $0.2 \sim 0.3$ m 之间。海北嘴西南侧海湾内发生淤积,部分区域淤积量在 0.2 m 以上,淤积速率 > 0.067 m/a;海北嘴西北侧 600~1 600 m 范围内发生淤积,淤积量介于 $0 \sim 0.20$ m 之间,淤积速率为 $0 \sim 0.067$ m/a(图 6)。

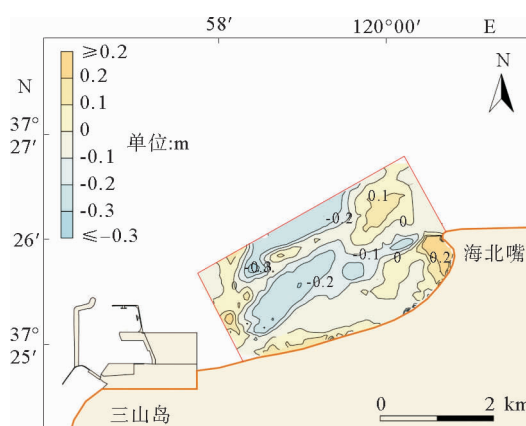


图 6 2004—2007 年三山岛至海北嘴冲淤变化

Fig. 6 Changes in erosion and deposition pattern from Sanshandao to Haibeizui (2004—2007)

2007—2015 年,三山岛至海北嘴 8 m 等深线以浅海域总体上仍以侵蚀为主,冲淤速率一般介于 $0 \sim 0.025$ m/a 之间。其中,紧靠海北嘴岬角海域、断面 1 东侧 $0 \sim 1\ 200$ m 范围的近岸海域,侵蚀量较大,最大侵蚀速率约 0.125 m/a;海北嘴岬角西侧 $300 \sim 1\ 200$ m 范围海域,断面 1 离岸 1 000 m 处的东西两侧海域发生淤积,淤积速率介于 $0 \sim 0.063$ m/a 之间。与 2004—2007 年冲淤变化图相比,研究区海北嘴附近海域淤蚀状况发生了较大变化,海北嘴西南侧海湾内由淤积变为侵蚀,海北嘴海岬西侧 $300 \sim 1\ 200$ m 范围海域由侵蚀变为淤积,这与海北嘴附近电厂建设密切相关,详见 4.2 节分析。

此外,本文利用 3 条实测水深断面(图 7),对

2007—2015年该海域冲淤的横向变化进行了研究(图8)。断面1自岸向海0~230 m距离上呈侵蚀状态,侵蚀量在0.2~0.5 m之间;230~530 m呈淤积状态,最大淤积量约0.8 m;530~700 m再次呈侵蚀状态,最大侵蚀量约0.9 m;900~1 800 m水深变化较小。断面2、断面3整体呈侵蚀状态,侵蚀量较小,一般<0.2 m。实测水深断面对比结果与图7所反映的冲淤状况一致。

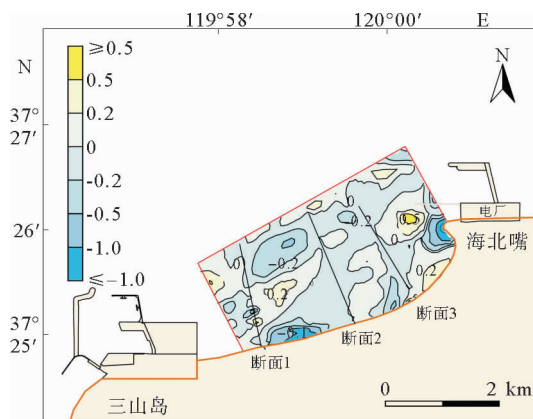


图7 2007—2015年三山岛至海北嘴海域冲淤变化
Fig. 7 Changes in erosion and deposition pattern from Sanshandao to Haibeizui (2007—2015)

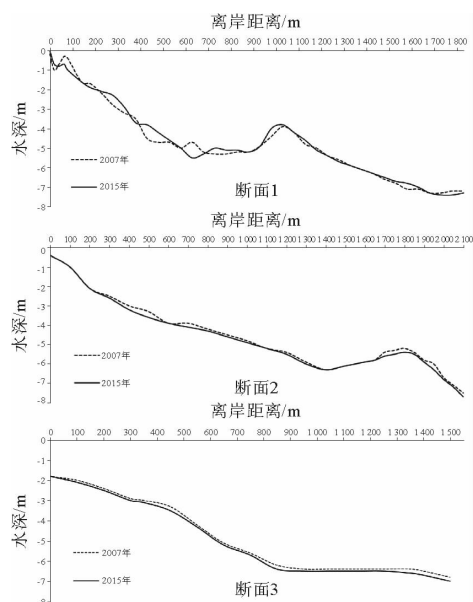


图8 2007—2015年三山岛至海北嘴海域冲淤断面
Fig. 8 Changes in erosion and deposition pattern of 3 profiles from Sanshandao to Haibeizui (2007—2015)

4 影响因素

4.1 波浪、潮流

通常,波浪、潮流是控制泥沙运移的主导因素,直接影响着研究海域的冲淤演变。本文采用窦国仁^[12]泥沙起动流速公式^[14],结合陈明波^[15]在莱州湾东侧海域所建立的潮流场数值模拟结果,对泥沙起动流速进行了计算,结果表明,在单纯潮流作用下研究区泥沙颗粒基本不能被起动。

根据美国海岸工程研究中心 CERC 公式进行的沿岸输沙率计算结果(图9,表1),各断面净输沙量介于 $(4.0 \sim 42.9) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ 之间,沿岸输沙方向总体为自 NE 向 SW 方向输沙。利用适用性较强的 Dean 方法判别了横向输沙的方向,结果表明,各断面在不同浪向作用下 $H_0/T\omega_{50} > 0.85$ (ω_{50} 为中值粒径 d_{50} 的颗粒沉速; H_0 、 T 分别为深水波高和周期),研究区横向输沙方向为离岸输沙。沿岸输沙率仅代表理想情况下泥沙通过断面的能力,不代表实际的泥沙输运量。横向离岸输沙是研究区海域总体呈侵蚀状态、海岸发生蚀退的重要原因之一。综上所述,波浪是影响研究区冲淤演变的一个重要因素,潮流影响有限。

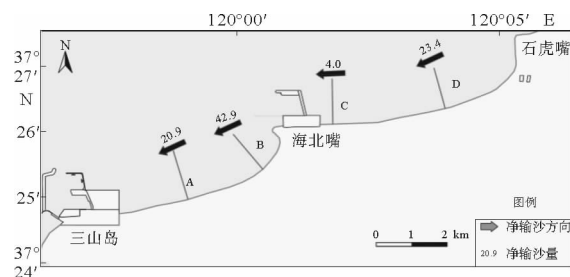


图9 沿岸输沙计算结果
Fig. 9 Alongshore sediment discharge of each profile

4.2 人为因素

近岸工程建设等人类活动可以改变局部海域的水动力条件,进而影响海域冲淤演变。2009年前后,海北嘴附近电厂建设的防波堤垂直岸线向海延伸约1 km,阻挡了NW、NNW向波浪的传

表 1 沿岸输沙量计算结果

Table 1 Alongshore sediment discharge of each profile $/(10^4 \text{ m}^3/\text{a})$

波向	N	NNE	NE	WNW	NW	NNW	总输沙量	净输沙量
剖面 A	12.4	21.7	4.6	-9.5	-7.1	-1.2	56.5	20.9
剖面 B	26.8	18.9	0.4	-6.9	0.6	3.1	56.2	42.9
剖面 C	1.7	16.5	5.1	-7.8	-8.4	-3.1	42.6	4.0
剖面 D	13.9	22.2	4.5	-9.6	-6.7	-0.9	57.7	23.4

播,泥沙缺少向东搬运的动力,导致向电厂东侧海岸输运的泥沙减少,故海北嘴至石虎嘴海岸蚀退速率具有增大的趋势。三山岛至海北嘴岸段,由于莱州港、海北嘴电厂、小型渔码头防波堤等工程同时阻挡了 NE、NNE、NW、NNW 向浪的传播,使该海域波浪条件减弱,故该段海岸蚀退速率具有减小的趋势。

此外,电厂建设前东北方向的沿岸输沙可以输运至海北嘴西南侧海湾内,湾内发生淤积,2004—2007 年淤积量在 0.2 m 以上;电厂建成后海北嘴西南侧海域内由淤积变为侵蚀,主要是因为防波堤、码头阻挡了东北方向的沿岸输沙,湾内缺少了泥沙来源,且在离岸输沙及沿岸输沙作用下,泥沙向湾外运移。海北嘴海岬西侧 300~1 200 m 范围海域由侵蚀变为淤积,与东北方向的沿岸输沙绕过防波堤后,随着水动力条件减弱在此海域落淤有关。

5 结论

(1)研究区表层沉积物为粉砂质砂、砂质粉砂、砂、含砾砂,中值粒径在 $-1.38 \Phi \sim 4.95 \Phi$ 之间,平均值为 2.44Φ ;分选系数在 0.65~1.96 之间,平均值为 1.21。

(2)由于工程建设影响,三山岛—海北嘴海岸平均蚀退速率由 1995—2005 年的 2.5 m/a 减小为 2005—2015 年的 2 m/a,海北嘴—石虎嘴海岸平均蚀退速率由 1995—2005 年的 2.5 m/a 增大为 2005—2015 年的 3.5 m/a。

(3)2004—2015 年三山岛—海北嘴 8 m 等深线以浅海域总体呈侵蚀状态,其中,2004—2007 年海北嘴西南侧海湾内以淤积为主,淤积量在 0.2 m 左右,海北嘴岬角西侧 300~1 200 m 范围海域处于侵蚀状态,侵蚀量在 0~0.20 之间;由于

受近岸工程建设的影响,2007—2015 年,海北嘴西南侧海湾内由淤积变为侵蚀,侵蚀量在 0~1.0 m 之间,海北嘴岬角西 300~1 200 m 海域由侵蚀变为淤积,淤积量在 0.50 m 左右。

(4)波浪是控制研究区冲淤演变的主导因素;海岸工程的建设等人类活动是影响研究区冲淤演变的重要因素。

参考文献:

- [1] 庄振业,陈卫民,许卫东,等. 山东半岛若干平直砂岸近期强烈蚀退及其后果[J]. 青岛海洋大学学报,1989,19(1):90-98.
- [2] 陈明波,吴建政,胡日军,等. 莱州浅滩表层沉积物的分布特征及影响因素[J]. 海洋地质前沿,2012,28(9):8-13.
- [3] 冯秀丽,董卫卫,庄振业,等. 莱州湾东岸沿岸输沙率及冲淤演化动态分析[J]. 中国海洋大学学报,2009,39(2):304-308.
- [4] 刘世昊,丰爱平,杜 军,等. 莱州湾东岸三山岛段砂质海岸沉积物运移动力机制[J]. 海洋科学进展,2014,32(3):343-354.
- [5] 杜国云,王 庆,王秋贤,等. 莱州湾东岸海岸带陆海相互作用研究进展[J]. 海洋科学,2007,31(3):66-71.
- [6] 李雪艳,王 庆,王红艳,等. 莱州湾东部潮上带土地利用对海岸蚀退的影响[J]. 海洋与湖沼,2015,46(6):1347-1357.
- [7] 董卫卫. 莱州湾东岸冲淤演变分析与防护[D]. 青岛:中国海洋大学,2008.
- [8] 赵 博. 莱州三山岛—刁龙嘴近岸海域冲淤特征及影响因素研究[D]. 中国海洋大学,2014.
- [9] 庄振业,鞠连军,冯秀丽,等. 山东莱州三山岛—刁龙嘴地区沙坝潟湖沉积和演化[J]. 海洋地质与第四纪地质,1994,14(4):43-52.
- [10] Wentworth C K. A scale of grade and class terms for clastic sediments[J]. Journal of Geology, 1922, 30(2): 377-392.
- [11] Folk R L, Ward W C. Brazos River bar a study in the significance of grain size parameters[J]. Journal of Sedimentary Petrology, 1957, 27(1): 3-26.
- [12] 窦国仁. 再论泥沙起动流速[J]. 泥沙研究, 1999, 28(6): 5-9.

- [13] 谢秀琴. 基于遥感图像的海岸线提取方法研究[J]. 福建地质, 2011, 31(1): 60-66. 国家海洋局第一海洋研究所, 2010.
- [14] 孙伟富. 1978—2009 年莱州湾海岸线变迁研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2012.
- [15] 陈明波. 莱州浅滩对莱州湾东部沉积动力格局的控制作用研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2012.

STUDY ON EVOLUTION OF SCOURING AND SILTING SYSTEM IN THE NEARSHORE FROM SANSHAN ISLAND TO SHIHUZUI

YIN Yanjun¹, WU Jianzheng^{1,2}, ZHU Longhai^{1,2}, HU Rijun^{1,2}, YUE Nana³

(1 College of Marine Geosciences, Ocean University of China, Qingdao 266100;

2 Key Laboratory of Submarine Geosciences and Prospecting Techniques, Ministry of Education, Ocean University of China, Qingdao 266100; 3 The First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao 266061)

Abstract: Based on surficial samples, depth data and Landsat remote sensing images, the characteristics of surface sediment, shoreline change, and scouring and silting pattern have been studied in the offshore area up to the 8 m of isobath from the Sanshan Island to Haibeizui. Results show that there are 4 types of surface sediment in the study area, i. e. sandy silt, silty sand, pebbly sand and sand. Shoreline is retreating in the whole region. The retreating rate from the Sanshan Island to Haibeizui is 2.5m/a in 1995-2005, and 2 m/a in 2005-2015. The retreating rate of shoreline from Haibeizui to Shihuzui is 2.5 m/a during 1995-2005, and 3.5 m/a during 2005-2015. The study area is under erosion during the period of 2004~2015. Due to the effect of offshore construction programs, the bay to the southwest of Haibeizui cape is under deposition during the period of 2004-2007. It turned to erosion from 2007 to 2015; the west of Haibeizui from 300 m to 1 200 m in width is under an erosion state during 2004-2007, and became deposition during 2007-2015. Wave is the dominant factor of erosion and deposition. Human activities, such as offshore constructions, have played significant roles.

Key words: Eastern Laizhou Bay; evolution of scouring and silting; influence factors

关于作者著作权及稿酬的声明

本刊已许可中国学术期刊(光盘版)电子杂志社在中国知网及其系列数据库产品中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。该社著作权使用费与本刊稿酬一并支付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意上述声明。

《海洋地质前沿》编辑部

2013 年 1 月 10 日