

河北省京唐港附近沙坝—潟湖 海岸地貌演化特征

岳保静^{1,2,3}, 高茂生^{1,2,3}, 邵家旺^{1,2}, 侯国华^{1,2,3}, 叶永玉^{1,2}

(1 自然资源部海洋油气资源与环境地质重点实验室, 青岛 266071; 2 中国地质调查局青岛海洋地质研究所, 青岛 266071; 3 海洋国家实验室海洋矿产资源评价与探测技术功能实验室, 青岛 266071)

摘要:河北省的沙坝—潟湖海岸, 在自然因素和人类活动的双重影响下逐渐消亡, 砂质岸线不断蚀退。基于京唐港附近 15 条海滩剖面 2016—2017 年夏、冬两季共 4 次监测结果, 开展了剖面地形和表层沉积物粒度的时空变化研究。监测结果显示, 海岸整体呈现蚀退, 其中永乐岛和明月岛呈侵蚀淤积交替出现; 吉祥岛受人为因素影响小, 侵蚀严重, 残留沙坝 2 年累计侵蚀 10~30 m, 每年夏季较冬季侵蚀显著。2016 年度剖面冬季较夏季沉积物变粗, 由于部分剖面沙滩侵蚀严重, 淤泥质基底出露, 沉积物变细。

关键词:沙坝—潟湖海岸; 剖面特征; 岸滩侵蚀; 岸滩剖面监测

中图分类号: P373.12

文献标识码: A

DOI: 10.16028/j.1009-2722.2018.09002

沙坝—潟湖海岸由沙坝、潟湖和潮汐通道等地貌单元构成^[1], 形成后处于持续的动态平衡调整过程中^[2], 自然条件如水文、沉积物输入、物理状况等较小的变化都可能带来一系列的影响, 对人类活动的响应更是具有极强的敏感性和脆弱性^[3]。自然状况下的沙坝—潟湖海岸常因高能量和高物质输入致使沉积物缓慢充填潟湖而衰亡, 这种衰亡的自然过程一般是通过几千年的历史作用而完成^[4], 但由于人类活动的干预如航道疏浚、防波堤构建以及潟湖内潮滩围垦等^[5], 近百年来世界上此类海岸消亡的数目显著增加^[6]。

全新世以来, 滦河尾闾自西向东迁移, 形成了不同时期的亚三角洲互相叠复而成的三角洲体系, 自曹妃甸直至现代滦河三角洲形成典型的三角洲潟湖—沙坝海岸^[7], 前人对各三角洲形成的

年代和顺序、地貌单元、沉积物特征以及潟湖—沙坝演变进行了研究^[8,9], 但 21 世纪以来, 人类活动日益频繁, 此段海岸侵蚀严重, 岸线明显蚀退, 沙坝向海侧变陡, 部分岸段砂质岸线已经消失^[10], 因此, 有必要对这一岸线进行持续的周期性动态监测, 了解沙坝的演变特征。

海滩地形监测剖面是研究剖面地形变化的直接有效手段之一, 笔者选取京唐港附近海滩剖面为研究对象, 通过对 15 条剖面 2016—2017 年夏、冬两季共 4 次监测结果的分析, 研究剖面的地形和表层沉积物粒度的时空变化特征, 总结自然因素和人为活动与沙坝形态演化的密切关系, 对保护沙坝—潟湖海岸的研究具有重要意义, 也可以为海岸管理部门提供数据支撑, 为现存沙坝—潟湖海岸的资源可持续利用和环境保护提供理论依据和防治对策。

1 研究区概况

研究区位于渤海湾西南岸京唐港附近, 行政隶属于唐山市乐亭县, 北靠燕山, 南临渤海, 是缓升的燕山与渤海沉降带之间的过渡地带, 为滦河不同时期分流入海时形成的三角洲滨岸沙坝(图 1)。

收稿日期: 2018-05-31

基金项目: 中国地质调查项目“渤海湾西部等重点海岸带综合地质调查”(DD20160144); 科技部基础性工作专项(2014FY210600)

作者简介: 岳保静(1981—), 女, 硕士, 助理研究员, 主要从事海洋地质研究方面的工作。E-mail: selinayue1022@hotmail.com

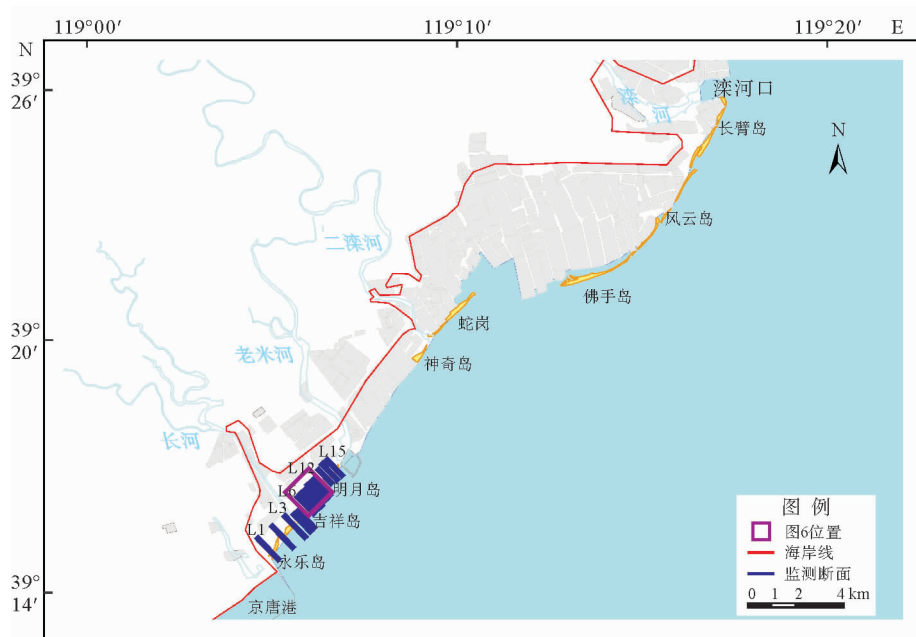


图1 研究区位置

Fig. 1 The location of research area

京唐港周边海域潮汐类型属于不正规半日潮,最高潮位 253 m,最低潮位 -0.29 m,平均高潮位 1.65 m,平均低潮位 0.80 m,平均潮差 0.85 m;潮型为不规则半日潮,具有明显的往复流性质,涨潮流 SW,落潮流 NE,涨落潮期间平均流速约 $0.25\sim 0.30$ m/s。本区常风向 S,其次为 SW,频率分别为 11.08% 和 9.16%;强风向为 ENE,次强风向为 WNW,频率分别为 0.61% 和 0.59%,波浪以风浪为主,强、常浪方向基本与风向一致^[11-13]。据 1996 年 9—12 月、1997 年 3—6 月、1999 年 3—12 月曹妃甸海区波浪资料统计,本海域常浪向为 S,出现频率为 8.62%;次常浪向为 SE,出现频率为 5.77%,强浪向为 ENE,该方向波能占 16.48%, $H_{1/10} \geq 1.8$ m 的出现频率为 0.81%,但对应波能占 9.84%;次强浪向为 NW 和 NE,两方向波能分别占 9.91% 和 9.14%, $H_{1/10} \geq 1.8$ m 的出现频率分别为 0.68% 和 0.53%,而对应波能分别占 5.35% 和 5.42%, $H_{1/10} < 0.6$ m 的波浪占波浪总数的 60%,但波能只占波能总数的 9.3%^[14]。

2 资料与方法

本次监测主要包括海滩监测剖面地形高程测

量和岸滩沉积物表层取样。监测剖面自东向西布设 15 条剖面,其中剖面 LT1—LT3 位于永乐岛,靠近矿石码头,剖面 LT4—LT12 位于吉祥岛,剖面 LT13—LT15 位于明月岛,靠近碧海浴场,2016—2017 年分别于夏冬两季各监测 1 次,共完成 4 次海滩地形测量。海滩地形测量时,采用网络 RTK 方法进行,使用美国 Trimble 公司生产的 5800 双频 GPS 接收机(仪器的标称精度为 $5\text{ mm} + 0.5\text{ ppm}$)接收河北省卫星定位连续运行综合服务系统提供的 GPS 差分信号,按 5 m 的间隔进行测量。此外,在剖面不同位置采集表层样品进行沉积物粒度分析,样品采集一般根据地形和滩面分带选取高潮带、中潮带、低潮带 3 个位置。

3 结果与讨论

3.1 海滩剖面演化特征及原因

监测岸段东西跨度 4 km,2016—2017 年冬夏两季的 4 次监测结果显示:剖面 LT1 基本比较稳定,侵蚀淤积交替出现;剖面 LT2 后滨稳定,前滨轻微侵蚀,内滨淤积;剖面 LT3 受人为影响严重,起点处被挖开,淤泥堆在岸段前滨处,内滨处严重侵蚀;剖面 LT4 侵蚀淤积交替出现,后滨侵

蚀,前滨和内滨淤积;剖面 LT5 后滨稳定,前滨上冲下淤,内滨侵蚀;剖面 LT4、LT5 靠近道路和工厂,剖面 LT6 处有大量矿石堆积,受人为影响侵蚀严重。剖面 L3 和 L4 之间有一潮汐汉道,逐年

加宽,这是由于从浪窝口到湖林口段的海岸已不受新进滦河三角洲的保护,波浪作用加强,老米沟口建闸,闸上废弃河口段纳潮作用丧失,潮汐作用减小,新生波浪型汉道形成^[15](图 2)。

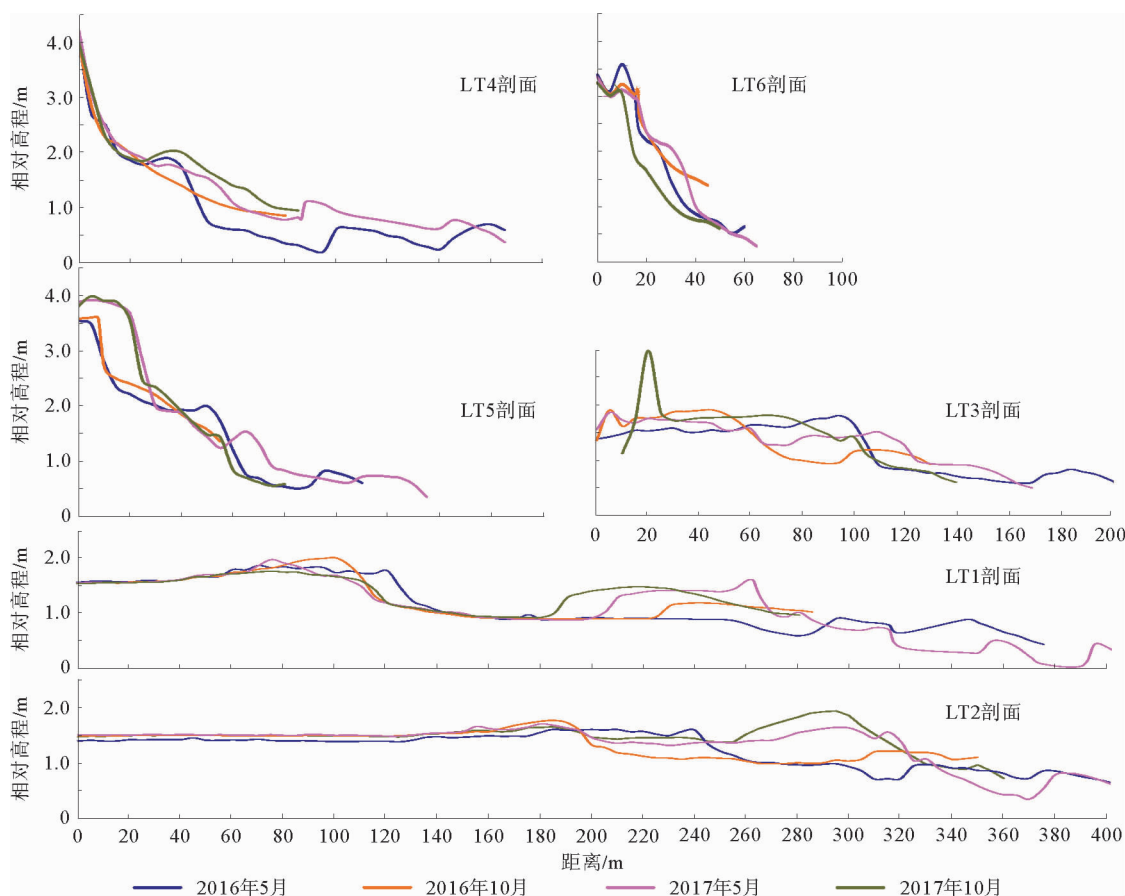


图 2 剖面 L1-L6 不同时期实测剖面

Fig. 2 Variations of the L1-L6 beach profiles measured in different periods

吉祥岛(剖面 LT7—LT12)受人为影响小,沙坝宽度约 1.5 km,沙体中间包含许多大小不等的泥粒,最大的直径可达 25 cm,底部为泥质沉积,剖面侵蚀严重,沙坝后侵蚀退量 5~15 m/a,近海一侧砂体坍塌,坝体高度降低 1~4 m/a,2 年累计侵蚀 10~30 m,剖面 LT11 为两残留沙坝过渡段,泥质,基本稳定,内滨水下部分侵蚀。滦河自晚更新世以来先后发育了 5 个次一级三角洲堆积体,1846 年滦河主流经湖林河、长河和老米沟入海,百余年间在长河口外堆积了三角洲和潟湖沙坝体系,因其被废弃的时间较近,沙坝形态较为完整^[9]。随着滦河改道北移入海,陆源泥沙来源断绝,加之 1989 年开始京唐港的开发建设,港口防

沙堤不断向海延伸,截断了沿岸泥沙的补充,剖面在风浪、潮流等因素影响下出现侵蚀,出现大的风暴潮时侵蚀尤为严重。从图 3、4 看出,吉祥岛每年夏季(10 月较同年 5 月)侵蚀显著,冬季(10 月较次年 5 月)侵蚀量较夏季明显减小,因为每年春夏为 S 向风季节,黄沙弥漫,大量细砂顺风移至滦河口以北的主沙丘链,秋冬季节,沙丘接受 NE 向风的就地改造;同时研究认为,暴风浪作用下的岸滩侵蚀最为明显^[16],促进了沉积物的再搬运和分配,河北省的风暴潮多发生于 7—9 月^[17],因此夏季侵蚀尤为显著。海洋动力(主要是波浪)作用也很明显,陈文超等^[14]认为岸滩侵蚀与强浪比率明显相关,强浪向虽然频率较小,但相对于频率较大

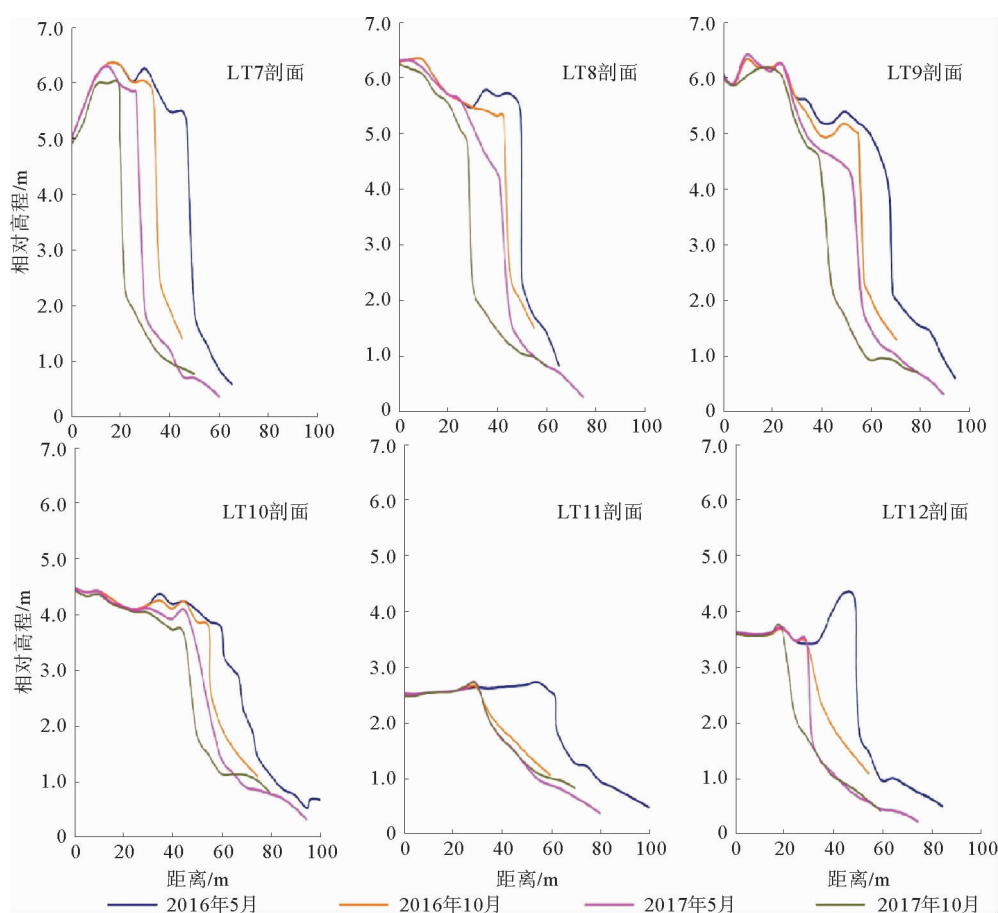


图3 剖面 L7-L12 不同时期实测剖面

Fig. 3 Variations of the L7-L12 beach profiles measured in different periods

的常浪向可携带更大的波能,更容易达到岸滩泥沙运移的启动流速,从而影响岸滩侵蚀状态。E、NE、NW向浪以及SW向浪对研究区岸滩演变有重要影响,SE向浪与岸滩方向垂直,引起岸滩泥沙的沿岸运移不明显,影响较小。

明月岛(剖面LT13—LT15)侵蚀淤积交替出现,整体呈向岸移动的趋势,潮下带侵蚀,岸线蚀退,潮间带淤积,潮上带略有淤积,潮下带侵蚀的沙体堆积到剖面上部,后滨有人工养殖池(图5)。

3.2 剖面表层沉积物粒度组成与变化特征

各剖面的表层沉积物为黄灰色粉细砂和亮黄棕色粉细砂、泥质砂、粉砂质砂互层,层厚10~20 m;粉细砂、细砂中含泥砾和砾石。

LT1—LT4剖面沉积物由陆向海逐渐变粗,潮上带为淤泥质潮滩,中值粒径 $0.01\sim0.06\text{ mm}$ ($4.68\Phi\sim7.26\Phi$),潮间带沉积物 $0.18\sim0.21\text{ mm}$ (2.5Φ),潮下带上层为沙滩,沉积物中值粒径

$0.21\sim0.28\text{ mm}$ (2.0Φ),2016年度冬季较夏季沉积物变粗;LT5—LT6剖面沉积物潮上带沉积物最粗,沉积物中值粒径 0.21 mm ,潮间带沉积物较细,中值粒径 0.06 mm ,潮下带沙滩沉积物较粗,中值粒径 0.19 mm ,2016年度冬季较夏季沉积物变粗;LT7—LT13剖面为残留海岸沙坝,剖面靠岸侧残留沙坝沉积物较细,中值粒径 $0.23\sim0.31\text{ mm}$ ($2.5\Phi\sim5\Phi$),沙滩及向海侧沉积物变粗中值粒径 0.21 mm ($1.7\Phi\sim2.2\Phi$),部分剖面沙滩被侵蚀,淤泥质基底出露,中值粒径 $0.03\sim0.06\text{ mm}$,除了LT9剖面,其余剖面2016年度秋季较夏季沉积物变细;LT14—LT15剖面潮上带沉积物较粗为 0.2 mm ,向海逐渐变细为 0.02 mm ,2016年度冬季较夏季沉积物变粗。

3.3 京唐港建设对周边海岸演变的影响

邢容容等^[10]利用1987、2000和2014年landsat影像对京唐港附近砂质岸线的分析表明:



图 4 剖面 L7 和 L9 侵蚀现状

Fig. 4 Coastal erosion along L7 and L9 beach profiles

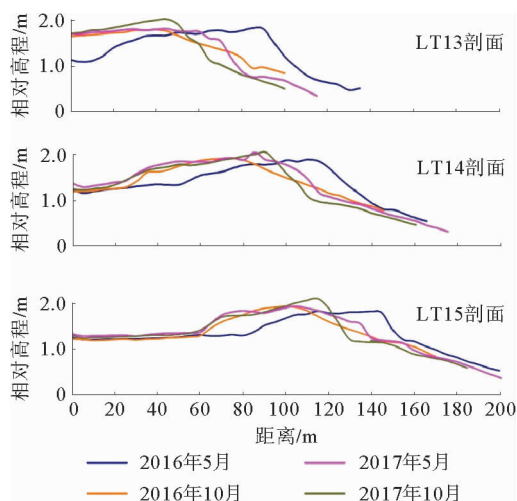


图 5 剖面 L13-L15 不同时期实测剖面

Fig. 5 Variations of the L13-L15 beach profiles measured in different periods

1987—2000 年靠近京唐港的南部岸线以 8.49 m/a 的速率淤积,主要原因是京唐港的挡沙堤阻挡了沿岸来沙;北部则呈现侵蚀的状态,岸线变化速率为 -10.96 m/a ;2000 年以后本段岸线整体

侵蚀,速率为 13.34 m/a ,主要是受京唐港扩建影响,使得该段约 6240 m 的砂质岸线转变为港口围堤。吉祥岛沙坝侵蚀现状如图 6 所示。可以看出,岸上残留沙坝向海一侧逐年侵蚀后退,坝体坍塌,坝体高度降低 $1\sim4 \text{ m/a}$,沙坝前缘 10 月较同年 5 月显著后退,由图 3 看出,2016—2017 年本区海岸线不断蚀退,吉祥岛岸段最为明显,变化速

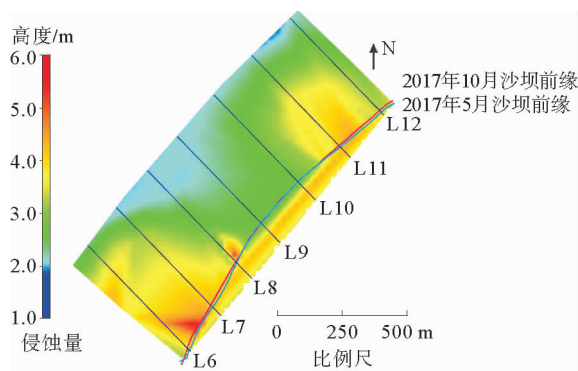


图 6 吉祥岛沙坝侵蚀量现状(沙坝位置见图 1)

Fig. 6 Coastal erosion of the sand bar around Jixiang island (see Fig. 1 for location)

率为10~15 m/a,残留沙坝边线2年累计侵蚀后退10~30 m;明月岛岸线岸线蚀退程度也较为严重,变化速率约为10 m/a。

在渤海湾北部自现代滦河三角洲向西南至曹妃甸岸外,发育一系列与海岸近于平行的滨外沙坝,多为长条状,岸线平直,两端一般向陆地弯曲。此岸段面对开阔的渤海,风和风浪对海岸的塑造作用最为明显。据京唐港实测,其最大风速可达21~22 m/s;波浪属中等强度,以风浪为主,浪向也随风向变化,>2 m的风浪占30%以上,最大浪高达3.8 m,强风浪在破波带生成激浪,在激浪作用下,滨面被掀起的沉积物和沙坝迎浪面侵蚀下来的沉积物逐渐堆积形成沙坝。在风力作用下,沉积物向沙坝的下风端移动,如此循环,产生了沙坝体的整体移动^[7]。刘益旭等^[7]对京唐港附近沙坝1956—1980年的演变过程分析表明:湖林口沙坝向海移动,30年平均速率为21 m/a,沙坝内潟湖扩张,长河口外的沙坝岛弧在做逆时针方向摆动的同时,沙坝体伴随着潮流通道一起,顺着沙坝弧的长轴方向向西南迁移。高伟明等^[18]对湖林口滨外沙坝1956—2004年演变分析表明:湖林口外沙坝向海侧边线陆向蚀退500 m,年均10.42 m,由东北向西南蚀退量逐渐减少,呈逆时针偏转。

可见,京唐港的建设对滨海沙坝和海岸线影响显著,由1980年以前的向海移动转变为向陆蚀退。京唐港与养殖池的修建,影响了泥沙输运,破坏了原砂质海岸,有必要对海岛周边养殖池塘实施清理整治,进行岛体修复并覆植沙丘,逐渐恢复海岛湿地和周边潟湖原有生态功能和自然景观。

4 结论

对京唐港附近沙坝—潟湖海岸15条剖面2016—2017年夏、冬两季的4次监测结果显示:海岸整体呈现蚀退,其中靠近矿石码头的永乐岛(剖面L1—L2)侵蚀量较小,受人为影响严重,特别是京唐港的港口建设影响,前滨侵蚀内滨淤积;剖面L3和L4之间有一潮汐汉道,逐年加宽,为新生波浪型潮汐汉道;剖面LT6处有大量矿石堆积,受人为影响侵蚀严重;吉祥岛处为一残留沙坝(剖面LT7—LT12),受人为影响小,侵蚀严重,2

年累计侵蚀10~30 m,每年夏季较冬季(10月较同年5月)侵蚀显著,每年春夏的S向风和E、NE、NW、SW向风浪剖面演变有重要影响,风暴潮也是侵蚀加剧的主要原因;明月岛(剖面LT13—LT15)侵蚀淤积交替出现,后滨受养殖池影响,岸线以蚀退为主。剖面2016年度冬季较夏季沉积物变粗,部分剖面沙滩侵蚀严重,淤泥质基底出露,沉积物变细。

京唐港的建设及人为开挖、养殖加剧了原始岸线的侵蚀速率,有必要对本区实施清理和整治,进行岛体修复,逐渐恢复周边沙坝—潟湖海岸的原有生态功能。

参考文献:

- [1] De Swart H E, Zimmerman J T F. Morphodynamics of tidal inlet systems[J]. The Annual Review of Fluid Mechanics, 2009, 41(1): 203-229.
- [2] 高 抒. 潮汐汉道开发中的水环境问题[J]. 水资源保护, 2002(3): 18-21.
- [3] 戴志军, 施伟勇, 陈 浩. 沙坝—潟湖海岸研究进展与展望[J]. 上海国土资源, 2011, 32(3): 12-17.
- [4] Beets D J, Roep T B, Westenrhoff W E. The Holocene Bergen Inlet: closing history and related barrier progradation[M]// Coastal Studies on the Holocene of the Netherlands. Boom-Planeta, The Netherlands, 1996: 97-131.
- [5] Elias E P L, Spek A J F. Long-term morphodynamic evolution of Texel inlet and its ebb-tidal delta (the Netherlands) [J]. Marine Geology, 2006, 225: 5-21.
- [6] Davis R A, Yale K E, Pekala J M, et al. Barrier island stratigraphy and Holocene history of west-central Florida [J]. Marine Geology, 2003, 200(1): 103-123.
- [7] 刘益旭, 朱利康, 王连河. 滦河废弃三角洲潟湖沙坝海岸演变与海港建设[J]. 海洋学报, 1994, 16(5): 60-67.
- [8] 李从先, 陈 刚, 王 利. 滦河废弃三角洲和沙坝—潟湖沉积体系[J]. 沉积学报, 1983, 1(2): 84-95.
- [9] 高善明, 李元芳, 安凤桐, 等. 滦河三角洲滨岸沙体的形成和海岸线变迁[J]. 海洋学报, 1980, 36(3): 308-313.
- [10] 邢容容, 刘修锦, 邱若峰, 等. 唐山市砂质岸线近期冲淤演变分析[J]. 海洋环境科学, 2017, 2(4): 102-114.
- [11] 李少红. 京唐港泥沙问题及港口发展[J]. 水运工程, 2002(3): 1-3.
- [12] 罗肇森, 马进荣, 张晓艳. 从京唐港大风期骤淤浅议粉砂质海岸建港布置和航道选线[J]. 中国港湾建设, 2007(1): 35-41.
- [13] 邱若峰, 杨燕熊, 张甲波, 等. 打网岗岸滩动态分析与生态修复[J]. 海洋地质动态, 2010, 26(4): 13-18.
- [14] 陈文超, 邱若峰, 邢容容, 等. 基于强浪下的祥云岛岸滩侵

- 淤特征及防护措施[J]. 海洋地质前沿, 2016, 32(11): 40-46.
- [15] 张忍顺, 李坤平. 滦河三角洲海岸潮汐汉道—湖盆体系的演变[J]. 海洋工程, 1996, 14(4): 45-52.
- [16] Grasso F, Michallet H, Barthélemy E. Experimental simulation of shoreface nourishments under storm events: A morphological, hydrodynamic, and sediment grain size analysis[J]. Coastal Engineering, 2011, 58: 184-193.
- [17] 刘有才, 左丽明, 李战. 河北省海岸侵蚀动态及成因机制研究[J]. 城市地质, 2016, 11(2): 43-47.
- [18] 高伟明, 杨剑霞. 渤海湾北部滨外沙坝演变的遥感分析[J]. 地理与地理信息科学, 2006, 22(5): 41-44.

GEOMORPHOLOGICAL EVOLUTION OF THE BARRIER-LAGOON SYSTEM NEAR THE JINGTANG PORT, HEBEI PROVINCE

YUE Baojing^{1,2,3}, GAO Maosheng^{1,2,3}, SHAO Jiawang^{1,2}, HOU Guohua^{1,2,3}, YE Yongyu^{1,2}

(1 Key Laboratory of Marine Hydrocarbon Resources and Environment Geology, Ministry of Natural Resources, Qingdao 266071, China; 2 Qingdao Institute of Marine Geology, CGS, Qingdao 266071, China; 3 Laboratory for Marine Mineral Resources, Qingdao National Laboratory for Marine Science and Technology, Qingdao 266071, China)

Abstract: The barrier-lagoon coast of Hebei province is gradually vanishing by both natural factors and human activities, and the sandy coastline is continuously eroding. Based on 4 times of monitoring for 15 beach profiles near the Jingtang Port in summer and winter seasons, the spatial and temporal variation in geomorphology and grain size distribution pattern of the surface sediment was studied. The results show that the coast is now under erosion as a general trend. Erosion and siltation alternate in the Yongle Island and Mingyue Island. However, the Jixiang Island is less effected by human activities, but suffers serious erosion, and the residual sand bars has been eroded by 10~30 m in 2 years. Surface sediment monitoring in 2016 indicated that the deposits become coarser in winter. Because of the severe erosion of sand beaches in some profiles, the silt basement was exposed, which resulted in the fining of sediments.

Key words: barrier-lagoon coast; beach erosion; profile feature; monitoring beach profile

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