

1984~2012 年海州湾海岸线时空演变研究

巢子豪^{1,2}, 高一博¹, 谢宏全^{1,2}, 卢霞^{1,2}

(1. 淮海工学院 测绘工程学院, 江苏 连云港 222005; 2. 海岛(礁)测绘技术国家测绘地理信息局重点实验室, 山东 青岛 266590)

摘要: 以 Landsat 影像为数据源, 通过改进归一化水体指数、二值化、潮位校正模型提取海岸线, 使用数字海岸线分析系统(Digital Shoreline Analysis System, DSAS), 对 1984~2012 年海州湾海岸线的时空演变进行了研究。结果表明, 1984~2012 年间海州湾海岸线整体以 4.29 m/a 向海洋推进, 其中, 48% 的海岸出现侵蚀, 侵蚀速率为 22.83 m/a, 侵蚀现象主要出现在大堤修建前的部分粉砂淤泥质海岸。52% 的海岸出现淤积, 淤积速率为 25.90 m/a, 淤积现象主要出现在人工海岸、河口海岸和受大堤影响的粉砂淤泥质海岸。海岸线时空演变研究有利于科学地规划、开发和管理海洋及其沿岸空间资源, 并保证其环境及经济的可持续发展。

关键词: 海州湾; 海岸线; 时空演变; DSAS(Digital Shoreline Analysis System)

中图分类号: P748 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2016)06-0095-06

doi: 10.11759/hyqx20150514001

海州湾海岸线的时空演变特征研究不仅有利于科学地规划、开发和管理海州湾及其沿岸空间资源, 还有助于相关环境政策的制定, 保证其环境及经济的可持续发展。基于遥感技术的海岸线提取和基于 GIS 的岸线分析为海州湾海岸线的时空演变分析提供了技术方法。国内外专家学者通过多种技术手段与方法对海岸线的提取及演变进行了研究。杨金中等^[1]利用 1982、1997、1998 和 2001 年浙江东部穿山半岛卫星数据, 结合该地区 1987、1998 年潮位信息和 1:50000 地形图, 提取了该半岛北侧海岸线。丁志磊等^[2]采用面向对象的方法, 针对苏北淤泥质海岸地区 2006 年的 TM 影像, 建立了包括光谱变换信息和纹理特征信息的规则集, 并对影像进行高精度分类, 进而提取了海岸线。于彩霞等^[3]分析指出了实地测量痕迹线法和遥感影像提取法在测量海岸线的缺陷, 并介绍了国外利用航空 LiDAR 数据提取海岸线的主要方法及其实现过程。栗云召等^[4]以多期 Landsat 影像为数据源, 对黄河三角洲 30a 的岸线及面积变化进行了研究。杨伟等^[5]以一般高潮线为海岸线, 研究了黄河三角洲河口段 1976~2008 年海岸线变迁及岸滩淤蚀面积的变化。赖志坤^[6]利用海岸线变化的定量分析原理, 估算了古浮澳岸段的海岸线演变速率。刘鹏等^[7]采用 DSAS 和岸线分形分析 (FA), 以 9 期历史地图为数据源, 对 1959~2002 年黄河三角洲海岸线长度、形态及变化过程进行了定量

分析。Mahapatra 等^[8]通过 DSAS 分析了印度古吉拉特海岸南部的岸线变化情况。本文通过 8 期 Landsat 影像提取海州湾不同时刻的水边线, 建立潮位校正模型, 借助潮位信息提取以国家高程基准面为基准的海岸线, 利用 DSAS 计算出 1984~2012 年海州湾海岸线各段的线性回归率, 以评价其时空演变状况。

1 研究区概况与数据源

1.1 研究区概况

海州湾位于江苏省东北部, 面临黄海, 其岸线北起日照市与连云港市赣榆区交界的绣针河口 (35°04'50"N, 119°18'03"E), 南至连云港市连云区高

收稿日期: 2015-05-14; 修回日期: 2015-08-05

基金项目: 国家海洋公益性行业科研专项 (201105004); 江苏省海洋科学技术优势学科建设项目 (2014137); 海岛(礁)测绘技术国家测绘地理信息局重点实验室资助项目 (2014B09); 国家自然科学基金项目 (41506106)

[Foundation: Public Science and Technology Research Funds Projects of Ocean, No.201105004; A Project Funded by the Priority Academic Program Development of Jiangsu Higher Education Institutions, No.2014137; Supported By the Key Laboratory of Surveying and Mapping Technology on Island and Reef, State Bureau of Surveying and Mapping, China, No.2014B09; National Natural Science Foundation of China, No.414506106]

作者简介: 巢子豪(1991-), 男, 江苏丹阳人, 在读硕士研究生, 主要从事遥感和物理海洋方面的研究, 电话: 15951676511, E-mail: 1518942446@qq.com

公岛(34°42'19"N, 119°29'26"E), 全长约 162.62 km。海州湾岸线类型多样, 其中以粉砂淤泥质海岸分布最长, 中部西墅至高公岛以及北部岚山头一带主要为基岩海岸和人工海岸。

1.2 数据源及预处理

本文选用海州湾地区 1984~2012 年 8 期 Landsat 遥感影像作为海岸线提取的数据源, 数据来源于美国地质调查局网站(<http://landsat.usgs.gov/>)。Landsat

卫星可提供研究时间内的遥感影像, 且访问周期及空间分辨率均符合研究要求。每年 2 期影像的成像日期间隔约为 1 个月, 以降低岸线侵蚀淤积或人类活动对岸线提取精度造成的影响。潮位高度数据由拟合连云港海洋环境监测站的日监测数据而得。潮位高度基准面海拔为-2.9 m, 在进行潮位校正时, 应使用海平面的海拔高度, 即潮位高度减去 2.9 m。影像及对应潮位的相关信息见表 1。

表 1 遥感影像及潮位信息

Tab.1 Basic remote sensing data and tide level data

卫星编号	列号/行号	成像日期(年-月-日)	卫星过顶时刻(时:分:秒)	潮位高度(m)	海拔高度(m)
Landsat 4	120/36	1984-03-28	10:02:05	4.45	1.55
Landsat 4	120/36	1984-04-13	10:02:05	3.64	0.74
Landsat 5	120/36	1991-07-30	10:00:16	1.94	-0.96
Landsat 5	120/36	1991-08-31	10:00:02	2.94	0.04
Landsat 7	120/36	2000-05-11	10:28:28	4.90	2.00
Landsat 7	120/36	2000-06-12	10:28:12	3.64	0.74
Landsat 7	120/36	2012-04-26	10:30:40	4.53	1.63
Landsat 7	120/36	2012-05-28	10:30:00	4.83	1.93

研究使用影像均为美国航空航天局(NASA)发布的 L1G 级别影像, 已经过辐射校正与几何校正。由于 Landsat 7 ETM+ 机载扫描行校正器故障, 导致 2003 年 5 月 31 日之后的图像出现数据条带丢失, 因此本文采用“地理空间数据云”网站(<http://www.gscloud.cn/>)中的条带修复模型, 对 2012 年两期遥感影像进行在线条带修复。同时, 为避免不同影像校正精度的差异, 将其余 7 期影像配准至 2012 年 5 月 28 日的影像。

2 海岸线提取

2.1 海州湾水边线提取

目前, 提取水边线的方法主要有边缘检测法、阈值分割法、区域生长提取法、数学形态学法、神经网络分类法、主动轮廓模型法等^[9]。本文使用改进归一化水体指数法(MNDWI)对遥感影像进行处理。MNDWI^[10]是徐涵秋在 McFeeters 提出的 NDWI^[11]的基础上改进的结果, 以中红外波段代替了近红外波段, 解决了提取的水体信息中混有非水体信息的问题。经过处理可获得研究区 1991 年、2000 年、2012 年的 MNDWI 影像。由于早期 Landsat 影像中不存在中红外波段, 因此对于 1984 年的两期影像, 仍使用 NDWI 进行图像处理。使用 ENVI5.1 软件中的波段运算工具, 运算后可得到 MNDWI 及 NDWI 影像

图。在此基础之上, 通过设定阈值来对其进行二值化处理, 据此分离出水体与陆地。将二值化处理后所得到的栅格图在 ArcGIS10.1 中进行自动矢量化, 并剔除假边缘, 从而提取出各时期卫星过境时的水边线。

2.2 潮位校正与海岸线提取

目前, 多数学者将海岸线定义为海水大潮时连续多年的平均高潮位与陆地的交界线。张旭凯等^[12]在多期瞬时水边线的基础上, 通过拟合潮位信息, 结合平均大潮高潮位以及海岸坡度, 确定岸线位置。虽然, 通过验潮资料和海岸带地形资料可以得出多年大潮平均高潮位时的海陆分界线, 但研究区内大潮高潮线所在位置人类活动对岸线的影响显著, 而高程基准面与陆地的交线主要受到海洋动力的影响, 受人为影响相对较小, 因此选择高程基准面与陆地的交线作为海岸线能够尽可能地规避人类活动的影响。本文将国家高程基准面与陆地的交线作为海岸线, 避免了不同海岸人类活动差异所造成的海岸线提取误差, 定义了新的海岸线标准, 为之后多期的海岸线时空演变研究奠定基础。同时, 文中需借助潮位校正模型和 DSAS 确定海州湾海岸线的位置。

由于同年两期水边线时刻相距较短, 因此可忽略由自然、人为因素造成的地形变化。图 1 近似表达了局部海岸地形, 图中 P_1 、 P_2 、 P_3 和 Q_1 、 Q_2 、 Q_3

分别为 3 条相邻垂线与 2 条水边线的交点, P'_1 、 P'_2 、 P'_3 和 Q'_1 、 Q'_2 、 Q'_3 为交点在国家高程基准面上的对应投影, O_1 、 O_2 、 O_3 分别为 3 条垂线与国家高程基准面的交点。

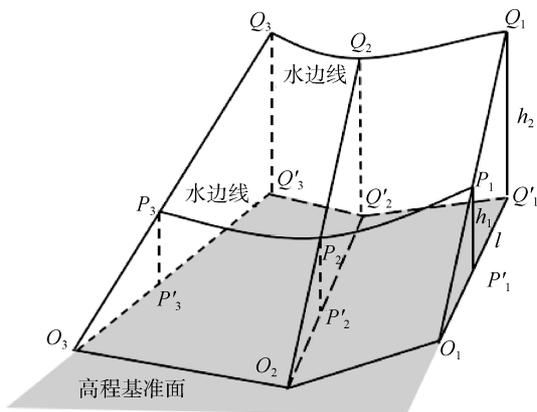


图 1 潮位校正示意图

Fig. 1 Schematic of tide correction

以 O_1 点为例简要说明求算其坐标的过程。由相似三角形边长之间的关系可知:

$$\frac{O_1P'_1}{O_1Q'_1} = \frac{P_1P'_1}{Q_1Q'_1} = \frac{O_1P'_1}{O_1P'_1 + P'_1Q'_1} \quad (1)$$

设卫星过境时 2 期影像对应的潮高为 h_1 和 h_2 , 即 $P_1P'_1 = h_1$ 、 $Q_1Q'_1 = h_2$, 设 $P'_1Q'_1$ 长度为 l 。则式(1)可表示为:

$$\frac{O_1P'_1}{O_1P'_1 + l} = \frac{h_1}{h_2} \Rightarrow O_1P'_1 = \frac{h_1}{h_2 - h_1} l \quad (2)$$

式中 h_1 、 h_2 及 l 均已知, 即可得到唯一的 O_1 坐标。 O_1 、 O_2 、 O_3 均位于国家高程基准面内, 潮高均为 0 m, 依次连接 O_1 、 O_2 、 O_3 即可得到本文所定义的海岸线。基岩海岸及人工海岸受潮差影响小, 其水边线差异更多是由像元及解译技术限制而造成的, 因此无需进行校正。海州湾海域各时期海岸线见图 2。虽然本文对海岸线的定义, 使得难以通过测绘的方式对海岸线的提取精度进行验证, 但提取的结果表明海岸线的走向及长度均反映了海州湾海岸线的真实情况, 且海岸线的提取基于同一基准, 使用了相同的技术方法, 因此, 可以作为海州湾海岸线时空演变研究的基础数据。

3 海岸线演变分析

3.1 海岸线时空演变评价方法

目前, 海岸线演变的分析方法有动态分割法、基线法、缓冲区覆盖法及面积法等^[13], 且常使用结束点

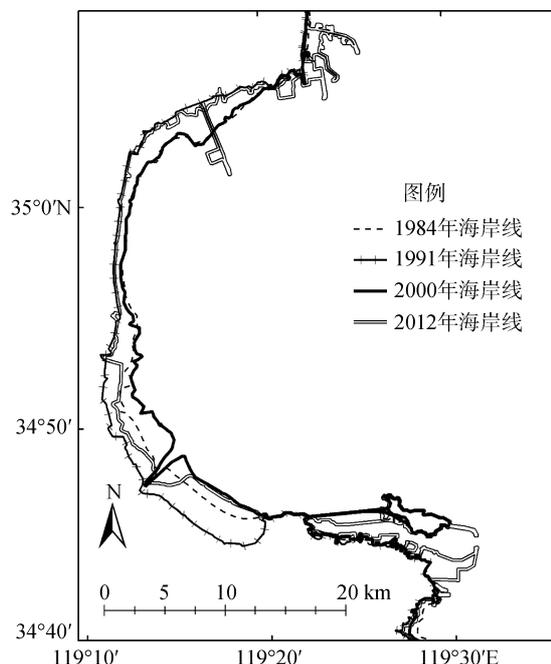


图 2 1984~2012 年 4 期海州湾海岸线

Fig. 2 Four sections of Haizhou Bay coastline from 1984 to 2012

率(End Point Rate, EPR)量化时空演变特征。陈晓英等^[14]综合使用基线法和面积法, 通过 GIS 和 DSAS 定量获取了海州湾岸线变化速率及陆域变迁面积, 进行海岸线时空变化特征分析。线性回归法是公认的统计概念, 常被用于对时空演变特征进行评价^[15]。经计算发现, 相较于结束点率, 线性回归率能更好地反映岸线的长期变化。因此, 本文以基线法为基础, 使用 DSAS 和线性回归法研究海州湾海岸线演变, 即根据已经得到的海岸线数据, 通过线性拟合, 可确定一条基于断面上海岸线点与基线的距离、断面上各岸线时间差的线性回归直线, 线性回归率(Linear Regression Rate, LRR)就是线性回归直线的斜率, 从而量化海岸线的时空变化。

3.2 海岸线演变特征分析

演变特征分析基于由 DSAS 建立的 799 个断面进行, 连岛由于地理位置特殊, 单独建立了 123 个断面。当出现一条断面与同一期海岸线有两个及以上交点的情况时, 为确保海岸线分析的准确度, 将距离基线较远的点拾取为断面上的海岸线点。海州湾基线与垂线图见图 3。

由拾取的海岸线点距基线距离及其对应时间拟合可得其线性回归方程, 统计各断面上海岸线点变化的线性回归率。各断面线性回归率见图 4。结果表

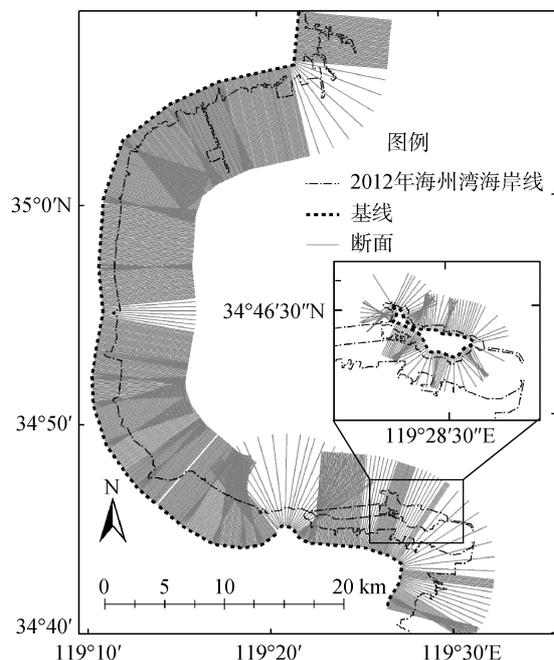


图3 海州湾基线与垂线图

Fig. 3 Baseline and vertical line of Haizhou Bay

明,海州湾地区海岸线整体上向海推进,整体呈淤积状态。其中,“离群值”是由海岸线点拾取规则决定的,在部分地区,人工海岸(如港口)会以长条状伸入海中,与断面相交时会拾取距离基线较远的交点。由于海州湾地区水系发达,海洋动力丰富,且海岸线类型多样,需要针对不同的海岸线类型进行分析。海州湾1984~2012年各段海岸线的变化情况见表2。

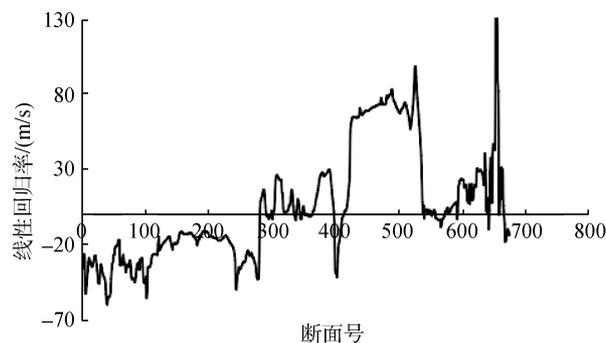


图4 各断面线性回归率图

Fig. 4 Linear regression rate of each cross-section

表2 海州湾1984~2012年各段海岸线变化情况

Tab. 2 Changes in each coastline section of Haizhou Bay from 1984 to 2012

研究岸线	平均海岸线 变化速度 (m/a)	侵蚀速度 (m/a)	侵蚀岸线占 总岸线比重 (%)	侵蚀岸线 断面数量 (条)	淤积速度 (m/a)	淤积岸线占 总岸线比重 (%)	淤积岸线 断面数量 (条)
整体	4.29	-22.45	45	357	25.90	55	442
绣针河口至青口盐场段	-17.17	-24.63	79	306	11.71	21	79
临洪河口段	1.89	-19.50	39	15	15.84	61	23
海滨至西墅段	69.65	0	0	0	69.65	100	115
西墅至高公岛南段	13.92	-6.13	22	30	19.49	78	108
连岛段	0.33	-0.24	5	6	0.36	95	117

从整体上来看,海州湾地区海岸线以每年4.29 m向海洋推进,其中45%的地区出现侵蚀,侵蚀速率为每年22.45 m,55%的地区海岸线向海洋推进,淤积速率为每年25.90 m。本文将海州湾海岸线分为绣针河口至青口盐场段、临洪河口段、海滨至西墅段、西墅至高公岛南段、连岛段。绣针河口至青口盐场段、海滨至西墅段为粉砂淤泥质海岸,临洪河口为河口海岸,西墅至高公岛南段(此岸线原为基岩海岸,但受人类影响较为剧烈)、西大堤南部的填海造陆区为人工海岸,连岛为基岩海岸。

海州湾沿岸地区大部分为粉砂淤泥质海岸,当地人在这建立了大面积的盐田,2000年以前该地潮滩面积极为宽广,之后由于农业开垦、渔业活动、河

流筑坝等人类活动影响加大,河流搬运作用减少,海水侵蚀开始加剧。绣针河口至青口盐场段,平均每年会有17.17 m的侵蚀,其中侵蚀地区占到79%,年平均侵蚀速率为24.63 m,淤积地区占比为21%,年平均淤积率为11.71 m。在临洪河口处,主要表现为淤积,相对于人工海岸,自然状态下的淤积速率较慢,平均每年为1.89 m,但局部地区的年平均淤积速率仍达到15.84 m。海州湾地区的黄海沿岸流不断侵蚀着海滨至西墅的海岸线,从1984年至2000年,该段处于侵蚀状态;西大堤修建完成后黄海沿岸流受阻,潮滩迅速淤积,当地在潮滩的基础上加快了填海造陆的进程,因此,该段海岸线整体上呈现100%淤积状态,平均每年向海洋推进69.65 m。

西墅至高公岛南段为典型的基岩海岸, 适宜建立港口, 为海州湾港区所在地, 人类活动影响较大。该段海岸线的变化主要是由填海造陆或城市规划引起。随着经济的发展, 特别是 2009 年江苏沿海开发战略部署之后, 海州湾与外界的交流更加频繁和密切, 兴建了大批临港产业, 截至 2012 年, 港区建造了 30 个万吨以上泊位, 极大改变了该地区岸线形态。连岛大堤的修建也减小了该地区的泥沙搬运速率。因此该地区海岸线整体向海洋推进, 淤积速率为每年 13.92 m。高公岛南段的少量粉砂淤泥质海岸呈现侵蚀状态, 侵蚀速率为每年 6.13 m。

连岛属于基岩海岸, 主要用于旅游开发, 人工填海造陆的活动较少, 因此海岸线变化不大, 平均每年向海洋推进 0.33 m。西大堤修建后, 连岛南部被作为港湾使用, 连云港在西大堤南部进行了大量的填海造陆活动, 新增土地 2.7 km², 因地理位置特殊, 用线性回归率计算会较大影响数据精度, 因此未被纳入分析范围。

4 结论

本文利用改进的归一化水体指数法对遥感影像进行了增强处理, 通过设定阈值对影像进行二值化, 据此分离出水体与陆地, 提取出海州湾多期瞬时水边线。再通过时间间隔较近的 2 期水边线及其潮高数据, 推算国家高程基准面与陆地的交线, 即本文定义的海岸线。运用该方法来提取出了海州湾 4 期海岸线, 结果表明海岸线的走向及长度均反映了海州湾海岸线的真实情况, 可以作为海州湾海岸线时空演变研究的基础数据。在基线法的基础上, 通过使用 DSAS 和线性回归法, 量化了海州湾海岸线的时空变化特征, 以此研究海州湾海岸线的时空变化规律。

对海州湾海岸线的时空变化研究结果表明, 1984~2012 年海州湾海岸线整体上呈现淤积状态, 以 4.29 m/a 的速度向海洋推进。受黄海沿岸流侵蚀影响, 绣针河口至青口盐场段以 17.17 m/a 的速度向陆地推移; 西大堤修建后阻挡了黄海沿岸流, 同为粉砂淤泥质海岸的海滨至西墅段发生淤积, 平均每年向海洋前进 69.65 m; 临洪河口段主要受河流搬运影响, 以 1.89 m/s 的速度产生缓慢淤积; 西墅至高公岛南段整体虽为基岩海岸, 但受港口建设等人类活动影响较大, 岸线以 13.92 m/a 的较快速度向海洋移动, 而高公岛南段的少量粉砂淤泥质海岸以 6.13 m/a 的速率淤积; 连岛主要为基岩海岸, 且人类活动影

响少, 以平均 0.33 m/a 的速度淤积, 但西大堤南侧的淤积却十分明显。本文虽然在水边线提取、潮位高度拟合等方面存在一定误差, 但基于相同基准的海岸线提取、以线性回归率评价海岸线变化等技术方法是科学有效的。

参考文献:

- [1] 杨金中, 赵玉灵. 浙江东部穿山半岛岸线及潮滩演变的遥感调查[J]. 国土资源遥感, 2004, 16(1): 51-55.
Yang Jinzhong, Zhao Yuling. The remote sensing dynamic monitoring of the shoreline and the tidal bank in Chuanshan Peninsula[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2004, 16(1): 51-55.
- [2] 丁志磊, 王志一, 徐素宁. 苏北淤泥质海岸线提取及精度检验[J]. 南水北调与水利科技, 2014, 12(6): 140-144.
Ding Zhilei, Wang Zhiyi, Xu Suning. Extraction of coastline and accuracy detection in muddy coast zone of Jiangsu Province[J]. South-to-North Water Transfers and Water Science and Technology, 2014, 12(6): 140-144.
- [3] 于彩霞, 王家耀, 许军, 等. 海岸线提取技术研究进展[J]. 测绘科学技术学报, 2014, 31(3): 305-309.
Yu Caixia, Wang Jiayao, Xu Jun, et al. Advance of coastline extraction technology[J]. Journal of Geomatics Science and Technology, 2014, 31(3): 305-309.
- [4] 栗云召, 于君宝, 韩广, 等. 基于遥感的黄河三角洲海岸线变化研究[J]. 海洋科学, 2012, 36(4): 99-106.
Li Yunzhao, Yu Junbao, Han Guang, et al. Coastline change detection of the Yellow River Delta by satellite remote sensing[J]. Marine Sciences, 2012, 36(4): 99-106.
- [5] 杨伟, 陈沈良, 陈小, 等. 现代黄河三角洲河口段海岸线演变特征[J]. 人民黄河, 2010, 32(10): 14-19.
Yang Wei, Chen Shenliang, Chen Xiao, et al. Characteristics of shoreline evolution at the current Yellow River Estuary[J]. Yellow River, 2010, 32(10): 14-19.
- [6] 赖志坤. 泉州湾海岸线变化特征的定量分析研究[J]. 海洋科学, 2012, 36(8): 75-78.
Lai Zhikun. Quantitative analysis of shoreline variation characteristics of the Quanzhou Bay[J]. Marine Sciences, 2012, 36(8): 75-78.
- [7] 刘鹏, 王庆, 战超, 等. 基于 DSAS 和 FA 的 1959~2002 年黄河三角洲海岸线演变规律及影响因素研究[J]. 海洋与湖沼, 2015, 46(3): 585-594.
Liu Peng, Wang Qing, Zhan Chao, et al. Quantitative analysis of coastline change in the Yellow River Delta from 1959 to 2002[J]. Oceanologia Et Limnologia Sinica, 2015, 46(3): 585-594.
- [8] Mahapatra M, Ratheesh R, Rajawat A S. Shoreline

- change analysis along the coast of South Gujarat, India, using digital shoreline analysis system[J]. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 2014, 42(4): 869-876.
- [9] 申家双, 翟京生, 郭海涛. 海岸线提取技术研究[J]. 海洋测绘, 2009, 29(6): 74-77.
Shen Jiashuang, Zhai Jingsheng, Guo Haitao. Study on coastline extraction technology[J]. Hydrographic Surveying and Charting, 2009, 29(6): 74-77.
- [10] 徐涵秋. 基于压缩数据维的城市建筑用地遥感信息提取技术[J]. 中国图像图形学报, 2005, 10(2): 223-229.
Xu Hanqiu. Remote sensing information extraction of urban built-up land based on a data-dimension compression technique[J]. Journal of Image and Graphics, 2005, 10(2): 223-229.
- [11] Mcfeeters S K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features[J]. International Journal of Remote Sensing, 1996, 17(7): 1425-1432.
- [12] 张旭凯, 张霞, 杨邦会, 等. 结合海岸类型和潮位校正的海岸线遥感提取[J]. 国土资源遥感, 2013, 25(4): 91-97.
Zhang Xukai, Zhang Xia, Yang Banghui. Coastline extraction using remote sensing based on coastal type and tidal correction[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2013, 25(4): 91-97.
- [13] 高义. 我国大陆海岸线 30 年年时空变化研究[D]. 烟台: 中国科学院烟台海岸带研究所, 2011.
Gao Yi. Research on spatial and temporal changes of china mainland coastline in the past 30 years[D]. Yantai: Yantai Institute of Coastal Zone Research Chinese Academy of Sciences, 2011.
- [14] 陈晓英, 张杰, 马毅. 近 40 年来海州湾海岸线时空变化分析[J]. 海洋科学进展, 2014, 32(3): 324-334.
Chen Xiaoying, Zhang Jie, Ma Yi. Analysis of spatial and temporal changes of the coastline in the Haizhou Bay during the past 40 years[J]. Advance in Marine Science, 2014, 32(3): 324-334.
- [15] Dolan R, Holme S J. Temporal analysis of shoreline recession and accretion[J]. Journal of Coastal Research, 1991, 7(3): 723-744.

Study of temporal and spatial evolutions of coastline of the Haizhou Bay from 1984 to 2012

CHAO Zi-hao^{1, 2}, GAO Yi-bo¹, XIE Hong-quan^{1, 2}, LU Xia^{1, 2}

(1. School of Geodesy and Geomatics Engineering, Huaihai Institute of Technology, Lianyungang 222005, China; 2. Key Laboratory of Surveying and Mapping Technology on Island and Reef, National Administration of Surveying, Mapping and Geoinformation, Qingdao 266590, China)

Received: May 14, 2015

Key words: the Haizhou Bay; coastline; temporal and spatial evolutions; DSAS (Digital Shoreline Analysis System)

Abstract: In this study, we extracted coastlines from the modified normalized difference water index using a binaryzation and tidal correction model with Landsat satellite images as the data source. On this basis, we analyzed the temporal and spatial evolutions of the Haizhou Bay coastline from 1984 to 2012 using the digital shoreline analysis system. The result indicates that the coastline of the Haizhou Bay has been moving at a rate of 4.29 m/a overall. 48% of the coast has eroded at a rate of 22.83 m/a, most of which appeared as silt coast before the construction of a levee. 52% of the coast has been deposited at a rate of 22.83 m/a, most of which appeared as an artificial coast, an estuary, and a coast, with the silt coast being affected by the levee. An investigation of the temporal and spatial evolutions of the coastline is beneficial for scientific planning, development, and management of ocean and coastal resources to guarantee the sustainable development of its environment and economy.

(本文编辑: 刘珊珊)