

DOI: 10.16562/j.cnki.0256-1492.2016.06.010

基于遥感的威海海岸线变迁分析

李梅娜^{1,2,3}, 陈小英^{2,3}, 刘金庆^{1,2,3}, 吴振⁴, 宋委⁴

(1. 中国海洋大学 海洋地球科学学院, 青岛 266100;

2. 国土资源部 海洋油气资源与环境地质重点实验室, 青岛 266071;

3. 中国地质调查局 青岛海洋地质研究所, 青岛 266071; 4. 山东省第四地质矿产勘查院, 潍坊 261021)

摘要:基于遥感和地理信息系统的方法与技术,通过对1990、2000、2009和2013年4个时相的Landsat卫星遥感数据和2013年资源卫星数据分析,获得了近20多年来威海海岸线演变的信息。研究表明,威海市围填海活动频繁,岸线变化显著,人工岸线所占比例由1990年的50.7%上升到2013年的57.8%;海岸线变化呈现显著区域特征,变化较剧烈的区域集中在环翠区双岛港、杨家湾,及文登五垒岛湾;岸线变迁的主要驱动力表现为早期的滩涂围垦养殖及中后期的码头建设和海洋开发利用。

关键词:海岸线;时空变化;遥感;围填海;岸线变迁;威海

中图分类号:P737.1

文献标识码:A

文章编号:0256-1492(2016)06-0079-06

海岸线是陆地与海洋的分界线,海岸线的变迁与海岸保护及利用、海域使用、海洋执法等活动密切相关,是海岸带综合管理的地质地理基础^[1]。长期以来,人类活动与自然灾害对海岸线产生了剧烈的影响^[2],诸多研究者对海岸线及海岸带进行系统研究,为开展有效科学的管理提供理论依据。国内外学者在海岸线变迁及其驱动力因素影响方面做了大量研究工作,El-Asmar等^[3]和Nguyen等^[4]分别研究了尼罗河三角洲海岸和湄公河海岸的岸线变迁,探讨了宏观尺度下海岸线变迁的特征,一定程度上弥补了海岸线整体性、系统性研究较少的不足。国内的研究如杭州湾南北岸线^[5]、胶州半岛南部岸线^[6]、辽河口海岸线^[7]、黄河三角洲海岸线^[8]等区域,主要集中在重点区域和岸段的岸线提取与驱动力因素分析。

威海作为山东半岛蓝色经济区核心区域的重点城市,是山东半岛蓝色经济区的“深蓝区”,依托绵长海岸线,威海地区水产养殖发达,港口物流网络不断完善,涉海工程建设逐年增大,这必然对威海海岸线形态造成一定的改变,而岸线形态的改变会给水动力和水环境带来连锁反应。围绕威海海岸线变迁及相关科学问题,国内研究较少,威海海岸线变迁研究对于了解海岸带生态环境及区域发展战略具有重要意义。

本文利用遥感和地理信息系统的方法,提取了1990、2000、2009、2013年4期海岸线数据,客观反演了海岸线的变化过程,并通过统计分析,对威海海岸变迁趋势、类型分布及演化进行了综合研究。本研究在一定程度上弥补了现有关威海海岸带岸线变迁研究中时效性差、时间分辨率低以及驱动力分析不足的缺陷,对于威海海岸带资源管理与环境保护具有较强的现实意义。

1 研究区概况

威海市地处胶东半岛最东端,三面环海,一面接陆。西接烟台,北、东、南临黄海,辖荣成市、文登市、乳山市和环翠区。威海市沿岸陆地多花岗岩及火山岩山丘和台地,海岸带主要为砂质和基岩海岸相间分布,淤泥质岸极短,仅在主要海湾顶部分布。威海是山东省重要的经济发展区之一,海洋经济发达,海洋产业类型多,港口航运、海水养殖产业发达,海岸线利用程度高。同时,由于威海位于山东半岛东端,面向开放的黄海,海洋水文动力强,海洋灾害多发,海岸侵蚀后退严重,近年来修筑了大量的防护工程。目前,很多海岸都脱离原始形态,被人工构筑物所固定,如:港口、码头、养殖区等。

2 数据及方法

2.1 数据来源

本研究收集了Landsat5-TM影像4景,资源卫

基金项目:国家自然科学基金项目(41506107,41406081);山东地勘专项(201323)

作者简介:李梅娜(1984—),女,硕士生,地质学专业,E-mail:lmnz@163.com

收稿日期:2016-06-20;**改回日期:**2016-10-28. 张光威编辑

星影像 9 景(图 1)。所收集卫星影像在海岸区域均无云雾遮挡,海陆界限清晰,利于海岸线信息提取。所有数据均进行了波段合成(4、3、2 假彩色合成)、几何校正、色彩拉伸等处理^[9-11]。由于影像处理方法较为成熟,这里不详细赘述。此外,还收集了 2012 年的纸质海图,作为辅助数据,经过扫描数字化后,为海岸线信息提取做解译参考。

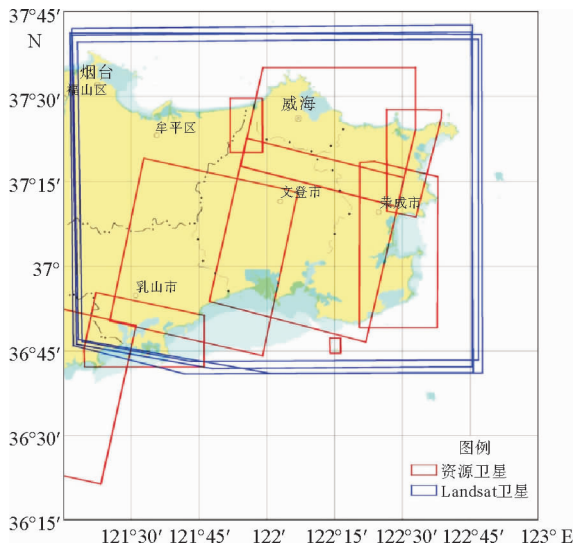


图 1 卫星影像覆盖范围

Fig. 1 Coverage of satellite images

基础上,现场调查重点选择解译标志不明显容易错分的区域。如图 3 所示,威海海岸带划分的总网格数(黄色网格)为 200 个,验证站位的网格数为 87 个(粉红色)。验证岸线长度 370 km,验证率为 44%;验证结果正确 81 个,错误 6 个。因此岸线类型的判对率为 93.1%。

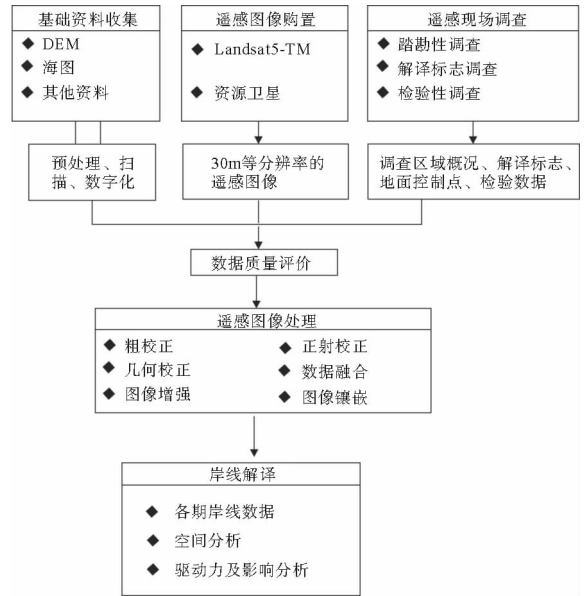


图 2 技术路线

Fig. 2 Technical Flowchart of the study

2.2 研究方法

对于海岸类型的划分,目前没有统一的标准。在海岸发育过程中除波浪作用外,还受潮汐、海流、海平面变化、地壳运动、新构造运动、岩石性质、地貌形态、入海河流及生物等诸多因素的作用和影响。本研究根据岸线所在的地理环境及海岸开发情况将研究区的岸线分为基岩海岸、砂质海岸、人工海岸和粉砂淤泥质海岸四类。由于研究区粉砂淤泥质岸线总长分布不足 1%,因此,本文重点讨论基岩岸线、砂质岸线和人工岸线。海岸线的提取是以 Arc-Gis10.1 软件为平台,卫星融合图像为基础,辅以地面调查资料、地形图、海图以及其他文字和图片资料,采用目视解译,人工勾画方法^[12-13]。具体技术路线如图 2 所示:

遥感调查与实地调查是相辅相成的两个步骤。实地调查为遥感调查提供准确的地面控制点数据、解译标志和验证数据,同时还提供在遥感图像上无法直接获得的资料。在野外调查中,开展了遥感图像和地面同名点经纬度的精确定位、解译标志调查、地理要素的野外验证等工作。在遥感信息提取的基

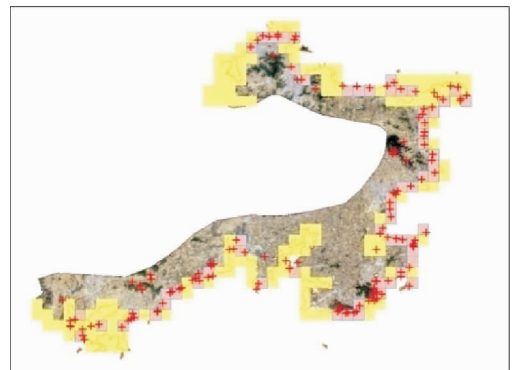


图 3 野外验证点分布

Fig. 3 Distribution map of field verification point

3 结果与讨论

3.1 岸线长度变化

3.1.1 研究区整体岸线长度变化

由表 1 可知,威海市 1990—2013 年海岸带岸线长度变化较大,总体增加了 72.88 km,变化率为

7.8%。其中 1990—2000 年的 10 年岸线长度变化最小,岸线总体增加了 4.83 km,变化率仅为 0.5%。对各区而言,环翠区、荣成市、乳山市岸线长度均增加,其中环翠区增加最多,为 3.93 km;而文登市岸线长度变化最小,仅有 0.08 km。2000—2009 年,威海市海岸线长度明显增大,岸线长度总体增加了 42.29 km,变化率为 4.5%。其中,荣成市增加最多,为 21.41 km;文登市为 11.51 km;环翠区为 4.7 km;乳山市为 4.67 km。2009—2013 年,威海市海岸线总增加长度增加了 25.76 km,变化率为 2.62%。其中,环翠区增加了 17.63 km;荣成市增加 8.67 km;文登市增加 3.87 km;乳山市减少 4.41 km。

表 1 威海各区近 20 年岸线总长度统计(单位:km)

Table 1 Length of shoreline of Weihai district in recent 20 years

	1990 年	2000 年	2009 年	2013 年
环翠区	144	148	169	171
荣成市	435	435	461	465
文登市	149	149	161	164
乳山市	205	206	208	206
合计	933	938	999	1 006

注:由于岸线尺度效应^[14]、范围界定和动态变化等诸多因素的影响,本文中威海海岸带岸线长度会与有关部门公布的数据不一致,但并不影响对变化趋势的分析。

3.1.2 岸线类型比例变化

海岸线类型与所处的地质构造、地貌形态及海陆相互作用有密切的关系^[11],整体而言,威海海岸带地区强侵蚀基岩海岸多分布于岬角、外海岛礁等

易受波浪强烈冲蚀和沿岸流冲刷的区域。如威海市荣成区的成山头基岩岸线、荣成楮岛基岩岸线等。弱侵蚀基岩海岸多分布于港湾内的岬角和岛礁区域。这些区域波浪作用较弱,岸坡平缓。如:荣成区桑沟湾基岩海岸、养鱼池湾基岩海岸等。砂质岸线主要分布于荣成北部海岸,此外,五垒岛湾至白沙滩也属砂质海岸。人工岸线主要分布在城镇、村庄、港口码头、盐田、养殖区等地区。威海海岸带 1990、2000、2009 和 2013 年海岸线类型及长度统计如表 1 所示。

在人为开发作用下,一些曲折的淤泥质海岸和海湾被围垦养殖,而在港口区域建设码头导致岸线属性发生改变。20 年来威海海岸带地区海岸线受人类活动影响显著,人工岸线长度在 1990 年为 473 km,占总岸线长度的 50.7%,到 2013 年达到 581 km,占总长度的 57.8%。研究区人工岸线呈逐年增长趋势,其中在前(1990-2000)、中(2000-2009)、后期(2009-2013)分别增长了 16.6、84.6、7.4 km。其中前、中及后期人工岸线增长速度分别为 1.67、8.46 和 0.74 km/a,与之对应,自然岸线在前期、中期和后期分别以 -1.6、-2.36 和 -0.04 km/a 的速度递减。

3.2 海岸变迁及驱动力

根据 4 期遥感图像的岸线提取,可以得出威海海岸带近 20 年来海岸变化及其空间分布(图 4、图 5)。

海岸线变化显著的区域主要分布在环翠区双岛港、杨家湾,荣成桑沟湾及文登五垒岛湾。为了更详细地对威海市海岸线在研究期内的海陆交互过程进

表 2 威海市岸线各时期各类型海岸线长度统计

Table 2 Statistics of shoreline length of deferent types in deferent period in Weihai

类型	岸线长度/km				所占比例/%				
	1990	2000	2009	2013	1990	2000	2009	2013	
自然岸线	基岩岸线	249.9	246.2	231.4	231.4	26.8	26.3	23.1	23
	砂质岸线	177.8	170.8	163.5	163.1	19.1	18.2	16.4	16.2
	淤泥质岸线	31.9	32	30.5	30.5	3.4	3.4	3.1	3
	小计	459.6	449	425.4	425	49.3	47.9	42.6	42.2
人工岸线	其他人工岸线	53.5	74.3	81.9	86.1	5.8	7.9	8.2	8.6
	港口岸线	37.7	46.3	98.5	100.6	4	4.9	9.8	9.9
	养殖围堤	381.8	369	393.8	394.9	40.9	39.3	39.4	39.3
	小计	473	489.6	574.2	581.6	50.7	52.1	57.4	57.8
	合计	932.6	938.6	999.6	1 006.6	100	100	100	100

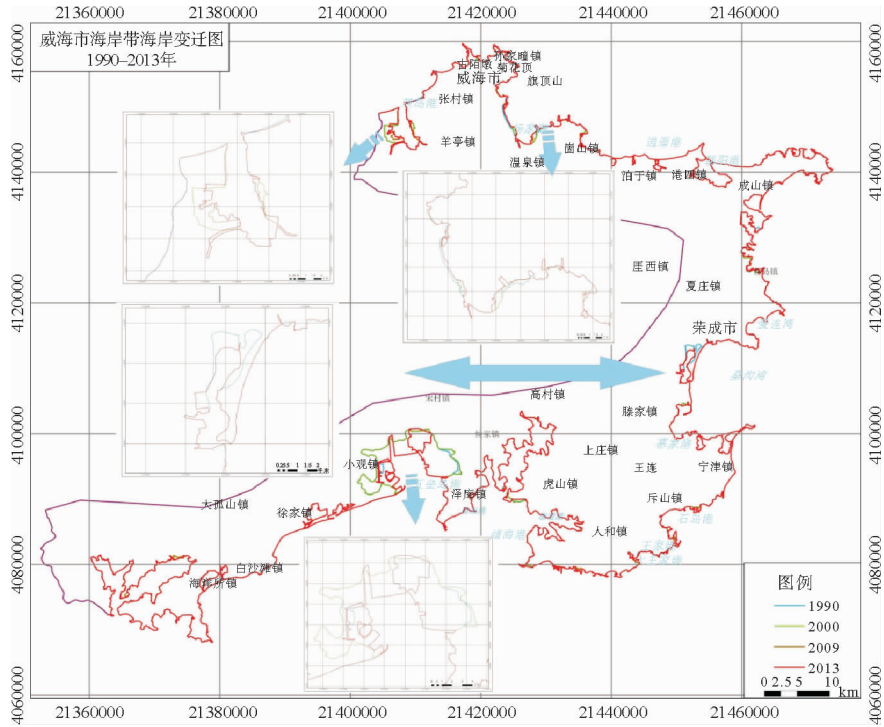


图4 威海市海岸带变迁
Fig. 4 Changes in coastal zone in Weihai

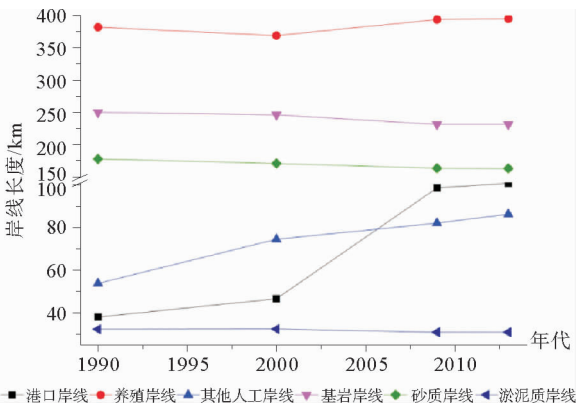


图5 文登市四期岸线类型长度对比
Fig. 5 Shireline variation from 1990 to 2013

行反演,本研究从各辖区主要岸段各个时间跨度分别进行分析。

3.2.1 环翠区

1990-2000年,新增陆域面积4.74 km²,陆域主要增长点源于环翠区威海新港的建设和威海幸福公园建设围堤的修建。2000-2009年,陆域面积增加6.57 km²,除了双岛湾养殖池的人工围填,威海新港的大规模扩建是主要原因。2009-2013年期间,环翠区围填海引起的新增陆域面积达到1.27 km²。

3.2.2 荣成市

1990-2000年间,荣成市桑沟湾绿岛人工湖的

围填工程造成的填海面积为3.61 km²。2000-2009年海岸变化主要是由人为因素造成,工业厂房的建设以及人工码头向海一侧的扩张,造成了淤进面积3.74 km²。2009-2013年期间,荣成仍主要受人类围填海活动的影响。

3.2.3 文登市

2000-2009年间,文登市陆域面积增加27.83 km²,其中五垒岛湾的人工围填养殖池是岸线变化及陆域面积增长的主要原因。

1990、2000、2009和2013年海岸线类型及四期岸线类型长度对比如图5所示,在人工岸线类型中,城镇和港口岸线呈现快速扩张趋势,这是由于海岸环境的宜居优势驱动了近岸经济的发展,城镇快速扩张及海上运输业贸易迅速增长。如威海港和石岛渔港的扩建,码头岸线在2000-2009年间急剧增长,体现了威海港贸易及运输的快速发展,这与威海中后期大力发展临港产业和现代渔业相吻合。养殖岸线在前期和中期均有不同幅度的变化,1990-2000年间,荣成市绿岛人工湖的建设使得养殖围堤岸线大幅度减少,中期养殖围垦持续增长,到后期由于易开发海岸资源减少,养殖岸线增幅缓慢。自然岸线中基岩岸线和砂质岸线均有不同比例的小幅度减少,原因是部分自然岸线被用于海水养殖和人工围填造地。

4 结论

综合运用遥感和 GIS 技术,对威海海岸带岸线长度变化、岸线类型变化和变迁面积等进行分析研究,得出以下结论:

(1)20 世纪 90 年代以来,随着威海经济的发展,海岸开发活动使威海海岸带地区岸线变化剧烈,人工岸线比重不断增加,由 1990 年的 50.7% 上升到 2013 年的 57.8%,自然岸线比重下降。

(2)围海造地、港口码头扩建、围海养殖是短期内岸线变化的主因。另外,为防止威海北部岸线进一步侵蚀而进行的海岸防护堤的修建,也使人工岸线进一步增加,岸线人工化导致自然岸线减少,很大程度上破坏了海岸的自然功能,对海岸带的生态系统产生深远影响。

(3)建议加强海岸带监测,利用科学方法开展海岸防护;同时,科学规划和利用海岸空间资源,提高优质岸线利用率。

参考文献 (References)

- [1] 杨磊,李加林,袁麒麟,等.中国南方大陆海岸线时空变迁[J].海洋学研究,2014,32(3):42-49. [YANG Lei, LI Jialin, YUAN Qixiang, et al. Spatial-temporal changes of continental coastline in southern China[J]. Journal of Marine Sciences, 2014,32(3):42-49.].
- [2] 陶明光. Landsa-TM 遥感影像岸线变迁解译研究-以九龙江河口为例[J].水文地质工程地质,2006(1):107-111. [TAO Minggang. Interpretation of coastline changes based on Landsat-TM remote sensing images: an example of the mouth area of Jiulongjiang River[J]. Hydrogeology and Engineering Geology,2006(1):107-111.].
- [3] El-asmar H M, Hereher M E. Change detection of the coastal zone east of the Nile Delta using remote sensing[J]. Environmental Earth Sciences,2011,62(4):769-777.
- [4] Nguyen L D, Viet P B, Minh N T, et al. Change detection of land use and ricerbank in Mekong Delta, Vientnam using time series remotely sensed data[J]. Journal of Resources and Ecology,2011,2(4):370-374.
- [5] 杨金中,李志中,赵玉灵.杭州湾南北两岸岸线变迁遥感动态调查[J].国土资源遥感,2002,51(1):23-28. [YANG Jinzhong, LI Zhizhong, ZHAO Yuling. The remote sensing dynamic monitoring of Hangzhouwan banks[J]. Remote Sensing for Land & Resources, 2002, 51(1): 23-28.].
- [6] 毕世普,别君,张勇.近 20 年来胶东半岛南部典型海岸带地区岸线变迁的遥感分析[J].海洋地质前沿,2014,30(1):16-18. [BI Shipu, BIE Jun, ZHANG Yong. Remote sensing analysis for coastline variation in typical coastal zones of southern Jiaodong peninsula in the past two decades[J]. Marine Geology Frontier,2014,30(1):16-18.].
- [7] 谌艳珍,方国智,倪金,等.辽河口海岸线近百年来的变迁[J].海洋学研究.2010,28(2):14-21. [CHEN Yanzhen, FANG Guozhi, NI Jin, et al. Research on century's changes of coastlines of Liaohe Estuary[J]. Journal of Marine Sciences,2010,28(2):14-21.].
- [8] 黄海军,樊辉.1976 年黄河改道以来三角洲近岸区变化遥感监测[J].海洋与湖沼,2004,35(4):306-313. [HUANG Haijun, FAN Hui. Monitoring Changes of Nearshore Zone in the Huanghe Delta Since 1976[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2004,35(4):306-313.].
- [9] 马妍妍,李广雪,杨荣民,等.青岛市城区演化及发展的卫星遥感分析[J].海洋地质动态,2005,21(11):30-32. [Ma Yanyan, Li Guangxue, Yang Rongmin, et al. New progress in Seismic prospecting for Natural Gas in the Loess Plateau Area[J]. Marine Geology Letters, 2005,21(11):30-32.].
- [10] 邓声贵,李广雪,周良勇,等.利用 TM 合成图像研究滨海平原城市东营市的时空扩展[J].中国海洋大学学报,2003,33(4):603-608. [DENG Shenggui, LI Guangxue, ZHOU Liangyong, et al. Study on Space-Time Expansion of Dongying City by Composing TM Pseudo-Color[J]. Journal of Ocean University of China,2003,33(4):603-608.].
- [11] 刘雪,马妍妍,李广雪,等.基于卫星遥感的长江口岸线演化分析[J].海洋地质与第四纪地质.2013,33(2):17-22. [LIU Xue, MA Yanyan, LI Guangxue, et al. Coastline Evolution of the Yangtze Estuary Upon Satellite Remote Sensing Analysis[J]. Marine Geology and Quaternary Geology, 2013, 33(2):17-22.].
- [12] 孙晓宇,吕婷婷,高义,等.2000-2010 年渤海湾岸线变迁及驱动力分析[J].资源科学,2014,36(2):413-418. [SUN Xiaoyu, Lü Tingting, GAO Yi, et al. Driving Force Analysis of Bohai Bay Coastline Change from 2000 to 2010[J]. Resources Science,2014,36(2):413-418.].
- [13] 周良勇,张志珣,陆凯.1985-2002 年江苏粉砂淤泥质海岸岸线和围海变化[J].海洋地质动态,2010,26(6):7-10. [ZHOU Liangyong, ZHANG Zhixun, LU Kai. Shoreline Change and Reclamation of Silty Coast in Jiangsu province During 1985 — 2002[J]. Marine Geology Letters,2010,26(6):7-10.].
- [14] Su F Z, Gao Y, Zhou C H, et al. Scale effects of the continental coastline of China[J]. Journal of Geographical Sciences, 2011, 21(6): 1101-1111.

COASTLINE CHANGE IN WEIHAI BASED ON REMOTE SENSING

LIMEina^{1,2,3}, CHEN Xiaoying^{2,3}, LIU Jinqing^{1,2,3}, WU Zhen⁴, Song Wei⁴

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

2. Key Laboratory of Marine Hydrocarbon Resources and Environmental Geology, Ministry of Land Resources, Qingdao 266071;

3. Qingdao Institute of Marine Geology, Qingdao 266071; 4. Shandong Provincial No. 4 Institute of Geological and Mineral Survey, Weifang 261021)

Abstract: Four time phases of the remote sensing images during 1990-2013 (1990, 2000, 2009 and 2013 respectively) were used to acquire the coastline information of Weihai, Shandong. Results shows that the coastline of Weihai has changed greatly because of anthropogenic activities, including land reclamation, port construction and coastal defenses projects. The main changes in coastline are detected in the Huancui district and Wendeng district where vast coastal developing activities have been done in the past few decades.

Key words: coastline; spatial-temporal changes; remote sensing; reclamation; coastline change