

Spatial and Temporal Changes of Shandong Coastline Based on RS

Mei Kong, Shaokai Wang, Xiangliang Meng, Jie Gao

Shandong Province Environmental Monitoring Centre, Jinan Shandong
Email: km2003@163.com

Received: Sep. 23rd, 2016; accepted: Oct. 11th, 2016; published: Oct. 14th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

In this paper, based on the technology of GIS and RS, coastlines in the year of 2000 and 2010 of Shandong were interpreted from remote sensing images. The analysis of spatial and temporal changes of coastlines shows that: Shandong coastline changes are mainly affected by human factors. The total length of the coastline is increasing in the past ten years, which is evidently in the changes of artificial coastline. The temporal and spatial variation is mainly reflected in industrial land use, town and port construction. With the increase of artificial coastline, natural coastline reduced. Compared with human activities, the impacts of natural changes such as river estuary deposition and erosion on the coastline of Shandong province are relatively small.

Keywords

Coastline, Remote Sensing, Spatial-Temporal Change, Shandong Province

基于遥感的山东省海岸线时空变化分析

孔梅, 王绍凯, 孟祥亮, 高洁

山东省环境监测中心站, 山东 济南
Email: km2003@163.com

收稿日期: 2016年9月23日; 录用日期: 2016年10月11日; 发布日期: 2016年10月14日

摘要

本文基于遥感技术与GIS技术, 提取了2000年、2010年的山东省海岸线, 并对十年间山东省海岸线变化

进行了系统分析。结果表明：十多年来，受人为开发与海陆作用的综合影响，山东省的海岸线总长度呈增加趋势，主要以人工岸线的增加为主，如建设围堤和码头岸线的迅速增加。随着人工岸线的增加，自然岸线相应减少，主要以砂砾质岸线和淤泥质岸线的减少为主。人类工程建设是山东省海岸线变化的最主要原因。与人类活动相比，自然变化如河口淤积与侵蚀对山东省海岸线影响比较小。

关键词

海岸线, 遥感, 时空变化, 山东省

1. 引言

海岸线是海洋与陆地的分界线，海岸线变化直接影响潮间带滩涂资源量及海岸带环境，海岸带是全球变化的敏感地区，研究海岸线变化对于了解海岸带生态环境变化具有重要意义。近年来，环黄渤海地区发展迅速，海岸带资源开发利用强度大幅度增加，从而导致了山东省海岸线的显著变化。

刘艳霞等[1]针对潮汐涨落及潮滩坡度对岸线监测的影响，提出了利用两景影像计算潮滩坡降进而获取岸线的方法。常军等[2]以 Landsat 影像作为数据源，利用监督分类方法对黄河口的海岸线进行了动态监测，并分析了岸线变化与入海水沙之间的关系。徐进勇等[3]利用遥感数据分析了中国北方的海岸线时空变化，认为海岸线长度增大(或缩减)会导致整体海岸线分形维数增大(或缩小)。李行等[4]以 Landsat TM 影像作为数据源，对江苏省海岸线的时空变化进行了分析。姚晓静等[5]利用遥感技术分析海南岛海岸线近 30 年的时空变化。国内学者基于多源遥感影像和 GIS 技术，对我国自北向南多个区域岸线变化进行了详细研究，但是对于山东省整体岸线类型分布及时空变化分析未见有详细论述。本文以 Landsat TM 影像作为数据源，综合利用遥感与 GIS 技术，对山东省海岸线时空变化进行详细分析。

研究中提取了 2000 年、2010 年的山东省海岸线，对十年间山东省海岸线变化进行了系统分析。

2. 研究区概况

山东省海岸带分为 2 个自然区，共 5 个自然岸段。2 个自然区为鲁北平原海岸区和鲁东丘陵海岸段区。其中鲁北平原海岸区又分成 2 个海岸段，即黄河三角洲泥质海岸段、潍北平原泥质海岸段；鲁东丘陵海岸区又分成 3 个海岸段，即蓬黄掖沙质海岸段、山东半岛东部南部基岩港湾海岸段、日照沙质海岸段[6]。

鲁北平原海岸段区，西起漳卫新河河口，东至烟台莱州市虎头崖，主要属滨州市、东营市、潍坊市管辖，地势平坦，多粉砂淤泥质潮滩，黄河从此区入海，土壤多属滨海盐土，石油、地下卤水丰富。其黄河三角洲泥质海岸段，西起漳卫新河河口，东至小清河河口，该岸段降水最少；其潍北平原泥质海岸段，西起小清河河口，东至虎头崖，组成物质以粗粉砂及粉砂质细砂为主，地下卤水资源丰富。

鲁东丘陵海岸段区，北起莱州市虎头崖，南至日照的绣针河口，为烟台、威海、青岛、日照所管辖。海岸带以基岩港湾为主体。其蓬黄掖沙质海岸段，即蓬莱—龙口—莱州海岸段，西起虎头崖，东至蓬莱城，以沙质海岸为主；山东半岛东部、南部基岩港湾海岸段，北起蓬莱城，南至胶南与日照交界处的吉利——白马河河口附近，海岸以基岩港湾海岸为主，港湾众多；日照沙质海岸段，北起吉利——白马河河口，南至绣针河河口，以沙质海岸为特色，浅海海底为水下平原。

3. 研究方法

3.1. 海岸线分类系统

针对海岸变化及其影响因素分析，将海岸线类型首先分为人工岸线和自然岸线两个一级类，在自然

岸线和人工岸线的基础上进行详细划分如表 1 所列。经详细划分后的人工岸线与国家海洋局制定的海岸基本功能规划的海洋功能区类型(国家海洋局, 2009) [7]具有一致性, 有利于监测海岸变化和海岸资源管理与规划。

3.2. 各类海岸线特点

由于潮位的升降和风引起的增水或减水作用, 海岸线常在一定范围内往复波动(海岸线波动范围即潮间带)。不同区域的海岸地形特征和潮位差值不一, 因此海岸线波动空间范围也不相同。我国国家标准《海洋学术语 海洋地质学》(GB/T18190-2000) [8]将海岸线定义为“海岸线是海陆分界线, 在我国系指多年大潮高潮位时海陆界线”, 由此可以判断海岸线空间位置。

1) 淤泥质岸线界定

淤泥质海岸主要受潮汐作用塑造的低平海岸, 潮间带宽而平缓。在这种海岸的潮间带之上向陆一侧常有一条耐盐植物生长状况明显变化的界线, 即为岸线。此外, 受上冲流的影响, 在上冲流的上限常有植物碎屑、贝壳碎片和杂物等分布的痕迹线, 即是岸线所在。

2) 砂砾质岸线界定

砂砾质岸线多发育在上游与下游落差较大的入海河口两翼和基岩岬角之间的海湾顶部。砂砾质海岸线一般比较平直, 在砂砾质海岸的海滩上部常常推成一条与岸平行的脊状砂砾质沉积, 海岸线一般确定在现代滩脊的顶部向海一侧。有陡崖的砂砾质海岸的岸线界定: 有陡崖的海滩一般无滩脊发育, 海滩与基岩陡岸直接相接, 崖下滩、崖的交接线即为岸线。在遥感影像砂滩往往反射率较高, 呈亮白色。

3) 基岩岸线界定

基岩岸线多发育于隆起带的大陆边缘, 如辽东半岛海岸、山东半岛海岸、浙东-桂南隆起段海岸等, 基岩海岸广泛分布。受海陆长期作用影响, 基岩海岸多被塑造出海蚀崖、海蚀阶地等地貌形态, 且在潮间带有大粒径砾石分布, 海蚀崖底部即是基岩岸线位置所在。

Table 1. Classification of coastline

表 1. 海岸线分类

分类系统		说明
海岸线	自然岸线	未经人为因素干扰, 受自然海陆作用状态下的海岸
	淤泥质岸线	位于淤泥或粉砂质泥滩的海岸线
	砂砾质岸线	位于沙滩的海岸线
	基岩岸线	位于基岩海岸的海岸线
	生物岸线	由红树林、珊瑚礁和芦苇等组成海岸线
	河口	入海河口与海洋的界线(鉴于河口特殊性, 后文详述)
	人工岸线	经人工改造后形成的事实海陆界线
	养殖围堤	由人工修筑的, 用于养殖的堤坝
	盐田围堤	围垦用于盐碱晒制而围垦的堤坝
	农田围堤	用于农作物种植的人工堤坝
码头岸线	修筑港口码头所形成的岸线	
建设围堤	用于城镇建设的围垦岸线	
交通围堤	用于交通建设的人工修筑堤坝	

4) 人工岸线界定

人工岸线类型中养殖围堤、盐田围堤、农田围堤、交通围堤、码头岸线和建设围堤等六类海岸线有着类似的结构：人工构筑物向陆一侧不存在平均大潮高潮时海水能达到的水域，人工构筑物向海一侧的水陆分界线即是海岸线。人工岸线在影像上反映为有明显的人工作用痕迹。

3.3. 海岸线提取方法

本研究中，所用到的数据是：2010年：CBERS-02B 全色影像(2.36 m)与 HJ-1/TM 多光谱影像融合，实现现状年海岸带土地覆盖数据高分辨率提取；2005年：TM 遥感影像和部分地区的高分影像；2000年：TM 多光谱(30 m)与全色波段融合(15 m)。

根据全国生态环境十年变化(2000~2010年)遥感调查与评估项目实施方案(环境保护部、中国科学院，2011)，结合实地调查资料和海岸线在遥感影像上的成像特征，采用基于灰度分割的方法提取水边线。

研究中，基于 ENVI 遥感图像处理软件，加载几何校正后的遥感影像，分析中红外 1.55~1.75 μm 波段在水边线处灰度值范围，以确定灰度分割阈值；根据每景中红外 1.55~1.75 μm 波段水边线处分割阈值，对影像进行分割；利用非监督分类中 K-Means 方法对分类结果进行分类；并将分类后的结果导出为矢量格式。基于 ArcGIS 软件平台，加载导出的矢量数据，进行碎多边形去除、平滑处理等操作；叠加卫星影像，判读海岸线类型；最后检查海岸线数据的拓扑关系，排除数据冗余并保证海岸线数据的连续性。具体流程如图 1 所示。

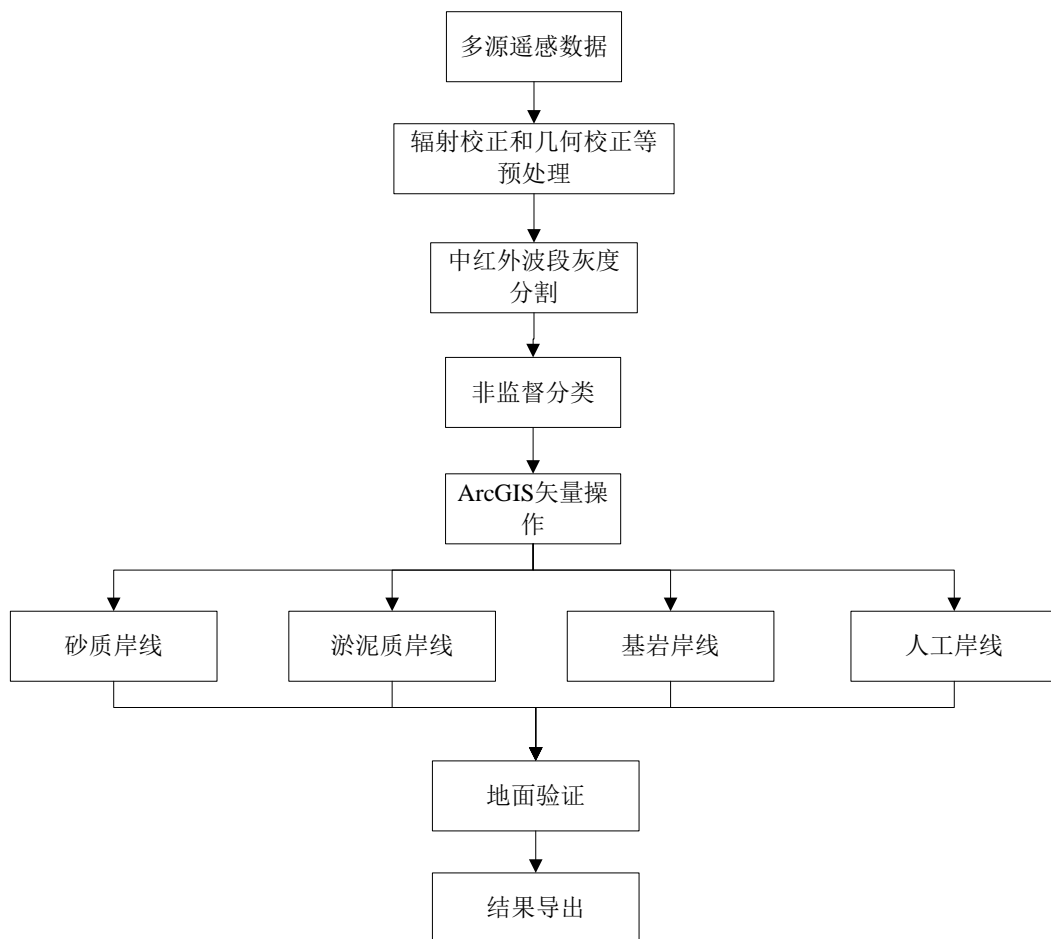


Figure 1. Flow chart of coastline extraction
图 1. 海岸线提取流程

4. 结果分析

4.1. 精度验证

由于受潮汐等因素的影响，从遥感影像上直接提取的水陆交界线并不是真正意义上的海岸线，只是卫星过顶时刻的瞬时水边线，而正好位于平均大潮高潮线的水边线则较难获取。所以，要想获得真正的海岸线，需要将水边线进行潮位校正至平均大潮高潮线。本研究中，利用卫星过境时的数据信息和青岛验潮站的潮位数据，计算出水边线至海岸线的校正距离，从而获得海岸线的位置。

本研究中，采用实地 GPS 测量点进行精度验证。淤泥质海岸、砂质海岸、基岩海岸、人工海岸各随机选取 30 个点，解译类型与实际类型进行对比验证。结果发现，解译海岸点与实际岸线距离大部分不超过 5 米，其中砂质海岸和淤泥质海岸的海岸线差别较大。另外由于影像现状年是 2010 年，实地验证年是 2012 年，时间差别也会影响验证结果。

4.2. 海岸线变化分析

山东省地质构造与岩性复杂，地貌类型多样，故海岸类型较多。人工岸线以养殖围堤和建设围堤为主，多分布在人口密集且易于开发的沿海地区，自然岸线以砂砾质岸线最多，主要分布在烟台、威海等市的沿海地区，其次是基岩岸线和淤泥质岸线。

2000 年、2010 年山东省海岸线各类型长度统计如表 2 所示。

数据表明，十多年来，受海洋开发活动与海陆作用的综合影响，山东省海岸线总长度增加了 225.75 km。引起海岸线变化的主要人类活动有城镇建设、港口建设、盐场建设等；引起海岸线变化的自然活动为河口淤积和侵蚀，以黄河口的海岸线演变为主。与人类活动相比，自然变化如河口淤积与侵蚀对研究区海岸线影响比较小。

2000~2010 年十年间自然岸线持续减少。十年间由于工业开发、城镇建设等导致自然岸线长度由 1054.7 公里减少到 892.2 公里，自然岸线的比例从 42.1% 降低到 32.7%，而人工岸线的比例从 57.9% 增加到 67.3%。

在人工岸线中，建设围堤增加最多，十年间增加了 213.94 km，增加比例达到了 56.3%。其次是码头

Table 2. Statistical information of Shandong coastline (unit: km)

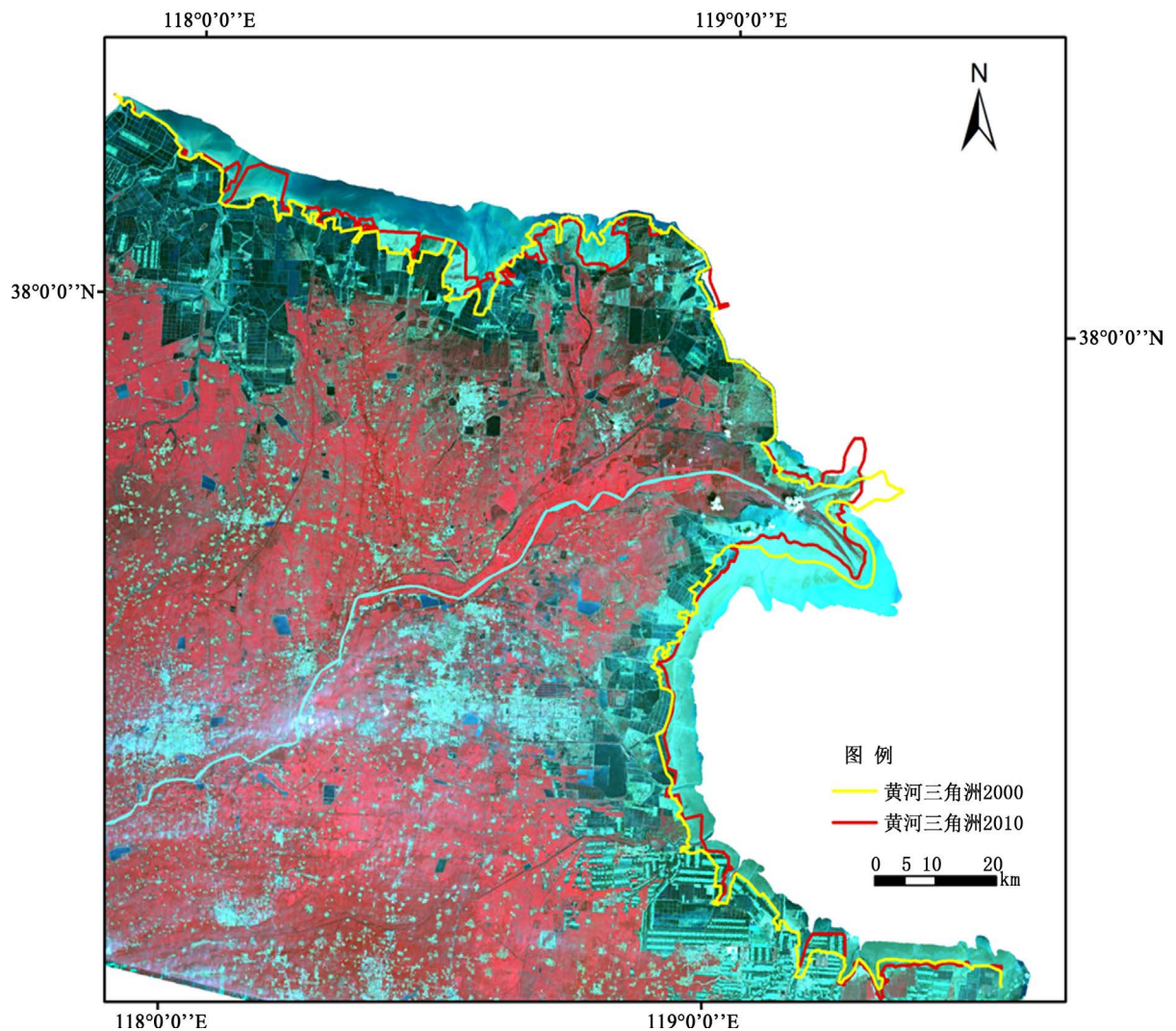
表 2. 山东省各类型岸线长度汇总(单位: km)

岸线类型	2000 年	2010 年	变化量
交通围堤	22.98	26.01	3.03
养殖围堤	828.16	823.57	-4.59
农田围堤	14.34	11.90	-2.44
建设围堤	379.86	593.80	213.94
盐田围堤	0	34.28	34.28
码头岸线	202.24	346.23	143.99
基岩岸线	336.99	333.43	-3.56
河口岸线	23.57	23.46	-0.11
淤泥质岸线	241.57	163.78	-77.79
砂砾质岸线	452.58	371.58	-81.0
总计	2502.29	2728.04	225.75

岸线，十年间增加了 143.99 km。滨州市沿海、黄河口、莱州湾南段、龙口湾、胶州湾南段等地是山东省海岸线变化相对集中的区域。

对比 2010 年与 2000 年两期海岸线变化，对山东省海岸线影响最大的海岸线动态主要分布在黄河三角洲地区，十年间黄河三角洲海岸线长度增加了 28.8 km。黄河三角洲位于渤海湾南岸和莱州湾西岸，主要分布于山东省东营市和滨州市境内，是由古代、近代和现代三个三角洲组成的联合体。黄河口海岸线的演变与黄河来水来沙条件密切相关，1996 年 7 月，人工引黄河从北汊入海，改变了泥沙淤积条件，使北汊造陆速率加快；而原清水沟流路大沙嘴顶端在断绝泥沙来源后开始发生缓慢侵蚀[4]。在 2000~2010 年间，新黄河口淤积强烈，海岸线向海快速延伸，2010 年左右新河口向北摆动(图 2)。

依托海洋发展经济是山东省沿海地区的重要特色，“十一五”以来，沿海地区的经济发展呈现出加速化、重工业化、临海化的总体趋势。城镇建设、港口码头、滨海旅游以及海盐化工等产业发展快速，同时也对海岸带环境产生了重要影响。各类沿海工程的新建与扩建主要使海岸线向海扩展；而使海岸线向陆退缩的开发活动极少。十年间，黄河三角洲海岸线建设围堤增加了 117.5 km，而自然岸线减少了 67.8 km。主要海岸带工程如滨州经济开发区建设、龙口湾建设、潍坊港建设、昌邑沿海经济开发区建设等。



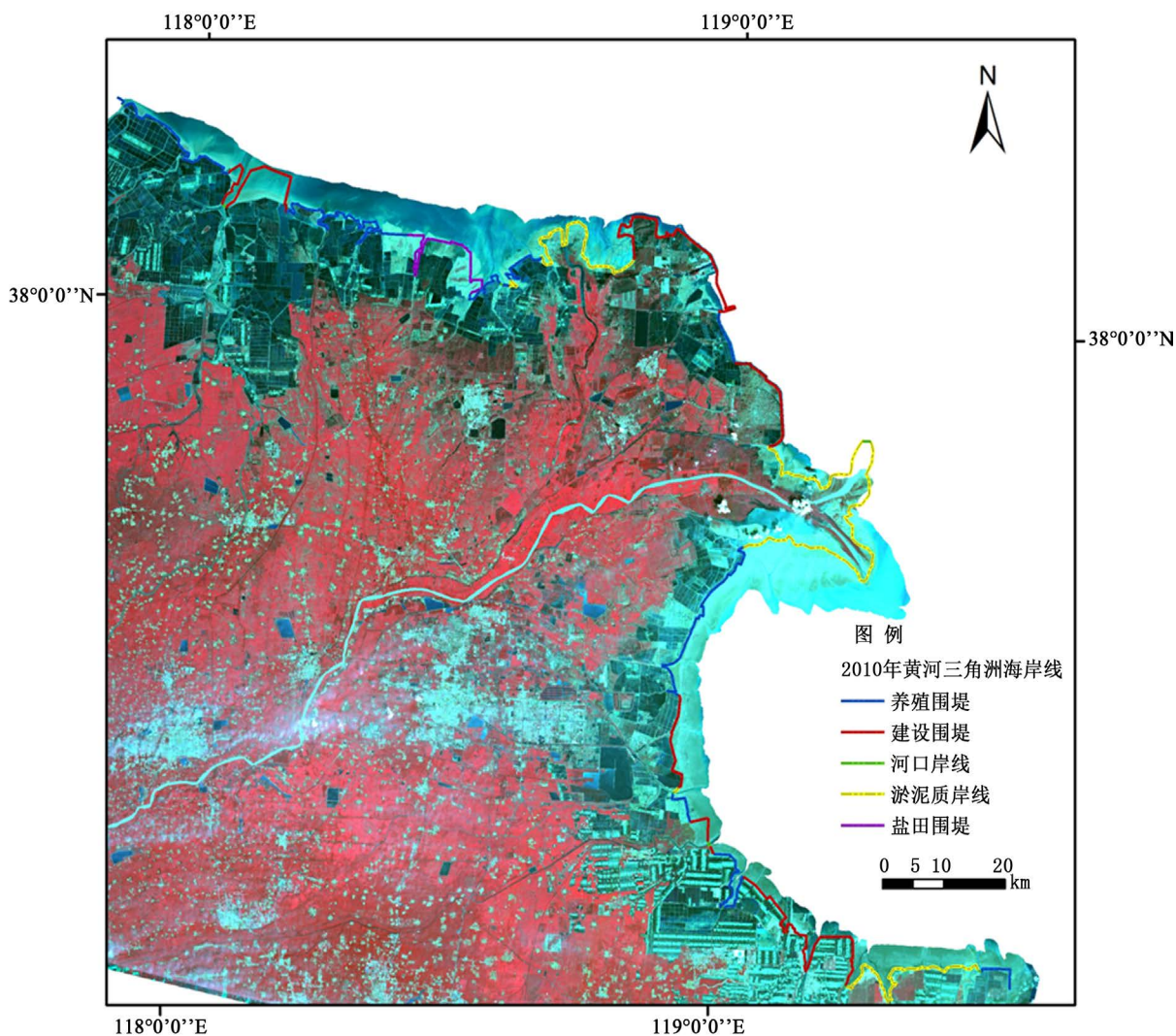


Figure 2. Coastline change in Huanghe Delta

图 2. 黄河三角洲海岸线变化

5. 结论

利用遥感技术是研究海岸带宏观生态环境的最有效的一种方法。研究海岸线的空间特征和动态演变，对海岸带的管理和开发具有重要意义，可以为管理者和决策者提供理论依据。

本研究中，获取了山东省 2000~2010 年大陆海岸线的时空分布情况；分析了海岸线时空变化特征，以及海岸线动态变化的原因。十多年来，受人为开发与海陆作用的综合影响，山东省的海岸线总长度呈增加趋势，主要以人工岸线的增加为主，如建设围堤和码头岸线的迅速增加，引起海岸线变化的主要人类活动有城镇建设、港口建设、盐场建设等。随着人工岸线的增加，自然岸线相应减少，主要以砂砾质岸线和淤泥质岸线的减少为主。与人类活动相比，自然变化如河口淤积与侵蚀对山东省海岸线影响比较小。

基金项目

山东省生态环境十年变化(2000~2010 年)遥感调查与评估项目(STSN-05-15)。

参考文献 (References)

- [1] 刘艳霞, 黄海军, 丘仲锋, 等. 基于影像间潮滩地形修正的海岸线监测研究: 以黄河三角洲为例[J]. 地理学报, 2012, 67(3): 377-387.
- [2] 常军, 刘高焕, 刘庆生. 黄河口海岸线演变时空特征及其与黄河来水来沙关系[J]. 地理研究, 2004, 23(5): 339-346.
- [3] 徐进勇, 张增祥, 赵晓丽, 等. 2000~2012 年中国北方海岸线时空变化分析[J]. 地理学报, 2013, 68(5): 651-660.
- [4] 李行, 张连蓬, 姬长晨, 等. 基于遥感和 GIS 的江苏省海岸线时空变化[J]. 地理研究, 2014, 33(3): 414-426.
- [5] 姚晓静, 高义, 杜云艳. 基于遥感技术的近 30a 海南岛海岸线时空变化[J]. 自然资源学报, 2013, 28(1): 114-125.
- [6] 李振. 胶州湾海岸带土地利用/覆被变化及山东省海岸带土地利用变化动态模拟[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 中国科学院海洋研究所, 2010.
- [7] 国家海洋局. 国家海洋局关于开展海岸保护与利用规划编制工作的通知[R]. 2009.
- [8] 中国自然资源丛书编撰委员会. 中国自然资源丛书(海洋卷)[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1995.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: gst@hanspub.org