

Analysis of Coastline Changes in Caofeidian from 1984 to 2013

He Zhang, Xiaoshen Zheng*

Tianjin Key Laboratory of Marine Resources and Chemistry, College of Marine and Environmental Sciences, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin
Email: 563879773@qq.com, *zhengxiaoshen@163.com

Received: Jul. 20th, 2016; accepted: Aug. 8th, 2016; published: Aug. 11th, 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

The coastal zone is the transition zone of marine and land, and it is very sensitive to global change. Researching the coastline change and its driving factors is of great significance for us to understand the change of coastal zone ecological environment. This article interactively extracted coastlines by Sobel algorithm in ENVI and GIS, took a spatio-temporal analysis of the coastline from 1984 to 2013 and generated dynamic changes of coastline maps. The results show that the shoreline of Caofeidian is keeping the domestic expansion, and the change is largely the results of man-made land reclamation. Under the influence of human activity, coastal features have also changed, and nature coast is gradually converted into artificial coast.

Keywords

Coastline, Edge Detection, Sobel Algorithm, Remote Sensing Monitoring, Caofeidian

1984~2013年间曹妃甸海岸线变迁分析

张 贺, 郑小慎*

天津科技大学海洋与环境学院海洋资源与化学重点实验室, 天津
Email: 563879773@qq.com, *zhengxiaoshen@163.com

收稿日期: 2016年7月20日; 录用日期: 2016年8月8日; 发布日期: 2016年8月11日

*通讯作者。

文章引用: 张贺, 郑小慎. 1984-2013 年间曹妃甸海岸线变迁分析[J]. 自然科学, 2016, 4(3): 276-283.
<http://dx.doi.org/10.12677/ojns.2016.43033>

摘要

针对海岸带作为海洋与陆地过渡地带, 是全球变化非常敏感的地带。研究海岸线变化及其驱动因素对于了解海岸带生态环境变化具有重要意义。本文以多时相Landsat MSS/TM/ETM影像为主要数据源, 在ENVI和GIS中利用Sobel算法人机交互提取海岸线, 对1984年~2013年间的海岸线演变进行时空分析并生成岸线动态变化图。结果表明: 曹妃甸区域海岸线不断向海内扩张, 其变化主要是人为的填海造陆的结果。在人类活动的作用下, 海岸特征也发生了变化, 自然海岸逐渐转化为人工海岸。

关键词

海岸线, 边缘检测, Sobel算法, 遥感监测, 曹妃甸

1. 引言

21世纪是“海洋开发的时代”, 随着人类对海洋的开发和利用日趋频繁, 海洋必将成为人类可持续发展的最重要的基地。人类利用最多且最频繁的是海洋与陆地的交界地带—海岸带。海岸带拥有十分宝贵的资源, 具有突出的经济价值。然而这一过渡地带不仅受陆地、海洋、大气等因素的综合影响, 而且受人类活动的影响严重。为了充分保证地图及其地理空间信息数据的现实性, 进行海岸带地形变化的调查并且及时更新数据变得刻不容缓。

在海岸带制图要素中, 海岸线是非常重要的要素。海岸线不仅指出了沿海地区的水陆分界线, 而且蕴含着极其丰富的环境信息, 其变化与潮间带滩涂资源量及海岸带环境的变化息息相关, 进而将引起海岸带资源与生态过程的不断改变, 最终沿海地区的发展也将受到不同程度的影响[1] [2]。海岸带是全球变化的敏感地带, 研究海岸线变化及其驱动因素对于了解海岸带生态环境变化具有重要意义[3]-[6]。

传统的海岸调查在资料获取、信息处理等方面存在着较大局限性。因而, 常规的海洋观测手段不可能全面、深刻地认识海岸变化状况, 也不可能掌握全球尺度的变化过程和规律。相比于传统的常规海洋调查方法, 遥感技术可作为海岸线变化监测的有利工具, 可以对相同的地区进行重复性观测, 很适合于海岸线动态变化的探测。卫星图像分辨率的不断提高、易于得到和覆盖广阔, 卫星遥感可以作为探测海岸线变化的一个很好的工具[7]。本文以9期卫星遥感影像Landsat MSS/TM/ETM为主要数据源, 运用GIS技术, 在影像特征分析的基础上, 采用适宜的岸线提取方法, 人工交互提取出海岸线, 建立曹妃甸地区近30年间的海岸线动态变化图, 从海岸线长度和面积两个方面揭示其变化规律。

2. 研究区域概况及数据源

2.1. 研究区域概况

曹妃甸位于唐山南部沿海、渤海湾中心地带, 是一个东北、西南走向的带状沙岛, 后方滩涂广阔且与陆域相连, 气候条件是大陆性季风气候。曹妃甸地区海岸类型主要有砂质海岸和淤泥质海岸两种, 其中淤泥质海岸的比例较大[8]。本文选取的区域经度坐标范围为 $118^{\circ}14'41.8''E$ 至 $118^{\circ}42'22.9''E$; 纬度坐标范围为 $38^{\circ}53'38.5''N$ 至 $39^{\circ}16'24.6''N$ 。研究区域如下图1。

2.2. 数据源及预处理

本文以8幅卫星遥感影像Landsat MSS/TM/ETM/OLI为主要数据源, 分别为1984年的Landsat MSS

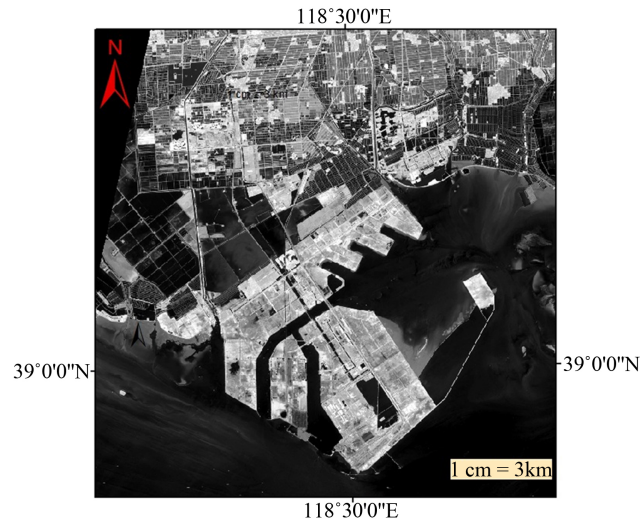


Figure 1. Map of the study area
图 1. 研究区域示意图

数据和 1989 年、1995 年、1999 年、2001 年、2009 年、2010 年的 Landsat TM/ETM 数据以及 2013 年的 Landsat 8 OLI 数据。采用 ENVI4.7 软件以 117° 的高斯坐标为中央经线，WGS-84 坐标系和 1985 国家高程基准作为标准，对 1984~2013 年的 8 期遥感数据进行处理。

为了保证提取岸线的精度，首先根据曹妃甸海岸线信息提取的需求和遥感图像的特点对影像数据进行预处理，预处理包括辐射校正和几何校正。几何校正是以曹妃甸地形图(图 1)为基准，对影像进行校正。由于海岸线处在海洋和陆地的交接处，很难在海洋部分得到理想的地面控制点，所以在几何校正时尽量选择海岸线上的码头，灯塔以及水上建筑物等标志作为控制点。校正过程运用三次卷积运算进行重采样，进一步提高内插的精度，需要对控制点的选择有更高的要求。辐射校正是通过纠正辐射亮度来实现的，也称作大气校正。辐射校正包括均值平滑、中值滤波、高低通滤波等。

3. 海岸线提取方法及对比分析

3.1. 边缘检测算法

图像边缘，是指周围像素灰度有阶跃变化的那些像素的集合[9]。图像边缘检测由两步组成：先对图像进行滤波；然后再用导数算子求出图像梯度和方向。假如一个像素在图像中的某一边界上，那么它的邻域将成为一个灰度级变化的带。对于这种变化最有用的两个特征是灰度的变化率和方向，它们分别以梯度向量来表示，见式(1)：

$$\nabla f = \left(\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y} \right) \quad (1)$$

梯度向量的大小和方向是由(2)和(3)式组成

$$\nabla f = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y} \right)^2} \quad (2)$$

$$\theta = \tan \left(\frac{\partial f / \partial y}{\partial f / \partial x} \right) \quad (3)$$

边缘检测算子就是通过检查每个像元的邻域并对其灰度进行量化来达到边界确定，而且大部分的检

测算子可以确定方向。边缘检测算子大多数基于方向导数掩模求卷积方法,最常用的有 Roberts 算子[10]、Sobel 算子[11]、Prewitt 算子[12]、Laplace 算子[13]。

其中 Sobel 算子是一种一阶微分算子,它利用像素邻近区域的梯度值来计算 1 个像素的梯度,然后根据一定的阈值来取舍。它由公式(4)给出:

$$s = (dx^2 + dy^2)^{1/2} \quad (4)$$

Sobel 边缘检测算子在进行卷积操作时,所使用的卷积核大小为 3×3 的矩阵。通常使用的 Sobel 算子卷积模板,包括有水平方向和垂直方向两种模板,如下式(5)所示。前者在针对水平方向的边缘进行检测时,作用最大,而后者在针对垂直方向上的边缘进行检测时,作用最大。

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

3.2. 海岸线提取算法对比分析

在 ENVI 中实现上述边缘检测算法,并且把这些算法应用于卫星图像的边缘提取,如图 2。经过对比可以看出 Roberts 和 Sobel 算子优于 Prewitt 和 Laplace 算子,而相较于 Roberts 算子,Sobel 算子检测出的图像边缘更清晰,岸线提取更精确。因此 Sobel 算法是效果最好的边缘检测算子,对于卫星灰度图像上从陆地跃迁到海水的变化可以更好地进行提取。使用 Sobel 算子获得了超出其它算子的检测效果,可以作为卫星图像的海岸线自动提取的基本算法,因此本文使用 Sobel 算子进行图像的边缘提取。

4. 结果分析

本文将研究区域 1984 年至 2013 年的海岸线分为两部分分别在 GIS 中进行叠加显示,如图 3 和图 4。

4.1. 海岸线长度变化分析

本文计算出了 1984 至 2013 年曹妃甸海岸线矢量图的长度,如表 1,海岸线长度变化折线图如下图 5。1984 年研究区域海岸线长度为 54.98 km,1989 年长度为 48.67 km,相对于 1984 有所减少,减少率为 11.48%;1995 年海岸线长度为 57.60 km,相对于 1989 年增加了 8.93 km,增长率为 18.35%;1999 年海岸线长度为 63.80 km,相比于 1995 年增加了 6.2 km,增加率为 10.76%;2001 年研究区域的海岸线长度为 70.51 km,相比于 1999 年海岸线的增长率为 10.52%;2001 年至 2009 期间由于曹妃甸填海造陆等原因海岸线长度突增,由原先的 70.51 km 变为 2009 年的 122.96 km,增长率为 74.39%;2009 年至 2013 年曹妃甸海岸开发已基本完成,因此海岸线基本上保持不变。

4.2. 海岸面积变化分析

本文在 GIS 中同样计算出了近 30 年间研究区域海岸增加的面积,面积增加情况如表 2。1984 年至 1989 年期间海岸面积增加了 119.66 km²,之所以海岸面积增加,是因为 1984 年前曹妃甸区域基本上都是天然海域,在 1984~1989 年间进行了填海造陆工程建设,期间修建了海产养殖区、港口码头等。1989~1995 年期间研究区域海岸面积增加了 25.69 km²,海岸面积增加的原因是 1991 年修建了南堡开发区,并且还建成了曹妃甸产业发展备用地。2001~2009 年间海岸面积突增了 264.24 km²,也是因为在此期间完成了第二期的围海造地工程建设。期间首钢迁建工程正在建设,并且还修建成立了曹妃甸工业区,包括各种码头港区的建设、通岛路及东扩西扩工程的完成以及人工岛等其他基础设施的建设。

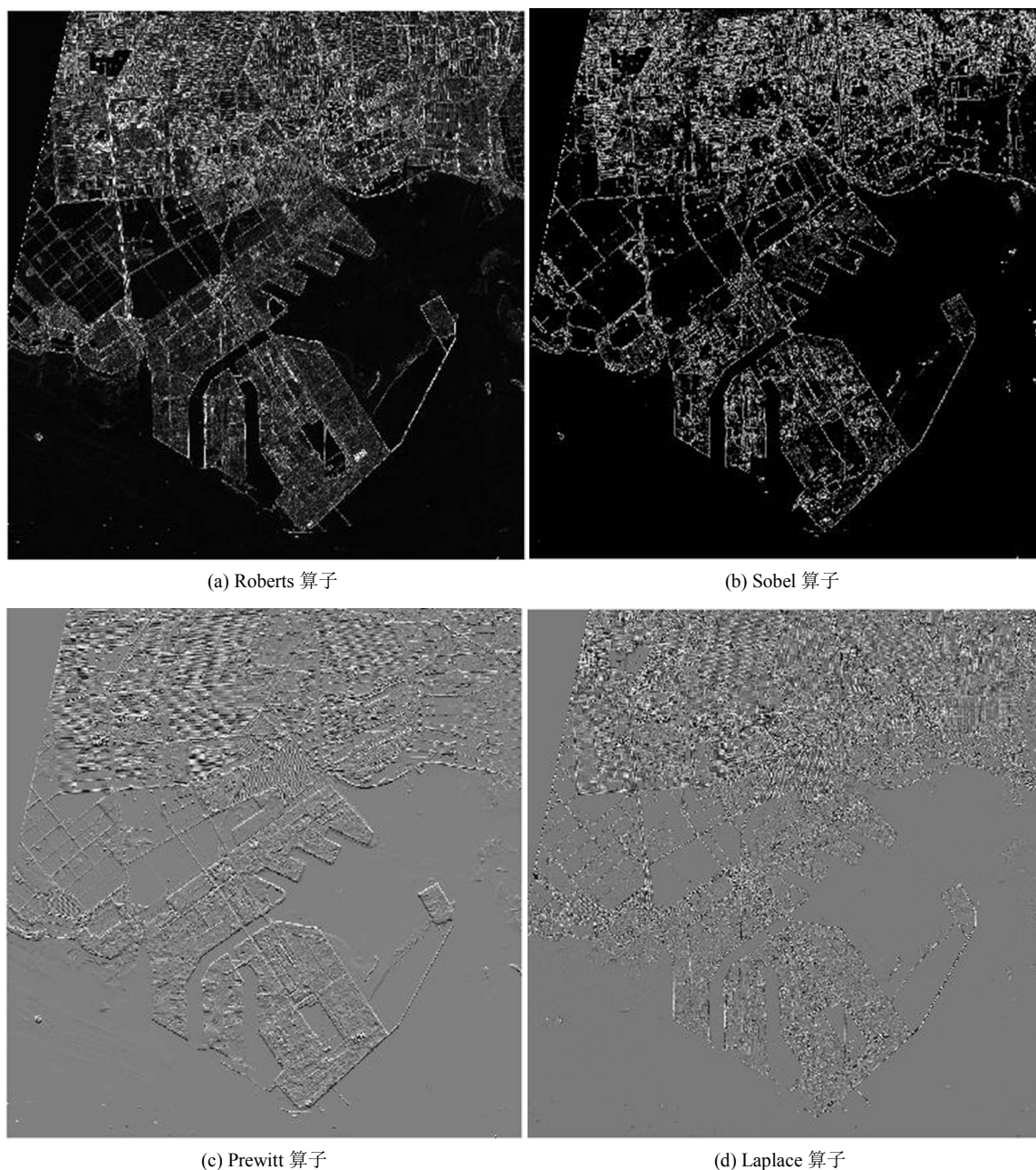


Figure 2. Map of four types of edge detector performances
图 2. 四种边缘检测算子效果图

通过进行海岸线长度和海岸面积变化分析发现, 2001 年至 2009 年的海岸线长度和海岸面积均于 1984~2013 年间增加最大, 正是因为 2005 年起曹妃甸进行的大规模的填海造陆建设导致了海岸面积突增, 这次填海造陆活动是世界上单体吹填面积最大的填海工程[14]; 而在自然条件下, 1995 至 2001 年间、2009 至 2010 年间和 2010 至 2013 年间海岸线长度变化缓慢, 海岸面积基本无变化。因此相对于自然条件对海岸的影响, 填海造陆等人工干扰极大地改变了海岸线长度和海岸带面积, 是导致海岸线变迁的主要因素。综上所述, 曹妃甸城市用地的扩展以及交通码头等基础设施的建设和养殖业的发展是导致 1984~2013 年间海岸线长度和海岸面积变化的主要原因。

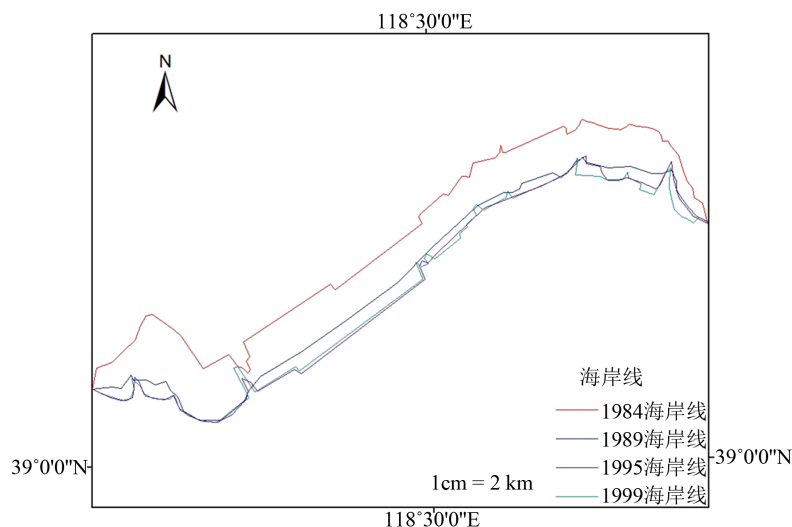


Figure 3. Map of the coastline evolution in Caofeidian from 1984-1999
图 3. 曹妃甸 1984~1999 年岸线变迁图

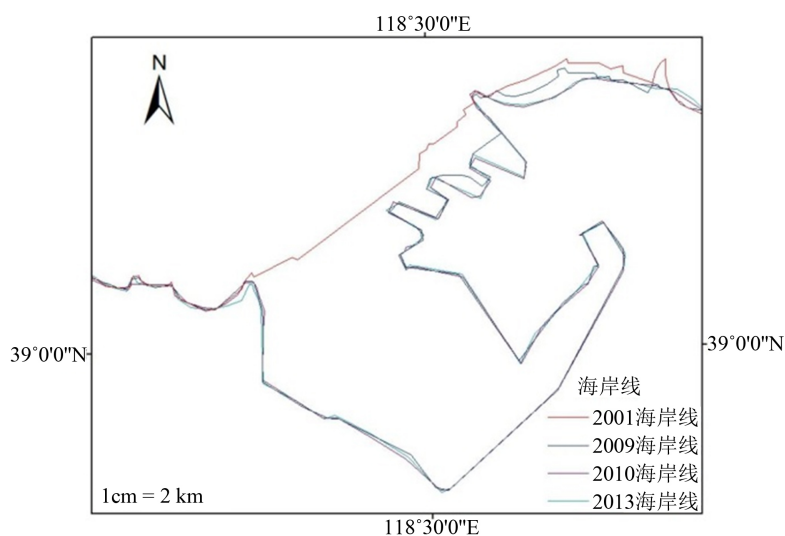


Figure 4. Map of the coastline evolution in Caofeidian from 2001-2013
图 4. 曹妃甸 2001~2013 年岸线变化图

Table 1. The length of coastline in Caofeidian from 1984-2013

表 1. 1984~2013 年曹妃甸海岸线长度

年份	1984	1989	1995	1999	2001	2009	2010	2013
海岸线长度/km	54.98	48.67	57.60	63.80	70.51	122.96	127.02	127.99

Table 2. The change of coast area in Caofeidian from 1984-2013

表 2. 1984~2013 年曹妃甸海岸面积变化表

年份区间	1984 至 1989	1989 至 1995	1995 至 2001	2001 至 2009	2009 至 2010	2010 至 2013
海岸带面积增加/km ²	119.66	25.69	无变化	264.24	14.93	无变化

5. 结论与展望

本文综合前人在图像边缘提取方面的研究成果, 得出使用 Sobel 算法进行海岸线提取, 可以作为在

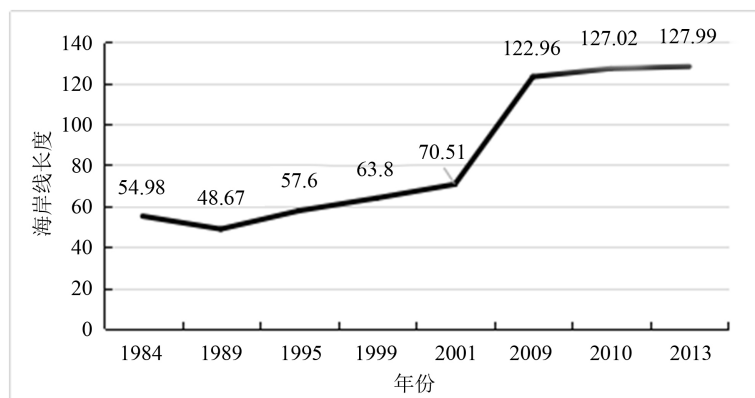


Figure 5. Map of the length changes of coastline in Caofeidian from 1984-2013
图 5. 1984~2013 年曹妃甸海岸线长度变化图

曹妃甸区域卫星图像的海岸线自动提取的基本算法。结合不同时相的卫星遥感数据,对曹妃甸地区海岸线变化进行研究,可以发现:

(1) 1984~2013 年间,曹妃甸区域海岸线长度由原先的 54.98 km 增加为 127.99 km,海岸线长度翻了两倍以上,曹妃甸区域海岸面积在此 30 年间增加了 424.52 km² 之多。导致此间海岸变化的主要因素是填海造陆等人工活动,人工干扰条件下海岸变化强度远大于自然条件对海岸的影响,造成了海岸线的永久变迁。

(2) 填海造陆使得曹妃甸区域海岸线不断向海内扩张,在人类活动的作用下,海岸特征也发生了变化,自然海岸逐渐转化为人工海岸。根据唐山曹妃甸新区的规划,未来 10 年还将有超过 300 km² 的滩涂和近海转化为陆地,主要用于扩展曹妃甸新城、东疆港区、临港工业区、南港工业区和兴建临港产业区,布置的产业主要有港口物流、装备制造、临港冶金和石油化工等。作为社会经济热点区、生态环境脆弱区,填海造陆不仅会造成附近海区生物种类多样将明显降低,造成潮流和港湾水动力的变化等问题。同时,对滩涂和海湾大面积地围填海,将严重影响纳潮量和海水自净能力,造成海洋生态系统的自我修复能力下降。

(3) 随着经济不断发展和人口快速增加,土地资源不断吃紧,向海洋要地成推动沿海区域经济增长的新动力。但过度开发,不科学的填海造地,却会对海洋资源造成严重破坏。因此今后在填海规划和工程实施过程中,应因地制宜优化填海区形态和保护关键近海地貌,尽量维护海岸带自然系统功能;建立围填海项目跟踪监测和后期评估制度,对围填海项目所产生的环境影响、社会经济影响等进行跟踪评价,对于填海过程中破坏资源、污染环境的行为要进行严肃处理[15];当填海造陆活动与海岸带自然系统矛盾不可调和,即在原有的生态系统遭到破坏的情况下,需要进行生态补偿与生态系统重建;根据动态平衡的观点,填海造陆区应在利用中加速改良,通过因势利导的科学安排,促进填海区生态环境改善,使其早日达到人类利用要求并恢复生态平衡。

基金项目

天津市自然科学基金资助项目(14JCYBJC22500); 国家科技支撑计划课题(项目编号: 2010BAC68 B04)。

参考文献 (References)

[1] 蔡则健. 江苏海岸线演变趋势遥感分析[J]. 国土资源遥感, 2002, 53(3): 19-23.

- [2] 陶明刚. Landsat-TM 遥感影像岸线变迁解译研究: 以九龙江河口地区为例[J]. 水文地质工程地质, 2006(1): 107-110.
- [3] 杨长坤, 刘召芹, 王崇倡, 等. 2001-2013 年辽东湾海岸带空间变化分析[J]. 国土资源遥感, 2015, 27(4): 150-157.
- [4] 姜义, 李建芬, 康慧, 等. 渤海湾西岸近百年来海岸线变迁遥感分析[J]. 国土资源遥感, 2003, 15(4): 54-58.
- [5] Jabaloy-Sánchez, A., Lobo, F.J., Azor, A., *et al.* (2010) Human-Driven Coastline Changes in the Adra River Deltaic System, Southeast Spain. *Geomorphology*, **119**, 9-22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.02.004>
- [6] Maiti, S. and Bhattacharya, A.K. (2009) Shoreline Change Analysis and Its Application to Prediction: A Remote Sensing and Statistics Based Approach. *Marine Geology*, **257**, 11-23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.margeo.2008.10.006>
- [7] Chen, L.C. and Rau, J.Y. (1998) Detection of Shoreline Changes for Tideland Areas Using Multi-Temporal Satellite Images. *International Journal of Remote Sensing*, **19**, 3383-3397. <http://dx.doi.org/10.1080/014311698214055>
- [8] 王立新. 曹妃甸[M]. 河北教育出版社, 2006.
- [9] 郑宗生, 周云轩, 田波, 等. 基于数字海图及遥感的近 60 年崇明东滩湿地演变分析[J]. 国土资源遥感, 2013, 25(1): 130-136.
- [10] Roberts, L.G. (1965) Machine Perception of Three-Dimension Solids, In: Tippett, J.T., *et al.*, Eds., *Optical and Electro-Optimal Information Processing*, MIT Press, Cambridge, MA, 99-157.
- [11] Ma, X.F. and Zhao, D.Z. (2007) Means of Withdrawing Coast Line by Remote Sensing. *Marine Environmental Science*, **26**, 185-189.
- [12] Prewitt, J. (1970) Object Enhancement and Extraction. In: Lipkin, B. and Rosenfeld, A., Eds., *Picture Processing and Psychopictorics*, Academic Press, New York, 75-149.
- [13] 恽才兴. 海岸带及近海卫星遥感综合应用技术[M]. 北京: 海洋出版社, 2005.
- [14] 记者. 世界规模最大的精卫填海—新首钢围海造地建新城[N]. 北京现代商报, 2005-06-20.
- [15] 谢挺, 胡益峰, 郭鹏军. 舟山海域围填海工程对海洋环境的影响及防治措施与对策[J]. 海洋环境科学, 2009, 28(S1): 105-108.

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>