

从高分辨率卫星影像挖掘海岸冲淤 变化信息的方法*

王正军, 张 鹰*, 陈理凡, 李 静, 曲伟秀

(南京师范大学 地理科学学院, 江苏 南京 210046)

摘 要:以江苏盐城海岸为研究区,以 2006 年、2008 年、2009 年三景空间分辨率为 10 m 的卫星影像为数据源,研究影像上提取海岸线、平均高潮线和平均低潮线的方法,以此分析港口/围海造田等受人类活动影响岸段的演变特征。研究表明:1)与低分辨率的遥感影像相比,高分辨率影像可以提取出地物更细微的特征,因此可以根据高潮时水陆分界上留下的地物特征提取出平均高潮线;2)结合影像当天的潮位资料,根据平均高潮线、影像上瞬时水边线、平均低潮线三者之间距离与时间的线性关系定出平均低潮线;3)从得到的平均高潮线、平均低潮线可以看出,2006 年后平均高潮线每年都在不断淤涨,而且淤涨的幅度在增加。平均低潮线 2006—2008 年处于动态平衡状态,2008—2009 年平均冲刷了 840 m,变化非常明显。

关键词:高分辨率;冲淤变化;平均高潮线;平均低潮线

中图分类号:TP79

文献标识码:A

文章编号:1671-6647(2012)01-0063-06

作为海陆相接的海岸带,每时每刻都处于动态变化之中,这种变化是海岸对各种动力作用的敏感性响应,也是海岸环境演变的最直接体现形式。采用常规方法调查,不仅工作量大,而且成本高。遥感技术的发展,为海洋勘察开辟了一条新的途径。利用遥感技术的宏观性和周期性特点,采用多时相、多波段数据空间叠合分析,可以研究岸线的冲淤变化及海岸地貌变迁,而且能分析它的动力条件和变化因素,为海岸环境保护提供依据。

已有许多学者着重研究岸线的变形及岸线的均衡形态^[1-4],但对从高分辨率卫星影像提取海岸冲淤变化信息的方法研究较少,而高分辨率影像可以提取出地物更细微的特征。本研究以江苏中部海岸为研究区,将地理信息系统和遥感技术相结合,探讨如何从高分辨率影像中提取出平均高潮线和平均低潮线,并分析 2006 年后该地区的岸线的时空演变特征,为进一步认识海岸演变过程和海岸侵蚀机制提供科学依据。

1 数 据

1.1 研究区介绍

研究区位于江苏盐城境内斗龙港至川水港岸线,经纬度范围介于 33°29'20"~32°57'08"N,120°40'42"~120°54'21"E,该岸段为粉沙淤泥质海岸。该岸段主要受两个潮波系统控制,一种是以无潮点为中心的旋转潮波,是一种前进驻波;另外一种是来自东海进入的前进潮波,两个潮波系统在研究区内辐合。潮波辐合区由于潮波能量集中使振幅增大,可以达到 150 cm 左右,这就使得研究区内的水动力条件非常复杂。本研究

* 收稿日期:2010-10-11

资助项目:教育部高校博士点基金——海洋浅水地形遥感反演的关键技术研究(200803190007);江苏省科研创新计划——辐射沙脊群地形遥感识别及分析(CX10B_391Z)

作者简介:王正军(1985-),男,江苏盐城人,硕士,主要从事海洋遥感方面研究。E-mail:wang585265@sohu.com

* 通讯作者,E-mail:Zhangying1@njnu.edu.cn

(张 骞 编辑)

区为正规半日潮且涨落潮历时差都很小,平均潮差可以达到 2.5~4 m,由于受两股潮波的辐合作用影响,沿岸平均高潮间隙从南往北不断增大。

1.2 数据

本研究选用的遥感数据是 2006-12-25T10:47,2008-02-12T10:46 和 2009-05-17T10:48 三景 ALOS 影像,分辨率为 10 m。对这 3 景影像进行大气校正和几何校正。

大气校正方法是暗象元法,将大洋一类水体当作黑体,其在影像中的像元值作为大气程辐射,将每个波段中每个像元的亮度值都减去本波段的大气程辐射。这样可以使图像亮度动态范围得到改善,对比度增强,从而提高了图像质量。

几何校正是影像处理过程中的必要步骤,本研究在 ENVI 软件中对这 3 景影像采用相同控制点进行几何校正,所有影像的投影坐标系均采用高斯克吕格投影和 WGS-84 坐标系,影像的校正采用二次多项式变换,利用双线性内插法进行重采样。几何精校正误差 RMS 均满足利用多时相遥感影像进行动态变化检测时几何校正误差小于 0.5 个像元的要求^[5]。

2 研究方法

2.1 海岸线的提取

研究区内海岸线的类型包括人工达标海堤;人工未达标,正在不断建设完善的海堤;自然条件下形成的高滩,以河口为典型区。

人工达标海堤在遥感影像上通常具有明显的特征,一般堤坝都是由沙石、混凝土等构筑,因而堤坝反射率较其周围地物要高,在影像上比较明显,容易识别;人工未达标,正在不断建设完善的海堤在高分辨率的影像中可以提取出已完成的部分作为海岸线;在河口地区,由于受到河流与潮流双重水动力的作用,容易使得泥沙快速淤积,泥沙长时间的沉积就会形成高地,高地形成后潮水难以到达其表面,因此提取时以高地的边界作为海岸线。

2.2 平均高潮线的提取

平均高潮线是指平均高潮时海水和潮滩分界的痕迹线。由于海陆之间的相互作用,高潮线带内会生长一些特定的植被,还会留下贝壳、碎屑,使得受潮汐作用的地带在微地貌上与未受作用的地带迥然不同,这种差异导致了地物光谱特性的不同,在高分辨率影像上可以分辨出这些地物的特征,从而提取出平均高潮线。

2.3 平均低潮线的提取

水边线是指卫星过境时海水和潮滩的分界线。根据陆地与水体具有不同的反射率特性,而且在近红外波段,光被水体全部吸收,在遥感影像上清澈的水体呈现黑色,因此在近红外波段的影像中将海陆分界所对应的反射率作为阈值,对图像进行二值化处理,实现海陆分界。然后在 ArcGIS 软件中采用手动勾画的方式来提取水边线。

除了大潮的时间外,潮水退落后的位置都不同,但都在一定的范围之内,而平均低潮线就是指低潮线变化范围内的平均值。

假设随着时间的推移,海水从高潮线到低潮线是平均变化的,那么可以根据平均高潮线、水边线、平均低潮线三者之间的平面距离与时间的线性关系来定出平均低潮线。根据大丰港附近站点的潮汐资料来确定平均高潮线到水边线与水边线到平均低潮线两者之间的时间比,如表 1 所示。将平均高潮线和水边线在经线方向上每隔 10' 分等,那么平均低潮线到水边线在纬线方向上的距离就等于平均高潮线到水边线在纬线方

向上的距离乘以两者的时间比,这样就可以定出平均低潮线,如图 1 所示。

表 1 影像成像与当日最高、低潮位时间的差值表

Table 1 The differences between the imaging time and the time for the highest and lowest tides

日期	影像时间	最低潮位时间	最高潮位时间	与最低潮位的时间差/min	与最高潮位的时间差/min	比值
2006-12-25	10:47	09:00	13:55	107	188	107/188
2008-02-12	10:46	09:25	15:12	81	266	81/266
2009-05-17	10:48	11:24	04:26	36	382	36/382

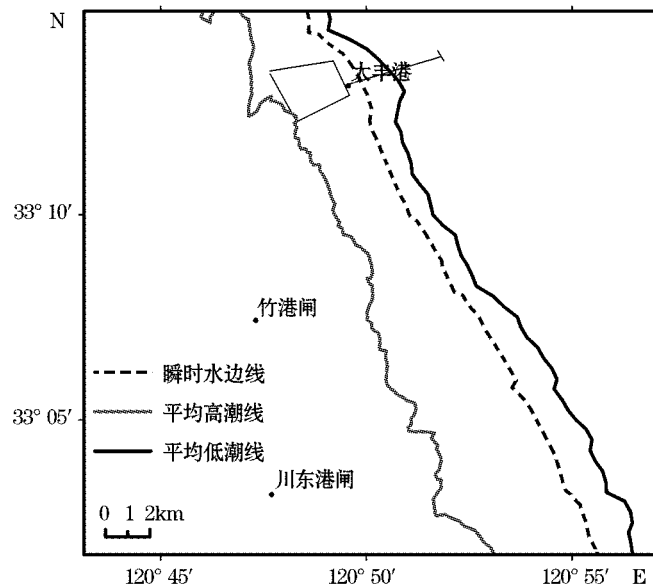


图 1 2006 年平均低潮线的提取

Fig. 1 The mean low tide line extracted in 2006

3 结果分析

3.1 海岸线的变化

从提取出的海岸线(图 2)可以看出:

- 1) 从高分辨率影像提取出的海岸线更能体现出 2006 年后岸线的细微变化;
- 2) 岸线长度变化幅度大,大部分海岸线长度减少,变化较大的主要是大丰港南部的岸段;
- 3) 岸线曲率变小,岸线由曲折转为平直。

3.2 平均高潮线的变化

为了精确计算出平均高潮线的变化,在大丰港到川东港闸岸段等距离地选取 4 条断面,如图 3 所示。

从这 4 条断面可以看出,2006 年后平均高潮线是不断淤涨的,2006—2008 年平均淤涨了 187 m,从 2008—2009 年平均淤涨了 357 m,2006—2009 年平均淤涨了 544 m,如表 2 所示。由此可以看出平均高潮线每年都在不断淤涨,而且淤涨的幅度在增加。

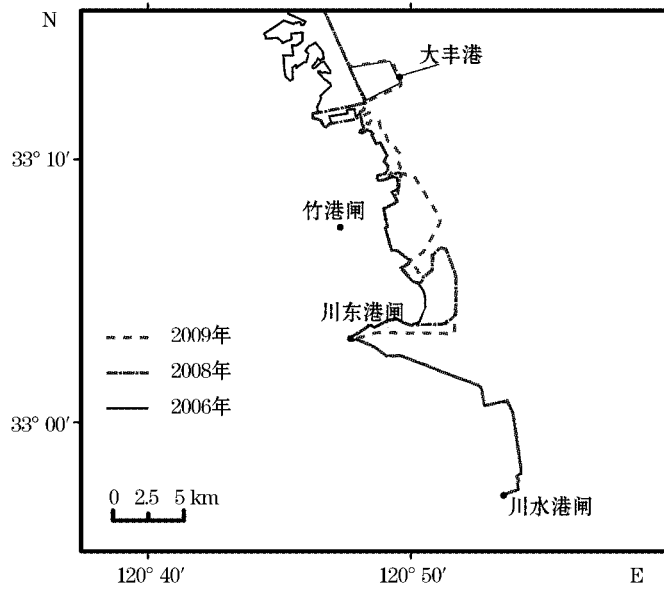


图 2 海岸线的变化

Fig. 2 Variations of the coastline

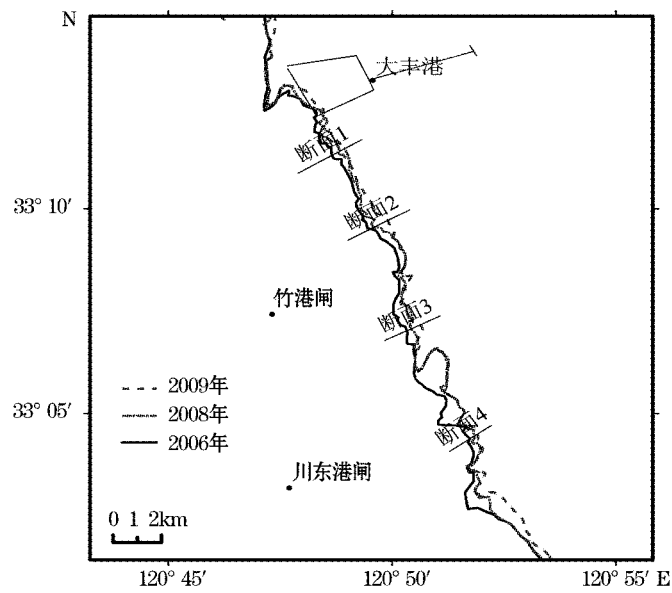


图 3 平均高潮线

Fig. 3 Variation of the mean high tide line

表 2 平均高潮线的淤涨情况(m)

Table 2 Accretion and erosion variations of the mean high tide line (m)

位 置	2006—2008 年	2008—2009 年	2006—2009 年
剖面 1	277	256	533
剖面 2	144	569	713
剖面 3	174	366	540
剖面 4	153	238	391
平 均	187	357	544

3.3 平均低潮线的变化

为了精确计算出平均低潮线的变化,在大丰港到川东港闸岸段等距离地选取 4 条断面,如图 4 所示。

从这 4 条断面可以看出平均低潮线 2006—2008 年基本上没有变化,断面 1 和断面 4 淤涨,断面 2 和断面 4 冲刷,研究区内平均低潮线处于动态平衡状态。而平均低潮线 2008—2009 年平均冲刷了 840 m,变化非常明显,如表 3 所示。

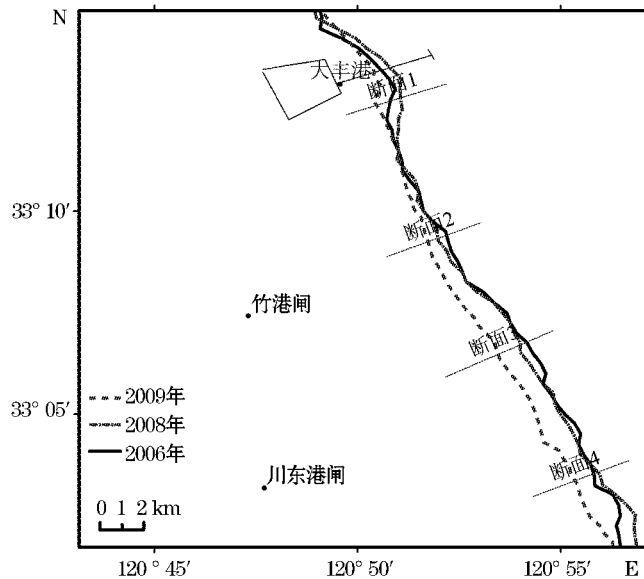


图 4 平均低潮线

Fig. 4 Variation of the mean low tide line

表 3 平均低潮线的冲淤变化(m)

Table 3 Accretion and erosion variations of the mean low tide line (m)

位 置	2006—2008 年	2008—2009 年	2006—2009 年
剖面 1	+402	-973	-571
剖面 2	-369	-444	-813
剖面 3	-254	-942	-1196
剖面 4	+218	-1000	-782
平 均	0	-840	-840

注:表中“+”表示淤涨,“-”表示冲刷

4 结 论

通过近几年的遥感影像提取河口的冲淤变化,可以得到以下结论:

1) 高分辨率影像可以提取出地物更细微的特征,可以分辨出由于海陆之间的相互作用,高潮线带内会生长一些特定的植被,还会留下贝壳、碎屑,使得受潮汐作用的地带在微地貌上与未受作用的地带迥然不同,因此可以根据高潮时水陆分界上留下的地物的特征来提取出平均高潮线。

2) 本研究在提取平均低潮线的方法上有一定的创新,在提取出平均高潮线和水边线的基础上,结合影像成像当天的潮位资料,假设随着时间的推移,海水从高潮线到低潮线是平均变化的,那么可以根据平均高潮线、水边线、平均低潮线三者之间的平面距离与时间的线性关系来定出平均低潮线。

3)从提取出来的平均高潮线和平均低潮线中可以看出,2006年后,平均高潮线每年都在淤涨,而且淤涨的幅度在增加。平均低潮线2006—2008年处于动态平衡状态,2008—2009年平均冲刷了840 m,变化非常明显。

参考文献(References):

- [1] ZHU X H, WANG J, CHEN X. Study on the spatial fractal characteristic of coastline[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2001, 21(1): 70-75. 朱晓华, 王建, 陈霞. 海岸线空间分形性质探讨[J]. *地理科学*, 2001, 21(1):70-75.
- [2] DAI Z J, LI C C. Coastline configuration and geomorphologic development mode of arc-shaped coast in South China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2004, 59(5): 738-744. 戴志军, 李春初. 华南弧形海岸线形态与地貌发育模式[J]. *地理学报*, 2004, 59(5): 738-744.
- [3] GAO S. Shallow marine sedimentation and physical environment evolution as a part of global change: An Example from the Bo Hai, Yellow and East China Sea Regions[J]. *Earth Science Frontiers*, 2002, 9(2): 329-335. 高抒. 全球变化中的浅海沉积作用与物理环境演变——以渤、黄、东海区域为例[J]. *地学前缘*, 2002, 9(2):329-335.
- [4] LI H P, YANG G S. Response of coast to sea-level rise: a review of study methods[J]. *Advance in Earth Science*, 2000, 15(5): 598-603. 李恒鹏, 杨桂山. 海平面上升的海岸形态响应研究方法与发展[J]. *地球科学进展*, 2000, 15(5): 598-603.
- [5] WANG L, XU H Q, LI S. Dynamic monitoring of the shoreline changes in Xiamen Island with its surrounding areas of SE China using remote sensing technology[J]. *Remote Sensing Technology and Application*, 2005, 20(4): 404-410. 王琳, 徐涵秋, 李胜. 厦门岛及其邻域海岸线变化的遥感动态监测[J]. *遥感技术与应用*, 2005, 20(4): 404-410.

Methods for Extracting the Information of Coastal Accretion-Erosion Variations From High-Resolution Satellite Images

WANG Zheng-jun, ZHANG Ying, CHEN Li-fan, LI Jing, QU Wei-xiu
(College of Geography, Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China)

Abstract: Methods for extracting information about coastline, mean high tide line and mean low tide line from satellite images are investigated based on the satellite images which have a spatial resolution of 10 m and were obtained in the coastal area of Yancheng of Jiangsu Province in 2006, 2008 and 2009, respectively. On the basis of these studies, the evolution of the coastal sections influenced by human activities such as harbor construction and sea reclamation for farming is analyzed. The results show that (1) comparing with the low-resolution remote sensing images, the high-resolution images can be used to extract more subtle culture features, from which the mean high tide line can be extracted; (2) by combining with the tide level of the day and based on the high tide line extracted already, the instantaneous water edge on the images and the leaner relationship among them, the mean low tide line may possibly be worked out; (3) it has been seen from the results obtained by the above methods that the mean high tide line in the study area has been being in an accretion state since 2006, with an increasing magnitude every year, while the mean low tide line was in a dynamic balance state from 2006 to 2008, but was eroded by 840 m from 2008 to 2009, being very distinct in its change.

Key words: high resolution; accretion-erosion variation; extraction method; mean high tide line; mean low tide line

Received: October 11, 2010