

崇明东滩水边线信息提取与潮滩 DEM 的建立

郑宗生, 周云轩, 蒋雪中, 沈 芳

(华东师范大学河口海岸学国家重点实验室, 上海 200062)

摘要: 由于潮滩范围广、变化频繁、缺乏常规的地形测量资料, 给潮滩开发建设带来极大不便。以崇明东滩为实验区, 依据长江口 1999~2004 年多时相遥感影像的光谱特征, 对不同潮情的影像采用不同的波段提取水边线信息。同时根据实测 4 条高程剖面中的两条作为控制剖面获得水边线的高程, 对具有高程信息的水边线利用不规则三角网方法构建了崇明东滩的数字高程模型 (DEM) 并利用其它两条实测剖面对数字高程模型的精度进行了检验。结果表明, 该方法减少了实测潮位资料缺乏及水边线提取误差对高程提取结果的影响, 其均方根误差分别达到 0.4 m 和 0.7 m。

关键词: 长江口; 遥感; DEM; 水边线; TIN

中图分类号: TP 79 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0323(2007)01-0035-04

1 引 言

我国大约有 1/4 的海岸属于淤泥质海岸^[1]。淤泥质潮滩的特征在很大程度上代表了所在海岸带的性质, 查清其性质和分布对于合理开发潮滩资源和研究现代海岸带动态变化具有重要意义^[2]。

岸滩稳定性问题是港口、航道和滨海电厂等重大工程建设中必须考虑的问题。潮滩剖面形态也是近岸过程的一个重要研究内容。潮滩地形不仅是评价岸滩稳定性的重要因子, 也是分析潮滩动力演变过程的重要指标。

但是, 淤泥质潮滩作为海陆相互作用的敏感地带, 潮滩剖面形态受波浪、泥沙、沿岸流、地质等诸多因素的影响, 使得海滩剖面时空变化极为复杂, 同时潮滩面积宽广、水浅滩平、变化频繁, 给常规专业调查和观测带来很大的困难, 因此研究深度相对较低。目前大量的工作主要是针对沙质潮滩展开, 而对淤泥质潮滩系统性的研究相对较少^[3]。

遥感技术 (Remote Sensing) 是获取海岸带资源、环境和灾害等信息的高新技术手段, 它具有大尺度、快速、同步、高频度动态观测和节省资金等突出优势。开展淤泥质潮滩地形的遥感研究, 不仅可以为淤泥质潮滩剖面研究提供背景资料, 而且可以指导

海岸带土地利用、海岸工程建设等。这不仅具有理论意义而且具有实际意义。

2 研究区域

崇明东滩处在北港与北支之间落潮合流和涨潮分流的缓流区。中、低潮流流速最大值仅有 0.5 m/s 左右, 含沙量在 1.0 kg/m³ 以上。滩地上的涨潮流带来的泥沙在岛影缓流区淤积, 促使潮滩迅速淤涨。由于崇明东滩水流泥沙条件具有相对稳定性, 因此, 潮滩具有比较稳定的自然淤涨趋势, 每年以 100~350 m 的淤涨速度向海延伸^[4]。崇明东滩的冲淤状况受长江口复杂水动力作用的影响。自然湿地主要分布在 1998 年建筑的大堤外侧, 属典型发育过程中的潮滩湿地, 滩高在 3.6~4.2 m, 东滩湿地已于 1992 年被列入《中国保护湿地名录》, 2001 年正式列入“拉姆萨国际湿地保护公约”的国际重要湿地名录。因此加强崇明东滩地形地貌过程的研究可为自然保护区的建设、旅游发展规划、湿地保护提供科学依据。

3 研究资料与方法

3.1 研究资料

为了减少潮滩的冲淤变化对反演高程精度的影

收稿日期: 2006-04-27; 修订日期: 2006-09-25

基金项目: 国家 973 项目“长江口及其邻近海域细颗粒泥沙沉积动力过程”(973-2002CB412403)项目和地理信息科学江苏省重点实验室开放基金资助项目 (JK20050301) 资助。

作者简介: 郑宗生 (1979-), 男, 博士研究生, 主要从事海岸带资源遥感研究。

©1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

响,采用了美国陆地卫星 TM 及 ETM 两类数据源,选择 5 个时相比较为接近的影像,时间跨度为 1999~2004 年,空间分辨率分别为 30 m 15 m 实测高程剖面采用 2005 年 9 月 2 日~ 9 月 14 日 RTK 测量的 4 条高程剖面,其中崇明东滩南北两侧各一条,中部两条。剖面每隔 50 m 一个样点,高程起算基准为吴淞高程基准。

3.2 研究方法

潮滩数字高程模型 (DEM) 建立的基本方法是假定在一定的区域范围内,水边线不受潮位的影响,为一条水平线^[5,6],水边线的位置可以认为是潮滩上高程一致点的连接而成的等高线。在上述假设条件下,利用多时相的遥感影像提取的水边线信息,并借助实测的高程断面可以获得不同年份水边线的高程,然后根据已知高程信息的水边线空间插值进而得到潮滩的数字高程模型。水边线高程的推算可以利用潮位信息^[6],但是在崇明东滩区缺乏卫星过境时刻的实测潮位信息,且遥感影像上提取的水边线与真实水边相比存在一定的偏差^[7],这些使得用潮位方法推算水边线高程存在较大的误差。本文利用实测断面信息推算水边线高程不仅避免了实测潮位资料的缺乏,而且消除了遥感影像在提取水边线时的偏移造成的误差,有效提高了潮滩高程反演的精度。潮滩数字高程模型提取流程见图 1。

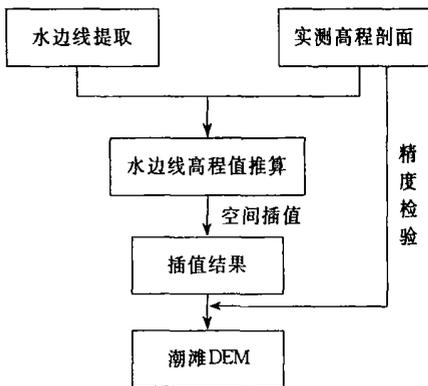


图 1 水边线提取及 DEM 建立流程

Fig. 1 Process of waterline delineation and DEM construction

3.2.1 水边线提取方法

从崇明东滩的滩地到水体选择 140 个样点分别统计它们的光谱值,发现不同波段对水体的敏感性存在差异,不同的波段提取的水边位置有不同程度的偏移。统计结果见图 2。TM 1- TM 3 波段在所有的样点中基本不存在水体与滩地的光谱突变峰, DN 值呈一条水平线, TM 4- TM 7 波段的样点统计表

现出了水体与滩地的突变,且突变峰值从大到小分别为 TM 4> TM 5> TM 7> TM 6,但是由于 TM 4 波段对悬浮泥沙敏感, TM 4 波段在近海的一侧较早出现反射峰值。从图 1 中可以看出 TM 5 TM 6 及 TM 7 波段的突变峰更接近于水边线的真实位置 (图 2)。

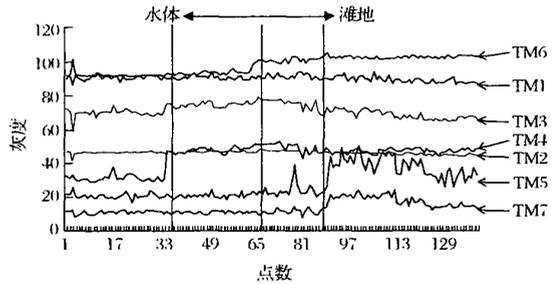


图 2 不同波段光谱统计结果

Fig. 2 Spectral signatures of different bands

同时对不同潮情的遥感影像分别选择水体与滩地作为样区,分别统计其光谱特征。对所有地物类型分别计算它们在不同波段的最大值、最小值、均值和方差。统计结果见图 3。从不同潮情遥感影像统计的水体与潮滩结果可以看出:影像的不同波段在不同潮情条件下对水体和潮滩的敏感性存在差异。在落潮时刻由于表层残留水体的存在使影像的 TM 5 波段不能很好的区分水体和滩地,因此很难利用 TM 5 波段得到水边线信息。但是, TM 6 波段对水体和潮滩却表现出了较高的敏感性。相反,在涨潮时刻潮滩由于较长的暴露时间,表层残留水体减少, TM 5 波段可以较好的提取水边线信息^[7]。基于以上原因,本文在提取水边线时重点考虑不同潮情对水边线的影响,采用不同的波段影像提取水边线信息。

3.2.2 推算水边线高程值

把 2005 年 9 月 2 日~ 9 月 13 日实测的 4 条高程控制剖面,作为水边线高程推算的依据。其中 II、III 两条作为高程控制剖面,另两条 I、IV 作为检验剖面。为了消除高程测量中地形随机波动对高程的影响,对两条剖面利用趋势线进行拟合,拟合结果见图 4。从两图可以看出实测剖面与趋势线拟合的相关系数数达到 0.9882。根据拟合的趋势线可以得到剖面上任意位置水边线高程。由于两条剖面 II、III 中任何一个都没有涵盖所有的水边线信息,如剖面 III 只包含 L1~ L3 这 3 条水边线,剖面 II 只包含 L2~ L5 这 4 条水边线,所以对未被高程剖面通过的水边线直接采用另一剖面的高程数据。对于都有高程剖面通过

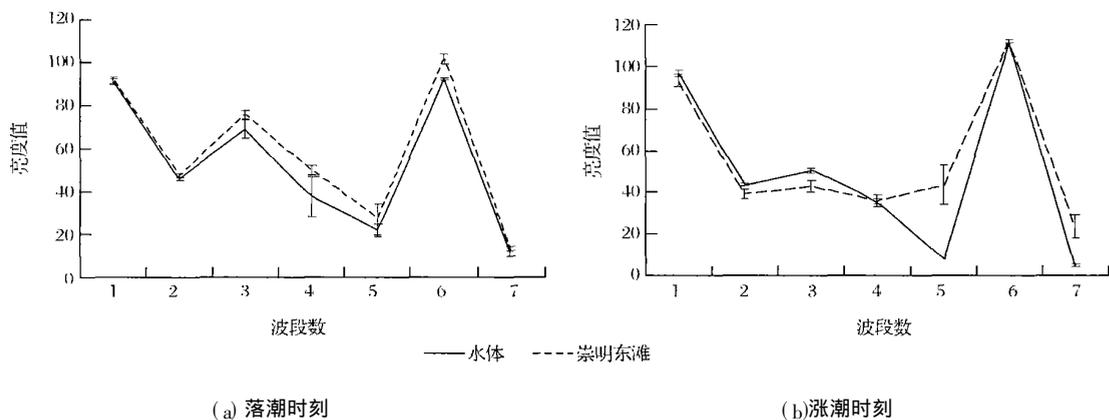


图 3 不同潮情影像光谱统计分析

Fig. 3 Spectral signatures in different tidal conditions

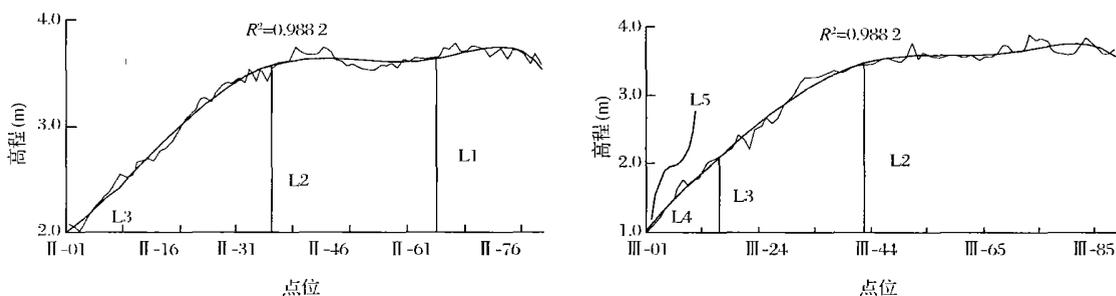


图 4 水边线高程值的获取

Fig. 4 Calculation of waterline elevation

的水边线,采用其均值作为最终的水边线高程 总的结果见表 2

表 2 剖面 II、III 得到的水边线高程值

Table 2 Elevation of waterlines from profile II and profile III

水边线	断面 II 水边线高程 (m)	断面 III 水边线高程 (m)	均值 (m)
L1	3.692	-	3.692
L2	3.445	3.458	3.452
L3	2.146	2.183	2.165
L4	-	1.229	1.229
L5	-	0.947	0.947

注: - 表示高程剖面未通过水边线,没有高程数据

3.2.3 水边线高程插值

表达数字高程模型有多种方法如规则格网模型、等高线模型及不规则三角网 (TIN, Triangulated Irregular Network) 法,其中 TIN 方法既减少了规则格网方法带来的数据冗余,同时在计算效率方面优于纯粹基于等高线的方法。不规则三角网可随地形起伏变化的复杂性而改变采样点的密度和决定采样点的位置,因而它能够避免地形平坦时的数据

冗余,又能按地形特征点表示数字高程特征^[8]。在 Arc/Info 软件中直接提供了由要素自动生成 TIN 的功能,其主要的功能主要集成在空间分析模块

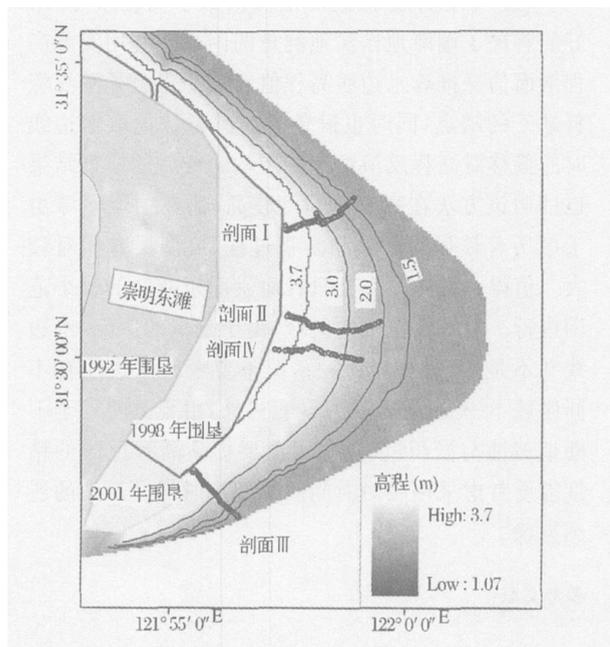


图 5 崇明潮滩 DEM 模型

Fig. 5 Reconstructed DEM for Chongming Dongtan

(Spatial Analysis)及 3D分析模块(3D Analysis)中,因此本文利用上述两个模块完成插值过程。

4 精度分析

利用实测的另两条剖面 I、IV 分别对 DEM 精度进行分析,发现剖面 I 的模型结果的均方根误差为 0.7 m,剖面 IV 的误差为 0.4 m(图 6)

从图 6 可以看出剖面 I 中在高潮滩模型结果与实测结果较为接近,在中低潮滩则表现出较大的偏差,模型结果比实测数据明显偏高。其主要原因可能是模型假定水边线为同一高程值所致,特别是在涨潮时刻潮流从东南方向入射,东滩的北侧处于波影

区其潮位要比南侧要低。同一条水边线的北侧高程值要比南侧的低,因此造成北侧的模型结果比实测数据要高。另一方面,图 6a 中在 I-41 高程点位附近地形出现了突变,很可能是潮滩在近期受到侵蚀,使中低潮沟地区高程反演误差相对较大。而剖面 IV 由于地处崇明东滩中部潮位影响相对较小,其预测结果与实际结果较为接近。从模型误差可以看出,较大的误差主要出现在中低潮滩,这些部位的潮滩由于受到潮流的作用是整个潮滩中最不稳定的部位,不断的经历着侵蚀和淤积。高潮滩由于植被及地形的影响侵蚀和淤积作用相对较弱,这也使这一地区的地形反演精度较高。

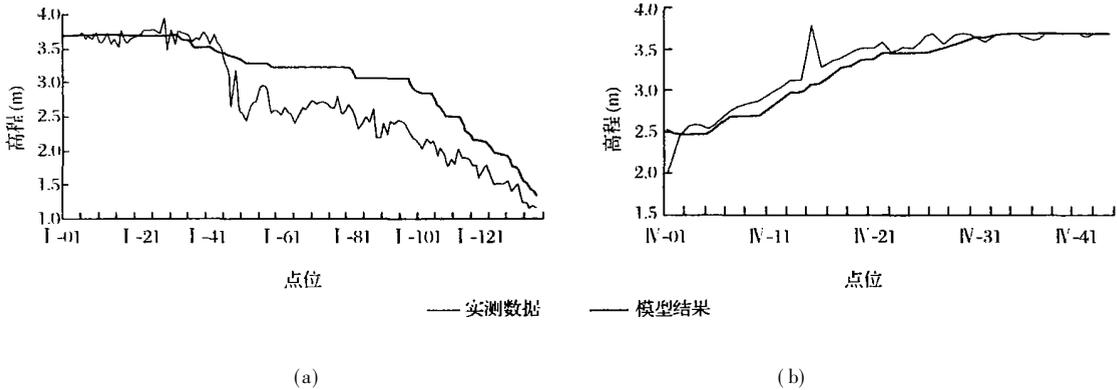


图 6 模型结果验证

Fig. 6 The error of DEM according to measurement profiles

5 结 语

利用水边线方法建立潮滩的数字高程模型,很好的解决了潮滩地区实地测量的困难。利用实测高程剖面信息推算水边线高程值有效的克服了潮汐资料缺乏的缺点,同时也避免了遥感影像提取水边线时的偏移对高程反演精度的影响。最后的模型结果也证明该方法在高潮滩精度较高,而在中低潮滩由于经历着较强的侵蚀和淤积过程,模型误差相对较大。值得一提的是本文只针对崇明东滩区的较小范围进行。对较大范围的区域,由于潮位的影响,水边线并不是水平线,在这种情况下要考虑水边线在不同区域不一致而造成的影响。另外,由于潮滩处于不断地侵蚀与淤积过程中,因此要提高高程反演的精度需要考虑采用较短时间间隔的高时间分辨率的遥感影像。

参考文献:

[1] Shi Z, Chen J Y. Morphodynamics and Sediment Dynamics on Intertidal Mudflats in China (1961-1994) [J]. Continental Shelf

Research, 1996, 16(15): 1909-1926.

- [2] 任明达,柳林,王安龙. 粉砂淤泥质潮滩的多波段与多时相卫片解译 [J]. 海洋学报, 1990, 12(6): 741-748.
- [3] Pritchard D, Hogg A J, Roberts W. Morphological Modelling of Intertidal Mudflats: The Role of Cross-shore Tidal Currents [J]. Continental Shelf Research, 2002, 22: 1887-1895.
- [4] 李九发,万新宁,陈小华,等. 上海滩涂后备土地资源及其可持续发展途径 [J]. 长江流域资源与环境, 2003, 12(1): 17-22.
- [5] Chen L C, Rau J Y. Detection of Shoreline Changes for Tideland Areas Using Multi-temporal Satellite Images [J]. International Journal of Remote Sensing, 1998, 19(17): 3383-3397.
- [6] Mason D C, Davenport I J, Flather R A, et al. A Sensitivity Analysis of the Waterline Method of Constructing A DEM Model for Intertidal Area In ERS SAR Scene of Eastern England [J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2001, 53: 759-778.
- [7] Joo-Hyung Ryu, Joong-Sun Won, Kyung Duck Min. Waterline Extraction from Landsat TM Data in A Tidal Flat: A Case Study in Gomso Bay, Korea [J]. Remote Sensing of Environment, 2002, 28: 442-456.
- [8] 邬伦,刘瑜,张晶,等. 地理信息系统 - 原理、方法和应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2001.

(下转第 94 页)

An AIAC-based Inshore Ship Target Detection Approach

JIANG Li-Bing, WANG Zhuang, HU Wei-Dong

(College of Electric Science and Engineering, National university of Defense
Technology, Changsha 410073, China)

Abstract In high spatial resolution sensing image, it was hard to discriminate inshore ships from harbors because of the similarity of gray and texture for both targets. The half ellipse shape of the inshore ship in the contour was one of the features with better distinguish ability. An alterable included angle chain (AIAC)-based curve description was introduced to describe the inshore ship contours in this paper, which was invariant to rotation, scaling and translation. In the following an improved AIAC generation method was presented. Finally an AIAC-based inshore ship detection approach was proposed by describing and matching the counter feature of inshore ship by AIAC. Experiments based on the satellite sensing image demonstrated that the algorithm proposed could solve the inshore ship detection problem in a certain extent.

Key words High spatial resolution remote sensing, Inshore ship detection, Curve description, Inflexion, Alterable included angle chain, Chain match

(上接第 38页)

Waterline Extraction and DEM Reconstruction in Chongming Dongtan

ZHEN G Zong-sheng, ZHOU Yun-xuan, JIAN G Xue-zhong, SHEN Fang

(State Key Laboratory of Estuarine and Coastal Research, East China Normal
University, Shanghai 200062, China)

Abstract Ground survey is restricted by the difficulty of access to wide-range and dynamic tidal flat. The lack of terrain handicaps exploration and development of tidal flat. In this article, we selected Chongming Dongtan as an experiment area. On the analysis of spectrum characteristics of multi-temporal remote sensing images (1999~2004), waterlines were extracted from different bands according to tidal conditions. The assignment of an elevation to the waterlines was performed according to two elevation survey profiles. The waterlines labeled elevation were used to construct TINs (Triangulated Irregular Networks). Then an interpolation for each grid elevation was performed in accordance with the associated triangle. Finally, quantitative check of the result was examined according as the other two measurement profiles. The results indicate that the standard deviation of the approach is 0.4 m and 0.7 m, respectively, which eliminates the effects of unavailable tidal height and discrepancy of waterlines on DEM precision.

Key words The Yangtze River, Remote sensing, DEM, Waterline, TIN