

GIS 与遥感支持下的南黄海辐射沙脊群现代演变趋势分析 *

李海宇 王 颖

(南京大学海岸与海岛开发教育部重点实验室 210093)

提要 南黄海辐射沙脊群是世界罕见的大型水下泥沙堆积体,具有独特的动力地貌组合。利用 1988~1995 年的 LANDSAT TM 遥感影像、ERSI SAR 影像及 1979 年编绘地形资料,综合应用 GIS 与遥感方法,对这一区域在 20 世纪 80~90 年代的变化及演变趋势作出分析,其基本演变特征与趋势表现为:沙脊群枢纽地区处于不断的增长、扩张过程;南部区域堆积与侵蚀作用较弱,沿岸潮滩向海淤进;而北部区域变化较强烈,并继续脊槽相间的模式。所取得的结果与该区域动力地貌研究结果相吻合。

关键词 GIS,遥感,辐射沙脊群,演变,趋势分析

南黄海辐射沙脊群位于江苏岸外射阳河口以南至蒿枝港以北地区,主要分布于水深 0~25 m 的黄海内陆架海域,介于 32°00'~33°48'N, 120°40'~122°10'E 之间,南北长约 200 km,东西宽约 140 km,面积约 22 470 km²。该沙脊群大致以弶港为中心,呈辐射状指向外海,共有 70 多条沙脊与潮流通道,脊槽相间分布,其中出露于水面之上的沙脊与滩地面积约 3 700 km²(图 1)。

* 国家九五科技攻关项目 96-922-03 号。

第一作者:李海宇,出生于 1971 年。主要从事海洋 GIS 与遥感方面研究工作。E-mail: haiyuli@nju.edu.cn。

收稿日期:2001-05-15;修回日期:2001-06-15

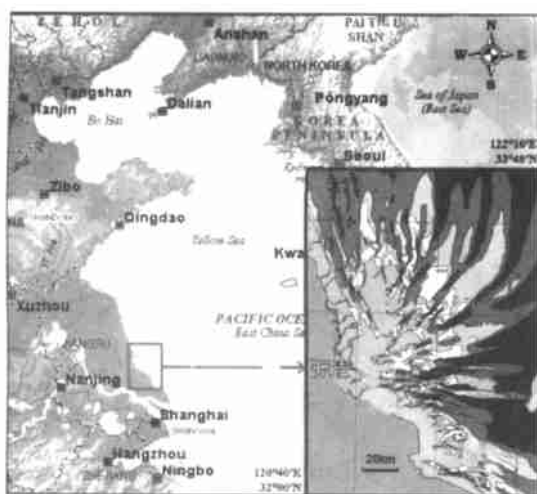


图1 辐射沙脊群区位

Fig.1 The location of submarine sand ridges

其分布范围之广、规模之大、水动力条件与形成过程之复杂,为世界罕见。50年代以来,对这一特有的海岸海洋动力地貌组合的研究一直未曾间断,并取得大量成果^[2-6]。20世纪80年代末期以来处于飞速

发展的GIS与遥感技术,使对该地区及相关领域的研究提供了新的技术方法和手段。遥感技术具有实时、连续、准确地获取大范围地表信息的能力,而GIS则以其强有力的分析能力被广泛应用。特别在海岸带地区,海水和陆地具有明显的光谱特性差异,因而在遥感图像上可以非常清楚地反映出来;而这一区域的地表测量资料则往往由于水陆性质不同及其他限制因素取得较为困难,因此综合应用GIS与遥感,使二者相互补充、相互利用,在研究海岸带地区的变化方在具有明显的优势^[1,7]。所取得的结果具有较高时间与空间分辨率,并具有直观、准确、易于应用的特点。

1 数据源与数据处理流程

本研究主要探索应用GIS与遥感方法,探讨南海黄海辐射沙脊群区20世纪80~90年代的变化及演变趋势。主要选取Landsat TM影像资料与该区域水下地形资料,在网络环境下的UNIX图形工作站和Windows NT PC工作站上运行遥感图像处理系统软件PCI (version 6.3) 和GIS软件系统ARC/INFO (version 7.2), 综合应用GIS与遥感的技术与方法,进行数据的采集加工、运算处理与分析合成,进而研究沙脊群的变化与演变趋势。其主要技术流程如图2。

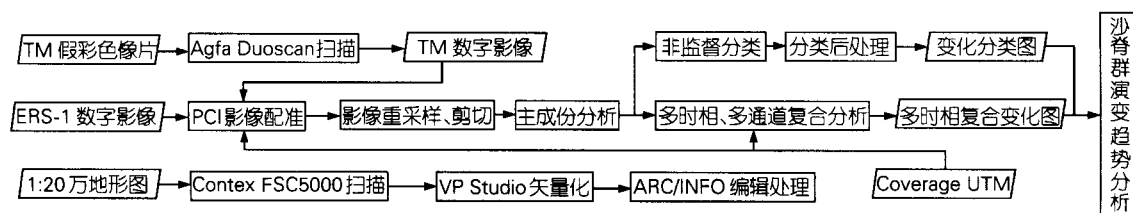


图2 沙脊群演变数据分析处理技术流程

Fig.2 Diagram of the data processing and analysis for the change detection of submarine sand ridges

所使用的遥感资料包括: LANDSAT TM假彩色合成像片(1988年4月9日、1992年5月22日、1994年6月13日), ERS-1 SAR数字影像(1995年6月22日), 及研究区域1:25万海底地形图(采用1979年测量资料, 外海补充1965~1967年资料, 海岸线据1992年卫星遥感资料修编)。所有遥感照片以大于成像分辨率的扫描精度, 使用AGFA专业级扫描仪进行扫描, 在保持分辨率的同时保持影像的反差。

2 图像配准处理

应用遥感图像分析沙脊群区的变化的一个首要

关键问题是不同时段的图像在空间上必须精确配准。不同时段的图像在分辨率相同的情况下, 同一位置的像素指示不同时段的同一空间区域, 该像素波谱及亮度的变化指示该区域可能发生的空间物体的变化。如果这一过程存在较大误差, 则会造成错误的判断。根据研究区域的性质及资料的特点, 采用如下配准流程(图3)。

为提高分析的精度, 地理坐标信息(GEO Reference)采用UTM坐标。由于研究区域遥感影像约3/4的面积是海洋或是海洋中的沙洲, 而沙洲不稳定, 处于不断的变动过程中, 因此所有海部区域内的点不能

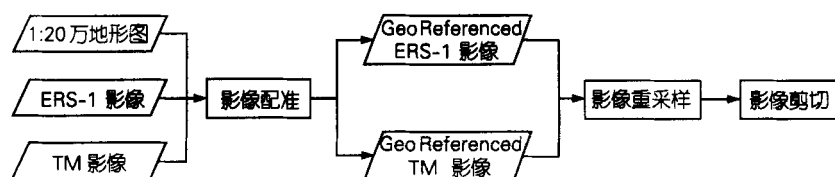


图3 遥感影像配准处理流程

Fig.3 Diagram of Geo Registration procedure

表1 遥感影像配准精度(m)

Tab.1 Residual root mean square error of registration (m)

均方差	1988 年 TM 影像	1992 年 TM 影像	1994 年 TM 影像	1995 年 ERS-1 影像
X 方向	21 .4	38 .2	42 .2	13 .5
Y 方向	23 .7	45 .0	52 .1	8 .0
总方差	31 .9	59 .0	67 .0	15 .7

用作地面控制点(GCP),GCPs 的选择十分有限且分布不均,所以配准方法使用最小二乘法一阶线性变换,以避免图像边缘地区产生较大畸变(表1)。1988年、1995年误差约1个像素,1992年与1994年影像配准误差较大(约2个像素)是由于所使用的像片幅面较小引起分辨率下降所致。

3 遥感影像复合分析与分类处理

遥感影像复合(WFM)是一种图像叠置。它把不同同时段的影像相互插入在一起,将不同的通道与不同的色枪相联系在显示器上显示出来用于目视解译。在复合的图像上再叠加经纬网格以及等深线作为辅助目视定位信息,同时供判读所显示影像与20世纪70年代相比的变化。由于等深线以理论深度基准面起算,较水边线为低,而且等深线是以人工方式由测深点数据勾绘而成,与实际地形有一定出入,特别是沙脊的轮廓线,故只作定性判断,而不作实际变化量算之用。

由于目视解译要求图像清楚、易于辨认及相关的背景知识及辅助信息的支持,因此目视解译分析沙脊群的变化多围绕沙脊的变化展开分析(图4)。而遥感影像上还有大面积区域只有色调上的差别,缺少其他辅助信息,如海域;或是色调凌乱,变化剧烈,如大沙脊区;单纯的目视分析很难察觉其变化或细微的差别。因此,在目视解译分析的基础上,进一步使用计算机对研究区域的变化进行分类研究。经多次比较实验,最终采用3个时相主成份分析后的 Eigenchannel-1

共3个通道进行 K Means 非监督分析,16种集群。分类后的16种集群中1,2,3,16四个集群是空类,说明分类结果相对集中,而岸线以外的研究区域,包括潮滩、沙脊与水域面积,主要有6类信息。从研究区域的实际情况分析,理论上应该存在至少侵蚀、堆积、相对稳定与过渡类型4种不同的类型。对比分类结果可以看出所得6种类型中确已包含所需的4种类型。结合前述的WFM分析可知,在潮滩内侧、东沙脊部与沙脊区中心部的分类应同属稳定类型,外围部分为新生沙脊,属堆积类型,余者为过渡类型。据此,略去陆地部分的类型,将岸外的不同类型按上述分析予以归并,得到研究区域所需的侵蚀、堆积、相对稳定与过渡四种类型的分布图(图5)。

4 研究结果

通过上述近10年来遥感资料的分类统计结果以及GIS对近30年来沙脊群地形资料的对比分析可以看出,南黄海沙脊群的演变以琼港外沙脊群枢纽地区为界分为南北两种显著不同的类型。在目前的海洋动力与泥沙供应条件下,其演变特征与趋势总结如下,这一研究结果与南黄海辐射沙脊群动力地貌研究结果相吻合^[4-6]。

4.1 沙脊变化趋势

沙脊群枢纽地区处于不断的生长、扩张的过程中,其生长方式以沙脊间的合并及沙脊与潮滩的合并为特征,整个沙脊呈现出逐渐向海部突出的变化趋势。

4.2 沙脊稳定性

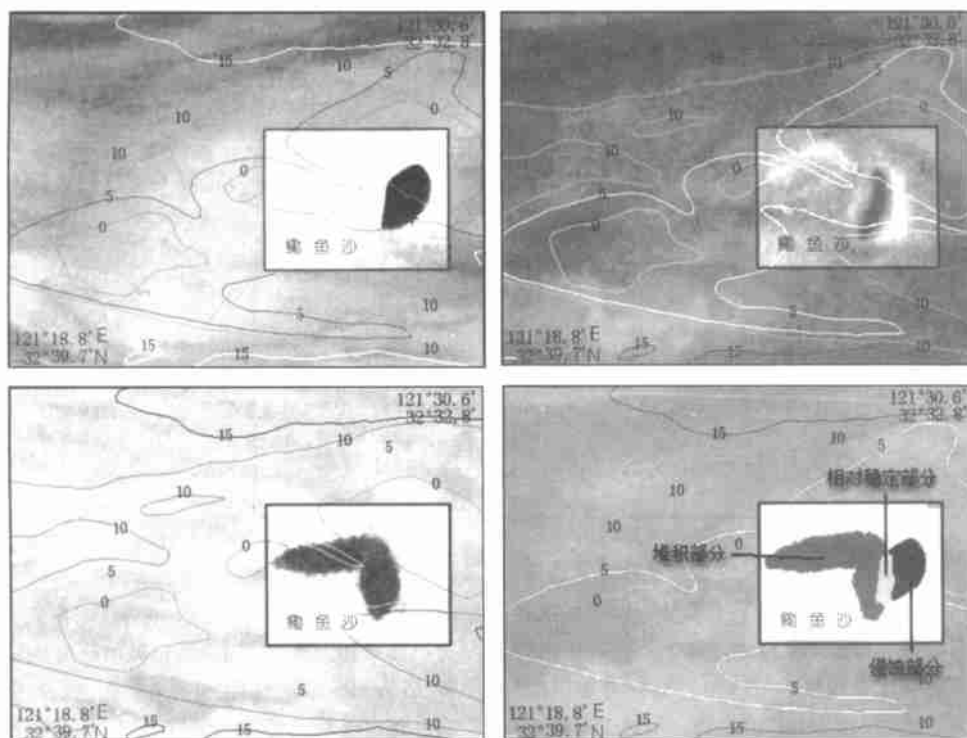


图 4 遥感影像复合分析(局部)

a. 1988 年 TM 影像 Eigenchannel-1 b. 1992 年 TM 影像 Eigenchannel-1 c. 1994 年 TM 影像 Eigenchannel-1 d. a, b, c 影像复合目视解译

Fig. 4 Write Function Memory Insertion and interpretation

a. TM image 1988 Eigenchannel-1

b. TM image 1992 Eigenchannel-1

c. TM image 1994 Eigenchannel-1

d. Interpretation based on the composition of a, b, c

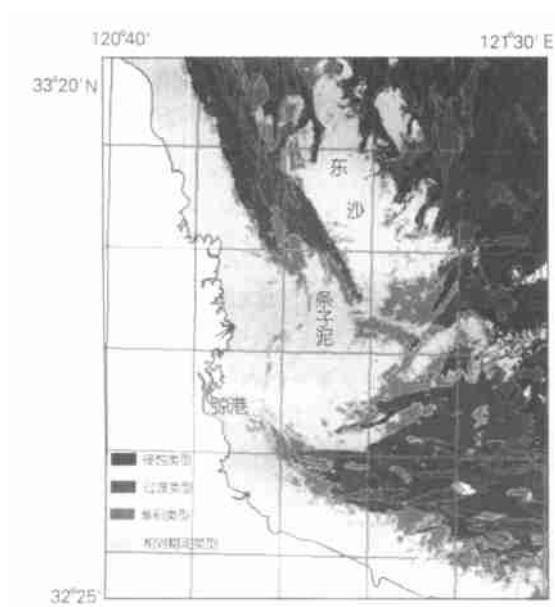


图 5 辐射沙脊演变遥感分类

Fig. 5 Classification Imagery of the changes in the area of submarine sand ridges

南部区域主要是堆积与侵蚀作用都较弱的过渡性海域,局部地区有较强烈的侵蚀或堆积过程,地形变化较大。沿岸潮滩逐渐向海淤进,潮流通道顶部有新的沙脊形成,但总体格局比较稳定。

4.3 北部地区变化较强烈,并继续脊槽相间的模式

沙脊基本保持其原有走向逐渐向外延伸,潮流通道内深槽则继续向纵深方向发展,并在沙脊两侧及通道顶部区域发生侵蚀;西洋西侧潮滩遭到侵蚀。东北方向海域潮流通道由于毗邻外海,侵蚀作用明显,沙脊逐步后退消失。

5 结语

本文主要使用 1988~1995 年的 4 幅遥感影像作为基本资料对研究区域这一时段的演变及趋势性做出了基本的分析与判断,就资料在时间分辨率和波谱空间分辨率而言,还未达到对于辐射沙脊群这一复杂多变区域的精确监测与模拟。如 TM 影像作为像片提供至少损失 4 个波段信息,每年以 1 张影像为

代表对分类的精度也有一定的限制。这些局限性有赖于收集该地区全面的各种遥感影像、实测资料及其他相关成果的应用而得到改进和完善。

主要参考文献

- 1 陈述彭,赵英时.遥感地学分析.北京:测绘出版社,1990.31~50
- 2 黄海军,李成治.南黄海海底辐射沙的现代变迁研究,海洋与湖沼,1998,29(6):640~645
- 3 李凡,张秀荣,李永植等.南黄海埋藏古三角洲,地理学报,1998,53(3):238~243
- 4 王颖,朱大奎等.南黄海辐射沙脊群沉积特点及其演变,中国科学,1999,28(5):385~393
- 5 诸裕良,严以新,薛鸿超.南黄海辐射沙洲形成发育水动力机制研究 I.潮流运动平面特征,中国科学,1999,28(5):403~410
- 6 张东生,张君伦,张长宽等.潮流塑造-风暴破坏-潮流恢复-试释黄海海底辐射沙脊群形成演变的动力机制,中国科学,1999,28(5):418~424
- 7 P.A.Longley, M.F.Goodchild *et al.*. Geographical Information Systems Principles and Techniques. New York: John Wiley & Sons Inc.,1999. 8~14

CHANGE DETECTION AND TREND ANALYSIS OF THE PRESENT EVOLUTION IN SUBMARINE SAND RIDGES OF SOUTH YELLOW SEA SUPPORTED BY GIS & REMOTE SENSING

LI Hai-yu WANG Ying

(The Key Laboratory of Coast & Island Development of Ministry of Education, Nanjing University 210093)

Received: May, 15, 2001

Key Words: GIS, Remote Sensing, Submarine Sand Ridges, South Yellow Sea, Change detection, trend analysis

Abstract

The South Yellow Sea sand ridges are a huge sediment body on the continental shelf, and are unique in the world. It is located in the offshore of the north Jiangsu coast of China in a radiative fan pattern. The length of the sand ridge field is about 200 km long from north to south, and 140 km wide from east to west. It consists of more than 70 sand ridges and tidal channels in the water depth from 0 to 25 m. The total area encompasses 22 470 km², of which about 3 700 km² is above 0 m.

It is difficult to detect the changes or to undertake a trend analysis continuously by regular surveys. Fortunately, the rapid development information technology, including GIS and remote sensing, provides effective methods to study the submarine sand ridges.

Geographical Information Systems (GIS) are powerful tools for the manipulation of spatial objects, and remote sensing (RS) data have been applied used historically to depict and assess ocean environment, that can be translated directly into maps, image maps, GIS data layers or text reports. The application of GIS/RS technology to ocean and coast area has continued to be a major international area providing great impetus to the regular surveys of submarine sand ridges in the last decade. With the launching of new high-resolution satellites. For this paper the GIS have a continuing need for timely, accurate and up to date various spatial data entities, whereas remote sensing systems receive highly accurate ancillary information and extract more useful information from the images and determine the movement of sand ridges. Using 1988-1995 serial Landsat TM, ERS-1 SAR images and topography maps, there are many things which have to be considered when performing change detection analyses. Especially, processing procedures in GIS and RS are obviously different. The GIS database is managed in ESRI's ARC/INFO (version 7.2) software and the remote sensing procedures are supported by PCI (version 6.3) software, running on a network of UNIX workstations and windows NT.

The results in this paper are in accordance with the results of the research of ocean dynamics and geomorphology.

(本文编辑:李本川)