

DOI: 10.3724/SP.J.1140.2011.02031

# 长江口九段沙潮沟信息区域生长法提取及分维研究

郭永飞<sup>1</sup>, 韩震<sup>1,2</sup>, 张琨<sup>1</sup>

(1 上海海洋大学 海洋科学学院, 上海 201306; 2 大洋渔业资源可持续开发教育部重点实验室, 上海 201306)

**摘要:**潮沟是潮滩的重要组成部分,对潮沟进行深入研究可以更深刻地了解潮滩地貌形态特征及其发育演变的规律性。利用2005年5月7日获取的SPOT5遥感全色波段数据,通过选取合适的种子点以及灰阶阈值,采用区域生长法进行了长江口九段沙潮沟信息的提取,并且将区域生长法提取出的潮沟信息采用网格法进行了分维研究,为九段沙潮滩资源的合理开发利用提供了参考依据。

**关键词:**区域生长法;分维;潮沟;长江口九段沙

中图分类号:P737.1

文献标识码:A

文章编号:0256-1492(2011)02-0031-05

潮沟是潮滩与外海进行物质和能量交换的主要通道,是潮滩的主要地貌类型之一。主潮沟一般发源于潮下带,受潮流作用不断向陆延伸,进入潮间带分出大量的分支,形成树枝状的分支潮沟,最终消失于高潮带或海堤处<sup>[1-2]</sup>。通过对潮沟时空分布规律进行研究,可以更深刻地了解潮滩地貌形态特征及其发育演变的规律性,为潮滩资源的合理开发利用提供科学依据。

许多学者从不同的角度对潮沟做了大量研究工作。Jackson O Blanton等认为潮沟是一个高盐区,在高潮位前后,大量的潮水涌入潮沟,潮水大部分能量会在潮沟末端耗尽<sup>[3]</sup>; Temmerman S等认为盐沼表面水60%来自潮沟,潮沟水动力过程决定着潮沟—盐沼系统的冲淤平衡,进而影响潮滩演变<sup>[4]</sup>; 邵虚生从成因角度将潮沟划分为滩面水流冲刷型、潮流辐聚侵蚀型、陆源水流侵蚀继承型和泻湖广海间潮流侵蚀型4个类型,并根据潮沟发育的区域差异,提出了潮沟发育受潮差、潮坪的宽度及起伏程度、植被、沉积速率等7个因素的影响<sup>[5]</sup>; 孙效功等利用航空遥感的潮沟解译图以及准同步实测滩面数据对黄河三角洲的潮滩潮沟体系进行了分维研究<sup>[6]</sup>; 黄海军选用1986年和2001年两个时相的TM/ETM+影像,结合遥感、地理信息系统和分形理论研究了黄河三角洲典型河口岸段潮滩潮沟的发育演变<sup>[7]</sup>等。上述文献从不同角度对潮沟进行了研究,分析了潮沟的成因、类型以及发育特点等。位于

长江口门的九段沙是潮间带、潮下带的河口心滩湿地,是国家级自然保护区(图1)。本文采用2005年5月7日获取的SPOT5遥感全色波段数据(分辨率2.5m)作为研究数据(图2),通过区域生长法提

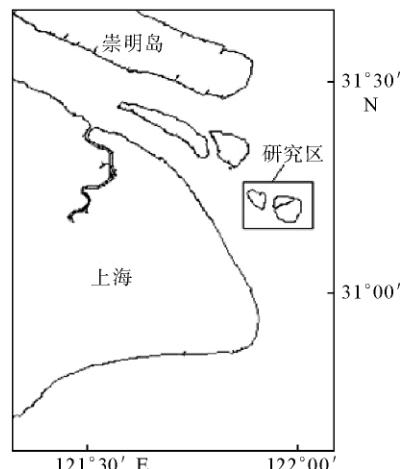


图1 长江口研究区域地理位置

Fig. 1 Location of study areas

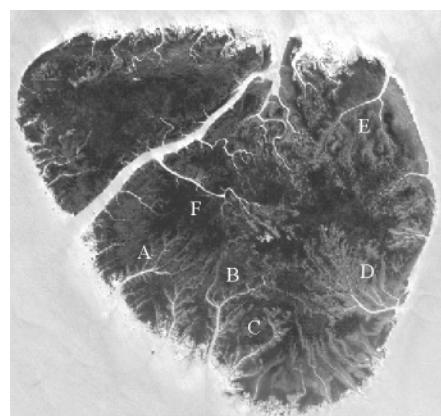


图2 长江口研究区SPOT遥感影像

Fig. 2 SPOT remote sensing images of the study area

基金项目:教育部科学技术研究重点项目(209047);上海市科委项目(08230510700)

作者简介:郭永飞(1984—),男,硕士,主要从事遥感在海岸带方面的应用研究,E-mail:gyfsky@sohu.com

收稿日期:2010-08-12;改回日期:2010-11-12. 张光威编辑

取了九段沙的潮沟信息，并对提取的潮沟信息进行分维研究，以期为九段沙湿地生态保护提供一些参考。

## 1 区域生长法提取潮沟信息

### 1.1 原理

区域生长法的基本原理就是将具有相似性质的像素集合起来构成区域。它先在每个分割的区域找一个种子像素作为生长的起点，再将种子像素周围邻域中与种子像素有相同或相似性质的像素（根据某种事先确定的生长或相似准则来判断）合并到种子像素所在的区域中，然后将这些新像素当作新的种子像素继续进行上面的过程，直到再没有满足条件的像素可被包括进去，这样一个区域就长成了<sup>[8]</sup>。

### 1.2 提取算法

由于潮滩上潮沟众多，本文根据九段沙的地貌条件，选取了6条具有代表性的潮沟（图2中A-F所示）进行研究。提取算法如下：

第1步：输入原始图像，选择初始种子点并标记为潮沟点；

第2步：对原始图像进行掩膜；

第3步：取出种子点，计算其与八邻域中其他像素的灰度差；

第4步：灰度差小于给定阈值则与种子点合并，继续生长并且覆盖掩膜；

第5步：阈值分割；

第6步：输出潮沟提取结果。

### 1.3 算法分析

在运用区域生长法提取潮沟信息过程中，不同潮沟的复杂程度不一样，选取种子点的个数也是不同的。由于潮沟E结构较简单，只选择1个种子点；而结构较复杂的潮沟F则选择了3个种子点，基本每级分叉都选择了1个种子点，只有这样才能使其顺利生长且潮沟保持连贯，种子点要尽量选择潮沟中部的像素点和分叉处的像素点，这样可以保证不同叉道顺利生长。另外，对于阈值的确定，具体实现的时候就是控制条件中灰阶阈值的选取。阈值过大，潮沟生长空间充足，使得生长的潮沟变粗，且易与其他地物混在一起；阈值过小，潮沟生长空间狭小，生长不充分，出现许多不连续的现象。因此，往往需要多次选取阈值进行试验，选择提取结果较为

理想的一个阈值作为灰阶阈值。

### 1.4 提取结果



图3 不同方法提取的长江口潮沟信息

(a)传统阈值分割法；(b)区域生长法

Fig. 3 Tidal channels information extracted by different methods

图3中(a)为采用传统的阈值分割法提取的潮沟B，(b)为采用本文的区域生长法提取的潮沟B。从图3中可以发现，与图3(b)相比，图3(a)中的潮沟信息较为分散，连续性和整体性较差，且对非潮沟信息的抑制能力较弱，因此，这里选择采用区域生长法提取潮沟信息。图4是图2中标记的6条潮沟采用区域生长法提取的对应潮沟信息。从图4可以看出区域生长法提取的潮沟的形态基本上和遥感图像中的潮沟形态相吻合，它说明利用区域生长法进行潮沟信息提取是切实可行的。

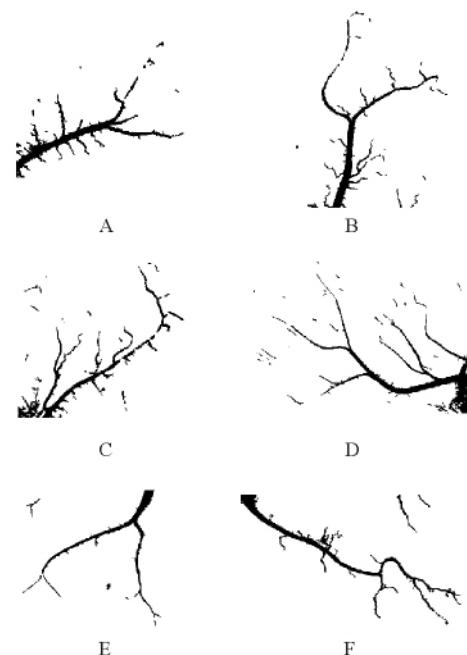


图4 区域生长法提取的长江口潮沟信息(A、B、C、D、E、F潮沟位置见图2)

Fig. 4 Tidal channels information extracted by region growing method

## 2 潮沟分维特征

### 2.1 分形及网格法

分形是指事物的局部在一定条件下或过程中,在某些方面表现出与整体的相似性<sup>[9]</sup>。潮沟恰是一种具有自相似结构的形体,因此,可以用分形方法对潮沟的形态进行研究。网格法是分形研究中常用的分维计算方法之一。其基本思路是使用不同边长的正方形网格去覆盖被测对象,当正方形网络边长  $r$  出现变化时,则覆盖有被测对象的网格数目  $N(r)$  也必然会出现相应地变化<sup>[10]</sup>。如果有  $N(r) \sim r^{-D}$  成

立,则定义了一个分形分布,或者说被研究对象在一定标度域内具有分形结构特征。当正方形网格边长为  $r_1, r_2, r_3, \dots, r_k$  时,则覆盖有被测对象的正方形网格数目相应为  $N(r_1), N(r_2), N(r_3), \dots, N(r_k)$ , 两边同时取对数可得:

$$\lg N(r) = -D \lg r + A$$

式中: $A$  为待定常数; $D$  为被测对象的分维,其值等于该式斜率值的绝对值。

### 2.2 潮沟分维的计算

本文采用网格法对提取的潮沟进行了分维值的计算,图 5a-f 为图 4 中相应 A-F 潮沟的维数计算结果,表 1 是计算后的统计结果。

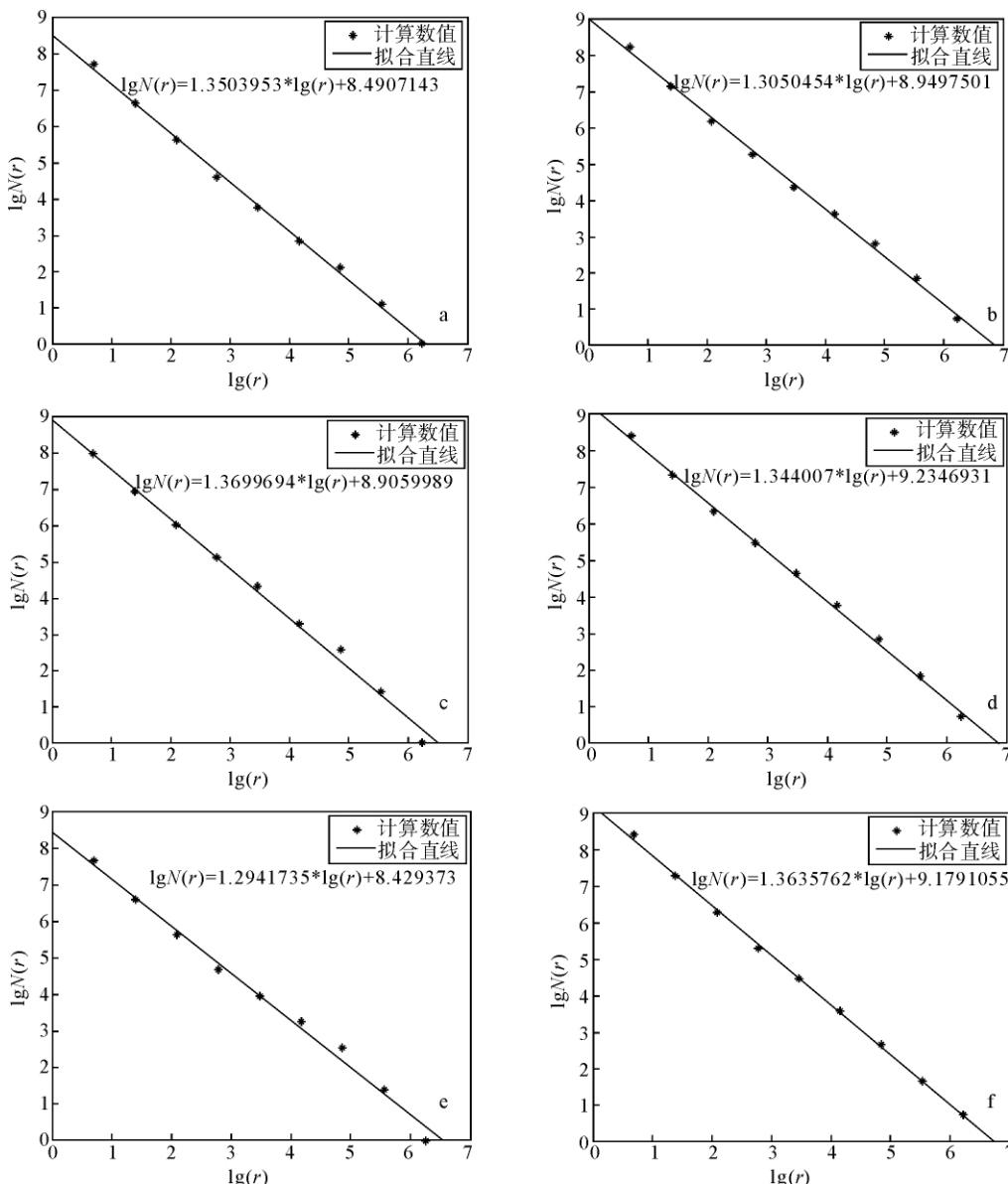


图 5 网格法计算长江潮沟分形维数

Fig. 5 Calculating fractal dimensions by grid method

表1 长江潮沟分维值计算结果

Table 1 Results of fractal dimensions calculation  
of tidal channels

潮沟序号	正方形网格边长 $r$ (像素)	分维值(D)
A	$2, 2^2, 2^3 \dots$	1.350
B	$2, 2^2, 2^3 \dots$	1.305
C	$2, 2^2, 2^3 \dots$	1.370
D	$2, 2^2, 2^3 \dots$	1.344
E	$2, 2^2, 2^3 \dots$	1.294
F	$2, 2^2, 2^3 \dots$	1.364

潮沟的分维值反映了潮沟的发育程度,一般认为,潮沟密度愈大,潮沟分维值愈高。通过表1可以看出,长江口九段沙潮沟的分维值主要介于1.2~1.4之间,说明九段沙上潮沟的分维值较小,且变化范围也较小,这可能与九段沙上潮沟演化发育的时间较短、密度较小有关。另外,从分维的地学意义进行分析<sup>[11]</sup>,潮滩的冲淤变化也是引起潮沟变化的主要因素之一,而潮沟的变化也是可以用分维值来描述的,由于九段沙位于长江口口门地区,受长江口外的潮波、余流和波浪等外动力作用显著,潮滩冲淤现象明显,随着九段沙潮沟的不断发育,其分维值还会进一步发生变化。

### 3 结语

(1)通过选取合适的种子点以及灰阶阈值,采用区域生长法进行了遥感图像的潮沟信息提取,并且利用网格法对潮沟的形态特征进行了分形研究,取得了良好的效果。

(2)运用区域生长法,在生长过程中由于不可能选取很多种子点以及灰度阈值较为固定,这就导致会有一些本属于潮沟的像素没有被提取出来,形成了部分的不连续区域,这就需要从确定的生长或相似准则方面进一步改良算法来提高潮沟信息提取的精度。如何更好地使分维值作为潮滩冲淤变化分析的量化指标也是下一步研究的重点。

### 参考文献(References)

[1] 时钟,Pye K,陈吉余.潮滩盐沼物理过程的研究进展综述[J].

地球科学进展,1995,10(1):19-30.[SHI Zhong, Pye K, CHEN Jiyu. Progress in physical processes on mudflat salt-marsh: an overview[J]. Advance in Earth Sciences, 1995, 10 (1): 19-30.]

- [2] 张忍顺.淤泥质潮滩均衡态——以江苏辐射沙洲内缘区为例[J].科学通报,1995,40(4):347-350.[ZHANG Renshun. Mudflat equilibrium-inner part of Jiangsu radiate sand ridges as a case study[J]. Chinese Science Bulletin, 1995, 40(4): 347-350.]
- [3] Jackson O Blanton, Guoqing Lin, Susan A Elston. Tidal current asymmetry in shallow estuaries and tidal creeks[J]. Continental Shelf Research, 2002, 22:1731-1743.
- [4] Temmerman S, Bouma T J, Govers G, et al. Impact of vegetation on flow routing and sedimentation patterns: Three-dimensional modeling for a tidal marsh[J]. Journal of Geophysical Research, 2005, 110:400-419, doi:10.1029/2005JF000301.
- [5] 邵虚生.潮沟成因类型及其影响因素的探讨[J].地理学报,1988,43(1):35-43.[SHAO Xusheng. Genetic classification of tidal creek and factors affecting its development[J]. Acta Geographica Sinica, 1988, 43 (1):35-43.]
- [6] 孙效功,赵海虹,崔承琦.黄河三角洲潮滩潮沟体系的分维特征[J].海洋与湖沼,2001,32(1):74-80.[SUN Xiaogong, ZHAO Haihong, CUI Chengqi. The fractal characteristics of tidal flat and tidal creek system in the Huanghe river delta[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2001, 32(1):74-80.]
- [7] 黄海军,樊辉.黄河三角洲潮滩潮沟近期变化遥感监测[J].地理学报,2004,59(5):723-730.[HUANG Haijun, FAN Hui. Change detection of tidal flats and tidal creeks in the Yellow River delta using Landsat TM/ETM+ images[J]. ACTA Geographica Sinica, 2004, 59(5):723-730.]
- [8] 罗军辉,冯平. MATLAB7.0 在图像处理中的应用[M].北京:机械工业出版社,2005:213.[RUO Junhui, FENG Ping. Application of MATLAB7.0 in Image Processing [M]. Beijing: China Machine Press, 2005:213.]
- [9] MANDELBROT B. 大自然的分形几何学[M].陈守吉,凌复华,译.上海:上海远东出版社,1998:32-36.[MANDELBROT B. The Fractal Geometry of Nature [M]. CHEN Shouji, LING Fuhua, translation. Shanghai: Shanghai Far East Publishers, 1998:32-36.]
- [10] 朱晓华.海岸线分维数计算方法及其比较研究[J].黄渤海海洋,2002,20(2):31-36.[ZHU Xiaohua. Coastline fractal dimension caculation methods and their comparative study[J]. Journal of Oceanography of Huanghai & Bohai Seas, 2002, 20 (2):31-36.]
- [11] 冯金良,郑丽.海岸线分维的地质意义浅析[J].海洋地质与第四纪地质,1997,17(1):45-51.[FENG Jinliang, ZHENG Li. Geological implication of coastline fractal dimension[J]. Marine Geology and Quaternary Geology, 1997, 17(1):45-51.]

## INFORMATION EXTRACTION WITH REGION GROWING METHOD AND FRACTAL DIMENSION RESEARCH IN THE JIUDUANSHA TIDAL CHANNELS OF YANGTZE RIVER ESTUARY

GUO Yongfei<sup>1</sup>, HAN Zhen<sup>1,2</sup>, ZHANG Kun<sup>1</sup>

(1 College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306;

2 The Key Laboratory of Sustainable Exploitation of Oceanic Fisheries Resources, Ministry of Education, Shanghai 201306)

**Abstract:** As an important part of a tidal flat, tidal channels are critical to the understanding of topographic features of a tidal flat and its evolution. In this paper, the panchromatic band remote sensing data received by SPOT5 on May 7, 2005 were used. The tidal channels information was extracted with the region growing method by selecting appropriate seed points and gray level threshold. Then the grid method was used to calculate fractal dimensions from the extracted tidal channel information. The results have provided a reference for the rational development and utilization of resources in Jiuduansha tidal flat.

**Key words:** region growing method; fractal dimensions; tidal channels; Jiuduansha