

# 胶州湾地貌的遥感图象机助解译\*

李成治 黄宝艇

(中国科学院海洋研究所)

本文采用 PS101 数字图象处理系统对胶州湾幅 CCT 磁带数字图象信息进行了非监督和监督定量方法分类,分别获得了13类、9类及8类的地貌形态组合。结果表明,根据地物反射光谱的差异性,使用计算机来规定分类范畴的非监督分类方法(Non-Supervised learning)是成功的。

我们根据分类结果对胶州湾地貌形态特征进行了较理想的解译,特别是对湾内潮间带的水域及陆地分类清晰、准确。经实地考查,对解译成果作了验证。并且,通过计算机图象识别,给出了组合类地物的占地面积及百分比,这是常规方法所难以实现的。

## 一、多光谱遥感图象的非监督分类方法

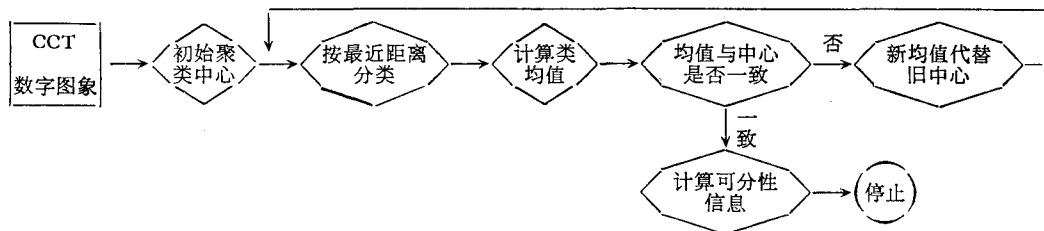
### 1. 问题的提出

七十年代以来,我国不断从美国宇航局引进大量的陆地卫星原始资料,主要是多光谱卫星象片(简称卫片),同时也引进了部分 CCT 磁带。目前,国内对卫片的解译,大都停留在目视判读的定性阶段。如何采用计算机对遥感数字图象信息自动识别进行定量解译,以大大提高解译效率,乃是一项重要的研究课题。

### 2. 方法特点

非监督分类方法是一种边训练边分类的定量方法:它借助计算机自动识别图象,不需要经过训练过程,而是采用边训练、边修改和建立决策规则的分类程序。当每一个样本被鉴别时,由误差判别器判决分类正确与否。否,就修改决策规则,直到满足分类要求为止。

### 3. 分类程序框图



\* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第964号。

本文系山东省科学技术委员会领导下的“山东省海岸带遥感应用协作组”的一项集体成果,是在陈继述教授热情指导下完成的。陈乾元、童寿彬同志承担 101 系统数字图象处理;任风清同志承担图象光学处理;崔俊平、徐宗泉同志给予热情关切。本所严理、张弘同志绘图。本文承杨怀仁教授、陈述彭教授、任明达副教授审阅。特此一并致谢。

收稿日期: 1982年2月2日。

## 二、胶州湾幅 CCT 磁带信息的图象识别

本文对胶州湾幅 CCT 磁带数字图象 CT 129'35(512×512, 1976.11.28.9:45'30'')。借助计算机进行图象识别分类结果(非监督 9 类)示于表 1 中。

表 1 胶州湾幅 CCT 数字图象非监督分类数值表

组合类别	波段均值			象元数	面积 (m <sup>2</sup> )	百分比(%)
1	32.42	53.28	43.98	12,794	56,600,656	4.88
2	4.93	36.88	34.51	17,811	78,795,864	6.79
3	0.73	35.53	42.79	12,537	55,463,688	4.78
4	5.65	46.75	43.10	7109	31,450,216	2.71
5	0.35	25.12	32.13	25,378	112,272,272	9.68
6	0.31	28.33	37.21	16,185	71,602,440	6.18
7	38.40	51.86	38.52	14,502	64,156,848	5.53
8	56.48	65.78	47.84	20,657	91,386,568	7.88
9	25.72	43.96	35.14	9031	39,953,144	3.45

## 三、成果解译

胶州湾幅 CCT 磁带的多光谱遥感数字图象信息十分丰富。经计算机自动图象识别,能客观反映出海岸带地质地貌特征。因此,这对于潮间带及浅水动力地貌的定量研究,可以提供丰富可靠的地面信息资料。

山东青岛依伴的胶州湾海域,是较理想的海洋遥感图象解译地区。由于笔者曾多次对本区的海岸带地貌进行过专题调查,具备了一定的先验知识。因此,从胶州湾幅 CCT 磁带数字图象的计算机自动识别分类图象解译中可知,解译结果经与地面调查资料进行对比验证,取得了较理想的解译成果。

本工作对胶州湾幅 CCT 磁带数字图象进行非监督分类的结果,分别获得了 13 类和 9 类彩色影象分类图及组合类占地面积与百分比。本文对 9 类影象图进行了重点解译。同时,重点对胶州湾潮间带及浅水地貌进行了监督分类,获得了 8 类彩色影象分类图及每类占地面积(包括百分比)。此外,还对非监督分类方法获得的 9 类地物信息的准确性做了验证。

根据 PS 101 系统处理的胶州湾幅 CCT 磁带数字图象,运用非监督分类所获得的 13 类,9 类影象图(象片 1a, b)及监督分类 8 类影象图(象片 2a),并结合有关实地调查资料,分别编制出 13 类、9 类和 8 类地貌解译图(图 1, 2, 3)及其地貌组合。

从 13 类、9 类与 8 类影象图及其地貌解译图对比分析表明,上述两种分类方法完全适用于胶州湾,并取得了地貌组合类别解译的一致性。各种地貌组合类别在空间分布上、地貌形态上均十分相似。下面对非监督 9 类地貌组合进行解译。

**1. 低山、丘陵区** 分布在胶州湾口的两侧陆域属崂山一小珠山低山丘陵区。基岩岩性主要为燕山期崂山花岗岩,在湾口西侧有前震旦系变质岩、白垩系火山杂岩。其构造为断裂发育,华夏 NE-SW 构造体系控制着湾口海岸轮廓,构成了山地基岩港湾岸。其海湾走向均为 NE-SW 向(图 4)。区内基岩多裸露,山势陡峭,河流短小湍急,地表风化残

坡积层极薄,河流砂砾带入湾顶部堆积呈砂质岩滩,如黄岛、海西湾、薛家岛及团岛砂质岸滩。

**2. 剥蚀-冲积平原区** 分布在湾的西北和东北陆区。岩性有侏罗系紫红色砂页岩,砂砾岩及白垩系火山杂岩,红色砂页岩(见图4),其地表岩层深受风化剥蚀。大沽河、石桥河、白沙河等河道流经的平原区覆盖着第四系冲积物。地势低平属胶县冲积平原。河流长而曲折,如大沽河曲流入海砂泥充填于湾内,造成了湾内泥沙堆积区。

**3. 剥蚀平原区** 指海湾北面的红岛及其以北陆区。岩性为白垩系火山杂岩,其构造为断裂发育,岩层受强烈风化侵蚀,致使地形微有波状起伏,地表高程在30—40 m以下属即墨准平原南端

**4. 人工盐田** 胶州湾的西北沿岸为盐田主要分布区。盐田分布于沿海冲积平原与潮间带之间,在影象显示上十分清晰。盐田的分布及高程,可提供海面变化或新构造运动数据。

**5. 潮间带上部** 指潮间带的高潮滩,平均高潮所不能淹没的滩地。影象显示呈条带状分布在湾的西北岸大沽河口两侧岸滩,局部分布在黄岛南侧的海西湾岸。

**6. 潮间带下部** 系潮间带的低潮滩,潮水涨、落必经之地。湾的西北、西南及东北岸边均较明显,影象显示十分突出,也是本节解译的重点。根据101系统不同的处理方法(比值法、KL变换法、非监督及监督分类法),胶州湾幅潮间带的影象显示均较一致。象片1b及图2清晰地显示出,潮间带下部因滩面地形坡度及物质组成不同,可以分2至3带。如图2中大沽河口南侧的潮间带低潮滩,可分 $6^1$ ,  $6^2$ 及 $6^3$ 三条带。其中,内带( $6^1$ )为粉砂质泥滩,滩面有潮流落淤软泥,厚度可达30—50 cm,滩面上大、小潮沟发育;中带( $6^2$ )为粉砂或泥质粉砂滩,滩面上微地貌有潮沟及线形浅凹坑,波纹发育,为激浪作用带;外带( $6^3$ )为粉砂质软泥滩,软泥厚达50 cm以上,亦为浑水落淤带。黄岛南侧海湾岸滩的潮间带下部,同样可分三带。青岛市区西侧海滩、李村河口至沧口段岸滩的潮间带,仅能分潮间带上部与下部。

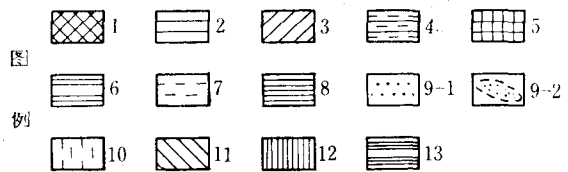
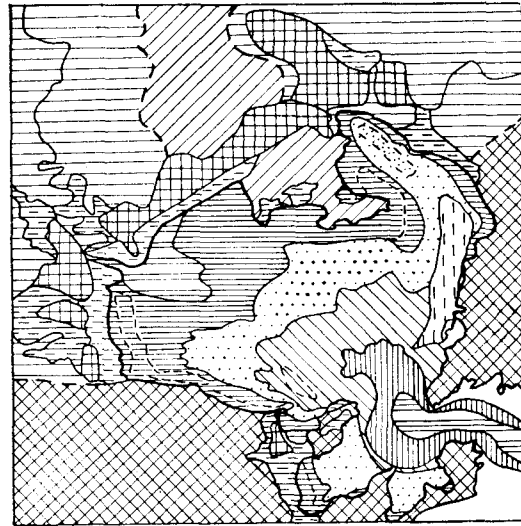


图1 胶州湾幅 CCT 磁带数字  
图象信息非监督分类(13类)地貌解译图

1. 低山、丘陵区; 2. 剥蚀-冲积平原区; 3. 剥蚀平原区; 4. 湿地、低地; 5. 人工盐田; 6. 河口冲淡水舌; 7. 潮间带上部; 8. 潮间带下部; 9-1. 水下浅滩; 9-2. 水下沙坝; 10. 潮流冲刷槽; 11. 水下斜坡; 12. 水下冲蚀谷地; 13. 潮流通道。

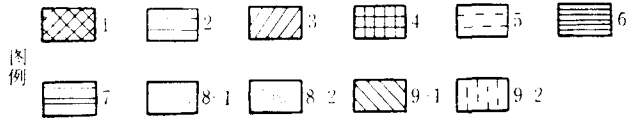
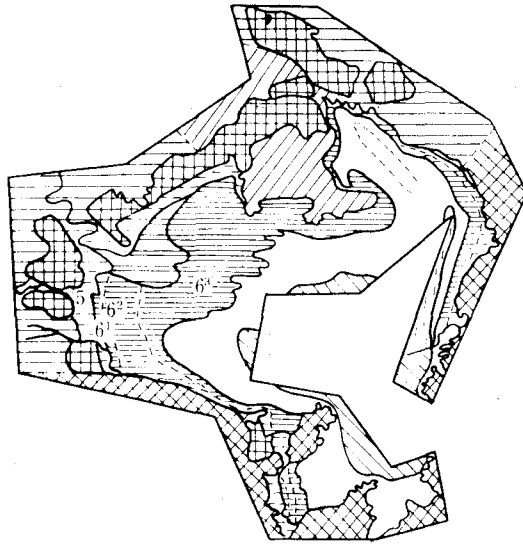


图2 胶州湾幅 CCT 磁带数字  
 图象信息非监督分类(9类)地貌解译图

1. 低山、丘陵区； 2. 剥蚀-冲积平原区； 3. 剥蚀平原区； 4. 人工盐田； 5. 潮间带上部； 6. 潮间带下部；  
 7. 河口冲淡水舌； 8-1. 水下浅滩； 8-2. 水下沙坝； 9-1. 水下斜坡； 9-2. 潮流冲刷槽。

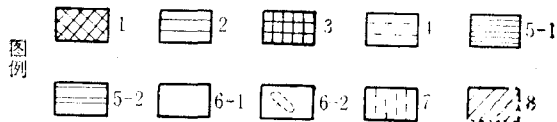
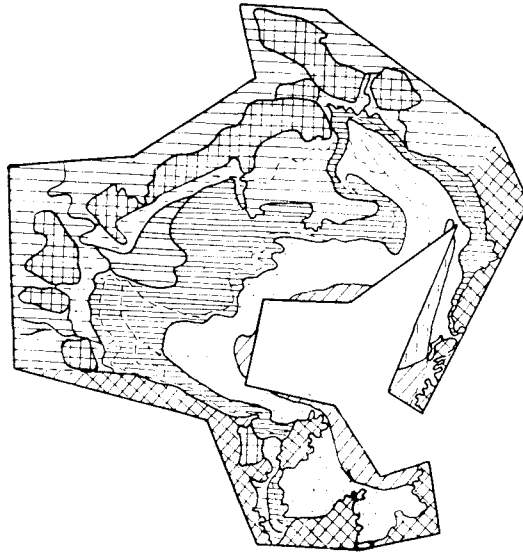


图3 胶州湾幅 CCT 磁带数字  
 图象信息监督分类(8类)地貌解译图

1. 山地、丘陵区； 2. 剥蚀-冲积平原区； 3. 人工盐田； 4. 潮间带上部； 5-1. 潮间带下部；  
 5-2. 河口冲淡水舌； 6-1. 水下浅滩； 6-2. 水下沙坝； 7. 潮流冲刷槽； 8. 水下斜坡。

特别是大沽河口区潮间带十分典型(象片 2 b 及图 5)。大沽河口两侧的盐田分布区,属于人工改造的一部分潮间带高潮滩,与目前的潮间带上部及广阔的潮间带下部构成一个完整的潮间带,其中潮间带下部又分出三带。上述分带从一般的常规海岸带地质地貌调查方法中,是难以解决的课题。但是,在遥感数字图象信息运用计算机进行模式识别的图象中,获得了较理想的解译。

**7. 河口冲淡水舌** 指湾内西北端,大沽河入海口,河流淡水注入咸水混合后形成河口冲淡水舌。因大沽河冬季枯水,故本文所提的河口冲淡水舌,主要指涨潮水流灌入大沽河口内形成的落潮浑水舌。河口冲淡水舌或落潮浑水舌并非地貌类型,它位于潮间带下部的内侧,在影象图上显示十分清晰。

**8. 水下浅滩与水下沙坝** 水下浅滩分布在潮间带下部的的外侧,主要分布在水深 5 m 以内,地势平坦,形似水下平台。水下沙坝分布在湾内东北角沧口水道的顶端,湾顶有红江、石桥、白沙河入海,河流入海泥沙堆积在湾顶中部,受到沧口水道往复潮流顶托作用,致使沙坝呈长条状分布。水下浅滩位于胶州湾的中部,处于该湾菱形浅水盆地中心,为湾内潮流扩散、环流区。

**9. 水下斜坡与潮流冲刷槽** 沿水下浅滩下缘分布。由于湾口进出潮流的冲刷作用,致使地形向湾口倾斜呈水下斜坡。而潮流冲刷槽分布在湾内东侧位于青岛大港至沧口间,有一条南北向的深水道,称沧口水道。由象片 1 a 清晰可见,该水道呈长条形,长度达 20 余公里,水深小于 10m。由于湾内潮流扩散,该水道处于东支往复潮流通道地区。

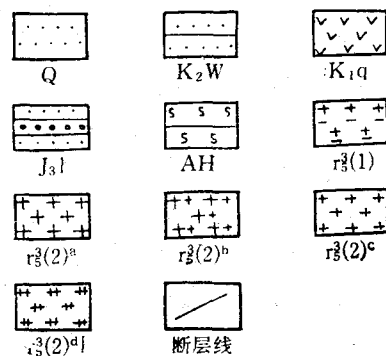


图 4 胶州湾周边构造岩性图

Q 第四系;  $K_{2w}$  白垩系上统珉组(红色砂页岩);  $K_{1q}$  白垩系下统青山组(火山杂岩系);  $J_{3l}$  侏罗系上统莱阳组; AH 前震旦系变质岩;  $r_3(1)$  花岗闪长岩;  $r_3(2)^a$  斑状花岗岩;  $r_3(2)^b$  钾质白岗岩;  $r_3(2)^c$  正长白岗岩;  $r_3(2)^d$  细粒花岗岩。

## 四、结 论

1. 陆地卫星遥感图象虽然分辨率较低,但可以满足广阔的滨海滩涂资源综合调查要求。采用多波段多时相的遥感图象,借助于电子光学处理技术和数字图象处理系统可进行图象的增强、分类及遥感数字图象信息的压缩变换处理,对研究区进行动态监测分析,

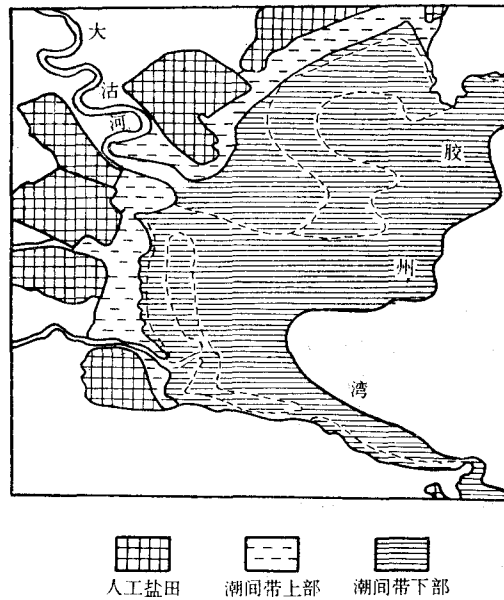


图5 胶州湾大沽河口区潮间带分布图

适当配合地面工作,能迅速收到实效。

2. 属监督分类范畴的最大似然比分类法,从理论上分析该方法的分类精度较高,影像清晰,层次分明,对比度好。但其精度主要取决于对训练区的正确选择。因此,在分类处理过程中,必须具备较丰富的先验知识。相比之下,聚类分析这种非监督分类方法,更显示出它的实用价值。一方面可以大大减少实地调查的工作量,缩短图象处理的时间;另一方面,在聚类分析的过程中,人为的干扰因素较小,对多时相遥感图象的分类标准趋于一致,便于分析比较,这对海岸、河口地区的动态监测研究尤为重要。

3. 由胶州湾幅 CCT 磁带数字图象的计算机模式识别的图象结果,对湾内的各类地貌形态特征进行了较理想的解译,得出了与实地考查的地面资料相符的结论。说明遥感应用于海岸地貌调查是一项可取的重要手段,能有效地进行地貌填图与制图,应重视推广这种调查手段。

4. 遥感信息的计算机定量解译,给出了各地貌组合类别的占地面积与百分比,这不仅对潮间带地貌分带提供了新资料,而且对海岸地貌研究(从定性走向定量)开辟了新途径。对青岛港的毗连东岸,滩涂修建快速公路计划及胶州湾岸滩的综合开发利用以及对黄岛输油码头和海西湾新港的兴建工程规划,均提供了可取的数据资料。

### 参 考 文 献

- [1] 福永圭之介(陶笃纯译),1978。统计图形识别导论。科学出版社,10—50页。
- [2] Swain, P. H. and S. M. Davis, 1978. Remote Sensing: The Quantitative Approach. McGraw-Hill International Book Company, pp. 136—185.

## COMPUTER-AID INTERPRETATION OF REMOTE SENSING IMAGE OF THE GEOMORPHOLOGY OF JIAOZHOU BAY\*

Li Chengzhi and Huang Baoting

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao*)

### ABSTRACT

An encouraging progress from qualitative description towards quantitative investigation and from the qualitative visual interpretation of remote sensing imagery into the quantitative recognition by computer have been made by the authors in the study of the geomorphology of the Jiaozhou Bay.

(1) Using the 101 gigantic processing system the present study has made non-supervised and supervised quantitative classification of the information on the CCT tape of the Jiaozhou Bay and obtained three classification systems: 13, 9 and 8 kinds of geomorphological classes, resulting in satisfactory interpretation of geomorphological characteristics and its classification of the coast belt at the Jiaozhou Bay. The field check has shown that non-supervised and supervised classification are reliable quantitative methods.

(2) This paper puts the emphasis on the system of 9 classes obtained by non-supervised classification in order to extend this method to geomorphological research of intertidal belt and beach along sea coast and estuary.

Having processed the information on CCT tape of the Jiaozhou Bay by 101 system's, we have gotten the coloured pictures of each system non-supervised and supervised classification for the Jiaozhou Bay (see pictures 1, 2, 3) and listed the data of 9 classes system of non-supervised classification in table 1.

(3) According to different pictures and data of non-supervised and supervised classification on the photo of the Jiaozhou Bay, we have drawn the corresponding maps of geomorphological interpretation (see the pictures 1, 2, 3) and have calculated the areas and the percentage of 9 classes of non-supervised classification (see table 2).

The above-mentioned maps of geomorphological interpretation and table show that the Jiaozhou Bay can be divided the following geomorphological classes: (1) low mountains, hills; (2) denudational-alluvial plain; (3) denudational plain; (4) man-made salt pan; (5) supratidal zone; (6) subtidal zone; (7) freshened water tongue; (8) subfluvial shoal and subfluvial sand bank; (9) subfluvial slope and scouring trough of tidal current. The detailed description of each class is being included in this paper, in which the wide intertidal belt in the estuary of the Dagu River is being subdivided into 4—5 zones.

Comparison of the results of geomorphological interpretation with field investigation indicates that the geomorphological classification of the Jiaozhou Bay is entirely sound. This paper further suggests new viewpoints on zonation of intertidal belt and geomorphological division of shallow area, and provides a scientific basis for the synthetical exploitation of the Jiaozhou Bay.

\* Contribution No. 964 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.

