

莱州湾海岸带遥感图象的地貌解译研究*

李成治

(中国科学院海洋研究所)

关键词 遥感图象,地貌解译

提要 本文采用光学图象增强方法和计算机数字图象处理技术,对莱州湾34幅卫片进行了图象处理及地学解译,结合地面资料,完成了有关图件36幅,包括:莱州湾海岸带地貌特征及其成因类型;莱州湾潮间带地貌分带及全新世海侵范围;黄河入海泥沙的扩散范围及强度分布;莱州湾岸线动态变化、岸滩稳定性等。遥感图象处理方法应用于海岸带地貌动态分析研究具有广阔前景。

莱州湾地处渤海南部,是渤海的三大海湾之一,现选用陆地卫星莱州湾幅卫片(图1),采取多时相、多波段信息处理,获得较好效果(图2)。现就处理方法与地貌解译结果作一探讨。

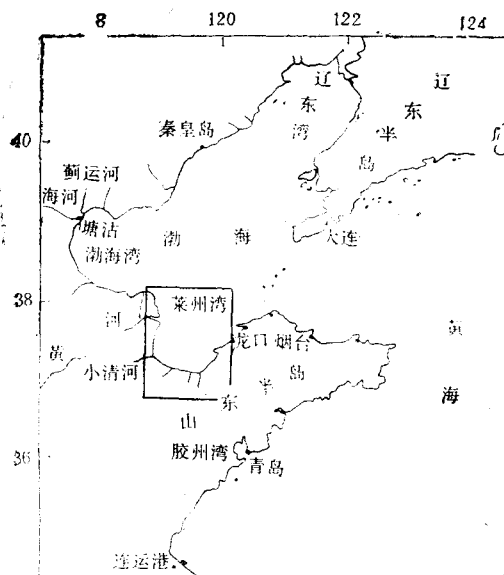


图1 莱州湾沿岸遥感图象地貌解译范围
Fig. 1 Geomorphology of Laizhou Bay Remote sensing image

一、卫片(或磁带)的选择标准

由于莱州湾海岸各种因素的频繁交互作

用,海况变化无常。而陆地卫星资料所记录的光谱信息具有表面性及综合性特点。所以,在选择处理区和提取环境、背景信息时,应予以考虑。另一方面,所选卫片(或磁带)的质量和数字资料的环境、背景信息之赋存状况直接关系到图象处理效果,为此,要求处理区内的目标信息具有一定的影象显示和相当大的空间展布。为了对莱州湾海岸带的地貌进行动态分析,而采用了多时相、多波段的卫片及磁带,进行光学图象增强处理与计算机数字图象处理。因此,选片标准为:(1) 图象清晰、层次丰富、反差适中;(2) 图象云量覆盖少,一般不超过5%;(3) 影象色调协调一致,优选低潮时成象卫片。

自1975年至1981年期间选择出14次不同时期成象卫片(其中有7次属于低潮时成象),进行了图象处理和地学解译研究。

二、图象处理方法及效果分析

多光谱遥感以物体的电磁波谱辐射特征为理论基础,为了提取研究区的特征信息,就必须对图象进行处理,提高卫片的解译效率。

1. 光学图象处理方法

由于人的眼睛对彩色图象具有更高的分辨

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第1694号。



图2 莱州湾陆地卫星影象(1977年5月10日)

Fig. 2 Laizhou Bay landsat image (10, May, 1977)

a. 4, 5, 7 波段; b. 4, 5—7 波段; c. 5/7, 5, 7 波段增强; d. 集群分类

能力,因此,多光谱图象分层曝光的假彩色合成方法便成为目前常用的方法。目的是通过选择不同光谱特性的滤光片,将几个波段信息以不同的色彩显现在同一张图象上。关键在于选择适当波段的底片、滤光片组合及曝光量。由于莱州湾沿岸区的各类地物在 MSS 7, 5, 4 的图象上具有明显的差异性,我们采用这三个波段底片,为了研究特定地物,进行各种组合的处理。在选择滤光片时,要尽可能选择使所需研究的地物颜色在合成图象上位于人眼最易感知、色彩配合方面既要悦目,又要求地物色度有明显差异的滤光片。曝光量不仅影响合成片的总密度,也影响到各基色间的比例关系,从而影响到合成后的色度。总的要求是,合成片上的

研究目标的色彩应当鲜明、和谐、饱和而不过度。

此外,还采用近年来新发展起来的光学信息处理方法,对卫片进行非线性变换半色调屏子处理,再经过空间滤波以实现假彩色编码,使图象的色彩得到明显增强,此种光学信息处理与计算机图象处理相比,具有容量大、速度快、分辨率高、能二维并行处理等优点。

2. 计算机数字图象处理方法

对于提取研究区内地物信息,如各类地貌形态特征分布界限、潮间带分带及岸线变迁等,采用一般的假彩色合成方法往往达不到解译要求。因而,采用了数字图象识别与分类技术。经过风暴潮侵蚀过的滩涂区,由于色调单一、反

差不足、图象暗淡模糊,因此对遥感数字图象处理方法提出了新的要求。

由于数字图象处理的各种功能具有不同的数学模式,其增强效果也不相同,因此,在莱州湾海岸带遥感图象处理过程中,根据原始图象的直方图分布特点、具体的环境、背景目的等,设计了合理的处理功能组合与参数调整等。从而获取了未能充分反映或完全被掩盖了的原始图象的有价值信息。

在处理莱州湾海岸遥感数字图象中,主要采用了局部增强、直方图均衡、线性密度增强、矩阵变换、对数变换及 KL 变换等方法。

三、莱州湾沿岸遥感 图象的地貌解译

根据 1975—1981 年不同成像日期的卫片影象显示及信息数据处理结果,结合地面调查资料综合分析,我们对莱州湾沿岸的地质地貌解译,主要获得了以下几方面的成果:

莱州湾地处渤海断陷盆地的南端,新生代以来主要接受陆相厚层松散沉积;晚更新世以来,特别是全新世接受了多期海相沉积物。莱州湾西部属于黄河复构三角洲体系的一部分,发育了宽广的三角洲冲积平原及水下三角洲;莱州湾的南部系全新世高海面形成的海积平原;而莱州湾东部在地质上属胶东掀斜隆起的低丘陵,陆源碎屑物质随山地季节性河流携带入海,沿岸被洪积物覆盖,砂嘴、砂坝十分发育,构成了典型的砂质岸滩地貌。本区地貌类型分布情况主要为,莱州湾海底属海湾三角洲平原,滨岸为水下浅滩地貌;其湾岸地貌,东岸主要为低丘砂质海岸,南岸为泥质粉砂平原海岸,而西岸则为粉砂质泥三角洲冲积平原^[4,2]。

(一) 莱州湾的地貌类型及其特征

根据我们对陆地卫星莱州湾幅各种图象处理影象的解译成果,结合地面调查资料,编制出《莱州湾及其沿岸地貌图》(图 3)。

该图共划分 14 种地貌类型:

1. 剥蚀侵蚀低丘 主要分布在莱州湾的东

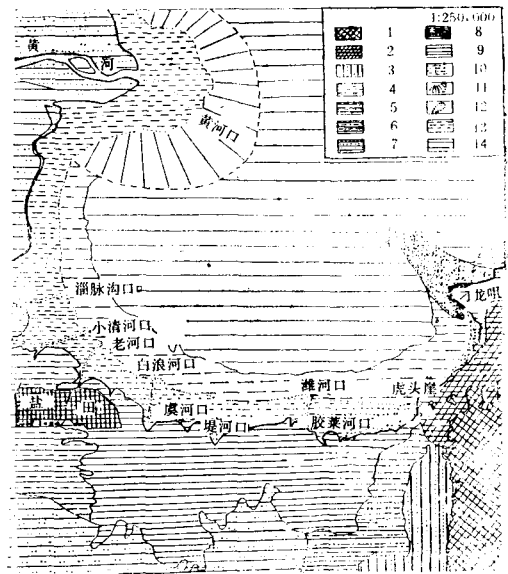


图 3 莱州湾及其沿岸地貌

Fig. 3 Geomorphological map of Laizhou Bay

南角,即掖县—平度地区,地形高度在 50—200m 之间。主要由玲珑花岗岩、片麻岩及红色砂页岩构成。丘陵顶部受风化剥蚀,基岩裸露,坡麓多被含有岩屑的坡积黄土状粘质砂土覆盖。形成 2—10 度的坡地。坡地上冲沟发育,水土流失严重。

2. 坡积洪积台地 分布在莱州湾东岸海积平原的内侧。高程在 5—50m 之间。由山坡上的坡积作用和冲沟的洪积作用合力形成。冲沟小河属山地季节性河流,在掖县以北小河冲沟发育。

3. 洪积冲积台地 分布在上述剥蚀侵蚀低丘的西侧。高程在 20—50m 之间。另外,在寿光县附近也有分布,它主要由季节性流水的堆积物形成。在山前山麓地带发育。

4. 洪积冲积平原 分布在莱州湾东南岸的沙河附近,高程在 5—20m 之间。它与洪积台地的差异在于高程不同,主要由季节性流水带来的黄土类粘质砂土、砂质粘土组成,小型冲积扇、岗地泛滥平地及沟谷微地貌发育。

5. 冲积扇平原 在莱州湾南岸内侧广泛分布,高程在 5—20m 之间。冲积扇平原主要为

山地大河泥砂堆积而成。

6. 冲积平原 主要分布在胶莱河的新河附近。为河道迁徙和泛滥冲积而成。高程在 5--20m 之间。

7. 三角洲冲积平原 主要是指黄河 1855 年夺大清河入海以后发育起来的黄河三角洲平原。黄河复构三角洲在卫片上清晰可辨, 该三角洲平原上, 黄河故道、古河床历历在目。古河床高地、泛滥平地以及低洼地等微地貌普遍发育, 其沉积物为粉砂及砂质粘土等较粗物质。而砂质粘土及粘质砂土, 则构成泛滥平地 and 洼地。

8. 冲积-海积平原 主要分布在黄河三角洲冲积平原的南侧, 即莱州湾的西南角淄脉沟以南。弥河以西的小清河流域, 属过渡地貌类型卫片显示清楚。

9. 海积平原 主要分布在莱州湾南岸滨海地区, 另在东岸刁龙嘴附近也有分布。海拔高程均在 5m 以内。这里河网密布, 地势低平, 地面比降小于 1/10000。产优质地下卤水。从卫星影象上可圈定其分布范围。

10. 潮间浅滩 主要分布在莱州湾西岸及南岸。淄脉沟以北为细粉砂淤泥滩, 淄脉沟以南为粗粉砂淤泥滩。滩面宽度一般为 3--5km, 最宽处达 10km 以上。淄脉沟以北属黄河三角洲冲积平原岸段。滩面物质以黄河入海泥砂为主, 粒度较细。而淄脉沟以南滩面物质较细, 其原因是滩面相对稳定, 长期经浪流分选的结果。莱州湾南岸海滩受鲁中丘陵季节性河流输入的较粗泥砂影响, 滩岸物质较粗。莱州湾东岸(虎头崖以东)为砂质海滩。在风浪作用下, 沿岸泥砂自东向西运移, 导致砂堤、砂坝发育。

11. 水下三角洲 主要指莱州湾西岸的黄河水下三角洲, 呈扇面展布, 前缘达 15m 等深线处, 在卫星影象上相当于黄河入海泥沙的高浓度扩散区。

12. 水下砂坝 出现在莱州湾东岸刁龙嘴附近, 常称“莱州浅滩”。另在龙口一妃姆岛砂坝南侧亦有水下砂坝存在。它是在沿岸流作用

下, 泥砂发生运移和堆积造成的。

13. 滨岸水下浅滩 分布在莱州湾沿岸水深 5m 内, 为潮间带的水下延伸部分, 是沿岸泥砂运移的下界。在莱州湾的南岸和东岸由于陆源入海物质较少, 湾内水动力作用相对较弱, 故浅滩较稳定。

14. 海底三角洲平原 是在黄河入海泥砂影响下, 在海湾西部海底形成的地貌单元, 其地形颇为平坦。

依据动力作用过程及其性质的不同, 上述 14 种地貌类型归并为五个方面。(1) 以河流作用为主形成的地貌类型, 包括冲积平原、三角洲冲积平原及水下三角洲; (2) 以海水作用为主的地貌类型, 有海积平原、水下砂坝、潮间浅滩、滨岸水下浅滩及海湾三角洲平原; (3) 海、河共同作用的过渡地貌类型, 有冲积-海积平原; (4) 以洪、冲积作用为主的地貌类型, 包括洪积冲积台地、洪积冲积平原及冲积扇平原; (5) 以剥蚀作用为主的地貌类型, 有剥蚀侵蚀低丘及坡积洪积台地。

(二) 莱州湾潮间带的地貌分布

莱州湾的潮间带比较典型, 其南岸潮间带与海积平原构成了一个完整的海相地貌体系。

我们选取了 1975 至 1981 年 9 次不同成象日期的卫片(其中 7 次是低潮位成象), 分别进行潮间带地貌分带。

经地貌解译划分为高潮滩、中潮滩及低潮滩, 另对水下浅滩也进行了解译(图 4)。

(三) 莱州湾沿岸入海泥沙的扩散

莱州湾地区的泥砂主要来自黄河。黄河历年平均输砂量约 11 亿吨。其中约有 33.5% 淤积在河口区, 36.9% 沉积在河口两侧的近岸浅海区, 29.6% 的细粒物质被输送到离岸较远的深海区。汛期(7--9 月)输砂量占年总输砂量的 82% 以上。泥砂中径小于 0.05mm。

自 1976 年 5 月底黄河取道清水沟入海后, 主流指向东偏北。在海洋水动力因素的影响下, 入海泥沙分两个方向继续扩散。一支向西北至渤海湾; 另一支向东南入莱州湾。此外, 尚

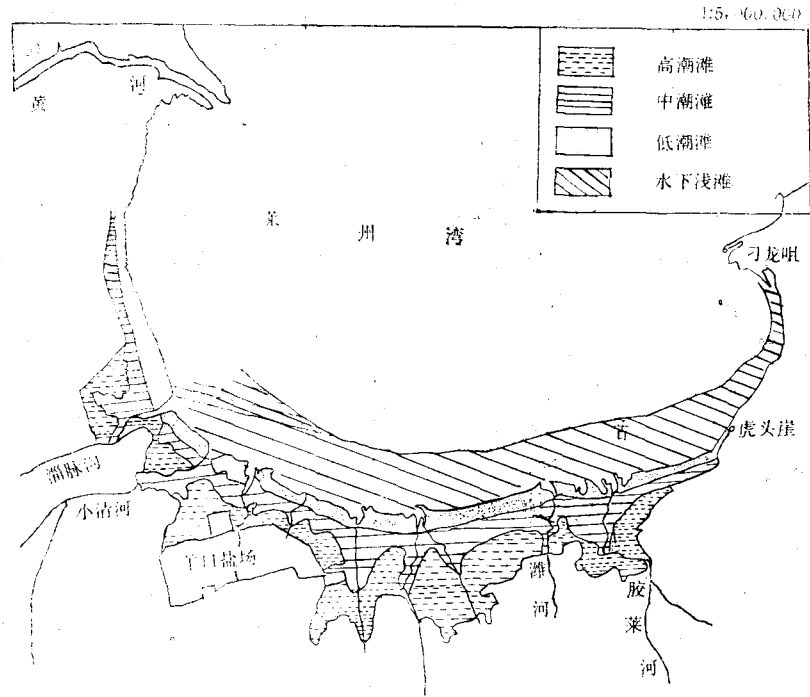


图 4 莱州湾潮间带地貌分带
 Fig. 4. Geomorphologic zonation of intertidal zone in Laizhou Bay.

有一部分泥砂在沿岸流驱动下沿着海岸向河口两侧运移。

除黄河以外，另有多条短小河流汇入莱州湾，向该海湾输送一定数量的泥砂。

黄河入海的悬浮泥砂流并未全部达到小清河口，只有在强劲北风的吹送下，南下的泥砂才能通过表层水漂送到小清河口。当径流增大，连日北风劲吹时，影响尤为显著(图 5)。

此外，通过对莱州湾滩涂沉积物、矿物成分、水文气象资料及多时相的卫片综合分析，我们发现在莱州湾西部有一股南向的沿岸泥砂流，东部则有微弱的西向泥砂流。

(四) 莱州湾岸线迁移与滩涂演变

在莱州湾西部与南部，老弥河口以东岸滩属粉砂质海岸，由此往北为泥质粉砂海岸。

对 1975 年 5 月 21 日至 1981 年 2 月 6 日时段内的 9 个不同成象期的卫片进行图象增强处理后，所作的解译图表明，这个时期莱州湾岸线基本上是稳定的，年平均外移一般不超过 10m。海湾东侧岸线较西侧更为稳定。

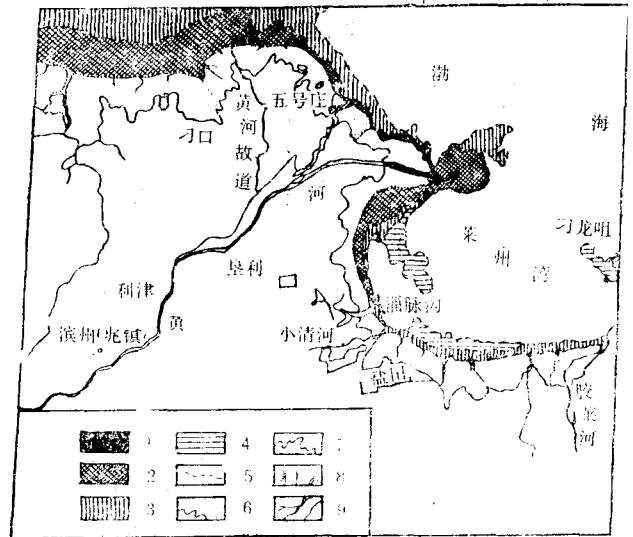


图 5 黄河入海泥砂扩散范围
 Fig. 5 Muddy-sand diffusion map in Huanghe River mouth (by 1984. 10. 5. landsat-5 KL image)

1. 淄脉沟口以北至黄河口段岸线

自 1855 年黄河北徙夺大清河入渤海以来，部分入海泥沙向南扩散，成为控制这段海岸发

育的主要因素。(1) 黄河口以南甜水沟一大嘴岸滩淤积段,自1976年5月黄河改道清水沟入海后,年平均造陆 55.9km^2 ,岸线向海洋方向推进速率约为 1.5km/a 。从甜水沟 -2m 水深线来看,1976年至1979年期间,岸线外展 2.5km 。由此可见黄河入海口附近岸滩向海迅速增长。(2) 甜水沟一大嘴以南至淄脉沟段岸滩,解译图清楚表明,随着离黄河口距离的增大,这段岸滩以微弱增长过渡到基本稳定状态。

2. 小清河口两侧岸滩

黄河口曾三次共19年从甜水沟入海。在这段时期内黄河发生五次决口。黄河夺小清河入海期间,大量泥砂在口门及其两侧滩面堆积,迫使岸线迅速外延。1953年黄河改由神仙沟入海后泥砂数量大减。河口区及其两侧岸滩缓慢增长,目前,处于相对稳定状态。

3. 老弥河口以东岸段

从解译图中可以看出,由于这段岸线处于湾顶区,水动力因素较弱,滩面物质粗化,粒度均匀,各条小河入海泥砂甚少,岸滩仅在河口处有变化,整个岸滩基本稳定。

4. 莱州湾东部岸段

从1975—1981年的卫片岸线对比中,基本上没发现大的变化,仅在多时相卫片的增强放大图象中发现,因人工建筑(三山岛建港码头及海庙港码头的兴建以及刁龙嘴太平湾、虎头崖南头海滩围垦)使岸段有局部变化。整个岸段相当稳定。

四、结 语

1. 从上述可知,采用比例尺 $1/50$ 万的黑白象片及假彩色合成象片,基本上能满足解译要求。但在特殊情况下(例如风暴侵袭过的滩涂

区,色调过于单一,反差不足,影象边界模糊),必须采用一些特殊方法进行处理,方可得到满意的效果。采用MSS 5(负、蓝)MSS 6(正、红),MSS 7(负、绿)的组合增强处理,可获得理想的清晰图象。另外,当采用反差增强技术进行处理时,合理的选择感光材料,严格控制工艺条件,也可使原始图象的反差得到明显的改善。

2. 莱州湾的东岸、南岸不存在沿岸泥砂流,仅受临近河流入海泥砂的影响,而莱州湾的西岸则受到黄河入海泥砂的影响,其扩散范围可达到淄脉沟、小清河口附近,特别是在分析研究多时相卫片时发现,在汛期径流量大且受到强劲北风的吹送下,黄河入海泥砂可漂移到老河口附近,这是用常规调查方法难于得到的信息。

3. 莱州湾岸滩变化有如下规律:(1) 黄河口以南至甜水沟、大嘴岸滩为淤积增长段,从1976年5月黄河改由清水沟入海后,岸滩每年延伸为 1.5km ;(2) 甜水沟一大嘴以南到淄脉沟段岸滩,逐渐从缓慢的增加过渡到相对稳定;(3) 小清河口两侧岸滩,处在相对稳定状态中;(4) 老弥河口以东岸滩,基本处于稳定状态,仅在河口处局部有所变化;(5) 莱州湾东部岸滩,基本稳定。

4. 对多时相的卫片的分析研究表明,卤水主要分布在莱州湾南岸的海积平原之海侵层位中,特别是通过卫片解译后可围定出海侵范围。

5. 在莱州湾遥感地貌解译图中,清楚地反映出海岸各种地貌成因类型,并绘制出剥蚀侵蚀低丘、洪积冲积台地、海积平原等14种地貌类型图,该图内容确切,具有遥感地貌图的先进特点。

GEOMORPHIC INTERPRETATION OF REMOTE SENSING IMAGES ON COASTAL ZONE OF LAIZHOU BAY*

Li Chengzhi

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

Key words Remote sensing images, Geomorphic interpretation

Abstract

Using optical image enhancement and computer image digital processing technique, we processed and interpreted 34 pictures of coast of Laizhou Bay together with field investigation. A total of 36 maps were completed. The geomorphic study of Laizhou Bay coastal zone by remote sensing method includes (1) geomorphic characteristics of Laizhou Bay coastal zone and their formation types, (2) geomorphic zonation of intertidal zone in Laizhou Bay and range of the holocene transgression, (3) diffusion range and intensity distribution of muddy-sand discharged into the sea by Huanghe River, (4) dynamic change of the Laizhou Bay coastline stability, (5) potential application of remote technique to coast investigation.

* Contribution No. 1694 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.