

卫星影像在四川若尔盖地区 沼泽泥炭资源分类中的应用*

徐洪展

(煤炭工业部煤炭科学院地质勘探分院地质研究所)

1986年9月5日收稿

摘 要

通过对陆地卫星 MSS 资料,即 140-37 幅(1975 年 10 月 4 日)和 141-37 幅(1977 年 7 月 14 日)进行光学、数字计算机处理以及目视判读,提出了四川若尔盖高原地区裸露型沼泽泥炭地的影像分类方案,并分析了各类泥炭地的影像、地貌、植被以及泥炭厚度特征,探讨了它们之间的关系。在野外进行了地物光谱测量和影像分类的验证工作。通过分类研究,较准确地圈定了泥炭地的范围,同时做了资源区划。

前 言

四川西北若尔盖地区位于东经 $102^{\circ}20'$ 到 $103^{\circ}10'$, 北纬 $32^{\circ}40'$ 到 $34^{\circ}00'$ 的高原地带,是我国典型的裸露型沼泽泥炭地之一,泥炭资源丰富,矿点分布集中。为了进一步查明本地资源状况,我们应用卫星遥感技术,做该区泥炭资源的调查工作,较准确地圈定了沼泽泥炭地的范围,并在此基础上探索了沼泽泥炭地的影像分类问题。

一、信息提取

本研究主要使用了 Land sat-1, 2 MSS 四个波段的两幅影像资料,即 140-37 幅(1975 年 10 月 4 日成像)(见封二)和 141-37 幅(1977 年 7 月 14 日成像),采用了目视判读和假彩色合成与密度分割等光学处理,同时参考了其它成像日期的影像。

在对单波段和假彩色影像反复多次目视判读的基础上,重点对以上两幅图像用 4200 E 型彩色密度分割仪进行了光学处理,取得了较好的效果:(i) 清晰地显示出了沼泽泥炭地的边界;(ii) 不同类型的沼泽泥炭地在光学处理图像上显示了不同的密度级别和不同的颜色,这就为泥炭地的影像分类提供了有力依据。

以上的目视判读和光学处理,只是做了定性分析,使用数字图像处理计算机系统对影像的数字图像处理,则是向量化分析的迈进。因此,我们用 S 101 数字图像处理系统对相同地区的 CCT 资料进行了以分类为主要目的的数字图像处理,获得了更佳的效果。

* 本文经范士忠工程师审阅,特此致谢。

在分类处理中，我们采用了集群和最大似然率两种分类方法。（见图版 I）前者为非监督分类法，以按六一八类分效果最佳。后者为监督分类法，是精度较高的一种方法。它常用于干扰少，光谱空间形态稳定的地区，本区比较适于这一点。两个分类处理的结果各有特长，互相弥补，以最大似然率分类结果为优，达到了预想的目的。取得的新认识有：在单波段影像、假彩色合成以及光学密度分割图像上相互混淆的部分，在计算机分类图上得到了较明显的区别。不同的大类之间配以不同的颜色显示了出来。在计算机分类图上，不同的颜色（或称色调差异），准确地反映了地物的不同类别，在目标区主要是不同的沼泽泥炭地。在单波段影像上，目标区所显示出的色调差异也反映了这一点。因此，我们以 140—37 幅为判读底图，以计算机分类结果图为主要依据，对本区的沼泽泥炭地进行影像分类。

二、泥炭地分类

通过影像信息提取和各种增强处理，对若尔盖地区沼泽泥炭地提出如下影像分类方案。一类：重沼泽泥炭地；二类：半沼泽泥炭地；三类：草甸化泥炭地（图 1）。

影像分类的依据是色调或颜色，而以色调作为分类标志的依据是地物的光谱反射特性。地面上不同的物体具有不同的光谱反射率，反映在影像上则具有不同的色调即光谱反射特性。同样，地面物体的不同组合，反映在影像上也具有不同的光谱反射特性。如在目标区内，沼泽泥炭地的光谱特性是由地貌类型、积水状况、植被种类及覆盖程度和泥炭类型等因素决定的，其中与积水状况的关系尤为密切，积水最深的沼泽泥炭地即一类，其影像色调最深，二类次之，积水最少的三类泥炭地，其影像色调更浅一些（见封二）。现对泥炭地的三种类型分述如下：

（一）重沼泽泥炭地

该类泥炭地大都分布在宽谷、平坝严重发育的沼泽地中，按地貌类型讲，即为伏流宽谷、闭流宽谷以及湖滨洼地，谷地两侧是低山丘陵，其内常年积水深 0.2 米左右，最深达 0.5 米；植被稀疏，以苔草为主，包括毛果苔草，乌拉苔草，因此也叫苔草泥炭。另有一些眼子菜、苔藓、小狸藻等植被组合，是一些能够在贫营养的环境中生长的植物；由于该类泥炭地正处在沼泽发育的早期，因此其泥炭的沉积厚度不会很大，经实地钻探验证，大都在 1—3 米之间，也有个别地方超过 3 米，如务其里、瓦切坝等地，总之是正处在物质堆积，沼泽发育早期阶段。该类泥炭地具有独特的光谱特性，即反射率最低。MSS 图像上均以最深色调显示，尤以 MSS6，MSS7 图像上最深，为黑色调（见封二）。在假彩色合成图像上也是黑色调特征。在密度分割和计算机分类图上其突出特点是颜色均匀、平滑，与周围的混杂色明显区别。形态上多呈长条状、面状分布，边界清楚，易于圈定。

（二）半沼泽泥炭地

该类泥炭地主要分布在宽谷、平坝以及湖滨洼地的半沼泽中，呈现草丘垅网状微地貌特征，丘间积水，大部分地区正处在自然疏干的状态，是沼泽发育的成熟阶段；植被发育有苔草（丘间水中发育）、嵩草（丘上发育），所以有人将该类泥炭地又叫做苔—嵩混合泥炭。另有眼子菜等一些草本植物；该类泥炭地处在发育的成熟阶段，其泥炭的厚度积累相

比例尺: 1:1000000

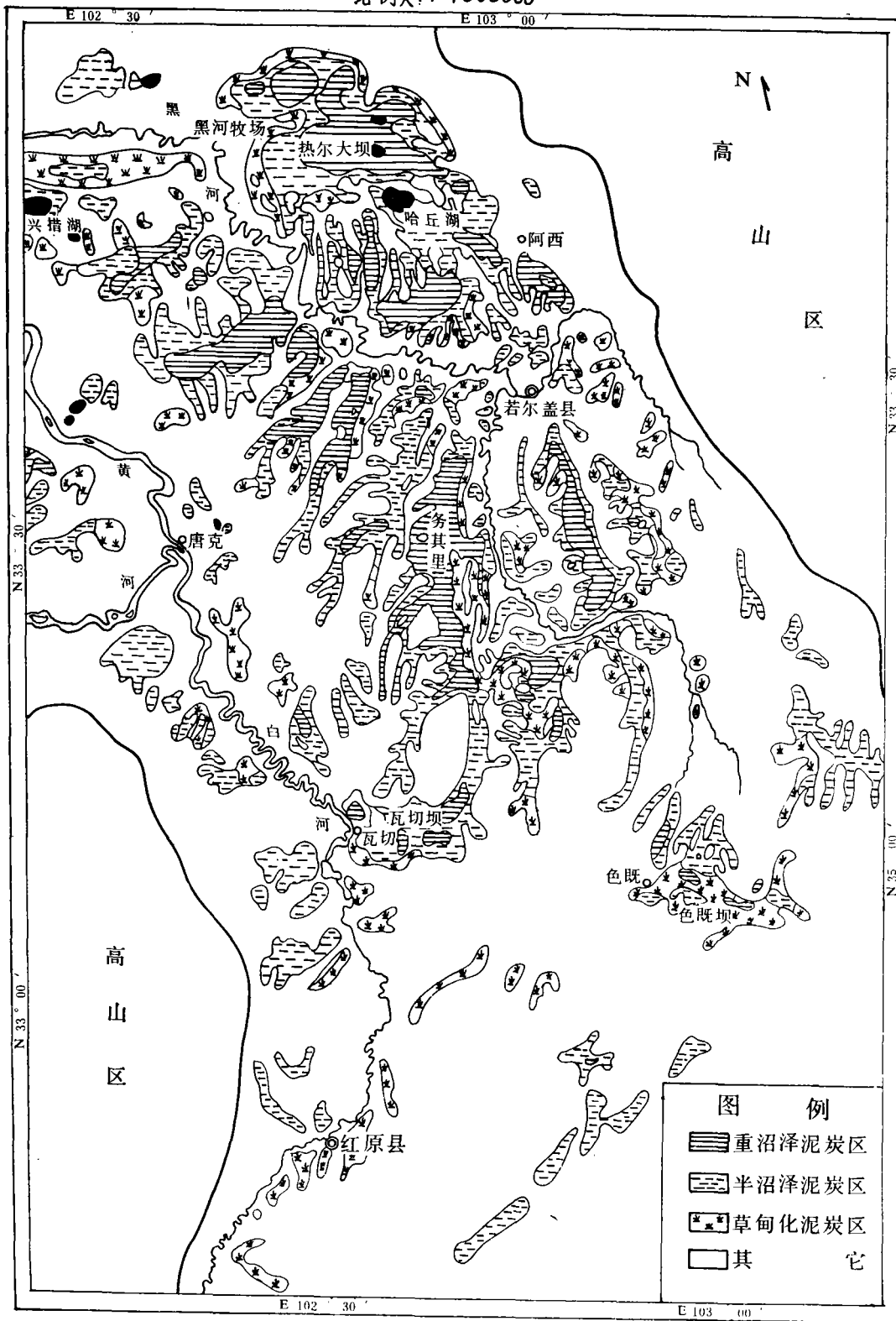


图 1 若尔盖高原泥炭资源分类判读图

Fig.1 Interpretation of Peat Resource Classification in Ruergai Plateau

当可观,特别是工作区南部的瓦切坝、色既坝以及一些谷地中,泥炭厚度已超过 6 米,平均 3—5 米,而在北半部,其厚度变化较大,一般 1—3 米,因其影响因素较多,就不在这里分析了。积水较前类少,因而在影像上具有较重沼泽泥炭地反射率稍高的光谱特性,在 MSS 图像上的色调较重沼泽泥炭地浅,在 MSS7 图像上为深灰色调,假彩色图像上为暗红色,在密度分割和计算机分类图上色彩显示还是比较清晰的,只是有些混杂,可能是向其它类型过渡的缘故。形态多呈细长条状,亦有面状分布,如瓦切坝等地。

(三) 草甸化泥炭地

草甸化即沼泽已经退化为草甸,多分布于山间谷地以及河流阶地上,与前两类相比,处于较高位置,其地表较平坦,临时性积水或无积水;植被以嵩草为主,也包括一些驴蹄草,其泥炭也称为嵩草泥炭。该类泥炭地,由于受地表剥蚀作用的影响,不同位置其厚度不一,一般在 1—2 米之间,个别地方超过 3 米,如红原县城以西哈拉玛泥炭开采点。该类泥炭地所具有的光谱反射特征是, MSS 图像的色调较前两类都浅, MSS 7 图像呈灰—浅灰色调,计算机分类图上,色彩也比较明显,但颜色混杂较严重。形态不规则,穿插于半沼泽泥炭地类型之间,或紧靠其边缘,分布零星,不易圈定。

通过以上分类可以看出,泥炭地类型与泥炭积累厚度有如下的对应关系:半沼泽区泥炭最厚,重沼泽区次之,草甸化区最薄。而前人曾提出这样的结论:重沼泽区泥炭最厚,半沼泽区次之,草甸化区最薄,看来与实际情况不符^[4]。

三、地面光谱测试

该区泥炭地的影像分类,在野外考察中,除进行了必要的验证以外,同时还对各类泥炭地进行了地面光谱测试,以寻找其反射特征与卫星影像所记录的光谱特征的相关性,为判读结果提供佐证。

MSS 影像是地表各种实体的综合反映,对本区来说,主要是水体、植被及泥炭的综合。相对各类泥炭沼泽地又有各自不同的地物组合,如水体的多少,植被类型以及泥炭的厚度等,因而造成了影像上反射特征的差异。从前面分类的影像特征描述中可看出,三类泥炭地的反射率有这样的规律:一类<二类<三类,那么地面测试的光谱反射率值是否有这样的特征呢?带着这个问题进行了实地地物光谱的测试和分析工作。

地面区域的反射率受区内各地物的反射率及它们在区内出现频度的控制,具体如下式:

$$\rho_i = \sum_{j=1}^M \alpha_{ij} \rho_j$$

其中: ρ_i 为 i 区域的反射率; M 为 i 区域内地物的类别数; α_{ij} 为 j 类地物在 i 区域内所占的比例,满足 $\sum_{j=1}^M \alpha_{ij} = 1$; ρ_j 为 j 类地物的反射率。

由于公式中 α_{ij} 因子很难测定,因此在野外常采用九点平均法来测定区域反射率,即在卫星影像上一个像元点对应地面 79×57 平方米的面积上,测九个点的反射率($i = 1, 2, \dots, 9$),尽量按各类地物的比例来选点,使 ρ_i 满足一定的统计要求,取其平均值

$\left(\rho = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 \rho_i\right)$ 作为该地面像元点的平均反射率。如图

$$\begin{array}{ccc} \rho_1 & \rho_2 & \rho_3 \\ \rho_4 & \rho_5 & \rho_6 \\ \rho_7 & \rho_8 & \rho_9 \end{array}$$

为便于和卫星 MSS 影像对比,采用和 MSS 的波段相匹配的 DG-1 型野外光谱仪(浙江大学研制)进行野外测试工作,测试结果可直接与卫星资料定性对比。图 2 即用该仪器在本区采用九点平均法测取的区域反射率结果。

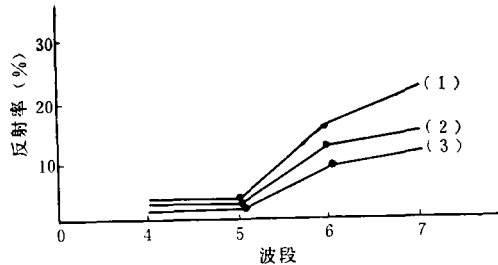


图 2 实测地物反射率示意图

Fig. 2 In Site Measured Reflectance Curve of Ground Objects

由图 2 可见,反射率在四个波段上都表现出了重沼泽区 < 半沼泽区 < 草甸化区,从而得出三类泥炭地地面反射率值的关系:一类 < 二类 < 三类。至此,我们从定性分析中得出结论,本区各类沼泽泥炭地其卫星影像的光谱特征与地面实测的光谱反射特征呈正相关。从而证实了影像分类的正确性。由于受各种因素的影响,实地测试的光谱数据还难以与卫星影像记录的光谱数据进行定量比较。

结 语

(1) 应用卫星影像圈定大范围裸露型泥炭地的面积行之有效,并能成功地进行泥炭地的影像分类,且速度快,效益高,是遥感技术服务于资源快速调查的一个新途径。

(2) MSS 影像成像时间的选择很重要,本研究选定的是 7 月和 10 月的成像资料,同时还收集到了 1 月、3 月、4 月和 12 月成像的资料,由于这些时间雪盖和结冰等因素的影响,效果远不如前二者。

(3) 该泥炭区具有独特的光谱特征,它在四个波段上都表现为最低的反射率,即为深色调,尤以重沼泽泥炭区最低,可以说这是判读裸露型沼泽泥炭地的特别标志。

(4) 计算机数字图像分类处理结果是泥炭地影像分类的重要依据,效果令人满意。

(5) 通过本次分类研究,较准确地圈定了该区泥炭地的面积,结合钻探资料,计算出了储量,为今后开发利用该区泥炭资源提供了较可靠的科学依据。

参 考 文 献

[1] 柴岫等,若尔盖高原的沼泽,科学出版社,1965年。

Application of Landsat Images in Classification of Peat-swamp Land in Ruorgai Area, Sichuan Province

Xu Hongzhan

(Institute of Geology & Exploration CCMRI, Ministry of Coal Industry)

Abstract

The paper deals with the first trial classification of uncovered peat-swamp land in China by using landsat images (MSS. 140—37, imaged on October 4th, 1975; MSS. 141—37, imaged on July 14th, 1977). Having processed optically and by computer and visually interpreted the images, the writer proposed a scheme for the classification of images of uncovered peat-swamp land in Ruorgai Plateau, Sichuan Province, then analysed the imagery, geomorphic, vegetational and thickness features as well as their relationships in different peat-swamp lands. Spectrum of ground objects was measured and the classification of images was tested in field.

The classification defined relatively accurately the scope of the peat land. Simultaneously, the peat resources are divided in the area.

Xu Hongzhan: Application of Landsat Images in Classification of Peat-swamp Land in Ruorgai Area Sichuan Province

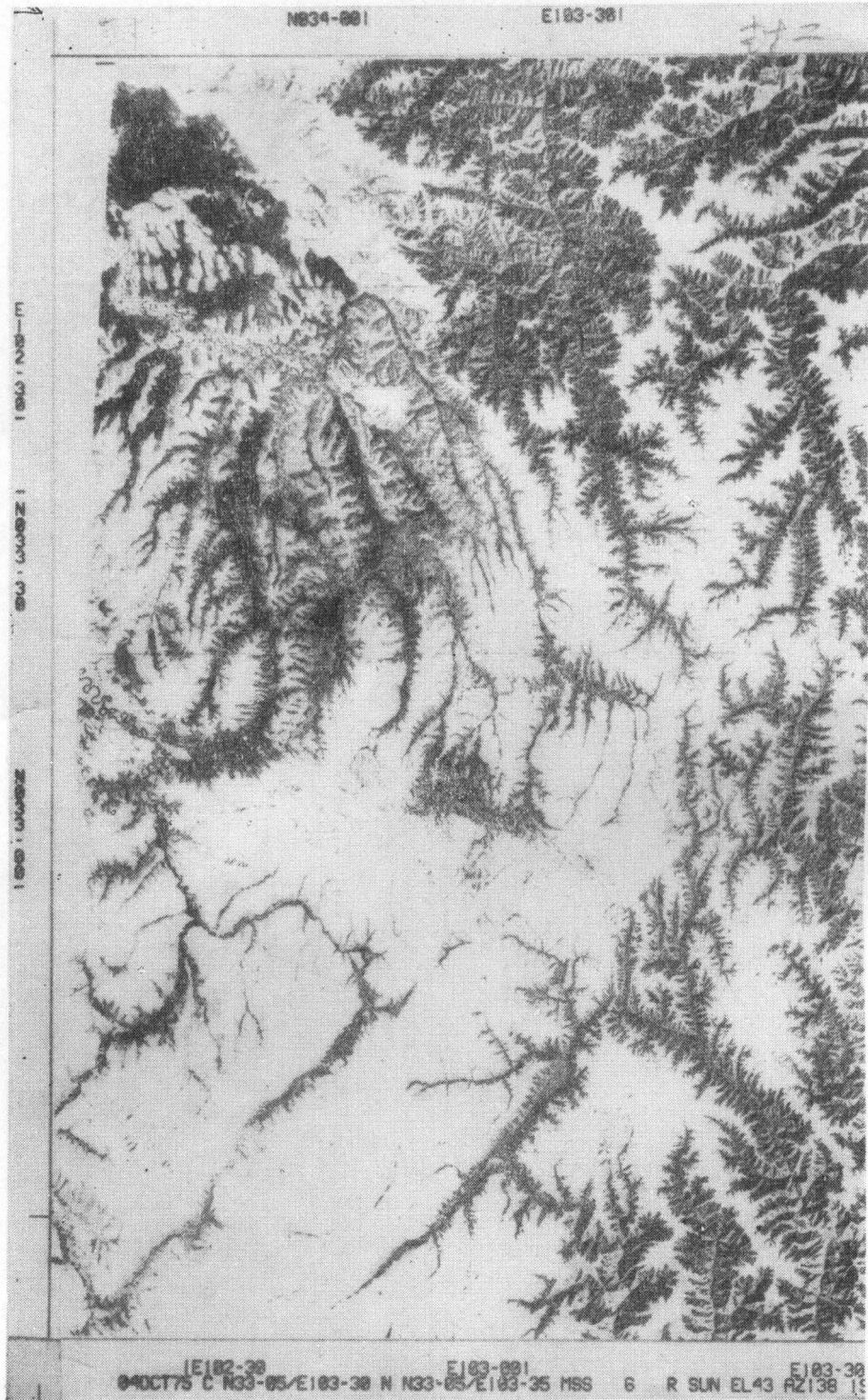
Plate I



计算机最大似然率分类图

徐洪展：卫星影像在四川若尔盖地区沼泽泥炭资源分类中的应用

Xu Hongzhan: Application of Landsat Images in Classification of Peat-swamp Land in Ruergai Area Sichuan Province



140—37 幅卫星影像图 (MSS6) 比例尺 1:100 万

Landsat Image 140—37 (MSS6)