

MSS 图像中泥炭沼泽的

识别标志及其形成机理

范士忠 (煤炭科学研究总院西安分院地质所 710054)

摘要 以若尔盖地区为例,通过图像处理、影像分析,建立了泥炭沼泽区在 Landsat MSS 4 个波段图像上皆呈低反射率、暗色调的影像识别标志,根据识别标志准确地圈定了泥炭资源区的范围;通过地物光谱实测和论证分析,论述了该影像识别标志的形成机理,指明了其可靠性和普遍适用性,为遥感在泥炭资源调查中的应用指出了技术关键和科学依据。

关键词 卫星遥感 地球资源调查 泥炭沼泽 专业判读 地物光谱特性 机理

中国图书资料分类法分类号 P627

作者简介 范士忠 男 55 岁 高级工程师 煤田地质

1 引言

若尔盖地区处于青藏高原东部,是世界上最大的一片高原型泥炭沼泽分布区。它蕴藏的泥炭资源举世瞩目,但是由于自然条件和手段的限制,长期以来难以查清。笔者通过对遥感信息的光学处理和计算机处理,并通过野外光谱实测和形成机理分析,建立了泥炭沼泽区的 MSS 影像识别标志,圈定了泥炭的分布范围(图 1),查明了泥炭资源的赋存状况,为遥感技术用于泥炭资源调查提供了一个实例^[1]。

2 图像信息特征分析

MSS 图像容载的信息十分丰富,影像结构也很复杂。因笔者欲提取的目标信息是泥炭沼泽区,所以除此以外的其它地物信息都可加以压制或剔除。在这一思想指导下,可将研究区内的影像特征从整体上划分为目标区影像和非目标区影像。泥炭一般都堆积在沟谷、阶地及一些平原洼地中,而谷地之间的丘陵和山区一般都为非泥炭区,因而目标区和

非目标区在地貌上就有明显的分野。但是低洼区并非都是泥炭区,如河床摆动带、一些河谷阶地以及一些山前平坦地带等就往往没有泥炭堆积。它们与泥炭地的共同之处是:都处在低处,湿度比较大,有些地段也有临时性积水和草丘地貌;其不同之处在于这些地段没有沼泽化,不含泥炭层,土壤因含腐植成分低而呈赭红色,且质地坚硬,没有弹性,植物组合也不同,以非湿生植物为主。这些因素决定了不含泥炭层地段与泥炭沼泽区在多光谱特征上的差别。

通过对 MSS 多波段影像的详细解译发现,泥炭沼泽区在 4 个波段内(MSS₄、MSS₅、MSS₆、MSS₇)都表现了低—最低的反射率,都呈现范围大体一致的灰色—黑色暗色调,并由此构成了与诸地物相区别的特有的影像标志(表 1)。

对识别标志的进一步分析还发现,暗色调的深浅与泥炭沼泽区的积水状况有关:常年积水的深沼泽区,在 4 个波段的图像上都呈黑色调;草丘间积水的浅沼泽区皆为深灰色调;草甸化沼泽区(临时性积水区)均为灰

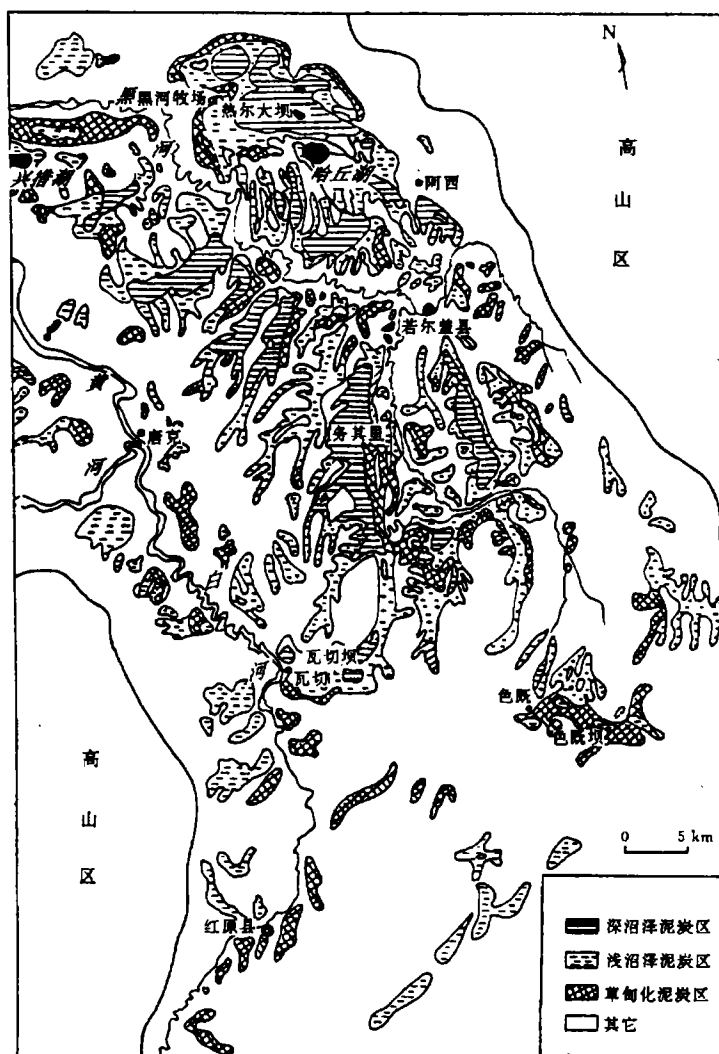


图1 若尔盖高原泥炭资源分类解译图

色调。因此根据所建立的影像识别标志不仅可确定泥炭沼泽区的范围,还可根据色调的灰度级别划分泥炭沼泽的类型。

3 影像识别标志的形成机理

泥炭沼泽独特的影像识别标志显然取决于其独特的光谱特征。

3.1 地物光谱测试

MSS 图像的像元度为 79 m。像元的反

射率与 79 m 范围内的地物种类和各自出现的频率有关,因此不能把地面光谱仅在某一点上的测量数据当作整个像元的反射率。笔者采用 9 点平均法测量,即在大致相当于一个像元的范围内,均匀布置 9 个测点,取其平均值:

$$P = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 P_i$$

式中: P ——测区平均反射率;

表 1 主要地物影像标志

图幅 波段	140—37(1975 年 10 月 4 日)				141—37(1977 年 7 月 14 日)			
	MSS ₄	MSS ₅	MSS ₆	MSS ₇	MSS ₄	MSS ₅	MSS ₆	MSS ₇
泥炭沼泽区	灰—黑	灰—黑	灰—黑	灰—黑	灰—黑	灰—黑	灰—黑	灰—黑
山地丘陵	白	白	白	白	具山纹结构的 的灰色调	具山纹结构的 的深灰色调	具山纹结构的 的灰白色调	具山纹结构的 的灰白—白色调
山前平原	深灰	灰	白	白	灰	灰	灰白	灰白
河流	灰白	灰白	黑	黑	白	白	黑	黑
河床摆动带	灰	灰	白	白	灰	灰	灰白	灰白
非沼泽化阶地	灰	灰	白	白	灰	灰	白	白

表 2 地物光谱测试结果

地物类别	地 貌 特 征	实测反射率/%			
		4 波段	5 波段	6 波段	7 波段
		0.5~0.6 μ m	0.6~0.7 μ m	0.7~0.8 μ m	0.8~1.1 μ m
山坡草地	无积水,土壤暗赭色,杂草	4.8	4.5	20.4	30.5
草甸化沼泽	无定形草丘,临时性积水,蒿草-驴蹄草群落	3.1	3.0	15.6	21.3
浅沼泽	丘间积水,垅岗发育,苔草-蒿草群落	2.8	2.6	11.8	14.2
深沼泽	常年积水,水深 20~40cm,苔草眼子菜群落	2.0	1.95	8.2	10.8

P_i ——测点实测反射率。

测量所用仪器为 DG-1 型野外地物光谱仪,其光谱通道与 MSS4 个波段完全匹配,测试结果可直接与 MSS 资料对比。所测试的地物类别与解译的目标相对应,即选择深沼泽区、浅沼泽区、草甸化沼泽区和山坡草地 4 种类区。测试结果列于表 2,并用直方图表示(图 2)。从表 2 和图 2 可清楚看出,在 4 个波段内,各地物反射率的大小依次是:深沼泽区<浅沼泽区<草甸化沼泽区<山坡草地。反射率的这种顺序与各类区的色调相对应,从而证明上述解译标志是以光谱特征为依据的,是可靠的。此外,各类区的反射率在 4、5 波段差值小,在 6、7 波段差值显著加大,尤其是第 7 波段。由此说明 MSS₆ 和 MSS₇ 的解译效果要优于 MSS₄ 和 MSS₅。因此在实际工作中确立了 MSS₇ 为最佳工作波段。

3.2 形成机理

遥感信息是地表及其一定深度背景场的综合反应。一个像元内的地物往往不是单一,即使是色调均匀的影像单元也常是多种

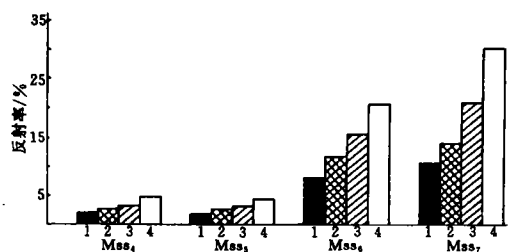


图 2 实测反射率直方图

1—深沼泽,2—浅沼泽,3—草甸化沼泽,4—山坡草地

地物在稳定环境下组合起来的综合体,地物组合不同,光谱特性就不同。

泥炭沼泽区是由泥炭层、沼泽水和沼泽植物组成的综合体,三者的光谱特性及其组合状况决定了泥炭沼泽区整体和各类区的光谱特征。

3.2.1 草类

草类虽然具有植物波谱曲线的共有模式,但是由于草类种属不同,生态不同,其波谱曲线形态也不同。图 3 是本区几种草类(水生、湿生、非湿生植物)的反射率曲线,毛茛苔草可代表深沼泽;甜茅、木里苔草可代表浅沼

泽, 莎草可代表草甸化沼泽, 杂草可代表山坡草地。在背景(水)的影响下, 各类曲线又有差异。在波长 680 nm 以下, 几类草类的曲线比较接近, 因为在这个谱区水的反射率和植物固有的反射率都较低, 互相影响不大。但是在 700 nm 以上, 湿生草类与非湿生草类表现出明显的差异: 代表山坡草地的杂草因背景湿度较小而保持着植物特有的高反射率, 而背景湿度很大的沼泽草类, 却因水的强吸收作用, 导致曲线幅度降低, 反射率降低的数值, 由湿生植物(莎草、甜茅等)向水生植物(木里苔草、毛果苔草)依次加大, 反射率最低的是生于宽谷和湖滨洼地深沼泽中的毛果苔草。

3.2.2 水体

由图 4 可见, 水体总的反射率都很低, 并且都有从 4、5 波段向 6、7 波段降低的趋势。由于几种水体的混浊度不同, 所测出的反射率曲线亦存在差异: 清澈的沼泽水最低, 而且在 4 个波段内一直处于稳定的低值状态。

3.2.3 土壤和泥炭层

从图 5 可以看出:

a. 在图中所示的波谱范围内, 反射率以水分少、有机质含量低、分布于丘陵山区的棕黄色、棕红色土壤为最大, 随着所含水分及有机质的增加, 反射率降低, 依次为草甸黑土、沼泽区泥炭, 以泥炭为最低。

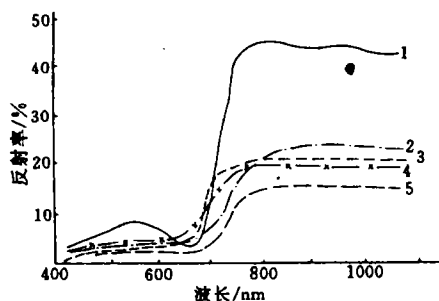


图3 区内主要植物的反射率
1—杂草—蒿草; 2—莎草; 3—甜茅;
4—木里苔草 5—毛果苔草

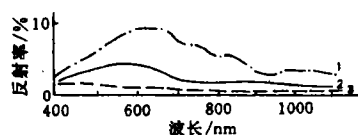


图4 不同水体的反射特征
1—混浊度 $65\text{g}/\text{m}^3$ 的水体; 2—混浊度 $16\text{g}/\text{m}^3$ 的水体; 3—清澈的沼泽积水

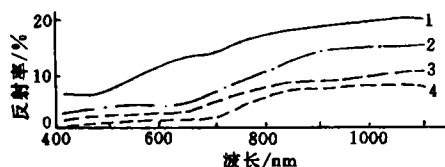


图5 区内几种土壤、泥炭的反射特征
1—黄棕壤, 湿度较小; 2—棕褐壤, 湿度较小;
3—草甸黑土, 湿度较大; 4—泥炭, 腐泥, 富含水分
(图3、4、5是根据本次实测和前人资料汇编而成)

b. 反映非泥炭沼泽区的 1、2 曲线与反映泥炭沼泽区的 3、4 类曲线之间, 幅度相差较大。后者的总体反射率也比前者低得多。

c. 反映泥炭沼泽区的 3、4 类曲线斜率较小, 在 4 个波段内都处于变化不大的低值范围。

d. 泥炭区与非泥炭区的曲线, 在 700 nm 以后间距加大, 反射率差值明显。

把以上 3 种地物的光谱曲线特性综合起来, 不难看出: 组成泥炭沼泽区的沼泽植物、沼泽水体及泥炭层, 与非泥炭沼泽区地物相比较, 其反射率在 4 个波段中都处于最低值, 而且两者的差异都有从 4、5 波段向 6、7 波段加大的趋势。这种在 MSS 全谱区内皆呈低反射率的光谱特性, 显然是沼泽植物、沼泽水体、泥炭层等的光谱特性相叠加的结果, 这就是泥炭沼泽区影像标志的形成机理。

在影响影像标志的诸因素中, 水起着主导作用。水在 $\text{MSS}_{4,5}$ 波段强烈透射, 在 $\text{MSS}_{6,7}$ 波段强烈吸收的光谱特性, 控制了叠加的结果。由于 4、5 波段对水的穿透能力强, 使沼泽水下泥炭层的低反射率特性得以明显反映; 又由于 6、7 波段对水吸收能力强, 所以

就压制了本应在该波段具高反射率的沼泽植物的光谱响应能力,大大降低了其反射率的幅度,从而造成了泥炭沼泽区在 4 个波段始终处于最低反射率的状态。积水深的沼泽区,这种控制作用更强,积水浅或季节性积水的沼泽区,控制作用就相对弱些,因此也就形成了由深沼泽向浅沼泽再向草甸化沼泽,其色调逐渐变浅的趋势。

4 结论

通过对若尔盖泥炭沼泽区 MSS 影像识别标志及其形成机理的研究,可以认为:

a. 泥炭沼泽区与周围背景地物相比,在 MSS 各波段内皆具有低—最低的反射率,即在 MSS 4 个波段的黑白图像上都呈灰—黑的暗色调,并且在假彩色合成片上,不管组合方案如何变化(假彩色密度分割或计算机着色功能除外),总为褐—黑色调。这是泥炭沼泽区在 MSS 图像中特有的光谱特征和识别标志,根据这一标志能够准确地圈定泥炭沼泽区的分布范围。

b. 泥炭沼泽区特有的影像标志是以具低反射率的沼泽植物、沼泽水体、泥炭层组成

的综合体为基础,又有地物实测光谱为依据。因此该影像标志不是若尔盖地区独有的偶然现象,对其他地区的泥炭沼泽体也是适用的。

c. 通过对泥炭沼泽区影像标志的建立和在若尔盖地区进行泥炭资源调查所获得的成功,表明用航天遥感资料对泥炭沼泽区进行大范围小比例尺的资源调查,不仅是可行的,而且是准确和高效率的。

d. 泥炭沼泽体的野外光谱测试及其形成机理的论述,国内尚无前人资料可供参考;在英国学者罗伯特森等人的文章中^[2],虽然阐述了遥感方法在泥炭资源调查中的应用,但却没有涉及地物光谱实测及形成机理的分析。因此,本文对国内外有关方面的研究将有一定的参考价值。

参考文献

- 1 Fan Shizhong . Applications of remote-sensing techingques in peat resource investigations in zoige. Acta Geological Sinica, 1988; 1(1): 101~112
- 2 Robertson R A, Stove G C. A remote sensing methodology for peat resource survey. 6th International peat Congress, 1980; 84~87

(收稿日期 1994-08-20)

THE IDENTIFICATION KEY OF THE PEAT BOG IN MSS IMAGES AND ITS FORMING MECHANISM

Fan Shizhong (Xi'an Branch, CCMRI)

Abstract Taking the case of Ruogai region as an example, and by means of image processing, information extracting and imaga analysing, the writer pointed the identification key of the peat bog area in images of all four MSS bands, which shows a dark tone with lower reflectance. According to the key, the distribution range of peat resoures in the region was exactly located. Using the spectrum meassurements of ground body and the correlation analysis, the forming mechanism, reliability and universal suitability of the identification key were expounded. The technical key and scientific basis were provided for the application of remote sensing technique in surveying peat resources.

Keywords satellite remote sensing; Earth resources survey; peat swamp; specific interpretation; spectral characteristics of stargets; mechanism