

# 吉兰泰盐湖典型地物波谱反射率特征 及其遥感解译标志

刘兴起<sup>1,2</sup> 张 辉<sup>1</sup>

(1. 中国科学院盐湖研究所, 西宁 810008; 2. 中国地质大学, 北京 100083)

**提 要** 1997 年 8—9 月期间, 野外调查了吉兰泰盐湖及其外围的 25 个典型地物, 并对其实地进行了 10 个通道的光谱反射率测试。根据吉兰泰盐湖地物地质学特征, 可将所测得的 25 个典型地物分为 5 类: 植被、基岩、水体、化学沉积物和松散沉积物。通过对 5 类典型地物波谱反射率特征及其影响因素的研究, 并依据红外航空图象和 TM 标准假彩色的成像原理, 建立了吉兰泰盐湖遥感解译标志。

**关键词** 吉兰泰盐湖 典型地物 反射率 解译标志

**分类号** P343.3 P283.8

## 1 吉兰泰盐湖概况

吉兰泰盐湖(105°29'—105°43'E, 39°40'—39°53'N)位于内蒙古自治区阿拉善盟阿拉善左旗吉兰泰镇, 该盐湖以固体 NaCl 矿床为主, 湖区面积大约为 120km<sup>2</sup>, 其中盐类沉积面积约 37.19km<sup>2</sup>。石盐探明储量 1.1×10<sup>8</sup>t, 是内蒙古自治区规模最大的盐湖矿床(图 1)。

## 2 吉兰泰盐湖典型地物波谱反射率的测试及计算

### 2.1 测试原理

某地物的反射率  $A$ , 由  $A = (B/B_0) \times P_0$  决定。式中  $B$  为仪器测量某地物时的亮度相对值(光电流相对值),  $B_0$  为测量标准板的亮度相对值(光电流相对值),  $P_0$  为标准板的反射率。对标准板而言,  $P_0$  是已知值, 所以只需在同样光照下测出  $B, B_0$  值, 就可以计算出某地物的反射率  $A$ 。

分通道依次测量标准板、被测地物的表面相对亮度, 根据上式就可得到各通道的地物反射率。

### 2.2 测试

1997 年 8 月下旬—1997 年 9 月上旬, 作者野外调查了吉兰泰盐湖及其外围 720km<sup>2</sup> 范围内的 25 种典型地物, 并对其实地进行了 10 个通道(分别为 400nm, 450nm, 500nm, 550nm, 600nm, 650nm, 700nm, 750nm, 800nm, 900nm)的光谱反射率测试, 测试的仪器为北京师范大学光电仪器厂生产的 L83 型多波段光度计, 标准板采用了中国科学院安徽光机所研制的白板 and 灰板。测试时, 分别测试了地物相对于白板和灰板的波谱反射率, 最后取二者的平均值。

• 内蒙古自治区吉兰泰盐业集团公司委托研究项目。收稿日期: 1999-10-12。刘兴起, 男, 1966 年生, 副研究员。

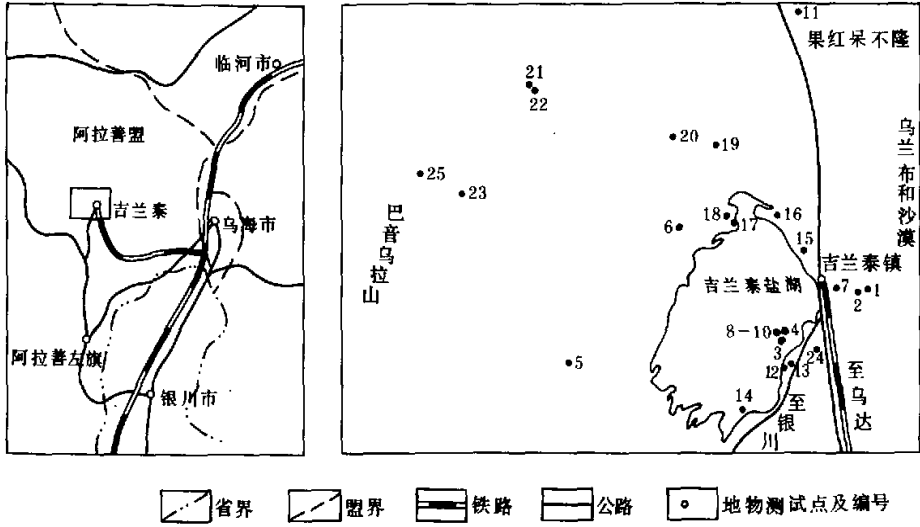


图1 吉兰泰盐湖位置  
 Fig. 1 Location of Jilantai Salt Lake

### 3 吉兰泰盐湖典型地物波谱反射率特征

地物的波谱特征和变化规律受地物的颜色、环境背景条件及组成地物的矿物等诸多因素的影响。根据吉兰泰盐湖地物的地质特征,可将所调查的25个吉兰泰盐湖典型地物分为5类,即植被、基岩、水体、化学沉积物和松散沉积物,它们的波谱反射率随波长的变化如图2所示。

#### 3.1 植被

吉兰泰地区植被不发育,多为耐旱耐碱小灌木及草本植物,如红紫、小红沙、芨芨草、冬青、白刺等,沙漠区植物以沙蒿为主。植物的波谱反射率具有共同的特征,以白刺为例,在短波区内,植物的反射率很低(小于5%),750nm处出现反射率高值,在750nm—900nm间形成高反射,其反射率为15%左右(图2a)。

#### 3.2 基岩

广泛出露于西北部的巴音乌拉山上,以灰绿—灰黑色混合质角闪斜长片麻岩,混合质云母斜长片麻岩为主,内含大理石及石英矿脉,片理裂隙发育。从图2a可知,该地物反射率很低,变化幅度小,变化于4%—6%之间,几乎不出现峰值。

以黑云母角闪片麻岩组成的基岩,是以深色矿物为主的地质体,反射系数相对较低,其反射率比其他任何地物的都低,是本地区典型地物中反射率相对最低的地物。

#### 3.3 水体

吉兰泰地区气候干燥,水体极不发育,几乎见不到常年流水的河流,个别地段见有泉水出露。这里除测试了泉水、卤水、拦洪坝外水等自然水体的反射率外,还测试了吉兰泰碱厂工业

废水(包括碱厂排放的蒸氨废液和洗煤冲渣、生活污水及辅助污水)反射率(图 2b).

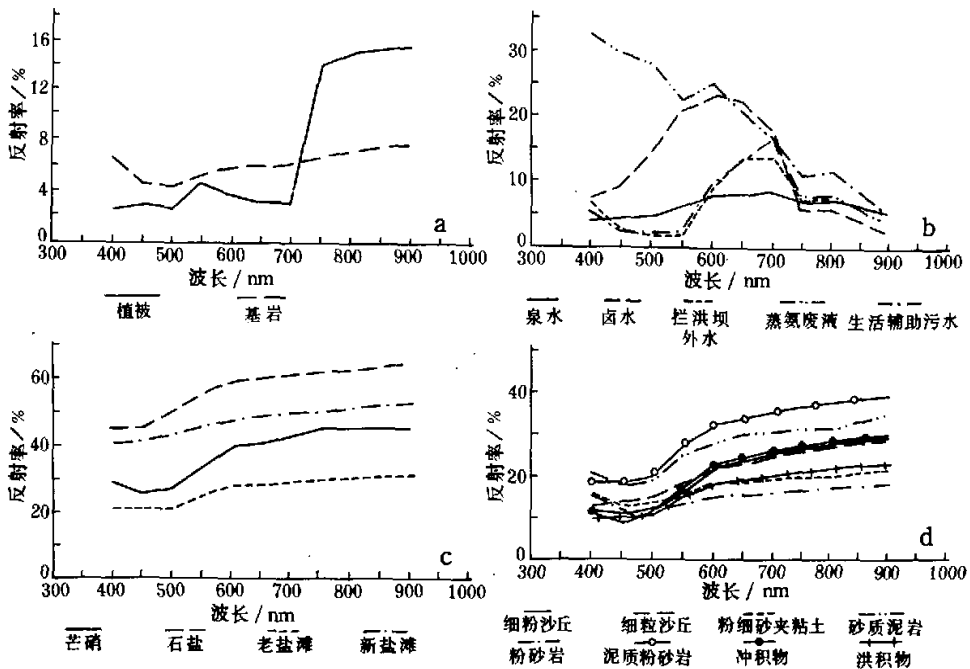


图 2 吉兰泰盐湖典型地物波谱反射率变化曲线图

Fig. 2 Curves of reflectivity variation of typical surface features in Jilantai Salt Lake

3.3.1 泉水 泉水主要出露于吉兰泰盐湖外围西北部浩特敖包附近,其水体略有咸味. 泉水的反射率一般低于 10%,相对于其他水体,其反射率最低,在波长 600—700nm 内出现较小的峰值.

3.3.2 卤水 吉兰泰盐湖湖表几乎没有表层卤水分布,而仅在采盐的沟渠内裸露出晶间卤水,呈淡黄色. 卤水在波长 400—450nm 之间反射率较低,低于 10%;500nm 处反射率逐渐增高,550—650nm 范围内反射率很大,达到 20%左右,700nm 处反射率趋于下降,750—900nm 反射率很低,仅 5%左右.

3.3.3 拦洪坝水 吉兰泰盐场于 1990 年在盐湖的南部建成拦洪大坝,以防止南部入湖的水体对盐湖矿床的侵入破坏,保护盐湖资源. 坝外所积水体主要为贺兰山前冰雪融化水和大气降水. 水体随季节变化,丰水季节水量较多,枯水季节水量较少. 水体呈蓝灰色,味较咸,其中有少量卤虫生长. 该水体在波长 650—700nm 之间反射率较高,其它波长范围内反射率较低.

3.3.4 碱厂工业废水 吉兰泰碱厂在距吉兰泰盐硝东部 2km 左右的乌兰布和沙漠的西缘建有 4 个污水排放池,其中 2 个为蒸氨废液排污池,2 个为洗煤冲渣、生活污水及辅助污水池.

(1)蒸氨废液:水体呈深蓝色,组分以 CaCl<sub>2</sub> 为主,该水体在波长 400—650nm 之间反射率很高,变化于 20%—30%左右,700nm 处反射率开始下降,750—900nm 反射率小于 10%.

(2)洗煤冲渣、生活污水及辅助污水:水体呈灰绿、蓝绿色,该水体在波长 400—550nm 之间反射率极低( $<5\%$ ),600—800nm 之间反射率较高,变化于 10%—15%左右,900nm 处反射率降为 5%左右。

不同水体由于组分含量不同,决定了不同水体的反射率在某些波段范围内差异较大,但它们具有一个共同的特征,即在远红外区(波长 750—900nm),其反射率相对都很低。

### 3.4 化学沉积物

分布于吉兰泰盐湖湖心。由灰、灰白色透明—半透明状自形晶、半自形晶立方体结晶石盐组成,伴生有灰白色、淡黄色芒硝及白色的石膏。顶部为 30—50cm 厚盐滩。

3.4.1 芒硝 除分布于石盐矿层之下外,还广泛出露于吉兰泰盐北部的果洪呆不隆硝湖地区。

3.4.2 石盐 吉兰泰盐湖矿床以石盐为主,其矿层厚度一般 3—4m,最厚可达 5.94m。

3.4.3 盐滩 吉兰泰盐湖是干旱气候条件下形成的,其表面盐滩由盐和砂土胶结而成,不同地段盐滩的含盐量不同。

由图 2c 可以看出:化学沉积物在不同的波段均有较高的波谱反射率,这是由于组成该区化学沉积物的矿物主要为石盐和芒硝,而石盐和芒硝属于浅色矿物,其反射系数相对较高,因而,化学沉积物的反射率比其它任何地物都高,是本地区典型地物中反射率相对最高的地物。盐滩的反射率与其含盐量有关,含盐量高的盐滩其反射率大于含盐量低的盐滩。

### 3.5 松散沉积物

松散沉积物包括风积物、非化学沉积的湖相沉积物和冲、洪积物,其中风积物主要是一些以浅黄色中细砂组成的流动沙丘、半固定沙丘及砂地;湖相沉积物主要为中细砂、砂质粘土、粘质砂土、淤泥等;冲、洪积物主要为灰褐色泥质砾岩、砂岩和灰黄色的砂层夹粘质砂土等。

3.5.1 风积物 以黄色的沙丘或薄层沙层覆盖于其它岩层之上,结构松散,组成沙丘的颗粒分选性和磨圆度都很好,多以流动沙丘、沙垅或固定、半固定沙丘存在,组成风积物的颗粒大小在不同地段不同。

3.5.2 湖相沉积物 湖相沉积物广泛地分布在盐湖四周,大多以砂质泥岩、粉砂岩、泥质粉砂岩为主。

3.5.3 冲洪积物 冲洪积物广泛分布于巴音乌拉山山麓山前倾斜平原。

由图 2d 可以看出:松散沉积物波谱反射率具有如下特征,在波长 400—450nm 之间,其波谱反射率呈下降趋势,450—500nm 之间,波谱反射率较低,500—900nm 之间,波谱反射率随波长的增大而逐渐增高。风积物和冲、洪积物的反射率大小与其颗粒粗细有关,一般地,颗粒越粗,反射率则越小;颗粒越细,反射率则越大。湖相沉积物反射率的大小则与其表面有无化学沉积物和含水量有关,其中尤以化学沉积物对其影响最大,表面含化学沉积物高者,其反射率明显升高。其次是含水量,干燥光滑的湖相沉积物,反射率偏高,潮湿的湖相沉积物,反射率偏低。

## 4 吉兰泰盐湖典型地物波谱反射率与遥感解译标志

彩红外航空图象同 TM 标准假彩色图象具有十分相似的光学特征,其图象的颜色取决于地物在绿、红、近红外波段上的反射率大小,许多地物不止反射一种光谱,凡是同时反射两种以上光谱的地物,且其量级差异不大时地物成像为相应的蓝、绿、红的间色——黄、品、青或复色。

地物的反射率越高,其影像色彩越鲜艳、浓烈,如果一种地物反射几种光谱,而反射率不等,叠加的间色或复色偏向反射率高的色彩一边。

表 1 给出了吉兰泰盐湖主要地物反射率同陆地卫星 TM1、TM2、TM3、TM4 和蓝波段、绿波段、红波段、近红外波段的对应关系。根据彩红外航空图象和 TM 标准假彩色的成象原理,并参照吉兰泰盐湖彩红外航空像片和 TM 标准假彩色合成影像图,建立了吉兰泰盐湖遥感解译标志(表 1)。

表 1 吉兰泰盐湖典型地物反射率及遥感解译标志  
Tab. 1 Reflectivities and symbols of remote sensing interpretation of typical surface features in Jilantai Salt Lake

地 物	蓝 TM1	绿 TM2	红 TM3	近红外 TM4	图 象 特 征
植 被	2.70	4.16	3.08	14.85	醒目的鲜红色,斑点状或斑块状
基 岩	4.39	5.24	5.67	6.04	暗黑色,粗糙不均匀
水 体					
泉水	4.63	7.46	8.43	6.33	暗黑色,呈点状出现
卤水	11.75	21.97	20.07	4.38	青蓝色—蓝色,呈光滑均匀的片状出现
拦洪坝外水	2.12	5.27	13.74	6.08	暗青黑色,呈光滑均匀的片状出现
蒸氨废液	28.55	23.41	18.67	6.44	青蓝色,呈光滑均匀的片状出现
生活辅助污水	2.12	6.12	14.78	9.13	暗青黑色,呈光滑均匀的片状出现
化学沉积物					
芒硝	26.70	36.41	41.63	45.23	亮白色,呈不均匀的片状出现
石 盐	47.98	57.51	60.61	63.27	亮白色,呈不均匀的片状出现
老盐滩	21.20	26.65	28.87	30.74	青色,呈不均匀的片状出现
新盐滩	42.31	46.98	49.29	51.37	灰白色,呈不均匀的片状出现
松散沉积物					
细粉沙丘	10.11	19.20	24.38	27.72	黄白色,图象不均一,具链状纹形和平行纹
细粒沙丘	14.22	19.97	23.63	27.05	形结构
粉细砂夹粘土	13.23	17.19	19.12	20.34	盐湖区湖相沉积物表面一般均含有一定量
砂质泥岩	18.54	26.53	30.29	32.44	的盐份和水份,图象的颜色很大程度上取决
粉砂岩	11.79	14.25	15.84	17.15	于其表面含盐和含水的状况。表面含盐的湖
泥质粉砂岩	19.04	29.79	34.52	37.68	相沉积物,其图象发白,含水较多的湖相沉
冲积物	11.19	19.71	25.65	28.27	积物,其图象呈青黑色
洪积物	10.68	16.55	20.37	21.86	冲洪积物在图象上的颜色同沙丘类似而呈
					淡黄色,但其图象特征上表现为环纹状和杂
					乱线状

## 参 考 文 献

- 1 郑喜玉等. 内蒙古盐湖. 北京: 科学出版社, 1997
- 2 中国科学院空间科学技术中心. 中国地球资源光谱信息资料汇编. 北京: 能源出版社, 1987
- 3 陈述彭, 赵英时. 遥感地学分析. 北京: 测绘出版社, 1990
- 4 孙星和. 宇航遥感物理基础. 北京: 地震出版社, 1990
- 5 苑莲菊, 武胜忠. 干旱区地下水系统——贺兰山西侧地下水系统研究. 北京: 地质出版社, 1996

## Characteristics of Reflectivities of Typical Surface Features and Symbols for Remote Sensing Interpretation in Jilantai Salt Lake, Inner Mongolia

LIU Xingqi<sup>1,2</sup> ZHANG Hui<sup>1</sup>

(1: *Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China;*

*2: Geoscience University of China, Beijing 100083, China)*

### Abstract

From 1997 August to September, 25 typical surface features were investigated in the field and the reflectivities of 10 channels of them were determined on the spot in Jilantai Salt Lake, Inner Mongolia and its periphery. Based on geological characteristics of Jilantai Salt Lake, 25 typical surface features can be divided into 5 types which are vegetation, base rocks, waters, chemical sediments and loose deposits. Through studying the characteristics of the reflectivities of typical surface features and their influencing factors and according to the formation principle of infrared aerial photo and LANDSAT Thematic Mapper (TM) image, the authors established symbols of remote sensing interpretation in Jilantai Salt Lake.

**Key Words** Jilantai Salt Lake, typical surface features, reflectivity, symbol for remote sensing interpretation