

# 用 ASTER 数据进行不同类型矿床 蚀变异常提取研究\*

The extraction of OHA from different types of deposits by using ASTER data

张玉君<sup>1</sup>, 杨建民<sup>2</sup>, 姚佛军<sup>2</sup>

(1 中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083; 2 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

ZHANG YuJun<sup>1</sup>, YANG JianMin<sup>2</sup> and YAO FoJun<sup>2</sup>

(1 China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083, China;

2 Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037, China)

**摘要** 文章在利用多光谱 ASTER 数据进行不同矿床蚀变异常提取的地质和波谱前提的基础上, 对东天山斑岩型 Cu 矿床、镁铁质岩型 Cu-Ni 矿床和矽卡岩型 Pb-Zn 矿床的羟基 ASTER 蚀变异常提取方法进行了研究; 对于铁染异常, 利用 ASTER 数据可提取的只有黄钾铁矾异常。对黄山东 Cu-Ni 矿及沙泉子 Pb-Zn 矿的蚀变分带现象进行了初步研究, 其结果有助于区分矿床类型。此外还利用多光谱 ASTER 数据研究了识别某些矿物的可能性。

**关键词** 羟基; ASTER 蚀变异常; 铁染异常; 蚀变分带现象

## 1 利用多光谱 ASTER 数据进行不同矿床蚀变异常提取的地质和波谱前提

ASTER 对 ETM<sup>+</sup> (TM) 数据是一种有力的补充, ASTER 拥有 14 个波段 (表 1), 光谱范围覆盖更宽, 从 0.52 到 11.6  $\mu\text{m}$ , 辐射分辨率更高, 可以提供 15 m (可见光近红外)、30 m (短波红外) 以及 90 m (热红外) 3 种分辨率数据, 并且产生在同一轨道上第三波段的立体像对; ASTER 扫幅为 60 km, 其数据价格接近 ETM<sup>+</sup> (TM) 的价格。

ASTER 因其细分的短波红外波段 (由 ETM<sup>+</sup> 的两个增至六个) 和热红外波段 (由 ETM<sup>+</sup> 的 1 个增至 5 个), 具分辨某些矿物和矿床种类的潜能, 据此可能在未知区区分数种矿物和矿床类别。

为了最大限度地简约研究目标, 找出占主导地位的蚀变矿物, 参照美国地调 2003 年发布的矿物反射波谱库, 并参照文献编制了“不同类型围岩蚀变条件、矿产种类、含羟基或碳酸根的蚀变矿物对比表”和“利用 ASTER 数据提取蚀变遥感信息及对蚀变遥感异常进行地质解译的波谱依据表”。依 5 至 9 波段吸收谷的情况, 蚀变矿物大致可分为 3 组: 第一组是在

表 1 ASTER 和 ETM<sup>+</sup> (TM) 波段设置对比

ASTER		ETM <sup>+</sup> (TM)	
波段	范围/ $\mu\text{m}$	波段	范围/ $\mu\text{m}$
		1	0.45~0.52
VNIR 1	0.52~0.60	2	0.52~0.60
VNIR 2	0.63~0.69	3	0.63~0.69
VNIR 3	0.76~0.86	4	0.76~0.86
VNIR 立体后视	0.76~0.86		
SWIR 4	1.600~1.700	5	1.55~1.75
SWIR 5	2.145~2.185		
SWIR 6	2.185~2.225	7	2.08~2.35
SWIR 7	2.235~2.285		
SWIR 8	2.295~2.365		
SWIR 9	2.360~2.430		
TIR 10	8.125~8.475		
TIR 11	8.475~8.825		
TIR 12	8.925~9.275		
TIR 13	10.25~10.95		
TIR 14	10.95~11.65	6	10.4~12.5

\*本文受国家科技攻关项目 (2003BA612A-06-04) 与大地调项目 (200220140001) 资助

第一作者简介 张玉君, 女, 1933 年生, 长期从事物探、化探、遥感等方面的科研。

ASTER5 和 ASTER6 有强吸收, 如高岭石、伊里石、绢云母等; 第二组是在 ASTER7 和 ASTER8 有强吸收, 如蛇纹石、斜绿泥石、方解石等; 其他有些矿物在 ASTER9 有强吸收, 如滑石, 可列为第三组。此外, 黄钾铁矾与众不同, 既在 ASTER6 又在 ASTER7 都具强吸收, 并在 ASTER1 和 ASTER3 有明显吸收。

## 2 三种不同矿床类型主分量分析(PCA)最佳波段选择

参照 ETM 的处理经验(张玉君等, 1998; 2002; 2003; 2005); 将针对不同类型矿床主分量分析 ASTER 数据的最佳波段选择结果列列表 2, 以下将分别讨论土屋斑岩型 Cu 矿、黄山东超基性岩型 Cu-Ni 矿、沙泉子矽卡岩型多金属 Pb-Zn-Ag 矿等 3 种不同类型矿床的羟基 ASTER 蚀变异常提取方法问题。

表 2 ASTER 遥感数据应用初探方法小结

波段	波段编号	范围/ $\mu\text{m}$	主分量分析波段选择	可识别矿物集合及矿床类型(成功应用的矿床名称)
可见光-近红外	VNIR 1	0.52~0.60	PCA(1,2,3,4)	黄钾铁矾? 黝帘石
	VNIR 2	0.63~0.69		
	VNIR 3	0.76~0.86		
短波红外	SWIR 4	1.600~1.700	PCA(1,3,4,5); PCA(1,3,4,6); PCA(1,3,4,(5+6)/2); 必要时可用 2 代 1	含 Al-OH 基团矿物:白云母,高岭石,伊利石等, 斑岩型 Cu 矿床(蒙古国欧玉 Cu-Au,东天山土屋 Cu)
	SWIR 5	2.145~2.185		
	SWIR 6	2.185~2.225		
	SWIR 7	2.235~2.285		
	SWIR 8	2.295~2.365		
	SWIR 9	2.360~2.430		
			PCA(1,3,4,9); PCA(1,3,6,9)	滑石, 阳起石,透闪石

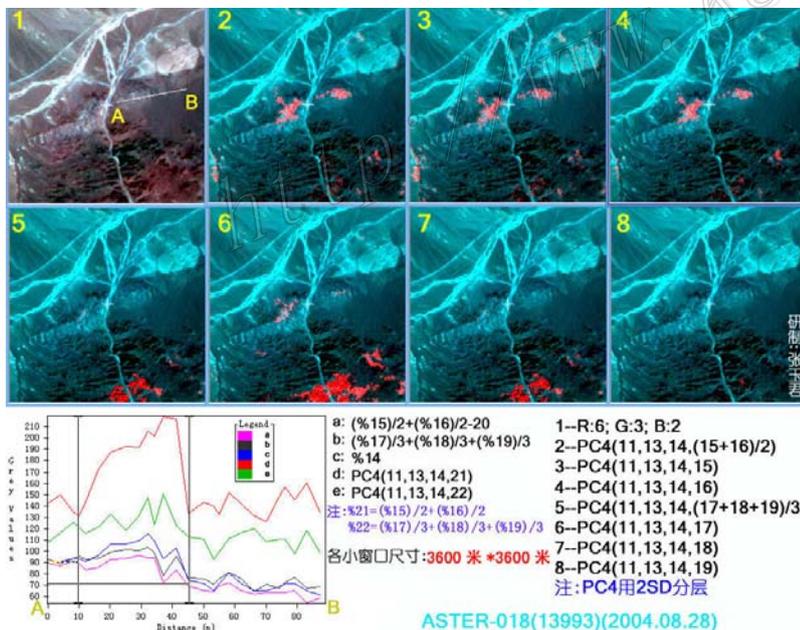


图 1 土屋斑岩铜矿羟基 ASTER 蚀变异常提取方法研究图

岩和辉闪橄榄岩中, 主要矿石矿物为磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铁矿等, 经 PIMA 测定, 主要蚀变矿物为蛇纹石、角闪石、滑石、透闪石、绿泥石等。使用了 ASTER-016 和 ASTER-017 两景研究同一矿体异常不同时相的重复性。

### 2.1 东天山土屋斑岩型 Cu 矿 ASTER 蚀变异常提取

赋矿岩石类型为多种斑岩, 矿石矿物以黄铜矿为主, 围岩蚀变强烈; PIMA 测定的主要蚀变矿物有: 蒙脱石、伊利石、埃落石、白云母、高岭石、方解石、绿泥石等。图 1 上 1 展示穿过土屋东的剖面, 其 PC4 (PCA: 1, 3, 4, (5+6)/2) 异常突出。ETM 所得倍感困惑的“高异常岩墙”(经野外查证为辉长岩), 在 ASTER 图上与土屋是有区别的, 经查, 在谱库中没有辉长岩的反射波谱, 据 J. V. Taranik 可用热红外波段 (8.0~14.0  $\mu\text{m}$ ) 识别长石和辉石, 应考虑用热红外进一步研究此问题 (表 3)。

### 2.2 黄山东 Cu-Ni 矿 ASTER 异常提取

矿体主要产于暗色橄榄辉长苏长

### 2.3 沙泉子矽卡岩型 Pb-Zn 矿异常提取

岩性以硅化白云石大理岩为主, 岩浆侵入岩主要为闪长岩, 由于接触变质作用和气成热液变质作用引起矽卡岩化, 经 PIMA 测定, 主要蚀变矿物为方解石、白云石、透闪石、蛇纹石等; 在气成热液变质作用下形成铅锌矿化蚀变带, 主要矿石矿物为方铅矿、闪锌矿、铅矾、黄铁矿、褐铁矿、磁黄铁矿等。图3 展示出沙泉子 Pb-Zn 矿的 PIMA 测试图和图象剖面图, 可以看到在穿过异常的剖面上 ASTER 的 7、8 波段有强吸收, 属于含 Mg-OH 羟基基团的特征。

从主要蚀变矿物波谱特性来看, 矽卡岩型铅锌矿和镁铁质岩型 Cu-Ni 矿的异常提取前提是一致的, 但前者属高值, 后者属偏低值, 再参考其围岩蚀变分带的波谱差异, 可区分之。

### 3 铁染异常提取

从图 2 波谱特性可见, 利用 ASTER 数据目前可提取的铁染异常只有黄钾铁矾异常, 对 ASTER-018 景数据经试用 PCA (1, 2, 3, 4) 提取, 获黄钾铁矾铁染异常 (FCA), 待查证。

### 4 蚀变分带现象初探

尝试研究了黄山东 Cu-Ni 矿及沙泉子 Pb-Zn 矿的蚀变分带现象, 有助于区分矿床类型。后者外围存在碳酸岩, 从图 2-3 可见碳酸岩在 ASTER-9 波段数值偏高无吸收谷, 故主分量分析结果不同, 图 4 中 D 图有明显反映。

### 5 识别某些矿物的可能性研究

岩石是由矿物组成的, 从波谱特性角度看某些岩石可能包含具主导意义的矿物, 主导意义是指某种岩石中的某个或某几个矿物可能具有可被识别的波谱特征, 但从造岩角度这些矿物不一定是含量最多的, 通过识别这些矿物, 有助于分辨岩性。

表3 波段范围与可识别矿物表  
Table3 Band ranges and minerals of recognition

波段	波段范围 (μm)	可识别矿物
可见光—近红外	0.40-1.20	Fe、Mn 和 Ni 的氧化物、赤铁矿、镜铁矿植被
短波红外	1.30-2.50	氢氧化物、碳酸盐和硫酸盐
	1.47-1.82	硫酸盐类: 明矾石
	2.16-2.24	含 Al-OH 基团矿物: 白云母、高岭石、叶蜡石、蒙脱石、伊利石
	2.24-2.30	含 Fe-OH 基团矿物: 黄钾铁矾、锂皂石
	2.26-2.32	碳酸相加类: 方解石、白云石、菱铁矿
	2.30-2.40	含 Mg-OH 基团矿物: 绿泥石、滑石、绿帘石
热红外	8.0-14.0	硅酸盐类: 石英、长石、辉石、橄榄石

(据 J.V.Tamrak,1988)

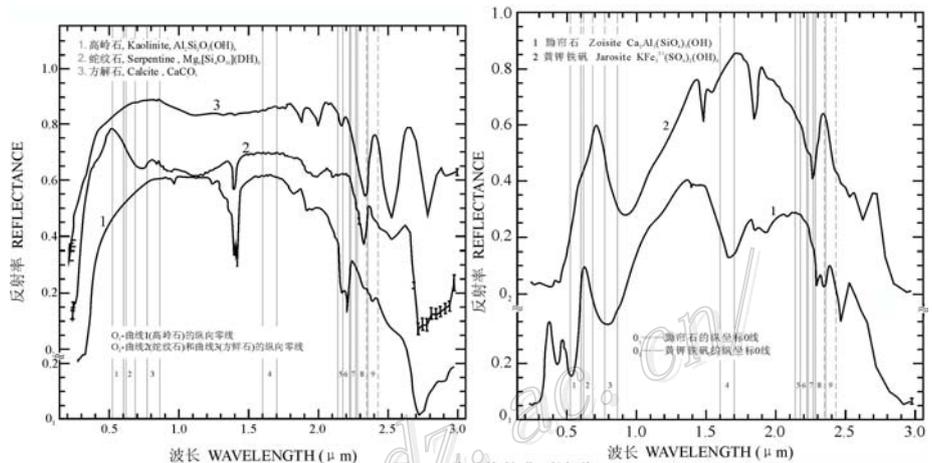
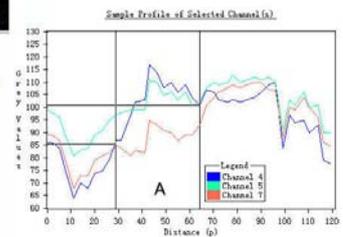
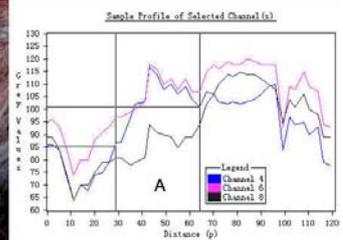
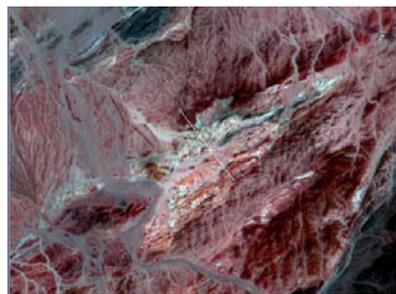


图2 几种矿物的典型波谱



从二波谱剖面图可明显看出: 在“A”区(即沙泉子主异常)内,7波段和8波段显著低于1、5、6波段,形成此现象的原因是矽卡岩化各相关矿物在第7和第8波段的强吸收。

沙泉子Pb-Zn矿波谱剖面图

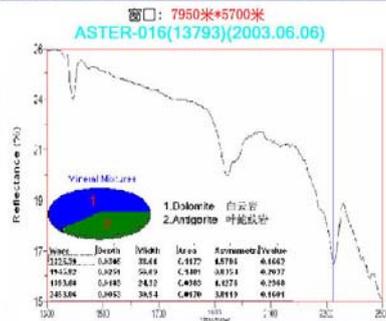


图3 沙泉子铅锌矿波谱研究

初步识别的有碳酸岩、滑石、明矾石、绿泥石、角闪石等,见图4,均待查证。

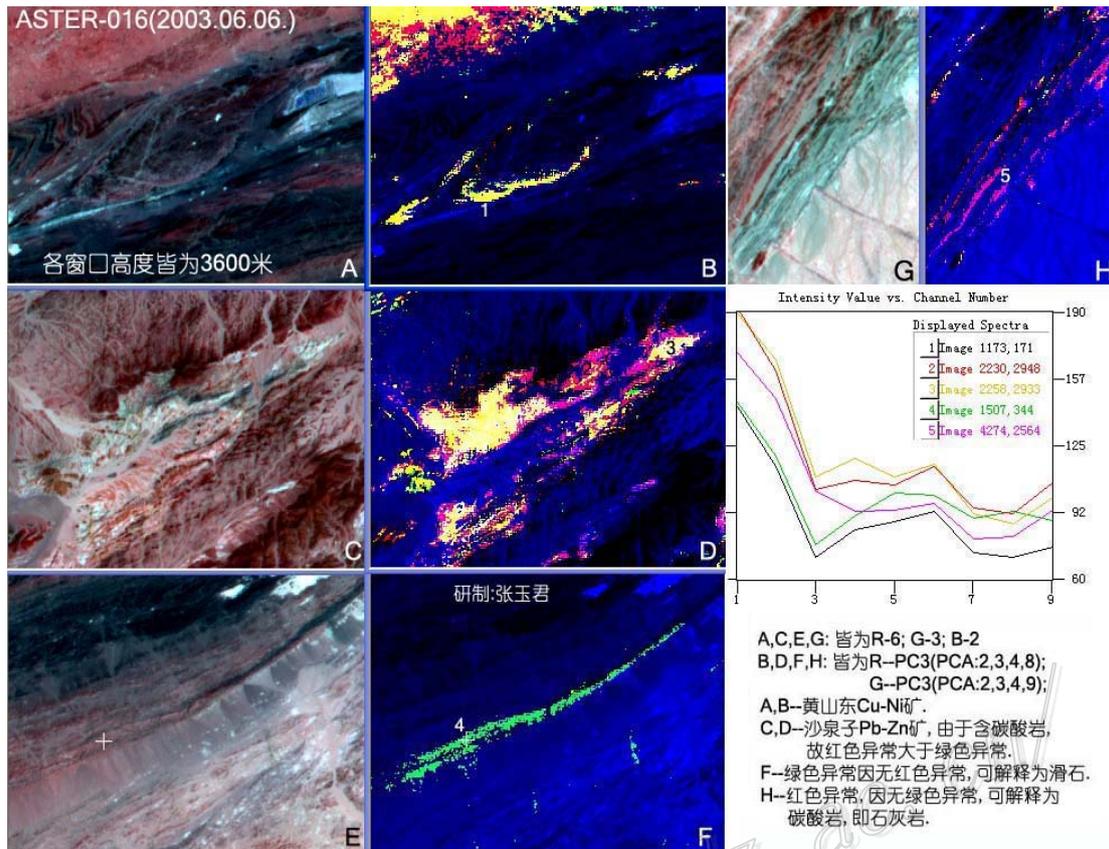


图4 ASTER-016景中几种异常的解译

### 参 考 文 献

- 张玉君, 杨建民. 1998. 基岩裸露区蚀变遥感信息的提取方法[J]. 国土资源遥感, (2): 46~53.
- 张玉君, 杨建民, 陈薇. 2002. ETM<sup>+</sup>(TM)蚀变遥感异常提取方法研究与应用—地质依据和波谱前提[J]. 国土资源遥感, (4): 30~36.
- 张玉君, 曾朝铭, 陈薇. 2003. ETM<sup>+</sup>(TM)蚀变遥感异常提取方法研究与应用—方法选择和技术流程[J]. 国土资源遥感, (2): 44~49.
- Abrams M and Hook S. 1995. Simulated ASTER data for geologic studies. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 33: 692~699.
- Clark R N, Swayze G A, Wise R Livo K E, Hoefen T M, Kokaly R F and Sutley S J. 2003. USGS Digital Spectral Library splib05a. U. S. Geol. Survey. Open File Report. 03~395.
- Zhang Y J and Yang J M. 2005. A new exploration parameter for metallic deposits: The alteration remote sensing anomaly. Proceedings of the Eighth Biennial SGA Meeting. "Mineral Deposit Research: Meeting the Global Challenge". Springer. 2: 1513~1516.