

ETM_TM 蚀变遥感异常提取方法研究与应用

施成艳

安徽省地质调查院, 安徽合肥, 230001

岩石的蚀变主要是不同类型的热液与原生岩石相互作用的产物。最常见的蚀变为: 硅化、绢云母化、绿泥石化、云英岩化、矽卡岩化、白云岩化、重晶石化及锰铁碳酸盐化。近年来, 国内利用多光谱遥感技术进行金属矿产勘查已有广泛应用并取得显著成效, 例如张玉君等^[1]利用TM数据在基岩裸露区及浅覆盖区开展了蚀变信息遥感异常提取工作; 赵元洪等^[2]利用TM数据的波段比值加主成分分析的方法提取热液蚀变信息; 马建文等^[3]提出在TM数据中分离环境干扰因素从而增强蚀变信息的方法。而国外对这方面的研究开始较早, Rokos等^[4]用TM 5 /TM 7、TM 3 /TM 1 波段比值和主成分分析方法对爱琴海盆地Quaternary 岛弧中的低温热液型金矿进行了蚀变信息提取和找矿预测; Kusky等^[5]利用TM数据进行假彩色合成分析, 在干旱气候下的阿拉伯—努比亚地盾提取出金矿化蚀变信息; Loughlin^[6]利用TM图像的4个波段(TM1、TM3、TM5、TM7 或TM1、TM4、TM5、TM7), 采取主成分变换结合主因子求反方法, 对巴西热带地区残积土壤中的三价铁和羟基蚀变岩信息进行了填图。本文采用ETM可见光—近红外波段数据, 借鉴前人研究方法并进行改进, 开展了庐枞山镇—将军庙地区地区的蚀变遥感异常提取方法研究。

1 研究区概况

工作区位于长江北侧, 行政区划主要隶属庐江、枞阳县, 合(肥)铜(陵)黄(山)高速、沪蓉高速及合(肥)九(江)铁路从境内经过, 沿江高速从工作区南侧通过。庐枞地区地处江淮之间的低山丘陵区, 地形相对高差不大, 最高点海拔标高一般不大于300m, 侵蚀基准面在海拔标高10m左右。区内经济条件较好, 近年来采矿业得到了一定的发展, 特别是龙桥铁矿、罗河铁矿、马鞍山铁矿和矾山毛铜矿等正在开发利用中, 其它泥河铁矿和大

鲍庄铁矿等也在积极筹建中。

2 蚀变异常提取

2.1 数据预处理

(1) 图像校正

ETM大气校正直接采用ENVI遥感软件中的大气校正模块FLAASH进行处理。大气校正模块FLAASH, 目前使用的是BIP和BIL格式文件, 而ETM数据是以BSQ格式保存的, 因此, 可通过Convert Data(BSQ, BIL, BIP)转换成BIL或BIP格式数据, 再通过FLAASH功能进行参数设置, 即可完成大气校正。相关参数可从ETM数据的头文件和DEM数据中获得, 结果如图3-1。

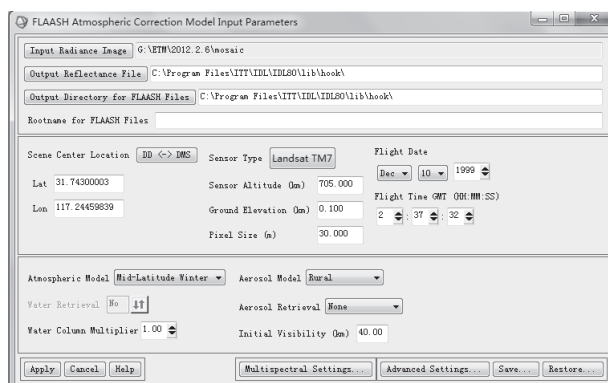


图 3-1 ETM 数据大气校正

(2) 去边框

ETM各通道组成的图像边框不整齐, 因此需要进行去边框处理。对整幅图像来说, 最靠左边数据是Band1采集的, 最右边数据Band5采集的, 所以可以利用Band1*Band5处理。

(3) 去云

根据图像采样统计结果, 云的反射光谱特征表现为B1、B3的灰度值相对较高, B5、B7的灰度值相对较低。根据试验, 采用了B1高端切割的方式, 来产生消除云干扰。

收稿日期: 2013-03-13; 改回日期: 2013-03-31; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 施成艳。通讯地址: 安徽省合肥市宁国路29号安徽省地质调查院。

(4) 去水体、城市建筑物、阴影

通过研究,利用(B7/B1)去除水体、地形和建筑物阴影。

(5) 去植被

通过对植被波谱特征的研究,利用 B3/B4、B5/B4 去除植被。

(6) 做掩膜

通过对上述去边框、去云、去水体和去植被干扰各个图层的“AND”处理,利用 THR 功能做 MASK (掩膜),将 MASK 保存于 Segment3 中。

2.2 异常提取

(1) 羟基主成分分析

目的是提取与含羟基(OH)的热液蚀变矿物相关的蚀变遥感信息。用 TM1、4、5、7 波段做掩膜主成分分析(Masking Principal Component Analysis),以均值 $\pm 4\sigma$ (标准离差)做为主分量输出的动态范围,获得蚀变遥感异常(HAA, Hydrothermal Alteration Anomaly)主分量。异常主分量的本征向量应具特点是, TM7 和 TM4 的贡献系数与 TM5 的贡献系数符号相反。

打开 PCI 图标下的“XPACE”模块,点击“PCA Principal Analysis”命令,利用 TM1、TM4、TM5 及 TM7 四个波段的组合进行羟基异常的提取,输入对应波段的准归一化校正后的数据(1、3、4 及 6 通道)组合进行 PCA,从中可以得到各分量的特征值并且分析羟基异常表现在哪个分量。

选择羟基异常分量的规定:在特征向量的相关矩阵中, B5、B7 的值越大越好。分析特征向量的相关矩阵可以得出羟基异常集中在 PC4 中。

表 3-1 TM1、4、5、7 主成分分析特征向量表

Eigenvector	Band1	Band4	Band5	Band7
Pc1	0.24077	0.38797	0.69025	0.55133
Pc2	-0.56023	0.61541	0.55394	-0.02383
Pc3	-0.38853	-0.08314	-0.45092	0.59925
Pc4	-0.69081	0.68106	0.04774	-0.23804

(2) 铁染主成分分析

目的是提取与含 Fe³⁺的矿物相关的铁染遥感异常(FCA, Ferric Contamination Anomaly)主分量。用 TM1、3、4、5 波段做掩膜主分量分析,同样以均值 $\pm 4\sigma$ 做为主分量输出的动态范围。异常主分量的本征向量应具特点是, TM1 和 TM4 的贡献系数与 TM3 的贡献系数符号相反。

打开 PCI 图标下的“XPACE”模块,点击“PCA Principal Analysis”命令,利用 TM1、TM3、TM4、TM5 四个波段的组合进行铁染异常的提取,输入对应波段的准归一化校正后的数据(1、2、3、4 通道)组合进行 PCA,从中可以得到各分量的特征值并且分析铁染异常表现在哪个分量。

选择铁染异常分量的规定:在特征向量的相关矩阵中, B3 与 B4、B1 的符号相反,分析特征向量的相关矩阵可以得出铁染异常集中在 PC4 中。相关信息见表。

表 3-2 ETM1、3、4、5 主成分分析特征向量表

Eigenvector	Band1	Band3	Band4	Band5
Pc1	0.22788	0.36736	0.61041	0.66371
Pc2	0.59310	0.68194	-0.27784	-0.32556
Pc3	0.00066	-0.01908	0.74104	-0.67119
Pc4	-0.77221	0.63217	-0.03263	-0.05476

2.3 异常后处理

(1) 岩性异常等的去除

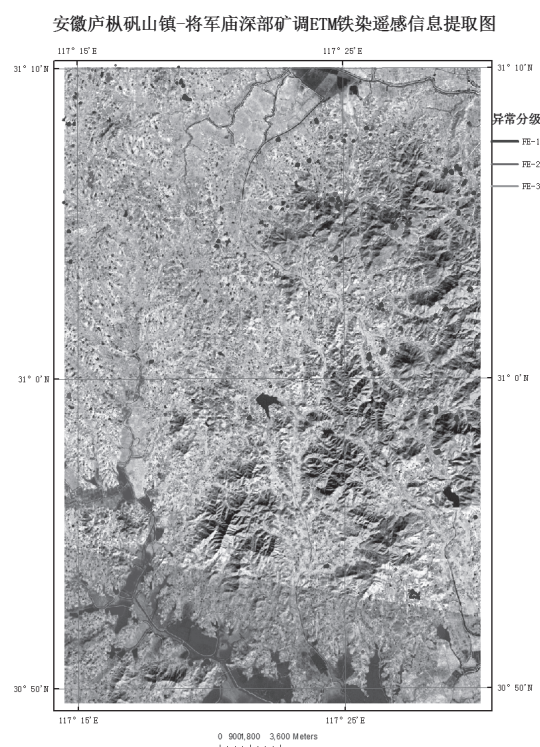


图 4-1 铁染异常分级

尽管我们进行了太阳辐射、大气因子、环境因子和地形地物因子等各种校正,但提取出的遥感异常仍然因为岩性(如沉积地层中含有蚀变矿物)、干扰因子去除不完全等各种原因,存在一些假异常。应根据区域岩性的光谱特征及其与已知蚀变异

常的区别,通过比值法去除岩性异常;同时,利用比值法、高端切割、低端切割等方法对于干扰因子进行二次去除。

(2) 遥感异常分级

异常的分级利用标准离差的倍数 $K\sigma$, 采用不同的 $K\sigma$ 得到的异常范围就不同。

1) 羟基异常 (HA)

HA 放在 10 通道中, 预测区将异常分为三级, 其标准离差的倍数 $K\sigma$ 为 3.0~2.0, 每级间的 $K\sigma$ 值相差 0.5, $K\sigma$ 值最大的为一级, 表现为强异常, 次之为二级, 最小的为三级, 表现为弱异常。

2) 铁染异常 (HA)

异常的分级利用标准离差的倍数 $K\sigma$, 采用不同的 $K\sigma$ 得到的异常范围就不同。

FA 放在 20 通道中, 预测区将异常分为三级, 其标准离差的倍数 $K\sigma$ 为 3.0~2.0, 每级间的 $K\sigma$ 值相差 0.5, $K\sigma$ 值最大的为一级, 表现为强异常, 次之为二级, 最小的为三级, 表现为弱异常。

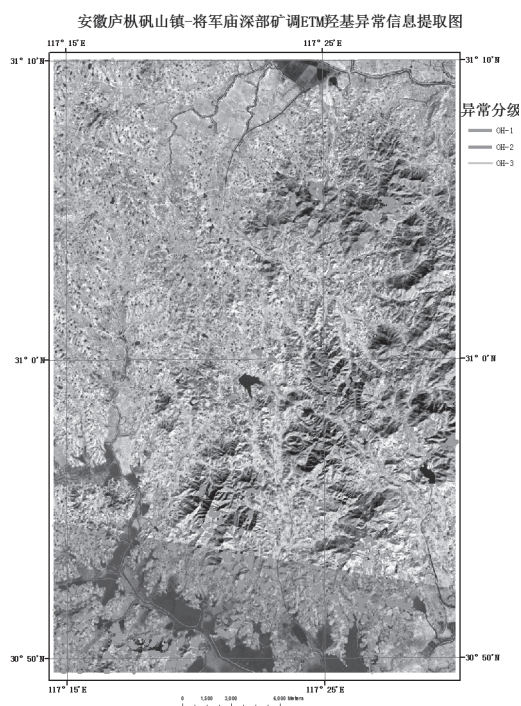


图 4-2 羟基异常分级

3 遥感异常提取结果

寻找蚀变强度略强又有一定分布范围、与成矿关系密切的矿化蚀变信息是我们的蚀变信息重要检验与筛选工作之一。由表 5 和表 6 可知, 铁染和羟基的三级异常分别具有重合部分, 三级套和良

好。铁染异常分布方向为南北向, 主要分布在西北区域, 主要岩性有火山碎屑岩、角闪安山岩和辉绿玢岩、橄榄辉绿玢岩、玄武岩以及流纹岩和流纹斑岩。羟基异常分布方向为北西向, 只要分布在研究区的西南区域。羟基异常分布有以下特点, 在断层处蚀变特别发育 (2 号, 4 号, 8 号点), 主要岩性有粗面岩、火山碎屑岩、角闪安山岩、辉长闪长玢岩等。

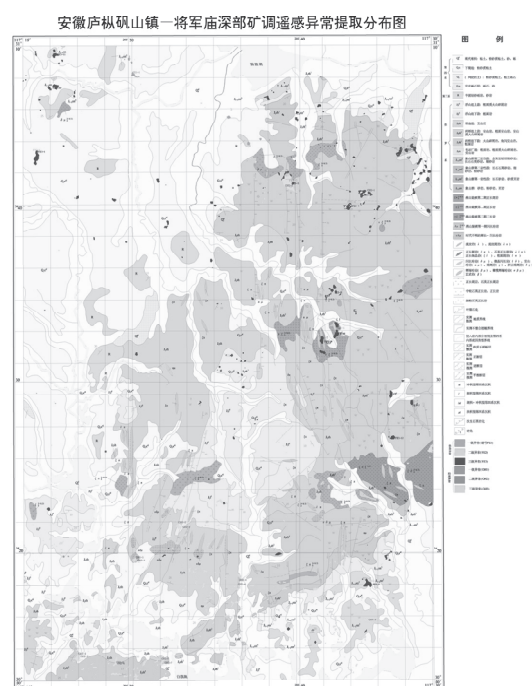


图 4-3 遥感异常分布图

通过对遥感数据的综合处理, 提取出若干个遥感蚀变异常信息分布区。但这些蚀变异常信息受植被、第四系等影响, 产生一些“伪信息”, 因此, 进行找矿判断时, 需结合已有的线性构造, 环状构造的分布特点。这些线性体和环形影像彼此之间往往存在互为依存的关系或构造复合关系。在两者交汇、切线接触等具有复合关系的交切部位, 多是内生金属化、富集的有利地段。

参考文献 / References

- [1] 张玉君, 杨建民. 基岩裸露区蚀变岩遥感信息的提取方法[J]. 国土资源遥感, 1998(2): 46 — 53.
- [2] 赵元洪, 张福祥, 陈南峰. 波段比值的主成分复合在热液蚀变信息提取中的应用[J]. 国土资源遥感, 1991(3): 12 — 17.
- [3] 马建文, 张齐道. 利用 TM 数据提取含金蚀变带的方法研究——以冀北东卯地区为例[J]. 国土资源遥感, 1994(2): 41 — 45.
- [4] Rokos D. Argialas D, Mavrantza R, et al. Structural Analysis for

Gold Mineralization Using Remote Sensing and Geochemical

Techniques in a GIS. Environment: Island of Lesbos, Hellas

[J]. Natural Resources Research, 2000(4): 277 — 293.

[5] Kusky T M, Ramadan T M. Structural Controls on Neoproterozoic

Mineralization in the South Eastern Desert, Egypt: an Integrated Field,

Landsat TM and SIR — C/X SAR Approach [J]. Journal of African

Earth Sciences, 2002 (1): 107 — 121.

[6] Loughlin W P. Principal Component Analysis for Alteration

Mapping. [C] / The Eighth Thematic Conference on Geologic

Remote Sensing. Denver, Colorado, USA, 1991.

表 4-1 主要羟基异常区

	编号	位置	区域岩性特征	备注
一级异常	OH1-1	E117° 27' 40" N31° 5' 10"	侏罗系火山碎屑岩、角闪安山岩	
	OH1-2	E117° 20' 40" N30° 55'	侏罗系粗面岩	断层上
	OH1-3	E117° 19' N30° 53' 50"	辉长闪长玢岩	
	OH1-4	E117° 23' N30° 54'	侏罗系安山岩	断层上
	OH1-5	E117° 17' N30° 50' 40"	第四系粘土、粉砂质粘土、砂、砾与侏罗系火山碎屑岩、角闪安山岩接触带	
	OH1-6	E117° 18' 25" N30° 50' 35"	侏罗系火山碎屑岩、角闪安山岩	
	OH1-7	E117° 20' N30° 50' 40"	侏罗系火山碎屑岩、角闪安山岩	
二级异常	OH2-1	E117° 27' 40" N31° 5' 10"	侏罗系火山碎屑岩、角闪安山岩	同 OH1-1
	OH2-2	E117° 20' 40" N30° 55'	侏罗系粗面岩	同 OH1-2
	OH2-3	E117° 19' N30° 53' 50"	辉长闪长玢岩	同 OH1-3
	OH2-4	E117° 23' N30° 54'	侏罗系安山岩	同 OH1-4
	OH2-5	E117° 17' N30° 50' 40"	第四系粘土、粉砂质粘土、砂、砾与侏罗系火山碎屑岩、角闪安山岩接触带	同 OH1-5
	OH2-6	E117° 18' 25" N30° 50' 35"	侏罗系火山碎屑岩、角闪安山岩	同 OH1-6
	OH2-7	E117° 20' N30° 50' 40"	侏罗系火山碎屑岩、角闪安山岩	同 OH1-7
	OH2-8	E117° 24' 40" N31° 5' 40"	侏罗系火山碎屑岩、角闪安山岩	
	OH2-9	E117° 28' N30° 51' 55"	侏罗系长石石英砂岩、细砂岩、粉砂岩	
三级异常	OH3-1	E117° 27' 40" N31° 5' 10"	侏罗系火山碎屑岩、角闪安山岩	同 OH1-1
	OH3-2	E117° 20' 40" N30° 55'	侏罗系粗面岩	同 OH1-2
	OH3-3	E117° 19' N30° 53' 50"	辉长闪长玢岩	同 OH1-3
	OH3-4	E117° 23' N30° 54'	侏罗系安山岩	同 OH1-4
	OH3-5	E117° 17' N30° 50' 40"	第四系粘土、粉砂质粘土、砂、砾与侏罗系火山碎屑岩、角闪安山岩接触带	同 OH1-5
	OH3-6	E117° 18' 25" N30° 50' 35"	侏罗系火山碎屑岩、角闪安山岩	同 OH1-6
	OH3-7	E117° 20' N30° 50' 40"	侏罗系火山碎屑岩、角闪安山岩	同 OH1-7
	OH3-8	E117° 24' 40" N31° 5' 40"	侏罗系火山碎屑岩、角闪安山岩	同 FE2-8
	OH3-9	E117° 28' N30° 51' 55"	侏罗系长石石英砂岩、细砂岩、粉砂岩	同 FE2-9
	OH3-10	E117° 11' 40" N30° 53' 30"	侏罗系安山岩	