

文章编号: 1003-7853(2013)01-0045-02

基金项目: 中国地调局 1:5 万区域地质调查项目(102-071913) 资助

塔什库尔干地区 铁蚀变信息提取研究

吴海罗, 陈奕霖

(中国地质大学地球科学学院, 湖北 武汉 430074)

摘要: 新疆塔什库尔干地区是我国重要的金属成矿带, 气候干燥, 植被稀少, 很适合遥感工作的进行。本文以 Landsat-7 的 ETM+ 影像为遥感数据信息源, 讲述了卫星遥感技术在该地区地质矿化蚀变信息提取中的运用。针对区内发育的不同蚀变类型, 分别采用特征波段比值法和主成分分析法进行遥感影像增强处理, 为了更好的显示蚀变区域我们在这采用了密度分割法来直接处理增强后遥感影像, 最后根据野外实际情况比较这两种方法在应用中的优劣势, 并最终认为主成分分析法在实际应用中更精确。

关键词: 遥感; 比值; 主成分分析; 新疆**中图分类号:** TP79 **文献标识码:** A

The Taxkorgan regional iron alteration information extraction

WU Hai-luo et al

(China University of Geosciences, Hubei Wuhan 430074, China)

Abstract: Taxkorgan region of Xinjiang is an important metallogenic belt in China, where's climate is dry, vegetation is sparse, and it is suitable for remote sensing work. This paper tell about the using of the satellite remote sensing technology in extracting the geological mineralized alteration information which take use of the Landsat-7 ETM+ images as the source data. Taking care of the different alteration types development for the region, respectively, we take use the method of the characteristic band ratio and principal component analysis to enhanced the image, and then use the density segmentation method highlights the anomalous areas of mineralization and alteration in the image. In the end, according to the field situation to compare the advantages and disadvantages of these two methods in the application. And finally consider that the method of the principal component analysis will be more accurate.

Key words: remote sensing; ratio; principal component analysis; Xinjiang

随着遥感信息处理技术的不断发展, 遥感蚀变信息提取技术也逐渐成为遥感找矿领域的研究热点。遥感蚀变信息提取是通过对遥感数据采用一定的数据处理方法, 将与成矿有关的各种围岩蚀变的特征波普信息提取出来, 从而在遥感影像上形成色调异常。如 Crosta 和 Loughin (1991) 利用 LANDSAT TM 图像数据较成功地圈定了巴西等半干旱地区铁染和泥化现象。Rokos 等利用 TM、SPOT 数据、DEM 及地化信息, 对爱琴海盆地岛弧中的低温热液型金矿进行研究。Rutz Armenta 等研究了热液蚀变矿物光谱响应的方法, 胡德永等 (1994) 提出的“微量信息处理”, 马建文 (1997) 提出的掩模 + 主成分变换 + 分类识别提取矿化弱信息方法, 张远飞等 (1998) 利用混合像元分解法提取遥感数据中矿化蚀变信息的方法等都取得了一定的成果。张

玉君等 (1998) 利用与矿化相关的蚀变岩的 TM 波段图像像元亮度值曲线的双峰特性提取蚀变岩信息。刘素红等 (2000) 利用 Gram-Schmidt 投影方法在高山区提取了 TM 数据中的含矿蚀变带信息^[1-4]。近矿蚀变岩石与其周围的正常岩石在矿物颜色、结构、种类等方面都存在着一定的差异, 从而形成了岩石反射光谱特征的差异, 并且在某些特定波段形成了特定的光谱异常; 只要有一定规模裸露的蚀变岩石, 就能被遥感传感器所捕获。因此蚀变岩石的光谱异常成为遥感图像蚀变信息提取的理论依据。

1 矿区区域地质概况

研究区位于喀喇西昆仑造山带西段塔什库尔干陆块, 东邻塔里木板块西昆仑造山带, 西接明铁盖陆块, 康西瓦—瓦恰断裂带和塔阿西断裂带将研究区分割成三个各具不同组成、不同变质变形特征和相对独立 (相邻块体相互之间有一定内在联系) 演化历程的构造块体 (单元), 并呈现出多层次、多样式、多机制、多阶段复杂构造变形的特点。由于在塔什库尔干陆块布伦勒群内新发现了乔普卡里莫 (赞坎)、老井、吉尔铁克等沉积变质型磁铁矿床, 其远景资源量十分巨大。而且新疆塔什库尔干地区第四系覆盖面积大, 矿化蚀变信息较强, 基岩裸露多, 植被覆盖较少, 遥感技术方法很适合利用于该地区探测矿化信息。

2 磁铁矿遥感信息提取

2.1 遥感数据源

遥感数据的选择应以其空间分辨率、光谱分辨率和时间分辨率是否能满足提取找矿信息为依据; 而底层岩性、地质构造等成矿地质条件的信息提取主要是利用目视解译的方式, 要求遥感影像纹理清晰, 地质信息丰富, 因此应以空间分辨率与光谱分辨率作为数据源的主要依据。

综合比较各种遥感数据的空间分辨率、光谱分辨率以及工作要求, 本文最终采用 Landsat-7 (美国陆地资源卫星) ETM+ 作为研究的遥感数据源。本次选用的遥感影像成像时间为 2006 年 7 月 26 日, 轨道号为 149/034, 在马里兰大学网站免费下载, 总体影像清晰, 层次感较强, 纹理清晰, 原始影像已进行了几何校正和辐射校正, 总体上基本能满足遥感信息提取的要求。

2.2 比值法 (RS) 铁染异常信息提取

波段比值法是经常被用来提取波谱信息的有效手段之一, 根据代数运算的原理, 当波段间差值相近但斜率不同时, 对反射波段与吸收波段进行比值处理, 从而达到增强各种岩性之间的波谱差异。

通常情况下, 铁化均含有 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 OH^{-} 、这些离子或离子组成的矿物在 Landsat-7 ETM+ 传感器各波段上存在不同的特征谱带, 根据美国 Jpl 实验室研究成果, 含铁氧化物矿物反射波谱曲线具有以下特点^[5] (见图 1)。

由图 1 可知铁的氧化物、氢氧化物和硫酸盐在 TM1、TM2、TM3 波段的反射率曲线上升梯度很陡, TM4 波段附近有一个明显的吸收带, 另一个吸收带为 TM1 波段 (0.45~0.52 μm), 在 TM3 波段反射率较高, 因此 TM3 为反射波段; 基于以上特性, 通过多次试验, 本次我们利用 $\text{ETM}+5/\text{ETM}+4$ 、 $\text{ETM}+3/\text{ETM}+1$ 、 $\text{ETM}+5/\text{ETM}+7$ 三级连续比值增强来提取磁铁矿信息^[6,7]。

本次图像处理在 Erdas 遥感图像处理软件的支持下完成的, 利用 Erdas 中 model maker 建模工具建立图像比值模型; 分别进行波段比值运算, 然后再通过 Layer Stack 工具对获得的三幅比值影像进行影像假彩色合成并分别赋予 RGB ($\text{ETM}+5/\text{ETM}+4$ (R)、 $\text{ETM}+3/\text{ETM}+1$ (G)、 $\text{ETM}+5/\text{ETM}+7$ (B)) 色彩^[8], 得到铁蚀变分布区域遥感影像 (图 2); 由于色彩较多, 不易区分, 因此为了突显出铁蚀变区域分布位置, 接着采用密度分割方法, 将影像中黄色区域 (即铁蚀变区域) 颜色设置为黑色, 其余区域均设置为白色, 生成最终的铁蚀变区域图 (图 3)。

2.3 主成份分析 (PCA) 铁染异常信息提取

由于遥感图像各波段间存在一定的相关性,为了减少相关性对分类的影响,常使用主分量分析法去相关。主成份分析基于变量之间的相互关系,在信息总量守恒的前提下,利用线性变换的方法来实现去相关性。由于所获各主分量之间不相关,故各主分量之间信息没有重复或冗余^[9]。根据蚀变物的光谱特征提取出相对应的蚀变信息,把原来多波段图像中的有用信息集中到数目尽可能少的新图像中。根据输出的特征矩阵与特征值,选择涵盖蚀变异常信息的主成分,达到我们提取目标信息的目的。

Loughlin 的研究表明,有目的的对一定波段组合进行主成份分析可将特定的信息聚集到单一的主成份分量中,如 ETM+1、ETM+3 或 ETM+2、ETM+3 组合有利于含铁离子蚀变信息的提取。因此,对含铁离子蚀变矿物信息提取可采用 ETM+1、ETM+3、ETM+4、ETM+5; ETM+2、ETM+3、ETM+4、ETM+5; ETM+1、ETM+3、ETM+4、ETM+7 或 ETM+2、ETM+3、ETM+4、ETM+7 组合进行主成份^[9]。本文考虑到铁的氧化物在 ETM+3、5 波段具有反射峰,而在 ETM+1、4 波段反射率较低。因此采用 ETM+1、ETM+3、ETM+4、ETM+5 四个波段作主成份分析,从而把与 ETM3 波段呈正相关、与 ETM4 呈负相关的主分量用来提取铁的氧化物类蚀变矿物。在提取铁染信息时首先在 Layer Stack 工具模块中将 ETM+1、3、4、5 进行融合,后在 Erdas 建模工具中建立主成份变换模型;对 ETM+1、ETM+3、ETM+4、ETM+5 做主成份变换,得到各波段的特征向量与特征值如下表 1,对代表铁染物主分量的判断准则是:构成该主分量的特征向量,其 ETM+3 系数应与 ETM+1 的系数符号相反,ETM+3 一般与 ETM+5 系数符号相同。

一般来说 Pc1、Pc2 主要包含植被,地质构造信息,不能很好反应岩石蚀变信息,而一般贡献系数绝对值越大,则包含该波段信息越多,因此从 Pc3 与 Pc4 中选择主分量来提取铁蚀变信息;由表 1 可知第 4 主分量 (Pc4) 信息主要集中在 ETM+1 和 ETM+3 波段上,而且其贡献系数符号相反^[5],ETM+1 贡献系数为 0.818,ETM+3 贡献系数为 -0.5617,而 ETM+4、5 波段的贡献系数相对较小,但 ETM+3 与 ETM+5 贡献系数符号并不相同,总体上 Pc4 分量相对 Pc3 主分量能更好反映了铁染异常信息,因此选取 Pc4 分量来提取铁染异常信息^[10]。对于 Pc4 主要贡献来源于 ETM+3 (-0.5617),ETM+1 (0.8180),由于 ETM+1 贡献为负,ETM+3 贡献为正,所以图像上较亮区代表该矿物组合 (图 4)。

3 结语

3.1 比值法提取的铁氧化物蚀变信息经野外实地验证,大部分

图 4 铁染分布区域

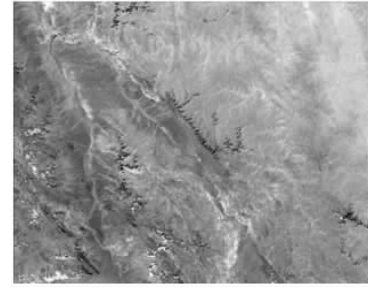


表 1 ETM+1、3、4、5 特征值与特征向量

波段 成分	Band1	Band3	Band4	Band5	特征值
Pc1	0.3117	0.5787	0.4132	0.6301	874.675
Pc2	-0.4431	-0.5799	0.5690	0.3786	130.974
Pc3	0.1928	0.1146	0.7106	-0.6667	57.941
Pc4	0.8180	-0.5617	-0.0167	0.1221	4.788

铁矿点都落在蚀变异常区域内或边缘上,提取结果与实际情况比较符合;而且波段比值法简便易行,效果明显在以后的工作中此方法可以值得借鉴。

3.2 主成份分析法对于铁蚀变信息的提取起到了一定的效果,但由于该地区第四纪覆盖面积大,提取蚀变异常区域边界模糊,与实际矿点吻合率较低,因此此方法指示意义不大。

3.3 由于异物同谱和同物异谱现象的存在,在提取出一些矿化蚀变信息的同时,肯定有一些错误信息包含在里面。因此在利用此方法评价及找矿时,应先查明其地质背景,分析成矿地质条件,正确辨别信息的真实性,方可进入下一步评价及成矿有利地区优选工作。

3.4 遥感蚀变信息提取作为找矿方法之一,更能具体地反映矿化体的分布位置,可以节省大量的人力、物力、财力,结合遥感工作区的地质资料、物探资料、化学异常等资料,有针对性地去发现矿化体,克服以往野外工作中有盲目性。

参考文献:

- [1] Rokos D. Structural Analysis for Gold Mineralization Using Remote Sensing and Geochemical Techniques in a GIS Environment: Island of Lesbos, Hellas[J]. Natural Resources Research, 2000, 9(4): 277~293.
- [2] Rutz Armenta J R, Prol Ledesma R M. Techniques for Enhancing the Spectral Response of Hydrothermal Alteration Minerals in Thematic Map per Images of Central Mexico [J]. International Journal of Remote Sensing, 1998, (19): 1981~2000.
- [3] 马建文. 利用 TM 数据快速提取含矿蚀变带方法研究[J]. 遥感学报, 1997, 1 (3) : 208~212.
- [4] 张远飞, 吴健生. 基于遥感图像提取矿化蚀变信息[J]. 有色金属矿产与勘查, 1999, 8 (6) : 604~606.
- [5] 张楠楠, 张晓帆, 周可法, 等. 干旱区 TM 图像蚀变信息提取方法研究[J]. 干旱区地理, 2006, 29 (3) : 398~402.
- [6] 张玉君, 杨建民, 陈薇. ETM+ (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, 2003, 54 (4) : 30~37.
- [7] 张玉君, 等. ETM (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, 2003, 56 (2) : 44~49.
- [8] 荆凤, 陈建平. 矿化蚀变信息的遥感提取方法综述[J]. 遥感信息, 2005, 1 (2) : 62~65.
- [9] 李昌国, 张玉君. 试用主分量分析方法提取澜沧江兰坪地区铜矿化蚀变遥感信息[J]. 国土资源遥感, 1997, 31 (1) : 20~30.
- [10] 周成虎, 骆剑承, 杨晓梅, 等. 遥感影像地学理解与分析[M]. 北京: 科学出版社, 1999.

作者简介: 吴海罗 (1988~), 男, 硕士, 研究方向为遥感 GIS 应用。

(2012-08-16 收稿 M 编辑)

图 1 含铁氧化物矿物反射波谱曲线

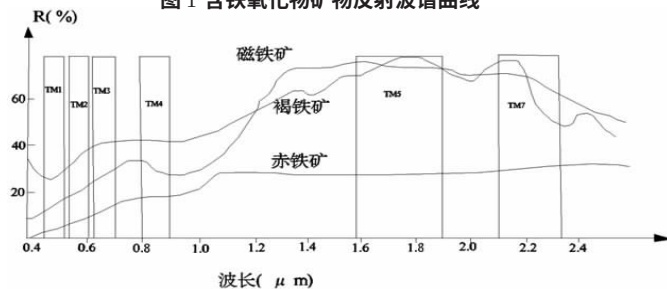


图 2 铁染异常假彩色合成

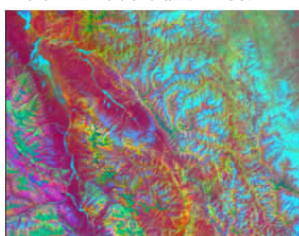


图 3 铁染异常区域分布

