

基于光谱特征参量的高光谱遥感蚀变矿物 提取与分析*

车永飞^{1,2)}, 赵英俊^{1,2)}, 叶发旺^{1,2)}

1) 核工业北京地质研究院, 北京, 100029;

2) 遥感信息与图像分析技术国家级重点实验室, 北京, 100029

关键词: 高光谱; 光谱峰谷位置; 光谱特征参量; 蚀变矿物

目前, 岩石矿物光谱识别利用的光谱吸收特征主要包括波谱曲线的谱带宽度、形态、深度、位置及光谱的相关系数等相似性度量(周强等, 2005)。研究表明, 在不同影响因素下矿物光谱特征参量的稳定性对蚀变信息提取影响很大。因此, 在蚀变信息提取中采用比较稳定的光谱参量是研究的一个重点(王润生等, 1999; 杜培军等, 2006; 张宗贵, 2004; 杜培军等, 2003)。在矿物光谱曲线的诸多特征中, 峰谷位置是最稳定、最主要的特征。因此, 本文以甘肃北山方山口地区典型矿床拾金坡金矿区为研究区, 基于 CAIS/SASI 航空高光谱数据进行蚀变矿物提取实验研究, 着力探索高光谱遥感正确识别率更高的算法模型。

1 光谱峰谷位置的提取

光谱峰谷位置的提取, 首先需要定义光谱的峰和谷。经过包络线消除后的光谱曲线经过多次试验, 选点密度为 12 间隔距离数为 3 时提取的结果最为准确。①设包络线消除后的光谱曲线 $p(i)$, $i=0, 1, \dots, n-1$ 。其中从 $i=1$ ($i < n-17$) 个点开始, 依次取出 12 个点, 这 12 个点是 $i, i+3, i+6, i+9, i+12, i+15, i+18, i+21, i+24, i+27, i+30, i+33, i+36$, 如果这 12 个点逐渐减少, 表明这条线是一个向下的曲线走势; 不然将 $i=i+36$ 个特征点当作开始时的数值并向下一次读取 12 个点, 最终得到向下趋势的线为止; ②得到向下的曲线之后, 然后要得出最低的点是否是第 $i+36$ 个特征点, 确定的方法是将 $M=i+36$ 作为开始点, 依次取出 $M+3, M+6, M+9,$

$M+12, M+15, M+18, M+21, M+24, M+27, M+30, M+33, M+36$ 这 12 个点, 如果第 M 点这个序列是一个上升序列, 确定为一个谷, 否则起始点以第 $M+1$ 点继续判断谷的位置, 直到找到正确波谷位置。定义波峰位置同理。

本文采用全自动法快速、准确提取峰谷位置信息。以提取波峰特征位置为例, 具体算法描述如下:

设定总数是 n 的光谱点, $r(i)$, $i=0, 1, \dots, n-1$ 是光谱曲线反射率数组, $g(j)$, $j=0, 1, \dots, m-1$ 是求得的峰、谷位置数组。

根据上文光谱峰、谷位置的定义,

For ($i=1; i < n-1; i++$)

{ $fR = (r[i]-r[i-1]) \times (r[i]-r[i+1]);$

if ($fR > 0 \&\& (r[i]-r[i-1]) < 0$) 即波段 i 处定为波谷, 将 i 加入到相应波谷位置数组中;

if ($fR > 0 \&\& (r[i]-r[i-1]) > 0$) 即波段 i 处定为波峰, 将 i 加入到相应波峰位置数组中;

根据上述算法得出的 $g(j)$ 便是光谱峰谷所在位置的存储数组, 其中, $j=0, 1, \dots, m-1$ 。

2 高光谱矿化蚀变信息提取

2.1 技术流程

本文的实验数据来自于北山方山口地区的 CASI/SASI 航空高光谱数据, 提取矿化蚀变信息前对该数据进行了一系列预处理工作(坏波段去除、噪声消除、大气校正、辐射校正)。基于光谱峰谷位置的提取, 本文采用相关系数法计算参考矿物光谱特征谱段的峰和谷与待测矿物光谱相应谱段的相关系数, 以此来比较两光谱之间的相似程度。其中参考光谱一部分来自于野外实测光谱, 一部分来

*注: 本文为中核集团龙腾二期项目“铀及多金属矿产勘查高光谱遥感综合应用示范”(编号: 遥 LTY1604) 的资助成果。

收稿日期: 2017-02-15; 改回日期: 2017-03-24; 责任编辑: 刘志强。Doi: 10.16509/j.georeview.2017.s1.094

作者简介: 车永飞, 女, 1982 年生。博士, 工程师, 高光谱遥感专业。Email: cheyongfei@163.com。

自于美国地调局光谱库 (USGS) 的光谱。首先某矿物在建模之时被提取若干条光谱曲线的峰、谷数据集, 建立峰谷数组。其次, 计算矿物的待测定光谱在其相应特征谱段处与参考光谱峰、谷的相关系数值, 判断其是否超出计算的阈值, 以此来达到快速识别矿物的目的。具体算法操作流程和步骤如下:

(1) 利用 ENVI 当中带有的基于 PPI 处理的三维散点图像开展高光谱图像之间端元提取;

(2) 对矿物光谱曲线选择合适的光谱特征范围, 分别将参考光谱和测试光谱进行特征光谱曲线包络线的消除及归一化处理;

(3) 确定并提取特征谱段范围内的每个光谱峰、谷的位置, 保存在峰谷位置数组中;

(4) 计算参考光谱曲线在其每一个峰和谷与待测光谱曲线在相应谱段处和特征的相关系数值 r ;

(5) 统计分析得到的所有相关系数值 r , 分析其分布范围, 根据阈值 TV 计算公式, 比较相关系数值与阈值的大小。当相关系数值 $r >$ 阈值 TV 时, 判断为待测光谱曲线判断为与参考光谱曲线一致; 当相关系数值 $r <$ 阈值 TV 时, 判断待测光谱曲线判断为与参考光谱曲线不一致, 并输出结果。

算法实现的过程和步骤如图 1 所示。

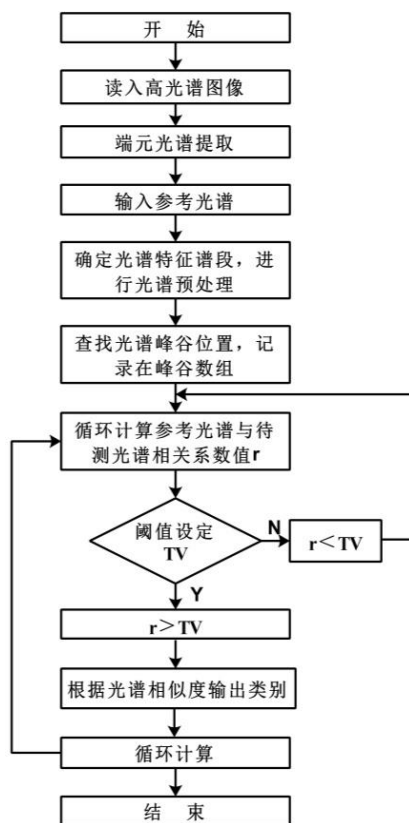


图 1 技术流程图

2.2 应用

文章以甘肃北山地区以拾金坡金矿床为例, 基于该算法提取了研究区的矿化蚀变信息有: 绿泥石化、绢云母化、方解石、褐铁矿化等。经野外验证, 所提取出的蚀变矿化信息与地面光谱曲线特征吻合较好。已知矿点上的蚀变矿物信息异常明显, 在断裂交汇部位及岩体接触带发育地段, 其蚀变矿物异常明显较发育, 成矿条件有利。证实了该方法对找矿有利地段进行地质分析和矿产资源评价提供有利的线索。

3 结论

(1) 本文方法中采用了光谱相对稳定的特征参量——峰和谷, 峰谷位置的提取既确保了两光谱相应谱段光谱形态的一致, 又确保了相应谱段光谱位置波长的一致。实现了从不稳定性参量向稳定性参量的转变, 是高光谱图像中所有可量化信息提取的基础。

(2) 本文首次将基于光谱特征参量的相关系数法应用于甘肃北山拾金坡金矿床的高光谱遥感矿化蚀变信息提取。通过初步的蚀变异常查证表明, 高光谱异常提取信息与野外地面验证结果、地质资料吻合程度较好。对区内绿泥石化、绢云母化、方解石化、褐铁矿化蚀变信息反映清晰。区内蚀变异常信息与已知矿化带、矿床产出部位比较一致。结果表明了该方法判别 (光谱) 曲线相关性的有效性。

参 考 文 献 / References

- 周强, 甘甫平, 王润生, 等. 2005. 高光谱遥感影像矿物自动识别与应用. 国土资源遥感, (4):28~31.
- 王润生, 郭小方, 王天兴. 1999. 成像光谱方法技术开发应用研究. 中国国土资源航空物探遥感中心.
- 杜培军, 唐宏, 方涛. 2006. 高光谱遥感光谱相似性度量算法与若干新方法研究. 武汉大学学报. 信息科学版, 31(2):112~115.
- 张宗贵. 2004. 成像光谱岩矿识别方法技术研究和影响因素分析. 北京: 中国地质大学.

CHE Yongfei, ZHAO Yingjun, YE Fawang:
Extraction and Analysis of Hyperspectral Remote Sensing Alteration Mineral Based on Spectral Characteristic Parameters

Keywords: Hyperspectral; Spectral peak-valley location; Spectral characteristic parameters; Altered mineral