

# 基于 MTMF 的 SASI 高光谱图像蚀变信息提取

张川<sup>1,2,3)</sup>, 叶发旺<sup>1,2)</sup>, 徐清俊<sup>1,2)</sup> 刘洪成<sup>1,2)</sup>, 孟树<sup>1,2)</sup>

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;

3) 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京, 100083

近些年来, 对地观测遥感技术发展迅速, 新型传感器不断涌现, 其中高光谱遥感技术将物质光谱特征识别引入遥感领域, 使得在区域尺度上进行地表物质成分的识别成为可能, 大幅提高了遥感对地观测能力, 在地质领域中最典型的应用是蚀变矿物填图(王润生等, 2010)。利用高光谱遥感图像提取的蚀变矿物空间分布信息, 结合区域地质信息, 如地层、岩性、构造等, 以及物、化探资料, 经过综合分析后圈定成矿远景区, 已成为区域地质调查和成矿预测的重要技术手段之一。然而, 受传感器空间分辨率的限制和地表物质本身复杂性的影响, 混合像元普遍存在于遥感图像中, 限制了蚀变信息的提取精度, 错提、漏提现象常有发生。因此, 为提高遥感地质应用精度, 蚀变信息提取应当开展混合像元分解, 进行亚像元尺度的物质组分提取, 才能满足日益增长的应用需求, 同时也是遥感定量化深入发展的必然要求。

## 1 混合像元分解和 MTMF 模型概述

### 1.1 混合像元分解概述

具有不同波谱特征的物质出现在同一像元内, 此像元即为混合像元。混合像元分解是对图像中的混合像元进行解混的过程, 本质是获得混合像元中每种物质组分的相对丰度。混合像元分解在数学上用模型来表述, 分为线性混合模型和非线性混合模型两类, 前者假定像元光谱是各组分光谱的线性组合, 后者假定像元光谱由各组分光谱按照非线性关系综合而成(李二森, 2011; Kesbava and Mustard, 2002)。由于混合像元记录的是像元范围内地表物质各组分的综合反射率, 以及传感器本身的混合效

应和大气传输过程中的混合效应等, 前者主要是线性效应, 后者是非线性效应, 而高光谱图像经过数据预处理和大气校正后可消除非线性效应。因此, 蚀变信息提取一般采用线性混合模型即可满足需求。

### 1.2 MTMF 模型

MTMF 是混合调制匹配滤波的简称, 是线性混合理论和匹配滤波技术相结合的综合方法(王润生等, 2007)。MTMF 利用线性波谱混合理论, 假定像元中各端元含量为正且总和为 1, 来约束可行性混合结果, 并减少虚假信号出现的概率; 利用匹配滤波技术通过最大化响应已知端元波谱, 压制复合未知背景的波谱, 从而匹配已知波谱信号。MTMF 模型降低矿物的检出限, 从而识别出其他方法难以检测出的微量矿物成分, 十分适合进行亚像元尺度的蚀变信息丰度提取。

## 2 SASI 图像蚀变信息提取应用

### 2.1 SASI 高光谱数据处理

SASI 是核工业北京地质研究院遥感信息与图像分析技术国家级重点实验室从加拿大引进的航空高光谱测量系统中的短波红外高光谱传感器, 波段范围为 950-2450nm, 连续光谱通道数 100 个, 光谱分辨率 15nm。本文基于新疆雪米斯坦地区的 SASI 航空高光谱数据开展研究。首先对数据进行预处理, 包括辐射和几何纠正, 并采用地面同步测量的明暗地物进行经验线性法大气校正, 消除了传感器误差和大气效应的影响。

### 2.2 端元提取

端元是混合像元中的各个组分, 只代表一种地

注: 本文为中核集团优先发展技术项目成果。

收稿日期: 2015-02-28; 改回日期: 2015-03-14; 责任编辑: 章雨旭。

作者简介: 张川, 男, 1985 年生。工程师, 在读博士研究生, 高光谱遥感专业。Email:chuanzi521@163.com。

物信息。端元提取是混合像元分解的前提和关键步骤，目前基于线性混合模型的高光谱端元提取方法主要有：极小体积变换、像元纯度指数与 N-FINDR 法、凸围分析算法、迭代误差分析、迭代限制端元、序列最大角度凸围、顶点成分分析、单体增长算法、最小体积限制的非负矩阵分解和序列投影算法等(李二森<sup>①</sup>)。在端元提取之前，通常要对高光谱数据进行波段的特征选择和特征变换，即降维。根据蚀变矿物的光谱特征在短波红外波段主要体现在 2000nm 之后的特点，本文选择 SASI 数据 2000nm 之后的 31 个波段，采用最小噪声分离变换对大气校正后的 SASI 数据进行降维处理，然后运用像元纯度指数和 N-FINDR 法进行端元光谱的提取，提取了 3 种端元组分光谱(图 1)。

### 2.3 MTMF 蚀变信息提取

基于提取的 3 类组分端元，对 SASI 数据进行 MTMF 处理，得到各组分的蚀变信息提取丰度图

(图 2)，灰度越高代表丰度越高。从提取结果可以看出，在同一地区同时存在 3 类端元组分蚀变矿物，但丰度不同。因此，运用 MTMF 技术方法进行高光谱蚀变信息提取，能够更准确的表达高光谱图像混合像元内部的实际情况。

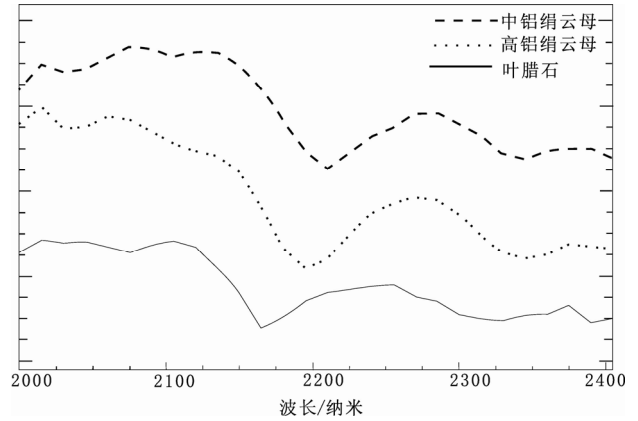


图 1 SASI 端元光谱曲线

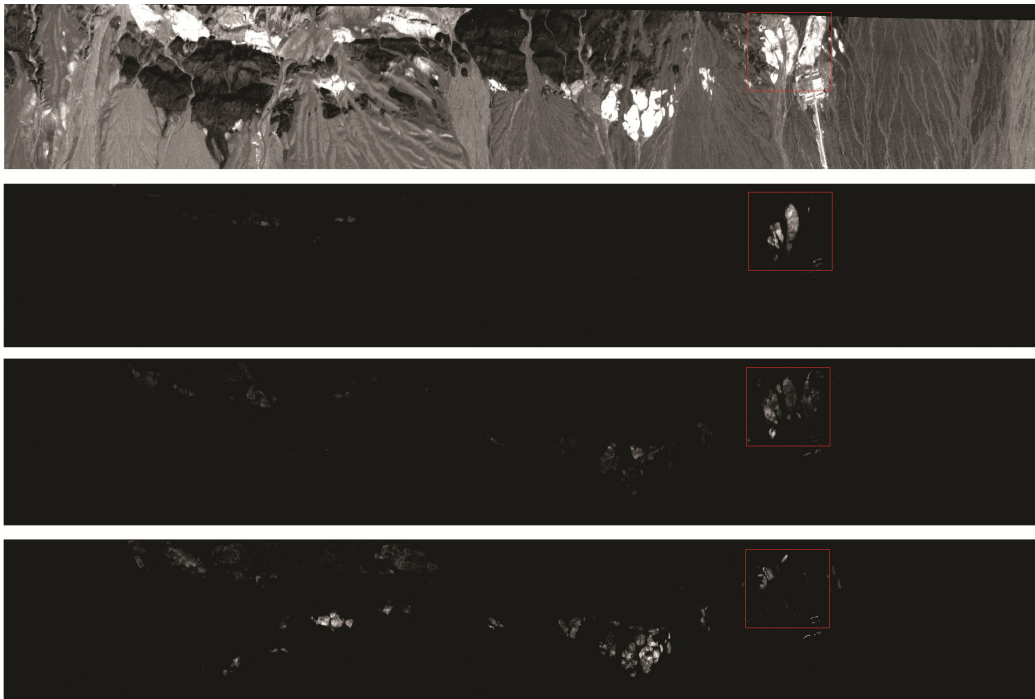


图 2 SASI 图像 MTMF 提取结果图

(从上到下依次为原始影像、叶腊石、高铝绢云母和中铝绢云母提取图)

### 注 释/ Notes

①李二森. 2011. 高光谱遥感图像混合像元分解的理论与算法研究. 导师: 朱述龙. 解放军信息工程大学博士学位论文, 1~153.

### 参 考 文 献 / References

李二森, 张保明, 宋丽华等. 2011. 线性混合模型的光谱解混算法综述. 测绘科学, 36(5): 42~43.

王润生, 杨苏明, 闫柏琨. 2007. 成像光谱矿物识别方法与识别模型评述. 国土资源遥感, 71(1): 3~7.  
 王润生, 甘甫平, 闫柏琨等. 2010. 高光谱矿物填图技术与应用研究. 国土资源遥感, 83(1): 2~10.  
 Kesbava N and Mustard J F. 2002. Spectral Unmixing. IEEE Signal Processing Magazine, 19(1): 44~56.