

地质矿产资源调查成像光谱分辨率的需求分析

杨达昌¹⁾, 张宗贵¹⁾, 陈洁¹⁾, 孙秉钊¹⁾

1) 中国国土资源航空物探遥感中心, 北京, 100083

高光谱是指在太阳光谱波段内对地物目标反射辐射能量测量的光谱波段分辨率为纳米级的技术。光谱分辨率高为其技术特点, 通常所说的高光谱遥感技术是指成像光谱技术。该技术把实验室样品、地面目标的精细光谱测量技术融合到航空、航天遥感成像技术中, 形成成像光谱遥感对地观测技术。其具有图像—精细光谱合二为一的特点, 具有从空间大尺度探测分析岩矿目标精细光谱特征的能力, 使利用遥感技术直接识别岩矿地质体中矿物的存在、矿物的丰度和成分分布变为可能。利用成像光谱开展地质矿产资源遥感调查是其技术优势发挥最好的应用领域, 同时对开展基础地质研究具有十分重要的意义。由于在不同成因条件下, 成岩成矿的光谱特征不同, 如: 特征波长位置, 吸收深度、宽度、对称性等, 因此, 根据岩矿标型光谱特征应用成像光谱数据直接识别岩矿类型, 特别是识别与成矿作用密切相关的矿化异常信息和蚀变矿物, 可以为找矿靶区圈定提供极具参考价值的信息。因此, 成像光谱技术在地质找矿和矿产资源(金、铜等金属矿床、油气、钾盐等)评价基础地质研究中能发挥重要作用。

在岩石鉴别, 矿物填图和矿化蚀变信息识别中, 成像光谱的光谱分辨率直接制约岩石分类精度、矿物填图和蚀变信息提取的可靠性。本文将在分析岩矿地质体不同谱段光谱特性基础上通过开展光谱分辨率模拟及其特征分析, 提出满足地质矿产资源调查的成像光谱的光谱分辨率。

1 岩矿反射光谱特征分析

利用光谱分析确定岩矿物理、化学特性十分有用, 进行光谱特征参数中光谱分辨率的研究显得十分必要。橄榄石是构成岩石的重要矿物, 其在 0.40~2.50 μm 上的反射光谱特性曲线位于 1.00 μm 附

近有较宽的吸收特征峰。研究表明在 1.00 μm 的特征吸收峰的波长位置随着 Mg/Fe 的比值变化, 总的飘移在 30nm 级以内(见图 1)。辉石光谱绝对反射率值是粒度的函数, 粒度小, 反射率增加。绝大部分辉石光谱特征: 两个主要吸收峰位于 1.00 μm 和 2.00 μm 附近(图 2)。

角闪石是一种成分比辉石更复杂的矿物, 因此它的反射光谱不易解释。含钙的角闪石光谱具有特征光谱, 在波长 1.00 μm , 1.40 μm 和 2.00~2.40 μm 有特征吸收峰。斜长石是另一类重要的固溶体, 构成岩石的硅酸盐矿物。其光谱反射曲线在 1.10~1.30 μm 通常具有特征波谱。研究表明这些吸收波段波长位置和吸收深度与铁离子的含量相关, 而铁离子的含量可能与钙长石的含量相关。其粒度的减小导致整体反射率增加和吸收深度变浅。可以利用高分辨率光谱数据(最小的光谱分辨率 200nm)抑制主要的(Ca、Na)和次要的(Fe)的元素丰度和粒度。粘土广泛地展示着各种光谱特性, 但是具体的矿物种类的识别常常取决于吸收波段上的吸收深度和波长位置的细微差异。对绝大多数粘土矿物而言, 研究发现对于矿物种类识别的最有用的波长范围位于 1.40 μm , 1.90 μm 和 2.20~2.50 μm 。在这些波长位置上的光谱分辨率一般应该优于 15~20nm。碳酸盐在 0.30~2.50 μm 波段上的光谱展示许多的诊断吸收峰, 如: 1.9, 2.0 和 2.35 μm 。使用其特征波段的波长位置, 吸收深度和宽度特征可以分析其物理—化学的特性, 其中包括种类别, 微量元素含量, 晶体的位置畸变和对称性。

收稿日期: 2015-01-02; 改回日期: 2015-03-03; 责任编辑: 章雨旭。

作者简介: 杨达昌, 男, 1983 年生, 本科, 工程师, 遥感科学与技术专业。Email: 187369859@qq.com。

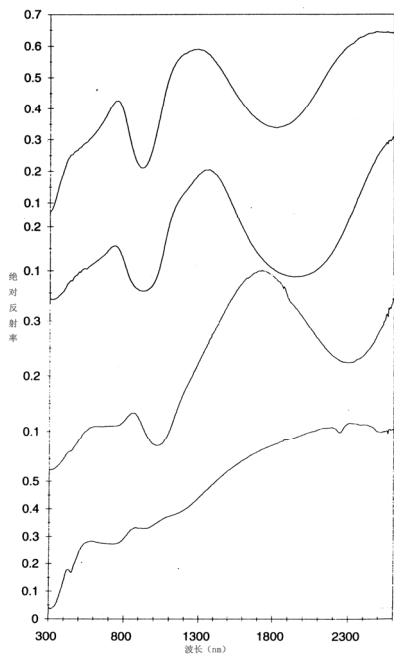


图1 橄榄石光谱曲线

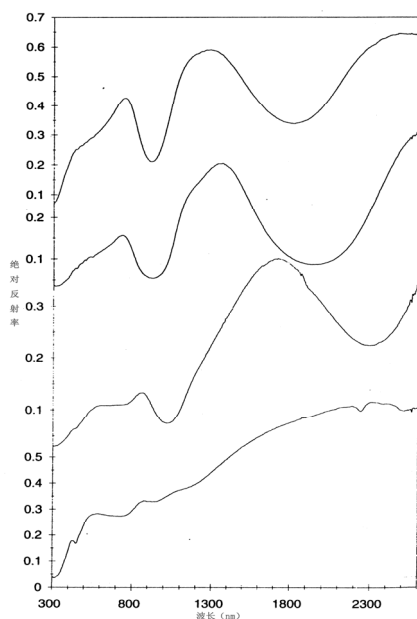


图2 辉石光谱曲线

2 光谱分辨率的变化

超光谱遥感成像系统能获取遥感景观中每一个像元数十到数百波段的光谱信息, 该系统的出现和持续发展将使开发有效而精确的分析海量数据成为必要。开发和用的数据分析技术将取决于研究目的和所要求的精度。高光谱分辨率的地质研究结

果表明超光谱遥感具有地质制图与勘查的潜力, 空间分辨率的增加将促进更为详细的地表岩矿填图技术。光谱分辨率影响从光学遥感图像中衍生地质信息的定性和定量化分析, 进而影响遥感地质应用解译。国外地质遥感专家对岩性识别分析对比了高光谱与宽波段遥感数据, 在所有情况中, 较高的光谱分辨率数据能提供较高的分类精度, 而宽波段传感器数据仅具有有限的岩性填图能力。在一些光谱诊断矿物出现的基础上, 使用野外光谱, 陆地卫星 TM 影像只能提供一些泛泛的岩性区分, 不具有区分一些热液蚀变和非蚀变岩石类型的能力。King and Clark 和 Clark et al.对各种矿物测量了高分辨率的反射率光谱, 结果表明在 2.0~2.5 μm 范围内的高分辨率的光谱数据具有增强岩性区分的能力。一些诊断吸收特征峰波段的波长位置和吸收深度被发现与各种成分参数相关, 增加光谱分辨率能够增强区分不同种类的能力。

3 结论

研究表明在成像光谱遥感地质应用中, 岩石和矿物成分区分取决于光谱分辨率, 岩矿种类不同, 其光谱特征的波长位置, 在不同谱段上所表现的差异性也不一样。在可见光、近红外上(0.40~1.00 μm)开展成像光谱填图所需要的光谱分辨率:10nm;在短波红外(1.00~2.00 μm)上因特征吸收少, 自然要求的光谱分辨率较低: 30~40nm; 在短波红外(2.00~2.50 μm)上因粘土、蚀变矿物和碳酸盐等矿物具有丰富的、窄波段的特征吸收谱带, 光谱分辨率也就要求较高:15~20nm。

参 考 文 献 / References

- 地质部情报研究所编.遥感专辑(第一辑)[M]. 1980 北京:地质出版社, 38~156.
- Ben-Dor E. and Kruse F.A.. 1995:Surface mineral mapping of makhtesh ramon negev,Israel using GER 63 channel scanner data[J]. I. Jour. Remote Sensing, Vol.16No.18, 3529~3553.
- Clark, K., G.A.Swayze, K.E.Livo, R.F.Kokaly, S.J.Sutley, J.B.Dalton, R.R.McDougal, and C.A.Gent. 2003:Imaging spectroscopy: earth and planetary remote sensing with the USGS tetracorder and expert systems [A].Journal of Geophysical Research, In Press1~83.