

遥感快速找矿系统在西准斑岩铜矿勘查中的应用

蔺启忠¹, 郭华东¹, 魏永明², 陈玉¹, 王梦飞², 李庆亭¹

(1 中国科学院数字地球重点实验室, 北京 100101; 2 中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101)

本文利用天地一体化遥感原理和思路, 针对遥感、地质“二层皮”的难题, 结合大量找矿实践建立了遥感快速找矿系统, 它融合了以岩矿光谱为核心的多元数据获取、处理和应用方法, 并强化对遥感信息产品的真实性检验。遥感快速找矿系统对于新疆西准地区矿产地质勘查具有其他手段无法替代的优势。

1 遥感快速找矿系统技术体系

遥感快速找矿系统是以野外光谱仪 (ASD)、X-射线荧光矿物分析仪与 GIS、GPS 等小、快、灵测试分析仪为基础的集成系统, 辅以自主研发的数据处理软件, 具有光谱数据处理与岩石、矿物、元素三种空间尺度专题应用模块。它既能作为遥感信息应用系统, 对图像数据进行真实性检验、定标、校正和参数反演研究, 也可进行成矿地质条件遥感评价。遥感快速找矿系统包括以下四部分 (如图 1 所示):

(1) **数据获取:** 主要包括岩石矿物光谱数据、矿物组分分析数据、遥感影像以及相关辅助数据。

(2) **数据预处理:** 包括岩矿光谱数据的去噪和平滑、遥感影像数据的几何校正和反射率反演。

(3) **信息提取与建模:** 基于岩矿实测光谱的信息提取和建模是遥感快速找矿系统的核心, 主要包括以下三类。一是采用常规方法进行岩性识别和蚀变矿物填图 (Kruse et al, 2003; Hubbard et al, 2003); 二是依据统计特征建立不同类别蚀变矿物的光谱的判别函数 (刘庆杰等, 2008; 陈玉等, 待刊), 依据光谱指标和组分信息之间的关联度建立遥感信息定量提取模型 (刘苗等, 2010); 三是建立光谱地质剖面。光谱地质剖面包含沿剖面线的蚀变矿物或组合的相对丰度 (李庆亭, 2009)。通过对光谱地质剖面在空间维、光谱维特征变化的研究, 确立遥感信息提取的多尺度参数及其时间和空间序列, 从整体上把握成矿地质要素的时空分布特征及其配置模式, 为区域矿产遥感评价提供全面、系统的参考依据。

(4) **应用分析:** 对地质要素和矿化信息的精准鉴别, 建立时空序列和组合模式等。

2 西准斑岩铜矿遥感快速勘查试验

研究区位于准噶尔盆地西北缘, 属天山准噶尔晚古生代造山带的一部分。由于哈萨克斯坦—准噶尔板块双向俯冲造成侧向增生, 强烈的岩浆作用形成火山岩型铜多金属矿带、斑岩铜钼矿带与浅成低温金成矿带。

2.1 包古图斑岩信息提取与建模

为建立遥感找矿模型, 对 V 号岩体进行钻孔岩芯蚀变矿物填图 (图 2a), 对 II 号岩体进行光谱地质剖面制图 (图 2b)。可以看出在岩体与围岩的内外接触带上以及岩体内后期岩脉侵入位置均在很强的蚀变, 特别是在内接触带上, 蚀变较强, 地表出露的岩体及围岩蚀变出现明显分带, 从岩体中心依次出现绢云母化和青磐岩化, 地表岩体和围岩普遍存在褐铁矿化。在此基础上, 建立了该区斑岩铜矿蚀变矿物分带模式, 如图 2c 所示。西准地区斑岩铜矿蚀变矿物分带模式表明: ① 以绿泥石化、黄铁矿化为主的蚀变带, 位于蚀变带的最外圈, 矿化较弱; ② 以石英-绢云母化为主的蚀变带, 其位于蚀变分带的中间, 往往代表中高温热液作用为主的矿化, 为矿化最好的位置; ③ 以钾化为主的蚀变带, 矿化主要为岩浆结晶分异时同期产生的成矿元素富集, 通常品位不高。钾化带外围的石英绢云母化带为主要的成矿区域, 此区域最远距岩体中心 1.5 km。再外围以绿泥石化为主的蚀变带成矿较差, 但仍可成矿, 最远距岩体中心 2.5 km。

2.3 岩体的识别与蚀变矿物填图

在谢米斯台、萨吾尔等地开展大范围的岩体识别和特征提取,发现大量前人未标注的铜矿化的小岩体,图 3a 为阿吾士奇附近的小岩体,其直径约 1.2 km。针对研究区的蚀变(钾化、石英-绢云母化、铁矿化等)对研究区进行了蚀变提取,经阈值分割后得到研究区的蚀变分布图,如图 3b 所示。自蚀变高值区往外到距离岩体中心最远 1.5 km 的区域对应斑岩型铜矿蚀变模型的石英-绢云母化带,即主要的成矿带(图 3c 两条红线之间的区域)。

2.4 遥感找矿靶区圈定

对于斑岩型铜矿,研究成矿有利区的断裂系对掌握研究区矿床的分布规律起着重要的作用。对于阿吾士奇小岩体,可以发现其北部有两条左行走滑断裂穿过(图 3c)。根据 Reidel 模式,可知阿吾士奇小岩体北部地区相当于受到了 NE30°方向的挤压应力和 NW300°的拉应力,在 NE40°方向上产生了大量张裂隙,其与其他性质的断裂之间的交点往往具最佳的成矿条件。矿床通常都分布于地化异常外围周边,即图 3c 中天蓝色虚线圈定的区域内。综上,预测矿床主要分布于图 3c 中橙色线圈定的区域内,就位于北东 40°的张裂隙中。经野外验证,共发现 18 处铜矿(化)点。

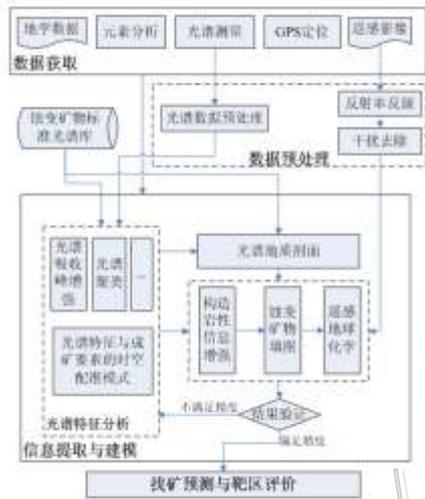


图1. 遥感快速找矿系统研究方法流程

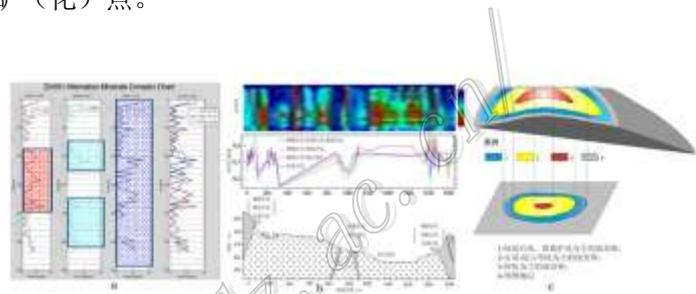


图2. 基于光谱的蚀变填图和斑岩铜矿蚀变分带模式



图3. 遥感岩性和蚀变信息提取及靶区圈定

3 结论与讨论

遥感快速找矿系统集成识别、鉴定、分析、预测为一体,以测谱技术的原理和方法为纽带,强化地学宏观—微观、室内—室外研究的结合,突出地球多尺度空间信息机理的融合,拓展了遥感找矿思路和勘查方法,它是天地一体化遥感的有机组成部分,是实现遥感信息真实性检验、点—面转换、尺度转换的有效工具,可大幅度提高遥感找矿效能,光谱地质剖面综合了高光谱技术与地质研究方法,提取成矿地质要素的时间、空间序列以及配置模式,是揭示成矿规律和成矿预测的有效途径,也是遥感快速找矿与评价的地质依据。

参考文献

陈 玉, 蔺启忠, 魏永明, 王梦飞, 李 惠. 基于野外实测光谱统计分析的蚀变矿物填图[J]. 光谱学与光谱分析, 待刊.
 李庆亭. 2009. 基于光谱诊断和目标探测的高光谱岩矿信息提取方法研究[D]. 中科院遥感所: 博士论文.
 刘 苗, 蔺启忠, 王钦军, 李 慧. 2010. 基于反射光谱的铜元素地球化学异常研究[J]. 光谱学与光谱分析, 30(5)
 刘庆杰, 蔺启忠. 2008. 基于免疫网络的遥感影像分类算法[J]. 计算机工程与应用, 44(23): 24-27.
 Hubbard B E, Crowley J K, Zimelman D R. 2003. Comparative Alteration Mineral Mapping Using Visible to Shortwave Infrared (0.4~2.4μm) Hyperion, ALI, and ASTER Imagery[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 41 (6) :1401-1410.
 Kruse F A, Boardman J W, Huntington J F. 2003. Comparison of Airborne Hyperspectral Data and EO-1 Hyperion for Mineral Mapping[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 41 (6) :1388-1400.