

新疆雪米斯坦地区铀金矿区蚀变分带 Hypsex 地面成像光谱特征研究

叶发旺^{1,2)}, 张川^{1,2)}, 武鼎^{1,2)}, 徐清俊^{1,2)}, 刘洪成^{1,2)}, 孟树^{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

地面成像光谱技术是以地面或台架为平台, 利用成像光谱仪获取“图谱合一”的高光谱遥感数据的遥感前沿技术。该技术既能象 Hyperion 卫星高光谱和 Hymap、CASI/SASI 航空高光谱那样获取丰富的多达几百个波段的光谱信息, 同时又能获得具有精细空间分辨率的图像信息, 而且便于移动, 进行快速数据获取。因此, 适合对地物进行大尺度探测与精细识别。在国外, 地面成像光谱技术应用较广, 在钻孔岩心高光谱编录、野外地质剖面研究、选矿应用等方面越来越受到重视, 并取得了很好应用效果, 成为地质矿产勘查研究中的另一种重要的高新技术。2012 年, 核工业北京地质研究院遥感重点实验室引进了国际先进的 Hypsex 地面成像光谱测量系统, 为地质矿产勘查研究提供了重要新技术手段。该系统已在我国铀矿科学深钻全尺度岩心高光谱扫描、铀矿田钻孔岩心蚀变矿物高光谱填图等方面进行了应用, 并积极拓展到其他非地矿领域。新疆雪米斯坦地区是重要的火山岩成矿带, 前人已在该带发现了白杨河铀(钍)矿床和哈尔曼金矿床。本文着重阐述 Hypsex 地面成像光谱技术在雪米斯坦地区白杨河铀矿床、哈尔曼金矿床等矿区蚀变分带研究中的应用, 分析和发现这些矿区流体蚀变平面和剖面的精细分带特征, 为研究矿床流体活动特征提供新依据; 同时也在向广大地质工作者介绍这种可用于野外地质剖面研究的新技术及其应用前景。

1 Hypsex 测量系统构成及数据获取

Hypsex 地面成像光谱测量系统由可见光-近红外高光谱传感器 VNIR-1600、近红外-短波红外高光

谱传感器 SWIR-320、测量旋转平台、测量台架、数据采集计算机及软件等组成。其中, VNIR-1600 光谱覆盖范围 400~1000nm, 光谱分辨率 3.7nm, 波段数 160 个; SWIR-320 光谱覆盖范围 1000~500nm, 光谱分辨率 5 nm, 波段数 256 个。系统获取数据的空间分辨率随测量设备与探测目标之间距离的远近而变化。2013 年 9 月, 为了开展 Hypsex 地面成像光谱技术研究及地质应用, 在新疆雪米斯坦地区分别获取了白杨河铀矿床北缘杨庄岩体与外围火山岩接触带的南北向地质剖面、哈尔曼金矿区大规模蚀变出露区的水平地质剖面、以及地表金矿体出露地段的纵剖面等野外地质剖面的 VNIR-1600 数据和 SWIR-320 数据, 以及参考白板的成像光谱数据。数据获取时光照条件好, 图像清晰, 为本次研究提供了重要数据基础。

2 数据处理与矿物填图

为了从获取的 Hypsex 地面成像光谱数据中提取蚀变矿物信息, 在室内需分别对 VNIR-1600 和 SWIR-320 两种成像光谱数据进行数据预处理和矿物填图。本文在预处理中, 辐射校正利用 Hypsex 测量系统自带的软件进行处理; 大气校正和光谱重建则利用同步测量的白板的参考光谱, 采用经验线性法进行处理。经预处理后, 成像光谱数据实现了从 DN 值到反射率的转换, 为矿物填图提供了基础。矿物填图采用 ENVI 遥感图像处理软件中的沙漏技术流程, 并利用“光谱沙漏向导”功能逐步进行 MNF 变换—PPI 计算—N 维散点分析—端元识别—MTMF 矿物填图等处理, 实现从成像光谱数据中提取蚀变矿物信息。通过上述处理和矿物填图, 获得

注: 本文为中核集团优先发展技术项目的成果。

收稿日期: 2014-12-20; 改回日期: 2015-03-13; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 叶发旺, 男, 1974 年生, 博士, 研究员, 遥感地质专业。Email: yfwbeijing2008@sina.com。

了新疆雪米斯坦地区白杨河铀矿区、哈尔曼金矿区的多个地质剖面的地面成像光谱矿物分布图。

3 结果分析

3.1 白杨河铀矿床北缘南北向剖面蚀变分带特征

白杨河铀(钍)矿床矿化主要位于花岗斑岩体与外围古生代火山岩接触带的内带。通过 Hypspx 地面成像光谱矿物填图,在该矿床北缘岩体与外围火山岩接触带的南北向剖面中,识别出了赤铁矿、高 Al 绢云母(光谱吸收位置在 2195~2200nm)、中 Al 绢云母(光谱吸收位置在 2200~2210nm)等流体蚀变矿物。从分布规律上看,自北向南,从远离接触带的外围火山岩→接触带附近的火山岩→接触带附近花岗斑岩→远离接触带的花岗斑岩,发育中 Al 绢云母→高 Al 绢云母→赤铁矿→蚀变不发育的蚀变分带特征。也就是说,在接触带附近的内外带,分别强烈发育赤铁矿化和高 Al 绢云母化蚀变,而且这些蚀变分布与前人早期发现的位于杨庄岩体北缘接触带附近的铀矿化分布相吻合。

3.2 哈尔曼金矿床蚀变分带特征

哈尔曼金矿床是地质队在 20 万区域化探资料的基础上,经过大比例尺的勘查和钻探工作,近几年刚发现的金矿床。矿区西部出现规模较大的白色夹灰绿、灰红色蚀变,地势平坦;矿区东部为一近南北走向的孤立的,山脊两侧陡峭,是两个较好的地质垂向剖面。整个山脊上部出露一套极其坚硬的灰色、浅灰色次生石英岩,下部为白色夹黄绿色蚀变岩,金矿化主要赋存在次生石英岩中。通过前述的 Hypspx 地面成像光谱技术对矿区水平和垂向剖面的矿物填图,在哈尔曼金矿区识别出高 Al 绢云母、叶腊石、迪开石、高岭石、叶腊石迪开石混合等蚀变矿物。在地表水平横向剖面,高 Al 绢云母主要分布矿区西部最外围,直接与未蚀变火山岩接触,叶腊石主要分布在矿区北部、西部较广范围,迪开石主要分布在矿区南部及中部地段;叶腊石迪开石混合物主要分布在矿区中部地段。因此,从该横向剖面来看,金矿区的流体蚀变作用具有比较明显的分带性,即由外向内依次发育高 Al 绢云母—叶腊石—迪开石—叶腊石迪开石混合的蚀变分带特征。在南北向陡峭山脊的垂向剖面,由上至下依次发育弱蚀变的次生石英岩、高 Al 绢云母、高岭石、叶腊石、迪开石等蚀变矿物,总体上具有:顶部为金矿化的次生石英岩,中部为高 Al 绢云母

为主蚀变,下部为叶腊石、迪开石、高岭石等矿物组合的蚀变的分带特征。从蚀变矿物成因学来说,叶腊石、迪开石、高岭石为酸性蚀变,高 Al 绢云母为偏中性蚀变,因此,哈尔曼金矿区主要发育一套以酸性—中性为主的蚀变矿物组合,反映蚀变流体具有酸性—中性的演化特征;由蚀变矿物叶腊石、迪开石、高岭石、高 Al 绢云母等组合而成的蚀变带通常称为高级泥化带,具有高硫型成矿流体系统的蚀变特征。美国西部、西澳、我国福建紫金、西藏念村等地区的金、铜矿成矿区均出现了这种高级泥化带蚀变(Phil Bierwirth et al,2002; Fred A et al,2006; 杨志明等,2012),是一种重要的金、铜矿成矿有利蚀变组合。因此,雪米斯坦地区哈尔曼金矿区发现这类高级泥化带蚀变矿物组合具有重要意义,它表明雪米斯地区具有形成与高级泥化带蚀变有关的金矿、铜矿的流体蚀变作用,为开拓金、铜矿找矿提供了依据和新思路。

4 结论

利用 Hypspx 地面成像光谱技术分别在新疆雪米斯坦地区的铀矿区和金矿区识别出了赤铁矿、高 Al 绢云母、中 Al 绢云母等蚀变矿物和高 Al 绢云母、叶腊石、迪开石、高岭石等蚀变矿物组合,发现了白杨河铀矿区北缘接触带存在明显的蚀变分带特征,发现了哈尔曼金矿区与金成矿有关的高级泥化带蚀变及其在横向、垂向的明显分带特征,充分显现出 Hypspx 地面成像光谱技术在野外地质剖面蚀变识别及分布规律研究中具有重要的技术优势和应用前景。同时,此次发现的高级泥化带蚀变也为整个雪米斯坦地区金、铜矿找矿提供了新思路。

参 考 文 献 / References

- 杨志明,侯增谦,杨竹森,等. 2012. 短波红外光谱技术在浅剥蚀斑岩铜矿区勘查中的应用—以西藏念村矿区为例[J]. 矿床地质, 31(4): 699~717.
- Fred A.Kruse, Sandra L, Alejandro. 2006. District-level Mineral Survey Using Airborne Hyperspectral Data, Los Menucos, Argentina[J]. ANNALS OF GEOPHYSICS, 49(1): 83~92.
- Phil Bierwirth, David Huston, Richard. 2002. Hyperspectral Mapping of Mineral Assemblages Associated with Gold Mineralization in the Central Pilbara, Western Australia[J]. Economic Geology, 97: 819~826.