

新疆雪米斯坦地区与高级泥化带有关的金矿化 航空高光谱遥感发现及意义

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

新疆雪米斯坦火山岩带是重要的火山岩成矿带。前人工作已在整个火山岩带发现了白杨河铀钍矿床和一些铀、钼、铜等铀多金属矿点, 铀多金属矿产找矿潜力大(王谋等, 2013), 是近些年各种与地质矿产勘查相关的研究工作的热点。近几年, 核工业二一六大队等单位在 20 万区域化探资料的基础上, 通过进一步勘查工作, 在雪米斯坦地区发现了哈尔曼、乌什加杂依提等金矿床(点), 显示出了雪米斯坦火山岩带存在较好的金矿找矿前景。然而, 在以往公开发表的研究成果中, 很少提及该火山岩带金矿化特征或与金矿找矿相关的信息。可以说, 雪米斯坦火山岩带的金矿成矿特征和找矿前景很少为人关注。航空高光谱遥感技术是当前国内外地质找矿中最有效果的新技术之一(Phil Bierwirth et al., 2002; 叶发旺等, 2013; 任广利等, 2013)。2011 年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在雪米斯坦火山岩带开展了旨在促进铀及多金属矿产勘查的 CASI/SASI/TASI 航空高光谱遥感测量, 为该带的铀、铜、钼、金等矿产的深入勘查提供了重要的新技术手段。本文着重探讨利用获取的航空高光谱遥感数据对该火山岩带南缘哈尔曼金矿床的探测研究, 旨在阐述发现的与金矿化相关的高级泥化带蚀变特征及找矿意义, 为整个火山岩带的金矿勘查提供新思路, 促进金矿找矿新突破。

1 数据类型及处理方法

研究区航空高光谱遥感测量获取的高光谱数据包括 CASI、SASI、TASI 等三种航空高光谱遥感数据。其中, CASI 共 48 个波段, 光谱覆盖范围 404~

1047nm, 光谱分辨率 14nm, 空间分辨率 0.8 m; SASI 数据共 101 个波段, 光谱覆盖范围 950~2 450nm, 光谱分辨率 15 nm, 空间分辨率 1.8 m; TASI 数据共 32 个波段, 光谱覆盖范围 8000~11500nm, 光谱分辨率 125 nm, 空间分辨率 1.8 m。此次研究主要使用的是 SASI 数据。为了从数据中获取与金矿化相关的蚀变信息, 需要对 SASI 数据进行了处理。辐射校正和几何校正是在加拿大 ITRES 公司提供的航空高光谱 CASI/SASI 测量系统配套的预处理软件中实现的; 大气校正和光谱重建是利用基于准同步测量的“白布和均匀地物光谱”的经验线性法进行的; 矿物填图采用沙漏技术流程, 利用 ENVI 遥感图像处理软件中的“光谱沙漏向导”功能和混合调制匹配滤波技术、最小密度分割法等步骤进行的。通过上述数据处理和矿物填图过程, 实现了由航空高光谱遥感数据到蚀变矿物信息的转化, 为哈尔曼金矿化区高级泥化带识别与发现提供了重要技术手段。对发现的高级泥化带蚀变进行了野外调查和地面 ASD 便携式光谱测量验证。

2 结果分析

哈尔曼金矿床位于雪米斯坦火山岩带中部南缘, 产于泥盆纪灰黑色夹紫红色安山岩、安山质火山岩中。经过 SASI 航空高光谱遥感矿物填图, 在矿区发现了 4 个矿物端元曲线(图 1)。曲线 1 以 2167nm 为主要吸收特征; 曲线 2 以 2165nm 和 2195nm 双吸收为诊断特征, 且 2165nm 显示为明显谷; 曲线 3 以 2165nm 和 2195nm 双吸收为诊断特征, 但 2165nm 显示为吸收坎, 吸收深度不及曲线 2; 曲线 4 以 2195nm 为主要吸收特征, 其次在

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。

2330nm 有次级吸收。经过与 ENVI 软件中的 JPL 光谱库中的标准矿物曲线相比较和匹配,上述四个端员曲线分别可以识别出的蚀变矿物是叶腊石,迪开石、高岭石,以及高 Al 绢云母。这些蚀变矿物的端员曲线吸收特征和形态与国外通过 Hymap、AVIIRIS 等航空高光谱遥感探测的十分相似(Phil et al,2002;Fred et al,2006)。通过对哈尔曼金矿区上述四种蚀变矿物的精细填图和空间分布特征分析,发现金矿区上述四种蚀变分布范围逐渐变小:即高 Al 绢云母分布在矿区最外围,分布范围最广,直接与未蚀变的火山岩接触;然后是发育大规模的叶腊石蚀变,分布范围较大;再次是发育迪开石,分布范围比叶腊石小;最后是高岭石,分布范围最小。这四种蚀变在空间分布上显现出较明显的高 Al 绢云母—叶腊石—迪开石—高岭石的分带特征。

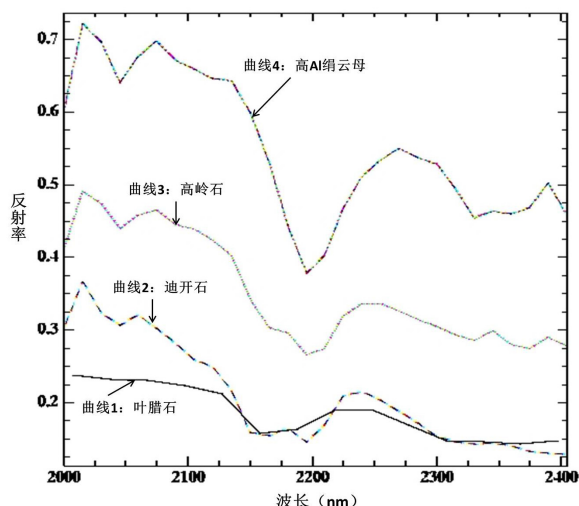


图 1 哈尔曼金矿区蚀变岩航空高光谱遥感端员曲线

经过野外地面调查和使用 ASD 便携式地面光谱仪的逐点逐线测量及曲线分析,进一步证实了在哈尔曼金矿区航空高光谱遥感识别和发现的叶腊石、迪开石、高岭石、高 Al 绢云母等蚀变矿物是正确的,且具有前述的明显的空间分带特征。在国内外矿床蚀变研究中,将具有叶腊石、明矾石、迪开石、高岭石、高 Al 绢云母等蚀变矿物组合称为高级泥化带,是一种可能与岩浆流体的沸腾作用产生的一套酸性蚀变组合,是一种重要的金矿、铜矿找矿标志。这种与高级泥化带蚀变密切相关的金、铜矿床在国内外不少见。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。一方面,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,为开拓金矿找矿提供了依据和新思路。另一方面,由于这套高级泥化带蚀变矿物在短波红外具有明显的可诊断光谱特征,使高光谱遥感技术在雪米斯坦地区的金、铜矿找矿中具有重要的技术优势,可以为找矿突破提供重要的找矿线索。作者已根据航空高光谱遥感在整个雪米斯坦地区发现的高级泥化带及找矿新思路,预测了多片金、铜找矿靶区。有的靶区处于前人利用化探等资料申请的矿权区内,而有的则是全新的找矿靶区,经野外查证和地化分析,在多片新靶区内发现了明显的金、铜异常,显示出本文新思路的重要找矿价值和新找矿靶区的重要找矿前景。

3 结论

本文利用航空高光谱遥感技术在新疆雪米斯坦地区发现了哈尔曼已知金矿床具有由“叶腊石、迪开石、高岭石、高 Al 绢云母”蚀变矿物组合的高级泥化带。该发现开拓了雪米斯坦地区金矿找矿的新前景,对促进铜矿找矿早日实现突破亦具有重要意义。同时,该发现为高光谱遥感技术在雪米斯坦地区金、铜矿找矿中发挥重要作用提供了依据。已开展的相关高光谱遥感找矿预测工作和发现的全新的金、铜异常充分证明了高级泥化带发现的价值和意义。

参 考 文 献 / References

- 任广利, 杨军录, 杨敏. 2013. 高光谱遥感异常提取在北山金滩子-明金沟地区成矿预测中的应用[J]. 大地构造与成矿学, 37 (4): 765-776.
- 王谋, 王果, 李晓峰, 等. 2013. 新疆雪米斯坦火山岩带南翼铀多金属成矿控制因素分析[J]. 新疆地质, 31 (1): 71-75.
- 叶发旺, 王存, 张川, 等. 2013. 航空高光谱遥感技术在新疆雪米斯坦铀多金属矿产勘查中的应用研究[J]. 地质论评. 59 (增刊): 930-931.
- 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.