

斑岩铜矿典型蚀变带矿物信息遥感提取方法研究

杨日红^{1,2)}, 李志忠³⁾, 靳娟⁴⁾

1)国土资源部航空地球物理与遥感地质重点实验室, 北京, 100083; 2)中国国土资源航空物探遥感中心, 北京, 100083; 3)中国地质调查局油气资源调查中心, 北京, 100037; 4)首都师范大学, 北京, 100048

近年来, 铜矿作为我国大宗紧缺固体矿产资源, 对外依存度长期处于高位 (70%±), 铜矿找矿已成为我国乃至全球找矿工作的热点之一, 特别是斑岩铜矿床, 由于它是全球铜资源量 (约占 60%) 和储量 (约 65%) 最大的铜矿床类型, 尽管其品位低, 但矿化均匀, 且具有规模大、埋藏浅和易开采的特点, 同时也是全球钼、铼、金和银等矿产的主要来源 (John D. A., et al. 2010; 施俊法等, 2010); 另外, 斑岩铜矿多为大型-特大型矿床, 具有特定的蚀变组合及其分带性。国内外很多学者利用 ETM 或 ASTER 卫星数据开展了针对性的研究 (Rowan, L. C. et al., 2006; Geng Xin-xia et al., 2008), 并提取出与矿区蚀变特征较吻合的铁染和羟基异常, 为斑岩铜和铜多金属找矿工作提供指示信息。笔者通过安第斯斑岩成矿带、中亚-蒙古带和班公湖-怒江成矿带斑岩铜矿遥感探测与评价技术研究, 发现利用 ASTER 多光谱卫星数据, 可以有效的提取出斑岩铜矿典型蚀变带矿物组合信息, 即泥化-绢英岩化类和青磐岩化带蚀变矿物组合, 为斑岩铜矿找矿勘查提供重要的示矿信息。

1 典型蚀变带矿物组合提取依据

全球斑岩铜矿从内到外具有典型的蚀变分带性, 以安第斯成矿带斑岩铜矿为例, 发现其含矿斑岩的中心及其深部发育钾化蚀变带, 蚀变矿物有钾长石、黑云母及绢云母, 向外发育石英绢云母化蚀变带 (主要蚀变矿物为石英、绢云母、黄铁矿等), 而最外带是青磐岩化蚀变带, 范围较大, 主要蚀变矿物有绿泥石、绿帘石、方解石等; 除上述典型的蚀变分带外, 还经常有次生泥化带 (高岭石-蒙脱石化)、次生黑云母化及硅化带发育。另外, 一般在矿体上部普遍可见有红帽 (即铁帽, 大部分由黄

铁矿或赤铁矿被氧化淋滤而成的褐铁矿帽) 及绿帽 (有铜的硫化物被淋滤氧化而成的孔雀石、硅孔雀石带)。这正是利用多光谱卫星数据开展蚀变矿物组合信息提取的重要前提条件。

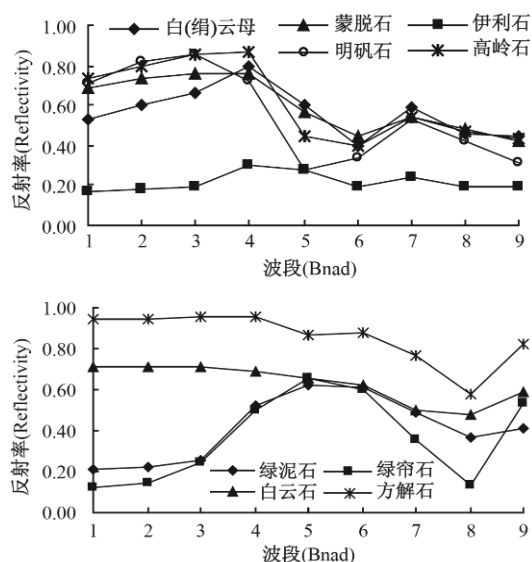


图 1 研究区典型蚀变矿物对应 ASTER 数据的反射率曲线

在研究 ASTER 数据蚀变矿物信息提取方法的过程中, 基于 USGS 标准波谱数据库, 重建了研究区主要蚀变矿物在 ASTER 卫星数据的反射率曲线 (图 2), 综合分析后发现由绢云母、高岭石、蒙脱石、伊利石和明矾石等组成的泥质岩化和绢英岩化类矿物具有在 2.2 μm 有明显吸收谷 (对应 ASTER 数据的 B6), 在 B4 有高反射峰, B7 有较高反射峰等特征 (图 2 (a)). 另外, 由绿泥石、绿帘石和碳酸盐化 (方解石和白云石) 等组成的青磐岩化蚀变矿物在 2.3 μm 附近具有吸收谷, 对应 ASTER 数据 Band8 (图 2 (b)), 同时具有 B4 高反射峰以及在 B9 具有相对较高反射峰特征。据此, 分别建立 ASTER 数据 B1467 和 B1348 主成分分析模型, 可以分别提取典

型蚀变带中泥化-绢英岩化类和青磐岩化蚀变矿物组合信息。

2 典型实例分析

本文以秘鲁南部阿雷基帕-托克帕拉斑岩铜矿区为例, 基于上述典型蚀变矿物信息提取的方法, 完成了的该区的泥化-绢英岩化类和青磐岩化蚀变矿物组合信息的提取, 蚀变矿物组合分布与区内已知的塞罗维德、查皮、夸霍内、奎拉维科(图 2)和托克帕拉斑岩铜矿区蚀变带十分吻合, 而在两处铜矿床之间仍具有较好的金字塔型蚀变矿物组合分布特征, 通过高分辨的卫星影像图发现该区已部署的大规模的地面勘查工程。另外, 在塞罗维德铜矿床南约 20km 处, 除了具有较好的泥化-绢英岩化类蚀变矿物组合外, 还具有侵入岩形成的环形构造, 以及与该区控矿构造平行的北西向断裂, 据此圈定该部位为斑岩铜矿遥感找矿有利区(杨日红等, 2012)。



图 2 奎拉维科斑岩铜矿矿区典型蚀变带矿物信息分布图

3 结论与讨论

通过全球多个成矿带斑岩铜矿典型蚀变带矿物提取方法研究, 发现利用 ASTER 数据 B1467 的主成分分析模型可以提取出白(绢)云母、高岭石、蒙脱石、明矾石和伊利石等泥化-绢英岩化类蚀变矿物组合信息; 构建 ASTER 数据 B1348 的主成分分析模型, 同时满足 B9 的反射率大于 B8 的反射率, 可以提取出绿泥石、绿帘石和方解石等青磐岩化带蚀变矿物组合信息。经与已知斑岩铜矿矿区对比和重点部位高分辨率卫星影像图佐证, 发现所提取结果具有一定的可靠性。由于全球的斑岩铜矿几乎都发育由以石英、绢云母构成的绢英岩化带, 而且目前已发现的斑岩型铜矿中均广泛发育青磐岩化蚀变带, 可见利用该方法所提取的斑岩铜矿典型蚀变带信息, 能为斑岩铜矿找矿提供重要的指示标志。

参考文献 / References

- John D.A., Ayuso R.A. and Barton M.D., et al. Porphyry copper deposit model[R]. Scientific investigations report 2010-5070-B, 2010
- Rowan, L.C., Robert G. Schmidt, John C. Mars. Distribution of hydrothermally altered rocks in the Reko Diq, Pakistan mineralized area based on spectral analysis of ASTER data[J]. Remote Sensing of Environment, 2006, 104:74-87
- 耿新霞, 杨建民, 张玉君, 等. ASTER 数据在浅覆盖区蚀变遥感异常信息提取中的应用——以新疆西准噶尔包古图斑岩铜矿岩体为例[J]. 地质论评, 2008, 54(2):184-191
- 施俊法, 唐金荣, 周平等. 找矿模型与矿产勘查[M]. 北京: 地质出版社, 2010, 19-132
- 杨日红, 李志忠, 陈秀法. ASTER 数据的斑岩铜矿典型蚀变矿物组合信息提取方法——以秘鲁南部阿雷基帕省斑岩铜矿区为例[J]. 地球信息科学学报, 2012, 14(3):411-418