

基于实测光谱和 ASTER 的西藏泽当热液蚀变矿物填图

黄照强

中国冶金地质总局矿产资源研究院, 北京, 100025

利用遥感数据进行地质填图和找矿已经有几十年了, 遥感技术已经成为地质填图和找矿的重要手段之一。随着 ASTER 数据的发射成功, 尤其是其 6 个 SWIR 波段数据为区分粘土矿物提供了支持, 在遥感地质找矿领域, 利用 ASTER 数据进行蚀变矿物制图、岩性区分、地质找矿等越来越广泛, 应用成果越来越多[2-11]。大多数研究者是采用采集研究区样品数据并测量光谱, 然后提取端元, 再利用获取的已知端元光谱来进行填图。由于地面实测的岩石光谱数据大部分是混合像元的光谱, 很少有纯净像元, 而且 ASTER 数据像元也是混合像元。所以本文提出一种更切合实际情况的方法, 也就是利用采集的地面光谱与 ASTER 数据光谱进行归一化计算, 将 ASTER 数据辐射值转化为近地面环境的反射率, 再利用地面光谱进行填图。

1 研究区地质背景

本研究区泽当铜多金属矿田(图 1)隶属冈底斯东段, 位于西藏自治区山南地区所在地一泽当镇的东边, 大地构造位置处于冈底斯—念青唐古拉板片次级构造单元冈底斯火山—岩浆弧构造带之东段、雅鲁藏布江弧—陆碰撞结合带北缘, 拉萨弧间盆地的南缘。区域地层由老至新递次出现: ①前奥陶系松多岩群(Ano, 黑云角闪斜长变粒岩, 石榴十字二云片岩), 呈变质核杂岩形式通过基底剥离断层与上三迭统修康群(T_3X)接触; ②三迭系为一套浅变质细碎屑岩, 往往出露在区域性 NWW 复背斜核部; ③侏罗—白垩系, 主要出露多底沟组(J_3d)、门中组(K_{1-2m})、比马组(K_1b)等含矿地层, 其中, 多底沟组主要由结晶灰岩、大理岩组成; 比马组(K_1b)主要由细晶(粉晶)灰岩(大理岩)、板岩及片理化玄武质安山岩、英安岩、细砂岩、变质片状安山质凝灰岩组成, 夹有石英角岩、透辉石—石榴石层砂卡岩; 门中组(K_{1-2m})主要由灰岩、钙质

砂岩、钙质砂质板岩等组成, 夹有(硅灰石)石榴石层砂卡岩[1]。矿化集中部位为碳酸盐相与碎屑岩相的过渡带, 后期斑岩成矿热液迭加富集部位为斑岩体的内外接触带。区域侵入岩主要形成于燕山晚期和喜山期, 其中燕山晚期侵入岩以中酸性为主, 喜山期侵入岩以酸性为主。区内岩浆活动频繁, 岩浆岩分布广泛, 主体为燕山晚期—喜山期的中酸性岩浆侵入体, 主要有中粒黑云角闪石英二长闪长岩、中粒黑云角闪花岗岩闪长岩、细粒黑云花岗岩闪长岩和粗中粒斑状黑云角闪二长花岗岩、中粗粒巨斑黑云角闪二长花岗岩、中粒钾长花岗岩等。

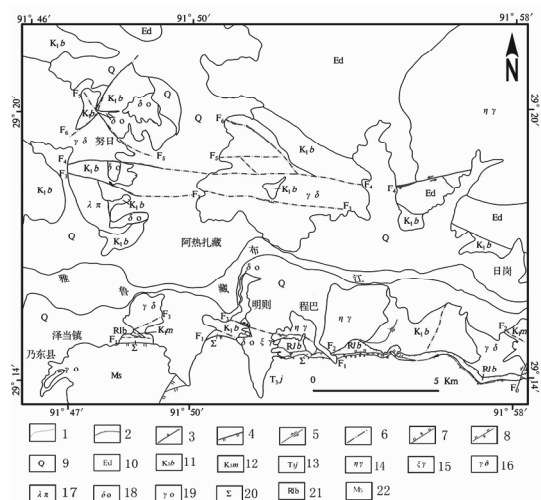


图 1 研究区地质简图

1-地质界线;2-不整合地质界线;3-逆冲(推覆)断层;4-剥离断层;5-走滑断层;6-推测隐伏断层;7-正断层;8-逆断层;9-第四系砂砾层;10-中酸性火山角砾岩;11-变质粉砂岩、安山质凝灰岩;12-凝灰质砾岩;13-三叠系变质粉砂岩;14-黑云母角闪二长花岗岩;15-钾长花岗岩;16-黑云母花岗岩闪长岩;17-石英斑岩;18-石英闪长玢岩;19-斜长花岗岩;20-超基性岩;21-罗布莎群含砾长石砂岩、花岗质砾岩;22-枕状及块状熔岩

收稿日期: 2013-03-13; 改回日期: 2013-03-31; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 黄照强。Email: hzhaoq@126.com。

2 矿物光谱特征分析和热液蚀变矿物填图

2.1 蚀变矿物光谱特征分析

提取热液矿床附近的蚀变围岩的蚀变信息是根据矿物的光谱特征,而其主要是由于成分的电子跃迁和分子振动引起的。在蚀变围岩中的蚀变矿物具有光谱特征的往往具有 CO_3^{2-} 、 Fe^{3+} 、 OH^- (Al-OH 、 Mg-OH 、 Fe-OH) 等离子或离子团,如蚀变矿物白云母、绢云母、伊利石、高岭石等是 Al-OH 矿物,绿泥石、绿帘石、黑云母等是 Mg-OH 矿物,方解石、白云石等是 CO_3^{2-} 矿物。绢云母主要针对 2200 nm 的特征波峰进行提取,但由于绢云母中铝含量的变化,可使其中心波长左右移动。绿泥石主吸收峰位于 2320~2350nm 波段,考虑到含镁绿泥石的次级吸收峰向短波方向移动至 2240 nm,含铁绿泥石的次级吸收峰向长波方向移动至 2265 nm。黑云母的吸收谱段与绿泥石极为接近,2335nm 有一个主吸收峰,2400nm 有次级吸收峰,富镁黑云母在 2385 nm 有一个次级吸收峰,可作为与绿泥石区分的一个标志;石膏的特征吸收峰位于 1940 nm;高岭石的特征吸收峰位于 2165 nm;碳酸盐的特征吸收峰位于 2320~2340 nm。

2.2 方法研究

本研究采用的 ASTER 数据是 2002 年 6 月 9 日获取的 L1B 数据,该数据已经过了部分的大气校正,通过几何校正进行图像配准后,得到研究区完整的 ASTER 影像。由于 ASTER 的 VNIR 数据是 15m 分辨率的,为了保证信息提取在相同分辨率下进行,将 SWIR 六个波段重采样为 15m 分辨率, VNIR 和 SWIR 波段组合为具有 9 个波段的 ASTER 图像。

由于 ASTER 数据采集时的大气条件和地面实测数据的大气条件不同,辐射值有很大的差异。如果需要利用地面实测光谱进行反演 ASTER 遥感数据的岩性特征,则需要将两种数据进行归一化处理使得两种数据的辐射值之间的误差尽可能的小,以便更好的满足应用需要。本文提出一种切合实际情况的改进方法,也就是利用采集的地面光谱对 ASTER 数据光谱进行归一化计算,将 ASTER 数据辐射值转化为近地面环境的反射率,再利用地面光谱进行填图。具体步骤为首先将研究区野外光谱反射率平均值进行重采样为 9 个 ASTER 的 VNIR 和 SWIR 波段,然后用采样后的光谱与研究区 ASTER 影像上平均光谱进行比值运算获得光谱差异参数,最后用获得的

光谱差异参数与 ASTER 影像立方体相乘重新配准辐射值为地面反射率。处理后的 ASTER 影像与野外样品光谱反射率基本一致。接下来就用处理后的 ASTER 影像进行岩性矿物信息分析。

2.3 蚀变矿物填图

本文采用光谱角度制图法 (Spectral Angle Mapper, SAM) [12], 以野外测量光谱为参考光谱。首先 ASTER 影像反射率和参考光谱曲线都进行了连续统去除处理,以突出光谱曲线吸收特征。在光谱角度制图法识别岩性时,通常先确定一个角度阈值,如果像元光谱和参考光谱之间的角度在阈值范围内时,则认为该像元属于该参考光谱所代表的成分。为了准确地提取各类岩性,我们通过比较分析给不同的岩性设置不同的阈值进行相应成分的提取。经过对地质资料和野外实测光谱的分析,存在青磐岩化蚀变、绢云岩化蚀变、泥化、矽卡岩化蚀变等,利用这些实测重采样的光谱作为参考光谱进行蚀变矿物填图。图 2 是蚀变矿物填图结果,其中绿色为青磐岩化蚀变,黄色为绢云岩化蚀变,红色是泥化,洋红色是矽卡岩化蚀变。通过野外调查验证,蚀变矿物大部分都提取出来了,在路边和田边多提取出来的像元需要通过掩模等处理方式将其去掉,以便更准确的反映蚀变分布,排除一些假象。

3 结论

本文在对蚀变矿物光谱特征和各种数据源数据获取大气条件存在差异等的分析基础上,提出一种改进的利用 ASTER 反射数据和地面实测光谱蚀变矿物填图方法。结果表明,该方法是有效的,但由于岩性矿物的高光谱曲线经过 ASTER 光谱重采样后光谱吸收特征往往会有一定程度的偏移或缺失,导致对于一些岩性信息的提取会有一些假的识别信息,因此可以进一步考虑结合星载高光谱数据来提高识别精度。



图 2 蚀变矿物填图结果 (绿色为青磐岩化蚀变,黄色为绢云岩化蚀变,红色是泥化,洋红色是矽卡岩化蚀变)