

文章编号:1009-3850(2017)04-0107-05

西南山区遥感蚀变异常信息提取综合研究

——以云南酒房地区为例

高 慧, 吴文贤, 张建龙

(中国地质调查局成都地质调查中心, 四川 成都 610081)

摘要:遥感蚀变异常信息现已广泛的用于矿产勘查,并在一些地区取得了良好的效果,但由于西南地区地形地貌复杂,地表覆盖严重,给遥感蚀变异常提取带来了很大的困难。如何因地制宜的进行西南地区遥感蚀变异常信息提取工作是我们面临的重要问题。本文以云南酒房地区为例,探讨了西南地区遥感蚀变异常信息提取中遇到的主要问题,结合地形地貌特征进行干扰信息的去除;结合地质背景、成矿条件进行遥感异常信息提取类别的选择;以及结合化探异常进行异常信息后处理等几个方面完善了异常提取的方法,使得遥感蚀变异常提取方法更加具有针对性,通过与现有地质资料的分析,证明本文异常提取方法可以有效的提取西南地区与矿相关的蚀变信息。

关键词:遥感蚀变异常提取;西南地区;化探异常;云南酒房地区

中图分类号:P627

文献标识码:A

根据遥感图像数据的异常识别,可得到近矿围岩蚀变信息或矿化高丰度值异常区信息,遥感图像蚀变信息的提取已经成为遥感找矿的一个重要方法。在过去十几年中,遥感技术已在矿产勘查中起到了积极作用,取得了良好的应用效果。国内外学者提出了很多提取蚀变遥感异常信息的方法,并且在不同地区成功地提取了蚀变遥感异常信息,但针对西南地区的遥感蚀变信息提取还存在很多问题。西南山区矿产资源丰富,但是地形地貌复杂,地表覆盖严重,给遥感蚀变异常提取带了很大的干扰。本文以酒房地区为例,利用 ASTER 数据分析研究区地形地貌以及地质矿产特征,结合前人研究成果,将各类干扰降到最低,提出更加优化的西南山区遥感蚀变信息提取方法。

1 区域地质概况

酒房地区地处横断山脉南段,怒江、勐波罗河

两侧,地势呈北高南低,主要山脉和水系走向呈近北北东、北西向。地形复杂,山势陡峻,一般相对高差 1000m 以上,属深切切割的高、中山区。区内水系发育,为典型的高山河谷亚热带立体型气候,气温受地形变化的严格控制。

区内地层发育齐全,其中震旦系—中寒武统分布最广,奥陶系次之。区内火山岩、侵入岩均有出露,岩浆活动严格受构造控制,以喷溢活动为主,侵入活动次之。岩石类型以基性火山喷出岩为主,分为华力西期和燕山期火山岩,约占岩浆岩的 80%,其次为少量酸性侵入岩和中基性浅成侵入岩。区内侵入岩零星分布于东南部。研究区大地构造属于冈底斯-念青唐古拉褶皱系的福贡-镇康褶皱带之保山-永德褶皱束中段,区内矿产分布特征及成矿地质条件受构造、地层岩性、岩相古地理环境等多种因素的控制。

收稿日期: 2017-06-29; 改回日期: 2017-10-19

作者简介: 高慧(1985-),女,工程师,主要从事遥感地质、遥感生态环境方面的研究。E-mail:13568811065@163.com

资助项目: 西南三江有色金属资源基地调查(编号:DD20160016)

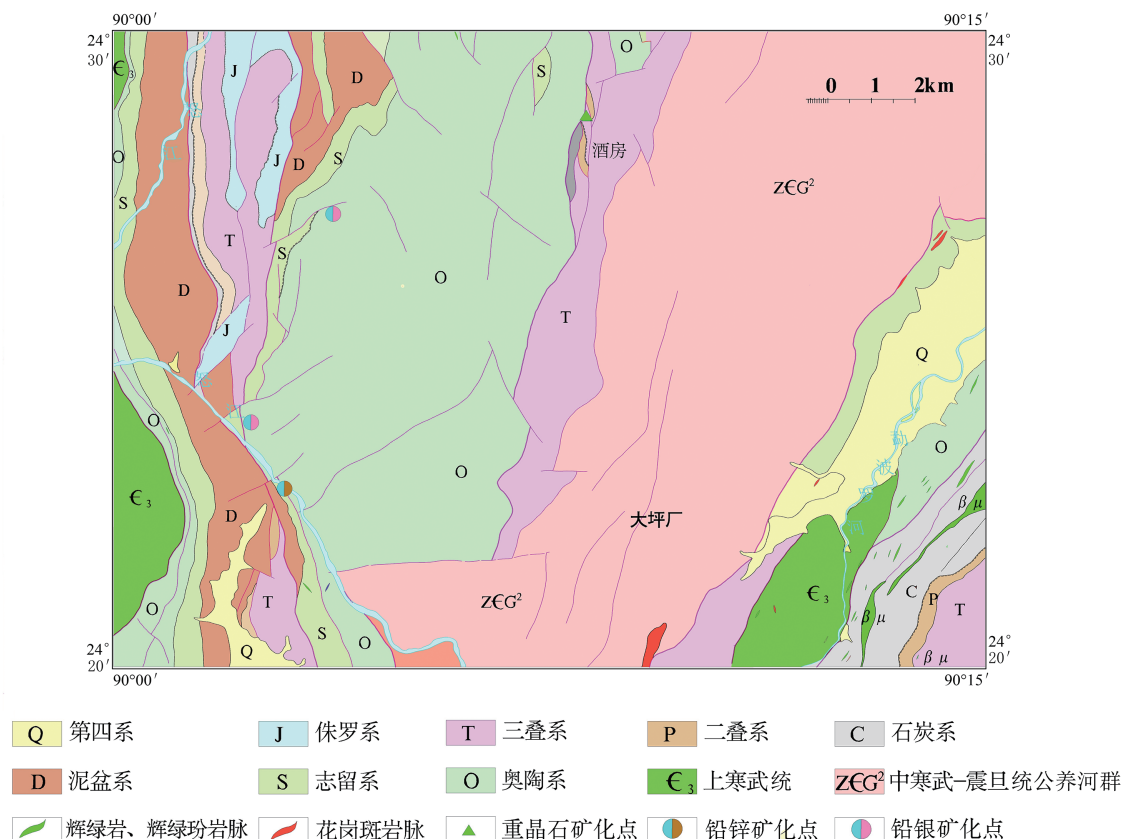


图1 云南酒房地区地质简图

Fig. 1 Simplified geological map of the Jiufang region in Yunnan

2 遥感异常信息提取

2.1 数据简介

研究区范围涉及一景 ASTER 数据,为 L1B 级数据,景号为 132043,获取时间为 2002 年 12 月 31 日,是由 USGS 网站免费下载获得。本景数据质量良好,没有云雪覆盖,获取时相合理,处于冬季,植被生长处于不茂盛的时期,地表条件有利于提取。本次蚀变提取利用的是 ASTER 数据中波段 1 至 9。ASTER 数据在地质解译、矿物信息提取具有很大优势,例如高岭石、伊利石、绢云母等在波段 5、6 有强吸收;蛇纹石、斜绿泥石、方解石等在波段 7、8 有强吸。

2.2 辐射定标与大气校正

在进行常规的遥感图像预处理之前,必须去除 ASTER 短波红外通道传感器的相互干扰,这种干扰称作 CrossTalk(串音),具体是指在 ASTER 的波段 4 探测器入射光发生分散而对其它的短波红外的波

段 5 到 9 产生影响。为了对涉及研究区的影像进行 CrossTalk 校正,从日本地球遥感数据分析中心网站下载了专门针对 ASTER 数据的 CrossTalk 校正软件,对受影响的 4 个波段进行校正。

研究区使用的 ASTER 数据级别为 L1B 级,L1B 数据是在 L1A 的基础上,利用 L1A 自带的参数完成辐射计反演和几何重采样后生成的,因此,是已经进行了辐射校正和几何校正的数据。大气校正的目的是消除大气和光照等因素对地物反射的影响,获得地物反射率和辐射率、地表温度等真实物理模型参数,用来消除大气中水蒸气、氧气、二氧化碳、甲烷和臭氧对地物反射的影响。FLAASH 采用 MODTRAN4 + 辐射传输效应,该算法精度高,任何有关图像的标准 MODTRAN 大气模型和气溶胶都可以直接使用。

2.3 干扰信息的去除

在进行蚀变异常提取之前,必须消除其它与蚀变不相关的地物对提取结果的干扰。在西南山区遥

表 1 ASTER 的十四个光谱波段主要特征

Table 1 Main characteristics of the fourteen spectral bands of ASTER data

波段	波长范围	空间分辨率	像元比特数	备注
1 (可见光绿光)	0. 520 ~ 0. 600μm	15m	8 比特	
2 (可见光红光)	0. 630 ~ 0. 690μm	15m	8 比特	
3 (近红外)	0. 760 ~ 0. 860μm	15m	8 比特	在近红外有两个波(3B 和 3N)
4 (短波红外)	1. 60 ~ 1. 70μm	30m	8 比特	
5 (短波红外)	2. 145 ~ 2. 185μm	30m	8 比特	
6 (短波红外)	2. 185 ~ 2. 225μm	30m	8 比特	形成立体像对, 能产生 DEM。
7 (短波红外)	2. 235 ~ 2. 285μm	30m	8 比特	
8 (短波红外)	2. 295 ~ 2. 365μm	30m	8 比特	
9 (短波红外)	2. 36 ~ 2. 43μm	30m	8 比特	轨道高度: 705km, 时间: 10:30am
10 (热红外)	8. 125 ~ 8. 475μm	90m	12 比特	
11 (热红外)	8. 475 ~ 8. 825μm	90m	12 比特	
12 (热红外)	8. 925 ~ 9. 275μm	90m	12 比特	辐宽 = 60 × 60 km
13 (热红外)	10. 25 ~ 10. 95μm	90m	12 比特	
14 (热红外)	10. 95 ~ 11. 65μm	90m	12 比特	

感异常信息的提取存在诸多干扰因素,这些干扰因素如果无法去除,形成假异常的可能性就很大,因此如何判定哪些是必须去除的假异常就很关键,而异常去除的方法是需要关注的问题。不同的区域干扰因素也会不同,酒房地区的高差较大,会在一些区域形成比较明显的阴影,而且水系、植被也较发育,因此要去除阴影、水系、植被这些干扰因素。植被的获取主要使用的是 NDVI 指数^[8];水体的获

取主要使用的是 NDWI 指数,NDWI 的工作原理类似于植被指数,是基于短波红外(SWIR)与近红外(NIR)的归一化比值指数,NDWI 的结果是产生一张灰度图像,其中水体为高亮度的部分,通过密度分割即可提取出满意的水体信息;阴影的获取利用监督分类的方法获取。在获取这些干扰信息后,进行遥感图像的掩膜。图 2 为干扰去除前后的遥感影像。

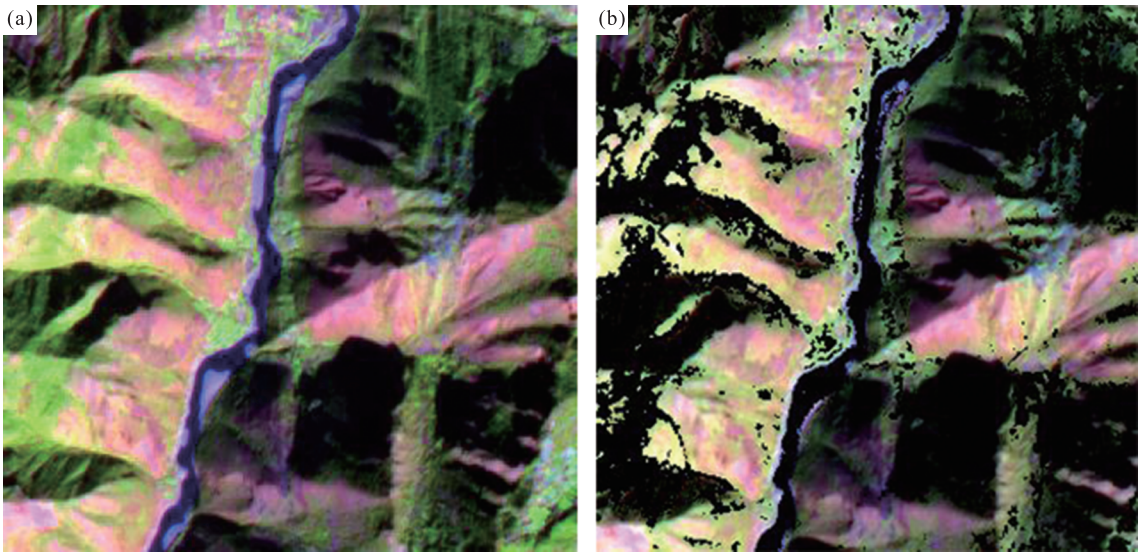


图 2 a. 去干扰前遥感影像;b. 去干扰后遥感影像

Fig. 2 a. The remote sensing image before the removal of interference information; b. The remote sensing image after the removal of interference information

2.4 遥感异常信息提取

在完成遥感异常信息干扰后,根据研究区的地质环境以及成矿类型等多种要素来确定区内的遥感蚀变类型。区内岩浆活动较为频繁,地层发育,有较好的成矿地质条件,已经发现的矿产有铅锌(银)、铁、金、铜、重晶石等5个矿种。因此根据区内条件分析主要的异常类型为Al-OH以及 Fe^{3+} ,主要与绢云母化和铁染有关。

遥感蚀变信息提取主要利用的方法为主成分分析。主成分分析法是根据蚀变矿物的波谱特征选择主成分变换波段,分析变换后的特征向量载荷因子的大小和符号,确定每个波段对矿化蚀变矿物的光谱响应贡献,判别适合提取蚀变矿物异常的主分量图像,利用蚀变矿物在主分量图像中的分布特

征提取遥感异常信息。其中4个分量的含义分别是:分量1为各个波段反射率的加权和,为正值,反映了光谱总体反射率的大小,称为反照率因子;分量2是近红外与短波红外波段反射率的差,反映光谱曲线的斜率变化,称为形状因子;分量3与分量4反映岩石矿物的信息^[3]。

利用ASTER数据进行主要成分分析进行Al-OH异常的提取,主要反映的是绢云母化。据绢云母多个样本波谱曲线的特征,在波段6有非常强的吸收,第7波段有强反射,并且在波段1到波段4有一个反射率上升的趋势。因此,选择了波段1、4、6、7进行主成分分析,主成分分析的特征向量载荷因子大小和符号如表2-1示,其中第4分量的符号关系符合绢云母波谱曲线所呈现的特征^[8]。

表2 绢云母化提取的特征向量表
Table 2 Eigenvector table of Sericitization extraction

特征向量	波段1	波段4	波段6	波段7
分量1	-0.479149	-0.549741	-0.493617	-0.473860
分量2	-0.876678	0.308168	0.297371	0.219178
分量3	-0.017083	-0.760217	0.321584	0.564235
分量4	-0.039498	0.157757	-0.751330	0.639575

利用ASTER数据的波段1、2、3、4进行 Fe^{3+} 的提取,主要反映的是铁染。根据 Fe^{3+} 的波谱特征,在ASTER数据的波段4存在一个比较明显的反射峰,波段4应该和波段3,波段1的符号关系应该相

反,因此选择了波段1、2、3、4进行了主成分分析,主成分分析的特征向量载荷因子大小和符号如表2-3示,其中第三分量的符号关系符合绢云母波谱曲线所呈现的特征。

表3 铁染提取的特征向量表
Table 3 Eigenvector table of iron-stained extraction

特征向量	波段1	波段2	波段3	波段4
分量1	-0.450470	-0.484759	-0.557508	-0.501270
分量2	-0.357467	-0.582571	0.725842	0.077347
分量3	-0.351585	-0.129875	-0.368065	0.850910
分量4	-0.738703	0.639338	0.163912	-0.136739

2.5 异常后处理

异常结果是通过主成分分析后所选择分量的灰度图进行密度分割后得到的,先将图像的灰度值范围拉伸至0到255之间,然后通过对高亮部进行密度分割得到异常的结果。分割后得到的原始结果,往往存在大量的假异常。由于研究区内的干扰较大,掩膜后的区域被呈现出支离破碎的形状,在这种情况下椒盐效应会更加的严重,存在很多无意

义的散点,简单的聚合或是过滤单点常常会使得异常失真。在此情况下,通过多次试验,利用聚合以及中值滤波进行处理,从而去掉这些无意义的散点。但是遥感异常提取是基于地物的波谱特征,但是由于地物本身存在的同谱异物性,假异常的存在是必然的,除了根据地貌特征进行判断,必须利用已有的地球化学勘探资料对异常结果进行再次圈定,才能得到相对准确的异常位置。因此,本区利

用了金铋汞锑元素组合异常范围叠加异常进行重点异常区的圈定^[4],突出了与金矿相关的遥感异常。

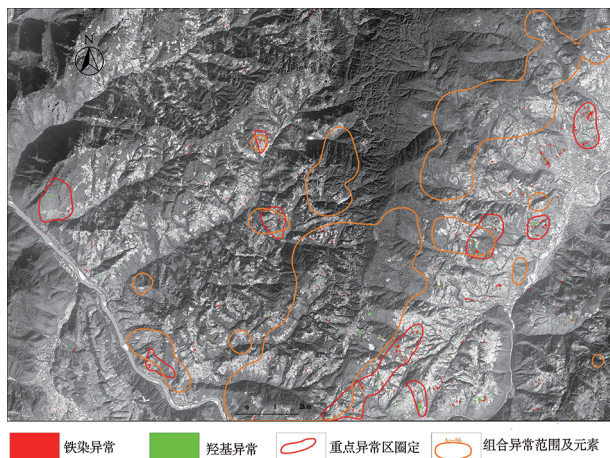


图3 云南酒房地区遥感异常与化探异常叠加图

Fig. 3 Superposition of remote sensing anomalies and geochemical anomalies in the Jiufang region, Yunnan

3 讨论与结论

本文以酒房地区为例,对西南山区的遥感异常提取进行了初步的探讨和研究。通过有效地进行干扰信息的去除可以在很大程度上抑制假异常的产生,在干扰信息的分析中应考虑地理环境带来的影响,分析具体区域的主要地貌形态构成,从而有效地分析出干扰信息的类型并有效判断干扰信息去除应到达某种程度。通过有效的滤波手段减少或是消除椒盐效应带来的影响,同时结合化探异常结果,有效地圈定重点异常的范围,使得结果对某类矿产更加有针对性。在异常提取类型的选择上不应过于重视异常类型的多少,而是应当在地质背景以及成矿因素的指导下,选择最具有指导性的异常类型,从而保证异常面积控制在总面积的千分之一以下,以防出现大面积的异常实质反映的是岩性或是某类地物的光谱特征,而并不能有效地体现出蚀变此类弱信息。

结合地质背景,分析遥感异常提取结果得出以下分布特征:(1)遥感异常主要分布在酒房地区的

东南部,勐波罗河的右岸区域,少量分布在西南以及中部地区;(2)对遥感异常提取结果分布情况进行分析后,发现异常的主要分布走向与化探异常的走向基本一致,主要呈现北东走向,少量异常分布为北西走向,且主要分布在化探异常的边缘以及转折端。中部两处异常范围基本与组合化探异常范围重叠;(3)遥感异常的分布与断层的分布具有密切的关系,与地质图叠加后发现,主要异常基本沿旧城断裂的两侧分布,中部一处异常处于里额寨断裂和龙潭田断裂的交汇处,且在此区域同时存在组合化探异常。在西南部的一处异常区域处于红岩尖山断裂和干塘断裂的交界处,且横跨了小水井断裂和四方田断裂。因此在后续的查证工作中,应重点关注与断裂在空间位置关系上有密切关系的异常。从异常提取分布与断裂和化探异常的关系可以看出,本文异常提取方法可以有效地提取西南地区与矿产相关的蚀变信息。

参考文献:

- [1] 窦雅娟. 高分辨率遥感数据在岩性识别和成矿预测中的应用研究[D]. 长沙:中南大学,2014.
- [2] 甘甫平,王润生,马蔼乃,等. 基于光谱匹配滤波的蚀变信息提取[J]. 中国图象图形学报,2003,8(2):29-32.
- [3] 耿新霞,杨建民,等. ASTER 数据在浅覆盖区蚀变遥感异常信息提取中的应用[J]. 地质论评,2008,54(2):184-190.
- [4] 刘成,金成洙,姚玉增,等. 化探散点数据的图像化及其和遥感图像的叠合[J]. 东大学学报,2003,24(6):597-599.
- [5] 刘寅翔,黄双双. 基于 ASTER 数据相山区蚀变异常提取研究[J]. 西部探矿工程,2015,(4):129-132.
- [6] 吕凤军,郝跃生,石静,等. ASTER 遥感数据蚀变遥感异常提取研究[J]. 地球学报,2008,30(2):271-276.
- [7] 余健,董玉森,张志,等. 基于 ASTER 影像的蚀变异常提取方法研究:以赞比亚谦比希铜矿地区为例[J]. 国土资源遥感,2011,23(3):54-60.
- [8] 张玉君,曾朝明,陈薇. ETM+(TM) 蚀变遥感异常提取方法研究与应用——方法选择和技术流程[J]. 国土资源遥感,2003,15(2):44-49.
- [9] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京:科学出版社,2003.

Remote sensing information extraction of alteration anomalies in the Jiufang region, Yunnan, southwestern China: A case study

GAO Hui, WU Wen-xian, ZHANG Jian-long

(*Chengdu Center, China Geological Survey, Chengdu 610081, Sichuan, China*)

Abstract: Remote sensing alteration anomalies information has been widely used and obtained good results in mineral exploration. However, it is very difficult to make the remote sensing information extraction of alteration anomalies due to complex topography and geomorphology and heavy surface coverage in southwestern China. Exemplified by the Jiufang region in Yunnan, the present paper deals with the main problems for the remote sensing information extraction of alteration anomalies in southwestern China, including the removal of interference information on the topographical and geomorphological features; the selection of the types of the remote sensing information extraction on the basis of geological background and metallogenic conditions, and the post-processing of abnormal information on the basis of existing geological data. The remote sensing anomalies in the Jiufang region appear dominantly in the southeastern part, and subordinately in the central and southwestern parts. The distribution of the remote sensing anomalies is found to be consistent with that of the geochemical anomalies, and associated with the fault distribution. The above-mentioned techniques are proven to be helpful to the improvement of the remote sensing information extraction associated with the mineralization in the local parts of southwestern China.

Key words: remote sensing information extraction of alteration anomalies; southwestern China; geochemical anomaly; Jiufang region in Yunnan