

花岗岩地区锡矿遥感找矿方法探讨

——以中国南岭成矿带花山—姑婆山地区为例

姜端午

(湖南省遥感中心, 湖南 长沙 410007)

[摘要]文章以中国南岭成矿带花山—姑婆山地区为例,从研究遥感找矿标志入手,利用TM多光谱卫星遥感数据为信息源,通过断裂构造信息提取和矿化蚀变信息提取进行成矿预测,并探讨了花岗岩地区利用遥感找矿信息提取技术预测锡矿找矿远景区的方法。

[关键词]遥感找矿信息;信息提取;遥感找矿预测

花岗岩发育地区地形条件复杂,通行不便,植被较发育,地面地质工作困难,而且地质工作程度相对较低,而采用遥感技术(遥感找矿法)可以有效地弥补上述不足。花岗岩地区与锡矿有关的矿化蚀变、与脉状锡矿体关系密切的断裂构造、花岗斑岩脉等,都可以通过遥感找矿信息提取技术有效地提取出来,从而大量增加了地质信息。笔者以中国南岭成矿带花山—姑婆山地区为例,探讨了花岗岩地区利用遥感找矿信息提取技术预测锡矿找矿远景区的方法。

1 遥感找矿信息与地物波谱分析

1.1 遥感找矿信息提取的地质基础

对姑婆山冬瓜山典型锡矿田(区)地质特征、成矿特点分析可知:锡矿床以构造蚀变岩型、接触带砂卡岩型和残留顶盖砂卡岩型最具找矿前景,其次是石英斑岩脉型。区内蚀变以砂卡岩化、云英岩化、电气石化、硫化物化、钾化、硅化为主,次为萤石化、绢云母化、高岭土化等,其中与锡矿化关系密切的是砂卡岩化、云英岩化、电气石化、黄铁矿化。因此,本区各类型锡矿床的遥感找矿信息提取的地质基础为:

(1) 接触带砂卡岩型和残留顶盖砂卡岩型锡(铅锌)矿床。主要提取砂卡岩化蚀变信息,在地表多数砂卡岩常风化成为铁帽,其波谱特征与花岗岩和灰岩等其它沉积岩有较明显的区别。

(2) 构造蚀变岩型锡矿床。主要提取云英岩化、电气石化、硫化物化、钾化、硅化等蚀变信息,结合进行断裂构造信息提取。锡矿体往往明显地受断裂控制。

(3) 石英斑岩型锡矿床。由于石英斑岩脉在地貌上一般呈比较明显的线(带)状正地形,而且,石英斑岩本身也受一定的断裂构造控制。所以,对此类矿床重点进行线状影像信息提取。这是遥感信息的优势所在。

1.2 典型地物波谱特征分析

为了研究花岗岩地区锡多金属矿化及有关围岩、蚀变岩(矿)石的光谱特性,分别在姑婆山、大东山、九疑山等已知锡多金属矿区采集了有代表性的岩石、矿石、矿化蚀变标本,利用IRIS型波谱测试仪进行了反射波谱测试。绘制典型岩、矿石样本波谱曲线图。

由波谱曲线图看出,产于外接触带的砂卡岩、铁帽、灰岩具有大致相同的波谱特征,处于低反射率区,曲线平滑;沉积的中细粒砂岩处于中反射率区,在TM1

[作者简介]姜端午(1963-),男,1988年毕业于中国地质大学地质矿产勘查专业,长期从事遥感技术在国土资源、环境等领域的调查与规划应用研究工作,遥感地质高级工程师,已发表相关论文18篇,现任湖南省遥感中心遥感技术应用研究室主任。

[基金项目]本文是2002~2003年中国地质调查局《南岭成矿带矿产资源遥感调查应用》项目的部分成果,该项目成果经国家验收为优秀级。

和 TM7 有小幅吸收谷; 分布于岩体内接触带以及岩体内部的矽卡岩、云英岩化花岗岩处于高反射率区, 且在 TM1 和 TM7 有较深的吸收谷。

分析表明, 本区主要找矿标志铁帽、矽卡岩化、云英岩化等蚀变与地层、岩浆岩等围岩之间存在明显的反射率差异, 也具有较明显的波谱特性, 具备遥感找矿信息提取的物质基础和理论条件。

2 断裂构造信息提取与解译

2.1 断裂构造信息提取技术方法

断裂构造信息提取的基本方法包括空间卷积变换、主成分分析、假彩色合成、HIS 变换、人机交互式解译等技术方法。

2.2 断裂构造解译结果

通过线状影像增强处理和人机交互式解译, 新增断裂 1355 条。特别是花山岩体和姑婆山岩体内部断裂极其发育, 近 EW 向、近 SN 向 (NNE 向)、NE 向、NW 向都有发育, 既有规模较大的 NE 向、NW 向和近 SN 向断裂, 也有近 EW 向、近 SN 向和 NE 向的断裂密集带。断裂的形成时代应该与岩体的形成时代相同或较晚, 因此, 一般认为, 岩体内断裂主要形成于燕山晚期, 这与南岭地区锡多金属主要成矿期是一致的。

3 遥感异常信息提取

3.1 遥感异常信息提取方法

遥感异常信息提取的重点是: 矽卡岩化、铁帽 (褐铁矿化)、云英岩化等。研究认为采用矿化蚀变信息增强处理 (比值方案选取)、矿化蚀变信息提取 (主成分分析)、光谱角分类等技术方法得到的结果较为理想。

3.1.1 比值增强处理

根据以上地物波谱特征分析, 考虑到消除照度和阴影等因素对信息提取的影响, 采用比值方法可以取得较好的效果。又由于矿物岩石蚀变一般在 TM5 有较高的反射率, 而一些干扰信息如植被在 TM4 有较小的反射率, 水体或含水分较高的粘土等在 TM1 有较高的反射率。所以, 在设计比值时一般将 TM5 作分子, 其它 TM 波段作分母。优选 4 个增强弱矿化蚀变信息的比值 (TM5/TM1、TM5/TM4、TM5/TM7、TM7/TM1), 这些比值均能不同程度地增强某种或几种蚀变信息, 压抑某些

干扰信息。如 TM5/TM1 增强富铁类岩石, 对铁帽反应敏感, 有助于提取矽卡岩化、云英岩化、磁铁矿化等信息; TM5/TM4 增强富铁和富二氧化硅岩类 (两者在 $0.85\mu\text{m}$ 处有吸收带), 有助于提取褐铁矿化、硅化、黄铁矿化信息; TM5/TM7 增强与粘土化有关的矿化蚀变信息。有助于提取云英岩化、磁铁矿化、电气石化、矽卡岩化蚀变信息; TM7/TM1 增强氧化铁帽信息, 有助于提取铁帽。

3.1.2 主成分分析

选择上述 4 个比值经过主成分分析, 可以得到 4 个主分量 (PC1、PC2、PC3、PC4)。选择集中了主要信息量的 PC1、PC2、PC3 合成彩色图像, 比原始图像的 KL 变换结果更好地显示弱信息。

3.1.3 光谱角分类法

采用光谱角分类法是对岩石进行波谱形态识别的主要方法之一, 它将光谱数据视为多维空间的矢量, 利用解析方法计算像元光谱与光谱数据库光谱或像元训练光谱之间矢量的夹角, 根据夹角的大小来确定光谱间的相似程度, 以达到识别地物的目的。由于光谱角对增益不敏感, 因此, 能够减弱因地形和照度引起的增益变化。

以上述合成彩色图像作为分类依据, 训练各类异常的光谱样区, 取其在各对应波段的光谱反射率的平均值建立 3 维空间的矢量样本模型, 计算各像元在 3 个波段的灰度值数据矢量与样本模型之间的夹角, 根据夹角的大小确定光谱间的相似程度, 夹角越小, 相似程度越高; 反之亦然。矢量夹角 () 通过矢量间相似系数 (即矢量夹角的余弦 \cos) 计算获得。通过分析给定像元与样本模型之间光谱相似程度量值, 或设定光谱角度阈值, 试验认为本区取值 0.05 可较好地地区分矿化蚀变遥感异常与非矿化蚀变遥感异常。

分类后处理, 包括过筛 (SIEVE) 处理, 最小阈值为 2; 膨胀 (CLUMP) 处理, 窗口尺寸采用 3×3 。光谱角分类能快速客观全面地反映遥感异常的光谱分布, 但不能识别“异物同谱”和“同物异谱”现象, 有可能漏画或多画遥感异常; 异常图斑细碎。需进行一定的人工修改。

3.2 遥感异常信息提取结果与评价

分类后的遥感异常图, 按照其分布的位置与花岗岩体的关系, 分为 3 种类型: 即分布于岩体内的遥感异常, 有 21 处; 分布于接触带的遥感异常, 有 7 处; 分布于岩体外围的遥感异常, 有 11 处。按照(下转第 31 页)

3.4 面积平差检查

3.4.1 图幅理论面积检查

(1) 单幅图检查: 对数据采集过程中形成的单幅图的图斑文件进行计算机面积汇总, 检查图幅计算机量算面积与根据经纬度确定的图幅理论面积的相对误差是否在要求范围内。同时对平差后的毛面积进行汇总, 检查毛面积之和是否等于图幅理论面积。

(2) 库体图幅面积检查: 利用 MapGIS 输入编辑平台提供的“区属性统计”功能, 按“图幅号”分类, 分别对各图幅的“毛面积”与“计算机面积”求和并保存结果为 *.Txt 文件, 然后用记事本打开该文件, 将结果拷贝到 Excel 中, 利用 Excel 计算各图幅的毛面积 / 计算机面积是否等于图幅的平差系数, 并检查各图幅的毛面积之和是否等于理论面积。

3.4.2 图斑平差面积检查

将图斑属性输出为 Excel 文件后, 计算各图斑的毛面积、计算机面积, 并按照图幅号进行排序, 检查各图

幅内图斑的面积平差情况。

3.5 图幅接边检查

检查办法与区县数据库接边检查中的属性接边检查办法类似。把要检查的属性生成点文件后, 打开“还原显示”功能, 在 MapGIS 输入编辑平台中沿图幅边界检查图斑文件、线状地物文件是否正确接边。

4 结论

利用 MapGIS 建立土地利用数据库后, 查清了辖区内各类用地的数量、分布, 提升了土地管理水平, 并且使土地动态监测和土地变更调查工作更加方便、快捷。

建立市级土地利用数据库符合国家“金土工程”的要求, 同时为电子政务系统提供了基础数据, 方便了集体土地管理、建设用地审批等日常土地管理工作; 而且满足了新一轮规划修编的需求, 在其基础上制作的各种衍生数据库也满足了农业、林业、市政、交通等多个应用部门的需求, 取得了良好的社会效益。

(上接第 28 页) 遥感异常所代表的矿化蚀变类型, 可以分为矽卡岩化遥感异常、云英岩化等蚀变遥感异常、粘土化遥感异常以及铁帽等 4 类。

各类型异常约 39 处。经过野外调查以及相关地质找矿单位的已知矿产资料查证, 已知矿化地段 15 处。将已见矿的遥感异常的处数除以遥感异常的总处数, 再乘以 100%, 初步计算出了遥感异常分布区的见矿率评价指标为: 到本项目野外工作结束时为止, 遥感异常的总见矿率为 38.4%; 分布于花岗岩体内的遥感异常见矿率为 47.5%; 分布于花岗岩体接触带的遥感异常的见矿率为 43.0%; 分布于岩体外围的遥感异常的见矿率为 18.2%。从岩体内部到远离岩体, 遥感异常的见矿率由高到低的分布规律可以看出锡矿最有利的找矿地段在岩体内部, 其次在岩体的内外接触带。从目前遥感异常的总见矿率仅为 38.4% 可知, 本区锡矿找矿的前景还很大。

4 遥感成矿远景预测

4.1 预测方法及预测图编制

遥感找矿预测的基本方法是以遥感异常为主, 辅

以多源信息(多专题信息)叠加综合分析法。主要专题图层及叠加顺序为: 地理信息图层、地层岩浆岩解译图层、地质构造解译图层、化探异常图层、遥感异常图层、已知矿点图层。最后, 在上述叠合图上综合分析, 圈定遥感找矿远景区, 根据遥感异常的类型和预测依据划分远景区的类型和级别。

4.2 预测结果及结论

本区共划分了 23 个遥感找矿远景区, 其中 Ⅰ级遥感异常远景区 10 个; Ⅱ级遥感异常远景区 4 个; Ⅲ级遥感异常远景区 9 个。

综上所述, 采用遥感找矿异常信息提取与断裂构造信息提取、多源信息综合分析的遥感找矿方法在花岗岩地区寻找锡矿可以发挥较好的作用。

[参考文献]

- [1] 湖南省地质矿产局. 湖南省区域地质志[M], 北京: 地质出版社, 1988.
- [2] 广西壮族自治区地质矿产局. 广西壮族自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1985.