文章编号：1007-4619(2008)01-0186-07

基于知识的蚀变遥感异常信息快速提取及找矿应用实践

高景刚[1,2]，薛春纪[3]，吴淦国[3]，王晓虎[2]，周 刚[4]，
杨文平[4]，王 祥[4]，陈 静[5]

（1. 长安大学 信息工程学院，陕西 西安 710064；2. 长安大学 地球科学与国土资源学院，陕西 西安 710054；
3. 中国地质大学 地质过程与矿产资源国家重点实验室，地学院，北京 100083；
4. 新疆维吾尔自治区 地质矿产勘查开发局第四地质大队，新疆 阿勒泰 836500；
5. 新疆地质环境监测院，新疆 乌鲁木齐 830011）

摘 要： 本文以新疆卡拉先格尔成矿带内新发现的哈腊苏铜矿化区为例，进行ETM+矿化蚀变遥感异常信息快速提取研究。分别在ETM+1，ETM+2，ETM+3，ETM+4，ETM+5和ETM+7等6个波段图像和增强图像（比值图像、主成分分析图像）上已知蚀变岩分布区及地质背景进行像元光谱采样，并分析蚀变岩在ETM+的6个波段图像及铁染异常和羟基异常图像上的光谱特征，进而发现蚀变岩与矿区地层区分的光谱知识。利用矿区成矿地质特征和典型矿床成矿模型建立遥感地质找矿模型，发现遥感地质控矿特征。在此基础上建立了基于知识规则的在ETM+图像上提取蚀变遥感异常信息模型，利用ERDAS IMAGING V8.7图像处理系统中的专家分类器模块快速提取该区蚀变遥感异常信息，实现了地质与遥感在图像处理平台上的有机结合。经实际验证，其结果与实际情况基本吻合，并且新发现铜矿化带一处，可为与该区地质背景类似的新疆阿勒泰南缘开展铜矿普查勘探提供参考依据。

关键词： 哈腊苏；蚀变异常；知识发现；决策树

中图分类号： TP79 **文献标识码：** A

1 引 言

随着矿产勘查工作的不断深入，易于发现的露头矿、浅部矿和已知类型矿日趋减少，找矿难度越来越大[1]。所以采用先进的技术，准确、快速、有效地开展成矿预测是矿产资源勘查和矿床研究急需解决的问题。而遥感技术具有宏观性强和经济、快速、便于数据综合分析的优势，在找矿前景好和自然条件差的地区，利用ETM+提取矿化蚀变遥感异常，能在短期内迅速覆盖广大地区，并能识别和提取矿化直接信息的找矿技术，是实现大型矿集区快速预选，圈出大型矿产基地战略成矿远景区的最有效方法。蚀变遥感异常信息作为一种独立的找矿标志越来越受到人们的关注，成为遥感地质应用热点之一。

近年来，国内外发展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[2-9]。但是略显不足的是对矿床形成的地质背景、蚀变矿物组合规律及矿化蚀变在地表出露面积等实际地质情况考虑的较少，很少有人将地质知识作为蚀变信息提取的数据源来使用。由于资源卫星受大气散射、拍摄季节、地形、土壤、植被等因素影响，为地质应用过程中的图像分析和解译带来困难，为此应合理地将遥感技术与地质实践结合起来，通过数字图像处理对目标地物进行快速提取。本文拟采用ERDAS IMAGING V8.7版中的专家分类器模块，通过对研究区成矿地质知识和蚀变岩与地层的光谱知识的发现，建立专家知识库，采用数据挖掘方法中的决策树技术，探讨如何在图像处理技术平台上，将研究区已知地质知识作为图像数据的一部分，也就是将地质知识作为蚀变信息提取的数据源来使用，实现快速提取蚀变遥感异常信息。

收稿日期：2007-04-02；修订日期：2007-06-15

基金项目：国家“十五”科技攻关课题“新疆优势矿产资源勘查评价研究”（编号：2003BA612A-06-04）。

作者简介：高景刚（1974— ），男，讲师。长安大学矿物、岩石、矿床学专业硕士毕业，现为长安大学资源学院在读博士。主要从事遥感地质应用及矿产资源评价研究。已发表论文5篇。E-mail：jggao@chd.edu.cn。

万方数据

通过对卡拉先格尔成矿带内的哈腊苏铜矿化区的成矿规律认识,蚀变岩在不同波段和特征图像的波谱特征知识发现,建立了基于知识的蚀变遥感异常信息提取模型,在该模型的指导下完成卡拉先格尔成矿带西段的蚀变遥感异常信息提取,通过野外验证,新发现铜矿化带一处,证实该方法在新疆阿勒泰南缘及同类地区是可行的。

2　研究区地质和矿化

研究区位于新疆北部阿勒泰南缘的卡拉先格尔成矿带西段,地理坐标:90°00′—90°15′,46°20′—46°40′。隶属于阿勒泰地区青河县。是新疆近年来的重要勘查区,希勒克特哈腊苏铜矿的找矿工作的重大突破更加丰富了该带的找矿前景(图 1)。

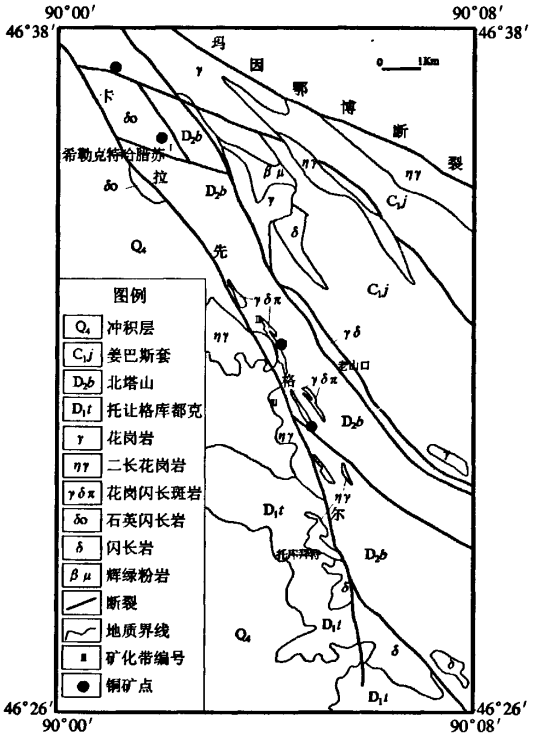


图 1　哈腊苏铜矿区地质简图

Fig. 1　Geological sketch map of the Halasu copper district

研究区内出露的地层以晚古生代的泥盆系、石炭系为主。包括下石炭统姜巴斯套组、中泥盆统北塔山组、下泥盆统托让格库都克组以及第四系。其中北塔山组是区内主要的赋矿地层,呈北西向分布在成矿带南侧,主要由中基性火山岩和火山碎屑岩构成,其上部主要为沉凝灰岩、硅质岩、粉沙岩和砂岩等,中-下部是玄武岩和辉斑玄武岩的互层夹少量安山岩,是矿带内铜(钼)矿化斑岩体的主要围岩。

区域内构造活动强烈,发育有玛因鄂博大断裂,NNW 向卡拉先格尔断裂及其他一些平行于玛因鄂博断裂的 NW 向小型断裂。这组 NW 向断裂在矿带内对地层岩性分布有明显的控制作用。

成矿带内侵入岩岩石类型较多,从基性至酸性均有出露,总体以中酸性为主,其主要岩石类型有闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩和花岗岩等。侵入岩体的空间分布明显受北西向断裂控制,岩体与地层接触带多发生角岩化。

研究区主要有三个矿化蚀变带,即Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ号矿化蚀变带[10,11]。矿化蚀变具面状分带特征:中部为钾长石化带,原岩为花岗闪长斑岩;黑云母化带分布于钾长石化带两侧,蚀变岩石为辉斑玄武岩、凝灰岩和凝灰质砂岩;石英一绢云母化带位于黑云母化带外侧,原岩为安山质凝灰岩;青盘岩化带主要发育于石英绢云母化带外侧,见有绿帘石、绿泥石和方解石呈脉状、团块状集合体出现。地表大面积分布的热液蚀变以绢英岩化和青磐岩化为主,其中绢英岩化主要发育于接触带和斑岩顶部,尤其发育于构造破裂和热流体对流循环强烈的地带,矿物组合为白云母、水白云母、水云母和石英等。青磐岩化多分布在斑岩体外围的中酸性火山岩和砂泥质岩石中,其形成为斑岩淋滤出来的大量 Na^+, Ca^{2+}, Fe^{2+} 和 Mg^{2+} 等组分和流体中一定的 H_2O, CO_2, H_2S 等与围岩发生反应的结果。其矿物组合以绿泥石、绿帘石和方解石为主。

3　研究思路

本次研究主要分为 5 步(图 2),即①资料收集;②数据处理;③知识发现;④建立蚀变遥感异常信息提取模型;⑤蚀变信息提取及找矿应用。

资料收集包括研究区地质、物探、化探和遥感等数据资料,以及大比例尺地形图等辅助图件。其中地质资料包括地质图、岩浆建造图、构造建造图和矿产图等图件;遥感数据主要是 ETM + 数据。

知识发现是本次研究工作的核心,通过对研究区地物化等资料的分析,总结成矿规律;通过对研究区遥感数据进行处理,对 ETM + 图像上已知蚀变分布区及地质背景采样,分析蚀变岩在 ETM + 图像 6 个波段的亮度值,发现蚀变岩与矿区地层区分及相

万方数据

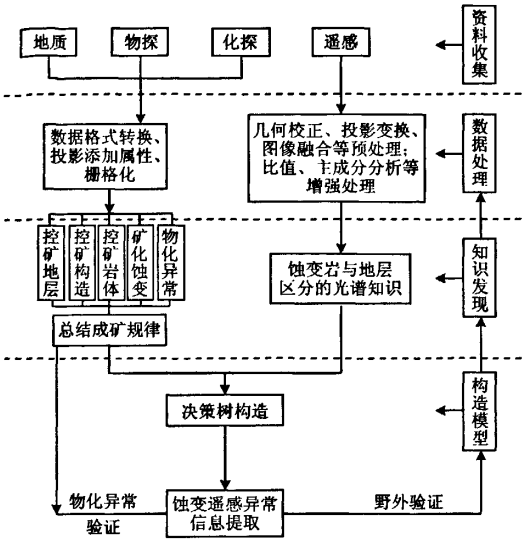


图2 基于知识的蚀变遥感异常信息提取流程

Fig. 2 The flowchart of extracting alteration remote sensing abnormal information based on knowledge

互干扰的光谱知识，提出增强铁染异常和羟基异常图像的方法。利用矿区成矿地质特征和典型矿床成矿模型建立遥感地质找矿模型，发现遥感地质控矿特征。

在上述工作基础上，建立基于知识规则的ETM+图像蚀变遥感异常信息提取模型，实现了地质与遥感在图像处理平台上的有机结合，快速提取蚀变信息，提高其在矿产普查勘探中应用的效率。

4 应用试验

4.1 数据处理

根据上述研究思路，要分别完成地物化数据处理及遥感图像增强处理，来获取研究区蚀变遥感异常信息提取的知识规则。根据不同数据源的特点及在建模中对知识的要求，分别对地物化数据及遥感数据进行处理，达到在遥感平台上的数据统一。

4.1.1 地物化数据处理

地物化数据处理的主要目的是建立地物化空间数据库，通过地物化空间数据库挖掘成矿规律的知识规则。目前，地质、物探、化探数据主要是图件格式，而且以mapgis格式居多，为此在地物化数据处理中主要采用以下数据处理方法。

(1) 数据格式转换：mapgis数据格式转换为arcinfo数据格式。

(2) 进行投影变换：将原数据投影统一变换为高斯投影。

(3) 添加属性数据：以地质建造图作为成矿规律底图，给图中各图元赋予地质、化探和物探异常信息等属性数据。

(4) 矢量数据栅格化，为地物、化、遥数据堆叠作准备。

4.1.2 遥感数据处理

遥感图像数据类型为ETM+，数据景号与采集日期分别为：141-28，2000年10月23日。数据处理步骤如下：

(1) 利用研究区大比例尺地形图及野外GPS定点对研究区ETM+图像进行几何校正。

(2) 图像增强处理：采用比值法，主成分分析获取铁染异常和羟基异常增强图像[2,4—7,9]。主成分分析特征值见表1、表2。

(3) 图像数据拉伸：为了利于对比分析，采用无损线性拉伸将获取的各组分图像拉伸到0—255。

(4) 利用Layer Stack将ETM+各波段(TM6除外)、PC变换、比值图像等层叠加到一起，进行地质体光谱采样分析，同时将成矿规律栅格图像数据也叠加组成地物化遥知识库。

4.2 地质成矿知识发现

通过对研究区以往地质资料的分析，结合野外实地工作，根据研究区所处的大地构造位置、成矿地质背景、岩浆活动、构造特征及矿物组合的研究，总结矿床控矿要素(表3)。

表1 哈腊苏矿区ETM+1,4,5,7波段特征向量及特征值

Table 1 The eigenvector and eigenvalues about ETM+ 1,4,5,7 images in Halasu mineral region

主组分	ETM+1	ETM+4	ETM+5	ETM+7	贡献率/%
Pc1	0.316518	0.582130	0.560225	0.497080	93.25
Pc2	-0.159447	0.746532	-0.122964	-0.634150	3.97
Pc3	-0.912521	-0.000628	0.378389	0.155329	2.50
Pc4	-0.204204	0.322201	-0.726532	0.571523	0.28

万方数据

表 2　哈腊苏矿区 ETM +1,3,4,5 波段特征向量及特征值

Table 2　The eigenvector and eigenvalues about ETM + 1,3,4,5 images in Halasu mineral region

主组分	ETM +1	ETM +3	ETM +4	ETM +5	贡献率/%
Pc1	0.327486	0.467344	0.597196	0.563649	92.87
Pc2	0.680544	0.485177	-0.426371	-0.345936	4.97
Pc3	-0.156857	0.126466	-0.679127	0.705825	1.63
Pc4	0.636403	-0.728148	0.018754	-0.253851	0.53

表 3　哈腊苏区遥感地质找矿模型

Table 3　The remote sensing geology prospecting model in Halasu mineral region

地质条件	地质模型	蚀变遥感异常信息提取模型
区域构造	卡拉先格尔断裂	近北西-南东向线形展布
赋矿地层	北塔山组第一岩性段	呈深蓝色调、条带状分布
控矿构造	北西向脆韧性断裂	北西-南东向带状延伸
蚀变类型	黑云母化、青磐岩化、绢英岩化等	ETM741 呈土黄色近东西向断续分布
侵入岩(热源)	花岗闪长斑岩和石英闪长斑岩	呈条带状展布
地球化学特征	Cu,Pb,Zn,Au 等化探异常	韧性剪切变形影纹、退色变质的构造地球化学影像标志
地球物理特征	重力梯度带、局部负异常	
矿产种类	铜、金	羟基异常为主

4.3　蚀变岩特征光谱知识发现

蚀变岩遥感信息提取的前提是存在异常谱带,同时有与其他地物区分的波谱特征,否则会出现大量的干扰异常,影响找矿预测评价。为此笔者对研究区各地质体 ETM + 图像的各波段亮度值特征进行了分析。

4.3.1　获取研究区内主要地物在不同图像的波谱反射率

根据哈腊苏矿化区主要岩类的分布(见图 1),在 ETM + 图像的对应位置选取样区,并进行亮度值统计,参与统计的是经过无损拉伸等预处理的除 ETM +6 外的 6 个波段数据及通过图像增强处理获取的 TM3/TM1(TM3/1),TM5/TM7(TM5/7)比值图像和 TM1,TM3,TM4,TM5 主成分分析获取的第四主成分 PC4,TM1,TM4,TM5,TM7 主成分分析获取的第四主成分 PC4 图像。由表 1 可以看出,PC4 中特征向量载荷因子绝对值较大的是 ETM + 5 和 ETM +7,且两者符号相反,而 ETM +1 和 ETM +4 的载荷因子小,说明 PC4 信息基本来自 ETM +5 和 ETM +7,能够突出羟基异常信息(以 PC4-H 表示)。从表 2 中的特征向量载荷因子及数值符号看,PC4 更能够反映铁染异常信息(以 PC4-F 表示)。研究区内像元亮度值统计选取的主要岩类有斑岩体、基性火山熔岩(辉斑玄武岩)、闪长岩、二长花岗岩、火山碎屑岩(凝灰岩)、陆缘碎屑岩和已知矿区蚀变岩(绢英岩化、青磐岩化)等。通过对样本数据最大值、最小值、均值和方差进行分析(数据表略),发现不同岩类的波谱特征。利用样本数据均值作出的各岩类光谱曲线如图 3 所示。

4.3.2　蚀变岩与区域地层区分的光谱知识发现

从图 3 中可以发现,研究区内的第四系沉积物在 TM 各波段的亮度值均较高;二长花岗岩在近红外具有较高的亮度值,在蓝光波段最低。这两类地质体在假彩色合成图像上均有清晰的色调和地貌显示,在图像上很容易区分。而其他岩体及地层的亮度值曲线形态差异较小,从图像上直接区分较为困难,但是仔细对比这些曲线,各岩类之间还是有细微差异的,例如,基性火山熔岩与陆缘碎屑岩波谱特征基本一致;青磐岩化蚀变岩与火山碎屑岩、闪长岩体的波谱曲线近似一致,在提取该蚀变岩石时明显受到干扰,但是其在 PC4-H 中明显较低,能够与其他干扰地质体区分;绢英岩化蚀变岩各 TM 波段亮度值曲线显示出明显的双峰特征,即 TM3 和 TM5 像元亮度值较高,这说明蚀变岩存在 Fe^{3+} 和 OH^- 等成分的反射光谱特征,在 TM5/7 和 PC4-F 图像具有较低和较高的亮度,可以加以区分。

如何确定各类地物亮度值的上下限呢,本文引入标准误差 σ。首先对样本数据进行直方图统计,如果

万方数据

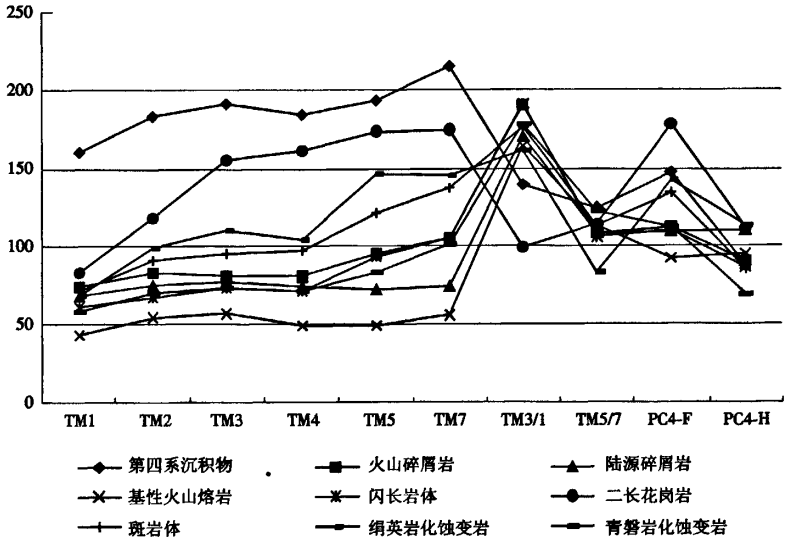


图3 不同岩石在ETM+波段图像、比值图像、主成分分析图像的像元光谱均值曲线

Fig. 3 The pixels spectrum average value graph of different rocks In ETM + image of wave bands, ration image , principal component analyzed image

不服从正态分布，删除最大值和最小值，获取服从正态分布的样本均值(X)，标准差(σ)，利用($X-k\sigma$)作为下限，($X+k\sigma$)作为规则上限($k=1,2$ 或 3)。为此获取以下提取蚀变岩的光谱知识规则：即在 TM4 < 120 的前提下，绢英岩的亮度值为 75.6 < TM5/7 < 87.3，青磐岩化蚀变岩为 64.2 < PC4-H < 73.42。

4.4 基于知识规则的蚀变信息提取模型

本文采用数据挖掘方法中比较成熟的决策树技术来解决知识分类问题，因此必须将所表示的知识转换为 IF-THEN 形式的分类规则知识。根据上述发现的成矿地质规律及蚀变岩光谱知识，本文构建了蚀变信息提取模型如图4所示。

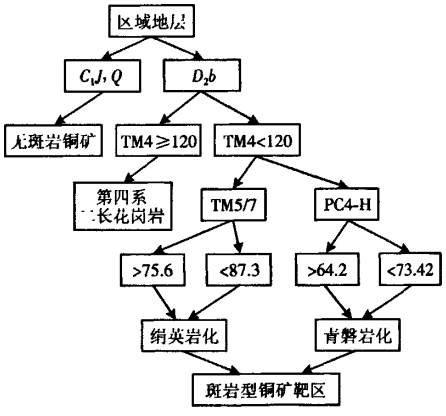


图4 基于知识的蚀变信息提取模型

Fig. 4 Extracting model of alteration information based on knowledge

4.5 蚀变信息提取及找矿效果分析

利用 ERDAS8.7 的专家分类器或 Modeler 模块，实现以上知识模型。利用该模型快速提取研究区内斑岩型铜矿蚀变遥感异常信息，结果如图5所示。

蚀变遥感异常描述：从图5中可以看出，红颜色代表的综合异常主要呈北西向带状，主要沿卡拉先格尔断裂展布。综合异常与哈腊苏矿区目前划分的Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ号矿化蚀变带分布范围基本一致。根据成矿地质条件分析及蚀变遥感异常的分布，通过野外验证，证实左上角与Ⅰ号矿化带相邻的较大异常，是由地表矿化蚀变引起，地表出露石英闪长岩体，沿岩体与地层的接触带发现有近300多米长孔雀石化带，同时1/5万化探铜、金元素异常值较高，目前已经开始地表工程布置。根据2006年Ⅱ和Ⅲ矿化带1/1万地质图修测结果，青盘岩化带是连续的，不排除下部有隐伏斑岩体的可能性，为此Ⅱ号矿化带的东延部分的较大异常是值得进一步工作的，该蚀变异常与铜、金化探异常吻合性较好。

万方数据

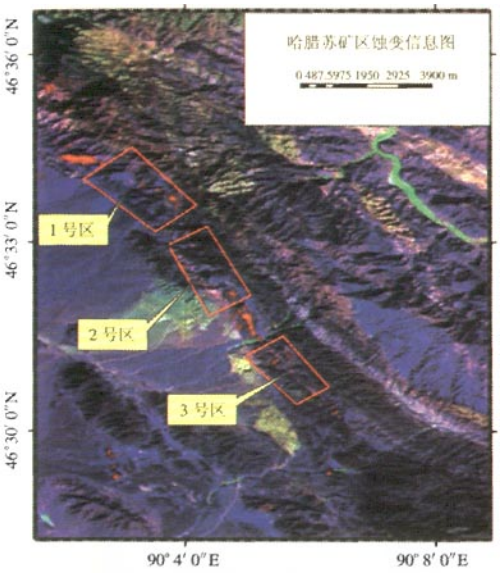


图 5　哈腊苏矿化区蚀变信息分布图

Fig. 5　The distribution of alteration information in Halasu copper mineralized zone

5　讨　论

从本例的试验过程看,采用知识发现方法快速提取蚀变信息是可行的,从地质成矿理论来看,每个成矿带均具有各自的成矿特点,成矿类型和蚀变组合等,而且不同的蚀变组合对于成矿类型具有指导意义,利用知识发现,采用数据挖掘中的决策树技术可以充分地将地质专家认知融入到信息提取中来,提高蚀变信息的可信度,有效减少假异常,同时如果对于一个成矿带的蚀变组合认知更多,还可以实现蚀变信息的分类提取。

遥感技术是目前实现对地观测的最主要手段之一,已经成为地质找矿勘探的主要技术,是现代找矿技术的主流[12]。但不可忽略的一个问题是,矿床的形成过程是极其复杂的,在目前露头矿发现越来越少的情况下,仅仅依靠传统的地质方法,或者某一种单一的技术进行矿产勘查都是不可取的。目前利用遥感数据提取蚀变遥感异常信息还只是一种战略手段,不能直接定位矿床的空间位置,但是随着遥感空间分辨率的提高,高光谱数据的普及,遥感地质找矿必将发挥更大的作用。本文通过建立专家知识库的方法实现快速提取蚀变遥感异常信息,初步尝试了将地学知识作为遥感图像处理的数据,实现了二者在图像处理平台的统一。虽然它的规则库的建立还是手工方式,但是在当前地学专家系统理论尚不成熟的情况下,这种实现的方式为该领域的工作者们开辟了发展的道路。

参 考 文 献(References)

[1] Zhao P D, Chen Y Q, Liu J P, *et al.* Theory and Practice of Geologic Anomaly Metallogenic Prognoses [M]. Beijing: University of Geosciences Press, 1999. [赵鹏大,陈永清,刘吉平等. 地质异常成矿预测理论与实践[M]. 北京:地质大学出版社,1999.]

[2] Ma J W. Research of Alteration Zones' s Quickly Extraction by Use of TM Date[J]. *Journal of Remote Sensing*, 1997, 1(3): 208—313. [马建文. 利用 TM 数据快速提取含矿蚀变带方法研究[J]. 遥感学报, 1997, 1(3): 208—313.]

[3] Chen S P, Tong Q X, Guo H D, *et al.* Remote Sensing Information Mechanism Research[M]. Beijing: Science Press, 1998. [陈述彭,童庆禧,郭华东等. 遥感信息机理研究[M]. 北京:科学出版社,1998.]

[4] Zhang Y J, Yang J M, Chen W. Study of the Method for Extraction of Alteration Anomalies from the ETM + (TM) Data and Its Application: Geologic Basis and Spectral Precondition [J]. *Remote Sensing for Land & Resources*, 2002, 4: 30—37. [张玉君,杨建民,陈微. ETM(TM)蚀变遥感异常提取方法研究与应用——地质依据和波谱前提[J]. 国土资源遥感, 2002, 4: 30—37.]

[5] Crosta A P, Mc M Moore J. Enhance Mend of Landsat the Matic Mapper Imagery for Residual Soil Mapping in SW Minais Gerrain. Proceedings of the 7th(ERIM) The Matic Conference: Remote Sensing for Exploration Geology, Calgary, 1989.

[6] Crosta A P, Sabin E C, Taranik J V. Hydrothermal Alteration Mapping at Bode, California, Using AVRIS Hyper Spectral Data [J]. *Remote Sensing Environ*, 1998, 65: 309—319.

[7] Loughlin W P. Principal Component Analysis for Alteration Mapping[A]. Proceedings of the 8th The Matic Conference on Geologic Remote Sensing[C]. Denver, USA, 1991.

[8] Longhi L, Scavetti M, Chiari R, *et al.* Spectral Analysis and Classification of Metamorphic Rocks from Laboratory Reflectance Spectral in the 0.4—2.5μm Interval: A Tool for Hyper Spectral Data Interpretation[J]. *Int. J. Remote Sensing*, 2001, 22(18): 3728—3763.

[9] Yang B, Wu D W, Lai J Q, *et al.* The Set up of Quantitation Remote Sensing Models for Mineralization and Alteration: Take Silicification in Yingzuishan Gold Mine as an Example [J]. *Journal of Remote Sensing*, 2005, 9(6): 717—724. [杨波,吴德文,赖健清等. 矿化信息提取定量遥感模型的建立——以鹰嘴山硅化蚀变为例[J]. 遥感学报, 2005, 9(6): 717—724.]

[10] Yang W P, Zhang Z C, Zhou G, *et al.* Discovery of the Xileketehalsu Porphyry Copper Deposit on the Southern Margin of

万方数据

the Altay Copper Metallogenic Belt[J]. *Geology in China*, 2005, 23(1): 107—114. [杨文平,张招崇,周刚等. 阿尔泰铜矿带南缘希勒克特哈腊苏斑岩铜矿的发行及其意义[J]. 中国地质, 2005, 23(1): 107—114.]

[11] Wu G G, Xue C J, Wen C S, *et al.* Geology of the Halasu porphyry Cu(-Mo-Au) Deposit in the Eastern Part of Southern Altay, Xinjiang[J]. *Mineral Deposets*, 2006, 25: 325—328. [吴淦国,薛春纪,温长顺等. 新疆阿尔泰南缘东段哈腊苏斑岩铜(钼金)矿床地质[J]. 矿床地质, 2006, 25: 325—328.]

[12] Chen S P. From Geological Remote Sensing to Land Resources Investigation[J]. *Journal of Remote Sensing*, 2005, 9(2): 113—117. [陈述彭. 从地质遥感迈向国土资源普查[J]. 遥感学报, 2005, 9(2): 113—117.]

Method of Fast Extracting Alteration Remote Sensing Abnormal Information Based on Knowledge and Prospecting Application

GAO Jing-gang[1,2], XUE Chun-ji[3], WU Gan-guo[3], WANG Xiao-hu[2], ZHOU Gang[4], YANG Wen-ping[4], WANG Xiang[4], CHEN Jing[5]

(1. *School of Information Engineering, Chang'an University, Shanxi Xi'an* 710064, *China*;
2. *School of Earth Science and Land Resources, Chang'an University, Shanxi Xi'an* 710054, *China*;
3. *State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciendex, Beijing* 100083, *China*;
4. *No.4 Geological Party, Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Xinjiang Altai* 836500, *China*;
5. *The Institute of Environmental Protection Monitoring and Inspection of BOLR, Xingjiang Wulumuqi* 830011, *China*)

Abstract: The new discovered copper mineralized zone in Halasu region, Xinjiang kalaxiange mineralization belt, was selected as the case study in order to fast extract ETM + mineralization alteration remote sensing anomaly. First of all, the paper discussed the geological background, geophysical and geochemical anomaly characteristics of this area, aggregated metallogenic regularities, then, compared the features of remote sensing data. Though choosing ETM data sources, we achieved geological, geophysical, geochemical data processing and remote sensing image enhancement processing. Spectrum characteristics of known alteration distribution area and geologic setting, six (bands band 1—5 and 7) of alteration rock of ETM + image and the enhanced image (ratio image, the principal component analysis image), iron-stained anomaly and hydroxyl anomaly were analyzed. Spectrum knowledge to differentiate alteration rock from mining region strata was discovered. By introducing the standard error based on TM4 < 120, we known that the brightness value of phyllic rock was 75.6 < TM5/7 < 87.3, the propvlitization altered rock 64.2 < PC4-H < 73.42. By the use of the mineralization geological feature of mining region and typical ore deposit mineralization model, we could establish the remote sensing geology mineral prospecting model, and then, the remote sensing geology ore-control characteristic was investigated . The middle-bottom basalt and augitophyre, in the middle Devonian Beita mountain group, were the main rock of the porphyry mineralization within the copper (or molybdenum) belt. As a result, the abnormal information model of extracting alteration remote sensing based on ETM + image has been developed. Additionaly, the alteration remote sensing abnormal information could be extracted by the expert classifier model of ERDAS IMAGING V8.7. Based on the result we can combine geology with remote sensing image processing . Although the establishment of the regulation was manual, whereas at present, the geological expert system theory was not yet ripe, such model in this field has opened up a new development path. Through actual verification, it proved that the results had good correspondence with the actual condition, and the copper mineralization belt had been discovered. This model provides reference to geological investigation and prospecting for copper mines in those area with the similar geologic background to the southern margin of Kalaxiange region, in Xinjiang.

Key words: Halasu; alteration anomaly; knowledge discovery; decision tree

万方数据