

山东招平断裂带及其外围地区 遥感蚀变提取与找矿预测^①

李守生¹, 叶珂¹, 杨斌², 王慧¹, 张建国²

(1. 山东招金集团, 山东 招远 265400; 2. 中南大学地学与环境工程学院, 长沙 410083)

摘要:招平断裂带是胶东地区重要的控矿构造之一, 文章中遥感地质研究的范围包括其北段、中段及外围区, 测区面积 1200km²。ETM 多光谱遥感数据来源于美国 7 号陆地卫星。选择 ETM7、4、1 三个波段进行彩色合成制作测区基础遥感图像。采用 Crosta 法, 选择 ETM1、4、5、7 波段作为输入波段进行主成分变换, 获取泥化蚀变遥感信息。选择 ETM1、3、4、5 波段进行主成分变换, 提取铁化蚀变信息。沿招平断裂带在玲珑、大尹格庄、蒋家窑、夏甸等矿田(床)发育规模大、连续性好的泥化蚀变。在招平断裂带下盘玲珑型花岗岩出露区域泥化蚀变较发育。铁化蚀变主要分布在测区南部和中部, 在招平断裂带上盘胶东群和荆山群变质岩系出露地区铁化蚀变规模较大, 连续性较好。根据遥感泥化蚀变和铁化蚀变的分布、规模和连续性, 结合金矿点、断裂和出露地质体等因素的地质分析, 共圈定找矿靶区 12 处, 按成矿条件的有利性和找矿潜力分为 I、II、III 三级。

关键词:遥感蚀变; 找矿预测; 金矿床; 招平断裂带; 胶东

中图分类号: TP79 文献标识码: A 文章编号: 1001-5663(2011)03-0231-05

1 招平断裂带地质概况

招平断裂带是胶东重要的控矿构造之一, 分布有玲珑、大尹格庄、夏甸、旧店等多个金矿田。该断裂带南起平度市城东, 向北至夏甸、大尹格庄及招远市城区, 抵玲珑矿田。由玲珑向北转为 NNE 向至蓬莱入渤海, 长约 130km, 总体走向 NE30°~40°, 倾向 SE, 倾角 30°~60°。宽一般 50~200m, 最宽处可达 800m。本次研究的范围主要是招平断裂带的中段、北段及外围区。

沿招平断裂带主要出露玲珑型花岗岩、郭家岭型花岗岩、滦家河型花岗岩及胶东群、荆山群等变质岩系, 招平断裂带往往沿玲珑岩体与荆山群、胶东群、滦家河型岩体的接触带曲折延伸(图 1)。

玲珑型花岗岩沿招平断裂带分布范围较广, 为金矿的主要赋矿主岩, 形成于燕山运动早期。郭家岭型

花岗岩主要出露于招平断裂带北段西侧, 呈岩基、岩株产出, 侵入于玲珑岩体中, 岩性主要为似斑状花岗岩闪长岩, 从区域看, 上庄、三山岛郭家岭型岩体周围赋存了新城、界河、上庄和三山岛、仓上等大型、特大型金矿床。滦家河型花岗岩分布于招平断裂带上盘, 与胶东群呈明显的侵入接触关系。胶东群是测区出露最老的地层, 分布广泛, 岩石普遍经受中—高级区域变质作用, 混合岩化作用较强。

2 遥感蚀变异常提取

测区公里网坐标范围为: E21246~21288, N4108~4153, 面积为 1200km²。本次选用了一景 ETM 数据, 即 120/34(拍摄时相为 2000 年 06 月 12 日)。

2.1 基础图像制作

ETM 多光谱遥感数据来源于美国 7 号陆地卫星

^① 收稿日期: 2011-02-16 作者简介: 李守生(1964—), 男, 高级工程师, 从事金矿及有色金属矿产勘查。

基金项目: 国家科技支撑计划课题(编号: 2006BAB01B07)和有色金属成矿预测教育部重点实验室资助。

(Landsat-7)。

对于地质应用而言,ETM的各波段都能提供地质构造、地形地貌信息。其中 ETM5、6、7 波段的信息量更为丰富。ETM1、2、3、4 波段能够区分岩石中铁、锰矿物和含铁、锰矿物的相对含量,尤其是第 4 波段对于含三价铁的矿物比较敏感,往往借此区分岩性;ETM5 波段只对绿帘石族矿物的特征谱带敏感;ETM7 波段识别碳酸盐岩、绿片岩、绢云片岩、粘土岩及粘土矿物聚集带的效果较好;ETM6 波段对于

识别地热异常、岩石和构造的含水性,鉴别地质构造有一定的用途;ETM8 波段为全色波段,分辨率较其它波段要高,对于波段融合处理、增强图像纹理清晰度、提高图像地质解译率、扩大成图比例等有很好的作用。

ETM7、4、1 合成图像色调最好,大部分岩性差别明显,地层构造清晰,地质可解度较高,最终选择相关系数相对小的 ETM7、4、1 三个波段进行彩色合成,制作出此工作区的基础遥感图像。

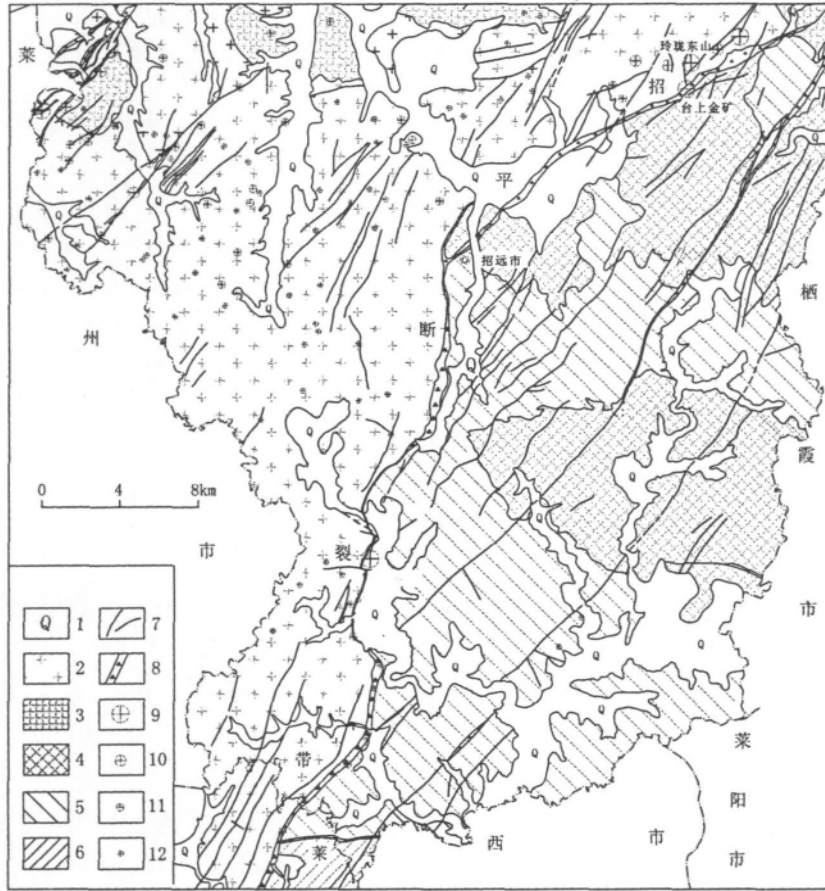


图 1 招平断裂带地质简图

Fig. 1 Geological map of Zhaoping fault belt

- 1—第四系 2—玲珑型花岗岩 3—郭家岭型花岗岩 4—滦家河型花岗岩 5—胶东群变质岩系 6. 荆山群变质岩系
7—断层 8—断裂破碎带 9—特大型金矿床 10—大型金矿床 11—中小型金矿床 12—金矿点

2.2 泥化蚀变遥感信息提取

泥化蚀变遥感信息的提取采用 Crosta 法,即面向特征主成分法,选择 ETM1、4、5、7 波段作为主成分变换的输入波段,进行主成分变换,获取富含羟基矿物的“羟基图像”,变换后各波段的特征向量及特征值见表 1。

分析表 1,可得出以下几点结论:①在 PC1 主成

分上,四个波段均为正值,其中 ETM5 波段贡献最大,其次是 ETM1、4、7 波段,总体说来,PC1 主成分反映的是图像四个波段的相加信息,主要表现的是亮度信息和地形信息。②PC2 主成分反映的是 4、5 波段的和减去 1、7 波段的和的线性变换,其中 4 波段与 PC2 呈明显的负相关。③PC3 主成分反映的是 1、4 波段的和减去 5、7 波段的和的线性变换,1 波段与 PC3

表 1 ETM1、4、5、7 波段特征向量及特征值

Table 1 Eigenvector and eigenvalue of ETM 1,4,5,7 wave bands

主成分	ETM1	ETM4	ETM5	ETM7	特征值 (%)
PC1	0.19826	0.11707	0.67724	0.69881	91.54
PC2	-0.16044	0.89071	0.24889	-0.34490	6.16
PC3	-0.93307	-0.23001	0.27397	0.03774	1.73
PC4	0.25365	-0.37421	0.63589	-0.62552	0.57

呈明显的正相关,而 7 波段与 PC3 呈明显的负相关。

④PC4 主成分反映的是 4、7 波段的和减去 1、5 波段的和的线性变换,其中 5 波段和 PC4 呈明显的负相关,1 波段和 PC4 呈明显的正相关。

由于 ETM5 和 ETM7 波段在第四主成分的绝对值最大,而正负相反,因此,选择 PC4 来提取泥化蚀变遥感信息。泥化蚀变信息的提取采用 5×5 窗口,两次滤波,滤波后,对图像进行密度分割,来提取泥化蚀变信息(图 2)。

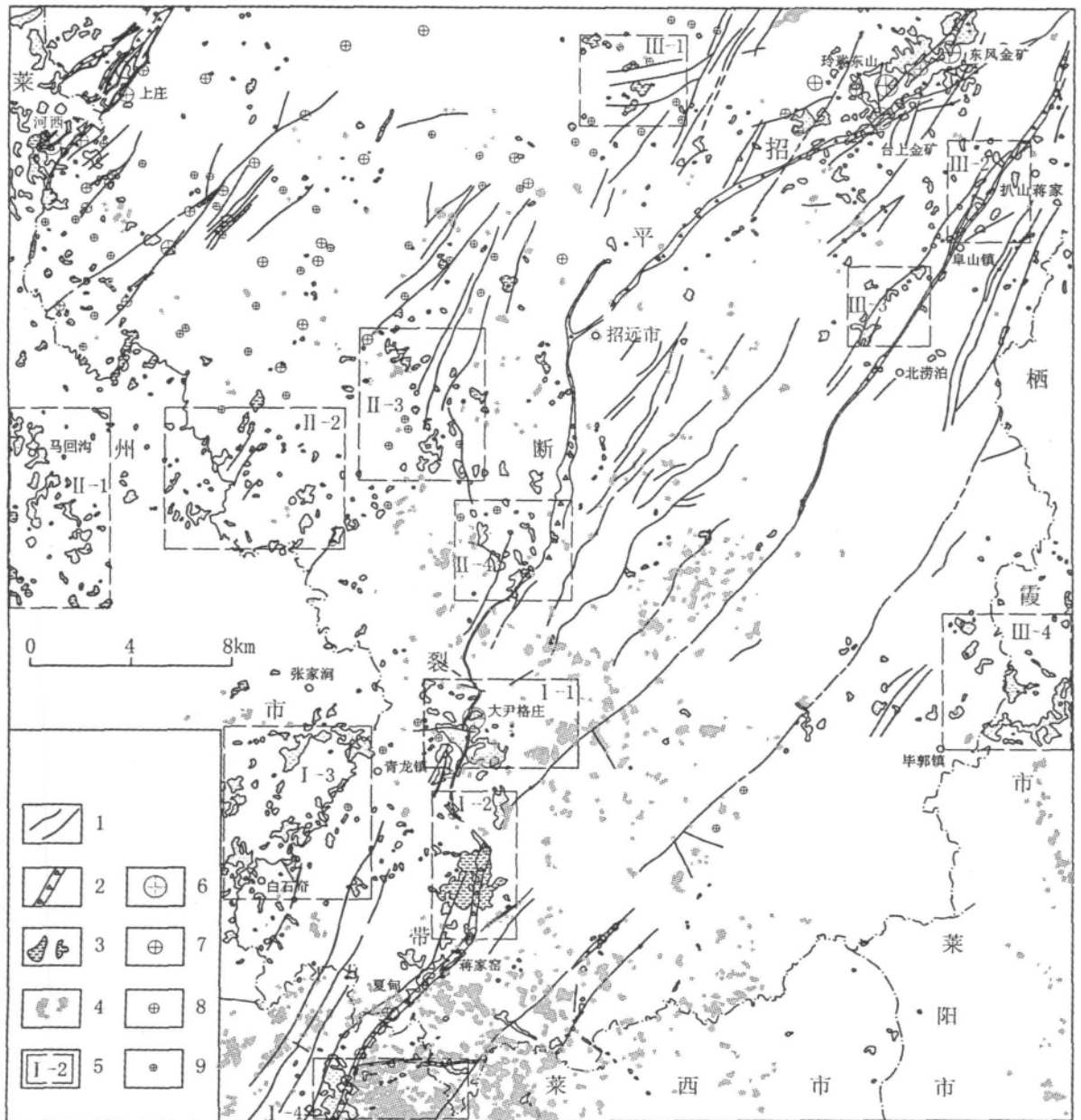


图 2 招平断裂带遥感蚀变分布与找矿预测图

Fig. 2 Distribution of remote sensing alteration and ore prediction in Zhaoping fault belt

- 1—断层 2—断裂破碎带 3—遥感泥化蚀变 4—遥感铁化蚀变 5—找矿靶区及编号 6—特大型金矿床
- 7—大型金矿床 8—中小型金矿床 9—金矿点

2.3 铁化蚀变遥感信息提取

采用 Crosta 法,选择 ETM1、3、4、5 波段进行主成分变换,取其第三或第四主成分来获取反映富含铁离子矿物的“铁组图像”,变换后各波段的特征向量及特征值见表 2。

分析表 2,可得出以下几点结论:①在 PC1 主成分上,四个波段均为正值,其中 ETM5 波段贡献最大,其次是 ETM1、4、3 波段,总体说来,PC1 主成分反映的是图像四个波段的相加信息,主要表现的是亮度信息和地形信息。②PC2 主成分反映的是 1、3 波段的和减去 4、5 波段的和的线性变换,其中 4 波段与 PC2 呈明显的负相关。③PC3 主成分反映的是 1、3、4 波段的和减去 5 波段的线性变换,5 波段与 PC3 呈明显的负相关。④PC4 主成分反映的是 3、4 波段的和减去 1、5 波段的和的线性变换,其中 1 波段和 PC4 呈明显的负相关,3 波段和 PC4 呈明显的正相关。

判别反映蚀变矿物的主分量图像的依据是:由于含铁矿物的波谱特性是在 ETM1 波段有吸收特性,而在 ETM3 波段具有强烈的反射特征,因此,在不考虑符号的情况下,ETM3 波段的特征向量载荷因子最大的主分量图像反映了含铁离子蚀变矿物信息,而且它的特征向量载荷因子必须与 ETM1 波段的特征向量载荷因子符号相反,如果 ETM3 波段的特征向量载荷因子为负,则铁离子分布区域在主分量图像中为低值异常。而 PC4 正符合这一判断原则。因此,选择 PC4 作为铁化蚀变信息提取的因子。

表 2 ETM1、3、4、5 波段特征向量及特征值

Table 2 Eigenvector and eigenvalue of ETM 1,3,4,5 wave bands

主成分	ETM1	ETM3	ETM4	ETM5	特征值 (%)
PC1	-0.22698	-0.64475	-0.12584	-0.71899	88.30
PC2	0.24127	0.49893	-0.73248	-0.39537	8.29
PC3	-0.40989	-0.33244	-0.65401	0.54198	2.83
PC4	-0.84986	0.47418	0.14109	-0.18162	0.58

3 遥感蚀变异常的空间展布特征

测区遥感蚀变异常展布特征:

(1)沿招平断裂带分布有多处泥化蚀变,在玲珑、大尹格庄、蒋家窑、夏甸等矿田(床)发育规模大、连续性好的泥化蚀变,与矿田(床)的空间位置相吻合(图

2)。

(2)在测区中部和南部,泥化蚀变沿招平断裂带呈串珠状展布,在招平断裂带下盘玲珑型花岗岩出露区域泥化蚀变较发育。

(3)在测区西北部,有一处规模较大的泥化蚀变,在空间上对应与焦家矿田,与上庄、河西、河东等金矿床位置吻合。

(4)有一定规模和连续性的铁化蚀变主要分布在测区南部和中部,在招平断裂带上盘胶东群和荆山群变质岩系出露地区铁化蚀变规模较大,连续性较好。规模最大的一处铁化蚀变分布在蒋家窑、夏甸矿床及其南部地区。

(5)在大尹格庄金矿以北地区,铁化蚀变显著减弱,在玲珑和焦家矿田及其外围,仅有零星的铁化蚀变且规模很小。

(6)在测区北部郭家岭型花岗岩出露区及测区东部滦家河型花岗岩出露区没有明显的遥感蚀变异常显示。

(7)总体上铁化蚀变与泥化蚀变的空间套合性不明显。泥化蚀变可做为主要的遥感蚀变找矿标志,铁化蚀变仅可做为辅助性找矿标志。

(8)在测区中部和南部,招平断裂带下盘玲珑型花岗岩出露区尚有多处成规模的泥化蚀变区,在测区北部玲珑矿田之外围也有多处成规模的泥化蚀变分布,显示了较好找矿前景。

4 找矿预测

根据遥感泥化蚀变和铁化蚀变的分布、规模和连续性,结合金矿点、断裂和出露地质体等因素的地质分析,共圈定找矿远景区 12 处,按成矿条件的有利性和找矿潜力分为 I、II、III 三级(图 2),其中 I 级找矿远景区 4 处,分布在招平断裂带中段,分别位于大尹格庄矿区及其外围、夏甸金矿床南部、大尹格庄金矿田南侧和西侧;II 级找矿远景区 4 处,位于招远市西侧和西南侧,招平断裂带中段下盘之玲珑型花岗岩出露区;III 级找矿远景区 4 处,其中 3 处位于玲珑矿田外围,1 处位于测区东部陞郭镇附近。

参考文献:

[1] 张建国,杨自安,胡祥昭,等.基于光谱特征的遥感信息提取及成矿预测[J].矿产与地质,2004,18(4):346-349.
[2] 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):717-723.

Extraction of Remote Sensing Alteration And Ore Prediction in Zhaoping Fault Belt And Its Periphery, Shandong Province

LI Shou-sheng¹, YANG Bin², YE Ke², WANG Hui¹, ZHANG Jian-guo²

(1. Shandong Zhaojin Group Corporation, Zhaoyuan, 265400;

2. Institute of Geoscience and Environment Engineering, Central South University, Changsha 410083)

Abstract: Zhaoping faulted zone is an important ore-controlling structure in eastern Shandong province. The surveying areas of remote sensing geology include the fault belt's central and north sections in a range of 1200km² area. The ETM multispectral remote-sensing data came from Landsat 7 of USA. The basic remote sensing images were made by pseud colour composing of ETM 7, 4, 1 bands. The argillation alteration was obtained by Crosta method on principal component transform of ETM 1, 4, 5, 7 bands. The iron alteration was obtained by Crosta method on principal component transform of ETM 1, 4, 5, 7 bands. There are large scale and consecutive argillation alteration in the deposits along Zhaoping fault belt, such as Linglong, Dayingezhuang, Jiangjiayao, Xiadian. And argillation alteration often appears in the footwall of Zhaoping fault belt where there are cropping-out of Linglong granite. The iron alteration is distributed mainly in south and middle part of the surveying area, and there are large scale and consecutive alteration in the hanging wall of Zhaoping fault belt where metamorphic rocks of Jiaodong group and Jingshan group occur. 12 prospecting targets were delimited according to the distribution, scope, continuity of argillation and iron alteration and to the geological analysis of gold deposits, fractures, visible geologic bodies. The prospecting targets were classified into 3 groups of I、II、III based on the mineralization conditions and the ore-forming potential.

Key Words: Remote sensing alteration, Ore prediction, Gold deposit, Zhaoping fault belt, Eastern Shandong

非洲矿产资源银矿争夺加剧

非洲大陆蕴藏着丰富的矿产资源,赞比亚、刚果铜矿带拥有世界10%的铜矿储量,刚果钴矿储量占世界总储量的3/2,博茨瓦纳煤炭储量高达200亿吨,几内亚是世界上最大的铝土矿出口国。

传统欧美矿业公司与中国公司的竞争已逐渐白热化,非洲大陆将是未来矿产资源争夺的主战场。非洲各国在对中国与欧美公司利益平衡基础上希望扩展自身利益空间,抬高与中国矿业合作的要价;国际初级产品价格处于历史高位,市场行情看涨,增强了非洲各国要价信心;欧美公司与中国公司的激烈竞争也使得非洲国家无形中增加了要价资本。

当前,非洲各国的矿业政策正经历着深刻调整,如坦桑尼亚政府计划对黄金开采征收附加税,南非矿业国有化问题一直争论不休,纳米比亚针对国有铀矿企业的矿权出让举棋不定,津巴布韦国内经济政策前景一直不甚明朗。

(来自中国有色网)