

遥感构造解译在滇东北地区成矿预测中的半定量应用^①

张云峰^{1,2}, 李领军², 张蓉²

(1. 中国地质大学, 武汉 430074; 2. 西北有色地质研究院, 西安 710054)

摘要:在滇东北地区遥感构造规模的定性判定及方位分类基础上, 利用GIS中的空间分析功能, 对已知铅锌多金属矿产的空间关系进行定量分析, 得出不同级别构造对成矿作用的影响程度, 并以因子得分形式表达不同方位构造对成矿作用的贡献值, 结合其它资料和方法的应用, 为该区域遥感成矿预测提出半定量预测结果。

关键词:遥感构造解译; 成矿预测; GIS空间分析; ETM构造提取; 滇东北地区

中图分类号:TP79 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-5663(2007)03-0358-05

在金属矿产找矿过程中, 构造的类型及发育程度是重要的预测指标。由于受自然条件限制, 地质矿产调查中往往会漏失大量的构造信息, 而给成矿作用分析带来困难。

利用遥感的构造解译方法, 能够发现野外不易发现的构造信息, 弥补地表工作不足。但如何将遥感图像解译出的众多的构造信息有效地应用到成矿预测中去, 是一个需要探索的问题。

笔者在滇东北地区铅锌矿遥感地质调查过程中, 利用ETM图像构造提取和GIS空间分析相结合技术, 获取了大量的断裂—线性构造信息, 同时结合已知矿产规模和分布特征, 对构造展开定性分类、定量分析, 确定不同方位、不同级别构造对矿产预测的指示意义。结果表明, GIS空间分析技术与遥感图像处理技术结合应用, 可以实现遥感断裂—线性构造在成矿预测中从定性到半定量的目的, 使预测结果排除人为因素, 更为客观准确。

1 遥感的构造解译与分析

1.1 遥感图像的准备

解译用的图像应该突出构造信息, 一般采用741合成图像, 必要时辅助以比值、定向滤波等专题图像, 以起到压抑地形信息而突出构造信息的目的。

1.2 构造解译

在已知地质资料的基础上, 首先建立断裂—线性构造的影像解译标志, 并据此开展各类遥感的构造解译, 并在GIS软件中形成矢量图件。

2 遥感的构造定性分析

构造的定性分析包括对构造级别的判定及构造方位的归类。构造级别的判定在解译过程中已有一定的标准, 不同级别的构造对成矿作用的影响范围是不同的, 笔者在实际工作中将断裂—线性构造划分为三个级别: 一级构造在影像上延伸及宽度规模较大, 形迹清楚, 构成不同地质单元的界面; 二级构造具有一定规模, 影像标志较清楚, 可构成一定规模的断裂群带; 三级构造规模较小, 包括短小断裂—线性体及成群出现的大型节理。

滇东北地区铅锌矿主要受NE向与NW向构造联合控制, 根据区内已知成矿带的展布规律, 需要进行构造方位组的划分, 其划分结果是, 将已知控矿构造分别归类于相应的方位组, 不同方位构造控矿的贡献作用在成矿预测应用中具有统计意义。

遥感断裂—线性构造级别和方位定性划分结果通过GIS软件中形成属性文件, 作为预测中的半定量分析基础图件。

① 收稿日期: 2006-08-28 作者简介: 张云峰(1972-), 男, 中国地质大学(武汉)在读硕士, 研究方向: 遥感地质学与3S技术。

3 构造与矿产的定量分析

在本次半定量成矿预测过程中,将已知不同规模矿产进行标准化处理,以及将不同级别、不同方位构造对已知矿产的控制程度进行定量化,这些处理是本次预测的关键。

3.1 矿产当量

为了便于对不同级别的已知矿产进行分析,使分析过程中的衡量具有标准化概念,引入矿产当量,即将所有级别的矿产(包括大型、中型、小型、矿点等)进行标准化处理,使其在分析过程中处于同一量纲。矿产当量可由以下公式计算:

$$N=K_1N_1+K_2N_2+K_3N_3+N_4$$

式中: N 为矿产当量, N_1 、 N_2 、 N_3 、 N_4 分别为大、中、小型矿床和矿点的个数。 K_1 、 K_2 、 K_3 则是大、中、小型矿床相应的权系数。从上式中可以看出,所谓的矿产当量,实际上就是将不同规模的矿产地,折算成相当于矿点规模的矿产地的个数,单位为个。

3.2 构造影响范围的半定量化

不同级别的构造在成矿过程的作用是不同的,一级断裂—线性构造控制区域上矿化带的形成,二级断裂—线性构造往往是矿体形成的导矿构造,而三级断裂—线性构造往往构成容矿空间。

实际上构造对矿产形成的影响和控制作用与已知矿产与构造的距离是一个近似的反比关系,随着距离的增大,构造将对矿产的形成的影响关系越来越小。当距离达到一定的值后,矿产当量将很快减少,这表明,此构造对矿产的影响范围到达衰竭区域,这在矿产与构造距离关系图上可清楚看出。一般为了精确控制构造影响的有效范围,可对矿产当量预设一个“大多数”的比例,如75%,当距离的不断增大使构造影响范围内矿产当量大于这个比例时,即可确定为最佳距离。同时也可以计算出在该影响范围内该级别构造所控制的矿产当量数。

在GIS中,通过空间点线叠加分析,可以计算不同级别构造与已知矿产的距离关系,从而得出最佳的构造影响范围。

3.3 构造方位对成矿预测的贡献

滇东北地区的矿产分布往往受特定方位断裂—线性构造所控制,空间上与该方位构造具有密切的关系,该方位构造密集出现的部位在成矿条件上要优于只有单条构造出现的部位;同时,构造交汇部位对矿产的形成具有更为重要的意义。笔者按45°角度共划分了4个构造方位组。

因此,当某一级别构造的影响范围确定后,在此影响范围内各个方位的构造所控制的矿产数目(矿产当量)是可以分析确定的,根据不同方位构造所控制的矿产当量的数据与该级别所有方位构造所控制的矿产当量数据的比例,可以计算该方位构造对成矿贡献的得分的大小。

4 在滇东北地区的应用及效果

4.1 概述

滇东北地区位于康滇隆起带东侧,属扬子板块西缘以中元古界变质岩为基底的晚元古—早二叠世陆缘活动带沉积盆地(上扬子凹陷)而又演化的晚二叠世—早三叠世大陆裂谷的一部分。具基底和盖层的典型双层结构。区内地层发育较全,各期岩浆活动强弱不一,地质构造比较复杂,铅、锌等多金属的成矿作用强烈,是云南省矿产富饶的地区之一。

工作区遥感工作使用美国Landsat-7 ETM数据,由129/042、129/041两景时相相同的图像镶嵌,通过假彩色合成制作成基础图像,经目视解译形成遥感构造图(断裂—线性构造解译图)如图1、图2所示。



图1 滇东北地区ETM遥感影像
Fig.1 ETM remote sensing image of
northeast Yunnan province

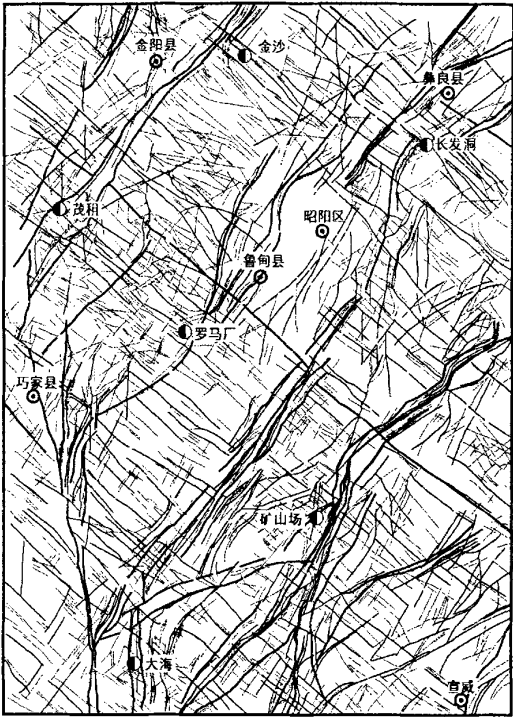


图2 断裂—线性构造解译图
Fig.2 Explanation diagram of fracture-linear structure

4.2 半定量分析

4.2.1 矿产标准化

工作区内共收集到矿产地 127 处,其中大型矿床 4 处、中型 6 处、小型 12 处、矿点 104 处,取 $K_1=20$ 、 $K_2=10$ 、 $K_3=5$,按此计算工作区内矿产当量为: $N=20 \times 4+10 \times 6+5 \times 12+104=304$ 。

预设每个级别构造总分为 30 分,按照方位对成矿预测的贡献的大小对 30 分进行分配,求出各个方位的得分。

4.2.2 一级断裂—线性构造因子得分

经采用 MAPGIS 软件进行空间点线叠加分析,得出滇东北地区一级构造与已知矿产的距离关系,如图 3。矿产当量主要分布在 84.8mm(度量用图比例尺为 1:5 万,实际距离为 4.24km,下同)以内,当距离超过 84.8mm 以后,矿产当量锐减。计算 84.8mm 以内的矿产当量累结为 231,占总矿产当量的 75.99%。因此,选择 84.8mm 为一级线性构造的缓冲区(影响范围)边界。按 EW、SN、NE、NW 四方位计算其影响范围内所控制矿产当量的数目及得分,见表 1。

表1 一级线性构造得分表
Table 1 Table of score for first class linear structure

构造方位	EW	SN	NE	NW
大型矿床	0	1	4	0
中型矿床	0	1	3	1
小型矿床	0	1	10	1
矿点	0	12	60	5
矿产当量	0	47	220	20
得分	0	6	29	3

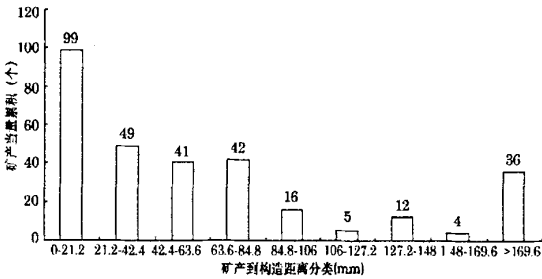


图3 矿产当量与一级构造距离关系示意图
Fig.3 Sketch of the distance relationship between mineral resource equivalence and the first class structure

4.2.3 二级断裂—线性构造因子得分

滇东北地区构造与矿产之间的距离关系如图 4,可以看出,当距离大于 30.55mm(实际距离为 1.53km)时,构造所控制的矿产当量数目增加不明显,计算此范围内的矿产当量为 237,占区域内总矿产当量的 77.96%。因此,选择 30.55mm 为二级线性构造缓冲区(影响范围)的边界。分别计算不同方向二级线性构造影响范围内的矿产当量数,并计算得分,见表 2。

表2 二级线性构造得分表
Table 2 Table of score for second class linear structure

构造方位	EW	SN	NE	NW
大型矿床	0	2	1	2
中型矿床	0	1	1	4
小型矿床	0	3	4	4
矿点	0	16	32	45
矿产当量	0	81	82	145
得分	0	10	10	18

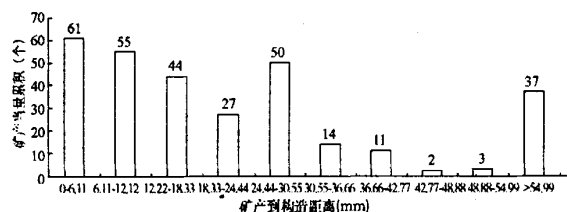


图4 矿产当量与二级构造距离关系示意图

Fig. 4 Sketch of the distance relationship between mineral resource equivalence and the second class structure

4.2.4 三级断裂—线性构造因子得分

滇东北地区三级线性构造与矿产之间的距离关系如图5,可以看出,由于三级线性构造数量多,当距离增大时,构造所控制的矿产当量数目呈减少趋势,但没有明显的“跳阶”,经计算,满足控制75%矿产当量的距离为15.2mm(实际距离0.76km),此时矿产当量总数为229,占区域内总矿产当量的75.3%。因此,选择15.2mm为三级线性构造的缓冲区(影响范围)边界。同样,按上面确定的影响范围,分别计算不同方向三级线性构造影响范围内的矿产当量数,并计算得分,如表3所示。

表3 三级线性构造得分表

Table 3 Table of third class linear structure

构造方位	EW	SN	NE	NW
大型矿床	0	1	1	3
中型矿床	1	0	3	4
小型矿床	1	0	6	4
矿点	6	14	32	28
矿产当量	21	34	112	148
得分	3	4	15	19

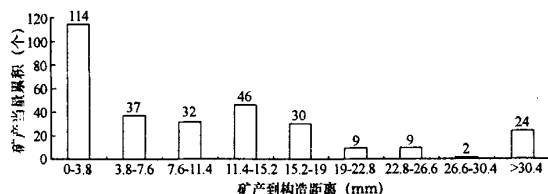


图5 矿产当量与三级构造距离关系示意图

Fig. 5 Sketch of the distance relationship between mineral resource equivalence and the third class structure

从构造与矿产的关系分析可以看出,一级断裂—线性构造中,矿产与NE向构造关系最为密切,其影响范围内的矿产当量为220,占有矿产当量的95%;二级及三级断裂—线性构造中,矿产与NW向构造关系密切,其影响范围内的矿产当量分别为145与148,占有矿产当量的61%与62%。这一结果表明,NE向一级断裂—线性构造控制了成矿带的展布;而区内发育的规模不大、成群出现的NW向二、三级断裂—线性构造往往是铅锌矿形成的导矿或容矿构造,也是铅锌元素矿化富集的主要部位。实地调查也表明,上述规律是存在的,如火德红矿区,受控于NE向区域性巧家—鲁甸—昭通—大关—威信褶皱断带,而矿床矿体的产出则明显受次级NW向的层间裂隙、波状挠曲控制。老矿山、锌山海子、雀落海子等矿段也都受NW向次级断层控制。同时,可以看出,每个级别构造的方位得分总数都大于30分,并且可见,在工作区内,有多个矿产可能处于NE与NW向构造交汇部位。

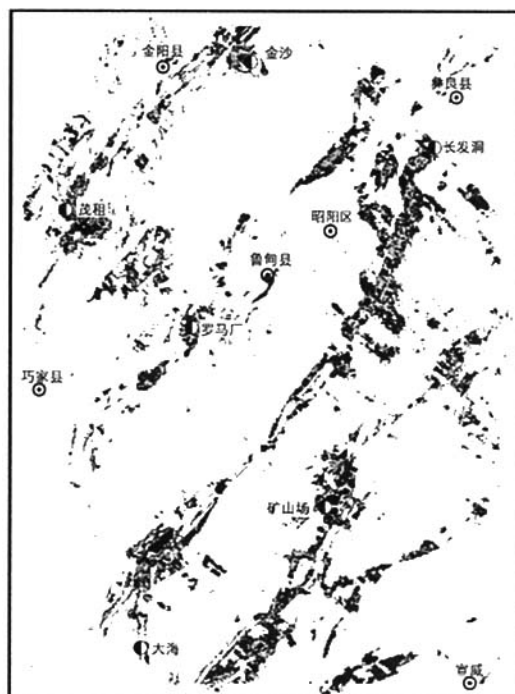


图6 滇东北地区遥感成矿预测图

Fig. 6 Remote sensing ore forming prediction map of northeast Yunnan area

4.3 成矿预测

根据不同级别断裂—线性构造的影响范围的计

算,以及每个级别中不同方位构造的得分情况,得出滇东北地区断裂—线性构造影响范围叠加图像。为进一步缩小靶区,在预测计算过程中,引入了遥感矿化蚀变弱信息、遥感岩性信息以及地球化学信息作为辅助因子参与统计,得出滇东北地区遥感成矿预测图(如图6),预测结果获得了41个遥感找矿靶区,并依据地质特征划分出找矿最佳区、找矿可行区和找矿可能区三个级别。

5 结论

(1)对从遥感图象解译而得到的大量构造信息,通过定性的级别、方位划分后,在GIS软件中应用空间分析的方法,能够半定量地确定各级别、方位构造对成矿作用的贡献大小,从而为遥感的构造解译参加

成矿预测提供了半定量的依据。

(2)滇东北地区遥感成矿预测结果表明,靶区总面积占滇东北总面积的0.6%,单个靶区一般不大于10km²。该方法能够快速优选找矿靶区,精确定位,对于区域性找矿预测工作,具有经济、可靠、客观性强的意义。

参考文献:

- [1] 柳贺昌,林文达.滇东北铅锌银矿床规律研究[M].云南:云南大学出版社,1999.
- [2] 张位及.试论滇东北Pb—Zn矿床的沉积成因和成矿规律[J].地质与勘探,1984,(7):11~16.
- [3] 赵鹏大,等.地质异常成矿预测理论与实践[M].北京:中国地质大学出版社,1999.
- [4] 池顺都.GIS经验找矿与求异找矿结合的工具—化探异常找矿效果经验分析[J].地质与勘探,2000,36(1):71—74.

Semiquantitative application of remote sensing structure explanation to ore prediction in northeast Yunnan area

ZHANG Yun-feng^{1,2}, LI Ling-jun², ZHANG Rong³

(1. China University of Geosciences, Wuhan 430074, China;

2. Northwest Nonferrous Geological Research Institute, Xi'an 710054, China)

Abstract:Based on the qualitative determination and the orientation classification of the structures by remote sensing in northeast Yunnan area, using the spatial analysis function of GIS to carry on the quantitative analysis for the spatial relations of the existent polymetallic lead zinc mineralization, this thesis acquired the influencing degree of different structure levels on the metallogenic processes, and demonstrated the contribution values of the structures with different orientations by the form of factor scores, to propose the semi—quantitative prediction result of remote sensing ore prediction combined with other data and methods.

Key Words:remote sensing structure explanation, ore forecast, spatial analysis of GIS, ETM structure extraction, northeast Yunnan area