

# 伏牛山汝阳南部钼铅锌矿集区遥感地质特征

刘亚南<sup>1</sup>, 张 坤<sup>2</sup>, 黄培明<sup>2</sup>, 李大卓<sup>2</sup>, 付治国<sup>2</sup>

(1. 河南省地质矿产勘查开发局第四地质勘查院, 郑州 450000;  
2. 河南省地质矿产勘查开发局第二地质勘查院, 河南 许昌 461000)

**摘要:** 东秦岭东段伏牛山汝阳南部钼铅锌矿集区是河南省重要的成矿带, 在利用地物化遥综合信息找矿过程中, 遥感地质应用技术发挥了重要作用。大区域成矿带的首选是深大断裂和大型韧性剪切带或其附近, 特别注意热动力岩块的指示作用; 区域线性断裂束与钼铅锌矿的关系密切, 而环形构造是一系列侵入岩体的具体反映, 尤其是与花岗斑岩岩浆活动密切相关的高温热液钼矿床与环状构造或其组合构造的影像信息直接相关。遥感地质分析中的有利信息离不开基础地质和矿产地质, 只有在充分了解成矿地质条件和矿床赋存规律的情况下遥感地质才能发挥其重要作用。

**关键词:** 汝阳南部钼铅锌矿集区; 韧性剪切带; 深大断裂; 线环构造; 钼矿床; 河南省

**中图分类号:** P623.2; P618.65 **文献标识码:** A

## 0 引言

在东秦岭河南段汝阳南部钼铅锌矿集区, 河南地矿局地勘二院通过地物化遥综合找矿信息和一系列地质勘查工作, 20年来发现和探明超大型钼矿床(东沟钼矿)1个、中型(近大型)钼矿床1个, 大型铅锌银矿床1个和中型铅锌矿床2个, 与其他20多个铅锌矿点共同构成一个大型钼铅锌多金属矿产基地。遥感地质在该矿集区钼铅锌矿床的找寻过程中发挥了很重要的作用。

## 1 区域遥感地质概况

由1:40万东秦岭遥感地质影像解译图(图1)可见, 区域内大中型矿床与遥感地质异常相对应<sup>[1]</sup>; 特别是东秦岭燕山期中酸性大型花岗岩基全部显示, 而构造角砾岩热液型金矿床几乎全部产于区域

韧性剪切带及其附近<sup>[2]</sup>; 大型钼矿床则多产于深大断裂附近, 反映出地幔柱活动均以壳幔型深大断裂作为上升通道, 其所形成的岩浆房侵入前锋就定位于深大断裂附近, 东秦岭超大型<sup>[3]</sup>、大中型钼铅锌矿床均依附于花岗岩体内外接触带(以外接触带为主); 铅锌矿床的产出则多环绕在钼矿的边部, 钼铅锌矿床成矿系列构成一个完整的成矿系统<sup>[4]</sup>。

## 2 汝阳南部1:5万遥感地质影像图

汝阳南部1:5万遥感影像图是在大量收集本区航片、卫片、地质图、地形图以及物化探资料的基础上, 依据图像上的形态、阴影、色调差异以及线形影像, 参照地质、地形、物化探资料建立解释标志, 根据这些标志勾绘出较确切的地质界线、线性构造、岩体及推测的古火山机构(环形构造)等内容。成图用的航卫片资料由北京百维星空间图像科技有限公司提供, 航片采用比例尺1:5万的彩红外图像, 卫片采用地球资源卫星Spot 5数据, 分辨率为2.5 m; 影

**收稿日期:** 2015-03-25; **责任编辑:** 赵庆

**作者简介:** 刘亚南(1972—), 男, 高级工程师, 从事地质矿产勘查工作。通信地址: 河南省郑州市高新区科学大道81号地质大厦1203; 邮政编码: 450000。

**通信作者:** 付治国(1956—), 男, 教授级高级工程师。E-mail: 504687746@qq.com

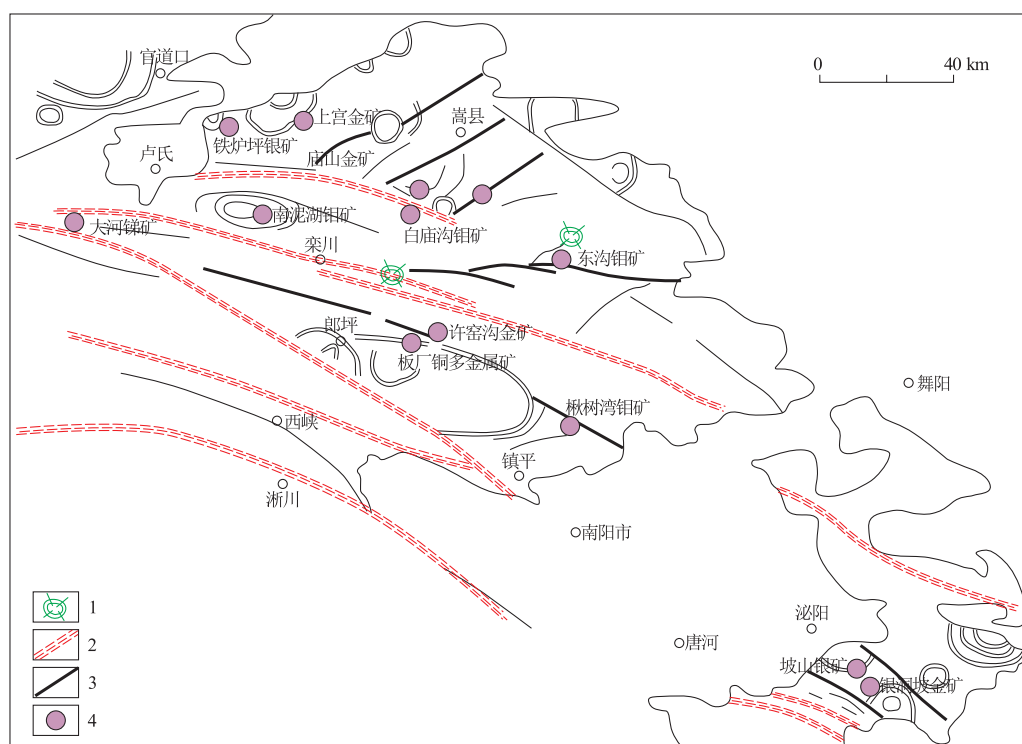


图 1 东秦岭(含伏牛山)遥感地质影像解释图

Fig. 1 Interpretation map of satellite image of the east Qinling (including Funiu shan) mountain

1. 浅层线环构造; 2. 区域性脆韧性剪切带; 3. 局域性脆性断裂; 4. 大中型矿床

像的正射纠正是利用遥感图像处理软件的正射纠正功能模块,采用严格物理模型结合纠正控制资料和DEM进行,纠正控制点误差小于3个像元。数据处理后的工作用图层次丰富,无拼接痕迹;图像清晰,其反差、细微结构和增强图像的彩色界线均较理想,对岩体、线性体、环状构造以及彩色异常的显示程度比较高。

本次卫片提供的信息较突出,它与地质特征现象相互结合解释,可使遥感异常或异常地质体在遥感图像上从宏观到微观均能得到充分显示。本次预测将遥感作为一种辅助手段,成图方案采用手工目视转绘法。在借助双目反光立体镜准确确定解译标志的基础上,运用不同的符号表示这些解译标志,然后根据卫片上可找到的显著地物、地貌标志(如水系、水库、村庄、山脊等),精确地在图上量出解译标志与它们间的距离,按比例将影像用符号准确地投绘于地形图上<sup>[6]</sup>,最后依据所掌握的地质、物探资料进行野外验证,确保成图的精确性、可靠性。

### 3 遥感图像的地质解释

为了从汝阳南部1:5万遥感影像图上提取钼铅锌找矿信息,对遥感影像图进行了系统解译,通过研究图像上线、环、色调异常,找出与成矿关系密切的构造和侵入岩体(脉)<sup>[5]</sup>,为本次成矿预测提供尽可能多的有用信息。工作中主要对区内地层、岩浆岩、线性影像、环形影像进行解译,共解译出线性构造120条,岩体(包括隐伏岩体)6个,环状影像15个,对环状影像进行了分类,结合它们与钼铅锌矿的关系,为成矿预测提供信息(图2)。

#### 3.1 解释标志

(1)地层。火山岩本身色调单一,一般呈暗绿色、灰紫色,由于喷发韵律频繁,色调交替亦频繁,在中小比例尺航片、卫片上不易区别,因而地层的解译标志统为单色调(卫片中呈暗绿色,彩红外片中呈红色)。

(2)岩体:燕山晚期花岗岩体在航、卫片上的色调、花纹与火山岩均无明显差异,未能解译。王屋山晚期中酸性岩体在地貌上为丘陵,受风化后表面砂

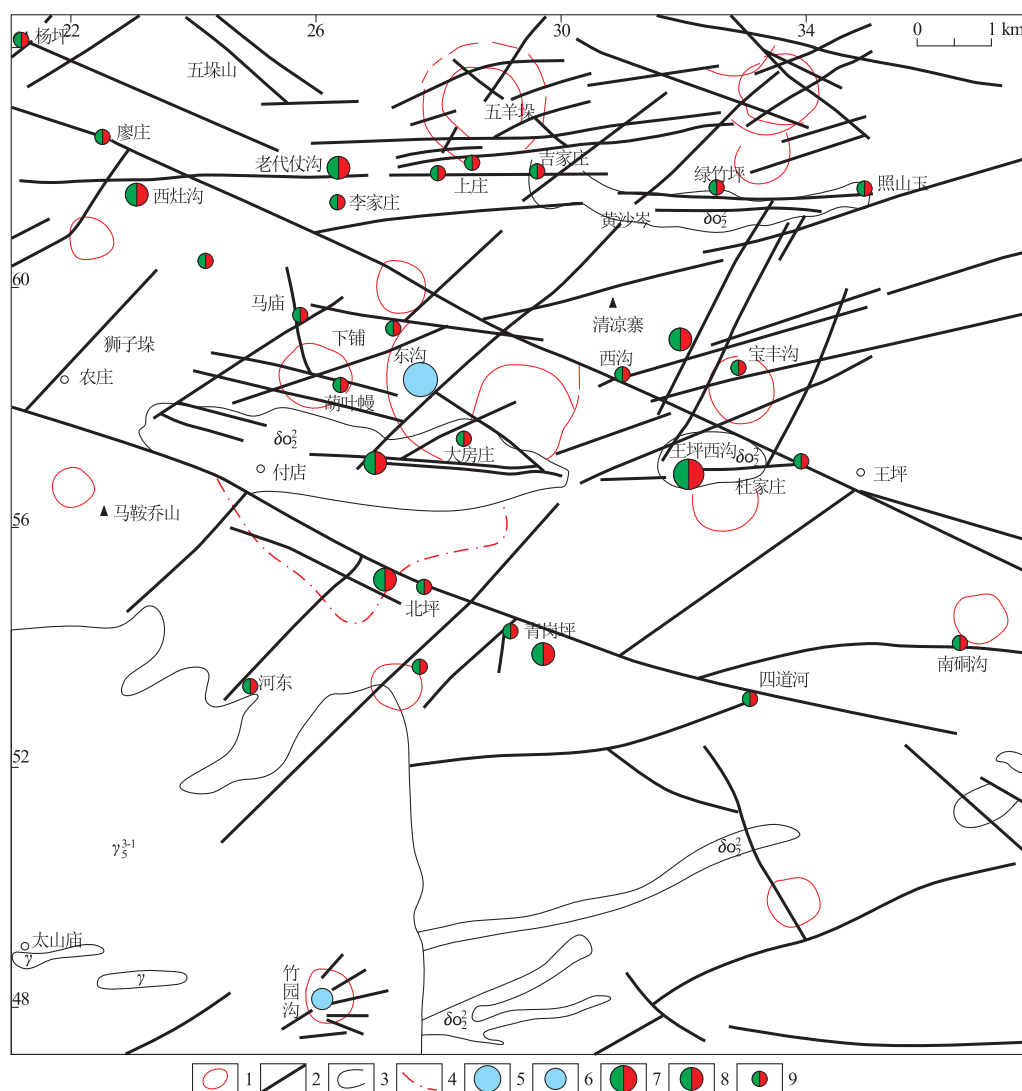


图 2 汝阳南部地区遥感影像解释图

Fig. 2 Interpretation map of satellite image of the southern Ruyang area

1. 环形影像; 2. 线性影像; 3. 燕山期花岗岩岩体界线; 4. 隐伏岩体界线; 5. 特大型钼矿; 6. 中型钼矿; 7. 大型铅  
锌矿; 8. 中型铅锌矿; 9. 小型铅锌矿

粒状,少植物覆盖,航片、卫片上均呈浅绿色调,航片上呈花斑状花纹,与火山岩解译标志有明显差异,二者界线清晰。

(3)线性构造。解译标志主要是线性色调、色线形态及地貌、水系特征。区内大部分断裂都是根据线性色调差——相邻 2 种不同色调分界线确定的,如航片上红色背景中出现暗绿或浅绿色的色调线(带)(或暗绿(浅绿))色背景区中出现红色色调线。其中,线性影像的形态各不相同,有呈直线、舒缓波状延长线的,有连续的、断续的延长。断裂形态在本区也是判定的主要标志之一。根据各种影像标志,判读到的 70 多条 NW 向、NE 向、近 EW 向线性构造,有一部分与地表观测的断裂吻合,一部分是新发

现的,有些地表明可见的断裂在遥感影像上则没有显示。究其原因,除植被影响外,还应考虑到地形和构造本身的规模、延伸等因素。一般规模、延伸较大的断裂,如 2 条 NW 向斜贯全区的大断裂、3 条近 EW 向断裂带,在航、卫片中均有显示。NW 向断裂在双目反光镜下表现为山脊山谷直线延伸,断裂破碎带宽,岩体被截断,2 组断裂相互错开等,判断它们呈压扭性;近 EW 向断裂在岩体中切错岩体,浅绿色影像中呈现红色线性条带而判定,裂子山—马庙东沟一带密集的小规模 NE 向断裂在影像中均没有显示。水系在判别隐伏构造方面效果良好,解译标志为:河流近垂直的转向,水系突然被截断或消失,如四道河 EW 向断裂。

(4)环状影像。区内遥感图像上反映的环状影像较为模糊,其影像特征各异,规模不等。由于环状影像存在着多解性,常根据对其推测的成因进行分类。环状影像分正性、负性两种,地形上呈隆起和凹陷,其几何图形多呈圆形、椭圆形或不规则封闭状。按一般地质解释多归属为隆起、凹陷、侵入岩体、蚀变带、火山通道等,它们往往通过地表景观直接或间接地表现出来。本区主要根据封闭的圆形或椭圆形、弧形影像,周围具放射性影像、水系绕流等解译标志,配合地质物探资料,解译环形影像 14 个,推测古火山口 3 个,隐伏岩体 6 个,与矿有关的色环带 3 个。

### 3.2 环状影像与火山构造

(1)五羊垛环状影像。解译效果较佳,地貌上反映为 2 个同心形沟谷围绕的陡峭正地块,四周存在数条放射状线性构造,与物探、地质资料对照及实地验证(其山顶为产状略内倾的次火山岩流纹斑岩,四周为安山岩夹流纹英安岩),初步推测为古火山口<sup>[7]</sup>。

(2)马鞍乔山环状影像:由环形沟谷环绕而成,大面积出露火山角砾岩、火山角砾熔岩,局部见火山弹,据此推断为古火山口。

(3)海棠爬环状影像:据环状影像和物探解释结果推断可能也为古火山构造。

### 3.3 隐伏岩体

(1)付店隐伏岩体:主要是根据其不规则的封闭弧形与周围色调的不协调性,特别是弧形内密集并列的近 SN 向沟谷非常特征<sup>[8]</sup>,推断这个不规则的影像可能是隐伏的侵入岩体,航磁资料亦推断的 500 m 深处有马庙东沟隐伏花岗岩体。

(2)马庙东沟内下铺(东沟钼矿产地)附近 3 个环状影像。包括下铺北、荷叶幔、大房庄 3 个影像。以大房庄环状影像为例,由环形影像代表东沟超大型钼矿床控矿花岗斑岩地下隐伏形态,基本上趋于吻合状态,从而也代表矿床产出部位。岩体、矿体和成矿时代“三位一体”的成矿模式得到很好的验证。但此种情况尚不能证明东沟花岗岩体与太山庙花岗岩基为同源花岗岩系列。

(3)绿竹坪母子环状影像。环依环、环套环、环环相切。周围出现色调异常,与背景影像特征差异明显、醒目、易辨,推断它可能是石英二长岩上侵隐伏岩体的蚀变带或由于上侵引起地貌差异在影像上的反映。国内众多母子环与矿产往往关系密切。据绿竹坪铅锌矿详查资料,目前矿床稀疏控制,为小

型铅锌矿床,今后扩大成中型铅锌矿床的可能性较大。但因该区条件差,工作程度低,目前多数矿带深部未加揭露和控制,尚需进一步工作予以确定。

(4)西岭环状影像,是环形沟谷围绕的正地形,具水系绕流的特征。在卫片上以特殊的色异常环状影像显现,推断为岩浆上侵隐伏岩体的蚀变带产物。

## 4 与矿床有关的环状影像

东沟超大型钼矿床、竹园沟中型(近大型)钼矿床、王坪西沟大型铅锌银矿床、西灶沟中型铅锌矿床、南洞沟及竹园沟等几个小型、中型铅锌矿床所反映的 6 个环状影像在卫片上呈环状色带出现,尤以竹园沟特征明显。竹园沟线性小型构造密集产出,地质勘探发现中型斑岩型钼矿床,并发现深部存在与钼矿有关的花岗斑岩,是太山庙花岗岩基深部的一个类似火山机构的地壳薄弱地带<sup>[9]</sup>,花岗斑岩体由地下深部上侵而成矿。

由此归纳出区内遥感影像找矿标志是:EW 向线性影像与铅锌矿床密切相关;EW 向与 NE 向线性影像交叉处、环状影像(推测为岩体或蚀变带)与 EW 向线性影像的交切处、岩体或推测隐伏岩体的内外侧是钼矿床成矿的有利部位。

## 5 结语

遥感信息的提取离不开线、环及两者的组合构造。半个多世纪以来,遥感地质技术通常解决的是大的成矿构造问题,而本次工作则是在一个矿集区进行成矿系统的遥感地质找矿,是结合地质、物探、化探等找矿手段,利用遥感影像综合分析、研判与成矿有利因素后而进行找矿。

### 参考文献:

- [1] 胡德勇,李京,赵文吉,等. 基于对象的高分辨率遥感图像滑坡检测方法[J]. 自然灾害学报,2008,17(6):42-46.
- [2] 申邵洪,宋杨,万幼川,等. 高分辨率多光谱遥感影像中城区道路信息的自动提取[J]. 遥感信息,2007(5):73-77.
- [3] 陈玲,张微,周艳,等. 高分辨率遥感影像在新疆塔什库尔干地区沉积变质型铁矿勘查中的应用[J]. 地质与勘探,2012(5):1039-1048.
- [4] 王晓鹏,谢志清,伍跃中. 西昆仑塔什库尔干地区遥感找矿异常提取方法研究[J]. 2002,17(2):136-139.

- [5] 余键,张志,李闽佳,等. 基于 ASTER 遥感影像的西昆仑岩性信息提取方法研究[J]. 国土资源遥感, 2012(1): 22-27.
- [6] 周成虎,骆剑承,刘庆生,等. 遥感影像地学理解与分析[M]. 北京:科学出版社, 2001.
- [7] 李长江. 浙江省国土资源遥感调查与综合研究[M]. 北京:地质出版社, 2004.
- [8] 朱嘉伟,张天义,盛吉虎. 金矿遥感异常信息自动提取方法研究及其应用[J]. 国土资源遥感, 1996(4): 45-50.
- [9] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法: 2[M]. 北京:科学出版社, 2003.

## Remote sensing geology of the south Ruyang molybdenum, lead and zinc deposits clustered area

LIU Yanan<sup>1</sup>, ZHANG Kun<sup>2</sup>, HUANG Peiming<sup>2</sup>, LI Dazhuo<sup>2</sup>, FU Zhiguo<sup>2</sup>

(1. No. 4 Geo-exploration Institute of Henan Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Zhengzhou 450000, China; 2. No. 2 Geo-exploration Institute of Henan Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Xuchang, 461000, Henan, China)

**Abstract:** The South Ruyang molybdenum, lead, zinc deposits clustered area at Funiushan mountain in Eastern Qinling mountain is one of the important ore fields in Henan province. The remote sensing geological technique plays an important part in comprehensive information (geophysics, geochemistry and remote sensing technology) prospecting. The remote sensing technique is favorite for lineation of the regional metallogenic belts, such as large deep faults and ductile shear zones, especially heat dynamic rock blocks near to them, regional fracture bundles which are closely related to molybdenum, lead, zinc deposits, ring structures which are reflection of intrusives, especially granitic porphyry which is closely related to high temperature Mo deposit. However, extraction of the useful remote sensing information depends heavily on the basic geological and mineral resources knowledge. Only with full understanding of the ore-forming geological conditions and ore occurrence regularity here remote sensing technique could play role in the prospecting.

**Key Words:** The south Ruyang molybdenum, lead, zinc deposits clustered area; ductile shear zone; large deep fault; ring structure; Mo deposits; Henan province