

河南省罗山县山店地区 地球化学方法找铜钼矿实践

罗志阳¹, 徐东华², 王 夏¹, 张 楠¹

(1. 河南省有色金属地质矿产局第四地质大队, 郑州 450016;

2. 河南省有色金属地质矿产局第二地质大队, 郑州 450016)

摘要: 大别山北麓山店地区发现的斑岩型铜钼矿床均为隐伏矿床, 在地质勘探过程中采用土壤地球化学测量方法, 查明地球化学晕指示元素为金、银、铜、铜、锌、钨、锡、钼、砷、锑、铋, 结合地球化学异常选定勘查靶区; 综合研究元素组合的前缘晕、近矿晕和尾晕及各元素的叠合情况, 判断是否为矿致异常及矿体赋存部位。实践证明, 运用地球化学方法预测隐伏铜钼矿床是一种经济有效的找矿方法, 采用地球化学资料和地质资料相结合, 可有效地判断地质体的含矿性, 确定有利的成矿部位。

关键词: 地球化学方法; 土壤地球化学测量; 隐伏矿床; 斑岩型铜钼矿; 河南省

中图分类号: P632.1, P618.4 **文献标识码:** A

0 引言

近年来, 在河南省桐柏—大别山地区相继发现了一系列与中生代(燕山期)花岗斑岩有关的铜钼、多金属矿床(点)。继母山、涩港等钼矿床之后, 仅罗山县山店乡附近就有多个铜钼矿床(点)被发现。铜钼矿化在地表露头不明显, 多是依据地球化学基本原理, 应用地球化学找矿方法^[1]发现铜钼异常, 经钻探验证并控制矿体。本文就河南省罗山县山店地区的铜钼矿勘查实践谈点认识。

1 地质概况

河南省罗山县山店地区位于大别山北麓, 其大地构造划分属于大别山—秦岭褶皱带, 区内地质构造复杂, 岩浆活动强烈(图1)。

区内出露地层有新元古界苏家河群定远组(Pt_2cd)、浒湾组(Pt_2ch), 新元古界信阳群南湾岩组(Pt_3jn)和古元古界天台山群(Pt_1)。定远组为一套低绿片岩相的碎屑岩及火山岩; 浒湾组主要由白云斜长(钠长)片麻岩夹方解石大理岩、白云大理岩组成, 并在该组石英云母片岩中发现早奥陶世的微体生物化石。信阳群南湾岩组由石英片岩和黑云变粒岩组成。天台山群为白云碱长片麻岩、斜长角闪岩夹榴辉岩。区内的岩浆岩发育, 在其西部发育有燕山晚期的灵山花岗岩岩基, 东(南)部有较多的燕山早期小型花岗岩体出露。区内的主要构造为穿越岩体的NW向的桐柏—商城断裂和NE向的罗山—大悟断裂^[2-3]。

灵山花岗岩是以碱性花岗质岩石为主的岩基。岩体侵入于定远组、浒湾组、南湾岩组和天台山群之中。主要由燕山晚期两次侵入体组成, 以第一次侵入为主, 岩性为中-粗粒似斑状花岗岩(γ_3^{3-1}), 第二次侵入为细粒黑云母花岗岩、细粒似斑状及粗粒混杂花岗岩(γ_3^{3-2})。岩石以似斑状结构为主, 斑晶主要为

收稿日期: 2013-05-30; 改回日期: 2013-10-10; 责任编辑: 王传泰

基金项目: 河南省2009年度省级探矿权采矿权使用费及价款项目(编号:38)资助。

作者简介: 罗志阳(1988-), 男, 助理工程师, 从事地质勘查工作。通信地址: 河南省郑州市河南有色地质局第四地质大队; 邮政编码: 450016; E-mail: hnluomingqiang@126.com

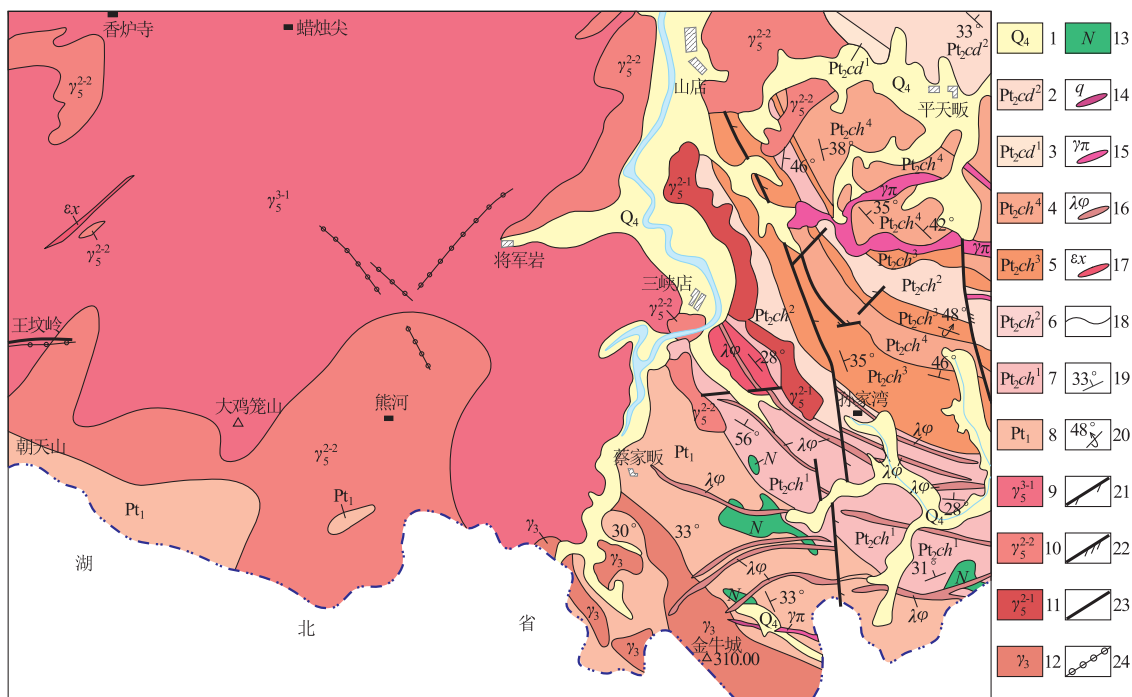


图1 山店地区地质图

Fig.1 Geological map of Shandian region

1. 第四系冲积砂砾层、粉砂黏土; 2. 苏家河群定远组Ⅱ段; 3. 苏家河群定远组Ⅰ段; 4. 许湾组Ⅳ段; 5. 许湾组Ⅲ段; 6. 许湾组Ⅱ段; 7. 许湾组Ⅰ段; 8. 天台山群白云碱长片麻岩、斜长角闪岩夹榴辉岩; 9. 燕山期晚期中-粗粒黑云母花岗岩; 10. 燕山早期第二次侵入中-粗粒似斑状、中粗粒花岗岩; 11. 燕山早期第一次侵入中-粗粒似斑状黑云母二长岩、中粗粒黑云母闪长岩; 12. 加里东期混合岩化花岗岩/蚀变细粒辉长岩; 13. 加里东期榴辉岩; 14. 石英脉; 15. 花岗斑岩脉; 16. 霏细斑岩脉; 17. 钾长煌斑岩; 18. 地质界线; 19. 岩层产状; 20. 倒转岩层产状; 21. 张扭性断裂; 22. 压扭性断裂; 23. 断裂; 24. 挤压破碎带

条纹长石; 基质中的矿物主要为石英和斜长石。岩石具有块状构造, 局部可见晶洞构造^[2-3]。岩石的主要矿物为微斜条纹长石(5%~35%)、正长石、石英(5%~20%)、斜长石(3%~20%)和少量的黑云母(0~15%), 并含有少量的副矿物磁铁矿、榍石和磷灰石等。钾长石(条纹长石)多呈半自形, 粒径多在0.5~3 mm之间, 颗粒表面略具风化现象, 自形-半自形; 条纹长石多为正条纹长石。暗色矿物黑云母主要呈不规则的片状。

燕山早期小型花岗岩有第一次侵入的细粒黑云二长花岗岩(γ_5^{2-1})和第二次侵入的中细粒黑云二长花岗岩(γ_5^{2-2})。

区内的燕山早期花岗岩与斑岩型铜钼矿化有关。铜钼矿体一般分布于岩体的顶部或边部、接触带。矿化对围岩没有选择性。已知矿体呈似层状, 长度大于320 m, 矿体垂直厚度2~323 m, 矿石品位 $w(\text{Cu}) = 0.24\% \sim 3.75\%$, $w(\text{Mo}) = 0.032\% \sim 0.136\%$ 。矿石结构主要有交代残余结构、自形-半自粒状结构、镶嵌结构, 次要的是包裹结构、充填结

构。矿石构造为细脉浸染状构造、散点浸染状构造、条带状构造、细脉状构造等。矿石矿物以黄铜矿、黄铁矿、磁铁矿、磁黄铁矿、辉钼矿为主, 少量辉铜矿、方铅矿、闪锌矿、白钨矿、锡石等。围岩热液蚀变发育, 硅化、钾长石化、石英绢云母化、青磐岩化、石膏化、萤石化、石榴石化及高岭土化等, 并具有分带现象。

2 土壤地球化学测量及结果

(1) 土壤地球化学测量方法。本区的土壤地球化学测量工作, 采样层位为B层, 深度20 cm。测网基线方向为90°, 测线方向0°, 以100 m×40 m的网度部署规则的矩形工作网进行扫面工作。在已知矿体分布区、成矿有利地段, 测网加密至100 m×20 m。样品过40目筛, 取筛下部分, 样重大于150 g。样品送桂林有色地质研究所岩矿测试中心分析。

(2) 元素分配特征。对样品进行Au, Ag, Cu,

表 1 山店附近矿区土壤测量元素特征表

Table 1 Characteristics of elements measured during geochemical survey in surrounding of Shandian prospecting area

元素	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	W	Sn	Mo	Bi
平均值	0.63	0.10	20.4	42.9	78.6	5.4	0.84	2.4	4.4	1.65	0.7
标准方差	0.28	0.04	7.3	9.7	16.9	1.9	0.17	0.6	0.7	1.00	0.4
变化系数	0.44	0.40	0.36	0.23	0.22	0.35	0.20	0.25	0.16	0.61	0.57

Pb,Zn,As,Sb,W,Sn,Mo,Bi 等 11 项元素检测;对数据进行处理,统计出元素特征值(表 1),并绘制元素直方图。Mo,Bi,Au,Ag,Cu 元素标准方差、变化系数较大;多数元素呈偏负正态分布,Bi,Mo 呈偏正正态分布,Pb,Sb,Sn,Zn 元素呈正态分布。Sn,Sb 元素分布呈单峰模式分布。Au,Ag,Cu,Pb,Zn,As,W,Mo,Bi 元素呈双峰或多峰模式分布,说明有叠加成矿或多期次成矿。

(3)地球化学场特征。地球化学异常主要呈线性形态特征,由若干个闭合的孤岛构成 NE 向线性分布,主要分布于马鞍山一大鸡笼山、三峡店、柳家湾一带。Mo 异常呈 NE 向带状分布,具浓集中心,分布于燕山早期中-粗粒黑云母花岗岩与浒湾组白云斜长(钠长)片麻岩夹大理岩的接触带附近,异常连续性好、分布面积广。Cu 异常呈闭合的孤岛状零星分布于 Mo 异常的一侧,或有部分重合,或包含于 Mo 异常中。Zn,Bi,Ag,W,Sn,As,Sb,Au,Pb 等元素异常连续性差,呈 NE 向零星分布,强度低,规模小。

3 组合异常与评价

河南省地质矿产勘查开发局于 1977—1979 年间曾在本区开展过信阳灵山地区 1:50 000 土壤岩石测量工作,在涩港一带圈出了母山 Cu-Mo 组合异常(9-甲)及肖畈 Cu-Mo 组合异常(8-甲)。

在肖畈 Cu-Mo 组合异常上,分布着次级的三峡店、柳家湾、马鞍山异常;Cu 元素含量在 2.32×10^{-6} ~ 123×10^{-6} 之间,Mo 元素含量在 0.51×10^{-6} ~ 25.1×10^{-6} 之间,W 元素含量在 0.49×10^{-6} ~ 39.6×10^{-6} 之间;各异常强度高、规模较大,Cu-Mo-W 异常套合较好。

(1)三峡店 Cu-Mo 异常中(图 2a),Cu 异常呈近等轴状,长轴方向 146° ,面积 0.31 km^2 ;Mo 异常呈亚铃状,长轴方向 48° ,异常面积 4.80 km^2 。柳家湾 Cu-Mo 异常中(图 2b),Cu 异常呈圆形,面积 0.3 km^2 ;Mo 异常呈亚铃状,长轴方向近 SN,面积 1.2

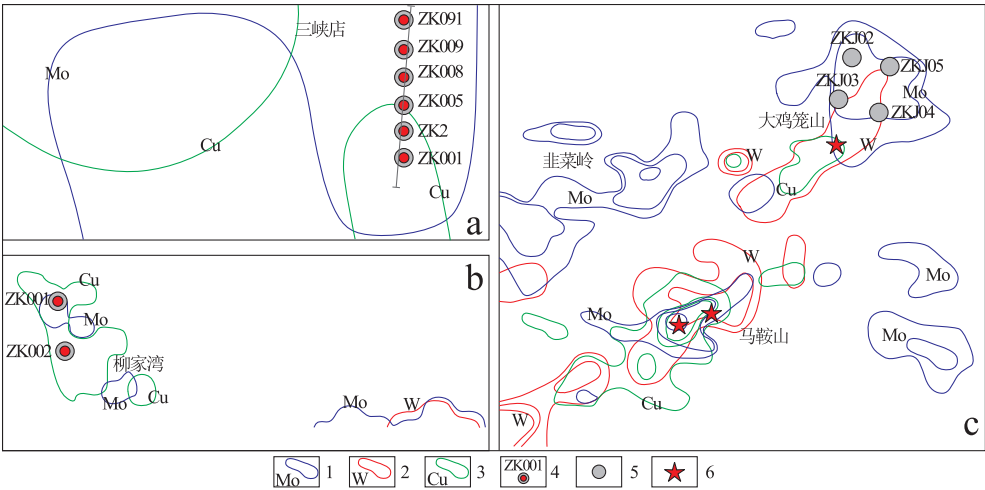


图 2 地球化学异常钻探验证图

Fig. 2 Map showing result of drilling check of the anomalies

a. 三峡店异常;b. 柳家湾异常;c. 大鸡笼山异常

1. Mo 元素异常;2. W 元素异常;3. Cu 元素异常;4. 见矿钻孔及编号;5. 未见矿钻孔及编号;6. 目标钻孔

km²。

(2)柳家湾异常区出露岩石主要为中灵山二长花岗岩,异常东侧发育有 NE 向断层;Cu 最高含量为 123.00×10^{-6} ,平均 41.08×10^{-6} ,衬值为 1.64,异常强度高、规模大,具浓度分带,与 Mo、W 异常套合,可能由矿化引起,是寻找钼铜多金属矿产的有利地区。

(3)马鞍山 Cu-Mo 组合异常中(图 2c),Cu 异常面积较大,为不规则椭圆状,长轴方向 60°,面积 0.18 km²;Mo 异常呈近椭圆状,长轴方向 60°,面积 0.09 km²;Mo 异常叠合于 Cu 异常中心。可能由矿化引起,是寻找钼、铜多金属矿产的有利地区。

(4)大鸡笼山 Cu-Mo 异常(图 2c)为 2011 年河南省有色金属地质矿产局第四地质大队在 1:10 000 土壤地球化学测量工作中圈出的 Cu-Mo 组合异常。Cu 异常呈椭圆状,长轴方向 40°,面积 0.2 km²;Mo 异常呈似圆状,面积 0.42 km²;Cu 异常与 Mo 异常部分重叠,呈 NE 向展布。

从地球化学-地质成因上看,本区地球化学异常为以多金属为主元素的高中温热液矿化或富集所引起,为高中温热液类异常类型。其组合异常为 Mo-Cu-W-Bi, Cu-Zn-Pb(Ag), Ag-Cu-Pb-Zn 和 Au-As-Sb。由于异常分布于岩体与围岩的接触带附近,高温的 Mo-Cu-W-Bi 组合对于寻找斑岩型铜钼矿是有意义的,为矿致异常,对规模较大的异常可进行工程验证。

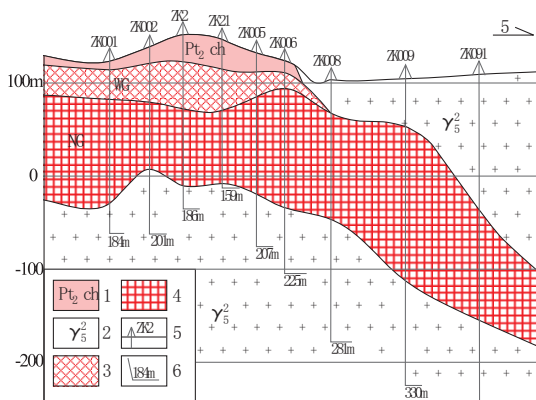


图 3 三峡店矿区 00 勘探线地质剖面图

Fig. 3 Geological profile along line 00 in the Sanxiadian prospecting area

1. 苏家河群柳湾组白云碱长片岩、白云碱长片麻岩、斜长角闪片麻岩;
2. 中-粗粒黑云二长花岗岩;
3. 花岗岩与片麻岩外接触带的铜钼矿体;
4. 花岗岩与片麻岩内接触带的铜钼矿体;
5. 钻孔编号;
6. 钻孔深度

4 钻探验证结果

对三峡店 Cu-Mo 组合异常的钻探验证结果,见矿情况良好(图 3)。控制的部分矿体表明,矿体垂直厚度 4.00 ~ 143.46 m,矿石品位 $w(\text{Mo}) = 0.068\% \sim 0.090\%$,现已控制钼资源储量 12×10^4 t,该矿区有较大的找矿潜力。

对柳家湾 Cu-Mo 组合异常已施工 2 个钻孔,ZK0001 孔见矿厚 38 m,矿石品位 $w(\text{Mo}) = 0.081\%$;ZK0002 孔见矿厚 75.8 m,矿石品位 $w(\text{Mo}) = 0.083\%$ 。

在大鸡笼山施工的 ZKJ02, ZKJ03, ZKJ04, ZKJ05 钻孔见矿情况不好,仅 ZKJ04 孔个别样品达到钼矿边界品位。下一步的目标钻孔位置见图 2c 所述。

5 讨论

上述地球化学方法找矿实践结果表明,了解地质体、矿体及地球化学异常的关系,区分矿体异常与矿化异常,有利于指导今后的找矿工作。

(1)区分地球化学异常元素的前缘晕、近矿晕和尾晕及多期成矿的叠加情况。矿体就位过程和赋矿位置决定着地球化学晕的前缘晕、近矿晕和尾晕的空间分布,在垂直方向上和水平方向上都可分为前缘晕、近矿晕和尾晕。从动力学角度理解,元素的地球化学迁移包括元素物理化学状态的转变和空间运动,以及能量的传递。物质和能量的带入,造成体系的不平衡状态,导致一系列地球化学反应出现。元素迁移主要有两种方式:渗滤作用和扩散作用。渗滤作用是指溶液沿岩石孔隙均匀流动而发生的物质和能量的传输作用。其特点是溶剂和溶质同时运动,流动的驱动力是由压力梯度引起的。渗滤作用可以造成元素的空间分带和渗滤交代分带。不同期次成矿形成原生晕在空间有多种叠加形式(同位叠加、部分叠加),形成复杂的原生叠加晕。各类元素的次生晕是在原生晕的基础上形成的,各类次生地球化学异常,都是原生矿体及其岩石地球化学异常的派生产物^[1,4-5]。因此,原生晕和次生晕之间存在着较好的对应关系。工作区内为早白垩世早期侵入的细粒黑云二长花岗岩、中细粒黑云二长花岗岩形

成的斑岩型矿床,其指示地球化学晕元素为 Au, Ag, Cu, Pb, Zn, W, Sn, Mo, As, Sb 和 Bi。依据它们的活动特点,前缘晕是 As-Sb,近矿晕指示元素是 Au-Ag-Cu-Pb-Zn-W-Mo,尾晕指示元素是 W-Mo-Bi。

(2)矿床成因类型与地球化学异常组合。从矿床特征看,矿化具细脉网状浸染成矿特征,主要金属矿物(黄铁矿、磁铁矿、黄铜矿、辉铜矿、辉钼矿等)和与其伴生的非金属矿物(石英、绢云母、钾长石、黑云母、高岭石类矿物等)的成分稳定;钼在原生氧化矿石中的分布都比较均匀(0.005%~0.05%)。但是,矿石中铜与钼的比值变化很大,形成钼或铜-钼矿床。矿化直接发生在斑岩侵入体中,或发生在紧靠侵入体的外接触带围岩中;矿体发育在广泛出现热液蚀变岩的地带。蚀变岩石为绢云母-石英质、黑云母-钾长石质、泥质以及青磐岩型交代岩。矿床储量巨大,可保障矿石的大规模采挖,成本低廉并有露天采矿的可能性。与氧化作用有关的富矿的出现,形成了覆盖较贫原生矿的次生硫化物富集带^[6-8]。矿床形成与造山阶段的斑岩侵入体有关,所形成的元素异常组合为高中温类型,有找矿意义的组合应为 Mo-Cu-W-Bi。

(3)地球化学异常与所处地质部位。大别山造山带夹于扬子与华北板块之间。灵山岩体处于 NWW-SEE 走向的桐柏-商城断裂和 NE-SW 走向的罗山-大悟断裂的交汇处^[2]。灵山岩体侵位于苏家河群之中,主体岩性钾长花岗岩的岩浆锆石年龄为 $129.3 \text{ Ma} \pm 2.5 \text{ Ma}$ 。灵山岩体之花岗岩具有高硅、贫铁、贫钙、富碱等特征,属于 A_2 型花岗岩类;形成于非造山裂谷环境^[2]。岩体中缺乏构造变形和埃达克质岩石,该区的铜钼矿床的形成与灵山岩体没有明显关系。说明在大别山区幔源岩浆对大面积燕山期花岗岩的物质直接贡献并不明显^[9]。涩港-信阳构造岩浆带岩石为花岗斑岩、石英斑岩、花岗岩等,属偏酸性系列。岩体以岩株为主,多为岩墙、岩脉。平面形状不规则,面积一般小于 1 km^2 。这些小岩体是由于 A 型陆内俯冲作用形成膝折带方向的撕裂,并形成板块撕裂窗,导致俯冲板块的减压熔融,产生埃达克质岩浆上侵和就位。上涌的软流圈物质携带金属组分进入岩浆^[10]。由于华北地块发育的历史长,有古老的基底,地球化学特征又比较富钼,生成的岩浆中必然是富钼的,从而造成了斑岩钼矿比斑岩铜矿强大。大别山地区的斑岩体具有相同的成因,并且是深源的^[7]。王元龙等^[11]认为长江中

下游地区的 Cu, Au, Mo 等成矿作用发育,与成矿有关的岩石大多为埃达克质岩石。因此,研究区内的铜钼矿床的形成与深大断裂伴生的埃达克质岩石有关,主要为斑岩型矿床。在勘查中,总结出的地球化学异常组合是 Mo-Cu-W-Bi, Cu-Zn-Pb (Ag), Ag-Cu-Pb-Zn 和 Au-As-Sb。

(4)区分矿体异常与矿化异常。本区铜钼矿床的构造和岩石较好地保留了成矿时代的地球化学信息,元素地球化学异常是在矿床形成各个地质阶段积累的结果,因此,在研究地球化学异常特征的同时,必须区分矿体异常与矿化异常,有效指导找矿工作。通过钻探工程验证,可知指示矿(化)体的单元元素异常为 Mo-W-Cu 异常,但指示矿体存在的是 Mo-Cu-W 组合异常。

6 结论

地球化学异常是由地层、构造、岩浆岩形成过程中的综合作用的产物, Cu-Mo-W 元素地球化学组合异常可作为寻找 Cu-Mo 矿体的指示元素或找矿标志。运用地球化学资料结合地质工作,可有效地判别地质体的含矿性,确定有利的成矿部位。罗山附近的元素地球化学异常,只有 Mo-W 异常是尾晕,可能没有隐伏矿体;有 Cu (Pb-Zn)-Mo (W) 异常是近矿晕,可能指示存在铜钼矿体;而有 As-Cu 等中低温元素地球化学异常时,应是前缘晕,矿体可能埋藏较深。

三峡店和柳家湾钻探见到了矿体,地球化学异常是近矿晕元素;而大鸡笼山异常的 4 个钻孔都布置在了尾晕上,没有见到矿体。

参考文献:

- [1] 阮天健, 朱有光. 地球化学找矿[M]. 北京:地质出版社, 1985.
- [2] 周红升, 苏华, 马昌前. 灵山岩体的形成时代、构造背景及 A 型花岗岩的厘定[J]. 信阳师范学院学报(自然科学版), 2009, 22(2): 222-226.
- [3] 王强, 许继锋, 赵振华, 等. 大别山燕山期亏损重稀土元素花岗岩类的成因及动力学意义[J]. 岩石学报, 2001, 17(4): 551-564.
- [4] 张家勇. 浅谈构造地球化学找矿原理[DB/OL]. <http://www.mlr.gov.cn>, (2009-04-23) [2012-10-16]
- [5] 王志华. 矿床构造地球化学研究的探讨[J]. 长春工程学院学报(自然科学版), 2010, 11(3): 110-112.
- [6] 苏秋红, 施俊生. 浅析信阳柳林钼矿床成矿规律及找矿前景

- [J]. 科技创新导报, 2011(10): 71-71.
- [7] 冬 007. 斑岩铜矿[DB/OL]. <http://blog.sina.com>, (2008-06-30)[2012-10-16]
- [8] 刘继顺. 斑岩铜矿成因之思考[DB/OL]. http://blog.sina.com.cn/s/blog_4931d5820100hg83.html (2010-01-25)[2012-09-08]
- [9] 罗明强. 菲律宾斑岩型铜矿成矿背景[J]. 河南理工大学学报(自然科学版), 2011, 30(1): 47-45.
- [10] 罗铭玖, 黎世美, 卢欣祥, 等. 河南省主要矿产的成矿作用及矿床成矿系列[M]. 北京: 地质出版社, 2000.
- [11] 王元龙, 张旗, 王强, 等. 埃达克质岩与 Cu-Au 成矿关系的初步探讨[J]. 岩石学报, 2003, 19(3): 543-550.

The geochemistry-based copper-molybdenum ore prospecting practice in Shandian area of Luoshan county, Henan province

LUO Zhiyang¹, XU Donghua², WANG Xia¹, ZHANG Nan¹

(1. No. 4 Geological Team, Henan Non-ferrous Metal Geologicaly and Mineral Resources Bureau, Zhengzhou 450016, China;

2. No. 2 Geological Team, Henan Non-ferrous Metal Geologicaly and Mineral Resources Bureau, Zhengzhou 450016, China)

Abstract: The porphyry copper-molybdenum deposits discovered at north Dabieshan mountain area in Henan Province are concealed ones. During prospecting geochemical method-soil geochemical survey is used and indicators of geochemical halo elements Au, Ag, Cu, Pb, Zn, W, Sn, Mo, As, Sb, Bi are determined. According to anomlies lineated with the elements prospecting targets are located. Results of comprehensive study of front margin halo, near ore halo and superimposition of each element are used to judge the anomly which is caused by ore and the position where ore body occurs. The prospecting practice shows that geochemical method is an effective and economic tool to predict blind Cu-Mo deposit. Combined with geological data geochemical data can be used to judge effectively ore-bearing property of a geological body and determine the proper position of ore body.

Key Words: geochemical method; soil geochemical survey; blind ore deposit; porphyry copper-molybdenum deposit; Henan province.