

# 江西省瑞昌市仙姑台铜多金属矿区 土壤地球化学测量找矿效果

李永明,沙元成<sup>1</sup>,龚良信<sup>1</sup>,雷天浩<sup>1</sup>,谢瑞丰<sup>1</sup>,胡正华<sup>1,2</sup>

(1.江西省地质调查研究院,南昌 330030;2.成都理工大学,成都 610059)

**摘要:**江西省瑞昌市仙姑台铜多金属矿位于长江中下游九瑞矿集区。本次工作利用土壤地球化学测量,圈定了5个综合异常区,其中有两个异常区为含矿异常、1个异常区为非矿异常,1个异常区可能为含矿异常并具有较好的找矿前景,另1个异常区的找矿前景一般,可能为非矿异常。Cu、Mo、Au、Ag、Sb、As、Hg异常强烈区R-4、R-5分别为宝山矿段与铜岭矿段所致异常,Au、Ag、As、Hg中低温元素异常强烈区R-2为非矿异常所致。仙姑台矿区土壤地球化学成果显示:Bi、Au、Ag、Pb、Zn、Sb、As、Hg元素异常对矿区找矿的指导性不强,Cu、Mo中高温元素异常对开展仙姑台矿区地质找矿工作效果较为显著。

**关键词:**九瑞矿集区;仙姑台;土壤地球化学;找矿效果

**中图分类号:** P622\*.3

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-4135(2014)03-0203-09

在重要成矿带开展深部及外围地球化学找矿是当今矿产资源勘查的主要任务<sup>[1-4]</sup>。国内外生产和研究结果表明:土壤地球化学测量可有效提高大比例尺的成矿预测水平,为发现新矿床(点)提供可靠的地球化学依据,是矿产勘查中行之有效的方 法之一<sup>[1,5-9]</sup>。

江西省瑞昌市仙姑台矿区位于长江中下游铁铜成矿带之九江-瑞昌国家级整装勘查区中部,行政区划属瑞昌市夏畈镇和南阳乡管辖。该区地质工作始于上世纪三十年代,大规模地质工作始于建国后五十年代,经1:20万化探扫面,后由1:5与1:2.5万地化工作以及大量钻探验证工作,相继发现了武山、城门山、邓家山、丰山洞等多处大中型铜矿床<sup>[4,10-13]</sup>。九瑞矿集区北西-北北西和北东向两组盖层断裂交切构成的菱形网格构造结点是成矿的有利部位<sup>[14-15]</sup>。位于宝山-大桥背斜核部北西-北北西与北东向两组菱形网格构造结点成矿的仙姑台铜矿床,是我院在江西省国土资源厅统一部署的江西九瑞铜多金属矿整装勘查区内找矿取得显著成果。以往勘查工作显示九瑞矿集区重点赋矿场所为燕山期中酸性岩浆与上石炭统黄龙组(C<sub>2</sub>H)碳酸盐岩接触带与“五通面”<sup>[16-18]</sup>;而燕山期中酸性岩与奥陶系碳酸盐岩接触带与奥陶系或志留系地层接触面找矿成果较少。仙姑台矿铜

矿床的主矿体正好赋存于燕山期中酸性岩与奥陶系碳酸盐岩和志留系碎屑岩接触界面。本文试从土壤地球化学在本区找矿效果方面进行总结探讨,推进九瑞整装勘查区找矿工作的进展,尤其是该区域背斜核部中酸性岩与奥陶系碳酸盐岩接触带,奥陶系与志留系地层接触面找矿工作的进展。

## 1 区域及矿区地质概况

### 1.1 区域地质

九瑞矿集区位于扬子地块中部,下扬子断裂拗陷带的西缘,属于长江中下游断块拗陷的转折部位<sup>[14,19]</sup>。赋矿地层有泥盆系、石炭系、二叠系和三叠系,以石炭系最为重要;矿床受构造控制明显,且与岩浆岩小侵入体关系密切<sup>[14,20]</sup>。九瑞矿集区经历了扬子与华北陆块碰撞过程、海西-印支构造变形阶段、燕山期的陆内造山阶段以及燕山期后的陆内伸展断陷几个发展过程<sup>[18,21]</sup>。矿集区内广泛发育褶皱构造和断裂构造,主要褶皱构造自南至北有:新塘向斜、长山-城门湖背斜、乌石街-赛湖向斜、大冲-丁家山背斜、横立山-黄桥向斜、界首-大桥背斜、邓家山-通江岭向斜,褶皱总体轴向为北东向<sup>[22,23]</sup>。背斜核部岩石以碎屑岩类为主,向斜核部多为碳酸盐类岩石,

收稿日期:2014-05-22

资助项目:江西省地质勘查基金项目:江西省九瑞地区仙姑台矿区铜多金属矿普查(20090208-2)

作者简介:李永明(1971-),男,高级工程师,毕业于东华理工学院资源勘查专业,现主要从事商业性矿产勘查技术管理工作, E-mail:yomli@163.com。

形成了北东向“背紧向缓”的复式褶皱<sup>[14,18]</sup>。长江大断裂呈北西-南东向展布,并向南突出为弧形贯穿九瑞矿集区。北西向断裂(主要为深断裂)与北东、北东东向褶皱、断裂交织成菱形格局,控制着一系列中酸性岩浆岩的侵入,形成若干矿田<sup>[14]</sup>。

### 1.2 矿区地质

(1)地层:区内出露的地层主要有奥陶系碳酸盐岩与志留系泥质粉砂岩(图1)。下奥陶统仑山组(O<sub>1</sub>l)灰色厚层状灰质白云岩、白云质灰岩,红花园组(O<sub>1</sub>h)灰白色厚-巨厚层状灰岩、白云质灰岩、粉晶灰岩;中奥陶统汤山组(O<sub>2</sub>t)灰白色瘤状灰岩、泥质灰岩,夹紫红色泥质条带灰岩;上奥陶统汤头组(O<sub>3</sub>tt)青灰、灰绿色中薄层瘤状灰岩、泥质灰岩夹泥质条带灰岩及泥岩,为区内主要赋矿地层。下志留统梨树窝组(S<sub>1</sub>l)黄绿色石英砂岩为主,夹粉砂岩、砂质页岩、泥岩;清水组(S<sub>1</sub>q)紫红色为主,伴黄绿色砂、泥岩(下红层)。中志留统殿背组(S<sub>2</sub>d)黄绿色泥页岩为

主,夹少量砂质页岩。坟头组(S<sub>2</sub>f)灰绿、黄绿色泥质粉砂岩夹细砂岩,底含锰、含砾。上志留统茅山组(S<sub>3</sub>m)紫红色、灰绿色相间凝灰质细砂岩、粉砂岩。

(2)构造:区内构造发育,褶皱为宝山-大桥背斜,断层总体表现为北东向或北东东向与北西向断裂。1)褶皱:矿区属九瑞-彭泽复式向斜的西段之宝山-大桥背斜,处于宝山-大桥背斜核部中部。褶皱展布方向自西向东由北西-近东西-北东向,总体为一向南弯曲的弧形褶皱带。2)断裂:区内断裂主要为北东向或北东东向、北西向断裂。矿区内断裂作用有北东东向的F1、F3、F4、F7、F13、F14、F15,北东向的F10,北西向的F12(图1),其中,与矿化密切相关的为F1断裂。

(3)岩浆岩:矿区岩体属九瑞矿集区宝山-大桥构造岩浆岩带,以花岗闪长斑岩、长石斑岩及霏细斑岩为主。岩体受北东东向褶皱及其纵断裂控制。空间上组成两条构造岩浆亚带:一条位于背斜核部(仙

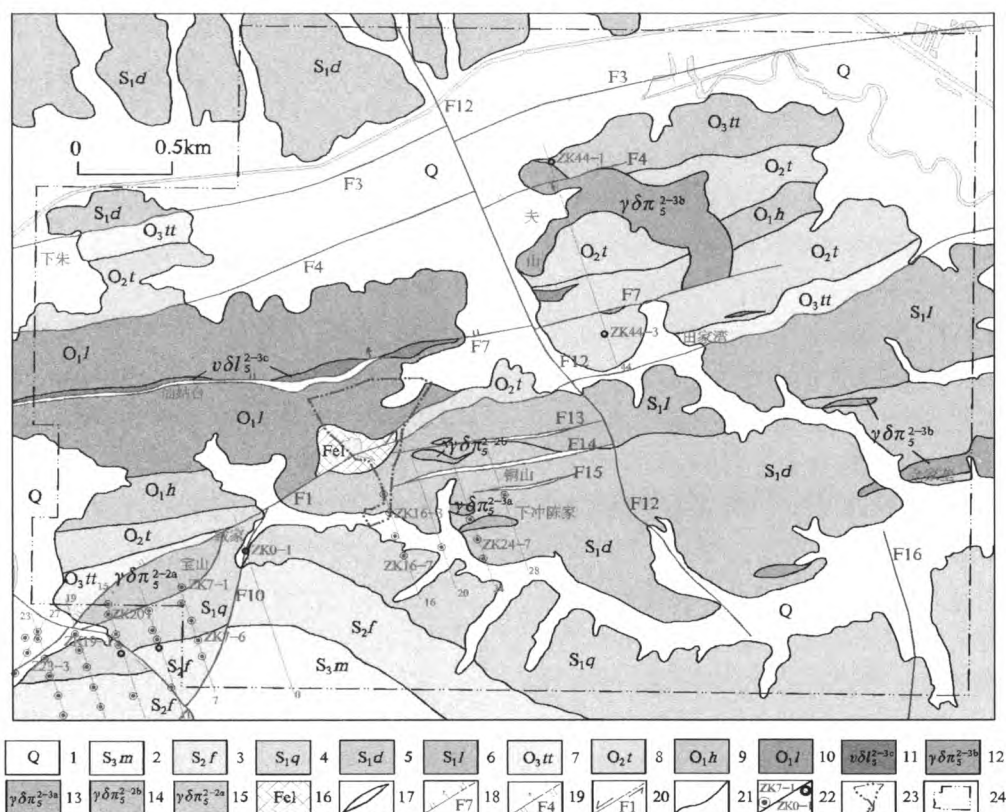


图1 瑞昌市仙姑台铜多金属矿区地质图

Fig. 1 Geological map of the Xianggutai copper polymetallic deposit in Ruichang City

1. 第四系;2.上志留统茅山组;3.中志留统坟头组;4.下志留统清水组;5.下志留统殿背组;6.下志留统梨树窝组;7.上奥陶统汤头组;8.中奥陶统汤山组;9.下奥陶统红花园组;10.下奥陶统仑山组;11.燕山早期第三阶段第三次斜长细晶岩;12.燕山早期第三阶段第二次花岗岩;13.燕山早期第三阶段第一次花岗岩;14.燕山早期第二阶段第二次花岗岩;15.燕山早期第二阶段第一次花岗岩;16.褐铁矿;17.断层及编号;18.实测/推测正断层及编号;19.实测推测逆断层及编号;20.实测、推测平移断层及编号;21.实测地质界线;22.见矿/未见矿钻孔及编号;23.铜岭遗址核心保护区范围;24.矿区及样品采集范围

姑台-夫山)奥陶系的碳酸盐岩地层中;一条发育于背斜南翼(宝山-铜岭-余家垄)志留纪的砂页岩中或奥陶系与志留系界面间。宝山、铜岭岩体的锆石 LA-ICPMS U-Pb 年龄分别为  $143.6 \pm 1.2$  Ma、 $141.2 \pm 1.2$  Ma<sup>[24]</sup>。

(4)蚀变及矿化:区内蚀变以钾化、矽卡岩化、硅化、高岭土化,绢云母化为主,钾化、矽卡岩化、硅化与矿化关系密切。

硅化主要有四种产出形式:①呈微细脉状;②使原生石英次生加大;③呈星散染状或聚集成团交代原岩;④微细石英呈花岗变晶镶嵌状交代原岩。该种蚀变常分布在接触带附近,其中第④种形式的硅化与成矿关系最密切,矿体中或顶底板常伴有该种蚀变。

矽卡岩化是岩体与碳酸盐类岩石接触时的主要蚀变,矽卡岩矿物简单,主要有石榴石、透辉石,次为少量绿泥石、绿帘石、透闪石、符山石、阳起石。蚀变宽度狭窄,以外带为主,局部出现在内带,该蚀变与成矿关系密切。

## 2 地球化学景观特征

矿区内的地层为奥陶系-志留系碎屑岩-碳酸盐岩沉积建造,在北东向复式褶皱、断裂与北西向深断裂带的交叉部位侵入有燕山期中酸性岩体(花岗闪长斑岩),发生有铜多金属的成矿作用(图1)。工作区的土壤类型主要有两类:红壤与黄棕壤。

红壤可根据成土母岩细分为两类:1)碳酸盐岩风化的产物,呈褐红色,土层较薄,B层不发育,土体分层结构不明显,土壤呈碱性;2)中酸性岩浆岩风化所致的红壤,呈红色、棕红色,土层较厚B层发育(B1层多为20~40 cm、B2层多为40~60 cm),粘粒含量高,呈酸性。

黄棕壤母岩为碎屑岩(砂页岩),土壤厚度一般为50 cm,A层不发育(几至十几厘米);B层植物根系与虫迹发育(B1层多为20~40 cm、B2层多为40~60 cm),C层为半风化母岩层,呈砂粒状。B2层为本次土壤采样的采取对象。

## 3 土壤地球化学测量异常特征

土壤中元素分布及含量受多种因素影响,如元素本身的地球化学性质、母岩成分、气候条件以及植

物作用等。以元素本身的地球化学性质为例,最主要的是电价、离子半径、极化作用、离子电位及化合键类型等,其次为放射性与重力特征<sup>[25,26]</sup>。上述因素决定了成矿元素及其化合物(矿物)在迁移富集时的主要性质。土壤地球化学特征表明,成矿元素迁移距离较近,不同元素的富集可形成区域或局部的异常,土壤地球化学异常范围基本能反映地下隐伏矿体或矿化蚀变体位置。所以运用土壤地球化学测量方法寻找可能存在的隐伏矿(化)体不失为一种可提高找矿效率而且节省投入的找矿手段。

### 3.1 野外样品采集

贾先巧<sup>[10]</sup>等对九瑞矿集区域门山铜矿床土壤地球化学测量研究指出:1)长江中下游铜多金属成矿带土壤测量的采样深度以40~50 cm的B2层为宜,此层位能有效地避免人为活动的污染干扰,并较好地显示基岩的矿化信息;2)土壤剖面各层Cu元素没有明显的富集粒度,野外用-20目(<0.84 mm)的土壤混合粒度加工至-160目的样品,即可送实验室分析。

本次土壤地球化学测量工作按采样点线距100 m,点距20 m,共采集17 km<sup>2</sup>。测线按垂直矿区主要构造线方向布置,样品主要采自地下40~50 cm的B2土壤层。野外将样品先晒干或风干,再将其敲、揉碎,清理掉其中所含的岩石碎屑,然后过-160目筛,将过筛的样品拌匀,称取150克样品装袋送实验室,剩下的样品则作为副样。为了保证样品分析结果的可靠性,每一批次样品分析均插入3个国家一级标准物质进行准确度监控、随机抽取10%样品编密码随同样品分析进行精密度监控,同时插入2个空白试验。每批样品分析完毕,对异常样品进行100%抽查,本次样品均合格。

### 3.2 数据处理

关于区域地球化学背景值和异常下限的确定,传统的方法为通过概率计算,如果元素满足正态分布则背景值取均值,异常下限在均值的基础上加上两倍标准差;如果元素满足对数正态分布,则先取元素的对数值,然后将对数的均值取真数为背景值,对数的均值加上两倍标准差取真数为异常下限。仙姑台矿区中部为原铜岭铜矿床(图1),由于商代古人采矿影响,原铜岭铜矿床周围地势低洼地区、聚水盆地均被污染。故本次数据处理前将污染区样品进行剔除。

通常而言,在土壤地球化学中主量元素呈正态

分布,微量元素呈对数正态分布<sup>[27,28]</sup>。采用SPSS 17软件在对剔除污染区域样品后对本次测量的元素数据3次剔除异常高值后,发现所有元素在给定95%的置信区间范围内,均不满足正态分布,但在给定95%的置信区间内满足对数正态分布。元素的这种分布特征表明其只存在一个总体或多个总体具有相似或相近的分布形式。如果元素满足正态分布则背景值取均值,异常下限在均值的基础上加上两倍标准差;如果元素满足对数正态分布,则先对元素取对数,然后对数的均值取真数为背景值,对数的均值加上两倍标准差取真数为异常下限<sup>[27]</sup>。根据矿区原始数据符合对数正态分布这一实况,本次这一特征将原始数据转化为对数值采取对数统计法来确定背景值、异常下限。将原始数据转化为对数值得到的  $x_1, x_2, \dots, x_n$  进行特高和特低含量剔除将剩余数据进行统计。再进行以下计算:

$$C_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i = \bar{X}$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

$$C_A = C_0 + 2S$$

式中,  $X_i$  为第  $i$  个样品的元素含量,  $C_0$  为背景值,  $C_A$  为异常下限,  $S$  为标准离差。若元素服从对数正态分布,将式中  $x$  换成  $\lg x$  计算即可,最后再将  $\lg C_0, \lg C_A$  换算成真数。

对全区样品测试的背景数据进行元素参数统计(表1),显示分析样品中亲铜成矿元素 Au、Ag、Cu 的标准差、变化系数均较大,这表明岩石(土壤)中亲铜

成矿元素的富集能力和富集强度均比较高。根据测区各元素的变化系数所确定成矿元素的富集能力分别为  $Ag > Hg > Cu > Au > As > Mo > Sb > Pb > Zn > Bi$ 。

### 3.3 土壤地球化学特征

地球化学分布是在各种地质-地球化学作用中元素迁移演化的产物,由于各元素的地球化学性质不同,在各种地质-地球化学作用过程中的活动能力和特点各异,严格受地球化学环境控制,造成元素组合各有特征,因此,元素组合是各种地球化学作用的具体表征。异常元素组合则是各种与成矿有关的地质-地球化学作用的产物和表征,可作为地球化学找矿标志<sup>[25]</sup>。

测区综合异常面积约为 4.2 km<sup>2</sup>,在空间上主要集中分布于仙姑台-夫山构造岩浆岩带(R-1、R-2、R-3)与宝山-铜岭构造岩浆岩带(R-4、R-5),其中 R-1、R-4、R-5 异常元素整体套合较好(图2、图3),现将各综合异常特征分述如下:

(1)综合异常 R-1:异常位于矿区中部偏西处的仙姑台-药王庙一带,异常面积约 0.92 km<sup>2</sup>,异常东侧未圈闭,主要以 Cu、Mo、Bi、Zn、Sb 元素为主。异常元素组合组合为 Cu-Mo-Bi-Zn-Sb-Au-Ag-Pb-As-Hg,其中 Ag、Cu、Mo、Zn、As、Hg 三级浓度梯度明显, Sb、Pb 具二级浓度梯度分布(图3)。异常元素自内至外具有一定的分带性,总体表现为 Bi、Mo→Cu、Zn、Sb、Au、Pb、Ag→As、Hg(图2、图3)。

(2)综合异常 R-2:异常位于矿区中部夫山一带,异常面积约 1.0 km<sup>2</sup>,呈椭圆状,异常圈西侧未封闭为

表1 仙姑台矿区 1:1 万土壤测量中各元素地球化学特征值表

Table 1 Element geochemical characteristics from 1: 10 000 soil survey in the Xiangutai deposit

元素	样品数 (件)	最小值	最大值	均值	中值	变异系数	标准差	异常下限
Au	26848	0.04	974	3.82	1.88	2.97	11.34	9
Ag	23166	0.01	418	0.13	0.08	21.76	2.77	0.16
Cu	23166	0.11	9366.99	43.64	27.32	4.42	192.86	40
Zn	23166	0.02	7329.1	83.61	70.3	1.6	133.47	100
Mo	23166	0.02	200.6	1.24	0.87	2.09	2.59	2
Pb	23166	0.12	4025	33.87	29.56	1.63	55.07	40
As	22464	0.46	4721	28.65	14.1	2.66	76.06	40
Sb	22464	0.14	158	2.33	1.28	1.81	4.21	4
Bi	23166	0.05	52.9	0.55	0.49	1.17	0.64	0.8
Hg	23166	0.01	75	0.1	0.07	5.35	0.55	0.1

注:测试单位:国土资源部南昌矿产资源监督检测中心;单位:Au为10<sup>-6</sup>,其他元素为10<sup>-5</sup>。

污染区。异常主要以低温元素 Au、Ag、Sb、As、Hg 为主。该异常元素组合为 Au-Cu-Mo-Ag-Sb-Pb-As-Hg, 其中 Hg 具三级浓度梯度分布, Au、As、Cu 具二级浓度梯度分布(图3)。异常零星分布,分带特征不明显(图2)。

(3)综合异常 R-3:异常位于东北部大石岭-水井凹一带,总体呈椭圆状,面积约 0.46 km<sup>2</sup>。该异常东侧未圈闭。异常主要以中低温元素 Au、Ag、Sb 为主,该异常元素组合为 Au-Ag-Mo-Pb-Sb-Hg, 其中 Au、Ag 具三级浓度梯度分布,其中 Sb、Pb 具二级浓度梯度分布。异常元素自内至外具一定的分带性,总体表现为 Mo、Bi→Cu、Pb、Au、Ag→As、Hg。

(4)综合异常 R-4:异常位于矿区西南角宝山一带,异常面积约 0.84 km<sup>2</sup>,异常区总体与 F1 断层延伸方向一致,呈北东-南西向展布,异常东西两侧均未

圈闭,异常组合以 Mo、Cu、Au、Ag、As、Hg 元素为主。该异常元素组合为 Mo-Cu-Au-Bi-Ag-Pb-As-Hg, 其中 Mo 三级浓度梯度明显, Cu、Au、Ag、Sb、As、Hg 具二级浓度梯度分布(图2、图3)。异常元素自内至外具一定的分带性,总体表现为 Mo、Bi→Cu、Pb、Au、Ag→As、Hg。

(5)综合异常 R-5:分布于矿区铜岭铜矿南中部铜山周边,异常西侧未圈闭。异常元素组合为 Cu-Au-Mo-Bi-Sb-Zn-Ag-Pb-As-Hg, 元素异常强度均较强,其中 Cu、Ag、Zn、As 三级浓度梯度明显, Au、Bi、Sb、Pb、Hg 具二级浓度梯度分布(图2、图3)。异常区内出露志留系粉砂质泥岩、泥岩,燕山早期第二阶段第二次花岗闪长斑岩、斜长斑岩( $\gamma\delta\pi_5^{2-2b}$ )以及北东向的断层(F1)与三条近东西向平行等距排列硅

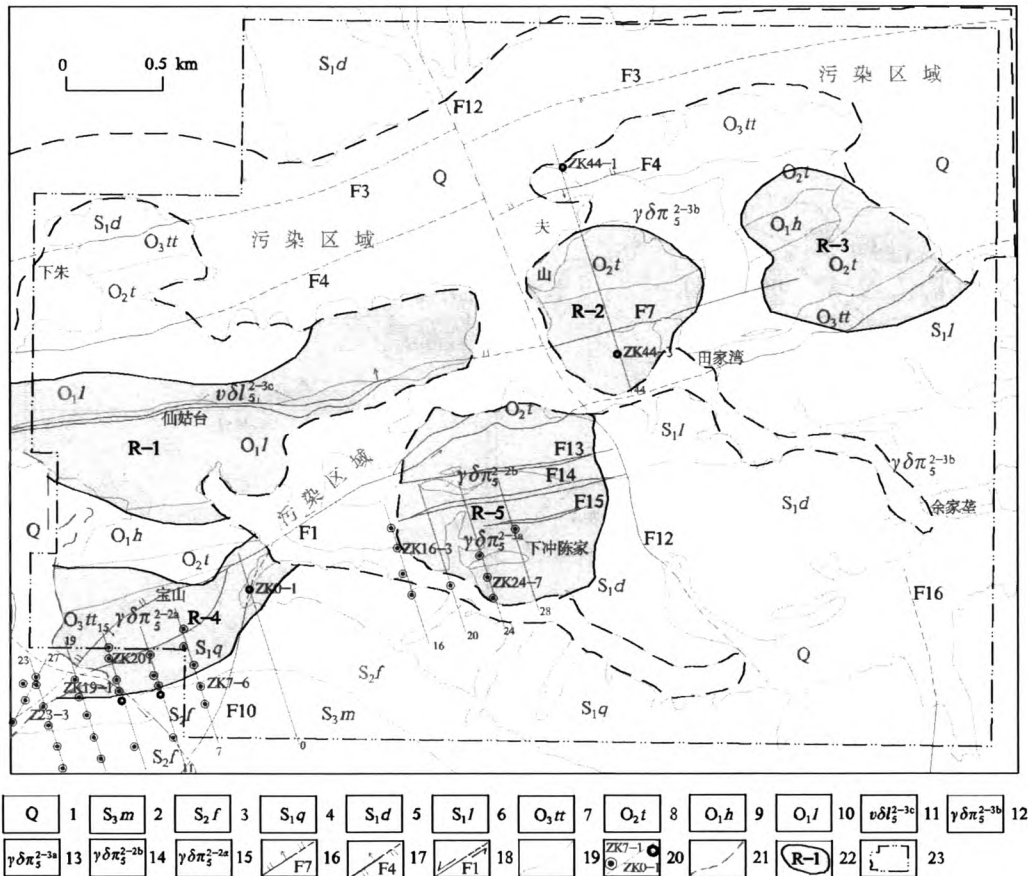


图2 仙姑台矿区土壤地球化学综合异常图

Fig.2 Xianggutai mine soil geochemical Integrated anomaly map

- 1.第四纪;2.上志留统茅山组;3.中志留统坟头组;4.下志留统清水组;5.下志留统殿背组;6.下志留统梨树窝组;7.上奥陶统汤头组;8.中奥陶统汤山组;9.下奥陶统红花园组;10.下奥陶统仑山组;11.燕山早期第三阶段第三次斜长细晶岩;12.燕山早期第三阶段第二次花岗岩;13.燕山早期第三阶段第一次花岗岩;14.燕山早期第二阶段第二次花岗岩;15.燕山早期第二阶段第一次花岗岩;16.正断层及编号;17.实测/推测逆断层及编号;18.实测/推测平移断层及编号;19.实测地质界线;20.见矿/未见矿钻孔及编号;21.矿区污染区域范围;22.土壤地球化学综合异常范围及编号;23.土壤地球化学样品采集范围

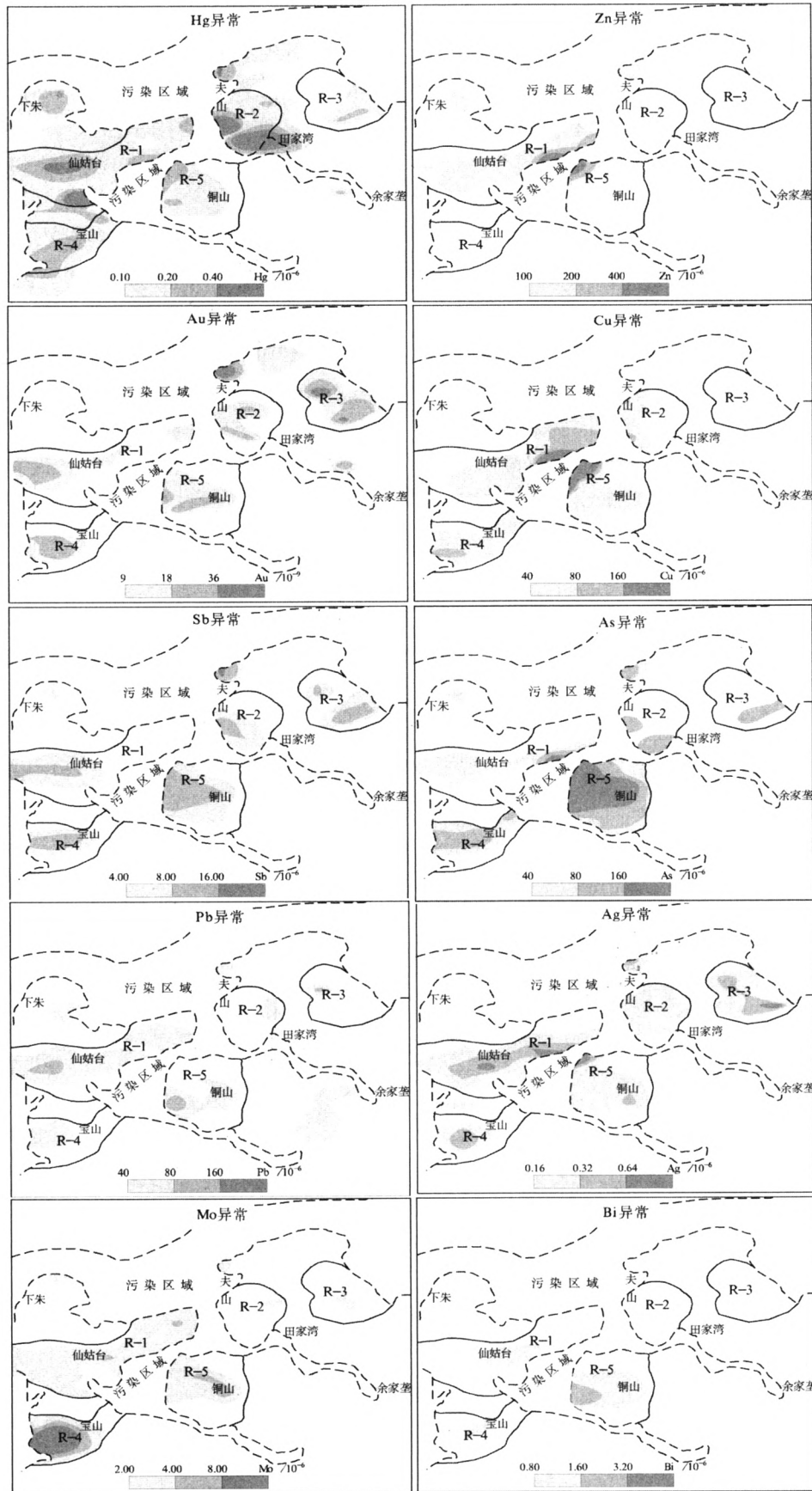


图3 仙姑台矿区土壤地球化学测量各单元元素异常图

Fig.3 Xianggutai mine soil geochemical survey of each single element anomaly map

化、褐铁矿化构造破碎带(F13、F14、F15)。异常的形成、异常浓集中心与硅化、褐铁矿化构造破碎带相吻合,预示异常区内具有较大找矿潜能。

### 4 异常查证及找矿效果

根据1:1万土壤地球化学测量工作所圈定的综合异常区进行了野外调查,且对低温元素异常强烈的R-2以及各元素异常均较强的R-4、R-5开展了钻探验证工作。

R-1异常区:异常主要以Cu、Mo、Bi、Zn、Sb为主,异常元素自内至外具有一定的分带性,总体表现为Bi、Mo→Cu、Zn、Sb、Au、Pb、Ag→As、Hg。此综合异常区位于矿区背斜核部,总体与F7断层破碎带延伸方向一致,呈北东-南西向展布。异常区内主要出露岩石为硅化、褐铁矿化构造角砾岩,奥陶系碳酸盐岩(图2)。成矿元素浓度高、分带清晰与野外地硅化、褐铁矿化蚀变特征相吻合,此异常特征可能为含矿异常具有较大的找矿潜能。

R-2异常区:低温元素Au、Ag、Sb、As、Hg异常强烈。异常区内出露奥陶系碳酸盐岩与燕山早期第三阶段第二次花岗闪长斑岩接触带,该带砂卡岩化不明显,经ZK44-1、ZK44-3钻探成果发现此异常为非矿异常所致(图2)。

R-3异常区:低温元素Au、Ag、Sb为主,异常强度总体一般。野外观察发现:异常区内主要出露奥陶系碳酸盐岩,异常区西南约200 m处为燕山早期第三阶段第二次花岗闪长斑岩、斜长斑岩( $\gamma\delta\pi_5^{2-3b}$ )侵位于奥陶系碳酸盐岩(图2)。此异常可能与此岩体的侵位有关,但此异常是否为含矿异常有待进一步查证。

R-4异常区:Mo-Cu-Au-Bi-Ag-Pb-As-Hg异常强烈,分带不明显。高温元素(Mo-Bi)与中低温元素(Cu、Pb、Au、Ag)、低温元素(As、Hg)分带特征显著,此异常特征与R-1综合异常特征相似。经地质填图及7号勘探线钻探揭示(图4):①异常区周边存在燕山早期第三阶段第一次花岗闪长斑岩( $\gamma\delta\pi_5^{2-3a}$ )顺着倾向南东F1断层侵位于燕山早期第二阶段第一次花岗闪长斑岩( $\gamma\delta\pi_5^{2-2a}$ )的现象;②燕山早期第三阶段第一次花岗闪长斑岩( $\gamma\delta\pi_5^{2-3a}$ )为含矿岩体,浅灰绿色蚀变较强,主要为绿泥石化、泥化、硅化,新鲜面呈浅灰色,矿物成分主要为石英和斜长石。目前已发现斑岩型矿体Cu1、Cu2、Cu3等铜(金、银、钼)矿体分布于 $\gamma\delta\pi_5^{2-3a}$ ,矿石矿物以黄铜矿、辉钼矿为主,次为黄铁矿、铜蓝、孔雀石等(图5A);③异常区内 $\gamma\delta\pi_5^{2-2a}$ 内尚未发现明显矿化现象;④与R-4具有相似元素异常特征的R-1综合异常很可能为含矿异常所致。

R-5异常区:异常元素组合为Cu-Au-Mo-Bi-

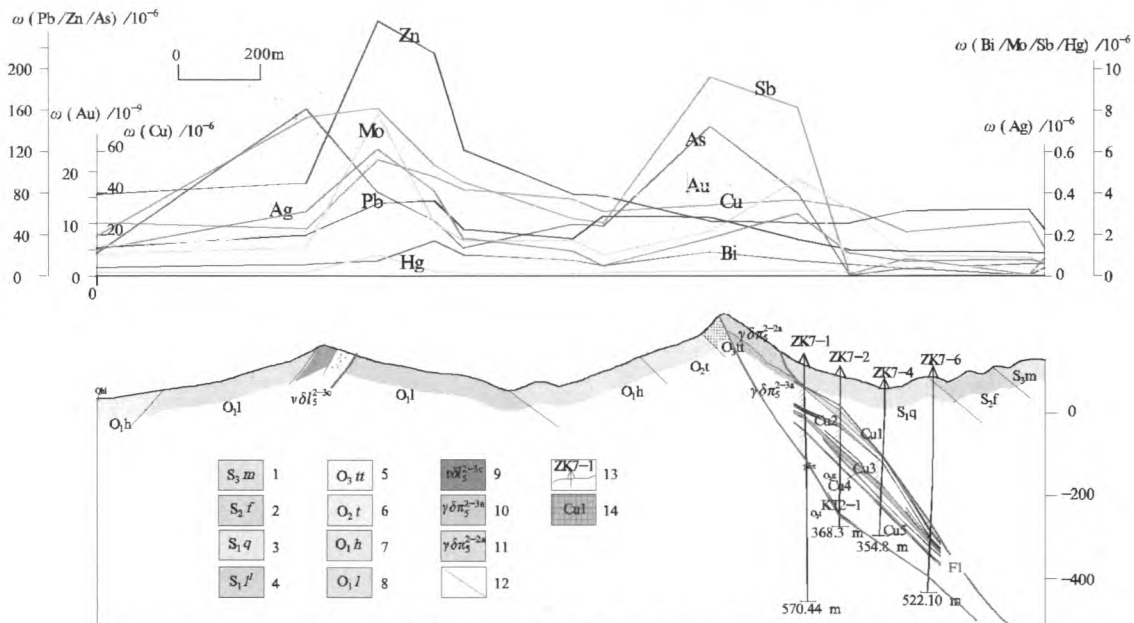


图4 仙姑台矿区7线地质-地球化学剖面图

Fig. 4 Geological geochemical profile along the 7th line in the Xiangutai deposit

- 1.志留系上统茅山组;2.志留系中统坟头组;3.志留系下统清水组;4.志留系下统梨树窝组;5.奥陶系上统汤头组;6.奥陶系中统汤头组;7.奥陶系下统红花园组;8.奥陶系下统仑山组;9.斜长细晶岩;10.微粒花岗闪长斑岩;11.花岗闪长斑岩;12.断层及编号;13.钻孔位置及编号;14.矿体及编号

Sb-Zn-Ag-Pb-As-Hg,异常强烈,相互叠加,分带特征不明显。经深部12-28线钻探工程验证,异常区为铜岭矿段斑岩型V7、V9与矽卡岩矿体V12等矿体引起的异常;矿石矿物以黄铜矿为主,次为辉钼矿、黄铁矿、铜蓝、自然铜等(图5B)。

综上所述:运用地质填图、深部钻探工程,对矿区5个异常区进行查证发现(图2):两个异常区为含矿异常区(R-4、R-5),1个为非矿异常(R-2),1个可能为含矿异常具有较好的找矿前景(R-1),另1个找矿前景一般,可能为非矿异常(R-3)。含矿异常R-4、R-5以中高温元素Cu、Mo异常强烈为特征,分别由宝山、铜岭铜多金属矿段异常所引起。非矿异常R-2以中低温元素Au、Ag、Sb、As、Hg异常强烈为特征。宝山矿段、铜岭矿段铜资源量达到小型,具经济开采价值,可见在仙姑台地区开展土壤地球化学测量以Cu、Mo异常强烈区做为优选区进行找矿工作效果显著,而Au、Ag、Sb、As、Hg、Pb、Zn、Bi元素异常指导性不强。

## 5 结论

(1)按照传统的方法通过概率计算,即如果元素满足正态分布则背景值取均值,异常下限在均值的基础上加上两倍标准差;如果元素满足对数正态分布,则先对元素取对数,然后对数的均值取真数为背景值,对数的均值加上两倍标准差取真数为异常下限,确定仙姑台矿区背景值和异常下限的方法处理土壤地球化学数据与所确定的背景值、异常下限比较合理。

(2)仙姑台矿区共圈出5个综合异常区,两个异常区为含矿异常区(R-4、R-5),1个为非矿异常(R-2),1个可能为含矿异常具有较好的找矿前景(R-1),另1

个找矿前景一般,可能为非矿异常(R-3)。

(3)土壤地球化学测量成果显示:仙姑台铜多金属矿区通过异常查证,以Cu、Mo异常强烈区做为优选区进行查证发现了宝山(R-4)、铜岭(R-5)铜多金属矿段为含矿异常所引起,其铜资源量达到小型,具经济开采价值。可见在仙姑台矿区开展土壤地球化学测量以Cu、Mo异常强烈区作为优选区,找矿效果显著,而Au、Ag、Sb、As、Hg异常对仙姑台矿区找矿指导性较差。

**致谢:**本文系集体劳动成果,成文过程中得到江西省地质调查研究院总工程师楼法生教授级高工、院矿产勘查中心唐峰林教授级高工、刘细元高级工程师悉心帮助与指导,在此一并表示感谢。

### 参考文献:

- [1] Barry W S. A new theory to explain the formation of soil geochemical responses over deeply covered gold mineralization in arid environments [J] Journal of Geochemical Exploration, 1998, (69): 149-172.
- [2] 翟裕生, 邓军, 王建平, 等. 深部找矿研究问题[J]. 矿床地质, 2004, 23(2): 142-149.
- [3] 张宝林, 蔡新平, 韩金良. 资源危机金矿深部与外围找矿前景的若干判别标志[J]. 地质与勘探, 2001, 37(2): 44-46.
- [4] 舒广龙, 马诗敏, 刘继顺. 基于斑岩成矿体系结构的深部找矿预测—以鄂东丰山铜金矿田为例[J]. 地质与勘探, 2007, 42(2): 1-7.
- [5] 王学求, 谢学锦. 非传统金矿化探的理论与方法技术研究[J]. 地质学报, 1996, 70(1): 15-19.
- [6] 陶琰, 高振敏, 王奖臻, 等. 个旧锡矿土壤次生晕地球化学勘查的可行性分析[J]. 地质与勘探, 2002, 38(5): 54-57.

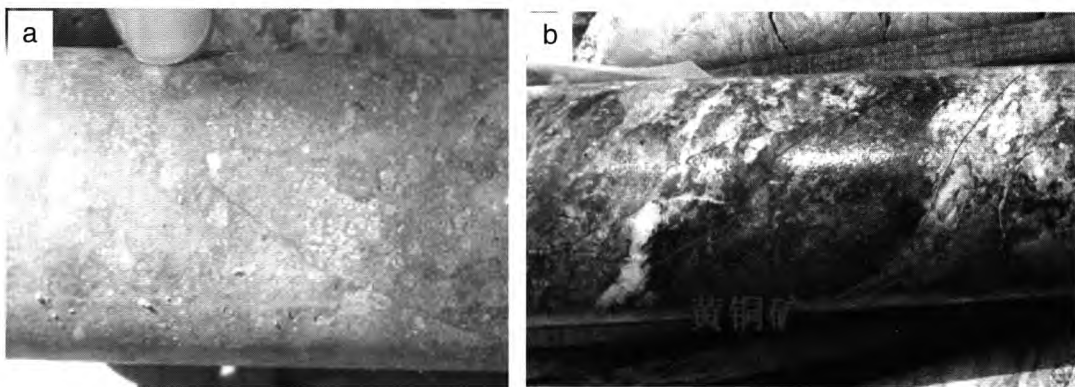


图5 仙姑台矿区典型矿石照片

Fig.5 Typical ore photo of the Xiangutai deposit

a、宝山矿段ZK7-1(158m)稠密浸染状黄铜矿、黄铁矿化花岗闪长斑岩; b、铜岭矿段ZK24-9(622m)浸染状黄铜矿化矽卡岩



- [7] 陈毓川. 矿产资源展望与西部大开发[J]. 地球科学与环境学报, 2006, 28(1):1-4.
- [8] Jones B K. Application of metal zoning to gold exploration in porphyry copper systems[J]. J. Geochemical Exploration, 1992, 43:127-155.
- [9] David B S, William F C, Laurel G W, et al. A national? scale geochemical and mineralogical survey of soils of the conterminous United States [J]. Applied Geochemistry, 2011, (3):1-6.
- [10] 贾先巧, 张丽春, 任利民, 等. 矿区及外围土壤地球化学测量采样深度与粒度方法试验—以江西省九江市城门山铜矿为例[J]. 地质通报, 2009, (07):963-969.
- [11] 董金秀, 龚敏, 任利民, 等. 江西九江城门山铜矿汞气测量找矿方法[J]. 地质通报, 2010, Z1:421-426.
- [12] 吴俊华, 龚敏, 龚鹏, 等. 江西九江城门山铜矿三维地质地球化学特征与成矿预测[J]. 地质通报, 2010, (6):925-932.
- [13] 严如忠, 龚敏, 袁承先, 任利民, 闭向阳, 曾键年, 马振东. 江西九江地区丁家山矿区深部和外围地球化学找矿与成矿预测[J]. 地质通报, 2011, (8):1312-1320.
- [14] 钟良水. 江西九瑞铜金矿床控矿条件及成矿预测[J]. 地质与勘探, 1991, (9):1-8.
- [15] 翟裕生, 姚书振, 周宗桂. 长江中下游铜金矿床矿田构造. 武汉: 中国地质大学出版社, 1999.
- [16] 包家宝, 汤树清, 余志庆. 江西铜矿地质[M]. 南昌: 江西科学技术出版社, 2002.
- [17] 曹钟清, 田邦生, 章平. 九瑞地区铜矿资源预测与勘查[J]. 东华理工学院学报, 2006, S1:38-44.
- [18] 杨明桂, 赖新民, 黄水保. 江西北部金属成矿地质 [M]. 北京: 中国大地出版社, 2004.
- [19] 崔彬. 江西九瑞地区铜金成矿系列模式[J]. 矿床地质, 1995, (1):44-50.
- [20] 蒋少涌, 徐耀明, 朱志勇, 等. 九瑞矿集区燕山期构造-岩浆作用及其与铜金多金属成矿关系研究[J]. 岩石学报, 2013, 12:4051-4068.
- [21] 王大勇. 长江中下游矿集区综合地质地球物理研究[D]. 吉林大学, 2010, 12-15.
- [22] 吴良士, 余忠珍. 江西九瑞地区中生代两次构造事件及其对成岩成矿的控制[J]. 矿床地质, 1999, 18(2):129-137.
- [23] 王会敏, 李永明, 罗春林, 等. 江西九瑞地区铜多金属整装勘查区成矿规律与找矿靶区优选[J]. 资源调查与环境, 2012, (4):245-253.
- [24] 陈志洪, 邢光福, 郭坤一, 等. 长江中下游成矿带九瑞矿集区(北部)含矿岩体的锆石 U-Pb 定年及其地质意义[J]. 地质学报, 2011, 85(7):1146-1158.
- [25] 刘英俊, 曹励明, 李兆麟, 等. 元素地球化学[M]. 北京: 科学出版社, 1984.
- [26] 弓秋丽. 斑岩型铜多金属矿地球化学勘查新指标研究 [D]. 中国地质科学院, 2009, 56-58.
- [27] 蒋敬业, 程建萍, 祁士华, 等. 应用地球化学. 武汉: 中国地质大学出版社, 2006.
- [28] 张炳熹. 浅谈矿床研究与勘查实践. 地学前缘, 1999, 6(1):1-11.

## Prospecting Effect of Soil Geochemical Survey from the Xiangutai Copper Polymetallic Deposit in Ruichang City of Jiangxi Province

LI Yong-ming<sup>1</sup>, SHA Yuan-Cheng<sup>1</sup>, GONG Liang-xin<sup>1</sup>, LEI Tian-hao<sup>1</sup>,  
XIE Rui-feng<sup>1</sup>, HU Zheng-Hua<sup>1,2</sup>

(1. Jiangxi institute of Geological survey, Jiangxi, Nanchang, 330030, China;

2. Chengdu University of Technology, Sichuan, Chengdu, 610059, China)

**Abstract:** Xiangutai copper polymetallic deposit in the Ruichang City of Jiangxi Province, is located in the lower reaches of the Yangtze River in Jiujiang Ruichang ore concentration area. This soil geochemical survey work delineated 5 comprehensive anomalous areas in which two abnormal areas are ore anomalies, one is a non-ore anomaly, another may be a ore anomaly with a good prospects, the other one may be a non-ore anomaly. High Cu, Mo, Au, Ag, Sb, As and Hg abnormal area R-4 and R-5 are caused by Baoshan ore section and Tongling ore segment anomalies. Mid-low temperature element Au, Ag, As and Hg abnormal area R-2 is caused by a non-ore anomaly. The results shows: Bi, Au, Ag, Pb, Zn, Sb, As, Hg anomaly is not a good ore seeking guidance, high temperature elements Cu, Mo element anomaly is obviously guide for the prospecting work.

**Key word:** Jiujiang-Ruichang ore concentration area; Xiangutai copper polymetallic deposit; soil geochemistry; prospecting effect