

doi: 10.11720/wtyht.2019.1424

李凯, 万欢. 江西乐平涌山地区土壤异常特征及找矿前景[J]. 物探与化探, 2019, 43(3): 494–501. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2019.1424>

Li K, Wan H. Soil anomaly characteristics and ore-search prospects in Yongshan area of Leping City, Jiangxi Province[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2019, 43(3): 494–501. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2019.1424>

江西乐平涌山地区土壤异常特征及找矿前景

李凯, 万欢

(江西省地质调查研究院, 江西 南昌 330030)

摘 要: 乐平涌山地区隶属于钦杭成矿带东段塔前—赋春铜多金属成矿带。在该地区开展 1:1 万土壤地球化学测量工作, 分析元素地球化学特征、元素异常特征、元素组合特征及结合成矿地质背景, 共圈定 18 处综合异常, 通过对综合异常进行分类评价及评序, 优选出较好的 3 处异常开展异常详细查证工作。经地表探槽揭露, 新发现金矿(化)点 2 处, 揭露金矿体 2 条, 金矿化体 2 条, 取得较好的找矿效果, 认为该区找矿前景良好, 是寻找矽卡岩型铜矿、韧性剪切型金矿的有利地区。

关键词: 土壤地球化学测量; 异常特征; 找矿前景; 金矿; 乐平涌山

中图分类号: P632

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2019)03-0494-08

0 引言

长期以来, 地球化学找矿一直都是矿产勘查工作中一项重要任务^[1]。经过广大地质人员努力, 地球化学异常筛选与评价找矿工作发展迅速^[2], 区分矿致异常和非矿致异常是其主要任务, 用以缩小找矿范围^[3]。

乐平涌山地区位于江西省东北部, 属钦杭成矿带东段塔前—赋春铜多金属成矿带^[4], 具备良好的成矿地质条件和找矿前景^[5-6]。本次工作基于 1:5 万涌山幅地质图^[7], 在研究区开展了 1:1 万地质填图和 1:1 万土壤地球化学测量工作, 从土壤地球化学异常特征的定性、定量评价和异常所处地质特征等方面进行综合评价, 圈定重点找矿区域, 再结合浅表工程验证, 评价其找矿效果。

1 区域地质背景

研究区地处扬子板块, 钦杭结合带, 宜(丰)—德(兴)混杂叠覆造山带, 萍乡—乐平拗陷^[8]。自加里东运动以来, 经历了多次构造运动、沉积作用和岩

浆活动, 形成了呈 NE 向展布、自 NW 向 SE 叠覆的构造岩片或推覆体^[9]。目前已发现有塔前、朱溪、月形、天井源等 20 余处矿产地, 由 SW 往 NE 矿种呈现出 W-Mo → Cu-Pb-Zn-W → Pb-Zn-Au 的分布规律^[10]。

区域地层具有双层结构, 即基底与盖层。基底由新元古界万年群浅变质岩系地层构成, 盖层有古生界、中生界和新生界地层, 其中古生界地层出露石炭系和二叠系地层, 石炭系地层主要为梓山组 and 黄龙组, 黄龙组是区域重要的成矿有利层位; 二叠系地层出露马平组和长兴组。中生界地层主要有上三叠统安源组。新生界主要有进贤组、莲塘组和联圩组。

区域岩浆活动除燕山期表现较强烈外, 其余期次岩浆活动均较弱, 主要为浅—超浅成相, 岩石类型有超基性、基性至中酸性、酸性等。超基性—基性脉岩属超浅成相, 产出严格受 NE、NNE 方向构造控制, 呈脉状; 中酸性岩侵入体为主要岩浆活动期, 表现强烈, 属浅成—超浅成相, 地表出露规模较小, 呈岩株状产出; 中酸性岩脉产出严格受塔前—赋春 NE 向断裂带控制, 岩性主要为花岗闪长斑岩、花岗斑岩, 其围岩有矽卡岩化、硅化、角岩化、大理岩化等蚀变, 并伴有 Cu、Pb、Zn、Ag 矿化, 区域上诸多已知铜

收稿日期: 2018-11-15; 修回日期: 2019-02-23

基金项目: 江西省地质勘查基金项目“江西省乐平市涌山铜多金属矿预查”(20170065)

作者简介: 李凯(1987-), 男, 江西吉安人, 东华理工大学资源勘查工程专业本科毕业, 工程师, 从事地球化学找矿方向的研究工作。Email: 317406877@qq.com

多金属矿床(点)均与其密切相关^[11]。

研究区区域上构造十分复杂,历经晋宁期—加里东期褶皱造山、印支—燕山期逆冲推覆活动,伴随中酸性岩浆的侵入。

2 研究区地质特征

研究区内地层相对简单,主要以万年群浅变质岩为主,北部少量出露石炭系盖层。区内构造较为复杂,受区域推覆构造作用的影响明显,褶皱与断裂构造较为发育,并有少量斑岩脉、石英脉沿构造裂隙充填(图 1)。

区内出露的地层主要有青白口系上统枫树岭组(Pt_3f)、牛头岭组下段(Pt_3n^1)、石炭系上统黄龙组白云岩段(C_2h^1)和第四系联圩组($Qh1$)。

研究区内地表未见较大的侵入岩体出露,仅见少量花岗斑岩脉、绢云母化霏细斑岩脉和石英脉等零星分布。但需注意的是,在研究区东北部石炭系地层深部见隐伏的燕山期花岗岩斑岩或花岗闪长斑岩体,为本区寻找隐伏岩体提供了依据。

研究区处于北翼、北西翼向南倒转的同斜紧闭向斜褶皱内,受塔前—赋春推覆构造影响,断层发育,方向主要为 NE、NEE 和近 EW 向,少量为近 SE、SEE、SN 向,其中 NEE 向韧性剪切带为控矿断裂。

区内围岩蚀变主要有褐铁矿化、硅化、绢云母化、大理岩化、绿泥石化、高岭土化、云英岩化等,其中褐铁矿化、硅化、绿泥石化与金矿化密切相关。

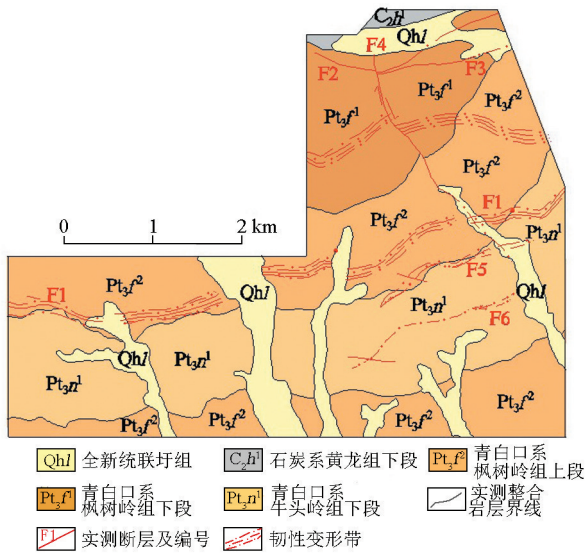


图 1 乐平涌山地区地质略图

Fig.1 Geological map of Yongshan area in Leping City

3 土壤地球化学测量

3.1 样品采集与测试

研究区完成 1:1 万土壤地球化学测量面积 20 km²,测网 100 m×40 m 按方位 315°布置土壤测线 71 条。以罗盘定向、测绳量距、坡度校正结合手持 GPS 定点,采样深度 17~25 cm,采集淋积层(B 层)土壤。分析元素为 Cu、Pb、Zn、W、Mo、Ag、Au、Sb、As、Hg 等 10 种元素,由江西省地质调查研究院实验测试中心完成。

3.2 元素背景分布特征

根据勘查地球化学中有关的定义和计算公式^[12],对土壤地球化学原始数据进行统计分析。结果显示(表 1),与全省背景相比,Au、As、Sb、Cu、Mo 等相对富集,Hg、Pb、Zn 等基本持平,Ag、W 等相对贫化;与大陆岩石圈丰度相比,Au、Ag、As、Sb、Pb、W 等相对富集,其他元素基本持平,As、Sb 等富集程度分别达 11 倍和 12 倍数,表示区内构造活动强烈,构造作用发育。

对数据进行 R 型聚类分析(图 2),可以看出,研究区 Pb、Zn 相关性最好,其相关系数达 0.938,其次为 Pb、Ag,其相关系数为 0.814。Pb 和 W、Pb 和 Sb、As 和 Au、Cu 和 Pb 等相关系数均为 0.5 以上。

在 0.5 的相似水平上,元素主要分为 2 簇:Au、As 组合为低温元素组合,与浅成低温热液矿化作用有关,可能与后期构造热液活动叠加有关;Ag、Zn、Pb、Cu、W、Sb 组合中既有与中温矿化热液有关的元素组合,也有与酸性、中酸性岩浆矿化及后期构造热活动的元素组合,主要代表了区内石炭纪沉积岩区及青白口纪变质岩区元素分布、演化及成矿特征,表明区内具有多期成矿的特点。

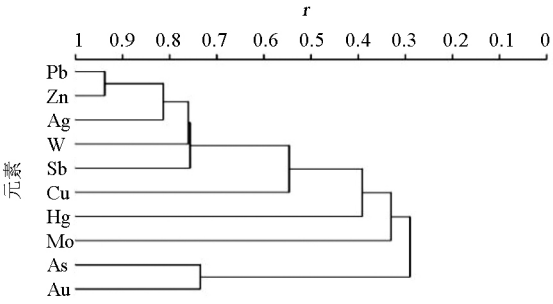


图 2 乐平涌山地区土壤地球化学元素 R 型聚类分析谱系

Fig.2 R-shaped cluster analysis of soil geochemical elements of Yongshan area in Leping City

表 1 乐平涌山地区土壤地球化学数据统计

Table 1 Statistical table on soil geochemistry of Yongshan area in Leping City

统计参数	Au	Ag	As	Sb	Hg	Cu	Pb	Zn	W	Mo
最大值	133	3.37	1010	104	0.74	353	2340	1800	28.8	7.81
最小值	0.3	0.023	1	0.21	0.01	3.5	12	22	0.58	0.3
平均值	3.5	0.094	21.61	1.91	0.077	36.1	43.3	82.6	2.12	0.98
平均值(剔除均值 ±3 倍标准方差后)	2.3	0.070	13.16	1.36	0.073	35.28	33.62	75.76	1.97	0.96
标准离差	0.80	0.018	5.44	0.55	0.020	8.75	7.98	19.95	0.59	0.25
变化系数	1.71	1.91	1.76	1.75	0.45	0.34	2.19	0.87	0.56	0.36
江西省背景	1.37	0.0846	11.38	1.04	0.0671	19.8	29.6	65.2	2.79	0.66
中国大陆岩 石圈丰度	1.76	0.040	1.2	0.11	0.075	38.8	6.15	72.4	1.18	0.87
富集系数	1.68	0.83	1.16	1.31	1.09	1.78	1.14	1.16	0.71	1.44
浓集系数	1.31	1.75	10.97	12.36	0.97	0.91	5.47	1.05	1.67	1.09
取标准差倍数	1.75	2	2	1.5	2	1.5	2	1.5	1.75	2
计算异常下限	3.7	0.11	24	2.17	0.11	48.5	50	105	3	1.5
本次使用异常下限	3.5	0.10	20	2.0	0.10	40	50	95	2.5	1.2

注: Au 含量单位为 10^{-9} , 其余为 10^{-6} ; 富集系数=工区背景/江西省背景^[16]; 浓集系数=工区背景/中国大陆岩石圈丰度^[17]

3.3 单元素异常特征

元素异常下限与浓度分带的确定^[13-14]: 异常下限采用迭代剔除法剔除 $X \pm 3S$ 离群数据后, 统计平均值 X , 标准方差 S , 首先采取 $X \pm 2S$ 作为异常下限进行试圈, 再经调整拟定比较符合区内地质矿产实际的异常下限值。单元素异常图采用 GeoIPAS3.0 化探版软件绘制, 异常浓度分带采用异常下限值的 1、2、4 倍勾绘外、中、内带, 本次使用的异常下限见表 1。

由单元素异常图可知, Au、Ag、As、Sb 异常分布集中, 主要分布于研究区北部上石炭统黄龙组下段沉积地层及中东部上青白口统变质地层中, 西部及南部上青白口统枫树岭组上段变质地层少量分布, 总体呈串珠状, 局部呈岛状, 单个异常面积大, 异常浓集中心明显并具多个浓集中心, 异常浓集中心多位于构造发育部位, 异常规模、强度较高, 有利于成矿; Cu、Pb、Zn 异常较为分散, 其中研究区北部与 Au、Ag、W、Mo 等异常套合较好, 规模较大, 推测与深部隐伏岩体有关; W、Mo、Hg 异常以外带为主, 浓集中心不明显, 总体呈现面积小、规模低、强度小等特征, 主要分布在研究区北部。

3.4 综合异常特征

根据研究区元素地球化学背景、单元素异常、元素组合特征, 并结合区内成矿地质环境、地形等, 共圈定综合异常 18 处(图 3), 异常总面积约 1.91 km^2 , 占研究区实际采样面积的 9.55%。遵循异常分类原则^[15]对其进行了分类, 其中甲类异常(TR11、TR13) 2 处, 总面积 0.848 km^2 , 占研究区面积 4.24%; 乙类异常(TR1、TR2、TR5、TR6、TR7、TR12、

TR17、TR18) 8 处, 总面积 0.642 km^2 , 占研究区面积 3.21%; 丙类异常 8 处(TR3、TR4、TR8、TR9、TR10、TR14、TR15、TR16), 总面积 0.42 km^2 , 占研究区面积 2.10%。

综合异常评序主要从综合异常面积、主成矿元素面积、浓度分带总和、伴生元素组合个数、NAP 并结合异常区内成矿地质条件等方面进行评价, 对上述评价因素分别进行打分, 依次从高到低, 得分越高者排名越靠前。通过对综合异常打分排序(表 2), 排名前六名的异常依次是 TR2、TR1、TR11、TR13、

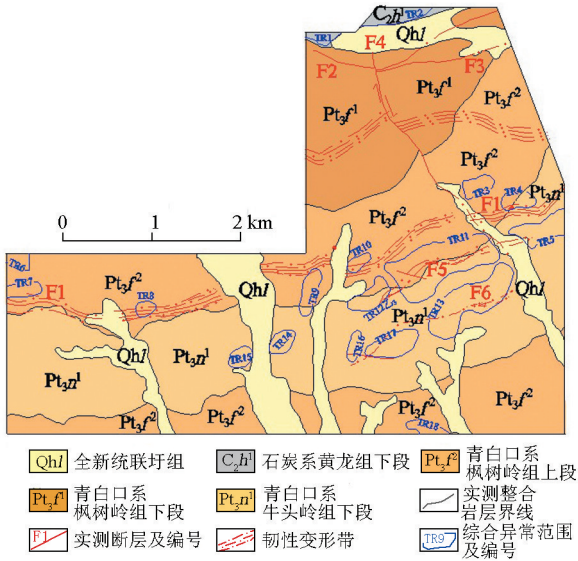


图 3 乐平涌山地区土壤地球化学综合异常

Fig.3 Integrated soil geochemical abnormality of Yongshan area in Leping City

表 2 乐平涌山地区土壤地球化学综合异常评序结果

Table 2 Table of results of comprehensive geochemical anomaly assessment of Yongshan area in Leping City

编号	主成矿元素		综合异常		主成矿元素异常			浓度分带		伴生元素		成矿地质条件		ΣNAP 值		评序结果	
	元素	NAP 值	面积 /km ²	得分	面积	合计	得分	分带	得分	个数	得分	优劣	得分	ΣNAP	得分	总分	名次
TR1	Au	16.38	0.04	4	1.20	7.99	16	3	10	6	6	好	8	149.39	18	92	2
	Ag	19.24			1.85			3	10								
	Cu	14.74			4.08			3	10								
	W	3.45			0.86			3	10								
TR2	Au	9.59	0.11	14	1.20	7.99	16	3	10	6	6	好	8	142.16	17	96	1
	Ag	33.67			1.85			3	10								
	Cu	7.69			4.08			2	5								
	W	3.41			0.86			3	10								
TR3	W	0.78	0.06	10	0.13	0.13	4	2	5	2	2	较差	2	0.94	4	27	14
TR4	W	4.37	0.07	11	2.72	2.72	10	2	5	3	3	一般	4	32.56	13	46	9
TR5	Au	8.36	0.13	16	2.95	3.76	12	3	10	2	2	较好	6	32.16	11	58	5
	Ag	0.78			0.81			1	1								
TR6	Au	3.55	0.04	5	2.32	2.60	9	1	1	2	2	较差	2	3.98	6	26	15
	Cu	0.31			0.28			1	1								
TR7	Au	0.03	0.05	8	0.03	0.308	6	2	5	4	4	一般	4	0.59	2	30	13
	Cu	0.31			0.29			1	1								
TR8			0.03	1			1			1	1	一般	4	0.08	1	8	17
TR9	Ag	0.04	0.08	12	0.04	0.036	3	2	5	3	3	较差	2	11.45	8	33	11
TR10	Ag	0.03	0.04	2	0.03	0.026	2	2	5	1	1	一般	4	5.19	7	21	16
TR11	Au	10.33	0.50	18	2.85	6.38	15	3	10	2	2	好	8	39.64	16	79	3
	Ag	1.89			0.81			3	10								
TR12	Au	7.17	0.10	13	2.95	3.72	11	3	10	2	2	好	8	28.23	10	54	7
TR13	Au	8.92	0.35	17	2.95	6.03	13	3	10	2	2	好	8	30.27	14	74	4
	Ag	0.81			0.81			3	10								
TR14	Cu	0.63	0.06	9	0.70	1.47	8	1	1	2	2	较差	2	17.32	9	32	12
	W	0.77			0.77			1	1								
TR15	Cu	0.61	0.05	7	0.70	0.70	7	1	1	1	1	较差	2	0.64	3	21	16
TR16	Au	6.68	0.04	3	2.95	6.28	14	3	10	2	2	较差	2	37.04	15	47	8
	W	4.66			3.33			1	1								
TR17	Au	7.01	0.13	15	2.95	6.28	14	3	10	2	2	一般	4	28.99	12	57	6
TR18	Ag	0.23	0.05	6	0.09	0.17	5	3	10	2	2	较差	2	1.74	5	35	10
	Au	0.15			0.08			2	5								

TR5、TR17,各综合异常特征如下。

TR1 综合异常:位于研究区北部,呈不规则岛弧状,北侧未封闭,属乙₃类异常,异常面积 0.040 km²,异常总规模 149.39。异常元素套合较好,主要由 Au、Cu 等组成,并伴生有 Ag、Pb、Zn、Sb、As、Hg、W、Mo 等,主体为一套中低温元素组合,并伴有高温元素 W、Mo 等。Au、Ag、As、Sb、Cu、Pb、Zn、W 异常均具浓集中心,内、中、外分带特征清晰,规模大,强度高。单异常 Au 最高含量 87.8×10⁻⁹,平均值为 47.80×10⁻⁹,规模值 16.38;Cu 最高含量为 353×10⁻⁶,平均值为 144.53×10⁻⁶,规模值 14.74。异常区出露地层为上石炭统黄龙组下段,为一套碳酸盐岩地层,岩性为中厚—厚层状细晶白云岩、块状细晶—粗晶白云岩;异常区南部见近 EW 向断裂通过,断裂面中可见有绿泥石化、硅化、碳酸盐化象。TR1 综合异常主成

矿元素以中低温元素为主,推测与沉积地层叠加后期构造作用有关,而伴生的 W、Mo 等高温元素为晚期岩浆侵入活动物资来源之产物,推测与深部隐伏的岩浆热液侵入作用有关,显示该区内具有多期次地球化学成矿作用条件;异常成矿地质条件较为有利,是寻找矽卡岩型铜金多金属矿的有利部位。

TR2 综合异常:位于研究区北部,呈半弧形,北侧未封闭,属乙₂类异常,异常面积 0.113 km²,异常总规模 142.16。异常元素套合较好,主要由 Au、Cu 等组成,并伴生有 Ag、Pb、Zn、Sb、As、Hg、W、Mo 等,主体为一套中低温元素组合,并伴有高温元素 W、Mo 等,高温元素与低温元素为不同期次,显示该区内具有多期次地球化学成矿作用条件。Au、As、Sb、Pb、Zn 异常均具浓集中心,内、中、外分带特征清晰,规模较大,强度较高。单异常 Au 最高含量 95.7×

10^{-9} , 平均值为 28.0×10^{-9} , 规模值 9.59; Ag 最高含量 1.82×10^{-6} , 平均值为 3.37×10^{-6} , 规模值 33.67; Cu 最高含量 126×10^{-6} , 平均值为 75.37×10^{-6} , 规模值 7.69。异常区内地质构造简单, 仅出露上石炭统黄龙组下段碳酸盐岩地层, 岩性为中厚—厚层状细晶白云岩、块状细晶—粗晶白云岩; 需要注意的是, 在异常区北部(研究区外)黄龙组地层深部见隐伏的燕山期花岗岩斑岩或花岗闪长斑岩体^[18]。从 TR2 综合异常元素组合与成矿地质条件来看, 异常基本反映了元素在成岩成矿过程中分配特征及与地质活动的专属性, 异常区往北部延伸, 成矿地质条件则更为有利, 是寻找矽卡岩型铜金多金属矿的找矿方向和有利地段, 具有一定的找矿前景。

TR5 综合异常: 位于研究区东部, 呈不规则椭圆形, 东侧未封闭, 属乙₃类异常, 异常面积 0.132 km^2 , 异常总规模 32.16。异常元素套合较好, 主成矿元素为 Au, 伴生有 As、Sb、Ag, 为一套中低温元素组合, Au、As、Sb 异常均具浓集中心, 内、中、外分带特征清晰。单异常 Au 最高含量 60.7×10^{-9} , 平均值为 9.9×10^{-9} , 规模值 8.36; As 最高含量 489×10^{-6} , 平均值为 87.53×10^{-6} , 规模值 15.93。异常区出露地层为青白口系枫树岭组上段变质地层, 岩性以灰黄色灰白色薄层状凝灰质千枚岩为主, 异常浓集中心见 NEE 向韧性变形带通过, 带内可见石英脉发育, 脉宽约为数厘米至数十厘米之间, 延长为数十厘米至数十米之间, 以 NEE 向和 EW 向为主, 受后期构造作用影响, 破碎严重, 可见强褐铁矿化、黄铁矿化、绿泥石化、绿帘石化、硅化、孔雀石化现象, 异常东侧工作外韧性变形带内发现有花岗斑岩脉侵入。TR5 综合异常主要为变质地层叠加后期韧性构造共同作用的结果, 成矿地质条件较为有利, 是寻找构造(热液)蚀变型金矿的有利部位。

TR11 综合异常: 位于研究区中部, 呈不规则椭圆形, 属甲₂类异常, 异常面积 0.502 km^2 , 异常总规模 39.64。异常元素套合程度高, 主成矿元素为 Au, 伴生有 As、Sb、Ag, 为一套中低温元素组合, Au、As、Sb、Ag 异常均具浓集中心, 内、中、外分带特征清晰, 规模较大, 强度高。单异常 Au 最高含量 74.4×10^{-9} , 平均值为 12.70×10^{-9} , 规模值 12.33; Ag 最高含量 1.5×10^{-6} , 平均值为 0.233×10^{-6} , 规模值 1.89; As 最高含量 482×10^{-6} , 平均值为 106×10^{-6} , 规模值 19.29。异常区出露青白口系枫树岭组上段变质地层, 受塔前—赋春推覆构造带的影响, 异常区内断裂构造较为发育, 以 NNE 向脆性断裂及近 EW 向片理化带为主, 规模较大, 贯穿整个异常区, 区内构造带内可见

岩石具强褐铁矿化、硅化, 局部可见云英岩化, 蚀变较强, 具一定规模, 异常区西部零星见花岗岩脉, 出露范围较小, 区内石英脉普遍发育, 以 NE 向和 EW 向为主, 少量为 SN 向或 NW 向。TR11 综合异常主要为变质地层叠加后期韧性构造共同作用的结果, 成矿地质条件较为有利, 从后期异常查证的结果看, 发现了较好的矿化线索, 判断其为矿致异常, 是寻找构造(热液)蚀变型金矿的有利地段, 是下一步工作的重点。

TR13 综合异常: 位于研究区中部偏东南侧, 呈不规则椭圆形, 属甲₂类异常, 异常面积 0.346 km^2 , 异常总规模 30.27。异常元素套合程度高, 主成矿元素为 Au, 伴生有 As、Sb、Ag, 为一套中低温元素组合, Au、As、Sb、Ag 异常均具浓集中心, 内、中、外分带特征清晰, 规模较大, 强度高。单异常 Au 最高含量 133×10^{-9} , 平均值为 10.60×10^{-9} , 规模值 8.92; As 最高含量 1010×10^{-6} , 平均值为 77×10^{-6} , 规模值 14.01。异常区出露青白口系牛头岭组下段变质地层, 岩性主要为灰绿色、浅灰色中—薄层状变质细至微细粒长石石英杂砂岩、千枚状含砂粉砂岩、变质粉砂岩夹深灰色含炭千枚岩、灰白色变沉凝灰岩。受区域构造影响, 区内断裂构造较为发育, 以 NNE 向脆性断裂为主, 规模较大, 贯穿整个异常区, 断裂带内可见褐铁矿化、硅化、黄铁矿化、金矿化等现象, 局部可见云英岩化, 蚀变较强, 具一定规模; 区内发育 NE 向和 EW 向石英脉, 呈破碎状, 多数可见强烈的褐铁矿化, 局部可见黄铁矿化。TR13 综合异常主要为变质地层叠加后期脆性构造共同作用的结果, 从后期异常查证的结果看, 在枫树岭组上段北东向断裂构造带之中发现了较好的矿化线索, 判断其为矿致异常, 是寻找构造(热液)蚀变型金矿的有利地段, 是下一步工作的重点。

TR17 综合异常: 位于研究区中南部, 近似椭圆形, 属乙₃类异常, 异常面积 0.125 km^2 , 异常总规模 28.99。主成元素为 Au, 伴生有 As、Sb, Au、As 套合程度高, 内、中、外分带特征清晰, 浓集中心明显。单异常 Au 最高含量 42×10^{-9} , 平均值为 8.30×10^{-9} , 规模值 7.01; As 最高含量 244×10^{-6} , 平均值为 76×10^{-6} , 规模值 13.83。异常区出露青白口系牛头岭组下段变质地层, 岩性组合 TR13 基本一致; 异常区内断裂构造较为发育, 以近 EW 向脆性断裂及 NE 向片理化带为主, 规模较大, 贯穿整个异常区, 受构造影响, 断裂带内岩石碎裂特征明显, 并发育一系列配套小裂隙, 裂隙中充填褐铁矿或石英脉, 带内岩石普遍具有褐铁矿化及硅化现象, 裂隙及石英脉两侧褐

铁矿化及硅化更为强烈,而片理化带中则普遍具有褐铁矿化,局部具硅化。TR17 综合异常主要为变质地层叠加后期脆性构造共同作用的结果,从后期异常查证成果看,在脆性断裂构造带之中发现了较好的矿化线索,判断其为矿致异常,是寻找构造(热液)蚀变型金矿的有利地段。

3.5 异常查证

依据异常评序结果,筛选了 TR1、TR2、TR5、TR7、TR11、TR13、TR17 等 7 处重要综合异常及 Au、Cu、W 等 3 处单元素异常高含量点进行了进行了踏勘检查,并对 TR11、TR13、TR17 综合异常进行了详细查证(图 4)。

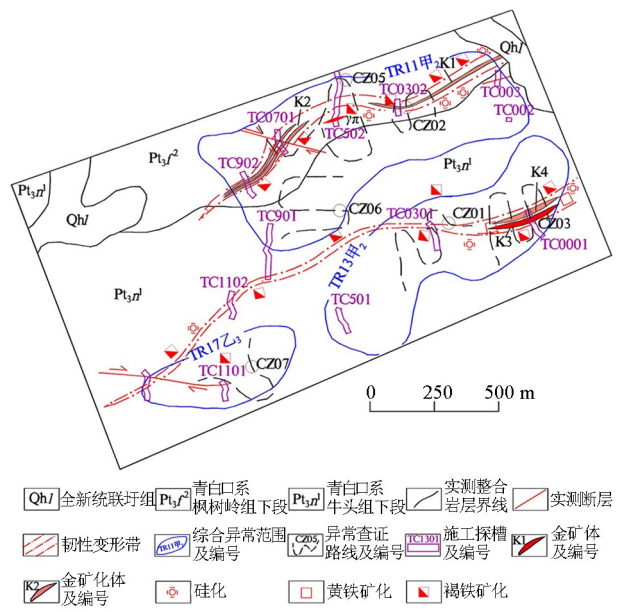


图 4 乐平涌山地区土壤地球化学异常查证
Fig.4 Investigation of soil geochemical abnormality of Yongshan area in Leping City

TR11 异常查证成果:通过施工探槽 6 条对该异常进行了查证揭露,共圈出金矿体(K1)和金矿化体(K2)各 1 条,均赋存于 NEE 向挤压片理化带中,产状与挤压片理化带产状一致,金矿体加权平均品位为 0.62 g/t,真厚度为 0.89 m,走向近 NEE 向,倾向 NWW,倾角较陡 65°~75°,局部变缓为 55°。矿体破碎,裂隙较为发育,沿裂隙中发育石英细脉,脉宽 2~5 cm,脉壁上可见褐铁矿、炭质充填;金矿化体平均品位为 0.36 g/t,真厚度为 0.86 m,走向 NE,倾向 SE,倾角较陡。成因类型均为构造蚀变型,主要赋存在构造带内的石英脉中。

TR13 异常查证成果:通过施工探槽 3 条对该异常进行了查证揭露,共圈出金矿体(K3)和金矿化体(K4)各 1 条,均赋存于 NE 向挤压片理化带中,走向近 NE 向,倾向 SE,倾角较陡;其中金矿体平均品

位为 0.61 g/t,真厚度为 7.83 m,金矿化体平均品位为 0.33 g/t,真厚度为 0.97 m。上述矿(化)体均与 NEE 向、近 EW 向韧性构造作用密切相关,属于构造蚀变型金矿。

TR17 异常查证成果:通过施工探槽 2 条对该异常进行了查证揭露,发现了 1 条构造蚀变带,带内褐铁矿化、硅化、金矿化强烈,局部发育黄铁矿化,主要赋存于脆性断裂构造带之中,赋矿层位为牛头岭组下段变质地层。

4 找矿前景分析

4.1 成矿地质条件

与区域对比,研究区多金属矿化的矿种以铜金矿为主,其中金矿化范围主要限于 NEE 向、近 EW 向韧性剪切带内、脆性断裂破碎带及其旁侧裂隙,与区内青白口系变质地层和断裂构造密切相关。区内万年群变质岩地层区是区域内重要的金银多金属矿含矿岩系,含有丰富的金银等成矿物质^[19],其岩性主要为绢云千枚岩、片理化变质粉砂岩、粉砂质绢云千枚岩,是形成韧性剪切线金矿的成矿物质来源,岩石节理裂隙十分发育,易使含矿热液明显沿层间裂隙带充填形成脉状矿体,是含矿热液的通道,NEE 向、近 EW 向韧性剪切构造作用是提供成矿物质的决定性因素。

铜矿化范围主要分布于研究区北部深部隐伏中酸性、酸性岩浆岩体与石炭系黄龙组接触带附近,与区内燕山期岩体与石炭系碳酸盐岩接触作用和近 EW 向张性断裂构造密切相关。区内上石炭统黄龙组下段碳酸盐岩地层是形成矽卡岩型铜矿床的有利地层,岩性为浅灰、肉红色中厚—厚层状细晶白云岩、块状细晶—粗晶白云岩;深部隐伏的燕山期花岗岩斑岩或花岗闪长斑岩体是区内最重要的成矿物质来源,是铜富集成矿的必要条件之一,岩浆热液通过断裂构造部位与围岩发生物质成分的交换并迁移到有利的位置富集成矿,研究区北部近 EW 向张性断裂与区域上月形铜矿的控岩控矿构造为同一断裂,其为含矿热液的运移提供通道和容矿空间。

4.2 找矿前景

根据研究区土壤地球化学综合异常特征、异常查证情况及成矿地质条件分析,认为该区找矿前景优越,是寻找韧性剪切型金矿床和矽卡岩型铜多金属矿的有利地区,若通过对区内综合异常开展以下工作,有望获得突破性进展。

1) 此次异常查证,对 TR1、TR2 异常仅开展了

路线踏勘检查,发现有绿泥石化、硅化、碳酸盐化,说明异常区具有寻找一定的铜矿体前景;另据异常区发育 Cu、Au、Pb、Ag、Mo、Zn、W、Mo、As、Sb 组合,总体表现为由低温元素至高温元素的变化特征,推测其处于矿体偏上部,剥蚀程度较浅,显示出有找隐伏矿的地球化学前提;据 1:5 万布格重力异常、航磁异常^[20]显示涌山一带深部可能存在隐伏中酸性—酸性岩浆岩,遥感影像特征也显示区内存在与隐伏岩体有关的遥感环状要素。下一步应加强地表矿化详细追索工作,在此基础上开展一定的激电中梯剖面测量和 EH4 测深等物探手段,强化异常检查程度。另外在研究区 TR2 异常北侧涌山煤矿采煤施工过程中发现花岗闪长斑岩体,并且在岩体与黄龙组接触带的矽卡岩中发现了浸染状、团块状黄铜矿,该异常向北未封闭,可适当向北拓展研究区范围,并对区内隐伏岩体进行深钻验证,拓展找矿空间,实现更大找矿突破。

2) 对 TR11、TR13、TR17 异常区布置了多条探槽进行揭露,发现 2 条金矿体、2 条金矿化体、1 条构造蚀变带,说明上述异常区寻找金矿前景良好;异常区附近发育有 W、Mo 等尾晕元素组合,推测其处于矿体偏下部,剥蚀程度较深,矿体向深部延伸有限。因此应继续加强地表矿化追索力度,尤其是破碎带和石英脉的寻找,并可通过构造地球化学采样、激电中梯剖面测量以及更多探槽工程揭露,寻找和查明矿(化)体的空间分布特征,最终择优布置钻孔深部验证金矿体赋存状态,圈出可供进一步勘查的有利地段,以求找矿方面更大突破。

5 结语

1) 区内单元元素异常特征明显,以 Au、Ag、As、Sb、Cu 等异常比较明显,尤其 Au 为主,异常面积较大,强度较高,Au、Ag 异常主要分布在 NE 向断裂构造带内及隐伏的花岗斑岩体与牛头岭组千枚岩接触带附近,其次 Cu 异常在研究区北部也尤为明显,其主要分布于上石炭统黄龙组下段碳酸盐岩地层内。

2) 区内共圈定 18 处综合异常,其中甲类异常 2 处,乙类异常 8 处,丙类异常 8 处;通过异常评序认为 TR2 异常是区内最有找矿前景的 Cu 异常,TR11、TR13 异常是区内最有找矿前景的 Au 异常。

3) 通过异常查证工作,在 TR11、TR13 异常区发现 2 条金矿体、2 条金矿化体,取得了较好的找矿效果,初步确定找矿类型为韧性剪切型金矿及矽卡岩型铜多金属矿。

致谢:本文是在江西省地勘基金项目“江西省乐平市涌山铜多金属矿预查”报告资料的基础上总结而成,在野外工作和成文过程中得到了江西省地质调查研究院刘细元教授级高级工程师的精心指导和帮助,在此表示衷心的感谢!

参考文献 (References):

- [1] 王瑞廷,毛景文,任小华.区域地球化学异常评价的现状及其存在的问题[J].中国地质,2005,32(1):168-175.
Wang R T, Mao J W, Ren X H. Current status of regional geochemical anomaly evaluation and its existing problems[J]. China Geology, 2005, 32(1): 168-175.
- [2] 朱华平,张德全.区域化探异常的地球化学勘查评价方法技术进展综述[J].地质与勘探,2003,39(3):35-38.
Zhu H P, Zhang D Q. Overview of the technical progress of geochemical exploration evaluation methods for regional anomaly detection[J]. Geology and Exploration, 2003, 39(3): 35-38.
- [3] 樊建强,吴金凤,吴晓峰.地球化学异常评价中的几个问题[J].矿产与地质,2005,19(3):306-309.
Fan J Q, Wu J F, Wu X F. Several problems in the evaluation of geochemical anomalies[J]. Minerals and Geology, 2005, 19(3): 306-309.
- [4] 杨明桂,王发宁,曾勇,等.江西北部金属矿产[M].北京:大地出版社,2005.
Yang M G, Wang F N, Zeng Y, et al. Metal minerals in north-western Jiangxi[M]. Beijing: Dadi Publishing House, 2005.
- [5] 江西地矿局地质矿产调查研究大队.1:5 万涌山幅区域地质矿产调查成果报告[R].1997.
Jiangxi Mining Bureau Geological and Mineral Survey and Research Team. 1:50,000 Yongshan mountain region geological and mineral survey results[R]. 1997.
- [6] 王成发.乐德矿带成矿系列与成矿规律[J].矿产与地质,1992,6(4):257-263.
Wang C F. Ledekuang's metallogenic series and metallogenic laws[J]. Minerals and Geology, 1992, 6(4): 257-263.
- [7] 李培铮,邓国萍,王乾程,等.江西德兴金铜矿集区地质特征[J].矿床地质,2002,32(S):409-412.
Li P Z, Deng G P, Wang G C, et al. Jiangxi Dexing gold copper mine geological characteristics[J]. Mineral deposit geology, 2002, 32(S): 409-412.
- [8] 杨明桂,吴富江,黄志忠,等.江西省区域地质志[M].北京:地质出版社,2013.
Yang M G, Wu F J, Huang Z Z, et al. Jiangxi Provincial regional geological records[M]. Beijing: Geological publishing house, 2013.
- [9] 李芳,张达,霍海龙,等.赣东北塔前—赋春一带中生代逆冲推覆构造研究[C]//中国地球科学联合学术年会议文集(五),2017.
Li F, Zhang D, Li H L, et al. Gandongbeita Qianzhou-Fuchun area Mesozoic inrush pushing structure research[C]//Proceedings of China Geosciences Joint Academic Conference(V), 2017.
- [10] 江西省地质矿产勘查开发局九一二大队.横路—赋春 1:5 万贵

多金属成矿预测[R].1991.

Jiangxi Provincial Geological and Mineral Exploration and Development Bureau 912 Brigade. Henglu-Fuchun 1:50,000 expansive polymetallic metallogenic prediction[R]. 1991.

[11] 陈国华.江西景德镇朱溪钨铜多金属矿床地质特征与控矿条件研究[D].南京:南京大学,2014.

Chen G H. Study on the geological characteristics and ore control conditions of Zhuxiwu copper polymetallic deposit in Jingdezhen, Jiangxi Province[D]. Nanjing:Nanjing University, 2014.

[12] 刘英俊,邱德同.勘查地球化学[M].北京:科学出版社,1987.

Liu Y J, Qiu D T. Exploration of geochemistry[M]. Beijing: Science Press, 1987.

[13] 朱有光,蒋敬业.金矿地球化学找矿[M].武汉:中国地质大学出版社,1993.

Zhu Y G, Jiang J Y. Gold geochemical prospecting[M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1993.

[14] 姚涛,陈守余,廖阮颖子.地球化学异常下限不同确定方法及合理性探讨[J].地质找矿论丛,2011,28(1):96-101.

Yao T, Chen S Y, Liao W Y Z. Different methods and rationality for determining the lower limit of geochemical anomalies[J]. Geological Survey, 2011, 28(1):96-101.

[15] 中华人民共和国地质矿产部.DZ/T 0011-2015 区域地球化学勘查规范[S].2015.

The Ministry of Geology and Mines of the People's Republic of China. DZ/T0011-2015 Regional geochemical exploration Code[S]. 2015.

[16] 藏金生,李诗言,蔡新明.化探中五个常用参数的应用[J].科技视界,2013,28(3):8-10.

Zang J S,Li S Y, Cai X M. Application of five common parameters in chemical exploration[J].Technology horizon,2013,28(3):8-10.

[17] 黎彤,袁怀雨,吴胜昔.中国大陆壳体的区域元素丰度[J].大地构造与成矿学,1999,23(2):101-107.

Li T, Yuan H Y, Wu S X. Regional element abundance of the Chinese mainland shell [J]. Geotectonic and mineralization, 1999, 23(2):101-107.

[18] 张诚,贺玲,舒立旻,等.景德镇月形铜矿地质特征及找矿潜力分析[J].资源信息与工程,2018,33(6):20-21.

Zhang C, Zhang H L, Shu L T, et al. Geological characteristics and prospecting potential of the Moonshaped copper mine in Jingdezhen[J]. Resource Information and Engineering, 2018, 33(6):20-21.

[19] 中国地质科学院,江西九一二地质大队.塔前—赋春铜多金属成矿带成矿规律与成矿预测[R].2017.

Chinese Academy of Geological Sciences, Jiangxi Jiuyi Geological Corps. Metallogenic law and metallogenic prediction of Taqian-Fuchun Copper Polymetallic Metallogenic Belt[R]. 2017.

[20] 江西省地质调查研究院.江西省矿产资源潜力评价报告[R].2014.

Jiangxi Institute of Geological Survey. Evaluation report on mineral resources potential in Jiangxi Province[R]. 2014.

Soil anomaly characteristics and ore-search prospects in Yongshan area of Leping City, Jiangxi Province

LI Kai, WAN Huan

(Geological Survey Institute of Jiangxi Province, Nanchang 330030, China)

Abstract: The Yongshan area of Leping City belongs to the front of the tower in the east section of the Qinhang metallogenic belt-Fuchun copper polymetallic ore-forming belt. Based on 1:10,000 soil geochemical survey in this area, the authors analyzed elemental geochemical characteristics, single element anomaly characteristics and elemental combination characteristics. In combination with the geological background of mineralization, a total of 18 comprehensive anomalies were identified, and the comprehensive anomalies were classified and evaluated. Preferably, 3 better anomalies were verified in detail. The surface exploration trough revealed 2 new gold (chemical) sites, 2 gold orebodies and 2 gold mineralized bodies, thus obtaining a good ore prospecting effect. It is believed that the ore-search prospects in the area are good, and a skarn-type copper deposit is expected to be found. This area is the favorable area for finding ductile shear gold deposit.

Key words: soil geochemical survey; anomaly characteristics; ore-search prospects; gold deposit; Yongshan area of Leping City

(本文编辑:蒋实)