

doi: 10.11720/wtyht.2017.1.11

章贤能,寇尚文,刘艾华.安徽宁国东山坞地区土壤地球化学特征与评价[J].物探与化探,2017,41(1):71-78.http://doi.org/10.11720/wtyht.2017.1.11

Zhang X N, Kou S W, Liu A H. Characteristics and evaluation of soil geochemical anomalies in Dongshanwu area, Ningguo, Anhui Province[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2017, 41(1): 71-78. http://doi.org/10.11720/wtyht.2017.1.11

安徽宁国东山坞地区土壤地球化学特征与评价

章贤能,寇尚文,刘艾华

(安徽省地质矿产勘查局 332 地质队,安徽 黄山 245000)

摘 要:通过对东山坞地区土壤元素含量进行数学地质分析及单元素异常评价可知,研究区土壤中 Au、As 和 Ag、Mo、Sb 之间具有良好的亲和性,Ag、Mo 在研究区黑色岩系中具高背景;Sb 浓度克拉克值及变异系数大,指示 Sb 卷入了成矿作用,深部工程已发现锑工业矿体,预示研究区锑找矿前景较好;Au 和 As 的异常范围一致性较好,Au 为富集元素,变异系数最大,说明矿化不均匀,Au 矿化与赋存的构造蚀变岩相关,与硅化呈正相关。通过土壤测量工作在研究区圈定了 4 个土壤地球化学异常区,其中 I、II 和 IV 号异常带具较好的找矿前景,为项目续作的重点靶区,同时认识到主成矿元素 Sb 和 Au 属于不同期地质作用叠加的结果。

关键词:江南隆起;东山坞;土壤地球化学;因子分析;异常查证

中图分类号: P632 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2017)01-0071-08

0 引言

宁国东山坞地区位于钦杭成矿带北侧^[1-2]、江南隆起东段 Au-Ag-Pb-Zn-W-Mn-V-萤石成矿带北东端^[3],在 1:20 万区域化探调查时发现 Au、As、Sb 分散流综合异常后,安徽省地勘局 332 地质队于 1989 年开展了 1:5 万加密水系沉积物测量及查证^[4],圈定了异常的浓集中心,发现低品位金矿化体后本区工作搁置。21 世纪初,在矿业繁荣和安徽省地质勘查基金投入加大之机,我队申请的东山坞金多金属矿预查获批,预查范围含盖了竹溪岭岩体,最终发现了隐伏的竹溪岭高温热液型钨(锆)大型矿床,银矿、镓矿亦达中型,随着竹溪岭综合型矿产地的勘查深入^[5],东山坞地区低温元素组合 Au-As-Sb 异常普查启动,2011 年开展了 1:1 万土壤地球化学测量,面积 10 km²,取得了初步找矿成果。

1 地质概况

宁国东山坞地区在大地构造上地处扬子板块东



图 1 宁国东山坞地区大地构造位置

南边缘,江南造山带的北东端(图 1),处于绩溪复背斜与仙霞褶皱带^[6]之间,基底为前南华纪岩层,盖层出露新元古界南华系—古生界奥陶系;区域上北东向虎形关—月潭断裂^[7]经过本区,与北西向张性河沥溪—刘村—太阳山断裂^[8]交汇于研究区北部,区内发育的褶皱与断裂相关,主要有大排山倒转背斜及张村半截背、向斜(图 2)。东山坞地区出露的

收稿日期: 2016-02-24

基金项目: 安徽省地质勘查基金项目(2011-1-18)

作者简介: 章贤能(1971-),男,高级工程师,从事区域地质及资源勘查与保护工作。Email: xiannengzhang@hotmail.com

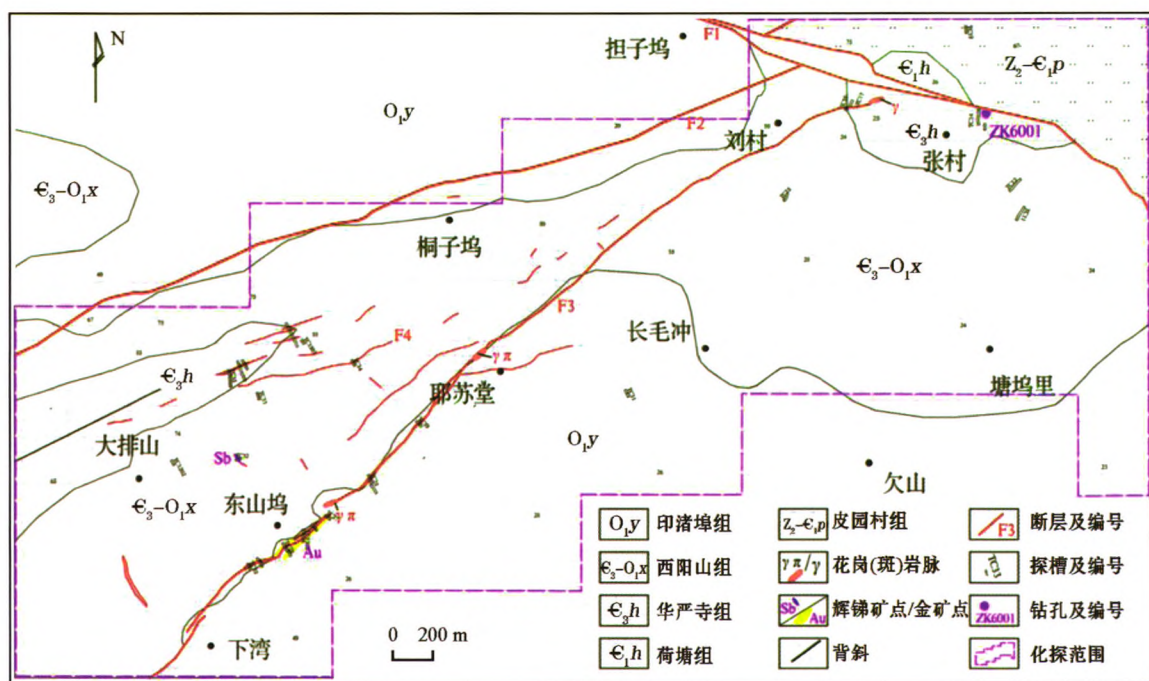


图 2 宁国东山坞地区地质简图

地层有上震旦统皮园村组硅质岩、下寒武统荷塘组炭质泥页岩、上寒武统华严寺组条带状灰岩及西阳山组泥质灰岩夹“饼状”微晶灰岩、下奥陶统硃瓦山组泥岩^[9-10]。燕山晚期早阶段随着太平洋板块的俯冲,在研究区之外东侧竹溪岭地区侵入有酸性岩浆岩,本区仅见有酸性脉岩沿断裂充填。

2 1:5万加密水系沉积物特征

1989 年开展了东山坞地区 150 km² 范围内 1:5 万加密水系沉积物测量,圈出了东山坞和外石桥(竹溪岭)两大综合异常。

东山坞为 Au、As、Sb 异常组合,面积 15.1 km²,分带完整,元素套合较好,Au 异常中心最高值 88×10⁻⁹。

外石桥(竹溪岭)综合异常为 Ag、Cu、Pb、Zn、Au、As、Sb 水系沉积物综合异常,面积 18 km²,其中 Ag 异常面积 15 km²,最高含量 25×10⁻⁶。Zn 异常面积 10.4 km²,最高值 1 500×10⁻⁶,Pb 异常面积 5.0 km²,Cu 异常面积>5 km²,最高值 620×10⁻⁶。竹溪岭异常分布在花岗闪长岩体外接触带和断裂带上,2005 年预查时优先在该异常开展了 8 km² 的 1:1 万土壤测量,取得显著成果。

3 样品采集与处理

东山坞地区 1:1 万土壤测量地形底图为 2004

年 9 月航摄,2006 年 8 月调绘,并在同年 12 月出版的地形图,地球化学测量采用 100 m×40 m 规则测网,共布置测线 56 条,测线方向南北向,共采集土壤样品 2 063 件,检查样 60 件。

野外工作中采用手持 GPS 与罗盘定位测点,GPS 定点时误差控制在 5 m 以内。样品要求在所定点 0~4 m 范围内,由 2~4 个点采集组成一个样品,主要采集淋积层(B 层),采样深度 20~30 cm;少数样品采集母质层(C 层),深度大于 30 cm。样品物质成分一般为细粒的亚黏土、亚砂土、砂土。采样过程中避免各种污染,样品袋一律经过洗涤后使用,样品质量为过 60 目筛后对角缩分样重不少于 150 g,混合均匀装入牛皮纸袋中。过筛时样品之间都要对筛子、台秤等物件进行清理,每个样品的编号、登记、送样单等确保准确无误。

样品分析项目为 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Bi、W、Mo 共计 10 项,测试单位为安徽省地勘局 332 队测试中心,采用原子吸收光谱法(AAS)测定 Cu、Zn;发射光谱法(OES)测定 Ag、Pb;原子荧光法(AFS)测定 As、Sb、Bi;催化极谱法(POL)测定 W、Mo;石墨炉无火焰原子吸收法(AAN)测定微金。技术要求按照中华人民共和国地质矿产行业标准《土壤地球化学测量规范》(DZ/T0145-94)^[11]及《地质矿产实验室测试质量管理规范》(DZ/T0130.4-2006)^[12]要求执行。

4 土壤地球化学异常特征

4.1 土壤地球化学特征

对东山坞地区 2 063 件土壤样品的原始数据进行统计分析(表 1)。结果显示,区内强烈富集的元素为 As、Sb (丰度系数>5)、Cu 属正常元素(0.7~1.2),Mo 为高背景元素(1.2~1.5),Ag、Au、Pb、Zn、Bi、W 为富集元素(1.5~5);从变异系数上看 Au 强烈分异(变异系数>2),Ag、As、Sb、Mo 分异(1.0~2.0)、Cu、Bi 弱分异(0.5~1.0),Pb、Zn、W 不均匀(0.25~0.5)。综合来看 Ag、As、Sb、Au 丰度系数高,表明这些元素相对富集;Au 和 Sb 的变异系数较大,说明其分布范围广且不均匀,参与了次生富集成晕作

用及过程,易形成地球化学异常,成矿可能性很大。运用 SPSS 软件计算矿区土壤样品各元素 Pearson 相关性系数,从分析结果(表 2)看,Au 与 As、Sb 呈正相关关系,相关系数较大,反映了主要成矿元素的次生组合特征,低温 Au-As-Sb 元素组合异常可作为本区找矿靶区;Ag 与 Sb、Cu、Mo 虽相关系数大,但矿区 Cu、Mo 均值低,丰度系数、变异系数较小,成矿可能性较小。研究区 Ag、Mo 异常分布于北东角,二者异常套合好,高背景成因复杂,与皮园村组、荷塘组地层分布一致,并与沉积的硅质岩、炭质泥页岩类黑色岩系 Ag、Mo 初始富集相关。据陈琼林等^[14]在皖南 14 178 km² 黑色岩系中采样统计:Ag、Mo 的丰度系数在皮园村组为 3 和 5.2;而在荷塘组更高,分岩性段统计分别为 4.14~52.14 和 3.76~27.71。

表 1 宁国东山坞地区土壤地球化学测量数据统计

参数	Pb	Zn	Ag	As	Sb	Bi	Au	Cu	W	Mo
克拉克值 ^[13]	12.60	70.00	70.00	1.80	0.20	0.17	4.00	55.00	1.50	1.50
算术平均值	29.48	133.41	178.11	139.90	8.58	0.68	12.76	45.52	2.74	1.82
最小值	9.40	37.70	11.80	2.60	0.40	0.10	0.25	6.00	0.08	0.20
最大值	114.80	500.00	2226.00	526.00	100.00	10.50	750.92	392.10	31.10	48.84
中位数	28.10	130.60	112.60	84.90	5.40	0.60	5.07	37.90	2.61	1.10
标准离差	10.90	42.13	193.25	146.34	9.82	0.35	30.75	28.57	1.18	2.93
丰度系数	2.34	1.91	2.54	77.72	42.89	3.99	3.19	0.83	1.83	1.22
变异系数/%	36.98	31.58	108.50	104.60	114.44	51.80	240.97	62.75	42.93	160.96

注: Au、Ag 含量单位为 10⁻⁹,其他元素含量单位为 10⁻⁶;表 5 同

表 2 宁国市东山坞地区土壤地球化学测量元素相关性系数矩阵

元素	Pb	Zn	Ag	As	Sb	Bi	Au	Cu	W	Mo
Pb	1.000									
Zn	0.436**	1.000								
Ag	0.382**	0.204**	1.000							
As	-0.019	0.044*	-0.064**	1.000						
Sb	0.204**	0.185**	0.409**	0.374**	1.000					
Bi	0.388**	0.307**	0.118**	-0.014	0.075**	1.000				
Au	0.021	0.068**	0.101**	0.403**	0.322**	0.053**	1.000			
Cu	0.392**	0.446**	0.412**	0.117**	0.260**	0.196**	0.125**	1.000		
W	-0.128**	-0.161**	-0.154**	0.283**	0.012	-0.071**	0.173**	-0.130**	1.000	
Mo	0.160**	0.018	0.443**	-0.075**	0.397**	0.005	-0.013	0.154**	-0.118**	1.000

注:“**”表示在 0.01 级别相关性显著;“*”表示在 0.05 级别相关性显著

为进一步了解区内各元素的土壤地球化学特征关系,运用 SPSS 软件对土壤样品原始数据采用欧拉距离倒数法标准化变换后,进行 R 型聚类分析,获取元素聚类分析谱系(图 3)。当距离系数小于 5 时可分为三簇,第一簇为 Zn、Cu、Pb,为一组中温元素组合,Zn 和 Cu 密切相关,研究区 Zn、Cu、Pb 背景值低,3 元素亲合性较好,地球化学性质相近;第二簇为 Ag、Mo、Sb,其中 Ag 和 Mo 首先聚类,反映沉积成岩时的元素组合,低温元素 Sb 的富集可能与低温

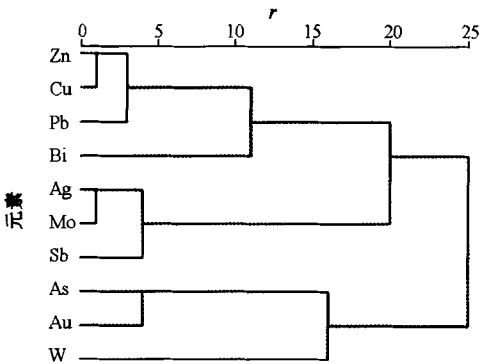


图 3 宁国东山坞地区土壤元素 R 型聚类分析谱系

含矿热液沿构造充填有关;第三簇为 As、Au,研究区 Au 丰度较高,变异系数大,As 是主要的伴生元素,二者组合异常可作为金矿地球化学找矿标志。

当距离系数小于 20 时,可以将研究区成矿元素分为两类,即 Zn、Cu、Pb、Bi、Ag、Mo、Sb 和 As、Au、W。土壤测量 Zn、Cu、Pb、Mo、W 均值低,从地质填图、钻探工作中可知,研究区不具备高中温成矿条件。图 3 说明 Ag、Mo、Sb 和 As、Au 两组元素亲和性好,已发现的辉锑矿化、金矿化信息,指示研究区有可能找到低温矿床类型。

综合因子可以表示代表某一特定地质成因的元素组合。对区内土壤元素进行因子分析,分别选用

主成分方法和最大方差方法用于公因子提取以及载荷矩阵旋转,所有因子及方差百分比见表 3。各个因子对应的特征值散点图见图 4,图中画出了各个因子对应的特征值,可以看出,第一、第二、第三个特征值较大,第四个特征值开始下降,可见研究区土壤地球化学测量的 10 个元素评价指标主要是由前 3 个因子决定的。由表 3 中方差贡献值(特征根百分比)可以看出,各元素没有一个主因子所占的方差贡献超过 30%,说明各元素的综合信息较为分散,也说明研究区土壤中 10 种元素的物质来源和成因比较复杂。选取前 3 个因子进行分析,其累积贡献率达到 59.02%,基本能代表 10 个元素的原始信息。

表 3 宁国市东山坞地区土壤元素因子分析初始特征值及旋转载荷特征值

因子	特征值	特征值方差百分比/%	累积百分比/%	旋转载荷平方和总计	旋转载荷平方和方差百分比/%	旋转载荷平方和累积/%
1	2.75	27.50	27.50	2.170	21.695	21.695
2	1.77	17.75	45.25	1.950	19.500	41.195
3	1.38	13.77	59.02	1.782	17.822	59.017
4	0.85	8.46	67.48			
5	0.75	7.55	75.03			
6	0.65	6.48	81.51			
7	0.53	5.34	86.84			
8	0.52	5.23	92.08			
9	0.44	4.41	96.49			
10	0.35	3.51	100.00			

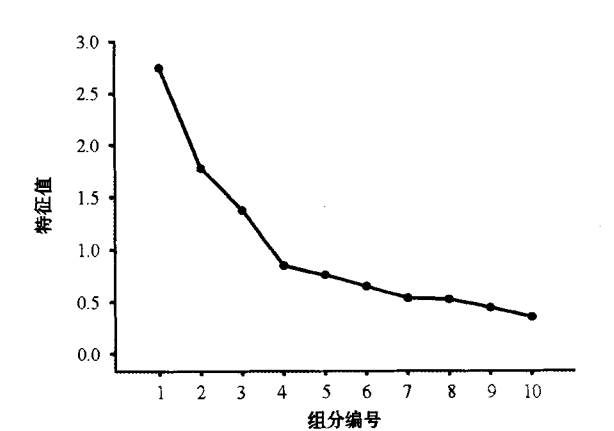


图 4 宁国东山坞地区土壤元素因子特征值散点图

前 3 个主因子经旋转后的因子载荷矩阵见表 4,从表中可以看出,第一主因子 F1 中 Zn、Pb、Bi、Cu 占有较大载荷,具有相似的背景,研究区未发现 4 种元素矿化现象;第二主因子 F2 中 Mo、Ag、Sb 占有较大载荷,Mo、Ag 与沉积岩原始富集相关,而地表及钻孔角砾岩型辉锑矿化均赋存在断裂构造带中,与低温热液的充填有关;第三因子 F3 中 Au、As 占有较大载荷,已发现的金矿化体均为构造蚀变岩,赋存在断裂中,并发现脱方解石化和弱硅化,金矿化与硅

表 4 宁国东山坞地区土壤元素旋转因子载荷矩阵

元素	F1	F2	F3
Zn	0.778	0.040	0.024
Pb	0.734	0.236	-0.077
Bi	0.673	-0.111	-0.018
Cu	0.630	0.333	0.100
Mo	-0.079	0.828	-0.125
Ag	0.299	0.759	-0.064
Sb	0.148	0.671	0.476
As	0.041	0.007	0.831
Au	0.101	0.117	0.723
W	-0.213	-0.214	0.553

化呈正相关,与低温热液充填、渗滤相关。

4.2 元素背景值和异常下限值的确定^[15-18]

利用 GeoExpl 软件对研究区样品元素进行分析得知,研究区 As 不服从正态分布或对数正态分布,故 As 采取含量面积法的分形技术^[19-20]确定异常下限;其他元素数据服从正态分布,但将其原始数据转换成对数再作图后,元素含量直方图的对称性有所改善,因而采用传统方法,将研究区元素数据转化为对数,用各元素对数值的平均值加(减)3 倍标准离差,反算为真值后,循环剔除离群值,直至无特高值

表 5 宁国东山坞地区土壤各元素统计特征值及异常下限值

参数	Pb	Zn	Ag	As	Sb	Bi	Au	Cu	W	Mo
样品数	2603	2603	2603	2603	2603	2603	2603	2603	2603	2603
剔除数	5	32	52	0	0	49	25	13	60	107
对数值平均值	1.44	2.11	2.11	1.87	0.72	-0.20	0.78	1.59	0.42	0.08
对数值标准差	0.16	0.13	0.26	0.54	0.45	0.15	0.43	0.23	0.13	0.22
几何平均值	27.56	127.67	128.27	73.70	5.20	0.63	5.99	38.86	2.62	1.19
异常下限计算值	49.82	206.21	349.34	575.92	29.04	1.13	30.79	93.14	4.32	2.71
异常下限实际取值	45	200	350	348	20	1.1	30	80	4	2.5

注:As 采用含量面积法的分析技术确定异常下限

存在为止。求出最终数据集对数值的平均值和标准离差,以剔除异常点后的对数值平均值加 1.65 倍标准离差作为异常下限对数值,求出真值,结合研究区情况取整作为研究区元素异常下限(表 5)。

4.3 单元素异常评价

运用 MapGIS 软件编制 1:1 万土壤化探单元素异常图,按元素异常下限的 1、2、4 倍圈定单元素浓度分带,外带为 1 倍异常下限值,中带为 2 倍异常下限值,内带为 4 倍异常下限值。现主要对 Au、As、Sb、Ag、Mo 异常特征分述如下:

4.3.1 Au 地球化学异常特征

Au 异常(图 5)是区内强度较高的异常,有 224 个测点的 Au 含量大于异常下限值,变异系数为 240.97%,最大值 750.92×10^{-9} ,为地壳丰度的 187.7 倍,是异常下限的 25 倍。Au 异常区与断裂密切相关,北东向 F3、北西向 F1 断层上盘均有金异常分布,在东山坞 Au 土壤异常浓集中心已发现的金矿体即充填于 F3 断裂中;此外研究区华严寺组条带状

微晶灰岩、西阳山组泥质灰岩夹“饼状”微晶灰岩中,层间破碎带发育,围绕破碎带亦发育 Au 异常,大排山倒转背斜大片 Au 土壤异常即与此相关。

4.3.2 As 地球化学异常特征

As 呈非正态分布,样品分析数据差别较大,高值数目多,有 934 个测点 As 含量大于算术平均值,As 变异系数为 104.60%,丰度系数为 77.72,是 10 个测试元素中最高的。As 异常相对分散(图 6),只能圈出外带,大部分异常与 Au 异常套合较好,可作为找金指示元素。

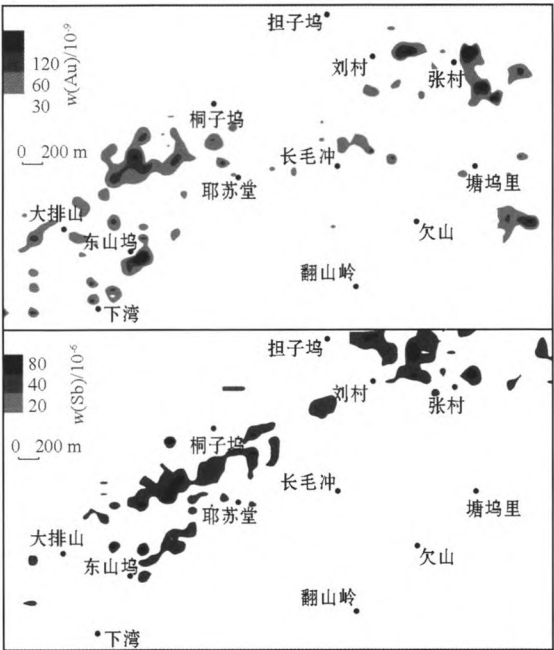


图 5 宁国东山坞地区土壤地球化学测量 Au、Sb 异常

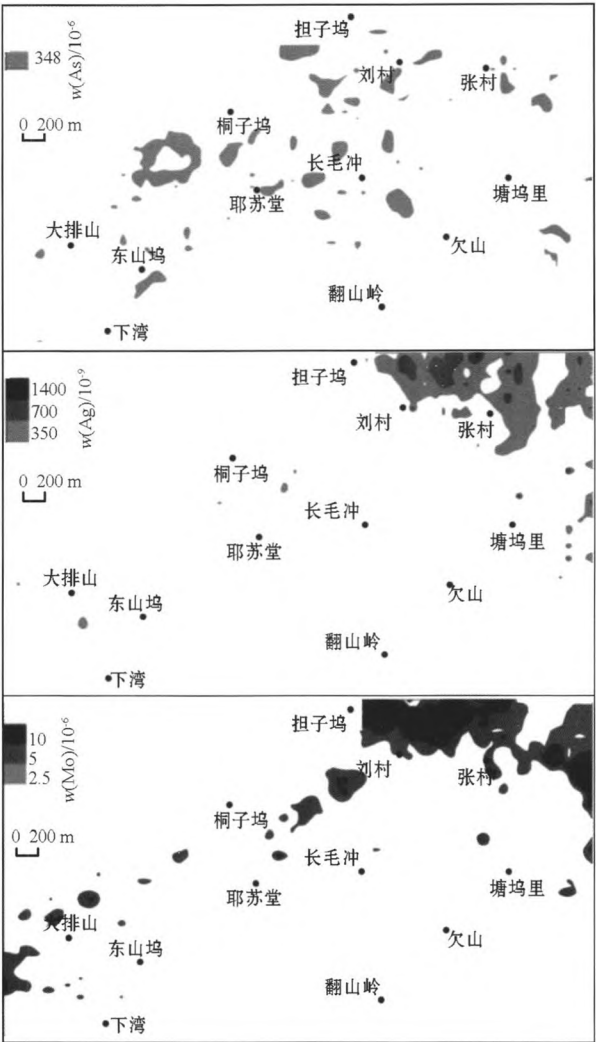


图 6 东山坞地区土壤地球化学测量 As、Ag、Mo 异常

4.3.3 Sb 地球化学异常特征

研究区内 Sb 土壤地球化学几何平均值为 5.2×10^{-6} , 变异系数为 114.44%, 丰度系数为 42.89, 最大值 100×10^{-6} , 是地壳丰度的 500 倍。Sb 异常呈北东向、北西向分布(图 5), 与断裂走向一致。研究区填图发现角砾岩型辉锑矿化点赋存在北西向断层中; 在张村附近土壤异常浓集中心, 地表 TC14 无锑矿化, 但 ZK6001 中见有辉锑矿体。在北东、北西向断层刘村交汇处 Sb 异常连片分布, 因而北西向 F1 断层张村—担子坞段分布的 Sb 土壤异常值得关注。

4.3.4 Ag、Mo 地球化学异常特征

Ag、Mo 异常分布在研究区内北东角(图 6), Ag 土壤地球化学几何平均值为 128.27×10^{-9} , 变异系数为 108.5%, 丰度系数为 2.54, 最大值 $2\,226 \times 10^{-9}$, 是地壳丰度的 31.8 倍; Mo 土壤丰度与克拉克值相近, 几何平均值为 1.19×10^{-6} , 变异系数为 160.96%, 丰度系数为 1.22, 最大值 48.84×10^{-6} , 是地壳丰度的 32.5 倍。Ag、Mo 呈正偏分布, 低含量样品较多, 异常分布在震旦系皮园村组硅质岩、寒武系荷塘组炭质板岩中, 与黑色岩系 Ag、Mo 初始富集相关, 从图 5 看 Mo 异常沿北东向线型分布, 揭示 Mo 参与了后期地质作用。

4.4 综合异常评价

以单元素异常为基础编制 W-Mo-Bi 高中温组合异常图、Cu-Pb-Zn-Ag 中温组合异常图、Au-As-Sb 低温组合异常图。由于研究区不具备中高温成矿条件, 结合元素 R 型聚类分析特征, 将低温元素 Au-

As-Sb 组合异常作为评价重点, 按各元素空间分布的一致性, 由北向南归并为 I、II、III、IV 号(图 7)综合异常, 其中 I、II 和 IV 号异常强度较高, 异常中心叠加明显, 规模较大, 是成矿最为有利的位置。

I 号土壤地球化学综合异常块段中, Au 异常均值为 76.92×10^{-9} , 异常面积 0.046 km^2 , 最高值 259.54×10^{-9} , 异常衬度 2.56; As 异常均值为 472.12×10^{-6} , 异常面积 0.018 km^2 , 最高值 500×10^{-6} , 异常衬度为 1.36; Sb 异常均值为 35.51×10^{-6} , 异常面积 0.121 km^2 , 最高值 100×10^{-6} , 异常衬度 1.78。异常块段位于北东向 F3 断裂与北西向 F1 断裂交汇处。Sb 异常区出露皮园村组硅质岩及角砾岩; 而 Au、As 异常区出露上寒武统碳酸盐岩类。

II 号土壤地球化学综合异常块段中, Au 异常均值 105.85×10^{-9} , 异常面积 0.122 km^2 , 最高值 750.92×10^{-9} , 异常衬度 3.53; As 异常均值为 449.21×10^{-6} , 异常面积 0.022 km^2 , 最高值 500×10^{-6} , 异常衬度为 1.29; Sb 异常均值为 42.67×10^{-6} , 异常面积 0.027 km^2 , 最高值 100×10^{-6} , 异常衬度 2.13。Sb 异常位于北西向 F1 断裂上, 已验证到工业锑矿体的存在; Au、As 异常位于北西向 F1 断裂及其上盘, 未能查明 Au 异常源, 是下一步工作的重点工作区。

III 号土壤地球化学综合异常块段中, Au 异常均值为 59.15×10^{-9} , 异常面积 0.152 km^2 , 最高值 115.63×10^{-9} , 异常衬度 1.97; As 异常均值为 453.57×10^{-6} , 异常面积 0.123 km^2 , 最高值 500×10^{-6} , 异常衬度为 1.30; Sb 异常均值为 34.35×10^{-6} , 异常面积

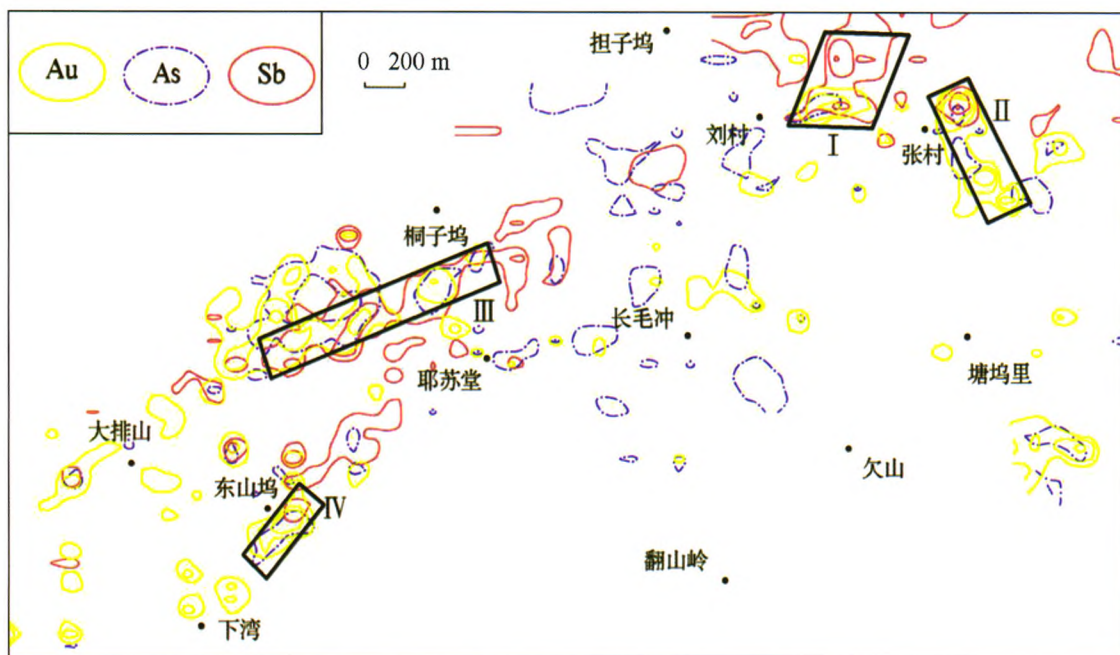


图 7 东山坞地区土壤地球化学测量 Au-As-Sb 综合异常

0.231 km²,最高值 80.2×10⁻⁶,异常衬度 1.72。异常块段套合在北东向大排山倒转背斜的轴部一系列张性断裂上,岩性为上寒武统碳酸盐岩类,该综合异常工作较薄弱。

IV号土壤地球化学综合异常块段中,Au 异常均值为 89.27×10⁻⁹,异常面积 0.066 km²,最高值 310.33×10⁻⁹,异常衬度 2.97;As 异常均值为 483.71×10⁻⁶,异常面积 0.031 km²,最高值 500×10⁻⁶,异常衬度为 1.39;Sb 为单点异常,仅 22.8×10⁻⁶。异常块段位于北东向 F3 断裂上,上、下盘为上寒武统碳酸盐岩类,局部为下奥陶统泥岩。断层岩为弱硅化脱方解石化蚀变灰岩、硅化角砾岩,局部见有黄铁矿化,Au 矿化与硅化角砾岩相关。

5 异常查证

在 I 号异常块段南侧 Au 异常中心,施工了 TC16、TC17 两条短探槽进行了解剖,TC17 未揭露到断裂带,所见岩性为华严寺组上部泥灰岩;TC16 揭露到张性角砾岩,围岩为西阳山组泥质灰岩夹饼状灰岩,均无刻槽样达到金矿化,致使 I 号异常搁置,槽探中未分析锑且探槽工程偏离浓集中心,有待项目续作补做工作。

在 II 号异常块段异常,施工了 TC11、TC12、TC13、TC14 四条探槽进行了解剖,所揭露的岩性为西阳山组、华严寺组碳酸盐岩,未能查明金、锑异常源,仅 TC14 北端见有金矿化。由于 TC14 北端为河沟,不能延长,且推断北西 F1 从河沟通过,为检证异常,再施工 ZK6001,ZK6001 见到工业锑矿体,单工程矿体厚度 13.16m,Sb 平均含量 5.39%。

在 III 号异常块段异常区,施测了北西向 DP3、DP4 两条岩石地化剖面,斜贯研究区,按 10 m 间隔采集岩石碎屑,通过剖面测量,发现以华严寺组条带状微晶灰岩为核部的倒转背斜轴剖张性断裂和层间破碎带发育,断裂带中 Au、As 含量值高,而 Sb 无明显变高现象。土壤异常中心及岩石地球化学剖面上高点尚未解剖,仅在北西角施工 TC1501,发现有金矿化,Au 含量 0.24×10⁻⁶。

IV号异常块段 Au 浓度分带明显,套合在 F3 断裂带上,沿断裂带自北向南施工了 TC28、TC27、TC26、TC1502、TC29、TC37、TC38 等探槽进行了控制,F3 地表角砾岩发育,局部受断层影响的断层岩达数十米宽,断层岩中间夹有正常岩性层,断层岩普查金矿化,控制金矿化段达 490 m,TC29-TC38 号槽断层岩以硅化带为主,金矿化较好,已圈定有低品位

金矿体,单工程矿体真厚度 0.78~3.69 m,平均含量 1.13×10⁻⁶;TC29—刘村及 TC38 之南西段断层岩硅化弱,以脱方解石化、弱硅化蚀变灰岩为主,金矿化明显变差,从目前认识看金矿化与硅化呈正相关。

6 结论

1) 宁国东山坞地区土壤中微量元素除 As 外均服从正态分布,Au、Ag、Mo 含量—频数分布显示其为正偏分布,说明样品低值数量多,Ag、Mo 在研究区黑色岩系中具高背景,Au 能形成低品位矿体,证明研究区有后期热液活动。

2) 宁国东山坞地区土壤中微量元素含量分布特征表明,Au 为富集元素,变异系数最大,说明矿化不均匀,有后期成矿作用叠加;As、Sb 浓度克拉克值及变异系数大,说明这些元素卷入了成矿作用,深部工程已发现锑工业矿体,预示锑找矿前景较好。

3) 聚类分析结果表明,矿区主成矿元素为 Ag、Sb、Mo 和 Au、As,两组元素组合不属于同期构造,已知见矿工程说明了这一点,如 ZK6001 中工业锑矿则无金矿化现象;同样 IV 号异常块段低品位金矿体亦无锑矿化现象。

4) 研究区 I、III 号异常仅开展了少量工作,异常源尚未查清;但 II、IV 号异常进行了工程验证,并发现了金、锑矿体,且异常与矿化带套合较好,表明化探异常对研究区的下一步找矿工作具较好的指示意义。

参考文献:

- [1] 杨明桂,梅勇文.钦—杭古板块结合带与成矿带的主要特征[J].华南地质与矿产,1997,9(3):52-59.
- [2] 徐德明,蒯志永,龙文国,等.钦杭成矿带的研究历史和现状[J].华南地质与矿产,2012,28(4):277-289.
- [3] 徐志刚,陈毓川,王登红,等.中国成矿区带划分方案[M].北京:科学出版社,2008.
- [4] 董会明.安徽省宁国县东山坞化探异常三级查证简报[R].安徽省地勘局 332 地质队,1989.
- [5] 汪应庚,许红兵,付建真,等.安徽省宁国市竹溪岭钨银(钼)矿普查地质报告[R].安徽省地勘局 332 地质队,2014.
- [6] 安徽省地质矿产局.安徽省区域地质志[M].北京:地质出版社,1987.
- [7] 唐永成,曹静平,支利庚,等.皖东南区域地质矿产评价[M].北京:地质出版社,2010.
- [8] 储东如,吴跃东,刘家云,等.1:5 万河沥溪福区域地质调查说明书[R].安徽省区域地质调查所,1995.
- [9] 安徽省区调队.安徽省地层志[M].合肥:安徽科学技术出版社,1983.
- [10] 李玉发,姜立富,孙乘云,等.安徽省岩石地层划分对比研究

[M].武汉:中国地质大学出版社,1997.

[11] 中华人民共和国地质矿产行业标准.DZ/T 0145-94 土壤地球化学测量规范[S].北京:中国标准出版,1995.

[12] 中华人民共和国地质矿产行业标准.DZ/T 0130.4-2006 地质矿产实验室测试质量管理规范[S].北京:中国标准出版,2006.

[13] 罗先熔,文美兰,欧阳菲,等.勘查地球化学[M].北京:冶金工业出版社,2007.

[14] 陈琼林,乔新庄,郝国胜,等.皖南震旦—寒武纪黑色岩系贵金属含矿性研究[R].安徽省地勘局 332 地质队,1992.

[15] 蒋敬业,程建萍,祁士华,等.应用地球化学[M].武汉:中国地质大学出版社,2006.

[16] 杨小峰,刘长垠,张泰然,等.地球化学找矿方法[M].北京:地质出版社,2007.

[17] 中华人民共和国国家标准.GB/T 32738-2016 土壤制图 1 : 5 000 和 1 : 100 000 土壤图数字化规范[S].北京:中国标准出版社,2016.

[18] 中华人民共和国地质矿产行业标准.DZ/T 0248-2014 岩石地球化学测量技术规程[S].北京:中国标准出版社,2015.

[19] 孙忠军.矿产勘查中化探异常下限的多重分形计算方法[J].物探化探计算技术,2007,29(1):54 - 58.

[20] 单明,聂燕萍.线性拟合中的逐差法和最小二乘法的比较[J].大学物理实验,2005,18(2):68-70.

Characteristics and evaluation of soil geochemical anomalies
in Dongshanwu area, Ningguo, Anhui Province

ZHANG Xian-Neng,KOU Shang-Wen, LIU Ai-Hua

(No. 332 Geological Party, Anhui Bureau of Geology and Mineral Exploration, Huangshan 245000, China)

Abstract: The Dongshanwu area lies in northeastern Jiangnan orogenic belt, where stream anomalies of Au-As-Sb were delineated in 1989, and 2 603 soil samples were collected in 2011 for analysis of Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Bi, W and Mo. According to mathematical geological analysis and single element anomaly evaluation, the authors hold that they belong to normal distribution except As. Au has a close affinity with As, Sb has a close affinity with Ag and Mo, and Ag and Mo have high background values. The concentration Clarke values and variation coefficients of Sb indicate that Sb were involved in mineralization. Drilling has already revealed Sb ore-body, suggesting that the area has a good potential of Sb. Au anomalies are in accord with As anomalies, and Au is a concentrated element and has the biggest variation coefficient, suggesting that Au is unevenly distributed, Au mineral alteration is in accord with the tectonic belt, and Au is positively related to silicification. Through soil geochemical survey, 4 synthetic anomaly belts were delineated in Dongshanwu area, among which, I , II and IV have better prospecting potential. In addition, the authors detected that Sb and Au ores resulted from the superimposition of geological activities of different epochs.

Key words: Jiangnan orogenic belt; Dongshanwu; soil geochemical survey; factor analysis; anomaly verification

(本文编辑:蒋实)