

DOI:10.16788/j.hddz.32-1865/P.2022.02.008

引用格式:写熹,白茹玉,赵华荣.安徽乔木湾地区水系沉积物地球化学特征及找矿远景[J].华东地质,2022,43(2):205-216.
(XIE X, BAI R Y, ZHAO H R. Geochemical characteristics of stream sediments and ore-prospecting in Qiaomuwan area, Anhui Province[J]. East China Geology, 2022, 43(2):205-216.)

安徽乔木湾地区水系沉积物地球化学特征及找矿远景

写 熹,白茹玉,赵华荣

(安徽省地质调查院,安徽 合肥 230001)

摘要: 乔木湾地区位于青阳—南陵县凹陷盆地南部,目前在该区及周边地区已发现金属矿床(点)十余处,具有良好的金、钨、铜、锑、银矿找矿潜力。在1:5万乔木湾幅水系沉积物测量成果的基础上,以田屋—车山一带为研究区,对区内 Au、Ag、Cu、Pb、Zn 等 12 种元素的地球化学特征进行研究。通过分析元素地球化学参数特征及元素组合特征,发现 Au、Ag、Sb、Hg 元素在研究区具有富集成矿的可能,为研究区主要成矿元素。在以 Au 为主的单元元素异常的基础上,根据元素组合特征及异常特征,结合异常所处的成矿地质条件,共圈定 6 处地球化学综合异常,划分出 4 个找矿远景区,即车山找矿远景区、田屋找矿远景区、金山找矿远景区、栗阳找矿远景区,对远景区内的地质成矿条件进行了概述,为该区下一步找矿工作提供了重要依据。

关键词: 水系沉积物测量;地球化学特征;找矿远景区;乔木湾地区;安徽

中图分类号: P596

文献标识码: A

文章编号: 2096-1871(2022)02-205-12

安徽乔木湾地区位于“江南过渡带”中靠近前陆带的区域,“江南过渡带”是指江南隆起带北部,江南深断裂与高坦一周王断裂所夹持的 NE 向长条状区域,为长江中下游成矿带南外带,是安徽境内最重要的金属矿产赋存地段^[1-3](图 1)。在该区及周边地区已发现金属矿床(点)十余处,矿床有高家垌钨矿床、百丈岩钨钼矿床、吕山金矿床等^[4-7];矿点主要有尹家榨金矿点、龙头山钨矿点、杨美桥铜钼矿点、格里湖锑矿点等。研究区位于青阳金三角成矿区内,该三角区以金、银、钨、钼、铅、锌、锑成矿为主^[8]。总体来说,青阳金三角成矿区内的矿床(点)在空间上呈现出明显的分带性,自青阳岩体到围岩,从南西向北东,显示出钨钼—铅锌—金锑的成矿元素逐渐变化的趋势^[9],展现出成矿温度由高温向中低温转变的

特点。

水系沉积物地球化学测量是一种效率较高的地球化学普查找矿方法,是区域化探的主要方法,在发现矿化线索、圈定找矿远景区等方面具有不可替代的优势^[10]。随着我国地质大调查项目的开展,各省均开展了大量 1:5 万水系沉积物测量工作,取得了较好的找矿效果^[10-19]。笔者通过安徽乔木湾幅南部 1:5 万水系沉积物测量工作,分析总结研究区地球化学特征,划出综合异常,结合成矿地质条件,圈定找矿远景区 4 处,对研究区找矿具有较好的指示作用。根据水系沉积物测量数据,采用土壤地球化学剖面 and 槽探工程对研究区主要异常开展异常查证工作和解释推断,对已知矿点进行了概略检查工作,为研究区下一步找矿工作提供地球化学依据。

* 收稿日期:2020-12-06 修订日期:2021-05-26 责任编辑:叶海敏

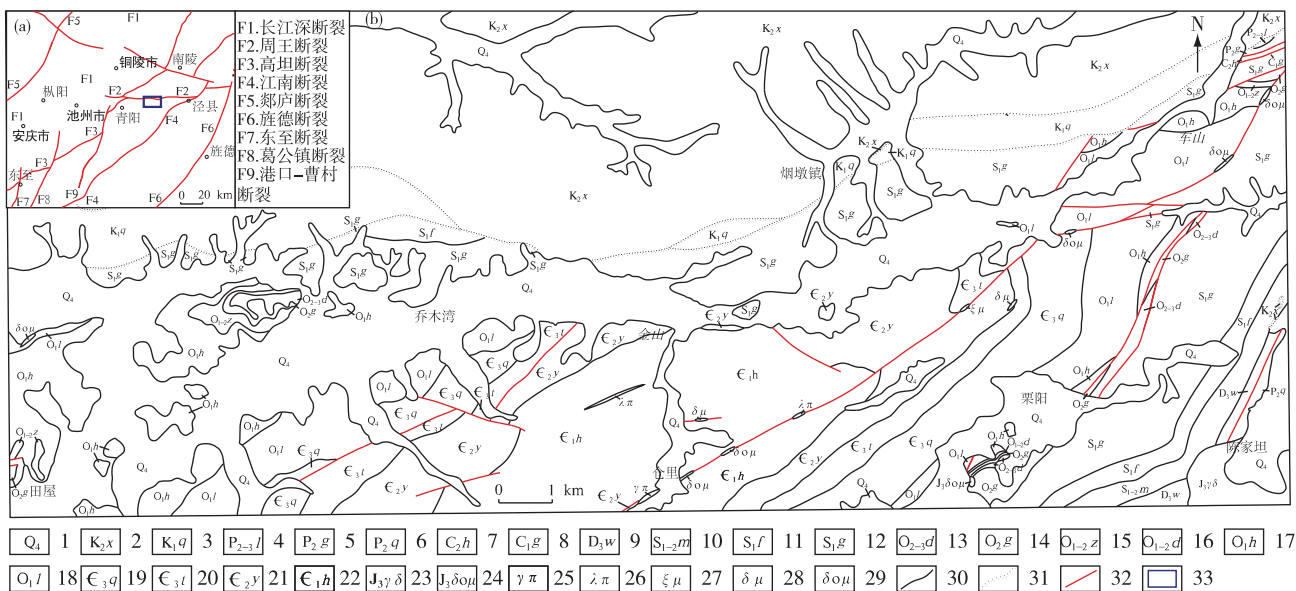
基金项目:中国地质调查局“安徽铜陵—青阳地区矿产地质调查(编号:12120113069800)”项目资助。

第一作者简介:写熹,1987 年生,男,高级工程师,硕士,主要从事地质调查与地球化学勘查工作。Email:674457064@qq.com。

1 地质概况

研究区在构造位置上处于青阳—周王—水东断裂南侧,江南深断裂北西侧,西南为青阳岩体,南东为云岭岩体,北部与宣(城)南(陵)广(德)中生代“红盆”相接。主要出露古生代—新生代地层,地层由老至新依次为寒武系、奥陶系、志留系、泥盆系、石炭系、二叠系、白垩系及第四系(图1),其中以寒武系出露最广泛,其次为奥陶系、志留系。寒武系包括黄柏岭组(ϵ_1h)、杨柳岗组

(ϵ_2y)、团山组(ϵ_3t)、青坑组(ϵ_3q),岩性主要为浅灰色中厚层微晶灰岩;奥陶系包括仑山组(O_1l)、红花园组(O_1h)、紫台组($O_{1-2}z$)、大湾组($O_{1-2}d$)、牯牛潭组(O_2g)及大田坝组($O_{2-3}d$),以白云岩、灰岩为主,厚度均较小;志留系包括高家边组(S_1g)、坟头组(S_1f),岩性分别为灰绿色薄层粉砂岩与页岩互层、厚层石英细砂岩;泥盆系为五通组(D_3w),仅出露于研究区东部,岩性主要为灰白色石英砂岩;石炭系、二叠系仅在研究区东北角零星出露。



1.第四系;2.上白垩统宜南组;3.下白垩统七房村组;4.中—上二叠统龙潭组;5.中二叠统孤峰组;6.中二叠统栖霞组;7.上石炭统黄龙组;8.下石炭统高骊山组;9.上泥盆统五通组;10.中—下志留统茅山组;11.下志留统坟头组;12.下志留统高家边组;13.中—上奥陶统大田坝组;14.中奥陶统牯牛潭组;15.中—下奥陶统紫台组;16.中—下奥陶统大湾组;17.下奥陶统红花园组;18.下奥陶统仑山组;19.上寒武统青坑组;20.上寒武统团山组;21.中寒武统杨柳岗组;22.下寒武统黄柏岭组;23.上侏罗统花岗闪长岩;24.上侏罗统石英闪长玢岩;25.花岗斑岩;26.石英斑岩;27.英安玢岩;28.闪长玢岩;29.石英闪长玢岩;30.地质界线;31.角度不整合地质界线;32.断层;33.研究区

图1 乔木湾地区构造位置(a)及地质简图(b)

Fig. 1 Tectonic location(a) and geological sketch(b) of the Qiaomuwan area

区内褶皱构造主要有黄柏岭复背斜,位于田屋—栗阳一带,区内为其NE向倾伏端,该复背斜呈NE 50°方向延伸,整体向NE倾伏,平面上呈“南宽北窄”的楔形,包括牛角山向斜和北贡背斜两个次级褶皱。其中牛角山向斜位于黄柏岭复背斜北西翼虎形山一带,核部地层为志留系高家边组,翼部地层为奥陶系上部层位,由于受断裂构造和枢纽起伏的影响,该向斜形成了不规则构造盆地,紫台组与红花园组的层间破碎带为区内金银矿化有利部

位。北贡背斜位于黄柏岭复背斜南东翼来龙山—车山一带,核部地层为寒武系黄柏岭组,翼部地层为中寒武统一奥陶系,该背斜是黄柏岭复背斜主体部分,呈NE向展布,为吕山—土塘金矿化带的主要控矿构造。

区内断裂主要为近EW向的隐伏深断裂一周王断裂,其次发育一些NE向、NW向断层。周王断裂是正断层,早期有平移作用,是江南过渡带的北界断裂,其北为宣(城)南(陵)广(德)中生代“红

盆”,地貌上为白垩纪红层组成的沿江丘陵,南侧为古生代地层组成的皖南山区。

区内岩浆活动不强,仅在研究区东南角分布云岭岩体,包括晚侏罗世中村单元、俞家单元。其中中村单元分布于陈家坦一带,侵位于志留系—二叠系中,岩性为中细粒花岗闪长岩,围岩发育角岩、大理岩、矽卡岩化蚀变;俞家单元呈岩瘤分布于唐家—栗阳一带,岩性为细粒石英闪长玢岩。

2 样品采集与测试

2.1 样品采集

研究区海拔一般为 50~150 m,地貌类型以平原、丘陵、中低山为主,面积为 224.65 km²。共采集水系沉积物样品 934 件,采样平均密度为 4.16 个/km²。每个采样点控制的汇水面积在 0.125~0.250 km²,每个分析样品由相隔 5~10 m 的 2 个采样点样品组成,采集样品一般以 I、II 级水系中的粉砂、细砂级混合物质为主,现场采用 10 目套 80 目不锈钢筛截取原始样品,样品过筛后重量≥300 g。

2.2 样品测试及质量评述

样品加工测试由国土资源部沈阳矿产资源监督检测中心(辽宁省地质矿产研究院)实验室承担,

样品分析方法包括电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-OES)、电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)、原子荧光光谱法(AFS)、发射光谱法(AES)等多元素分析方法,分析了 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Bi、Hg、Sn、W、Mo 共 12 种元素。Au、Sb、Zn 三种元素的报出率分别在 98% 以上,其余元素报出率均为 100%。分析方法的准确度和精密度采用水系沉积物国家一级标准物质进行控制,原始一次性合格率为 100%。Cu、Pb、Zn 内检合格率为 100%,其他元素内检合格率均≥96%。

3 地球化学特征

3.1 元素含量特征

对研究区内 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Bi、Hg、Sn、W、Mo 元素含量的平均值、标准离差、变异系数等地球化学参数进行统计(表 1)。研究区 Au、Ag、Pb、As、Sb、Hg 等元素含量的平均值较青阳金三角成矿区和安徽南部的平均值明显偏高,尤其是 Au、As、Sb 元素含量高于上述两个区域的 2 倍以上,说明 Au、As、Sb 元素在研究区内富集。W、Sn、Mo 含量平均值较上述两个区域低。

表 1 乔木湾地区微量元素地球化学参数统计结果

Table 1 Geochemical parameters of the trace elements in Qiaomuwang area

元素	平均值	背景值	最小值	最大值	标准离差	变异系数	富集系数	青阳金三角成矿区平均值 ^[8]	安徽南部平均值 ^[8]	K1	K2	全省背景值 ^[20]
Au	8.50	1.60	0.20	276.00	21.50	2.52	10.02	3.40	3.70	2.50	2.30	1.67
Ag	0.162	0.11	0.02	8.07	0.41	2.54	2.70	0.14	0.16	1.17	1.04	0.09
Cu	29.80	28.02	4.60	145.00	16.10	0.54	1.75	22.00	30.00	1.35	0.99	23.00
Pb	38.20	32.30	9.30	953.00	42.50	1.11	2.01	30.00	33.00	1.27	1.16	26.00
Zn	89.70	82.59	12.90	1 858.00	77.50	0.86	1.32	98.00	104.00	0.92	0.86	73.00
As	86.00	20.81	5.10	1 305.00	154.70	1.80	19.54	16.20	15.50	5.31	5.55	8.10
Sb	7.91	2.35	0.26	277.00	16.07	2.03	23.27	1.73	1.38	4.57	5.73	0.57
Bi	0.59	0.47	0.07	20.60	0.86	1.46	3.26	0.56	0.67	1.05	0.88	0.28
Hg	128.00	50.00	17.00	25 400.00	1 030.00	8.05	10.67	126.00	86.00	1.02	1.49	49.00
Sn	3.30	2.79	1.00	120.00	5.00	1.52	1.56	6.20	7.30	0.53	0.45	3.90
W	2.88	1.39	0.33	35.00	4.62	1.60	2.97	3.90	4.50	0.74	0.64	2.10
Mo	0.35	0.26	0.06	7.08	0.41	1.18	0.56	1.59	1.60	0.22	0.22	0.65

注: Au、Hg 含量单位为 10⁻⁹, 其他元素为 10⁻⁶, K1 为研究区平均值/青阳金三角成矿区平均值, K2 为研究区平均值/安徽南部平均值。

从变异系数看, Au、Ag、Pb、As、Sb、Bi、Hg、Sn、W、Mo 元素的变异系数均 ≥ 1 , 其中 Au、Ag、Sb、Hg 的变异系数 ≥ 2 , 说明 Au、Ag、Sb、Hg 在区内分布不均匀, 有局部富集的趋势, 具有较大的成矿可能性。Zn、Cu 等元素的变异系数较小, 表明这些元素在区内分布较均匀, 局部富集趋势较弱。

研究区内水系沉积物各元素原始数据的变异系数(C_{v1})与通过平均值加 3 倍标准离差剔除后的数据集的变异系数(C_{v2}), 分别反映了两类数据的相对离散程度, C_{v1}/C_{v2} 反映了背景数据拟合处理时对离散值的削平程度, 是衡量元素含量数据集离散程度的指标^[12-13]。运用 C_{v1} 和 C_{v1}/C_{v2} 制作的元素变异系数图可以反映元素含量变化程度、高值数据的多少, 从而进一步反映元素富集成矿的可能性。由图 2 可以看出, 含量变化幅度大, 高值数据多, 富集成矿可能性较大的元素为 Hg, 其次为 Au、Ag、As、Sb、W、Bi、Sn, 并且在研究区内已有部分 Au、Sb 矿点。含量变化幅度中等, 高值数据不多的元素为 Mo、Pb、Zn、Cu, 富集成矿可能性较低, 但也存在局部富集的可能性, 区内许村铜矿点就是最好的证据。结合成矿地质条件以及元素地球化学参数特征, 认为区内 Au、Ag、Sb 等元素具有一定的找矿潜力。

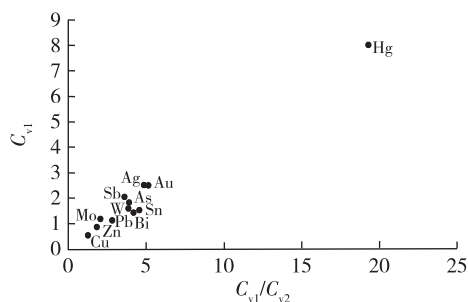


图 2 乔木湾地区元素变异系数比值图

Fig. 2 Ratio diagram of elemental variation coefficients in Qiaomuwan area

3.2 元素组合特征

为了获得研究区内元素的相关性、共生组合关系, 采用 R 型聚类分析对研究区水系沉积物样品中的 12 种元素进行研究。由 R 型聚类分析谱系图(图 3)可知, 当相关系数 > 0.5 时, 宏观上可将 12 个元素分为 3 组。第 1 组由 Pb、Bi、Ag 3 个元素组成, 均属亲硫元素, Ag、Pb 易形成硫化物, 为中高温元素组合, 高

值区多分布在中—上寒武统灰岩中; 第 2 组由 Au、As、Sb 3 个元素组成, 属低温亲硫元素组合, 与区内热液活动有关, 是寻找热液型矿产的标志之一^[20], 研究区内 Au、Sb 已形成矿(化)点, 成矿潜力较大; 第 3 组由 Cu、W、Zn、Mo 4 个元素组成, 属中高温元素组合, 高值区亦分布在中—上寒武统灰岩中。Hg、Sn 为离群元素, 相对独立。

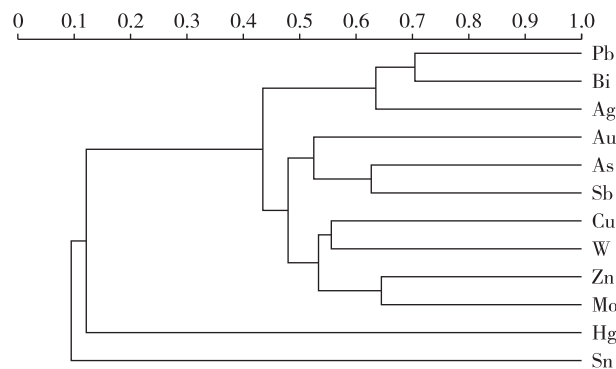


图 3 研究区水系沉积物元素 R 型聚类分析谱系图

Fig. 3 R-type cluster analysis diagram of elements from stream sediments in the study area

4 综合异常特征及找矿远景

4.1 异常圈定

异常下限的确定是地球化学异常圈定中的重要工作之一, 主要有传统统计方法、分形方法、85% 累积频率法等。传统统计方法是建立在地球化学数据符合正态或对数正态分布基础上。分形方法可以解决具有分形分布或多重分形分布化探数据异常下限的确定问题, 目前利用分形技术进行地球化学异常下限确定的方法主要有含量-周长法、含量-面积法、含量-距离法、含量-频数法等, 这里采用含量-面积法。85% 累积频率法是一个数值的频率和比它的频率高的数值的频率的总和^[21-24]。用三种方法分别计算出研究区各元素的异常下限, 分别为对数下限、分形下限、累积频率下限(表 2)。从表 2 可以看出, Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Bi 元素用传统统计方法(对数下限)计算的异常下限均大于分形方法和累积频率计算的异常下限, 分形方法和累积频率计算的则较接近, 而 Hg、Sn、W、Mo 元素用传统统计方法计算的异常下限在分形方法和累积频率计算的异常下限之间。为此, 将所有元素按三种不同的下限分别圈定异常图, 经比较, 用分形

方法和累积频率法确定的异常下限圈定的异常范围比传统方法圈定的异常范围要大,提取出了一些弱异常,避免遗漏一些有用的矿化信息。综合比较后,选取了与研究区相符合的异常下限值来圈定异常。

4.2 异常分布特征

根据求得的异常下限圈定单元素异常,异常主要分布在研究区南部、西部。Au、As、Sb、Ag、W、

Bi、Hg、Pb 元素异常强度较大,具有明显的三级异常浓度分带。Au、Hg 在虎山—车山一带呈 NW 向带状展布;As、Sb 在金山一带呈近 EW 向串珠状分布,二者套合较好;Ag、Pb、Bi 在栗阳一带呈 NW 向展布,三者异常分布特征较为相似;W、Mo 元素异常分布特征较为相似,主要分布在研究区南部小西山—虎山一带;Cu 异常零散分布在研究区内,仅发育异常外带。

表 2 乔木湾地区元素异常下限统计结果
Table 2 Threshold of elements anomaly in Qiaomuwan area

元素	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Bi	Hg	Sn	W	Mo
对数下限	25	0.28	55	65	170	300	25	0.82	140	5	3.8	0.8
分形下限	14.6	0.22	32.7	48.6	142.5	139.4	12.9	0.61	170	5.5	5.8	0.88
累积频率下限	13.5	0.19	41.9	50.5	127	158	13.9	0.71	94	3.96	3.52	0.55
使用值	15	0.2	40	50	130	150	13	0.7	150	5	4	0.8

注:Au、Hg 含量单位为 10⁻⁹,其他元素含量单位为 10⁻⁶。

4.3 重点综合异常特征及找矿远景

通过圈定的单元素异常、元素组合特征、元素间的相互套合情况、异常形态结构及强度、浓集中心和成矿地质背景等因素,将形成于相似地质环境中且空间及成因上有明显联系的一组元素异常叠加部分进行综合异常圈定,在研究

区共圈定综合异常 6 处(图 4)。将 6 处综合异常进行异常评序,结合异常区成矿地质条件及现场异常查证结果,划分了 4 处具较大找矿潜力的找矿远景区,分别为车山找矿远景区、田屋找矿远景区、金山找矿远景区、栗阳找矿远景区。

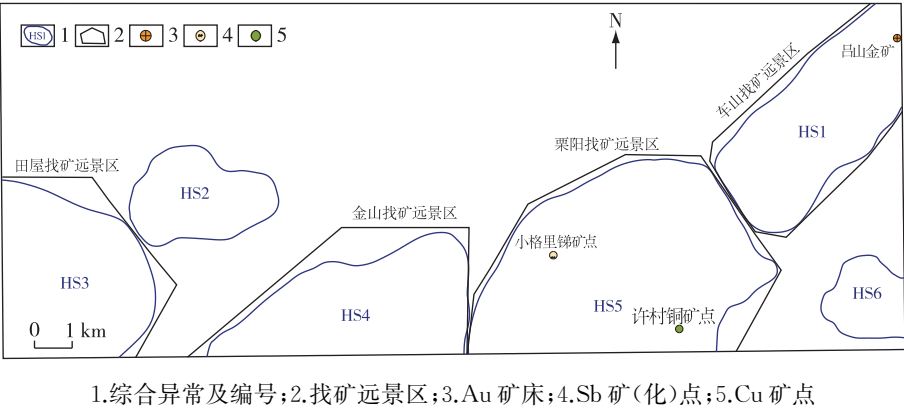


图 4 乔木湾地区地球化学综合异常图及找矿远景区分布图
Fig. 4 Distribution of geochemical anomalies and metallogenic prospects in Qiaomuwan area

4.3.1 车山找矿远景区

该远景区位于研究区东部里水洞—下经村—车山一带,圈定 HS1 综合异常(图 5),异常面积为 15.59 km²。异常区域上处于北贡背斜 NE 倾伏端,区内出露地层以奥陶系、志留系为主,另有少量石炭

系、二叠系出露于异常北部。区内断裂构造发育,以汤家断层规模最大,该断层带宽 30~50 m,倾向 SE,倾角 50°~70°,断层由角砾岩组成,发育硅化、黄铁矿化蚀变。区内未见大的岩浆岩体,但中酸性岩浆岩脉发育,如石英闪长玢岩脉等,产于 NE 向断裂带中。

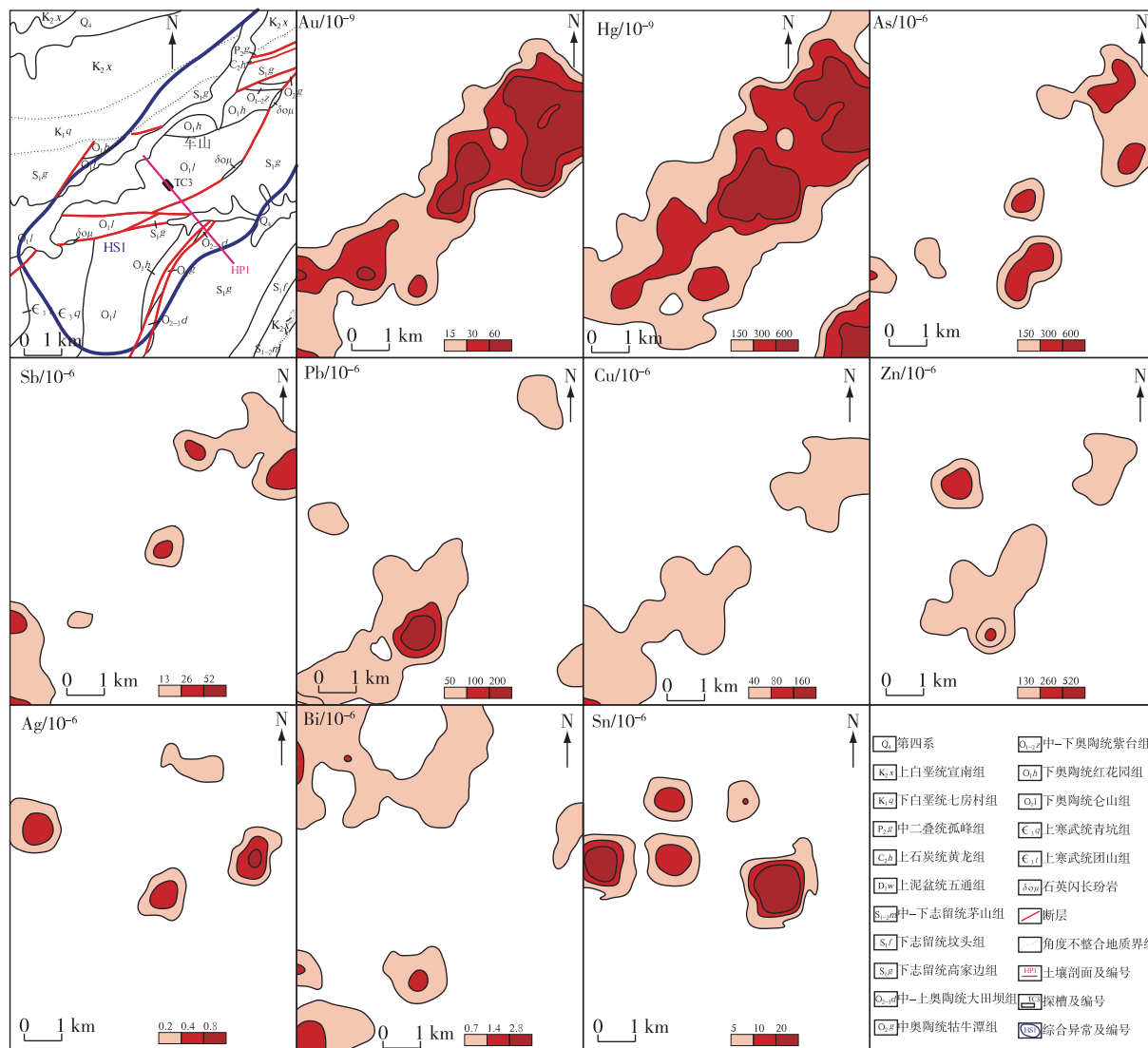


图5 车山找矿远景区异常剖析图

Fig. 5 Geochemical anomaly interpretation map of the Cheshan metallogenic prospective area

远景区内异常以 Au、Hg、Sn、Bi 元素为主,伴有 Pb、Zn、Ag 元素异常。Au 元素异常强度高,总体呈 NE 向展布,沿 NE 向断裂构造分布,Au、Hg、Sn、Bi、Pb 元素异常具明显的三级浓度分带,Au、Hg 元素异常套合较好,Au 元素异常最高值可达 276×10^{-9} ,平均值 78.2×10^{-9} ,衬度为 3.13,规模为 15.4。在后续查证过程中发现,该远景区内的 Au 元素异常受吕山金矿开采的影响,所采样品部分可能受到污染。

在远景区内布置 1 条土壤剖面 HP1 进行异常检查,土壤中 Au 元素的最高值达 142×10^{-9} ,平均值达 20.1×10^{-9} ,由土壤综合剖面反映出,区内白云岩、白云质灰岩中具有明显的 Au、Hg、As、As、

Sb、Ag 元素次生晕异常。通过探槽 TC3 揭露发现了低品位金矿体 1 条,金品位为 0.50×10^{-9} ,金矿化体 3 条,金品位为 $(0.10 \sim 0.28) \times 10^{-9}$,金矿体主要发育于石英闪长玢岩脉内,脉走向 145° ,近直立。此外,在 NE 向、NW 向断层内也发现金矿化,断层带内发育含褐铁矿化碎裂状灰岩,局部呈断层泥,蚀变带内金品位 0.18×10^{-9} 。综上所述,远景区内金矿化与断层有关,其东侧为吕山金矿,且与吕山金矿具有相似的成矿层位,成矿条件有利,化探异常较好,具有较大的金找矿潜力。

4.3.2 田屋找矿远景区

该远景区位于研究区东部田屋—天峰山—

带,圈定 HS3 综合异常(图 6),异常面积 15 km^2 。异常区位于黄柏岭复背斜 NW 翼,出露奥陶系仑山组、红花园组、紫台组、牯牛潭组。区内发育

NE 向断层碎带,带内为断层角砾岩,具硅质、铁质胶结,褐铁矿化。区内有少量 NE 向石英闪长玢岩脉。

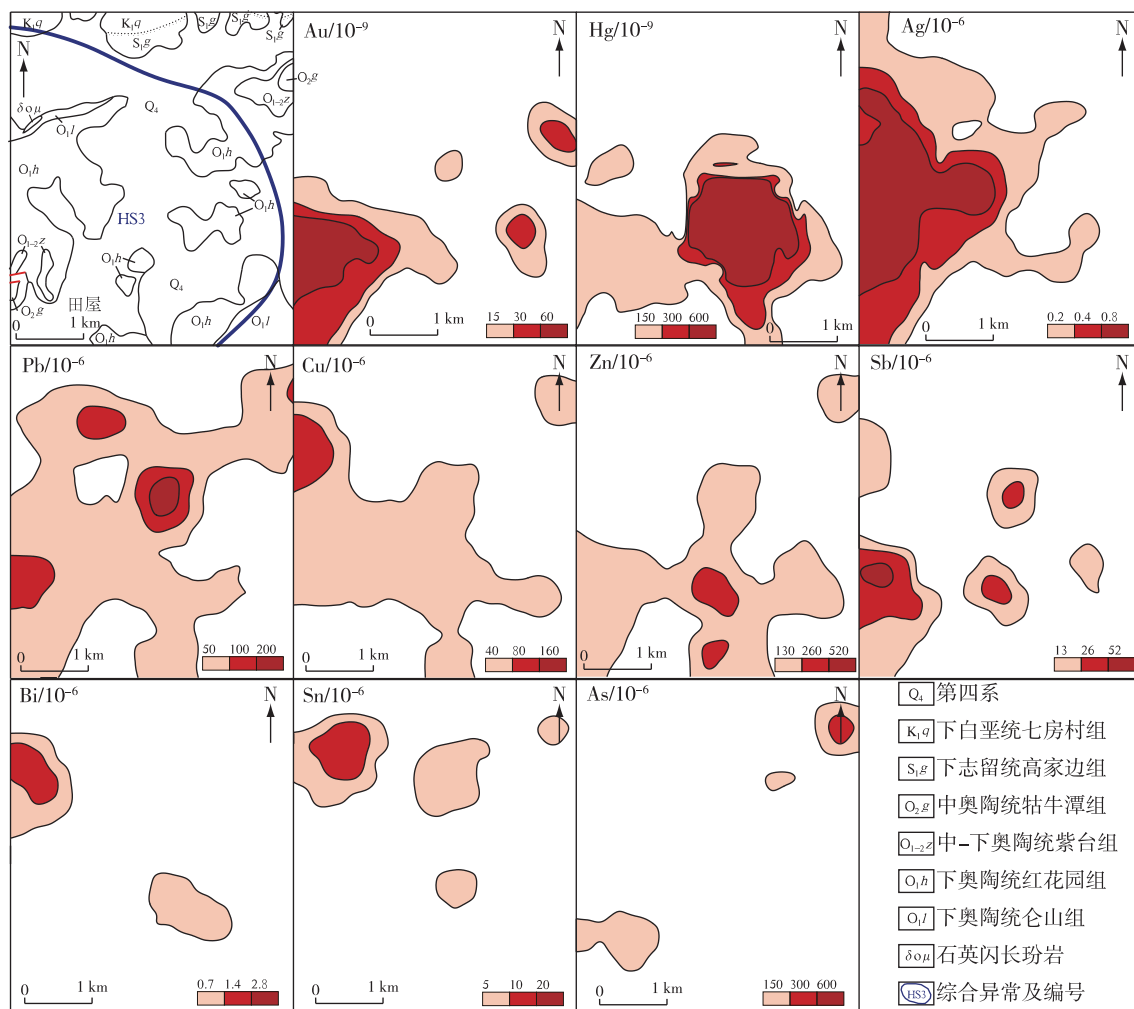


图 6 田屋找矿远景区异常剖析图

Fig. 6 Geochemical anomaly interpretation of Tianwu metallogenic prospective area

远景区内以 Au、Ag、Hg 元素为主,3 个元素异常具明显的三级浓度分带,Au、Ag 元素套合较好,Au 元素异常最高值为 155×10^{-9} ,衬度为 4.27,规模为 8.95。对该远景区主要开展了踏勘检查,采集岩石样品 3 件,3 件样品中 Au 元素最高含量为 0.25×10^{-6} ,具弱的金矿化,金矿化体均赋存于 NE 向的硅化角砾岩带中,角砾岩带在地表发育硅化、褐铁矿化。该远景区西侧为青阳尹家榨金矿,为奥陶系碳酸盐岩层间破碎带的似卡林型金矿^[25],其地质背景与本区相似,故该远景区具有进一步寻找浅成低温热液型金矿的可能性。

4.3.3 金山找矿远景区

该远景区位于金山南部一带,圈定 HS4 综合异常(图 7),异常面积为 12.70 km^2 。异常处于黄柏岭背斜中段核部,寒武系黄柏岭组构成背斜核部,两翼为寒武系杨柳岗组。区内断裂构造发育,以 NE 向断层为主,在虎龙冲一带发育 NE 42° 方向的劈理带,宽 $400 \sim 800\text{ m}$,劈理面产状倾向 $140^\circ \sim 145^\circ$,倾角为 $65^\circ \sim 85^\circ$,劈理面厚一般为 $1 \sim 2\text{ cm}$ 。区内未见大的岩浆岩体,但脉岩发育,主要有石英斑岩脉、花岗斑岩脉。

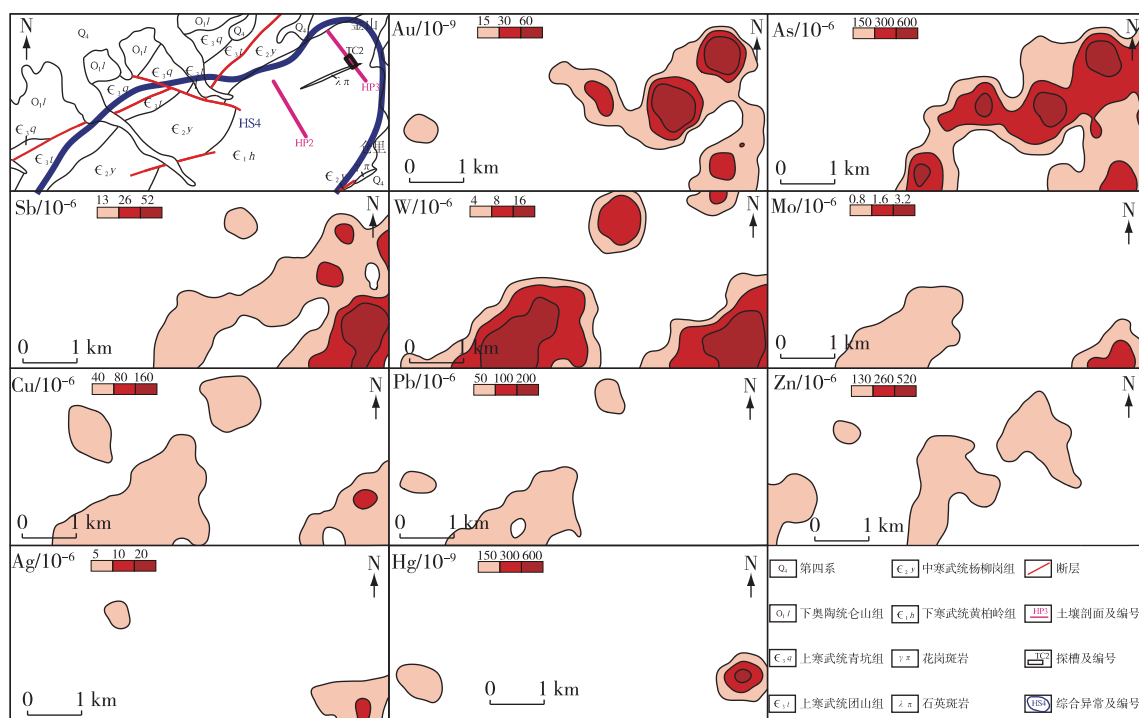


图7 金山找矿远景区异常剖析图

Fig. 7 Geochemical anomaly interpretation of Jinshan metallogenic prospective area

远景区内以 Au、W、As、Sb、Mo 元素为主,异常沿 NE 向断裂构造分布。异常总体呈 NE 向展布,异常规模大,Au、W、Sb 元素不仅具有明显的三级浓度分带,而且具有良好的地质、构造控矿特征。在天子山—金山发育 NE 向展布的 Au 异常,具有 2 个异常浓集中心,Au 元素异常最高值分别为 200×10^{-9} 、 241×10^{-9} ,衬度为 5.3,规模为 10.73,异常明显受 NE 向硅化破碎带、劈理化带控制。W 元素异常面积最大,有 2 个浓集中心,最高值为 29.8×10^{-6} ,平均值为 15.36×10^{-6} ,衬度为 4.04,规模为 23.40。远景区内存在金锑矿点 1 处(虎龙冲金锑矿点),为构造蚀变岩型金锑矿,目前已被采空。

在远景区内布置 2 条土壤剖面(HP2、HP3)进行异常检查,HP2 剖面的异常连续性比 HP3 剖面好,寒武系黄柏岭组钙质页岩、泥晶灰岩中有明显的 Au、Hg、As、Sb、Ag 元素次生晕异常,土壤剖面中 Au 元素的最高值达 49.8×10^{-9} ,平均值 7.49×10^{-9} ,说明 Au 元素在该区亦有较强的次生富集。通过探槽 TC2 揭露,发现低品位金矿体 1 条,金品位 0.52×10^{-9} ;金矿化体 4 条,金品位 $(0.1 \sim 0.46) \times 10^{-9}$,金矿化受 NE 走向的硅化破碎带、劈理化带控制。另外,在强风化闪长玢岩脉中也发现金矿化,

金品位最高可达 0.27×10^{-9} 。综上所述,远景区内金矿化与劈理带及相关断裂有关,成因类型为低温热液型,具有较大的金成矿潜力。

4.3.4 栗阳找矿远景区

该远景区位于研究区南部栗阳一带,区内圈定 HS5 综合异常(图 8),异常面积为 17.2 km^2 。异常处于周王断裂以南,北贡背斜南东翼,出露寒武系黄柏岭组、杨柳岗组、团山组、青坑组及奥陶系地层。区内断裂构造发育,主要为 NE 向逆断层,断层内发育硅化、黄铁矿化。区内岩浆岩仅出露一小岩枝,为晚侏罗世云岭超单元俞家单元细粒石英闪长玢岩,脉岩较发育,主要有石英闪长玢岩脉、石英斑岩脉、英安玢岩脉、闪长玢岩脉。

远景区内以 Au、W、Bi、Mo、Ag、Hg 元素为主,伴生 As、Sb、Pb、Zn、Cu、Sn 元素,异常总体呈 NE 向展布,异常规模大,W、Bi、Mo、Ag、Hg、Sb 均具明显的三级浓度分带,As、Sb 及 Pb、Ag、Bi、Mo 元素异常套合较好。Au 元素异常最高值为 111×10^{-9} ,平均值 60.5×10^{-9} ,衬度为 2.42,规模为 2.93;W 元素异常最高值为 32.1×10^{-6} ,平均值 11.62×10^{-6} ,衬度为 3.06,规模为 28.57;Bi 元素异常最高

值为 8.57×10^{-6} , 平均值 2.18×10^{-6} , 衬度为 2.66, 规模为 20.54。远景区内存在锑矿点和铜矿点各 1 处, 分别为小格里锑矿点、许村铜矿点, 前者赋存于黄柏岭组泥质页岩的 NW 向、NNE 向裂隙

中, Sb 含量达 4.1%, 后者赋存于红花园组白云质灰岩 SN 向裂隙中, 呈脉状、囊状、透镜状产出, Cu 含量 2.15%, 成因类型为中高温热液型矿床, 当地已对该铜矿进行了部分开采。

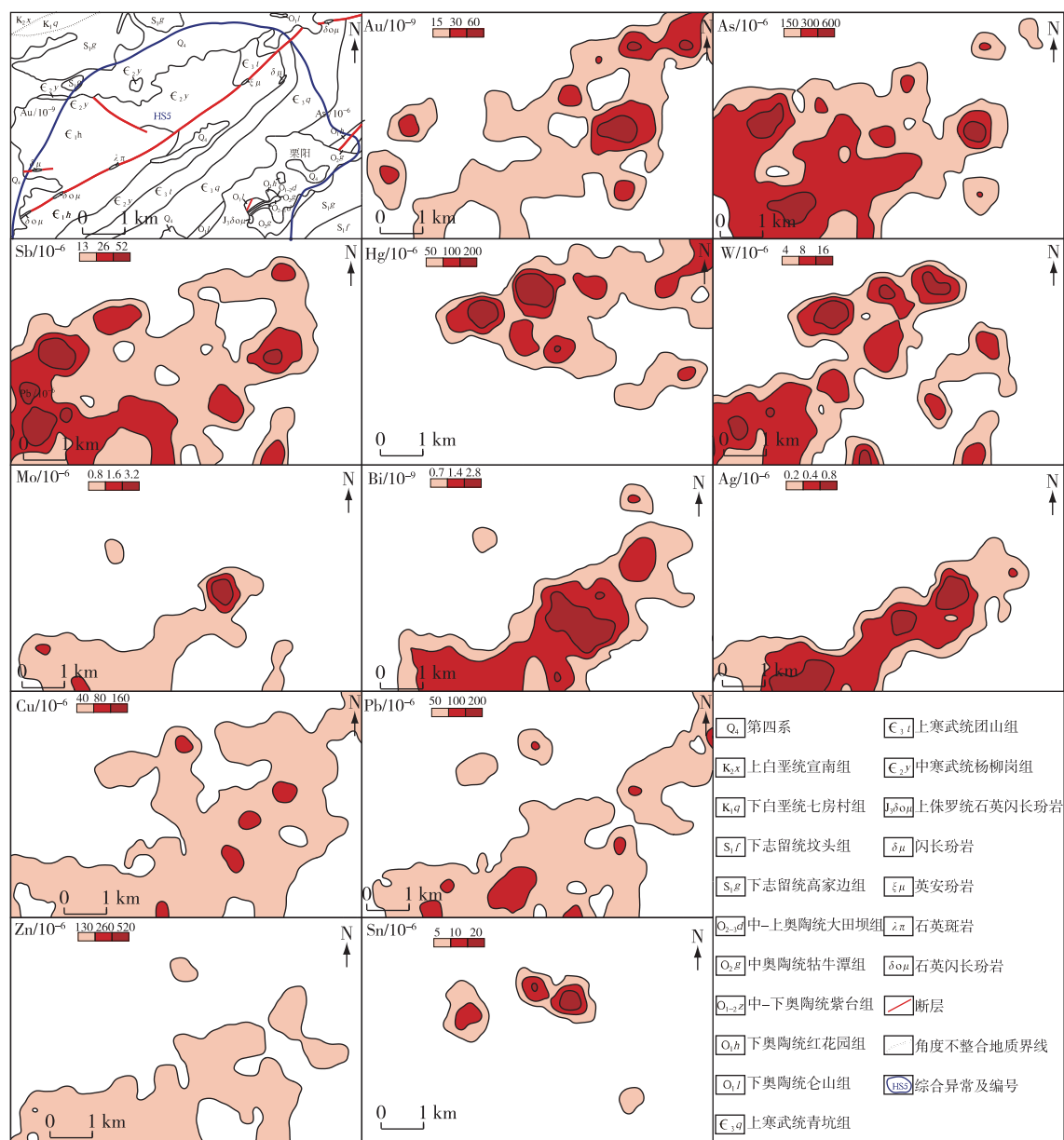


图 8 栗阳找矿远景区异常剖析图

Fig. 8 Geochemical anomaly interpretation of Liyang metallogenic prospective area

5 结论

(1) 通过 1:5 万水系沉积物地球化学测量, 查明了乔木湾地区 12 种元素的分布规律, 研究区内主成矿元素为 Au, 伴生有 As、Sb、Hg、Ag、W、Bi 等元

素, 各元素异常套合较好, 浓集中心明显, 有较好的找矿潜力。

(2) Au 元素异常分布范围大, 异常高值多, 变异系数大, 金矿化与破碎带、断层有关。

(3) 在综合研究地质、地球化学特征的基础上,

圈定综合异常 6 处,结合地质矿产等信息,圈定出 4 个找矿远景区,即车山找矿远景区、田屋找矿远景区、金山找矿远景区、栗阳找矿远景区,主要寻找低温热液型金矿,为该区下一步找矿工作提供了重要依据。

(4)找矿远景区中,车山找矿远景区及金山找矿远景区成矿地质条件最好,构造较为发育,发现的金矿化信息较多,是区内找矿的最有利地段。

参考文献

- [1] 张文钊,卿敏,邹依林.安徽省金矿成矿地质背景、主攻矿床类型及找矿区划[J].黄金科学技术,2010,18(1):16-21.
ZHANG W Z, QING M, ZOU Y L. Geologic setting of metallization, main type of ore deposit and regionalism of prospecting of gold deposit in Anhui province [J]. Gold Science and Technology, 2010, 18 (1): 16-21.
- [2] 聂张星,石磊,古黄玲,等.江南过渡带东至查册桥金矿床 ^{40}Ar - ^{39}Ar 年代学及成矿条件研究[J].大地构造与成矿学,2017,41(3):502-515.
NIE Z X, SHI L, GU H L, et al. ^{40}Ar - ^{39}Ar geochronology and its geological significance of Zhaceqiao gold deposit in Dongzhi, Jiangnan transition zone[J]. Geotectonica Et Metallogenia, 2017, 41 (3): 502-515.
- [3] 常印佛,刘湘培,吴昌言.长江中下游地区铁铜成矿带[M].北京:地质出版社,1991:1-52.
CHANG Y F, LIU X P, WU C Y. Iron copper metallogenic belt in the middle and lower reaches of the Yangtze River [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1991: 1-52.
- [4] 傅仲阳,徐晓春,何俊,等.安徽高家塆钨钼矿床花岗闪长质侵入岩岩浆起源和演化及其对成矿能力的约束[J].岩石学报,2019,35(12):3678-3680.
FU Z Y, Xu X C, HE J, et al. The magmatic origin and evolution of granodioritic rocks and their constraints on mineralization in Gaojiabang W-Mo deposit[J]. Acta Petrologica Sinica, 2019, 35 (12): 3678-3680.
- [5] 蒋其胜,余传舟,黄伟平,等.安徽省青阳县高家塆钨矿床地质特征及控矿因素[J].安徽地质,2009,19(4):251-254.
JIANG Q S, YU C Z, HUANG W P, et al. Geological features and ore-control factors of the Gaojiabang tungsten ore deposit, QingYang County, Anhui Province [J]. Geology of Anhui, 2009, 19 (4): 251-254.
- [6] 赵文广,孙乘云,狄勤松,等.安徽省青阳县百丈岩钨钼矿床地质特征、成因及找矿方向分析[J].安徽地质,2007,17(2):90-103.
ZHAO W G, SUN C Y, DI Q S, et al. Analysis of geological features, origin and ore-prospecting direction of the Baizhangyan tungsten-molybdenum deposit, Qingyang county, Anhui Province [J]. Geology of Anhui, 2007, 17 (2): 90-103.
- [7] 谢祖均.安徽省南陵县吕山金矿床地质特征及找矿方向探讨[J].安徽地质,2011,21(3):180-185.
XIE Z J. Geological features and ore-prospecting direction for the Lvshan gold deposit Nanling county, Anhui Province [J]. Geology of Anhui, 2011, 21 (3): 180-185.
- [8] 程乃福.安徽南部成矿区地球化学特征[J].安徽地质,2014,24(1):36-41.
CHENG N F. Geochemical features of metallogenic district in south Anhui[J]. Geology of Anhui, 2014, 24 (1): 36-41.
- [9] 白茹玉,徐晓春,杜建国,等.皖南青阳—泾县地区中酸性脉岩锆石特征、U-Pb 年龄及地质意义[J].矿床地质,2019,38(2):401-425.
BAI R Y, XU X C, DU J G, et al. Characteristics and U-Pb dating of zircons for intermediate-acidic dikes in Qingyang-Jingxian area of South Anhui Province and their geological significance [J]. Mineral Deposits, 2019, 38 (2): 401-425.
- [10] 王磊,杨建国,王小红,等.甘肃北山炭山子—黄草泉一带水系沉积物地球化学特征及找矿远景[J].现代地质,2016,30(6):1276-1284.
WANG L, YANG J G, WANG X H, et al. Geochemical characteristics of stream sediments and prospecting direction in the Tanshanzi-Huangcaoquan area of Beishan, Gansu Province[J]. Geoscience, 2016, 30 (6): 1276-1284.
- [11] 翁望飞,王德恩,王邦民,等.安徽省祁门—黟县地区水系沉积物地球化学特征及找矿方向[J].物探与化探,2020,44(1):1-12.
WENG W F, WANG D E, WANG B M, et al. Geochemical characteristics of stream sediments and prospecting direction in Qimen-Yixian area of Anhui Province

- ince[J]. *Geophysical and Geochemical Exploration*, 2020, 44 (1): 1-12.
- [12] 郭守栋,王天赐,者瑛,等. 青海省埃坑德勒斯特地区水系沉积物地球化学特征及找矿远景[J]. *黄金地质*, 2018, 39 (12): 12-17.
- GUO S D, WANG T C, ZHE Y, et al. Geochemical characteristics of the stream sediment and prospecting potentials in Aikengdelesite region of Qinghai[J]. *Gold Geology*, 2018, 39 (12): 12-17.
- [13] 胡兆国,张永三,王战华,等. 云南省者太地区金锑矿找矿预测——来自水系沉积物测量的证据[J]. *地质与勘探*, 2019, 55 (3): 753-764.
- HU Z G, ZHANG Y S, WANG Z H, et al. Prospecting of gold-antimony deposits in the Zhetai area of Yunnan Province: Evidence from stream sediment survey[J]. *Geology and Exploration*, 2019, 55 (3): 753-764.
- [14] 王磊,胡兆国,李响民,等. 甘肃党河南山乌兰达坂沟—扎子沟地区水系沉积物地球化学特征及找矿远景[J]. *中国地质*, 2020, 47(2): 516-527.
- WANG L, HU Z G, LI X M, et al. Geochemical characteristics of stream sediments and prediction of mining prospects in the Wulandaban-Zhazigou area, Danghe South Mountain, Gansu Province[J]. *Geology in China*, 2020, 47(2): 516-527.
- [15] 高永伟,郭周平,赵辛敏,等. 青海北祁连冷龙岭地区水系沉积物元素地球化学特征及异常圈定[J]. *现代地质*, 2018, 32 (3): 468-480.
- GAO Y W, GUO Z P, ZHAO X M, et al. Geochemical characteristics and anomalies identification of elements in the stream sediments from the Lenglongling area of north Qilian mountains, Qinghai Province [J]. *Geoscience*, 2018, 32 (3): 468-480.
- [16] 王迎春,彦廷龙,刘学龙 等. 云南陆良树达棚—十字坡地区水系沉积物测量地球化学特征及其找矿意义[J]. *昆明理工大学学报(自然科学版)*, 2016, 41 (6): 26-34.
- WANG Y C, YAN T L, LIU X L, et al. Geochemical characteristics of Shudapeng-Shizipo in Luliang County of Yunnan province based on stream sediment survey and their prospecting significance[J]. *Journal of Kunming University of Science and Technology (Natural Science Edition)*, 2016, 41 (6): 26-34.
- [17] 闫永生,李向文,聂春雨,等. 黑龙江富克山地区水系沉积物测量地球化学特征及找矿远景预测[J]. *物探与化探*, 2013, 37(1): 23-29.
- YAN Y S, LI X W, NIE C Y, et al. Geochemical characteristics and metallogenic prospective prognosis of Fukeshan Region In Heilongjiang Province based on stream sediment survey[J]. *Geophysical and Geochemical Exploration*, 2013, 37 (1): 23-29.
- [18] 柳坤峰,冯昌荣,翟黎明,等. 新疆乌恰县吾合沙鲁地区水系沉积物地球化学特征与找矿远景[J]. *现代地质*, 2019, 33 (4): 759-770.
- LIU K F, FENG C R, ZHAI L M, et al. Geochemical characteristics of stream sediments and prospecting direction in the Wuheshalu area, Wujia County, Xinjiang[J]. *Geoscience*, 2019, 33 (4): 759-770.
- [19] 唐伟,汤正江,程治民,等. 水系沉积物地球化学测量在墨西哥 Tomatlan 地区铜矿预查中的应用[J]. *华东地质*, 2020, 41 (2): 159-165.
- TANG W, TANG Z J, CHENG Z M, et al. Application of stream sediments geochemical survey in the Cu reconnaissance at the Tomatlan area, Mexico[J]. *East China Geology*, 2020, 41 (2): 159-165.
- [20] 程乃福,黄博,徐峻. 安徽仙霞地区地质地球化学特征及找矿方向[J]. *安徽地质*, 2011, 21 (1): 48-51.
- CHENG N F, HUANG B, XU J. Geological-geochemical features and ore-prospecting direction in the Xianxia area, Anhui [J]. *Geology of Anhui*, 2011, 21 (1): 48-51.
- [21] 戴慧敏,宫传东,鲍庆中,等. 区域化探数据处理中几种异常下限确定方法的对比——以内蒙古查巴奇地区水系沉积物为例[J]. *物探与化探*, 2010, 34 (6): 782-786.
- DAI H M, GONG C D, BAO Q Z, et al. A comparison of several threshold determination methods in geochemical data processing: A case study of stream sediments in Chabaqi area of Inner Mongolia[J]. *Geophysical and Geochemical Exploration*, 2010, 34 (6): 782-786.
- [22] 郭春影,高帮飞,邢学文,等. 两种容量维方法提取化探数据异常下限效果对比[J]. *黄金*, 2008, 29 (3): 13-16.
- GUO C Y, GAO B F, XING X W, et al. Comparison of lower limit value determined by two fractal methods [J]. *Gold Geology*, 2008, 29 (3): 13-16.

- [23] 郭永, 龚福, 宁建胜, 等. 含量-面积分形法与传统统计法确定异常下限的对比研究——以西藏阿翁错地区水系沉积物测量 Au 元素为例[J]. 矿产与地质, 2018, 32 (4): 736-741.
- GUO Y, GONG F, NING J S, et al. Comparative study of the content area fractal method and the traditional statistical method for determining the anomaly lower limit: a case study of Au element of stream sediment survey in Awengcuo area of Tibet[J]. Mineral Resources and Geology, 2018, 32 (4): 736-741.
- [24] 孙社良, 陈士海, 李永明, 等. 土壤地球化学测量在赣东北良坑钨钨矿区勘查中的应用[J]. 华东地质, 2017, 38(4): 279-287.
- SUN S L, CHEN S H, LI Y M, et al. Application of soil geochemical survey in exploration of the Liangkeng Mo-W ore district in northeastern Jiangxi Province[J]. East China Geology, 2017, 38 (4): 279-287.
- [25] 储国正. 安徽金矿主要特征及找矿方向[J]. 安徽地质, 2010, 20 (4): 255-259.
- CHU G Z. Major features of gold ore deposits and the prospecting direction in Anhui [J]. Geology of Anhui, 2010, 20 (4): 255-259.

Geochemical characteristics of stream sediments and ore-prospecting in Qiaomuwan area, Anhui Province

XIE Xi, BAI Ruyu, ZHAO Huarong

(Geological Survey of Anhui Province, Hefei 230001, Anhui, China)

Abstract: The Qiaomuwan area is located in southern Qingyang-Nanling depression basin. At present, more than ten metal deposits (occurrences) have been discovered in this area and surroundings with good prospecting potentials of gold, tungsten, copper, antimony and silver deposits. Based on the 1:50 000 stream sediment survey in Qiaomuwan area, this paper described geochemical characteristics of 12 elements such as Au, Ag, Cu, Pb, Zn, etc. in the Tianwu-Cheshan study area. According to the element geochemical parameters and element assemblage, there are favorable potentials for the concentration and mineralization of Au, Ag, Sb and Hg which are main ore-forming elements in the study area. With single element anomaly map of Au as its priority, combined with elements assemblages, abnormal characteristics and the ore-forming geological settings, the authors delineated 6 geochemical comprehensive anomalies and 4 metallogenic prospective areas, including Cheshan, Tianwu, Jinshan and Liyang prospects, and introduced geological metallogenic settings of the prospective area, which can provide important evidences for further prospecting work.

Key words: stream sediment survey; geochemical characteristics; metallogenic prospective area; Qiaomuwan area; Anhui Province