

文章编号:1006-544X(2004)01-0014-5

# 皖南白际岭地区金的地球化学特征及找矿预测

付怀林, 辛厚勤

(华东有色地质勘查局八一四队, 江苏 镇江 212005)

**摘 要:** 研究了区域金的地球化学特征, 白际岭地区上溪群浅变质岩同江西双桥山群浅变质岩有着类似的有利金富集成矿的层位; 燕山期酸性岩体也有利于金成矿; 金的区域地球化学场分布受断裂构造、地层及岩浆岩控制。与金共生的异常组合存在5种类型, 其中以Au-As-Sb, As-Pb-Zn-Au-Ag-Sb多元素组合为区内最主要成矿元素组合; 已知金矿化(点)的地质地球化学特征均类同于金山金矿, 为韧性剪切带型金矿, 以Au-Sb-As等为主的异常元素组合为该类型金矿的指示元素, 在本区寻找韧性剪切带型金矿具有良好的前景。

**关键词:** 金矿; 地球化学特征; 韧性剪切带; 皖南

**中图分类号:** P618.51

**文献标识码:** A

皖南白际岭地区为赣东北成矿带的北延部份, 近年来通过1/5万水系沉积物普查及重点异常查证、地质普查等工作, 找到与金山金矿相类似的金矿(点)。本文通过对已知金矿(点)特征概述, 结合金的区域地球化学特征分析, 提出此类型金矿的找矿方向。

## 1 区域地质

本区位于江南古陆东南缘, 江湾-街口构造岩杂岩带内, 为赣东北成矿带的北东延伸部位, 出露地层主要有: 中元古界上溪群木坑组( $Pt_2m$ )、牛屋组( $Pt_2n$ )浅变质陆源碎屑泥砂质岩, 构成本区基底构造层<sup>[1]</sup>; 上元古界青白口系井潭组( $Qnj$ )浅变质中酸性火山岩, 构成本区盖层; 上元古界震旦系休林组( $Z_1x$ )细砂岩、粉砂岩、泥岩、含砾凝灰岩、含砾泥岩; 中生界侏罗系洪琴组( $J_2h$ )砾岩、砂岩、粉砂岩。其中以上溪群木坑组、牛屋组浅变质岩为主要赋矿层位。区内岩浆活动强烈, 主要有晋宁期和燕山早、晚期岩浆活动沿北东向江湾-街口断裂带分布, 呈岩基和岩株状产出。

江湾-街口构造岩杂岩带是赣东北-屯溪-长兴深断裂带的重要组成部分, 是江南地体

与钱塘地体长期碰撞产生的一条动力变质带; 形成于晋宁运动Ⅱ幕, 后经历多期次构造运动叠加而复杂化, 切入上地幔, 为壳型深断裂带, 是岩浆和深源成矿物质上升的通道。沿断裂带有雪峰期基性、超基性、中酸性岩浆侵位和钙碱性安山质、英安质、流纹质火山岩喷溢, 还有晋宁期、燕山期中酸性、碱性岩的带状侵位, 形成规模巨大的构造-岩浆带。由于其长期多次活动, 沿断裂带形成一系列北东向的逆断层、剪切带、挤压破碎带、挤压片理化带、密集裂隙带等, 侵位的岩体受挤压而形成片理、片麻理构造, 片理化带, 构造破碎带, 网状裂隙带和低序次断层, 为成矿提供了有利场所。近年来区内发现了多处产于韧性剪切带中超糜棱岩型、糜棱岩型和石英脉型金矿(点), 其矿床特征与江西金山金矿床很相似。

## 2 金的区域地球化学特征

### 2.1 金在地质体中分配特征

对区内各地层中Au及主要相关微量元素特征研究显示(表1): Au除在休宁组、井潭组含量偏

收稿日期: 2003-01-27

基金项目: 原中国有色金属工业总公司项目(皖南1/5万水系沉积物普查)部分研究成果

作者简介: 付怀林(1964-), 男, 工程师, 地球化学与勘查专业。

低外,在其它地层中的含量较高,特别是在上溪群木坑组、牛屋组中最高(高于中国岩石圈金元素丰度),为本区金的富集层位。除休宁组外,其它地层中 Au 变异系数较大( $C_V > 1$ ),尤以井潭组 Au 变异系数最大,为强分异型,对金矿成矿有利。洪琴组中金的较高的质量分数及变异系数与其分布有关,是对早期地层风化剥蚀的反映,在其含砾长石砂岩中  $w(\text{Au})$  的平均值达  $5.6 \times 10^{-9}$ 。本区上溪群地层同江西双桥山群地层相比较,金略高于双桥山群下亚群,低于双桥群上亚群,二者共同特征:①As, Sb, Pb, Au, Zn 等元素高富集(同中国岩石圈元素丰度),特别是作为 Au 的主要伴生元素 As 和 Sb 的浓集系数超过 10 倍以上;②Au, As, Sb 等元素具有高变异系数( $C_V > 1$ ),说明其层位中 Au 等元素具有后期活化、迁移(聚集)的过程,指示本区上溪群与双桥山群有相类似的有利于 Au 等元素富集成矿的层位(矿源层)。

区内岩浆岩中 Au(表2)在晋宁期含量较低,且变化系数很小;在燕山早期斜长花岗斑岩含量最高,高于世界花岗岩丰度( $4.5 \times 10^{-9}$ );燕山晚期次之,且其变异系数较大,反映燕山期酸性岩浆岩有利于 Au 成矿,这同在燕山期酸性岩体内及其接触带发现金矿体相吻合。

表1 地层微量元素质量分数及变异系数  
Table 1 Content of trace element strata and variance

地层	样品数	参数	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb
洪琴组 (J <sub>2</sub> h)	16	w <sub>B</sub>	1.87	0.05	9.2	26	21	7.3	1.54
		C <sub>V</sub>	1.52	0	0.53	0.73	0.32	0.88	0.51
休宁组 (Z <sub>1</sub> x)	11	w <sub>B</sub>	0.57	0.07	31	17	128	8.7	0.77
		C <sub>V</sub>	0.54	1.57	2.4	0.39	0.72	3	3.12
井潭组 (Qnj)	53	w <sub>B</sub>	1.04	0.054	28	30	131	6.8	0.64
		C <sub>V</sub>	5.07	0.19	0.83	1.48	0.53	0.56	0.81
牛屋组 (Pt <sub>2</sub> n)	16	w <sub>B</sub>	3.35	0.073	24	25	108	9.4	2.16
		C <sub>V</sub>	1.07	0.67	0.52	0.37	0.44	0.77	1.31
木坑组 (Pt <sub>2</sub> m)	16	w <sub>B</sub>	2.1	0.054	28.5	24	98	21.5	0.9
		C <sub>V</sub>	1	0.19	0.43	0.32	0.32	0.94	0.77
上溪群 (Pt <sub>2</sub> )	32	w <sub>B</sub>	2.73	0.06	26	24.5	103	16.9	1.39
		C <sub>V</sub>	1.04	0.5	0.5	0.34	0.38	1.03	1.32
双桥山 群 <sup>[2]</sup> (Ptsh)	84	w <sub>B</sub>	2.0	0.06	49	45	121	14	0.8
		C <sub>V</sub>	1.01	1.33	0.71	0.55	0.28	2.78	1.37
上亚群	34	w <sub>B</sub>	22.5	0.05	41	39	111	47	1
		C <sub>V</sub>	2.42	0.06	0.63	0.28	0.3	1.11	1
中国岩石圈 元素丰度 <sup>[3]</sup>		w <sub>B</sub>	1.76	0.044	38.8	6.15	72.4	1.2	0.11

$w(\text{Au})/10^{-9}$ ;  $w_B/10^{-6}$ ;  $C_V$ —变异系数。测试单位:华东有色勘查局八一四队,1992

表2 岩浆岩金元素含量及变异系数  
Table 2 Gold contents of magmatic rock

时代	燕山晚期		燕山早期		晋宁期
	斑状花岗岩	斜长花岗斑岩	斑状花岗岩	流纹斑岩	
样品数	19	5	5	3	
$w(\text{Au})/10^{-9}$	1.3	5.7	0.82	1.0	
$C_V$	1.1	1.05	0.1	0.2	

测试单位:华东有色勘查局八一四队,1992

## 2.2 金的地球化学异常特征

金的地球化学场明显受断裂构造、地层及岩浆岩所控制,主要表现为:(1)沿上溪群浅变质岩系呈北东向带状展布的 Au 的高背景场及异常场;而休宁组出露区主要呈低背景场出现;井潭组出露区金背景场呈高低起伏,分布极不均匀,这同前述的地层地球化学特征完全一致(金的高变化系数)。(2)在晋宁期岩体出露区为低背景场,而在岩体接触带附近又出现 Au 高背景场直致异常场。(3)沿大断裂带上形成带状 Au 的低背景场,而在次级断裂及二组或多组断裂交汇地段出现 Au 高背景场及异常场。反映了区内上溪群浅变质岩、岩体接触带及大断裂傍侧次级断裂及多组断裂交汇地段为 Au 成矿有利部位。

金元素异常组合类型:区内与金共生的异常组合有 Au-As-Sb, Au-Ag, As-Pb-Zn-Au-Ag-Sb 及 W-Bi-Au-Ag 等多元素组合,其中以 Au-As-Sb, As-Pb-Zn-Au-Ag-Sb 多元素组合为主。

单金异常特点:异常强度高、浓集中心明显,呈一个个不规则形状分布在岩体与井潭组浅变质火山岩接触带附近,并以正负异常相伴的分布特征,在异常周围形成金亏损区带,在 Au 的活化迁移再富集过程中,形成局部贫化富集的地球化学共轭现象。这些特征与江南元古界浅变质岩系盖层产出层间石英脉型金矿特征相类似<sup>[1]</sup>,而井潭组地层中金的分布呈高变异系数,反映了其层位寻找层间石英脉型金矿前景。

Au-As-Sb, As-Pb-Zn-Au-Ag-Sb 多元素组合,是区内最主要的成矿元素组合。其特点是异常强度高,规模大,浓集中心明显,尤以作为活性元素的 As,其异常范围相对更大、强度更高,与 Au 异常较为吻合。该类异常呈带状分布于岭南—盘岭断裂西侧,地表出露对金成矿有利的中上元古界浅变质岩系,韧性剪切变形带十分发育,目前该带已发现多处 Au 及 Pb-Zn (Au) 矿床(点)。

### 3 金的地球化学找矿预测

#### 3.1 已知金矿床(点)地球化学特征

3.1.1 金矿床(点)地质特征 近几年,区内发现了天井山、笋山、古积田等一些金矿点<sup>[4]</sup>,类型有超糜棱岩型、糜棱岩型、石英脉型及 Pb-Zn(Au) 矿型,其中以超糜棱岩型金规模最大、品位最高(表 3)。赋矿围岩主要为上溪群木坑组、牛屋组浅变质岩系、燕山期岩浆岩内及其接触带附近。矿体产于东北向韧性剪切带内及与东西向、北西向剪切带交汇部位。倾向北西的低角度挤压剪切变形带,倾向南东倾角  $< 30^\circ$  的张扭性剪切变形带,走向北东产状直立的剪切变形带及倾向南西的低角度挤压剪切变形带是已知的成矿有利构造。矿化蚀变主要有硅化、黄铁矿化、绢云母化、高岭土化、黄铁矿化、铅锌矿化,其中硅化、黄铁矿化、铅锌矿化与金矿化关系密切,石英脉型中石英以烟灰色含金品位高,矿石

为低硫化物型,矿石中硫含量一般为 1%。矿石结构为超糜棱结构、糜棱结构和碎裂结构。构造以星散浸染状构造、角砾状构造为主。矿床类型类同于江西“金山式”金矿。

3.1.2 矿床地球化学异常特征 (1) 水系沉积物异常。异常元素组合以 Au-As-Sb 为主,伴有 Bi-Ag-Pb 及 Cu-Co-Ni-Zn 零星异常,其中 Au 异常规模大,以  $10 \times 10^{-9}$  圈定面积达  $10 \text{ km}^2$ , 峰值  $290 \times 10^{-9}$ 。由图 1 可明显看出多元素异常有 4 个浓集中心,其中南北向两子异常(I、II 号异常)以 As-W-Bi-Ag-Pb-Zn-Au 等多元素组合,其特点:

表 3 不同类型金矿金品位

Table 3 Gold grade of different type mine

	超糜棱岩型	糜棱岩型	石英脉型	Pb-Zn 矿脉
$w(\text{Au})/10^{-6}$	17.17	5.38	4.55	1.7

测试单位:华东有色勘查局八一四队,1998

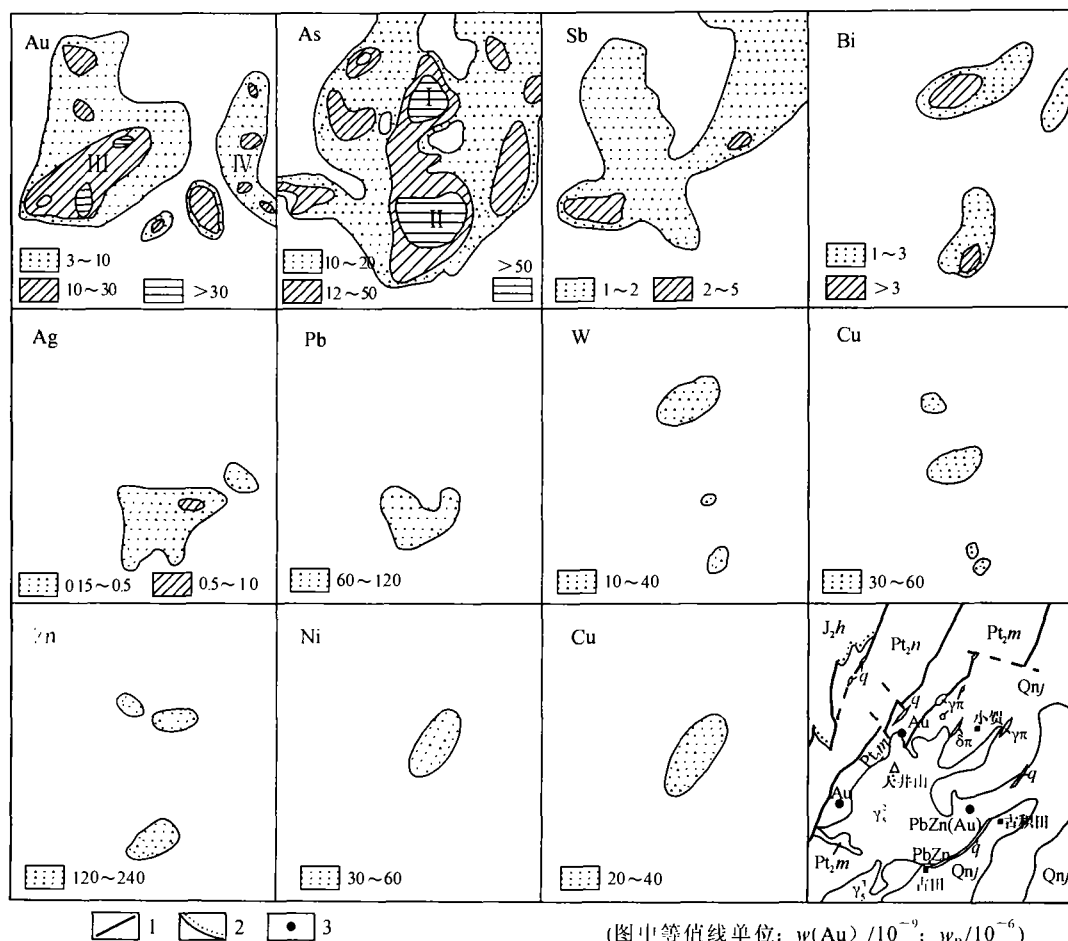


图 1 天井山地区水系沉积物异常图

Fig. 1 Stream sediments map in Tianjingshan

$J_2m$ —洪琴组碎屑岩;  $Qnj$ —井潭组浅变质火山岩;  $Pt_2n$ —牛屋组浅变质岩;  $Pt_2m$ —木坑组浅变质岩;

$\gamma_2^2, \gamma_3^2$ —燕山早、晚期花岗岩;  $\gamma\pi$ —花岗斑岩脉;  $\delta\pi$ —闪长斑岩脉;  $q$ —石英脉; 1—断层; 2—不整合线; 3—金矿床(点)

As 异常强度高, Sb 呈低异常或无异常显示, 出现 Co, Ni 等铁族元素及 W, Bi 亲氧元素异常, 对 I、II 号异常进行 R 型聚类分析 (图 2a) 结果: Ag Pb Zn As Sb Au 为一组, 反映以 As Pb Zn 伴 Au Ag 为主的成矿作用; Cu Co Ni 为一组反映地层高背景; W Bi 合为一组, 可能反映区内岩浆作用. 同异常区内工程揭露出含金多金属矿脉及破碎石英脉金矿化相一致. 分布于东西两侧异常 (III、IV 号异常) 仅有 Au As Sb 元素, 其规模大, 浓集中心相吻合, R 型聚类分析结果 (图 2b): Au 同 Pb As Sb 元素相关 (与金山金矿<sup>[5]</sup>相一致), 它们合为一组, 反映金成矿作用, 与上述的上溪群浅变质岩中富集元素完全一致; 其它元素合为一组, 可能反映地层背景. 同地表工程揭露发现有超糜棱岩型、糜棱岩型、石英脉型金矿体相一致. 从以上不同类型金矿聚类分析结果也不同, 具有明显的继承性, 揭示的区内韧性剪切带型金矿水系沉积物异常以 As-Au-Sb 等元素组合为主.

(2) 土壤地球化学异常. 金异常的展布方向与构造线方向基本一致, 严格受断裂构造控制, 异常具多个浓集中心, 规模较大, 含量较高, 峰值  $500 \times 10^{-9}$ , 形态较规则. 异常直接反映剪切变形超糜棱岩、糜棱岩带, 异常中心为超糜棱岩金、糜棱岩金及石英脉金矿体所引起.

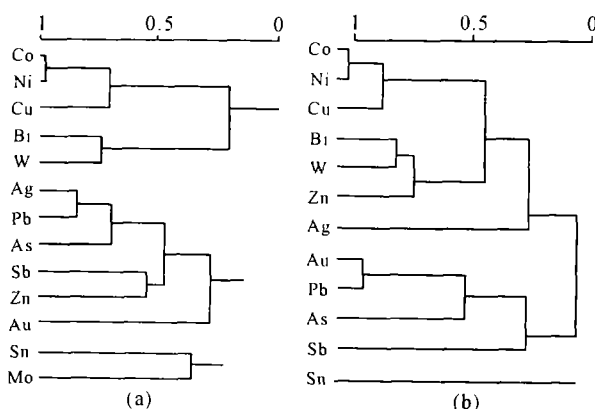


图2 水系沉积物微量元素 R 型聚类分析谱系图

Fig.2 R-cluster analysis of microelements of stream sediments

a—I, II号异常; b—III, IV号异常

### 3.2 金的找矿标志

地质标志. 大断裂两侧的次级断裂及两组或多组断裂交汇处部位、发育有韧性剪切变形带、燕山期中酸岩叠加作用处及元古界浅变质岩分布处; 具有硅化、黄铁矿化等蚀变及烟灰色石英脉.

地球化学标志. 以 Au-As-Sb 等元素为主组合异常, Au 与 As Sb 密切相关; Au 的高水系沉积物异常值及土壤地球化学异常中心可能是金矿体赋存部位.

### 3.3 金的找矿预测

据前所述的本区构造背景、成矿地质条件、区域地球化学特征及已知金矿化地质地球化学特征均类同于金山金矿, 反映本区金的成矿具有良好前景, 主要寻找“金山式”金矿 (韧性剪切带型). 找矿方向主要在月潭—虎岭与岭南断裂之间, 即山斗—绍濂一带, 存在以 Au (As-Sb), Au-Ag 及 As-Sb-Pb-Zn-Ag-Au 等为主的元素组合, 异常强度高, 规模大, 断续延伸达 40 多 km; 出露对金成矿有利的中上元古界浅变质岩系, 燕山早晚期岩浆活动强烈, 地表韧性剪切变形带十分发育, 是寻找韧性剪切带型金矿最有希望的部位. 其内包含有 3 个金成矿预测区: 天井山 Au 成矿预测区; 大汉口 Pb Zn (Au) 多金属成矿预测区; 绍濂 Au 成矿预测区. 此外在测区南部横尖存在 Au 成矿预测区, 可寻找层间石英脉型金矿. 目前天井山金成矿预测区地表工程揭露有工业矿体存在, 根据邻区金山金矿特征<sup>[6]</sup>, 预测矿体向深部有延伸, 规模很大. 绍濂 Au 成矿预测区经次生晕详查, 金异常存在并同水系沉积物异常基本吻合. 根据江西有色地勘局通过对金山地区石英脉的调查评价, 对含金硅化破碎带的追索找矿、含金糜棱岩带的评价勘探, 发现了“金山式”超大型金矿床. 相信对以上几处成矿预测区进一步开展普查找矿工作也将有重大突破.

感谢真允庆教授级高工的悉心指导!

### 参考文献

- [1] 马东升. 江南元古界浅变质岩系金矿床的基底—盖层双层构造控矿特征 [J]. 华东矿产地质, 1992, (1): 1-3.
- [2] 刘英俊, 沙 鹏, 朱恺军. 江西德兴地区中元古界双桥山群含金建造的地球化学研究 [J]. 桂林冶金地质学院学报, 1989, (2): 115-125.
- [3] 黎 彤, 倪守斌. 中国大陆岩石圈的化学元素丰度 [J]. 地质与勘探, 1997, (1): 31-37.
- [4] 欧亦君. 安徽休宁县天井山地区金矿普查报告 [R]. 南京: 华东有色地质勘查局矿产地质勘查院, 1998.
- [5] 季峻峰, 孙承铨, 李 扬, 等. 江西金山金矿硅质糜棱岩微量元素地球化学——矿床成因证据 [J]. 地质与勘探,

1993, (8): 48-50.

矿产地质, 1992, (1): 20-29.

[6] 肖 勇. 金山金矿田脆-韧性剪切带与成矿 [J]. 华东

## Gold geochemical characteristics and exploration prediction in Baijilin area , Southern Anhui

FU Huai-lin, XIN Hou-qin

(No.814 Team, East China Bureau of Geology and Mineral Resources, Zhenjiang 212005, China)

**Abstract:** After the analysis of the regional gold geochemical characters, it is considered that the low - grade metamorphic rock of Shangxi Group in Baijilin area has the favorable gold ore-forming layers, which is similar to that of Shuangqiaoshan Group of Jiangxi Province. The acid intrusive rock of Yanshan Period benefits the formation of gold deposits. The distribution of the regional geochemical field of gold is controlled by fault structure, stratum and intrusive rocks. There are 5 types of the co-existing anomaly combinations, in which Au-As-Sb and As-Pb-Zn-Au-Ag-Sb are the main multi-element combinations in the area. The geochemical characters of the mineralization sites known are similar to the Jinshan Gold Mine. They belong to the gold deposits of the ductile shear zone type and are characterized by the Au-Sb-As combination as indicator elements. It presents a good perspective to explore gold deposits of the ductile shear zone type in this region.

**Key words:** gold deposit; geochemical character; ductile shear zone; Southern Anhui