

江西大吉山钨矿因子特征及邻区成矿预测

李建平, 张德会

(中国地质大学(北京) 地球科学与资源学院, 北京 100083)

摘要: 江西大吉山钨矿是我国著名的钨矿山, 由于几十年的开采, 资源面临枯竭。许多学者对该矿进行过大量研究, 研究程度较高, 但以微量元素因子分析为手段, 以预测为目的的研究较少。文章以因子分析为手段, 对比了矿区和预测区的因子特征, 认为预测区与矿区的成矿作用有相似之处, 预测区有较大的成矿潜力。

关键词: 大吉山钨矿; 因子分析; 成矿预测; 江西省

中图分类号: P612; P618. 67 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-1412(2010)04-0303-07

0 引言

江西全南大吉山钨矿是我国著名的钨矿山之一, 多年来, 许多地勘单位和研究者对该矿进行了大量的、多学科的勘查与研究, 对矿床的地质特征、地球化学特征、岩浆岩与成矿作用、成矿规律、矿床成因、成岩-成矿时代等都有了一个比较清晰的认识^[1-13]。同许多老矿山一样, 大吉山钨矿也面临着资源枯竭问题, 据赣国土资认储字[2003]08号“大吉山钨矿储量地质报告《矿产资源储量认定书》”认定, 该矿已属于中等资源危机型矿山, 因此对邻区的资源探察工作尤显迫切。前人对该矿的研究以描述为多, 以地球化学手段进行预测的工作较少。本文以危机矿山项目为依托, 以微量元素的因子分析为手段, 对大吉山钨矿邻区的成矿前景做了初步探讨。

1 矿床地质特征

大吉山钨矿位于南岭 EW 向构造- 岩浆岩带与武夷山碰撞对接带复合部位, 为一外接触带石英脉型钨、铍、铌、钽稀有金属矿床(图 1)。

矿区内出露地层较为简单, 主要为中、上寒武统和中、下泥盆统桂头群下亚群。中、上寒武统为浅海

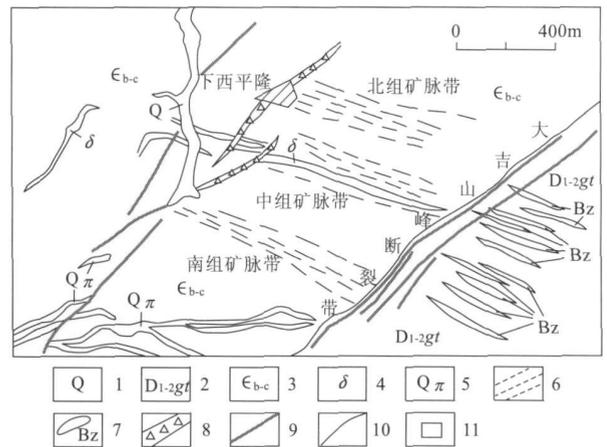


图 1 大吉山钨矿地质简图
(据江西有色地质勘查二队, 2005, 简化)

Fig. 1 Geological sketch of Dajishan tungsten deposit

- 1. 第四系 2. 桂头群砂岩 3. 变质石英砂岩
- 4. 闪长岩 5. 石英斑岩 6. 含矿石英脉
- 7. 含矿标志带 8. 断裂带 9. 断裂 10. 地质界线 11. 房屋

相沉积碎屑岩建造; 由于后期的构造扰动, 地层产状较为紊乱; 岩性主为变质砂岩、砂质板岩、板岩、千枚岩等互层。中、下泥盆统桂头群下亚群的岩性主为砾岩、砂岩, 夹少量板岩; 岩层产状走向 30°~ 50°, 倾向 SE 或 NW, 倾角 40°~ 80°, 与下伏寒武系呈角度不整合接触。

收稿日期: 2010-07-07; 改回日期: 2009-11-12

基金项目: 全国危机矿山接替资源勘查项目(项目编号 200636033)资助。

作者简介: 李建平(1975-), 男, 山东潍坊人, 博士研究生, 应用勘查地球化学专业。通信地址: 北京市海淀区学院路 29 号, 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院; 邮政编码: 100083; E-mail: jim1975@163.com

矿区内岩浆岩主要有石英斑岩、闪长岩、二云母二长花岗岩、白云母碱长花岗岩等。矿区北部有岩基状斑状黑云母花岗岩(五里亭花岗岩), 矿区内与成矿关系密切的岩浆岩有二云母二长花岗岩、细粒白云母碱长花岗岩。二云母二长花岗岩隐伏于矿区深部, 为一向四周倾斜的馒头状岩体, 向 SE 倾伏, 长轴方向 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$; 白云母碱长花岗岩为小侵入体隐伏于矿区深部。根据前人的研究^[1], 岩体的侵入顺序为: 斑状黑云母花岗岩 \rightarrow 石英斑岩 \rightarrow 闪长岩 \rightarrow 二云母二长花岗岩 \rightarrow 白云母碱长花岗岩。

矿区内断裂构造比较发育, 与成岩成矿有关的构造为断裂构造, 按其走向大致可分为 EW 向、NE 向、NNE 与 NWW 向 4 组。其中最重要的有 2 组, NE 向构造是决定矿区构造格架的主干断裂, 其特点是多期次活动、性质复杂、规模较大, 广布全区, 以位于矿区东西两端的大吉山峰大断裂带与船底窝沟大断裂带为代表, 由数个压扭性侧列分布的断裂及两侧的挤压破碎带所组成, 带宽 100~200 m, 走向 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$, 倾向 NW, 倾角 $40^{\circ} \sim 80^{\circ}$, 控制矿区的成矿空间。NWW 向构造为矿区主要赋矿构造, 走向 295° , 倾向 NNE, 倾角 $75^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。

全区共发育钨矿脉 113 条, 其中工业矿脉 103 条, 总体上矿脉带分为南、中、北 3 组, 呈平行、密集、带状, 产于约 1 km^2 范围的变质岩中。矿脉组带平面上向东撒开、向西收敛, 呈帚状; 垂向上向下收敛, 向上撒开, 呈树束状。矿床的矿石矿物主要有黑钨矿、白钨矿、辉钨矿、辉钼矿等; 脉石矿物主要有石英、长石、白云母、方解石、电气石等; 主要金属硫化物有磁黄铁矿、黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂、黄铜矿等。矿区内常见的围岩蚀变主要有电气石化、黑云母化、绢云母化、硅化等。

刘建平等(2007)把大吉山钨矿成矿过程分为 3 期 8 阶段:

I. 岩浆期(分 3 个阶段)。I₁ 稀土元素矿化阶段: 矿化分布在矿区西北部花岗闪长岩中; I₂ 铌钽稀土元素矿化阶段: 是指含矿二云母二长花岗岩, 分布在花岗闪长岩之上; I₃ 钽铌钨钼成矿阶段: 这个阶段属白云母碱长花岗岩, 分布在二云母花岗岩之上。

II. 伟晶岩期。II₄ 钨、(铷)、钨元素矿化阶段: 分布在白云母碱长花岗岩顶部, 形成似伟晶岩带, 从上而下为石英带、石英长石带。

III 热液期(钨矿的主成矿期, 分 4 个阶段)。III₁ 钨钼(铷)成矿阶段: 分布在矿脉下部, 为长石石英或石英长石脉, 直接切过含矿白云母碱长花岗岩

或含矿白云母碱长花岗岩的角砾; III₂ 钨钼钨成矿阶段: 是含钨石英脉形成的主要阶段; III₃ 钨钼钨硫化物成矿阶段: 本阶段矿物常与含钨钼钨石英脉构成复脉; III₄ 碳酸盐-黑钨矿-硫化物阶段: 分布在矿脉中、上部, 含钨碳酸盐脉常与黑钨石英脉在同一脉中交替出现。因此从早期到晚期或从深部到浅部, 矿区依次出现: TR 元素矿化花岗闪长岩 \rightarrow Nb-Ta-TR 元素矿化二云母二长花岗岩 \rightarrow Ta-Nb-W-Be 成矿白云母碱长花岗岩 \rightarrow (Be)-(Rb)-W 矿化似伟晶岩 \rightarrow W-Be-(Rb) 成矿长石石英脉或石英长石脉 \rightarrow W-Mo-Bi 成矿石英脉 \rightarrow W-Mo-Bi 成矿石英硫化物 \rightarrow W-S 成矿碳酸盐脉。

2 样品的采集及测试

本次工作主要对矿区 367 中段、417 中段、467 中段和 517 中段的石英脉矿体进行取样, 样品间隔为 20 m, 控制深度 200 m, 控制位置属于矿体的中下部。预测区(东区)地表和地下 467 中段分别取 3 条剖面。样品的分析工作由中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所承担, 共分析 Au, Ag, As, B, Be, Bi, Cl, Cs, Cu, F, Hg, I, Li, Mo, Nb, Pb, Rb, Sb, Sn, Ta, W, Zn 等 22 种元素。分析方法有 ANN(无火焰原子吸收光谱法), ICP-MS(等离子体质谱法), AFS(原子荧光光谱法), ES(发射光谱法), XRF(压片法 X-射线荧光光谱法), ISE(离子选择性电极), COL(催化分光光度法)等, 分析检出限和重复合格率均达到要求。

3 微量元素因子分析

因子分析是用来研究一组变量的相关性, 或用来研究相关矩阵内部结构的一种多元统计分析方法。它将多个变量综合成为少数的因子, 也就是在较少损失原始数据信息的前提下, 用少量的因子去代替原始的变量, 从而达到对原始变量的分类, 揭露原始变量之间的内在联系。因子分析所采用的主要是一套坐标旋转、空间变换的数学技术, 其目的在于选择若干个观察地质数据的“最好方向”, 以便在这几个方向上最清楚地识别地质数据所展示的成因意义。因此, 因子分析可以压缩原始数据、指示成因推理的方向, 并能分解叠加的地质过程^[14]。

表 1 大吉山矿区微量元素相关系数矩阵
Table 1 Correlation coefficient matrix of rare elements of quartz veins in Dajishan tungsten deposit

	Au	Ag	As	B	Be	Bi	Cl	Cs	Cu	F	Hg	I	Li	Mo	Nb	Pb	Rb	Sb	Sn	Ta	W	Zn	
Au	1																						
Ag	0.5087	1																					
As	0.4280	0.2632	1																				
B	0.0362	-0.0315	-0.0174	1																			
Be	0.0128	-0.0019	-0.0329	0.3309	1																		
Bi	0.5637	0.9480	0.2767	-0.0198	-0.0127	1																	
Cl	0.0180	-0.0660	-0.0364	0.0299	0.0184	-0.0639	1																
Cs	0.0715	0.0421	-0.0233	0.1525	0.1749	0.0609	0.0639	1															
Cu	0.1841	0.3644	0.0411	-0.0232	-0.0393	0.4333	-0.0774	0.0894	1														
F	0.0803	0.0174	-0.0391	-0.0020	0.1434	0.0010	-0.0312	0.1754	0.0182	1													
Hg	0.0150	0.0404	-0.0146	-0.0148	0.0053	0.0199	-0.0030	0.0129	0.0257	0.1635	1												
I	0.0527	0.0178	0.1431	-0.0656	-0.0231	0.0018	0.0872	-0.1271	-0.0159	-0.0915	-0.0195	1											
Li	0.1114	0.0526	-0.0351	0.0605	0.1673	0.0767	0.0661	0.7582	0.0986	0.2356	0.0023	-0.0697	1										
Mo	0.0668	0.1314	0.0162	0.0308	0.0532	0.1317	-0.0164	0.2848	0.1750	0.0484	0.0083	-0.0759	0.3258	1									
Nb	-0.0093	-0.0318	-0.0068	0.1945	0.0194	-0.0092	0.0303	0.5355	0.1231	-0.0383	-0.0233	-0.0827	0.5379	0.2391	1								
Pb	0.5630	0.9692	0.3057	-0.0227	0.0236	0.3204	-0.0494	0.0516	0.3364	0.0698	0.0524	0.0386	0.0637	0.1121	-0.0448	1							
Rb	0.0525	0.0589	-0.0226	0.0242	0.0693	0.0661	0.0147	0.5904	0.0839	0.2158	-0.0094	-0.0777	0.5428	0.2075	0.3008	0.0735	1						
Sb	0.0752	0.1623	0.0754	-0.0224	-0.0324	0.1638	-0.0747	-0.0164	0.0726	-0.0313	0.1110	-0.0561	-0.0413	0.0327	0.0069	0.1617	-0.0039	1					
Sn	-0.0194	0.0494	-0.0528	-0.0434	0.0656	0.0442	-0.1597	0.2540	0.0515	0.1485	-0.0030	-0.0337	0.3727	0.1125	0.0917	0.0283	0.2135	-0.0393	1				
Ta	-0.0385	0.0135	-0.0095	0.0239	-0.0039	0.0210	-0.0458	0.2030	0.0785	-0.0522	-0.0245	-0.1121	0.0681	0.1279	0.3626	-0.0191	0.1156	0.0701	-0.0369	1			
W	0.0003	0.0605	-0.0363	0.1510	0.0767	0.0305	-0.0288	0.2283	0.1039	0.0413	-0.0079	0.0119	0.4325	0.1099	0.5377	0.0587	0.2105	-0.0265	0.2408	-0.0289	1		
Zn	0.1975	0.3172	0.0548	-0.0272	0.0046	0.2515	-0.0401	0.0356	0.0738	0.4457	0.2545	-0.0325	0.0130	0.1914	-0.0760	0.3288	0.0265	0.0246	0.0077	-0.0538	-0.0602	1	

3.1 矿区内数据因子分析

矿区内共取得石英脉样品 263 件,通过对数据矩阵的相关性分析,得到了不同变量之间的相关系数矩阵(表 1),从表 1 中可以看出,成矿元素 W 与 Cs, Li, Nb, Rb, Sn 等大离子亲石元素相关性比较大,但不是明显的强烈相关。与 Au, Ag, Bi, Cu, Pb, Zn 等硫化物没有相关性,与 F, Cl, I, B 等挥发性元素也没有明显相关性。

对同样的数据进行因子分析,可以得到初始因

子解,为了使初始因子解更方便地解释地质事实,对初始因子解进行正交变换,其实质是由于理论上有无数组彼此等价的因子解和实测的相关矩阵相对应,因此有必要对因子解进行旋转,初始因子轴绕原点并保持因子轴正交的条件下旋转一定角度,旋转后对某个因子轴,一部分变量与其夹角趋近于 0° ,而另外变量与其夹角趋近于 90° 。从代数意义上说,即使得因子的方差达到最大。

表 2 是用方差极大法做正交因子旋转的结果。

表 2 矿区元素的正交因子载荷矩阵

Table 2 Load matrix of orthogonal factor of rare elements of quartz veins in Dajishan tungsten deposit

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Au	0.6125	0.0884	0.0846	0.0435	-0.0421	-0.0706	-0.0212	0.5041	-0.0404	0.0213
Ag	0.9574	0.0097	0.0597	-0.0102	0.0039	0.0262	0.0085	0.0350	0.0534	-0.0021
As	0.2676	-0.0188	-0.0190	-0.0258	0.0586	0.0839	-0.0224	0.7961	0.0313	0.2036
B	-0.0150	-0.0562	-0.0190	0.7776	0.0788	-0.0759	0.2779	0.0600	-0.0321	-0.1254
Be	-0.0034	0.1773	0.0348	0.8294	-0.0660	0.0446	-0.1162	-0.0578	0.0185	0.0646
Bi	0.9630	0.0296	0.0055	-0.0136	0.0278	0.0194	0.0030	0.0461	0.0511	-0.0141
Cl	-0.0277	0.1253	-0.0356	0.0061	-0.0899	-0.8837	-0.0382	-0.0724	-0.0584	0.1054
Cs	0.0228	0.8306	0.0371	0.1237	0.1897	-0.0809	0.1677	0.0311	0.0191	-0.0948
Cu	0.5240	0.0173	-0.0275	-0.0802	0.2577	0.0917	0.1589	-0.3606	-0.0074	0.1071
F	-0.0082	0.2924	0.7131	0.0717	-0.1572	0.0960	-0.1004	0.0287	-0.1256	-0.1465
Hg	-0.0312	-0.1044	0.6125	-0.0463	-0.0397	-0.1029	0.2022	-0.0501	0.4601	0.0591
I	-0.0179	-0.1010	-0.0575	-0.0393	-0.0920	-0.1020	0.0362	0.1776	-0.0275	0.8377
Li	0.0499	0.8453	0.0581	0.0598	0.0182	-0.0040	0.3096	-0.0267	-0.0367	0.0424
Mo	0.1398	0.3472	0.1603	0.0818	0.5735	0.1110	-0.0647	-0.2231	-0.0427	0.3360
Nb	-0.0514	0.4083	-0.0800	0.0311	0.4022	-0.0598	0.6984	0.0673	0.0037	-0.0806
Pb	0.9472	0.0270	0.0966	0.0128	-0.0342	0.0021	-0.0030	0.1040	0.0513	0.0081
Rb	0.0440	0.7812	0.0275	-0.0426	0.0301	-0.0357	0.0129	0.0148	0.0270	-0.0945
Sb	0.1488	0.0153	-0.0610	0.0010	0.0412	0.0641	-0.0699	0.0228	0.8922	-0.0345
Sn	0.0326	0.4712	-0.0033	-0.0393	-0.2967	0.5246	0.0892	-0.1687	-0.0298	0.1172
Ta	-0.0464	0.0977	-0.0903	-0.0449	0.7353	0.0386	0.0662	0.1182	0.0844	-0.2576
W	0.0565	0.2390	-0.0248	0.0668	-0.1367	0.1093	0.8336	-0.0757	-0.0572	0.0793
Zn	0.2807	-0.0189	0.7987	-0.0075	0.0997	0.0273	-0.0911	0.0034	-0.0861	0.0174
特征值	3.9406	3.2547	1.6473	1.3653	1.2884	1.1826	1.0522	1.0234	0.9398	0.8738
总方差百分比	17.9117	14.7939	7.4878	6.2057	5.8564	5.3752	4.7827	4.6516	4.2718	3.9717
累积特征值	3.9406	7.1952	8.8425	10.2078	11.4962	12.6788	13.7309	14.7543	15.6941	16.5649
累积方差百分比	17.9117	32.7056	40.1934	46.3991	52.2555	57.6308	62.4134	67.0650	71.3369	75.3086

从表 2 可以看出,在累积方差百分比达 75% 的情况下,以因子载荷 > 0.5 为标准,可以获得以下几个主要因子: F1 为 Au+ Ag+ Bi+ Cu+ Pb(弱 Zn), F2 为 Cs+ Li+ Rb(弱 Mo, Nb, Sn, F, W), F3 为 F+ Hg+ Zn, F4 为 B+ Be, F5 为 Mo+ Nb+ Ta(弱 Sn), F6 为 Cl+ Sn, F7 为 Nb+ W(弱 Li), F8 为 Au+ As(Cu+ Mo), F9 为 Hg+ Sb, F10 为 I。

其中具有明显意义的因子有: F1 代表了典型的硫化物组合,反映的是成矿后期硫化物的矿化作用,但与前人的结论不一致的是,在这期矿化中没有出

现钨的矿化; F2 为亲石元素组合,代表了岩浆作用,同时有弱的 W 和 Mo 的出现,表示在岩浆作用的过程中有少量的 W 矿化,这与在坑道中的观察以及前人划分的矿化第一期相一致,在白云母花岗岩中就发育浸染状黑钨矿化; F7 中 W 的因子载荷达到了 0.8336,代表了 W 和 Nb 的主要矿化作用,与前人划分的热液期第 6 阶段相对应,但 Nb 的矿化与前人不一致。其他因子意义不明确,或者可以合并到 F1 和 F2 中去。

表 3 预测区元素相关系数表
Table 3 Correlation coefficient matrix of rare elements of quartz veins in Eastren area

	Au	Ag	As	B	Be	Bi	Cl	Cs	Cu	F	Hg	I	Li	Mo	Nb	Pb	Rb	Sb	Sn	Ta	W	Zn	
Au	1																						
Ag	0.5087	1																					
As	0.4280	0.2632	1																				
B	0.0362	-0.0315	-0.0174	1																			
Be	0.0128	-0.0019	-0.0329	0.3309	1																		
Bi	0.5637	0.9480	0.2767	-0.0198	-0.0127	1																	
Cl	0.0180	-0.0860	-0.0364	0.0299	0.0184	-0.0639	1																
Cs	0.0715	0.0421	-0.0233	0.1525	0.1749	0.0609	0.0639	1															
Cu	0.1841	0.3644	0.0411	-0.0232	-0.0393	0.4333	-0.0774	0.0894	1														
F	0.0803	0.0174	-0.0391	-0.0020	0.1434	0.0010	-0.0312	0.1754	0.0182	1													
Hg	0.0150	0.0404	-0.0146	-0.0148	0.0053	0.0199	-0.0030	0.0129	0.0257	0.1635	1												
I	0.0527	0.0178	0.1431	-0.0656	-0.0231	0.0018	0.0872	-0.1271	-0.0159	-0.0915	-0.0195	1											
Li	0.1114	0.0526	-0.0351	0.0605	0.1673	0.0767	0.0661	0.7582	0.0986	0.2356	0.0023	-0.0697	1										
Mo	0.0668	0.1314	0.0162	0.0308	0.0532	0.1317	-0.0164	0.2848	0.1750	0.0484	0.0083	-0.0759	0.3258	1									
Nb	-0.0093	-0.0318	-0.0068	0.1945	0.0194	-0.0092	0.0303	0.5355	0.1231	-0.0383	-0.0233	-0.0827	0.5379	0.2391	1								
Pb	0.5630	0.9692	0.3067	-0.0227	0.0236	0.9204	-0.0494	0.0516	0.3364	0.0698	0.0524	0.0386	0.0637	0.1121	-0.0448	1							
Rb	0.0525	0.0589	-0.0226	0.0242	0.0693	0.0661	0.0147	0.5904	0.0839	0.2158	-0.0094	-0.0777	0.5428	0.2075	0.3008	0.0735	1						
Sb	0.0752	0.1623	0.0754	-0.0224	-0.0324	0.1638	-0.0747	-0.0164	0.0726	-0.0313	0.1110	-0.0561	-0.0413	0.0327	0.0069	0.1617	-0.0039	1					
Sn	-0.0194	0.0494	-0.0528	-0.0434	0.0656	0.0442	-0.1597	0.2540	0.0515	0.1485	-0.0030	-0.0337	0.3727	0.1125	0.0917	0.0283	0.2135	-0.0393	1				
Ta	-0.0385	0.0135	-0.0095	0.0239	-0.0039	0.0210	-0.0458	0.2030	0.0785	-0.0522	-0.0245	-0.1121	0.0681	0.1279	0.3626	-0.0191	0.1156	0.0701	-0.0369	1			
W	0.0003	0.0605	-0.0363	0.1510	0.0767	0.0305	-0.0288	0.2283	0.1039	0.0413	-0.0079	0.0119	0.4325	0.1099	0.5377	0.0587	0.2105	-0.0265	0.2408	-0.0289	1		
Zn	0.1975	0.3172	0.0548	-0.0272	0.0046	0.2515	-0.0401	0.0356	0.0738	0.4457	0.2545	-0.0325	0.0130	0.1914	-0.0760	0.3288	0.0205	0.0246	0.0077	-0.0538	-0.0602	1	

单从成矿元素 W 的因子载荷看, W 主要分布在 2 个主因子上, 这形成了 W 的两期矿化: ①在岩浆岩作用期有少量的 W 矿化, 形成浸染状 W 矿体; ②热液期经历了主要的 W 矿化, 形成了石英大脉型 W 矿体。分别与前人的 I₃ 阶段、III₆ 阶段对应。

3.2 预测区(东区)内数据因子分析

预测区位于大吉山峰断裂以东, 地表发育有较好的石英云母线脉带(标志带), 线脉宽度多小于 1 cm, 走向 NW 向, 局部地区线脉密度较大, 可达 3 条/m。矿区 467 中段穿过大吉山断裂带延伸到预测区, 预测区深部石英脉数量变少, 宽度略有增大, 个别可达到 10 cm, 走向 NW 向, 局部地段脉中可见黑钨矿化和少量硫化物。预测区石英脉样品分别取自地表线脉带和深部 467 中段, 共计 82 件。

用同样的方法对预测区内的石英脉样品进行处理。从表 3 元素相关系数来看, 成矿元素 W 与亲石元素 Cs, Li, Nb, Rb, Sn 比较相关, 而与其他元素无相关关系。这与矿区的 W 元素与其他元素的相关特点完全一致。

从预测区元素的因子载荷矩阵(表 4)来看, 在

只提取了 7 个因子的情况下, 累积方差百分比就达到了 79.4%, 以因子载荷 > 0.5 为标准, 可以得到以下几个主要因子: F1 为 Ag+ Bi+ Cu+ Pb+ Zn (Au), F2 为 Cs+ Rb+ Sn, F3 为 Hg+ I+ Li+ Sb, F4 为 Nb+ Ta, F5 为 Au+ As, F6 为 B, F7 为 Be+ Cs+ W (F)。

其中, F1 因子和矿区的 F1 因子几乎完全一致, 代表了预测区石英脉中的硫化物矿化, F2 为亲石元素组合, 但与矿区不同的是没有 W, Mo, Nb, Ta 的矿化, 这可能是由于样品距离成矿岩体较远的缘故。如把 F7 因子和 F2 组合起来, 则与矿区 F2 因子相似。预测区和矿区都有一个包含 Nb+ Ta 的因子, 反映了两区岩浆作用的相似性。其他因子比较零散, 意义不明。

从成矿元素 W 的因子载荷分布特征看, 主要分布在 F2 和 F7 上。其中 F2 上分布较少, 主要为亲石元素组合。F7 因子上 W 的载荷分布最大, 达到 0.8563, 说明有一期单独的 W 矿化活动, 这和矿区的 W 矿化活动十分相似。

表 4 预测区(东区)元素的正交因子载荷矩阵

Table 4 Load matrix of orthogonal factor of rare elements of quartz veins in Eastren area

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Au	0.3590	-0.0863	0.1446	-0.0157	-0.6921	-0.1207	0.0462
Ag	0.9686	-0.0320	-0.0681	0.0136	0.0637	-0.0298	-0.0051
As	0.0256	-0.1048	0.0622	0.0249	-0.8718	0.0859	-0.0641
B	-0.0811	0.0478	-0.0408	-0.0813	-0.0393	0.8824	0.0264
Be	-0.0558	0.1944	-0.0961	-0.0172	0.0334	-0.3596	0.5511
Bi	0.9135	-0.0970	-0.0335	0.0397	-0.2238	-0.0138	-0.0501
Cl	-0.1037	0.3385	0.3090	0.1314	-0.4137	-0.0040	-0.4229
Cs	-0.0606	0.7109	0.1190	-0.2535	0.0652	0.0217	0.5346
Cu	0.8443	-0.0708	0.4280	0.0253	0.0708	0.0585	0.0453
F	0.3637	0.2672	-0.1121	0.1065	0.1532	0.2807	0.4106
Hg	0.1268	0.2178	0.8049	0.0782	-0.2494	0.0498	-0.0802
I	-0.0469	-0.0174	0.8925	0.0274	-0.1292	-0.0890	-0.0357
Li	0.0068	0.3114	0.8650	-0.0453	0.2223	0.0000	0.0441
Mo	0.3365	-0.4052	-0.0623	0.0120	0.1798	0.3647	0.1420
Nb	-0.0704	0.1570	-0.0300	-0.9543	0.0075	0.1440	0.0362
Pb	0.9514	0.0903	0.0761	0.0327	-0.1830	-0.0064	-0.0227
Rb	-0.0227	0.8905	0.1331	-0.1971	0.0593	0.0345	0.2680
Sb	0.3974	-0.0727	0.6358	0.1009	-0.3767	-0.0140	-0.0278
Sn	0.0268	0.8733	0.1515	-0.1175	0.0579	-0.0039	-0.1426
Ta	-0.0044	0.1498	-0.0346	-0.9594	0.0228	-0.0766	-0.0347
W	-0.0640	0.1629	-0.0232	0.0595	0.0058	0.0742	0.8563
Zn	0.9656	0.0148	-0.0228	0.0058	0.0381	-0.0291	-0.0077
特征值	5.2644	3.7499	3.0227	1.8030	1.3618	1.1989	1.0767
总方差百分比	23.9291	17.0450	13.7394	8.1955	6.1902	5.4497	4.8942
累积特征值	5.2644	9.0143	12.0370	13.8400	15.2018	16.4007	17.4775
累积方差百分比	23.9291	40.9740	54.7134	62.9089	69.0991	74.5488	79.4430

4 因子分析结果讨论

从以上因子分析中可以得到如下认识:

(1) 矿区中微量元素可以分出有明显意义的 2 组, 一组是以 Au, Ag, Bi, Cu, Pb, Zn 为特征的硫化物组合, 反映了成矿后期的硫化物活动。另一组是以 Rb, Cs, Li 等为代表的亲石元素组合, 反映本区的岩浆活动。这 2 个因子都可与前人成矿阶段的划分相对应。

(2) 矿区中 W 的因子载荷说明了在本区有 2 次明显的成矿活动: 一次为伴随着岩浆活动而成矿, 形成浸染状矿体; 一次为岩浆期后热液单独成矿, 形成石英脉型矿体, 作为主成矿期, 这与前人的结论一致。

(3) 矿区中 W 的因子载荷在硫化物中没有分布, 说明在硫化物阶段没有 W 的矿化, 这与前人的结论不一致, 需要进一步研究。

(4) 从 W 与其他元素的相关性来看, W 与硫化物不相关, 而与亲石元素较相关, 不论在矿区还是在预测区, 这种相关性一致, 说明预测区中的 W 与矿区中的 W 有很大的相似性。

(5) 预测区微量元素的因子分析结果表明, 预测区也可以分出 2 组有明确意义的元素组合, 并与矿区的元素组合一致, 这说明预测区的成矿与矿区有相似之处。由于两区是被多期活动的大吉山断裂带隔开, 而且预测区地表标志带可以穿过断裂带, 因此不排除预测区另有一个成矿中心的可能, 且这个成矿中心可能在底部与矿区相连。

参考文献:

- [1] 重工业部长沙地质勘探公司 205 队. 大吉山钨矿地质勘探总结报告书[R]. 长沙: 湖南省地质矿产勘查局, 1953.
- [2] 大吉山钨矿. 江西省全南县大吉山矿区钨矿勘探地质报告[R]. 长沙: 湖南省地质矿产勘查局, 2001.
- [3] 孔昭庆. 吉山钨矿床成矿规律研究[J]. 地质与勘探, 1982(6): 27-32
- [4] 孙恭安, 史明魁, 张宏良, 等. 大吉山花岗岩体岩石学、地球化学及成矿作用的研究[M] // 南岭地质矿产科研报告集(二). 武汉: 中国地质大学出版社, 1989: 326-363.
- [5] 庄龙池, 林伟圣, 谢廷焕. 大吉山钨矿稳定同位素地球化学[J]. 中国地质科学院宜昌地质矿产研究所所刊, 1991, 16: 109-120.
- [6] 刘卫明, 钟盛文. 大吉山钨矿床成矿的新认识[J]. 矿产与地质, 1996(6): 406-411.
- [7] 张国新, 谢越宁, 虞福基, 等. 江西大吉山钨矿床不同成矿阶段稳定同位素地球化学[J]. 地球化学, 1997, 18(增刊): 197-199.
- [8] 蒋国豪, 胡瑞忠, 谢桂青, 等. 江西大吉山钨矿成矿年代学研究[J]. 矿物学报, 2004(3): 253-256.
- [9] 张文兰, 华仁民, 王汝成, 等. 江西大吉山五里亭花岗岩单颗粒锆石 U-Pb 同位素年龄及其地质意义探讨[J]. 地质学报, 2004(3): 352-358.
- [10] 张文兰, 华仁民, 王汝成, 等. 赣南大吉山花岗岩成岩与钨矿成矿年龄的研究[J]. 地质学报, 2006(7): 956-962.
- [11] 张金明. 江西大吉山钨矿地质特征[J]. 资源调查与环境, 2006(2): 149-152.
- [12] 刘建平, 滕建德. 江西大吉山矿区成矿(矿化)阶段的研究[J]. 有色金属, 2007(3): 16-19.
- [13] 席斌斌, 张德会, 周利敏. 江西省全南县大吉山钨矿成矿流体演化特征[J]. 地质学报, 2008(7): 956-966.
- [14] 胡以铿. 地球化学中的多元分析[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991.

THE FACTOR CHARACTERISTICS OF DAJISHAN TUNGSTEN DEPOSIT AND MINERALIZATION PROGNOSIS OF ADJACENT AREA

LI Jian-ping ZHANG De-hui

(China university of geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: The Dajishan tungsten deposit is famous in china. It is almostly exhausted after tens of year's exploitation. Many researchers have done lots of researches here. This paper is concentrated on mineralization prognosis with factor analysis. The factor characteristics of the mining area are compared with those of the adjacent areas. The comparison shows similarity thus the adjacent areas are also potential for tungsten mineralization

Key Words: Dajishan tungsten deposit; factor analysis; mineralization prognosis; Jiangxi province