

文章编号: 1006-6616 (2015) 01-0013-08

# 胶东招平断裂带围岩蚀变地球化学特征

张志航<sup>1</sup>, 胡宝群<sup>1</sup>, 王 玺<sup>1</sup>, 申玉科<sup>2</sup>, 郭 涛<sup>2</sup>, 吕古贤<sup>2</sup>

(1. 东华理工大学地球科学学院, 江西 抚州 344000;

2. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081)

**摘要:** 招平断裂带是胶东地区重要的金成矿带, 众多蚀变型、石英脉型金矿床产于该带及下盘次级断裂中。以招平断裂带破头青断裂为研究对象, 进行剖面测量和取样测试分析, 探讨围岩蚀变地球化学特征。研究结果显示, 招平断裂带破头青断裂蚀变分带明显, 不同蚀变强度的蚀变岩中常量元素迁移规律明显, REE 配分曲线表现为 HREE 富集, Eu、Ce 均有较明显的负异常, 从弱蚀变至强蚀变过程中,  $\Sigma$ REE、LREE 和 HREE 均有明显降低, 且相应特征值表现出规律的变化, Au-Ag-Bi-Co-Cu-Mo-Ni-Pb-Zn 是金成矿密切相关的指示元素组合。

**关键词:** 招平断裂带; 地球化学特征; 胶东

**中图分类号:** P632

**文献标识码:** A

胶东地区是我国重要的产金基地, 以约 0.3% 的国土面积占有了约 25% 的中国黄金储量。其中招平断裂带是重要的金成矿带之一, 集中了玲珑、台上、大尹格庄等大中型矿床, 前人对此做了大量的工作<sup>[1~10]</sup>。本文通过收集、消化前人研究成果和工作资料, 结合野外实地勘查, 并选取招平断裂带破头青断裂进行地表地球化学剖面测量、取样分析, 对断裂带两侧围岩蚀变的地球化学特征进行研究, 对比不同蚀变强度的蚀变岩石地球化学特征, 找出异同, 以期为进一步研究招平断裂带提供科学线索。

## 1 招平断裂带地质概况

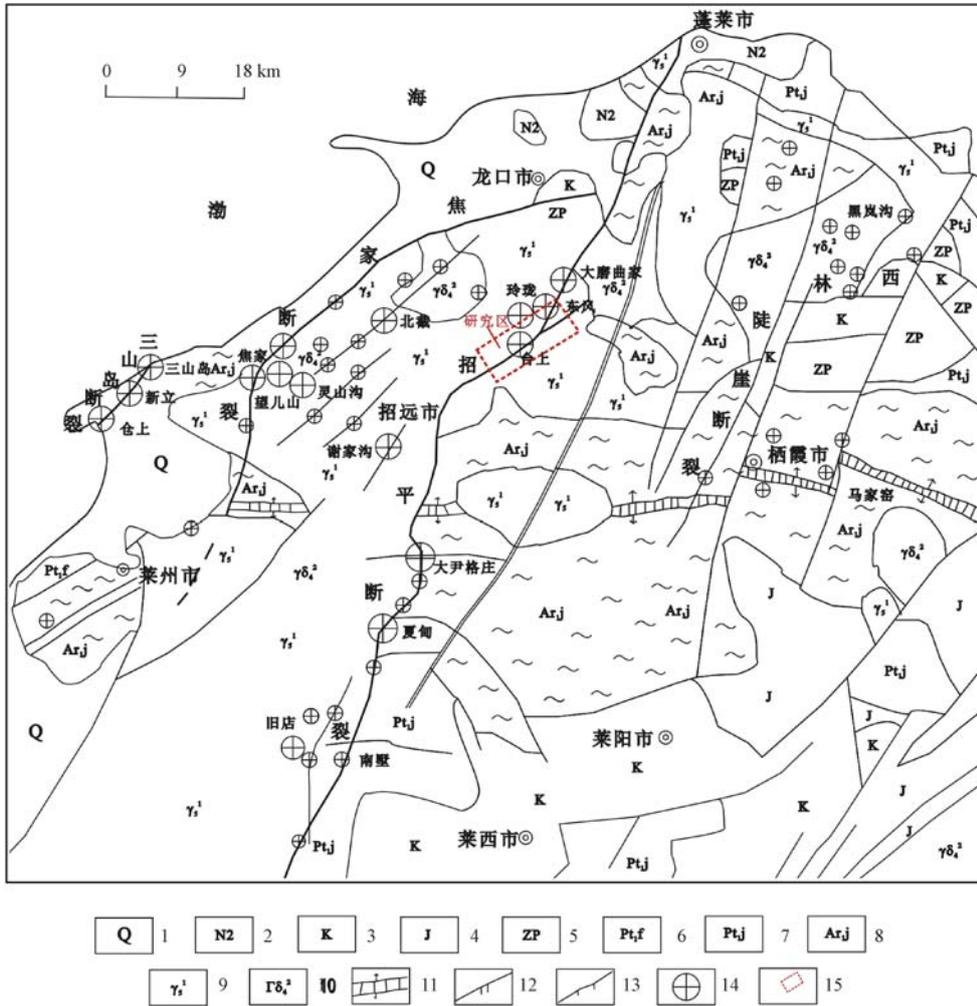
招平断裂带位于华北板块东部, 郯庐断裂带东侧, 胶西北隆起区内<sup>[7]</sup>。断裂带跨度 100 km, 大致走向为北东, 倾向南东, 北起龙口, 经招远、莱西至平度境内 (见图 1)。本文研究的区域主要是招平断裂北段 (破头青断裂), 该段走向为 NEE 50°—70°, 倾向 SE, 倾角 40°左右, 断裂带一般宽 40~300 m, 最宽达 800 m, 其主裂面上盘 (南东侧) 为滦家河岩体, 下盘 (北西侧) 为玲珑岩体, 控制着玲珑、东山、西山、台上、东风等大型特大金矿床 (玲珑金矿田)。沿招平断裂带出露的主要地层为太古代胶东群、荆山群等变质岩系, 分布于招平断裂上盘。岩浆岩主要出露于招平断裂带下盘, 为玲珑型花岗岩, 而滦家河型花岗岩主要出露于招平断裂带上盘。区内构造以断裂为主, 主要有东西、北东和北西向 3

收稿日期: 2014-11-06

基金项目: 中国地质调查局地质矿产调查评价项目“胶东招平断裂带中段构造解析与靶区验证 (12120113096300)”; 国家自然科学基金项目 (41172078, 40862005)

作者简介: 张志航 (1988-), 男, 江西抚州人, 硕士研究生。地质学专业。E-mail: zhangzhihangdeyou@126.com

组断裂构造。其中北东向构造最为发育，是重要的控矿断裂。招平断裂为最大的北东向断裂之一，控制着区内大量金矿床产出。



1—第四系；2—新第三系；3—白垩系；4—侏罗系；5—蓬莱群；6—粉子山群；7—荆山群；8—胶东岩群；9—玲珑花岗岩；10—郭家岭花岗岩；11—栖霞复背斜轴；12—新华夏系压扭性断裂；13—华夏系压扭性断裂；14—金矿床；15—研究区

图1 胶东西北部金矿区域地质图<sup>[8]</sup>

Fig. 1 The regional geological map of the Jiaodong northwestern gold deposit

## 2 围岩蚀变特征

招平断裂带两侧的围岩蚀变特别发育，主要以不同程度的钾长石化、绢英岩化、碳酸盐化、硅化和黄铁矿化为主，其中钾长石化、绢英岩化最为发育，且与金成矿作用密切相关。靠近主断面以晚期蚀变矿化（碳酸盐化、硅化、绢英岩化、黄铁矿化）为主，远离主断面则以早期蚀变矿化（钾长石化）为主。蚀变岩均发育在构造带内，构造破碎强烈的部位蚀变作用也强烈。

钾长石化主要表现为花岗质岩石中的斜长石被钾质所交代，形成大量的钾长石，多呈面状分布，局部呈脉状沿裂隙两侧产出。钾长石化岩石主要为朱红色或淡红色，可作为含矿构造蚀变带的野外识别标志<sup>[10]</sup>。

绢英岩化在蚀变岩型金矿中极为发育，为近矿蚀变，常沿断裂和裂隙发育，在主断面下盘尤为明显。主要表现为岩石中的长石、角闪石、黑云母等逐渐消失，绢云母和石英逐渐增多。绢英岩化与金矿化有密切的关系。

硅化是与矿化关系最直接的蚀变，表现特征为：白色，花岗岩中云母较少或基本消失，岩石较坚硬，局部解理发育处可见菱形格子状解理等间距密集发育。

黄铁矿化晚于金矿形成，或与金矿化同期形成，黄铁矿化蚀变常呈星点状零星散布于岩石中，局部成团簇状密集发育，多与绢英岩化相伴生。

碳酸盐化为晚期蚀变，常呈方解石脉充填于围岩裂隙中。

### 3 蚀变带岩石地球化学分析

在招平断裂带破头青断裂经过处选择代表性的剖面，由于研究区内大部分地区花岗岩均发生不同程度的蚀变，很少见真正未蚀变的岩石样品，因此分别对弱钾化花岗岩、强钾化花岗岩及绢英岩进行取样。样品破碎之后送澳实分析检测集团（广州）澳实矿物实验室测试，其中常量元素采用“ME-XRF06”检测（偏硼酸锂熔融，X荧光光谱分析）；而微量元素则采用“ME-MS81”检测。

#### 3.1 常量元素分析

招平断裂带破头青断裂构造蚀变带常量元素分析结果见表1。从表1可见，各蚀变带中SiO<sub>2</sub>和Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量较多，两者合计可达全部成分的86%以上，其次为Na<sub>2</sub>O和K<sub>2</sub>O，含量最低的是TiO<sub>2</sub>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>和MnO<sub>2</sub>。从弱钾化花岗岩带到强钾化花岗岩带，SiO<sub>2</sub>含量增加，可能是发育的后期石英细脉所致，MgO、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、烧失量等组分亦有增加，Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MnO、Na<sub>2</sub>O含量降低。从强钾化花岗岩带到绢英岩带，含量变高的有CaO和烧失量，表明绢英岩化蚀变带中同时也发生了碳酸盐化；绢英岩化过程中含量升高的组分还有Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、K<sub>2</sub>O、MnO、Na<sub>2</sub>O，含量相对降低的组分有Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>。花岗岩中的Ti大多数赋存于黑云母中，而在各蚀变带中黑云母矿物含量很少，这和Ti在各蚀变带均表现为贫化相符合<sup>[11]</sup>。

表1 招平断裂带破头青断裂常量元素成分 (%)

Table 1 The major element constituents of Potouqing fault in Zhaoping fault zone

样品号	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	LOI	Total
1015-1	75.24	13.51	0.39	0.08	1.08	3.84	0.11	0.02	4.31	0.018	1.12	99.79
1015-2	72.10	14.73	0.41	0.12	1.23	4.10	0.11	0.02	4.54	0.021	0.93	98.42
1015-3	76.97	13.37	0.12	0.08	1.13	3.45	0.18	0.01	2.84	0.031	1.58	99.90
1015-4	77.42	12.97	0.11	0.07	1.07	3.64	0.15	0.01	3.25	0.021	1.19	100.00
1015-5	74.91	14.34	0.09	0.09	0.96	3.68	0.19	0.03	3.84	0.025	1.24	99.53
1015-7	73.60	13.28	1.17	0.07	1.61	3.36	0.23	0.09	4.17	0.025	1.98	99.77
1015-9	73.68	13.29	1.04	0.08	0.81	3.61	0.10	0.03	4.36	0.021	1.52	98.65
1015-11	72.43	13.37	2.14	0.09	0.97	4.06	0.13	0.04	3.97	0.024	2.45	99.87
1015-13	75.51	13.76	0.07	0.08	0.89	4.08	0.15	0.02	4.54	0.026	0.72	99.98

注：1015-1、1015-2 为弱钾化花岗岩；1015-3、1015-4 为强钾化花岗岩；1015-5、1015-7、1015-9、1015-11、1015-13 为绢英岩

### 3.2 稀土元素分析

稀土元素在岩浆分异及地质作用过程中表现得相对稳定,因此已被作为研究岩浆演化和判别成岩成矿物质来源的重要工具<sup>[12]</sup>。招平断裂带破头青断裂稀土元素含量及其特征参数见表2,样品的稀土元素经球粒陨石(球粒陨石标准值引自 Boynton W V, 1984)标准化后得出其 REE 配分曲线(见图2)。

表2 招平断裂带破头青断裂稀土元素含量 ( $\mu\text{g/g}$ ) 及其特征参数

Table 2 The content of REE and characteristic parameters of Potouqing fault in Zhaoping fault zone

样品号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
1015-1	27.6	57.6	6.25	22.4	4.83	0.44	3.44	0.49	2.62	0.51	1.19
1015-2	23.7	43.6	4.61	15.4	3.13	0.48	2.07	0.29	1.48	0.27	0.70
1015-3	25.0	44.2	4.75	16.1	3.14	0.48	2.20	0.38	2.16	0.37	1.12
1015-4	20.9	37.2	3.99	13.2	2.59	0.33	1.53	0.22	1.22	0.22	0.60
1015-5	25.2	42.7	4.85	17.2	3.32	0.52	2.25	0.34	1.88	0.33	0.93
1015-7	18.2	33.5	3.57	12.6	2.40	0.40	1.81	0.28	1.47	0.30	0.72
1015-9	20.6	37.9	3.94	13.1	2.93	0.43	1.89	0.27	1.80	0.34	1.01
1015-11	19.3	35.5	3.61	12.3	2.38	0.48	1.82	0.30	1.56	0.27	0.79
1015-13	17.7	32.7	3.45	11.9	2.21	0.38	1.77	0.27	1.75	0.33	0.86
样品号	Tm	Yb	Lu	Y	$\Sigma\text{REE}$	LREE	HREE	LREE/HREE	$(\text{La}/\text{Yb})_N$	$\delta\text{Eu}$	$\delta\text{Ce}$
1015-1	0.19	1.35	0.20	15.4	129.11	119.12	8.25	11.92	13.82	0.31	1.00
1015-2	0.10	0.57	0.10	8.3	96.50	90.92	4.81	16.29	28.10	0.54	0.93
1015-3	0.17	0.97	0.14	13.0	101.18	93.67	6.23	12.47	17.42	0.53	0.90
1015-4	0.08	0.54	0.07	6.9	82.69	78.21	3.79	17.46	26.15	0.47	0.90
1015-5	0.12	0.71	0.10	9.9	100.45	93.79	5.73	14.08	23.98	0.55	0.86
1015-7	0.11	0.71	0.10	8.9	76.17	70.67	4.58	12.85	17.32	0.56	0.93
1015-9	0.13	0.73	0.10	9.9	85.17	78.90	5.31	12.58	19.07	0.52	0.93
1015-11	0.11	0.67	0.10	8.3	79.19	73.57	4.74	13.09	19.47	0.68	0.94
1015-13	0.12	0.85	0.11	9.6	74.40	68.34	4.98	11.28	14.07	0.57	0.93

注: 1015-1、1015-2 为弱钾化花岗岩; 1015-3、1015-4 为强钾化花岗岩; 1015-5、1015-7、1015-9、1015-11、1015-13 为绢英岩

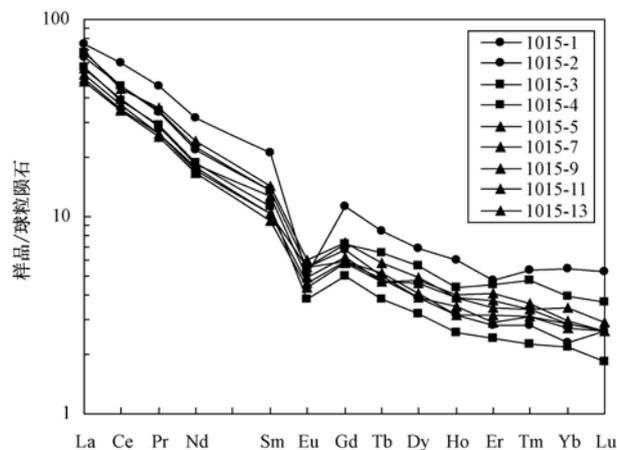


图2 招平断裂带破头青断裂样品稀土元素配分曲线图解

Fig. 2 Match points curve diagram of REE in samples of Potouqing fault in Zhaoping fault zone

从表2及图2中可以看出, 招平断裂带破头青断裂样品的稀土元素具有以下几个地球化学特征:

①稀土元素总含量很高, 为  $74.40 \times 10^{-6} \sim 129.11 \times 10^{-6}$ , 平均值为  $91.65 \times 10^{-6}$ ; 轻、重稀土总量分别为  $68.34 \times 10^{-6} \sim 119.12 \times 10^{-6}$ 、 $3.79 \times 10^{-6} \sim 8.25 \times 10^{-6}$ , 平均值分别为  $85.24 \times 10^{-6}$ 、 $5.38 \times 10^{-6}$ , LREE/HREE 比值  $11.28 \sim 17.46$ , 所以轻、重稀土具有较好的分馏。强钾化花岗岩(1015-4)中轻、重稀土分馏最大, 总体上轻稀土富集, 配分曲线右倾。稀土元素的  $(La/Yb)_N$  值也反映轻、重稀土的分馏情况,  $(La/Yb)_N$  值为  $13.82 \times 10^{-6} \sim 28.10 \times 10^{-6}$ , 也反映了轻、重稀土具有较大的分馏。

②弱钾化花岗岩、强钾化花岗岩及绢英岩均有较明显的 Eu 负异常,  $\delta Eu$  变化范围为  $0.31 \sim 0.68$ , 平均值  $0.53$ 。Ce 在几种蚀变岩中也呈负异常,  $\delta Ce$  值  $0.86 \sim 1.00$ , 平均值为  $0.92$ 。稀土元素具有较明显的 Eu 及 Ce 异常可能与金矿成矿物理化学条件有关<sup>[13]</sup>。

③断裂带弱蚀变至强蚀变过程中,  $\Sigma REE$ 、LREE 和 HREE 均有明显降低, 且相应特征值表现出规律性的变化。造成上述稀土元素变化的原因可能是断裂的分异作用使稀土元素迁移而含量降低<sup>[14]</sup>。

### 3.3 微量元素分析

含矿地质体中微量元素的含量及其变化是深入认识成矿演化与矿床成因的重要依据, 也是进行成矿预测的基础<sup>[15]</sup>。为揭示成矿元素 Au 及其伴生元素之间的相关性, 对招平断裂带破头青断裂中成矿微量元素进行了相关性分析。招平断裂带破头青断裂带微量元素分析结果见表3, 微量元素地球化学相关系数矩阵见表4。

表3 招平断裂带破头青断裂微量元素含量 ( $\mu g/g$ )

Table 3 Trace element constituents of Potouqing fault in Zhaoping fault zone

样品号	Au	Ag	As	Bi	Co	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	W	Zn
1015-1	0.001	0.06	0.2	0.03	1	1	<0.005	0.52	2	47	<5	3	<1	30
1015-2	0.001	0.02	0.1	0.01	1	1	<0.005	0.28	1	28	<5	2	<1	48
1015-3	0.001	0.02	0.1	0.01	1	2	<0.005	0.28	4	25	5	3	<1	96
1015-4	0.001	0.01	0.3	0.01	1	1	<0.005	0.31	3	24	<5	2	<1	70
1015-5	0.001	0.03	0.1	0.05	1	2	<0.005	0.34	2	48	<5	2	2	64
1015-7	0.002	0.06	0.1	0.06	2	2	<0.005	0.57	14	24	<5	2	1	84
1015-9	0.001	0.02	0.1	0.01	1	2	<0.005	0.45	1	23	<5	2	1	47
1015-11	0.002	0.26	0.1	0.04	1	1	<0.005	0.43	1	100	<5	1	1	66
1015-13	0.001	0.03	0.1	0.04	1	1	<0.005	0.72	3	26	5	1	1	75

在构造断裂蚀变带中, 绢英岩带中 Au、Ag、Bi、Mo、Pb 等元素平均质量分数均高于钾化花岗岩带, 这与招平断裂中矿体的赋存部位相吻合, 同时也证明了蚀变与矿化的关系, 即蚀变越强, 矿化越明显。从不同元素的相关系数看: Au 与 Ag、Bi、Co 的相关系数较高, 分别为  $0.75$ 、 $0.61$  和  $0.66$ 。同时 Au 元素与 Ag、Bi、Co、Cu、Mo、Ni、Pb、Zn 等元素具有明显的正相关关系, 说明 Au-Ag-Bi-Co-Cu-Mo-Ni-Pb-Zn 是金成矿密切相关的指示元素组合。而与 As、Sn、W 元素呈负相关关系, 说明这几种元素是在金的不同成矿阶段富集。

## 4 结论

招平断裂带两侧的围岩蚀变特别发育, 主要以不同程度的钾长石化、绢英岩化、碳酸盐

表4 招平断裂带破头青断裂微量元素相关系数矩阵

Table 4 Trace elements correlation matrix of Potouqing fault in Zhaoping fault zone

	Au	Ag	As	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sn	W	Zn
Au	1.00											
Ag	0.75	1.00										
As	-0.27	-0.20	1.00									
Bi	0.61	0.36	-0.33	1.00								
Co	0.66	0.02	-0.18	0.59	1.00							
Cu	0.06	-0.29	-0.45	0.17	0.40	1.00						
Mo	0.25	0.12	-0.19	0.57	0.34	-0.15	1.00					
Ni	0.56	-0.09	-0.10	0.55	0.97	0.42	0.33	1.00				
Pb	0.53	0.93	-0.14	0.33	-0.21	-0.31	-0.02	-0.32	1.00			
Sn	-0.40	-0.47	0.25	-0.36	0.00	0.34	-0.41	0.09	-0.38	1.00		
W	-0.19	-0.13	-0.18	0.40	-0.13	0.40	-0.23	-0.13	0.14	0.00	1.00	
Zn	0.30	-0.01	-0.20	0.20	0.36	0.39	-0.02	0.52	-0.17	-0.13	-0.01	1.00

注: 1015-1、1015-2 为弱钾化花岗岩; 1015-3、1015-4 为强钾化花岗岩; 1015-5、1015-7、1015-9、1015-11、1015-13 为绢英岩

化、硅化和黄铁矿化为主, 靠近主断面以晚期蚀变矿化(碳酸盐化、硅化、绢英岩化、黄铁矿化)为主, 远离主断面则以早期蚀变矿化(钾长石化)为主。其中钾长石化、绢英岩化最为发育, 且与金成矿作用密切相关, 可作为找矿标志。

招平断裂破头青断裂带不同蚀变强度的蚀变岩中常量元素迁移规律明显, 说明了蚀变与矿化作用导致常量元素向矿体迁移富集。REE 总量很高, 轻、重稀土具有较好的分馏, 总体上轻稀土富集, 配分曲线右倾。Eu、Ce 均有较明显的负异常。从断裂带弱蚀变至强蚀变过程中,  $\Sigma$ REE、LREE 和 HREE 均有明显降低, 且相应特征值表现出规律性的变化。

在构造断裂蚀变带中, Au 与 Ag、Bi、Co 的相关系数较高, 且 Au 元素与 Ag、Bi、Co、Cu、Mo、Ni、Pb、Zn 等元素具有明显的正相关关系, 说明 Au-Ag-Bi-Co-Cu-Mo-Ni-Pb-Zn 是金成矿密切相关的指示元素组合。

### 参 考 文 献

- [1] 吕古贤, 郭涛, 刘杜鹃. 玲珑-焦家式金矿构造地质特征及成矿构造物理化学参量因子分析——以阜山金矿区为例 [J]. 地球学报, 2002, 23 (5): 409~416.  
LÜ Gu-xian, GUO Tao, LIU Du-juan. Geological and structural characteristics of the Linglong-Jiaojia type gold deposits and factor analysis of their metallogenic tectonic physicochemical parameters; Exemplified by the Fushan cold deposit [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2002, 23 (5): 409~416.
- [2] 刘晓煌, 张效智, 哈本海, 等. 招平断裂带地质特征及成矿预测浅析 [J]. 黄金, 2003, 24 (12): 10~13.  
ZHANG Xiao-huang, ZHANG Xiao-zhi, HA Ben-hai, et al. The geological characteristics of Zhaoping fault zone and its mineralization prognosis [J]. Gold, 2003, 24 (12): 10~13.
- [3] 李金祥. 胶东西北部招平断裂带构造特征与成矿 [D]. 中国地质大学(北京)博士学位论文, 2005.  
LI Jin-xiang. Study on the structural nature and mineralization of Zhaoping fault belt in northwestern Jiaodong peninsula

- [D]. A Dissertation Submitted to China University of Geosciences for Doctoral Degree, 2005.
- [4] 郭涛. 胶西北金矿区域成矿系统及其构造-流体-矿化研究 [D]. 北京: 中国地质大学, 2005.  
GUO Tao. Study on gold metallogenic system and tectono-fluid-mineralization of Jiaoxibei region [D]. Beijing: China University of Geosciences, 2005.
- [5] 申玉科, 邓军, 徐叶兵. 煌斑岩在玲珑金矿田形成过程中的地质意义 [J]. 地质与勘探, 2005, 41 (3): 45~49.  
SHEN Yu-ke, DENG Jun, XU Ye-bing. Geological significance of lamprophyre during gold mineralization in the Linglong ore field [J]. Geology and Prospecting, 2005, 41 (3): 45~49.
- [6] 申玉科. 胶西北金矿集中区构造-蚀变网络研究 [D]. 北京: 中国地质大学, 2006.  
SHEN Yu-ke. Study on tectono-alteration net of gold in northwest Jiaodong [D]. Beijing: China University of Geosciences, 2006.
- [7] 张文钊, 徐述平. 招平断裂带成矿特征与找矿靶区 [J]. 黄金科学技术, 2005, 13 (4): 7~16.  
ZHANG Wen-zhao, XU Shu-ping. Gold metallogenic features and prospecting targets of the Zhaoping fault zone [J]. Gold Science and Technology, 2005, 13 (4): 7~16.
- [8] 徐述平. 招平断裂带金矿勘查模型与成矿预测 [D]. 北京: 中国地质大学, 2009.  
XU Shu-ping. Gold exploration model and mineralization prediction in Zhaoping fault zone [D]. Beijing: China University of Geosciences, 2009.
- [9] 高海东, 胡宝群, 吕古贤, 等. 玲珑金矿大开头矿区47号脉微量元素特征 [J]. 地质力学学报, 2013, 19 (1): 53~62.  
GUO Hai-dong, HU Bao-qun, LÜ Gu-xian, et al. Trace element characteristics of the No. 47 vein in Dakaitou ore district of Linglong gold deposit [J]. Journal of Geomechanics, 2013, 19 (1): 53~62.
- [10] 胡宝群, 高海东, 申玉科, 等. 玲珑金矿大开头矿区金的赋存特征及其成因意义 [J]. 东华理工大学学报, 2013, 36 (4): 1~7.  
HU Bao-qun, GUO Hai-dong, SHEN Yu-ke, et al. The gold occurrence characteristics and their genetic significance in Dakaitou district of Linglong gold Ore-deposit [J]. Journal of East China Institute of Technology, 2013, 36 (4): 1~7.
- [11] 艾金彪, 马生明, 朱立新, 等. 长江中下游马头斑岩型钼铜矿床常量元素、稀土元素特征及迁移规律 [J]. 地质学报, 2013, 87 (5): 691~702.  
AI Jin-biao, MA Sheng-ming, ZHU Li-xin, et al. Characteristic and migration regularity of major elements and REE in Matou porphyry Mo-Cu deposit in the middle-lower reaches of Yangtze River [J]. Acta Geologica Sinica, 2013, 87 (5): 691~702.
- [12] 王超凡, 吕古贤, 郭涛, 等. 玲珑金矿田破头青断裂带稀土和矿化元素特征分析 [J]. 吉林地质, 2010, 29 (1): 103~108.  
WANG Chao-fan, LÜ Gu-xian, GUO Tao, et al. Analysis on REE and elements related to mineralization of Potouqing fault in Linglong gold deposit [J]. Jilin Geology, 2010, 29 (1): 103~108.
- [13] 李厚民, 沈远超, 毛景文, 等. 石英、黄铁矿及其包裹体的稀土元素特征——以胶东焦家式金矿为例 [J]. 岩石学报, 2003, 19 (2): 267~274.  
LI Hou-min, SHEN Yuan-chao, MAO Jing-wen, et al. REE features of quartz and Pyrite and their fluid inclusions: An example of Jiaojia-type gold deposits, northwestern Jiaodong Peninsula [J]. Acta Petrologica Sinica, 2003, 19 (2): 267~274.
- [14] 谭凯旋, 刘顺生. 微量元素和稀土元素的断裂构造地球化学研究 [J]. 湘潭矿业学院学报, 1993, 18 (1): 47

~53.

TAN Kai-xuan, LIU Shun-sheng. Study on fault tectonogeochemistry of trace element and REE [J]. Journal of Xiangtan Mining Institute, 1993, 18 (1): 47~53.

[15] 徐述平, 杨立强, 张蜀冀, 等. 胶东招平断裂带金矿成矿指示元素特征及找矿应用 [J]. 黄金科学技术, 2010, 18 (5): 7~11.

XU Shu-ping, YANG Li-qiang, ZHANG Shu-ji, et al. Metallogenic indication element characteristics and application of gold deposit in Zhaoyuan-Pingdu fault zone [J]. Gold Science and Technology, 2010, 18 (5): 7~11.

## THE WALL ROCK ALTERATION AND ITS GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF ZHAOPING FAULT ZONE IN JIAODONG

ZHANG Zhi-hang<sup>1</sup>, HU Bao-qun<sup>1</sup>, WANG Xi<sup>1</sup>, SHEN Yu-ke<sup>2</sup>, GUO Tao<sup>2</sup>, LÜ Gu-xian<sup>2</sup>

(1. College of Geosciences, East China Institute of Technology, Fuzhou 344000, Jiangxi, China;

2. Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China)

**Abstract:** Zhao-Ping fault belt is an important gold metallogenic belt in Jiaodong area, and lots of altered-rock-types and quartz-vein-type gold deposits output in the belt and secondary faults of the footwall. To explore the geochemical features of the wall rock alteration, the Potouqing fault in Zhaoping fault belt is taken as the research object, with the profile measuring and sample analyzing. It's showed that the alteration zones of the Potouqing fault are evident in Zhaoping fault belt. With the different alteration intensities in altered rock, the major elements' migration regularity is obvious. The enrichment of HREE is showed in the REE distribution curve. Eu and Ce have obviously negative anomaly. With the process from weak alteration to strong alteration, the  $\Sigma$ REE, LREE and HREE significantly decrease, and the regular changes are showed by the corresponding characteristic value, Au-Ag-Bi-Co-Cu-Mo-Ni-Pb-Zn is the indicator element suite which is closely related to the gold mineralization.

**Key words:** Zhaoping fault zone; geochemical characteristics; Jiaodong