

# 西天山吐拉苏火山盆地金矿成矿系列围岩蚀变地球化学

贾 斌<sup>1,2</sup>, 金成洙<sup>1</sup>

(1. 东北大学 资源与土木工程学院, 辽宁 沈阳 110004; 2. 沈阳地质矿产研究所, 辽宁 沈阳 110033)

摘要:形成于西天山晚古生代吐拉苏火山盆地的伊尔曼得金矿、阿希金矿和塔吾尔别克金矿等 3 种不同类型金矿,其围岩蚀变及微量元素具有不同的特征。伊尔曼得等金矿类型的围岩蚀变为硅化、高岭石化、重晶石化和地开石化,As、Sb、Hg、Cu 与 Au 含量呈正相关关系。塔吾尔别克金矿类型围岩蚀变为硅化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化。蚀变围岩的 As 值增高,Au 和 Ag 的含量明显增高。阿希金矿类型围岩蚀变主要有绢云母化、冰长石化、碳酸盐化、硅化、伊利石化,蚀变岩石的 Se 和 As 含量与 Au、Ag 含量基本呈正相关关系。

关键词:金矿;成矿系列;围岩蚀变;西天山

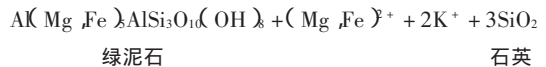
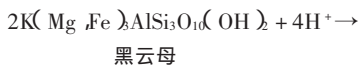
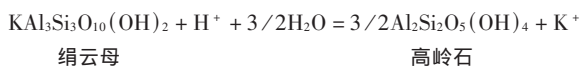
## 1 概况

伊尔曼得金矿、阿希金矿和塔吾尔别克金矿是 3 种不同类型金矿,它们所构成的成矿系列<sup>[1,2]</sup>处于同一构造背景中,即于西天山晚古生代吐拉苏火山盆地内<sup>[3,4]</sup>。在该地区所出露的大哈拉军山组火山岩组合以安山岩和英安岩为主,其次为玄武岩。火山岩呈层状产出,仅在总体火山活动后期出现少量的小火山锥。安山岩和英安岩极为发育,以厚层连续产出,规模极大。在吐拉苏火山盆地的不同部位,这些金矿由于成矿条件、成矿环境和成因的差异,它们的围岩蚀变及微量元素也是有差异的,形成了该成矿系列不同的围岩蚀变特征。

## 2 伊尔曼得金矿和恰布坎卓它金矿围岩蚀变及微量元素

### 2.1 围岩蚀变

伊尔曼得金矿、京希金矿、恰布坎卓它金矿属于同一类型金矿,其本区围岩蚀变主要为硅化、高岭石化、重晶石化,次为地开石化、绿泥石化、绿帘石化、黄铁矿化。矿体以硅化岩为主,均呈他形粒状产出,其中有一部分是胶状环带状的玉髓和蛋白石。硅化程度与岩石蚀变程度呈正相关关系。中酸性火山岩在热液蚀变中一般遵循以下形式析出硅质。



随着金矿热液酸度增大,火山岩中的钾长石依次形成绢云母→高岭石→明矾石。本区矿体附近形成了大量的高岭石,在深部矿化蚀变带中亦见高岭石大量分布。由此表明含矿热液酸性比较大。重晶石化与硅化共生,但重晶石化位于矿体的上部。

### 2.2 围岩蚀变的微量元素成分

为了确定围岩蚀变过程中微量元素成分的变化规律,分别列出了蚀变岩(伊尔曼得金矿)及围岩(恰布坎卓它金矿)的成分数据<sup>[5]</sup>(表 1、2,数据误差符合 DZ0130 - 94 标准)。恰布坎卓它金矿和伊尔曼得金矿的硅化岩石与未硅化岩石含金性明显不同,硅化岩石含金量高,未硅化或弱硅化岩石含金量低。硅化程度相同的岩石如硅化火山角砾岩和硅化凝灰岩及其火山碎屑物粗者含金高,火山碎屑物细者含金低,即火山碎屑岩的孔隙度影响了含金性,如恰布坎卓它金矿硅化火山角砾岩含金  $330 \times 10^{-9}$  硅化凝灰岩含金  $72 \times 10^{-9}$ ,英安质晶屑凝灰岩含金  $1.2 \times 10^{-9}$ 。

从恰布坎卓它金矿围岩微量元素成分可以看出,As、Sb、Hg、Cu 与 Au 含量呈正相关关系,Pb 与 Au 的关系不明显,Ba 与 Au 略有反相关关系,其他元素如 Bi、Zn 等则关系不是很密切。岩石的岩性对含金性略有影响,流纹质的火山岩比英安质的火山岩含金高。

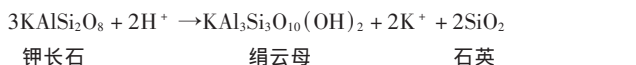
## 3 塔吾尔别克金矿围岩蚀变及微量元素成分

### 3.1 围岩蚀变

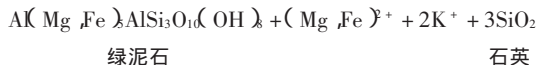
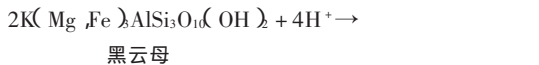
塔吾尔别克金矿<sup>[6]</sup>区围岩蚀变主要为硅化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化、黄铁矿化。二长斑岩体内的细脉浸染型石英脉和硅化作用中的石英,为长石蚀变成绢云母时所析出:

收稿日期 2004 - 10 - 21. 李兰英编辑.

基金项目:国家 305 项目办专题“新疆阿希金矿外围金矿成矿规律及找矿评价研究”(专题号 96 - 915 - 03 - 06 - 02)部分成果.



二长斑岩中的少量黑云母形成绿泥石由下列形式转化：



### 3.2 蚀变围岩的微量元素成分

为了探讨围岩蚀变过程中微量元素成分的变化规律，表 3 中列出了绢英岩化二长斑岩的微量元素含量。绢英岩化二长斑岩中的 Au 和 Ag 的含量明显达到矿化的程度，Au 平均为  $0.157 \times 10^{-6}$ ，Ag 平均为  $0.136 \times 10^{-6}$ 。该区蚀变围岩的 As 值也很高，达  $1922 \times 10^{-6}$ 。

### 4 阿希金矿围岩蚀变和微量元素

#### 4.1 围岩蚀变

本区围岩蚀变主要有绢云母化、钠长石化、冰长石化、碳酸盐化、绿泥石化、硅化、伊利石化、水白云母化。

#### 4.2 围岩蚀变的微量元素成分

为了研究围岩在矿化过程中微量元素的迁移和转化<sup>[7]</sup>，归纳了岩石、蚀变岩和石英脉的微量元素成分(表 4)。Au 和 Ag 元素在烟灰石英脉中含量最高，分别为  $5.15 \times 10^{-6}$  和  $10.23 \times 10^{-6}$ ，其次蚀变岩的 Au、Ag 含量为  $3.69 \times 10^{-6}$  和  $7.08 \times 10^{-6}$ ，其他蚀变岩的 Au、Ag 含量与上述石英脉和黄铁绢英岩的 Au、Ag 含量相比明显降低，Au、Ag 含量由高到低的岩石顺序是硅化石英安山岩→绢云母化石英安山岩→绢英岩化石英安山岩→石英安山岩。

石英脉的 Se 和 As 含量明显较高，分别为  $2247 \times 10^{-9}$  和  $6354 \times 10^{-6}$ ，黄铁矿绢英岩的 Se 和 As 含量也较高，分别为

表 1 恰布坎卓它金矿围岩微量元素成分表

Table 1 Microelement from altered rock of Qiabukanzhuota gold deposit

样品号	岩性	Au	Ag	As	Sb	Hg	Bi	Cu	Zn	Pb	Ba
GX—3	英安质晶屑凝灰岩	1.2	0.05	5.36	0.47	0.01	0.29	6.4	52	18	589
GX—5	英安质玻屑凝灰岩	1.6	0.05	7.7	0.48	0.05	0.37	6.7	63.9	8.8	463
GX—6	英安质角砾凝灰岩	0.7	0.07	4.2	1.8	0.01	0.17	6.6	17	47.1	430
GX—9	英安质玻屑凝灰岩	2.2	0.05	3.6	1.2	0.01	0.3	4	12.5	48.5	293
GX—12	流纹质凝灰岩	8.3	0.2	70	8.6	0.03	0.32	7.5	59.3	32	177
GX—14	硅化火山角砾岩	330	1.5	81	14.2	0.46	0.24	12.5	20.4	15	79
GX—17	硅化凝灰岩	72	1.4	142	18.1	0.1	0.19	21.4	21	97	150
GX—18	碳酸盐化安山岩	1.6	0.05	7.7	0.48	0.05	0.37	6.7	63.9	8.8	4.63

测试单位 沈阳地质矿产研究所实验室(采用原子吸收光谱定量分析方法)。含量单位 Au:  $10^{-9}$ ; 其他元素:  $10^{-6}$ 。

表 2 伊尔曼得金矿蚀变岩石微量元素含量表

Table 2 Microelements from altered rock of Yiermande gold deposit

样品号	岩性	Au	Ag	As	Sb	Hg	Bi	Cu	Zn	Pb	Ba
TY—1	硅化凝灰质含砾岩屑砂岩	1.74	0.59	224	30	3.4	0.2	14.1	47.4	9.6	201
TY—3	硅化凝灰质屑砂岩	0.67	0.1	274	30	2.1	0.26	11.7	99	18.7	307
TY—4	硅化凝灰质砾岩	2.7	0.14	280	30	1.2	0.2	15.3	92	19.5	231
TY—7	硅化凝灰质火山角砾岩	0.86	0.26	233	30	3.1	0.2	18.3	35.5	9.6	292
TY—9	硅化火山角砾岩	1.29	0.5	200	30	2.8	0.16	10.2	62	13.3	192
TY—10	硅化沉火山角砾岩	1.34	0.57	190	27	3.4	1.1	9.9	41	16.9	226
TY—14	强硅化火山角砾岩	3.06	0.45	245	30	2	0.2	15.1	85.3	26.1	312
TY—17	高岭石化岩屑凝灰岩	0.09	0.04	268	15.3	2.3	0.6	5.6	52	10.7	528

测试单位 沈阳地质矿产研究所实验室(采用原子吸收光谱定量分析方法)。含量单位:  $10^{-6}$ 。

表 3 塔吾尔别克金矿蚀变围岩微量元素分析结果

Table 3 Microelements from altered rock of Tawuerbieke gold deposit

样品号	蚀变岩石	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Bi	Hg	Se
TW—5	绢英岩化二长斑岩	0.71	4.08	37.7	25.3	19.3	1922	16.9	5.2	22.2	2.30
TW—8	绢英岩化二长斑岩	0.43	1.42	34.6	32.6	40.0	190	2.08	4.84	0.0	0.76

测试单位 沈阳地质矿产研究所实验室(采用原子吸收光谱定量分析方法)。含量单位: Hg 为  $10^{-9}$ ; 其他为  $10^{-6}$ 。

表 4 阿希金矿含金石英脉及蚀变围岩微量元素分析结果

Table 4 Microelements from auriferous quartz vein and altered rocks of Axi gold deposit

岩 性	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	As	Sb	Bi	Hg	Se	Mo	Sn
灰色石英脉	5.15	10.23	58.79	39.92	165.2	28.54	78.13	6354	224.9	0.17	337.5	2247	44.9	2.39
绢云母化石英安山岩	1.07	2.91	37.6	20.9	57.6	25.31	84.25	1806	478.9	0.16	166.9	508.8	3.47	2.41
绢英岩化石英安山岩	0.97	15.09	49.69	26.34	62.48	22.1	44.98	2438	46.76	0.09	269.5	488.8	13.7	2.4
硅化石英安山岩	2.6	8.97	37.9	62.87	77.22	17.86	277.6	232.1	41.46	0.06	462.5	344.9	6	2.4
黄铁绢英岩	3.69	7.08	40.9	65.2	25.1	53.4	185	5100	72.0	0.14	1560	4060	0.5	2.4
石英安山岩	0.82	1.80	32.6	18.0	40.8	9.42	9.32	6.80	1.70	0.10	28.8	22.2	0.5	2.4

测试单位:沈阳地质矿产研究所实验室(采用原子吸收光谱定量分析方法)。含量单位:Hg和Se为 $10^{-9}$ ,其他为 $10^{-6}$ 。

$4060 \times 10^{-9}$ 和 $5100 \times 10^{-6}$ ,而硅化石英安山岩、绢云母化石英安山岩的Se和As含量相对较低,石英安山岩的Se和As含量更低,分别为 $22.2 \times 10^{-9}$ 和 $6.8 \times 10^{-6}$ 。由此说明成矿作用过程中,岩石蚀变程度越强,遭受蚀变的岩石的Se和As含量越高,并且与Au、Ag含量基本呈正相关关系。

蚀变岩的Cu、Pb、Zn含量随着硅化的增强有增高的趋势,但变化不大。在黄铁矿和白铁矿富集部位,Cu、Pb、Zn含量明显增高。蚀变岩石和未蚀变岩石中的Bi、Sn含量都不高,变化不大,如黄铁绢英岩的Bi和Sn含量分别为 $0.14 \times 10^{-6}$ 和 $2.4 \times 10^{-6}$ ,两种岩石的Bi和Sn含量都很接近或相等,所以在岩石遭受绢云母化和硅化当中,不仅Bi和Sn含量变化小,且数值也很小,这一点显示了浅成低温成矿的特点。

石英脉和黄铁绢英岩的Hg含量分别为 $337.5 \times 10^{-9}$ 和 $1560 \times 10^{-9}$ ,石英安山岩的Hg含量为28.8,说明岩石经过矿化和蚀变作用Hg含量增高。

## 5 围岩的同位素地球化学特征

### 5.1 氢、氧同位素特征

在吐拉苏地区金矿围岩内共测定氢氧同位素样品12件,测定结果列于表5中。 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值范围为 $5\text{‰} \sim 13\text{‰}$ ,氢同位素 $\delta\text{D}$ 值为 $-59\text{‰} \sim 113.6\text{‰}$ , $\delta\text{D}$ 值测定样品为含金石英脉的流体包裹体 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值是经过计算求得的流体的同位素组成。

将测定和计算数据投在流体包裹体 $\delta\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值与热液流体的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值关系图中(图1)。为了便于对比,图1中列出美国内华达州西部金-银矿床(I区)和美国Comstock金矿区(II区)的氢氧同位素组成变化范围,这些矿床都位于太平洋沿海一带的火山岩区,属于浅成低温热液成矿,成矿热液来源于大气降水。I区和II区分布范围比较大,从大气降水线附近一直延伸至原生岩浆水的区域,成矿热液的氢氧同位素组成受到原始岩浆水的影响,造成氢氧同位素组成的变化和飘移。吐拉苏金矿区的氢氧同位素组成投影点比较分散,从大气水界线附近一直到原始岩浆水附近都有分布,由于成矿作用产生于火山岩区,受到一定岩浆水的影响,使大气降水形成的环流成矿热液的氢氧同位素组成产生变化,并向原始岩浆水漂移。这一情况与美国内华达州西部金-银矿床和美国Comstock金矿区的氢氧同位素的演变情况类似。

表 5 吐拉苏地区金矿床含金石英脉中石英的 $\delta^{18}\text{O}$ 及石英中包裹体水的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 和 $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ (SMOW)Table 5 Isotopic compositions of  $\delta^{18}\text{O}$  of quartz,  $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$  and  $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$  of fluid inclusions in quartz from Axi gold deposit

样品号	$\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{‰}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{‰}$	爆裂温度/ $^{\circ}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{‰}$
SA <sub>15</sub> -9	-59.504	5.938	145	-10
SA <sub>110</sub> -1	-62.653	8.984	344	3.5
SA <sub>16</sub> -3	-106.246	12.158	216	3.7
SA <sub>18</sub> -3	-79.488	8.984	192	-3.66
SA <sub>11</sub> -2	-113.568	13.196	312	6.73
SA <sub>16</sub> -7	-103.888	11.611	296	4.57
SA <sub>126</sub> -9	-81.001	8.062	210	-3.03
TW-1	-101.4	10.3	163	-0.21
TW-9	-98.2	10.7	174	-1.6
TQ <sub>1</sub>	-94	17.2	242	-7.5
SJC <sub>1</sub>	-88	13.5	185	-11.2
E <sub>1</sub>	-98	14.3	187	-8.9

由此表明阿希、伊尔曼得、塔吾尔别克等金矿的氢氧同位素组成分布范围反映了成矿热液环流活动于火山岩区,但在流动过程中受到来自原始岩浆水的混合,使氢氧同位素组成改变。所以成矿热液应属于混入少量岩浆水的浅成低温热液。

### 5.2 铅同位素特征

为了探讨阿希成矿区的铅同位素组成与构造环境和成矿物质来源深度的关系,共测定了16件样品(表6),其中6件样品(序号4~9)采自阿希金矿,3件样品(序号1~3)采自塔吾尔别克地区的二长斑岩,其余7件样品(序号10~16)来自加曼特地区的金矿,加曼特金矿的围岩也为大哈拉军山组火山岩,与阿希金矿位于同一吐拉苏火山岩带上。

将这些样品的铅同位素数据投在 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图上(图2),这些岩石和矿石铅同位素组成近于一致,无论是加曼特金矿的含金石英脉还是阿希金矿的含金英脉都与大哈拉军山组火山岩岩石的铅同位素组成近于一致,应属于同源。塔吾尔别克金矿区的二长斑岩的铅同位素组成与火山岩的铅同位素组成近于一致,只能说明二长斑岩和火山岩源于同一岩浆,但二长斑岩形成时期比较晚。



表 6 新疆阿希地区部分火山岩、石英脉及硫化物铅同位素分析结果

Table 6 The lead isotopic analysis of volcanics, quartz vein and sulfide in Axi area of Xinjiang

序号	样品号	岩石名称	样品名称	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
1	T <sub>2</sub>	二长斑岩	钾长石	18.6018	15.5578	38.5175
2	AP <sub>1-1</sub>	二长斑岩	钾长石	19.3240	15.8334	40.1298
3	1062	二长斑岩	钾长石	19.2430	15.6283	39.1958
4	SA <sub>1</sub> 64	闪长玢岩	钾长石	17.5269	15.3564	38.2235
5	SA <sub>1</sub> 73	石英安山岩	钾长石	18.3143	15.5987	38.1843
6	SA <sub>1</sub> 29-3	粗安岩	钾长石	18.5004	15.6510	38.3882
7	SA <sub>1</sub> 108	火山角砾岩	钾长石	16.6644	15.4987	38.4678
8	SA <sub>1</sub> 93	含金石英脉	黄铁矿	18.3402	15.5260	38.1348
9	SA <sub>1</sub> 8-4	含金石英脉	白铁矿	17.9969	15.3450	37.3670
10	P <sub>1-12</sub>	钠长石斑岩	全岩	18.3716	15.4747	38.5386
11	P <sub>1-8</sub>	晶屑凝灰岩	全岩	17.3367	15.3549	37.2555
12	P <sub>1-6</sub>	安山岩	全岩	18.4429	15.5261	38.1453
13	Y-34	火山角砾岩	全岩	18.1431	15.4896	38.3562
14	Y-33-2	多金属硫化物石英脉	全岩	18.2147	15.5283	37.9637
15	Y-23-4	含金石英脉	方铅矿	18.2261	15.5499	38.0390
16	Y-21	含金石英脉	方铅矿	18.2456	15.5545	38.0775

1~3: 塔吾尔别克地区; 4~9: 阿希金矿; 10~16: 加曼特地区。

硅化火山角砾岩和硅化凝灰岩及其火山碎屑物粗者含金高, 火山碎屑物细者含金低, 即火山碎屑岩的孔隙度影响了含金性。As、Sb、Hg、Cu 与 Au 含量呈正相关关系, Pb 与 Au 的关系不明显, Ba 与 Au 略有反相关关系。

(2) 塔吾尔别克金矿类型围岩蚀变主要为硅化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化。二长斑岩遭受绢英岩化后, Au 和 Ag 的含量明显增高。矿区蚀变围岩的 As 值也相应很高。

(3) 阿希金矿类型围岩蚀变主要有绢云母化、钠长石化、冰长石化、碳酸盐化、绿泥石化、硅化、伊利石化、水白云母化。岩石蚀变程度越强, 遭受蚀变的岩石的 Se 和 As 含量越高, 并且与 Au、Ag 含量基本呈正相关关系。蚀变岩的 Cu、Pb、Zn 含量随着硅化的增强有增高的趋势。岩石经过矿化和蚀变作用后 Hg 含量增高。通过蚀变围岩的氢、氧、铅同位素组成的讨论研究, 表明成矿热液应属于混入少量岩浆水的浅成低温热液, 并且吐拉苏地区成矿作用主要是位于大陆弧非海底的环境。

参考文献:

- [1] 翟裕生. 成矿系列研究问题[J]. 现代地质, 1992, (3): 301—307.
- [2] 王世称, 侯惠群, 王於天, 等. 内生矿产成矿系列中比例尺预测方法研究[M]. 北京: 地质出版社, 1993.
- [3] 肖序常, 汤耀庆, 冯益民, 等. 新疆北部及其邻区大地构造[M]. 北京: 地质出版社, 1992.
- [4] 张良臣, 吴乃元. 天山地质构造及演化史[J]. 新疆地质, 1985, (3).
- [5] 漆树基, 李长河. 新疆阿希地区大哈拉军山组火山岩金元素地球化学特征及其成矿关系[J]. 新疆地质, 1994, (2): 139—145.
- [6] 贾斌, 毋瑞身, 田昌烈, 等. 塔吾尔别克—阿庇因迪斑岩型金矿特征[J]. 地质与资源, 2001, (3): 139—144.
- [7] Heald P, Foley N K, Hayba D O. Comparative anatomy of volcanic hosted epithermal deposits: Acid-sulfate and adularia-sericite types[J]. Economic Geology, 1987, 82: 1—26.
- [8] Zartman R E. Lead isotopic provinces in the Cordillera of the Western United States and their geologic significance[J]. Economic Geology, 1974, 69: 792—805.

## WALL-ROCK ALTERATIONS OF THE GOLD METALLOGENIC SERIES IN TULASU VOLCANIC BASIN, WESTERN TIANSHAN

JIA bin<sup>1,2</sup>, JIN Cheng-zhu<sup>1</sup>

(1. Institute of Resources and Civil Engineering, Northeastern University, Shenyang 110004, China;

2. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110033, China)

(Continued on page 17)

地质地球化学 2002, 30(4) 26—33.

成矿特征[J]. 地质论评, 1994, 40(4) 361—367.

[10] 季俊峰, 孙承轅, 郑晴. 江西金山剪切带型金矿床中含金石英脉的

## SIGNIFICANCE AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF RARE EARTH ELEMENTS OF JINSHAN GOLD DEPOSIT, JIANGXI PROVINCE

LIU Zhi-yuan<sup>1,2</sup>, JIN Cheng-zhu<sup>1</sup>, WANG Rong-hu<sup>1</sup>, LIANG Jun-hong<sup>1</sup>, ZHANG Kai-ping<sup>3</sup>

(1. Institute of Resources and Civil Engineering, Northeastern University, Shenyang 110004, China; 2. Institute of Nonferrous Geologic Exploration, Dandong 118008, China; 3. Jinshan Gold Mine, Dexing 334213, China; )

**Abstract:** The Abundance and distribution of rare earth elements(REE) are related to the formatin and evolution of geologic bodies in Jinshan gold deposit. By analyzing and comparing the REE characteristics of wall rock, altered-rock zone and ores from the deposit, it is concluded that the REE migrated and enriched during the rock-fluid interaction, with inheritance of some constituents from original rocks at the same time. The geochemical characteristics of REE in the auriferous quartz veins indicate that the ore-forming fluids are multi-source in nature. The quartz veins are formed by the cooperation of hydrothermal alterations and structural movements at different ore-forming stages. The siliceous rock in the orefield, which was firstly found by the study, is geochemically a kind of hydrothermal sedimentary rock mixed with volcanic and/or terrigenous materials, suggesting a hydrothermal exhalative mineralization in the deposit.

**Key words:** auriferous quartz vein; siliceous rock; hydrothermal sedimentation; REE; Jiangxi Province

作者简介: 刘志远(1972—), 男, 1994年毕业于桂林工学院矿产普查与勘探专业, 现东北大学博士研究生, 通讯地址 辽宁省丹东市四道沟 103 地质队, 邮政编码 118008, E-mail//lzyuan21st@126.com 或 lzyuan21st@tom.com

(Continued from page 22)

**Abstract:** Yiermande gold deposit, Axi gold deposit and Tawuerbieke gold deposit in Western Tianshan area, formed in Late Proterozoic Tulasu volcanic basin, are three distinct types of ore deposits, with different wall-rock alteration features. The wall-rocks of Yiermande type of gold deposit produce such alterations as silicification, kaolinization, baritization and dickitization. The contents of As, Sb, Hg and Cu have a positive relation to Au. The wall-rocks of Tawuerbieke type show silicification, sericitization, chloritization and carbonation. The content of As in wall-rocks raise along with that of Au and Ag. The wall-rock alterations of Axi type include mainly sericitization, adularization, carbonation, silicification and illitization. The Se and As contents are positively relaed to Au and Ag in the altered rock.

**Key words:** Gold deposit; wall-rock alteration; metallogenic series; Western Tianshan

作者简介: 贾斌(1957—), 男, 教授级高工, 1982年毕业于长春地质学院, 现为东北大学博士生, 一直从事火山岩和金矿方面的研究, 通讯地址 沈阳市北陵大街 25 号, 邮政编码 110033, E-mail//syjiabin@egs.gov.cn