

文章编号:0258-7106(2002)04-0387-06

山东金青顶金矿床和七宝山金矿床的 流体包裹体 REE 组成*

陈绪松¹ 徐九华¹ 刘建明² 谢玉玲¹ 朱和平² 李永兵¹

(1 北京科技大学, 北京 100083; 2 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100101)

摘 要 文章运用电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)方法,研究了金青顶金矿床和七宝山金矿床的脉石英中流体包裹体 REE 组成特征。结果表明流体包裹体的 REE 均为 LREE 富集型,并显示 Eu 正异常。成矿流体 REE 配分模式和 REE 参数特征表明它们具有相同的来源。与金矿有关的成矿母岩,即昆嵛山花岗岩和七宝山东次火山岩的 REE 特征也极为相似,反映成矿流体的 REE 组成都有从成岩向成矿过程演化继承的关系。矿床流体包裹体 REE 组成的相似特征及矿床碳氧同位素等特点表明,金青顶金矿床和七宝山金矿床是华北东部中生代同一构造热事件的产物。

关键词 地球化学 矿床成因 流体包裹体 ICP-MS 稀土元素 金矿床 山东金青顶和七宝山

中图分类号:P618.51

文献标识码:A

近年来,国内外学者运用电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)方法开展流体包裹体中 REE 组成的研究,取得了重要进展,该方法具有灵敏度高、检出限低、质谱图简单等特点,是目前分析流体包裹体 REE 组成最灵敏的方法之一。Norman 等(1989)、Ghazi 等(1993)和 Banks 等(1994)在流体包裹体中的稀土元素研究方面做了开创性工作。我国在这方面也取得了初步成果,王丽娟(1998)通过压碎-淋滤流体包裹体的方法,苏文超(1998)采取高温爆裂(>500℃)-淋滤包裹体的方法,运用 ICP-MS 法对黔西南卡林型金矿的流体包裹体稀土元素进行了测试。别风雷等(2000)、范建国等(2000)分别研究了川西呷村黑矿型矿床和辽宁四道沟热液金矿床的石英流体包裹体的 REE 组成。胶东半岛金矿床的成矿流体研究在过去 20 年中取得了很多成果,但在流体的 REE 组成研究方面还是空白。本文选择胶东绿岩带石英脉金矿的典型代表——金青顶金矿床和次火山热液型金矿——七宝山金矿床,研究了石英中流体包裹体的 REE 组成特征,并作了对比分析。还对与成矿有关的昆嵛山花岗岩和七宝山东次火山岩的 REE 组成进行了对比分析,并与矿床中石英流体包裹体的 REE 组成特征进行了比较,探讨了成矿流体的来

源。

1 矿床地质概况

金青顶金矿是胶东绿岩型金矿的典型矿床之一,位于东部的牟乳成矿带内。紧邻胶莱拗陷,胶东群绿岩建造是主要的矿源层。昆嵛山花岗岩与金矿密切相关。对该矿床的成因和定位时代始终存在争议,主要有交代成因和重熔成因等认识(徐洪林等,1997;凌洪飞等,2002)。金矿床位于岩体与胶东群接触带的内带中,受 NNE 向构造控制,矿体由含金黄铁石英脉组成。成矿阶段为:黄铁矿-石英阶段(I),石英-黄铁矿阶段(II),菱铁矿-多金属硫化物阶段(III)和方解石石英阶段(IV)(Xu et al., 1994),其中 II、III 阶段为主成矿阶段。

七宝山金矿床位于山东胶莱拗陷的西南部,西部紧靠沂沭断裂,东南与胶南隆起毗邻。胶莱拗陷为中生代火山岩盆地。七宝山金矿床产在次火山岩的隐爆岩筒中,受火山机构制约,是次火山热液金矿的典型代表(张连营等,1996)。矿区西侧的沂沭断裂为郯庐断裂的一部分。沂沭断裂及其一级构造

* 本文得到国家自然科学基金(49972031)和中国科学院知识创新工程项目(KZCX1-07)的资助

第一作者简介 陈绪松,男,35岁,工程师,硕士,矿产普查与勘探专业。

收稿日期 2001-10-26;改回日期 2002-03-14。李岩编辑。

对本区的成岩成矿起着重要的作用。矿区地层主要为下白垩统青山组,其岩性为一系列安山质火山岩和火山碎屑沉积岩。金矿化主要与中生代晚期次火山岩有关,矿体产在火山隐爆岩筒中。成矿阶段为:石英-黄铁矿阶段(Ⅰ),含金石英-菱铁矿-镜铁矿阶段(Ⅱ)和硫化物-石英-碳酸盐阶段(Ⅲ)。金主要产于第Ⅱ个成矿阶段。

2 流体包裹体 REE 分析

2.1 流体包裹体特征和 REE 测定方法

矿床的脉石英中都存在大量的流体包裹体。金青顶金矿的Ⅰ、Ⅱ阶段石英中主要为气液两相包裹体,均一温度 171 ~ 281 °C。七宝山脉石英中包裹体也很丰富,类型较多,均一温度 141 ~ 251 °C。除气液两相包裹体之外,还有含子晶的多相包裹体,扫描电镜分析表明子晶多为 Fe, Mn, Mg 的碳酸盐矿物。

分别选择了 2 个金矿床的主成矿阶段原生包裹体丰富的样品各 3 件,进行了包裹体 REE 组成测

定。送测石英样品的粒度为 40 ~ 60 目,样重 5 g,样品纯度 > 99 %。样品在 400 °C 的温度下爆裂 15 min,冷却后加 3 ml $w(\text{HNO}_3)$ 为 5 % 的 HNO_3 溶液,超声震荡 10 min,然后进行 ICP-MS 测定。测试在核工业地质测试研究中心进行,实验仪器为 Finnigan MAT 生产的 ELEMENT 型等离子质谱仪,分辨率 300,RF 功率 1.25 kW。其他实验条件为:样品气流速 1.04 L/min,辅助气流速 0.96 L/min,冷却气流速 14.0 L/min,分析室压力 6×10^{-6} Pa。

2.2 包裹体 REE 组成特征

表 1 列出了测试样品的流体包裹体 REE 含量及组成特征。485-15 样品数值较大,其原因除了样品的流体包裹体较多外,还可能混入了其他岩石物质。范建国等(2000)研究对比了辽宁四道沟热液金矿床中石英及其流体包裹体的 REE 组成特征,发现矿脉石英中的 REE 主要赋存于流体包裹体中,而石英晶体本身并不含 REE,故其对流体包裹体中 REE 组成的影响极微,ICP-MS 测得的 REE 成分特征代表了成矿流体的 REE 组成特征。根据表 1 数据,并

表 1 金青顶和七宝山金矿床流体包裹体 REE 组成及特征

Table 1 REE composition of fluid inclusions in quartz from the Jinqingding and Qibaoshan gold deposits

元素	$w_B/10^{-12}$						检出限/ 10^{-12}
	七宝山金矿			金青顶金矿			
	QBS-5	QBS-6	QBS-7	K2 - 2	485-15	K1-40	
La	6.34	6.36	13.20	5.10	2671.86	16.50	0.20
Ce	5.98	10.93	8.81	7.93	3904.06	26.71	0.10
Pr	0.60	1.28	0.92	0.92	402.69	2.85	0.049
Nd	1.92	4.80	2.60	3.28	1293.67	9.34	0.30
Sm	0.10	0.48	0.12	0.10	234.57	0.53	0.2
Eu	0.69	0.24	1.34	0.50	221.49	0.80	0.056
Gd	0.49	0.75	0.62	0.59	172.15	1.18	0.10
Tb	0.01	0.08	0.00	0.02	17.84	0.10	0.0085
Dy	0.34	0.62	0.36	0.44	69.93	1.05	0.067
Ho	0.01	0.09	0.05	0.02	8.70	0.13	0.011
Er	0.11	0.36	0.19	0.20	15.93	0.60	0.069
Tm	0.01	0.03	0.01	0.01	1.48	0.04	0.0077
Yb	0.12	0.29	0.12	0.24	8.01	0.77	0.052
Lu	0.01	0.03	0.01	0.01	0.93	0.05	0.0034
ΣREE	16.71	26.33	28.34	19.36	9023.29	60.63	
特 征 值							
LREE/HREE	14.37	10.76	19.88	11.62	29.59	14.51	
ΣLa- Nd	14.84	23.37	25.53	17.23	8272.28	55.39	
ΣSm- Ho	1.63	2.25	2.48	1.67	724.68	3.78	
ΣEr- Lu	0.25	0.70	0.33	0.46	26.33	1.46	
(La/ Yb) _{cn}	32.73	13.02	63.71	12.46	198.18	12.77	
(La/ Sm) _{cn}	39.62	8.35	68.74	31.88	7.12	19.61	
(Gd/ Yb) _{cn}	2.59	1.59	3.07	1.49	13.18	0.94	
δEu	9.1	1.37	14.15	5.71	3.51	3.43	

样品委托中国科学院地质与地球物理研究所矿物资源探查中心和核工业部地质测试研究中心测定。

标准化后作了流体 REE 配分模式图(图 1)。据两个矿床成矿流体的 REE 组成同与其相关的母岩的 REE 参数的对比(表 2)和图 1 分析,成矿流体的 REE 组成具有以下特征:

(1)为轻稀土富集型,金青顶和七宝山矿床流体的 LREE/HREE 平均值分别为 18.51 和 15.01。REE 分异程度较高, $(La/Yb)_{cn}$ 值分别为 74.47 和 36.49。

(2)具有较弱的 Eu 正异常,金青顶和七宝山矿床 δEu 平均值分别为 4.22 和 8.21。

(3)分布曲线均向右倾斜。轻稀土元素 La-Nd 折线变化较平缓,重稀土元素 Tb-Lu 折线起伏较大。

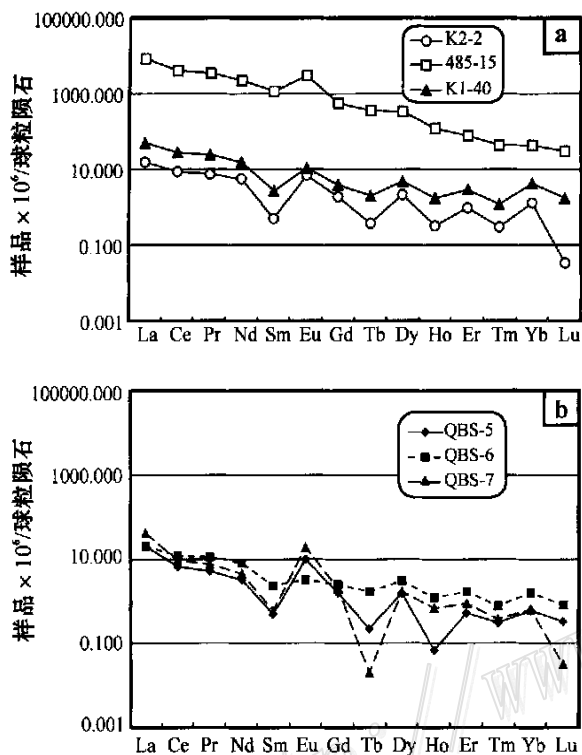


图 1 流体包裹体 REE 配分模式图

a. 金青顶金矿床; b. 七宝山金矿床

Fig. 1 Chondrite-normalized REE patterns of fluid inclusions

a. Jinqingding gold deposit; b. Qibaoshan gold deposit

3 讨论

3.1 母岩的 REE 特征及物质来源

前人研究了与金青顶金矿床相关的昆崙山花岗岩的 REE 组成特征(徐洪林等,1997)及与七宝山金矿床有关的次火山岩(主要为石英闪长玢岩、花岗闪长斑岩)的 REE 组成特征(王郁,1991),图 2 为它们的 REE 组成配分模式图。其 REE 组成有以下特点(参见表 2 及图 2):

(1)为轻稀土富集型,七宝山次火山岩和昆崙山花岗岩的 LREE/HREE 平均值分别为 25.29 和 21.92。REE 分异程度较高, $(La/Yb)_{cn}$ 平均值分别

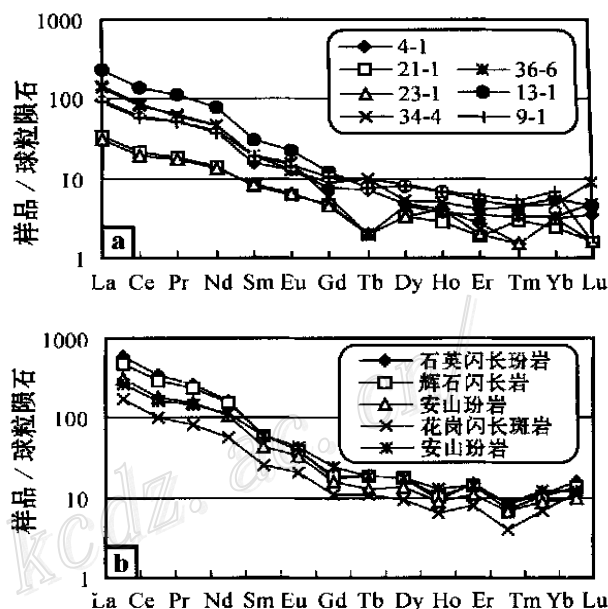


图 2 昆崙山花岗岩和七宝山次火山岩 REE 配分模式图

a. 昆崙山花岗岩(据徐洪林等,1997); b. 七宝山次火山岩

(据王郁等,1991)

Fig. 2 Chondrite-normalized REE patterns of Kunyushan granite and Qibaoshan sub-volcanic rocks

a. Kunyushan granite (After Xu et al., 1997); b. Qibaoshan sub-volcanic rocks (After Wang et al., 1991)

表 2 金青顶和七宝山金矿床成矿流体与母岩体 REE 参数对比

Table 2 Comparison of REE in ore-forming fluids and mother rocks from the Jinqingding and Qibaoshan gold deposits

	$\Sigma REE/10^{-6}$	LREE/HREE	$\Sigma La-Nd/10^{-6}$	$\Sigma Sm-Ho/10^{-6}$	$\Sigma Er-Lu/10^{-6}$	$(La/Yb)_{cn}$	$(La/Sm)_{cn}$	$(Gd/Yb)_{cn}$	δEu
七宝山流体 ^①	23.79	15.01	21.24	2.12	0.43	36.49	38.9	2.41	8.21
七宝山次火山岩 ^②	443.06	25.29	413.85	24.14	5.07	36.93	7.15	1.78	1.06
金青顶流体 ^①	2431.41	18.51	2178.61	243.38	9.42	74.47	19.54	5.2	4.22
昆崙山花岗岩 ^③	138.93	21.92	128.07	9.08	1.78	26.19	5.91	1.87	1.06

注:各参数为平均值。①本文;②王郁,1991;③徐洪林等,1997。

为 36.93 和 26.19。

(2) 不具 Eu 异常。

(3) 配分图折线均较平滑地向右倾斜,形状相似。

昆崙山花岗岩和七宝山次火山岩的稀土配分模式相似(图 2), LREE- MREE- HREE 三角图解(图 3a)显示成矿流体和岩体落入同一区域,而且非常集中。从表 2 可见,各种稀土参数很接近,均无 Eu 异常(δEu 平均值均为 1.06)。七宝山次火山岩和昆崙山花岗岩的 REE 组成参数(La/Yb)_{cn} 平均值分别为 36.93 和 26.19, (La/Sm)_{cn} 平均值分别为 7.15 和 5.91, LREE/ HREE 平均值分别为 25.29 和 21.92, 只是七宝山次火山岩比昆崙山花岗岩的 ΣREE 高(ΣREE 平均值分别为 443.06×10^{-6} 和 138.93×10^{-6})。总的来说,它们具有相似的 REE 组成特征。

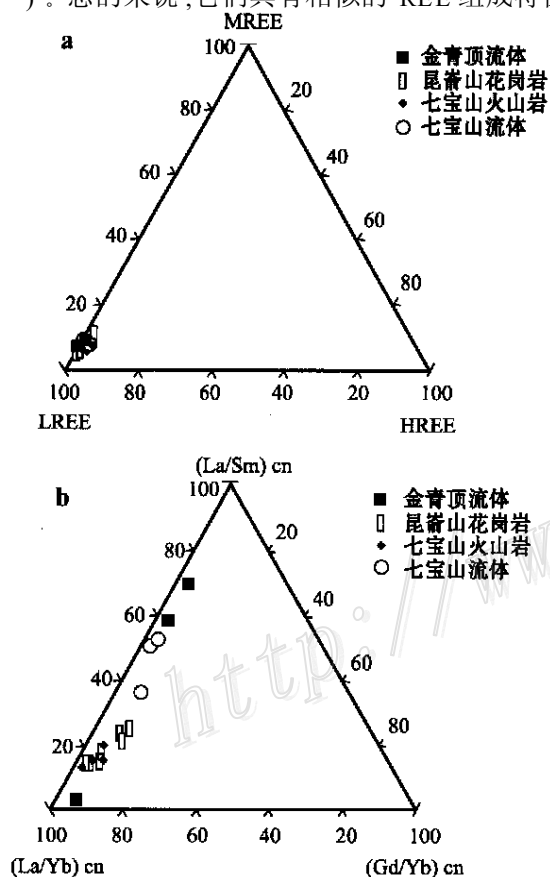


图 3 REE 组成特征三角图解

a. 米涅耶夫图解(陈德潜等, 1990); b. (La/Yb)_{cn} - (La/Sm)_{cn} - (Gd/Yb)_{cn} 图解

Fig. 3 Triangular diagram of REE composition in fluid inclusions and in mother granite

a. Minieyev diagram (Chen et al., 1990); b. (La/Yb)_{cn} - (La/Sm)_{cn} - (Gd/Yb)_{cn} diagram

据牟保磊(1999)资料,中国壳型花岗岩相对富重稀土, (La/Yb)_{cn} 平均值 < 10 , Eu 亏损明显, $\delta\text{Eu} < 0.5$; 而壳幔源型花岗岩富集轻稀土, (La/Yb)_{cn} 平均值 > 10 , 平均为 22.84, (La/Sm)_{cn} 平均值为 4.19, LREE/ HREE 平均值为 12.94, $\Sigma\text{REE} < 200 \times 10^{-6}$, 平均为 158.7×10^{-6} 。七宝山次火山岩和昆崙山花岗岩的 REE 参数与壳幔源型花岗岩比较相符,因此,可以认为它们的来源应为壳幔源型花岗岩,或为同熔型花岗岩(刘英俊等, 1987)。

3.2 金矿床成矿流体来源及母岩 REE 的演化

金青顶金矿床和七宝山金矿床成矿流体与母岩的 REE 组成在图 3a 中落入同一狭小区域。为进一步探讨两矿床的 REE 特征,笔者还作了流体和母岩的 (La/Yb)_{cn} - (La/Sm)_{cn} - (Gd/Yb)_{cn} 图解(图 3b)。在该图解中,昆崙山花岗岩、七宝山次火山岩的投影点相对集中,而成矿流体的投影点分布范围较大,显示其轻稀土之间的分异更大一些。可能说明成矿流体的 REE 组成发生了进一步的分异。成矿流体的 REE 参数和相关母岩的参数有相似的特点,只是成矿流体的 Eu 具有较弱的正异常,而岩石不具 Eu 异常。可能的解释为成矿流体与相关岩石有相同的来源,成矿流体在上升运移的过程中有其他流体(如大气水)的加入,并和围岩进行物质交换而导致流体的轻稀土进一步分异演化。很多学者也认为金青顶金矿床和七宝山金矿床成矿流体为岩浆水,并有大气水加入(张联营等, 1996; 裴有守等, 1988)。图解和参数对比分析表明它们的 REE 配分模式属于同一类型,成矿流体和相关岩石的 REE 有继承演化的特点。

金青顶金矿床和七宝山金矿床的岩石具有相同的配分特征,它们的成矿流体 REE 组成与其母岩有继承演化关系,说明胶东地区次火山岩热液金矿床和绿岩型含金石英脉金矿床可能具有相同的成矿物质来源。它们的硫同位素具有深源硫的特征。七宝山金矿床的 $\delta^{34}\text{S}$ 为 $+0.3\text{‰} \sim +5.8\text{‰}$ (张联营等, 1996), 以小正值正向偏离陨硫值,具有深源硫的特征,反映了与次火山岩的关系。金青顶金矿床黄铁矿硫同位素变化范围较窄:为 $+6.3\text{‰} \sim +8.6\text{‰}$ (徐九华等, 1996), $+5.6\text{‰} \sim +9.4\text{‰}$ (裴有守 1988), 具有塔式正态分布特点,主要具有深源硫的特征。 $\delta^{34}\text{S}$ 值比较接近胶东群地层和昆崙山花岗岩岩体内黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值(分别为 $+7.0\text{‰} \sim +7.8\text{‰}$ 和 $+3.8\text{‰} \sim +8.5\text{‰}$), 反映了胶东群、昆崙山岩体

和金矿床之间的联系。

刘建明等(2001)系统研究了鲁东不同类型金矿床的成矿时代和碳氧同位素特征, $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 值主要集中在 $-1\text{‰} \sim -6\text{‰}$, 其中金青顶金矿床 $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 为 $-1.958\text{‰} \sim -4.349\text{‰}$, 七宝山金矿床 $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 为 $-0.248\text{‰} \sim -5.307\text{‰}$, 金成矿都集中在中生代早白垩世($115\text{ Ma} \pm 15\text{ Ma}$), 因此认为 $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 指示了统一的 CO_2 来源, 从而指出鲁东不同类型的金矿床可能为中生代燕山期同一构造热事件的产物。本文对金青顶金矿床和七宝山金矿床成矿流体的 REE 组成特征研究支持了这个结论。

4 结 论

(1) 金青顶金矿床和七宝山金矿床流体包裹体均为 LREE 富集型, 并显示 Eu 正异常, REE 配分模式和 REE 参数特征相似。结合稳定同位素等其他地质地球化学资料, 表明 2 个矿床的成矿流体具有相同的来源。

(2) 两个矿床的成矿母岩, 即昆嵛山花岗岩和七宝山水火岩的 REE 特征也极为相似。成矿流体的 REE 组成特征有从成岩向成矿过程演化继承的特点。

(3) 矿床成矿流体及其母岩 REE 组成的相似特征为胶东金矿床是华北东部中生代同一构造热事件的产物的论点提供了又一个证据。

致 谢 本项研究野外工作得到乳山金矿王吉青高工和地测科同志的支持与帮助, 也得到了七宝山金矿地测科同志的大力协助。中国科学院地质与地球物理研究所叶杰博士参加了野外工作, 在此致以诚挚的谢意。

References

- Banks D A, Yardely B W D, Campell A R, et al. 1994. REE composition of an aqueous magmatic fluid inclusions study from the Capitan pluton, New Mexico, USA [J]. *Chem. Geol.*, 113: 259 ~ 272.
- Bie F L, Hou Z B, Li S R, et al. 2000. Composition characteristics of rare earth elements in metallogenetic fluid of the Gacun superlarge "Kuroko"-type deposit [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 16(4): 575 ~ 580 (in Chinese with English abstract).
- Chen D Q and Chen G. 1990. Applied elementary geochemistry [M]. Beijing: Metall. Industr. Pub. House. 233 ~ 235.
- Fan J G, Ni P, Su W C, et al. 2000. Characteristics and significance of rare earth elements in quartz of Sidaogou hydrothermal gold deposit, Liaoning [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 16(4): 587 ~ 590 (in Chinese with English abstract).
- Ghazi A M, Vanko D A, Roedder E, et al. 1993. Inductively coupled plasma-mass spectrometry [J]. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 57(18): 4513 ~ 4516.
- Ling H F, Hu S X, Sun J G, et al. 2002. Geochemical study of granitic wall-rock alteration in Dayingezhuang gold deposit of alteration rock type and Jingqingding gold deposit of quartz-vein type [J]. *Mineral Deposits*, 21(2): 187 ~ 199 (in Chinese with English abstract).
- Liu J M, Ye J, Xu J H, et al. 2001. Preliminary discussion on geodynamic background of Mesozoic gold metallogeny in eastern north China: with examples from eastern Shandong Province [J]. *Progress on Geophysics*, 16(1): 39 ~ 46 (in Chinese with English abstract).
- Liu Y J and Cao L M. 1987. Introduction to elementary geochemistry [M]. Beijing: Geol. Pub. House. 1 ~ 279 (in Chinese).
- Mou B L. 1999. Elementary Geochemistry [M]. Beijing: Beijing Univ. Pub. House. 270p (in Chinese).
- Norman D I, Kyle P K and Charles B. 1989. Analysis of trace elements including REE in fluid inclusion liquid [J]. *Econ. Geol.*, 84: 161 ~ 166.
- Su W C, Qi L, Hu R Z, et al. 1998. ICP-MS analysis of REE in inclusion fluids [J]. *Chinese Sci. Bull.*, 43(10): 1094 ~ 1098 (in Chinese with English abstract).
- Wang L J. 1998. Analysis and study of composition of fluid inclusion [J]. *Geol. Rev.*, 44(5): 496 ~ 499 (in Chinese with English abstract).
- Wang Y. 1991. Geological characteristics and origin of Qibaoshan gold deposit in Shandong Province [J]. *Geol. Rev.*, 37(4): 299 ~ 336 (in Chinese with English abstract).
- Xu H L, Zhang D Q and Shun G Y. 1987. Characteristics and genesis of Kunyushan granite and its relation with gold deposit in Jiaodong [J]. *Acta Petrologica et Mineralogica*, 10(2): 131 ~ 143 (in Chinese with English abstract).
- Xu J H, Sun W R and Jia S K. 1994. Mineralogical and wallrock alteration at the Jingqingding gold deposit in Jiaodong Peninsula, China [J]. *Explore Mining Geol.*, 3(1): 1 ~ 8.
- Zhang L Y and Chen M Q. 1996. Geochemical characteristics of Qibaoshan Au-Cu deposit in Shandong Province and its genesis [J]. *Contribution to Geol. & Explr.*, 11(1): 18 ~ 24 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

- 别风雷, 侯增谦, 李胜荣, 等. 2000. 川西呷村超大黑矿型矿床成矿流体包裹体稀土元素组成 [J]. *岩石学报*, 16(4): 575 ~ 580.
- 陈德潜, 陈刚. 1990. 实用元素地球化学 [M]. 北京: 冶金工业出版社. 233 ~ 235.
- 范建国, 倪培, 苏文超, 等. 2000. 辽宁四道沟热液金矿床中石英

- 的稀土元素特征及意义[J]. 岩石学报, 16(4): 591 ~ 594.
- 凌洪飞, 胡受奚, 孙景贵, 等. 2002. 胶东金青顶和太平格庄金矿床花岗岩围岩的蚀变地球化学研究[J]. 矿床地质, 21(2): 187 ~ 199.
- 刘建明, 叶杰, 徐九华, 等. 2001. 初论华北东部中生代金成矿的地球动力学背景——以胶东金矿为例[J]. 地球物理学进展, 16(1): 39 ~ 46.
- 刘英俊, 曹励明. 1987. 元素地球化学导论[M]. 北京: 地质出版社. 1 ~ 279.
- 牟保磊. 1999. 元素地球化学[M]. 北京: 北京大学出版社. 270 页.
- 苏文超, 漆亮, 胡瑞忠, 等. 1998. 流体包裹体中稀土元素的 ICP-MS 分析研究[J]. 科学通报, 43(10): 1094 ~ 1098.
- 王丽娟. 1998. 流体包裹体成分分析研究[J]. 地质论评, 44(5): 496 ~ 499.
- 王郁. 1991. 山东七宝金山矿床地质特征及成因探讨[J]. 地质论评, 37(4): 299 ~ 336.
- 徐洪林, 张德全, 孙桂英. 1997. 胶东昆嵛山花岗岩的特征、成因及其与金矿的关系[J]. 岩石矿物学杂志, 10(2): 131 ~ 143.
- 张联营, 陈敏清. 1996. 山东五莲七宝金山铜矿床地球化学特征及成因分析[J]. 地质找矿论丛, 11(1): 18 ~ 24.

REE Composition of Fluid Inclusions in Jinqingding and Qibaoshan Gold Deposits, Jiaodong Area

Chen Xusong¹, Xu Jiuhua¹, Liu Jianming², Xie Yuling¹, Zhu Heping² and Li Yongbing¹

(1 Beijing University of Science and Technology, Beijing 100083, China; 2 Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China)

Abstract

The Jinqingding gold deposit and the Qibaoshan gold deposit are known as a typical vein gold deposit and a sub-volcanic gold deposit, respectively, in Jiaodong area. Fluid inclusions in quartz of both gold deposits can be classified into two species: aqueous inclusions and CO₂-rich inclusions. Daughter minerals in the Qibaoshan gold deposit are Fe-, Mg- and Mn-bearing carbonate, as shown by SEM/EDS. REE and trace elements in fluids in quartz are determined by ICP-MS. The data show that the fluids are enriched in LREE with a positive Eu anomaly. Chondrite-normalized REE patterns show that they have the same origin (crust-mantle source) and their REE parameter characteristics are quite similar to those of their mother rocks, indicating that REE in fluids assumes the evolutive relations between mother rock and ore fluids. The abnormal trace element compositions of ore-forming fluids are very similar in the Jinqingding and in the Qibaoshan. The $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ values range from -6 ‰ to 0 ‰, and the $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ values vary from 7 ‰ to 13 ‰, suggesting that the gold deposits in Jiaodong area were probably formed by the same Mesozoic tectonic movement and deep thermal event in eastern North China region.

Key words: geochemistry, fluid inclusion, ICP-MS, rare earth element, gold deposit, Jinqingding and Qibaoshan