

# 山东招远灵山沟金矿床成矿流体特征研究

于晓飞<sup>1</sup>,孙丰月<sup>1</sup>,王力<sup>1</sup>,崔威<sup>2</sup>,郑和<sup>3</sup>

(1. 吉林大学地球科学学院; 2. 黑龙江齐齐哈尔矿产勘查开发总院; 3. 内蒙古第九地质矿产勘查开发院)

**摘要:**采用先进的 Linkam 冷热台和 Renishaw 激光拉曼光谱仪对灵山沟金矿成矿流体包裹体进行了测试分析,进而讨论了成矿的物理化学条件,并用新的方法估算了灵山沟金矿的成矿深度。分析表明,灵山沟金矿流体包裹体为气液二相盐水溶液( )和含 CO<sub>2</sub> 三相包裹体( )两大类,且以前者为主,成分为以 H<sub>2</sub>O (X<sub>B</sub> = 98%) 为主的 CO<sub>2</sub> - H<sub>2</sub>O 流体,含有少量的 CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, N<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub> 和阴离子 Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, 其中 Cl<sup>-</sup> > HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> > SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; 均一温度为 155.7 ~ 248.6 °C; 盐度为 3.39% ~ 8.81% (NaCl); 密度在 0.84 ~ 0.96 g/cm<sup>3</sup> 之间; 估算的成矿压力为 41.8 ~ 65.7 MPa, 应用断裂带流体深度和压力之间的非线性关系式, 计算出灵山沟金矿成矿深度为 5.13 ~ 6.64 km, 说明灵山沟金矿属于造山型金矿中的中成金矿床。

**关键词:**流体包裹体; 成矿深度; 静水/静岩压力; 造山型金矿; 灵山沟金矿; 山东招远

**中图分类号:** P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1277(2007)06-0013-05

灵山沟金矿床位于胶东西北部,大地构造位置位于环太平洋构造带上。区域上有著名的三山岛断裂、焦家—新城断裂、招远—平度断裂。灵山沟金矿产在新城—焦家断裂和招远—平度断裂之间,受控于灵北断裂及其次级断裂,位于 NE 向招远—平度成矿带的北部<sup>[1,2]</sup>。区域范围内出露的地层主要为太古代胶东岩群变质岩、古元古代荆山群和粉子山群变质岩,在局部地区新元古代蓬莱群沉积岩以角度不整合覆于太古代结晶基底之上,为一套稳定的盖层沉积。燕山期侵入体较为发育,主要有玲珑花岗岩体、郭家岭花岗岩体和栾家河花岗岩体等。

近年来,我们在招远灵山沟矿区和北截地区的工作中,发现 SN 向构造无论从规模上还是对含矿断裂的切割上,都具有显著的意义。我们认为 SN 向的诸流河断裂,是灵山沟矿区一条重要的成矿后构造,左行正断切割含矿构造。在先期研究中,我们根据 SN 诸流河断裂对控制断裂的影响,对控制灵山沟、北截金矿床产出的灵北断裂进行了重新厘定,灵山沟矿区控制 1 号脉分布的 F<sub>1</sub> 断裂为灵北主断裂,并非灵北断裂的次级构造,其向南西经七厘山,而不是经黄埠岭进入莱州境内的;然而分布在其西部的黄埠岭—凤凰山断裂为一条与灵北断裂同级别、同规模、同性质的断裂,两者在空间上呈斜列展布<sup>[3]</sup>。矿区内胶东岩群变质岩以包裹体和残块形式残留于花岗岩中,岩浆岩以玲珑花岗岩为主,并发育中酸性脉岩。矿区断

裂以 NE、NNE 向断裂为主,其次发育 SN 向断裂和 NW 向断裂构造。NE 向灵北断裂为主要的容矿构造和控矿构造,SN 向诸流河断裂将灵山—北截断裂及其次级构造错断,为成矿后破矿构造(见图 1)。灵山沟金矿具有焦家式和玲珑式两种类型,即蚀变岩型和石英脉型。

对于灵山沟金矿床的地质特征、控矿条件等前人已经进行了较多研究,但目前尚未见到流体包裹体方面的详细研究报道。鉴于此,本文作者采用先进的 Linkam 冷热台和 Renishaw 激光拉曼光谱仪,对该矿床含金石英脉中的原生流体包裹体进行了认真观察及系统研究,并以此为基础,总结了成矿流体特征,进而分析讨论了成矿深度及流体来源,确定了矿床类型。

## 1 矿床地质特征

灵山沟金矿区已发现矿脉 26 条,具有工业意义的为 1 号脉和 5 号脉,两者分别受灵北主断裂和其上盘的次级断裂控制,1 号脉是石英脉型矿化,5 号脉是蚀变岩型矿化。矿体产在破碎带变缓部位,1 号脉矿体在平面上呈透镜状、脉状,平均厚度为 25m,最长 350m,矿体向北东侧伏,侧伏角为 10°; 5 号脉矿体形态呈透镜状,最大长度 250m,最大厚度 18m,总体向北东侧伏,侧伏角为 30°。

我们在先期的研究中,消除了 SN 向断裂的破坏

收稿日期: 2007-01-08

基金项目: 本文为《山东省玲珑金矿灵山沟矿区金矿成矿远景及矿体定位预测》项目的部分成果

作者简介: 于晓飞(1970—),男,内蒙古赤峰人,博士研究生,主要从事热液矿床方面的研究;长春市建设街 2199 号,吉林大学地球科学学院,

130061

效应后,矿体呈“结环”状分布,而非前人认为的呈“入”形分布<sup>[3]</sup>。围岩蚀变具有明显的分带性,从外向里依次为钾化、绢英岩化、硅化,其中硅化和绢英岩化与矿化关系最为密切。

因为灵山沟金矿床与胶东地区金矿床一样形成于燕山期,可分为4个矿化阶段:金-黄铁矿-石

英阶段;金-石英-黄铁矿阶段;金-多金属硫化物阶段;碳酸盐化阶段。、为主成矿阶段。主要金属矿物为黄铁矿、黄铜矿、辉铜矿、闪锌矿、碲银矿、辉碲铋矿,金主要赋存于黄铁矿中,矿石构造以块状、浸染状构造为主,其次为脉状构造、网状构造、细脉浸染状和角砾状构造为主。

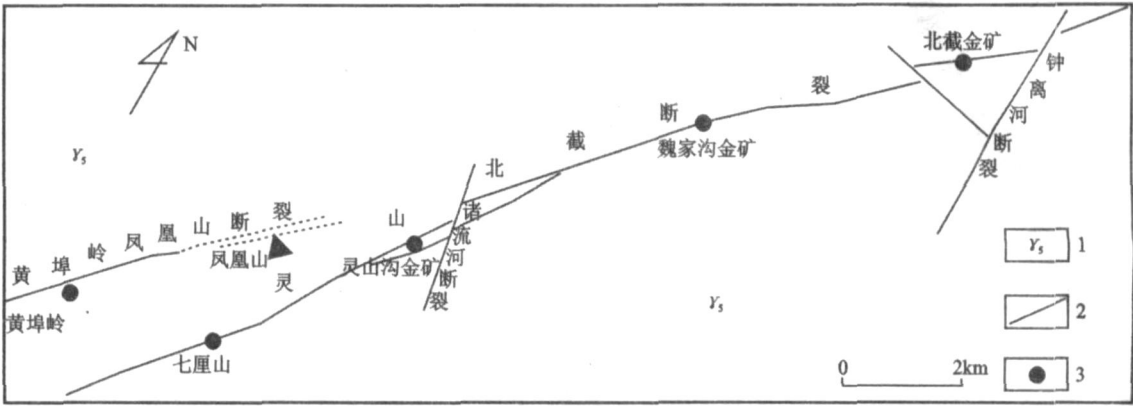


图 1 山东省招远灵北断裂带地质简图  
1—玲珑花岗岩 2—断裂 3—金矿床

2 流体包裹体类型

所分析样品取自灵山沟金矿-390m中段含金石英脉,故该样品的流体包裹体能够提供与成矿有关的信息。将样品磨制成厚0.25~0.3mm的包裹体片进行了流体包裹体岩相学、均一-冷冻法测温研究及成分分析。在吉林大学地球科学学院地质流体实验室内,所用测温仪器为Linkam THMS-600型冷热台,测试前用人造纯H<sub>2</sub>O及25% H<sub>2</sub>O-CO<sub>2</sub>包裹体(国际标样)进行了系统校正,误差0.1±。包裹体成分测定采用Renishaw System-1000型激光拉曼光谱仪,514nmAr<sup>+</sup>离子激光器,扫描范围4500~850cm<sup>-1</sup>,狭缝宽度20μm,积分时间150s,精度1cm<sup>-1</sup>。

样品中的原生流体包裹体可分为两大类:即气液

二相盐水溶液包裹体(型)和含CO<sub>2</sub>三相包裹体(型),以前者为主。灵山沟金矿含矿石英中的流体包裹体数目较多,但个体比较小,形态以椭球状为主,空间上大多呈随机分布,共生于同一石英颗粒内,反映了它们同阶段捕获的特点。次生包裹体数量相对较少,主要沿裂隙呈线性分布。

型气液二相包裹体(见图2),气液比为10%~15%,个别达20%,椭圆形、部分为圆形,大小一般在6~12μm,个别是15μm、20μm,平均为11μm,该类包裹体占绝对优势,在矿石中分布广泛,约占包裹体总数的90%以上。

型含CO<sub>2</sub>的三相包裹体,该类包裹体在矿石中少见,主要由气态和液态CO<sub>2</sub>以及H<sub>2</sub>O组成,形态为椭圆形、长条状及不规则状,气液体积比10%~15%或30%~35%。

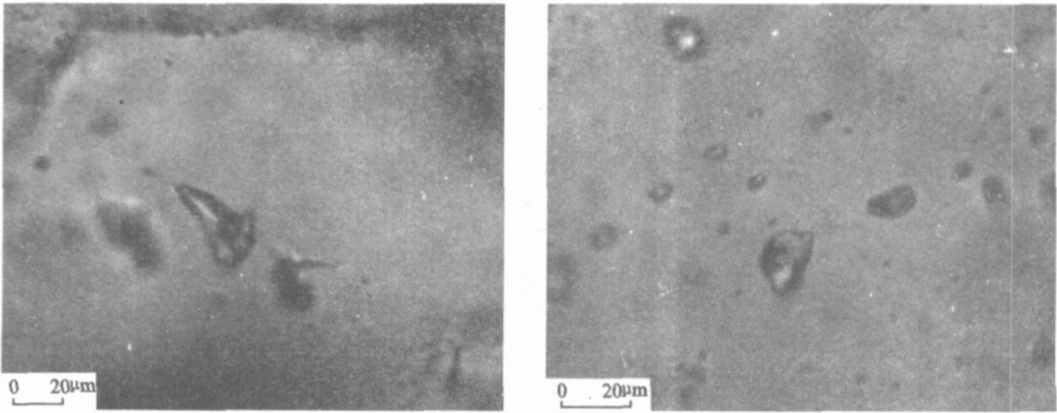


图 2 矿石中气液二相包裹体

3 流体包裹体显微测温

3.1 均一温度

本次工作对 3 个石英样品进行了流体包裹体的均一温度测定。研究表明石英流体包裹体成矿均一

温度呈正态分布,反映了成矿阶段温度的实际变化特点,结果见表 1。对石英包裹体均一温度统计表明,石英脉中原生包裹体的均一温度变化区间在 155.7 ~248.6 范围内,峰值为 180 ~200 ,均一温度变化与气液比呈正相关 (见图 3 - A)。

表 1 灵山沟金矿流体包裹体气液二相包裹体测试结果

样品号	包裹体数量 /个	包裹体大小 /μm	气液比 /%	$T_i$ /	$T_{ht}$ /	$S$ /%	$\rho$ /(g·cm <sup>-3</sup> )	$p_s$ /MPa	$h_{ph}$ /km
390 - 7 - B1	29	6 ~15	10 ~15	- 3.0 ~ - 2.0	167.8 ~224.9	3.39 ~6.01	0.87 ~0.94	41.86 ~55.41	6.24 ~5.13
390 - 7.7 - 1	25	6 ~15	10 ~20	- 4.1 ~ - 2.0	158.5 ~244.8	3.39 ~6.59	0.84 ~0.96	42.11 ~67.53	5.14 ~6.64
390 - 4 - 1	9	5 ~9	15 ~20	- 5.7 ~ - 4.4	161.9 ~216.9	7.02 ~8.81	0.9 ~0.96	44.24 ~59.08	5.28 ~6.17

注:吉林大学地球科学学院地质流体研究实验室测试; $T_i$ 为冰点温度, $T_{ht}$ 成矿温度, $S$ 为盐度, $\rho$ 为密度, $p_s$ 为成矿压力, $h_{ph}$ 为孙丰月模拟公式计算深度

3.2 盐度

冷冻 -均一过程中测得气液二相包裹体冰点温度为 - 1.8 ~ - 4.1 ,平均为 - 2.98 ,根据 Potter 等 (1978)的公式: $w_s = 0.00 + 1.76985T_i - 4.2384 \times 10^{-2}T_i^2 + 5.2778 \times 10^{-4}T_i^3$ , (其中: $w_s$ 为溶液中 NaCl

的质量分数(%); $T_i$ 为冰点下降温度(°C)),计算盐度范围为 3.39% ~8.81% (NaCl),反映成矿流体为中低盐度,存在 3 个峰值,分别为 4.5% ~5%、5.5% ~6%和 7% ~7.5% (见图 3 - B),说明存在不同来源流体混合。

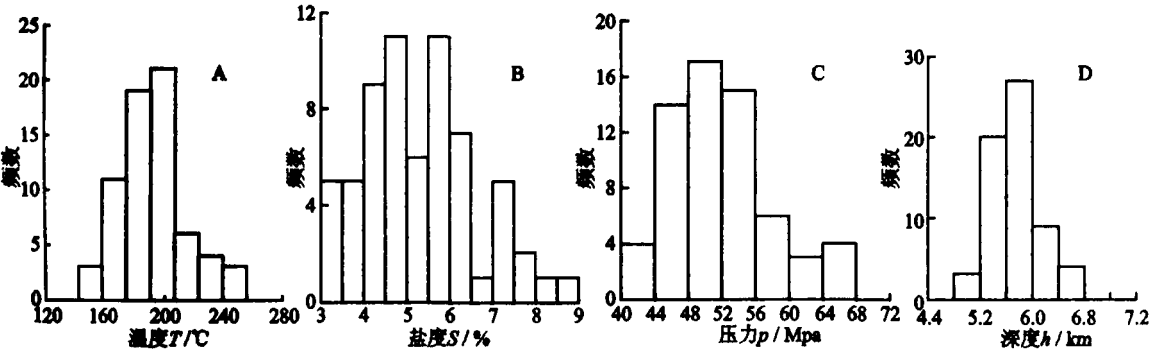


图 3 灵山沟金矿流体包裹体均一、盐度、压力及成矿深度直方图

A—石英流体包裹体均一温度直方图 B—石英流体包裹体盐度直方图 C—石英流体包裹体压力直方图 D—成矿深度直方图

4 压力及深度

根据测温结果,采用邵洁连经验公式<sup>[4]</sup>:  $p_1 = p_0 \cdot T_1 / T_0$  ( $p_0 = 219 + 2.620S$ ,  $T_0 = 374 + 920S$ ; 其中: $p_0$ 为初始压力, $p_1$ 为成矿压力, $T_1$ 为实测均一温度, $T_0$ 为初始温度, $S$ 为盐度),计算压力为 41.8 ~65.7MPa (见图 3 - C)。根据刘斌 (2000)的盐水溶液温度 - 密度关系方程<sup>[5]</sup>,估算热液密度为 0.84 ~0.96g/cm<sup>3</sup>。

成矿深度是确定造山型金矿类型重要基础<sup>[6]</sup>。目前,成矿深度的确定多用流体的成矿压力值定量计算,认为成矿深度与成矿压力是一种线性关系。然而,断裂构造是造山型金矿重要的控矿条件,在地壳的不同深度上,由于断裂变形机制的差异影响,导致对断裂中含矿流体压力产生制约作用。为了准确计算成矿深度,孙丰月等 (2000)强调成矿深度和成矿压力是一种非线性关系,认为断裂带流体的实际压力是由浅到深

在静岩压力和静水压力之间变化的,既不能简单地用静岩压力梯度计算,也不能用静水压力梯度计算,以及在小于 5km (或流体压力小于 40MPa)时,可以用静水压力梯度计算成矿深度;在大于 16km (或流体压力大于 370MPa)时,可近似用静岩压力梯度来计算成矿深度;而在 5 ~16km (或压力在 40 ~370MPa)之间时,流体压力和深度之间存在非线性关系<sup>[7]</sup>。

孙丰月等 (2000)依据 Sibson 的断裂带流体垂直分带曲线 (见图 4),利用计算机分段拟合求得成矿深度和流体压力间的关系式,计算成矿深度。

(1)在测得的流体压力小于 40MPa 时,用静水压力梯度来计算,即用压力除以静水压力梯度 (10MPa/km)。

(2)测得的流体压力为 40 ~220MPa 时,  $y = 0.0868 / (1/x + 0.00388) + 2$ 。

(3)测得的流体压力为 220 ~370MPa 时,  $y = 11 + e(x - 221.95) / 79.075$ 。

(4)测得的流体压力大于 370MPa 时,  $y = 0.033\ 138\ 5x + 4.198\ 98$ 。

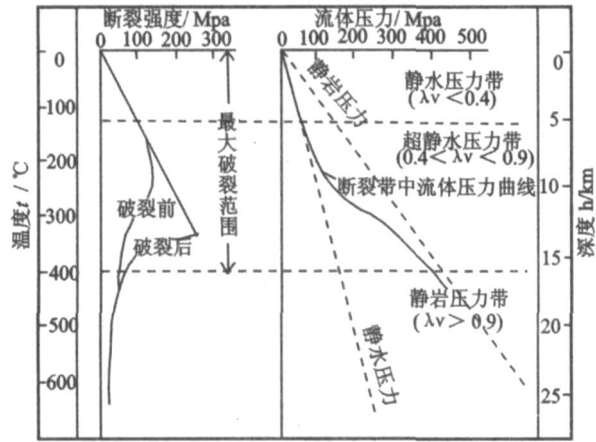


图 4 断裂带中流体压力分布图 (Sibson 等, 1988)

以上公式中  $y$  和  $x$  分别代表成矿深度 (km) 和所测得的压力值 (MPa)。通过对灵山沟金矿含金石英脉石英包裹体 3 个样品共 63 个包裹体进行均一温

度测定,根据气液二相包体估算的压力值 (见表 1),利用上述关系式,计算出成矿深度在 5.13 ~ 6.64km 范围之间 (图 3 - D),显示本区金矿成矿深度较大,属于 Groves 等 (1998) 所提出的造山型金矿中的中成金矿床<sup>[8,9]</sup>,这与胶东地区金矿的实际情况相吻合。一般情况下,成矿的深度越大,矿化的垂向连续延伸也越大<sup>[3]</sup>。胶东地区除个别金矿的延深超过 1 000m 以外,其它金矿的控制延深均较小。目前,灵山沟金矿控制深度为 - 570m,在近期的金矿勘查中,1 号脉深部第三富集带已见矿体头部,位置为 - 600 ~ - 800m 标高<sup>[10]</sup>,仍有继续向下延伸的趋势,实践证明有较大的开采潜力。

5 流体包裹体成分

选择 型和 型原生流体包裹体,采用单个包裹体激光拉曼光谱对流体包裹体成分进行了分析 (见表 2)。

表 2 山东招远灵山沟金矿床流体包裹体成分的激光拉曼光谱成分分析结果

序号	包裹体类型	气相成分											液相成分													
		H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	CO	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> S	N <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	Cl <sup>-</sup>	HO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	
390- B-1	三相包体 (V <sub>CO<sub>2</sub></sub> /V = 10% ~ 15%)	45.09	0.83	0.24	0.45				1.7		1.22	50.46	98.31					0.1	0.1	0.29	0.28	0.8	0.11	0.10	0.05	
	气液二相包体 (V <sub>CO<sub>2</sub></sub> /V = 10%)	64.67		0.36	0.45				3.22			26.29	8.15					0.14	0.12	0.23		1.09	0.10	0.12	0.05	
	气液二相包体 (V <sub>CO<sub>2</sub></sub> /V = 10% ~ 15%)	81.4	1.24	1.20					11.55			24.33	97.19					0.10	0.10	1.29	0.50	0.53	0.17	0.11	0.08	
	三相包体 (V <sub>CO<sub>2</sub></sub> /V = 15% ~ 20%)	97.83	0.10	0.10					0.31		0.14	1.52	97.52	0.1				0.1	0.12	0.63	0.20	1.03	0.17	0.17	0.12	
390- 7-1	气液二相包体 (V <sub>CO<sub>2</sub></sub> /V = 5% ~ 10%)	89.29	0.38	0.13	0.17				1.13			8.76	97.12					0.10	0.10	0.54	0.16	1.18	0.10	0.10		
	三相包体 (V <sub>CO<sub>2</sub></sub> /V = 30% ~ 35%)	13.89	1.45	1.50	0.84				3.20			79.1	90.27	0.54				0.47	0.25	3.84		4.13	0.27	0.11	0.1	
	气液二相包体 (V <sub>CO<sub>2</sub></sub> /V = 10% ~ 15%)	97.7	0.44	0.26					0.10		0.87	0.62	97.52					0.12	0.1	0.84		0.74	0.24	0.14	0.13	
	气液二相包体	87.28	1.45	0.74	0.63				0.47	2.05	3.23	4.12	96.58	0.12				0.11	0.14		1.52	0.37	0.29	0.15		
	气液二相包体 (V <sub>CO<sub>2</sub></sub> /V = 10% ~ 15%)	98.1	40.27	0.13	0.16				0.85	0.10		0.34	97.39	0.14					0.15	1.47		0.16	0.27	0.23	0.17	
	气液二相包体 (V <sub>CO<sub>2</sub></sub> /V = 15% ~ 20%)	97.83	0.10	0.10					0.31		0.14	1.52	97.52					0.15	0.12	0.68	0.2	1.03	0.17	0.17	0.12	

型气液二相包裹体气相成分中, H<sub>2</sub>O 含量为 64.67 ~ 98.14mol %, CO<sub>2</sub> 含量为 0.34 ~ 26.29mol %, N<sub>2</sub> 含量为 0.31 ~ 11.55mol %, 还含有 H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO, 但成分含量均低于 1mol %。不同原生流体包裹体的液相成分差别不大, 主要由 H<sub>2</sub>O 组成 (X<sub>B</sub> = 98%), 为 CO<sub>2</sub> - H<sub>2</sub>O 流体, 含有少量的 CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, N<sub>2</sub>, CO 和阴离子 Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, 其中 Cl<sup>-</sup> > HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> > SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>。

型含 CO<sub>2</sub> 的三相包体气相成分中, CO<sub>2</sub> 含量为 1.52 ~ 79.1mol %, H<sub>2</sub>O 含量为 13.89 ~ 97.83mol %, 次要成分 N<sub>2</sub> 含量最高为 3.20mol %, CH<sub>4</sub> 含量最高为 1.50mol %, H<sub>2</sub> 含量最高为 1.40mol %, 微量 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>。液相成分中 H<sub>2</sub>O 含量为 90.27 ~ 98.31mol %, CO<sub>2</sub> 含量为 0.80 ~ 4.13mol %, 阴离子 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 含量大于 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>。

以上结果表明, 灵山沟金矿成矿流体成分与胶东地区其它金矿成矿流体相似。

流体包裹体成分测试结果表明, 灵山沟金矿床成矿流体气相成分以 H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 为主, 含有少量的 H<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub> 等还原性气体; 液相成分含有少量的 CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, N<sub>2</sub>, CO 和阴离子 Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, 其中 Cl<sup>-</sup> > HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> > SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, 是以 H<sub>2</sub>O (X<sub>B</sub> = 98%) 为主的 CO<sub>2</sub> - H<sub>2</sub>O 流体。成矿流体呈中性弱碱性、弱还原性, 结合其矿物组合特征推测金可能以 [Au(HS)<sub>2</sub>]<sup>-</sup> 络离子形式迁移。

综合灵山沟金矿的地质流体包裹体特征, 本文认为灵山沟金矿的成矿热液可能是多成因、多来源的。流体盐度的 3 个峰值, 可能反映有不同来源流体参与成矿过程, 大气降水流体的盐度最低, 为 4.5% ~ 5% (NaCl); 岩浆水流体的盐度最高, 为 7% ~ 8.81%

(NaCl);地幔初生水盐度介于二者之间,为 5.5% ~ 6% (NaCl)。均一温度总体上呈正态分布,主成矿阶段在 190 左右,较高温度的出现可能是岩浆活动所致,反映了岩浆活动在一定程度上参与了成矿过程。

6 结 论

(1)灵山沟金矿流体包裹体分为气液二相盐水溶液包裹体 ( 型)和含 CO<sub>2</sub> 三相包裹体 ( 型),以前者为主。

(2)灵山沟金矿成矿流体温度为 180 ~ 200 、盐度为 3.39% ~ 8.81% (NaCl)、密度为 0.84 ~ 0.96g/cm<sup>3</sup>。

(3)流体成分为以 H<sub>2</sub>O (X<sub>B</sub> = 98%) 为主的 CO<sub>2</sub> - H<sub>2</sub>O 流体,含有少量的 CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, N<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub> 和阴离子 Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, 其中 Cl<sup>-</sup> > HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> > SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>;

(4)灵山沟金矿成矿压力为 41.8 ~ 65.7MPa,成矿深度为 5.13 ~ 6.64km,属于造山型金矿中的中成金矿床,深部有较大的找矿潜力。

[参考文献]

[1] 孙丰月,石准立,冯本智.胶东金矿地质及幔源 C-H-O 流体分

异成岩成矿 [M]. 长春:吉林人民出版社,1995. 1 ~ 179.  
[2] 孙丰月,李碧乐,陈国华,等.再论胶东西部金矿带划分及其意义 [J]. 吉林大学学报 (地球科学版),2003,33 (增刊): 23 ~ 26  
[3] 于晓飞,孙丰月,李碧乐,等.山东招远灵山—北截断裂的重新厘定及其意义 [J]. 地质找矿论丛,2004 (4): 223 ~ 227.  
[4] 邵洁涟. 金矿找矿矿物学 [M]. 北京:中国地质大学出版社,1990. 1 ~ 158.  
[5] 刘斌,沈昆. 流体包裹体热力学 [M]. 北京:地质出版社,1999. 1 ~ 290.  
[6] 姚凤良,刘连登,孔庆存,等.胶东西北部脉状金矿 [M]. 长春:吉林科学出版社,1990.  
[7] 孙丰月,金巍,李碧乐,等.关于脉状热液金矿床成矿深度的思考 [J]. 长春科技大学学报,2000,30 (金矿专辑): 27 ~ 30.  
[8] Groves D I. The crustal continuum model for late-Archean lode—gold deposits of Yilgarn Block, Western Australia [J]. Miner Deposita, 1993, 28: 366 ~ 374.  
[9] Groves D I, Goldfarb R J, Gebre-Mariam M, et al. Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit type [J]. Ore Geol Rev 1998, 13 (1 ~ 5): 7 ~ 27.  
[10] 吴占开,武际春,戴立新,等.灵山沟金矿 1 号脉深部盲矿体找矿模式 [J]. 黄金科学技术,2004 (4): 7 ~ 10.

Study on the characteristics of metallogenic fluid in Lingshangou gold deposit in Zhaoyuan city, Shandong province

Yu Xiaofei<sup>1</sup>, Sun Fengyue<sup>1</sup>, Wang Li<sup>1</sup>, Cui Wei<sup>2</sup>, Zheng He<sup>3</sup>

(1. College of Earth Science, Jilin University;

2. Qiqihar Institute of Mineral Exploration; 3. The Ninth Geological Exploration Institute of Inner Mongolia)

**Abstract:** The fluid inclusions in Lingshangou gold deposit were analyzed with advanced Linkam cooling-heating stage and Renishaw Raman spectrometer. The metallogenic condition was discussed and the metallogenic depth was recalculated with a new method. It was considered that the fluid inclusions consisted of two types, i.e. biphasic gas-liquid fluid inclusions ( ) and triphasic CO<sub>2</sub> - bearing fluid inclusions ( ). The former were characterized by CO<sub>2</sub> - H<sub>2</sub>O fluid, which consist of dominant H<sub>2</sub>O (X<sub>B</sub> = 98%) and a little CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, N<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> > HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> > SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. The homogeneous temperature was tested to 155.7 ~ 248.6 , salinity was 3.39 ~ 8.81% (NaCl), and density was 0.84 ~ 0.96g/cm<sup>3</sup>. Finally, the ore-forming metallogenic pressure was evaluated to 41.8 ~ 65.7MPa, and the metallogenic depth was calculated to 5.13 ~ 6.64km according to the nonlinear relationship between depth and pressure of fluid in fault belts. Therefore the Lingshangou gold deposit belongs to a mesozonal orogenic gold deposit.

**Keywords:** fluid inclusion, metallogenic depth, hydrostatic/lithostatic pressure, orogenic gold deposit, Lingshangou gold deposit (编辑:宿晓静)

欢迎订阅《简明黄金实用手册》

该手册由东北师范大学出版社出版,系统地介绍了我国黄金科研、生产的实践经验和工艺。内容包括:黄金地质、岩金矿、砂金矿的找矿与评价;岩金矿山地质;岩金、砂金开采;金的选矿、冶炼;金合金及其加工与金的再生回收;金银分析;黄金企业生产环境保护等。该书可供黄金矿山生产工人、干部及工程技术人员使用,也可供从事黄金生产的地质、科研、设计等部门的工程技术人员和有关院校师生参考使用,还可作为矿山职工技术培训的参考教材。数量有限,欲购从速。

定价:简装本 44.00元 (含邮费),精装本 58.00元 (含邮费)。

地 址:长春市南湖大路 6760号 长春黄金研究院信息中心

联系人:李跃辉

邮 编:130012 电 话:0431 - 85529838 传 真:0431 - 85521861

电子信箱: journal@ccgri.com