

冀东峪耳崖金矿成矿物质来源探讨

王自力, 牛树银, 陈超, 孙爱群, 王宝德, 许传诗

(石家庄经济学院 地质调查研究院, 石家庄 050031)

摘要: 通过对峪耳崖金矿硫、铅、氢、氧、碳、稀有气体同位素、包裹体研究以及与区域对比分析, 对金、银成矿物质来源进行探讨。认为峪耳崖矿区成矿物质应主要来自地核, 受深部过程的约束, 成矿物质随地幔热柱多级演化向地表迁移, 在其上升过程中, 与壳源物质发生部分混染, 使所测同位素数据往往表现出以深源为主、并混有少量壳源物质的特征。

关键词: 物质来源; 地幔热柱; 幔枝构造; 成矿作用; 峪耳崖金矿; 冀东地区

中图分类号: P611; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2008)01-0036-07

0 引言

峪耳崖金矿是冀东地区的大型金矿之一, 位于宽城县境内, 区域地质位于冀东幔枝构造外围主拆离带上盘盖层构造带中, 受次级拆离带和反向铲状断层共同控制, 矿体呈明显的等间距性密集矿脉群, 近年来深部和外围地质找矿亦进展较快, 从而引起地质学家的广泛关注^[1-6]。罗镇宽等(2001)、汤云晖等(2003)对控矿的峪耳崖岩体做了详细研究, 认为峪耳崖金矿的形成与燕山期岩浆活动有关^[4,5]。本文以地幔热柱多级演化及幔枝构造成矿控矿作用为指导, 以硫、铅、氢、氧、碳、稀有气体同位素、包裹体资料为依据, 对峪耳崖金矿成矿物质来源进行探讨。

1 成矿地质背景

冀东幔枝构造控制的金矿有两种主要类型, 一种是幔枝构造轴部脆韧性剪切带、燕山期岩体内外接触带等构造控制的韧性剪切带型、断裂蚀变岩型和石英脉型金矿; 另一种是主、次级拆离带型金矿。以后者为例, 在冀东幔枝构造的西缘和北侧主拆离滑脱带

上, 从西部兴隆的花市金矿、罗圈场金矿、洞子沟金银矿、半壁山金矿、宽城的尖宝山金矿、山家湾子金矿、葫芦峪金矿、椅子圈金矿、峪耳崖金矿、唐杖子金矿、白庙子金矿、洒金沟金矿、汤道河金矿, 直到辽宁境内, 发现了一大批新的矿床(点)和地质-地球化学异常。除了峪耳崖金矿为大型金矿外, 洞子沟金银矿、尖宝山金矿、山家湾子金矿、唐杖子金矿等均有大型金银矿的远景, 显示出了很好的找矿前景。

至于拆离带型金银矿的类型, 可视构造条件不同、构造部位不同而划分出不同矿床类型。但就整体而言, 仍以构造蚀变岩型为主。宏观特征上, 不管是在主拆离带的下盘变质岩中, 还是主拆离带的上盘盖层中, 只要主拆离带上形成了绿片岩相(下盘变质岩系退变、上盘盖层岩石进变)构造片岩, 就已经构成了矿化带, 而在矿化带中有明显硅化和硫化物, 就是明显的成矿标志。如尖宝山—山片沟—葫芦峪—峪耳崖一线几十千米范围内断断续续构成金矿, 个别土壤样的 $w(\text{Au})$ 可达 10^{-6} 级, 黄金的远景金属储量应在 $\times \times \times$ 吨以上(图1)。

2 矿区地质特征

峪耳崖金矿位于宽城满族自治县峪耳崖镇, 矿

收稿日期: 2007-09-25

基金项目: 中国地质调查局项目(1212010631106)、河北省自然科学基金项目(D2007000751)和河北省国土资源厅资源勘查项目(2006122)资助成果。

作者简介: 王自力(1982-), 男, 黑龙江双鸭山人, 硕士研究生, 矿产普查与勘探专业。

通讯作者: 牛树银。E-mail: niusy@sjzue.edu.cn

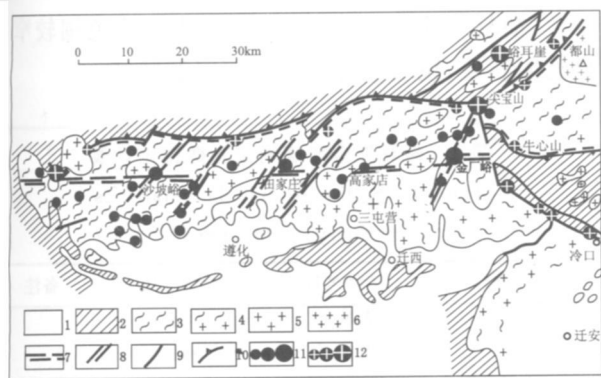


图 1 冀东幔枝构造区矿产简图

Fig. 1 Sketch of mineral resources in the mantle plume branch area

1. 第四系 2. 中新元古界 3. 太古宙角闪岩相变质岩 4. 太古宙麻粒岩相变质岩 5. 燕山期侵入体 6. 印支末-燕山期岩体 7. 轴部早期韧性剪切带 8. 燕山期韧性剪切带 9. 一般断层 10. 主拆离滑脱带 11. 轴部金矿床 12. 拆离带型金银多金属矿床

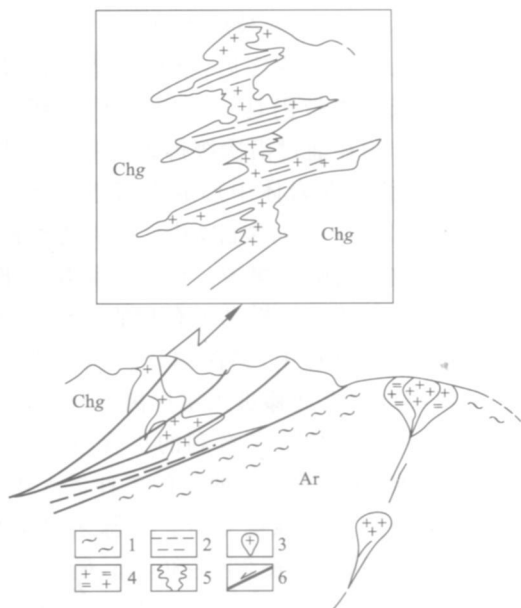


图 2 峪耳崖金矿成矿模式图

Fig. 2 Metallogenic model of Yuerya gold deposit

1. 变质岩系 2. 韧脆性剪切带 3. 花岗岩 4. 花岗闪长岩
5. 岩体界线 6. 主拆离带 Chg. 长城系高于庄组 Ar. 变质岩系

区面积 1.6 km²。主要出露地层为中元古界长城系高于庄组中厚层燧石条带白云岩、含锰页岩、含燧石结核白云岩。峪耳崖花岗岩株就侵位于高于庄组地层中,其出露面积 0.59 km²。矿石主要为低硫化含金石英脉型,主要分布于岩体之中,但岩体外围接触带,甚至围岩裂隙中亦有矿脉发育。表明构造裂隙控矿明显,同时也表明成矿是岩浆侵位之后的事件。

峪耳崖岩体形成于燕山期, 不同单位测试所得年龄有一定差别, 岩体的 K-Ar 年龄为 149~169 Ma^[2]; 全岩 Rb-Sr 等时线年龄为 145 Ma^[3]; SHRIMP U-Pb 年龄为 174~175 Ma^[4]; 裂变径迹法年龄为 115~200 Ma^[5]。金矿脉石英流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄为 163.8 Ma^[7]。上述测年数据均表明岩体为燕山期岩浆活动的产物。

笔者根据幔枝构造特征以及矿山构造解剖,认为峪耳崖岩体侵位特征和空间展布完全受拆离带反向断裂和山家湾子—峪耳崖横张断裂共同控制。两组断裂交汇处构成了岩体上侵通道,而岩体的具体形态则受扩容空间控制。由于两组断裂的深切作用,构成主拆离带之上盘最近路径和较为有利的陡倾产状,使沿主拆离带活动的岩浆顺通道上侵。当岩浆上侵通过致密巨厚岩层时,岩浆从两组断裂交汇的筒状破碎带通过;而当岩浆上侵进入次级拆离带时,在岩浆的温压作用下,呈席状侵入,形成一定范围的鞍状侵入体。同理,由于主拆离带之上存在着若干个次级拆离带,那么,岩浆侵位就可在空间上

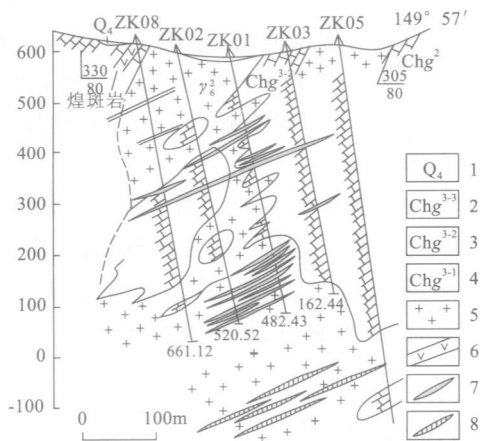


图3 峪耳崖金矿25线勘探剖面图

Fig. 3 Geological exploration section along line 25

1. 第四系 2. 高于庄组三段三层 3. 高于庄组三段一层
4. 高于庄组二段二层 5. 花岗岩 6. 基性岩脉 7. 矿体

沿多个次级拆离带形成若干个鞍状侵入体,其间由强干岩层中断裂交汇处破碎的筒状岩体连接,形成空间上的塔状(式)侵入体(图 2,图 3)。从总体特征看,通道(反向铲状断裂与横张断裂交汇处)总体向 SE 陡倾,而由筒状岩体串联起的各个塔状岩鞍则沿次级拆离带扩散侵位,也即各个塔状体呈向 NW 缓倾的岩鞍状。峪耳崖岩体这种塔状展布的认识得到

在岩浆通道上有很多围岩残块捕虏体,或在围岩中有沿裂隙贯入的岩脉、岩枝所支持。

岩浆侵入过程中或之后, 幔枝构造的持续活动导致上盘次级拆离带仍具一定活动性, 次级拆离带的拆离滑脱作用在通过沿次级拆离带贯入形成鞍状侵入岩体时, 往往在岩体中形成平行于次级拆离带(向 NW 缓倾)的一系列裂隙, 并且呈与等间距展布的岩鞍相一致的裂隙密集带。而这种裂隙密集带为岩浆期后的含矿热流体提供了有利的成矿空间。地幔热柱多级演化过程中, 当深源含矿流体进入幔枝构造, 并再继续向上迁移进入主拆离带时, 与主拆离带连通的早期裂隙便成了有利的扩容空间, 含矿流体可进入裂隙, 并且表现出明显的多种贯入式特征, 以及以裂隙为中心的蚀变分带。矿脉多呈平行状、斜列状, 单个矿脉一般长 200~ 300 m, 最长可达 900 m, 宽(厚)一般 0. 2~ 1 m, 最厚可达 5 m。矿体形态多呈脉状、扁豆状、透镜状, 甚至串珠状, 主要产于岩体之中。

围岩蚀变强烈, 以黄铁矿化、绢云母化、硅化、钠长石化为主。其次为绿泥石化、高岭土化。其中黄铁矿化、硅化、钠长石化和绢云母化与金矿化关系密切。几种蚀变均很发育时, 金的品位较高。矿脉延至外接触带中的高于庄组碳酸盐岩中时, 蚀变则主要表现为硅化, 有时可有蛇纹石化、绿泥石化、碳酸盐化和大理岩化^[12]。

矿石的金属矿物主要为黄铁矿, 其次有磁黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿, 少量辉钼矿、斑铜矿, 以及自然金、银金矿、碲金矿、自然铋等; 脉石矿物则以石英为主, 次为方解石、长石及绿泥石。

3 同位素特征

成矿物质来源是判定矿床成因类型的重要依据之一, 而稳定同位素的地质研究为探讨成矿物质来源提供了有效的途径。

3.1 硫同位素特征

峪耳崖金矿 18 个黄铁矿样品 $\delta(^{34}\text{S})$ 的变化范围为 $+ 1. 6 \times 10^{-3} \sim + 4. 5 \times 10^{-3}$, 平均为 $2. 71 \times 10^{-3}$, 极差为 $2. 9 \times 10^{-3}$; 4 个磁黄铁矿样品 $\delta(^{34}\text{S})$ 的变化范围为 $+ 2. 4 \times 10^{-3} \sim + 3. 2 \times 10^{-3}$, 平均为 $+ 2. 78 \times 10^{-3}$, 极差为 $0. 8 \times 10^{-3}$; 2 个黄铜矿样品 $\delta(^{34}\text{S})$ 的变化范围为 $+ 2. 2 \times 10^{-3} \sim + 2. 8 \times 10^{-3}$, 平均为 $+ 2. 5 \times 10^{-3}$, 极差为 $0. 6 \times 10^{-3}$ (表 1)。这与

区域上矿床 $\delta(^{34}\text{S})$ ($- 6. 2 \times 10^{-3} \sim + 5. 7 \times 10^{-3}$) 相一致(胡杖子金矿除外)。 $\delta(^{34}\text{S})$ 值变化范围较窄, 接近陨石硫, 说明硫总体上具有幔源特征。

表 1 峪耳崖金矿硫同位素数据统计表
Table 1 Sulfur isotopic data statistics
of Yuerya gold deposit

矿区	样品号	矿物名称	$\delta(^{34}\text{S}) / 10^{-3}$	备注
峪 耳 崖	1	黄铁矿	+ 1. 6	河北地质 五队 柴社力等 余昌涛等
	2	黄铁矿	+ 2. 9	
	3	磁黄铁矿	+ 3. 2	
	4	黄铁矿	+ 2. 7	
	5	黄铁矿	+ 4. 5	
	6	磁黄铁矿	+ 2. 4	
	7	黄铜矿	+ 2. 2	
	8	磁黄铁矿	+ 2. 8	
	9	黄铜矿	+ 2. 8	
	10	磁黄铁矿	+ 2. 7	
	11	黄铁矿	+ 2. 5	
	12	黄铁矿	+ 2. 3	
	13	黄铁矿	+ 2. 5	
	14	黄铁矿	+ 2. 9	
	15	黄铁矿	+ 2. 9	
	16	黄铁矿	+ 2. 5	
	17	黄铁矿	+ 2. 6	
	18	黄铁矿	+ 2. 0	
	19	黄铁矿	+ 2. 9	
	20	黄铁矿	+ 3. 0	
	21	黄铁矿	+ 2. 4	
	22	黄铁矿	+ 2. 2	
	23	黄铁矿	+ 3. 0	
	24	黄铁矿	+ 3. 4	
唐杖子	25	黄铁矿	0. 69~ 5. 70	牛树银 等, 2001
沙坡峪	26	黄铁矿	2. 0~ 3. 6	
胡杖子	27	黄铁矿	- 15. 3~ - 7. 30	
白庙子	28	黄铁矿	3. 3	
洒金沟	29	黄铁矿	1. 9	
田家村	30	黄铁矿	1. 9	
毛家店	31	黄铁矿	- 6. 2	
花市	32	黄铁矿	3. 0~ 4. 3	

3.2 铅同位素特征

对矿区 12 个铅同位素样品分析结果(表 2): $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15. 671 \sim 16. 110$, 极差为 0. 439, 均值为 15. 863, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15. 02 \sim 15. 202$, 极差为 0. 182, 均值为 15. 151, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 35. 406 \sim 36. 371$, 极差为 0. 965, 均值为 35. 773。将金矿及与金矿成矿有关的花岗岩中铅同位素投影于 Doe 和 Zartman 的铅同位素演化曲线图上, 投影点位于上地幔与下地壳铅演化曲线附近(图 4), 表明两者铅同出一源, 即来自于燕山期岩浆活动。这与区域上

的矿床铅同位素数据相一致,说明成矿物质来源介于上地幔和下地壳之间。

表 2 峪耳崖金矿及区域金矿床铅同位素数据统计

Table 2 Isotopic data statistics of the regional gold deposits and Yuerya gold deposit

矿区	样品号	采样位置	矿物名称	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb	备注
峪耳崖	Pb05	矿石	方铅矿	15.92	15.05	36.20	河北地质二队
	Pb06	矿石	方铅矿	15.89	15.02	35.70	
	Tw-32	矿石	方铅矿	15.76	15.15	36.01	
	52-1	矿石	方铅矿	15.816	15.172	35.535	河北地质矿产局 长春地质学院
	63-3	矿石	方铅矿	15.818	15.173	35.531	
	100-1	矿石	方铅矿	15.951	15.187	35.664	
	100-2	矿石	方铅矿	15.671	15.175	35.406	
	100-4	矿石	方铅矿	15.913	15.202	35.590	
	105-2	矿石	方铅矿	15.882	15.196	35.628	
	106-1	矿石	方铅矿	15.869	15.200	35.634	
		矿石	方铅矿	15.758	15.149	36.010	林尔为等 ^[9]
		矿石	方铅矿	15.862	15.161	35.683	章百明(1994)
		花岗岩	方铅矿	15.882	15.147	35.722	
沙坡峪		矿石	黄铁矿	14.986	14.961	34.834	牛树银等(2001)
田家村		矿石	黄铁矿	15.341	15.040	35.350	
白庙子		矿石	黄铁矿	16.304	15.304	36.494	
胡杖子		矿石	黄铁矿	16.246	15.219	36.231	
唐杖子		矿石	方铅矿	16.163	15.408	36.787	
花市		矿石	方铅矿	15.643	15.020	35.397	

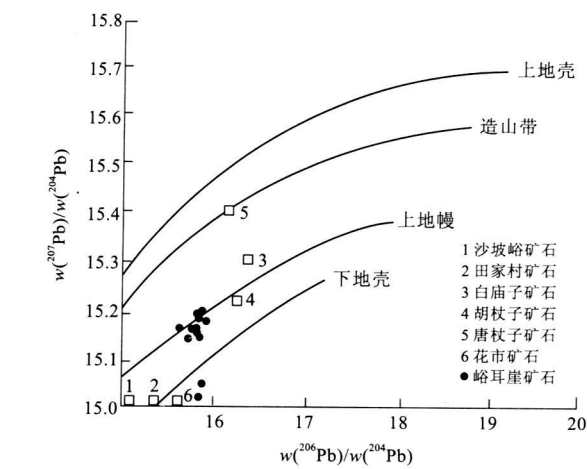


图 4 峪耳崖金矿铅同位素组成(据 Doe 等, 1974)

Fig. 4 Pb isotope composition of Yuerya Au deposit

3.3 氢、氧、碳同位素特征

据柴社力(1989)对矿区 4 个石英样品的分析,样品中 $\delta(^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}) = +12.580 \times 10^{-3} \sim +13.710 \times 10^{-3}$ 。换算成 $\delta(^{18}\text{O}_{\text{水}}) = +6.497 \times 10^{-3} \sim +7.627 \times 10^{-3}$,与标准的岩浆水 $\delta(^{18}\text{O}_{\text{水}}) (+5 \times 10^{-3} \sim +10 \times 10^{-3})$ 极为相近。2 个石英样品包裹体 $\delta(\text{D}_{\text{SMOW}}) = -88.6 \times 10^{-3} \sim -88.3 \times 10^{-3}$ (表 3),亦与标准岩浆水 $\delta(\text{D}_{\text{SMOW}}) (-40 \times 10^{-3} \sim -80 \times$

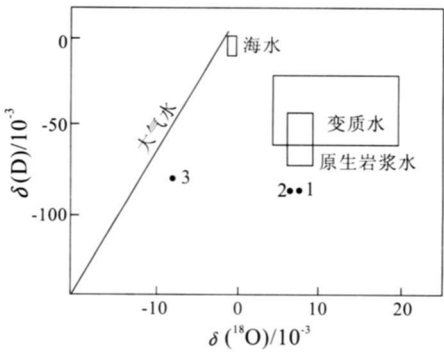


图 5 峪耳崖金矿 $\delta(^{18}\text{O}) - \delta(\text{D})$ 相关图

(据 Sheppard, 1977)

Fig. 5 $\delta(^{18}\text{O}) - \delta(\text{D})$ plot of Yuerya Au deposit

10^{-3}) 接近。将石英包裹体的 $\delta(^{18}\text{O}_{\text{水}})$ 与 $\delta(\text{D})$ 数据投影于 $\delta(\text{D}) - \delta(^{18}\text{O})$ 组成图上(图 5)可以看出,投影点位于岩浆水附近,而远离大气降水与变质水,显示了矿区成矿流体主要来自岩浆水,也有部分大气降水加入。这与半壁山金矿样品结果相似,但其混入的大气水要多些。包裹体中 $\delta(^{13}\text{C}) = -3.83 \times 10^{-3} \sim -4.53 \times 10^{-3}$,与深源碳的 $\delta(^{13}\text{C}) (-5 \times 10^{-3} \sim -9 \times 10^{-3})$ 较为接近,也表明矿区成矿热液主要来自岩浆水。

表 3 峪耳崖金矿氧、氢、碳同位素数据统计
Table 3 O, H, C isotopic data statistics of Yuerya gold deposit

矿区	样品号	矿物	测定结果				备 注
			$\delta(^{18}\text{O}_{\text{石英}})$	$\delta(^{18}\text{O}_{\text{水}})$	$\delta(\text{D}_{\text{SMOW}})$	$\delta(^{13}\text{C}_{\text{PDB}})$	
峪耳崖金矿	Q1	石英	13.035	6.952			柴社力(1989)
	Q2	石英	13.124	7.041			
	Q3	石英	13.710	7.627	- 88.3	- 3.83	
	Q4	石英	12.580	6.497	- 88.6	- 4.53	
半壁山金矿		石英	10.36(1)	- 8.12(1)	- 78.8(1)		宋瑞先(1994)
沙坡峪金矿		石英	12.6(1)		- 61(1)		牛树银等 (2001)
田家村金矿		石英	11.24(1)		- 73(1)		
唐杖子金矿		石英	12.4(1)		- 56(1)		
胡杖子金矿		石英	14.1(1)		- 76(1)		
花市金矿		石英			- 84.67(3)		
洒金沟金矿		石英	12.2(1)		- 79(1)		

注: 括号内为样品数

3.4 氦同位素特征

峪耳崖金矿黄铁矿样品的 He 同位素分析结果见表 4。从表可以看出, $^3\text{He}/^4\text{He}=2.7\times 10^{-6}$, $^4\text{He}=58.1$, $^3\text{He}=156.8\times 10^{-14}$ 。将其投影于 He 同位素浓度图上可发现, 落点位于地幔氦附近, 这与区域上矿床样品的测试结果相一致(图 6)。反映氦气应以地幔来源为主, 在上升过程中有脱气现象或放射性 ^4He (壳源物质)的加入^[10]。将黄铁矿中的 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 与空气的 $^3\text{He}/^4\text{He}(1.39\times 10^{-6})$ 相比, 其值为 1.94 Ra, 远高于地壳物质(0.01~ 0.05 Ra)。

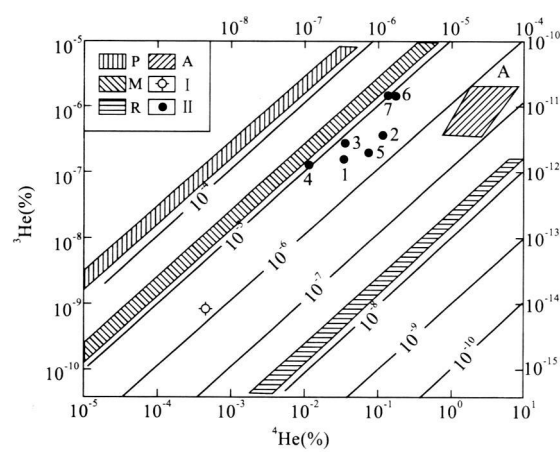


图 6 峪耳崖金矿 He 同位素浓度图

Fig.6 Plot showing He isotopic concentration of Yuerya gold deposit

P. 原始 He M. 地幔 He R. 放射成因 He
A. 克拉半岛古老超基性岩 I. 大气 He II. 投影点
1. 峪耳崖金矿 2. 金厂峪金矿 3. 胡杖子金矿
4. 花市金矿 5. 沙坡峪金矿 6. 田家庄金矿 7. 兴隆银矿

3.5 氩同位素特征

峪耳崖金矿黄铁矿样品的 Ar 同位素分析结果见表 5。其中, $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}=575$; $^{40}\text{Ar}/^{38}\text{Ar}=3126$; $^{36}\text{Ar}/^{38}\text{Ar}=5.4$; $^4\text{He}/^{40}\text{Ar}=0.81$, 与区域金矿床样品的测试结果相一致。与 Schwartzman^[11] 所估计现今地幔的 $^4\text{He}/^{40}\text{Ar}$ 在 1.36~ 2.23 之间相比偏低, 表明应有来自地球深部气体组分的加入。

3.6 石英包裹体特征

矿区 3 个样品石英包裹体中, H_2O 占 60% 以上, CO_2 次之。 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}=0.623\sim 0.732$, 表明成矿流体以岩浆水为主。流体中 $\text{Cl}^- > \text{F}^-$ ($\text{F}^-/\text{Cl}^-=0.34\sim 0.68$), $\text{Na}^+ > \text{K}^+$ ($\text{K}^+/\text{Na}^+=0\sim 0.012$), Cl^- 和 Na^+ 含量相对较高。流体中 pH 值为 6.20~ 6.80, 说明含矿流体略显弱酸性。据邱检生等^[11] 对包裹体气液相成分与金矿化关系的研究, 认为成矿流体中的盐度对成矿具有重要的控制作用, 可能有利于成矿。

部分现有的温度资料表明: 包裹体均一温度^[3, 6, 11]变化于 243~ 343℃之间, 爆裂温度^[8]变化于 295~ 390℃, 并且随着矿体深度的增加而增加, 反映了成矿流体在沿断裂上升中由于温压、物化条件的改变而使矿质发生沉淀的过程。

4 基本认识

矿区的硫同位素 $\delta(^{34}\text{S})=+1.6\times 10^{-3}\sim +4.5\times 10^{-3}$, 变化范围较窄, 均一化程度较高, 说明矿质应来自幔源; 铅、氢、氩同位素亦表明成矿物质具有

幔源特征; 氢、氧、碳同位素表明流体主要来自岩浆水, 也说明成矿物质来自地球深部。

表 4 峪耳崖金矿床氦气体特征表

Table 4 Characteristics of He gas from Yuerya gold deposit

样号	矿区	矿物	³ He/ ⁴ He(10 ⁻⁶)	⁴ He×10 ⁻⁸ (cm ³ /g)	³ He×10 ⁻¹⁴ (cm ³ /g)	R/Ra*	方法	资料来源
Jye-1	峪耳崖金矿	黄铁矿	2.7	58.1	156.87	1.93	压碎法	牛树银等 (2003)
Jie-1	金厂峪金矿	黄铁矿	5.0	106.4	532.00	3.57		
Jhz-1	胡杖子金矿	黄铁矿	2.5	59.7	399.25	1.79		
Jhs-1	花市金矿	方铅矿	6.5	9.6	62.40	4.64		
Jsp-1	沙坡峪金矿	黄铁矿	2.7	91.5	265.35	2.07		
Jtj-1	田家庄金矿	黄铁矿	4.4	287.4	1264.56	3.14		
Jxl-1	兴隆银矿	黄铁矿	6.9	192.5	1328.25	4.93		

表 5 峪耳崖金矿床氩气体特征表

Table 5 Characteristics of Ar gas from Yuerya gold deposit

样号	矿区	矿物	⁴⁰ Ar/ ³⁶ Ar	⁴⁰ Ar/ ³⁸ Ar	³⁶ Ar/ ³⁸ Ar	⁴⁰ Ar×10 ⁻⁷ (cm ³ /g)	⁴ He/ ⁴⁰ Ar	资料来源
Jye-1	峪耳崖	黄铁矿	575	3126±52	5.4±0.1	7.15	0.81	牛树银等 (2003)
Jie-1	金厂峪	黄铁矿	653	3483±22	5.3±0.0	10.42	1.02	
Jhz-1	胡杖子	黄铁矿	817	4455±196	5.5±0.2	10.42	1.53	
Jhs-1	花市	方铅矿	308	1606±40	5.3±0.4	3.06	0.31	
Jsp-1	沙坡峪	黄铁矿	1304	7043±53	5.4±0.0	7.06	1.30	
Jtj-1	田家庄	黄铁矿	886	4675±72	5.2±0.1	9.04	3.02	
Jxl-1	兴隆	黄铁矿	426	2298±23	5.4±0.0	22.52	0.86	

表 6 石英包裹体成分

Table 6 Chemical composition of fluid inclusion in quartz

w_B/10⁻⁶

矿区	样号	pH 值	气相成分		液相成分						元素特征		
			CO ₂	H ₂ O	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	Mg ²⁺ /Ca ²⁺	K ⁺ /Na ⁺	F ⁻ /Cl ⁻
峪耳崖	Q-1	6.20	675	629	—	0.258	13.241	2.146	0.68	1.0	0.162	0	0.68
	Q-2	6.80	1015	1547	0.045	7.64	7.923	2.493	0.32	0.80	0.315	0.006	0.40
	Q-3	6.80	558	896	0.209	17.76	14.864	37.58	0.34	1.00	2.528	0.012	0.34
	x	6.60	749.3	1024	0.127	8.553	12.009	14.073	0.447	0.933	1.002	0.009	0.473

综上所述, 峪耳崖金矿成矿物质应主要来自地球深部, 为地幔热柱多级演化的产物^[15-17]。燕山期, 华北进入了强烈的地幔热柱多级演化阶段。华北地幔亚热柱上升至岩石圈底部受阻而改变方向, 呈蘑菇状向外扩展。华北亚热柱的热减薄作用, 导致了华北断陷的形成。同时由于冀东茅山—金厂峪—双山子韧性剪切带的深切, 使原来就具有熔融性质的地幔软片减压释荷而形成深融岩浆上侵, 形成受构造—岩浆控制的幔枝构造^[12]。幔枝构造是地幔热柱多级演化的第 3 级单元^[13], 中生代花岗质岩体的大规模侵位, 沟通了深部矿源^[14], 使来自深源的 Au、Ag 等元素呈气态、气液混合态、液态等形式随熔融岩浆进入幔枝构造, 含矿流体向有利的构造部位迁移。由于温压等物、化条件的改变, 使流体中的成矿元素沉淀析出, 聚集成矿, 因而形成冀东幔

枝构造外围主拆离带上盘盖层中受反向铲状断层和次级拆离带共同控制的典型金矿。在流体上升的过程中不可避免地与围岩发生反应, 使其成分发生改变, 进而导致所测得的同位素数据与典型幔源数据相近, 而不是位于其中, 但却远离壳源。

参考文献:

[1] 王义文. 我国主要金矿床同位素地质研究[J]. 地质论评, 1982, 28(2): 108-117.
[2] 柴社力. 河北峪耳崖金矿床地质地球化学特征[J]. 长春地质学院学报, 1987, 19(3): 271-298.
[3] 牛树银, 孙爱群, 王礼胜, 等. 冀东峪耳崖金矿成矿控矿构造研究[J]. 地球学报, 2000, 21(3): 236-244.
[4] 罗镇宽, 裘有守, 关康, 等. 冀东峪耳崖和牛心山花岗岩体

- SHRIMP 锆石 U-Pb 定年及其意义[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2001, 20(4): 278-285.
- [5] 汤云晖, 袁万明, 韩春明. 峪耳崖金矿的成矿时代裂变径迹研究[J]. 地球学报, 2003, 24(6): 573-578.
- [6] 章百明, 赵国良, 马国玺, 等. 河北省主要成矿区带矿床成矿系列及成矿模式[M]. 北京: 石油工业出版社, 1996. 64-195.
- [7] 李颖, 刘连登. 河北峪耳崖和牛心山金矿的对比研究及意义[J]. 黄金地质, 1999, 5(2): 9-13.
- [8] 宋瑞先, 王有志. 河北金矿地质[M]. 北京: 地质出版社, 1994. 49-226.
- [9] 林尔为, 郭裕嘉. 冀东金矿集中区的铅同位素研究[J]. 长春地质学院学报, 1985, (4): 1-10.
- [10] 王宝德, 牛树银, 孙爱群, 等. 冀北地区金矿床 He, Ar, Pb 同位素组成及其成矿物质来源[J]. 地球化学, 2003, 32(2): 181-187.
- [11] 邱检生, 王德滋, 任启江, 等. 河北宽城峪耳崖金矿床地质地球化学特征及成矿物质来源[J]. 矿床地质, 1994, 13(2): 137-147.
- [12] 牛树银, 孙爱群, 邵振国, 等. 地幔热柱多级演化及其成矿作用[M]. 北京: 地质出版社, 2001.
- [13] 牛树银, 罗殿文, 叶东虎, 等. 幔枝构造及其成矿规律[M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- [14] 王宝德, 牛树银, 孙爱群, 等. 冀东金矿成矿物质深部来源及其找矿方向[J]. 地质地球化学, 2002, 30(3): 7-12.
- [15] Schwartzman D W. Argon degassing models of the earth[J]. Nature Phys. Sci., 1973, 245: 20-21.
- [16] Fukao Y, Maruyama S, Inoue H. Geologic implication of the whole mantle P-wave tomography[J]. J. Geol. Soc., Japan, 1994, 100(1): 4-23.
- [17] Maruyama S. Plume tectonics[J]. J. Geol. Soc., Japan, 1994, 100(1): 24-49.
- [11] 邱检生, 王德滋, 任启江, 等. 河北宽城峪耳崖金矿床地质地

DISCUSSION ON ORE-FORMING MATERIAL SOURCES OF YUERYA GOLD DEPOSIT IN THE EAST HEBEI PROVINCE

WANG Zi-li, NIU Shu-yin, CHEN Chao, SUN Ai-qun, WANG Bao-de, XU Chuan-shi

(Geological Institute of Shijiazhuang University of Economics Shijiazhuang 050031, China)

Abstract: The paper deals with the ore-forming material sources on basis of study on S, Pb, H, O, C and rare gas isotopic composition, fluid inclusion and comparative analysis. The isotopic data obtained show characteristics of deep source and contamination with the earth crust materials. The ore-forming materials are mainly derived from the earth core constrained by deep processes and moved up to surface with multi-stages of mantle plume evolution and is contaminated with earth crust materials.

Key Words: ore-forming material source; mantle plume; branchy structure of mantle plume; metallogenesis; Yuerya gold deposit; the east Hebei province

(上接第 35 页)

MINEROGENIC PARTICULARITY OF WOXI W-Sb-Au DEPOSIT IN WEST HUNAN

CHEN Ming-hui¹, YANG Hong-chao¹, LOU Ya-li¹,
BAO Zheng-xiang², BAO Jue-min²

(1. No. 245 Team of Hunan Geology Exploration Bureau for Non Ferrous Metals, Jishou 416007, Hunan, China;

2. Western Hunan comprehensive exploration centre for mineral resources, Jishou 416007, Hunan, China)

Abstract: Woxi W-Sb-Au deposit is situated at the bossy part of the NE Xuefeng arc where the arc turns to NW and hosted by purple slate of Proterozoic Banxi group occurring as quartz veins in the interlayer shearing system at lower plate of a gentle detachment fault. Mineralization is zoned timely and spatially and distributed regularly. Ore bodies extend along dip as several times even about 10 times as along strike, and they extend in the plunging direction. W-Sb-Au was mobiled geochemically, in multi complexes with hydrothermal fluid.

Key Words: W-Sb-Au deposit geological feature minerogenic particularity woxi west Hunan province