

7-13

## 试论胶东金成矿区成矿物质条件

肖武权 戴塔根

(中南工业大学·长沙·410083)

P 618.510.5

对胶东群、粉子山群和蓬莱群的岩石学、地球化学等特征研究认为,胶东群是金的主要矿源层;粉子山群和煌斑岩脉也提供了部分金的来源。花岗质岩浆活动促使成矿物质转移。同时研究了矿床地球化学特征(包括 Pb、S、O、H 同位素和流体包裹体),认为成矿流体为中低温、中压、中等盐度和密度及富 H<sub>2</sub>O—CO<sub>2</sub> 的岩浆热液,同时有大气降水参与。反映成矿热液的多源性,成矿的多期性和多阶段性。

关键词 金矿 矿源层 同位素地球化学 流体包裹体 胶东

胶东金成矿区包括招莱(招远—莱州)成矿带、栖霞成矿带和牟乳(牟平—乳山)成矿带。其中,招莱成矿带金矿储量占整个成矿区 90%。自 50 年代以来,对该区进行了大量的研究,但对矿床成因、成矿物质来源及成矿条件仍争议很大。本文在研究前人大量资料的基础上,并结合自己工作成果,对本区金矿成矿物质条件作粗浅分析。

### 1 区域地质特征

在大地构造位置上,本区属于华北地台区辽鲁地槽系<sup>[1]</sup>。在区域大地构造演化史上,经历了前地槽阶段、地槽阶段(早、中、元古代)、地台阶段(晚元古代—早中生代)、地洼阶段(晚中生代—新生代)。

#### 1.1 地层特征

区内出露地层有上太古界胶东群、下中元古界粉子山群、上元古界蓬莱群、侏罗系莱阳组、青山组、王庆组,第三系黄县组和第四系。其中胶东群、粉子山群和蓬莱群为前寒武纪变质地层,它们与金矿形成有关。

胶东群 厚 8000m 以上,主要岩性为黑云母变粒岩,斜长角闪岩、片麻岩、片岩等。原岩为基性—中酸性海底喷发火山岩、火山碎

屑岩,夹海相泥质碳酸盐岩。通过斜长角闪岩、角闪石岩的岩石化学、地球化学特征分析,表明该区存在玄武质科马提岩<sup>[2]</sup>。稳定同位素测年 2500~2800Ma。

粉子山群 厚 7000m 左右。主要岩性为变粒岩、片岩、大理岩等。原岩为碳酸盐岩、泥岩、海底喷发中基性火山岩。垂向上粉子山群由下往上分别为下部泥质碎屑岩、中部巨厚碳酸盐岩、上部粘土质碎屑岩组成的海进—海退旋回。火山岩、火山碎屑岩呈夹层分布于其中。岩性和厚度各地有变化。稳定同位素测年 1300~1800Ma。

蓬莱群 厚 3000m 左右,主要岩性为石英岩、板岩、千枚岩、大理岩、灰岩等。原岩为碳酸盐岩、砂泥岩。岩相、岩性、厚度较稳定。稳定同位素测年 800~1000Ma。

上述地层中,胶东群分布广泛,构成栖霞复背斜核部;粉子山群分布于栖霞复背斜两翼呈带状展布,蓬莱群分布于栖霞复背斜北翼。

#### 1.2 区域构造和岩浆活动

胶东金成矿区西以近南北向郯庐断裂为界,东南以北东东向荣成一五莲断裂为界,两者均为切穿地壳深达上地幔且长期活动的超

大型断裂。区内以北北东—北东向断裂最为发育。这些断裂属脆—韧性剪切带,是主要的控矿和容矿构造。

区内岩浆活动强烈,自太古代至新生代都有活动,尤以燕山期最为强烈。它们主要为重熔和同熔型花岗岩,原岩为胶东群,有下地壳及上地幔岩浆混入。金矿床在燕山期形成和定位,与燕山期强烈的构造—岩浆活动相对应。

## 2 矿床地质特征

该成矿带有两种重要的金矿化类型,即含金石英脉型和含金蚀变岩型。其中,招莱成矿带以石英脉型和蚀变岩型两者发育为特征;栖霞金矿带和牟乳金矿带以石英脉型发育为特征。

### 2.1 矿脉规模和形态特征

各矿床的矿体主要呈透镜状、脉状、扁豆状,多达千余条。成群成带产出,规模不等。长10~2000m,宽0.1~20余m。常见分枝复合,尖灭再现和膨缩现象。

### 2.2 矿化阶段和围岩蚀变

#### 2.2.1 矿化阶段

本区不同金矿带、不同矿化类型基本上可划分4个成矿阶段。从早到晚依次是:①石英—黄铁矿阶段。黄铁矿粗大,石英乳白色,具波状消光,有少量金、银金矿,不具重要工业意义。②金—石英—多金属硫化物阶段。主要金属硫化物形成阶段,主要有黄铜矿、方铅矿、闪锌矿及自然金、银金矿,是金的主要形成期。③金—银—多金属硫化物阶段。也是金属硫化物主要形成期。主要有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿及自然金、自然银、金银矿,是金的主要形成期。④石英—碳酸盐阶段。主要有石英、方解石。金不具大的工业价值。

#### 2.2.2 围岩蚀变

有绢云母化、黄铁绢英岩化、黄铁矿化、硅化、钾化和碳酸盐化、绿泥石化。前5种与矿化关系密切,是直接找矿标志。

## 3 成矿物质条件

成矿物质及其来源(包括成矿元素、流体来源及性质)、构造定位空间,是热液成矿作用必备的条件。本文只讨论成矿物质条件。

### 3.1 金的矿源层

关于本区金矿的物质来源,主要有变质地层来源和岩浆来源两种认识。前者认为金来源于胶东群;后者认为金来源于燕山期花岗岩浆。笔者研究认为,胶东群是本区金的主要供给源,粉子山群及煌斑岩脉也提供了部分金。而花岗岩则不能提供金。

从胶东群、粉子山群和花岗岩中金的丰度来看<sup>[5]</sup>,金在地层中的丰度为 $2 \times 10^{-9} \sim 3 \times 10^{-9}$ ,花岗岩为 $0.9 \times 10^{-9} \sim 7 \times 10^{-9}$ ,大多数低于 $3 \times 10^{-9}$ 。两者的丰度接近,但都低于地壳丰度值( $3.5 \times 10^{-9} \sim 4 \times 10^{-9}$ )。通过岩石学、地球化学分析表明,本区金主要来源于胶东群。依据是:①胶东群源岩主要为一套夹有玄武质科马提岩的中基性火山岩建造,它们是源于地幔具绿岩带性质的火山岩。由于地壳中金的原始来源是从地幔中产生的基性和超基性岩浆岩中带来的<sup>[6]</sup>,故胶东群提供了金的原始来源。②硫同位素分析表明,胶东群 $\delta^{34}\text{S}\%$ 值为5.6~8.5,均值为7.2(13个黄铁矿分析样品);矿石 $\delta^{34}\text{S}\%$ 值为4.3~12.6,均值为8(162个黄铁矿样品分析)。说明二者具相似的硫源。③铅同位素分析表明,胶东群 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 值为17.12~17.35,均值为17.19; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 值为15.25~15.45,均值为15.4; $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 值为37.01~37.83,均值为37.34(3个样品分析);矿石铅 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 值为16.62~17.62,均值为17.08; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 值为14.85~15.63,均值为15.31; $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 值为36.82~38.45,均值为37.68(47个样品分析)。因此,两者铅同位素组成相似,且都为正常铅。④稀土元素分析(图1)表明,胶东群与矿体曲线基本一致。此外,粉子山群和煌斑岩脉也提供了少量金

来源。理由是：①粉子山群的岩性构成，其原岩主要为沉积岩，而幔源的中基性火山岩只是作为夹层分布，与胶东群中基性火山岩为主形成对照，且粉子山群分布面积小得多，现已知的金产地，极少数在粉子山群分布区。蓬莱群无中基性火山岩，不可能提供金的原始来源。②煌斑岩来源于地幔，是火成岩中含金最高者<sup>[5]</sup>，煌斑岩类岩浆对金有较大搬运能力。本区煌斑岩脉与含金矿脉在形成时间上相近，空间上相随（相互穿插）。据测定，未蚀变煌斑岩为 Au 为  $4.1 \times 10^{-9} \sim 6.9 \times 10^{-9}$ ，平均  $5.7 \times 10^{-9}$ ；蚀变后煌斑岩含 Au 为  $0.3 \times 10^{-9} \sim 3.2 \times 10^{-9}$ ，平均  $1.96 \times 10^{-9}$ <sup>[6]</sup>。即煌斑岩中 Au 发生了活化转移。但从煌斑岩数量和规模来看，不能作为 Au 的主要提供者。花岗岩虽与本区金矿床形成关系密切，但并未提供金的来源。理由是：①金主要赋存在早期的镁铁质矿物中，花岗岩的分异演化只能使 Au 贫化。本区不同岩相带中，金的含量一致，不存在金的分异。②花岗岩中 Au 含量与其原岩胶东群相当。③花岗岩中 Au 赋存于硅酸盐晶格中，难于释放。④本区与中生代燕山期花岗岩伴生的金矿床，矿石铅年龄均远大于中生代花岗岩年龄<sup>[7]</sup>。⑤燕山期花岗岩体很多，但只有侵入到老变质岩中者，其周围方能成矿。花岗岩在金矿床形成中主要作用是提供热源，使含 Au 源岩的成矿物质活化、转移至溶液中来，以及控制成矿流体的运动方向，或在形成热液环流系统方面起重要作用。故花岗质岩浆活动促使成矿物质转移。虽然胶东群金丰度值不高，但仍可作为金的矿源层。因为金能否成矿，主要取决于金在矿源层中的赋存型式和构造—岩浆条件。本区金赋存在硫化物中，中国和世界各地大部分金矿床也如此<sup>[5]</sup>，这种赋存型式加上有利的构造—岩浆条件使金易于活化、转移、富集。

### 3.2 稳定同位素地质特征

#### 3.2.1 硫同位素

如表 1 所示，可总结如下几点：①整个胶

东金矿区矿石  $\delta^{34}\text{S}\%$  值为 4.34~12.6，平均 8.03；胶东群地层  $\delta^{34}\text{S}\%$  值为 5.6~7.8，平均 7.22；花岗岩  $\delta^{34}\text{S}\%$  值为 3.89~14.9，平均 9.37。都呈明显的尖塔式分布，且三者  $\delta^{34}\text{S}\%$  值基本一致。②各矿带中，各矿床的  $\delta^{34}\text{S}\%$  值差别小。根据硫同位素分馏完全受热力学定律支配的原理，表明硫源中硫同位素均一化程度高，成矿环境稳定，硫源丰富，说明该区具岩浆硫变化小之特点；另一方面又具有地层硫富<sup>34</sup>S 的特点。这种双重性，是由于硫来自胶东群地层，在重熔中使地层硫活化，产生同位素均一化的结果。③各矿床不同矿化阶段  $\delta^{34}\text{S}\%$  值基本一致。随矿化温度下降， $\delta^{34}\text{S}\%$  略有增加，表明为同一硫源。从早至晚期，如马塘  $\delta^{34}\text{S}\%$  值为 8.9、9.3、9.9；玲珑为 6.77、7.06、7.16。④不同矿化类型略有差异，蚀变岩型 > 石英脉型，说明蚀变岩型硫同位素分馏较强。

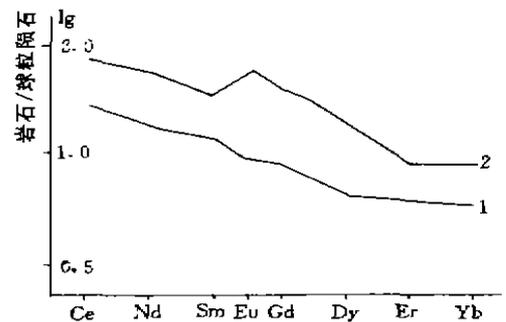


图 1 稀土元素球粒陨石标准图

1—胶东群；2—矿体

#### 3.2.2 铅同位素

如表 2，作者研究了矿石、胶东群地层、花岗岩的铅同位素组成，三者较为相似，并且变化不大。说明为普通铅。在  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} \sim ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  图上（图 2），三者均位于下地壳与造山带且主要位于造山带与地幔铅之间，说明金矿的深源性。反映其成因上与胶东群及花岗岩岩浆活动的密切关系。

#### 3.2.3 氢、氧同位素

如表 3，成矿流体  $\delta^{18}\text{O}\%$ （测定石英  $\delta^{18}\text{O}\%$ ）在 20.08~10.14 之间变化，石英包

裹体中水的  $\delta D_{H_2O}\%$  值在  $-54.85 \sim -95.8$  之间。 $\delta^{18}O_{H_2O}\%$  值在  $1.78 \sim 11.8$  之间。而在  $\delta^{18}O-\delta D$  图上(图 3), 绝大多数点投在岩浆水与大气水之间并靠近岩浆水, 只有一个点(马家窑金矿)落在变质水内。说明成矿流体

主要来自岩浆并有大气降水混入。成矿越晚, 则大气降水混入越多。而与金矿形成有关的花岗岩在  $\delta^{18}O-\delta D$  图上, 基本上落在岩浆水范围。

表 1 胶东金矿区硫化物中硫同位素( $\delta^{34}S\%$ )特征

产地与产状		样品数	变化范围	平均值	矿床类型
招莱金矿带	三山岛含金矿脉	13	11.6~12.6	11.86	蚀变岩型
	焦家含金矿脉	10	9.13~11.84	10.27	蚀变岩型
	新城含金矿脉	9	9.5~10.7	10.14	蚀变岩型
	马塘含金矿脉	10	7.51~10.68	9.42	蚀变岩型
	灵山沟含金矿脉	8	6.4~8.8	7.6	蚀变岩型
	玲珑含金矿脉	76	4.34~8.9	6.69	石英脉型
	胶东群地层	5	7~7.8	7.4	
	花岗岩	6	7.9~10.2	9.5	
栖霞金矿带	马家窑含金矿脉	7	6.25~11.7	8.74	石英脉型
	胶东群地层	6	6.1~7.8	7.18	
牟乳金矿带	金牛山、邓格庄含金矿脉	29	7.18~9.7	7.87	石英脉型
	花岗岩	3	3.89~14.9	9.1	
	胶东群地层	2	5.6~8.2	6.9	

资料来源: 山东地质 6 队, 1988; 陈光远, 1989; 张时益, 1990; 本文。

分析样品: 黄铁矿。

表 2 胶东金成矿区铅同位素组成

产地与产状		样品数	$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{207}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{204}Pb$
招莱金矿带	三山岛含金矿脉	5	17.293	15.478	37.942
	焦家含金矿脉	3	17.261	15.409	37.844
	马塘含金矿脉	2	17.266	15.555	38.086
	新城含金矿脉	2	16.784	14.965	38.35
	灵山沟含金矿脉	1	17.214	15.435	37.729
	玲珑含金矿脉	22	17.115	15.226	37.655
	胶东群地层	1	17.35	15.45	37.83
	花岗岩	7	17.156	15.434	37.87
栖霞金矿带	马家窑含金矿脉	7	16.691	15.284	37.209
	胶东群地层	2	17.114	15.38	37.098
牟乳金矿带	邓格庄含金矿脉	5	17.187	15.38	37.73
	花岗岩	5	16.9	15.426	32.168

资料来源: 陈光远, 1989; 山东地质 6 队, 1988; 鲍庆忠, 1990; 本文。

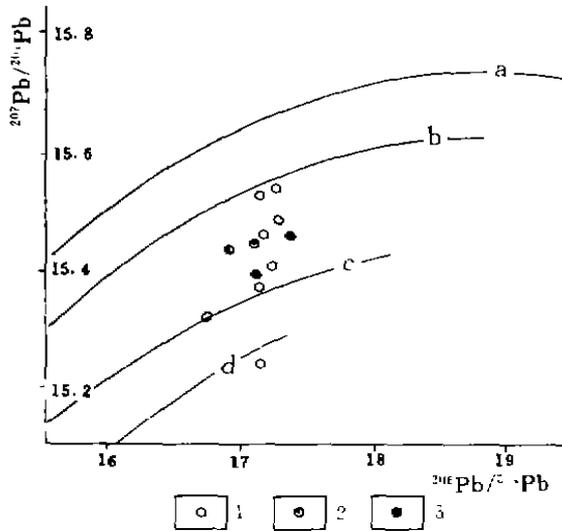


图2 不同地质环境铅同位演化模式

(据 Doe 和 Zartman, 1979)

a—地幔铅, b—造山带铅, c—上地壳铅, d—下地壳铅;  
1—含金矿脉, 2—花岗岩, 3—胶东群地层

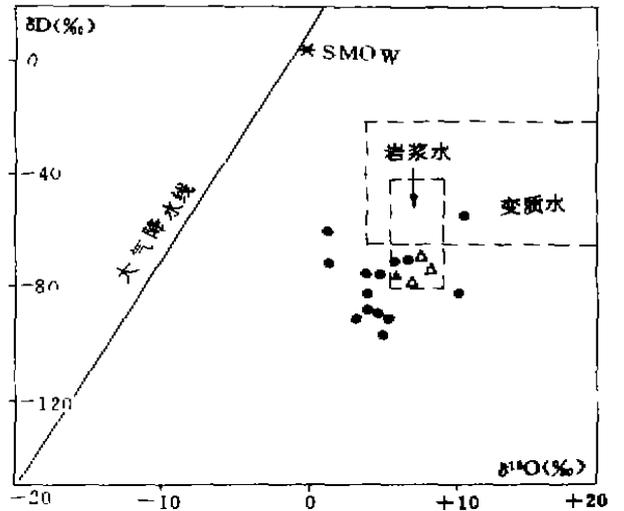


图3 胶东金矿区  $\delta^{18}\text{O}$ — $\delta\text{D}$  图解

(黑点为含金矿脉, 小三角形为花岗岩)

### 3.3 流体包裹体研究

#### 3.3.1 包裹体类型及其特征

表3 胶东金成矿区  $\delta^{18}\text{O}$  值和  $\delta\text{D}$  值

样号	产地与产状	成矿阶段	测定矿物	$\delta^{18}\text{O}_Q(\text{‰})$	$\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}(\text{‰})$	T(°C)
三山-1	三山岛矿脉	I	石英	14.58	-68.3	8.38	320
三山-2	三山岛矿脉	I	石英	14.24	-61.3	1.78	250
玲-5	玲珑矿脉	I	石英	12.33	-71.3	6.43	330
玲-8	玲珑矿脉	I	石英	10.84	-73.3	1.88	250
马-1	马塘矿脉	I	石英	10.14	-75.4	3.94	320
马2-1	马塘矿脉	I	石英	13.55	-88.9	4.59	250
马2-2	马塘矿脉	I	石英	13.50	-95.8	5.54	200
马2-3	马塘矿脉	I	石英	19.97	-76.6	5.01	200
T9-1	新城矿脉	I	石英	13.50	-91	5.4	280
3-6	马家窑矿脉	I、II	石英	12.62	-86.67	4.22	262
5-2	马家窑矿脉	I、II	石英	20.08	-81.18	11.8	265
5-5	马家窑矿脉	I、II	石英	11.86	-54.85	11.68	265
D-1	邓格庄矿脉	II	石英	11.65	-71.3	2.7	
D-2	邓格庄矿脉	I	石英	12.67	-82.6	3.72	
	玲珑花岗岩(6)		石英	9.4	-68.48	6.36	492
	鹤山花岗岩(1)		石英	10.4	-81.8	7.7	519
	郭家岭花岗岩(5)		石英	10.94	-66.34	7.58	536
	崑崙山花岗岩(5)		石英	9.67	-72.8	9.1	482

注, 矿石温度为流体包裹体均一温度, 括号内为样品数。

资料来源: 山东地质6队, 1988; 鲍庆忠, 1990; 张时溢, 1990; 徐金芳, 1989。

本区流体包裹体类型复杂,数量中等,个体偏小,一般几微米,圆一椭圆形、不规则形等。根据室温下相的种类和比例分为:①液相包裹体(I)。又可分全液相包裹体(Ia)、气液两相包裹体(Ib)。又可分为全液相包裹体(Ia)、气液两相包裹体(Ib)。Ib是包裹体中最最多的一种,成矿期气相占10%~44%,成矿结束期气相<20%。②CO<sub>2</sub>包裹体(II)。该类型普遍存在。分纯CO<sub>2</sub>包裹体(IIa)、含液相CO<sub>2</sub>、水溶液两相包裹体(IIb)、富液相CO<sub>2</sub>、贫气相CO<sub>2</sub>和水溶液三相包裹体(IIc)、富气相CO<sub>2</sub>、贫液相CO<sub>2</sub>和水溶液三相包裹体(IId)。③气相包裹体(III),较少。④含子晶多相包裹体(IV),少见。第一成矿阶段主要是Ib、II型;第二成矿阶段主要是II型,少数Ib型;第三成矿阶段以Ib、I型为主;第四成

矿阶段以Ib为主,次为I型。

### 3.3.2 温度、压力、盐度及流体密度测定

①用均一法和冷冻法测定流体包裹体均一温度,结果表明,第一、二、三、四成矿阶段温度(℃)分别是,蚀变岩型 338~280/311、270~230/253、210~180/196、160~130/146;石英脉型 338~290/321、300~220/281、270~250/260、251~218/232。②利用CO<sub>2</sub>包裹体测压结果表明:成矿早期为700~500bar,中期300bar,晚期200~100bar。③盐度(NaCl,%) :早期为13,中期8~6.5,晚期3.1。④流体密度(g/cm<sup>3</sup>) :早期为0.789,中期0.79~0.87,晚期0.9~0.92。因此,低—中等温度、中等压力、中等盐度和密度有利于金的沉淀与富集。

表4 胶东金成矿区包裹体成分特征

产地与产状	成矿阶段	样数	液相成分(μg/g)							气相成分(μg/g)					
			Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	CO	N <sub>2</sub>
马塘矿脉	I	2	2.82	14.69	0.37	1.97	2.25	6.98	23.64	828	139.04	2.04	0.74	0.01	0
马塘矿脉	I	1	5.64	64.67	10.22	37.07	0.76	5.29	50.93	792	118.94	2.45	1.36	18.14	0
马塘矿脉	II	1	2.35	8.96	0.12	0.57	0.44	4.03	3.95	990	76.34	0.01	0.17	0	0
三山岛矿脉	I	2	1.45	6.52	0.08	0.29	0.36	2.71	4.54	970.37	73.03	3.15	0.27	0.7	0.33
三山岛矿脉	I	1	0.31	1.51	0.01	0.02	0.04	0.4	1.8	1405.54	166.46	2.2	0	0.91	1.45
玲珑矿脉	I	3	5.23	2.34	0.11	0.69	0.29	4.68	5.42	1856.88	248.71	1.48	0.34	1.23	1.52
玲珑矿脉	II	2	3.95	1.55	0.13	0.59	0.23	2.23	8.77	1484.19	227.81	1.56	0.1	0.72	0.96
玲珑矿脉	III	2	2.13	0.31	0.22	0.02	1.2	3.67	2.33	2080.99	394.12	1.15	0	1.51	1.58
马家寨矿脉(浅)	II	2	18.56	1.82	0.18	0.45	0.1	31.8	4.45	1371.8	10.81	2.96	0.28	8.96	3.17
马家寨矿脉(深)	I	1	12.99	0.93	0.2	0.32	0.1	23.4	8	1337.6	123.67	3.09	0.23	7.67	3
邓格庄矿脉	I	4	3.68	5.09	0.2	0.75	1.17	10.69	3.44	841.5	84.5	2.36	0.6		
玲珑花岗岩		1	0.53	0.33	0	0.03	0.04	0.23	0.26	341.3	0.01	0.86	0	0.37	1.9
郭家岭花岗岩		1	0.99	0.27	0	0.12	0.12	0.62	0.26	317.33	0.01	0.43	0	0.39	0.71

资料来源:山东地质6队,1988;鲍庆忠,1990;本文。

### 3.3.3 包裹体成分

如表4。石英包裹体为富H<sub>2</sub>O—CO<sub>2</sub>型。成矿溶液中,阳离子主要是Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>,阴离子

主要是Cl<sup>-</sup>和SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>。成矿溶液属Na<sup>+</sup>—K<sup>+</sup>—Cl<sup>-</sup>—SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>型。总的来说,成矿早至晚期K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>含量逐渐降低。与花岗岩比

较,很明显,成矿溶液  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  及  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  大大高于花岗岩岩浆。

#### 4 结论

(1)本区金矿床矿元素主要来源于胶东群,粉子山群和煌斑岩脉也提供了部分金的来源。而花岗岩岩浆活动促使成矿物质转移,并未提供金的来源。

(2)同位素和流体包裹体研究表明,成矿流体为中-低温度、中等压力、盐度和密度及富  $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$  的岩浆热液,有大气降水的混入,反映成矿热液的多源性,成矿的多期性和多阶段性。

(3)太古代形成金的矿源层,在漫长的地质演化中,多次的构造—岩浆活动,矿源层遭受变质、变形、重熔及金不断活化、转移与富

集,在中生代强烈的构造—岩浆活动中形成定位。

#### 参考文献

- 1 陈国达. 中国大地构造概要. 北京:地震出版社,1977. 29~30.
- 2 裘有守等. 山东牟平—乳山地区变质岩和花岗岩含金性及其与金成矿关系. 见:中国金矿主要类型区域成矿条件文集(5)——胶东地区. 北京:地质出版社,1988. 126~131.
- 3 徐金芳等. 山东地质, 1989, 5(2), 97~112.
- 4 Segas, R., etc. *Economic Geology*, 1989, 77(1), 101~105.
- 5 刘英俊等. 金的地球化学. 北京:科学出版社,1991. 313~327.
- 6 季海章. 地质与勘探, 1992, 28(2), 15~21.
- 7 陈光远等. 胶东金矿成因矿物学与找矿. 重庆出版社, 1989, 408~413.

### Discussion on Conditions of Ore—Forming Materials in Jiaodong Gold Metallogenic Province, Shandong

Xiao Wuquan, Dai Tagen

Based on the petrologic and geochemical features of Jiaodong Group, Fengzishan Group and Penglai Group, it was confirmed that Jiaodong Group was the main source bed of gold deposits. Fengzishan Group and lamprophyres vein also provided parts of Au. Granitic magmatic activities mainly made the ore—forming elements transformed. The author also studied the geochemical features of gold deposits. It was believed that ore—forming fluid was magmatic hydrothermal fluid mixed with a part of meteoric water, being of low—middle temperature, middle pressure, salinity and density and abundant  $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ . The se showed that metallogenic hydrothermal fluid had multi—source; and mineralization had multi—phases and multi—stages.

**Key words:** gold deposits, source bed, isotope geochemistry, fluid inclusion, jiaodong

