

山东省栖霞苏家店金矿床 地质特征及矿床成因^①

姚国龙^②

马向军

(冶金部天津地质研究院, 天津, 300061) (洛阳水資源设计勘察院, 洛阳, 471000)

摘要 苏家店金矿产于玲珑花岗岩中, 受北东向和北东东向断裂控制, 通过对苏家店金矿地质特征、矿物组成、稳定同位素、包裹体地球化学特征等研究表明, 苏家店金矿是与玲珑花岗岩有关的热液型金矿床。

关键词 地质特征, 矿床成因, 岩浆热液, 苏家店金矿

苏家店金矿床地处山东省栖霞县, 位于胶北地体内, 胶东招掖金矿带的东部, 是由山东冶金勘探公司第三地质勘探队在1982年勘探的金矿床, 已经过十几年的开采。本文试图通过矿床地质及地球化学特征的研究, 以揭示苏家店金矿控制因素及矿床成因机制, 为苏家店金矿外围及深部找矿提供依据。

1 矿床地质

1.1 矿区地层

区内地层出露为胶东群的齐山组(图1), 主要岩性为斜长角闪岩、黑云斜长片麻岩、石英云母片岩、黑云变粒岩。四种岩石都呈残留体产于玲珑黑云母花岗岩中, 其走向大都与区域胶东群一致, 部分具有不同程度的混合岩化作用, 与花岗岩呈渐变接触关系, 另有一部分与围岩界线清楚, 呈突变接触关系。通过野外地质调查、室内鉴定、岩石化学图解、微量元素和稀土元素地球化学等综合方法研究, 可知齐山组原岩主要类型是中基性火山岩、中酸性火山岩夹少量沉积岩, 形成的古构造环境为岛弧或深海环境。胶东群地层中金含量普遍较高, 一般高于地壳金平均含量的4~5倍, 并且相对富含Pb、Zn。从矿区金矿主要沿断裂构造发育于花岗岩体内

① 收稿日期: 1998-10-06 审回日期: 1998-10-08

② 第一作者简介: 姚国龙, 男, 1971年5月生。硕士, 地球化学专业。

来看,胶东群作为金矿床成矿物质直接来源的矿源层的可能性不大,但我们可以这样理解,玲珑花岗岩是壳源深熔型花岗岩,胶东群为金矿的形成间接提供了成矿物质,所以是间接矿源层。

1.2 矿区构造

本矿区构造以断裂构造为主。分布比较广泛,但规模不是很大,按其走向分成三组:

①NNE向断裂构造,主要有F1、F2、F3、F10、F11等断裂构造,其中尤以F1断裂构造规模最大,F1断裂地表长约280 m,宽2~10 m,走向北20°东,倾向南东,倾角42°,为一压扭性断裂。1号矿体即产于此断裂中。②NE向断裂,如F5、F6、F8号断裂,其特点是延伸不大。③NW向断裂构造,本矿区主要是荆子埠断裂,其走向300°~330°,总的来说是一条成矿后构造,从坑道图上明显可以看出,矿体在南端被断层切断,但也有一些成矿前、成矿期的地质信息,可能是由于成矿后活动强烈,掩盖了成矿前和成矿期的形迹,可以认为是一条长期活动的断裂带。

1.3 矿区岩浆岩

本矿区岩浆岩为玲珑黑云母花岗岩^[1],矿物组成主要有石英、钾长石、斜长石、黑云母等,副矿物有锆石、褐帘石、榍石,组构上具有交代重熔结构。从其化学成分上看,玲珑花岗岩为钙碱性岩石,与中国花岗岩及世界花岗岩相比,SiO₂、Al₂O₃、CaO相近,Fe₂O₃、FeO、MgO较低,碱质略高,主要是铝过饱和型,部分为正常岩石类型。从玲珑花岗岩的微量元素来看,通过第一过渡族元素分布模式图解,可知其是“W”型分布模式,与胶东群斜长角闪岩具有相似性。玲珑花岗岩ΣREE在(75.07~142.40)×10⁻⁶之间,LREE/HREE在6.66~24.1之间,属轻稀土富集型。从玲珑花岗岩地质产状、接触关系、岩石学、矿物学及地球化学特征可知其为壳源深熔花岗岩,胶东群为其提供了物质来源。

2 矿床地质特征

2.1 矿床特征

苏家店金矿床有十几个金矿体,主要有1、3号矿体。其中1号矿体的金储量占矿床金总储量的76%。围岩为玲珑花岗岩,矿体形态简单,呈脉状、透镜状,产状均受F1构造蚀变破碎带控制(见图2)。1号矿体全长250 m,矿体平均厚1.64 m,最大厚度14.5 m,最高品位 $w(\text{Au}) 79.61 \times 10^{-6}$,平均品位 $w(\text{Au}) 5.18 \times 10^{-6}$ 。矿体在平面上沿走向主要赋存在3号和4号勘探线之间,垂向上主要赋存在+50~+138 m之间,从矿床类型来看,+80 m中段以上,主要为含金黄铁石英脉矿,以下过渡为破碎蚀变岩型矿化。

3号矿体,矿体长约130 m,厚度变化较大,尖灭重现现象明显,平均厚度0.25 m,主要赋存于+30~+105 m标高内。

2.2 矿石类型、矿物成分及结构构造

根据野外观察及室内鉴定,将苏家店金矿床矿石类型分为含金黄铁石英脉矿石、含金黄铁绢英岩矿石、含金多金属硫化物石。

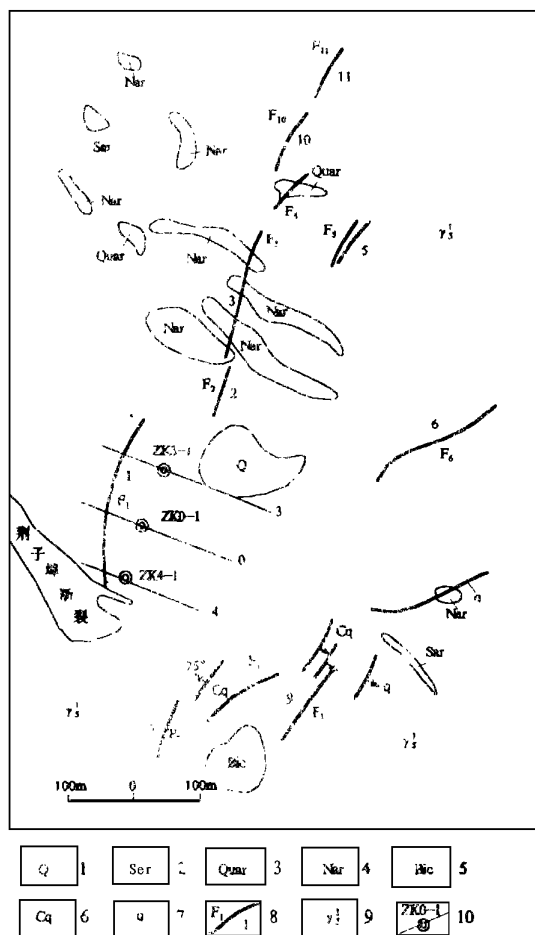


图 1 山东苏家店金矿区地质略图

Fig. 1 Geological map of Shujiadian Au deposit, Shangdong

1. 第四系或堆积物 2. 石英云母片岩 3. 黑云斜长片麻岩 4. 斜长角闪岩 5. 黑云变粒岩 6. 绢英岩 7. 石英脉 8. 断裂及矿体编号 9. 玲珑花岗岩 10. 勘探线、钻孔及编号

(3) 石英的特征

石英也可分成两个阶段。第一阶段石英,乳白色,透明度较好,粒径一般在 2 mm 以上,受应力构造作用破碎明显,含稀疏浸染状粗晶黄铁矿,具压碎结构,含金性较差。第二阶段石英,为灰白色,烟灰色,透明度较差,粒径一般为 0.2~0.6 mm,共生矿物为细粒黄铁矿,为成矿的主要阶段,可见金呈包裹金包裹于石英中,或嵌布于石英晶隙内。

金矿脉中的石英中除 SiO_2 外,还有 Al、K、Na、Li、Ca、Ni、Cu、Pb、Zn、S 和 As 等,石英中杂质元素含量特征对于评价石英的含矿性具有重要的意义。对石英中杂质元素含量进行测定,第一阶段和第二阶段石英杂质元素含量相差近一个数量级,说明第二阶段的石英杂质含量高,

①含金黄铁石英脉矿石,分布于矿体的中间部位,自然金、银金矿以裂隙金、包体金或晶隙金的形式产于黄铁矿和石英中,是主要的矿石类型。

②含金黄铁绢英岩矿石,分布于矿体的两侧。

③含金多金属硫化物矿石,其穿插于黄铁石英脉中。

矿石的结构主要有自形晶粒结构、交代残余结构、固溶体分离结构、压碎结构等,矿石构造主要有浸染状构造、块状构造、脉状构造、蜂窝状构造、角砾状构造等。

2.3 主要矿石矿物和脉石矿物的特征

(1) 金银矿物的特征

自然金矿物主要为裂隙金,其次是包裹金和粒间金。金矿物形态不一,为不规则状,如浑圆状、棒状等,对其粒度进行统计,粒级在 0.02~0.002 mm 达到 52.4%,其次在 0.02~0.04 mm 粒级中。苏家店的自然金矿物成色不太高,主要为银金矿,其次是金银矿,还有一些含银自然金。

(2) 黄铁矿的特征

黄铁矿共分成两个阶段。第一阶段粗粒黄铁矿,自形程度高,呈立方体、五角十二面体,粒径一般 2~6 mm,常呈压碎结构,基本上不含金。第二阶段细粒黄铁矿,呈它形自形结构,粒径一般 0.2~0.5 mm,与晚期石英密切共生或伴生,金主要在这阶段沉淀。

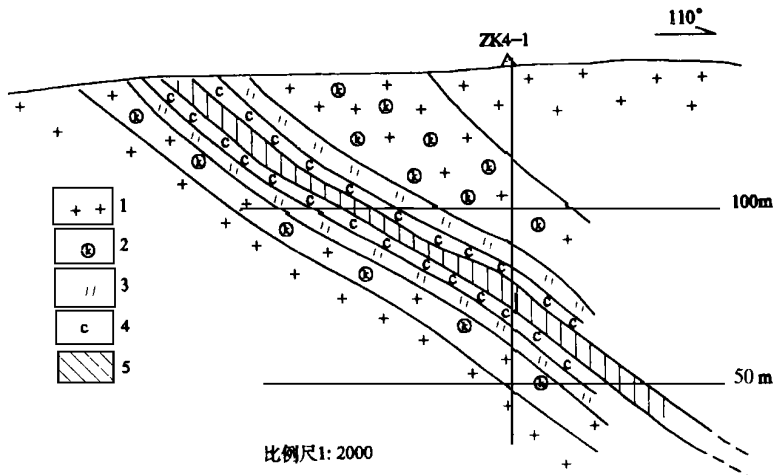


图 2 苏家店矿区 1 号脉 4 号勘探线剖面图

Fig. 2 Geological section along No. 4 exploration line of No. 1 vein of Shujiadian gold deposit

1. 玲珑黑云母花岗岩 2. 钾化花岗岩 3. 绢英岩化碎裂岩 4. 黄铁绢英岩 5. 矿体

标志着温度较低, 成因复杂的不稳定快速多中心结晶环境。

2.4 围岩蚀变

苏家店金矿围岩蚀变比较发育, 在水平面上围岩蚀变出现明显的分带现象, 由矿体向两侧依次为黄铁绢英岩、绢英岩化碎裂岩、钾化花岗岩。

在围岩蚀变过程中, 矿物组成发生很大变化, 由未蚀变的黑云母花岗岩演化到黄铁绢英岩, 更钠长石变成微斜长石, 然后变成绢云母, 微斜长石变成绢云母, 黑云母变成绢云母, 石英在整个过程中相对较为稳定, 随着蚀变作用的增强, 石英逐渐被溶蚀, 到黄铁绢英岩带, 有再生石英生成。

通过对各个围岩蚀变带的岩石化学分析, 发现从正常的黑云母花岗岩到黄铁绢英岩, 其组成架状、层状结构的骨架要素 Al^{3+} 、 Si^{4+} 变化都很小, 变化大的主要是活性较强的大半径配位离子: K^{+} 、 Na^{+} 、 Ca^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 以及 $(OH)^{-}$ 、 CO_3^{2-} 等形式存在的活泼性阴离子团。

通过对痕量元素地球化学的分析, 发现亲铜族元素 Au、Ag、Cu、Pb、Zn 有相似的变化规律, 总体含量增强, 只是在中间阶段, 有些元素含量减少。亲铁族元素 Ni、Co、V 随蚀变作用的增强, 含量逐渐增加, Cr 是先减少, 后增加。亲石族元素 Rb、Ba 含量升高, Sr 含量降低, 主要因为在斜长石中 Sr^{2+} 呈类质同象取代 Ca^{2+} , 所以随着斜长石的分解, Sr^{2+} 也随之带出。

在钾化过程和绢云母化过程中对体积变量进行计算, 发现钾化过程体积变量变化很小, 而长石的绢云母化过程中, 体积明显收缩了, 这表明在等体积的交代蚀变过程中, 岩石因绢云母化, 产生收缩, 导致岩石孔隙度和裂隙的增加, 这为后期含矿热液的沉淀提供了有利场所。

2.5 成矿阶段

该矿床矿物的形成为内生成矿期和表生成矿期。内生期又可分为四个成矿阶段: ①石

英-黄铁矿阶段。由早期乳白色石英构成石英脉主体,黄铁矿主要呈粗粒产出,自形。本阶段自然金矿物仅有少部分沉淀,呈包裹金出现。②含金石英-黄铁矿阶段,黄铁矿主要为中细粒,半自形晶,以块状、脉状产于细粒、灰色石英中。晚期石英黄铁矿成细脉穿插于第一阶段石英脉或胶结石英角砾。银金矿主要呈晶隙金和裂隙金分布于黄铁矿和石英中。这一阶段是成矿的最主要阶段。③石英-多金属硫化物阶段,此阶段除石英和黄铁矿外,还有较多的黄铜矿和少量的方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿等硫化物矿物,它们组成细脉充填于早期石英、黄铁矿裂隙中,有的交代早期黄铁矿。④石英-方解石阶段,以石英和方解石为主,黄铁矿很少,方解石以细脉状分布于早期矿物裂隙中,此阶段矿化很弱。

3 成矿物质来源

3.1 硫的来源

矿床黄铁矿的硫同位素测定结果(表 1,图 3)表明:苏家店金矿床黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化范围窄,介于 4.3‰~ 8.64‰,平均值 6.47‰,正向偏离陨硫硫,硫均一化程度较高,并且不同矿化阶段的硫化物同位素组成基本相同,表明为同一硫源。而玲珑花岗岩硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 平均值为 9.5‰,胶东群的硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 平均值为 7.1‰,可见它们都具有相似的正向偏离陨硫硫的较小值,这说明了三者之间的成因关系。

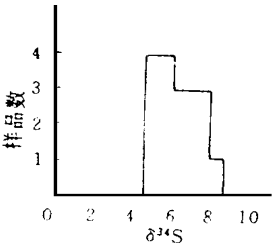


图 3 苏家店金矿床硫同位素组成直方图
Fig. 3 Histogram showing composition of sulfur isotope in the Shujiadian Au deposit

表 1 苏家店金矿硫同位素表
Table 1 Sulfur isotope of Shujiadian Au deposit

样号	S-025	S-080	S-048	S-106	S-117	S-067	S-110	S-140
测定矿物	黄铁矿	黄铁矿	黄铁矿	黄铁矿	黄铁矿	黄铁矿	黄铁矿	黄铁矿
$\delta^{34}\text{S}(\text{CDT})/\text{‰}$	8.00	8.64	6.17	5.70	7.83	4.3	5.5	5.6

* 中国地质科学院测试

3.2 成矿金属的来源

对苏家店金矿床的矿石(黄铁矿、方铅矿),为了对比同时测定了与矿床有关围岩的铅同位素数据,一并列表 2 中。矿石铅同位素组成相对稳定,变化范围较小, $w(^{206}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 比值为 17.378~ 17.525,平均值为 17.405, $w(^{207}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 为 15.393~ 15.486,平均值为 15.642, $w(^{208}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 为 37.371~ 38.076,平均值为 37.87。玲珑花岗岩, $w(^{206}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 平均比值为 17.217, $w(^{207}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 平均比值为 15.341, $w(^{208}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 平均比值为 37.599。胶东群斜长角闪岩的 $w(^{206}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 平均比值为 17.456, $w(^{207}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 平均比值为 17.383, $w(^{208}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 平均比值为 37.574,与矿石铅相比差别不大。将所测得胶东群变质岩、花岗岩及矿石铅同位素数据投影到 B. R. Doe 和 R. E. Zartman 的铅构造图上(图 4),矿石铅落在上地幔 a 和造山带 b 演化线之间,

表 2 山东苏家店金矿矿石铅、花岗岩、胶东群变质岩铅同位素组成

Table 2 Pb isotope composition of gold ore, granite and Jiaodong Group in Sujadian Au Mine

序号	样品号	样品名称	采样地点	铅同位素组成			模式年龄 /Ma	源区特征值		
				$w(^{206}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$	$w(^{207}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$	$w(^{208}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$		μ	ω	K
1	S-004	斜长角闪岩	苏家店	17.507	15.328	37.808	267	8.34	34.84	4.04
2	S-019	黑云母花岗岩	苏家店	17.147	15.270	37.573	672	8.46	37.48	4.17
3	S-131	斜长角闪岩	苏家店	17.395	15.438	37.340	703	8.89	36.23	3.90
4	S-028	钾化花岗岩	苏家店	17.288	15.413	37.625	762	8.92	38.49	4.16
5	S-081	方铅矿	苏家店	17.394	15.486	37.996	561	8.562	37.97	4.25
6	S-096	黄铁矿	苏家店	17.339	15.469	37.371	521	8.617	37.46	4.35
7	S-025	黄铁矿	苏家店	17.420	15.465	37.956	506	8.587	37.29	4.20
8	S-048	黄铁矿	苏家店	17.525	15.492	38.076	442	8.606	37.32	4.19
9	S-080	黄铁矿	苏家店	17.378	15.461	37.948	558	8.619	37.674	4.23
10	S-117	黄铁矿	苏家店	17.402	15.393	37.787	421	8.448	35.906	4.11
11	S-106	黄铁矿	苏家店	17.400	15.470	37.969	526	8.596	37.513	4.22

* 1-6 天津地质研究院测定, 7-11^[2]

多集中于克拉通化地壳铅范围内, 这表明, 矿石铅同位素来源于富含地幔物质的古老结晶基底岩石, 矿床的 ω 值变化不大, 在 35.91~ 37.97 之间, $w(^{232}\text{Th})/w(^{238}\text{U})$ 比值在下地壳 5.98 与上地幔 3.57 之间, 一般在 4.3 左右。至于玲珑花岗岩和胶东群变质岩, 主要也落于地幔铅演化线 a 和造山带演化线 b 之间。玲珑花岗岩和胶东群变质岩铅同位素特征的相似性, 指示了这三者的继承、演化关系。胶东地区深熔花岗岩侵入体继承了胶东群变质岩矿源层的成矿物质, 在岩浆活动期后, 富集了成矿物质的流体, 在有利地质环境下成矿。

金矿床单阶段模式年龄大于深熔花岗岩的模式年龄, 显然不具有定时意义。

3.3 成矿流体的来源

测定了石英中的 $\delta^{18}\text{O}$ 和矿物包裹体中水的 δD 值。并利用矿物包裹体均一温度估算了平衡的介质水的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值。

石英的 $\delta^{18}\text{O}$ 值变化在 8.72‰~ 10.50‰, 平均为 9.64‰。石英中包裹体中水的 $\delta^{18}\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值为 -74‰和 -71‰, 根据矿石形成时的温度, 换算成成矿流体的氢氧同位素组成, $^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ ‰值为 2.39 和 2.69, 在 $\delta^{18}\text{O}$ - δD 图解中, 投影点位于原生岩浆水和雨水之间。

根据张理刚资料^[3], 设 $\delta^{18}\text{O}_{\text{岩石}}^{\text{i}} = 11.5\text{‰}$, $\delta\text{D}_{\text{岩石}}^{\text{i}} = -100\text{‰}$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{岩浆水}}^{\text{i}} = 10.5\text{‰}$, $\delta\text{D}_{\text{岩浆水}}^{\text{i}} = -90\text{‰}$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{大气水}}^{\text{i}} = -16.2\text{‰}$, $\delta\text{D}_{\text{大气水}}^{\text{i}} = -100\text{‰}$, 并假设岩石中含有 $w(\text{H}_2\text{O}) 0.6\%$ 。

设 W 份水和 R 份岩石发生同位素交换, 据物质平衡方程: i 和 f 分别代表初始值和交换后终值, 由上式可得:

$$W\delta^{18}\text{O}_{\text{水}}^{\text{i}} + R\delta^{18}\text{O}_{\text{岩石}}^{\text{i}} = W\delta^{18}\text{O}_{\text{水}}^{\text{f}} + R\delta^{18}\text{O}_{\text{岩石}}^{\text{f}}$$

$$W\delta\text{D}_{\text{水}}^{\text{i}} + R\delta\text{D}_{\text{岩石}}^{\text{i}} = W\delta\text{D}_{\text{水}}^{\text{f}} + 0.006R\delta\text{D}_{\text{岩石}}^{\text{f}}$$

$$\text{其中 } \delta^{18}\text{O}_{\text{岩石}}^{\text{f}} = \delta^{18}\text{O}_{\text{水}}^{\text{f}} + \Delta\text{O}_{\text{岩石-水}}$$

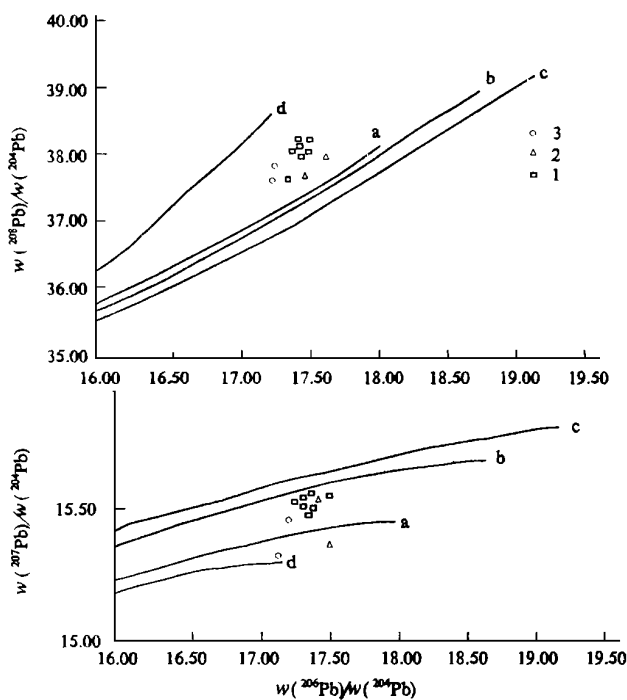


图 4 山东苏家店金矿床铅同位素组成分布图

Fig. 4 Pb isotope composition plot for Shujiadian gold mine
a. 地幔铅同位素演化曲线 b. 造山带铅同位素演化曲线 c. 上地壳铅同位素演化曲线 d. 下地壳铅同位素演化曲线 1. 苏家店矿床铅同位素组成 2. 胶东群 3. 玲珑花岗岩

$$\delta D_{\text{岩石}}^f = \delta D_{\text{水}}^f + \Delta D_{\text{岩石-水}}$$

在 300℃、200℃ 条件下, 分别计算出在不同水/岩比值下 $\delta^{18}O_{\text{岩浆水}}^f$ 、 $\delta D_{\text{岩浆水}}^f$ 、 $\delta^{18}O_{\text{大气水}}^f$ 、 $\delta D_{\text{水气水}}^f$ 值, 作出图 5 中的四条演化线。从图中可以看出苏家店金矿的 $\delta^{18}O$ 和 δD 位于 200℃, 水岩比为 0.01 左右的岩浆水演化线和水岩比为 0.008 大气降水演化线附近。可能是岩浆水加上一部分大气水, 在水岩比为 0.01~0.008 的情况下, 与岩浆岩发生交换, 淋滤成矿物质。当然其水岩比值是最小值, 实际上要大得多, 因为可能部分水和岩石并未达到交换平衡。

4 成矿物理化学条件

4.1 流体包裹体的类型和成矿流体的化学成分

苏家店金矿床有三种主要类型的包裹体, 即含 CO₂ 液相包体、液相包体、含 CO₂ 包体。其中以液相包体为主, 含 CO₂ 液相包体次之, 含 CO₂ 包体较少。

包裹体的成分直接反映成矿流体的组合特征。在苏家店金矿, 测定了第一成矿阶段石英和第二成矿阶段的石英, 从中可以发现第一成矿阶段中阴离子以 SO₄²⁻ 为主, 阳离子以 K⁺ 为

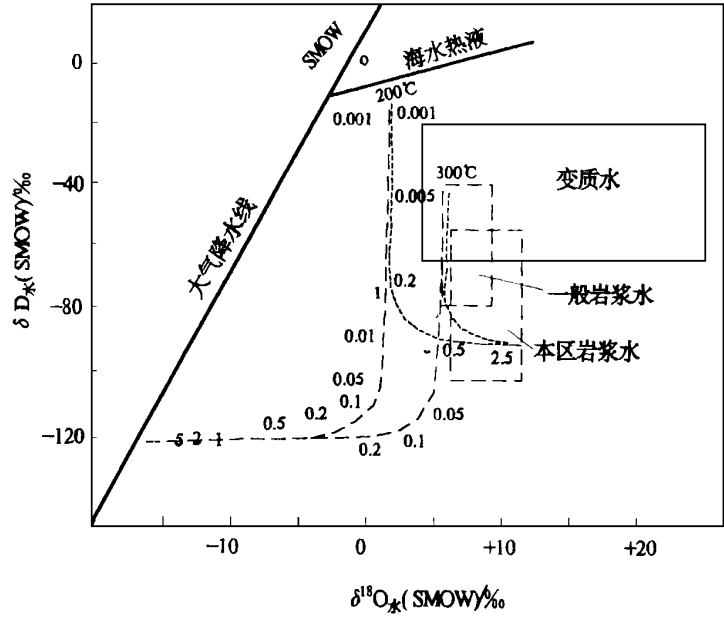


图 5 胶东苏家店金矿床成矿热液中水的氢氧同位素组成

Fig. 5 Hydrogen and oxygen isotopic composition plot of ore-forming fluid
点线表示岩浆水经过水岩交换后的演化曲线, 虚线表示大气降水经过水岩交换后的演化曲线(据张理刚)

主, Na^+ 为次, 第二成矿阶段以 Cl^- 为主, 次为 SO_4^{2-} , 阳离子以 Na^+ 为主, K^+ 为次。气体成分, 两个成矿阶段都是以 CO_2 为主, 只是第二个成矿阶段 CO_2 含量高得多, CO 、 CH_4 在第二成矿阶段相对低一些。

通过以上分析, 说明随着第一成矿阶段向第二成矿阶段转化, 以 $\text{K}^+ - \text{SO}_4^{2-} - \text{H}_2\text{O}$ 为主的热水体系, 向 $\text{Na}^+ - \text{Cl}^- - \text{H}_2\text{O}$ 为主的热水体系转化。

4.2 成矿物理化学条件

包裹体均一温度测定表明, 成矿流体温度在 $170 \sim 330^\circ\text{C}$ 间, 其温度可分成三个阶段: $170 \sim 190^\circ\text{C}$ 可能为次生包裹体水溶液的温度; $190 \sim 230^\circ\text{C}$ 可能与第二成矿阶段有关; $270 \sim 290^\circ\text{C}$ 可能与第一成矿阶段有关。 $190 \sim 290^\circ\text{C}$ 是金矿的主要成矿温度范围, 属中低温热液范畴。 盐度为 $6w(\text{NaCl})\text{eq}\%$ 。 通过温压等容式计算, 可得成矿压力从 $14.1 \sim 23.8\text{ MPa}$, 成矿压力较低。

据石英包裹体中的化学成分, 可推测在包裹体的封闭体系中存在一系列化学反应, 据它们间的平衡关系, 估算出苏家店金矿成矿作用的物理化学参数 $\text{pH} = 5.63 \sim 6.42$, $Eh = 0.0638$, $f_{\text{O}_2} = 10^{-33.472}$, $f_{\text{H}_2} = 10^{-4.62}$, $f_{\text{S}_2} = 10^{-11.11}$, $\Sigma\text{S} = 10^{-2.41}$ 。

5 矿床成因及成矿模式

苏家店金矿围岩为玲珑花岗岩,矿体的产出受 NE、NNE 向断裂的控制,其稳定同位素的特征与该区花岗岩和胶东群变质岩基本一致,从而揭示了三者之间的继承、演化关系,从氢氧同位素特征来看,成矿热液来自于岩浆热液,并有大气水的加入。包体的均一温度主要为 190 ~ 290 °C 区间,为中低温热液矿床,通过上述分析,我们认为苏家店金矿属壳源深熔岩浆热液型金矿。

综合上述研究,再结合胶东地区地质发展史,苏家店金矿的形成主要有以下四个阶段:

(1) 在晚太古代—早元古代,胶东地区处于非稳定型的浅海和岛弧环境,大规模火山喷发形成了巨厚的中基性火山岩夹正常沉积岩,形成了金的高背景值区。(2) 上述地层经历了胶东运动,形成了区域变质岩,即胶东群。(3) 中生代以来,由于太平洋板块与欧亚板块的碰撞,形成壳源深熔玲珑花岗岩体等。壳源深熔花岗岩期后热液萃取了原岩中的 Au 等成矿元素,形成成矿热液流体。(4) 岩浆期后热液携带成矿物质与部分大气降水混合,形成金矿成矿的混合热液流体,在断裂等构造有利部位沉淀成矿。

本论文是在李兆龙教授的指导下完成的,特此表示谢意!

参考文献

1. 李兆龙,杨敏之,等. 胶东金矿床地质地球化学. 天津科学技术出版社
2. 童航寿,等. 山东栖霞流口、苏家店金矿成矿规律及成矿预测. 核工业部地质研究三院, 1991
3. 张理刚. 成岩成矿理论与找矿. 北京工业大学出版社, 1989
4. 李兆龙. 山东胶东地区铅同位素地球化学及其与金矿化的关系. 胶东金矿地质科技研讨会论文选编, 1991
5. 姚凤良,等. 胶东西北部脉状金矿. 吉林科学技术出版社, 1990
6. Helgeson H L and Ganel R M. hydrothermal transport and deposition of gold, . Econ. Geol. Vol. 63, No. 6

GEOLOGICAL FEATURES AND GENESIS OF SUJIADIAN AU ORE
DEPOSIT IN QIXIA COUNTY, SHANDONG

Yao guolong

(*Tianjin Geological Academy, MMI, Tianjin 300061*)

Maxiangjun

(*Luoyang Water Resource Design and Exploration Institute, 471000*)

Abstract

Shujiadian Au deposit is located in Jiaobei terrain. Its wall rock is Linglong granite. Pb, S, O isotpe is similar to Jiaodong Group metamorphic rock, Linglong granite and Shujiadian Au deposit imply the genetic relation to the three kinds of rocks. The $\delta^{18}\text{O}$ and δD value indicates that ore-forming fluid is mainly derived from magmatic fluid, as well as mixing with a part of meteroic water in later stage. According to the above research, Shujiadian Au deposit is an anatectic magmatic deposit.

Key words Geological feature, magmatic hydrothermal fluid, Shujiadian Au deposit