

河南出岔-乱石沟金矿成矿流体 地球化学和矿床成因研究

张明贤

徐九华

(西南冶金地质研究所,成都)

(北京科技大学地质系,北京)

提 要 流体包裹体地球化学研究表明,出岔-乱石沟金矿床为中高温热液矿床,矿床在弱还原,弱酸性介质中形成,成矿流体以岩浆水为主,晚期叠加部分大气降水的影响,具明显的混合迹象。稳定同位素地球化学与蚀变围岩微量元素聚类分析揭示,矿质来源于下地壳太华群火山碎屑岩系的深熔作用,但其活化、迁移、富集成矿则与晚燕山期酸性岩浆热事件有关。本文研究显示,出岔-乱石沟金矿床的成矿作用是中高温开放体系水-岩反应过程。

关键词 金矿 成矿流体 矿质来源 矿床成因 河南小秦岭

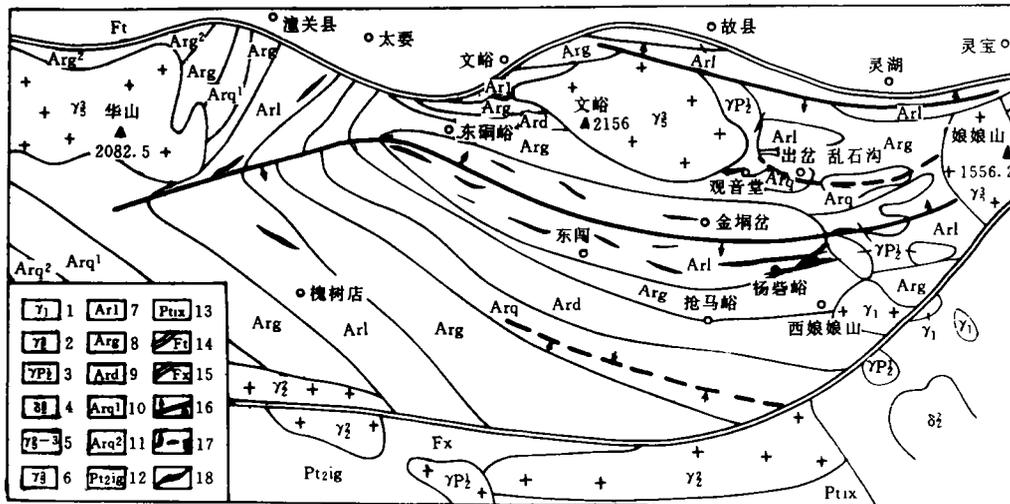
河南灵宝县出岔-乱石沟金矿是著名小秦岭金矿田中新近发现的又一石英脉型矿床。该矿床的发现打破了小秦岭地区“向斜无矿论”的传统认识。经武警黄金九支队勘探证实为一中型金矿床。但有关成矿规律和矿床成因等问题急需探讨,总结,以便为在小秦岭地区进一步寻找同类型矿床提供理论依据。

1 地质概况

该矿床位于小秦岭金矿田北中矿带,受西阴-雷家坡向斜控制。赋矿地层为太华群抡马峪组(图1),其岩性为一套火山-沉积变质岩系。矿脉受剪切带控制,控矿断裂除压扭性外,尚有扭压性及张扭性等多种类型。矿体两侧围岩普遍发育硅化、绢云母化、黄铁矿化、微斜长石化、黑云母化、绿泥石化及碳酸盐化等。矿石中主要金属矿物有黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿、自然金,次要金属矿物有方铅矿、辉碲铋矿、辉钼矿、自然银、磁铁矿、赤铁矿等。根据矿物共生组合及矿脉穿插关系,可将本矿床热液成矿期分为4个成矿阶段:Ⅰ、石英-黄铁矿阶段;Ⅱ、黄铁矿-石英阶段;Ⅲ、石英-多金属硫化物阶段;Ⅳ、石英-碳酸盐阶段。其中Ⅱ、Ⅲ为金的主要矿化阶段。围岩蚀变及矿石矿物共生组合显示,该矿床为中高温热液矿床。作者通过成矿物理地球化学条件、成矿流体及成矿物质来源的研究,探讨了该矿床的成因。

2 矿床形成的物理化学条件

通过对该矿床不同阶段石英样品流体包裹体的研究,对该矿床形成的物理化学条件及其



1. 嵩阳期花岗岩 2. 晚晋宁期花岗岩 3. 伟晶状花岗岩 4. 晚晋宁期闪长岩 5. 早燕山期花岗岩 6. 晚燕山期花岗岩 7、8、9、10 及 11 分别代表太华群闻家峪组、观音堂组、洞沟组、枪马峪组下段及上段 12. 郃县系高山河组 13. 熊耳群 14. 太要深断裂带 15. 小河深断裂带 16. 背斜(形)轴向 17. 向斜(形)轴向 18. 主要矿脉

图 1 小秦岭地区地质略图(据栾世伟,1991)

Fig. 1 Geological sketch map of the Xiaoqinling region

变化有了比较全面的认识。

2.1 矿床形成温度

不同阶段石英样品流体包裹体均一温度测定结果见表 1。均一温度(Th)是常压下测定的,一般被认为是流体捕获温度(Tt)的下限。为获得真实的成矿温度(用主矿化阶段包裹体捕获温度代表),必须考虑压力的影响,即 $T_t = T_h + \Delta T$ (式中 ΔT 为压力对均一温度校正值)。根据压力值及盐度值(表 1),利用 Potter II 图解^[1],校正后分别获得成矿温度范围为 300~460℃,表明本区成矿温度较高,且从早到晚逐渐降低(表 1),矿石矿物组合也随之发生相应的变化。不难推断,温度是控制不同矿物沉淀的主要因素。

按成矿流体包体实测成矿温度和估算成矿压力(表 1),并考虑到围岩蚀变中有钾长石化和黑云母化以及共生矿物中有辉钼矿等一般被认为是高温矿物,本矿床成矿作用可认为具有深成高温热液成因特点,其热液作用可延长到中温热液阶段。

本区太古界太华群形成后,由于大地构造位置的关系,自早元古代直至中生代,构造—岩浆活动频繁,相继发生了七次岩浆活动^[2],但以中生代晚燕山期花岗岩浆活动规模最大、影响最广。事实上,本区处于华北地洼南缘,在中生代发生如此大规模构造岩浆活动和促进金矿的形成绝非偶然。晚燕山期形成了文峪、华山、娘娘山三大岩体,其 K—Ar 法绝对年龄多为 100—130Ma^[2]。晚燕山期酸性岩浆的侵入与结晶,为本区太华群地层中金矿的活化、迁移提供了必要的热动力条件和成矿介质—水。

表 1 出岔—乱石沟金矿流体包裹体特征及主要成矿物理地球化学参数

Table 1 Feature of fluid inclusions and main parameters of ore-forming physical-geochemistry in Chucha-Luanshiguou gold deposit

| 成矿阶段 | I. 石英—黄铁矿 | II. 黄铁矿—石英 | III. 石英—多金属硫化物 | IV. 石英—碳酸盐 |
|-----------------------|---|---|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 包体类型 | 液态包体为主 | 多为液态包体 | 液态包体和 CO ₂ 包体 | 液态包体 |
| 包体大小(μm) | 3~8 | 3~10,个别达 15 | 多大于 10 | 3~10 |
| 气相充填度(%) | <30 | 20~30 | 10~80 | <20 |
| CO ₂ (wt%) | 18.8 | 11.2 | 43.9 | 20.0 |
| P(Pa) | 1500×10 ⁵ | 1100×10 ⁵ | 850×10 ⁵ | 400×10 ⁵ |
| Th(C) | 230~311(37) | 303~316(10) | 230~250(12) | 230~278(10) |
| Tt(C) | 365~460 | 350~410 | 300~330 | 305~325 |
| ρ(g/cm ³) | 0.83 | 0.85 | 0.90 | 0.86 |
| Sal(wt%NaCl) | $\frac{4.3\sim 11.8}{7.1(14)}$ | $\frac{5.8\sim 14.2}{9.6(8)}$ | $\frac{6.6\sim 16.4}{11.3(12)}$ | $\frac{4.0\sim 9.5}{6.3(5)}$ |
| Eh(V) | -0.57 | -0.53 | -0.50 | -0.51 |
| PH _t | 3.85~4.07 | | 4.62~4.53 | 4.52~4.41 |
| PH ₀ | 5.40 | 5.50 | 5.45 | 5.30 |
| fO ₂ (Pa) | 10 ⁻¹⁷ ~10 ⁻²² | 10 ⁻²³ | 10 ⁻²⁷ ~10 ⁻³¹ | 10 ⁻²² ~10 ⁻²³ |
| 石英中金丰度(g/t) | 1.74 | 3.12 | 4.88 | |
| 备注 | 低于 25℃,常压条件下可见液态 CO ₂ 的三相包体,其中心气泡明亮并不停地跳动。 | 低于 25℃,常压条件下可见液态 CO ₂ 的三相包体,其中心气泡明亮并不停地跳动。 | 包裹体大面多,气相充填度变化大。 | 常温常压下偶见三相 CO ₂ 包裹体 |

注:①表中数据由笔者测定,计算,其值为平均值或分布范围,括号中数字为测试包裹体数。

②PH_t 为 t 温度下成矿流体的 PH 值,PH₀ 为 t 温度下中性溶液的 PH 值。

③石英中金丰度为石英单矿物微量元素分析结果。

2.2 成矿流体的盐度与密度

出岔—乱石沟金矿成矿流体的冷冻法盐度测定结果(表 1)在 4.0—16.4wt%NaCl 范围内变化,大多数集中在 6—10wt%NaCl,总体上较低,但主成矿阶段(II、III)中流体盐度变化较大,平均值相对较高,表明流体曾处于某种不混溶状态。盐度测算表明,出岔—乱石沟金矿成矿流体盐度的高低与矿化强弱成正比,流体的不混溶可能与 Au 从热液中析出沉淀存在密切关

系。

根据 S. N. Ahmad 和 A. W. Rose 综合 Hass(1971)和 Copeland(1953)等人的资料绘制的 NaCl-H₂O 体系的温度、盐度和密度关系曲线图^[1],查得各成矿阶段流体密度介于 0.83~0.90g/cm³ 之间,属中等密度。成矿由早到晚,密度逐渐增大。

2.3 成矿压力

根据流体包裹体均一温度、成矿流体盐度及 CO₂ 百分含量,从文献[3]给出的 H₂O-NaCl-CO₂ 体系中 CO₂ 浓度与温度及压力的关系图中,求出出岔-乱石沟金矿成矿压力的估计值在 1500×10⁵~400×10⁵Pa 之间,为中高压矿床,且成矿由早到晚压力不断下降(表 1)。

2.4 成矿溶液的 PH 值与 Eh 值

直接测定包裹体溶液的 pH 值比较困难,一般采用热力学方法计算。笔者根据矿区内各矿化阶段广泛发育钾长石的绢云母化,用钾长石、绢云母、石英的平衡关系推导出 pH 值的关系式:

$$\text{pH} = -\lg[\text{K}^+] + 2.39 + \frac{8365 + 0.77P}{9.152T_t}$$

式中 [K⁺]——钾离子浓度, mol/l(用包裹体液相成分钾离子浓度代替)

P——平衡压力, Pa(用成矿压力代替)

T_t——反应温度, k(用成矿温度代替)

求解 PH 值。计算表明,本矿床是在弱酸性热液中形成,随着矿化作用的持续,成矿流体向中性演化(表 1)。

成矿溶液的 Eh 值是根据流体包裹体气相成分分析结果(表 2),从李秉伦、石岗设计的 Eh-T 图解^[1]中查出。Eh 值从早到晚略有增加,介质还原性逐渐减弱(表 1)。

综上所述,出岔-乱石沟金矿成矿流体为中等盐度的中高温热液,热液在演化过程中,从早到晚温度逐渐下降,盐度、密度逐渐增高,矿床是在弱酸性、弱还原介质中形成,而成矿能量则主要由晚燕山期构造-岩浆热事件提供。

表 2 包裹体气液相成分测定结果

Table 2 Gas-liquid composition of fluid inclusion

| 成矿阶段 | 气相成分(×10 ⁻⁶) | | | | 液相成分(×10 ⁻³) | | | | | | | | 样数 |
|------|--------------------------|-----------------|----------------|----------------|--------------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|----|
| | H ₂ O | CO ₂ | H ₂ | N ₂ | F ⁻ | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | |
| I | 633 | 134 | 0.69 | 9.22 | 0.91 | 32.12 | 0 | 1.18 | 5.07 | 34.73 | 0.13 | 0.84 | 2 |
| II | 313 | 49 | 0.63 | 8.66 | 0.85 | 14.55 | 0.69 | 2.35 | 1.92 | 0 | 0.40 | 0.29 | 2 |
| III | 552 | 433 | 0.65 | 9.05 | 0 | 48.74 | 0.24 | 2.97 | 8.46 | 11.99 | 1.02 | 4.82 | 2 |
| IV | 586 | 156 | 0.62 | 7.10 | 11.59 | 43.19 | 0 | 0.47 | 5.57 | 14.51 | 0 | 34.75 | 2 |

注:①CH₄ 均未检出 ②表中数据为平均值 ③测试单位——中国地质大学(北京)包体室

3 成矿流体来源

不同来源的成矿流体不仅氢、氧、碳同位素组成有明显区别,而且它们的化学组成也有其自身的特点。详细研究流体氢、氧、碳同位素及其化学组成特征,可以了解其来源。

3.1 成矿流体的化学组成特征

表2为不同矿化阶段流体包裹体气液相成分,它代表了成矿流体的化学组成。须指出的是,表中的 SO_4^{2-} 仅是成矿流体中总硫的分析形式,在本矿床形成的物理化学条件(中高温、中高压)下,它反映成矿流体中 HS^- 的含量。

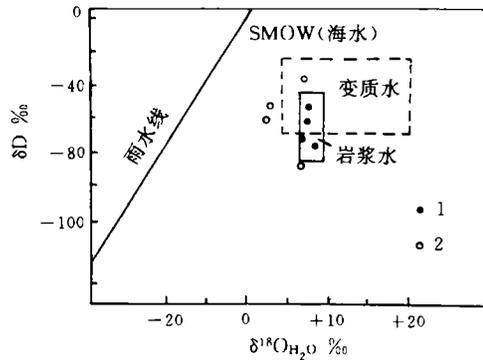
包裹体成分分析表明,出岔—乱石沟金矿成矿早期及主成矿阶段,成矿流体的阴离子以 Cl^- 和 SO_4^{2-} (代表 HS^-)为主,阳离子则以 K^+ 、 Na^+ 为主,表明流体具深源特点。而晚期则以卤族元素离子为主, F^- 与 Ca^{2+} 的含量大大提高, Ca^{2+} 含量明显大于 K^+ 、 Na^+ 含量,这与大气降水成分相近似,表明成矿晚期大气降水影响增强。

3.2 成矿流体的氢、氧同位素组成

出岔—乱石沟金矿与西侧文峪、东阎金矿石英样品氢、氧同位素组成(表3),其 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 在2.43‰~8.02‰范围内变化,而 δD 则在-88‰~-37‰区间内波动。它们在 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ - δD 关系图上的投影点落在岩浆水与雨水区范围内(图2)。成矿早期流体的氢、氧同位素组成具岩浆水特征。而主成矿阶段则比较复杂,两个样品落在雨水区,两个落在变质水与岩浆水区,表明流体具混合迹象。

3.3 碳同位素组成特征

流体包裹体研究表明,成矿流体富含 CO_2 ,其含量为11.2wt%~43.9wt%。因此,在讨论成矿流体来源时,不能仅注意水而忽视 CO_2 的来源。据小秦岭金矿床的 $\delta^{13}\text{C}$ 分析,碳酸盐矿物的 $\delta^{13}\text{C}$ 值表明,碳具有岩浆源或深源特点, $\delta^{13}\text{C}\approx-7\text{‰}$ (表4)。流体包裹体中 CO_2 的 $\delta^{13}\text{C}$ 变化较大,其低值反映变质岩中还原碳(-25‰左右)进入热液,而晚期流体 $\delta^{13}\text{C}$ 高值表明其他源区富 ^{13}C 的流体进入了热液。碳同位素组成特征也表明成矿流体具深源和某种混合迹象。



1. Q₁ 样品 2. Q₁ 样品

图2 成矿流体氢、氧同位素组成图

Fig. 2 Hydrogen and oxygen isotopic composition of ore-forming fluids

表3 小秦岭出岔—乱石沟金矿与其他矿床的氢、氧同位素组成

Table 3 Hydrogen and oxygen isotopic composition of Chucha-Luanshigou and other gold deposits in Xiaozhiling

| 矿床名称 | 样品名称 ^① | 温度(℃) | δD (‰,SMOW) | $\delta^{18}O$ (矿物) (‰,SMOW) | $\delta^{18}O_{\text{水}}$ (‰,SMOW) | 资料来源 |
|----------|--------------------|------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 出岔—乱石沟 | Q _I (1) | Tt:410 | -70.48 | 11.02 | 6.54 | 本文 ^③ |
| | Q _I (2) | Tt:310 | -56.54, -61.23 | 10.10, 9.64 | 2.89, 2.43 | |
| 文峪 东园 | Q _I (4) | Tt:406~433 | -48.0~-80.75 | 10.66~12.76 | 6.06~8.02 | 何知礼等 (1990) |
| | Q _I (2) | Tt:348~390 | -37.3, -87.4 | 10.87, 11.69 | 5.71, 5.20 | |

注:①Q_I、Q_{II}——分别为I、II矿化阶段的石英,括号内为样品数

②Tt——经压力校正后的包裹体捕获温度

③中国地质科学院矿床地质研究所金生今等测试。

表4 成矿流体碳同位素组成

Table 4 Carbon isotopic composition of ore-forming fluids

| 矿床名称 | 样品名称 | $\delta^{13}C$ (‰,PDB) | $\delta^{18}O$ (‰,PDB) | $\delta^{18}O$ (‰,V-sm) ^① | 资料来源 |
|--------|---|------------------------|------------------------|--------------------------------------|----------------|
| 文峪 | 铁白云石(1) | -7.19 | -22.34 | 7.87 | 何知礼等 (1990) |
| | 方解石(1) | -7.48 | -21.38 | 8.86 | |
| | Q _I 包裹体CO ₂ (1) | -2.147 | -23.14 | 7.05 | |
| | Q _{II} 包裹体CO ₂ (1) | 4.419 | -12.79 | 17.71 | |
| | Q _{III} 包裹体CO ₂ (1) | -27.26 | -26.96 | 3.11 | |
| 文峪、金峒岔 | 碳酸盐(14) | -7.51~-3.19 平均-5.33 | | | 栾世伟等 (1985) |

注: $\delta^{18}O_{V-sm}$ 由 $\delta^{18}O_{V-sm}=1.0309\delta^{18}O_{PDB}+30.9$ (Coplen等,1984)计算

综观以上分析,出岔—乱石沟金矿成矿流体早期以岩浆水为主,晚期又叠加部分大气降水影响,具深源特点和明显的混合迹象。

4 成矿物质来源

4.1 矿石硫同位素组成及硫的来源

表5为出岔—乱石沟金矿矿石中硫化物 $\delta^{34}S$ 的分析结果。黄铁矿的 $\delta^{34}S$ 从成矿早期到晚期有降低趋势: +0.3‰(P_{Y1}), +0.8‰(P_{Y1}), -3.0‰(P_{Y1})。第三成矿阶段的方铅矿、黄铜矿,其 $\delta^{34}S$ 均为负值。

表 5 出岔—乱石沟金矿硫同位素组成

Table 5 Sulfur isotopic composition of Chucha-Luanshigou gold deposit

| 样品号 | 矿物 ¹ | $\delta^{34}\text{S}$ (‰, CDT) | $\delta^{34}\text{S}_{\text{H}_2\text{S}}$ (‰, CDT) | 资料来源 |
|----------|------------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------------|
| Ch019--b | P_{V1} | -3.0 | -4.5 | 本文 (中国地质科学院 矿床地质研究所 白瑞梅等测试) |
| Ch016 | P_{V1} | -0.7 | -1.97 | |
| Ch027 | P_{V1} | +0.8 | -0.47 | |
| Ch065 | P_{V1} | +0.3 | -1.05 | |
| Ch019-a | Gn | -4.3 | -2.0 | |
| Ch020 | Gn | -4.2 | -1.9 | |
| Ch036 | Cp | -3.4 | -3.2 | |

注:① P_{V1} 、 P_{V2} 、 P_{V3} 分别为第 I、II、III 矿化阶段的黄铁矿 Cp—黄铜矿, Gn—方铅矿

②计算 $\delta^{34}\text{S}_{\text{H}_2\text{S}}$ 温度参考石英的包裹体均一温度 T_{h} , 第 I、II、III 阶段分别为 272 C, 288 C, 250 C

众所周知, 热液体系中沉淀出硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$, 不仅受温度的影响, 而且受体系 $f\text{O}_2$ 、PH 值和 $\delta^{34}\text{S}_{\text{SS}}$ 的制约。因而不能简单地由 $\delta^{34}\text{S}$ 来推测硫源, 必须依据成矿物理化学条件通过硫化物的硫同位素资料推算成矿热液的总硫同位素组成 $\delta^{34}\text{S}_{\text{SS}}$ 。计算表明(表 6), 出岔—乱石沟金矿成矿流体总硫的同位素组成 $\delta^{34}\text{S}_{\text{SS}}$ 早期接近陨石硫, 反映深源特点, 而第 III 阶段则变化较大, 来源复杂。

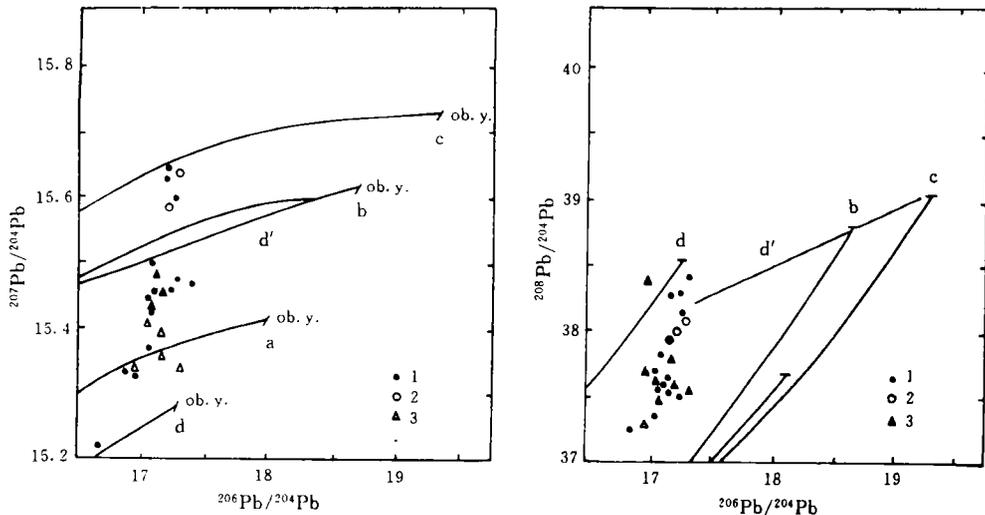
表 6 出岔—乱石沟金矿热液体系 $\delta^{34}\text{S}_{\text{SS}}$ 的范围Table 6 $\delta^{34}\text{S}_{\text{SS}}$ range of ore-forming hydrothermal fluid system in Chucha-Luanshigou gold deposit

| 成矿阶段 | 成矿温度 (T_{t} , C) | $\log f(\text{O}_2)$ (平均值) | pH | Δ | $\delta^{34}\text{S}_{\text{H}_2\text{S}}$ | $\delta^{34}\text{S}_{\text{SS}}$ |
|------|-------------------------------|-------------------------------|-----------|----------|--|-----------------------------------|
| I | 365~460 | -25.0 | 1.07~3.85 | -1.0~0 | -1.05 | ≈ 0 |
| II | 350~410 | -28.0 | | -1.0~0 | -0.47~1.97 | ≈ 0 |
| III | 330~300 | -34.0 | 4.62~4.53 | 0~-20.0 | -1.9~-4.5 | 变化大 |

注: $\Delta = \delta^{34}\text{S}_{\text{H}_2\text{S}} - \delta^{34}\text{S}_{\text{SS}}$, 据 Ohmoto(1979)的 $\log f(\text{O}_2) - T$ (I、II 阶段)和 $\log f(\text{O}_2) - \text{pH}$ (III 阶段)图解估计

4.2 铅同位素组成及矿石铅的来源

本矿床的铅同位素组成与区内其他金矿床的数据很接近(表 7), 而且变化很小。表中数据换算后投在 Cannon 小三角形图解中均落在“正常铅”的新月形小区范围内。在 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 等时线图上, 数据均落在 $\mu = 8.75 \sim 9.25$ 增长曲线上。因而, 出岔—乱石沟金矿与小秦岭其他金矿绝大部分铅一样, 属正常铅。



a. 地幔铅 b. 造山带铅 c. 上地壳铅 d. 下地壳铅 d'. 被活化的 16 亿年前下地壳铅 ob. y.. 现代铅 1. 东闯、文峪 2. 出岔—乱石沟 3. 其他矿床

图 3 小秦岭金矿铅同位素组成与地质环境

(底图据 Doe 和 Zartman)

Fig. 3 Lead isotopic composition and geologic setting of Xiaoqinlin gold deposits

由相关矩阵作出的聚类分析谱系图(图 4),以 R=0.35 分类,九种元素可分成两类: Mo、Zn、Mn、Ti 和 V 为一类,它们主要是围岩中原有的金属元素组合;Au、Ag、Cu 和 Pb 为另一类,它们是成矿元素组合,是热液中加入的围岩的成分,充分表明在热液作用过程中,Au 与 Ag、Cu、Pb 具有相同的来源。

综合上述硫、铅同位素组成特征、蚀变围岩微量元素聚类分析,结合本区区域地质背景,可认为成矿物质 Au 主要来自太华群基底的深熔作用。

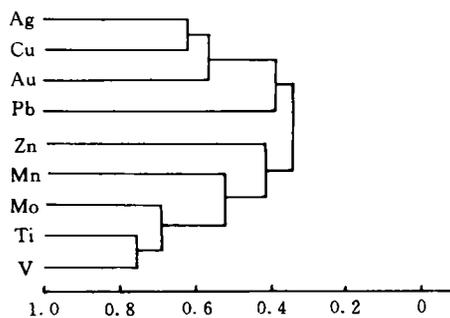


图 4 蚀变围岩微量元素 聚类分析谱系图

Fig. 4 Lineage illustration of cluster analysis on the minor elements of alteration wall-rock

4 矿床成因

据上述流体包裹体地球化学、稳定同位素组成特征、蚀变围岩微量元素聚类分析,结合区域地质构造-岩浆活动史,笔者认为出岔—乱石

沟金矿床的成矿物质来源于下地壳太华群火山碎屑岩系;促使成矿物质迁移、富集的气水热液则主要来自晚燕山期太华群的深熔作用;富含 CO_2 的中高温热液由深部向浅部运移并向相对低压的构造扩容带(断裂带)汇聚,在构造扩容带由于减压、降温以及与围岩物质交换(围岩蚀变)等因素的影响,造成体系化学组成、pH 值、Eh 值及温压条件发生变化,导致稳定的硫氢络离子解络,使 Au、Ag、Pb 等矿化元素沉淀并形成相应的石英脉型金矿床。可见出岔—乱石沟金矿的成矿作用是中高温开放体系中的水—岩反应过程。

5 结论

(1)流体包裹体地球化学研究表明,出岔—乱石沟金矿是在弱酸性、弱还原介质中形成的,其成矿作用具有中深成高温热液成因特点。

(2)成矿流体的化学组成与氢、氧、碳同位素分析揭示,成矿流体以岩浆水为主,晚期则有大气降水的影响,具明显的混合迹象。

(3)硫、铅同位素组成特征及蚀变围岩微量元素聚类分析表明,矿质来源于下地壳太华群火山碎屑岩系的深熔作用,但其活化、迁移与晚燕山期酸性岩浆活动(文峪花岗岩等)有关。

(4)在晚燕山期构造-岩浆热事件能量的驱动下,太华群基底火山碎屑岩系深熔作用产生的富含 CO_2 的热液体系上升侵位并向构造扩容空间(断裂带)运移汇聚。由于减压及交代作用,使热液体系物理化学条件发生变化,导致含金的硫氢络离子解络,沉淀而形成相应的石英脉型金矿床。

本文为武警黄金指挥部委托的“河南出岔—乱石沟金矿成矿地质特征及找矿方向研究”课题的部分研究成果。该课题是在北京科技大学地质系何知礼教授具体指导下完成的,同时得到中国人民武装警察部队黄金第二总队及其九支队有关领导和同仁的大力支持,在此一并致谢。

参考文献

- 1 李秉伦,等. 包裹体地球化学. 北京:地质出版社,1990
- 2 栾世伟,等. 小秦岭地区深部金矿化特征及评价. 成都:成都科技大学出版社,1991
- 3 徐九华. $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}-\text{CO}_2$ 体系液相状态方程及其在热液矿床研究中的应用. 地球化学,1991,(1):47~55
- 4 张理刚. 稳定同位素在地质科学中的应用. 西安:陕西科学技术出版社,1985
- 5 Barnes H L. Geochemistry of hydrothermal ore deposits. New York, Holt, Rinehart and wiston, 1979
- 6 余金生,李裕伟. 地质因子分析. 北京:地质出版社,1985

**ORE-FORMING FLUID GEOCHEMISTRY AND
GENESIS OF THE CHUCHA-LUANSHIGOU
GOLD DEPOSIT IN HENAN PROVIVCE OF CHINA**

Zhang Mingxian

(Southwest Institute of Metallurgical Geology, Chengdu 610051)

Xu Jihua

(Department of Geology, Beijing University of Science & Technology)

Abstract

Chucha-Luanshigou gold deposit discovered recently is one of the ore deposits in the Central-North Ore Belt of the famous Xiaoqinling Gold Field. Gold-bearing quartz veins are controlled by shear zone. They are distributed in Qiangmayu Group of Archean. Epoch of hydrothermal gold mineralization is further divided into 4 stages. Study on the physical geochemical conditions of fluid inclusions suggest that the deposit is a intermediate-high temperature hypothermal deposit. The stable isotopic data of hydrogen and oxygen and carbon suggest that the fluid of mineralization has characters of magmatic water with the addition of meteoric water. The isotopic composition of sulphur and lead indicate that the material of mineralization was produced by the anatexis of metapyroclastic rocks of Taihua Group, even though its reactivation, migration and enrichment is related with granitic activity of Yanshanian. The cluster analysis of alteration wall-rock minor elements suggests that Au is closely related to Pb, Ag, Cu, and indicates that Au and Pb are of the same source.