

· 专题 13: 成矿作用过程、成矿末端效应及找矿预测 ·

西南天山阿沙哇义金矿成矿作用初步研究

周振菊¹, 陈正乐^{1,2}, 张青¹, 韩凤彬¹, 张文高¹, 张涛²,
霍海龙¹, 杨斌², 马骥^{2*}

1. 中国科学院 地质科学院地质力学研究所, 动力成岩成矿实验室, 北京 100081;

2. 东华理工大学 地球科学学院, 南昌 330013

阿沙哇义金矿位于新疆阿合奇县哈拉奇乡, 处于西南天山喀拉铁克山脉中段, 是最近十余年新发现的矿床, 在西南天山地区仅次于萨瓦亚尔顿的第二大金矿(陈奎等, 2007)。前人对阿沙哇义金矿研究多集中在找矿勘探方面, 缺少系统的地质地球化学研究, 尤其是在成矿流体等方面研究相对较薄弱, 矿床成因也尚未明确。因此本文在详细的矿床地质研究基础上, 通过对阿沙哇义金矿流体包裹体以及 C-H-O 同位素研究, 初步查明了成矿流体特征及来源, 探讨了矿床成因类型, 为推进该矿床研究和地质找矿工作提供理论依据。

1 地质概况

阿沙哇义金矿赋矿地层为上石炭统喀拉托尔加组, 岩性主要为千枚岩和变质砂岩, 局部夹砂板岩。地层普遍遭受浅变质作用, 局部含炭质。矿区断裂构造较发育, 金矿体主要受北东向的喀勒铁别克、卡拉铁克大断裂的次一级断裂控制, 次级断裂带性质以压扭性质为主, 表现为一系列断层、节理、裂隙带。此外, 在探槽内, 我们还观察到泥质板岩内发育大量的共轭剪节理, 部分剪节理内充填有矿化石英脉, 说明该剪节理形成于成矿前或成矿期。矿区岩浆作用微弱, 仅有少量的脉岩沿裂隙充填。金矿体主要赋存在断层破碎蚀变带内, 目前发现控制断层破碎蚀变带(F101-F110) 10条, 长一般 80~720 m、较长的 F103、F104 为 1600~2000 m, 宽一般 1~4 m、最宽处为 8~9 m。金矿体呈脉状, 总体走向北东, 倾向北西。矿区 Au 平均品位 1.57×10^{-6} , 其中 14 号矿体最高, Au 品位 5.41×10^{-6} ; 33 号矿体最低, Au 品位 0.52×10^{-6} 。矿体围岩蚀变主要有黄铁矿化, 绢云母化、硅化、褐铁矿化等。金属矿物主要有黄铁矿、褐

铁矿、方铅矿、黄铜矿, 及少量的磁铁矿、毒砂、白铁矿、自然金等; 非金属矿物有石英、绢云母、白云石、碳酸盐类矿物、电气石、磷灰石、锆石等。根据脉体穿插关系、矿石组构和矿物组合, 将流体成矿过程划分为 3 个阶段: (1) 早阶段以石英-黄铁矿组合为特征。其中石英呈白色-灰白色脉状, 顺千枚理产出。黄铁矿呈自形-半自形立方体状或集合体, 颗粒较粗。(2) 主阶段, 即石英-多金属硫化物阶段, 是金矿化最重要的阶段。以黄铁矿-毒砂-方铅矿-黄铜矿-自然金组合为特征。其中, 石英多呈烟灰色细脉-网脉状, 切穿早期顺层石英脉, 主要金属矿物为黄铁矿, 呈自形-半自形五角十二面体, 粒径一般 50~400 μm 。(3) 晚阶段以发育石英-碳酸盐细脉为特征, 仅含少量的黄铁矿, 其中石英脉发育晶洞、梳状构造。

2 流体包裹体地球化学

根据流体包裹体成分及其在室温及冷冻回温过程中的相态变化, 将各阶段石英中的流体包裹体划分为 $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ 包裹体(C型)、纯 CO_2 包裹体(PC型)及水溶液包裹体(W型)3种, 现分述如下:

(1) $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ 包裹体(C型): 室温下表现为两相($\text{L}_{\text{H}_2\text{O}} + \text{L}_{\text{CO}_2}$)或三相($\text{L}_{\text{H}_2\text{O}} + \text{L}_{\text{CO}_2} \pm \text{V}_{\text{CO}_2}$), 据 CO_2 相($\text{V}_{\text{CO}_2} + \text{L}_{\text{CO}_2}$)占包裹体总体积的比例, 可进一步划分为富 CO_2 包裹体(C1型)和贫 CO_2 包裹体(C2型)。其中前者 CO_2 相($\text{V}_{\text{CO}_2} + \text{L}_{\text{CO}_2}$)占包裹体总体积的 50%~95%, 后者 CO_2 相占总体积的 10%~50%。包裹体多呈圆形、椭圆形或负晶形产出, 直径 3~20 μm ;

(2) 纯 CO_2 包裹体(PC型): 室温下表现为单相或两相, 前者冷冻过程中出现 CO_2 气相; 多呈椭

基金项目: 国家自然科学基金项目(41402061); 自然科学基金新疆联合重点基金项目(U1403292); 国家科技支撑计划项目(2015BAB05B04); 中国地质调查项目(DD20160053)

第一作者简介: 周振菊(1984-), 女, 助理研究员, 研究方向: 矿床地质地球化学。E-mail: zhenjuzhou@126.com..

圆形或不规则形产出, 大小为 2~20 μm 。

(3) 水溶液包裹体(W型): 室温下表现为气、液两相($L_{\text{H}_2\text{O}} + V_{\text{H}_2\text{O}}$), 气液比一般 5%~50%; 多呈椭圆形、长条形或不规则状产出, 大小 2~15 μm 。原生 W 型包裹体成群或孤立分布, 而次生的 W 型包裹体则多为不规则状并沿裂隙分布。

初步对主成矿阶段石英 W 型包裹体和 C 型包裹体进行显微测温。其中, 原生 W 型包裹体冰点温度 -2.7 ~ -4.7 $^{\circ}\text{C}$, 对应盐度为 4.49% ~ 7.45% NaCl_{eqv} ; 包裹体在 261~270 $^{\circ}\text{C}$ 时向液相均一。C 型包裹体初熔温度为 -64.2 ~ -56.8 $^{\circ}\text{C}$, 略低于纯 CO_2 固相初熔温度值, 表明有其他气体; 其笼合物熔化温度为 4.3 ~ 8.7 $^{\circ}\text{C}$, 相应盐度为 2.58% ~ 10.04% NaCl_{eqv} ; CO_2 部分均一温度为 26.5~28.9 $^{\circ}\text{C}$, 均向液相均一; 完全均一温度为 290~343 $^{\circ}\text{C}$, 全部向液相均一。次生 W 型包裹体, 气液比为 15%~20%, 冰点温度变化于 -1.4 ~ -2.7 $^{\circ}\text{C}$, 相应的盐度为 2.41% ~ 4.49% NaCl_{eqv} ; 包裹体向液相均一, 均一温度为 164~216 $^{\circ}\text{C}$ 。

3 同位素地球化学

主要对主成矿期的石英进行 C-H-O 同位素分析, 其中, $\delta^{18}\text{O}_{\text{w}}$ 是利用流体包裹体均一温度和石英-水之间的氧同位素平衡分馏方程 $10001\alpha_{\text{石英-水}} = 3.38 \times 106/T^2 - 3.40$ 计算所得, 其余均为直接测试结

果。石英的 $\delta^{18}\text{O}$ 值分别为 20.8‰~21.3‰, 计算其平衡水 $\delta^{18}\text{O}_{\text{w}}$ 值分别为 12.1‰~13.4‰。石英中流体包裹体的 δD 值分别为 -103‰~-99‰, 在 H-O 同位素图解中 (Taylor, 1977), 阿沙哇义金矿成矿流体的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{w}}$ 投点大多落在变质水和岩浆水范围的右侧, 类似 Alaska 的 Juneau 造山型金矿带 (Goldfarb *et al.*, 1991), 也可对比西南天山布隆和萨瓦亚尔顿金矿 (Yang *et al.*, 2006; Chen *et al.*, 2012), 表明成矿流体为变质流体。

阿沙哇义金矿流体包裹体的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ 值介于 -3.4‰~-16‰之间, 平均 -9.8‰, 落入典型造山型金矿范围, 如澳大利亚 Bendigo, 加拿大 Abitibi, 中国小秦岭 (-27‰~4.4‰; Cox *et al.*, 1995; Gao and Kwak, 1995; Jia *et al.*, 2001; Kerrich *et al.*, 1987; Zhou *et al.*, 2014, 2015)。

4 结论

综上所述, 阿沙哇义金矿主要受断裂控制, 矿体产状与断裂一致, 矿体由一系列石英脉所组成, 主要围岩蚀变为黄铁矿化、硅化和绢云母化, 成矿流体具有中温、富 CO_2 、低盐度的变质流体特征。这些特征与国内外典型造山型矿床一致 (Kerrich *et al.*, 2000; Hagemann and Luders, 2003; Groves *et al.*, 2003; Chen *et al.*, 2006; Zhou *et al.*, 2014, 2015), 指示阿沙哇义金矿应为造山型金矿。