

青海省同仁县江里沟钨钼（铜）矿床成矿流体特征

何谋春^{1, 2}, 姚书振^{1, 2}, 丁振举², 何海蛟²

(1 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室, 湖北 武汉 430074; 2 中国地质大学资源学院, 湖北 武汉 430074)

青海省同仁县江里沟钨钼（铜）矿床位于松潘-甘孜印支褶皱系青海南山冒地槽褶皱带同德-临潭复式向斜北翼之岗察复背斜。区内构造线以北西向为主，形成于华里西末期-印支期断裂构造发育。出露地层有二叠系灰黑色、灰色钙质粉砂岩、粉细砂岩、板岩、灰白色大理岩及砾状灰岩等。印支期和燕山期中酸性岩侵入岩出露广泛。

矿区出露地层为下二叠统大关山群上岩组、下三叠统隆务河群下岩组及第四系全新统。其中，下二叠统大关山群上岩组（ P_1dg^b ）为主要的赋矿层位，岩性主要为粉砂岩、板岩、大理岩。矿区总体构造方向为 NW 向。主要有谢坑倒转背斜。江里沟钨钼（铜）矿体赋存于背斜南西翼；断裂构造主要有北西向和北东向两组。其中，北西向扎西隆格尔断裂（ F_{28} ），为区域性大断裂的一部分。北东向断裂规模较小。岩体主要为斑状花岗岩（ $\pi\gamma_5^{1-2}$ ），为岗察岩体北部边缘部分，出露面积约 12 km²。另外，还有少量闪长玢岩。

1 矿体特征

江里沟矿区共圈出矽卡岩型铜钨矿体和细-薄脉型钨钼矿体 17 个，其中矽卡岩型铜钨矿体 8 个，细-薄脉型钨钼矿体 9 个。矽卡岩型铜钨矿体赋存于斑状花岗岩外接触带或附近；细-薄脉型钨钼矿体均产于斑状花岗岩体内一组倾向 100~120°，倾角 70~80°的较密集含石英细脉-薄脉状带中。

矿石类型主要有矽卡岩型铜-钨矿石和斑岩型钼-钨矿石两大类。矿石矿物主要为辉钨矿、白钨矿、黄铜矿，脉石矿物主要有石英、石榴子石、黄铁矿、方铅矿等。矿石结构主要为半自形-自形晶粒状结构及半自形-自形鳞片状结构。矿石构造主要有浸染状构造、脉状构造以及块状构造。

围岩蚀变主要有矽卡岩化、硅化、绿泥石化、碳酸盐化、钾长石化和绢云母化等，其中，与矿化关系密切的有矽卡岩化、硅化、绿泥石化。

2 成矿流体特征

含钼石英脉中包裹体类型主要为气液两相包裹体、单相（纯液相、纯气相）包裹体以及含 L_{CO_2} 三相包裹体 4 类。大小从几个 μm 到 40~50 μm 不等，主要集中在 10 μm 左右。

均一温度：从含钼石英脉中包裹体均一温度直方图（图 1）可以看出：成矿流体均一温度范围在 195~360℃之间，最佳均一温度为 280~340℃，且只有一个峰，均一状态为液相，表明成矿前流体为液相，成矿作用经历了一次热液活动。

成矿流体盐度：本次包裹体盐度的测定是从激光拉曼光谱仪测得包裹体液相拉曼谱图参数计算而来，对于该方法所得盐度的可靠性，前人已做过研究（吕新彪等，2001；Seyed et al., 2000）。盐度直方图见图 2。从图中中可以看出，无论是富液相包裹体还是富气相包裹体其盐

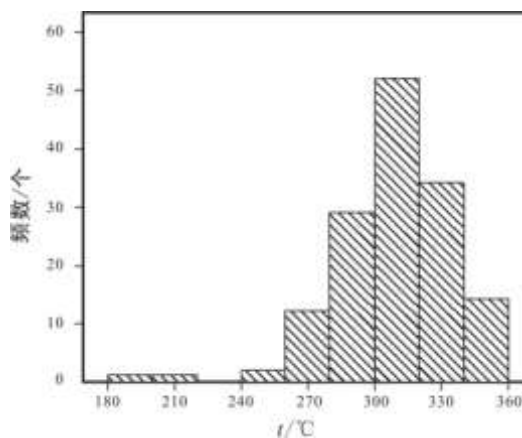


图 1 流体包裹体均一温度直方图/℃

度没有明显差异,都在 3.94%~12.47%之间,平均 7.63%。属于中低盐度。

成矿流体密度、压力及深度:根据 Zhang 等的计算公式(刘斌等,2000)计算出流体的密度和压力。流体密度为 0.75~0.85 g/cm³,平均值 0.79 g/cm³。压力值在 47~102 bar,集中在 100 bar 左右。按 0.026 GPa/km 的地压梯度(胡宝群等,2003)估算,其相应的形成深度为 180~400 m(未做压力校正),为浅成-超浅成环境。

H-O 同位素特征:对含石英脉中流体氢—氧同位素分析表明, δD_{SMOW} 为 -72‰~-98‰, $\delta^{18}O_{SMOW}$ 为 -6.0‰~11.3‰,采用 Clayton 等(1972)石英-水同位素分馏方程: $\delta^{18}O_{\text{含水矿物}} - \delta^{18}O_{H_2O} = 1000 \ln \alpha_{\text{石英-水}} = 3.38 \times 10^6 T^{-2} - 3.40$,计算得到 $\delta^{18}O_{H_2O}$ 为 -12.66‰~-2.71‰。在 $\delta D - \delta^{18}O_{H_2O}$ 图上含钼和钨 3 个样品中流体的 H-O 同位素投影点落在靠近岩浆水,另外含铜和不含铜两个样品中流体的 H-O 同位素投影点偏向了雨水线(图 3),说明成矿流体既有岩浆来源也有大气降水的参合。

流体包裹体成分:含石英脉中单个流体包裹体拉曼光谱测试表明,流体包裹体中气相成分主要是 CO₂,相对含量一般大于 50%(53.1%~97.69%),其次是 CH₄,及少量的 C₂H₆ 和 H₂S,液相主要为水溶液和少量 CO₂。说明成矿为一种相对还原的环境。

从流体包裹体群体成分分析结果可知,成矿流体阳离子以 Ca²⁺、Na⁺、K⁺为主,其中以阳离子 Ca²⁺含量最高,而在 Mg²⁺含量存在较大差异。阴离子以 SO₄²⁻含量最高但不稳定,从 $3.309 \times 10^{-6} \sim 56.751 \times 10^{-6}$,平均 18.461×10^{-6} ; Cl⁻含量较高并且较为稳定($5.85 \times 10^{-6} \sim 28.817 \times 10^{-6}$), (平均 12.883×10^{-6})和少量 NO₃⁻(平均 2.818×10^{-6})、F⁻(平均 0.869×10^{-6})。K⁺/Na⁺>1; Ca²⁺/Mg²⁺>24, F⁻/Cl⁻=0.03~0.2。包裹体气体成分富含 CO 和 N₂,与地幔分异流体有较大相似性(刘显凡等,1996); CO 含量稳定,可能与 C 所处的环境为还原态有关,单个流体包裹体激光拉曼分析也可说明成矿流体为幔源混染壳源的演化特征,这种流体是斑岩型铜(钼)矿床成矿的有利流体。

3 主要结论

- (1) 江里沟钨钼(铜)矿床成矿流体为中高温(280~340℃)、中低盐度(3.94%~12.47%)、低密度(0.75~0.85 g/cm³),成矿深度为超浅成。
- (2) H-O 同位素研究表明,江里沟钨钼(铜)矿床成矿流体主要为岩浆热液,晚期可能有大气降水的参合。
- (3) 成矿流体成分研究表明:成矿流体富含 CO₂ 和 CH₄ 及少量的 C₂H₆ 和 H₂S,成矿属于还原环境,溶液中阳离子以 Ca²⁺、Na⁺、K⁺为主,阴离子以 SO₄²⁻、Cl⁻含量最高,说明流体是多来源的。

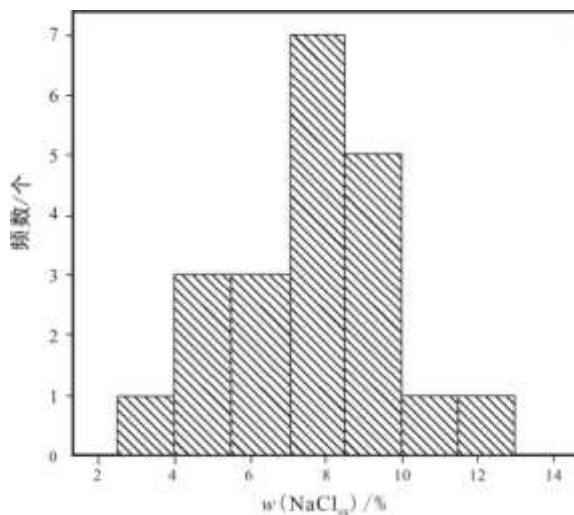


图2 包裹体盐度直方图

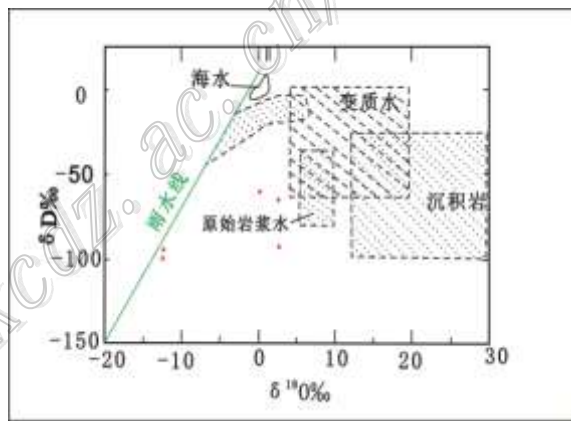


图3 江里沟钨钼铜矿床氢氧同位素