

· 盆地演化与油气资源 ·

白云鄂博矿床成矿流体特征

——以石英脉包裹体研究为例

秦朝建¹, 裘愉卓²

1. 中国科学院 地球化学研究所 矿床地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002;

2. 中国科学院 广州地球化学研究所 成矿动力学实验室, 广州 510640

白云鄂博矿床是世界上最大的 Fe-Nb-REE 矿床, 也是我国特有的富含铁、稀土、铌、氟、磷和锰等元素的多金属共生矿。前人已做过大量的研究工作, 矿床成因一直是中外地质学家争论的焦点。许多学者对其成岩成矿流体进行过相关的研究工作。我们对与稀土矿化关系十分密切的石英脉进行了包裹体研究, 初步探讨了稀土成矿流体的性质。

1. 流体包裹体的岩相学特征: 包裹体类型有气液盐水包裹体、含 CO₂ 包裹体以及多子晶的多相包裹体等。一般为孤立分布的原生包裹体, 有些包裹体沿裂隙分布, 为明显的次生成因。盐水溶液包裹体大小一般在 3~10 μm, 少数可达 25 μm, 形状较为规则, 部分沿愈合裂隙分布, 为明显的晚期成因的包裹体; 也有少数盐水溶液包裹体与含 CO₂ 三相包裹体紧密共生, 其气相组成为 10%~15% (vol), 为早期的原生包裹体; 含子晶的多相盐水溶液包裹体气相组成为 5%~10% (vol), 子晶含量为 10%~15% (vol), 孤立分布, 为原生包裹体。含 CO₂ 三相包裹体较为发育, 大小一般为 8~15 μm, 少数可达 25 μm, CO₂ 含量在 50%~95% (vol), 包裹体形状较为规则, 沿愈合裂隙或孤立状分布。多子晶多相包裹体较少, 一般沿愈合裂隙或孤立分布, 大小一般在 5~12 μm, 一般有一个或多个子晶, 子晶含量为 30%~90% (vol)。

2. 流体包裹体的显微测温: 通过对流体包裹体的显微测温可知, (沿裂隙分布的) 盐水溶液气液包裹体冰点温度为 -4.3~-4.4 °C, 对应的盐度约为 7.0%, 其均一温度一般在 100~175 °C, 而与含 CO₂ 三相包裹体紧密共生的盐水溶液包裹体均一温度约为 290~320 °C; 含子晶的盐水溶液包裹体气泡消失温度为 177~196 °C, 石盐子晶消失温度为

320~342 °C, 对应的盐度为 39.4~41.0% (NaCl, wt); 碳酸盐和硫酸盐子矿物消失温度为 420~580 °C。含 CO₂ 三相包裹体, CO₂ 三相点温度为 -57.9 °C, 表明以 CO₂ 为主, 还可能含有其它的气体组分如 CH₄、N₂、H₂S 等; CO₂ 在 5.8~18.4 °C 部分均一到液相, 对应的 CO₂ 密度为 0.782~0.884 g/cm³。很多包裹体在达到 380~420 °C 时没有均一就已经爆裂, 表明其内压较高。

3. 流体包裹体激光喇曼探针研究: 我们对部分流体包裹体、含子晶的流体包裹体进行了系统的激光喇曼探针研究。研究证实, 流体包裹体中普遍发育有 CO₂ 和 H₂S 和微量的 N₂, 通过拟合计算获得各种挥发分相对含量, 其 CO₂ 为 50%~95% (mol), H₂S 为 7%~12% (mol), N₂ 低于 1% (mol)。从而证实稀土的成矿与 CO₂ 和 H₂S 有密切相关。包裹体中的子矿物主要为稀土碳酸盐矿物和重晶石, 表明成矿流体中富含碳酸盐和硫酸盐成分, 成矿流体应当是高度演化、可能来自深源的稀土矿化热液。

4. 成矿机制: 流体包裹体中普遍含大量的 CO₂ 和 H₂S, 表明它们在稀土的矿化和运移过程中发挥了重要的作用。地幔高度演化的高温、高压、高盐的成矿流体在上升运移过程中, 遇到张性断裂环境, 压力降低, 达到亚沸腾状态, 导致搬运的稀土等成矿物质沉淀成矿, 白云鄂博超大型稀土矿床的矿化可能不是一次就形成的, 而是多次矿化活动相互叠加的结果, 来自下地壳乃至地幔的大规模的热液流体活动对原有矿床的改造, 使稀土矿化更为强烈和集中, 最终形成世界上最大、最复杂的稀土矿床。