

安徽铜陵凤凰山成矿流体研究*

瞿泓滢, 王浩琳, 裴荣富, 王永磊, 向君峰

(中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

铜陵位于长江中下游中部, 是中国最重要的有色金属基地之一, 矿床多与燕山期中酸性侵入岩有关。凤凰山铜矿床是铜陵矿集内最典型的矽卡岩型铜矿床之一。前人在矿床地质特征、成矿作用、成矿预测和岩石地球化学特征、岩体演化、成岩时代、成岩机制以及矿田构造、变形特征等方面做了大量而深入的研究, 本文重点研究了含矿层位矽卡岩矿物、含硫化物石英脉、方解石脉中的流体包裹体特征。

1 地质背景

安徽铜陵地区是长江中下游成矿带上重要的 Cu-Au-Fe-Mo 矿床富集区。区内岩体呈岩株(铜官山、凤凰山、新桥头)、岩床(瑶山、缪家)和岩墙(狮子山)状沿铜陵—沙滩角东西向断裂岩浆带呈串状分布, 并形成与侵入岩相关的凤凰山、铜官山、狮子山、新桥和沙滩角 5 大矿田。凤凰山矿田位于大别山造山带与江南地块间下扬子台凹内贵池—繁昌褶皱断束的中段, 铜陵市东南约 35 km 的新屋里岩体西侧, 东西向沙溪—铜陵基底隐伏断裂与凤凰山复式向斜交汇部位。该矿床赋存于新屋里岩体与三叠系南陵湖组、和龙山组灰岩间的接触带上。矿区内出露地层为志留系、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系以及第四系盖层, 下三叠和龙山组和南陵湖组是主要的含矿层位。矿区构造复杂, 由北东向、北西向、北北东向 3 组主要断裂组成, 其中北西向断裂构造对矿床的局部富集有重要的控制作用。新屋里岩体是燕山晚期花岗质岩浆多次侵入形成的复式岩体, 受北东向褶皱构造及其相伴的北东向、北北东向、北西向、北北西向断裂构造控制, 出露面积近 10 km², 是铜陵矿集区出露面积最大的岩体。主要岩性为石英二长闪长岩和花岗闪长岩。

2 流体包裹体岩相学特征

流体包裹体研究以凤凰山铜矿床为例, 通过成矿流体均一温度和盐度研究, 探讨矿床的成矿机制, 分析成矿流体性质。

根据流体包裹体在室温时的相态特征划分为气液 2 相包裹体 (V-L)、H₂O-CO₂ 3 相包裹体、多相包裹体 (V-L+S)、富气相包裹体 (V-L 富气相) 和气相包裹体 (V)。气液 2 相包裹体 (V-L) 是各类寄主矿物中的主要包裹体类型, 室温下由气相和液相组成, 加热后均一成液相。H₂O-CO₂ 三相包裹体为 H₂O+液态 CO₂(L_{CO2})+气态 CO₂(G_{CO2}) 三相包裹体。室温下从包裹体中心向外由气相 CO₂、液相 CO₂ 和盐水溶液组成, 气相 CO₂ 和液相 CO₂ 在低于 31.1℃ 的某个温度下均一成单一的 CO₂ 相 (即 CO₂ 的部分均一温度), 偶尔在 31.1℃ 下生临界均一。多相包裹体 (V-L+S) 室温下由气相、液相和固相组成, 均一方式为子晶先消失、气相后消失。富气相包裹体 (V-L 富气相) 室温下由气相和液相组成, 以气相为主, 气相颜色普遍较深, 加热后一般均一到气相 (图 1)。

3 流体包裹体显微测温分析方法及结果

本次研究矽卡岩阶段石榴石中某些含子晶多相包裹体 (V-L+S) 的盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 高达 56.31%~66.75%, 子晶消失温度为 474~550℃, 均一温度 >550℃, 这类流体包裹体的均一温度大于冷/热台的实际可测上限, 难以测得。石榴石中其他 V-L+S 型流体包裹体盐度为 51.80%~66.89%, 子晶消失温度为 438~551℃, 均一温度为 403~594℃。透辉石中 V-L 型流体包裹体盐度为 20.37%~22.44%, 均一温度为 298~580℃。

石英-硫化物阶段石英中流体包裹体分为 V-L 型流体包裹体、V-L 富气相型流体包裹体和 H₂O-CO₂ 三相包裹体 3 种。V-L 型流体包裹体盐度为 4.18%~23.05%, 均一温度为 120~504℃。石英中 V-L 富气相型流体包裹体一般均一到气相, 盐度为 7.17%~10.49%, 均一温度为 353~562℃, 其他均一到液相的 V-L 富气相型包裹体盐度为 8.41%~13.07%, 均一温度为 362~479℃。H₂O-CO₂ 三相包裹体盐度为 13.07%, 均一温度为 399℃。方解石中流体包裹体分为 V-L 型流体包裹体和 V-L+S 型流体包裹体, V-L 型流体包裹体盐度为 1.40%~15.57%, 均一温度为 105~337℃, V-L+S 型流体包裹体盐度为 15.04%, 均一温度为 258℃。

*本文为中国地质调查局危机矿山项目 (项目编号: 200799093) 成果

第一作者简介 瞿泓滢, 女, 1978 年生, 博士研究生, 主要从事大比例尺成矿预测研究。

碳酸盐阶段方解石中 V-L 型流体包裹体盐度为 0.35%~27.99%，均一温度为 90~372℃。石英中 V-L 型流体包裹体盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 为 4.03%~23.05%，均一温度为 102~290℃。

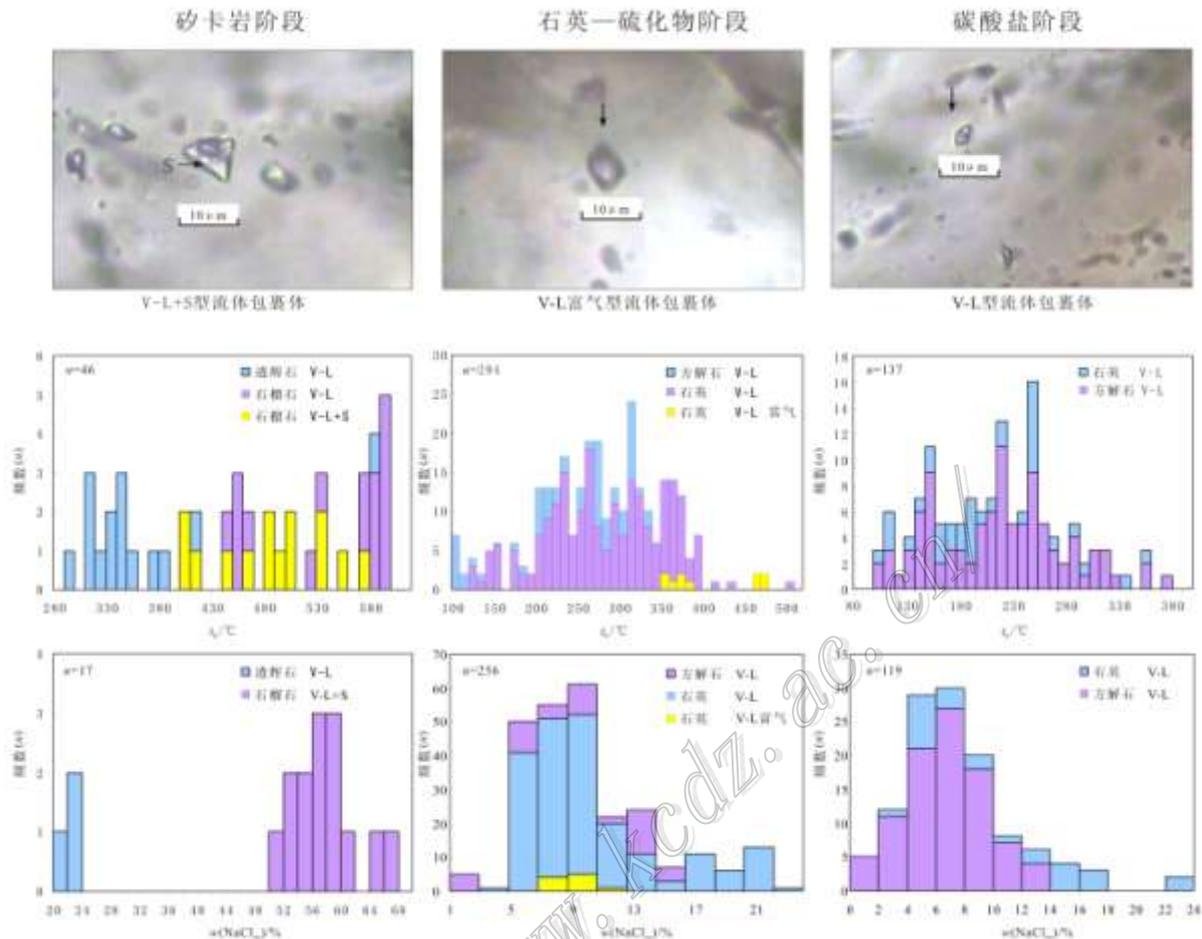


图 1 凤凰山铜矿床流体包裹体均一温度和盐度频数直方图

4 成矿流体性质

流体包裹体作为研究包裹体各种性质及其相互关系的工具，为成岩成矿过程提供物理化学和热力学条件数据，是探讨地质作用地球化学和演化历史的重要方法（卢焕章等，2004）。

凤凰山铜矿床矽卡岩阶段流体包裹体形成时温度高，为高温、高盐度体系，均一温度与盐度相关图上（图 2），盐度基本不随均一温度变化而变化。石英-硫化物阶段成矿流体为中低温、中低盐度体系。该阶段石英和方解石中低盐度包裹体与高盐度包裹体群簇共生，并在相近温度下均匀化的特征，反映了该阶段可能发生了沸腾作用。流体作为成矿载体，随着盐度的降低，有成矿物质沉淀堆积。从矽卡岩高温高盐度阶段到石英—硫化物中低温中低盐度阶段，盐度迅速降低，会有大量成矿物质沉淀，该阶段为成矿的主要阶段。碳酸盐阶段成矿流体为低温、低盐度体系，该阶段盐度随温度升高而升高，说明在低温、低盐度时有大气降水参与，在高温高盐度时有岩浆水参与。中国地质大学（北京）和核工业北京地质研究院分析测试研究中心测得的数据在流体包裹体温度—盐度相关图均显示（图略），石榴子石、透辉石、石英和方解石中的流体包裹体分别集中于 3 个区，其流体包裹体的温度和盐度区间代表着成矿流体演化的 3 个不同阶段。

5 结论

凤凰山铜矿床石榴子石、透辉石、石英和方解石中普遍发育流体包裹体，其类型为气液 2 相包裹体（V-L）、 $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ 三相包裹体、多相包裹体（V-L+S）、富气相包裹体（V-L 富气相）和气相包裹体（V）。该矿床矽卡岩阶段成矿流体属高温、高盐度体系，石英—硫化物阶段成矿流体属中低温、中低盐度体系，碳酸盐阶段成矿流体属低温、低盐度体系。石榴子石、透辉石、石英和方解石中的流体包裹体分别集中于 3 个区，其流体包裹体的温度和盐度区间代表着成矿流体演化的 3 个不同阶段。成矿流体经历了从高温、高盐度向低温、低盐度的持续演化过程，与成矿作用阶段基本对应，降温、流体沸腾是导致流体中巨量铜元素卸载的主要因素。