

印度尼西亚金马石 (Ciemas) 金矿床的 流体包裹体特征

郑超飞^{1,2}, 张正伟¹, 吴承泉^{1,2}, 姚俊华^{1,2}

(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, 贵州 贵阳 550002;

2. 中国科学院大学, 北京 100049)

金马石金矿床的矿石成因类型有三种, 分别为石英脉, 构造蚀变岩型和石英斑岩型。分别从金马石金矿床的 3 个矿段 (Pasr Manggu、Cipirit、Cibak) 共选取了 8 块含金矿石样品, 用 Linkam THMSG 600 型冷热台进行石英包裹体实验。通过岩相观察和测温观察发现, 石英中的流体包裹体属于 NaCl-H₂O 体系。利用测出的冰点值, 根据 Bodnar (1993) 的冰点与盐度关系表得出水溶液包裹体的盐度。利用 Flnacor 软件 (Brown, 1989), 在 NaCl-H₂O 体系下, 选用 Brown 和 Lamb (1989) 计算公式算出流体密度。根据刘斌和段光贤 (1987) 提出的等容式, 利用流体包裹体均一温度和盐度值计算成矿流体的压力。实验结果如下:

(1) 普穗蒙古矿段 (Pasr Manggu block),

光学显微镜下观察, 石英包裹体的类型较单一, 主要有气液两相和极少数纯液相包裹体, 气液两相包裹体是富含液相的, 个别两相包裹体的气泡在常温下跳动缺乏含 CO₂ 包裹体和含子矿物包裹体。包裹体分布不均, 有呈线状分布、群聚状和孤立状等。形状多不规则。大小差异很大。石英包裹体均一温度值变化于 230.8~350.8 °C, 峰值温度在 270.0~330.0 °C, 均一温度平均值为 290.65 °C, 均一温度值变化不大, 为中低温。石英包裹体的盐度 w(NaCl) 为 14.87%~17.34%, 主要集中在 15.25%~16.35%。流体密度在 0.874~0.961 g/cm³, 平均为 0.907 g/cm³。成矿流体的压力值介于 3.84~7.86 MPa。

(2) 金盆维特矿段 (Cipirit block)

光学显微镜下观察, 石英包裹体的类型较单一, 几乎全为富含液相的气液两相包裹体, 缺乏含 CO₂ 包裹体和含子矿物包裹体。包裹体分布不

均, 有呈线状分布、群聚状等。形状少有规则者, 大小差异很大, 以较小者 (<10 μm) 居多。石英包裹体均一温度值介于 237.8~332.5 °C, 集中在 275.0~305.0 °C, 均一温度平均值为 287.83 °C, 均一温度值与普穗蒙古矿段相似, 变化不大, 为中低温。石英包裹体的盐度 w(NaCl) 在 14.87%~17.79%。流体密度在 0.897~0.947 g/cm³, 平均为 0.912 g/cm³。成矿流体的压力值介于 3.65~7.71 MPa。

(3) 金巴克矿段 (Cibak block)

光学显微镜下观察, 本矿段石英包裹体的类型除了富含液相的气液两相包裹体, 还有数目可观的纯液相包裹体, 部分两相包裹体的气泡在常温下跳动。仍缺乏含 CO₂ 包裹体和含子矿物包裹体。包裹体分布无规律, 分布形式呈线状、交叉状、群聚状和孤立状等。形状以不规则者居多, 但有部分呈椭圆、豆状或负晶形。大小差异很大, 有少数较大者 (>20 μm)。石英包裹体均一温度值变化于 146.8~447.0 °C, 超过 70% 均一温度在 235.0~325.0 °C, 均一温度平均值为 289.29 °C, 均一温度值变化较大。石英包裹体的盐度 w(NaCl) 在 10.73%~17.70%, 各个盐度区段频数相差不大, 盐度 w(NaCl) 平均值为 14.49%。流体密度在 0.646~0.999 g/cm³, 绝大多数在 0.850~0.945 g/cm³, 平均为 0.985 g/cm³。成矿流体的压力值介于 0.49~27.2 MPa, 在 3.5~12.5 MPa 区间占多数。

根据以上测定结果做以下讨论: 浅成低温热液成矿系统的流体包裹体组合极为简单, 主要发育水溶液包裹体, 偶尔可见含子晶的水溶液包裹体, 缺乏含 CO₂ 包裹体。水溶液包裹体, 均一温度多在 100~280 °C, 盐度 w(NaCl) < 10%, 估算的流体捕获压力多小于 30 MPa (陈衍景等, 2007)。低硫型与高硫型浅成低温热液矿床的流体包裹体有可分差别 (江思宏等, 2004; Heinrich, 2005)。斑岩型矿床与浅成低温热液型矿床之间

基金项目: 国家自然科学基金项目 (批准号: 41173064); 矿床地球化学国家重点实验室“十二五”项目群 (SKLOGD-ZY125-08)

作者简介: 郑超飞, 男, 1988 年生, 在读博士研究生, 主要从事矿床学研究。E-mail: zhengchaofei@mail.gyig.ac.cn

存在各种时空关系和内在联系, 他们的包裹体特征具连续性, 很多学者提出了斑岩型-浅成低温热液型成矿体系或类似成矿系统(江思宏等, 2004; Heinrich, 2005; 毛景文等, 2010; 缪宇等, 2007)。

西瓜哇处于印尼典型的浅成低温热液金、银多金属成矿带, 成矿带内的 Cikidang、Jampang、Cirotan 等金矿床都被认为是低硫型浅成低温热液型矿床, 它们的流体包裹体信息显示具有中低温、低盐度($w(\text{NaCl}) < 7\%$)的特点(Marcous and Milesi, 1994; Rosana and Matsueda, 2002)。对比可知, 金马石矿床均一温度较高, 盐度高很多, 不是同一个类型。

普穗蒙古矿段和金盆维特矿段均一温度值、盐度值接近, 说明流体来源相似及到矿床位置距离相近, 这可能与他们都处于石英安山岩带有

关。金巴克矿段石英包裹体的均一温度、盐度、流体密度和压力的变化范围较前两个矿段都大, 可能该矿段由不同距离、多种含矿流体通过不同裂隙运移到上部, 与稀流体混合沉淀造成。

根据流体包裹体特征, 结合地质特征, 我们推测含矿高温岩浆热卤水与成矿位置不远, 热卤水通过裂隙上升运移, 运移过程中与不同物理化学性质的围岩交代, 改变着流体性质, 不同的运移距离改变了流体温度; 在运移到合适的容矿空间时与低温稀流体(很可能为大气水)相混合, 导致 Au、Ag 等的沉淀, 当然上升减压产生沸腾作用也很重要。所以认为印度尼西亚金马石(Ciema)金矿床属于距斑岩体系较近的高硫型浅成低温热液金矿床, 或者属于斑岩型-浅成低温热液型金矿床体系的过渡型矿床。

参 考 文 献:

- 陈衍景, 倪培, 范宏瑞, 等. 不同类型热液金矿系统的流体包裹体特征. 岩石学报, 2007, 23(9): 2085-2108.
- 江思宏, 聂凤军, 张义, 胡朋. 浅成低温热液型金矿床研究最新进展. 地学前缘(中国地质大学, 北京), 2004, 11(2): 401-411.
- 刘斌, 段光贤. NaCl-H₂O 溶液包裹体的密度式和等容式及其应用. 矿物学报, 1987, 7(4): 345-351.
- 毛景文, 张建东, 郭春丽. 斑岩铜矿-浅成低温热液银铅锌-远接触带热液金矿床模型-一个新的矿床模型-以德兴地区为例. 地球科学与环境学报, 2010, 32(1): 1-14.
- 缪宇, 秦克章, 李金祥, 李光明. 高硫型浅成低温热液金(铜)矿与斑岩铜矿——成因联系与互为指示标志. 北京: 中国科学院地质与地球物理研究所, 2007: 618.
- 徐晓璐, 高建国, 张利军. 印度尼西亚西瓜哇内格拉萨金矿区古成矿流体研究. 科学技术与工程, 2012, 12(9): 2004-2008.
- Bodnar R J. Revised equation and table for determining the freezing point depression of H₂O-NaCl solutions. *Ceochimica et Cosmochimica Acta*, 1993, 57(3): 683-684.
- Brown P E, Lamb W M. P-V-T properties of fluids in the system H₂O±CO₂±NaCl: New graphical presentations and implications for fluid inclusion studies. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1989, 53(6): 1209-1221.
- Brown P E. Flincor. A microcomputer program for the reduction and investigation of fluid-inclusion data. *American Mineralogist*, 1989, 74: 1390-1393.
- Heinrich C A. The physical and chemical evolution of low-salinity magmatic fluids at the porphyry to epithermal transition: A thermodynamic study. *Mineralium Deposita*, 2005, 39: 864-889.
- Marcous E, Milesi J-P. Epithermal gold deposits in West Java, Indonesia: Geology, age and crustal source. *Journal of Geochemical Exploration*, 1994, 50: 393-408.
- Rosana M F, Matsueda H. Cikidang hydrothermal gold deposit in western Java, Indonesia. *Resource Geology*, 2002, 52(4): 341-352.