

# 安徽天井山金矿：变形期次、蚀变和成矿流体特征

谢玉玲<sup>1</sup>，王爱国<sup>2</sup>，李应栩<sup>3</sup>，唐燕文<sup>4</sup>，姜妍岑<sup>1</sup>

(1. 北京科技大学, 北京 100083; 2. 中国地质科学院 南京地质矿产研究所, 江苏 南京 210016;  
3. 中国地质调查局 成都地调中心, 四川 成都 610000; 4. 中国科学院 地球化学研究所, 贵州 贵阳 550002)

天井山金矿位于安徽省休宁县, 大地构造位于扬子板块与华南地块结合带北部, 钦杭成矿带东段(杨明桂和梅燕雄, 1997)。金矿产于 NE 走向的璜茅—五城—屯溪韧性剪切带中, 金矿化以石英脉为主, 少数为蚀变围岩型。对矿区的地质、地球化学前人进行了一定的工作(段留安等, 2011)。本文在野外地质调研、主要矿石和围岩样品的岩矿相鉴定、SEM/EDS、石英的阴极发光及流体包裹体岩相学、显微测温和成分分析基础上, 对矿区的变形期次、成矿阶段、矿物组成及成矿流体特征进行探讨。

## 1 地质概况

矿区大出露地层主要元古宇变质岩, 包括牛屋组火山碎屑岩系和井潭组变质细碎屑岩系, 局部出露有侏罗系。矿区内岩浆岩包括新元古代花岗岩及少量燕山期花岗斑岩和辉绿岩脉等, 燕山期岩浆岩与成矿关系密切(李治平等, 1989)。矿区构造以断裂构造为主, 走向以 NE 为主, 另发育 NW 和 NWW 向断裂构造。NE 向构造控制了金矿带的展布, 天井山金矿即产于 NE 向的璜茅—五城—屯溪韧性剪切带中(吴建阳和张均, 2010)。金矿化以石英脉型和蚀变岩型为主, 主要产于元古宇变质碎屑岩、变质火山岩和变质的晋宁期花岗岩中。

## 2 变形期次、蚀变特征及成矿阶段

矿区石英脉发育, 可表现为石英大脉、细脉和网脉, 金矿化主要产于石英脉中, 少量产于蚀变围岩中。野外和主要岩矿石样品的显微镜下和 SEM/EDS 分析结果表明, 硅化、绢云母化、含铁碳酸盐化、绿泥石化、硫化物矿化是矿区最主

要的蚀变类型。

野外和主要围岩样品的岩矿相分析表明, 矿区至少经历了 4 期构造变形事件, 第一期表现为塑性变形, 区域内的韧性剪切带的形成可能是该变形阶段的产物。镜下可见为 S1 劈理完全置换 S0 原生层理及原岩中石英碎屑的塑性变形。在变质花岗岩中表现为长石、石英的拉伸片理。第二期变形主要表现为 S2 置换 S1, 仍以塑性变形为主, 镜下可见由劈理叠加现象及呈“Z”形变形的石英碎屑, 但在较刚性的花岗岩中则表现为脆韧性变形。矿区大部地区表现为 S2 平行于 S1, 矿区石英脉主要沿 S2 贯入或追踪 S1 贯入, 石英脉两侧表现为强烈的绢云母化蚀变或围岩地层中石英的重结晶。第三期变形表现为脆性变形为主, 主要表现为石英脉的碎裂岩化、角砾岩化及变质地层中不规则状绿泥石-碳酸盐脉及绢云母、碳酸盐、绿泥石胶结破碎的石英角砾。

根据野外脉体穿插关系、矿物组合特征, 结合矿区变形期次及相关的蚀变特征, 可将矿区的成矿阶段划分为: (1) 无矿石英脉阶段, 主要矿物组合为石英、绢云母, 含少量毒砂和黄铜矿; (2) 含铁碳酸盐-硫化物阶段, 主要矿物组合为绢石英、绿泥石、铁白云石、锰菱铁矿、方解石、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等; (3) 无矿方解石阶段, 主要矿物组成为方解石。矿区金矿化仅发育于第 II 阶段, 镜下可见金以自然金的形式产于碎裂石英的裂隙中, 或蚀变地层中, 与含铁碳酸盐、硫化物、绢云母共生。

## 3 流体包裹体结果

石英中流体包裹体较为发育, 但多较小。流体包裹体岩相学观察表明, 石英中流体包裹体多显示次生包裹体的特征, 成群、成簇或线状分布, 未发现典型的原生流体包裹体。根据流体包裹体室温下的相态特征, 可将石英中与成矿有关的流

基金项目: 十二五国家科技计划项目(批准号: 2011BAB04B02)

作者简介: 谢玉玲, 女, 1963 年生, 博士, 教授, 主要从事地质流体与成岩成矿作用研究。E-mail: yulingxie63@hotmail.com

体包裹体分为气液两相流体包裹体 (AV) 和纯气相 (V) 流体包裹体。气液相流体包裹体显微测温结果表明, 其均一温度在 286~380 °C, 盐度在 3.0%~6.12% NaCleq, 表明与成矿有关的流体为中高温、低盐度流体。对 AV 类中气相充填度过大 (>60%) 和纯气相包裹体未获得有效的测温数据。流体包裹体的 LRM 结果表明, 气液流体包裹体气相中以 CO<sub>2</sub> 为主, 液相以 H<sub>2</sub>O 为主, 并检出 CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, 富气相和纯气相包裹体中气相也以 CO<sub>2</sub> 为主, 并含少量 N<sub>2</sub>。岩相学结果表明, 石英中不同气相充填度的流体包裹体共存、结合流体包裹体显微测温结果, 主成矿期流体包裹体显示了沸腾包裹体群的特征。

由于石英在激光剥蚀下易破裂, 流体包裹体的 LA-ICP-MS 分析效果欠佳, 仅得到 2 个主成矿期气液相流体包裹体的 LA-ICP-MS 谱图, 谱图中显示明显的 Pb、Zn、Cu、Mo、Sb、Bi 峰, 指示成矿流体中富含成矿金属元素。包裹体中水的氢氧同位素结果显示, 其  $\delta D_{H_2O}$  变化范围主要集中在 -67.3‰~-57.4‰ 之间, 寄主矿物石英的  $\delta^{18}O_{\text{石英}}$  值在 7.6‰~12.9‰ 之间, 按包裹体均一

温度换算得出的包裹体中水的  $\delta^{18}O_{H_2O}$  为 2.01‰~7.31‰, 在 H-O 同位素图解中落入岩浆水范围。

## 4 结 论

(1) 矿区至少经历了 4 期构造变形, 其中第一期显示了韧性变形特点, 第二期显示脆韧性变形的特点, 而 III、IV 期构造变形主要表现为脆性变形;

(2) 矿区硅化主要与第二期构造变形有关, 相关蚀变为硅化、绢云母化, 含少量硫化物; 金矿化主要发生于石英脉形成后的脆性变形阶段, 与绿泥石化、绢云母化、含铁碳酸盐化关系密切;

(3) 主成矿期成矿流体为中高温、低盐度、富 CO<sub>2</sub> 流体, 成矿流体主要来自于岩浆热液。流体包裹体的 LA-ICP-MS 检出 Pb、Zn、Cu、Bi、Mo、Sb, 并检出少量 Ag;

(4) 硅化地层破碎后渗透率增加导致深部岩浆流体多沿石英脉中裂隙运移并伴随有温度和压力的快速降低, 特别是压力, 因此引起的流体沸腾是金沉淀的主要机制。

## 参 考 文 献:

- 段留安, 杨晓勇, 孙卫东, 方世明, 余良范, 范增平. 皖南天井山金矿床地质-地球化学特征及找矿前景. 地质学报, 2011, 85(6): 965-978.
- 李治平, 杨文思, 王郁, 熊丽君, 黄宏立. 皖南岩浆作用及其与金矿化的关系. 地质找矿从论, 1989, 4(2): 42-53.
- 吴建阳, 张均. 从天井山金矿和金山金矿的成矿特征对比谈天井山金矿的找矿前景及突破方向. 矿床地质, 2010, 29 (Supp): 1003-1004.
- 杨明桂, 梅勇文. 钦-杭古板块结合带与成矿带的主要特征. 华南地质与矿产, 1997, (3): 52-59.