

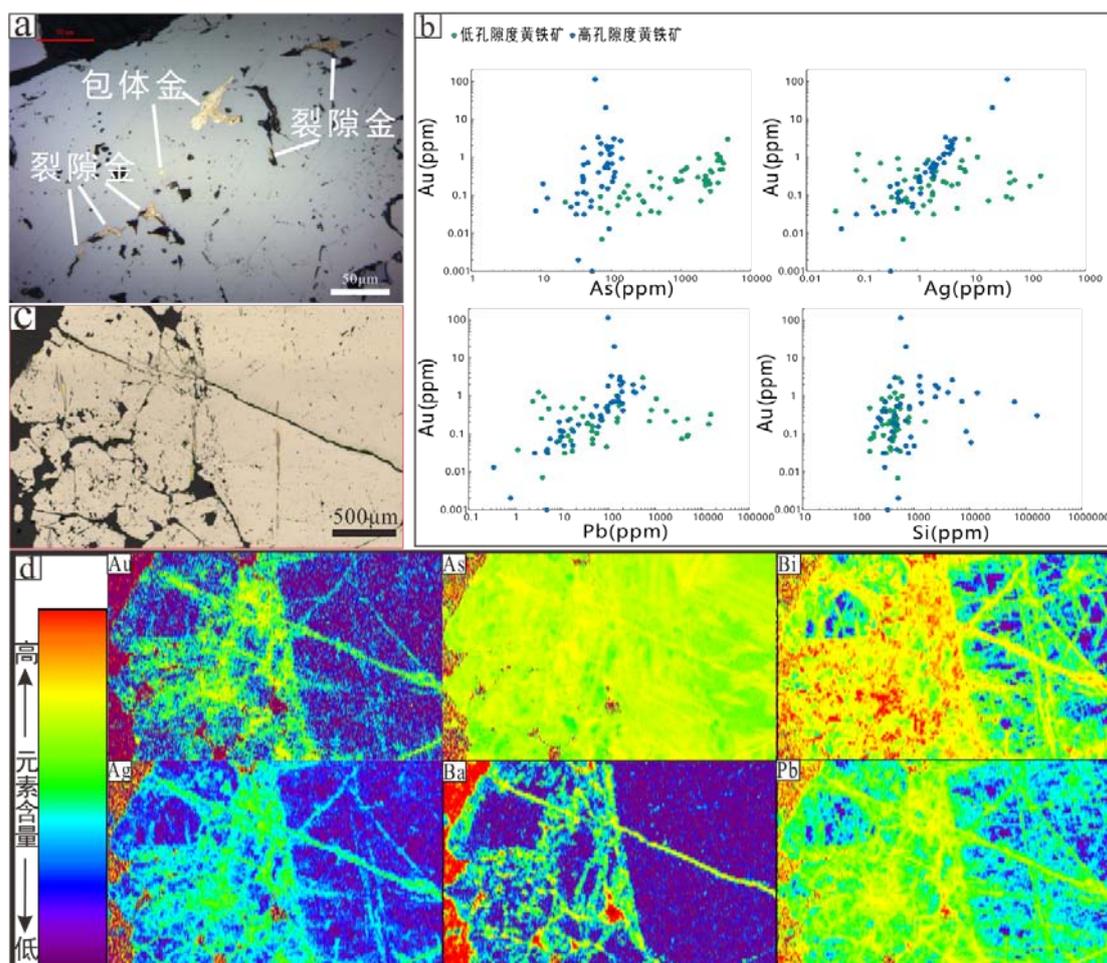
# 胶东夏甸金矿金赋存状态与迁移-沉淀机制

王洪<sup>1,2</sup>, 蓝廷广<sup>1,2\*</sup>, 陈应华<sup>1,2</sup>

(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 550081; 2. 中国科学院大学, 北京 101400)

胶东是我国最大、世界第三大的金矿集区, 夏甸金矿位于胶东招远-莱州成矿带东南部, 是典型的蚀变岩型金矿。该矿床矿化受北东向的招远—平度断裂带控制, 其西北为玲珑岩体, 东南为胶东群。夏甸金矿共确定 5 条透镜状矿体群, 主要位于主断裂下盘的蚀变花岗岩中。主矿体 VII 号脉走向约 40°, 倾向南东, 倾角约 45°, 其围岩为黄铁绢英岩和黄铁绢英岩化碎裂岩。夏甸金矿金赋存状态的研究, 可以为其源、运、储研究提供直接或间接证据, 同时也为金矿石的高效选冶加工提供参考。

本研究综合扫描电镜、电子探针、透射电镜以及激光剥蚀-电感耦合等离子体质谱 (LA-ICP-MS) 等微区原位分析方法, 对夏甸金矿 VII 号脉金的赋存状态开展详细研究, 进而讨论金的迁移-沉淀机制。研究结果表明, 夏甸金矿的金主要以裂隙金的形式产在黄铁矿裂隙中 (图 1a), 其次以包体金的形式产在黄铁矿晶体



a-黄铁矿中的裂隙金和包体金; b-高孔隙度黄铁矿和低孔隙度黄铁矿 As-Au、Ag-Au、Pb-Au、Si-Au 协变图;  
c-图 d 中所测试区域偏光镜下照片; d-黄铁矿 LA-ICP-MS 元素 mapping 图, 除 As 外, 其他几个元素具有很好的相关性

图 1 黄铁矿中的可见金及元素相关性特征

**基金项目:** 国家重点研发计划 (专题编号: 2016YFC0600105-06); 国家自然科学基金项目 (批准号: 41873048); 西部青年学者 A 类

**作者简介:** 王洪, 男, 1994 年生, 博士研究生, 矿物学、岩石学、矿床学专业。

\*通讯作者, 蓝廷广, E-mail: lantingguang@126.com

内, 极少量的金颗粒赋存在石英晶体间。在透射电镜下, 黄铁矿中未发现纳米金颗粒存在。电子探针分析显示, 金颗粒主要为银金矿, 金成色为 540~900。从石英-黄铁矿到石英-多金属阶段, Ag 含量增高, 金成色降低。除 Au、Ag 外, 金颗粒能检出的元素包括 Fe、S 以及 Ge, Fe 含量集中在 1~2wt% 之间, 而 S 和 Ge 大多低于 0.2wt%。LA-ICP-MS 分析显示, 黄铁矿中 Au 含量较低, 且结晶越好的黄铁矿, Au 含量越低, 大多不到 0.5ppm。低孔隙度黄铁矿 Au 与 As 具有很好的相关性(图 1b), 暗示 Au 进入黄铁矿可能与 As 有关, 但相对于卡林型金矿或者典型造山型金矿, 夏甸金矿 As 含量偏低。而孔隙度高的黄铁矿 Au 含量最高, 但是 As 含量更低, 且 Au 与 As 相关性弱, Au 与 Ag、Pb 等元素具有很好的相关性(图 1b)。低孔隙度黄铁矿 Si 含量较低, 且无明显变化, 而高孔隙度黄铁矿 Si 含量较高, 且变化较大(图 1b), 说明空隙里有不同含量的硅酸盐矿物。黄铁矿微量元素 mapping 图(图 1d)显示, 高孔隙度黄铁 Au、Ag、Ba、Pb、Bi 等元素比低孔隙度黄铁矿高, 而 As 无明显变化, 可能指示孔隙度高的黄铁矿中, 金主要吸附在黄铁矿表面附近, 特别是孔隙表面。

上述结果表明, 夏甸金矿的 Au 主要以微米尺度的可见金存在, 与黄铁矿密切共生, 由于 As 含量较低, 只有极少量 Au(大多低于 0.5ppm) 进入黄铁矿晶格中, 这明显不同于卡林型金矿的 Au 主要以不可见金形式赋存于富 As 黄铁矿晶格中, 也不同于某些热液金矿中金可赋存在石英中。结合夏甸金矿成矿流体从中温、中盐度  $H_2O-CO_2-NaCl\pm CH_4$  体系到低温、低盐度  $H_2O-NaCl$  体系演变(Liu et al., 2017), 暗示 Au 可能主要以  $Au(AS)_2$  络合物的形式迁移(金与黄铁矿密切共生), 水岩相互作用伴随着流体沸腾可能是导致金沉淀的重要控制因素(水岩相互作用改变流体物理化学性质, 富金流体进入黄铁矿孔隙, Au、Ag、Ba、Pb、Bi 等元素被吸附在黄铁矿微孔隙中, 而  $CO_2$  的逃逸导致 Au 快速结核沉淀而形成可见金)。

## 参 考 文 献:

- Liu JC, Wang J, Liu Y, et al. 2017. Ore genesis of the xiadian gold deposit, jiaodong peninsula, east china: information from fluid inclusions and mineralization. *Geological Journal*.