

豫西沙沟银铅锌矿床中含银矿物的 SEM 分析

郑超飞^{1,2}, 张正伟^{1*}, 胡书礼³, 姜玉平³, 张森森³,
史海松⁴, 吴承泉¹, 徐进鸿^{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 550081; 2. 中国科学院大学, 北京 100049; 3. 河南省有色金属地质矿产局第六地质大队, 河南 郑州 450000; 4. 河南发恩德矿业有限公司, 河南 洛阳 471600)

沙沟大型银铅锌矿床地处河南省洛宁县城南西 60km。大地构造位置处于华北克拉通南缘熊耳地块, 熊耳山变质核杂岩构造的西段(郑榕芬等, 2006)。薄脉型沙沟银铅锌矿床赋存在太华群草沟组和石板沟组, 岩性为黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、混合岩化片麻岩等, 受 NE、NNE 向成群断裂破碎带控制。熊耳山地区是河南省重要的金银铅锌矿集区之一。该矿床为河南省有色地质勘查局、河南发恩德矿业有限公司在 21 世纪以来勘查查明并开采的大型富银铅锌矿床, 矿石量 154 万吨, 银品位 767g/t, 铅品位 13.24%, 锌品位 4.31%。前人已经对其矿床地质、矿床地球化学和定年学等进行过诸多研究, 表明其是一个形成于早白垩世早期(近矿围岩蚀变中绢云母的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 等时线年龄 141Ma)(Li et al., 2013)与变质热液相关的造山型矿床(毛景文等, 2006; Li et al., 2013)。

前人的野外和矿物组构特征表明沙沟矿床成矿前为石英-黄铁矿阶段, 成矿期热液活动依次为以下 4 个阶段: 石英-菱铁矿阶段(I), 石英-闪锌矿-铁白云山阶段(II), 石英-方铅矿-含银矿物-铁白云山阶段(III), 石英-方解石阶段(IV)(Li et al., 2013)。含银矿物广泛分布在矿脉中, 并富集。方铅矿单矿物微量元素化学分析显示无论方铅矿粒度大小都含有相近含量的 Ag, 如细粒方铅矿平均含 0.21% Ag, 中粒方铅矿平均含 0.18% Ag, 粗粒方铅矿平均含 0.21% Ag。方铅矿的电子探针(EPMA)也显示含 Ag 量为 0.10%–0.40%, 平均值 0.19%。而闪锌矿的电子探针显示 Ag 低于检测限(郑榕芬等, 2006)。因此沙沟银铅锌矿床中的 Ag 被认为与方铅矿密切相关, 与闪锌矿关系不大。但同属于洛宁下峪矿田的邻近铁炉坪矿石中含有相当品位的 Au(一般< 1g/t), 因此有必要对沙沟矿石中 Ag、Au 赋存特征进行研究。为此, 选取新近勘查开采的 S19 矿脉成矿阶段 III 的矿石磨制光片, 岩相观察后喷碳对含 Ag 矿物进行了详细的扫描电镜单点和面扫描能谱分析, 以期清楚含银矿物种类、相互组合关系以及 Au、Ag 与其他元素间的关系。扫描电镜分析在中国科学院地球化学研究所完成。

1 扫描电镜能谱分析结果

1) 沙沟银铅锌矿床的含 Ag 矿物有自然元素类的自然银, 锑化物(Ag-Sb)类的锑银矿, 硫化物(Ag-S)类的辉银矿, 硫酸盐(Sb-Ag-S、Ag-Cu-Sb-S、Cu-Sb-Ag-S)类的浓红银矿、硫锑铜银矿、银黝铜矿(又称黝锑银矿或含银黝铜矿)(图 1)。

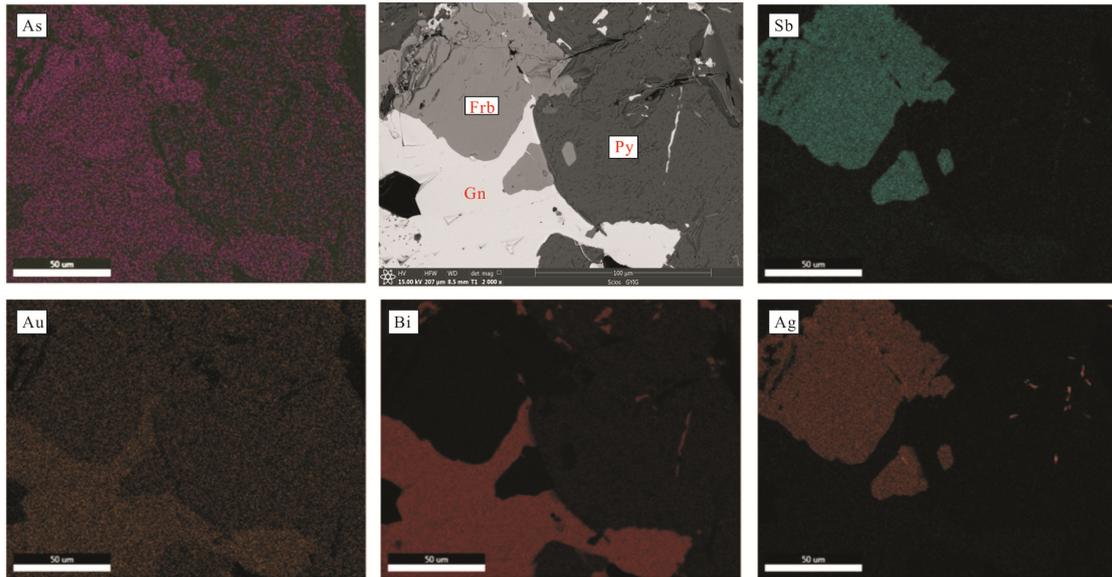
2) 银黝铜矿是最常见的含银矿物, 常呈包含物形式存在于方铅矿中, 或者与方铅矿共生交代闪锌矿, 或者交代方铅矿。硫锑铜银矿常呈包裹物在银黝铜矿或黝铜矿中。辉铜银矿可与辉银矿共生。辉银矿中可包含微粒锑银矿、自然银等。

3) 面扫描中, 元素 Ag 与 Pb、Zn 都无明显分布重叠。方铅矿中可含有极少量金, 元素 Au 与 As 有一定拟合, 元素 Au 与元素 Bi 的分布重叠, 明显的正相关(图 1)。

基金项目:河南省有色金属地质矿产开发局第六地质大队与中国科学院地球化学研究所合作项目;国家自然科学基金项目(批准号:41573039; U1603245)

作者简介:郑超飞, 男, 1988 年生, 博士研究生, 矿物学、岩石学、矿床学专业。E-mail: zhengchaofei@mail.gyig.ac.cn

* 通讯作者, E-mail: zhangzhengwei@mail.gyig.ac.cn



小图左上标(如 As)即为元素符号, 图片中越亮处代表元素含量相对更高; Gn-方铅矿, Py-黄铁矿, Frb-银黝铜矿

图 1 银黝铜矿共边方铅矿交代早期黄铁矿及相关元素分布图

2 讨论与结论

由于 As 与 Sb 可以完全类质同象, 所以硫锑铜银矿 $(\text{Ag}, \text{Cu})_{16}(\text{Sb}, \text{As})_2\text{S}_{11}$, 含量 $\text{Sb} > \text{As}$) 常与硫砷铜银矿 $(\text{Ag}, \text{Cu})_{16}(\text{Sb}, \text{As})_2\text{S}_{11}$, 含量 $\text{Sb} < \text{As}$) 共生。沙沟矿床只发现有硫锑铜银矿 $(\text{Ag}, \text{Cu})_{16}\text{Sb}_2\text{S}_{11}$ 而无硫砷铜银矿, 且硫锑铜银矿的电子探针数据中 As 含量也只有 0.04 wt% 和 0.01 wt% (郑榕芬 et al., 2006), 表明成矿过程中 As 的不足。As 元素是金矿热液体系的主要组分之一 (朱永峰, 2012), 很多金矿床中 Au 与 As 关系密切 (郑超飞等, 2015), 而沙沟方铅矿中含 As 多的部位也常含 Au (图 1)。因此, 推测白垩纪初始期沙沟矿化过程中由于 As 不足而未能活化携带更多的 Au 沉淀。熔融态铋在运移过程中可以吸附 Au (朱永峰, 2012), 所以 Bi 与 Au 呈极大正相关 (图 1)。

元素 Ag 与 Pb、Cu 等地球化学性质明显相似, 属铜型离子, 亲硫, 极化能力强。因此与铜铅锌矿矿床密切伴生, 在沙沟矿床中以自然银、硫化物、硫酸盐、锑化物等形式存在, 通常赋存在方铅矿中, 或作机械混入, 或作类质同象潜晶。在成矿阶段 III 内, 这些含 Ag 矿物可分多次期形成, 银黝铜矿最先形成并最为广泛, 因而 Ag 与 Sb 密切相关, 在后期银黝铜矿可与硫锑铜银矿、辉铜银矿共生再次成矿, 辉银矿、自然银及锑银矿形成时间较晚。

参 考 文 献:

Li Z-K, Li J-W, Zhao X-F, et al. 2013. Crustal-extension Ag-Pb-Zn veins in the Xiong'er shan District, Southern North China craton: constraints from the Shagou deposit. *Economic Geology*, 108: 1703-1729.

毛景文, 郑榕芬, 叶会寿, 等. 2006. 豫西熊耳山地区沙沟银铅锌矿床成矿的 ^{40}Ar - ^{39}Ar 年龄及其地质意义. *矿床地质*, 25: 359-368.

郑超飞, 程远, 张正伟, 等. 2015. 印度尼西亚西爪哇金马石金矿硫同位素和微量元素地球化学特征. *矿物岩石地球化学通报*, 34: 812-819.

郑榕芬, 毛景文, 高建京. 2006. 河南熊耳山沙沟银铅锌矿床中硫化物和银矿物的矿物学特征及其意义. *矿床地质*: 715-726.

朱永峰. 2012. 矿床地球化学导论. 北京: 北京大学出版社, 14-19.