

# 浙西北安吉港口Pb-Zn-Fe-Cu-Mo多金属矿床矿床地质和地球化学特征及矿床成因研究

唐燕文<sup>1,2</sup>, 谢玉玲<sup>2</sup>, 邱立明<sup>2</sup>, 李应栩<sup>3</sup>, 朱绍富<sup>4</sup>, 张志其<sup>4</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 550002;

2. 北京科技大学 土木与环境工程学院, 北京 100083; 3. 成都地质矿产研究所, 四川 成都, 610082;

4. 浙江第一地质大队, 浙江 杭州 310012)

浙西北安吉多金属矿床位于浙江省湖州市安吉县港口乡, 西距杭州市约 100 km。作为钦州—杭州成矿带浙西北段北缘边界上的一个矿点, 矿区内强烈的岩浆与成矿作用发生于晚侏罗—早白垩世约 150.2~139.2 Ma (LA-ICP-MS U-Pb 年龄, 采用标样 91500 处理), 属中国东部中生代大规模成矿作用产物。

矿区岩浆作用以脉动式为特征, 形成了以坞山关杂岩体为代表的岩浆体系, 其包含黑云母二长花岗岩, 钾长花岗岩 (正长花岗岩), 花岗闪长岩和细粒花岗岩等 4 期岩浆侵入单元 (谢玉玲等, 2012a, b; 唐燕文等, 2013a, b); 先后形成了分布于朱家山—五云里—西路—五庙桥东部地区以磁铁矿-铁闪锌矿-黄铜矿为主的石榴石矽卡岩型 Fe-Zn-Cu 矿体, 分布于坞山关—俞家坞—相公坞地区以方铅矿-闪锌矿-独立银矿物-黄铜矿等为主的绿帘石矽卡岩型 Pb-Zn-Ag-Cu 矿体以及分布在细粒花岗岩北部边缘和南部边缘以辉钼矿为主的斑岩型 Mo 矿体。

另外, 在北西向大断裂中形成了以萤石-石英-玉髓为主的萤石矿体 (唐燕文, 2013b)。Fe-Zn-Cu 矿体主要赋存于寒武系荷塘组和大陈岭组地层中; Pb-Zn-Ag-Cu 矿体主要赋存于寒武系西阳山组地层中; Mo 矿体主要赋存于细粒花岗岩与围岩 (黑云母二长花岗岩) 接触破碎带中。矿石类型主要有热液脉型和矽卡岩型 (唐燕文等, 2012a, 2013b)。

前期工作针对杂岩体组成单元的侵位序列、

岩相学、岩石化学和年代学, 杂岩体与多金属矿体空间位置关系, 多金属矿床体系中的矿石类型和矿物组合等已开展研究 (谢玉玲等, 2012a, b; 唐燕文等, 2012a, b; 2013a, b)。但是, 杂岩体组成单元与多金属矿体对应关系还未十分明确, 尤其缺乏系统的地球化学方面的证据支持。在掌握丰富的野外地质现象的基础上, 笔者通过氧化物氧同位素, 石英氢氧同位素, 硫化物硫和铅同位素, 流体包裹体显微测温, 拉曼以及辉钼矿 Re-Os 同位素定年等手段对安吉多金属矿床进行研究。

包裹体显微测温显示, Fe-Zn-Cu 体系成矿流体显示高-中等温度和盐度, 而在 Pb-Zn-Ag-Cu 和 Mo 体系中, 成矿流体均显示中等温度和中等盐度特征。

Pb-Zn-Ag-Cu 体系的硫同位素温度计计算的温度与流体包裹体测温结果基本一致。Fe-Zn-Cu 体系中,  $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$  值从早期+6.84‰变化至晚期-4.86‰, 对应的  $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$  值分别为-55.9‰和-50.5‰; Pb-Zn-Ag-Cu 体系中,  $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$  值从早期+4.71‰变化至晚期-2.35‰, 对应的  $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$  值分别为-85.1‰和-59.1‰; Mo 体系中两个样品,  $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$  值为-2.17‰和-1.58‰,  $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$  为-52‰和-49.1‰。显微测温结果以及氢氧同位素结果显示多金属矿床成矿流体早阶段主要为岩浆来源, 中晚阶段则为岩浆-天水混合流体来源。来自 Fe-Zn-Cu 体系的磁铁矿以及来自 Pb-Zn-Ag-Cu 体系的方解石和石英  $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-SMOW}}$  值范围为+1.4‰~+6.4‰, 而 Pb-Zn-Ag-Cu 体系中的白钨矿样品则具有最高值+14.5‰。Pb-Zn-Ag-Cu, Fe-Zn-Cu 和 Mo 矿石中的硫化物  $\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}}$  同位素测试值分别集中于+0.8‰~+6.4‰, +2.1‰~+7.8‰ (另一高值为+11.1‰), 和-0.1‰~+6‰ (另一高值为+14.1‰)。

**基金项目:** 十二五国家科技计划项目之“安吉—湖州地区钼、铅、银多金属矿床的成矿模式、成矿规律及矿体三维建模” (批准号: 2011BAB04B02); 中科院地化所矿床地球化学国家重点实验室前沿领域项目 (Y3KJA20001)

**作者简介:** 唐燕文, 男, 1983 年生, 助理研究员, 主要从事花岗岩类岩浆与成矿作用研究。E-mail: tyw\_xt@126.com

测试结果显示,多金属矿床中氧和硫主要为岩浆来源,但一定程度上受地层来源物质影响。方铅矿铅同位素  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  和  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  比值范围分别为 18.331~18.566, 15.582~15.64 和 38.328~38.501, 与坞山关杂岩体中的细粒花岗岩基本一致。上述数据倾向于这种可能性,那就是与安吉多金属矿床有关的流体和金属成矿物质起初为岩浆热液系统所携带,随后,地层物

质尤其天水的加入,导致成矿流体迅速降温,引发成矿物质沉淀。包括赋存于矽卡岩和花岗岩内的脉状、细脉-浸染状类型的 18 个辉钼矿样品,给出模式年龄范围 137.8~141.6 Ma, 平均模式年龄  $139.42\pm 0.49$  Ma, 等时线年龄  $141.2\pm 1.1$  Ma, 与采用 LA-ICP-MS 锆石定年且使用 91500 标样处理得到的细粒花岗岩成岩年龄  $139.2\pm 1.2$  Ma, 在误差范围内基本一致。

## 参 考 文 献:

- 唐燕文, 谢玉玲, 李应栩, 邱立明, 刘保顺, 李媛, 张欣欣, 姜妍岑, 韩宇达. 浙江安吉坞山关杂岩体岩相学和岩石地球化学特征及岩石成因. 矿床地质, 2012b, 31(4): 903-916.
- 唐燕文, 谢玉玲, 李应栩, 邱立明, 张欣欣, 韩宇达, 姜妍岑. 浙江安吉多金属矿区坞山关杂岩体锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年龄、地球化学特征及地质意义. 地质论评, 2013a, 59(4): 702-715.
- 唐燕文, 谢玉玲, 李应栩, 王爱国, 贺菊瑞, 邱立明. 浙江安吉多金属矿床金银赋存状态及银矿物特征研究. 岩石矿物学杂志, 2012a, 31(3): 393-402.
- 唐燕文. 浙江安吉钨铅锌多金属矿床岩浆作用与成矿研究. 北京: 北京科技大学, 2013b.
- 谢玉玲, 唐燕文, 李应栩, 李媛, 刘保顺, 邱立明, 张欣欣, 姜妍岑. 浙江安吉铅锌多金属矿床岩浆侵位序列与成矿控制. 岩石学报, 2012a, 28(10): 3334-3346.
- 谢玉玲, 唐燕文, 李应栩, 邱立明, 刘保顺, 李媛, 张欣欣, 韩宇达, 姜妍岑. 浙江安吉铅锌多金属矿区细粒花岗岩的岩石化学、年代学及成矿意义探讨. 矿床地质, 2012b, 31(4): 891-902.