

· 专题 13: 成矿作用过程、成矿末端效应及找矿预测 ·

铅锌矿床中闪锌矿 Re-Os 同位素特征及其存在的问题

吕串^{1,2}, 高剑峰^{1*}, 漆亮¹, 黄小文¹

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, 贵阳 550081;

2. 中国科学院大学, 北京 100049

铅锌矿床(尤其是低温铅锌矿床)的定年一直以来都是地学界的难题, 由此而限制了铅锌矿床的成因研究和成矿模型的建立。Re-Os 同位素体系由于其独特的亲铁和亲铜性在硫化物矿物(例如辉钼矿、黄铁矿等)中相对富集, 因此被广泛应用于金属矿床的定年。由于铅锌矿床中辉钼矿不常见, 而闪锌矿、黄铁矿和方铅矿是铅锌矿床中的主要矿石矿物之一, 如果能对其进行精确的 Re-Os 同位素定年, 将可以直接厘定铅锌成矿时代, 结合初始 Os 同位素比值还可以示踪其成矿金属来源。这是其他亲石元素体系(如 Rb-Sr、Sm-Nd 同位素体系)所无法比拟的。在低温铅锌矿床中, 方铅矿的易于被改造变形, Re、Os 含量很低, 很难满足 Re-Os 定年的要求; 黄铁矿往往具有环带结构, 记录了成矿流体多期活动, 很难选取同一期黄铁矿单矿物进行年代学工作。因此, 铅锌矿年代学中, 闪锌矿是相对较好的研究对象。

近年来, 低含量的硫化物矿物 Re-Os 同位素分析技术的研究已经取得了重要的进展, 可以在较低 Re-Os 含量的条件下对 Re-Os 同位素进行高精度分析(Qu *et al.*, 2001; Sun *et al.*, 2001; Du *et al.*, 2004; 漆亮等, 2006; 李超等, 2009; Qi *et al.*, 2010; Chu *et al.*, 2014; Liu *et al.*, 2016)。这为闪锌矿的 Re-Os 同位素研究的开展奠定了基础, 并在一些矿床中获得成功应用(Terakado, 2001; Morelli *et al.*, 2004; Mathur *et al.*, 2010; Spry *et al.*, 2014; 刘莹莹, 2014; Liu *et al.*, 2015)。然而, 但成功的案例并不多。因此, 有必要对影响闪锌矿 Re-Os 同位素体系的因素进行系统的分析。

本次研究初步选取 MVT 型和岩浆热液型 2 种类型铅锌矿进行分析研究。样品分别采集于云南富

乐铅锌矿和沧源铅锌矿, 对闪锌矿的形貌和结构观察、微区成分分析、硫同位素分析、包裹体分析以及 Re-Os 同位素分析, 以初步探讨影响不同形成条件下闪锌矿 Re-Os 同位素体系的特征。

沧源铅锌矿中闪锌矿、黄铁矿、方铅矿硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 范围为 $-2.47\text{‰} \sim +3.69\text{‰}$, 与岩浆活动有关的岩浆期后热液铅锌矿床的硫同位素组成变化范围 $-5.0\text{‰} \sim +5.0\text{‰}$ (陈好寿, 1997) 相吻合; 闪锌矿流体包裹体温度 $185 \sim 350\text{°C}$, 硫化物 Re-Os 同位素等时线年龄为 $35.9 \pm 6.1 \text{ Ma}$, 区域内花岗斑岩锆石 U-Pb 年龄为 $42.9 \pm 4.7 \text{ Ma}$, 黑云角闪斜长花岗岩锆石 U-Pb 年龄为 $42.7 \pm 1.5 \text{ Ma}$ (邓贤泽等, 2015), 与闪锌矿 Re-Os 定年结果在误差范围内一致, 表明了沧源铅锌矿可能与为岩浆期后热液密切相关。

富乐铅锌矿中闪锌矿、黄铁矿、方铅矿硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 范围为 $+6.26\text{‰} \sim +16.57\text{‰}$, 显示为地层硫为主; 闪锌矿的包裹体测温均一温度为 $115 \sim 245\text{°C}$, 具有明显的 2 个温度峰值, 分别为 $115 \sim 155\text{°C}$, 和 $235 \sim 245\text{°C}$, 结合手标本及镜下观察划分的三期闪锌矿; 早期闪锌矿形成温度较高, 为 $235 \sim 245\text{°C}$; 而后两期形成温度接近, 为 $115 \sim 155\text{°C}$; 由此可知不同期次闪锌矿形成温度存在差异, 但整体为中低温型。硫化物的 Re-Os 同位素投点分散并未能构建成等时线。

结合 2 个矿床的硫同位素、闪锌矿的包裹体温度以及闪锌矿手标本特征, 初步认为 Re-Os 同位素体系在相对高温的条件, 成矿源区较深部的闪锌矿具有较好的封闭性。而相对浅源的低温的环境下形成的闪锌矿 Re-Os 体系无法保证很好的封闭性, 因此无法满足定年要求。

基金项目: 国家自然科学基金项目(41673050, 41373064)

第一作者简介: 吕串(1990-), 男, 博士研究生, 研究方向: 矿床地球化学. E-mail: chuanlyu@163.com.

* 通讯作者简介: 高剑峰, 研究员, 博士生导师, 研究方向: 矿床地球化学. E-mail: gaojianfeng@mail.gyig.ac.cn.