

黔西北板板桥铅锌矿床S-Zn-Pb同位素地球化学特征

周家喜¹, 朱祥坤², 黄智龙¹, 高建国³, 吕志成⁴, 崔银亮⁵

(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 550002; 2. 中国地质科学院地质研究所 国土资源部同位素地质重点实验室, 大陆构造与动力学国家重点实验室, 北京 100037; 3. 昆明理工大学 国土资源工程学院, 昆明 650093; 4. 中国地质调查局 发展研究中心, 北京 100083; 5. 云南省有色地质局, 昆明 650051)

位于扬子地块西南缘的川滇黔接壤区是我国重要的铅、锌、银、锗等金属矿化集中区之一 (Zheng and Wang, 1991; Han et al., 2007; Zhou et al., 2001, 2013a)。目前川滇黔铅锌成矿域内已发现铅锌矿床(点) 400 余处, 其中包括著名的会泽超大型铅锌矿床(铅锌金属储量超过 500 万 t; Han et al., 2007)。新发现的板板桥铅锌矿床即位于川滇黔铅锌成矿域之黔西北铅锌成矿区中部, 矿区内主要出露上石炭统黄龙-马平组、下二叠统梁山组和峨眉山玄武岩组。矿体受独山-花苗寨断裂控制, 产于二台坡背斜西翼与北西向构造的复合部位, 其赋矿围岩为上石炭统黄龙-马平组白云质灰岩和粗晶白云岩。硫化物矿石主要由闪锌矿、黄铁矿、方铅矿、方解石和白云石组成, 具有粒状结构和块状、细脉状及浸染状构造特征。本文在国内率先开展了该类型矿床中闪锌矿的锌同位素地球化学研究, 结果显示采自板板桥铅锌矿床的 9 件闪锌矿样品其 $\delta^{66}\text{Zn}$ (相对于 Zn 同位素标准溶液 JMC 3-0749L) 值介于 +0.07‰ ~ +0.71‰, 均值为 +0.42‰, 并表现出晚期形成的 3 件浅色闪锌矿样品 ($\delta^{66}\text{Zn}_{\text{JMC}} = +0.50\text{‰} \sim +0.71\text{‰}$) 较早期结晶的 3 件深色闪锌矿样品 ($\delta^{66}\text{Zn}_{\text{JMC}} = +0.07\text{‰} \sim +0.25\text{‰}$) 富重锌同位素。此外, 获得的 3 件围岩白云岩 ($\delta^{66}\text{Zn}_{\text{JMC}} = +0.48\text{‰} \sim +0.52\text{‰}$, 均值为 +0.50‰) 及 3 件峨眉山玄武岩样品 ($\delta^{66}\text{Zn}_{\text{JMC}} = +0.32\text{‰} \sim +0.44\text{‰}$, 均值为 +0.35‰) 的锌同位素组成均与闪锌矿样品的锌同位素组成范围重叠。上述特征表明, 流体混合可能不是

成矿过程(早期到晚期)中锌同位素组成变化的关键控制因素, 而动力学瑞利分馏可能是导致沉淀过程闪锌矿锌同位素逐步富集的主要机制。这与前人的理论实验 (Maréchal and Sheppard, 2002) 和实际测试 (Wilkinson et al., 2005; Kelley et al., 2009; Gagnevin et al., 2012) 结果吻合。硫化物 $\delta^{34}\text{S}_{\text{CDT}}$ 值介于 +3.5‰ ~ +9.8‰, 均值为 +6.7‰, 与上覆梁山组地层中沉积重晶石 (+11.8‰) 和膏盐 (+15.0‰) 相近 (Zhou et al., 2013a), 暗示成矿流体中还原硫主要是海相硫酸盐热化学还原的产物 (Han et al., 2007; Zhou et al., 2013b)。硫化物 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18.029 \sim 18.726$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.651 \sim 15.784$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38.145 \sim 39.138$; 围岩碳酸盐岩 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18.136 \sim 18.602$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.656 \sim 15.850$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38.204 \sim 39.140$ 。在铅构造模式图上, 硫化物样品均位于上地壳铅演化线附近, 除个别样品外, 大部分样品落入基底(昆阳和会理群等)岩石分布范围内, 而与围岩明显不同, 表明成矿流体中铅金属可能主要来自基底岩石。综上, 笔者认为板板桥铅锌矿床成矿流体中硫和金属具有不同的来源, 其演化过程可简述为活化基底岩石中成矿金属的热液流体, 与富有机质和硫酸盐的地层水在有利的构造空间内发生流体混合 (Zhou et al., 2013a, 2013b, 2013c), 热加入诱发有机质和硫酸盐发生热化学还原作用, 形成的还原硫与铅锌等贱金属生成沉淀, 最终形成具有经济价值的硫化物矿体。

基金项目: 国家自然科学基金项目(批准号: 41102055; 41272111); 国家重点基础研究发展计划(973)项目(2014CB440905)

作者简介: 周家喜, 男, 1982 年生, 副研究员, 主要从事热液矿床成矿理论和成矿预测研究. E-mail: zhoujiayi@vip.gyig.ac.cn