

# 湘西唐家寨铅锌矿床成矿金属来源

吴涛<sup>1</sup>, 黄智龙<sup>2\*</sup>

(1. 贵州工程应用技术学院 矿业工程学院, 贵州 毕节 551700; 2. 中国科学院 地球化学研究所, 贵州 贵阳 550081)

分布于扬子板块东南缘的湘西-黔东铅锌成矿带, 是我国重要的铅锌生产基地。近年来, 随着成矿带内大脑坡和杨家寨等大型-超大型铅锌矿床相继被发现, 其成矿和找矿越来越受到广大地质工作者的关注。湘西铅锌成矿区是湘西-黔东铅锌成矿带的重要组成部分, 区内铅锌矿床(点)星罗棋布, 成群成带展布, 由南至北主要可划分为凤凰、花垣、保靖和洛塔等 4 个铅锌(汞)矿田, 现已在该成矿区内探明铅锌矿床(点)共计 200 余处, 累计 Pb+Zn 资源量超过 2000 万吨。前人研究成果表明这些铅锌矿床的成因类型为碳酸盐岩容矿的密西西比河谷型(MVT)铅锌矿床, 且伴生有大量的 Ga、Ge、Cd 等稀散金属(Wu et al., 2023; Hu et al., 2022; 吴涛等, 2021)。但目前有关区内铅锌等成矿主金属以及伴生稀散金属的物质来源等问题仍亟待解决。唐家寨富镓铅锌矿床地处湘西洛塔矿田的中部, 矿床由北至南可分为唐家寨、头车湖、打溪等三个矿段, 预测铅锌金属量超过 55 万吨, 达大型铅锌矿床规模。铅锌矿体主要呈似层状和脉状赋存在奥陶系下统的南津关组、分乡组红花园组的生物碎屑灰岩中, 铅锌矿化与硅化关系密切, 铅锌矿体均产在硅化体中(余沛然等, 2004)。本文以唐家寨矿床为研究对象, 在深入细致的野外地质考察和室内矿相学观测基础上, 进行了较为系统的地质全岩 Pb 同位素和金属硫化物原位 S-Pb 同位素、潜在源区岩石全岩微量元素和矿物原位微量元素以及 LA-ICPMS 和 NanoSIMS 面扫描等分析, 旨在示踪区内铅锌和伴生稀散金属的成矿物质来源。

通过金属硫化物原位 S 同位素组成研究, 唐家寨矿床热液成矿期硫化物均以富集重硫为特征,  $\delta^{34}\text{S}_{\text{VCDT}}$  值为+11.0‰~+22.4‰, 具  $\delta^{34}\text{S}_{\text{黄铁矿}} \approx \delta^{34}\text{S}_{\text{闪锌矿}} > \delta^{34}\text{S}_{\text{方铅矿}}$  的特征, 属热力学平衡分馏, 指示还原硫主要来源于赋矿地层下奥陶统南津关组、分乡组和红花园组中的海相硫酸盐。根据矿床中闪锌矿和石英中的流体包裹体均一温度(100~220℃)以及激光拉曼分析发现包裹体气相成分含  $\text{CH}_4$  和  $\text{CO}_2$  特征峰(周云等, 2014), 判断矿床产生还原硫的机制应该在有机质参与条件下的硫酸盐热化学还原(TSR)作用。其次, 通过潜在源区地质全岩 Pb 同位素和金属硫化物原位 Pb 同位素的研究发现, 唐家寨矿床的金属硫化物的 Pb 同位素基本投点于元古界基底板溪群板岩和碎屑岩与下寒武统牛蹄塘组黑色页岩之间, 暗示成矿金属具混合来源特征。同时, 通过对潜在源区地质全岩微量元素的分析发现, 板溪群和牛蹄塘组地层 Zn+Pb 的含量亦非常高, 分别为 131ug/g 和 188ug/g。因此, 笔者认为铅锌等成矿主金属主要来源于元古界板溪群基底和下寒武统牛蹄塘组地层, 成矿流体与结晶基底至赋矿下伏地层等潜在源区岩石的水岩反应对成矿金属的富集起到关键性作用。

另外, 本文对唐家寨铅锌矿床三个不同矿段闪锌矿原位微区微量元素分析发现, 其伴生 Ga、Ge 等稀散金属的平均含量分别为 940ug/g 和 468ug/g, 含量之高, 实属罕见。根据 LA-ICPMS 和 NanoSIMS 的面扫描并未发现相关稀散金属呈独立矿物产出, 并且根据元素间相关性以及面扫描解各元素间的协变关系, 我们认为这些稀散金属主要以类质同象的形式赋存于闪锌矿的晶格中。其次, 通过对潜在源区岩石以及成矿期石英和方解石微量元素的分析发现, 元古界基底板溪群板岩和碎屑岩与下寒武统牛蹄塘组黑色页岩中 Ga、Ge 等稀散金属的含量均高于地壳丰度, 石英中的稀散金属含量亦明显高于方解石。因此我们认为 Ga、Ge 等稀散金属与铅锌等主金属可能具有相同的源区, 硅化不仅与铅锌成矿关系密切, 而且与闪锌矿中稀散金属的超常富集密不可分。

基金项目: 国家自然科学基金项目(批准号: 42202099)

第一作者简介: 吴涛, 男, 1990 年生, 博士, 主要从事低温热液矿床及其伴生关键金属成矿理论与成矿预测研究。

**参考文献:**

- Hu YS, Ye L, Huang ZL, Wei C, et al. 2022. Genetic model for early Cambrian reef limestone-hosted Pb-Zn deposits in the world-class Huayuanorefield, South China: New insights from mineralogy, fluorite geochemistry and sulfides in situ S-Pb isotopes. *Ore Geology Reviews*. 141, 104682.
- Wu T, Huang ZL, Wei C, et al. 2023. Constraints of LA-ICPMS trace elements and C-O isotopes on the origin of Danaopo Cd-Ge-bearing Zn-Pb deposit in western Hunan, China. *Ore Geology Reviews*. 158, 105494.
- 吴涛, 黄智龙, 叶霖, 等. 2021. 湘西发现镓超常富集铅锌矿床. *矿床地质*, 40; 1357-1362.
- 余沛然, 谢小青, 龙国华, 等. 2004. 湖南省龙山县唐家寨-打溪铅锌矿勘查报告. 吉首: 湖南省地矿局四零五队; 5-100.
- 周云, 段其发, 唐菊兴, 等. 2014. 湘西地区铅锌矿的大范围低温流体成矿作用-流体包裹体研究. *地质与勘探*, 50; 515-532.