

# 云南东川麻栗坪铅锌矿床地球化学及成因

罗开<sup>1,2</sup>, 周家喜<sup>1\*</sup>, 黄智龙<sup>1</sup>, 崔银亮<sup>3</sup>, 金中国<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 550081; 2. 中国科学院大学, 北京 100049; 3. 云南省有色地质局, 云南 昆明 650051; 4. 贵州省有色金属和核工业地质勘查局, 贵州 贵阳 550005)

川滇黔接壤铅锌矿集区是华南大面积低温成矿域的重要组成部分之一, 区内已发现铅锌矿床(点) 500 余处, 累计探明铅锌储量超过 2000 万 t, 其中 50% 以上(矿床数量和储量) 均赋存于上震旦统和下寒武统过渡沉积岩中, 包括大梁子、天宝山、赤普、麻栗坪、乌斯河、茂租和乐红等大型铅锌矿床。在这些矿床之中, 麻栗坪是近几年(2012—2017) 新发现的大型铅锌矿床, 其以与磷矿空间共生为特征(贺胜辉等, 2014a, b)。目前, 该矿床控制铅锌金属资源量超过 50 万 t, 平均品位 Pb 4.18wt%, Zn 9.38wt%。矿体产于下寒武统梅树村组二段和四段, 呈(似) 层状、透镜状, 产于层间破碎带及次生裂隙中。矿石矿物主要为闪锌矿、方铅矿和黄铁矿, 脉石矿物以石英、白云石、方解石为主。矿石主要呈细粒结构, 块状、浸染状、角砾状构造。围岩蚀变主要是硅化、黄铁矿化、碳酸盐化。与茂租铅锌矿床两层矿“上富、下贫”的特征相反(Zhou et al., 2013), 麻栗坪两层矿却呈现“上贫、下富”的特征, 这可能与两个矿床的局部地质特征有关。初步观察显示, 茂租上、下矿层相距~20 m, 麻栗坪上、下两层相距~120 m; 茂租隔矿层为含磷硅化白云岩, 而麻栗坪则为炭泥质粉砂岩、页岩。

为了揭示该矿床的成因, 查明是何种因素导致如此丰富的铅锌资源赋存于此过渡层中, 本次工作以麻栗坪矿床为研究对象, 开展系统的同位素地球化学研究工作。C-O 同位素分析显示, 围岩  $\delta^{13}\text{C}$  值为-4.1‰~+0.6‰,  $\delta^{18}\text{O}$  值为+17.4‰~+23.4‰, 显示海相沉积的特征; 热液碳酸盐矿物  $\delta^{13}\text{C}$  值为-4.8‰~+1.3‰,  $\delta^{18}\text{O}$  值为+11.3‰~+21.5‰, 表明成矿流体中的  $\text{CO}_2$  主要由海相碳酸盐岩溶解作用形成, 并有少量有机质脱羟基作用形成的  $\text{CO}_2$  加入。S 同位素测试结果表明, 硫化物富集重硫同位素, 其中黄铁矿的  $\delta^{34}\text{S}$  值(24.54‰~27.93‰) 接近寒武纪同时代海水的  $\delta^{34}\text{S}$  值(27‰~32‰), 闪锌矿和方铅矿硫同位素  $\delta^{34}\text{S}$  值略低, 介于 7.60‰~17.30‰, 暗示成矿流体中的 S 可能来自海水硫酸盐岩。赋矿地层中普遍发育有膏岩层, 而 TSR 过程能在海水硫酸盐与还原硫之间形成 15% 左右的分馏。通过 TSR 预测硫化物的  $\delta^{34}\text{S}$  值与实测结果相吻合, 表明 TSR 过程在还原硫形成中起到重要作用。这与相邻的茂租、银厂沟等还原硫是海水硫酸盐岩 TSR 产物的认识是一致的(Zhou et al., 2013, Li et al., 2016)。箐竹寺组、梅树村黑色页岩中的有机质最可能充当 TSR 的还原剂。以往研究认为寒武纪沉积白云岩围岩、黑色页岩, 甚至磷块岩都有可能为铅锌矿床的形成提供成矿金属。然而, 飞秒激光剥蚀多接收器等离子体质谱法获得的麻栗坪铅锌矿中方铅矿原位 Pb 同位素数据显示, 其 Pb 同位素组成非常集中( $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 17.856\sim 17.973$ , 均值 17.917,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.668\sim 15.689$ , 均值 15.678,  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 37.953\sim 38.101$ , 均值 38.028,  $n = 42$ ), 多位于上地壳平均 Pb 演化曲线上, 落入基底岩石范围内, 说明金属可能来源于基底岩石。

综上, 麻栗坪矿床成矿物质和相关的流体主要来自基底岩石及赋矿沉积地层, 其成矿作用与相邻的同类位铅锌矿床及 MVT 矿床相似, 而与赋存于其它地层(如石炭系中的会泽和二叠系中的富乐等) 典型 SYG 矿床(与峨眉山岩浆作用有关) 不同(Zhou et al., 2018)。另外之所以该过渡层位中赋存如此之多的铅锌资源, 很可能与该层位与基底岩石相近, 又含有丰富的蒸发膏岩和有机质有关, 更详细的解释需要进一步深入研究。

**基金项目:** 国家 973 计划项目(2014CB440900); 国家自然科学基金重点项目(批准号: 41430315)

**作者简介:** 罗开, 男, 1993 年生, 博士研究生, 矿物学、岩石学、矿床学专业。E-mail: luokai@mail.gyig.ac.cn

\* 通讯作者, E-mail: zhoujiayi@vip.gyig.ac.cn