

康滇地轴东缘铅锌矿床成矿 流体地球化学研究

管士平* 李忠雄

(成都地质矿产研究所, 成都)

提 要: 该文较系统地讨论了康滇地轴东缘(四川段)不同含矿层位铅锌矿床的流体包裹体及其化学成分、氢氧碳同位素特征, 阐述了本区矿床成矿流体性质、成矿物理化学条件、成矿介质的来源, 并简要对比了密西西比河谷型及层控改造型铅锌矿床。

关键词: 成矿流体 铅锌矿床 康滇地轴东缘

康滇地轴东缘铅锌成矿带是我国西部最重要的铅锌矿产出地, 分布有数个大型特大型矿床及大量中、小型矿床。本文选择产于不同时代地层中有代表性的会理小石房、天宝山、会东大梁子、甘洛赤普、阿尔、金阳汞山和布拖乌依铅锌矿床来研究成矿流体地球化学特征及其演化规律。

1 成矿地质背景

本区地层具有明显的地台二元结构——基底构造层叠加盖层构造层。由深变质的康定群和中浅变质的会理群组成基底构造层, 康定群构成地轴的核部。由震旦系至下二叠统(缺失石炭系)构成海相盖层和由晚二叠世以后的地层构成陆相盖层。盖层与基底构造层呈角度不整合接触。褶皱构造具有以南北向为主的多方向、多形态和单旋回、多旋回特征。区内断裂以南北向断裂为主, 并发育北东向、北西向及近东西向断裂。南北向断裂从西向东依次发育安宁河断裂、甘洛-小江断裂、峨边-雷波断裂, 与近东西向断裂构成“Ⅲ”字形构造格架, 并控制全区铅锌矿分布。区内岩浆岩有晋宁期花岗岩、澄江期中酸性火山岩、花岗岩及大面积分布的峨眉玄武岩。

2 矿床地质特征简述

本区的含矿地层层位较多, 计有会理群风山营组、天宝山组、上震旦统灯影组、下寒武统龙王庙组、上寒武统二道水组、中奥陶统大菁组、中志留统大关组和中下泥盆统。除会理小石房产于会理群中浅变质岩以外, 其他矿床均产于不同时代白云岩中。产于白云岩中的矿体有两种产状, 其一是切层筒柱状、脉状矿体, 倾角在 60° 以上, 如大梁子、天宝山、团宝山、宝见山、汞山等矿床; 其二是似层状矿体, 产状比较平缓, 与围岩地层一致, 一般倾角在 $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 不等, 如赤普、乌依、阿尔、松林等矿床。这两类矿床均受断裂控制, 后生特征明显。从产于白云岩中的铅锌矿地理分布来看, 大致有这样的规律: 南锌北铅、下锌上铅, 即康滇地轴东缘南边两会地区以锌矿为主(如大梁子、天宝山锌矿), 铅矿次之; 而北边甘洛、汉源等地以铅矿为主(如赤普、唐家、乌依铅矿等), 锌矿次之(如宝贝山锌矿); 随含矿层位抬高, 锌矿减少, 铅矿增加, 即低层位以锌矿为主, 高层位以铅矿为主。

会理小石房矿床具明显的海底火山喷气(流)沉积矿床(杨应选等, 1994)特征, 属同生矿床。

* 管士平, 33 岁, 副研究员, 矿床地球化学专业。邮政编码: 610082

3 成矿流体地球化学特征及其演化

3.1 流体包裹体特征

矿床矿物包裹体的形态主要呈椭圆形、不规则状、部分呈浑圆状、菱形、多边形等,包裹体按流体的相态及其比例,可分为六种类型:液体包裹体(气/液比 $<8\%$);含 CO_2 液体包裹体(气/液 $<3\% \sim 20\%$);含 CO_2 气体包裹体(气/液 $<20\%$);含 CO_2 三相液体包裹体(气/液 $<5\%$);气体包裹体(气/液 $<50\%$);有机气体包裹体(气/液 $<10\%$)。矿床中包裹体以前两种为主,第三种次之,其它类型较少。

本区的矿床的成矿温度比MVT型较高,但不同矿床之间有一定差别,如大梁子矿床矿物包裹体均一温度为 $140 \sim 230^\circ\text{C}$,个别气体包裹体的温度达 300°C ;天宝山矿床为 $150 \sim 260^\circ\text{C}$;赤普矿床为 $110 \sim 200^\circ\text{C}$,唐家矿床 $180 \sim 200^\circ\text{C}$;波波矿床为 $80 \sim 150^\circ\text{C}$ 。均一温度大致有这样的变化规律:随含矿层位的抬高,即 $\text{Zn}dn^2 - \text{Zn}dn^{2.3} - \text{Zn}dn^3 - \text{C}_1$,均一温度有下降的趋势。

产于会理群的小石房矿床,重晶石和石英的包裹体均一温度很接近,变化于 $100 \sim 160^\circ\text{C}$,并发现有沸腾包裹体,说明含矿流体在喷溢过程中有沸腾现象,与它的成因类型是相吻合的。

3.2 流体包裹体化学成分

7个矿床矿物流体包裹体化学成分及其特征参数见图1、图2。

成矿金属组分:包裹体中含有一定量的Pb、Zn、Cu,并以Pb、Zn为主,除赤普矿床包裹体中Zn含量高于Pb含量外,其它矿床不论是富Zn的还是富Pb的,包裹体中均以Pb含量高于Zn含量为特征。图1中列示不同矿床的 $\text{Zn}/(\text{Pb} + \text{Zn})$ 值与相对应的包裹体中 $\text{Zn}/(\text{Pb} + \text{Zn})$ 值,发现两者的走势是相反的,呈互补关系,并随层位提高,两值得的差异在缩小。故将两者简单相加综合,将其看成是成矿时流体的 $\text{Zn}/\text{Pb} + \text{Zn}$ 值。随含矿层位抬高,即从灯影组($0.63 \sim 1.16$,平均 0.88)—龙王庙组($0.465 \sim 0.15$,平均 0.30)—大菁组(0.09),成矿流体从以锌为主,过渡到铅锌含量相当,最后演变为以铅为主,这与矿床的“下锌上铅”的分布规律是一致的。当然,具体形成何矿种,还受其它地质条件制约。

阳离子组分:包裹体中阳离子以 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 为主,少量 Mg^{2+} 、 Li^+ ,但不同矿床之间有较大区别。除金阳汞山小型铅锌矿以富 $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ 特征外,其它大中型矿床 $\text{Na}^+ / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ (离子数)值均大于1,并且以锌为主的矿床包裹体中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 比以铅为主的矿床多一些。在图2中, K^+ (离子数)均小于50%,属于 $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ 端元中间,明显不同于MVT型矿床(E Roedder, 1972)和层控改造型(卢焕章等, 1988),前者是 Na^+ 占绝对优势,而后者是以 $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ 为主, K^+ 、 Na^+ 次之。

图1中显示,成矿流体的矿化度(Mc)及含盐度(SI)随含矿层位抬高,流体迁移距离加大,其矿化度含盐度总体呈下降趋势,成矿流体的矿化度(Mc)及含盐度(SI)与矿床的 $\text{Zn}/(\text{Pb} + \text{Zn})$ 变化趋势一致,说明富锌型矿床矿化度、含盐度比富铅型的矿床要强一些。

阴离子组分:各类矿床均以 F^- 、 Cl^- 及 SO_4^{2-} 为特征, $\text{F}^- + \text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ 值(离子数)除小石房矿以外均大于1,说明本区矿床主要以 F^- 、 Cl^- 的卤化物络合物的形成迁移, SO_4^{2-} 主要通过还原提供成矿的 S^{2-} 。

成矿条件:还原系数 R ($\text{H}_2 + \text{CO} + \text{CH}_4 / \text{CO}_2$ 分子数)反映矿石沉淀时氧化还原程度, R 值越大,还原程度高。各类矿床的 R 值介于 $0.079 \sim 1.317$,其中以赤普铅矿 R 值最大,小石房铅矿次之,前者矿石中常见沥青,屏蔽层发育良好,反映成矿环境封闭性较好,而后者反映了矿石沉淀于海水较深而厌氧细菌发育的海底。其他矿床的 R 值较小,说明处于弱还原封闭性较差的环境。 R 与矿床的 $\text{Zn}/(\text{Pb} + \text{Zn})$ 的走势相反,也与氧化还原电位 E_h 值走势相反。说明富铅矿床比富锌矿床更处于还原环境。

本区矿床包裹体中含有 $(0.035 \sim 1.035) \times 10^{-6}$ 的 H_2 ,其中以赤普铅矿的 H_2 含量最高。图1中显示,随含矿层位抬高,包体中 H_2 分子数总体呈下降趋势。 H_2 分子数与pH值走势相似,pH值大, H_2 分子数

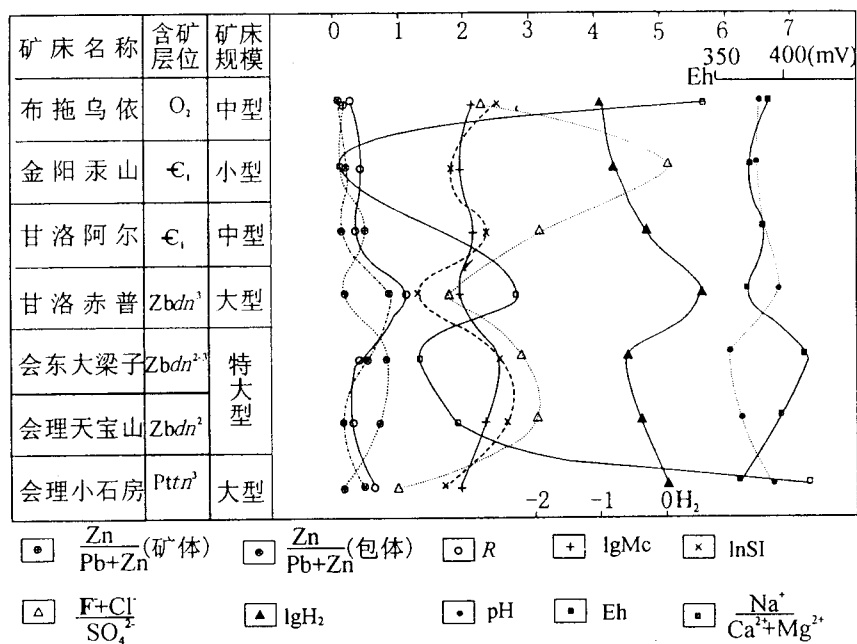
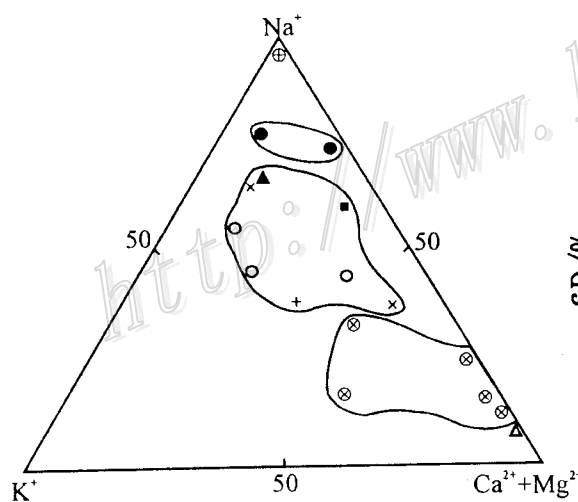
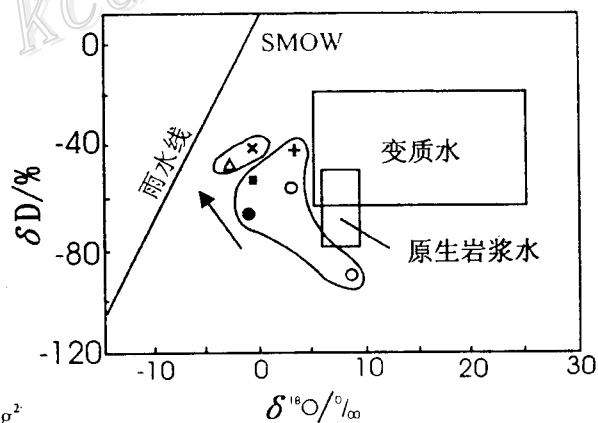


图 1 流体包裹体化学成分及特征参数图解

图 2 流体包裹体 Na⁺-K⁺-Ca²⁺+Mg²⁺ 图解

●小石房；■天宝山+大梁子；○赤普；×阿尔；
△汞山；▲乌依；⊕MVT；⊗层控改造型

图 3 流体包裹体 δD-δ¹⁸O 图解

(图例同图 2)

多, pH 值小, H₂ 分子数少, 反映成矿环境。

各类矿床形成的 pH 值总体差别不大, 介于 6.0~6.8 之间。富锌型矿床(大梁子、天宝山)的 pH 值相对较小, 富铅型矿床(赤普、乌依)的 pH 值相对较大。在 150~250 ℃ 温度范围内, pH 值介于 5.6~5.82 中为性, 故富锌型矿床形成的环境为中性-弱碱性条件, 而富铅型矿床的成矿环境为弱碱性条件。

3.3 流体包裹体的氢、氧、碳同位素特征

在 $\delta^{18}\text{O}$ - δD 图上 (图 3) 可见, 本区矿床的投影点位于雨水线与变质水及岩浆水范围之间, 并且随含矿层位提高 ($\text{Zbdn} \rightarrow \text{C}_{11}$), 矿床的投影点向雨水线方向偏移。说明随含矿层位抬高, 成矿流体中大气降水的含量增加。

大梁子和汞山矿床的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ (PDB) 分别为 -6.1‰ 、 -8.1‰ 介于幔源碳的范围, 说明切层矿床部分成矿介质来源于上地幔。而小石房、赤普矿床的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ 分别为 -19.3‰ 和 -18.0‰ (平均) 介于沉积物有机碳范围, 说明顺层产出矿床部分成矿介质来源于地层沉积建造中的有机碳。

4 结 论

通过对本区矿床的成矿流体地球化学的初步研究, 对于产于盖层白云岩中的铅锌矿床可以得出如下认识:

- (1) 随含矿层位抬高, 成矿温度有下降趋势, 成矿流体中大气降水的含量在增加。
- (2) 矿床与包裹体的 $\text{Zn}/(\text{Pb} + \text{Zn})$ 值走势相反, 两者为互补关系, 综合分析可以推定为成矿流体初始以富锌为主, 逐渐演变为以富铅为主。
- (3) 矿床的 $\text{Zn}/(\text{Pb} + \text{Zn})$ 值与矿化度、含盐度走势相同, 并随含矿层位抬高, 其矿化度、含盐度有下降趋势。
- (4) 成矿流体中阳离子组分不同于密西西比河谷型及层控改造型。阴离子以 F^- 、 Cl^- 为主, SO_4^{2-} 次之, 铅锌以 F^- 、 Cl^- 的卤素络合物形式迁移。
- (5) 总体看, 本区铅锌矿床形成的环境为中性—弱碱性、弱还原—还原条件, 不同层位的铅锌矿床的形成环境并无显著差别。
- (6) 本区产于会理群的小石房矿床与产于白云岩的矿床的成矿流体地球化学特征并无明显差别, 间接说明成矿物质来源于深部 (上地幔), 部分来源于前震旦系地层。

虽然本区铅锌矿床产在不同时代的碳酸盐建造中, 既有富锌型, 亦有铅-锌型、富铅型; 矿床规模既有特大型、大型, 又有大量中、小型; 矿体产状既有切层筒柱状、脉状, 又有顺层产出的似层状。但是不同矿床的流体包裹体成分, 及其反映物理化学条件的参数并无显著差异, 成矿流体的温度、 $\text{Zn}/(\text{Pb} + \text{Zn})$ 比值、矿化度及含盐度从下到上呈梯度变化。据此, 可以推断矿床成矿流体来源于同一个源区, 在一次大规模构造活动中形成 (本区为峨眉运动), 并由下向上运移, 在有利的地层构造环境下就位成矿。

参 考 文 献

- 1 杨应选等. 康滇地轴东缘铅锌矿床成因及成矿规律. 四川科学技术出版社, 1994.