

云南蒙自白牛厂银多金属矿床同位素地球化学研究

李开文^{1, 2}, 张 乾², 王大鹏², 祝朝晖^{2, 3}

(1 中国科学院研究生院, 北京 100049; 2 中国科学院地球化学研究所, 贵州 贵阳 550002; 3 河南省国土资源科学研究院, 河南 郑州 450053)

白牛厂银多金属矿床位于云南省红河州蒙自县城东约 26 km 处, 个旧矿床与都龙矿床之间, 是滇东南三大著名多金属矿床(个旧、都龙和白牛厂)之一。该矿床是由云南省地矿局发现于“六五”末期, 于“九五”期间勘探结束, 现已陆续进入全面开采阶段。其中银、锌均达超大型规模, 锡和铅为大型规模, 同时伴生丰富的铜、镉、镓、锗等分散元素资源, 经济价值巨大。该矿床为隐伏矿床, 经过近几年的勘探, 在深部又发现了新的矿体, 使矿床规模进一步扩大, 银的储量有可能达到万吨, 从而成为中国规模最大的银矿床。

1 地质概况

滇东南褶皱带在加里东期为一伸展背景下的近东西向展布的裂隙海槽, 白牛厂银多金属矿床就位于海槽断裂斜坡带靠陆棚一侧的次一级断层凹陷内。矿体产于中寒武世田蓬组上部 and 龙哈组下部细碎屑岩中, 受园宝山复式向斜控制, 与地层同步褶皱; 中寒武世同生断层 F3、F7 既是含矿热液上涌的通道, 又控制了矿体的南北缘, 同时, 也为后来燕山期花岗岩体的侵位提供了路径。白牛厂矿床共分为白羊、咪尾、穿心洞、对门山和阿尾 5 个矿段, 主要由原生矿石组成, 包括黄铁矿、白铁矿、磁黄铁矿、闪锌矿-铁闪锌矿、方铅矿、毒砂、锡石和众多的银矿物、硫酸盐矿物等, 脉石矿物主要有微晶石英、方解石、铁白云石、绢云母等。

2 碳、氧同位素地球化学特征

(1) 白牛厂矿区中寒武统龙哈组白云岩的碳、氧同位素组成分别为: $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} = -3.70\text{‰} \sim -0.32\text{‰}$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}} = 16.30\text{‰} \sim 22.20\text{‰}$, 与正常海相灰岩的碳、氧同位素组成($\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} = 0 \pm 4\text{‰}$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}} = 20\text{‰} \sim 24\text{‰}$)相当; 田蓬组灰岩的碳、氧同位素组成分别为: $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} = -5.30\text{‰} \sim -1.00\text{‰}$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}} = 14.60\text{‰} \sim 19.50\text{‰}$, 与正常海相灰岩及白牛厂矿区龙哈组白云岩相比, 田蓬组灰岩的 ^{13}C 的亏损相对不明显, 而 ^{18}O 则明显亏损。该特征说明, 在成矿流体交代原岩的过程中, 低 $\delta^{18}\text{O}$ 值的流体不断与围岩发生同位素交换, 从而使原岩的 $\delta^{18}\text{O}$ 值减小。

(2) 10 件矿化方解石、白云石的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 值为 $-4.10\text{‰} \sim -1.07\text{‰}$, 相对变化较小, 与许多热液矿床中形成的碳酸盐类似, 表明碳可能来自深部或来自碳酸盐与有机质 CO_2 的混合作用。方解石的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 值为 $11.10\text{‰} \sim 17.30\text{‰}$, 变化相对较大。这些样品的碳、氧同位素组成在 $\delta^{18}\text{O}-\delta^{13}\text{C}$ 图解中, 总体呈近水平分布。

(3) 5 件蚀变方解石、白云岩的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 值为 $-8.87\text{‰} \sim -4.30\text{‰}$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 值为 $11.20\text{‰} \sim 15.20\text{‰}$, 碳、氧同位素同位素的变化均不明显, 但其 $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 值均明显低于含矿热液矿物, 如含矿方解石。不过 5 件蚀变方解石、白云岩可以明显的分为两组, 两组矿物氧同位素略有差异, 可能与后期岩浆热液的低温蚀变作

用有关。

3 硫同位素地球化学特征

由于矿区西北部白羊矿段没有遭受明显的后期叠加改造作用,而矿区东南部对门山、穿心洞和阿尾矿段叠加改造特征明显,故本文把矿石硫样品分为两组进行讨论。白羊矿段同一矿物具有相似的 $\delta^{34}\text{S}$ 值分布范围。磁黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值分布范围为2.1‰~5.3‰,平均值为3.9‰;黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值分布范围为1.3‰~4.9‰,平均值为3.5‰;闪锌矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值分别为2.7‰~4.3‰,平均值为3.4‰;方铅矿 $\delta^{34}\text{S}$ 值分布范围为1.6‰~3.2‰,平均值为2.3‰。尽管白羊矿段不同矿物之间的 $\delta^{34}\text{S}$ 值互相叠加,但从总体来看,不同矿物的 $\delta^{34}\text{S}$ 值仍具有 $\delta^{34}\text{S}_{\text{磁黄铁矿}} > \delta^{34}\text{S}_{\text{黄铁矿}} > \delta^{34}\text{S}_{\text{闪锌矿}} > \delta^{34}\text{S}_{\text{方铅矿}}$ 的特征,显示成矿流体已经达到了硫同位素平衡。

对于其他矿段,同一矿物的 $\delta^{34}\text{S}$ 值分布范围与上述白羊矿段相比略有增加。磁黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值分布范围为4.1‰~5.2‰,均值4.8‰;黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值分布范围为2.3‰~4.7‰,均值3.3‰;闪锌矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值分布范围为3.1‰~5.7‰,均值4.0‰;方铅矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值分布范围为2.9‰~5.4‰,均值3.6‰。上述分析可知,闪锌矿和方铅矿具有比磁黄铁矿和黄铁矿更高的 $\delta^{34}\text{S}$ 值,即 $\delta^{34}\text{S}_{\text{磁黄铁矿}} > \delta^{34}\text{S}_{\text{闪锌矿}} > \delta^{34}\text{S}_{\text{方铅矿}} > \delta^{34}\text{S}_{\text{黄铁矿}}$,而且闪锌矿和方铅矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 平均值均明显大于黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 平均值,总体上成矿流体没有处于硫同位素分馏平衡状态,显示多期成矿特征。陈学明等(1998)的研究表明寒武纪海水硫酸盐的 $\delta^{34}\text{S}$ 值为30‰,白牛厂矿区外围沉积地层中硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 值为18.6‰和23.4‰,而白牛厂银多金属矿床白羊矿段原生硫化物硫同位素位于零值附近,集中分布于2‰~5‰,显然不是由海水硫酸盐还原而来。同时,矿区及区域上寒武纪地层中不存在火山活动的痕迹,火山来源硫的可能性也是不存在的。基于此,作者认为白牛厂矿床白羊矿段原生硫化物硫同位素主要来源于深部岩浆房或古老的基底变质岩。

4 铅同位素地球化学特征

在矿质来源研究中,铅同位素组成是最直接最有效的方法,几乎已应用于所有的金属甚至非金属矿床中。一个矿床的矿质来源不能简单地说是来自地球的某个圈层,而是需要把矿质来源定位到矿区某个具体的岩体或层位,这样才有实际意义。

由于矿区东南部对门山、穿心洞和阿尾矿段明显的遭受了后期叠加改造作用,而矿区西北部的白羊矿段更多的沉积作用,所以在对该矿铅同位素的研究中将其分为两类进行研究,并且重点研究了白羊矿段。在工作中我们不仅利用了最新测试的数据,而且综合了前人已有的数据进行分析。但是,通过研究发现,矿床的铅值极为分散,没有一个统一的范围,与地层铅、岩浆岩长石铅分布范围均有一定的出入,经过和以往研究对比,我们得出矿石中的铅主要来自基底岩石的淋滤,而岩浆作用对白牛厂矿床铅的贡献可能是有限的(祝朝晖等,2008)

通过进一步研究发现,如果仅以我们此次自己测试的数据进行分析,则可以得出截然不同的结论:白牛厂矿床的铅分布非常集中,而且与花岗岩长石铅和接触带矿床的铅位于同一分布范围内,而与区域地层的铅相差甚远。花岗岩长石铅同位素比值可以近似代表岩浆岩全岩铅同位素组成,因此我们得出另一个结论:白牛厂矿床的铅主要来自岩浆作用

参 考 文 献 (略)