

滇东南白牛厂矿床层状-似层状矿体成因的地质和地球化学证据

王大鹏, 张乾

(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)

白牛厂是滇东南三个超大型银-锡-铅-锌多金属矿床之一, 仅规模最大的 V1 矿体拥有银 6740t, 锌 172 万 t, 铅 109 万 t, 锡近 10 万 t (张洪培, 2007), 矿石富钨, 是国内典型的富钨矿床之一。该矿床的成因存在很大争议, 争论的焦点在于以 V1 矿体为代表的层状-似层状究竟是岩浆热液成因还是喷流沉积成因。本文从地质证据、矿质来源和成矿时代几个方面为该矿床提供成因证据。

1 V1 矿体成因的地质证据

白牛厂矿床 200 多个矿体中 V1 矿体规模最大, 占整个矿床储量的 90%以上, 矿体长 4.48km, 最大倾斜延伸 2.5km, 平均 1.31km, 最大厚度 23.62m, 平均厚度 5.51m, 横跨白羊、咪尾、穿心洞、对门山和阿尾五个矿段。在 V1 矿体之下 400m 范围内, 分布有 60 多个规模较小的似层状、透镜状、脉状矿体。

随着研究的深入和采掘跟进观察, 诸多地质现象并不支持喷流沉积成矿:

1) 根据勘探阶段钻孔资料圈定的 V1 矿体宏观上呈层状, 矿体产于寒武系田蓬组地层中, 产状与地层一致, 这也是喷流沉积观点的主要证据之一。坑道跟踪观察发现, 在所有矿段, V1 矿体受 F3 断裂严格控制, 局部受 F3 断裂和层间滑脱构造复合控制, 小矿体受层间滑脱构造(层间断裂)控制, 产状与地层不完全重合而与断裂构造完全一致。

2) V1 矿体内部, 矿物之间存在复杂的交代关系, 常见围岩交代残余, 说明并非是典型的沉积产物。

3) 分布于穿心洞和咪尾矿段 V1 矿体下部的脉状矿体, 上部为闪锌矿铁闪锌矿-方铅矿-黄铁矿组合和辉锑矿-黄铁矿组合, 下部为锡石-毒砂-磁黄铁矿-黄铜矿组合。该矿段 V1 矿体深部发现脉状富锡矿体, 单样品含锡最高>20%。

4) 在阿尾矿段隐伏花岗岩体上方存在近东西向分布的长 400m、南北宽近 400m、垂直厚 200~400m 的脉状-网脉状矿化带, 以裂隙充填为特征, 脉体成群分布, 银-铅-锌-铜-锡硫化分带明显。该矿段, V1 矿体距离隐伏花岗岩仅数百米。

5) 据张洪培(2007)研究, 矿区地层属于陆棚-滨海相碎屑岩+碳酸盐岩沉积, 不具备喷流沉积成矿的构造环境。

2 矿质来源证据

1) 铅同位素和铅的来源。白牛厂矿床及有关岩石 99 件样品的 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 同位素比值分别为: 矿石矿物 17.264~18.537, 14.843~15.862, 38.481~39.424; 薄竹山花岗岩及矿区花岗岩长石, 18.301~18.387, 15.611~15.67, 38.677~38.904; 薄竹山岩体接触带型矿床(点), 18.302~18.417, 15.603~15.692, 38.596~38.868; 矿区地层, 18.307~19.206, 15.622~15.809, 38.436~39.932。

对比发现, V1 矿体中的矿石矿物与脉状矿体、矽卡岩型矿体矿石矿物的铅同位素组成完全相同, 矿区隐伏花岗岩与薄竹山花岗岩中的长石具有完全一致的铅同位素组成。不管是层状矿体还是脉状-矽卡岩型矿体, 其铅同位素组成的变化范围与花岗岩长石及产于薄竹山岩体周边接触带的众多矿床(点)的铅同位素组成基本重合, 而与矿区及区域上寒武系地层的铅同位素组成存在明显的差异。说明层状矿体与脉状-矽卡岩型矿体具有相同的铅来源, 都是由花岗岩岩浆提供的。

2) 硫同位素组成及硫的来源。白牛厂 96 件硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 值分布范围较小, 其中, 除两件产于地层中的黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 8.1 和 8.6‰外, 其余黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 2.5~4.9‰, 平均值 3.5‰; 磁黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 值为

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFC0602501)

作者简介: 王大鹏, 男, 1980 年生, 博士, 主要从事矿床学、矿床地球化学研究。

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

2.3~5.3‰, 平均值 3.7‰; 闪锌矿 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 2.4~4.3‰, 平均值 3.2‰; 方铅矿 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 1.5~3.4‰, 平均值 2.2‰; 黄铜矿 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 2.7~4.3‰, 平均值 3.6‰; 两件毒砂 $\delta^{34}\text{S}$ 值分别为 3.1‰和 3.7‰, 平均值 3.4‰。总的 $\delta^{34}\text{S}$ 值分布范围为 1.5~5.3‰, 均值为 3.2‰, 集中分布于 2~5‰, 峰值为 2~4‰。对比发现, 层状矿体中的硫化物与脉状-矽卡岩型矿体中的硫化物具有相同的硫同位素组成, $\delta^{34}\text{S}$ 值靠近 0 值且很均一, 具有这种同位素特征的硫最大的可能来源就是岩浆, 而非海水或地层。

3 成矿年龄证据

层状矿体的成矿年龄。我们曾对 V1 矿体中的黄色和褐色锡石进行了 U-Pb 年龄测定, 取得了 87.5 ± 3.6 Ma 和 88.4 ± 4.3 Ma 两个年龄 (李开文等, 2013)。8 件薄竹山花岗岩锆石的 U-Pb 年龄分布在 $85.6\pm 1.0\sim 88.1\pm 0.7$ Ma 之间 (Li Kaiwen et al., 2013)。新获得的白牛厂隐伏花岗岩中锆石的 U-Pb 年龄为 88.1 ± 1.7 Ma。成矿年龄与花岗岩成岩年龄的一致性表明, 层状矿体的形成与岩浆作用有关, 与喷流沉积作用无关。

另外, 我们对 V1 矿体矿石全岩、闪锌矿和方解石进行了 Sm-Nd 年龄测定, 其中闪锌矿的年龄为 79 ± 31 Ma, 矿石全岩的年龄为 83 ± 16 Ma, 方解石的年龄为 81 ± 19 Ma (李开文, 2013)。可以看出, 这些年龄虽然误差很大, 但都与锡石和花岗岩的 U-Pb 年龄接近。说明层状矿体中的铅-锌硫化物的成矿也与岩浆作用有关, 而不是银-铅-锌由喷流沉积形成, 锡和钼由后期岩浆热液叠加。

4 找矿方向

白牛厂矿床深部及外围还有很大的找矿空间。综合现有资料, 薄竹山花岗岩体向北西方向隐伏延伸至白牛厂矿区, 其间 10 多 km 范围内岩体埋深约在 300m 至 2000m 之间, 岩体盖层结构保存完好, 是进一步找矿的有利地段。

5 结论

1) 白牛厂矿床层状-似层状矿体受断裂及层间滑脱构造控制, 复杂的交代现象, 矿体产于隐伏花岗岩外接触带, 存在接触带矽卡岩型矿化到外接触带热液脉状矿化, 陆棚-滨海相沉积环境等地质特征不支持喷流沉积成矿, 相对于围岩, 矿床是后成的。

2) 成矿时代与花岗岩一致, 成矿物质来源于岩浆, 表明矿床是岩浆作用的产物。

3) 白牛厂矿区深部还有很大的找矿空间, 薄竹山至矿区之间隐伏岩体接触带及外接触带是进一步找矿的有利部位。

参 考 文 献:

- 张洪培. 2007. 云南蒙自白牛厂银多金属矿床——与花岗质岩浆有关的超大型矿床. 中南大学博士学位论文.
- 李开文. 2013. 滇东南白牛厂多金属矿床成岩成矿地球化学及年代学. 中国科学院地球化学研究所博士学位论文.
- 李开文, 张乾, 王大鹏, 蔡伊, 刘玉平. 2013. 云南蒙自白牛厂多金属矿床锡石原位 LA-MC-ICP-MS U-Pb 年代学. 矿物学报, 33(2): 523-529.
- Li Kaiwen, Zhang Qian, Wang Dapeng, Cai Yi, and Liu Yuping. 2013. LA-ICP-MS U-Pb zircon dating of the Bozhushan granite in Southeast Yunnan. Chinese Journal of Geochemistry, 32(2): 170-180.