

都龙超大型锡锌铟多金属矿床矿石组构学与年代学

刘玉平, 李朝阳, 廖震, 叶霖, 郭利果, 徐伟

(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 550002)

都龙锡锌铟多金属矿床位于云南省马关县都龙镇境内, 产出于老君山变质核杂岩之西南部(张世涛等, 1998), 地处华南褶皱系西端与扬子地块、哀牢山褶皱系等三大构造单元交接部位。矿区主要包括铜街、曼家寨、辣子寨、曼家寨西等 4 个矿段, 累计探明锡约 40 万吨、锌约 400 万吨、铟约 6 000 吨, 均已达到超大型规模。

区域内大面积出露加里东期南温河花岗岩和燕山晚期老君山花岗岩, 地球化学特征均主要属于 S 型花岗岩。依据地质地球化学特征和锆石 SHRIMP 年龄, 前者可大致分为约 440 Ma 和约 420 Ma 两期, 并经历了印支期区域动力变质改造; 后者可分为 3 期, 已获得后两期的 SHRIMP 岩浆锆石 U-Pb 年龄分别为 (94.0 ± 2.2) Ma 和 (86.9 ± 1.4) Ma (刘玉平等, 2007)。区域内还出露前寒武系猛洞岩群, 主要为片岩、片麻岩、变粒岩、硅质岩及斜长角闪岩, 其中的角闪斜长片麻岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄为 (761 ± 12) Ma (刘玉平等, 2006)。

该矿床的含矿岩系为中寒武统田蓬组(1:5 万区调报告将其划分为新元古界新寨岩组)片岩、大理岩夹层状夕卡岩。根据岩石学和地球化学特征, 推测原岩的主体为一套细碎屑岩、碳酸盐岩, 并可能含有热水沉积或火山沉积的成分。矿体主要在两条近 N-S 向剥离断层之间呈似层状、透镜状顺层产出于层状夕卡岩内部或附近, 与变质围岩产状基本一致。钻探资料揭示, 矿体向深部延伸被花岗岩所“吞噬”, 并在地表可见花岗斑岩穿切矿体。

该矿床的开采历史长达百余年, 特别是二十世纪八十年代以来找矿勘探取得了重大进展。但对矿床成因尚存在一定争议, 主要观点有: ① 岩浆热液矿床: 宋焕斌(1989)、忻建刚等(1993); ② 多因复成矿床: 江鸿飞(1987)、薛步高(1990)、周建平(1998)、刘玉平等(1996; 2000; 2007)。

1 矿石组构学

矿石的金属矿物主要包括铁闪锌矿、锡石、磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿等, 脉石矿物主要包括云母、绿泥石、石英、阳起石-透闪石、方解石等; 典型构造包括纹层-条带状构造、片麻状构造、块状构造、斑杂构造等; 典型结构包括变晶结构、变余结构、交代结构等。

组构学显示, 黄铁矿包括非晶质的鲕状黄铁矿和晶质黄铁矿。其中, 鲕状黄铁矿为是最早形成的金属硫化物, 可能是微生物参与下热水沉积作用产物; 一部分晶质黄铁矿为鲕状黄铁矿重结晶的结果。鲕状黄铁矿可能为该矿床的后期成矿作用提供了主要的 S, 并可能提供了部分的 Fe、Zn 等成矿元素。铁闪锌矿穿插交代鲕状黄铁矿, 内部常见乳滴状、棒条状、叶片状的磁黄铁矿和黄铜矿交生体, 可见铁闪锌矿穿切云母, 亦可见两者之间呈平直接触关系。磁黄铁矿包括单斜磁黄铁矿(I)和六方磁黄铁矿(II)两种变体, 六方磁黄铁矿所占比例大致具有随岩浆热成矿作用液叠加强度增强而增多的趋势, 并可见六方磁黄铁矿交代单斜磁黄铁矿。锡石多与绿泥石化有关, 粒度普遍细小, 在花岗斑岩接触带附近局部结晶较粗大。云母以铁-镁云母为主, 主要为区域动力变质作用产物, 可见金云母(Mg/Fe 比值 2.5 左右)被黑云母(Mg/Fe

比值 0.6 左右) 交代现象。绿泥石以富铁种属的假鳞绿泥石和蠕绿泥石为主, 主要为云母以及透闪石-阳起石的热液蚀变产物, 形成温度范围为 231~304℃ (平均为 269℃)。锡石、黄铜矿、方铅矿、自然铋、自然银以及绿泥石等矿物的显微特征, 显示它们属于该矿床最晚一期、即岩浆热液期的成矿产物, 表明岩浆热液期的成矿元素组合主要为 Sn + Cu + Pb + Bi + Ag, 其中 Pb、Bi、Ag 成矿略晚。自然铋和自然银的发现, 以及绿泥石的组构和化学特征, 指示岩浆热液期的成矿环境为中-低温的低硫环境。

组构学特征显示, 该矿床主要的标志性矿物的形成顺序大致为: 鲕状黄铁矿 (热水沉积期) → 铁闪锌矿+磁黄铁矿 (I) (区域动力变质期) + 云母 → 锡石+黄铜矿+磁黄铁矿 (II) + 绿泥石 (岩浆热液期)。

2 矿石年代学

曼家寨矿段 ZK7208-4[#]样品铁-镁云母远红外阶段加热法 Ar-Ar 定年, 获得高温加热阶段组 (第 7~10 阶段) 平均年龄值为 (195.7±6.6) Ma, 可能代表了区域变质事件峰期后, 金云母 K-Ar 同位素体系降低到 ~350℃ 的冷却年龄。低温加热阶段组年龄 (第 3~6 阶段) 平均值为 (179.0±5.0) Ma, 反映了金云母经历的一次较强烈的热扰动事件, 可能对应于金云母→黑云母的蚀变反应过程, 该热事件部分重置了铁-镁云母的 K-Ar 同位素体系。结合矿石组构分析, 该年龄大致代表了闪锌矿+磁黄铁矿 (I) 成矿年龄的下限。

曼家寨矿段矿石组合样 TIMS 锡石 U-Pb 定年, 获得 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄加权平均值为 (79.8 ± 3.2) Ma, $^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 等时线年龄为 (82.0 ± 9.6) Ma。上述年龄与曼家寨矿段矿石全岩 Rb-Sr 等时线年龄 (79.1±9.1) Ma 和单矿物 Rb-Sr 等时线年龄 (76.7±3.3) Ma (刘玉平等, 2000) 在误差范围内一致, 可以代表锡 (铜) 主矿化期年龄。

该矿床的年代学研究表明, 晚白垩世 (燕山晚期) 的岩浆热液成矿作用是该矿床 (特别是锡-铜矿化) 的主成矿期; 早-中侏罗世 (印支晚期-燕山早期) 的动力变质成矿作用对锌矿化具有一定的意义。

3 小 结

矿石组构学和年代学研究表明, 该矿床的形成可能经历了以下 3 个阶段:

- (1) 生物参与的热水沉积成矿阶段 (? Ma), 形成含 Zn 的鲕状黄铁矿矿化;
- (2) 区域变质成矿阶段 (~180 Ma), 形成铁闪锌矿+磁黄铁矿为主的矿化;
- (3) 岩浆热液成矿阶段 (~80 Ma), 主要成矿元素组合为 Sn + Cu + Pb + Bi + Ag, 并使部分 Zn 发生活化迁移再富集, 矿床最终定型。

参 考 文 献

- 江鸿飞. 1987. 滇东南老君山锡钨多金属矿床成矿规律及成矿模式[J]. 西南矿产地质, 1 (2): 9-15.
- 刘玉平. 1996. 一个受后期改造和热液叠加的块状硫化物矿床——都龙超大型锡钨多金属矿床[D]. 贵阳: 中国科学院地球化学研究所.
- 刘玉平, 李朝阳, 谷 团, 等. 2000. 都龙锡钨多金属矿床成矿物质来源的同位素示踪[J]. 地质地球化学, 28 (4): 75-82.
- 刘玉平, 叶 霖, 李朝阳, 等. 2006. 滇东南发现新元古代岩浆岩: SHRIMP 锆石 U-Pb 年代学和岩石地球化学证据[J]. 岩石学报, 22 (4): 916-926.
- 刘玉平, 李正祥, 李惠民, 等. 2007. 都龙锡钨矿床锡石和锆石 U-Pb 年代学: 滇东南白垩纪大规模花岗岩成岩-成矿事件[J]. 岩石学报, 23 (5): 967-976.
- 宋焕斌. 1989. 云南东南部都龙锡石-硫化物型矿床的成矿特征[J]. 矿床地质, 8 (4): 29-38.
- 忻建刚, 袁奎荣. 1993. 云南都龙隐伏花岗岩的特征及其成矿作用[J]. 桂林冶金地质学院学报, 13 (2): 121-129.
- 薛步高. 1990. 试论都龙锡多金属矿床成矿特征——与宋焕斌商榷[J]. 西南矿产地质, 4 (2): 28-35.
- 张世涛, 冯明刚, 吕 伟. 1998. 滇东南南温河变质核杂岩解析[J]. 中国区域地质, 17 (4): 390-97.
- 周建平, 徐克勤, 华仁民, 等. 1998. 滇东南喷流沉积块状硫化物特征与矿床成因[J]. 矿物学报, 18 (2): 158-168.