

(Anderson et al., 1998)。据岳文浙等(1986)报道,本区晚石炭世威宁期初始沉积的含砾石英砂岩(矿体底板)中见结核状重晶石-黄铁矿,早时白云岩中含石膏或石膏假晶,表明当时海水中富集硫酸根。其中一部分可形成BaSO<sub>4</sub>和CaSO<sub>4</sub>沉淀,另一部分可由细菌引起的分异作用使SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>还原形成HS<sup>-</sup>,致使此过程有约17%的同位素分馏而HS<sup>-</sup>又与喷气热液带出的金属离子反应形成黄铁矿、黄铜矿、方铅矿等沉淀海底(Sangster, 1968, 1976)。这在开放系统是一种典型的自然过程(Fisher et al., 1987)。矿区δ<sup>34</sup>S接近0的硫化物主要来自矿体,

反映出武山矿床硫化物具有相对较重的δ<sup>34</sup>S值,排除了生物硫来源的可能性。本区硫化物的δ<sup>34</sup>S的峰值比较单一,接近0值,暗示了武山地区热液硫可能为来自深部的幔源硫,或是在进入海底之前经过了充分均一化的壳源硫。

综上所述,本文通过对武山矿区地质特征、岩相学观察及地球化学特征的研究,进一步揭示出武山矿区存在两期成矿作用,即海西期同生沉积成矿作用和燕山期岩浆热液成矿作用,且晚期砂卡岩-热液成矿作用对早期同生沉积成矿作用进行了很高程度改造。

## • 矿床地球化学 •

# 滇东南老君山三保银锰银矿床银赋存状态研究及成因初探

杜胜江<sup>1,2</sup>, 温汉捷<sup>1\*</sup>, 秦朝建<sup>1</sup>, 燕永峰<sup>3</sup>, 杨光树<sup>3</sup>, 樊海峰<sup>1</sup>, 张磊<sup>1,2</sup>,  
王冬<sup>4</sup>, 张文江<sup>4</sup>, 孟勇<sup>5</sup>, 任云龙<sup>1</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, 贵阳 550002; 2. 中国科学院大学, 北京 100049;
3. 昆明理工大学国土资源工程学院, 昆明 650000; 4. 贵州四方金石技术咨询有限公司, 贵阳 550018;
5. 贵州省地矿局区域地质调查研究院, 贵阳 550005

## 1 成矿地质背景

滇东南老君山矿集区处于特提斯成矿域和环太平洋成矿域的叠合部位,次一级大地构造单元位于华南褶皱系、哀牢山褶皱系、越北地块、扬子地块交汇处(张世涛等, 1998)。在这特殊的大地构造位置上,地质活动频繁、成矿条件优越,故在大致平行于哀牢山构造带方向,依次分布有个旧岩体、薄竹山岩体、老君山岩体。研究区经历了多期构造作用、沉积作用、岩浆作用、变质作用,形成了构造复杂、岩性多样的地质格局。老君山岩体北部的文山-麻栗坡断裂、南温河断裂和南部的马关-都龙断裂控制了老君山矿集区总体构造格架。变质作用发育,在加里东期-印支期主要表现为区域低温动力变质作用;燕山期主要表现为老君山花岗岩侵入引起的接触变质。由于以上的特殊性和复杂性,形成了成矿多样、矿种丰富、矿床繁多的特征,主要分布有以新寨锡矿、南秧田钨矿、都龙锡矿为代表的一系列大型-超大型矿床,构成了Sn-W-Pb-Zn-Cu-Ag-稀有-稀散多金属矿集区。

## 2 矿床地质特征

三保银锰银矿床分布在老君山北缘,离老君山花岗岩体约3 km。区内出露地层为中寒武统统统统统和龙哈

组为一套碎屑岩夹碳酸盐建造,总厚度大于3350 m(曹文书等, 1998)。赋矿层位为寒武系中统统统组中上部第四段和第五段,主要由石英云母片岩和大理岩化灰岩组成。赋矿层之下为片岩、变粒岩夹大理岩及层状砂卡岩组成。赋矿层之上为龙哈组的白云岩、白云质灰岩和石英云母片岩。矿床位于铜厂坡断裂东侧,新寨向斜西翼,为一总体近南北向、东倾的单斜构造,仅局部地段挠曲及次级褶皱发育(薛步高, 2000; 龚洪波等, 2005)。该锰银矿是近年来发现的中型规模多金属矿床,共6个矿化带,41个矿体,其中I和II为主矿化带(曹文书等, 1998)。矿体多呈似层状、透镜状、囊状(杨国尼等, 2009)。各矿带、矿体自上而下划分为氧化、混合、原生三类矿石(薛步高, 2000)。

## 3 银的赋存形式分析

锰银矿是一种重要类型的银矿床(Zegarra et al., 1988),研究矿石银的赋存状态,对解决银矿资源的选冶工艺和开发利用具有重要意义。有关银在锰银矿石中的赋存形式研究已经引起地质学家的广泛关注,认为银通常的赋存状态有3种:一是以独立矿物存在;二是类质同象;三以胶体形式高度分散在矿物质中(杨洪英等, 2006)。本研究通过对三保银矿床粉末状氧化矿的光学显微镜鉴、电子探针、透射电镜等方法进行综合分

析。

选取了两个高品位粉末样品进行系统研究, 样品SBY03的Ag含量 $806 \times 10^{-6}$ , SBY28的Ag含量 $806 \times 10^{-6}$ 。将粉末注胶制成探针片, 研究结果金属矿物主要为软锰矿、水锰矿、硬锰矿、少量方铅矿、闪锌矿等, 透明矿物有石英、云母等, 副矿物包括锆石、金红石、锡石等。在电子探针下没有发现纳米级的银独立矿物, 推断Ag不是以单矿物形式存在, 主要的两种载银矿物为水锰矿和硬锰矿。根据电子探针对锰银矿矿物的成份分析结果, 对锰银矿进行了Ba、K、Mn、Fe、Pb、Zn、Ag、O等元素的X射线面扫描分析, 从矿物形貌及元素面分布特征可知Ag分布在锰银矿物中, 除极少锰银矿有小面积含量稍高外, 其余部位银分布较均匀, 在石英等矿物中无银元素分布。两种主要含银矿物为水锰矿和硬锰矿, 水锰矿呈放射状、柱状, 软锰矿为块状。结合相关性分析得该矿床Ag品位与K、Ba具明显正相关关系。为了进一步验证电子探针分析结果, 开展了系统的透射电镜分析, 结果也没有发现纳米级银矿物, 佐证了银不是以单矿物形式存在。透射电镜下可观察到富银的柱状水锰矿及硬锰矿, 硬锰矿常与毛发状的针铁矿共生。综合分析可知银以类质同象的形式赋存于水锰矿和硬锰矿中, 放射状水锰矿晶簇长轴约 $100 \sim 300 \mu\text{m}$ , 硬锰矿粒径在 $200 \mu\text{m}$ 左右。

#### • 矿床地球化学 •

## 陕西双王金矿矿物地球化学特征

范玉须<sup>1,2</sup>, 方维萱<sup>1,2</sup>

1. 北京矿产地质研究院 北京 100012; 2. 中国地质大学(北京) 北京 100083

### 1 地质概况

双王金矿床位于凤一太盆地中的王家楞次级盆地中, 受西坝—松坪复式背斜控制, 矿床赋存于背斜北翼的泥盆系地层中, 矿床南距西坝复式岩体 $1 \sim 3 \text{ km}$ 。

区内地层出露较全, 为一套泥盆系浅变质岩, 原岩为浅海相碎屑岩—碳酸盐岩系。地层由老至新为: 下泥盆统王家楞组( $D_{1w}$ )、中泥盆统古道岭组( $D_{2g}$ )和上泥盆统星红铺组( $D_{3x}$ )及九里坪组( $D_{3j}$ )。星红铺组( $D_{3x}$ )又可分为上下两个亚组( $D_{3x}^1$ 、 $D_{3x}^2$ ), 其中星红铺组下亚组( $D_{3x}^1$ )的砂岩、变质砂岩、钠长岩和板岩为矿床赋存围岩。

#### 1.2 矿区构造

### 4 三保银矿床成因浅析

从野外地质考察, 可知锰银矿主要呈似层状、层状产出层间破碎带。矿体严格受中寒武统田蓬组地层控制, 田蓬组具有较高的成矿元素背景值, 构成矿源层。另外, 该锰银矿中含有锆石、锡石等副矿物, 初步推断该矿床形成与岩浆活动有关。对元素组合进行了分析, 结果表明具有富含K、Pb、Zn特征, 这与前人研究的热液型锰矿特征相吻合(徐国梁, 1993; 郑庆荣等, 2012)。通过大量资料调研发现, 大部分的热液型锰矿附近常伴随不同规模的岩体。故该锰银矿的形成可能是岩浆过程中, 本身带来大量成矿元素, 在高温、高压下成矿元素充分分离, 形成富含锡、锌、钨、银成矿元素的花岗岩体, 汽液作用又淬取矿源层中的成矿物质, 使之活化转移, 富集于一定层位(田蓬组)及有利容矿空间(层间破碎带), 形成具有工业价值的锰银矿体。

### 5 结论

(1) 三保银矿床的Ag以类质同象赋存于水锰矿和硬锰矿之中, 且Ag品位与K、Ba具有明显正相关关系。

(2) 根据三保银矿床的区域地质背景、成矿地质条件、矿物组合、元素组合特征等初步推断该矿床的形成与岩体的侵入有关, 应该属于热液型锰银矿。

矿区总体构造线方向 $310^\circ$ , 与区域构造线方向一致, 应为印支期挤压造山的产物。矿区由一系列线状褶皱和断裂组成基本构造格架, 它们与成矿关系密切。

褶皱: 本区主要褶皱为狮子岭(西坝—松坪)复式背斜, 其核部为王家楞组, 两翼依次出露古道岭组、星红铺组和九里坪组, 南翼因西坝岩体侵入严重缺失。西坝背斜北翼发育银洞沟次级褶皱, 其核部为古道岭组, 向上(北)为星红铺组, 连续性较好。背斜受王家楞断层的破坏, 南翼基本缺失, 北翼地层产状较陡, 倾角一般在 $70^\circ$ 左右, 含金角砾岩带即赋存于该背斜北翼的星红铺组中。在银洞沟背斜之上还叠加有一组轴向近南北的更次级褶皱, 并使双王金含金角砾岩带西端岩体的围岩产状发生改变, 致使角砾岩体向东北方向分支伸展。