

文章编号 1000-5269(2013)05-0053-04

澜沧老厂深部钼矿体的赋存状态初步研究

叶 鸿^{1,2}, 黄智龙^{2*}, 张 杰^{1,3}

(1. 贵州大学 矿业学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 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; 3. 贵州省非金属矿产资源综合利用重点实验室, 贵州 贵阳 550025)

摘 要:利用 XRD, XRF, ICP-MS, 结合电子探针与显微镜镜下观察, 查明了该矿石的矿物成分组成、化学成分组成及钼元素的赋存状态。矿物成分为黄铁矿、辉钼矿, 脉石矿物为石英、长石, 含有少量方解石、白云石。钼元素的赋存状态主要跟硫元素形成辉钼矿, 与黄铁矿共生。两者以浸染状散布在石英、长石脉石矿物中。辉钼矿以独立矿物形式存在, 有少量的钼华呈星点状分布在脉石矿物中。

关键词:钼矿; 赋存状态; 澜沧老厂

中图分类号:TD983 **文献标识码:**A

滇西澜沧老厂大型银铅锌矿床深部钼矿体由近年钻探工程发现, 规模巨大, 但品位较低, 利用起来比较困难。本论文以该矿床深部钼矿体为对象, 利用 XRD, ICP-MS, 电子探针等分析技术进行工艺矿物学研究, 查明钼矿石矿物组成、钼的分布规律、钼的赋存状态, 对钼矿体开发利用提供科学依据。

1 矿床地质特征

老厂大型银铅锌多金属矿床位于“三江”成矿带南段昌宁—孟连裂谷盆地南部, 是“三江”成矿带南段最具代表性的铅银锌矿床类型之一, 也是昌宁—孟连裂谷内目前探明的唯一大型银铅锌多金属矿床^[1]。

矿区主要出露晚古生代泥盆系、石炭系、二叠系和新生代第四系地层, 其中泥盆系为一套碎屑岩、硅质岩建造, 石炭系下统为火山—沉积岩建造, 石炭系中上统与二叠系下统为一套连续沉积的碳酸盐岩建造^[2]。

矿区深部出现隐伏花岗斑岩, 据目前深孔揭露资料, 隐伏花岗斑岩顶面标高大致在 902—1530 m 之间, 有北高南低的趋势, 侵入最高层位为 C₁⁵⁺⁶ 中部。有 7 个钻孔揭露到花岗斑岩体(脉), 以 ZK153101、ZK14827 和 ZK14830 孔的揭露情况较好^[3]。

2 样品采集

本次用于测试的样品采自于 ZK 14830 岩芯

1325 m 段的 37 号, 编号为 14830-37。其中 ZK14830 钻孔资料: 共施工 1490.90 m, 矿化段总长度 869.40 m(孔深 621.50—1490.90)。其中: 按品位 $\geq 0.06\%$ 圈定, 工业矿体总厚度 125.54 m, 平均含钼 0.077%; 按品位 $\geq 0.03\%$ 且 $< 0.06\%$ 部分长度 253.33 m, 平均含钼 0.037%; 按品位 $\geq 0.03\%$ 计算, 矿(化)体总长度 378.87 m, 平均含 Mo 0.047%。选取代表性的岩芯破碎, 用玛瑙研钵磨至 200 目以下待测, 再选取岩芯中具代表性的部分磨成薄片, 用于显微镜镜下观察和电子探针分析。

3 矿石的化学组成

3.1 矿石的化学多元素分析

矿石的多元素分析结果见表 1。由表 1 可知, 矿石中钼的品位为 0.11%, 钼矿的工业品位为 0.1%, 边界品位为 0.06%—0.08%, 具有一定工业价值。其他金属元素铜、锌、金、银的品位相对较低。矿石中 SiO₂、Al₂O₃、MgO、CaO 及 Na₂O、K₂O 的含量较高, 是碳酸盐类造岩矿物的主要来源。

表 1 矿石多元素分析结果

成分	Mo	Pb	Cu	Zn	S	As	Au*	Ag*	MgO
含量/%	0.11	0.025	0.057	0.018	0.74	0.0084	0.07	1.09	0.36
成分	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
含量/%	1.79	1.40	6.02	0.01	0.04	0.20	74.62	10.87	1.27

Au, Ag 单位为 g/t。

收稿日期: 2013-07-20

基金项目: 国家重点实验室“十二五”项目群项目 II(SKLOGD-ZY125-02)

作者简介: 叶 鸿(1987-), 男, 安徽太湖人, 硕士研究生, 研究方向: 工艺矿物学, Email: nonaldinho@vip.qq.com.

* 通讯作者: 黄智龙, Email: huangzhilong@vip.gyig.ac.cn.

3.2 矿石中钼的化学物像分析

钼的化学物像分析见表 2. 由表 2 看出: 该矿石中钼的氧化率为 4.36%, 说明该矿石为硫化物型钼矿石。

表 2 钼物像分析结果

相别	氧化钼中的钼	硫化钼中的钼	合计
含量/%	0.005	0.108	0.113
占有率/%	4.36	95.64	100

4 矿物组成及相对含量

4.1 矿石矿物组成

通过显微镜下对矿石进行薄片鉴定、人工重砂鉴定和原矿样品的 X 射线衍射分析, 主要矿物成分的电子探针分析等手段, 查明矿石主要由 10 余种矿物所组成。金属矿物主要有辉钼矿、黄铁矿, 少量钼华、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、金红石、毒砂; 脉石矿物有伊利石、蒙脱石、石英、钾长石, 另有少量萤石、方解石、白云石、磷灰石等。

4.2 矿石矿物含量

在已查明矿石中矿物组成的基础上, 结合矿石

的化学多项分析、物相分析、光(薄)片镜下测定, 以及 X 光衍射分析等手段, 综合平衡计算得出矿石中主要矿物成分的相对含量, 见表 3.

表 3 矿石中主要矿物的相对含量

矿物	含量/%	矿物	含量/%
辉钼矿	0.27	伊利石	5.42
黄铁矿	1.09	蒙脱石	13.27
钼华	微量	石英	46.72
黄铜矿	0.08	钾长石	24.51
闪锌矿	0.02	萤石	3.76
方铅矿	0.04	方解石	2.75
金红石	微量	白云石	2.08
毒砂	微量	磷灰石	微量

5 矿石的结构及构造

光学显微镜是矿物学研究中最为广泛的测试工具之一^[4], 利用光学显微镜可以查清矿物之间的共生组合、相互之间的关系及先后生成顺序, 也能查明矿物的结构与构造。



图 1 显微镜分析图(10 × 20)



图 2 显微镜分析图(10 × 10)

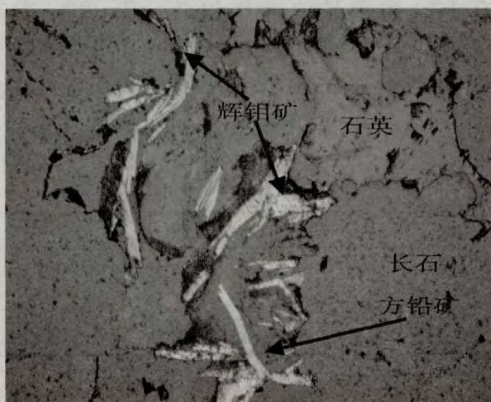


图 3 显微镜分析图(10 × 20)

从图 1 可以看出, 辉钼矿与黄铁矿是共生关系。辉钼矿充填在石英脉的裂隙中, 呈细脉状嵌布在脉石矿物中, 偶尔可见辉钼矿呈不规则状产出。



图 4 显微镜分析图(10 × 10)

从图 2 可以看出, 黄铁矿在矿石中分布比较均匀, 呈半自形、自形晶嵌布于脉石裂隙或脉石粒间中, 黄铁矿是脉石中含量最大的金属硫化物, 其粒间空

隙常被石英、长石充填交代。

图3中可见方铅矿,呈细条状穿插在石英颗粒中,辉钼矿充填在石英与长石的接触带上,石英、长石等脉石矿物界限比较明显,晶形也较完整。

矿石的构造指矿物集合体的特点。通过镜下观察,辉钼矿多呈细脉状构造产出,如图4。黄铁矿多呈浸染状构造分布。

6 钼元素的赋存状态及分布

6.1 能谱分析结果

通过电子探针能谱分析^[5]可知,样品的背散射见图5、图6,灰色的是黄铁矿,白色的是辉钼矿。对应的能谱图见图7、图8,因S元素与Mo元素的主峰位置接近,在图8中只显示了S元素的主峰。

数据见表4、表5,表5中S与Mo的比值基本符合MoS₂的化学式组成,MoS₂理论值Mo:59.94%,S:40.06%,因此图5中标记2的位置确实是辉钼矿。黄铁矿穿插在辉钼矿中,且辉钼矿与黄铁矿共同侵染在在石英中,还可以看到部分辉钼矿呈极细脉状分布在长石脉石矿物中。图6中可以很明显地看到辉钼矿与黄铁矿的共生关系,黄铁矿呈自型晶侵染在长石中,辉钼矿呈月牙状与黄铁矿接触,斑晶为长石,在石英脉中也可见少量黄铁矿呈极细粒状分布。当辉钼矿与黄铁矿共生时,主要以脉状、透视镜状产出。在其他矿物中,未检测到钼元素的存在,只有极少量的钼以钼华的形式存在于石英、长石等脉石矿物的裂隙中,呈星点状分布。

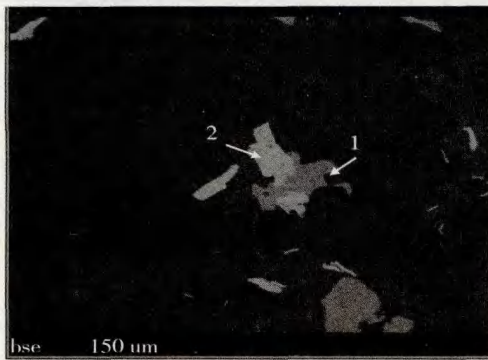


图5 样品电子探针图

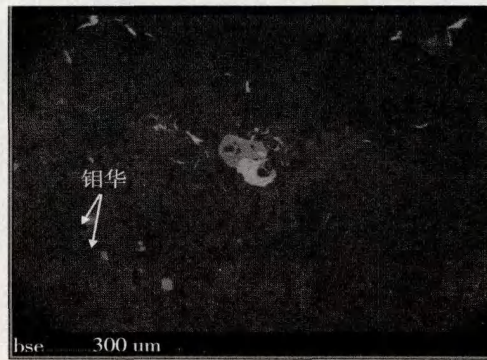


图6 样品电子探针图

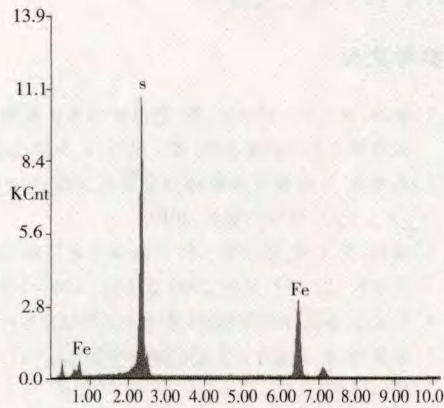


图7 图5中标识1的能谱图

表4 图5中标识1的能谱数据

Element	Wt%	At%
S K	52.12	65.47
FeK	47.88	34.53

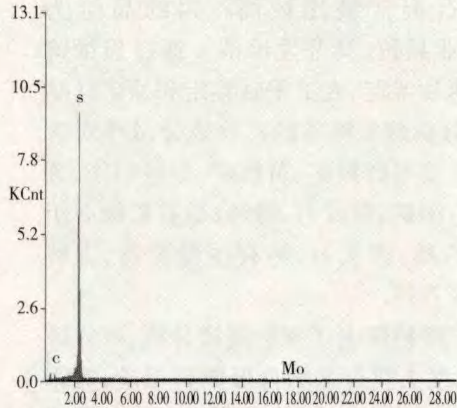


图8 图5中标识2的能谱图

6.2 面扫描分析结果

为了进一步确定Mo元素的赋存状态,对样品进行了面扫描,分别对Fe、S、Mo进行面扫描分析^[6],各元素的位置分布见图10至12,颜色越深含量越高。

指定矿物背散射图像见图9,从各元素的面扫描分布图来看,该矿物中含有Fe、S、Mo元素,Fe和S元素含量较高,Mo元素含量中等,可以得出Mo

表5 图5中标识2的能谱数据

Element	Wt%	At%
S K	43.18	69.45
MoK	56.82	30.55

的主要赋存形式是辉钼矿。且辉钼矿呈独立矿物

与黄铁矿共生。

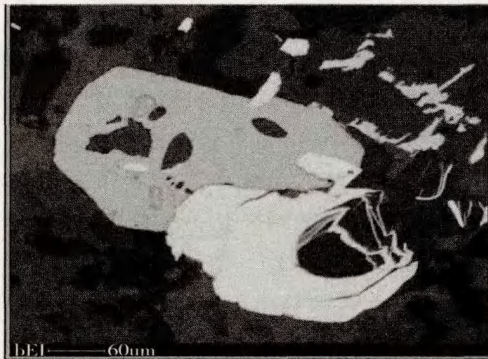


图 9 矿物的背散射图像



图 10 Fe 元素的扫描图

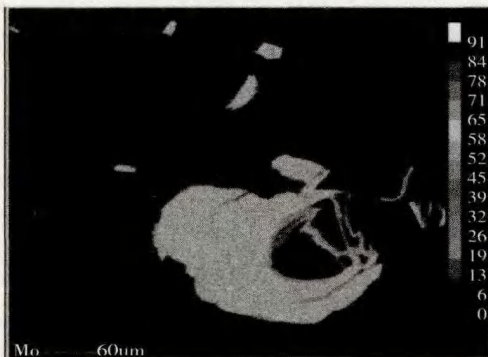


图 11 Mo 元素的扫描图

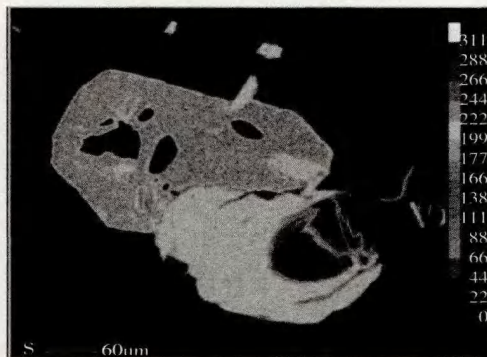


图 12 S 元素的扫描图

7 结论

通过矿石的多元素分析测定样品中主要的化学成分可知,石英含量比较高。钼的品位为 0.11%,达到工业品位,具开发价值。通过显微镜下对矿石进行薄片鉴定、人工重砂鉴定和原矿样品的 X 射线衍射分析测出样品的矿物成分及相对含量。金属矿物主要有辉钼矿、黄铁矿,少量钼华、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、金红石、毒砂;脉石矿物有伊利石、蒙脱石、石英、钾长石,另有少量萤石、方解石、白云石、磷灰石等。

结合光学显微镜跟电子探针能谱分析,可知该样品中的 Mo 元素主要与 S 结合形成辉钼矿,辉钼矿呈细脉状与黄铁矿共生,二者共同嵌布在石英等脉石矿物的裂隙中。在其他金属矿物中未检测到钼元素的存在。可见极少量的钼华呈星点状分布在脉石矿物裂隙中。

对样品做面扫描分析,得到主要元素的分布

图,可知该样品中 Mo 元素的赋存状态是以辉钼矿独立矿物的形式存在的,且与黄铁矿关系密切,两种矿物是共生关系。

参考文献

- [1]李峰,鲁文举,杨映忠,等.危机矿山成矿规律与找矿研究—以云南澜沧老厂矿床为例[M].昆明:云南科技出版社,2010.
- [2]高建国.云南澜沧银铅锌多金属矿床综合成矿信息定量预测[M].北京:科学出版社,2010.
- [3]李峰,鲁文举,杨映忠,等.云南澜沧老厂斑岩钼矿成岩成矿时代研究[J].现代地质,2009,23(6):1049-1055.
- [4]王德滋,谢磊.光性矿物学[M].北京:科学出版社,2008:52-68.
- [5]谢菱芳.电子探针在工艺矿物学中的应用[J].云南冶金,2011,40(1):62-65.
- [6]龚沿东.电子探针(EPMA)简介[J].电子显微学报,2010(06):578.

(责任编辑:曾 晶)

(下转第 65 页)

Synthesis and Performance Testing of Zinc Borate Anti-corrosion Materials

ZHANG Yu-xing¹, AN Yan^{*1}, JIA Zhen-zhen¹, YANG Xue-yan²

(1. College of Chemistry and Chemical Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China;

2. Guizhou Radio & TV University, Guiyang 550004, China)

Abstract: Zinc and boron material ratio, liquid to solid ratio, reaction temperature and reaction time on the product composition of 2335 zinc borate were studied by zinc oxide-borate method. Through the experiment, a reasonable synthesis process parameters was determined as follows: $n\text{ZnO}/n\text{H}_3\text{BO}_3 = 1:4.3$, solid-liquid ratio 1:3, reaction temperature at 85 °C, reaction time for 8h. The samples of zinc borate were structured through chemical analysis as chemical titration and XRD analysis. Biological test initially confirmed 2335 zinc borate has the effect to inhibit the growth of white rot fungi.

Key words: 2335 zinc borate; zinc oxide-borate method; synthesis; chemical analysis; anticorrosive

(上接第 30 页)

Geochronology of Nage Copper Polymetal Deposit in Southeastern Guizhou Province

GU Shang-yi^{*}, DU Ding-quan, SUN Shi-jun, YANG Guang-zhi

(College of Resources and Environmental Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: Nage Copper Polymetal Deposit is situated in southwestern section of Jiangnan Orogeny. The ore deposit is hosted by Jialu Formation and Wuye Formation of Qingbaikou System and the ore bodies which are vein-shaped and lense-shaped, are controlled by nearly east-west trending F2 fracturing zone. The ore mineralogy is characterized by galena, chalcopyrite, pyrite, and sphalerite and the gangue mineralogy is characterized by quartz, sericite, muscovite, calcite, and chlorite. Muscovite samples formed during mineralization are carefully collected in the No. 1 ore body of Nage Deposit to conduct the mineralization age by Ar-Ar isotopic method. The muscovite $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ plateau age and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ isochron age are highly consistent, which are 412.96 ± 1.96 Ma and 412.68 ± 2.22 Ma, respectively. The muscovite Ar-Ar age means that Nage Copper Polymetal Deposit is formed in the Caledonian Period and has no direct genetic relation to Neoproterozoic mantle plumes activity in the region.

Key words: polymetal deposit; muscovite; Ar-Ar isotopic age; Caledonian Period; Nage

(上接第 56 页)

Preliminary Study on Occurrence of Deep Molybdenum Ore in Lancang Old Factory

YE Hong^{1,2}, HUANG Zhi-long^{2*}, ZHANG Jie^{1,3}

(1. Mining College, Guizhou University, Guiyang 550025, China;

2. State key Laboratory of Ore Deposits Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China;

3. Guizhou Key Laboratory of Comprehensive Utilization of Non-metallic Mineral Resources, Guiyang 550025, China)

Abstract: XRD, XRF, ICP-MS, was used and combined with electron probe microscope to identify the mineral composition of the ore composition, chemical composition and mode of occurrence of molybdenum. Minerals are pyrite, molybdenite, gangue minerals are quartz, feldspar, contain small amounts of calcite and dolomite. Molybdenum occurs with sulfur to form the main molybdenite, and pyrite. Whichever form disseminated infection in quartz, feldspar gangue minerals. Molybdenite mineral form an independent existence, there was a small amount of molybdenite punctate distribution in the gangue minerals.

Key words: molybdenum ore; occurrence; Lancang old factory