

# 安徽月山地区龙门山铜多金属矿床地球化学特征\*

刘忠法<sup>1</sup>, 邵拥军<sup>1</sup>, 疏志明<sup>2</sup>, 王雄军<sup>1</sup>, 郑明泓<sup>1</sup>, 张宇<sup>1</sup>

(1 中南大学地学与环境工程学院, 湖南长沙 410083; 2 铜陵有色集团公司, 安徽铜陵 244000)

龙门山铜多金属矿床位于扬子地台北缘下扬子台拗沿江断裂带中段, 隶属长江中下游铜铁成矿带月山矿田。矿区出露的与成矿有关的地层主要为三叠系中、下统月山组( $T_{2y}$ )含膏盐白云质灰岩和南陵湖组( $T_{1n}$ )灰岩。成矿岩体为中浅成、中酸性侵入体, 主要为一套燕山期形成的高钾钙碱性闪长岩类组合, 呈岩株、岩脉状产出。岩体中角闪石的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄为136 Ma (陈江峰等, 1991), 属燕山期侵入岩体。岩体周围矽卡岩化、大理岩化、角岩化等蚀变广泛发育, 其次为局部分段发育的热液蚀变硅化、黄铁矿化、高岭土化、碳酸盐化、绿泥石化、蛇纹石化等。控矿构造以接触带构造为主, 具体表现形式包括简单接触带、断裂接触矽卡岩带、层间破碎矽卡岩带、“舌状体”构造、接触-圈闭构造、多因素复合矽卡岩带以及波状起伏界面(包括超覆构造、凹部构造、不规则界面等)。

龙门山铜多金属矿床位于月山岩体西端, 矿体产于闪长岩体与三叠系碳酸盐岩的接触带部位以及捕虏体中, 在近矿围岩中亦有矿化现象。矿体的产状多倾向北西, 倾角变化较大, 为 $20\sim 50^\circ$ ; 形态以透镜状、似层状为主, 局部呈囊状, 沿走向具分叉现象。主要矿石类型包括矽卡岩型铜矿石、矽卡岩型铁矿石、脉型硫化物矿石等。矿石结构主要有自形-半自形结构、它形粒状结构、共结边结构、包含结构、镶边结构等。矿石构造主要有块状构造、浸染状构造、脉状及网脉状构造和条带状构造等。

(1) 岩石学特征 月山岩体闪长岩类岩石多呈灰色、灰白色和灰绿色色调, 岩石结构简单, 一般为中细粒或半自形不等粒状结构。造岩矿物以斜长石为主( $50\sim 65\%$ ), 钾长石含量相对偏高( $8\sim 20\%$ ), 暗色矿物以角闪石为主( $5\sim 15\%$ ), 且含有少量的黑云母( $\leq 3\%$ ), 局部可见极少量的辉石。石英含量变化较大, 由闪长岩到蚀变闪长岩依次增大( $2\sim 15\%$ )。副矿物含量较少, 在 $5\%$ 以内, 主要为磁铁矿、黄铁矿和磷灰石, 以它形不等粒状充填于主矿物和暗色矿物之间。

(2) 岩石化学特征 闪长岩类的 $w(\text{SiO}_2)$ 在 $57.39\sim 59.21\%$ 之间, 平均含量为 $58.37\%$ , 略高于中国同类岩石的 $\text{SiO}_2$ 平均含量 $57.39\%$ (黎彤值, 下同), 基本上属于硅酸弱饱和岩石, 岩石总碱含量 $w(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ 为 $6.79\sim 7.77\%$ , 平均值为 $7.31\%$ , 较中国正常闪长岩值( $6.83\%$ )高,  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 值在 $1.46\sim 1.63$ 之间, 平均值为 $1.54$ ; 碱度率AR值在 $1.91\sim 2.06$ 之间, 平均值为 $2.00$ , 显示出岩体在较富钠的背景上富钾。里特曼组合指数( $\sigma$ )平均为 $3.50$ ,  $\sigma$ 值在 $2.87\sim 3.96$ 之间变化, 基本上属碱性岩。

(3) 稀土元素地球化学特征 稀土元素总量( $\Sigma\text{REE}$ )为 $239.02\times 10^{-6}\sim 299.87\times 10^{-6}$ , 平均值为 $262.76\times 10^{-6}$ ,  $\text{LREE}/\text{HREE}$ 介于 $8.37\sim 12.84$ 之间, 平均为 $9.94$ , 变化较小, 但其比值远大于1, 轻稀土元素相对富集强烈, 重稀土元素亏损严重。 $(\text{La}/\text{Sm})_{\text{N}}$ 值范围为 $4.46\sim 6.22$ , 平均为 $5.24$ ;  $(\text{Gd}/\text{Yb})_{\text{N}}$ 值范围为 $2.06\sim 3.41$ , 平均为 $2.98$ , 小于 $(\text{La}/\text{Sm})_{\text{N}}$ 平均值, 重稀土元素分馏程度较低, 衰减速度比轻稀土慢。铈异常值( $\delta\text{Eu}$ )均在 $0.64\sim 0.90$ 之间, 平均为 $0.82$ , 接近陨石值, 整体铈谷不明显, 属无铈负异常型(正常型);  $\delta\text{Ce}$ 值为 $0.81\sim 0.84$ , 平均为 $0.82$ , 变化较小, 铈谷不明显, 属铈弱亏损型(见图1), 反映了表层风化作用对岩石的影响较小。

\*本文得到国家重点基础研究发展计划05课题(2007CB411405)、国土资源部公益性行业科研专项经费项目04课题(200911007-04)和中南大学地学与环境工程学院教育部重点实验室“有色金属成矿预测”专项基金的联合资助

第一作者简介 刘忠法, 男, 1982年生, 博士研究生, 主要从事矿床地球化学研究。Email: liuzhongfa\_ok@126.com

通过研究发现,岩体→蚀变岩→矽卡岩→矿石→围岩的 $\Sigma$ REE 值的大小以及 LREE/HREE 比值大小变化范围较大,但总体来说,无论是 $\Sigma$ REE 值,还是 LREE/HREE 比值,矿石的数值相对来说与岩体、蚀变岩接近,矿化带内接触带更有利于成矿。

(4) 微量元素地球化学特征 月山新鲜钾长闪长岩中高温元素 W、Bi,低温元素 Hg、Sb、Ag 含量均高于维氏值,表明新鲜岩体中高、低温阶段成矿元素均较为富集,中温元素 Cu、Pb、Zn 低于维氏值,另外 V、Ti、Cr、Co、Ni 均低于维氏值。本区 Sr 的丰度变化较大,最高达  $4840 \times 10^{-6}$ ,远高于上地壳值  $350 \times 10^{-6}$  和下地壳值  $230 \times 10^{-6}$ 。

测试结果表明,岩体和矽卡岩 Cu 和 Fe 的含量分别是  $3.8 \times 10^{-5} \rightarrow 3.724 \times 10^{-3}$  和  $1.225 \times 10^{-2} \rightarrow 9.685 \times 10^{-2}$ ,可以看到 Cu、Fe 在矽卡岩中比较富集,其中 Pb、Zn、Hg、Ag 等中低温元素含量变化不大。矿石、矽卡岩、围岩中 W、Mo、Bi、Hg、Mn 含量高于维氏值,整体来观察可以发现蚀变岩、矽卡岩、矿石中 Cu、Fe 较为富集,成矿元素相对富集于矿石和蚀变岩中,表明在成矿过程中有多种物质来源,但闪长质岩浆占主导地位。

(5) 成岩环境 戈蒂尼指数( $\tau$ )是用以反映火山岩形成的构造环境的重要参数,根据  $\lg \tau$  与  $\lg \sigma$  作图可以划分火山岩形成的构造单元。在戈蒂尼指数( $\tau$ )与里特曼指数( $\sigma$ )对数值的关系图(见图2)上,所有的样品点均落入 B 区,靠近 C 区,表明本区岩体形成环境在岛弧及活动大陆边缘区。

(6) 结论 本区强烈的岩浆活动提供成矿物质来源及热源,有利的地层和围岩条件为矿床的形成提供了良好的物化条件,赋矿地层主要为三叠系月山组和南陵湖组白云岩、灰岩和角砾状灰岩。控矿构造主要为岩体与围岩的接触带及层间破碎带。岩体稀土元素配分曲线均向右倾,属轻稀土富集型,配分曲线几乎重合,显示本区钾长闪长岩与闪长岩具同源性。通过对以上矿床地质特征、成矿条件及地球化学特征的分析,认为龙门山矿床为以中酸性岩浆热液充填交代为主的矽卡岩型铜多金属矿床。

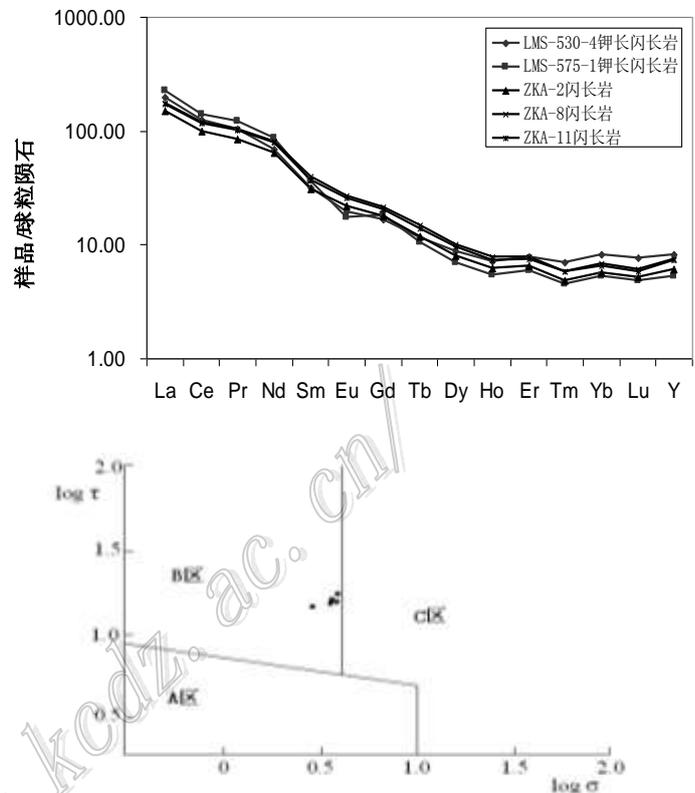


图2 月山岩体  $\lg \tau$ - $\lg \sigma$  关系图

- A. 非造山带地区的火山岩; B. 造山带(岛弧及活动大陆边缘区);  
C. A 和 B 两区派生的碱性岩