

# 铜陵—安庆地区若干热液矿床成矿流体研究

肖新建<sup>1</sup>, 倪培<sup>2</sup>, 顾连兴<sup>2</sup>, 李子颖<sup>1</sup>

(1. 核工业北京地质研究院, 北京 100029;

2. 南京大学 地球科学系, 成矿作用国家重点实验室, 江苏 南京 210093)

**摘要:** 文章在研究铜陵狮子山燕山期岩浆热液叠加矿床成矿流体的基础上, 对比铜陵—安庆地区燕山期其他类型矿床的成矿流体, 系统探讨了该区燕山期热液矿床成矿流体体系, 从夕卡岩型、斑岩型、高温热液型至低温脉型矿床成矿流体的演化规律。认为成矿流体温度、盐度逐渐降低, 流体来源从单纯的岩浆来源变为岩浆与雨水的混合来源, 成矿流体沸腾作用随之减弱。这些典型矿床基本代表了铜陵—安庆地区燕山期热液成矿体系。

**关键词:** 铜陵—安庆; 燕山期; 热液矿床; 成矿流体体系; 演化规律; 沸腾作用; 安徽省

**中图分类号:** P594.1; P618.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2003)03-0155-08

铜陵—安庆铜-金富集区是我国最重要的金属成矿带之一(图1)。区内铜、金(多金属)矿床主要有两大类型: 一类是产于石炭系黄龙组底部的层状铜(金)矿床, 包括含铜黄铁矿矿床(体)、黄铁矿矿床和菱铁矿矿层, 如城门山矿带、武山北矿带、新桥、冬

瓜山等矿床, 多呈层状、似层状产出, 矿体规模较大, 矿体沿走向延长 500~3 000 m, 矿床为海底喷流的块状硫化物矿层, 多数经历了燕山期岩浆活动的叠加与改造(顾连兴和徐克勤, 1986a, 1986b); 另一类与燕山期中酸性侵入岩有关, 主要成因类型有接触



图1 长江中下游铁铜金矿床分布图

Fig. 1 The distribution of Fe-Cu-Au deposits in the lower and middle reach of Yangtze river

收稿日期: 2002-09-02; 收稿日期: 2002-12-24

基金项目: 国家自然科学基金项目(49733120)资助。

作者简介: 肖新建(1976), 男, 江西鄱阳人, 博士生, 主要从事资源勘查及矿床地球化学研究。

交代型、斑岩型、隐爆角砾岩型和热液脉型, 典型矿床如铜官山、沙溪铜矿、安庆铜矿、凤凰山、武山南矿带、城门山、矿带、铜山及铜牛井、小庙山等矿床, 矿体的形态复杂, 数量较多, 规模大小不一, 多产于岩体与围岩的接触带或岩体内部, 或与断裂破碎带有关。与此类矿床有关的侵入岩主要是燕山期花岗闪长斑岩、石英闪长岩等。在特定的地质条件下, 两类矿床叠生, 形成“三位一体”或“多层次”(常印佛等, 1991; 周涛发和岳书仓, 2000)。

前人对该区海底喷流沉积的块状硫化物矿层研究甚多, 认为大多块状硫化物矿层受燕山期岩浆热液改造和叠加(徐克勤和朱金初, 1978; 富士谷等, 1980; 顾连兴和徐克勤, 1986a, 1986b), 但对于燕山期岩浆热液及不同类型矿床的热液成矿流体特征所作的探讨并不多。笔者近几年对该区矿床的燕山期成矿流体做过一些工作, 得出一些有益的结果(肖新建和倪培, 2000; 肖新建等, 2002)。

为了对燕山期热液成矿流体进行系统的比较和探讨, 以探求该地区燕山期不同矿床的成矿流体演化关系和趋势, 我们选择的这些有代表性的矿床为铜陵狮子山矿床、沙溪矿床、月山铜牛井矿床、小庙山矿床等, 它们分别代表了夕卡岩型、斑岩型、高温热液型和中低温热液型矿床(赵斌, 1989; 邱检生, 1991, 1993; 杨学明等, 1999; 唐永成等, 1998)。这些矿床的分布位置见图1。

## 1 狮子山矿床

### 1.1 狮子山矿床简介

垂向上, 狮子山矿床深部的层状或层控的冬瓜山矿床, 是产于石炭系黄龙组底部的块状硫化物矿床, 狮子山矿床产于冬瓜山矿田的近地表, 是铜陵地区海底喷流沉积的块状硫化物矿层受燕山期岩浆热液改造和叠加的产物(徐克勤和朱金初, 1978; 顾连兴和徐克勤, 1986a, 1986b)。

狮子山矿床分为东、西狮子山两个矿段, 西狮子山矿段的矿石产于石英二长闪长岩与三叠系灰岩接触带上, 属夕卡岩型(赵斌, 1989), 东狮子山矿段主要受石英二长闪长岩中的隐爆角砾岩带控制。狮子山矿床的矿石类型有4种, 代表了燕山期的4个成矿阶段, 分别为隐爆角砾岩阶段、夕卡岩阶段、石英-硫化物阶段、石英-碳酸盐阶段(肖新建等, 2002)。

### 1.2 东、西狮子山燕山期成矿流体

#### 1.2.1 沸腾的流体相特征

流体包裹体在南京大学成矿作用国家重点实验室 LinKam THMS 600 冷热台上测定。所测数据及其分布分别示于表1和图2。未能同时获取温度和盐度数据的测定结果未投于图2。

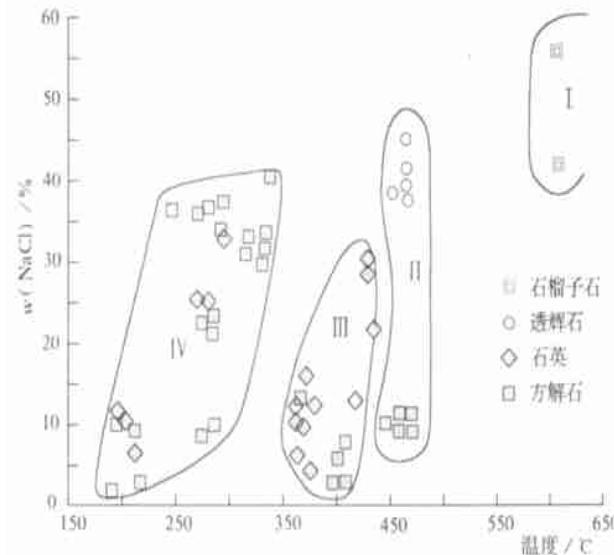


图2 狮子山矿床流体包裹体部分数据的温度-盐度图

Fig. 2 Plot of homogenization temperature ( $T_h$ ) against salinity (S) of fluid inclusions in Shizishan deposits, Tongling

侵入体隐爆角砾岩胶结物中的石榴石以富含熔体-流体包裹体为特征, 其温度和盐度最高, 7个包裹体的温度均高于热台的可测上限(600), 2个盐度值  $w(\text{NaCl})_{\text{eq}}$  分别为 42.0% 和 56.2%, 在图2中的投影点位于Ⅰ区。

侵入体与大理岩接触带夕卡岩中的透辉石同时含有富气相包裹体和富液相含子晶包裹体, 其温度和盐度稍低, 变化范围也较小, 温度为 422~467,  $w(\text{NaCl})_{\text{eq}}=38.0\%\sim45.1\%$ 。夕卡岩中的团斑方解石富含气相包裹体, 均一化温度为 443.3~472, 盐度  $w(\text{NaCl})_{\text{eq}}=10.23\%\sim10.73\%$ 。两者的平均温度为 458.3。透辉石和方解石在图2中投影于Ⅱ区。

石英-硫化物型矿石中的团块状或斑杂状方解石和石英含有成群产出的富气相包裹体和富液相包裹体。部分富液相包裹体含一颗或多颗子晶。包裹体均一温度为 337.3~438.8, 平均 389.6, 盐度  $w(\text{NaCl})_{\text{eq}}=3.0\%\sim30.0\%$ 。投影点集中于Ⅲ区(图2)。

在晚阶段的石英-碳酸盐脉中,普遍可见富气相包裹体与富液相包裹体共存,其均一温度为147~335.8,平均为265,盐度 $w(\text{NaCl})_{\text{eq}}=2.1\% \sim 40.4\%$ 。投影点散布于区(图2)。

狮子山矿床的流体相特征与成矿的4阶段相应。后3个阶段的成矿流体温度频率直方图及盐度频率直方图见图3。

### 1.2.2 流体的碳、氢、氧同位素特征

选取狮子山矿区石英-硫化物脉中的石英单矿物,对其包裹体流体的氢、氧和碳同位素组成作了测定(表2)。测定工作在南京大学成矿作用国家重点实验室Mat 252型质谱仪上完成,分析误差不大于0.02%,计算公式采用 $\delta - \delta_A \cdot 10^6 \cdot T^{-2} + B$ ,其中 $A = 3.38$ , $B = -3.40$ (Clayton *et al.*, 1972)。从图6可知,5个数据的投影点基本上位于岩浆水区,表明成矿流体主要为岩浆水,其他来源水影响甚微。

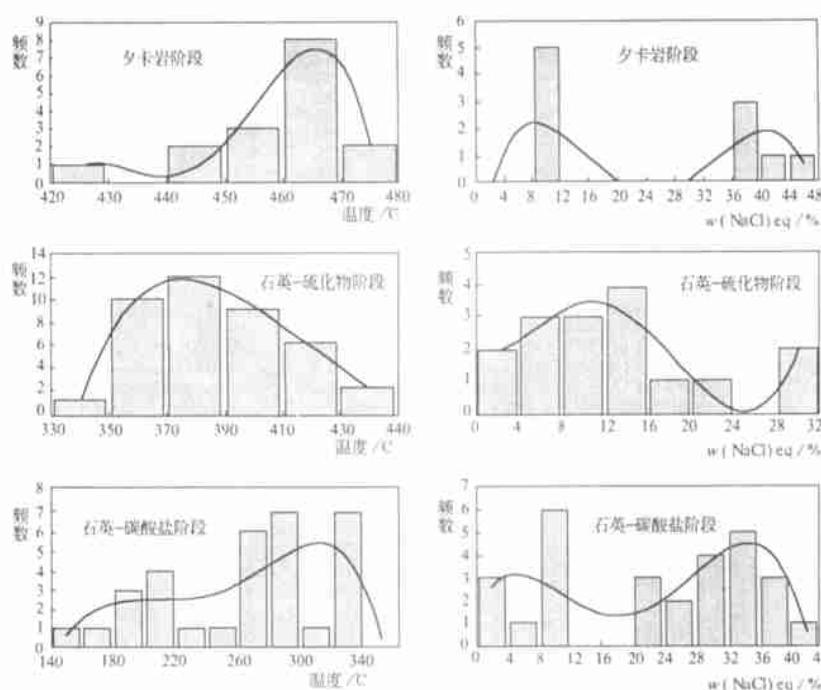


图3 狮子山矿床流体后3阶段温度/盐度频率直方图及趋势线  
Fig. 3 Frequency distribution diagram of temperature and salinity at the last three mineralization stages in Shizishan deposit

$\delta(^{13}\text{C})$ 值(表2)基本上位于0值附近,表明碳主要来自活化转移的沉积地层中的碳酸盐地层。

表2 狮子山矿区石英及其包裹体流体的碳、氢、氧同位素组成

Table 2 Hydrogen, Carbon and oxygen isotope compositions of Quartz fluid inclusions in Shizishan deposit

标本号	M944	M953	M949	M858	M946	
样品所属成矿阶段	石英-硫化物阶段				石英-碳酸盐阶段	
测 定 值	包裹体温度(°)	332.5	378.5	322.3	297.9	390.4
	$\delta^{18}\text{O}$ 石英(SMOW)	12.41	12.71	12.12	12.73	12.87
	$\delta D$ 流体(SMOW)	-67.0	-69.5	-73.9	-67.3	-66.5
	$\delta(^{13}\text{C})$ 流体(PDB)	-2.89	4.97	0.94	-0.68	-2.95
$\delta^{18}\text{O}_\text{水}$ 计算结果	6.59	8.59	8.15	5.98	5.76	

## 2 沙溪斑岩型铜矿床

### 2.1 地质特征简介

沙溪铜矿位于安徽省庐江县城南9 km处、合肥-铜陵公路东侧(图1),其成因、演化和分布与斑岩体密切相关,明显受郯庐断裂带及次级构造控制,属于中生代的斑岩型铜矿床(邱检生, 1991, 1993; 徐文艺<sup>①</sup>, 1997)。

石英闪长斑岩是沙溪矿区主要含矿岩体。矿石

矿物主要为黄铜矿、黄铁矿、斑铜矿、磁铁矿,还有少量辉钼矿及表生矿物褐铁矿、孔雀石等。

沙溪矿区主矿化岩体蚀变强烈,蚀变矿物有钾长石、钠长石、黑云母、硬石膏、绿帘石、绿泥石、石英、绢云母、水云母、碳酸盐等,还有少量的阳起石。矿化蚀变分带由内向外,由深到浅为钾化带,钾化-青磐岩化带,石英-绢云母化带,青磐岩化带(任启江等, 1991)。

### 2.2 成矿流体特征

#### 2.2.1 流体包裹体特征

沙溪矿区与矿化有关的各期石英脉中原生流体

包裹体发育, 大致可分为 3 类(徐文艺<sup>①</sup>, 1997):

①多相包裹体: 由气相+液相+子矿物组成, 有的含多颗子矿物;

②富液相包裹体: 无子矿物, 气体体积分数<50%, 均一时为液相;

③富气相包裹体: 无子矿物, 气体体积分数>50%, 均一时为气相。

## 2.2 流体的温度、盐度

沙溪斑岩型矿床的流体温度范围较宽, 可分为高温区和中低温区, 高温区峰值在 380 左右, 中低温区峰值在 170 左右(图 4, 图 5)。流体盐度也分布于两个区间, 高盐度区间  $w(\text{NaCl})_{\text{eq}}$  大于 40%, 低盐度区  $w(\text{NaCl})_{\text{eq}}$  小于 20%(图 4, 图 5)。沙溪流体发生过沸腾作用, 沸腾温度在 300~400 之间(徐文艺<sup>①</sup>, 1997)。

## 2.3 流体碳、氢、氧同位素

对沙溪矿床主成矿阶段与成矿后阶段的石英单矿物测氧同位素组成, 得  $\delta(^{18}\text{O}_{\text{石英}})$  值范围为  $7.99 \times 10^{-3} \sim 12.52 \times 10^{-3}$ , 平均值为  $10.52 \times 10^{-3}$ , 所计算

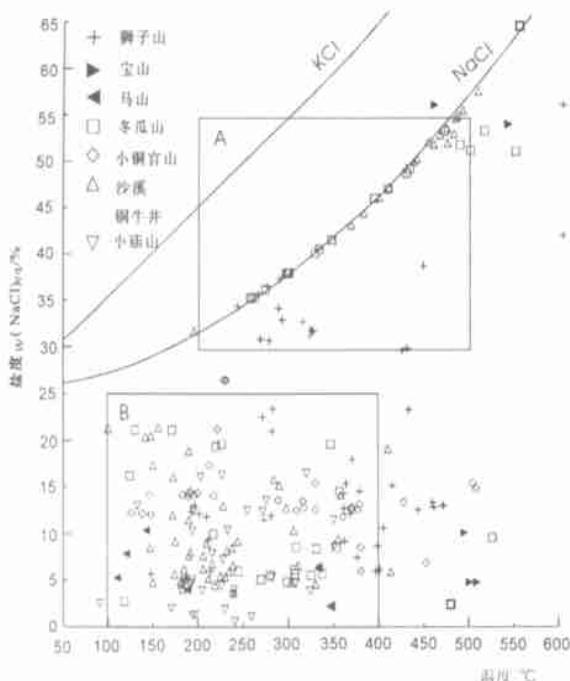


图 4 不同矿床的温度-盐度散点图

Fig. 4 Plot of homogenization temperature (Th) against salinity (S) of fluid inclusions for different deposits

出的与之平衡的水的  $\delta(^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}) = -4.71 \times 10^{-3} \sim 5.52 \times 10^{-3}$ , 其中主成矿阶段的  $\delta(^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}) = 3.51 \times 10^{-3} \sim 5.52 \times 10^{-3}$ , 成矿后阶段的  $\delta(^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}) = -4.71 \times 10^{-3} \sim -1.71 \times 10^{-3}$ ; 石英中流体包裹体水的  $\delta(D)$  值范围为  $-82.4 \times 10^{-3} \sim -59.8 \times 10^{-3}$ (图 6); 流体包裹体中的  $\text{CO}_2$  的  $\delta(^{13}\text{C})$  值范围为  $-2.66 \times 10^{-3} \sim -6.53 \times 10^{-3}$ , 平均值为  $-3.41 \times 10^{-3}$ , 显示与深源碳关系密切。很明显, 沙溪矿床流体为岩浆来源(Xu Zhaowen, et al., 1999)。

## 3 月山铜牛井高温脉型铜钼矿床

### 3.1 地质特征简介

铜牛井矿床位于安庆市北 24 km 处, 经纬度为东经 116°54', 北纬 30°36'(图 1)。矿床主要为裂隙充填石英脉型铜钼矿(杨学明等, 1999)。矿体呈脉状, 产在月山闪长岩岩体内近 EW 向的构造破碎带中, 延长 700 余米。月山闪长岩体为燕山早期的中酸性小岩体, 呈舌状侵入到上三叠统铜头尖组紫色粉砂岩、页岩中。

矿化石英脉中的金属矿物主要有黄铜矿、辉钼矿和斑铜矿, 少量磁铁矿、辉铜矿和赤铁矿。脉石矿物主要为石英, 并有少量方解石、白云石、阳起石、绿泥石和高岭石。矿石中有用组分铜和钼的平均品位分别为  $w(\text{Cu}) = 1.33\%$ ,  $w(\text{Mo}) = 0.07\%$ (三二六地质队<sup>②</sup>, 1988)。

### 3.2 成矿流体特征

对月山矿床与矿化有关的各期次石英的流体包裹体进行测试, 得均一温度变化范围为 134~511, 平均为 345。盐度范围  $w(\text{NaCl})_{\text{eq}} = 20\% \sim 52\%$ , 平均为 38.3%(图 4, 图 5)。月山矿床在-10 m 中段部位发现有大量的沸腾包裹体群, 表明成矿流体发生过沸腾作用<sup>①</sup>。该矿床没有更详细的氢、氧和碳同位素组成数据。

## 4 小庙山中低温脉型金矿床

### 4.1 地质特征简介

小庙山金矿位于安徽省滁州市北西 50 km 处,

<sup>①</sup>徐文艺. 安徽沙溪斑岩铜(金)矿床成矿机制及有关流体-岩石作用过程数值计算研究(南京大学博士学位论文). 1997.

<sup>②</sup>安徽省地矿局三二六地质队. 安徽怀宁月山铜牛井铜矿东部普查地质报告. 1988.

郯庐断裂带东侧, 为断裂破碎带中的石英脉型小型金矿(图1)。矿石可分为角砾状和细脉状矿石。矿物组合为自然金(少量)-黄铁矿-黄铜矿-方铅矿-石英。与矿化有关的围岩蚀变为硅化、绿泥石化、绢云母化、高岭土化和黄铁矿化。

矿石金平均品位  $w(\text{Au}) = 5.01 \times 10^{-6}$ , 金赋存于黄铁矿和黄铜矿中, 呈包体和填隙状产出。

#### 4.2 流体特征

##### 4.2.1 流体的温度与盐度

小庙山矿床与矿化有关的石英富含原生流体包裹体, 通过测试原生流体包裹体, 得成矿流体均一温度变化范围为  $120 \sim 380^\circ\text{C}$ , 平均为  $238^\circ\text{C}$ 。盐度  $w(\text{NaCl})_{\text{eq}} = 0.7\% \sim 16.5\%$ (图4, 图5)(毛鸿丽等, 2001)。

##### 4.2.2 氢、氧同位素特征

4个石英单矿物氧同位素组成  $\delta(^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}) = 6.61 \times 10^{-3} \sim 9.36 \times 10^{-3}$ , 所计算得到  $\delta(^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}) = -2.31 \times 10^{-3} \sim 2.36 \times 10^{-3}$ ; 包裹体水的值  $\delta(D_{\text{H}_2\text{O}}) = -51.2 \times 10^{-3} \sim -45.9 \times 10^{-3}$ (图6)(毛鸿丽等, 2001)。表明小庙山金矿床的成矿流体主要为大气降水。

## 5 不同类型矿床的流体特征对比

### 5.1 温度和盐度

狮子山与沙溪、月山、小庙山矿床的流体温度-盐度散点图和温度/盐度频率直方图分别示于图4和图5。

### 5.2 流体的碳、氢、氧同位素特征

我们将狮子山、沙溪、小庙山矿的  $\text{H}, \text{O}$  同位素投点于图6中。

## 6 结论与讨论

对于狮子山矿床, 在图2中, 区表示为狮子山

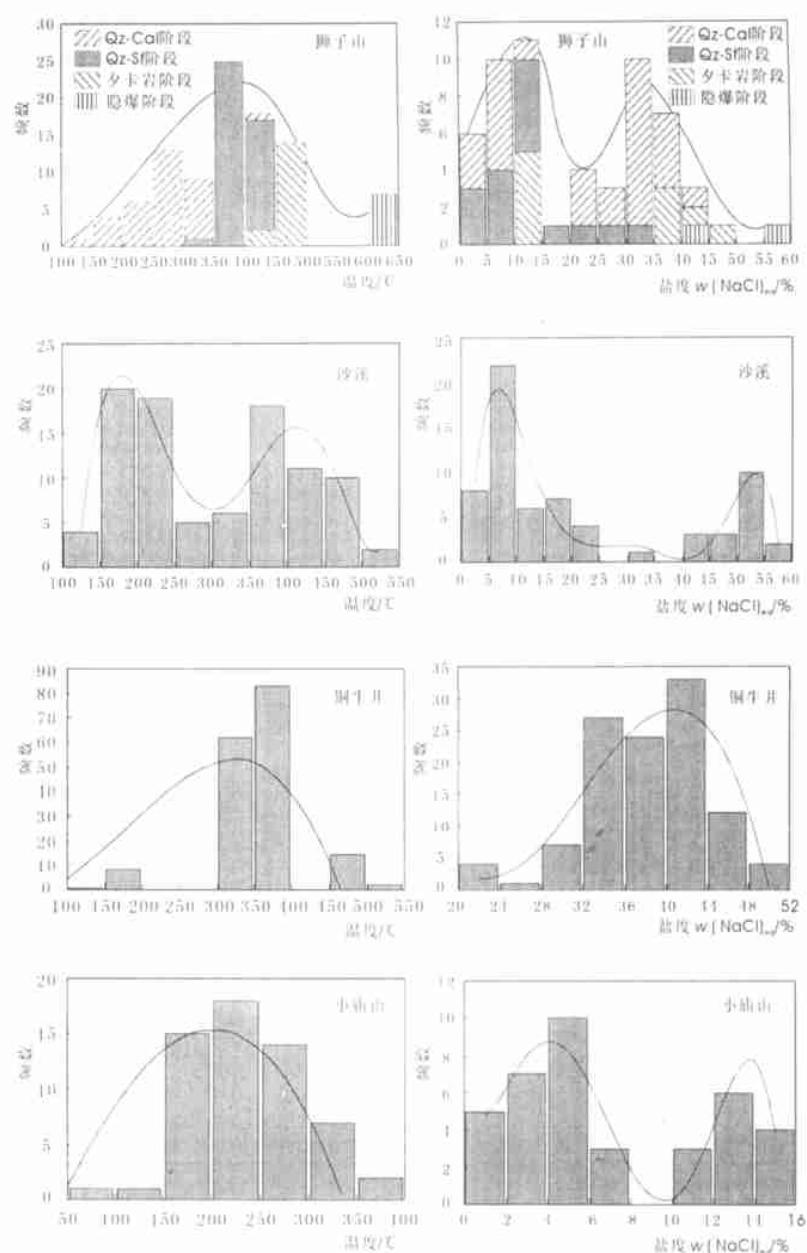


图5 狮子山、沙溪、月山、小庙山矿床成矿流体温度/盐度频度直方图

Fig. 2 Frequency distribution diagram of temperature and salinity of ore fluids in Shizishan, Shaxi, Yueshan and Xiaomiaoshan deposits

矿床的第1成矿阶段, 其熔流体包裹体代表了一种富水的残浆。区表示为第2成矿阶段, 该阶段的夕卡岩不是岩浆结晶成因, 而是高温流体交代大理岩的产物, 有证据表明该阶段发生了流体的沸腾作用。

区表示为第3成矿阶段, 为狮子山矿床主成矿阶段, 流体沸腾作用强烈, 同时, 所测的氢、氧及碳同位素组成的样品也取自该成矿阶段的的矿石。区表示为第4成矿阶段, 其沸腾作用可能与构造活动有关。狮子山矿床燕山期4个成矿阶段, 分别代表了成矿热液的4次沸腾作用, 关于沸腾作用的讨论请参

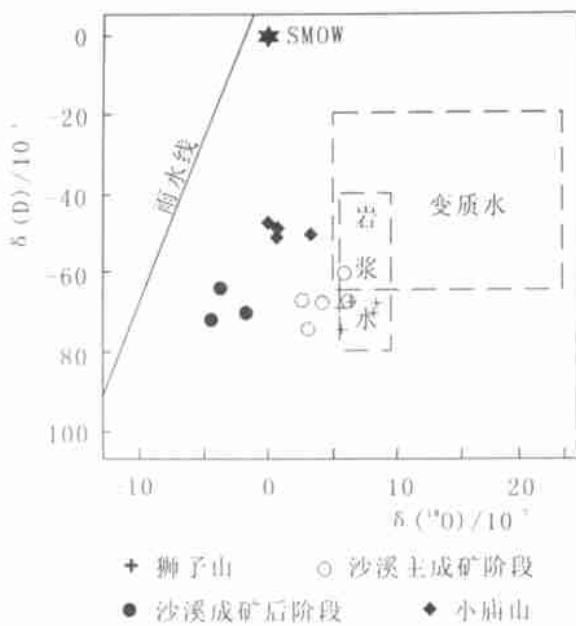


图6 狮子山沙溪小庙山流体包裹体水氢氧同位素组成  
(据 Taylor, 1979)

Fig. 6 Plot of hydrogen and oxygen isotope compositions of fluid inclusions from Shizishan, Shaxi, Yueshan and Xiaomiaoshan deposits  
(Originated from Taylor, 1979)

见笔者另一篇论文(肖新建等, 2002), 在此不再赘述。

从狮子山矿床的成矿流体温度、盐度数据可见, 狮子山矿床成矿时发生了至少4次流体沸腾作用, 对于石英-硫化物阶段这一主成矿阶段, 紧随接触交代夕卡岩化成矿, 沸腾最强烈, 且对成矿贡献最大。

图5为各矿床成矿流体的温度/盐度频度图。从总体上来看, 狮子山矿床成矿温度集中于350~450, 盐度区间呈现双峰模式, 且高盐度峰值与低盐度峰值之差较大, 反映了狮子山矿床总体沸腾强度较大。沙溪斑岩型矿床成矿流体温度区间有150~250和350~400两个峰, 分别代表了成矿后与主成矿阶段的峰值区间, 该矿床流体盐度也有两端元模式, 且高盐度峰值与低盐度峰值之差较大, 反映了沙溪矿床流体沸腾强度很大, 强度基本与狮子山矿床处于同一水平, 只是主成矿温度稍微降低。月山铜牛井矿床成矿流体温度集中在300~400, 比沙溪矿床的又稍降低, 盐度 $w(\text{NaCl})_{\text{eq}}$ 峰值主要在36%~44%之间, 图5中虽不见显著的双峰模式, 但存在一不容忽视的低盐度端元 $w(\text{NaCl})_{\text{eq}} = 20\% \sim 24\%$ 之间。铜牛井矿床的流体沸腾在温度上及沸腾强度上均比沙溪矿床要低。对于小庙山矿床, 其成矿流体

温度明显比前述矿床低得多, 盐度的双端元也很明显, 但两端元盐度峰值之差较前述矿床的均小, 沸腾强度也低很多, 沸腾对成矿的贡献亦降低。

从图6中, 狮子山矿床的5个数据基本落于岩浆水区, 表明在狮子山矿床燕山期成矿过程中, 主成矿阶段的流体主要来源是岩浆流体, 而且似乎比沙溪矿床的岩浆流体更偏岩浆成分, 即混入的雨水成分更少。

迄今为止的大量研究表明, 斑岩型和夕卡岩型矿床中广泛存在的高盐度流体均属演化的岩浆流体(Ahmad and Rose, 1980; Quan et al., 1987; Roedder, 1992; Xu Zhaowen et al., 1999; 卢焕章, 2000)。沙溪斑岩型矿床流体的氢、氧同位素组分两部分(图6), 其中主成矿阶段的流体氢、氧同位素组成落于岩浆水区或近岩浆水区, 表明其主成矿阶段的流体为岩浆来源。而成矿后阶段的流体氢、氧同位素组成落于雨水区, 反映成矿后沙溪矿床混入了一定量的雨水参与作用。最近有学者对斑岩铜金矿床、高硫低温热液型铜金矿床和低硫金-(银-铅-锌-铜)矿床进行研究, 发现这几类矿床往往具有密切的时空关系, 有的基本上属于同一个成矿系列(Arribas A Jr et al., 1995)。月山铜牛井矿床虽没有氢、氧同位素组成数据, 但铜牛井矿床与其他矿床在时空背景上相一致, 成矿流体温度盐度上亦有连续特征, 故可认为是一个体系。作为这一体系低温区的矿床, 小庙山金矿床氢、氧同位素组成在图6中投点于雨水区, 没有显示出含岩浆成分的特征。故在铜陵-安庆地区各不同矿床成矿流体体系演化趋势, 从成分上来讲, 是从单纯岩浆热液来源变为岩浆水与雨水混合来源, 至极缺乏岩浆成分。

由上所述, 我们认为: 铜陵狮子山矿床的燕山期流体发生过4次沸腾, 沸腾对矿质的沉淀具有重要意义。该区不同类型的燕山期热液矿石, 从狮子山的角砾岩型和夕卡岩型铜矿石, 经沙溪斑岩型铜矿石, 到月山的侵入体内中-高温热液含铜石英大脉, 再到小庙山远离岩体的中低温热液金矿脉, 成矿流体的盐度不断降低, 沸腾强度呈不断降低的趋势, 沸腾对于成矿的作用也不断减弱。成矿流体的来源从单纯的岩浆来源变为岩浆水与雨水的混合来源, 直至缺乏岩浆成分。

致谢: 沈昆老师在测试工作中给予了指导, 陈培荣老师慷慨的提供部分月山矿床的流体资料, 陈肇博研究员在论文撰写过程中给予了悉心指导, 特致谢忱!

## 参考文献:

- [1] Ahmad S N, Rose A W. Fluid inclusions in porphyry and Skarn ore at Santa Rita, New Mexico[J]. Econ. Geol., 1980, 75: 229-250.
- [2] Arribas A Jr, Hedenquist J W, Itaya T. et al. Contemporaneous formation of adjacent porphyry and epithermal Cu-Au deposits over 300 ka in northern Luzon, Philippines[J]. Geology, 1995, 23(4): 337-340.
- [3] Clayton J R, O'Neil, Mayeda T. Oxygen isotope exchange between quartz and water[J]. J Geophys. Res., 1972, 77: 3057-3067.
- [4] Quan R A, Cloke P L, Kesler S E. Chemical analyses of halite trend inclusions from the Granite porphyry copper deposit, British Columbia[J]. Econ. Geol., 1987, 82: 1912-1930.
- [5] Roedder E. Fluid inclusion evidence for immiscibility in magmatic differentiation [J]. Geochim. Cosmochim. Acta, 1992, 56: 5-20.
- [6] Taylor H P. Oxygen and hydrogen isotope relationships[A]. In: Barnes H L (ed.), Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits, 2nd Edition[C]. New York: Wiley, 1979. 236-277.
- [7] Xiao Xinjian, Gu Lianxing, Ni Pei. Boiling fluids and the metallization in Shizishan Cu-Au deposit in Tongling, Anhui [J]. Chinese Science D. 2002, 45(1): 34-44.
- [8] Xu Zhaowen, Qiu Jiansheng, Ren Qijiang, et al. Geological and geochemical characteristics and genesis of the Shaxi porphyry copper (gold) deposits, Anhui Province[J]. Acta Geologica Sinica, 1999, 73(1): 8-17.
- [9] 常印佛, 刘湘培, 吴言昌. 长江中下游铜铁成矿带[M]. 北京: 地质出版社, 1991.
- [10] 富士谷, 阎学义, 袁成祥, 等. 长江中、下游成矿带石炭纪海底火山喷发-沉积黄铁矿型铜矿床的地质特征[J]. 南京大学学报(自然科学版), 1980, 4: 43-67.
- [11] 顾连兴, 徐克勤. 论大陆地壳断裂拗陷带中的华南型块状硫化物矿床[J]. 矿床地质, 1986(a), 5(2): 1-13.
- [12] 顾连兴, 徐克勤. 论长江中、下游中炭世海底块状硫化物矿床[J]. 地质学报, 1986(b), 2: 176-188.
- [13] 卢焕章. 高盐度、高温和成矿金属的岩浆成矿流体——以格拉斯伯格 Cu-Au 矿为例[J]. 岩石学报, 2000, 16(4): 465-472.
- [14] 毛鸿丽, 倪培, 徐兆文, 等. 安徽定远小庙山金矿床流体包裹体研究[J]. 高校地质学报(录用待刊).
- [15] 邱检生, 任启江, 徐兆文, 等. 安徽沙溪斑岩铜(金)矿床蚀变岩地质地球化学特征研究[J]. 南京大学学报(自然科学), 1991, 27(2): 344-359.
- [16] 邱检生, 王德滋, 任启江, 等. 安徽沙溪斑岩铜(金)矿床成矿物质及成矿物质来源[J]. 南京大学学报(地球科学), 1993, 5(4): 386-396.
- [17] 任启江, 刘孝善, 徐兆文, 等. 安徽庐枞中生代火山构造洼地及其成矿作用[M]. 北京: 地质出版社, 1991.
- [18] 唐永成, 吴言昌, 储国正, 等. 安徽沿江地区铜金多金属矿床地质[M]. 北京: 地质出版社, 1998. 1-351.
- [19] 肖新建, 倪培. 论喷流沉积(SEDEX)成矿与沉积-改造成矿之对比[J]. 地质找矿论丛, 2000, 15(3): 238-245.
- [20] 徐克勤, 朱金初. 我国东南部几个断裂拗陷带中沉积(或火山沉积)-热液叠加类铁铜矿床成因的探讨[J]. 福建地质, 1978, (4): 1-68.
- [21] 杨学明, 杨晓勇, 五奎仁, 等. 安庆月山铜钼矿床金的赋存状态与分布规律研究[J]. 高校地质学报, 1999, 5(1): 33-43.
- [22] 赵斌. 中国主要夕卡岩矿床[M]. 北京: 科学出版社, 1989. 19-72.
- [23] 周涛发, 岳书仓. 长江中下游铜、金矿床成矿流体系统的形成条件及机理[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2000, 36(5): 697-707.

## STUDIES ON THE FLUID FEATURES OF VARIOUS TYPES OF HYDROTHERMAL DEPOSITS IN TONGLING-ANQING REGION, ANHUI PROVINCE

XIAO Xin-jian<sup>1</sup>, NI Pei<sup>2</sup>, GU Lian-xing<sup>2</sup>, LI zi-ying<sup>1</sup>

(1. Beijing Research Institute of Uranium Geology, Beijing 100029, China;

2. Earth Science department of Nanjing University, State Key Lab. of Endogenic Metallic Deposits, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

**Abstract:** There are lots of Mesozoic hydrothermal copper-gold deposits in Tongling-Anqing region, Anhui province. Copper-gold deposits studied in this paper include those at Shizishan, Shaxi, Yueshan, and Xiaomiaoshan. A systematic change has been discovered in fluid features of various types of hydrothermal copper-gold deposits in this region. From the Crypto-explosive-breccia-type at Shizishan,

through the porphyry-type at Shaxi and the high-temperature vein-type at Yueshan to the middle-lower temperature vein-type at Xiaomiaoshan, fluids decrease in salinity and temperature, and the source of fluids evolves from simply magmatic to mixed magmatic and meteoric. Contribution of fluid boiling to ore formation also decreases in this district. Such discoveries is very beneficial to further theory studies and prospecting in this district.

**Key words:** Tongling-Anqing region; Mesozoic; Hydrothermal deposits; systematic change; fluid boiling; Anhui province

欢迎订阅

# 地质与勘探

ISSN0495-5331  
CN11-2043/P

双月刊

全年定价 90 元

邮发代号 82-504

《地质与勘探》1957年创刊,中国期刊方阵“双百”期刊,中文核心期刊。1992年荣获全国优秀科技期刊评比二等奖,是地质勘查类综合性技术期刊,现由中国冶金地质勘查工程总局、有色金属矿产地质调查中心和中国地质学会联合主办。

《地质与勘探》以刊载矿产地质、商业地质经济、成矿规律与成矿预测、矿产资源评价、找矿勘探方法、地球物理和地球化学勘查、岩石矿物研究、钻探技术、工程勘察与岩土工程施工等专业科研成果为主要内容,面向地质矿产勘查和岩土工程专业的生产、科研和教学人员。

编辑部地址:北京市安贞里二区 11 楼一层《地质与勘探》编辑部 邮编:100029

电话:(010)64433594 64435074 E-mail:geo-pro@263.net dzykt@sina.com

开户行:北京农业银行双北桥分理处 帐号:041901040000176 单位:冶金工业部地质与勘探编辑部

## 欢迎订阅 欢迎投稿 《国土资源科技管理》(双月刊)

由国土资源部国际合作与科技司和成都理工大学主办的、以刊载土地、矿产、水、海洋等自然资源管理成果的综合性学术刊物——《国土资源科技管理》,以其科技性、学术性、实用性真诚地为土地、地矿、海洋、水利、测绘、农业、旅游等部门的各级领导、科技管理人员,以及上列各专业的大专院校和科研院所的科技工作者服务。

《国土资源科技管理》报道的重点和内容:国土资源的方针政策,可持续发展战略研究;土地、矿产、海洋、农业、旅游等资源的规划,优化配置;资源开发的生态效益、经济效益以及环境保护;矿产、海洋和水资源的调查与勘查;环境与地质灾害;国土资源的研究与国际合作;高新技术应用;科技体制与管理体制改革的探索;资源经济学的研究与企业发展策划;信息网络与管理知识;国土资源管理动态与经验交流。主要栏目:国土资源管理;可持续发展;地学与资源研究;科技管理;信息与网络管理;资源勘探和保护;环境与地质灾害研究与管理;西部大开发论坛等。欢迎作者寄赠上述各方面的研究成果,支持本刊。

本刊编辑部地址:四川成都市二仙桥东三路 1 号成都理工大学《国土资源科技管理》编辑部

邮政编码:610059 电话:(028)84078996(传真) E-mail:gzz@cdut.edu.cn

刊 号:ISSN 1009-4210/CN 51-1592/N 邮发代号:62-171

预定 2004 年本刊的读者,请到全国各地邮局办理订阅手续。本刊为大 16 开,72 页,每逢双月 15 日出版,每册定价 6.00 元,全年定价 36.00 元。如误时漏订,可与本刊编辑部直接联系。