

扬子板块东南缘微细粒浸染型 金矿床成矿热液演化体系初探*

张景荣¹⁾ 陆建军¹⁾ 吴爱萍¹⁾ 朱恺军²⁾ 盛中烈³⁾

(1)南京大学地球科学系,210008,南京, 2)天津地质研究院,300061,天津, 3)安徽地质矿产局,230001,安徽)

摘要 扬子板块东南缘微细粒浸染型金矿床为低温热液矿床,成矿热液演化体系比较复杂。本文依据热液地球化学和矿床地质研究,首次将该类矿床的成矿热液划分为四个成矿热液演化体系:(1)大气降水成矿热液演化体系,溶液以大气降水为主,形成热泉型金矿;(2)石油卤水成矿热液演化体系,溶液来源于地层,以有机质参与成矿为特征,形成石油卤水热液型金矿;(3)盆地卤水(建造水)成矿热液演化体系,形成盆地卤水型金矿;(4)岩浆水—建造水成矿热液演化体系,成矿热液主要由岩浆水和地层中建造水构成,形成岩浆水——建造水热液型金矿。不同演化体系热液的C、O、H、S同位素和矿液成分均有明显的差异。

关键词 微细浸染型金矿, 成矿热液体系, 同位素, 包裹体

分类号 P59

微细粒浸染型金矿床已成为我国勘探和开发金矿资源的重要类型之一。扬子板块东南缘微细粒浸染型金矿带,起自安徽的泾县、东至,经鄂赣交界、湘西黔东,至滇黔桂三省交壤地带的“金三角”,是华南的一条大型成矿带。张景荣、陆建军等(1992、1993a)、李文亢等(1989)对该区的成矿地质条件、成矿规律和单个矿床的地质特征和成因作了分析。本文主要基于热液地球化学研究,初步探讨该类矿床的成矿热液演化体系特征。

1 地质概况

扬子板块东南缘微细粒浸染型金矿带位于扬子板块与江南古岛弧的的接壤地带(图1)。根据控矿层位、矿床地球化学特征和成矿地质背景,该成矿带可划分为四个成矿区(张景荣等,1993a;1993b):

(1)江南断裂区 在江南古岛弧北侧,自西向东大致沿贵州都匀、三都经湖南吉首、花垣及江西修水,至皖南的东至、泾县,发育一条古深大断裂——湘黔——江南古断裂(杨志坚,1987)。该断裂控制了江南古岛弧北侧微细粒浸染型金矿床的分布。大致以洞庭湖为界,东段为江南古断裂,西段为湘黔古断裂。江南断裂区金矿床主要产于寒武系、奥陶系和上志留统地层之中,含矿岩系主要为碳质页岩、泥灰岩。矿床元素组合为Au-Sb-

* 国家自然科学基金和南京大学育苗基金联合资助

收稿日期:1994-03-15

第一作者简介:男,1938年10月生,教授,地球化学专业,已发表“蓝藻富集金的实验及其地质意义”等论

文

(As)型。金矿床与岩浆岩有密切的成因联系。有关岩体均为小侵入体,形成时代主要为燕山期。岩石类型包括石英闪长玢岩、花岗闪长斑岩、花岗斑岩和煌斑岩。这些岩体在成因上属同熔型花岗岩。典型矿床有安徽碧山、吕山、花山,江西宝山、武宁和湖北崇阳等。

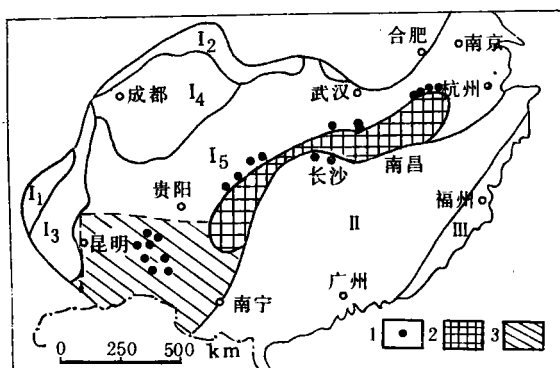


图1 区域地质简图及金矿床分布

1. 金矿床; 2. 江南古岛弧; 3. 右江裂谷;
I₁ 盐源-丽江褶皱带; I₂ 龙门山-巴山前陆盆地,
I₃ 前震旦纪康滇褶皱带; I₄ 四川盆地,
I₅ 上扬子褶皱带, II 华南褶皱系

Fig.1 Sketch of regional geology and distribution of gold deposits 1. gold deposits 2. Jiannan paleo-arc 3. Youjiang rift

(2) 湘黔断裂区 该区位于洞庭湖以南,控矿地层主要为中、上寒武统和下奥陶统地层,含矿岩系主要为泥晶灰岩、白云岩及泥质、粉砂质灰岩。矿床元素组合为 Hg-Au 或 Au-As-Hg-(Sb)型。典型矿床有贵州的四相厂、苗龙、朱砂厂等。该区也是我国重要的汞矿化带。

(3) 右江裂谷区 位于扬子板块东南缘,滇黔桂“金三角”就位于右江裂谷之中。右江裂谷在奥陶纪末开始张裂、发育,至中三叠世末封闭(柳淮之等,1986;卢重明,1986;张景荣等,1992)。金矿床主要赋存于上二叠统和中、下三叠统地层中。黔西南地区金矿主要产于上二叠统至下三叠统地层之中,控矿岩系主要为泥质、粉砂质灰岩、泥岩、页岩和角砾岩等。典型矿床为紫木水、板其、滥泥沟等。桂西北地区金矿主要产于三迭系罗楼组(T₁l)和板纳组(T₂b)地层中,含矿岩系主要为泥质粉砂岩、粉砂质泥岩和泥晶灰岩。典型矿床为高龙、金牙、明山等。

(4) 湘中加里东弧后盆地 位于江南古岛弧东侧,控矿层位主要为泥盆世半山组泥质粉砂岩、石英砂岩和泥质板岩,元素组合为 Au-Hg-Ba 型。典型矿床为高家坳矿床。

除江南断裂区金矿床与花岗岩体伴生外,其余三个成矿区在矿区范围内未见花岗岩出露。

2 四类成矿热液演化体系的划分

在矿床地质、矿床地球化学、溶液和同位素研究基础上,以水来源为依据,将扬子板块东南缘微细粒浸染型金矿床的成矿热液体系划分为四类:

(1) 大气降水成矿热液演化体系 热液主要来自大气降水,以湘西北石门 As-Au 热泉型金矿床最为典型(张景荣等,1994,待刊)*。下渗的大气降水在地层中循环时,可萃取地层中的成矿物质,在泉口处淀积成矿。

* 张景荣,陆建军,王蔚,1994,地质论评

表 1 四类成矿热液演化体系地球化学特征

Table 1 Geochemical features of four types of evolutionary systems of ore-forming fluids

体系		大气降水成矿 热液演化体系	石油卤水成矿 热液演化体系	盆地卤水成矿 热液演化体系	岩浆水-建造水成矿 热液演化体系
特征	液相 成分	$\text{Na}^+、\text{K}^+、\text{Ca}^{2+}、\text{Cl}^-、$ $\text{HCO}_3^-、\text{SO}_4^{2-}$ 为主	$\text{Na}^+、\text{K}^+、\text{Cl}^-、\text{F}^-、$ HCO_3^- 为主	$\text{Na}^+、\text{Ca}^{2+}、\text{F}^-、\text{Cl}^-、$ $\text{SO}_4^{2-}、\text{HCO}_3^-$ 为主	$\text{Na}^+、\text{K}^+、\text{Ca}^{2+}、\text{Cl}^-、$ $\text{HCO}_3^-、\text{SO}_4^{2-}$ 为主
包裹体	气相 成分		CH_4 和 CO 为主	CO_2 为主	$\text{CO}、\text{CO}_2$ 为主
	特征值	$\text{Na}^+ / \text{K}^+ = 1 \sim 7.5$ $\text{Ca}^{2+} / \text{Mg}^{2+} = 9.96 \sim 45$ $\text{F}^- / \text{Cl}^- = 0.03 \sim 0.12$ $\text{HCO}_3^- / \text{SO}_4^{2-} = 1.86 \sim 5.7$	$\text{Na}^+ / \text{K}^+ = 0.55 \sim 8.18$ $\text{Ca}^{2+} / \text{Mg}^{2+} = 18.02 \sim 66.78$ $\text{F}^- / \text{Cl}^- = 0.02 \sim 0.64$ $\text{HCO}_3^- / \text{SO}_4^{2-} = 12 \sim 33$ $\text{CH}_4 / \text{CO}_2 = 2.5 \sim 8.64$ $\text{CO} / \text{CO}_2 = 1.1 \sim 11.5$	$\text{Na}^+ / \text{K}^+ = \begin{cases} 2.2 \sim 5.8 \\ 19.86 \sim 31.15 \end{cases}$ $\text{Ca}^{2+} / \text{Mg}^{2+} = \begin{cases} 2.84 \sim 38.61 \\ 28.4 \sim 66 \end{cases}$ $\text{F}^- / \text{Cl}^- = 0.24 \sim 0.78$ $\text{HCO}_3^- / \text{SO}_4^{2-} = 2.3 \sim 24.6$ $\text{CH}_4 / \text{CO}_2 = 0.004 \sim 0.82$ $\text{CO} / \text{CO}_2 = 0.01 \sim 0.55$	$\text{Na}^+ / \text{K}^+ = 0.30 \sim 1.51$ $\text{Ca}^{2+} / \text{Mg}^{2+} = 0.57 \sim 8.85$ $\text{F}^- / \text{Cl}^- = 0.02 \sim 0.45$ $\text{HCO}_3^- / \text{SO}_4^{2-} = 0.04 \sim 3.5$ $\text{CH}_4 / \text{CO}_2 = 0.006 \sim 0.15$ $\text{CO} / \text{CO}_2 = 0.07 \sim 0.85$
	盐度 wt%	7.1~23.5	7.15~12.67	4.43~8.07	4.97~8.27
	温度 (℃)	140~200	110~150	150~200 为主	150~240
	$\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}} \text{‰}$	-9.7~-8.3	3.46~6.13	早期:13.41~16.3 晚期:4.3~10.17	-7.38~4.51
$\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}} \text{‰}$	-61.1~-52.7	-47.8~-66.2	早期:-63.2~-70 晚期:-69.7~-31.0	-62.3~-70.6	
$\delta^{13}\text{C}_{\text{方解石}} \text{‰}$		-2.01	-8.55~2.32	-8.791~0.6	
$\delta^{18}\text{O}_{\text{方解石}} \text{‰}$		17.61~20.42	16.75~24.80	8.93~16.5	
$\delta^{34}\text{S}_{\text{py}} \text{‰}$		32~-32	-9.6~17.7;各矿区变化较大;与矿区围岩硫一致	矿石:6.14~17.21 围岩:5.78~10.34	
成矿元素组合	Au-As	Hg-As-Sb-Au	Au-As 或 Au-S 或 Au-(Hg)	Au-Sb-(As)	
其它	$^{40}\text{Ar} / ^{39}\text{Ar}: 292.6 \sim 294.5$ $^4\text{He} / ^3\text{He}: 3.88 \times 10^{-8} \sim 4.04 \times 10^{-7}$	含烃类有机包裹体			

Py: 黄铁矿

(2) 盆地卤水成矿热液演化体系 水主要来自封存在地层的孔隙水、吸附水、矿物结构水。这些水又称建造水。经成岩固结脱水作用和动力构造作用, 这些建造水极易释放出来。由于建造水和岩石进行长期的水岩交换反应, 释放出的流体可汲取地层中的成矿物质形成含矿溶液。盆地卤水形成的矿床有桂西北的高龙、金牙、明山, 黔西南的紫木水、滥泥沟以及湘中的高家坳等。

(3) 石油卤水成矿热液演化体系 成矿热液源于地层建造水, 以大量有机质参与成矿为特征, 生物、有机质在成矿过程中起着十分重要的作用。典型矿床为贵州丹寨汞—金矿床和苗岭金—砷—汞矿床。

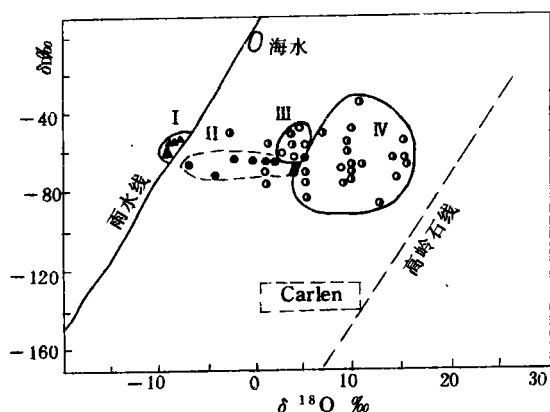
(4) 岩浆水—建造水成矿热液演化体系 水主要来自岩浆水和地层中的建造水, 金矿床在空间和成因上与中酸性侵入小岩体有密切关系。

在各类成矿热液体系中, 成矿热液往往以一种来源为主, 同时可混入其它来源的流体。而对具体矿床而言, 有时会出现热液叠加(以某种热液为主)和复合(两种热液均起重要作用)。本区与微细粒浸染型金矿有关的低温热液演化体系比较复杂, 与美国卡林型金矿床单一天然水淋滤模式明显不同。由于各成矿热液演化体系在热液来源、成矿机理等方面存在差异, 因而在所形成的矿床类型及矿床地质地球化学特征方面也就必然存在不同之处。相应于四个成矿热液演化体系, 将本区微细粒浸染型金矿床分为四个亚类: ①热泉型, 形成于大气降水热液体系; ②盆地卤水热液型, 形成于盆地卤水成矿热液体系; ③石油卤水热液型, 形成于石油卤水热液体系; ④岩浆水—建造水热液型, 形成于岩浆水—建造水热液体系。不同亚类金矿床在成矿条件、成矿特征、围岩蚀变及矿床形成过程等方面既有相似之处, 又各有差异。例如热泉型金矿矿体呈筒状, 热液蚀变形成的矿物和成矿元素具明显的垂直分带; 矿床中发育气热爆破角砾岩和热水沉积的硅质岩; 矿体受爆发角砾岩筒的控制, 元素组合为 As—Au 型。石油卤水型金矿床矿体产状多呈似层状, 元素组合为 Au—As—Hg 或 Au—Hg 型, Hg 为特征性成矿元素, 辰砂为标志性围岩蚀变矿物。此类矿床中有机质含量较高, 其分布往往与石油气藏相一致, 表明金成矿与油气藏有一定成因联系。盆地卤水型金矿多为似层状、透镜状、脉状, 矿石元素组合为 Au—As 型或单金型, 围岩蚀变以硅化、黄铁矿化、毒砂化和方解石化为特征, 矿体受断裂控制。岩浆水—建造水热液型金矿成矿温度相对较高(表1), 元素组合为 Au—Sb 型, 成矿作用与岩浆活动有关, 围岩蚀变以硅化和黄铁矿化为主。不同成矿区金矿亚类也各不相同, 江南断裂区以岩浆水—建造水热液型为主, 湘黔断裂区以石油卤水型为主, 右江裂谷区和湘中地区则以盆地卤水型为主, 湘西北地区以热泉型为主。

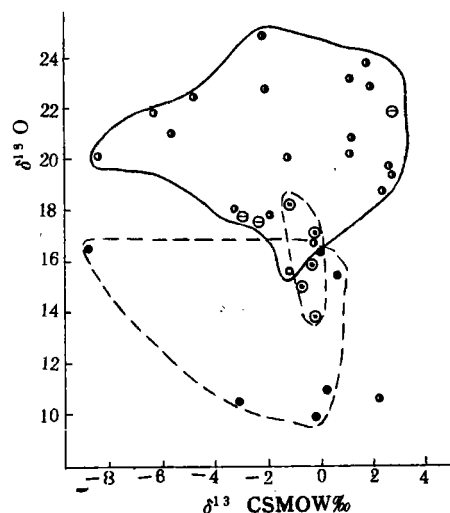
3 成矿热液体系的同位素地球化学

表1列出了各类成矿热液体系的主要地球化学特征。在矿床地质研究基础上, 通过系统研究湘西北地区现代热泉水和成矿溶液成分, 认为湘西北石门 As—Au 矿床属古热泉成因(张景荣等, 1994, 待刊)。采集的该区现代热泉水的 $\delta^{18}\text{O}$ 为 $-9.7\text{‰} \sim -8.3\text{‰}$, $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 $-61.1\text{‰} \sim -52.7\text{‰}$, 在图1中投影点落在雨水线附近; 热泉气的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 为 $292.6 \sim 294.5$, $^4\text{He}/^3\text{He}$ 为 $3.88 \times 10^{-8} \sim 4.04 \times 10^{-7}$ 。这些特征说明泉水源自大气降水。石油卤水的 $\delta^{18}\text{O}$ 为 $3.46\text{‰} \sim 6.13\text{‰}$, δD 为 $-47.8\text{‰} \sim -66.2\text{‰}$ 。盆地卤水成矿热液体系中, 水的 δD 为 $-31.0\text{‰} \sim -70\text{‰}$; 早期热液的 $\delta^{18}\text{O}$ 为 $13.41\text{‰} \sim 16.3\text{‰}$, 晚期热液的 $\delta^{18}\text{O}$ 为 4.3‰ 。

~10.17‰, 从成矿早期到成矿晚期 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 降低的特征说明, 盆地卤水演化到晚期, 环流于浅部的大气降水参与了成矿, 从而表现出两类热液体系迭加的特征。岩浆水—建造水的 $\delta^{18}\text{O}$ 值为-7.38‰~4.51‰, δD 为-62.3‰~-70.6‰, $\delta^{18}\text{O}$ 和 δD 值变化较小。从图2可清楚地看出四类热液体系水的 δD 和 $\delta^{18}\text{O}$ 值的差异。盆地卤水的 $\delta^{18}\text{O}$ 和 δD 值比较散, 投影点靠近高岭石线, 表明成矿溶液以与沉积岩石相平衡的建造水为主, 成矿晚期溶液投影点向雨水线飘移, 表明成矿晚期有雨水混入。岩浆水—建造水的 δD 和 $\delta^{18}\text{O}$ 值投影点呈近平行横座标的线性排列, 这一特征暗示溶液可能是由两个端员混合组成的。石油卤水的 δD 值稍低于岩浆水, 与盆地卤水相似, 而 $\delta^{18}\text{O}$ 值低于盆地卤水。石油卤水与盆地卤水在O同位素方面的差别, 可能与有机质在低氧逸度条件下同氧结合形成 CO_2 、 CO 、 CO_3^{2-} 等而导致溶液中 ^{16}O 富集有关。在图2中还可以看出, 本区各成矿热液体系中水的O、H同位素与美国卡林型金矿的明显不同。

图2 δD 和 $\delta^{18}\text{O}$ 图解Fig.2 Diagram of δD - ^{18}O for ore-forming fluids

I. 大气降水 II. 建造水—岩浆水
III. 石油卤水 IV. 盆地卤水

图3 方解石 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{18}\text{O}$ 图解Fig.3 Diagram of $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{18}\text{O}$ for calcite

○—盆地卤水 ○—卡林型金矿
●—方介石(围岩中) ●—岩浆水—建造水

在盆地卤水成矿热液体系中, 方解石的 $\delta^{13}\text{C}$ 为-8.55‰~2.32‰, $\delta^{18}\text{O}$ 值为16.75‰~24.80‰, 与矿床围岩中方解石的 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{18}\text{O}$ 值一致, 反映热液来源于地层。石油卤水型金矿中方解石的 $\delta^{18}\text{O}$ 为17.61‰~20.42‰, 与盆地卤水的相似, $\delta^{13}\text{C}$ 为-2.01‰。岩浆水—建造水热液型金矿床中方解石的 $\delta^{13}\text{C}$ 值为-8.79‰~0.6‰, 与前述两个体系的相似, 而其 $\delta^{18}\text{O}$ 值为8.93‰~16.5‰, 明显偏低(图3)。

硫同位素分析表明(表1), 在石油卤水形成的矿床中, 矿石中黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 为32‰~-32‰, 变化较大, 出现较大的负值, 显示出生物成因硫的特征(沈渭洲等, 1987), 这说明有机质在成矿过程中起了重要作用。在盆地卤水形成的矿床中矿石的 $\delta^{34}\text{S}_{\text{黄铁矿}}$ 值变

化在-9.6‰~17.7‰,不同矿区 $\delta^{34}\text{S}_{\text{黄铁矿}}$ 值差异较大,但均与矿区围岩硫同位素值一致,表明硫及溶液主要来自地层。岩浆水-建造水形成的矿床中,矿石的 $\delta^{34}\text{S}_{\text{黄铁矿}}$ 值为6.14‰~17.21‰,比围岩中浸染状黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值(5.78‰~10.34‰)稍偏高,说明地层硫经建造水和岩浆水(含一部分硫)作用产生了一定程度的分馏,致使矿石中重 ^{34}S 富集。

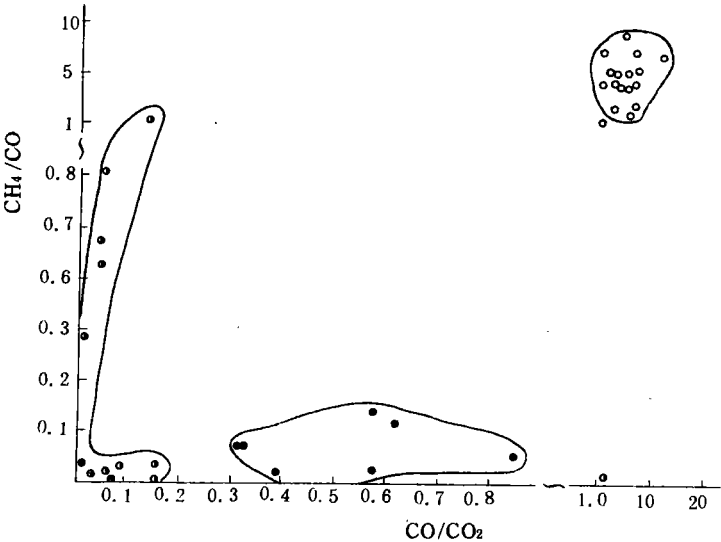


图4 气相 CH_4/CO 与 CO/CO_2 比值图解

Fig.4 Diagram for $\text{CO}/\text{CO}_2-\text{CH}_4/\text{CO}$ in gas phase inclusions

○—盆地卤水 ○—石油卤水 ●—岩浆水-建造水

4 四类成矿热液体系的包裹体研究

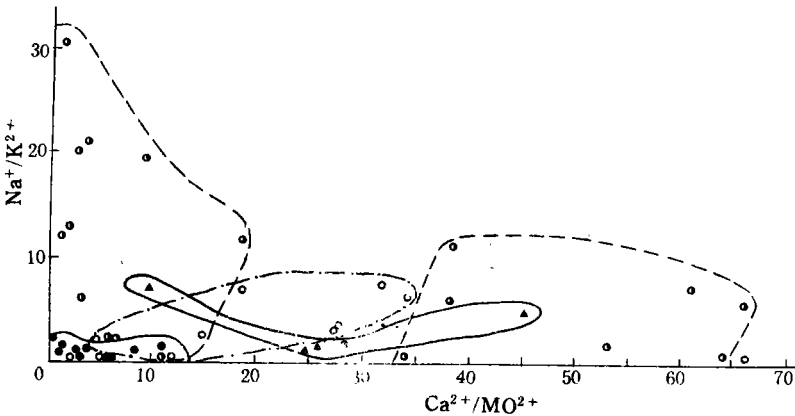


图5 成矿溶液 $\text{HCO}_3^-/\text{SO}_4^{2-}$ 与 F^-/Cl^- 比值

Fig.5 Diagram for $\text{HCO}_3^-/\text{SO}_4^{2-}-\text{F}^-/\text{Cl}^-$ in fluid inclusions

○ 盆地卤水 ▲ 大气降水 ○ 石油卤水 ● 岩浆水-建造水

大气降水成矿热液演化体系成矿温度集中在140~200℃,盐度在7.1~23.5wt% NaCl;石油卤水型矿床成矿温度较低,在110~150℃之间,盐度为7.15~12.67wt% NaCl;盆地卤水热液型金矿成矿温度集中在150~200℃,盐度在4.43~

8.07wt% NaCl; 岩浆水—建造水热液型矿床成矿温度稍偏高, 一般在 150~240℃, 绝大多数 < 200℃, 盐度在 4.97~8.27wt% NaCl。由此可见, 本区微细粒浸染型金矿成矿温度一般在 200℃ 以下, 属低温热液矿床。在石油卤水型金矿床中, 可见大量烃类有机包裹体, 气相成分含较高的 CH_4 ; 激光拉曼光谱还测出 C_2H_6 , 有的矿物中还有团块状沥青包裹体。

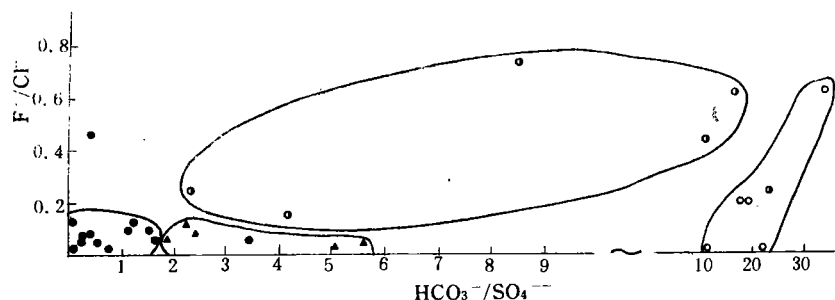


图 6 成矿溶液 Na^+/K^+ 与 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 比值图

Fig.6 Diagram for $\text{Na}^+/\text{K}^+ - \text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ in fluid inclusions

○ 盆地卤水 ▲ 大气降水 ○ 石油卤水 ● 岩浆水—建造水

气相成分测定表明, 石油卤水热液体系中, 石英中气相包裹体成分以 CH_4 和 CO 为主, CH_4/CO_2 在 2.5~8.64; CO/CO_2 在 1.1~11.5 之间, 还含少量 C_2H_6 和 H_2S 气体。盆地卤水热液中气相成分以 CO_2 为主。而岩浆水—建造水热液中气相则以 CO 、 CO_2 为主。图 4 清楚地表明三类成矿热液体系气相成分的差别。石油卤水的 CH_4/CO 比值和 CO/CO_2 比值均大于 1 (表 1), 表明成矿流体的氧逸度较低, 有大量有机质参与成矿; 盆地卤水的 CH_4/CO_2 比值和 CO/CO_2 比值均小于 1, 说明其氧逸度大于石油卤水, 而岩浆水—建造水的 CH_4/CO_2 和 CH_4/CO 值最低, 表明其氧逸度最高。

在各类热液体系中, 溶液阳离子和阴离子组合类型 (表 1) 较为相似, 以 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 F^- 和 Cl^- 为主, 反应各热液体系的成矿过程有一定的相似性。这可能与各亚类矿床成矿物质主要来自于地层 (张景荣等, 1992) 有关。由于热液来源和形成物化条件的差异, 各类热液体系的阳离子和阴离子对比值又有所不同 (图 5、图 6 及表 1)。图 5 表明, 成矿溶液阴离子 F^-/Cl^- 和 $\text{HCO}_3^-/\text{SO}_4^{2-}$ 比值可较好区分各成矿热液体系。从图 6 可以看出, 不同热液体系的 Na^+/K^+ 比和 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 也有一定的差异。盆地卤水有较高的 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 比或 Na^+/K^+ 比。黔西南地区盆地卤水的 Na^+/K^+ 比为 2.2~5.8, $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 比为 28.4~66; 桂西北地区盆地卤水的 Na^+/K^+ 比为 19.86~31.15, $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 比为 2.84~38.61。这两个地区盆地卤水阳离子成分的差别, 可能与含矿地层的古地理和沉积环境方面的差异有关, 说明成矿溶液成分对地层有一定的继承性。岩浆水—建造水的 Na^+/K^+ 比和 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 比最低, 分别为 0.30~1.51 和 0.57~8.85; 大气降水和石油卤水的 Na^+/K^+ 和 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 比值介于盆地卤水和岩浆水—建造水之间。

5 几点结论

1. 扬子板块东南缘微细粒浸染型金矿成矿热液可分为四个体系: 1) 大气降水成矿热液演化体系; 2) 石油卤水成矿热液演化体; 3) 盆地卤水成矿热液演化体系; 4) 岩浆水—建造水成矿热液演化体系。

2. 不同热液演化体系在 C、O、H、S 同位素组成和包裹体地球化学特征方面有较大的差异。

3. 不同热液演化体系形成不同类型的矿床, 相应于四类成矿热液演化体系, 本区微细粒浸染型金矿可分为四个亚类: 1) 热泉型; 2) 石油卤水热液型; 3) 盆地卤水热液型; 4) 岩浆水—建造水热液型。

参 考 文 献

- 1 张景荣, 陆建军, 朱恺军等. 南京大学学报 (地球科学), 1992, 4(3): 74~85
- 2 张景荣, 朱恺军, 陆建军等. 南京大学学报 (自然科学), 1993, 29 (2): 283~292
- 3 张景荣, 陆建军, 朱恺军等. 中国地质学会论文集第2集. 第五届全国矿床会议论文集. 北京: 地质出版社, 1993b: 17~18
- 4 李文亢, 姜信顺, 贝然弘等. 沈阳地质矿产研究所编. 中国金矿主要类型区域成矿条件文集. 6. 黔西南地区, 北京: 地质出版社, 1989: 1~86
- 5 杨志坚. 地质科学, 1987; 3
- 6 柳淮之, 钟自会, 姚明, 林冶金地质学院院报, 1986, 6 (1): 9~19
- 7 卢重明. 贵州地质, 1986, 1: 9~27
- 8 沈渭洲. 稳定同位素地质. 北京: 原子能出版社, 1987

A STUDY ON EVOLUTIONARY SYSTEMS OF ORE-FORMING FLUIDS OF FINE DISSEMINATED GOLD DEPOSITS ON SOUTHEASTERN MARGIN OF YANGZHI PLATE

Zhang Jingrong¹⁾ Lu Jianjun¹⁾ Wu Aiping¹⁾ Zhu Kaijun²⁾ Sheng Zhonglie³⁾

(1) Department of Earth Sciences, Nanjing University, 210008, Nanjing, PRC 2) Tianjing Geological Academy, 300061, Tianjing, PRC 3) Bureau of Geology and Mineral Resources of Anhui, 230001, Anhui, PRC)

Abstract The fine disseminated gold deposits on the southeastern margin of Yangzhi plate are epithermal, with complicated evolutionary systems of ore-forming fluids. The paper studies the features of hydrothermal geochemistry and geology of ore deposits in detail. According to the sources, ore-forming fluids have been divided into four systems: a) ore-forming hydrothermal evolutionary system of meteoric water; b) that of oil brines; c) that of basinal brines; d) that of magmatic water-formation water. The four different

hydrothermal systems lead to formation of four types of gold deposits. The meteoric water system produces hot spring gold deposits, with meteoric water being its main source of ore-forming fluids. The basinal brines are derived from fissure water, structural water and absorbed water sealed up in strata, and form basinal brine-type of gold deposits. The oil brine system is characterized by participation of organic matter in ore-forming process, having the same source of water as basinal brine system and forming oil brine type of deposits. The magmatic-formation water is composed of magmatic water and formation water (i.e. basinal brines), forming magmatic-formation water type of gold deposits. There are obvious differences in isotopic compositions of carbon, oxygen, hydrogen and sulfur and in inclusion components of different ore-forming hydrothermal evolutionary systems. Ore-forming fluid of a certain source is dominant in a single hydrothermal system, but can be mixed with fluids of other source. Different metallogenetic provinces have clear disparities in features of ore-forming fluids and types of the gold deposits.

Keywords fine disseminated gold deposits, ore-forming hydrothermal system, isotope, inclusion