

95, 14(1)

1995 \ 12/10 \ 014 \ 01

1-11

华南金矿二元混合成矿模式

王联魁 张绍立 黄智龙

(中国科学院广州地质新技术研究所, 广州)

p 618.5/10.5

摘要: 根据华南六个有代表性金矿的成矿时代、断裂构造、围岩、侵入岩、中基性岩墙、成矿类型、成矿阶段、矿石组成、成矿温度、包裹体成分以及稳定同位素等多方面研究, 发现华南大部分金矿具有共同特征: 主要成矿时代为燕山期, 远落后于围岩时代; 是沿地壳级大断裂形成的后生矿床; 六个金矿的铅同位素组成均可分出高值区(组)和低值区(组), 表明成矿物质有深浅两个不同来源; 不同金矿氢、氧同位素指示成矿热液水为深源岩浆水与古大气降水两个来源水的混合。因此, 华南金矿成矿物质和成矿热液水, 既有通过地壳断裂来自深部下地壳或上地幔的, 又有就地取材汲取上地壳古老变质围岩的, 从而称为深浅二元混合成矿模式。

关键词: 华南金矿 二元混合成矿, 成矿模式, 稳定同位素

金矿床

近十年来我国金矿发展迅速, 吸引了众多研究者。金矿成矿理论是当前我国地质理论研究中的热点, 有沉积变质层控、岩浆热液、热泉和火山热液、后期改造、热水淋滤、韧性剪切带和混合岩化热液等理论之争。对一个矿床或矿区的成因, 更是众说纷纭, 愈来愈多的学者和一线地质学家们, 对目前我国流行的金矿多成因、多来源、多种控制因素学说, 似乎比较容易接受。这一理论的流传, 虽然对一些矿床成因分析比较容易“符合”, 简单冠以“多成因、多来源和多种控制因素”解决了“具体问题”, 实际上是使问题简单化, 将会限制人们探索和深入思考。根据华南金矿的研究, 作者认为并非多因素、多成因和多来源形成的金矿, 而主要是二元混合成矿。

1 华南金矿统一时代和后生成矿

华南地区近年来找到一大批金矿床, 如粤西的河台、长坑、东田、新洲, 广西的中苏、石科、海南的抱板、湖南的黄金洞、江西的金山等等。这些金矿多被认为是“不同时代”的产物: 河台金矿多认为是海西-印支期^[1]或加里东-海西-印支期^[2]; 新洲金矿为印支期^[2]或燕山期^[3]; 龙水金矿为加里东或印支期^[4]; 庞西洞金矿为燕山期^[5]; 抱板金矿为燕山晚期^[6]或海西-印支期^[7]。表1所列同位素年龄和大量地质资料表明, 华南金矿并非不同时代的产物, 而主要是燕山期成矿。不同方法、不同对象所测金矿同位素地质年龄结果, 绝大多数在 $100 \times 10^6 \sim 140 \times 10^6$ a 及 $150 \times 10^6 \sim 180 \times 10^6$ a 两个年龄段, 属燕山晚期和燕山早期, 很多金矿化或蚀变都切穿或叠加在加里东区域变质、海西-印支动力变质和加里东-海西期

王联魁, 男, 61岁, 研究员, 从事花岗岩成岩成矿研究。邮政编码: 510640

1993-10-15收稿, 1994-1-19修改回。徐川 陶景莲编辑

① 张德科, 1990, 广西贺县龙水金矿床的同位素地球化学和成因探讨, 硕士论文

花岗岩、混合岩之上,甚至晚于燕山早期花岗岩。因此,华南大多数金矿时代为燕山期。然而,

表 1 华南金矿区成矿同位素
地质年龄数据

Table 1. Isotopic ages of gold
mineralizations in South China

矿床	矿物或岩石	测定方法	年龄 (10 ⁶ a)	资料来源
广东 新洲	东矿带绢云母	Ar-Ar	184±2	〔8〕
	西矿带绢云母	Ar-Ar	170±4	〔8〕
	矿区2围岩(全岩)	Rb-Sr	130~170	〔9〕
	矿区3围岩(全岩)	K-Ar	178	〔9〕
	矿区围岩	Rb-Sr	129	〔9〕
广东 河台	矿区新生绢云母	Ar-Ar	143±12	〔8〕
	硫化物	Pb单阶段年龄	150	〔10〕
	硅化岩	Pb单阶段年龄	170	〔10〕
	河台地区黑云母 (热动力变质)	K-Ar	159~190	本文
	矿区绢云母	Ar-Ar	132±4	〔8〕
广东 双保	矿区石英气液包体	Rb-Sr	135	〔9〕
	硫化物	Pb-Pb	150	〔9〕
广西 龙水	矿区石英	Rb-Sr	120.46	①
	寒武纪地层围岩	Rb-Sr	178	①
广西 庞西洞	一组矿石	Pb-Pb	120~137	〔5〕
	比成矿稍早的花岗岩	K-Ar	106	〔8〕
	英桥岩体	U-Pb	87	〔8〕
海南 抱板	矿石(半数以上)	Pb-Pb	130~140	〔11〕
	矿同期或稍早的花岗斑岩	K-Ar	138	〔11〕
	矿同期或稍早的安山玢岩	Pb-Pb	139	〔11〕
	矿前变模岩千糜岩绢云母	Ar-Ar	<223	〔8〕

① 张德科, 1990, 广西贺县龙水金矿床的同位素地球化学和成因探讨, 硕士论文

区的“不同类型、不同成因”金矿时,可看出它们具有共同特征,或说相同性多于差异性(表2)。

(1) 侵入岩:多数金矿区发育花岗岩,特别是深源长江系列(系列Ⅱ)花岗岩^{〔13〕},如河台、双保金矿区的伍村花岗岩,龙水金矿区的大宁花岗闪长岩,庞西洞金矿的英桥花岗岩等,均属深源系列Ⅱ花岗岩。

(2) 中基性岩墙:几乎所有金矿区均有中基性岩墙产出,河台有闪长玢岩、玄武玢岩墙,双保有霓辉正长岩与闪长玢岩,抱板有安山玢岩、煌斑岩和辉绿玢岩,庞西洞有闪长玢

而,这些金矿赋存的围岩却多为古老沉积变质岩或加里东花岗岩、混合岩,如粤西河台、新洲、庞西洞等金矿的主要围岩为震旦纪变质地层(Zc),双保金矿为加里东混合岩、花岗岩,龙水金矿为寒武纪浅变质地层和加里东花岗闪长岩,抱板金矿为中元古变质地层(Pt₂)和中元古抱板花岗岩,金山矿区为晚元古代双桥山变质岩等(表2)。金成矿晚于变质围岩和时代老的花岗岩、混合岩,时代上远落后于围岩(中元古、晚元古、寒武纪等),排除了沉积变质成矿或古老变质热液成矿的认识。因此,华南金矿对围岩讲是时差很大的后生成矿,主要是燕山期产物。

2 统一的成因和演化

上述金矿,很多学者认为是不同类型和不同成因的产物:河台金矿为“韧性剪切带”和岩浆热液局部富集型金矿^{〔11〕}或构造双阶段多源热液型金矿^{〔12〕};新洲金矿为层控石英脉型金矿^{〔1,12〕};双保金矿为海西-印支期与混合岩化有关的蚀变破碎带型金矿^{〔12〕};龙水金矿为来源于加里东花岗岩与寒武纪地层的印支-燕山期石英脉型银金矿^{①〔2〕};抱板金矿为剪切带型叠加中温岩浆热液型金矿^{〔11〕}或断裂变质分异混合岩化热液型金矿^{〔7〕};庞西洞金矿为岩浆热液破碎蚀变带型金矿^{〔2,5〕}等。当我们详细分析研究这些分布于华南地

① 张德科, 1990, 广西贺县龙水金矿床的同位素地球化学和成因探讨, 硕士论文

Table 2. Comparison of characteristics between typical gold deposits in South China

[illegible]

(①) 新洲金矿地质勘探报告; (②) 法龙池、广东河台金矿的深部包体群的地球化学特征。第四届全国同位素会议摘要汇编, 1980。(③) 张德科, 1980,《广西贺县龙水金矿床的同位素地球化学和成因探讨》(硕士论文); (④) 李明特, 1988,《广东高要县白石金矿岩石特征及其矿床成因机理》。《广东地质学会会刊》。

(⑤) 第四届全国同位素会议摘要汇编;

岩岩墙等, 这些均属于来源于地幔富含碱的中基性岩浆产物, 是幔源岩浆活动的标志。

(3) 成矿类型: 代表性河台、新洲等六个金矿区, 虽然产状上有石英脉型、蚀变破碎带型或硅化糜棱岩型等区别, 实际上在一个矿区有时既有蚀变破碎带型, 又有石英脉型或硅化糜棱岩型, 往往互相过渡, 其矿体物质组成和蚀变特征不管是什么类型都基本上相似, 本质上应属于同一成因类型。由于成矿产出构造空间差异, 导致形成不同的产出形式, 当以张开构造裂隙为主时为石英脉型, 以韧性剪切带构造为主时为硅化糜棱岩型, 以挤压破碎构造为主时为蚀变破碎带型。在河台、抱板似乎有水平分带, 主韧性剪切带为硅化糜棱岩型, 其两侧则为石英脉型。在胶东, 有些学者认为玲珑式石英脉型金矿为构造浅部特征, 焦家式蚀变破碎带型金矿为深部特征, 两者在剖面上构成垂直分带。因此, 本质上看, 石英脉型、蚀变破碎带型和硅化糜棱岩型实为同一成因类型金矿, 基于构造空间的差异, 导致产出形式上的变化。

(4) 成矿阶段: 表2可看出六个金矿区大体可分出3~5个成矿阶段, 但有其共同特点: ①早期多以石英或硅化为主; ②中期主要为富硫化物阶段; ③晚期以碳酸盐为主。所以六个矿区有共同的成矿演化方向, 早期硅化→中期硫化物→晚期碳酸盐。

(5) 矿物组成: 从表2中可见, 不同矿区具有相似的矿物组成, 金属矿物都有自然金(或银金矿)、黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿和毒砂等矿物, 其差异仅是新洲、双保有辉钼矿, 河台、龙水有磁黄铁矿, 抱板、庞西洞有硫酸盐类矿物。脉石矿物均有石英、绢云母和碳酸盐等主导矿物, 其差异仅表现在新洲有钠长石, 双保、庞西洞有重晶石, 抱板有绿泥石, 庞西洞还有萤石等。

(6) 成矿温度: 现有资料统计(表2), 金矿成矿均一温度相似, 新洲275℃, 河台150~250℃, 龙水180~250℃, 抱板150~290℃, 庞西洞100~260℃, 总体看主要成矿温度为150~270℃左右, 属中低温成矿。

(7) 矿石矿物包裹体成分: 金矿成矿流体的阴离子多为 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 F^- 等, 阳离子有 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等, 含量大小顺序为 HCO_3^- 或 $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{F}^-$, $\text{Na}^+ > \text{K}^+$ (部分 $\text{K}^+ > \text{Na}^+$), $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ (个别 $\text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$)等, 说明成矿流体主要成分是含 Cl^- 的 HCO_3^- 或 SO_4^{2-} 为主, 富含 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 的溶液。

(8) 铅、氢、氧同位素特征更是相似(详见后)。

以上分布在广大地区的六个矿区的成矿时代、围岩、侵入岩、中基性岩墙、成矿类型、成矿阶段、矿石组成、成矿温度、矿石矿物包裹体成分和稳定同位素等多方面证据都表现出其相似性和共同特征, 可能与这些金矿区固有的和共同的成因演化分不开, 实为统一的成因类型产物。

3 统一的受地壳级以上的深断裂控制

对金矿来说, 其形成与断裂构造的密切关系, 是不言而喻、人所共知的, 华南地区诸多金矿也不例外(见表2)。从构造断裂控矿来看, 六个矿区有共同特点, 具体地主要受NE—NEE向剪切断裂带控制, 或其它方向次级断裂交叉控矿。在这里本文更强调的是高一级区域性深大断裂, 或称地壳断裂控制金矿问题。根据张文佑先生(1977)意见^[14], 地壳断

裂是指深入下地壳, 可以达到上地幔的深大断裂。从我们所编华南两个系列花岗岩分布图^①的断裂分布看出, 上述金矿区均分布在区域性地壳断裂附近: 新洲金矿产在云开隆起东侧的吴川-四会断裂带中(图上为吴川-吉水地壳断裂, 下同), 河台、双保金矿位于吴川-四会断裂带与广罗断裂交叉处, 龙水金矿分布在云开隆起西北侧博白断裂带(博白-安庆地壳断裂)西盘, 抱板金矿产在海南隆起西侧的戈枕断裂带中, 庞西洞金矿产在廉江-信宜断裂带西侧(廉江-罗定地壳断裂)(表2), 几乎毫不例外地所有金矿区都分布在区域性一级断裂, 即地壳断裂附近, 明显受区域性地壳断裂甚至更高级的岩石圈断裂^[15]控制。这一规律不只华南地区, 在北方也一样, 如胶东、小秦岭、河北、内蒙等我国重要产金基地的金矿床, 也多在区域性大断裂附近。一般讲, 金矿成矿控制条件有矿源层、岩浆岩、大地构造背景、断裂构造等等, 但是从上述可见占第一位应是深入下地壳或上地幔的地壳断裂或岩石圈断裂的控制条件, 几乎各处毫无例外, 金矿统一的受地壳级以上的断裂控制。

4 统一的有两组铅同位素组成

我们对广东河台、新洲-风门坳、南冲、庞西洞金矿、广西龙水金矿和海南抱板金矿的矿石和部分围岩(变质岩)、系列Ⅱ花岗岩等进行了铅同位素研究。将已有的101个铅同位素数据^{②③}[1,2,9~11]投入 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图(图1)和 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图(图2), 发现了非常有趣的现象: 两个图上均可看出河台、新洲、南冲、龙水、庞西洞、抱板金矿铅同位素比值都可分出高值区(A、B、C、D、E、F)和低值区(A'、B'、C'、D'、E'、F'); 再与围岩和系列Ⅱ花岗岩的铅同位素对比, 可以看到更有意义的现象, 图解中围岩(W)区与各金矿高值区对应, 系列Ⅱ花岗岩(Ⅱ)区与低值区对应, 从而暗示其铅同位素来源上的对应关系。

从表3更清楚看出, 每个金矿的铅同位素高值组平均值明显高于低值组, 如新洲金矿的 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 高值区(B)平均值分别为19.34、15.88、40.12, 低值区(B')平均值分别为17.98、15.47、38.73, 其他各金矿也有类似变化; 围岩(W)和系列Ⅱ花岗岩(Ⅱ)铅同位素分别

表3 华南不同金矿区铅同位素平均值对比

Table 3. Average lead isotope values of ores from various gold deposits in South China

矿 区	样 品	区 号	样品数 (个)	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
广东河台	矿石矿物	A	24	18.77	15.73	39.11
		A'	6	18.15	15.65	38.53
广东新洲- 风门坳	矿石矿物	B	18	19.34	15.88	40.12
		B'	4	17.98	15.47	38.73
广东南冲	矿石矿物	C	2	18.89	15.83	39.68
		C'	2	18.24	15.67	39.36
广西龙水	矿石矿物	D	4	18.74	15.93	39.52
		D'	10	18.44	15.71	38.75
广东庞西洞	矿石矿物	E	1	19.59	16.56	41.04
		E'	2	18.44	15.79	38.53
海南抱板	矿石矿物	F	9	18.94	15.75	39.48
		F'	4	18.39	15.57	38.54
华南地区	围岩 深源系列 Ⅱ花岗岩	W	8	19.78	15.79	39.25
		Ⅱ	7	18.56	15.64	38.72

① 王联魁等, 1985, 华南两个不同成因系列花岗岩1:200万分布图

② 张德科, 1990, 广西贺县龙水金矿床的同位素地球化学和成因探讨, 硕士论文

③ 季明钧, 1989, 广东高要县河合金矿岩(矿)石特征及其矿床成因机理, 广东地质学会会刊

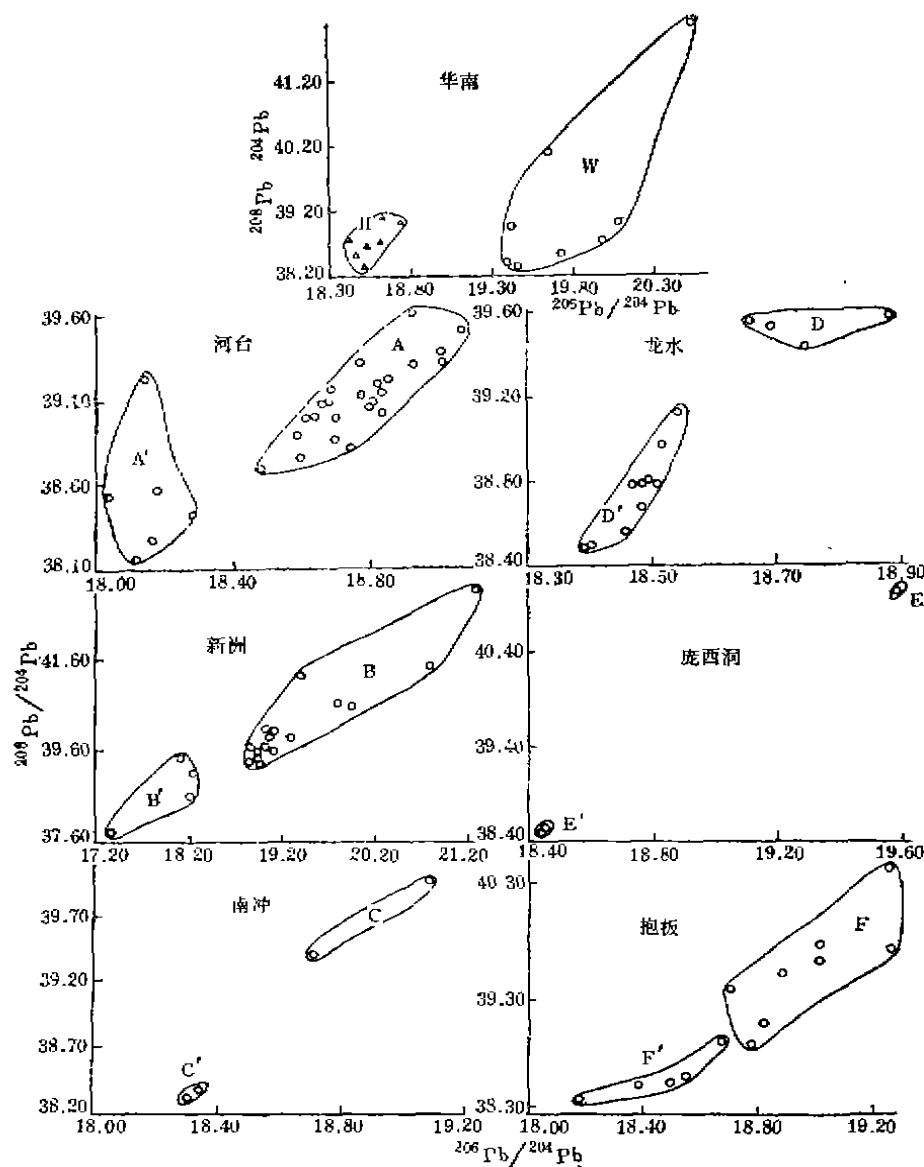
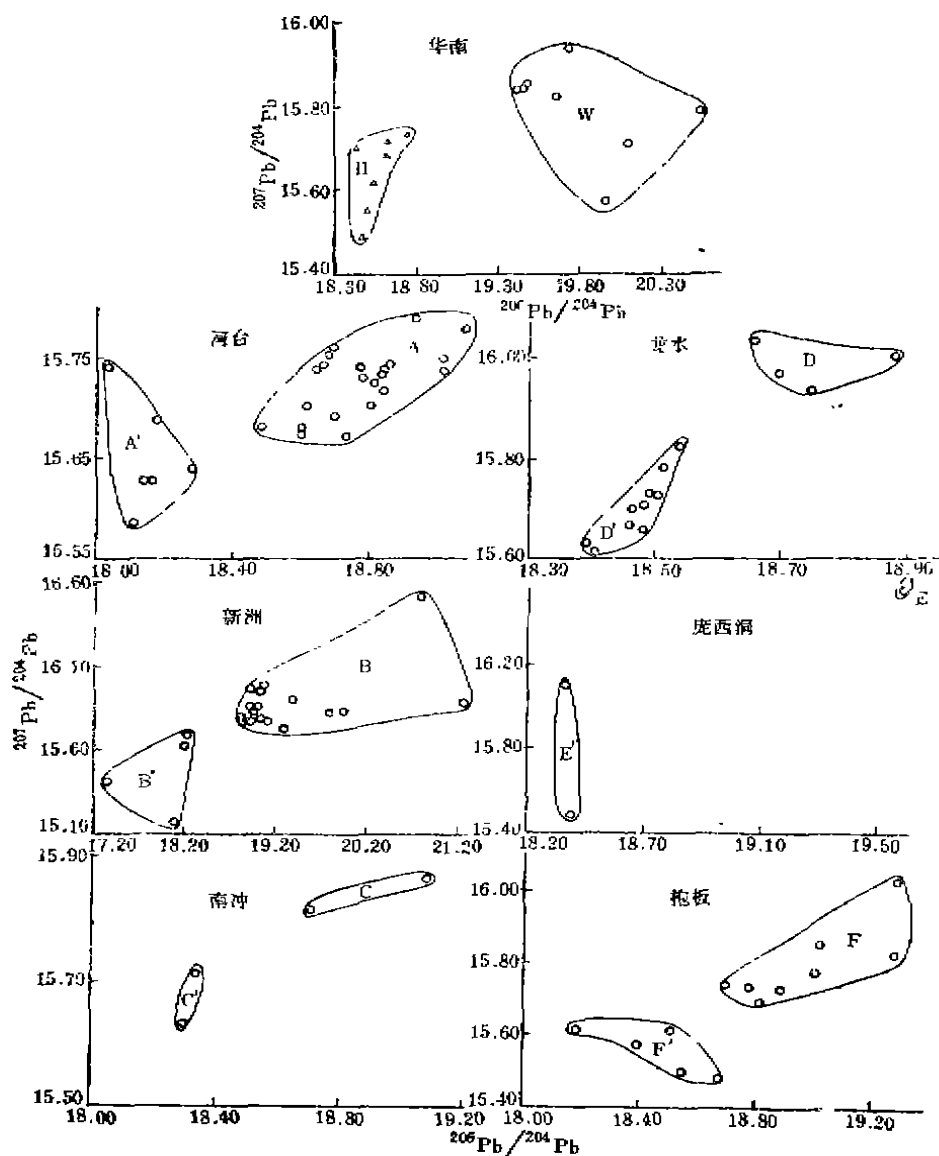


图 1 华南金矿矿石 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图

W—围岩铅同位素所在范围；II—长江系列II花岗岩铅同位素所在范围；A、B、C、D、E、F和A'、B'、C'、D'、E'、F'分别为河台、龙水、新洲、庞西洞、南冲、抱板金矿铅同位素高值区（组）和低值区（组）

Fig. 1. $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ versus $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ diagram of ores from various gold deposits in South China

W—Range of lead isotope values of country rocks; II—Range of lead isotope values of Yangtze series (Series II). A, B, C, D, E and F stand respectively for high lead isotopic ranges of Hetai, Longshui, Xinzhou, Pangxidong, Nanchong and Baoban gold deposits, whereas A', B', C', D', E', F' for their low lead isotopic ranges.

图2 华南金矿矿石 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图

图例同图1

Fig. 2. $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ versus $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ diagram of ores from various gold deposits in South China.

Symbols as for Fig. 1.

与矿石高值组和低值组对应, 其 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 平均值分别为19.78、15.79、39.25和18.58、15.64、38.72。因此进一步证实围岩铅与矿石高值组铅、系列II花岗岩铅与矿石低值组铅有来源上的对应关系。

总之, 无论是图1、2上, 还是在表3中, 都一致表明, 不同金矿铅同位素组成都可以分出高值组与低值组, 尤其这样广泛分布的华南金矿铅同位素组成变化如此相似, 绝非偶然

的巧合,而应是反映客观实际的规律。规律表明各金矿铅同位素有两个来源,高值组铅同位素来源于围岩铅(上地壳古老变质岩),低值组铅同位素来源于深源长江系列Ⅱ花岗岩或深源下地壳与上地幔铅。所以华南金矿铅同位素资料共同特征是,有深和浅两个来源。

5 统一的有共同氢、氧同位素组成

根据河台、双保、庞西洞、抱板以及龙水、石料、白马、崩岗、望天洞等金矿的38个氢、氧同位素数据^[1,2,3,11],投入图3中,可以看出,除一个点外,所有数据均落入大气降

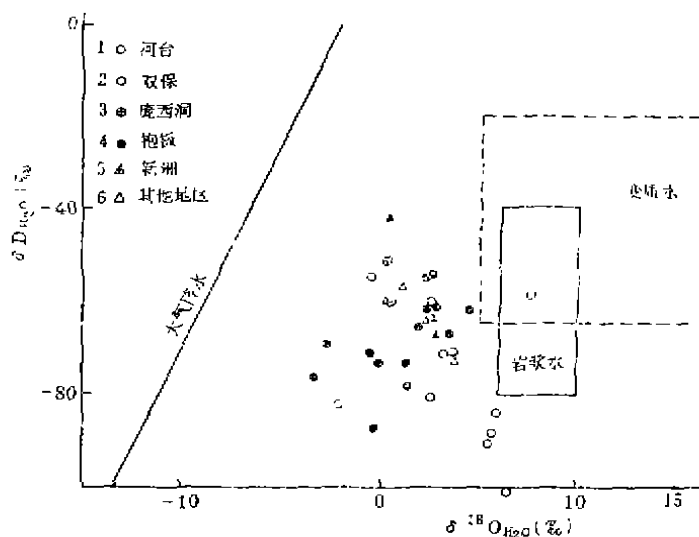


图3 华南代表性金矿 δD_{H_2O} - $\delta^{18}O_{H_2O}$ 图

Fig. 3. δD_{H_2O} versus $\delta^{18}O_{H_2O}$ diagram of typical gold deposits in China.

1—Hetai; 2—Shuangbao; 3—Pangxidong; 4—Baoban; 5—Xinshou; 6—Other areas.

水线与岩浆水区之间的过渡区,表现出各矿区氢、氧同位素有共同特征,成矿热液为大气降水与岩浆水的混合。王义文^[15]总结全国金矿稳定同位素研究中指出,各金矿区均有大气降水参与,反映在 δD_{H_2O} 上自北向南有升高趋势,即纬度效应。因此,无论从本研究看,还是从全国范围看,金矿成矿热液有大气降水参与是一个事实,就华南本研究结果看,金矿的热液水可能有两个来源:一是深源水(包括深源系列Ⅱ花岗岩浆水);另一个是古大气降水(中生代)。

6 金矿二元混合成矿模式

华南地区的金矿有许多共同特点,尤其是在地壳断裂、上地壳古老变质围岩、成矿特征、成矿时代等非常相似,应是统一成矿模式的反映。

深入下地壳或上地幔的地壳断裂存在,意味着为金矿的深源物质、热液和岩浆的上升提供了有效通道,与金矿成矿时代相近的中基性岩墙普遍发育是通过地壳断裂地幔物质上升的

直接标志和有效信息(包括岩浆、热液等)。许多金矿区发育的深源长江系列Ⅱ花岗岩,也为金矿来自深源物质提供另一方面的佐证。

金矿区广泛发育的变质围岩,包括中元古、晚元古以及寒武纪的富含成矿物质的上地壳变质岩系,为金矿形成的浅部物源提供了前提和有利条件,如有热液活动的驱动,则其中成矿元素必然参与到成矿过程中,成为金矿形成的浅部源泉。

华南诸多典型金矿区的成矿类型、矿物组合、成矿温度、包裹体成分等多方面证据,都说明其统一成因演化特征,具有早期硅化、中期硫化物和晚期碳酸盐演化趋势,成矿温度均在150~270℃,溶液成分富含 HCO_3^- 或 SO_4^{2-} 和 Na^+ 、 K^+ 等离子,种种迹象表明最终成矿是在较浅的构造环境下,所形成的中低温热液金矿。

地质和同位素年龄都说明,华南金矿时代主要为燕山晚期 $100 \times 10^6 \sim 140 \times 10^6$ a和燕山早期 $150 \times 10^6 \sim 180 \times 10^6$ a,远落后于前寒武纪或寒武纪围岩时代,属后生成矿,排除了沉积变质和变质热液(包括混合岩热液)成矿的可能。联系到上述地质分析,比较合理和可能的成矿物源,应是以地壳断裂为通道来自下地壳或上地幔的深源物质和以不同方向断裂交叉为空间的来自浅部上地壳物质互相混合,从而有可能形成二元混合成矿。

二元混合成矿的直接证据是铅和氢、氧同位素资料。六个矿区的铅同位素研究,表明各金矿均存在高值组铅及低值组铅。前者指示来源于与其对应的上地壳变质围岩铅,后者代表来源于与其对应的深源长江系列花岗岩Ⅱ组成其他深源铅。金矿中铅和金无论在元素变化相关性上,还是在其形成的矿物组合上,都表现出其间密切的“亲缘”关系,因而铅的来源可直接代表金的深浅两个不同来源特征。

同样华南许多代表性金矿的氢、氧同位素数据,在图3上清楚表现出水的来源有两个,即深源水(包括岩浆水)和浅源大气降水的混合,不同金矿几乎所有氢、氧同位素数据,均落在岩浆水区和大气降水线之间的过渡区,尤其纬度效应进一步证明大气降水的存在。

因此,多方面的地质分析和铅、氢、氧稳定同位素的直观证据,都说明华南金矿是表现复杂实际简单的远晚于围岩的后生成矿,主要是中生代燕山期浅成中低温热液矿床,其物质来源和水源,既有来自深部下地壳或上地幔的物质和水,又有就地汲取上地壳变质围岩物质和古大气降水,因此称为深浅二元混合成矿模式。

值得指出的是,主要为燕山期的二元混合成矿模式,并不排除个别金矿还存在其他时代和类型的成矿可能。

参 考 文 献

- 1 凌井生,裘有守,陈楚廷等.云开大山及其外围金矿远景区成矿条件.北京:地质出版社,1992,73~93
- 2 王鹤年,张景荣,陆建军等.粤西金矿床地球化学.南京:南京大学出版社,1991,70~177
- 3 邓琼,刘庆建.广东新洲式金矿床特征与成矿作用机理.见:关广岳主编.国际金矿地质与勘探学术会议论文集.沈阳:东北工学院出版社,1989,208~210
- 4 骆靖中.广西古袍金矿金的富集规律及矿床成因.见:关广岳主编.国际金矿地质与勘探学术会议论文集.沈阳:东北工学院出版社,1989,529~532
- 5 陈辉琪.广东茂西洞银金矿床特征.广东地质,1987,(2):93~108
- 6 俞受望,陈志中,李强等.海南抱板地区金矿床成因的初步探讨.见:关广岳主编.国际金矿地质与勘探学术会议论文集.沈阳:东北工学院出版社,1989,346~347

- 7 冯连顺,抱板式金矿在地质矿床模式的初步探讨.见:关广岳主编,国际金矿地质与勘探学术会议论文集,沈阳:东北工学院出版社,1989,220~221
- 8 叶伯丹,朱家平,广东金矿时代.见:关广岳主编,国际金矿地质与勘探学术会议论文集,沈阳:东北工学院出版社,1989,570~571
- 9 陈好寿,杨开渠,吴)川-四会断褶带中金矿化的同位素地球化学研究.见:关广岳主编,国际金矿地质与勘探学术会议论文集,沈阳:东北工学院出版社,1989,476~480
- 10 张志兰,张树发,袁海华,广东河台金矿硫铅同位素特征,广东地质,1989,(1):29~39
- 11 王鹤年,张守韵,俞受邈等,华夏地块韧性剪切带型金矿地质,北京:科学出版社,1992,51~124
- 12 刘光龙,广东高要广宁地质兰源-江屯动力变质带的地质特征与金矿分布的关系,广东地质,1990,(3):46~56
- 13 王联魁,朱为方,张绍立,华南花岗岩两个成岩成矿系列的演化,地球化学,1982,(4):329~338
- 14 张文佑,钟嘉猷,中国断裂构造体系的发展,地质科学,1977,(3):197~208
- 15 王义文,中国金矿床稳定同位素地球化学研究,见:关广岳主编,国际金矿地质与勘探学术会议论文集,沈阳:东北工学院出版社,1989,548~551
- 16 叶伯丹,两广云开地区同位素地质年龄数据及其地质意义,广东地质,1989,(3):39~55
- 17 袁奎荣,华南花岗岩断裂带热液银金矿的几个地质问题,桂林冶金地质学院学报,1983,(3):1~8
- 18 杨文思,熊丽君,黄宏立等,金山金矿成因及德兴矿带的岩浆成因矿床系列,见:关广岳主编,国际金矿地质与勘探学术会议论文集,沈阳:东北工学院出版社,1989,342~344
- 19 张乐凯,广西张公岭银金矿床物理化学条件探讨,桂林冶金地质学院学报,1983,(3):39~57
- 20 张恒兴,广西张公岭银金多金属矿床成矿规律探讨,见:关广岳主编,国际金矿地质与勘探学术会议论文集,沈阳:东北工学院出版社,1989,355~357

BINARY(DEEP AND LOW) MIXED MODEL OF GOLD MINERALIZATION IN SOUTH CHINA

Wang Liankui, Zhang Shaoli, Huang Zhilong

(Guangzhou Branch of Institute of Geochemistry, Academia Sinica, Guangzhou 510640)

Key words: gold ore deposits in South China, binary mixed mineralization, metallogenic model, stable isotopes

Abstract

In recent years, gold mining and prospecting have been developed rapidly in South China. The representative gold deposits, such as Hetai, Xinzhou, Nanchong, Longshui, Pangxidong and Baoban, are considered to be of different ages and genetic types. The genesis of the gold deposits is interpreted commonly by the polynary theory. According to country rocks, intrusions, intermediate-basic dikes, mineralization types, mineralization stages, ore mineral compositions, mineralization temperatures, fluid inclusion compositions and isotopic ages, however, we have found that they are mainly Yanshanian ($100 \times 10^6 \sim 114 \times 10^6$ a or $150 \times 10^6 \sim 180 \times 10^6$ a) products and all belong to

the same epigenetic mineralization type, formed much later than pre-Cambrian and Caledonian metamorphic country rocks and granites. The deep faults, which cut into lower crust or upper mantle and provided favorable channels for deep-source gold materials, frequently occur flanking these gold deposits. In the diagrams of $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ versus $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ and $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ versus $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (101 data), the distribution of ore lead isotopes in these gold districts can be divided into the high value region (A, B, C, D, E and F) and the low region (A', B', C', D', E' and F'). The high value region corresponds to the upper crustal metamorphic country rocks (W) of gold deposits, whereas the low corresponds to deep Yangtze series (Series II granites) (II). This shows that lead isotopes of these gold deposits were derived from two sources—one from upper crustal metamorphic rocks, and the other from deep sources, including Series II granites, intermediate-basic dikes, lower crust and upper mantle. In the diagram of $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ versus $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$, 138 data for these ore deposits fall mainly into the transitional area between the meteoric water line and the magmatic water district, suggesting that water of these hydrothermal gold deposits may be divided into two kinds—meteoric water and deep source water, including magmatic water. Therefore, although the gold deposits in South China appear very complicated in age and genetic type, they are actually rather simple and belong to the same epigenetic meso-epithermal type formed much later than country rocks. They are Yanshanian in age and their mineralization materials and water sources must have been derived from deep crust or upper mantle through deep faults, as well as from upper crust and paleometeoric water. So, the metallogenic model might be called binary (deep and low-source) mixed model of gold mineralization.