

# 中国东南部某些热液矿床的成岩成矿时差序列及有关问题讨论\*

李长江 徐步台 蒋叙良 胡永和

(浙江省地质矿产研究所,杭州)

**摘要:** 根据一些热液矿床和赋矿岩浆岩的同位素年龄资料,结合矿床地质研究表明,其成岩成矿时差序列为钨铍铌钽→铜铅锌→金银→萤石依次增大。该序列与成矿元素的 $S^{35}/S^{34}$ 值递增序列一致,也与矿床的成矿温度从高到低、深度由深至浅、成矿流体来源以岩浆热液到大气降水为主的成矿特征一致。并且随着成岩成矿时差增大,含矿构造由较密集分布的节理或裂隙转变为非常稀疏分布的断裂或断层。

**关键词:** 热液矿床 同位素年龄 成岩成矿时差序列

以往,对我国东南部与中生代火山岩、花岗岩有关的热液矿床,人们一般根据岩浆岩的成岩年龄来间接厘定矿床的形成时代。这样,对不同矿床往往得出极其相似的成矿时间。近年来,随着有关矿床成矿年龄测定资料的逐渐积累,已揭示了不同热液矿床与赋矿岩浆岩之间存在着各自的成岩成矿时差。显然,这种成岩成矿时差序列的系统研究,将对进一步了解成矿热液体系的成因和时空演化有着重要的意义。

本文根据一些热液矿床及其赋矿岩浆岩的同位素年龄资料,结合矿床地质研究发现,按钨铍铌钽、铜铅锌、金银和萤石矿的序列,其成岩成矿时差依次增大。并进一步研究表明,成矿元素的相对活动性是造成这种时差序列的主要原因,而成岩成矿时差的大小又与不同矿床在含矿构造性质上的变化具有明显对应关系。因此,这就揭示了一个重要事实,即通过成矿时间(或成岩成矿时差)可把成矿元素的物理化学性质与含矿构造性质有机地联系起来。

## 1 不同类型热液矿床的成岩成矿时差

### 1.1 萤石

如表1所示,萤石(指单一的脉状萤石矿床,不包括伴生萤石)成矿年龄为 $70 \times 10^6 \sim 90 \times 10^6$  a左右,与赋矿火山岩、花岗岩成岩年龄时差大致 $40 \times 10^6 \sim 70 \times 10^6$  a。野外地质观察也证实,萤石成矿作用明显滞后于火山岩和花岗岩成岩时间<sup>[1,2]</sup>。例如,在浙江武义—东阳一带,萤石脉产于火山岩( $J_3$ )和沉积岩( $K_{1c}, K_{1f}$ )中,属于山麓洪积成因的方岩组( $K_{1f}$ )含有火山岩砾石而无火山岩夹层。广东河源到吉萤石矿区,出露的柏埔花岗岩体侵入于下侏罗统金鸡组( $J_1j$ )中,部分被上白垩统南雄群( $K_{2nm}$ )不整合覆盖。南雄群为一套山麓洪积相、湖泊相沉积岩,其中含大量花岗岩砾石。萤石脉穿切了柏埔岩体和南雄群。柏埔岩体的锆石U-Pb年龄为 $139 \times 10^6$  a(朱志辰等,1980)。由此表明,这些萤石矿床是在侵入的花岗岩浆或喷发的熔岩——碎屑物质已固结成岩,并遭受一定程度的风化剥蚀之后形成的。

\* 浙江省自然科学基金资助项目的部分内容

李长江,男,41岁,高级工程师,1981年于浙江大学研究生毕业。邮政编码:310007

表 1 一些热液萤石矿床与火山岩、花岗岩的成岩成矿时差  
Table 1. Time interval between the formation of some hydro-  
thermal fluorite deposits and that of host volcanic rocks and granite

矿床	赋矿岩石	成矿年龄		成岩年龄		成岩成矿时差 (10 <sup>6</sup> a)
		样品与方法	年龄值 (10 <sup>6</sup> a)	样品与方法	年龄值 (10 <sup>6</sup> a)	
杨家	火山岩	萤石、方解石裂变径迹 萤石 Sm-Nd 等时线 <sup>①</sup> 矿脉中蚀变围岩角砾 K-Ar 法	73.3~92.4	全岩 Rb-Sr 等时线	135.4 <sup>①</sup> 140 <sup>②</sup>	40~70
余山头	火山岩 沉积岩					
后树	火山岩					
南山坑	火山岩					
庚村	花岗闪长岩	萤石裂变径迹	81.8	黑云母 K-Ar (花岗闪长岩)	142 <sup>④</sup>	55~60
	火山岩	萤石-蚀变围岩 Rb-Sr 等时线	84.0 <sup>③</sup>	全岩 Rb-Sr 等时线 (火山岩)	139~145 <sup>⑤</sup>	
银子山	火山岩 沉积岩	矿脉中蚀变围岩角砾 K-Ar 法	92	全岩 Rb-Sr 等时线	139~145 <sup>⑤</sup>	45~50
芦塘	花岗岩 沉积岩	钾长石 K-Ar 法	85.5 <sup>⑥</sup>	黑云母 K-Ar 法	148 <sup>⑥</sup>	60~65
泗岭	花岗岩 沉积岩	蚀变花岗岩 K-Ar 法	99.1 <sup>⑥</sup>			
到吉	花岗岩 沉积岩	地层法 (矿脉从花岗岩延伸贯入 K <sub>2</sub> 地层)	≤70	锆石 U-Pb	135 <sup>⑦</sup>	≤70

注：① 韩文彬等(1989)；② 施实(1979)；③ 卢武长等(1990)；④ 徐步台(1984)；⑤ 浙江省第一地质大队 (莫干山幅 1/5万报告)；⑥ 梁修睦等(1986)；⑦ 朱志辰(1980)。余者为本文作者(1989)

## 1.2 金银、铅锌 (铜)

一些热液金银、铅锌 (铜) 矿床与赋矿火山岩、花岗岩的成岩成矿时差见表 2。尽管不同矿区的岩浆岩成岩年龄可大小不一，但各个矿床仍均具有较大的成岩成矿时差。其中，金银矿为  $30 \times 10^6 \sim 60 \times 10^6$  a；金铜矿、铅锌 (铜) 矿为  $10 \times 10^6 \sim 30 \times 10^6$  a。

## 1.3 钨铍铌钽

与前两类矿床大相径庭，钨铍铌钽矿床成矿年龄与其有关花岗岩成岩年龄基本一致，即几乎不存在成岩成矿时差 (表 3)。其中，与西华山复式岩体有关的西华山、荡坪等矿床，成矿年龄变化较大，主要是与该岩体的多阶段侵入及伴随有多期次成矿作用有关。据陈毓川等 (1989) 和丁梯平等 (1988) 的资料<sup>[3,4]</sup>，西华山复式岩体有四个阶段成岩和四个期次成矿：对应于  $131 \times 10^6 \sim 141 \times 10^6$  a、 $139 \times 10^6 \sim 145 \times 10^6$  a、 $149 \times 10^6 \sim 156 \times 10^6$  a 及  $163 \times 10^6$  a 四组成岩年龄，分别有  $131 \times 10^6 \sim 132 \times 10^6$  a、 $139 \times 10^6$  a、 $153 \times 10^6 \sim 155 \times 10^6$  a 及  $160 \times 10^6$  a 四组成矿年龄。

## 2 讨论

2.1 表 1、2 和 3 的同位素年龄值是由多种方法测定的，有的数据可能会存在某些不确

表 2 一些热液金银、铅锌(铜)矿床与火山岩、花岗岩的成岩成矿时差  
Table 2. Time interval between the formation of some hydrothermal gold, silver, lead and zinc (copper) deposits and that of host volcanic rocks and granite

矿床	赋矿岩石	成矿年龄		成岩年龄		成岩成矿时差 (10 <sup>6</sup> a)
		样品与方法	年龄值 (10 <sup>6</sup> a)	样品与方法	年龄值 (10 <sup>6</sup> a)	
双桂金矿	闪长岩 火山岩	矿物和蚀变围岩 Rb-Sr 等时线	72.6	全岩 Rb-Sr 等时线 K-Ar 等时线	118.6 115.1	40~45
后岸银矿	火山岩	含矿次生石英岩 K-Ar	74.9-84.7 <sup>①</sup>	全岩 Rb-Sr 等时线	115	30~40
千官岭金银矿	火山岩	6号矿体次生石英岩 K-Ar	68.6 <sup>①</sup>	全岩 Rb-Sr 等时线	115	45
玲珑金矿	混合花岗岩	矿石和蚀变围岩中水白云 母 Rb-Sr 等时线	112 <sup>②</sup>	全岩 Rb-Sr 等时线	156 <sup>③</sup> 149.8 <sup>④</sup>	35~40
焦家金矿	混合花岗岩	矿石和蚀变围岩中水白云 母 Rb-Sr 等时线	105 <sup>②</sup>	全岩 Rb-Sr 等时线	156 <sup>③</sup> 149.8 <sup>④</sup>	45~50
小秦岭金矿	变质岩 花岗岩	矿脉中长石 K-Ar	67.7 <sup>⑤</sup>	全岩 K-Ar	100-130 <sup>⑤</sup>	30~60
紫金山金铜矿	火山岩	矿石 Rb-Sr 等时线 明矾石 K-Ar	99.6 103.9	全岩 K-Ar	115 <sup>⑥</sup>	10~15
大岭口铅锌银矿	火山岩	蚀变岩 K-Ar	100 <sup>①</sup>	全岩 Rb-Sr 等时线	115	15
银山铅锌铜矿	英安斑岩 千枚岩	穿插矿体的石英斑岩 K-Ar 矿化蚀变火山岩 K-Ar	105 129.5		138 <sup>[3]</sup>	10~30

注: ①刘抗娟(1990); ②骆万成等(1988); ③文子中(1988); ④王鹤年等(1986); ⑤栾世伟(1987);

⑥王文斌等(1989)。未加注者为本文作者(1989)

定性,但是,同一类矿床的成岩成矿时差值仍相对集中,并且显示了从萤石( $40 \times 10^6 \sim 70 \times 10^6$  a)→金银( $30 \times 10^6 \sim 60 \times 10^6$  a)→铅锌(铜)( $10 \times 10^6 \sim 30 \times 10^6$  a)→钨铋铌钽( $\approx 0 \times 10^6$  a)的一个相对递减序列。此外,从萤石(表1)和金矿(表2)的少数均由同一Rb-Sr等时线法测定的成矿年龄和岩浆岩成岩年龄的时差来看,也是相符合的。因此,上述所确定的成岩成矿时差序列,即按钨铋铌钽、铜铅锌、金银、萤石的顺序递增,这种相对关系无疑是存在的。

2.2 根据我们及其他作者的研究结果,表明萤石、金银、铅锌热液矿床的形成主要与大气降水成因的循环地热水有关,成矿物质大多是由地热水从岩石中淋滤汲取而来的<sup>[1-7]</sup>。一般,萤石成矿温度为 $100 \sim 200^\circ\text{C}$ ,深度 $500 \sim 1000\text{m}$ ;金银、铅锌成矿温度为 $150 \sim 350^\circ\text{C}$ ,深度 $500 \sim 1500\text{m}$ 。而钨铋铌钽矿床的成矿流体和成矿元素则主要来自花岗岩浆<sup>[3]</sup>。但当钨矿床中出现大量萤石的晚阶段时,其成矿流体则以大气降水来源为主,如柿竹园钨锡多金属矿<sup>[3,8]</sup>。钨铋铌钽成矿温度为 $200 \sim 450^\circ\text{C}$ ,深度 $1500 \sim 4000\text{m}$ 。据上所述,这些矿床的成岩成矿时差相对序列(钨铋铌钽<铅锌<金银<萤石),与其成矿温度从高到低,深度由深至浅,成矿流体来源以岩浆热液到大气降水为主的成矿作用是一致的(图1、2)。同时,还

表3 一些热液钨铍铌钽矿床与花岗岩的成岩成矿时差  
Table 3. Time interval between the formation of some tungsten,  
beryllium, niobium and tantalum deposits and that of host granite

矿床	赋矿岩石	成矿年龄		成岩年龄		成岩成矿时差 (10 <sup>6</sup> a)
		样品与方法	年龄值(10 <sup>6</sup> a)	样品与方法	年龄值(10 <sup>6</sup> a)	
西华山钨矿 荡坪钨铍矿 罗坑钨矿 生龙口钨矿	复式花岗岩	矿脉中白云母 K-Ar	131~132 } 139 } 153~155 } 160 } ① ② ③	全岩 Rb-Sr 等时线 黑云母 K-Ar	131~141 <sup>[4]</sup> 139~145 149~156 <sup>[3]</sup> 163	≈ 0
大吉山钨铍 铌钽矿	浅变质岩 花岗岩	矿脉中白云母 K-Ar	167 } 178 } ③	全岩 Rb-Sr 等时线	159~167 <sup>[3]</sup>	
葛源铌钽钨矿	浅变质岩 碱长花岗岩	铁锂云母 K- Ar	136 (铌钽伟晶岩) 130~132 (黑钨矿脉) ③		127~136 <sup>[3]</sup>	
南朝鲜 Dachwa 钨铌矿	花岗岩	白云母 K-Ar	88.2 <sup>[10]</sup>	黑云母 K-Ar	87.6 <sup>[10]</sup>	
葡萄牙 Panasqueira 钨锡矿	沉积岩 花岗岩 (隐伏)	矿脉中白云母 <sup>40</sup> Ar- <sup>39</sup> Ar	291.6~296.3 <sup>[11]</sup>	全岩 Rb-Sr 等时线	280 <sup>③</sup>	

注：①王从周(1985)；②江西省地质科学研究所(1982)；③ Schermerhorn (1961)

说明随着成岩成矿时差的相对增大，岩浆体对成矿作用的关系，由热源和物源的双重作用转变为单一的热源作用（或主要起热源作用）。

此外，钨铍矿床的含矿构造通常为节理或裂隙，在一个矿床往往成组成带的密集分布，具有几十至数百条以上的矿脉。矿脉单体一般宽0.2~1m，仅个别达2~4m。萤石及一些金银铅锌矿床的含矿构造主要为断裂或破碎带，在一个矿床中，一般只形成一至几条含矿断裂或破碎带，矿脉单体宽通常为1~nm，少数可达10m以上。这种现象也与矿床的成岩成矿时差大小有关。因为钨铍矿床成矿时间与花岗岩形成（侵位）时间较接近，表3中几种方法测定的成矿年龄甚至略小于赋矿花岗岩的成岩年龄，此时岩体及其接触带附近围岩可能仍处于一种尚未完全固化的热塑性态，所以岩体受构造应力作用时，往往形成比较密集分布的节理或裂隙。相反，成岩成矿时差较大的萤石等矿床，在成矿时岩体已固结甚至浅部已处于被剥蚀状态，故岩体受构造应力作用时，主要发生脆性破裂。并且从岩石初始破裂到成矿时刻，已经历了长期的多次构造活动，通常发育成规模较大但不密集的断裂或破碎带。

2.3 从表4可看出，其成岩成矿时差的大小似与成矿元素的 $S_{298}^0$ （熵标准值）和 $d_i$ （离子密度）大小密切相关。拉斐洛维奇（1990）将 $S_{298}^0/d_i$ 作为度量元素相对迁移能力的指数。一般，熵是衡量各种组分无序度和分散能力的尺度，元素活动性随熵的增高而增大。而元素及其化合物的相对活动性则随离子密度的增大而减小。相关元素按 $S_{298}^0/d_i$ 值增高排列的序列（W、Be、Mo、Sn、Nb、Ta<Zn、Cu<Ag、Au、Pb<Ca、F）与其成岩成矿时差增大

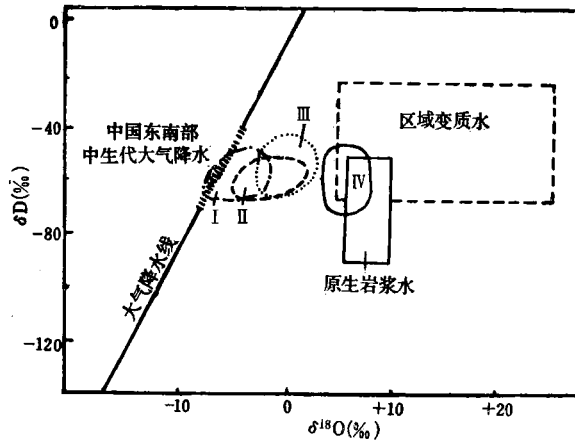


图 1 水来源模式的  $\delta D-\delta^{18}O$  相关图

(中生代大气降水据张理刚<sup>(9)</sup>、徐步台等<sup>(9)</sup>；余者据Sheppard, 1977)

I—萤石矿床 (李长江等, 1988、1990); II—金银矿床 (刘英俊等, 1987; 郑人来等, 1986; 徐步台, 1988; 王文斌等, 1989); III—铅锌矿床 (涂光炽等, 1983; 魏元柏等, 1987; 丁梯平等, 1988; 胡永和等, 1989); IV—钨铍铋钽矿床 (张理刚, 1985; 陈毓川等, 1989; 丁梯平等, 1988)

Fig. 1.  $\delta D$  versus  $\delta^{18}O$  diagram for water source model.

I—Fluorite deposits; II—Gold-Silver deposits; III—Lead-zinc deposits; IV—Tungsten-beryllium-niobium-tantalum deposits.

表 4 一些元素的物理化学常数

Table 4. Physicochemical constants of some elements

	W	Sn	Mo	Be	Nb	Ta	Pb	Zn	Cu	Au	Ag	Ca	F
原子量	183.8	118.7	95.9	9.0	93.9	180.9	207.3	65.4	63.5	197.0	107.9	40.1	19.0
离子半径(Å)	0.62 (+6)	0.74 (+4)	0.65 (+6)	0.34 (+2)	0.69 (+5)	0.68 (+5)	1.26 (+2)	0.83 (+2)	0.80 (+2)	1.37 (+1)	1.13 (+1)	1.05 (+2)	1.33 (-1)
	0.70 (+4)		0.70 (+4)										
电离势(eV)	7.98	7.34	7.10	9.32	6.88	7.89	7.42	9.39	7.73	9.23	7.58	6.11	17.42
电负性	1.7	1.8	1.8	1.5	1.6	1.5	1.8	1.6	1.9	2.4	1.9	1.0	4.0
离子密度(di)	184.2 (+6)	70.0	83.6 (+6)	51.7	67.6	137.4	24.8	27.3	16.1	18.3 (+1)	17.9	8.3	1.9
	128.0 (+4)		66.8 (+4)										
焓标准值, $S_{298}^{\circ}$ (J/mol.K)	32.64	51.18	28.66	9.50	36.40	41.51	64.81	41.63	33.14	47.40	42.55	41.60	202.69
$S_{298}^{\circ}/di$	0.17 (+6)	0.73	0.34 (+6)	0.17	0.54	0.32	2.61	1.52	2.05	2.59	2.38	5.03	105.0
	0.26 (+4)		0.43 (+4)										

( ) 内为元素价态

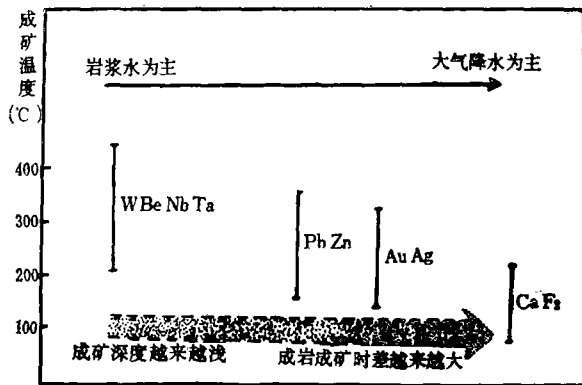


图 2 热液矿床的成矿作用与成岩成矿时差关系图

Fig. 2. Ore-forming processes of hydrothermal deposits in relation to time interval between the formation of host rock and that of ore.

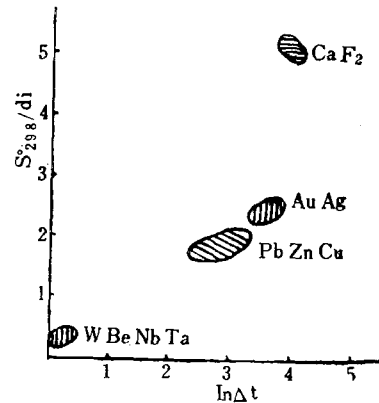


图 3 热液矿床  $\ln \Delta t$  (成岩成矿时差) 与  $S_{2,3,4}^{0,1}/di$  关系图

Fig. 3.  $\ln \Delta t$  versus  $S_{2,3,4}^{0,1}/di$  diagram for hydrothermal deposits ( $\Delta t$  stands for time interval between the formation of host rock and that of ore).

的序列 (钨铍铌钽 < 铜铅锌 < 金银 < 萤石) 相一致 (图 3)。由此表明, 与物理化学性质有关的元素相对活动性差异是造成萤石、金银、铅锌 (铜) 及钨铍铌钽矿具有不同成岩成矿时差的主要原因, 即元素的活动性越大, 其形成矿床的时间与赋矿岩浆岩的成岩时间相差越大。由于在岩浆活动时及紧接其后的岩浆固化成岩期间, 环境的温度高, 一般只有活动性相对较小的元素, 如 W、Be (趋于集中在岩浆流体中) 在岩浆热液作用阶段成矿; Nb、Ta 主要富集在花岗岩浆从岩浆结晶阶段向气成-高温热液阶段转变的自变质交代阶段<sup>[3]</sup>。活动性相对大的元素或是优先进入岩浆早期结晶的矿物被分散固定下来, 或是在气液相中易于向温度和压力降低方向迁移、分散 (如 F 在碱度较高的岩浆中, 易于取代羟基而参与黑云母、角闪石的组成被分散; 在酸度较高的岩浆中, 则趋向于分布在气液相中)。因此, 无论是在陆上火山喷发还是岩浆侵入时, 都难以聚集成矿。但在岩浆喷发-侵入物质已固结成岩之后, 经过长时间多期次的断裂活动造成岩石强烈破碎 (为成矿提供有利空间, 增加岩石或矿物与流体的接触面积) 和中-低温地热水的环流淋滤汲取作用, 则有可能使分散在岩石中的成矿元素被重新汲取富集于断裂构造之中。这就是萤石、金银、铅锌等成矿作用明显滞后于岩浆岩成岩作用的缘由。同时, 这些矿床之所以可见于多种地质环境而不具有任何明显的岩浆岩成矿专属性, 也可能与此不无联系。

2.4 基于上述讨论, 对萤石、金银和铅锌成矿的主要有利条件应该是, 具有良好的矿源区——成矿元素含量高且易于被活化 (淋滤汲取和迁移); 陡的地热梯度 (温度梯度大于绝热梯度); 较丰富的循环地热水; 岩石具有适宜的渗透性和封闭性, 以及长时间多期次活动的断裂系统。

### 参 考 文 献

- 1 李长江, 蒋叙良. 浙江萤石矿床的裂变径迹年龄测定及有关问题讨论. 地球化学, 1989, (2): 181~188
- 2 李长江, 蒋叙良. 浙江武义—东阳地区萤石矿床的铍同位素地球化学研究. 矿床地质, 1989, 8 (3): 65~74
- 3 陈毓川等. 南岭地区与中生代花岗岩类有关的有色及稀有金属矿床地质. 北京: 地质出版社, 1989.

- 4 丁悌平等.南岭地区几个典型矿床的稳定同位素研究.北京:科学技术出版社,1988.
- 5 郑明华,刘建明.浙江冶岭头金银矿床形成的物理化学条件及成矿过程分析.地质学报,1987,61(3):252~266
- 6 李长江,徐步台等.浙东南金银铅锌区域成矿作用的若干问题探讨.地质与勘探,1990,26(6):1~8
- 7 胡永和,李长江等.浙东沿海火山岩区金、银和含金(银)铅锌矿床成因及成矿模式探讨.浙江地质,1990,6(2):15~25
- 8 张理刚.稳定同位素在地质科学中的应用.西安:陕西科学技术出版社,1985.
- 9 徐步台,邵益生.浙江高岭土矿床中氢氧同位素的研究.地质科学,1986,(1):90~96
- 10 Chil-Sup So, Shelton K L, Seidemann D E, Skinner B J. The Dae Hwa tungsten-molybdenum mine, Republic of Korea: a geochemical study. Econ. Geol., 1983, 78: 920~930
- 11 Shee L W, Sutter J F, Kelly W C. Thermochronology of economic mineral deposits, dating the stages of mineralization at Panasqueira, Portugal, by high-precision  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  age spectrum techniques on muscovite. Econ. Geol. 1988, 83(2): 335~354

## TIME INTERVAL BETWEEN THE FORMATION OF HOST ROCK AND THE MINERALIZATION IN SOME HYDROTHERMAL DEPOSITS OF SOUTHEAST CHINA WITH A DISCUSSION ON SOME RELATED PROBLEMS

Li Changjiang, Xu Butai, Jiang Xuliang and Hu Yonghe

(Zhejiang Institute of Geology and Mineral Resources, Hangzhou, Zhejiang Province)

### Abstract

Based on isotopic ages of some hydrothermal deposits and host magmatic rocks in combination with geological characteristics of these deposits, the authors have reached the following conclusions:

1. Time intervals between the formation of host rock and the mineralization for fluorite, gold-silver, lead-zinc(copper) and tungsten-beryllium niobium-tantalum deposits are in order of tungsten-beryllium-niobium-tantalum ( $\approx 0 \times 10^6 \text{a}$ ) < copper-lead-zinc ( $10 \times 10^6 \sim 3 \times 10^6 \text{ a}$ ) < gold-silver ( $30 \times 10^6 \sim 60 \times 10^6 \text{ a}$ ) < fluorite ( $40 \times 10^6 \sim 70 \times 10^6 \text{ a}$ ). Such time interval sequence is in agreement with the sequence of ore-forming sequence arranged in increasing  $s_{2,3}^{\circ}/d_i$  values (W, B, Mo, Sn, Nb, Ta < Zn, Cu < Ag, Au, Pb < Ca, F), suggesting that the relative mobility of ore-forming elements which is related to their physical-chemical properties must be the major factor causing the formation of host rock and the mineralization of these deposits.

2. The above time interval sequence coincides with the ore-forming evolutionary trend that temperature gradually falls, depth becomes smaller, and

(to be continued on p.105)

## THE OUTSTANDING SIGNIFICANCE OF YANSHANIAN- HIMALAYAN CYCLE IN THE FORMATION OF ENDOGENIC GOLD DEPOSITS AND ITS REASON

Gao Zhibin and Wang Xiaochun

*(Southwest Institute of Metallurgical Geology, Chengdu, Sichuan Province)*

### Abstract

Endogenic gold deposits of China are characterized by wide distribution, multiple mineralized beds and complex ore deposit types. Ore-forming substances are derived mainly from four types of auriferous geological formations, namely, Archeozoic metamorphosed intermediate-basic volcanic formation (greenstone belt), ultrabasic-basic volcanic formation, turbidite (flysch) formation and Mesozoic-Cenozoic intermediate-acid volcanic-subvolcanic formation. Mineralizations are closely related to structures and also have something to do with magmatic activities. The data available show that the Yanshanian-Himalayan period is the major metallogenic period for endogenic gold deposits in China. The tectonic-magmatic event caused by specific plate movement environment in which Mesozoic-Cenozoic Chinese continent lay and the unprecedented heat effect as well as the dilation space effect seem to be the fundamental reason why endogenic gold deposits in China are concentrated in this period. Finally, this paper summarizes the ore-forming evolutionary process of endogenic gold deposits in China.

---

(continued from p.112)

ore-forming fluids vary from magmatic solution to meteoric water as the dominant source, indicating that the time intervals between the formation of host rock and the mineralization could to a certain extent reflect genetic characteristics of ore deposits.

3. With the growing time interval, the ore-bearing structure commonly changes from crowded joints of fissures (as seen in tungsten-beryllium deposits) to sparsely-distributed faults or fracture zones (as observed in fluorite and gold-silver-lead-zinc deposits). This suggests that, through the study of ore-forming time or time interval between the formation of host rock and the mineralization, the physical-chemical properties of ore-forming elements might be connected with features of ore-bearing structure, and this seems to be of great significance to the study of structural geochemistry.