

中基性脉岩对金矿成矿的贡献

——以小秦岭金矿区为例

倪师军

(成都理工学院科研处)

李朝阳

(中国科学院矿床地球化学开放研究实验室)

张 诚

(西安地质矿产研究所)

高荣德

(河南地质一队)

刘春富

(陕西地质六队)

【摘要】文章以小秦岭金矿区为例,研究了中基性脉岩与金矿床成因的关系。研究表明,中基性脉岩的产出反映了区域性地壳拉张构造环境,此环境有利于构成富矿化剂的热液体系。只有当富矿化剂的热液体系在时间和空间上与金等成矿元素的矿源层(体)配合得当,才可能在适宜的地质地球化学条件下形成相应的矿床。即中基性脉岩对金成矿的制约关系主要在于矿化剂而非金源。

关键词 辉绿岩,煌斑岩,金矿,矿化剂

中图分类号 P618.51, P588.13

近年来,人们逐渐注意到有不少金矿床与中基性脉岩在时间、空间和成因上都有联系。Mcneil and Kerrich(1986),Rock and Groves(1988)根据澳大利亚、加拿大和北美一些金矿床与煌斑岩的组合关系认为,煌斑岩是金矿找矿的良好标志。Rock and Groves(1988)认为:煌斑岩是深部地幔富金源体的金的载体。地核或深部地幔富金流体形成金和大半径亲石离子的富集地幔源,这种富集地幔源的部分熔融可生成煌斑岩浆。地壳拉张导致煌斑岩浆上升,或衍生长英质岩浆,或把金携带到变质热液系统中。这一成因模式(以下简称 R-G 模式)的核心观点是由煌斑岩浆提供金源。

研究表明,R-G 模式在解释我国一些石英脉型金矿床成因时遇到了一定的困难,这在小秦岭金矿区尤为典型。小秦岭金矿区的煌斑岩脉的形成时间大都晚于含金石英脉,只有少量煌斑岩脉才形成于金成矿晚阶段。胶东金矿区的煌斑岩脉也有类似情况(罗天明,1991;李胜荣,1993)。既然煌斑岩脉形成时间晚于金的成矿,R-G 模式就出现了难以解释的矛盾。

野外工作表明,我国一些石英脉型金矿床中(或附近)广泛发育有辉绿岩脉和煌斑岩脉,它

1993-12-27 收稿

中国科学院矿床地球化学开放研究实验室资助项目

们不仅与金矿成矿具有时间和空间的联系,并且也具有一定的成因联系(罗天明,1991;檀国平,1990;倪师军,1991;孙林、马学欣,1991)。笔者选择小秦岭金矿区进行了详细的研究工作,初步探讨了中基性脉岩对金矿成矿的贡献,并取得了一些新认识。在此基础上,提出了与R-G模式完全不同的另一个金矿成因模式。

1 中基性脉岩的成因

小秦岭金矿区及其附近广泛发育中基性脉岩。现已发现的岩石主要有辉绿岩和煌斑岩,其次见有少量的辉长辉绿岩、辉绿玢岩和闪长玢岩等。这些脉岩的产状一般都较陡,多在 65° 以上,最陡者达 87° 。单条岩脉都受断裂构造控制,多为近东西向展布($175^{\circ}\sim 190^{\circ}$),少量呈北东向和北北东向($30^{\circ}\sim 45^{\circ}$)以及北西向($310^{\circ}\sim 335^{\circ}$)展布。岩脉多出现在花岗岩体外侧太华群变质岩系地层中,距花岗岩一般为 $1\sim 5$ km左右。但也发现有产于花岗岩体内的中基性岩脉,例如老牛山和骊山花岗岩体中均发现有中基性脉岩。根据野外穿插关系来看,花岗岩体与中基性脉岩等的时间关系大体如下:变质岩 $\rightarrow$ 花岗岩 $\rightarrow$ 酸性岩脉 $\rightarrow$ 辉绿岩 $\rightarrow$ 含金石英脉、少量煌斑岩脉 $\rightarrow$ 煌斑岩脉。

根据中基性脉岩的岩石化学成分、稀土元素、微量元素、硫同位素等岩石地球化学特征,加上对小秦岭地区深大断裂、断陷盆地、莫霍界面等构造问题的探讨,小秦岭金矿区的中基性脉岩有两种成因特点(倪师军、李朝阳,1993):

a. 小秦岭金矿区的中基性脉岩形成于区域性地壳拉张构造环境。辉绿岩形成时,地壳的构造环境显得更为拉张;煌斑岩形成时地壳拉张作用则相对弱一些。

b. 小秦岭金矿区的中基性脉岩的形成经历了上地幔物质的部分熔融和岩浆分离结晶作用(有陆壳物质的混染)两个不同的演化阶段。这些中基性脉岩都属于大陆拉斑玄武岩—碱性玄武岩系列。

2 中基性脉岩与金源的关系

2.1 矿后的煌斑岩

在小秦岭,许多金矿床均见到含金石英脉切割辉绿岩脉或彼此呈平行展布的现象。这说明辉绿岩脉属于成矿前阶段产物。煌斑岩脉大都切割含金黄铁矿石英脉和含金硫化物石英脉,也有少量煌斑岩脉与成矿晚期的含金碳酸盐石英脉呈平行展布。这说明煌斑岩脉形成于金成矿后阶段或金成矿的尾声时期。煌斑岩脉在时间上晚于含金石英脉的现象不仅出现在小秦岭地区,其他一些典型金矿区也是如此(表1)。显然,金成矿后阶段形成的煌斑岩不可能提供金源。

值得提及的是,与含金碳酸盐石英脉呈平行展布或切割关系的那一部分煌斑岩脉只与金矿成矿的尾声相联系。即使煌斑岩脉对这一部分含金石英脉提供了金,那对整个金矿成矿过程来说也是微不足道的。因此,煌斑岩脉只能看作是金成矿的尾声标志。

2.2 金含量较低的中基性脉岩

从小秦岭地区的中基性脉岩微金含量测定结果来看(表2),煌斑岩脉的金含量低,辉绿岩脉含金量也同样低。如果认为煌斑岩脉是由富金的地幔源煌斑岩浆所形成的话,不好解释的问题是,为什么煌斑岩脉和辉绿岩脉中的金含量如此之低?

表 1 我国某些金矿成矿区的脉岩活动

Table 1 Dyke rocks in some gold deposits, China

地 区	胶东的西北地区	吉林夹皮沟地区	辽南五龙地区
金成矿前阶段	酸性、中性岩	闪长玢岩	细粒闪长岩、花岗斑岩
金成矿阶段	基性脉岩	花岗细晶岩、正长斑岩、花岗闪长岩	不详
金成矿后阶段	煌斑岩	基性脉岩等	辉绿岩、煌斑岩

据罗天明(1991)

表 2 小秦岭地区中基性脉岩中的金含量($\times 10^{-9}$)

Table 2 Gold concentrations in meso-basic dyke rocks in Xiaolingling

岩石	样品数	平均值	资料来源
辉绿岩	8	1.83	本文
	3	0.37	桑世伟(1985)
	26	2.03	晁援、卫旭晨(1989)
煌斑岩	1	1.10	晁援、卫旭晨(1989)
	8	1.28	本文

2.3 中基性脉岩与其他金属矿产

按理说,在小秦岭那么小的范围内,下伏的上地幔成分不应该有多大的差别,该地区同时期同一地质作用形成的中基性脉岩的岩石地球化学特征和成因也应该相同。然而在该地区中基性岩脉发育之处,有的出现金矿床(例如河南灵宝、陕西潼关和华阴等地),有的出现铀矿床(例如陕西牧护关和黄龙铺等地),有的出现钼矿床(例如陕西金堆城等

地),此外还出现铅锌和其他矿种,而有的地方几乎没有出现任何矿产。这就是说,并非所有的中基性岩脉发育的地段都出现有金矿床。有热液金矿床的地方一般都出露有中基性岩脉,反过来未必如此。

我国一些铀成矿区(例如华南铀成矿区)在中生代也有一些中基性脉岩。这些中基性脉岩被证明与铀矿成矿有密切的成因联系,而且也属于大陆拉斑玄武岩—碱性玄武岩系列(胡瑞忠、金景福,1990;王学成,1991)。如果我们认为小秦岭地区的中基性脉岩能按 R-G 模式所说的那样提供金,那么华南同时期同样岩石类型的中基性脉岩为何不能提供金源,而且也不形成金矿呢?所以,用 R-G 模式不能解释我国的实际地质问题。

3 中基性脉岩与矿化剂源的关系

从上面的分析可知,小秦岭金矿区的中基性岩脉并不提供金源。既然如此,那么该地区中基性脉岩与金矿成矿的内在联系是什么呢?鉴于矿化剂在热液矿床成矿过程中的重要作用,下面探讨一下中基性脉岩与矿化剂源的关系。

3.1 含金热液中的矿化剂

在小秦岭金矿区选取了 15 个含金石英脉的石英单矿物作了包裹体成分分析。从分析结果来看,小秦岭地区含金热液中的成分随着成矿温度的变化而变化。在较高温度阶段($>300^{\circ}\text{C}$),热液中阳离子含量为 $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^{+} > \text{K}^{+} > \text{Mg}^{2+}$,阴离子的含量为 $\text{HCO}_3^{-} > \text{Cl}^{-} > \text{F}^{-} > \text{SO}_4^{2-}$ 。这是一种以 $\text{Ca}^{2+}-\text{Na}^{+}-\text{HCO}_3^{-}-\text{Cl}^{-}$ 组合为主的热液。在中等温度阶段($200\sim 300^{\circ}\text{C}$),热液中阳离子含量为 $\text{Na}^{+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^{+}$,阴离子的含量为 $\text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^{-} > \text{Cl}^{-} > \text{F}^{-}$,属于 $\text{Na}^{+}-\text{Ca}^{2+}-\text{SO}_4^{2-}-\text{HCO}_3^{-}$ 型组合的热液。在较低温度阶段($<200^{\circ}\text{C}$),热液中阳离子的含量为 $\text{Na}^{+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^{+}$,阴离子的含量为 $\text{Cl}^{-} > \text{HCO}_3^{-} > \text{F}^{-} > \text{SO}_4^{2-}$,属于 $\text{Na}^{+}-\text{Ca}^{2+}-\text{Cl}^{-}-\text{HCO}_3^{-}$ 型组合的热液。

热液中的气相组分主要有 CO_2 , CO , SO_2 , H_2S , H_2 , CH_4 , N_2 和 NH_3 等。热液中的 CO_2 含量一般为 $4.28\sim 98.19\ \mu\text{g/g}$, CO 含量一般为 $1.79\sim 23.37\ \mu\text{g/g}$, CH_4 含量一般为 $0.02\sim 3.98\ \mu\text{g/g}$, H_2 含量一般为 $0.016\sim 0.025\ \mu\text{g/g}$ 。就各气相组分在热液中所占的摩尔百分比来看,这些挥发组分中又以气相 CO_2 的含量为最高($70.6\sim 80.78\%$)。

金能同热液中多种配位体形成稳定的含金络合物,人们已经发现在这些配位体中以 HS^- , S^{2-} , Cl^- 和 HCO_3^- 等最为重要(Seward, 1973; Helney, 1973; Kerrich and Fyfe, 1981)。一般来说,在高温酸性介质条件下,金可以同 Cl^- 形成金氯络合物;在中、低温碱性介质条件下,金可以同 S^{2-} , HS^- 和 HCO_3^- 等形成金硫络合物或金重碳酸根络合物。

小秦岭的金矿床主要形成于中低温阶段,所伴生的近矿围岩蚀变多为弱碱性蚀变(碳酸盐化和黄铁绢英岩化等)。矿石矿物共生组合中多出现硫化物(黄铁矿、方铅矿和黄铜矿等)和碳酸盐矿物(菱铁矿、白云石和方解石等)。根据这些事实,再加上中温阶段含金热液中阴离子含量有 $\text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{F}^-$ 的特点,我们可以认为,小秦岭地区含金热液中的金主要以金硫络合物或金重碳酸根络合物形式迁移。可见硫和(或)碳的挥发份是小秦岭金矿的主要矿化剂。

3.2 硫同位素的启示

小秦岭地区含金石英脉中黄铁矿和方铅矿的硫同位素测定值列于表 3。根据热液的物理化学条件,按大本模式(Ohmoto, 1972)可以计算出热液中总硫同位素组成(表 3)。

表 3 小秦岭金矿区硫化物的硫同位素组成 $\delta^{34}\text{S}$ 和热液中总硫同位素组成 $\delta^{34}\text{S}_{\text{ss}}$

Table 3 $\delta^{34}\text{S}$ in sulfide and $\delta^{34}\text{S}_{\text{ss}}$ in hydrothermal solution in Xiaoqinling

样品号	矿物	$\delta^{34}\text{S}(\text{‰})\text{CDT}$	温度($^{\circ}\text{C}$)	$\delta^{34}\text{S}_{\text{ss}}(\text{‰})$
291	黄铁矿	-6.24	305	2.70
231	黄铁矿	0.15	245	2.11
221	黄铁矿	-0.75	262	2.63
251	黄铁矿	-5.31	292	2.05
161	黄铁矿	-2.00	280	3.65
292	方铅矿	-5.20	305	6.83
212	方铅矿	-2.36	185	2.87
252	方铅矿	-4.42	292	6.16

(中国科学院矿床地球化学开放研究实验室测定)

从表 3 可见,该区含金热液中总硫同位素组成 $\delta^{34}\text{S}_{\text{ss}}=2.05\text{‰}\sim 6.83\text{‰}$,平均值为 3.63‰ 。这一结果同晁援和卫旭晨(1989)的估算结果($-0.58\text{‰}\sim +6.70\text{‰}$)比较接近。此外,小秦岭中基性脉岩的 $\delta^{34}\text{S}_{\text{ss}}$ 值在 $2.30\text{‰}\sim 6.64\text{‰}$ 之间,与含金热液的 $\delta^{34}\text{S}_{\text{ss}}$ 的变化区间基本相近,它们都可能是幔源硫成因(倪师军、李朝阳, 1993)。含金热液以及中基性岩脉的硫同位素组成与幔源硫和火山气体硫($\delta^{34}\text{S}=2.2\text{‰}\pm 0.3\text{‰}$)有一定的偏差,这种偏差可能与中基性脉岩形成过程中有陆壳物质的混染作用有关。含金热液中的硫同位素组成继承了幔源硫的特点,但又反映了陆壳硫的混染作用。

3.3 碳同位素的启示

小秦岭地区含金石英脉中见到的碳酸盐类矿物主要为方解石、白云石和菱铁矿。实测的碳酸盐矿物的 $\delta^{13}\text{C}$ 值的变化范围为 $-1.90\text{‰}\sim -7.60\text{‰}$ 之间(沈阳地质矿产研究所, 1989)。在

小秦岭含金石英脉中未见到低氧逸度条件下形成的石墨。对于温度高于 100℃ 的热液体系,在高氧逸度条件下沉淀的碳酸盐矿物,其 $\delta^{13}\text{C}$ 值接近于热液的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{cc}}$ 值(魏菊英、王关玉,1988)。因此,我们可将小秦岭含金石英脉中碳酸盐矿物的 $\delta^{13}\text{C}$ 值近似地代表含金热液中的总碳同位素 $\delta^{13}\text{C}_{\text{cc}}$ 值。这样,小秦岭含金热液中总碳同位素组成可近似为 $\delta^{13}\text{C}_{\text{cc}} = -1.90\text{‰} \sim -7.60\text{‰}$ 。根据各种可能提供碳源的地质体的碳同位素分析,推测小秦岭地区含金热液中碳来源于幔源,与地壳拉张导致的地幔去气作用有关。

3.4 中基性脉岩的岩浆包裹体和流体包裹体

小秦岭地区的中基性脉岩中出现有岩浆包裹体和流体包裹体。在斜长石和角闪石中,岩浆包裹体多呈椭圆形出现(图 1a),其长轴直径多为 3.5~4.5 μm ,短轴直径多为 2~2.5 μm 。在石英和磷灰石中,流体包裹体多呈圆形或不规则形状(图 1b),其直径多在 1.5~6 μm 之间。



图 1 中基性脉岩的岩浆包裹体(a)和流体包裹体(b)

Fig. 1 Magma inclusion(a) and fluid inclusion (b) in meso-basic dyke rocks

(1)2 $\mu\text{m} \times 4.5 \mu\text{m}$; (2)2.5 $\mu\text{m} \times 4 \mu\text{m}$; (3)2 $\mu\text{m} \times 4.5 \mu\text{m}$; (4)2.5 $\mu\text{m} \times 3.5 \mu\text{m}$; (5)2.5 μm^2 ;
(6)1.5 μm^2 ; (7)5.5 μm^2 ; (8)6 μm^2

采用激光拉曼光谱分析方法,在中基性脉岩的岩浆(和流体)包裹体中检测到了 CO_2 , H_2S , CH_4 , H_2O , SO_2 , NH_3 , H_2 等气相组分; H_2O , CO_2 , H_2S , CH_4 和 SO_2 等液相组分(表 4)。这是地壳拉张和地幔去气作用在中基性脉岩中留下的痕迹之一。

表 4 中基性脉岩的岩浆包裹体和流体包裹体成分(摩尔分数)

Table 4 Compositions of magma inclusion and fluid inclusion in meso-basic dyke rocks(in mole fraction)

包裹体类型		岩浆包裹体			流体包裹体		
岩石		辉绿岩	煌斑岩		辉绿岩	煌斑岩	
样品号		D-1	L-6	L-1	D-1	L-5	L-6
气相	CO_2	60.7			45.6	50.3	
	H_2S				11.4	11.6	
	CH_4				3.5		
	H_2O				13.8	26.9	
	SO_2	14.9			14.2		
	NH_3					11.2	
	H_2	24.4			11.5		
液相	H_2O	22		15	53	34	36
	CO_2	50	85	85	47	45	54
	H_2S	13				21	10
	CH_4	15					
	SO_2		15				

(由西安地质矿产研究所激光拉曼光谱室分析)

值得指出的是,在中基性脉岩的流体包裹体和含金石英脉的流体包裹体中都检测到了

$\text{NH}_3(\text{g})$ (图 2)。这一地质现象究竟有何成因意义目前尚不清楚。然而,在小秦岭地区的花岗岩和伟晶岩的岩浆包裹体和流体包裹体中均未检测到 NH_3 , 这是否暗示着中基性脉岩的流体包裹体中的 NH_3 与含金石英脉中的 NH_3 有某种成因联系? NH_3 是否可能属于金成矿的一种矿化剂? 这一问题尚需进一步的研究工作来解答。

综上所述,小秦岭金矿区

含金热液中主要矿化剂是碳和硫等的挥发分(或络合物)。这些矿化剂的来源与中基性脉岩有着十分密切的联系。

4 中基性脉岩对金成矿的贡献

4.1 拉张的构造环境

中生代以来,小秦岭金矿区的区域构造活动比较强烈。中生代早期和晚期的构造运动形式有很大的差别(吴文奎等,1990;戴文晗,1985)。从印支运动到燕山运动早期,小秦岭地区的区域构造运动主要表现出挤压性质。这可以从紧密褶皱带、断裂带和花岗岩浆活动得到证实。小秦岭地区在这一时期形成的(或强烈活动的)一系列 NE 和 NNE 向断裂带或褶皱带(如金堆城—青冈坪断裂带、黄龙铺背形褶皱、木龙沟断裂带等)均表现出压扭力学性质。沿山前断裂和巡马道断裂延伸方向的老牛山、华山、文峪和娘娘山等花岗岩体形成一个近东西向分布的挤压带。这是一种挤压的地壳地质构造环境。到了燕山晚期,该区地壳运动形式发生了很大的变化。其主要特点是构造运动方式由区域挤压转向区域拉张。区域性的拉张活动主要由中基性脉岩、断陷盆地和莫霍界面等地质现象反映出来。

a. 深大断裂和中基性脉岩岩浆活动:如前所述,小秦岭地区发育着数条大致呈东西向分布的深大断裂,这些深大断裂是沟通地球深部(或地幔)与上部地壳之间的通道。在燕山晚期,这些深大断裂强烈活动,沿着这些深大断裂分布有许多中基性脉岩。前已述及,这些中基性脉岩为幔源玄武岩岩浆活动(有地壳物质同化混染)的产物。幔源中基性脉岩的岩浆活动说明了上地幔与地壳的构造连通,这种构造连通反映出当时在小秦岭地区的地壳正处于区域性拉张构造环境。

b. 断陷盆地:小秦岭地区在中生代晚期和新生代时期形成有一系列断陷盆地。这些断陷盆地受区域性拉张构造活动控制。例如,洛南、石门和卢氏等中生代断陷盆地的长轴方向与小秦岭地区深大断裂的延伸方向一致,都呈近东西向展布。盆地中主要出现一套紫红色砂岩、砂砾岩、粉砂岩和粘土质岩石,属红层盆地性质(吴文奎等,1990)。中生代断陷盆地的出现反映了区域性地壳拉张构造环境。

c. 莫霍界面:小秦岭地区的莫霍界面形态也反映出该地区曾经历过区域性的地壳拉张运

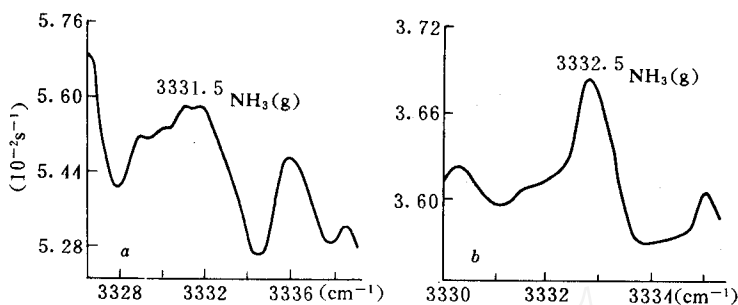


图 2 中基性脉岩流体包裹体中的 NH_3 (a)和含金石英脉流体包裹体中的 NH_3 (b)的激光拉曼光谱图

Fig. 2 Laser Raman lines of NH_3 in fluid inclusion in meso-basic dyke rocks(a) and gold-quartz veins (b)

动。在莫霍界面图上,富平凸起和沁阳凸起的长轴延伸方向也是呈近东西向展布。推测断至上地幔的深大断裂也沿近东西向展布,与富平凸起和沁阳凸起的延伸方向吻合。在拉张的构造环境下,地幔物质往地壳的上涌可导致莫霍界面的上凸。莫霍界面的凸起,意味着该区地壳曾经历过构造拉张。小秦岭金矿的展布方向与这两个莫霍界面凸起带的展布方向完全一致,并处于同一个大的拉张构造环境之中(陈继宇等,1985)。

4.2 金源、水源、矿化剂源和热源

目前,多数研究者对于小秦岭金矿区金源问题的认识已基本趋同。大多数研究结果表明太华群变质岩系地层对小秦岭金矿提供了金源(沈阳地质矿产研究所,1989;胡志宏等,1986;阎军,1991)。

一般认为,太华群变质岩系地层在变质以前是一套镁铁质火山岩和泥砂质沉积岩,原先就有较高的金含量,是一套原始含金层。经过多次变质作用和混合岩化作用,较高级变质相岩石中的金含量相对低于较低级变质相岩石。这可能是前者浅色矿物含量较高而后者暗色载金矿物较多的缘故。经多次变质作用或混合岩化作用,原始含金层中的金含量发生变化。金在相对较低级变质相中集中,形成一个次生的衍生金源层。

根据氢氧同位素组成研究(姬金生等,1991;沈阳地质矿产研究所,1989),小秦岭金矿含矿热液中的水源主要是大气降水,同时也有部分岩浆水和变质水的加入。

燕山晚期形成的华山、文峪、娘娘山等花岗岩体,在客观上为金的成矿提供了一个巨大的热源。有了这样大的热源,循环的大气降水被加热而形成一个贫矿化剂的热液体系。

当发生地壳拉张时(中基性脉岩的出现是其良好标志),地幔去气使深源的 SO_2 和 CO_2 等挥发组分进入热液体系而起到矿化剂的作用。只有当富矿化剂热液体系形成之后,金的成矿才有可能。

因此,在区域性地壳拉张的构造环境下,地幔去气作用所释放出来的挥发组分可以进入地壳上部的热液体系中而起到矿化剂的作用。所以,富矿化剂的热液体系的形成是有一定的区域构造背景条件的。换句话说,并非所有的热液体系都可以转化成富矿化剂的热液体系。这一观点对于正确分析矿床成因具有重要的理论意义。

4.3 金矿成因新模式

前面几个章节对中基性脉岩的成因以及与金矿成矿作用的联系进行了研究。通过上述研究,加上对小秦岭地区金矿成矿的金源、水源、热源和矿化剂源的讨论,笔者认为小秦岭地区的金矿成矿作用经历了三个较大的演化阶段。第一阶段是优地槽构造环境下原始含金层的形成阶段;第二阶段是地壳挤压构造环境下的贫矿化剂热液体系作用阶段;第三阶段是地壳拉张构造环境下富矿化剂热液体系作用阶段。在此基础上提出一个与中基性脉岩有关的金矿成因新模式(图3)。

4.4 新成因模式的意义

由于 R-G 模式注重煌斑岩浆与金源的关系,所以该模式不仅不能解释我国中生代热液金矿床中煌斑岩往往都是金成矿后阶段产物的问题,也不能解释为什么中基性岩脉有时伴随金矿,有时伴随铀、铅锌及其他矿床,有时却又并不伴随任何金属矿床的地质问题。

按本文提出的新模式,中基性脉岩的大量出现仅仅是来自地幔的矿化剂进入热液体系的标志。有了富矿化剂的热液体系,还要有一定的矿源层(体)。富矿化剂热液体系遇上金源层(体),则有可能形成金矿床;如遇上其他金属(如铀、铅锌等)的矿源层,则有可能形成其他金属

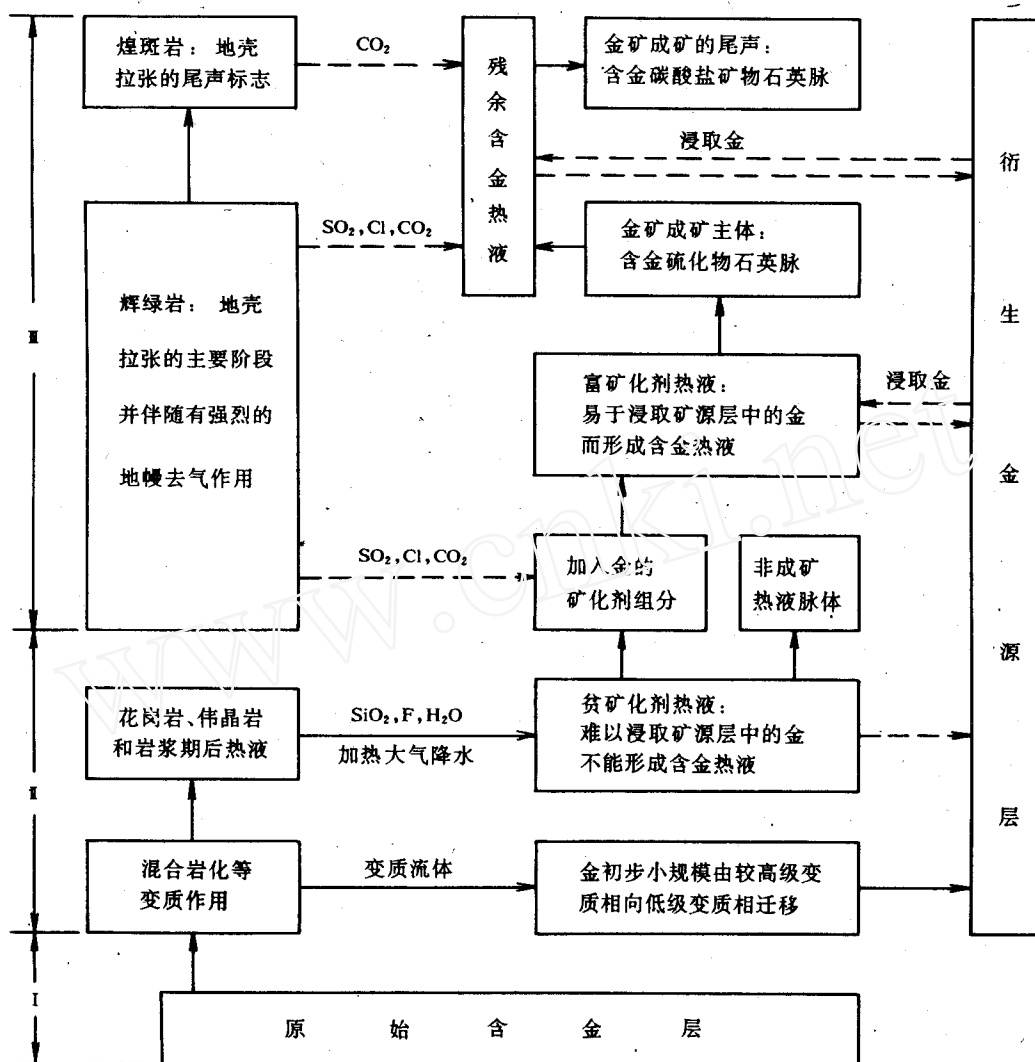


图3 与中基性脉岩有关的金矿成因新模式

Fig. 3 A new model of gold mineralization connected with meso-basic dyke rocks

I. 优地槽构造环境下原始含金层的形成阶段；II. 地壳挤压环境下贫矿化剂热液体系作用阶段；

III. 地壳拉张环境下富矿化剂热液体系作用阶段。实线箭头示成岩成矿作用主要演化方向，

虚线箭头示地质体之间的作用方向

矿床；如果遇不到任何矿源层，则什么矿也不能形成。

新模式的找矿意义在于，中基性脉岩的出现标志着一个区域性地壳拉张的构造环境。这种构造环境为地幔去气的挥发组分进入地壳上部热液体系提供了一个非常有利的条件。同时，成矿作用还需要有一个相应的热液体系的存在。成矿前花岗岩岩浆作用则为形成热液体系提供了一个巨大的“热源”。循环的大气降水被这一巨大的“热源”加热后可形成一个贫矿化剂的热液体系。地幔去气的挥发组分进入热液，形成了一种对金、铀和铅锌等金属矿种有很大的萃取能力的富矿化剂热液体系。中基性脉岩本身并不能反映任何矿源方面的地质信息。富矿化剂的热液体系必须遇上矿源层(体)才有可能发生成矿作用。因此，在找矿工作中一定要注意该地的地质历史上曾否有过中基性脉岩—热液体系—矿源层(体)“三位一体”情况。如果具备有这

种“三位一体”的地质条件,那么该地区找到与矿源层(体)相对应的矿种的机率就大;否则找矿机率较小。

本文得到涂光灿院士、金景福教授的精心指导,在野外工作中得到河南地调一大队、陕西第六地质队、核工业西北地勘局、西北冶金地质局等单位的帮助,在此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 陈继宇等. 秦岭地区金、钼矿床的成矿特点及其预测. 地质与勘探, 1985, (1): 26~30
- 2 戴文晗. 陕西北秦岭地区构造作用与成矿初探. 铀矿地质, 1985, 1(4): 10~21
- 3 胡瑞忠, 金景福. 贵东花岗岩体内的煌斑岩的成因. 矿物岩石, 1990, 10(4): 1~7
- 4 胡志宏等. 陕西小秦岭太华群金的地球化学背景及金成矿物质来源的研究. 长春地质学院学报, 1986, (2)
- 5 姬金生. 小秦岭西段金矿床氢氧同位素及流体包裹体研究. 矿床地质, 1991, 10: 282~288
- 6 Helney R W. Solubility of gold in hydrothermal chloride solutions. Chem Geol, 1973, 11, 73~87
- 7 Kerrich R, Fyfe W S. The gold-carbonate association; Source of CO₂, and CO₂ fixation reactions in Archean lode deposit. Chem Geol, 1981, 33, 255~294
- 8 Mcneil A M, Kerrich R. Archean lamprophyres dikes and gold mineralization, Matheson Ontario, the conjunction of H₂O-enriched magmas, deep crustal structures and Au concentration. Can Jour of Earth Sci, 1986, 23
- 9 Ohmoto H. Systematics of sulfur and carbon isotopes in hydrothermal ore deposit. Econ Geol, 1972, 67(5): 551~578
- 10 Rock N M S, Groves D I. Do lamprophyres carry gold as well as diamonds. Nature, 1988, 332(6161): 253~255
- 11 Seward T M. The complexes of gold and the gold in hydrothermal sulphide solution. Geochim Cosmochim Acta, 1973, (37): 379~399

CONTRIBUTIONS OF MESO-BASIC DYKE ROCKS TO GOLD MINERALIZATION

— As exemplified for Xiaoqinling, China

Ni Shijun Li Chaoyang Zhang Cheng Gao Rongde Liu Chunfu

Abstract As exemplified for Xiaoqinling, this paper discusses the relationship between meso-basic dyke rocks and gold mineralization. The research shows that the model of Lamprophyres Carry Gold is not suitable for gold-quartz vein deposits in China, especially in Xiaoqinling. A new point put forward in this paper indicates that the intruding of the meso-basic dyke rocks is a sign of the regional crustal extension. The hydrothermal system rich in mineralizer is easier to be formed under these circumstances. It is when the hydrothermal system comes across gold source bed (or other metals source bed) that gold (or the other metals) deposits can form in a suitable environment. What the meso-basic dyke rocks carry is not gold but mineralizer.

Key words diabase, lamprophyre, gold deposit, mineralizer