

陕西小秦岭金矿床中金的赋存状态及分布规律

刘埃平 金景福

(成都理工学院, 成都)

提 要: 陕西小秦岭脉状金矿床中, 金的赋存状态及其分布与硫化物的发育程度密切相关。金优先赋存于硫化矿物中, 只有当硫化物不发育时, 才主要以金矿物形式赋存于石英等矿物中。金矿物的 Ag/Au 比率主要受成矿温度、硫化物发育程度、成矿热液中 Cl/S 浓度比值等因素制约。

主题词: 脉状金矿床 硫化矿物 金的赋存状态 金矿物成色 陕西小秦岭

1 金矿床特征

陕西小秦岭金矿主要沿燕山期岩浆-构造活化带分布(图1), 多受断裂构造控制。金矿体呈脉状充填于断裂中, 以硫化物石英脉为中心。当围岩蚀变强烈发育时, 硫化物石英脉和两侧的近矿蚀变岩构成金矿体; 当围岩蚀变弱时, 金矿体就是硫化物石英脉本身。如表1所示, 金矿床的围岩蚀变程度随围岩性质而异: 当围岩为花岗岩类时, 围岩蚀变较强烈, 发育有钾(钠)长石化、黄铁绢英岩化、绢英岩化等; 当围岩为变质岩时, 围岩蚀变较弱, 发育有绢云母化、绿泥石化、绿帘石化等。硫化物石英脉中, 石英可占脉体矿物的60%~95%, 硫化物主要有黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等。此外, 还有少量碳酸盐矿物和萤石等。含金石英脉中的硫化物发育程度与围岩蚀变程度有明显关系: 当围岩蚀变强烈时, 脉体中硫化物含量较多; 而围岩蚀变弱时, 硫化物含量较少, 常见是黄铁矿。这主要是围岩蚀变过程中, 原岩中部分 Fe 、 Cu 、 Pb 、 Zn 等被活化而加入含矿热液, 与 S^{2-} 结合形成硫化物, 促使了硫化物发育。据含金石英脉体中硫化物发育特点, 将其分成三种类型: I 型为多金属硫化物型, 以方铅矿、闪锌矿为主, 黄铜矿、黄铁矿次之, 构成 $Au-Pb-Zn-Cu$ 多金属矿床; II 型为黄铁矿硫化物型, 以黄铁矿为主, 方铅矿、闪锌矿、黄铜矿少, 是 Pb 、 Zn 、 Cu 不具工业价值的金矿床; III 型为少硫化物型, 常见有少量黄铁矿和黄铜矿, 构成典型的单金矿床。本区脉状金矿床从 I 型到 III 型, 其硫化物和围岩蚀变的发育程度都逐渐减弱。在 I 型金矿床中, 围岩蚀变分带明显(图2), 显示出含矿热液与围岩间有强烈的水-岩交换作用。而 III 型金矿床中, 基本上无蚀变分带, 含矿热液与围岩间的水-岩交换作用很弱。II 型金矿床的围岩蚀变特点介

•地矿部黄金专项项目的部分科研成果

刘埃平, 男, 31岁, 博士, 从事矿床地球化学研究及教学。邮政编码: 610059

1995-5-26收稿, 1995-10-10修改回

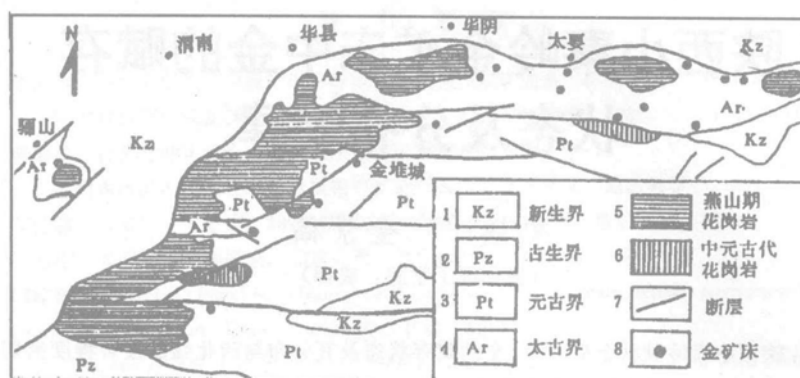


图1 陕西小秦岭地区区域地质及金矿床分布略图

Fig. 1. Geological sketch map of Xiaolinling region, Shaanxi Province, showing distribution of gold deposits.

1—Cenozoic; 2—Paleozoic; 3—Proterozoic; 4—Archean; 5—Yanshanian; 6—Middle Proterozoic granite; 7—Fault; 8—Gold deposit.

表1 热液脉金矿床的主要特点和类型

Table 1. Main characteristics and types of hydrothermal vein gold deposits

矿床名称	湘子岔金矿床	桐峪 Q8 金矿床	骊山金矿床	桐峪 Q01 金矿床	将军岔金矿床
矿体围岩 岩性特点	钾长花岗岩 煌斑岩脉	太华群片麻岩 花岗伟晶岩脉	太华群片麻岩 钾长花岗岩脉	太华群片麻岩	熊耳群片岩
围岩蚀变 发育程度	蚀变强烈 有明显蚀变分带	蚀变较强 有较窄蚀变分带	蚀变较强 有较窄蚀变分带	蚀变较弱 蚀变分带不明显	蚀变弱 基本没蚀变分带
围岩蚀变 发育类型	条纹微斜长石化、 黄铁绢英岩化、绢 英岩化等	黄铁绢英岩化、绢 云母化、绿泥石化 等	黄铁绢英岩化、绢 英岩化、绿泥石化 等	绢英岩化、绢云母 化、绿泥石化等	绢云母化、绿泥石 化、绿帘石化等
矿石类型 和特点	石英脉型和蚀变 岩型	主要为石英脉型， 少量为蚀变岩型	主要为石英脉型， 少量为蚀变类型	石英脉型，基本没 有蚀变岩型	石英脉型，基本没 有蚀变岩型
主要矿物	石英、绢云母	石英	石英	石英	石英
次要矿物 (单矿物 ≤20%)	方铅矿、闪锌矿、 黄铁矿、黄铜矿、 方解石、萤石等	绢云母、黄铁矿、 方铅矿、闪锌矿、 黄铜矿、白云石	黄铁矿、方铅矿、 黄铜矿、闪锌矿、 白云石、绢云母	黄铁矿、黄铜矿、 绢云母、绿泥石、 铁白云石等	黄铁矿、黄铜矿、 绢云母、绿泥石、 铁白云石等
硫化物的 总量 (%)	15~20, 以 Pb、Zn 硫化物为主	10~15, 以黄铁矿 为主	5~10, 以黄铁矿 为主	1~8, 以黄铁矿为 主	1~8, 以黄铁矿为 主
主要硫化 物的组合	方铅矿-闪锌矿- 黄铁矿组合	黄铁矿-方铅矿- 黄铜矿组合	黄铁矿-方铅矿- 黄铜矿组合	黄铁矿-黄铜矿组 合	黄铁矿-黄铜矿组 合
石英脉体 的类型	多金属硫化物型 (I 型)	黄铁矿硫化物型 (II 型)	黄铁矿硫化物型 (I 型)	少硫化物型 (III 型)	少硫化物型 (III 型)

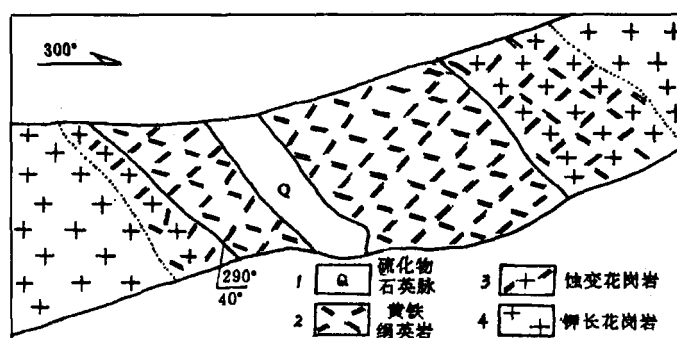


图2 I型湘子岔金矿床围岩蚀变分带剖面示意图

Fig. .2. Diagrammatic geological section showing zoning of wall rock alterations in the I-type Xiangzicha gold deposit.

1—Sulfide quartz vein; 2—Beresite; 3—Altered granite; 4—K-feldspar granite.

于I型与Ⅲ型金矿之间，其蚀变带较窄，但当矿脉穿过钾长花岗岩脉时，蚀变有增强的趋势，如Ⅱ型骊山金矿床。

2 金矿床中金的赋存状态

本区脉状金矿床中，金主要有两种赋存形式：一是以独立的金矿物形式存在，如自然金、银金矿等矿物；二是在显微镜下也难识别的超显微金（不可见金），赋存于矿物晶格或晶格缺陷中。其中，独立金矿物又可分为三种赋存状态，即粒间金、裂隙金和包体金。在矿物未发生次生变化情况下，粒间金与周围矿物基本上同时形成；包体金比其赋存主矿物形成早；裂隙金比其赋存主矿物形成晚。不同类型金矿床中，金矿物的赋存状态明显受硫化物的发育程度影响。在硫化物发育的I型金矿床中，金矿物多以裂隙金和包体金状态赋存在硫化矿物中，粒间金也常见。在硫化物很少的Ⅲ型金矿床中，除少部分金矿物以裂隙金、包体金状态赋存在黄铁矿中之外，大部分金矿物赋存于早期石英的微裂隙中。即从I型到Ⅲ型金矿床，其粒间金逐渐减少；以裂隙金和包体金状态赋存的主矿物也由硫化矿物逐渐转变成石英。这种金矿物赋存状态的规律性变化，初步认为由以下几方面因素制约：①脉状金矿床都具多阶段成矿特点，但金的主成矿阶段与硫化物大量析出阶段相一致，即金与硫化物共沉淀，所以硫化物愈发育，金矿物愈多；②硫化物石英脉中，黄铁矿等硫化物比石英易产生微裂隙，因而金矿物易富集在黄铁矿等硫化物的微裂隙中；③金具亲硫、铁的地球化学性质，金虽然难以形成硫化物，但与硫仍有一定的亲和性，因而它易选择附着在硫化物（特别是黄铁矿）晶面上生长发育。如表2所示，I型湘子岔金矿床中，裂隙金占43.6%、包体金占24.1%、粒间金占32.3%。其中，以裂隙金、包体金状态赋存于硫化矿物中的金占66.0%，而赋存于石英中的金仅为1.7%。与此相比，Ⅱ型骊山金矿床中，裂隙金明显增多，占70.1%，粒间金大量减少，仅占3.9%，包体金相对变化不大，为26.0%。其中，赋存于硫化矿物（包括次生形成的褐铁矿和孔雀石）中的裂隙金和包体金相对减少，占50.3%，而赋存石英中的金矿物明显增多，占45.8%。由此可见，金优先赋存于硫化物中，只有当硫化物少时，赋存石英中的金（特别是裂隙金）才明

显增多。另外,即使同是硫化矿物中,金也有选择性,以赋存于黄铁矿中的裂隙金、包体金最多,表现出金在矿床中的分布也具亲硫、亲铁双重性。

表2 金矿物在不同类脉体矿床中的赋存状态

Table 2. Modes of occurrence of gold minerals in different vein deposits

金矿床	赋存主矿物名称	金矿物赋存状态 (%)			金矿床	赋存主矿物名称	金矿物赋存状态 (%)		
		包体金	裂隙金	粒间金			包体金	裂隙金	粒间金
湘子岔金矿床	黄铁矿	7.0	28.2		骊山金矿床	黄铁矿	1.4	0.7	
	方铅矿	2.7	8.3			方铅矿	1.9		
	闪锌矿	8.3	2.3			黄铜矿			
	黄铜矿	0.3	0.2	32.3		石英	12.7	33.1	3.9
	石英	1.2	0.5			褐铁矿	10.0	28.9	
	褐铁矿	4.6	4.1			孔雀石		7.4	
	总计	24.1	43.6	32.3		总计	26.0	70.1	3.9

金的另一存在形式是以超显微金赋存于各矿物中。如表3所示,本区脉状金矿床中,各载金矿物的金含量明显不同。其中,绢云母的 Au、Ag 含量很低,分别为 0.01×10^{-6} 和 3.1×10^{-6} ; 石英的 Au、Ag 含量也很低,其变化范围分别为 $0.02 \times 10^{-6} \sim 1.71 \times 10^{-6}$ 和 $0.9 \times 10^{-6} \sim 5.8 \times 10^{-6}$; 黄铁绢英岩中黄铁矿的 Au、Ag 含量也不高,分别为 4.23×10^{-6} 和 16.6×10^{-6} ; 石英脉中黄铁矿的 Au、Ag 含量均高,分别为 $2.55 \times 10^{-6} \sim 71.49 \times 10^{-6}$ 和 $5.5 \times 10^{-6} \sim 230.6 \times 10^{-6}$; 闪锌矿中 Au、Ag 含量也较高,分别为 $1.28 \times 10^{-6} \sim 12.60 \times 10^{-6}$ 和 $63.2 \times 10^{-6} \sim 116.5 \times 10^{-6}$; 黄铜矿和方铅矿中 Au 含量低,分别为 $0.26 \times 10^{-6} \sim 0.56 \times 10^{-6}$ 和 $0.15 \times 10^{-6} \sim 6.08 \times 10^{-6}$, 而其 Ag 含量均高,分别为 $18.7 \times 10^{-6} \sim 177.3 \times 10^{-6}$ 和 $259.6 \times 10^{-6} \sim 904.7 \times 10^{-6}$ 。可见,不同矿床中同一矿物的 Au 和 Ag 含量变化大,但不同矿物中金含量变化仍有一定的规律性:同一矿床中硫化物及其次生褐铁矿的金含量都普遍高于石英、绢云母的金含量;在硫化物中,黄铁矿的金含量最高,闪锌矿其次,方铅矿和黄铜矿的金含量最低。矿物内赋存的超显微金、银对矿物有不同的选择性:同一矿床中 Au 对各矿物的选择性是:黄铁矿 > 闪锌矿 > 方铅矿、黄铜矿 > 石英、绢云母;而 Ag 对各矿物的选择性是:方铅矿 > 闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿 > 石英。即 Au 易在黄铁矿中富集,Ag 易在方铅矿中富集。表3中各矿物的 Ag/Au 比值也说明了这一点。超显微 Au、Ag 易在硫化物中富集,显然是由于它们的亲硫性所引起。而方铅矿中 Ag 的富集,普遍认为是 Ag 除部分以细分散的机械混入物存在外,主要以类质同象形式置换了晶格中的 Pb^{2+} 。因方铅矿中呈八面体配位的 Pb^{2+} 离子半径 ($1.26 \text{ \AA}$) 与八面体配位的 Ag^{+} 离子半径 ($1.23 \text{ \AA}$) 相近,可部分替代置换。Au 在高温形成的铁镁硅酸盐矿物中,可与 Fe 进行类质同象置换,但由于 Au 难以形成硫化物,多数人认为硫化矿物中的超显微 Au 是以机械混入状态赋存的,即是随机混入物。若是这样的话,同一矿床中各矿物的 Au 含量变化应服从正态分布。如前述,金矿物随硫化物发育程度的不同,其裂隙金和粒间金有明显变化,但包裹于矿物晶格缺陷内的包体金变化不大,表现出随机混入物特点。然而,各矿物中超显微 Au 并非如此,它的变化表明是具有明显选择性的非随机特点。黄铁矿中 Fe^{2+} 是位于6个对硫

[S₂²⁻] 离子构成的八面体配位结构中,其离子半径 (0.86 Å) 与八面体配位的 Au³⁺ 离子半径 (0.85 Å) 相近。而黄铜矿、闪锌矿中的 Fe²⁺、Cu²⁺、Zn²⁺ 是四面体配位,它们的离子半径 (0.68 Å~0.71 Å) 与四面体配位的 Au³⁺ 离子半径 (0.78 Å) 有一定的差距。但据现代研究证实,闪锌矿实际上是 ZnS-FeS 混晶系列,随温度降低,其中的 FeS (磁黄铁矿) 逐渐熔离析出;析出的磁黄铁矿固熔体中 Fe²⁺ 却是八面体配位。事实上,硫化矿物中以八面体配位的 Fe²⁺ 愈多时,超显微金也愈高。因此,初步推测硫化物中超显微金除以机械混入状态存在外,黄铁矿和闪锌矿中可能有 Au³⁺ 离子与八面体配位 Fe²⁺ 间的类质同象置换而参与晶格。

表3 各类金矿床中主要矿物的金、银含量 (10⁻⁶) 特点

Table 3. Gold and silver contents of main minerals in various gold deposits

金矿床名称	载金矿物	Au 含量		Ag 含量		Ag/Au 比值
		样品数	含量	样品数	含量	
湘子岔金矿床	绢云母	1	0.01	1	3.1	310.0
	石英	4	0.02	4	1.6	80.0
	黄铁矿②	2	4.23	2	16.6	3.9
	黄铁矿	5	45.80	3	85.3	1.9
	闪锌矿	6	12.60	5	63.2	5.0
	方铅矿	5	6.08	3	259.6	42.7
	黄铜矿	1	0.56	1	177.3	316.6
骊山金矿床①	石英	3	1.71	2	5.8	3.4
	黄铁矿	2	71.49	2	230.6	3.2
	方铅矿	1	1.48	1	708.6	478.8
	褐铁矿	1	82.96	1	500.0	6.0
将军岔金矿床	石英	3	0.03	3	0.9	30.0
	黄铁矿	3	6.07	3	25.1	4.1
	黄铜矿	1	0.26	1	18.7	71.9
	闪锌矿	1	1.28	1	116.5	91.0
	方铅矿	1	0.15	1	904.7	6031.3
桐峪	黄铁矿	1	2.55	1	5.5	2.2
文峪金矿床	黄铁矿	1	3.07	1	40.8	13.3
	方铅矿	1	0.68	1	547.8	805.6

①除骊山金矿床为陕西第六地质队的单矿物化学分析外,其它均为中子活化分析;②表示为黄铁绢英岩中的黄铁矿,其它为石英脉中的黄铁矿

3 金矿物成色变化特征

本区脉状金矿中,金矿物主要有自然金和银金矿,其成色随矿床类型的不同而有明显不同。如表4所示,多金属硫化物 (I) 型金矿床的金矿物成色低、变化范围较大,平均成色小

于800。少硫化物(Ⅲ)型金矿床的金矿物成色高、变化范围小,平均成色大于950,其金矿物均是自然金。黄铁矿硫化物(Ⅰ)型金矿床的金矿物成色介于前两者之间,平均成色在800~950之间,金矿物多为自然金,少数是银金矿。可见,金矿床中硫化物发育程度明显影响其金矿物成色,即硫化物愈发育,其金矿物的成色愈低。据统计,本区各金矿床的矿化标高范围与其金矿物平均成色之间的关系不明显,同时,由于各金矿床形成的平均温度相对变化较小,而同一矿床的不同成矿阶段的温度范围相对变化较大(常在120~300℃之间),因而造成各矿床的平均温度与其金矿物平均成色之间的关系也不太明显。但是,同一矿床不同成矿阶段形成的金矿物,从早到晚随温度逐渐降低,其成色也逐渐降低。如桐峪Q8金矿床中,从早到晚有四个矿化阶段,依次为石英-黄铁矿阶段→石英-黄铁矿硫化物阶段→石英-多金属硫化物阶段→石英-碳酸盐阶段,其相应金矿物的成色依次为959→921→785→784逐渐降低。众所周知,Ag的亲硫性比Au强,在热液中也相对稳定,多在热液演化晚阶段富集,从而使金矿物成色从早到晚逐渐降低。

表4 陕西小秦岭脉状金矿床的金矿物成色特点

Table 4. Fineness characteristics of gold minerals in the Xiaoqinling vein gold deposits, Shaanxi Province

金矿床名称	脉体类型	样数	金矿物成色		资料来源
			变化范围	平均值	
湘子岔金矿	I型	17	450~830	625	本文
大王西峪金矿	I型	3	536~920	748	王治堂, 1988 ^[2]
太峪金矿	I型	3	672~921	759	李西林, 1987 ^[1]
桐峪Q12金矿	Ⅱ型	2	793~921	857	
桐峪Q8金矿	Ⅱ型	5	784~959	884	
骊山金矿	Ⅱ型	8	872~949	897	本文
善车峪金矿	Ⅱ型	1	917	917	李西林, 1987 ^[1]
将军岔金矿	Ⅲ型	2	982~983	983	本文
桐峪Q01金矿	Ⅲ型	5	976~1000	988	李西林, 1987 ^[1]

金矿物的成色是矿床成因的重要标型特征。由于本区脉状金矿床中除自然金、银金矿、金银矿外,其它金银矿物很少见。所以,不同矿床中金成色的变化实质是矿床中Ag/Au比率变化的反映。而同一矿床中金矿物成色的变化是受其成矿的物理化学条件制约的。N Shikazono等(1987)^[4]对日本脉状金矿中金矿物的Ag/Au比率研究后,认为相同温度下,热液中硫活度(α_{S_2})愈高,形成金矿物的Ag/Au比率愈大,易形成银金矿;而相同硫活度下,温度愈高,形成金矿物Ag/Au比率愈小,易形成自然金。这与本区脉状金矿床中,金矿物成色随硫化物的发育和成矿温度的降低而降低的特征相一致。目前普遍认为Au、Ag在成矿热液中最主要的溶解状态是与硫、氯形成的络合物,因而金的成分还与氯活度(浓度)密切相关。如表5所示,本区各矿床中不同成矿阶段的Cl⁻浓度(m_{Cl^-})从早到晚逐渐降低;而SO₄²⁻浓度($m_{SO_4^{2-}}$)与其成矿阶段中硫化物的发育程度相一致,即热液中 $m_{SO_4^{2-}}$ 愈高相应成矿阶段中的硫化矿物愈发育。据气液包裹体成分的热力学计算表明,当热液中的 $m_{Cl^-}/m_{SO_4^{2-}}$ 比值愈大,金愈易与氯形成

络合离子的形式存在;反之, $m_{\text{Cl}^-}/m_{\text{SO}_4^{2-}}$ 比值愈小, 金易与硫形成络合离子的形式存在。表中 I 型湘子岔金矿床在较早的黄铁绢英岩化阶段, 金主要以氯的络离子存在;而在较晚的石英-多金属硫化物阶段, 金主要以硫的络离子存在。Ⅱ型的将军岔金矿床中, 各成矿阶段金均以氯的络离子形式存在。由此推测, 金矿物成色受硫化物发育程度影响的原因, 主要是受成矿热液的硫活度及其所造成的金溶解形式的不同。当热液中硫活度高或其 $m_{\text{Cl}^-}/m_{\text{S}}$ 比值小时, 金与硫构成络离子, 产生的金矿物的 Ag/Au 比率大, 金成色低; 当热液中氯活度高或其 $m_{\text{Cl}^-}/m_{\text{S}}$ 比值大时, 金与氯形成络离子, 产生的金矿物的 Ag/Au 比率小, 金成色高。

表5 不同金矿床的成矿热液中 Au 的存在形式及其百分率 (%)

Table 5. Modes of occurrence and percentage of Au in ore-forming hydrothermal solutions of different gold deposits

金矿床名称		湘子岔金矿床 (I 型)		将军岔金矿床 (Ⅱ型)	
成矿阶段		黄铁绢英岩化阶段	石英-多金属硫化物阶段	石英-黄铁矿阶段	石英-黄铁矿-黄铜矿阶段
金 的 存 在 形 式	Au^{3+}	4.22×10^{-36}	3.24×10^{-44}	1.81×10^{-36}	1.46×10^{-37}
	Au^+	1.24×10^{-4}	1.61×10^{-8}	7.55×10^{-5}	1.65×10^{-4}
	$[\text{AuCl}_4]^-$	1.55×10^{-7}	7.45×10^{-49}	2.14×10^{-7}	4.69×10^{-30}
	$[\text{AuCl}_2]^-$	100.00	1.29×10^{-4}	96.91	99.99
	$[\text{Au}(\text{HS})_2]^-$	7.69×10^{-7}	0.10	1.43×10^{-2}	1.29×10^{-5}
	$[\text{Au}(\text{HS})_2\text{S}]^{2-}$	4.77×10^{-6}	99.90	3.07	7.31×10^{-2}
计算温度 (°C)		290	235	290	245
包裹体成分浓度 (mol/kg H_2O)	Cl^-	2.25	0.15	2.77	1.55
	SO_4^{2-}	0.08	0.13	0.11	0.12
	$\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$	29.58	1.19	25.18	12.84

注: 气液包裹体成分由宜昌地质矿产研究所分析

4 结 论

通过上述讨论, 对本区脉状金矿床有以下几点认识:

(1) 脉状金矿床中, 金的赋存状态及分布明显受其硫化物发育程度制约。金(金矿物、超显微金)优先选择赋存于硫化物中, 特别是黄铁矿和闪锌矿中; 当硫化物不发育时, 金才主要赋存于石英等非硫化物中。

(2) 金矿物的赋存状态随矿床中硫化物的发育而有规律地变化。硫化物愈发育, 其粒间金愈多, 而裂隙金愈少。多金属硫化物型金矿床内, 大部分金矿物赋存于硫化物中; 黄铁矿硫化物型金矿床内, 金矿物约有一半赋存于硫化物中; 少硫化物型金矿床中, 金矿物则大部分赋存于石英中。

(3) 超显微状态的 Au、Ag 在各矿物中并不是随机分布, 而是有明显的选择性。其中, Au 易在黄铁矿中富集; 而 Ag 易在方铅矿中富集。初步认为 Au 与 Ag 一样, 也并非完全随机地赋

存于各矿物的晶格缺陷中,而有部分以类质同象形式参与了矿物晶格结构。

(4) 金矿物的成色与其成矿阶段、硫化物发育程度密切相关。这是由于影响金矿物成色的主要的物理化学因素为成矿温度、热液中氯、硫浓度比值 (m_{Cl^-}/m_{S})。温度愈高、 m_{Cl^-}/m_{S} 比值愈大、矿床中 Ag/Au 比值愈小,形成金矿物的成色就愈高。

此外,本区脉状金矿床形成于燕山晚期,并沿燕山期岩浆-构造活化带分布。金矿床在时空分布及其矿化特征方面都具一致性。且各矿床的 S、C 同位素组成也均表现出具深源特征^[3]。这说明本区域金成矿是统一而不可分割的。推测金成矿这种区域一致性是由深部统一的成矿作用制约,浅部围岩等不可能是主要制约因素。今后若加强此方面的研究,必将对指导区域找矿有重要作用。

参 考 文 献

- 1 李西林. 陕西小秦岭金矿中金的标型特征. 西北地质, 1987, 总37期, (5): 19~25
- 2 王治堂. 陕西洛南大王西峪金矿主要地质特征. 陕西地质, 1988, 6 (2): 9~11
- 3 晁掇, 王德欣. 小秦岭金矿的硫同位素组成特征及硫来源的探讨. 陕西地质, 1990, 8 (2): 75~83
- 4 Shikazono N, Shimizu. The Ag/Au ratio of native gold and electrum and the geochemical environment of gold vein deposits in Japan. Mineralium Deposita, 1987, 22 (4): 309~314

MODES OF OCCURRENCE AND DISTRIBUTION OF GOLD IN XIAOQINLING GOLD DEPOSITS, SHAANXI PROVINCE

Lin Aiping and Jin Jingfu

(Chengdu College of Science and Engineering, Chengdu 610059)

Key words: vein gold deposit, sulfide mineral, mode of occurrence of gold, fineness of gold mineral, Xiaojinling of Shaanxi

Abstract

In the Xiaojinling vein gold deposits of Shaanxi Province, modes of occurrence and distribution of gold are closely related to the development of sulfides. Gold (including gold minerals and ultramicroscopic gold) preferentially occurs in sulfide minerals, especially in pyrite and sphalerite; nevertheless, where sulfides are poorly developed, gold mainly occurs in non-sulfide minerals such as quartz. Orebodies of vein gold deposits are mainly sulfide quartz veins, and where there exists intense wall-rock alteration, the near-ore altered rocks constitute the component part of an ore body. Gold minerals mainly include native gold and electrum, which occur in three forms: "intergranular gold" that exists among grains, "fissure gold" existent in microfissures of minerals; "enclave gold" wrapped in minerals. Of these three forms, the last two belong to gold minerals that occur in other minerals. In gold de-

posits, the better developed the sulfides, the more the intergranular gold, and the less the fissure gold. According to development characteristics of sulfides, the vein gold deposits might be divided into three types: polymetallic sulfide type, pyrite sulfide type and sulfide-deficient type. In polymetallic sulfide type gold deposits, gold minerals mostly occur in sulfide minerals, and their average finenesses are lower than 800; in pyrite sulfide type gold deposits, about half of gold minerals occur in sulfides, and their average finenesses are between 800 and 950; in sulfide-deficient type gold deposits, gold minerals mostly occur in quartz, and their average finenesses are higher than 950. The finenesses of gold minerals gradually decrease with the fall in ore-forming temperature and also with the drop in the ratio between concentration of chlorine and that of sulfur (m_{Cl}/m_{S}).

Besides gold minerals, there is a large amount of ultramicroscopic gold (invisible gold) that occurs in various minerals within ore deposits. The variations in ultramicroscopic Au and Ag in various minerals show regularity instead of being at random. In the same ore deposit, ultramicroscopic Au content of various minerals varies in order of pyrite>sphalerite>galena and chalcopyrite>quartz, whereas ultramicroscopic Ag content varies in order of galena>sphalerite, chalcopyrite and pyrite>quartz, suggesting that Au and Ag tend to be concentrated in pyrite and galena respectively. It is preliminarily considered that ultramicroscopic Au takes part in the formation of lattice structure of minerals instead of being present in lattice defects of minerals.

<http://www.kcdz.ac.cn/>