

桂东—粤西寒武系黑色岩系层控金矿床金的搬运形式及沉淀条件*

张景荣 朱法华

(南京大学地球科学系)

摘 要: 根据桂东—粤西寒武系黑色岩系层控金矿床的地质特征, 矿体中的有机质与金等成矿元素之间的关系, 矿物流体包裹体的气相成分以及有机试剂溶解纯金和金矿石的实验研究资料, 认为此类矿床成矿热液中金以有机配合物和金的硫化物的形式迁移为主。减压沸腾、氧化还原电位升高和 pH 值下降, 是金沉淀富集的重要条件。

主题词: 黑色岩系 有机碳 有机配合物 金矿床

寒武系黑色岩系层控金矿床是华南地区重要的金矿类型之一。在西起桂平东到怀集, 东西长 200 多公里的桂东—粤西金的成矿带中, 已发现金矿床(点) 200 多处^[1,2,3]。此类矿床从控矿围岩到矿体以有机质含量丰富为特征^[4,5,6,7]。但是在以往的研究工作中, 仅根据矿物流体包裹体的无机成分和矿石的矿物组合, 推论成矿过程中金主要以无机配合物的形式搬运, 而忽略了有机质对金的搬运富集作用, 事实上, 金有与各种有机配体(如腐殖质酸、氨基酸、草酸、富里酸、苔藓酸以及各种杂环化合物等) 形成配合物的能力; 并且金的有机配合物的种类和稳定性, 都远远超过同族元素(Ag、Cu) 和所有过渡金属元素(仅次于铂)^[8]。本文将根据有机质与金富集的关系、有机试剂溶解金的模拟实验资料以及矿物流体包裹体的成分分析数据, 讨论黑色岩系层控金矿床, 在成矿作用中金的搬运形式和沉淀富集的条件。

1 矿床地质特征

该区黑色岩系层控金矿床的分布, 受寒武系含金建造的控制, 矿床主要产在碳硅质页岩和碳质粉砂岩中。因此, 丰富的有机质从何而来? 含金建造形成的古地理环境如何? 是人们所关注的问题。我们利用黑色岩系有机质的饱和烃特征, 干酪根的碳同位素组成和干酪根薄片的显微镜观察资料, 论证了寒武系的古生物群, 它是以蓝藻为主的生物组合。从岩石化学、微量元素和生物群等方面的特征分析, 其含金建造形成于停滞海盆的古地理环境^[9]。所谓停滞海盆, 即表层水中富氧、深层水中贫氧的相对封闭的环境。这既有利于藻体在表层水繁殖, 又有利于生物遗体的保存, 参与黑色岩系的形成。本区黑色岩系主要分布在下寒武统(在广西为清溪亚群, 在广东称八村群), 其岩系由砂岩、页岩、碳质粉砂岩、碳质页岩和碳

* 中国科学院兰州气体、生物地球化学开放实验室资助项目
张景荣, 男, 52岁, 副教授, 地球化学。邮政编码: 210008

硅页岩组成。据粤西—桂东一带的研究资料,黑色岩系中金的丰度明显较高,金的平均值变化在 $6.9 \times 10^{-9} \sim 29.5 \times 10^{-9}$ 之间^①,其富集系数在 3.85~16.36 之间^②。此类矿床尽管层控特征明显,但金矿床的分布仍然与断裂构造密切相关,造成金矿产状多呈脉状或沿破碎带分布。此外,金的成矿作用还与加里东期的同熔型花岗岩有成因联系,似有无岩浆活动不成大矿的规律。因此,该类金矿床的成矿作用仍然是含金建造、构造和岩浆活动三位一体的控矿因素。按产状有三种类型金矿床:1)产于岩体与寒武纪黑色岩系接触带中的石英硫化物型;2)远离岩体赋存于黑色岩系中的石英脉型;3)赋存于含碳变质砂岩中的硫化物细脉浸染型。在同一矿田内,既可以有单一类型的金矿床,亦有几种类型的金矿床同时存在。有时上部为石英脉型向深部则过渡为细脉浸染型。石英气液包裹体均一法测温为 150~260℃,属中低温热液矿床^[1]。

矿石矿物:以黄铁矿为主,次为方铅矿、黄铜矿,还有极少量的闪锌矿、斑铜矿、蓝辉铜矿、黝铜矿、自然金、毒砂、菱铁矿和辰砂等。脉石矿物:主要为石英,少量的绢云母、白云母、方解石和重晶石等。此外,还有丰富的碳质物,有的沿脉壁分布,有的呈碳沥青透镜体产在矿脉中,还有的充填在石英的微裂隙中。

2 矿体中有机质的来源及其与金富集的关系

2.1 矿体有机质的来源

从上面的叙述可知,在黑色岩系层控金矿床中,不论矿石矿物还是脉石矿物,有机碳的含量都比较高。例如广东怀集大坑山八村群的中亚群(含矿层),有机碳含量平均值为 0.12%,广西龙水—金牛山清溪亚群剖面第四段(含矿层),有机碳平均含量为 1.051%,有的高达 2.26%。这么丰富的有机质从何而来,是关系到金的搬运形式和矿床成因的问题。为探讨这个问题,笔者从矿石中提取了干酪根,进行了元素分析和碳同位素的测定(表 1)。从分析数据不难看出,矿石和围岩中干酪根的元素组成和碳同位素分布特征有很大的相似性,反映了它们来源的亲缘关系。

表 1 围岩和矿石中干酪根元素组成及碳同位素特征对比

Table 1. Comparison in composition of kerogen elements and carbon isotopic characteristics between wall rocks and ores

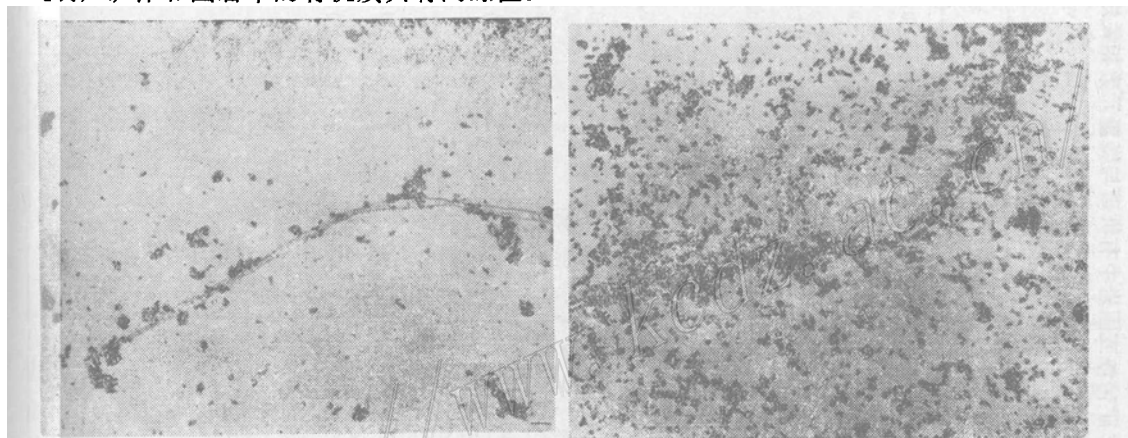
样品类型	纯度%	C(%)	H(%)	O(%)	N(%)	O/C (原子比)	H/C (原子比)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$
硫化物矿石		64.85	0.88	3.83	0.15	0.044	0.16	-31.18
富硫化物矿石	93.82	89.78	0.45	0.82	0.09	0.007	0.06	-33.32
碳质页岩	89.29	75.7	0.45	1.40	0.10	0.01	0.07	-30.89
碳质页岩	95.05	92.1	0.45	1.27	0.07	0.01	0.06	-29.10
碳质页岩	82.99	72.6	0.73	2.35	0.08	0.02	0.03	-33.09

① 王鹤年、张景荣, 1990, 粤西金矿床地球化学, 科研报告

② 与上部地壳丰度值 1.8 ppb ZNK(S L 泰勒, 1985 年) 之比

据 B 蒂索 (1974 年) 的研究, H/C 原子比值小于 0.5, O/C 原子比值小于 0.10 的干酪根, 可能经受了成岩后的地质作用, 干酪根的演化程度高^[10]。从表 1 所列数据, H/C 原子比值除个别数据外均小于 0.10, O/C 原子比值都小于 0.05, 说明该区地层经受了后期变质热事件的叠加, 干酪根已演化到过熟阶段, 其化学组成已失掉鉴别其原始母质的意义。而干酪根中碳的含量很高, 在热演化过程中碳同位素分馏效应不明显, 基本上能保持其原始母质的碳同位素特征。一般认为, 过成熟干酪根的 $\delta^{13}\text{C}$ 值小于 -27‰ 时, 属 I 型干酪根, 即原始母质由海藻等低等生物遗体变来的^[11]。由表 1 得知, 本矿区矿石中干酪根的碳同位素的 $\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$ 值变化在 $-31.18 \sim -33.32$ 之间 (小于 -27), 属 I 型干酪根。与地层中干酪根同属一母质来源。

此外, 在矿化碳质砂、页岩的矿石中有机质的干酪根薄片, 发现了丝状蓝藻结构, 且与围岩中干酪根中的丝状蓝藻具有相同的特征 (图版 1、2), 只是其碳化更深了。从另一侧面说明, 矿体和围岩中的有机质具有同源性。



照片 1 矿石中干酪根的丝状蓝藻 $\times 50$

照片 2 矿石中干酪根中弯曲的丝状蓝藻, 碳化程度高 $\times 10$

2.2 蚀变围岩和矿体有机碳含量及其与金的关系

以广西龙水金矿床为例来讨论这个问题。该矿床矿化的砂页岩中有机碳的含量变化在 $0.4\% \sim 2.5\%$ 之间, 其中 I 号矿带 (矿化差) 有机碳含量的平均值为 0.142% , II 号矿带有机碳含量平均值为 0.97% (矿化强)。随着矿化作用增强有机碳的含量增加, 相应在其矿体附近碳质层和碳质透镜体增多。表明岩石在蚀变过程中有机质发生转移, 且有与金一起向矿脉中聚集的趋势。在同一穿脉中, 从两侧蚀变砂、页岩到矿体, 有机碳含量递增, 且与金的含量变化趋势相一致 (图 1)。为进一步了解近矿围岩中有机碳与金等成矿元素的关系。笔者还对 I 号矿带蚀变围岩中的有机碳和金等微量元素的含量数据, 进行了相关分析, 得出相关矩阵 (表 2)。相关矩阵表中 $N=10$, 自由度为 8, 在 5% 水平时 $r_2=0.632$ 。由相关矩阵可知, 有机碳与 Au、Ag、As、Sb、Hg、Pb 和 Cr 等都呈显著正相关关系。其中与 Au、Ag 的相关系数分别高达 0.9494 和 0.9749 , 说明在成矿过程中 Au、Ag 与有机碳共同迁移的密切关系。

另据矿物流体包裹体气相成分测定数据 (表 3), 黑色岩系层控金矿床石英包裹体中以富含 CO 和甲烷还原性气体为特征。CO 加 CH_4 的含量高达 $244.27 \text{ ml}/100 \text{ g}$, CH_4 的最高含

表 2 龙水金矿 I 矿带蚀变围岩中有有机碳与微量元素相关矩阵

[illegible]

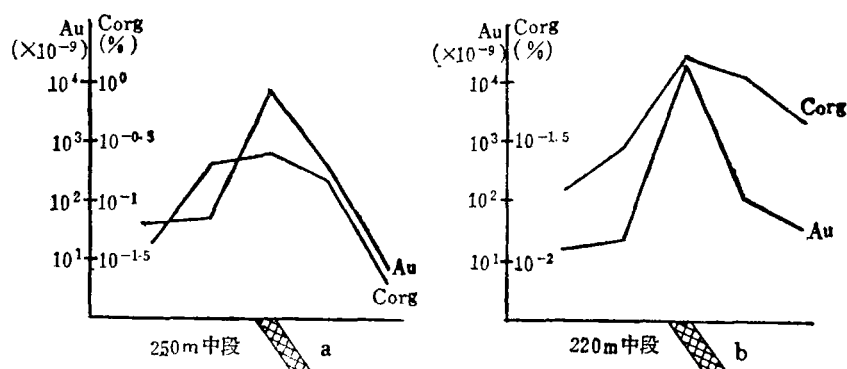


图 1 矿体-围岩金和有机碳含量变化曲线图

Fig. 1 Variations in gold and organic carbon contents from orebody to wall rocks.

量为 6.32 ml/100 g, 同时有的样品还出现微量的乙烷 (C_2H_6)。其矿物流体包裹体的成分与美国密西西比型铅锌矿 (Na-Ca-石油卤水淋滤成因)^[12]、湖南层控铅锌矿 (矿体中存在碳沥青透镜体) 和广西大厂锡石硫化矿床礁灰岩方解石中的有机包裹体成分有很大的相似性^[13]。说明本金矿床成矿溶液中存在有机质, 其丰富的 CH_4 和 CO 气体, 是有机质演化的最终产物^[14, 18]。

表 3 寒武系黑色岩系金矿床石英包裹体气相成分 (ml/100 g)

Table 3. Gaseous components of inclusions in quartz from gold deposits in Cambrian black rock series

矿床名称	龙水矿田硫化物型金矿								大坑山石英脉型金矿	
形成期次	矿化期								非矿化期	非矿化期
CO	22.06	226.78	28.33	237.95	200.82	59.72	28.41	142.5	38.02	234.21
CH_4	0.99	微量		6.32	6.16	0.47	0.81		4.17	
C_2H_6		微量							微量	微量
CO_2	30.63	29.87	24.0	31.94	4.95	30.15	27.62	30.63	21.42	28.34
$CO+CH_4$	23.05	226.78	28.33	244.27	206.98	60.19	29.22	142.5	42.19	234.2
$\frac{CO+CH_4}{CO_2}$	0.75	7.59	1.18	7.65	41.81	2.00	1.06	4.65	1.97	8.26

3 有机试剂溶解金的试验及结果讨论

为了进一步研究金同有机质的关系, 笔者做了有机试剂溶解金的实验。有机试剂选择了乙二胺四乙酸二钠和 L-半胱氨酸, 前者有机分子中含二个氨基和四个羧基, 氨基和羧基是地质体中普遍存在的基团; L-半胱氨酸是氨基酸的一种, 在地质体中也较为普遍, 古老的岩石中都有发现。实验材料分别选用纯金丝和金矿石粉。

纯金丝的溶解实验。将纯金丝放入装有去离子水的烧杯中, 在不同的烧杯中先加入氧化剂高锰酸钾, 然后分别加入乙二胺四乙酸二钠和 L-半胱氨酸 (配成饱和溶液), 用 $NH_3 \cdot H_2O$ 、 $NaOH$ 和 CH_3COOH 调节 pH 值, 实验溶液中没加入硫、氯等其它阴离子。反应温度 77℃,

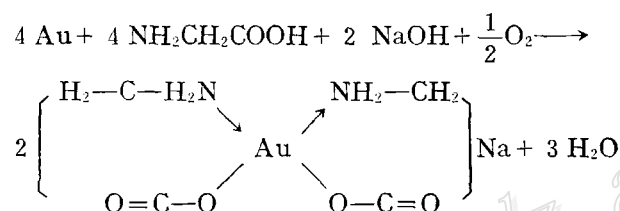
表 5 有机试剂浸取矿石金的实验结果

Table 5. Experimental results of leaching ore gold by organic solvents

样 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
加入的试剂	EDTANa ₂	EDTANa ₂	EDTANa ₂	EDTANa ₂	L-半胱氨酸	L-半胱氨酸	L-半胱氨酸	L-半胱氨酸	去离子水
pH	6	7	8	9	6	7	8	9	7
溶液中金浓度(×10 ⁻⁹)	52.08	52.08	48.72	47.04	47.04	47.04	47.04	52.08	48.72

从纯金萃取实验数据还可以看到,乙二胺四乙酸二钠与金的配合能力较L-半胱氨酸要强。这可能是由于乙二胺四乙酸二钠中含有较多与金配合的氨基和羧基的缘故。

Г Г Минеев 等也认为,多种氨基酸可以溶解金,形成稳定的有机配合物^[17,19,20]。以乙氨酸为例,金可按下列反应进行:



结构式中金与氨基和羧基结合。

A B Radtke (1970) 提出,一旦金的氯化物 (AuCl_2)⁻ 与腐殖质相遇,腐殖质将夺取 AuCl_2 ⁻ 中的金形成稳定的有机螯合物^[21]。这种金的有机螯合物,在还原的条件下它的迁移一般不受溶液的温度和 pH 值变化的影响,能够长距离的迁移。因此, A B Radtke 等人认为美国卡林型金矿床成矿过程中,金就是主要以这种形式迁移的。

必须指出,在有机质丰富的成矿溶液中,有机配合物并非唯一的搬运形式,有机胶体的物理吸附作用对金的搬运作用不容忽视^[8,22]。胶体由于大的表面积、高的表面能和特征的表面电荷,具有强的吸附能力。有机胶体带负电荷,故对难溶的金属化合物和惰性金属颗粒具有较强的吸附、搬运能力。许多研究资料也证明有机胶体对金的强烈吸附作用。例如银洞坡矿区在选矿实验中富集的碳质物金含量达 20~30 g/t; В С Глухов 的研究,碳质页岩中的碳沉淀金的能力为 4 g/t; 另据贵州微细浸染型矿石选矿实验,在漂浮的有机碳中,金含量高达 1000 g/t。

4 成矿热液中金的搬运形式及沉淀富集条件

成矿热液是一个极为复杂的体系,成矿元素的迁移也绝不会是单一的形式,甚而在不同成矿阶段,随着成矿溶液成分和介质物理化学条件的变化,成矿元素的搬运形式也会发生变化。固然,此类矿床成矿热液含有丰富的有机质,金的有机配合物是金的主要搬运形式。但是,也不应忽略无机配合物形式的迁移。特别在有岩浆热液参与的成矿溶液中,更要注意无机配合物的迁移形式。据矿物流体包裹体的研究资料,成矿溶液富含 CO 、 CH_4 和 SO_2 ⁴⁻、 Cl^- 、 HCO_3^- 等阴离子,成矿溶液介质的条件偏碱性、还原的环境 ($\text{CO} + \text{CH}_4/\text{CO}_2$ 比值高达

41.81)。在这种成矿溶液中,金能够形成 $[\text{Au}(\text{HS})_2]^-$ 和 $[\text{Au}(\text{HS})_3]^{2-}$ 配合物的形式迁移(图2)。图2可以看出,在 $\text{pH} > 7$ 的介质中, $\text{Au}(\text{OH})\text{Cl}^-$ 和 AuCl_2^- 等形式的化合物溶解度极

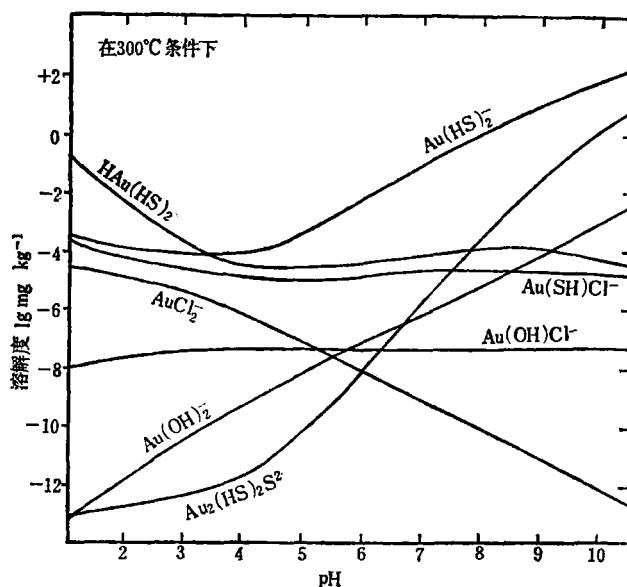


图2 在黄铁矿-磁黄铁矿平衡下各络合物的溶解度
(据 Seward T W, 1984)

Fig. 2. Solubilities of various complexes under the balance of pyrite and pyrrhotite.

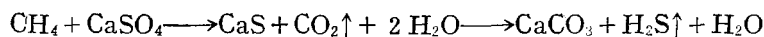
小($<10^{-7} \sim 10^{-8}$),因此,这种搬运形式在此类矿床成矿热液中是微不足道的。综上所述寒武系黑色岩系层控金矿床,在成矿热液中金的搬运形式,很可能主要是金的有机配合物、硫氢配合物和胶体吸附的形式。这与矿石中富含硫化物和有机碳的地质事实相一致。

金的沉淀富集取决于金的搬运形式和介质的物理化学条件的变化^①。以金的硫氢化物搬运时,温度降低将明显使溶解度降低导致金的沉淀(图3)。此外,从图3还可一目了然地看出,金的硫氢配合物在中性的条件下溶解度最高。 pH 值降低可使金的硫氢配合物分解而发生沉淀。 $\text{Au}(\text{HS})_2^-$ 在 pH 值大于8时,亦发生沉淀。

当以金的有机配合物的形式迁移时, pH 值降低和氧化电位升高,有利于金的有机配合物的沉淀,同时还能使离子金还原成自然金。

前已述及,此类矿床严格受断裂控制,当成矿溶液迁移至断裂带附近,氧化还原电位升高,成矿热液减压沸腾以及温度降低,都是金沉淀的有利条件。此外,如果沿裂隙下渗的天然水与成矿热液混合,将进一步提高介质的氧化还原电位。在这种条件下部分 H_2S 氧化成 SO_4^{2-} ,使成矿介质的 pH 值降低,也是造成金有机配合物和金的硫氢配合物的分解沉淀、聚集成矿的条件之一。

随着成矿溶液介质物理化学的变化,可发生如下的化学反应。 SO_4^{2-} 离子与有机质反应可促使有机化合物的氧化降解^[8]。以甲烷为例反应式如下:



① 王秀璋, 1985, 金的地球化学和成矿作用, 金银矿选集, 第四集

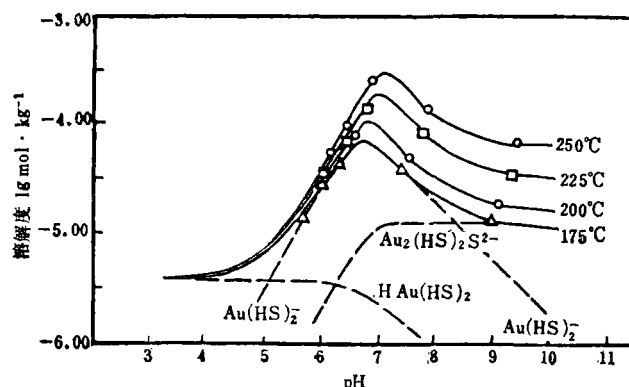


图3 硫化物溶液中金的溶解度和主要存在形式与温度、pH值的关系
离子强度(I) = 0.50; $\Sigma S(H_2S + HS^-) = 0.50 \text{ mol/kg}$; $p = 1 \times 10^8 \text{ Pa}$; 实线为在上述条件下的实验结果, 虚线为三种硫-金配合物在相应条件下溶解度计算结果(据Seward T W, 1973)

Fig. 3. Solubility and major modes of occurrence of gold in sulfide solutions in relation to temperatures and pH values.

Ion intensity (I) = 0.50, $\Sigma S(H_2S + HS^-) = 0.50 \text{ mol/kg}$, $p = 1 \times 10^8 \text{ Pa}$. Solid lines represent experimental results under these conditions, whereas broken lines stand for solubilities of three sorts of sulfur-gold mixtures under the corresponding conditions.

反应的实质是 CH_4 的降解变为 CO_2 , 同时放出 H_2S 。 H_2S 和 Fe、Cu、Pb、Zn 等金属离子作用形成硫化物(黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿等)。有机质一部分热解氧化, 另一部分在热解的同时缩聚成含碳率更高的产物——碳沥青(或石墨), 与金属硫化物聚集在一起, 或在其周围形成碳质层或沥青质透镜体。形成“硫化物-石英-碳质”组合的矿石建造类型。随着成矿热液的向后演化, 介质中氧化还原电位继续增高, 酸性增强, 可形成碳酸盐和硫酸盐的矿物组合。

5 结论

(1) 寒武系黑色岩系层控金矿床中丰富的有机质来自围岩, 是由藻类等低等生物的遗体变来的。在成矿过程中, 有机质和金一起迁出共同向矿脉(裂隙带)聚集, 经过成矿作用的复杂的化学变化, 形成金的矿化和伴生的硫化物。有机质一部分氧化降解, 一部分增碳聚合形成碳质层和碳沥青透镜体与硫化物共生。形成“石英-硫化物-碳质”组合的矿石类型。

(2) 在蚀变围岩中, 有机碳和金、银、砷、锑和汞等元素, 成显著的正相关关系, 说明它们同迁移、共沉淀的密切关系。

(3) 黑色岩系层控金矿床, 成矿热液中金的主要迁移形式为: 金的有机配合物(含螯合物), 金的硫氢配合物和有机胶体吸附。氨基和羧基是金的最重要的有机配体。

(4) 裂隙减压带成矿溶液沸腾, 天然水的加入和氧化还原电位升高以及 pH 值降低的介质环境, 是金沉淀富集有利条件。

实验工作得到兰州气体、生物地球化学开放实验室的科技人员的支持和帮助, 谨致谢忱。

参 考 文 献

- 1 骆靖钟等.桂东金矿带特征.地质与勘探, 1984, 20(2)
- 2 张恒兴.广西岩金矿床主要类型特征及成矿规律.矿山地质, 1989, (2)
- 3 张培焕.广西东部地区金矿床地质特征及其成矿机制的探讨.黄金, 1987, (2)
- 4 涂光炽等.中国层控矿床地球化学(第一卷).北京: 科学出版社, 1984.
- 5 刘英俊等.湘西桂东一带金矿地球化学研究.地球化学, 1983, (3)
- 6 张景荣等.华南内生金矿床区域成矿条件分析及找矿方向的初步认识.南京大学学报(自然科学版), 1986, (1)
- 7 罗献林.有机碳对金的富集作用.桂林冶金地质学院学报, 1988, (8)
- 8 Иванн. П. Ф. 等. 黑色页岩中金的沉淀特征. 李耀华译. 地质地球化学, 1988, (5)
- 9 卢衍豪.中国寒武纪沉积矿产与“生物—环境控制论”.北京: 地质出版社, 1978.
- 10 Vitorovic D. 干酪根的一般结构、类型及其演化途径. 韩林译. 中国科学院地球化学研究所有机地球化学开放研究实验室1986年年报. 贵阳: 贵州人民出版社, 1987.
- 11 周中毅等. 过成熟干酪根的性质及其类型划分探索. 中国科学院地球化学研究所有机地球化学开放研究实验室1986年年报. 贵阳: 贵州人民出版社, 1987.
- 12 梅纳德 J. B. 沉积矿床地球化学. 丁禾译. 北京: 地质出版社, 1986. 108~124
- 13 卢焕章等. 沉积改造层控矿床包裹体研究与矿床形成机理探讨. 矿床地质, 1987, 6(2)
- 14 李本超等. 流体包裹体中的有机成分及其应用. 地质地球化学, 1987, (7)
- 15 华东化工学院分析化学教研组、成都科学技术大学分析化学教研组编. 分析化学(第二版). 北京: 人民教育出版社, 1982.
- 16 Vitorovic D. 根据碱性高锰酸盐多步降解的氧化产物对干酪根定性和分类. 中国科学院地球化学研究所有机地球化学开放研究实验室1986年年报. 贵阳: 贵州人民出版社, 1987. 276~301
- 17 Минсеев Т. Г. 等. 微生物和化学溶剂浸金的工艺原理. 张教五译. 黄金, 1985, (5)
- 18 Harry Dembicki Jr. Source rock evaluation by pyrolysis-gas chromatography. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, 1983, 67: 1094~1103
- 19 Saxby J. D. Diagenesis of metal-organic complexes in sediment; formation of metal sulphide from Cystine complexes. Chemical Geology, 1973, 12(4): 241~248
- 20 Saxby J. D. The significance of organic matter in ore genesis. In: Wolf K. H. ed. Handbook of strat bound and stratiform ore deposits. 2: 11~129
- 21 Radtke A. B., Scheiner B. J. Studies of hydrothermal gold deposition (I), Carlin gold deposit, Nevada: the role of carbonaceous materials in gold deposition. Econ. Geol., 1970, 65: 87~102
- 22 Seward T. W. The complexes of gold and the transport of gold in hydrothermal ore solutions. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1973, 37: 379~399

TRANSPORTATION AND PRECIPITATION OF GOLD IN STRATABOUND GOLD DEPOSITS OF CAMBRIAN BLACK ROCK SERIES IN EASTERN GUANGXI- WESTERN GUANGDONG AREA

Zhang Jingrong and Zhu Fahua

(*Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu Province*)

Abstract

Stratabound gold deposits are widely distributed in eastern Guangxi-western Guangdong Cambrian black rock series and occur mainly in Middle and Lower Cambrian carbonaceous sandstone and carbonaceous-siliceous rocks. Black rock series can contain organic carbon as much as 2.26% and, correspondingly, gold abundance is also fairly high, varying in the range of $(6.9 \sim 29) \times 10^{-9}$. Data on carbon isotopes of casein root and thin section observations of casein root reveal that abundant organic matters in the ore deposit were generated by degradation of remains of such lower organisms as algae. In altered wall rocks and orebodies, organic carbon shows obvious positive correlation with Ag, As, Sb and Hg, suggesting that organic matters moved out of wall rocks and concentrated towards ore veins (fissure zones) together with gold. According to characteristics of ore deposits and experimental data on dissolution of gold in organic reagents, migration of gold in ore-forming hydrothermal fluids mainly takes such forms as organic complexes of gold (including chelate), sulfur-hydrogen complexes $[\text{Au}(\text{SH})_2]^-$ and $[\text{Au}_2(\text{SH}_2)\text{S}]^{2-}$ and organic colloidal adsorption, with amino-group and carboxyl group being the major coordination bodies of gold. The boiling of ore-forming solutions in fissure decompression zones, the addition of natural water, the rising of redox potential and the decrease in pH values are favorable conditions for the precipitation and enrichment of gold. The decomposition of organic and $[\text{SH}]^-$ complexes of gold and other metallogenic elements causes the precipitation of gold and associated sulfide minerals. The separated organic matters partly experience oxidation and degradation and partly aggregate with increased carbon to produce carbonaceous beds and anthracolite lenses associated with sulfide minerals, thus forming the ore type of "quartz-sulfide-carbonaceous bed" association.