

脂肪酸、氨基酸对地层中金的浸取、

淋滤作用的模拟实验研究*

刘金钟 傅家谟 卢家烂

(中国科学院地球化学研究所广州分部)

本文通过模拟实验,研究了脂肪酸、氨基酸对地层中金浸取淋滤作用,并讨论了其地球化学意义。

关键词: 金矿源层; 脂肪酸; 氨基酸; 地球化学

成矿 实验

在一些以海相沉积岩系为矿源层的层控矿床形成过程中,脂肪酸、氨基酸等可能对成矿物质的活化、迁移及沉淀等方面起了重要的作用^[1,2,3,4]。因上述有机质在成矿晚期受热液作用而分解,故仅依靠对矿床残留有机质的研究来间接推测有机质在矿源层形成及早期热液矿化阶段的地球化学性质是很困难的。基于以上原因,本文通过模拟实验研究了脂肪酸、氨基酸对地层中金的浸取淋滤作用并讨论了其地球化学意义。^②

实验方法及结果

1. 含有机质水溶液对硫化物金矿石中的淋滤作用

岩石样品为桂西北典型的微细浸染型金矿床(金牙金矿床)的含金粉砂岩,金丰度 5×10^{-6} ,95%的金赋存于黄铁矿、毒砂等硫化物中,被粘土矿物吸附而易于活化的金丰度为 150×10^{-9} 。参照前人给出的地质体中有机质种类及浓度的参数^[3,4,5],选用 1000×10^{-6} 的丙氨酸、半胱氨酸、乙酸钠、

水杨酸钠作为有机淋滤剂。样品粉碎至200目,取3g样品加入30ml溶液。150℃和150℃以上的试样在高压釜(加Teflon衬套)中进行,调节充填度使饱和蒸气压约为 $200 \times 10^5 \text{Pa}$,接近成矿压力^①。室温(约25℃)下反应时间为20d,其余温度的反应时间为7d。反应结束后,样品用离心机沉淀不溶物,溶液经高氯酸+硝酸氧化—聚氨脂泡沫塑料吸附金—硫脲解脱后用原子吸收测定金浓度。原子吸收仪器为日立E—8000型,绝对灵敏度 0.1×10^{-9} 。实验结果见图1、表1。

2. 含有机质水溶液对岩石中呈吸附态的金的淋滤作用

实验方法同上,只是被淋滤的岩石为实验1中的含金硫化物矿石经600℃焙烧,硫化物已分解,金呈被造岩矿物吸附状态。实验结果见图2和表2。

讨论与结论

1. 据图1、表1可知,氨基酸、脂肪酸对地层硫化物中的金有一定的浸取、淋滤能力。本实验因反应时间限制,溶液与岩石

* 国家博士后基金和国家自然科学基金资助项目。本文1991年12月收到,1992年9月收到补充稿。

② 刘金钟,桂西北中三叠统板纳组地层中金的分布及地质意义,《地球化学》待刊。

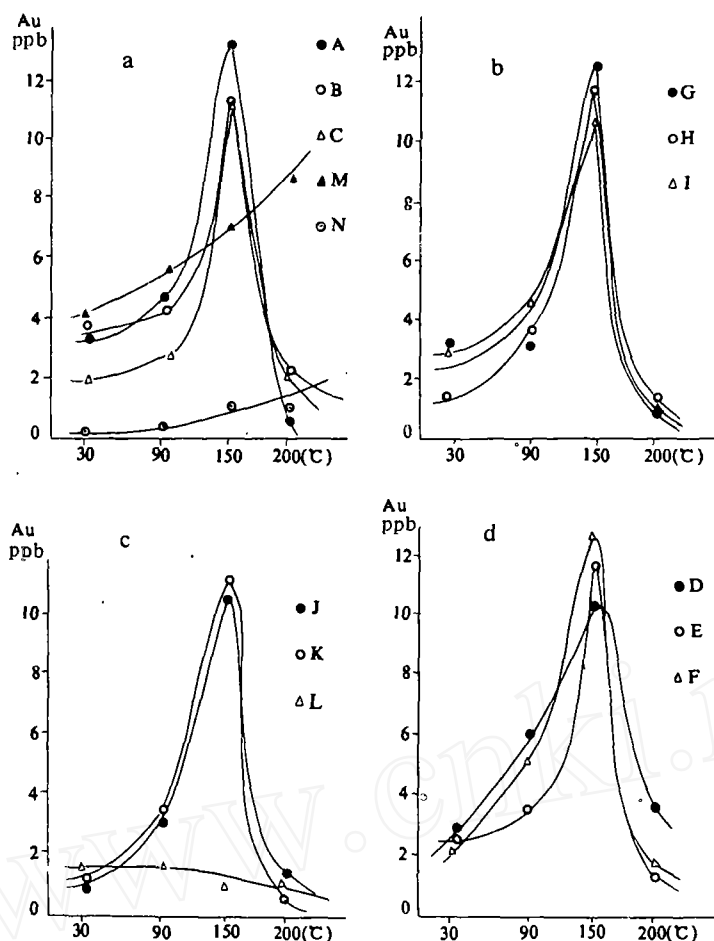


图1 不同成分溶液中 Au 的浓度曲线

(溶液成分代号见表1说明)

中金的相对浓度未达到平衡,各溶液中金浓度绝对值不高,但金最大浓度明显高于富Cl的卤水(图1a),在漫长的地质时间内,有机物对地层中金的浸取能力是相当可观的。

2.脂肪酸、氨基酸的类型、浓度与浸取能力的关系不大,表1中各有机质的摩尔浓度有较大的差别(丙氨酸=0.011mol/L,半胱氨酸=0.0083mol/L,乙酸钠=0.0077mol/L,水杨酸钠=0.0063mol/L),但对应温度下各溶液中金的浓度差别不大。值得注意的是,无机盐类与有机质混合溶液的浸取能力,一般低于单纯盐类或有机质溶液的

浸取能力。因为有机—无机盐类共存溶液水的介电常数降低而溶液与固相之间反应速度降低。这种现象提示,对于一些成矿流体中盐类(或 Cl^- 、 S^{2-})浓度较低的层控矿床来说,有机质可能在成矿物质的活化迁移中起到了主要作用。

3.实验1中,有机质的浸取能力随温度的升高呈波状变化,在150°C左右达到最大值。常温及90°C下溶液中金浓度较低,因为低温下有机质对岩石中金的溶蚀速率较小;如有足够长的时间,低温下溶液中金的浓度将不会低于较高温下溶液中金的浓度。高温下(200°C)溶液中金的低浓度则

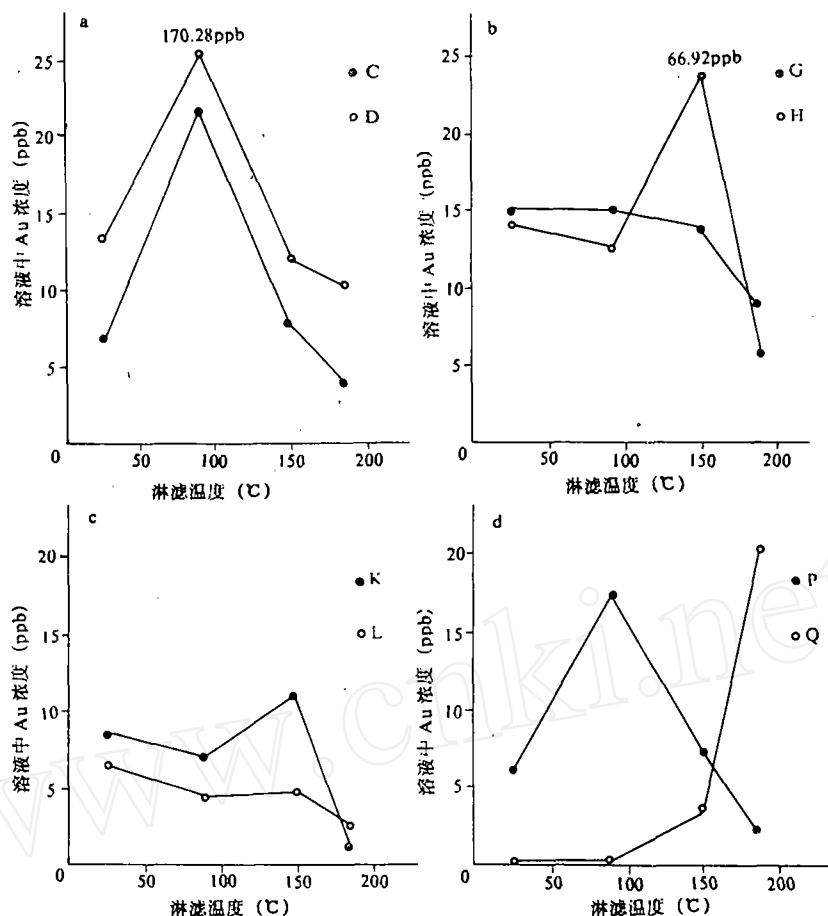


图2 含有机质水溶液对氧化金矿石中金的淋滤作用

(溶液成分代号见表2说明)

是因为溶液中有有机质已发生分解。因为微细浸染型金矿矿源层形成及成矿早期阶段的流体温度一般不高于150℃，故氨基酸、脂肪酸在上述地质阶段中可稳定存在，并对沉积物中金的浸取、淋滤和运移起了一定的作用。200℃时，金—有机络合物的稳定性明显下降；此时金在溶液中的溶解度明显低于相同温度下金在单纯盐类中的溶解度。因微细浸染型金矿主矿化温度约为200℃^②，

故有机络合物的分解使其中的金发生沉淀，促进了成矿元素的富集与矿床的形成。

4. 含有机质水溶液对氧化矿石中Au的淋滤能力明显高于对硫化物矿石中Au的淋滤能力(图2c中水杨酸钠除外)，尤其氨基酸对金的淋滤能力最强。如含氨基丙酸和半胱氨酸的卤水溶液对岩石中Au的淋出率分别达到34.4%和13.4%，由于反应远未达到平衡，可以设想若有足够长的时间，淋出

② 刘金钟，博士学位论文，1990年。

表1 淋滤实验条件及结果

样品 序号	温度 (℃)	溶液中 金浓度 ($\times 10^{-9}$)	溶液 成分	反应前 的 pH	反应后 的 pH	样品 序号	温度 (℃)	溶液中 金浓度 ($\times 10^{-9}$)	溶液 成分	反应前 的 pH	反应后 的 pH
1	25	3.2	A	6.5	6.5	29	25	1.4	H	6.0	6.5
2	90	4.8	A	6.5	6.5	30	90	3.7	H	6.0	6.5
3	150	13.4	A	6.5	6.5	31	150	11.8	H	6.0	6.5
4	200	0.48	A	6.5	6.0	32	200	1.2	H	6.0	6.5
5	25	3.7	B	5.0	6.5	33	25	2.9	I	6.0	6.5
6	90	4.2	B	5.0	6.5	34	90	4.7	I	6.0	6.5
7	150	11.4	B	5.0	6.5	35	150	10.7	I	6.0	6.5
8	200	2.5	B	5.0	6.5	36	200	1.0	I	6.0	6.5
9	25	2.0	C	6.0	6.0	37	25	1.3	J	6.0	7.0
10	90	2.8	C	6.0	6.0	38	90	3.5	J	6.0	6.5
11	150	11.2	C	6.0	6.0	39	150	11.4	J	6.0	6.5
12	200	2.0	C	6.0	6.0	40	200	0.7	J	6.0	6.5
13	25	2.9	D	6.5	6.5	41	25	1.3	K	5.0	6.5
14	90	6.0	D	6.5	6.5	42	90	3.3	K	5.0	6.5
15	150	10.3	D	6.5	6.5	43	150	10.7	K	5.0	6.5
16	200	3.6	D	6.5	6.0	44	200	1.5	K	5.0	6.0
17	25	2.9	E	6.5	6.0	45	25	1.6	L	6.0	6.5
18	90	3.6	E	6.5	6.5	46	90	1.7	L	6.0	6.5
19	150	12.0	E	6.5	6.5	47	150	10.2	L	6.0	6.0
20	200	0.9	E	6.5	6.0	48	200	1.1	L	6.0	6.5
21	25	1.5	F	6.0	6.0	49	25	4.4	M	6.5	6.5
22	90	5.3	F	6.0	6.0	50	90	3.8	M	6.5	6.5
23	150	12.9	F	6.0	6.0	51	150	8.6	M	6.5	6.5
24	200	1.3	F	6.0	6.5	52	200	13.8	M	6.5	6.5
25	25	3.1	G	6.5	6.5	53	25	0.0	N	7.0	7.0
26	90	3.3	G	6.5	6.5	54	90	0.2	N	7.0	7.0
27	150	12.7	G	6.5	6.5	55	150	0.8	N	7.0	7.0
28	200	0.8	G	6.5	6.5	56	200	1.0	N	7.0	7.0

注: A—1mg/ml 丙氨酸; B—1mg/ml 丙氨酸+1mol/L NaCl; C—1mg/ml 丙氨酸+1mol/L NaCl+1mg/ml Na_2S ; D—1mg/ml 半胱氨酸; E—1mg/ml 半胱氨酸+1mol/L NaCl; F—1mg/ml 半胱氨酸+1mol/L NaCl+1mg/ml Na_2S ; G—1mg/ml 水杨酸钠; H—1mg/ml 水杨酸钠+1mol/L NaCl; I—1mg/ml 水杨酸钠+1mol/L NaCl+1mg/ml Na_2S ; J—1mg/ml 乙酸钠; K—1mg/ml 乙酸钠+1mol/L NaCl; L—1mg/ml 乙酸钠+1mol/L NaCl+1mg/ml Na_2S ; M—0.5mol/L NaCl+0.1mol/L LKCl +0.1mol/L CaCl_2 ; N— H_2O (水)。

表2 含有机质水溶液对氧化金矿石中金的淋滤作用

溶液 成分	反应 温度 (℃)	溶液中 金浓度 ($\times 10^{-9}$)	溶液 成分	反应 温度 (℃)	溶液中 金浓度 ($\times 10^{-9}$)	溶液 成分	反应 温度 (℃)	溶液中 金浓度 ($\times 10^{-9}$)	溶液 成分	反应 温度 (℃)	溶液中 金浓度 ($\times 10^{-9}$)
C	25	7.22	H	25	14.26	P	25	6.21	Q	25	0.01
C	90	21.74	H	90	12.82	P	90	17.53	Q	90	0.04
C	150	8.14	H	150	66.92	P	150	5.26	Q	150	3.94
C	185	4.20	H	185	5.29	P	185	2.52	Q	185	20.52
D	25	13.34	K	25	8.84	注: C—1mg/ml 丙氨酸; D—1mg/ml 丙氨酸+0.5mol/L NaCl+0.1mol/L LKCl +0.1mol/L CaCl_2 ; G—1mg/ml 半胱氨酸; H—1mg/ml 半胱氨酸+0.5mol/L NaCl+0.1mol/L LKCl +0.1mol/L CaCl_2 ; K—1mg/ml 水杨酸钠; L—1mg/ml 水杨酸钠+0.5mol/L NaCl+0.1mol/L LKCl +0.1mol/L CaCl_2 ; P—1mg/ml 乙酸钠; Q—1mg/ml 乙酸钠+0.5mol/L NaCl+0.1mol/L LKCl +0.1mol/L CaCl_2 。					
D	90	170.28	K	90	7.26						
D	150	11.74	K	150	11.52						
D	185	10.19	K	185	1.50						
G	25	15.24	L	25	6.74						
G	90	15.13	L	90	4.35						
G	150	14.15	L	150	4.56						
G	185	9.14	L	185	2.50						

(下转第28页)

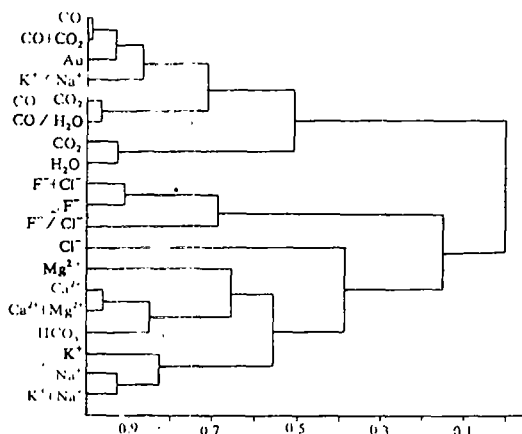


图2 斑岩型铜(金)矿床包裹体气液相成分与相应脉体金含量R型聚类谱系图

作为石英脉体含金性评价的有效标志。

3. 与花岗岩有关的岩浆热液型金矿床中石英脉体的含金性主要受液相成分控制,而斑岩型铜(金)矿床石英脉体的含金性主要受气相成分控制。

参考文献

- [1] 季克俭等,《热液矿床的矿源、水源和热源及矿床分布规律》,北京科学技术出版社,1989年。
- [2] Ckayton, R. N., et al, J. Geophys. Review, 1972, Vol.77, P.3057~3067.
- [3] 陈光远等,《胶东金矿成因矿物学与找矿》,重庆出版社,1989年。
- [4] Boyle, R.W., Geol. Surv. Bull., Canada, 1979.

Application of Inclusion Studies to Ore Potential Evaluation of Gold Quartz Veins

Qiu Jiansheng, Ren Qijiang, Wang Dezi, Wang Yuhua

A systematic measurement of gaseous and liquid compositions of inclusions in quartz veins and gold contents of the veins in the Yucrya, Shaxi and Dexin deposits was made. The results reveal that the gaseous and liquid compositions of inclusions are different in their characteristics for different types of deposits. The gold ore potentiality of quartz veins in magmatic-hydrothermal gold deposits related to granite is mainly controlled by the liquid composition of the inclusions, while that in porphyry copper(Au) deposits is restricted by the liquid composition. Parameters, such as CO₂ contents, salinity K⁺/Na⁺ and Ca²⁺/Mg²⁺ of the inclusions may be used as useful criteria for ore potential evaluation of gold quartz veins.

(上接第32页)

率还会明显增高。

根据以上讨论可知,某些有机质在层控矿床成矿过程中的作用,是值得重视的。本实验中温度间隔较大。因为有机质对温度的变化十分敏感,在两个相邻的温度点之间可能还有一些未知的地球化学现象,有待进一步研究。

参考文献

- [1] 傅家谟等,中国科学院地球化学研究所有机地球化学

开放实验室研究年报,1988,174~185页。

- [2] 涂光炽,《中国层控矿床地球化学》,第3卷,1988年,科学出版社,第255~297页。
- [3] Giordano, T.H., Econ. Geol. 1985, v.80, p.96~106,
- [4] Saxby, J.D., Geom. Geol., 1973, No.12, p.241~248.
- [5] Saxby, J. D., Handbook of Stratabound and Strala Form Ore Deposits, Amsterdam, Elsevier Publishing Co., p.111~133.

The Action of Fat-acid and Amino-acid on soaking and leaching of gold from rock formation: A Model experimental Study

Liu Jinzhong Fu Jiamo Lu Jialan

In this paper the model experimental results on studying the action of fat-acid and amino-acid on soaking and leaching of gold from rock formations are described. Other geochemical significances of this experiment are also expounded.