重

1996年9月

维普资讯 http://www

v.cqvip.com

低温开放体系中元素迁移富集及其初步实验 -以贵州微细浸染型金矿床为例

p618.510.5



2

(豊阳市駅工业余大学・550003) (贵州工学院・豊阳・550003)

贵州赋存于沉积岩中的微细浸染型金矿床为低温开放体系中经复杂地 ·质地球化学作用形成。在综合研究该类矿床地质地球化学、矿床组合和元素 组合的基础上,拟定实验方案,总结出元素迁移富集的规律。

关键词 低温开放体系 元素迁移富集 微细浸染型金矿床 贵州 440

76/ INC

低温开放体系中金矿地球化学特征 1

1.1 矿化类型

贵州省赋存于沉积岩中的微细浸染型金 矿床均为复合矿化类型,常为金一汞-锑-砷一钡低温矿化组合,黄铁矿、毒砂、辉锑矿、 辰砂、雄黄、雌黄是主要矿石矿物,脉石矿物 主要有石英、玉髓、伊利石、方解石、白云石、 重晶石,主要热液蚀变为硅化、碳酸盐化、毒 砂化、黄铁矿化和重晶石化等。

1.2 金汞锑砷

在空间上密切相关,同时又具有分带现 象。金汞矿床(如丹寨)金矿体富集于含矿带 中下部,部分与汞矿体重叠,部分形成独立金 矿体。就整个元素分带看,Hg,Sb、As 主要构 成金矿成矿前缘晕,部分矿化晕。元素含量统 计表明 Au-Hg、Au-As 常具较好的正相 关关系(表1)。岩矿鉴定和金含量分析结果 也表明金含量与黄铁矿和毒砂含量明显呈正 相关(图 1)。

1.3 载金矿物

主要是黄铁矿和毒砂等。载金黄铁矿主 要呈浸染状分布于各类蚀变构造碎裂岩中,

以近圆形的他形晶和半自形、自形的五角十 二面体为主,它们多具环带结构,从中心向外 Au、As 含量增加,载金黄铁矿普遍富砷亏 硫、砷含量一般 0. n%~n%,最高达 9.32%, S/Fe 比值变化在 1.02~1.09 之间, 亏硫 1. $44\% \sim 8.24\%$.

表1 部分矿床相关分析结果

矿床	相关系数						
	Au—As	Au→Hg	Au-Sb	Au→C	格界値 <i>(</i> ℝ₀, ₀₅)		
宏发厂	0.552	0. 543	0.278	0. 284	0.268		
新安厂	0.382	0.810	0.043	0.147	0, 381		
新硐	→ 0. 075	0.121	0.174	0.458	0.423		
苗龙 ^{[1];}	0.770		0, 455		0. 365		
板其[1]	0, 390		0.240		0.315		
- Y 他 ^[2]	0.435	0. 292			0.250		

载金毒砂常呈自形或半自形粒状、针矛 状、板柱状和十字双晶;广泛交代、包裹早期 黄铁矿,有时具生长环。富铁硫贫砷,一般硫 1.6%~5.0%,砷2.0%~7.0%。

这些矿物均具有过渡性质,振荡环带,这 与开放体系广泛物质交换和低温化学反应远 离平衡态相适应。

37

本文 1994 年收到,张启芳编辑。 *国家自然科学基金和中国科学院矿床地球化学开放研究室基金资助项目。



1.4 含金有机质

主要是无定形隐晶质—非晶质的碳质. 物。碳质物测定表明:丹寨金汞矿床中相应碳 质物含金 13.0×10^{-6} ,板其原生矿石中碳质 物含金 53.6×10^{-6} 。干酪根的金含量可高达 129×10^{-6} (大垭口)、 296×10^{-6} (丫他)、321 $\times 10^{-6}$ (四相厂)和 411×10^{-6} (紫木凼)^[1]。在 丹寨新硐矿体 Au-C 相关系数达 0.46。另 外一些矿石碳质测定表明:丹寨汞金矿床有 机碳含量 0.12%~1.37%,板其金矿 0.12% ~0.51%,戈塘金矿 0.33%~1.18%,烂泥 沟金矿 1.87%。

1.5 矿石中金的赋存状态

主要呈次显微金(<1µm)包裹在黄铁矿 (尤其是环带状黄铁矿)和毒砂中;部分显微 金,其粒度常为 0.001~0.01mm;另外,伊利 石粘土矿物和碳质可吸附部分胶体金(如板 其金矿),其金粒一般为 0.00µm。

1.6 成矿期矿物包裹体成分

成矿流体中阳离子以 Na⁺、K⁻和 Ca⁺为 主,Na⁻>K⁺;阴离子以 Cl⁻、F⁻和 SO⁺₂为 主,Cl⁻>F⁻,含 Cl⁻高;气相中富 CH₄、CO₂, 分别为 0. 2~80×10⁻⁶、2~200×10⁻⁶,丹寨 矿床见有油气包裹体。结合与成矿有关的石 英及其包裹体氢氧同位素组成: $\delta^{18}O_{H_2O}$ -1.14‰~+15. 66‰, δ D-66‰~-110‰, 推测成矿流体是以地层热卤水为主,伴有大 气降水参与的混合体系。

1.7 矿物同位素地球化学特征

载金矿物的硫同位素组成明显继承了地 层沉积硫的同位素组成特点,且δ³⁴S值变化 范围大,未达到均一化(表 2)。从含金黄铁矿 同位素组成来看,其以富集重硫为特征,δ³⁴S 值的平均数都落入正值区,并且一些矿床有 从成矿早期向成矿晚期δ³⁴S值由低向高的 演化特征,反映出硫主要来自地层沉积硫,成 矿作用在开放体系中进行,而各矿床硫同位 素组成及演化与各矿床成矿时体系开放程度 和物理化学条件有关,随着成矿作用的进行, 一些矿床中有较高δ³⁴S₂热液的加入。

表 2 黄铁矿同位素组成 8°*S(‰)

_						
ፚ፦	庆	生成期次	变化范围	极差	均值	样数
三岔柯	成矿早期	$-15.6 \sim +7.8$	23.4	+ 0.7	6	
	ሪም.	成矿晚期	$+7.2 \sim +13.2$	6.0	+10.2	2
~ 他	<i>(</i> 14	成矿早期	+3.4~+7.5	4.1	+5.9	11
	τıs	成矿晚期	$+7 \sim +8$	1.0	+7.5	2
水银厂	er	成矿早期	-2.95~+4.25	3.55	+0.63	3
	成矿晚期	$+12.83 \sim +23.53$	10.70°	+18.74	5	

2 低温开放体系中元素迁移富集实验 研究

2.1 实验方案

实验方案是在对微细浸染型金矿床地质 地球化学、矿床组合和元素组合研究基础上 拟定的。实验是加含金氯络合物溶液和有机 质(现代海藻粉屑)的粉末样品在低温开放体 系中进行的。实验原样取自丹寨金汞矿床不 纯碳酸盐岩,有关元素含量 Au144×10⁻³, Hg10×10⁻⁶,Sb10×10⁻⁶,Ba1500×10⁻⁶。原 样中再加入 3.5%的海藻粉屑即为实验样品 本底(A),在此基础上用配制的含金氯络合 物溶液与 A 混合,制成含金 1500×10⁻⁶和 3000×10⁻⁶的富金样品 B 和 C。A、B 和 C 样 品实验前都充分研磨和搅拌(岩样磨至 200 目),然后分别成型,制成吸水率 13.2%的处 于均匀状态的粉末成型样品 A、B 和 C,亦即 为实验前样品。实验使用的是活塞圆筒式三

38

糖实验模具(图 2)。取 A、B、C 按分层等量顺 序装入模具压腔,自下而上的顺序是 A→C → A→B 4 层(各层分别为 1cm 厚,直径 1.70 cm),实验温度 150 C,轴压 3.9 × 10⁸Pa,围压 1.0×10⁸Pa,时间 14h,纵向应变 率 10⁻⁵。



图 2 活塞圆筒式三轴压力模具

.....

2.2 实验结果

(1)实验样品经历了位移、破碎和压溶及 重结晶的过程,根据压腔中应力分布和实验 后样品的变形特征,实验后样品常可划分出 挤压(I)、剪切(I)和引张(II)3个小区域 (图 3)。挤压区主要表现为样品压缩现象明 显,无明显裂隙,矿物定向并近于垂直主压力 轴;剪切区有部分斜交主压力轴方向(30°±) 的裂隙,矿物定向并斜交主压力轴方向;引张 区主要为一些近于平行主压力轴方向的裂 隙,矿物定向不明显。

(2)在高倍显微镜下反复观察实验前样品,仅见少量均匀分散的黄铁矿微粒,个别重



晶石,未见其它金属矿物,碳酸盐岩石呈细粒 碎屑状,棱角明显。经实验后,矿物有明显的 溶蚀和重结晶,岩石颗粒变成浑圆状,尤其在 剪切变形区,这种溶蚀、交代现象特别明显。 在引张区,高倍偏光镜下观察见有新生他形 辰砂两粒,反映出实验中元素已有明显迁移 和富集特征。

(3)金的分布已由均一状态变为明显不均匀,大量自然金粒沉淀。扫描电镜观察表明:金粒主要呈浑圆形集中在样品发生剪切变形明显的区域即1区,金粒常交代黄铁矿或吸附于黄铁矿上,黄铁矿有明显溶蚀现象,金与黄铁矿有交代结构。金也常被藻屑吸附或交代而出现金与有机质连生。

(4)对实验样品不同变形区域的扫描电 镜分析(仪器为JEOL 733 Superprobe)结果 表明(图 4)元素有明显的变化趋势,金明显 富集于剪切应变带(I 区),汞主要集中引张 区(I 区),在剪切应变带也有部分集中。在此 过程中,SiO。也有类似变化特征,在剪切和 引张变形区有一定富集,反映出元素由高压 区向低压区迁移,并在不同构造和地球化学 环境中造成集中和分散。对金来说,有利于富 集的部位在构造上与剪切带有关,在地球化 学方面与硫化物和有机质相伴。汞则常富集 于金的外侧,部分与金重叠。剪切变形也有利 于 SiO。的集中。

_ Au 平均含量(%) Hg 平均含量(%) SiOz 平均含量(%)



右。

(5)根据扫描电镜分析数据对实验中Au 与 Hg、Sb、As 及 SiO₂ 的相关系数计算(表 3)表明:Au 与 Hg 相关性最好,所测 51 个数 据统计结果 R_{Au-Hg}=0.29。Au 与 SiO₂ 无相 关性,但当 SiO₂ 含量低于 30%时,Au-SiO₂ 却有较好的正相关关系,所得 41 个数据统计 结果其相关系数为 0.34。与高中温实验结果 相比,温度升高 Au-Hg 相关性减弱,Au-As 相关性明显增加,而 Au-SiO₂ 关系在中 温条件下变化不大,在高温条件下明显减弱, 表现为弱的负相关关系。

(6)纂类粉屑实验后发生明显变化,其反射率测定表明,挤压区藻类粉屑改造强度较大,反射高,为1.737,向外降低,在剪切应变区反射率为1.291~1.470,引张区为0.420~1.195,富含金的纂屑反射率常为1.470左40

表 3 实验样中元素相关系数

 实验温度	测试数	框关系数(R)				
		Au — Hg	Au-As	Au-Sb	Au-SiO ₂	
150 C	51	0, 29	-0.03	- 0, 03	0.34(4)*	
350 C	20	- 0. 06	0.58	0.15	0.27	
550 C	19	-0.17	0.31	<i>0</i> . 01	-0.18	

*括号中数为计算 Au-SiO2 相关系数所用的样数。

3 元素迁移富集规律

通过低温开放体系中成矿实例和实验研 究,可将低温开放体系中元素迁移富集规律 初步总结如下:

(1)在低温开放体系中可以形成元素明 显的迁移富集,元素迁移的方向主要是由构 造动力驱动从较高压力向较低压力区,Au 明显向剪切带中迁移,Hg、SiO,也常在剪切和引张变形带中富集。因此,该条件下造成的 元素迁移富集均明显受构造控制。

(2)元素迁移富集过程中常形成分带,反 映出元素本身的地球化学特性对环境的适 应。如Au常富集于构造剪切带中,并与一定 硅化相伴,Hg、Sb、As相对活泼,常沉淀于温 压及构造改造较低部位,与构造张性改造环 境相适应,常构成金矿的前缘晕,较好的Au -Hg 正相关关系是判定低温金矿床的充分 条件。

(3)物质间的交换和吸附是形成低温开 放体系中元素迁移富集的重要地球化学因 素。实验中含金溶液交代黄铁矿和有机质形 成自然金沉淀或自然金被有机质和黄铁矿所 吸附的现象可能是低温金矿床中金常与硫化 物和有机质相伴的一种机制。

(4)低温开放体系条件下,元素的迁移富 集常是在漫长地质年代中经复杂地质地球化 学过程完成的,形成比较复杂的地球化学景 观,元素和同位素组成变化范围大,矿物过渡 类型多,远离平衡相,元素和同位素组成等变 化趋势非简单线性,并可造成和封闭平衡状 态相反的变化趋势,这些现象均与低温开放 条件下化学反应特点、体系中各系统物质加 入程度和体系开放程度密切相关。

(5)有机质是低温开放体系中 T-P(温度-压力)场变化的敏感物质,且常参与了一些低温热液成矿作用,对于它的系统研究将 有助于加深低温条件下元素迁移机制和低温 热液成矿作用的认识。

参考文献

- 何立受,曾若兰等,贵州金矿地质,北京,地质出版社、 1993.
- 2 刘觉生等.中国金矿主要类型区域成矿条件文集(6. 龄 西南地区).北京:地质出版社:1989.115~154.
- 3 章坂根等,中国金矿大全(第六卷),贵阳,贵州民族出版 社,1992.
- 4 张景荣等 南京大学学报(地球科学). 1991 (3), 76~ 85.

THE MIGRATION AND ENRICHMENT OF ELEMENTS IN LOW TEMPERATURE AND OPEN SYSTEM AND SIMULATING EXPERIMENTS——MICROGRAINED AND DISSEMINATED GOLD DEPOSITS IN GUIZHOU AS EXAMPLE

Xia Yong, Zhou Weican, Chen Qingnian

The sedimentary rock- hosted micrograined and disseminated gold deposits in Guizhou were formed by complex geological and geochemical processes in low temperature and open system. The rules of migration and enrichment of elements in low temperature and open system have been probed on the basis of comprehensive researches of these gold deposits and simulating experiments.

Ney words, low temperature and open system, migration and enrichment of elements, disseminated gold deposit

(上接第36页)

MICRO ELEMENT CONTENT CHARACTERISTICS AND MINEROGENETIC PROSPECT PREDICTION OF STREAM SEDIMENT IN FUJIAN PROVINCE

Lin Caihao, You Aizhen

In the light of the contents of forty kind elements of more than thirty thousand regional stream sediment samples in Fujian province, the average background values, concentration Clarke and total variability coefficients were collected. After correcting the concentration Clarke with the stream sediment accumulation coefficients, endogenic metalization scales of thirty-two kind elements were prognosized with the help of additive method of the order, and the prospect of silver and boron were analyzed.

Key Words: regional geochemical exploration, stream sediment, minerogenetic, prediction, Fupan province