

文章编号:1008-0244(2001)03-0206-09

德兴地区超大型铜、金矿床成矿 控制因素及其模拟实验

吴学益¹, 张开平², 黄彩芳², 杨元根¹, 肖化云¹

(1. 中国科学院地球化学研究所, 贵州 贵阳 550002;

2. 江西省金山金矿, 江西 德兴 334213)

摘要:在深入研究德兴地区超大型铜、金矿成矿地质背景的基础上,从构造地球化学方面着重研究德兴地区超大型铜、金矿床成矿的控制因素,并进行构造控矿模拟实验。研究表明,德兴地区超大型铜、金矿床的形成除因其处于特殊的构造位置,具有特殊的地质背景及成矿环境外,还与多种地质作用、多种控矿因素耦合作用及地质构造长期发展演化使成矿物质多次叠加富集密切相关。

关键词:超大型铜、金矿床;成矿控制因素;模拟实验;德兴地区

中图分类号:P611.5

文献标识码:A

江西省德兴市德兴铜矿和金山金矿是著名的超大型矿床。超大型矿床在国民经济的重要性是不言而喻的。一个超大型矿床对矿产资源所占有的份额要多于众多同矿种中、小型矿床的总和。另外,重工业基地的建设也依托于超大型矿床^[1]。因此,对德兴地区超大型铜、金矿床成矿的深入研究,将对西部开发、寻找超大型矿床、促进西部经济发展,具有一定参考价值。

1 德兴地区超大型铜、金矿床成矿的地质背景

1.1 德兴地区超大型铜、金矿床所处的构造位置

德兴地区超大型铜、金矿床系指德兴市德兴铜矿和金山金矿。目前已探明的铜、金储量均达到超大型矿床规模^[2,3]。德兴铜矿和金山金矿都产于由赣东北蛇绿混杂岩带与乐安江深大断裂带之间的NE-SW延伸的构造带中。该构造带正处于江南台隆与钱塘台坳两构造单元的接合部位(图1)。

1.2 德兴地区超大型铜、金矿床区域地层岩性

德兴铜矿和金山金矿所处的德兴地区,主要

指由赣东北蛇绿混杂岩带与乐安江深大断裂之间的NE向构造带。该带由E向W发育:赣东北蛇绿岩带→江光-富家坞剪切带→金山-西蒋剪切带→八十源-铜厂剪切带→乐安江深大断裂带。以江光-富家坞剪切带为界,NW侧出露中元古界双桥山群山(Pt₂sh),约占全区面积的70%,是一套浅变质的火山碎屑沉积岩夹大量的基性火山熔岩,主要由粉砂质板岩、凝灰质板岩、绿泥绢云母板岩、变质杂砂岩、沉凝灰岩、凝灰质千枚岩、变质安山玄武岩组成,是Cu、Au的高背景值地层和矿床的赋矿层位。SE侧由NW往SE方向依次出露上元古界登山群(Pt₃d)、震旦系(Z)、侏罗系(J)、白垩系(K)及第四系(Q)(图1)。

1.3 德兴地区超大型铜、金矿床构造特征

德兴地区超大型铜、金矿床处于江南台隆与钱塘台坳的接合部和赣东北蛇绿混杂岩带的上盘。该区北部有泗洲庙向斜,轴向近EW,呈反“S”型,向南发育西源岭背斜,官帽山向斜,轴向均为NE向,与赣东北蛇绿混杂岩带一致。西源岭背斜的NW发育有朱砂红鼻状构造,官帽山向斜ES发育有富家坞鼻状构造。区内断裂构造比较发育,最强烈的一组为NE向与赣东北蛇绿混杂岩带一致,次为NNE和近EW向断裂。它们的形成和发展为Cu、Au成矿提供了良好的条件(图2)。

收稿日期:2001-04-23

基金项目:国家自然科学基金(40073018);地质力学开放研究实验室基金。

第一作者简介:吴学益(1934-),男,研究员,从事构造地球化学和矿床、矿田构造研究。

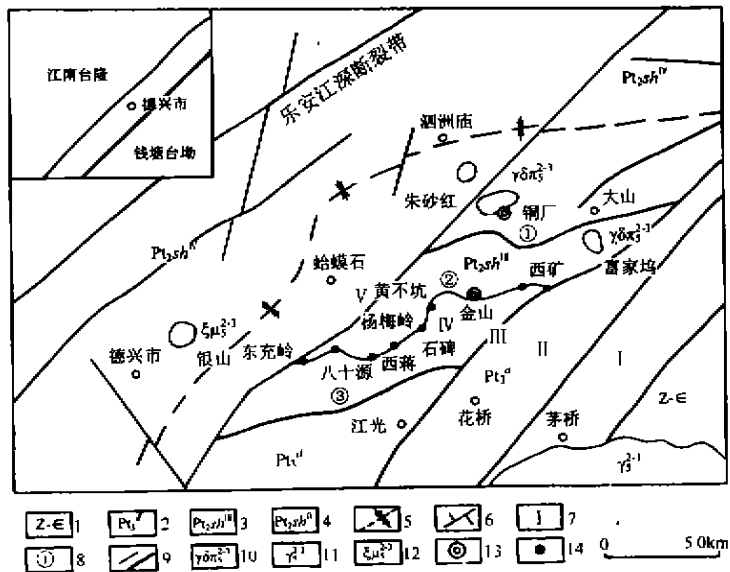


图 1 德兴地区区域地质略图

Fig. 1. Regional geological sketch map of the Dexing district.

1. 震旦系-寒武系; 2. 上元古界登山群; 3. 中元古界双桥山群第四岩组; 4. 中元古界双桥山群第三岩组; 5. 向斜; 6. 断层; 7. 蛇绿混杂岩带内部构造单元编号; 8. 金山推覆体主干构造带编号; 9. 蛇绿岩剪切带; 10. 花岗闪长岩; 11. 花岗岩; 12. 英安斑岩; 13. 超大型矿床; 14. 岩金矿; I - 赣东北蛇绿岩带; II - 花桥构造剪切带; III - 江光-富家坞走滑剪切带; IV - 金山韧性推覆变形带; V - 八十源-铜厂走滑剪切带; ① - 大山推覆剪切带; ② - 金山-西蒋韧性剪切带; ③ - 金山口推覆剪切带。

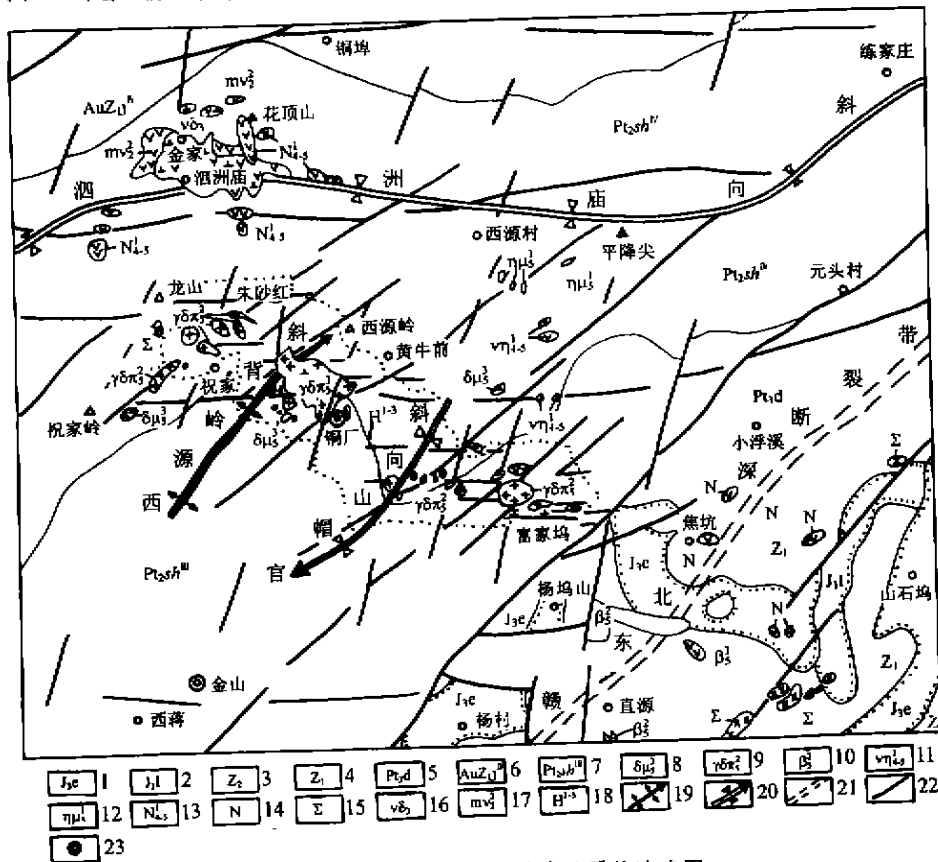


图 2 德兴地区超大型铜、金矿床地质构造略图

Fig. 2. Geotectonic sketch map of superlarge Cu-Au deposits in the Dexing district.

1. 侏罗系上统鹅湖岭组; 2. 侏罗系下统林山组; 3. 震旦系上统; 4. 震旦系下统; 5. 上元古界登山群; 6. 中元界双桥第四岩组; 7. 中元古界双桥山群第三岩组; 8. 燕山晚期闪长岩; 9. 燕山早期花岗闪长斑岩; 10. 燕山早期玄武岩; 11. 华力西-印支期辉长辉绿岩; 12. 印支期辉绿岩; 13. 华力西-印支期基性岩; 14. 基性岩; 15. 超基性岩; 16. 加里东期辉石闪长岩; 17. 晋宁期角闪辉长岩; 18. 面型热液蚀变带; 19. 倾伏背斜; 20. 向斜; 21. 深断裂带; 22. 断裂; 23. 超大型矿床。

1.4 德兴地区的岩浆活动

区域多旋回构造运动导致该区发生多期强烈的岩浆活动。晋宁期岩浆活动可分两期:早期海底火山活动带来了双桥山群大量的安山质火山碎屑岩和基性火山熔岩,为该区成矿奠定了丰富的物质基础;晚期以海相和陆相喷发、喷溢为主,沿赣东北蛇绿混杂岩带及沿乐安江深断裂带,有呈构造侵位的蛇绿混杂岩带线状分布。加里东-海西-印支期岩浆活动较弱,有辉石闪长岩、辉绿岩、辉长岩等

基性岩呈岩脉、岩株、岩滴沿 NE 向断裂呈串珠状分布。燕山期岩浆活动强烈,可分幔源和壳源两个岩浆系列。早期岩浆活动可分三个阶段,从第一到第三阶段岩浆岩由酸性-中酸性-中性演化。第二、三阶段深源岩浆侵入形成德兴铜矿的花岗闪长斑岩岩株和岩脉群。晚期壳源酸性岩浆呈岩株、岩基产出,主要分布在德兴地区的东南侧。

岩浆活动和火山作用为德兴地区提供了大量的成矿物质,如表 1。是德兴地区大规模 Cu、Au、Mo、Pb、Zn、Ag 等成矿的物质基础。

表 1 德兴地区岩浆岩中微量元素含量($\times 10^{-6}$)

Table 1. Trace element contents of magma in the Dexing district

岩性	岩体	Au	Ag	Cu	Mo	Pb	Zn	Σ REE	Σ Ce/ Σ Y	δ Eu
英安岩	银山	0.35	3.60	26	0.15	624	669	177.99	6.97	1.01
石英斑岩	银山	0.085	0.50	30	0.25	60	588	166.65	7.62	1.45
花岗闪长斑岩	铜厂	0.04	1.94	165	5.00	222	50.0	60.993	5.594	1.14
花岗闪长斑岩	富家坞	0.004	1.50	633	2.00	110	40.0	113.33	3.60	1.14
花岗闪长斑岩	朱砂红	0.04	/	688	3.00	127	37.0	-	-	-

* 据朱训等(1983)、游志成(1985)、黄世权(1984)、罗小洪(1992)的资料综合整理。

1.5 德兴地区超大型铜、金矿床成矿热动力条件

由于德兴地区构造-岩浆的多期次活动,致使德兴地区经历了区域变质、动力变质等多种地质作用,为德兴地区超大型铜、金矿床成矿提供了热动力条件。

2 德兴地区超大型铜、金矿床成矿的控制因素

2.1 区域地质条件

由于德兴地区铜、金矿床的成矿物质主要来自上地幔,与来自上地幔的岩浆活动有密切关系。因此,必须有深断裂把上地幔与上地壳相互沟通。该区超大型铜、金矿床的形成,无疑与起着导致岩矿作用的赣东北深断裂带长期活动所形成的构造岩浆带及区域地球化学带分不开的。

2.2 地层、岩性对成矿的控制

双桥山群由一套浅变质的火山碎屑沉积岩夹火山熔岩组成。据朱训等(1983)^[2]资料,这套浅变质岩系中 Cu 平均含量为 65×10^{-6} ,部分达 203×10^{-6} 。据江西有色地质研究所樊建强^[4]对这套地层的含金性系统研究,在德兴地区取样 323 个,得出该区双桥山群 Au 平均含量为 $15.3 \times$

10^{-9} 。这说明双桥山群为该区 Cu、Au 成矿提供了良好的成矿物质基础。

生产实践表明该区铜矿除产在斑岩体外,还产在斑岩体与围岩双桥山群的内外接触带。金矿则产在双桥山群中安山玄武岩和含碳千枚岩发育配套部位或两种不同岩性接触部位。这说明地层、岩性对成矿具有明显的控制作用。

2.3 岩浆岩对成矿的控制

前已述及,德兴地区岩浆活动频繁。晋宁期的海底火山活动带来了双桥山群大量火山物质,为该区铜、金矿化提供了矿质来源;加里东-海西-印支期岩浆活动较弱,主要是一些岩脉沿断裂呈串珠状分布;至燕山期岩浆活动最强,岩浆侵入,形成铜厂、朱砂红、富家坞的花岗闪长斑岩岩株和岩脉群,带来大规模的 Cu、Pb、Zn、Ag 及金矿化,为该区铜、金成矿起着明显控制作用。

2.4 构造对成矿的控制

如上所述,构造除导岩导矿以外,还由于其多期次活动使花岗闪长质岩浆沿赣东北深断裂带上地幔上升,至地壳上部进入 NW 向横张断裂与倾伏背斜和鼻状构造交叉复合的虚脱部位,形成了朱砂红、铜厂和富家坞三个小型岩株以及下部深处较大的 NW 向隐伏岩体。不仅如此,它们还

控制着德兴铜矿和金山金矿的空间分布。例如V₁是金山金矿的主矿体,其探明储量占矿床已探明储量的73%,矿体赋存在工带中下部的剪切带中,产状受剪切带主剪切面控制呈舒缓波状延伸。这说明构造对铜、金成矿起重要的控制作用。

2.5 介质流体条件对成矿的控制

矿质从地幔到地壳上部,从分散到集中矿化,主要是由于深部岩浆在长期的运动演化过程中,对其不断进行调整浓集,并通过成矿介质——气液热流体携带运移到浅部,在适宜的条件下,直接从介质流体中晶出富集的,所以介质——气液热流体是影响成矿的重要因素之一。研究结果表明,早期矿液主要是岩浆水;晚期矿液则为岩浆水与地下水的混合。地下水作为成矿介质的混入矿液,在某种程度上起到了矿质沉淀剂的效应,使Cu、Au沉淀成矿,促进了成矿作用。

3 德兴地区超大型铜、金矿床成矿控制模拟实验

3.1 模拟实验设备和条件

模拟实验是运用中国科学院矿床地球化学开放研究实验室所属构造地球化学(构造与成矿)实验室的实验条件进行的,其实验温度为50℃~1000℃,围压为50~1000Mpa,轴压为100~1000Mpa^[5,6]。实验前后样品的对比观测和分析研究,是利用中国科学院矿床地球化学开放研究实验室的分析、测试条件进行的。

3.2 岩性控矿模拟实验

岩性对Cu、Au成矿的控制主要表现在构造作用的高温、高压条件下,岩石产生变形、破裂,为Cu、Au成矿提供矿液运移的通道和沉淀富集成矿的有利空间。实验结果如表2。

表2 不同岩性的天然岩石和矿石实验结果

Table 2. Experimental results for different natural rocks and ores

样品	样品名称	样品产地	实验温度 /℃	围压 /Mpa	轴压 /Mpa	时间 /h	实验前后样品主要特征
83-81-1	含铜千枚岩 矿石	江西德兴 铜厂铜矿	400	546	1910	26	实验前千枚状条带平直,有顺条带滑动;实验后条带弯曲,顺条带张裂隙中有不透明矿物充填。
JD96-7-1b	蚀变花岗岩斑 岩铜矿石	江西德兴 铜厂铜矿	450	420	1260	48	实验前呈花岗岩斑状结构;实验后呈角砾状,分异明显,不透明矿物集中于角砾边缘,充填于裂隙中。
YJ95-3-1	千枚质板岩	金山金矿 黄金洞旁	315	480	1590	19	实验前条带明显,有少量横裂隙;实验后条带弯曲,“X”裂隙发育,沿剪切裂隙有错移及牵引现象。
YJ95-9-1	含碳千枚板岩	金山金矿 152m 坑道	400	546	1785	24	实验前细条带明显,无明显变形;实验后塑性脆性变形明显不透明矿物质集中,并沿裂隙充填。
YJ95-15-1	含碳千枚板岩	金山金矿 130m 坑道	390	504	1657	24	实验前宽、细条带相间,无明显变形;实验后宽细条带呈箱状褶曲,其肩部发育张裂隙,不透明物沿裂隙充填。
YJ95-6-1	糜棱岩金矿石	金山金矿 152m 坑道	350	570	2300	38	实验前千枚糜棱细条带明显,有横裂隙,实验后呈柔皱,“X”裂隙发育,并有张裂,不透明矿物沿裂隙充填。

从实验结果可以看出,不同岩性的天然岩石或矿石,在实验温度、围压、轴压、时间等相近的实验条件下,其变形、破裂特征明显不同,它们在成矿过程中起着不同的控制作用。如YJ95-9-1含碳千枚岩,实验前呈千枚状(如照片1-A);YJ95-9-1为含碳千枚岩,实验后分异明显,碳质、泥质(黑色、灰黑色)表现为塑性变形,而硅质(白色)表现为相对脆性变形,物质则沿虚脱部位和裂隙充填。如照片1-B。又如YJ95-15-1含碳千枚岩,实验前条带状结构构造明显(照片2-A),YJ95-15-1含碳千枚岩,实验后呈箱状褶曲,在箱状褶曲的肩部发育不规则的张裂隙,物质沿裂隙充填

(照片2-B)。

3.3 构造对成矿控制的模拟实验

构造对成矿的控制主要是为成矿物质活化迁移提供热动力,为成矿物质提供运移通道及沉淀富集成矿的场所。因此,在构造对成矿控制的模拟实验中,我们用同种岩石或矿石在不同的温度、压力、时间等实验条件下进行构造对成矿的模拟实验,研究岩石或矿石的变形、破裂特征以及岩石、矿石在变形过程中物质活化迁移情况以及沉淀富集与变形、破裂之间的相互关系和规律。实验结果如表3。

表3 同种岩石或矿石在不同的实验条件下的实验结果

Table 3. Experimental results for the same kind of rocks and ores under different experimental conditions

组号	样品号	样品名称	样品产地	温度 / $^{\circ}\text{C}$	围压 /Mpa	轴压 /Mpa	时间 /h	实验后样品变化特征
1	83-81-3	含铜千枚岩矿石	江西德兴铜厂铜矿	130	930	2800	24	实验后脆性变形, 裂隙发育。
	83-81-1			400	546	1910	26	实验后弯曲变形, 局部小褶曲, 顺层裂隙发育, 硫化物沿裂隙充填。
2	JD96-2-2	蚀变斑岩黄铜矿矿石	江西德兴铜厂铜矿	300	330	1000	2	实验后脆性变形, 碎成角砾状, 裂隙发育, 硫化物沿裂隙充填。
	JD96-2-3			520	410	1250	33	实验后塑性变形, "X"剪切裂隙发育硫化集中, 并充填在"X"裂隙中
3	YJ95-5-3	千枚岩	江西德兴金山 152m 坑	500	330	1000	8	实验后千枚岩条带微弯曲, 并发育横张裂隙, 沿裂隙有错移现象。
	YJ95-5-1			635	504	1257	32	实验后塑性变形, 呈 S 型褶曲, 剪切裂隙发育, 并发生错移, 硫化物明显集中并充填在裂隙中。
4	YJ95-47-2b	含碳千枚板岩	江西德兴金山金矿	400	450	1350	59	实验后"X"其裂隙及不规则裂隙发育, 角砾明显, 并有裂隙穿切角砾, 不透明矿物沿裂隙充填。
	YJ95-47-1b			500	380	1140	32	实验后矿物颗粒细化, "X"裂隙发育, 不透明矿物集中并充填在裂隙中。
2	Js96-13-1	糜棱岩金矿石	江西德兴金山 145m 坑	300	330	1000	2	实验后呈千枚状细条带有一定方向及微弯曲变形沿条带方向部见不透明矿物。
	Js96-13-b			620	410	1230	30	实验后"X"裂隙发育, 沿裂隙有不透明矿物充填。

实验结果表明, 同种岩性的岩石或矿石, 在实验温度、压力较高的条件下容易出现塑性变形; 在温度、压力较低的实验条件下, 多呈脆性变形和脆性张破裂。脆性变形往往发生在后, 常叠加在韧性变形之上, 成矿物质多塑性变形的虚脱部位或晚阶段形成的张性裂隙充填。如 YJ95-47-2b 含碳千枚板岩实验后主要表现裂隙发育, 试样破碎呈角砾状, 不透明矿物沿不规则裂隙充填如照片 3。又如 YJ-95-47-1b 实验后, 试样中颗粒细化, 似糜棱岩化, 矿

物颗粒似具定向, 并发育张裂隙, 不透明矿物集中并充填在张性裂隙中, 如照片 4。

3.4 流体介质对成矿控制的模拟实验

在构造变形和 Cu、Au 成矿过程中, 流体介质不仅可以产生蚀力致裂使岩石或矿石的变形、破裂加剧, 而且容易使成矿元素从矿源层或矿源岩中萃取出形成成矿流体, 并产生活化迁移与富集。为此, 我们进行了模拟实验, 实验结果如表 4。

表4 同一样品在天然干样和有流体参与下的实验结果

Table 4. Experimental results for samples under the condition of fluid involvement and being naturally dried

样品编号	样品名称	同一样品实验前样品处理情况	温度/ $^{\circ}\text{C}$	围压/Mpa	轴压/Mpa	时间/h	样品实验后主要特征
YJ96-11-1b	铜厂铜矿石	天然干样	500	305	916	32	实验后样品碎裂, 裂隙发育明显增多
JD96-11-3b		溶液浸泡后有流体参与实验	500	380	1150	48	实验后"X"剪切裂隙发育, 矿石变形受 X 裂隙控制, 硫化物沿裂隙追踪充填
YJ95-3-1b	金山千枚状板岩	天然干样	315	530	1 590	19	实验后主要为脆性变形, 千枚状条带微弯曲, 裂隙增多
YJ95-3-3b		溶液浸泡后有流体参与实验	400	470	1 430	23	实验后塑性变形明显, 褶皱发育
YJ95-5-1b	金山千枚岩	天然干样	635	420	1 275	32	实验后局部见塑性变形, 兼见沿裂隙有牵引
YJ95-5-3b		溶液浸泡后有流体参与实验	500	330	1 000	8	实验后千枚状条带弯曲, 发育"X"裂隙, 沿裂隙产生错移及牵引褶曲
YJ95-6-1b	金山糜棱岩	天然干样	350	760	2 300	38	实验后裂隙发育, 脆性变形明显, 沿裂隙有硫化物充填
YJ95-6-3b		溶液浸泡后有流体参与实验	250	530	1 590	24	实验后"X"剪切裂隙发育, 沿裂隙有硫化物

对比干样和有流体介质参与实验的结果可以看出,有流体参与实验时试样更易产生塑性变形,物质更容易产生活化、迁移。如 YJ95-5-1b 天然干样实验后产生脆性破裂,局部见塑性变形并见沿裂隙产生错移和牵引现象。如照片 5。又如 YJ95-5-3b 有流体参与实验,实验后千枚状条带弯曲,发育

“X”裂隙,沿裂隙产生错移和牵引褶曲,并发育张性裂隙,有脉体及物质沿张性裂隙充填。如照片 6。

此外,我们还用含有 Cu、Au 的载体矿物——黄铁矿样品进行实验^[5]。实验后将干样和经溶液浸泡有流体介质参与实验样品中的黄铁矿进行电子探针分析,结果如表 5。

表 5 千枚状板岩中实验后黄铁矿的电子探针分析结果 (%)
Table 5. Probe analyses of pyrite in phyllite slate after experiment (%)

试样号及主要特征	点号	S	Fe	Zn	Ni	Pb	Co	As	Cu
YJ95-22-1B 干样中星散 浸状黄铁矿	1	52.453	44.447	0.012	1.659	-	0.072	1.047	-
	2	49.923	36.075	0.137	1.345	-	0.073	0.946	0.017
	3	36.535	50.021	0.008	1.031	-	0.082	-	-
	4	51.155	42.791	0.045	0.046	0.377	0.089	0.830	0.006
	5	45.624	39.618	0.033	0.328	0.160	0.089	3.380	-
TJ95-22-2B 溶液浸泡样中 星散状黄铁矿	1	54.137	45.796	0.062	0.075	0.105	0.597	0.015	0.177
	2	23.140	8.590	0.039	0.019	0.353	0.042	0.005	45.459
	3	45.410	34.691	0.071	0.306	0.104	0.012	0.178	-
	4	48.596	41.590	0.099	0.167	-	0.087	1.269	-
	5	48.744	42.615	0.028	0.251	0.313	0.159	1.853	0.027
	6	49.651	43.671	-	0.298	0.240	0.080	0.182	-

* 南京大学金属矿床成矿作用重点实验室电子探针分析组分析

从表 5 的分析结果可以看出,天然干样中的黄铁矿比有流体介质参与实验样品中的黄铁矿含 S、Fe、Ni、As 较高;而经溶液浸泡有流体介质参与的实验样品中黄铁矿所含 Cu、Pb、Zn、Co 等成矿元素却比天然干样中黄铁矿中的含量高得多。这就充分说明,流体介质不仅对岩石或矿石的变形有很大影响,

而且对成分变化也起明显的控制作用。

3.5 多次构造应力对成矿控制的模拟实验

我们用同一样品模拟多次构造应力作用,了解其变形、破裂特征及物质活化迁移情况。实验结果如表 6。

表 6 同一样品在不同应力作用下的实验结果

Table 6. Experimental results for the same sample under different pressures

试样号	样品名称	样品产地	应力作用方式	温度 /℃	轴压 /MPa	围压 /MPa	时间 /h	实验后样品变化特征
JD96-1-1B	蚀变斑岩铜矿石	江西德兴铜厂铜矿	一次应力	500	910	300	32	实验后试样脆性变形,试样碎裂,裂隙发育
JD96-1-2C			二次应力	500	1080	360	33	实验后裂隙发育,将试样分割成角砾状,硫化物沿裂隙充填
JD96-2-6B	蚀变斑岩铜矿石	江西德兴铜厂铜矿	一次应力	600	1240	410	36	实验后斑状结构,硫化物呈浸染状不规则分布
JD96-2-3B			二次应力	600	1240	410	36	实验后“X”裂隙发育,将试样分割成角砾状,似具定向,硫化物沿裂隙充填
JD96-8-1B	蚀变斑岩铜矿石	江西德兴铜厂铜矿	一次应力	500	1050	350	32	实验后斑状结构似角砾构造,硫化物呈浸染状分布
JD96-8-2C			二次应力	450	1210	400	50	实验后颗粒变细似糜棱岩化并具定向,裂隙较发育,硫化物沿裂隙充填
JS96-13a	糜棱岩金矿石	江西金山口	一次应力	500	1170	390	74	实验后裂隙发育,将试样分割成角砾状
JS96-13-1b			二次应力	500	1140	380	18	实验后颗粒变细,裂隙更发育,角砾更明显
YJ95-47-2b	含碳泥质千枚板岩	江西金山 118m 采坑	一次应力	400	1350	450	59	实验后千枚板岩条带明显,发育少量裂隙并使脉体错移
YJ95-47-2c			二次应力	450	1260	420	48	实验后裂隙发育,沿裂隙错移,千枚板岩条带弯曲,硫化物沿裂隙充填

对比实验结果可以看出,经二次应力作用后比一次应力作用的样品,其变形、破裂更加明显,成矿物质也更加集中。如JD96-8-1b蚀变斑岩铜矿石,经一次应力实验后,呈斑状结构似角砾状构造;硫化物呈浸染状分布,如照片7。而同一样品的JD96-8-2C,经二次应力实验后,矿物颗粒变细,似

千枚糜棱构造,裂隙比较发育,硫化物沿裂隙充填,如照片8。

此外,我们还用同一样品模拟多次构造应力作用的高温高压条件下Cu、Au载体矿物—黄铁矿的成分变化,实验结果如表7。

表7 在不同应力作用下同一样品实验后黄铁矿的电子探针分析(%)

Table 7. Composition of pyrite in the same sample experimentally examined under different pressures (%)

实验样品	应力作用	S	Au	As	Fe	Cu	Co	Ni	Σ
JD94-2④	一次应力	54.279	0.030	0.074	45.253	-	0.120	-	99.756
JD96-2④	二次应力	50.273	0.087	0.039	46.410	0.027	0.009	0.03	101.262
JD96-1⑤	一次应力	53.240	0.020	0.016	46.740	0.024	0.088	0.036	100.16
JD96-1⑤	二次应力	53.560	0.058	0.033	46.990	0.041	0.051	0.005	100.73

注:④为南京大学金属矿床成矿机制研究国家重点实验室的电子探针实验室分析

⑤中国科学院矿床地球化学开放研究实验室的电子探针实验室分析

实验结果表明,经二次构造应力实验后与经一次构造应力实验结果进行对比,黄铁矿中所含的Cu、Au有明显升高。说明多次构造应力作用下,可以产生叠加、改造,使成矿元素Cu、Au叠加富集。

4 几点认识

(1) 德兴地区超大型铜、金矿床地处太平洋金属成矿带的外带,位于我国东南部江西省德兴市境内,区域构造上受江南台隆与钱塘拗陷接壤地区的赣东北深断裂带控制。

(2) 德兴地区超大型铜、金矿床成矿具有特殊的地质地球化学背景和特殊环境。

(3) 德兴地区超大型铜、金矿床成矿,经历自中元古代以来的多种地质作用和多种控矿因素的耦合作用。

(4) 德兴地区经历了晋宁运动、加里东—华力西—印支和燕山运动构造长期发展演化过程,使Cu、Au等成矿物质由分散逐步聚集。

(5) 德兴地区Cu、Au的多期次叠加富集,也是该区形成铜、金超大型矿床的重要因素。

参 考 文 献

- [1] 涂光炽,等. 中国超大型矿床(I)[M]. 北京:科学出版社, 2000.
- [2] 朱训,等. 德兴斑岩铜矿[M]. 北京:地质出版社, 1983.
- [3] 江西省有色地勘局第四地质队. 《江西省德兴市金山金矿田金山矿区勘区勘探地质报告》[R]. 1993.
- [4] 樊建强. 江西双桥山群含金性研究[Z]. 1989
- [5] 吴学益,等. 构造地球化学高温高压模拟试验及其初步结果[J]. 大地构造与成矿学, 1984, 8(3): 251~260.
- [6] 吴学益,钟德义,周文华. 构造地球化学(构造与成矿)实验研究[J]. 地质地球化学, 1986, (11): 63~66.
- [7] 吴学益,等. 江西金山金矿床黄铁矿与金成矿关系的模拟实验研究[J]. 大地构造与成矿学, 2000, 24(3): 274~281.

THE ORE-CONTROLLING FACTORS OF DEXING SUPERLARGE Cu-Au DEPOSIT—A METALLOGENIC SIMULATING EXPERIMENT

Wu Xueyi¹, Zhang Kaiping², Huang Caifang², Yang Yuangen¹, Xiao Huayun¹

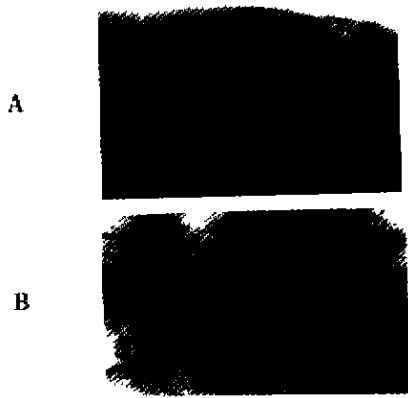
(1. Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002;

2. Jinshan Gold Mine of Jiangxi Province, Dexing 334213)

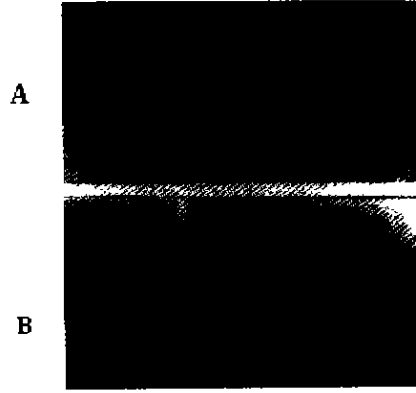
Abstract

Based on the studies on the metallogenic geological background of superlarge Cu-Au deposit in the Dexing district, Jiangxi Province, the authors, from the viewpoint of tectono-geochemistry, discussed its ore-controlling factors and metallogenic simulating experiments. It was indicated that, in addition to the special tectonic situation, favorable geological background and metallogenic environment, the coupling among various geological tectonic units, was responsible for the formation of the Dexing superlarge Cu-Au deposit

Key words: superlarge Cu-Au deposit; ore-controlling factor; simulating experiment; Dexing district



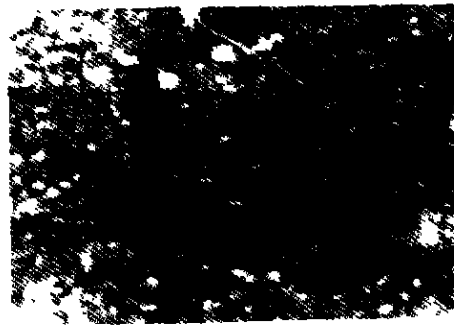
照片1 A: YJ95-9-1 含碳千枚岩(实验前) $\times 12(-)$; B: YJ95-9-1 含碳千枚岩(实验后) $\times 6(-)$ 分异明显, 硅质(白色)主要表现脆性变形, 碳质(灰黑色)主要表现为塑性变形。



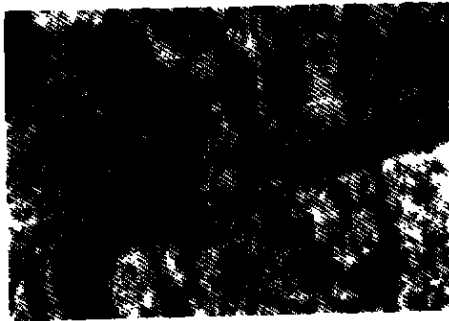
照片2 A: YJ95-15-1 含碳千枚板岩(实验) $\times 6(-)$ B: YJ95-15-1 含碳千枚板岩(实验后) $\times 6(-)$ 呈箱状褶曲, 发育张裂, 有物质沿裂隙充填。



照片3 YJ95-47-2b, 含碳千枚板岩 $\times 6(-)$ 在温、压较低条件下, 实验后主要表现裂隙发育, 试样破碎成角砾状, 不透明矿物沿裂隙充填。



照片4 YJ95-47-1b 含碳千枚板岩 $\times 6(-)$ 在温、压较高的条件下, 实验后矿物颗粒变细, 似糜棱岩化并定向排列, 并发育张裂隙, 不透明矿物集中于充填于张性裂隙中。



照片5 YJ95-5-1b 千枚岩 $\times 6(-)$ 天然下样实验产生脆性破裂, 局部见塑性变形, 见沿裂隙产生错移和牵引现象。



照片6 YJ95-5-3b 千枚岩 $\times 6(-)$ 有流体介质参与实验, 实验后千枚岩条带弯曲, 发育“X”裂隙, 沿裂隙产生错移和牵引现象, 并发育张裂隙, 脉体和物质沿张裂充填。



照片7 JD96-8-1b 蚀变斑岩铜矿石 $\times 6(-)$ 一次应力实验后, 试样呈斑状结构, 似角砾状构造, 硫化物呈浸染状分布。



照片8 JD96-8-2c 蚀变斑岩铜矿石 $\times 6(-)$ 二次应力实验后, 试样中, 矿物颗粒变细呈似千枚糜棱构造, 裂隙比较发育, 硫化物沿裂隙充填。