第21卷 第1期 岩 石 矿 物 学 杂 志 Vol. 21, No. 1
2002年3月 ACTA PETROLOGICA ET MINERALOGICA Mar., 2002

文章编号: 1000- 6524 (2002) 01- 0049- 06

金山金矿 K- Ar 年龄及其对赣东北构造演化的指示意义

李晓峰[1,2], 华仁民[1], 杨凤根[1], 高剑峰[1]
(1. 南京大学 地球科学系 南京大学成矿作用重点实验室, 江苏 南京 210093;
2. 中国地质科学院 矿产资源研究所, 北京 100037)

摘 要: 金山金矿位于我国著名的德兴铜金矿集区内, 是一个与韧性剪切带有关的金矿床。成矿流体作用过程中的水- 岩反应产物伊利石 K- Ar 年龄的测试结果表明, 金山金矿地区存在着明显的晚古生代构造热事件, 金山金矿的成矿作用与这次热事件活动有关, 成矿年龄为 269.9~317.9 Ma; 燕山期岩浆活动对金山金矿的影响不太明显。结合前人的研究成果, 认为赣东北地区甚至整个华南地区在海西期不仅有明显的岩浆活动, 而且海西期也是一次重要的金矿成矿期。

关键词: K- Ar 年龄; 伊利石; 构造热事件; 金山金矿
中图分类号: P597; P542 **文献标识码**: A

K- Ar age of illite in Jinshan gold deposit and its implication to the tectonic evolution of northeastern Jiangxi Province

LI Xiao_feng[1,2], HUA Ren_min[1], YANG Feng_gen[1] and GAO Jian_feng[1]
(1. Earth Science Department, State Key Laboratory of Mineral Deposit Research, Nanjing University, Nanjing 210093, China; 2. Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037, China)

Abstract: The Jinshan gold deposit hosted in the ductile shear zone is located in the well_known Dexing copper_gold concentration district, northeast Jiangxi Province. K- Ar ages of illite formed during fluid- rock interaction indicate that there existed an obvious Late Paleozoic tectonic hot event in Jinshan district. Baesd on the geological setting, the paper holds that the ore_forming process of the Jinshan gold deposit was related to this tectonic hot event. The ore_forming age of the Jinshan gold deposit is between 269.9 Ma and 317.9 Ma. The paper suggests that there is no direct evidence for the influence of Yanshanian magmatic activity on Jinshan mineralization. It is concluded that there is an obvious Herenian magmatic activity in Northeast Jiangxi or even in whole South China, which seems to be an important gold deposit_forming period.

收稿日期: 2001- 09- 24; **修订日期**: 2001- 12- 17
基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(49733120); 国家重点基础研究发展规划资助项目(G1999043209)
作者简介: 李晓峰(1971-), 男, 博士, 从事岩石矿物学、矿床学研究。

www.yskw.ac.cn

Key words: K- Ar age; illite; tectonic hot event; Jinshan gold deposit

金山金矿赋存于金山韧性剪切带内,是江西德兴大型铜金矿集区的一部分(图 1)。德兴大型铜金矿集区是我国重要的铜、金以及铅锌、银等矿产资源基地,它集中了铜厂斑岩铜矿、银山多金属矿床和金山金矿等大型- 超大型矿床。它位于江南造山带东带,北接扬子板块,南临华南褶皱系,东面是同属江南造山带的江(山)绍(兴)地区。由于所处大地构造位置特殊,它在晚元古代九岭地体与怀玉地体碰撞拼贴之后的漫长地质年代里,不断经受着构造运动、变形以及不同程度、不同类型的岩浆活动,为成矿作用提供动力、能量和物质来源(华仁民等,2000)。

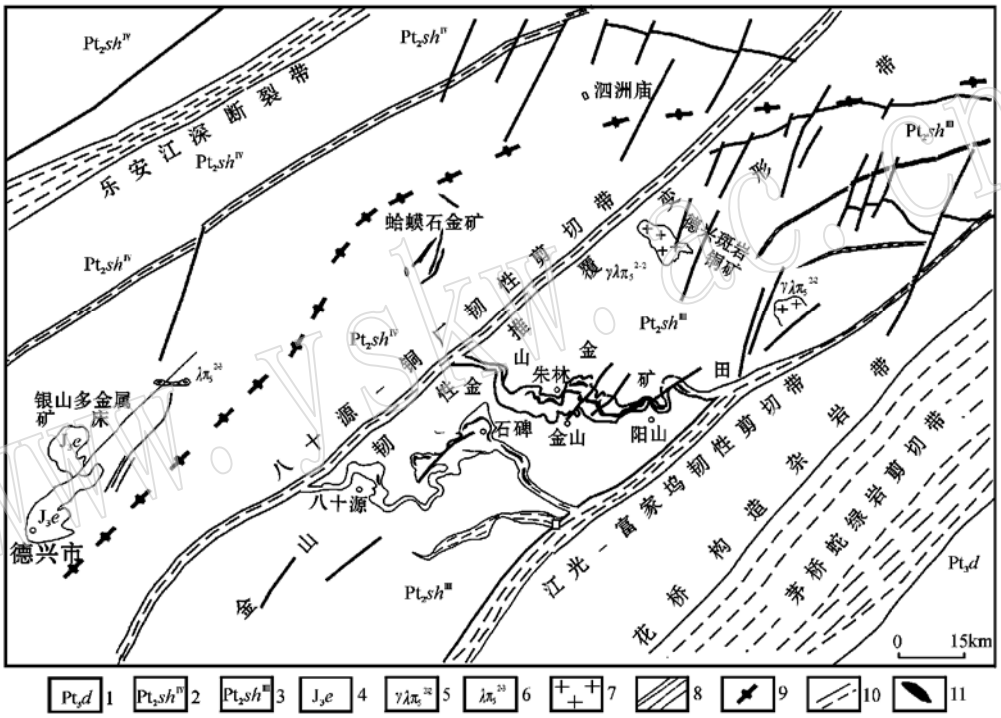

图 1 江西金山金矿区域地质简图

Fig. 1 Geological sketch map of the Jinshan gold deposit

1—登山群; 2—双桥山群第四岩性组; 3—双桥山群第三岩性组; 4—晚侏罗世鹅湖岭组; 5—花岗闪长岩; 6—英安斑岩; 7—岩体; 8—韧性剪切带; 9—褶皱; 10—断裂; 11—金矿体

前人研究认为,德兴大型铜金矿集区的成矿作用与燕山期构造- 岩浆活动有着成因上的密切联系,铜厂、富家坞、朱砂红等花岗闪长岩斑岩及银山的英安斑岩等次火山岩都是燕山期岩浆活动的产物(朱训等,1983;华仁民等,1993)。虽然在金山金矿田下部可能存在着隐伏岩体(谭铁龙等,1997),但是金山金矿与岩浆活动的关系尚未有明确的证据。朱训等(1983)认为赣东北地区存在海西期的辉长岩、辉绿玢岩,但对其有关成岩与成矿作用的关系尚缺乏研究。本文欲通过对金山金矿床成矿流体作用过程中的水- 岩反应产物伊利石的K- Ar年龄测试,进一步研究该矿区成矿作用与构造- 岩浆活动的关系。

1　样品的制备与测试

笔者在金山金矿分别采集了含金石英脉和含金糜棱岩样品, 从中提取出伊利石, 用以 K- Ar年龄测试。

1.1　样品的分离

首先把样品粉碎成约 5 mm 的颗粒, 用去离子水浸泡 48 小时。然后按照 Jackson 的提纯方法(1979) 用 HCl、H_2O_2 将样品中的碳酸盐、铁胶结物及有机质除去, 再用常规方法从样品中提取< 2 μm 的粘土颗粒, 分别制成厚度约 3 mg/ cm^2 的粘土样品自然风干定向片(AD), 以消除样品厚度对结晶度测定结果的影响(Kisch, 1991)。

1.2　样品的 X 射线衍射鉴定

粘土矿物的鉴定是利用南京大学现代测试中心的 D/ Max- Rb 型 X 射线衍射仪完成的。自然风干的样品(AD 片) 和经乙二醇处理的样品(GL) 测试条件为 Cu 靶, 电压 40 kV, 电流 20 mA, 步宽 0.01°2θ, 扫描范围 3°~ 37°。粘土矿物的含量采用 Biscaye (1965) 的重量强度峰计算。伊利石的结晶指数是测量伊利石 001(1nm) 衍射峰的半高宽而得到的 Kubler 指数(Eberl *et al*., 1989)。衍射峰强度比 Ir 是根据样品 AD 片的(I003/ I001) 除以 GL 片的(I003/ I001) 而得到的伊利石 Srodon 峰强比(Srodon *et al*., 1989), 对于判断伊利石是否含有膨胀层具有重要的价值。并按照 Longstaffe 方法除去粘土矿物中的绿泥石(Longstaffe, 1986; Aylon *et al*., 1988)。

1.3　K、Ar 分析测试

钾含量的分析采用锂内标钠缓冲火焰光度计法, 标样为房山花岗闪长岩体黑云母(标准值为 7.16% K) 和粗面岩(标准值 4.56% K), 测试结果分别为 7.66% K 和 4.58% K。氩含量的测试利用 RGA- 10 质谱计, 采用稀释法静态测量, 标样为房山花岗闪长岩体黑云母(标准值为 131.7 Ma), 测试值为 132.8 Ma。K- Ar 年龄计算时采用的 K 的衰变系数为 5.543 $\times 10^{-10}$/ 年。

2　测试结果

2.1　粘土矿物组合和伊利石的结晶度

金山金矿床含金糜棱岩和含金石英脉中粘土矿物(< 2 μm) 组合, 伊利石的结晶度、衍射峰强度比和多型列于表 1。由表可知, 金山金矿含金糜棱岩中的粘土矿物由伊利石和绿泥石组成, 以伊利石为主, 含金石英脉中的粘土矿物由伊利石组成。伊利石的结晶度为0.23 ~ 0.29, 衍射峰强度比为 1.00~ 1.16。伊利石主要为 2M1 型。根据 Reynolds 的 NewMod 计算机软件模拟计算和实测结果对比(Reynolds, 1980), 金山金矿伊利石的膨胀层含量小于 5%。结合野外地质背景和岩石的显微构造特征, 笔者认为伊利石是流体作用过程中水- 岩反应的产物。伊利石的晶体结构有利于放射成因氩的保存(魏菊英等, 1988), 因此可以用来做 K- Ar 年龄测试。此次样品中的 Au 均达到工业品位。金山金矿床 Au 以颗粒金的形式存在于变形石英的位错墙和位错壁中(石火生, 1997)。因此, 这些样品中伊利石的年龄可以代表成矿年龄。

www.yskw.ac.cn

表 1 金山金矿粘土矿物组合、伊利石的结晶度及多型

Table 1 Clay mineral assemblages, illite crystallinity and polytype of clay size fractions in the Jinshan gold deposit

样号	岩石名称	$w(Au)/10^{-6}$	粘土矿物组合	伊利石的结晶度/ △2θ		衍射峰强度比/Ir	伊利石的多型
				AD	EG		
JS003	含金糜棱岩	7.24	伊利石(86%)+ 绿泥石(14%)	0.28	0.25	1.12	2M1
JS012	含金糜棱岩	30.32	伊利石(87%)+ 绿泥石(13%)	0.23	0.23	1.00	2M1
H117	含金石英脉	2.169	伊利石(100%)	0.29	0.26	1.16	2M1

Au 的含量由南京大学内生矿床成矿机制研究国家重点实验室 ICP- MS 室高剑峰测定。

2.2 伊利石的 K- Ar 年龄

金山金矿两个含金糜棱岩的 K- Ar 年龄分别为(299.5±2.7) Ma 和(317.9±1.8) Ma, 含金石英脉中伊利石的 K- Ar 年龄为(269.9±1.7) Ma(表 2)。因此, 可以认为金山金矿的成矿时代为海西期, 也就是说, 金山金矿地区有明显的海西期构造热事件活动。

表 2 金山金矿伊利石的 K- Ar 年龄

Table 2 K- Ar ages of illite in the Jinshan gold deposit

样号	岩石名称	$w(K)/\%$	放射成因^{40}Ar		表观年龄/Ma
			mol/g	%	
JS003	蚀变糜棱岩	5.48	3.097×10^{-9}	99.2	299.5±2.7
JS012	蚀变糜棱岩	4.92	2.967×10^{-9}	99.5	317.9±1.8
H117	含金石英脉	3.01	1.520×10^{-9}	65.5	269.9±1.7

由北京大学地质系刘玉琳测试。

3 讨 论

由于赣东北地区处于特殊的大地构造位置, 该区的构造演化和岩浆活动一直是人们研究的重点和热点问题。该地区晋宁期和燕山期的构造岩浆活动及其与成矿作用的关系已经被大家所认可, 其他时期(如海西期)构造岩浆活动及其与区域成矿作用的关系尚缺乏研究。

赣东北地区晚古生代各系地层之间多为整合或假整合接触关系, 表明没有强烈的造山褶皱, 岩浆活动也比较微弱。在德兴泗洲庙、花顶山和官帽山一带可以见到脉状辉绿玢岩、辉长岩(全岩 K- Ar 年龄分别为 269 Ma 和 283 Ma); 在余干前吴还有闪长岩(黑云母 K- Ar 年龄为 328 Ma) 出现(朱训等, 1983)。赵崇贺等(1997) 在赣东北深断裂蛇绿混杂岩中发现了晚古生代放射虫化石, 并测定了其中的樟树墩和西湾地区的辉长岩$^{40}Ar/^{39}Ar$ 年龄为 232~ 266 Ma, 认为赣东北地区有早古生代晚期的火山活动。顾连兴等人也认为华南分布有若干重要的海西—印支期海相断裂拗陷带(如长江中下游、钱塘江—信江—萍乡—乐平) 和多处泥盆纪—石炭纪火山岩(如福建马坑石炭纪玄武岩、江西东乡石炭纪英安岩、流纹岩和江西弋阳石炭纪杏仁状玄武岩等)(顾连兴, 1984; 顾连兴等, 1986)。在这些拗陷带中, 发育许多块状硫化物矿床, 并且这些硫化物矿床与区域上同时代火山作用有内在的联系。这说明华南存在着明显的海西期岩浆活动和热液成矿作用。

上述研究表明, 在赣东北地区甚至华南地区都有海西期的岩浆活动。在海相断裂拗陷带发育有与海西期岩浆作用有关的块状硫化物矿床。在海相断裂拗陷带以外, 海西期岩浆活动与其他类型矿床的关系则没有相关的报道。

目前对金山金矿的形成时代有不同的认识: 一是根据矿石中黄铁矿的 Pb 同位素模式年龄和糜棱岩全岩 Rb- Sr 年龄认为其形成于晋宁期(韦星林, 1996); 二是根据石英流体包

www.yskw.ac.cn

裹体 Rb- Sr 等时线年龄认为其形成于加里东期(王秀璋等, 1999) 。从目前的情况来看, 现已证明 Pb 同位素模式年龄对后期强烈活化地区来说没有时代意义; 流体包裹体 Rb- Sr 法应用于韧性变形地区值得商榷(Bakker *et al*, 1994; 李晓峰等, 2000) 。由于韧性剪切带内流体的渠化作用, 不可能达到全岩 Rb- Sr 的均一化, 糜棱岩全岩的 Rb- Sr 年龄是不可靠的。此次 K- Ar 年龄测试结果首次肯定了金山金矿的成矿时代为海西期, 在该区晚古生代有明显的构造热事件, 虽然金山金矿外围有强烈的燕山期活动影响, 但其对金山金矿的影响不太明显。

另外, 笔者在测定江西银山多金属矿床伊利石的 K- Ar 年龄时, 发现银山多金属矿区也存在海西期构造热事件活动(K- Ar 年龄为 242.8 Ma ±0.4 Ma, 另文报道), 但相对于燕山期显得较弱。金山金矿是同构造韧性剪切变形的产物, 因此, 可以认为此次构造热事件不仅导致了金山金矿成矿作用的发生, 也导致了该地区岩石的脆- 韧性变形。根据前人的研究成果和此次工作, 笔者认为, 在赣东北地区乃至整个华南大地存在着明显的海西期构造热事件活动。赣东北地区不仅有明显的晋宁期和燕山期岩浆活动, 而且海西期也有一次重要构造热事件, 这与区域上同时代中基性岩浆的活动有关。这次构造热事件直接影响着金山金矿成矿作用, 同时也导致了金山地区岩石的脆- 韧性变形。对于整个华南地区来说, 海西期的岩浆活动不仅在海相断裂拗陷带形成了块状硫化物矿床, 而且在基底变质岩区形成了重要的金矿床。

4 结　论

(1) 金山金矿的成矿年龄为 269.9~ 317.9 Ma, 说明这个时期金山地区有明显的构造热事件。

(2) 在赣东北地区有明显的海西期岩浆活动。该岩浆活动也与海西期区域成矿作用有密切的联系。由于这次岩浆活动, 导致了在海相断裂拗陷带形成块状硫化物矿床, 基底变质岩区形成了重要的金矿床。因此可以认为, 在赣东北地区海西期也是一次成矿期。

www.yskw.ac.cn

Reference

Aylon A & Longstaffe F J. 1988. Oxygen isotope studies of diagenesis and pore_water evolution in the Western Canada sedimentary basin: Evidence from the Upper Cretaceous basal Belly River sandstone, Alberta[J]. Journal of Sedimentary Petrology, 58, 489~ 505.

Bakker R J and Jansen J B H. 1994. Amechanism for preferential H_2O leakage from fluid inclusions in quartz, based on TEM observations[J]. Contrib. Mineral Petrol., 116, 7~ 20.

Biscaye P E. 1965. Mineralogy and sedimentation of recent deep_sea clay in the Atlantic Ocean and Adjacent seas and oceans [J]. Geology Society of American Bullitin, 803~ 831.

Eberl D D, Velde B. 1989. Beyond the Kubler Index[J]. Clay Minerals, 24, 571~ 577.

Gu Lianxing and Xu Keqin. 1986. On the South China type massive sulfide ore deposits formed in marine fault depression troughs on the continental crust[J]. Mineral Deposit, 5(2): 1~ 13 (in Chinese with English abstract).

Gu Lianxing. 1984. The middle Carboniferous marine volcanics and the origin of the bedded ore in Wushan, Jiangxi Province [J]. Journal of the Guilin College of Geology, 4(4): 91~ 102 (in Chinese).

Hua Renmin, Chen Kerong, Shen Zhaolong, *et al*. 1993. On the multi_factor mineralization of Yinshan deposit, Jiangxi[A].

Proceedings of the 5th National Conference of Mineral Deposits[C]. Beijing: Geological Publishing House, 43~ 45 (in Chinese).

Hua Renmin, Li Xiaofeng, Lu Jianjun, *et al*. 2000. Study on the tectonic setting and ore_forming fluids of Dexing large ore_concentrating area, northeast Jiangxi Province[J]. Advance in Earth Science, 15(5): 525~ 533 (in Chinese with English abstract).

Jackson M. 1979. Soil chemical analysis_advanced course[M]. Wisconsin, Madison, 895.

Kisch H J. 1991. Illite crystallinity: recommendation on sample preparation, X_ray diffraction settings and inter laboratory sample[J]. Journal of Metamorphic Geology, 9: 665~ 670.

Li Xiaofeng and Hua Renmin. 2000. A study on fluid action in the ductile shear zone: a review[J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 19(4): 333~ 340 (in Chinese with English abstract).

Longstaffe F J. 1986. Oxygen isotope studies of diagenesis in the basal Belly River sandstone, Pembina I_pool, Alberta [J]. Journal of Sedimentary Petrology, 56: 78~ 88.

Reynolds R C. 1980. Interstratified clay minerals[A]. Brindely G W & Brown G. Crystal structure of clay minerals and their X_ray identification[C]. London: Mineralogical Society, 249~ 303.

Shi Huosheng. 1997. Study on shearing mechanism of the ductile deformation zone and concentration of gold in Jinshan, Jiangxi Province [D]. Nanjing University (in Chinese with English abstract).

Srodon J, Eberl D D. 1989. Illite[A]. Bailey S W. Micas, reviews in mineralogy[C], Amsterdam: Elsevier, 67~ 199.

Tan Tielong, Fan Yongxiang, Zeng Jiannian. 1997. An analysis of geological conditions of metallogenesis and prospect for superlarge gold deposit in Jinshan, Jiangxi[J]. Geology~ Geochemistry, 2: 1~ 7 (in Chinese with English abstract).

Wang Xiuzhang, Shan Qiang, Liang Huaying, *et al*. 1999. Metallogenic age and genesis of Jinshan gold deposit, Jiangxi Province[J]. China. Geochimica, 28(1): 10~ 17 (in Chinese with English abstract).

Wei Juying and Wang Guanyu. 1988. Isotope Geochemistry[M]. Beijing: Geolgical Publishing House, 50~ 59 (in Chinese).

Wei Xinglin. 1996. The geological characteristics of Jinshan ductile shear zone_type gold deposit in Jiangxi[J]. Geology of Jiangxi, 10(1): 52~ 64 (in Chinese).

Zhao Chonghe, He Kezhao, Tai Daoqian, *et al*. 1997. $^{40}Ar/^{39}Ar$ ages of major igneous in northeastern Jiangxi Province [J]. Earth Science(Journal of China University of Geoscience), 22(3), 257~ 260 (in Chinese with English abstract).

Zhu Xun, Huang Chongke, Rui Zongyao, *et al*. 1983. Dexing porphyry copper deposit[M]. Beijing, Geology Press, 336 (in Chinese).

附中文参考文献

顾连兴. 1984. 江西武山中石炭海相火山岩和块状硫化物矿床[J]. 桂林冶金地质学院学报, 4(4): 91~ 102.

顾连兴, 徐克勤. 1986. 论大陆地壳断裂拗陷带中的华南型块状硫化物矿床[J]. 矿床地质, 5(2): 1~ 13.

华仁民, 陈克荣, 沈兆龙, 等. 1993. 江西银山矿床多元成矿作用[A]. 中国地质学会矿床地质专业委员会. 第五届全国矿床会议论文集[C]. 北京: 地质出版社, 43~ 45.

华仁民, 李晓峰, 陆建军, 等. 2000. 德兴大型铜金矿集区构造环境和成矿流体研究进展[J]. 地球科学进展, 15(5): 525~ 533.

李晓峰, 华仁民. 2000. 韧性剪切带内流体作用的研究[J]. 岩石矿物学杂志, 19(4): 333~ 340.

石火生. 1997. 江西金山韧性剪切带的变形机制与成矿的关系研究[D]. 南京大学.

谭铁龙, 范永香, 曾键年. 1997. 赣东北超大型金山金矿床的成矿地质条件和找矿远景分析[J]. 地质地球化学, 2: 1~ 7.

王秀璋, 单 强, 梁华英, 等. 1999. 金山金矿床成矿时代及矿床成因[J]. 地球化学, 28(1): 10~ 17.

魏菊英, 王关玉. 1988. 同位素地球化学[M]. 北京: 地质出版社, 50~ 59.

韦星林. 1996. 江西金山韧性剪切带型金矿地质特征[J]. 江西地质, 10(1): 52~ 64.

赵崇贺, 何科昭, 邰道乾, 等. 1997. 赣东北地区重要火成岩的$^{40}Ar/^{39}Ar$年龄[J]. 地球科学(中国地质大学学报), 22(3): 257~ 260.

朱 训, 黄崇轲, 芮宗瑶, 等. 1983. 德兴斑岩铜矿[M]. 北京: 地质出版社, 336.

www.yskw.ac.cn