

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

金山金矿成矿年龄测定及华南加里东成金期的讨论

王秀璋 梁华英 单强 程景平 夏萍

(中国科学院广州地球化学研究所, 510640)

内容提要 金山金矿是中国南方的一个重要金矿床,属于变质细碎屑岩型,产于中元古界双桥山群中。矿石由超糜棱岩型及石英脉型组成。对于其形成时代有晋宁期、燕山期、晋宁期+燕山期、晋宁期+加里东期+印支期+燕山期等多种观点。本文分别采取两种矿石测得其石英流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄为 (406 ± 25) Ma, 属于加里东期成矿。根据研究, 华南加里东期金矿床分布广泛, 除产于华南加里东褶皱带外, 也见于其北邻元古宙江南隆起中。产于隆起内的矿床围岩均为元古宙变质细碎屑岩, 而产于褶皱带中除元古宙变质细碎屑岩外, 还有寒武纪地层, 澄江期及加里东期的岩体。华南加里东期金矿床与该区分布最广的燕山期金矿床在赋矿围岩时代、与燕山期岩浆活动的关系、元素组合、主要矿物及矿床类型等方面都有明显不同。研究结果表明华南是中国主要的加里东期成金区, 它对研究其他早古生代褶皱带的加里东期成金作用具有启示意义。

关键词 金山金矿 成矿时代 华南加里东成金期 华南褶皱带 江南隆起

1 金山金矿床的成矿时代

金山金矿床位于赣东北地区, 是中国华南的一个重要金矿床, 其工业储量已达特大型规模, 并有发展成为超大型的潜力。但直到今天其成矿时代仍不清楚。一种观点认为矿床于燕山期形成^[1~3]; 另一种观点认为它是晋宁期的产物^[4~6]。前者是基于伍勤生等所测含金硅质糜棱岩中伊利石的 Rb-Sr 等时线年龄值 167.9 Ma 而提出的; 后者则是根据矿石中黄铁矿的铅同位素模式年龄值。有的研究者甚至将上述两种方法的结果结合起来认为成矿有多期, 即晋宁期+燕山期^[7]或晋宁期+加里东期+印支期+燕山期^[8]。从目前看, 上述观点均缺乏确切的数据资料。例如伊利石的年龄仅见于一个会议的简短摘要中^①, 至今未见其全文, 因此难于判别其可用性, 而铅同位素模式年龄早已证明对像中国这种后期活化强烈地区来说没有时代意义。为了解决金山矿床的成矿时代, 笔者用矿石石英流体包裹体进行了 Rb-Sr 测年。

1.1 金山矿床地质概况

金山矿床位于扬子地块江南隆起东南, 毗邻华南加里东褶皱带。江南隆起主要由中元古界双桥山群组成, 其岩性为板岩、千枚岩、变质晶屑凝灰岩及变质杂砂岩, 夹多层变质安山玄武岩及硅质岩薄层。区内主要构造为赣东北深大断裂带, 它呈 NE 向, 显韧性变形, 开始于前震旦

注: 本文为国家攀登课题 A-30 及中国科学院黄金重大项目资助。

① 伍勤生, 刘青莲. 金山成矿年龄测定及矿床成因探讨. 第四届全国同位素地质年代和同位素地球化学讨论会论文(摘要)汇编, 1989.

本文 1997 年 12 月收到, 1998 年 4 月改回, 章雨旭编辑。

纪,并有长期活动历史。后期活动高峰期为加里东期及燕山期。在深大断裂带中发育了大量加里东期的超镁铁质—镁铁质侵入岩及闪长岩,在深大断裂带旁侧及次级分支断裂中还有燕山期的花岗岩及斑岩形成。

金山矿床发育在赣东北深大断裂带西盘的次级金山东向西向脆韧性剪切带中,赋矿围岩为双桥山群的变质细碎屑岩类。矿区内除中元古代的顺层喷出岩及侵入体外,后期岩浆活动不发育。组成金山矿床的矿体有两种矿石类型,一种为产于剪切带中心的超糜棱岩—糜棱岩型矿石,呈近东西向顺层状,另一种为发育在剪切带上盘 20~50 m 处的顺层石英脉。前一类为矿石的主体,后一类品位较高,但规模较小。

矿石的组成矿物比较简单,主要金属矿物为黄铁矿,次要者有闪锌矿、黄铜矿、方铅矿等。脉石矿物以石英为主,其次为绢云母、铁白云石、绿泥石、钠长石等。硫化物占矿物总量的 1.23%~2.51%。

1.2 测年样品特征及分析方法

为了获得矿床的形成时代,对含金硅质超糜棱岩及含金石英脉分别采集了数个样品。含金硅质超糜棱岩样采自 118 斜井 75 m 中段 303 线附近,样品主要由石英组成,白色,还有少量碳酸盐、黄铁矿、绢云母等矿物。含金石英脉样采自 112 m 平巷 1 线附近 40 m 长范围内,主要由白色石英组成,少见硫化物及碳酸盐。

石英中包裹体发育,主要为原生气液包裹体,见少量纯液体包裹体及含液相 CO_2 包裹体。包裹体分布不规则,多为椭圆形,大小不一,多在 3~8 μm 之间,部分 < 2 μm 。气液包裹体气液比在 10%~25% 之间,均一温度为 180~260℃。

样品经破碎到 0.2~0.5 mm 后,用重液及电磁选使石英与其它矿物分离,然后在双目镜下将石英挑纯。用 1:1 HCl 煮沸约 60 min,以除去混染的铁质及碳酸盐物质。用去离子水冲洗数次,再加入 1:1 HNO_3 煮沸约 60 min,除去样品中混染的硫化物。最后用去离子水清洗数次至中性。在 160~180℃ 下用热爆超声波洗涤法除去次生包裹体。

准确称取 0.1~1 g 处理好的石英样品,置于聚四氟乙烯封闭容器中,加入适量 ^{87}Rb 、 ^{84}Sr 混合稀释剂,用 $\text{HF}+\text{HClO}_4$ 在微波炉中分解样品并完全转化成过氯酸盐,采用阳离子交换法

表 1 含金石英脉及含金硅质超糜棱岩石英包裹体
Rb、Sr 同位素测定结果

Table 1 Rb, Sr isotopic data fluid inclusions in quartz from
two kinds of Jinshan ore-bodies

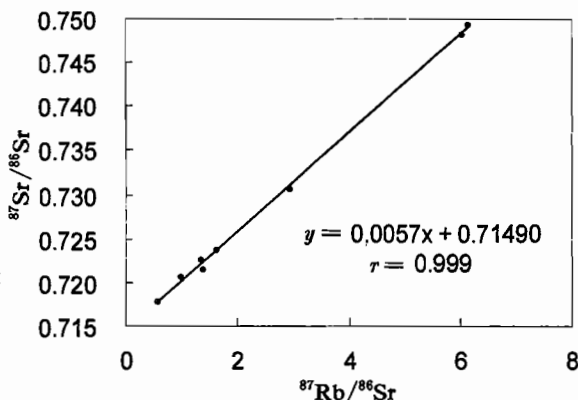
产状	样号	矿物	Rb ($\times 10^{-6}$)	Sr ($\times 10^{-6}$)	$\frac{^{87}\text{Rb}}{^{86}\text{Sr}}$	$\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}}$
含金石英脉	J-51-1	石英	0.8836	1.8842	1.3540	0.72262 ± 0.00003
	J-51-2	石英	0.5701	1.6808	0.9792	0.72072 ± 0.00001
	J-51-3	石英	1.3192	2.3557	1.6171	0.72394 ± 0.00006
	J-51-4	石英	0.6621	3.4882	0.5478	0.71772 ± 0.00002
超糜棱岩含金硅质	J-9-2	石英	4.3573	2.0928	6.0261	0.74826 ± 0.00005
	J-9-4	石英	1.7097	1.6855	2.9308	0.73065 ± 0.00006
	J-9-5	石英	0.6506	1.3545	1.3867	0.72137 ± 0.00001
	J-9-2'	石英	4.5012	2.1124	6.1683	0.74952 ± 0.00004

测试单位:宜昌地质矿产研究所,给出误差为 1 σ 。

分离 Rb 和 Sr。Rb、Sr 同位素分析在中国地质科学院宜昌地质矿产研究所 MAT-261 可调多接收质谱仪上进行。标准样 NBS-987 的测定精度 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 为 $0.710254 \pm 0.000002 (2\sigma)$, 样品中 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 测定精度在 $0.00003 \sim 0.00006$ 。整个化学流程的操作均在净化实验室完成。化学流程本底沾污 Rb、Sr 为 $2 \times 10^{-10} \text{g}$ 。对所有样品均进行了本底校正。计算年龄采用衰变常数 $^{87}\text{Rb} = 1.42 \times 10^{-11} \text{a}^{-1}$ 。

1.3 年龄测定结果

金山金矿 8 个石英样品的 Rb 含量在 $0.5701 \times 10^{-6} \sim 4.5012 \times 10^{-6}$, Sr 含量 $1.3545 \times 10^{-6} \sim 3.4882 \times 10^{-6}$ (表 1), 在 Rb-Sr 等时线图上, 8 个样品构成一条相关系数为 0.999 等时线, 据等时线斜率获得的年龄为 (406 ± 25) Ma, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.71490$ (图 1)。这表明金山金矿为加里东期成矿。



2 华南加里东成金期

在博伊尔的世界金矿床经典著作中谈到, 世界上有 3 个加里东期金矿带, 一个在欧洲西部及北部, 另一个在澳大利亚

图 1 金山金矿石英包裹体 Rb-Sr 等时线图

Fig. 1 Rb-Sr isochronic age of gold-bearing quartz of Jinshan gold deposit

塔斯曼地区, 第三个在亚洲中部及东部^[9], 书中未提到中国华南。在中国的研究著作中, 有的没有提到中国还有加里东成金期^[10,11]。有的说加里东期全球成矿微弱, 中国只有广东河台早期矿化、广西大宁岩体中的石英脉型以及青海拉脊山松树南沟超基性岩中的金矿床属于加里东期^[12]。但研究工作表明河台不属于加里东期矿化, 大宁岩体中的金矿成矿时代也还待查明。有的提到桂东桃花、古袍等属于加里东期成矿^[13]。因此中国加里东期金的成矿规模及华南是否有加里东成金期到目前为止还没有一个统一的认识, 也未有引起足够的重视。随着研究的深入, 可以认为加里东期是华南的一个重要成金时期, 下面笔者将对该问题进行一些初步分析。

2.1 华南加里东期金矿床的分布特征及确定依据

根据笔者掌握的资料, 在华南已经肯定属于加里东期形成的金矿床分布较广, 在地理上出现在广东、广西、贵州、湖南、江西及浙江等省区。在构造上分布于华南加里东褶皱带及北邻的元古宙江南隆起。前者如广东英德的大沟谷及清新的新洲, 广西昭平的古袍及古里脑, 贵州丹寨的水银厂及浙江诸暨的璜山; 后者如湖南会同的漠滨及肖家、靖县的平茶、益阳的柳林钹及江西德兴的金山等。加里东褶皱带中的金矿床一部分产在凹陷中, 一部分分布在其中的古隆起内。前者如广东、广西的矿床, 后者如浙江璜山。金矿床主要产在顺层破碎断裂中, 而金山、璜山等矿床的就位与脆韧剪切带有关。

认为上述矿床属于加里东期形成的理由: ① 这些矿床虽分布较广, 但仅出现在加里东褶皱带及受该期构造影响的江南隆起上。② 矿床所在围岩仅是遭受了加里东期作用的地层或岩体以及加里东期形成的岩体, 如中元古界、新元古界(板溪群、震旦系)、寒武系、澄江期石英闪长岩及加里东期花岗斑岩(表 2)。③ 矿体均受加里东期构造控制, 如肖家、平茶矿体主要产出方向为加里东期的近 EW 向, 它不受后期燕山期的 NE 方向影响。④ 有的矿区见到比成矿稍晚的地层发育其上, 如桂东古里脑含金花岗斑岩侵入到寒武系中, 其锆石 U-Pb 年龄为 456 Ma, 在同区内又见该期岩体穿过了发育在地层中的第一期金矿体, 构成了古袍矿床, 而附近的六岑泥盆纪底砾岩中找到了该类岩体的砾石, 因此古里脑及古袍矿床均为加里东期产物。⑤ 由于大部分矿区缺乏更晚的地层及岩浆活动, 因此其成矿时代只有通过放射性同位素年龄测定来予以肯定。在本文中测定年龄值的方法包括石英包裹体 Rb-Sr 等时线法、蚀变岩 Rb-Sr 等

时线法、长石 K-Ar 法及锆石 U-Pb 法。其中大多数矿床年龄值是用石英包裹体 Rb-Sr 等时线法测出的, 由于容易获得样品, 加以已经证明石英包裹体能较好地保持成矿时的封闭体系, 即使有后期次生包裹体进入也可通过阶段加热予以排出, 因此它也是比较理想的成矿时代测定方法。用这种方法得出金山、平茶、大沟谷、新洲、璜山的年龄值都在 400 Ma 以上。江西金山石英脉型及糜棱岩型矿石得出的年龄一样(相应为 409 Ma、406 Ma)。湖南肖家金矿除石英包裹体 Rb-Sr 等时线法外, 还采用了蚀变岩 Rb-Sr 等时线法, 二者的结果也相似(分别为 412 Ma、410 Ma)。漠滨及柳林钽长石 K-Ar 年龄分别为 404 Ma、412 Ma。其详细情况见表 2。

表 2 华南加里东金矿床的赋矿围岩及成矿时代

Table 2 Wallrock and metallogenic age of Caledonian gold deposits in South China

矿床	广东大沟谷及新洲	广西古袍	广西古里脑	浙江璜山	贵州水泥厂
围岩	Pt ₃ (Z) 乐昌峡群钠长石岩、白云大理岩、云母石英片岩、石英岩	寒武系水口群变质砂岩、板岩、硅质岩及碳质页岩	寒武系水口群、直接围岩为加里东期花岗岩斑岩	Pt ₂ 双溪坞群变细碧角斑岩及澄江期(700 Ma) ^[15] 石英闪长岩	中—上寒武统泥晶灰岩、泥质粉砂岩夹砾质灰岩
年龄 ^①	(431±12) Ma(石英 Rb-Sr 等时线) ^[14]	第一期矿化被 456 Ma 的花岗斑岩穿过 ^②	456 Ma (岩体锆石 U-Pb) ^③	(397±35) Ma(石英 Rb-Sr 等时线) ^[16]	(400±29) Ma(矿石全岩 Rb-Sr 等时线) ^[17]
矿床	湖南漠滨	湖南平茶 ^[18]	湖南肖家 ^[18]	湖南柳林钽	江西金山
围岩	Pt ₃ 板溪群凝灰质石英长石砂岩、板岩、变余凝灰岩	Pt ₃ (Z) 江口组板岩、含砾板岩及变余杂砂岩等	Pt ₃ 板溪群板岩夹变质砂岩, Pt ₃ (Z) 江口组板岩、变质砂岩等	Pt ₃ 板溪群板岩	Pt ₃ 双桥山群板岩、千枚岩夹安山玄武岩
年龄	404. 20 Ma(长石 K-Ar)(本文)	(435±9) Ma(石英 Rb-Sr 等时线)	(412±33) Ma(石英 Rb-Sr 等时线)、(418±4) Ma(蚀变岩 Rb-Sr 等时线)	412. 46 Ma(钾长石 K-Ar)(本文)	(406±25) Ma(石英 Rb-Sr 等时线)(本文)

① 有的矿床还有其它更主要的成矿期, 如大沟谷(Pt₃), 新洲、水银厂(燕山期)。

② 骆靖中, 广西某金矿床富矿囊的规律及成矿探讨, 1988。

③ 刘腾飞, 广西桂东古里脑斑岩体地质特征及含矿性研究, 1992。

2.2 华南加里东期金矿床与其他时期金矿床的成矿特征比较

产于华南加里东褶皱带及毗邻江南隆起上的金矿床有很多成矿时期, 包括晋宁期(武陵)、澄江期、加里东期、海西期、印支期、燕山期及喜马拉雅期。其中晋宁期—澄江期主要有湖南板溪群底部及震旦系底部的含金砾岩^[19]①, 海西期形成了石炭系顶部的热水沉积矿床(长坑), 印支期金矿在广东高凤等少数矿床中得到了确认(高凤石英包裹体 Rb-Sr 等时线及 Ar-Ar 年龄为 215 Ma^[20]), 喜马拉雅期主要形成砂矿。因此燕山期是本区最主要的原生金成矿期, 其次为加里东期。

燕山期金矿在本区分布很广, 并得到大量地质及年龄资料证实。如滇黔桂三角区古生代—中生代地层中的卡林型金矿床(戈塘矿石 Rb-Sr 等时线法(172±36) Ma^[21], 百地、烂泥沟石英裂变径迹年龄 82.3~90.8 Ma^[22]), 粤西 Pt 混合岩及变质岩中的金矿床(河台石英 Rb-Sr 等时线年龄为 121.9~129.6 Ma^[14], 庞西洞矿床年龄 117.2~12.4 Ma^[23]), 湘中湘东元古宙地层中

① 有的文献利用铅同位素模式年龄值将一些矿床列入, 此期有待商讨。

的金矿床(沃溪石英 Rb-Sr 等时线年龄 (114.8 ± 11.7) Ma, 龙山石英 Rb-Sr 等时线年龄为 (175 ± 27) Ma^[24], 黄金洞石英裂变径迹法年龄 $98.01 \sim 115.18$ Ma^[25]), 浙江元古宙—中生代地层中的矿床(治岭头 Rb-Sr 等时线年龄 $127.1 \sim 159.9$ Ma, 其矿石 Rb-Sr 等时线年龄为 $140 \sim 144$ Ma^[16], 八宝山石英的 K-Ar 年龄为 145.7 Ma^[26])。

本区加里东期金矿床与燕山期金矿床有下列明显的区别: ① 加里东期金矿床只产在遭受过加里东期作用的地层及岩体中, 如早于晚古生代的地层及 >400 Ma 的岩体, 而燕山期矿化除在元古宙、早古生代地层中外, 还分布在晚古生代及中生代地层及岩体中(滇黔桂三角区及浙西地区)。② 加里东期金矿分布区一般无燕山期岩浆活动, 而燕山期矿化区大多数有燕山期岩浆岩产出。在湘西符竹溪、板溪、合心桥还见 Au-Sb 石英脉穿过了燕山期的花岗斑岩、石英斑岩及煌斑岩岩脉^[19]。治岭头也见 Au 石英脉穿过了燕山期的长英岩脉^[21]。③ 加里东期矿化的特征元素只有 Au, 而燕山期的矿化除单 Au 外还有 W-Sb-Au、Sb-Au、Au-Ag-Pb-Zn、Au-Sb-As(雄黄、雌黄)-Hg 等复杂组合。④ 加里东期金矿化的主要组成矿物为黄铁矿、自然金、石英、碳酸盐。而燕山期矿体中除这些矿物外, 还有白钨矿、黑钨矿、辉锑矿、方铅矿、闪锌矿、雌黄、雄黄、辰砂、自然银、银的硫化物及硫盐矿物出现。⑤ 加里东期的矿床类型简单, 主要为变质细碎屑岩型, 较少见到侵入岩型, 而燕山期矿化除变质细碎屑岩型外, 还大量出现卡林型、火山岩型矿床(表 3)。因此, 随着成矿时代变新, 金的分布层位更广更新, 与晚期岩浆活动关系更加密切, 金矿类型、元素及矿物组合变得复杂多样。

表 3 华南加里东期与燕山期金矿床特征比较

Table 3 Comparison between Caledonian and Yanshanian gold deposits in South China

成矿期	加里东期	燕山期
围岩	Pt、Pz ₁ 地层, 澄江期及加里东期岩体	Pt、Pz ₁ 、Pz ₂ 、Mz 地层(包括燕山期火山岩)
燕山期 岩浆活动	一般无	在大多数矿区中发育, 一些矿区见被矿脉穿过
元素组合	Au	Au(黄金洞, 河台); Au-Sb(龙山, 符竹溪等); Au-Sb-W(沃溪等); Au-Ag-Pb-Zn(治岭头, 庞西洞等); Au-Sb-As-Hg(滇黔桂三角区)
主要 矿物	黄铁矿、自然金、石英、碳酸盐	黄铁矿、自然金、石英、碳酸盐、白钨矿、黑钨矿、辉锑矿、方铅矿、闪锌矿、雌黄、雄黄、辰砂、自然银、银的硫化物及硫盐
矿床 类型	变质细碎屑岩型(金山、漠滨等)、侵入岩型(古里脑、瑛山)	变质细碎屑岩型(河台、黄金洞等); 火山岩型(治岭头、八宝山等); 卡林型(滇黔桂三角区等)

2.3 华南加里东期金矿床广泛发育的原因及其研究意义

从上可见, 华南地区加里东期金矿床分布广泛, 是中国主要的加里东期金矿成矿区。华南加里东期金矿床如此众多是与该区地质发育特殊性分不开的。新元古代—早古生代华南地壳大面积下沉构成弧盆, 其中堆积有巨厚的震旦纪及早古生代沉积物, 下部并有火山活动, 形成了含金的矿源岩石。当早古生代末期, 地槽回返, 热流上升, 地层发生了区域变质作用, 构造运动不但使弧盆上升褶皱, 也使北邻由元古宇构成的江南隆起发生活化, 出现大量断裂。岩浆活动及地热升温促进了弧盆内、弧盆基底以及江南隆起内矿源岩石中的金活化, 并在断裂带中沉淀形成矿床, 这就是本文所列举的加里东期主要类型改造型金矿床形成的原因。由于新元古代—早古生代的弧盆面积巨大, 加里东构造运动涉及的规模更广, 它远远超出了弧盆范围, 因此加里东期是中国华南分布广泛的重要成金期。

一般认为加里东期金矿化微弱,矿床少,规模小,因而意义不大。但华南发现了众多加里东期金矿床,其中有的矿床规模巨大。如金山金矿床现为特大型,并有发展成为超大规模的潜力,在国外,澳大利亚本迪戈矿床(640 t Au)、俄罗斯宗豪巴矿床(600 t Au)都是超大型矿床,因此加里东期可以形成具有重要价值的金矿床,研究加里东期金的成矿作用具有重要经济意义。

华南加里东成金期的研究表明在中国其他加里东造山带(如西昆仑—祁连—北秦岭早古生代褶皱带、天山—西拉木伦早古生代褶皱带等)及毗邻隆起带中也有可能该期金矿发育,因此它对中国其他地区的研究及找寻加里东期金矿床具有启示意义。

3 结论

(1) 金山金矿是中国华南的一个重要金矿床,产在江南隆起的中元古界中,矿石由超糜棱岩型及石英脉型组成,石英包裹体 Rb-Sr 等时线年龄测定结果为 406 Ma,属于加里东期形成。

(2) 华南加里东期金矿床分布广泛,主要发育在华南加里东期褶皱带及北邻元古宙江南隆起上,产于隆起中的矿床围岩为元古宙变质细碎屑岩类,而在褶皱带中者围岩类型复杂,除元古宙—寒武纪变质细碎屑岩外,还有寒武纪灰岩、澄江期石英闪长岩及加里东期花岗斑岩。

(3) 华南加里东期金矿床与燕山期金矿床在赋矿围岩、与燕山期岩浆岩的关系、元素组合、主要矿物种类及矿床类型等方面有明显不同。随着时代变新,矿床出现层位变多变新,与燕山期岩浆活动关系密切,元素组合、主要矿物及矿床类型都愈加复杂多样。

(4) 研究结果表明华南是中国主要的加里东期成金区,它对中国其他早古生代褶皱带及其毗邻隆起内找寻加里东期金矿床具有启示意义。

参 考 文 献

- 1 范宏瑞,李兆麟. 金山金矿床地质特征、成矿物理化学条件及成矿物质来源. 地质科学,1992,(增刊):147~159.
- 2 黄宏立,杨文思. 赣东北金山金矿床的地质特征及矿床成因. 地质找矿论丛,1990,5(2):29~39.
- 3 朱庆祖. 对江西金山金矿床的成因认识. 华东矿产地质,1992,(2):56~62.
- 4 韦星林. 金山金矿田地质特征及成矿地质作用. 矿产与地质,1995,9(6):471~480.
- 5 朱恺军,范宏瑞. 江西金山金矿床层控成因的地质地球化学证据. 地质找矿论丛,1991,6(4):18~26.
- 6 朱恺军,范宏瑞. 金山金矿的地质特征和形成条件. 南京大学学报,1991,(2):177~185.
- 7 杨子江. 金山金矿床的某些新认识. 华东矿产地质,1993,(1):47~52.
- 8 肖勇. 金山金矿田脆-韧性剪切带与成矿. 华东矿产地质,1992,(1):20~29.
- 9 博伊尔 R W. 金的地球化学及金矿床. 马万钧等译. 北京:地质出版社,1984. 159~166.
- 10 罗镇宽,关康等. 中国金矿床概论. 天津:天津科学技术出版社,1993. 4.
- 11 李俊建. 初论中国金矿床的成矿时代. 前寒武纪研究进展,1997,(1):17~26.
- 12 韦永福,吕英杰等. 中国金矿床. 北京:地震出版社,1994,13:219~220.
- 13 王义文. 中国金矿成矿时代概论. 黄金科学技术,1993,(1):1~11.
- 14 陈好寿等. 成矿作用年代学及同位素地球化学. 北京:地震出版社,1994. 132~193.
- 15 刘英俊,孙承轶,沙鹏. 浙江绍兴—龙泉隆起带前中生代含金建造的地球化学. 中国科学(B辑),1987,(6):657~668.
- 16 陈好寿,徐步台. 浙江主要金银(铅锌)矿床同位素地球化学研究. 地球学报,1997,(增刊):179~191.
- 17 贾蓉芬,陈庆年,周小康等. 贵州丹寨卡林型金矿床中金的富集阶段与有机质演化关系. 地质找矿论丛,1993,(4):69~79.
- 18 彭建堂. 湘西南金矿床成矿地球化学条件及矿床成因研究. 中南工业大学资源环境与建筑工程学院,1997. 40~83.
- 19 中国人民武装警察部队黄金指挥部. 湖南省沃溪式层控金矿地质. 北京:地震出版社,1996. 45.
- 20 李献华,桂训唐,程景平等. 广东高凤金矿床形成时代的 Rb-Sr, ^{39}Ar - ^{40}Ar 年龄测定. 矿床地质,1992,(4):367~373.
- 21 王秀璋,程景平,张宝贵等. 中国改造型金矿床地球化学. 北京:科学出版社,1994. 43~120.

- 22 张峰, 杨科佑. 黔西南微细浸染型金矿床裂变迹成矿时代研究. 科学通报, 1992, (17): 1593~1595.
- 23 王正云, 汪劲草, 尹意求等. 桂东南金银矿床成矿规律与成矿模式. 矿产与地质, 1995, (4): 257~262.
- 24 史明魁, 傅必勤, 靳西祥等. 湘西锑矿. 长沙: 湖南科学出版社, 1993. 36~85.
- 25 胡瑞英, 程景平, 郭士能等. 裂变迹法在金矿床研究中的应用. 地球化学, 1995, (2): 188~192.
- 26 袁旭音. 浙西遂昌一带龙泉型金矿床的地球化学特征及成因. 地质找矿论丛, 1992, (2): 22~36.

Metallogenic Age of the Jinshan Gold Deposit and Caledonian Gold Mineralization in South China

Wang Xiuzhang, Liang Huaying, Shan Qiang, Cheng Jingping and Xia Ping

(Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong, 510640)

Abstract

The Jinshan gold deposit occurring in metamorphosed fine-clastic rocks of the Mesoproterozoic Shuangqiaoshan Group is an important gold deposit in South China. It consists of two types of orebodies, gold-bearing mylonite and gold-bearing quartz vein. Because of different understanding of dating materials, many metallogenic epochs such as the Jinningian, Yanshanian, Jinningian + Yanshanian and Jinningian + Caledonian + Indochinese + Yanshanian, have been proposed. Rb-Sr isochronic dating of fluid inclusions in quartz from the Jinshan gold deposit gives an age of (406 ± 25) Ma, suggesting that the orebodies be formed in the Caledonian period. Many gold deposits were formed in the Caledonian period in south China, which are located not only in the south China Caledonian fold belt, but also in the Proterozoic Jiangnan uplift to its north. The country rocks of the gold deposits occurring in the Jiangnan uplift differ from those of gold deposits in the Caledonian fold belt; the former is Proterozoic metamorphosed fine-clastic rocks, and the latter include Proterozoic metamorphosed fine-clastic rocks, Cambrian formations and Chengjiangian and Caledonian intrusive rocks. Notable differences between the Caledonian and Yanshanian gold deposits in south China are manifested in their wall rocks, late magmatic activity, element associations, major minerals and gold deposits types. The Caledonian period is one of the most important epochs for the formation of gold deposits in South China. This conclusion is of suggestive significance for studying the Caledonian gold mineralization in other early Paleozoic fold belts of China.

Key words: Jinshan gold deposit; metallogenic epoch; Caledonian gold mineralization in South China; South China fold belt; Jiangnan uplift

作者简介

王秀璋,男,1931年生。1956年毕业于北京地质学院矿床地质专业(研究生)。现为中国科学院广州地球化学研究所研究员,主要从事矿床学、矿床地球化学研究工作。通讯地址:510640,广州五山中国科学院广州地球化学研究所。