

紫金山铜金矿同位素年代学及其地质意义*

周 肃

(宜昌地质矿产研究所, 湖北宜昌 443003)

陈好寿

(浙江大学地球科学系, 杭州 310027)

关键词 铜金矿 同位素年代学 成岩成矿时序

紫金山铜金矿床是我国近年来发现的首例石英-明矾石型浅成低温热液矿床^[1]。本文采用U-Pb、Rb-Sr和K-Ar等多种同位素测年方法对紫金山地区的岩浆岩及矿体进行了系统的年龄测定, 获得了多种年龄信息, 据此初步建立了紫金山地区的成岩成矿时序, 为探索成矿作用及相关地质演化历史提供了科学依据。

1 矿床地质特征

紫金山铜矿床位于华南褶皱系东部, 东南沿海中生代火山活动带西部亚带, 矿床面积约4.3 km², 围岩主要是燕山早期花岗岩。燕山晚期侵入体分布于紫金山矿区东北部。在矿床中心由英安玢岩、石英斑岩、英安质、花岗质隐爆角砾岩及凝灰岩角砾等岩石组成了火山-次火山侵入体(残存火山机构)。矿区围岩蚀变强烈, 自上而下可划分为石英-绢云母、石英-地开石、石英-明矾石及低温硅化岩等四个蚀变岩相带。金矿体分布于上部低温硅化岩蚀变带中铜(伴生金)矿体位于下部(总体呈北西走向), 与石英-明矾石蚀变带范围大致吻合。依据铅、氧同位素^[2]、矿床分带及深部钻孔矿物组合等资料推测深部有铅锌矿体存在的可能性。前人对该矿床的蚀变作用、流体包裹体^[1]和稳定同位素^[3]研究表明, 紫金山铜金矿床具有以大气降水为主的低W/R比、低温、低盐度及低pH值条件下发生强烈流体-岩石作用的特点。

2 结 果

紫金山地区岩浆岩及矿体年龄测定结果列于表1。

3 结果讨论

3.1 围 岩

燕山早期中细粒花岗岩是矿区分布面积最大的侵入体(五龙子侵入体), 也是最主要的赋矿围岩。为了准确获得紫金山铜金矿床的围岩时代, 对五龙子花岗岩侵入体进行了年龄测定, 获得锆石U-Pb和谐曲线的上交点年龄为 158.3 ± 17.7 Ma, 表明该矿床围岩的形成时代为燕山早期。该值与五龙子岩体侵入的最新地层为上泥盆统天瓦组, 被燕山早期的金龙桥岩体所和燕山晚期四坊复式岩体侵入的地质证据相吻合。

区内燕山早期花岗岩的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值较高(0.7219)。岩石成分的许多特点类似于南岭地区与 W、Sn 多金属成矿有关的花岗岩类^[1]。铅同位素组成是以上地壳铅为主的壳幔混合铅^[2],在成因上属上地壳重熔型花岗岩。

表1 紫金山地区岩浆岩及铜金矿床 U-Pb、Rb-Sr、K-Ar 年龄测定结果

属 性	岩 体	岩 性	测定方法	测定对象	测定数	$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$	相关系数	年龄(Ma)
燕山早期花岗岩	五龙子侵入体	中细粒花岗岩	微量锆石 U-Pb	锆石	5			158.3±17.8
燕山晚期岩浆岩	紫金山次火山侵入体		微量锆石 U-Pb	锆石	4			133±6
	紫金山次火山侵入体		微量锆石 U-Pb	锆石	4			118±4
	四 坊	中粒花岗闪长岩及包体	Rb-Sr	全岩	5	0.707 5±0.000 2	0.987	128±12
		二长花岗岩	Pb-Sr	全岩*				105
		石英闪长玢岩	Rb-Sr	全岩*				102±9
	罗 卜 岭	花岗闪长玢岩	Rb-Sr	全岩	7	0.706 6±0.000 1	0.999 9	105±1
	罗 卜 岭	花岗闪长岩	Rb-Sr	全岩	10	0.707±0.000 1	0.999 9	100±1
蚀变岩及蚀变矿		英安玢岩	Rb-Sr	全岩	5	0.708 7±0.000 2	0.988	73±6
	111.7	中细粒花岗岩	Rb-Sr	全岩	9	0.711 8±0.000 3	0.99	124±5
		中粗粒花岗岩	Rb-Sr	全岩	9	0.710 1±0.000 2	0.99	120±4
		蚀 变 岩	K-Ar	明矾石*				
		矿 体	K-Ar	与铜伴生的明矾石**				103.86
		蚀 变 岩	K-Ar	绢云母*				94.1
		蚀 变 岩	K-Ar	明矾石				89
成 矿 流 体		蚀 变 岩	K-Ar	明矾石				82
	成 矿	矿石或与成矿有关的硅化岩	Rb-Sr	含矿石英	19	0.711 2±0.000 3	0.992	122±4
流 体		含金石英或浅部金矿化岩石	Rb-Sr	含金石英	6	0.7173±0.000 5	0.998	100±3

测试单位:宜昌地矿所同位素研究所 U-Pb、Rb-Sr、K-Ar 组,误差 1σ;

* 引自文献[1]; ** 引自闽西地质大队.紫金山铜金矿床地质特征简介.1990

3.2 燕山晚期岩浆岩

上杭紫金山地区次火山岩锆石 U-Pb 一致曲线年龄分别为 133±6 Ma 和 118±4 Ma,获得四坊岩体中粒花岗闪长岩及包体的 Rb-Sr 等时线年龄为 128±12 Ma, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i=0.707 5 \pm 0.000 2$,同时也测得紫金山东北部外围罗卜岭二长花岗岩 Rb-Sr 等时线年龄^[2]为 135±5 Ma, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i=0.711 9$,其 Rb-Sr 全岩与锆石 U-Pb 法测得的年龄值基本一致。据此表明,上述年龄值(133±6~118±4Ma)代表了该地区燕山晚期岩浆侵入活动的时间;二长花岗岩

和石英闪长玢岩 Rb-Sr 全岩等时线年龄^[2]分别为 105 Ma 和 102 Ma, 外围罗卜岭蚀变的花岗闪长岩全岩 Rb-Sr 年龄为 $100 \pm 1 \sim 105 \pm 1$ Ma, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.707 \sim 0.7066$ 。以上年龄 100 ~ 105 Ma 代表了一期蚀变-矿化作用, 相当于潜火山热液成矿期, 也是主要的成矿阶段。蚀变作用主要是硅化、地开石化和明矾石化, 局部具绢云母化; 在紫金山矿区 ZK 240 和 ZK 301 中采集 5 个英安玢岩, 获全岩 Rb-Sr 等时线年龄为 73 ± 6 Ma, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.7087 \pm 0.0002$ 。该年龄可能代表了区内燕山晚期最晚一次成岩成矿作用。

综上所述, 区内燕山晚期岩浆活动具有持续时间长 ($133 \pm 6 \sim 73 \pm 6$ Ma) 和多期的特点, 并贯穿整个白垩纪 ($135 \sim 65$ Ma)。但岩浆活动高峰期主要发生在早中白垩世 ($135 \sim 97$ Ma), 其岩浆活动强度从早白垩世到晚白垩世具有明显减弱的趋势, 这一认识与李坤英等¹⁾总结的中国东南沿海中生代陆相火山-沉积地层时代 130 ~ 105 Ma 及火山活动自西向东转移的认识基本吻合。

3.3 蚀变作用年龄

为获得蚀变岩石的年龄, 针对性地采集紫金山铜金矿床的近矿围岩。岩石具强烈的黄铁矿化、硅化、明矾石化、绢云母化和地开石化。测得燕山早期的蚀变中细粒花岗岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄 124 ± 5 Ma, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.7118 \pm 0.0003$; 蚀变中粗粒花岗岩全岩 Rb-Sr 年龄 120 ± 4 Ma, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.7101 \pm 0.0002$ 。该年龄信息反映了燕山早期花岗岩在受到燕山晚期 ($133 \sim 73.6$ Ma) 岩浆活动所引起强烈流体-岩石作用过程中 Rb-Sr 体系受到改造, 其年龄值 ($120 \sim 124$ Ma) 与代表区内燕山晚期岩浆侵入体的 U-Pb 和 Rb-Sr 年龄 ($118 \sim 133$ Ma) 在实验误差范围内一致, 由此表明紫金山地区区域性蚀变主要是由燕山晚期岩浆侵入及期后热液作用所致。这一结论从矿区内测得的绢云母和明矾石蚀变矿物 K-Ar 年龄为 $111.7 \sim 82$ Ma 可作证, 同时也证明了紫金山矿床石英-明矾石化蚀变具有多期多阶段特征, 这与燕山晚期多期次的岩浆活动事实相符。

3.4 成矿年龄

测得含铜金的硅化岩和含金石英及浅部金矿化岩石中石英 Rb-Sr 等时线年龄分别为 122 ± 4 Ma, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.7122$, 和 100 ± 3 Ma, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.7173$ 。前者 (122.2 ± 3.9 Ma) 代表铜金主矿体形成时间, 而后者年龄与燕山晚期火山-次火山活动时间 ($100 \pm 1 \sim 105 \pm 1$ Ma) 基本一致, 表明金矿床形成时间为晚白垩世。

根据对矿区岩浆岩和矿体多种年代学研究所获得的年龄信息可初步建立紫金山地区的成岩成矿时序: 围岩 [燕山早期花岗岩 (158 Ma)] → 侵入体 ($133 \sim 118$ Ma) → 火山-次火山岩体 ($105 \sim 100$ Ma) → 英安玢岩 (73 Ma)。燕山晚期 ($133 \sim 118$ Ma) 的岩浆侵入活动形成区域性蚀变及铜伴生金矿化, 形成以浸染状为主的矿石; 在 $105 \sim 100$ Ma 及其后的火山-次火山活动导致以蚀变矿化及叠加改造为主, 并以火山机构为中心使矿体进一步富集, 形成稠密浸染状、脉状矿石; 金矿石中只残留下抗风化能力最强的褐铁矿-石英-金矿物组合, 说明金矿体经历了后期表生淋滤富集。

4 结 论

1) 李坤英等, 浙、闽、赣地区中生代陆相火山岩地层同位素地质年代学研究, 1986

通过 U-Pb、Rb-Sr、K-Ar 同位素体系的年代学研究所获得的多种年龄信息,可得出如下认识:

(1)燕山晚期岩浆侵入时间为 $133 \pm 6 \sim 118 \pm 4$ Ma,该岩浆活动是本区铜伴生金矿化的主要时间;本区火山-次火山活动时间为 $100 \pm 1 \sim 105 \pm 1$ Ma,并伴随有金矿化作用;英安玢岩年龄(73 ± 6 Ma)代表了本区最晚一次成岩成矿作用。

(2) $133 \pm 6 \sim 118 \pm 4$ Ma 时期的岩浆侵入活动及期后流体-岩石作用,致使燕山早期 Rb-Sr 体系受到彻底改造并均一化,所获蚀变岩 Rb-Sr 全岩年龄可间接代表主矿体形成时间。

(3)蚀变矿物的 K-Ar 年龄测定结果显示出该区铜金矿床具有多期多阶段蚀变矿化特征;

本文撰写时得到李华芹、张自超研究员的热情指导并提出宝贵意见,在此一并致谢!

参 考 文 献

- 1 张德全等. 福建紫金山矿床——我国大陆首例石英-明矾石型浅成低温热液铜-金矿床. 地质评论, 1991, 37(6): 481~491
- 2 陈好寿, 周肃, 魏琳等. 成矿作用年代学及同位素地球化学. 北京: 地质出版社, 1994

Geochronology and Geological Significance of the Zijinshan Copper-Gold Deposit

Zhou Su

(Yichang institute of geology and mineral resources, Yichang, Hubei 443003)

Chen Haoshou

(The Department of Earth Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310027)

Abstract According to the results of U-Pb, Rb-Sr, K-Ar isotope geochronology, the rock-forming and mineralizing order of the Zijingshan Copper-gold deposit can be primarily set up: $133 \pm 6 \sim 118 \pm 4$ Ma, granite intrusion resulting in wide alternation and Cu, Au mineralization; $105 \pm 1 \sim 100 \pm 1$ Ma, the sub-and volcanism with the main Au mineralizing period. The age data suggest the multistage mineralizing characteristics of deposit.

Key words: copper-gold deposit; geochronology; the rock-forming and mineralizing order