

文章编号:1000-4734(2004)03-0253-04

江西大吉山钨矿成矿年代学研究

蒋国豪^{1,2}, 胡瑞忠¹, 谢桂青^{1,2}, 赵军红^{1,2}, 唐群力^{1,2}

(1. 中国科学院 地球化学研究所 矿床重点实验室, 贵州 贵阳 550002;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039)

摘要:大吉山钨矿床是一个大型的石英脉型钨矿床。矿床在空间上与燕山早期复式花岗岩相伴。利用云母单矿物的 K-Ar 同位素年龄测试方法, 测定了矿床有关的花岗岩及矿脉的同位素年龄。结果表明, 黑云母花岗岩中黑云母 K-Ar 年龄为 (160.3 ± 3.03) Ma 和 (164.2 ± 3.5) Ma, 二云母花岗岩中白云母 K-Ar 年龄为 (160.6 ± 2.8) Ma, 含钨石英脉中白云母 K-Ar 年龄为 (152.6 ± 2.35) Ma 和 (158.1 ± 2.8) Ma。钨成矿与花岗岩的成岩基本不存在时差, 推测含钨石英脉的形成可能与岩浆分异出的富含矿化剂和成矿元素的流体有关。

关键词:大吉山钨矿; 大吉山花岗岩体; K-Ar 年龄; 热液脉矿化

中图分类号: P597; P618.6701 **文献标识码:** A

作者简介:蒋国豪, 男, 1974 年生, 博士研究生, 主要从事地球化学的研究工作。

华南南岭地区分布有大面积的燕山期花岗岩以及许多大型、超大型钨矿床, 通过大量的研究工作^[1-8], 已建立了较为合理的成矿模式^[7]。相比之下, 钨矿的成矿年龄是多年来困扰我们的一个难题。大吉山钨矿床是一个超大型的石英脉型钨矿床, 同时还有铌、钽、铍、钼等矿化(三氧化钨 17.39 万 t, 铋 5.02 万 t, 钼 1199 t, 氧化铍 5173 t)。矿区位于九连山, 全南县城西南 41 km, 矿区面积 4.76 km², 矿床分布面积 1.8 km², 处于南岭东西向构造带中段中部。矿床在空间上与燕山期复式花岗岩相伴, 它们可能有成因关系。K-Ar 法易受晚期热扰动的影响, 造成放射性成因 Ar 的不完全丢失, 致使 K-Ar 法给出无意义的年龄数据。李献华等^[9]认为经历过多次岩浆活动、变质作用等热扰动的岩体, K-Ar 法有可能给出最后一幕的热扰动时间。同时认为我国华南地区广泛出露的花岗岩复式岩体, 常规的 K-Ar 法不是一种可靠的定年方法。Yin 等^[10]成功地利用云母单矿物测定了千里山复式花岗岩体和柿竹园钨多金属矿床的成岩成矿年龄, 说明该方法具有一定的可行性。

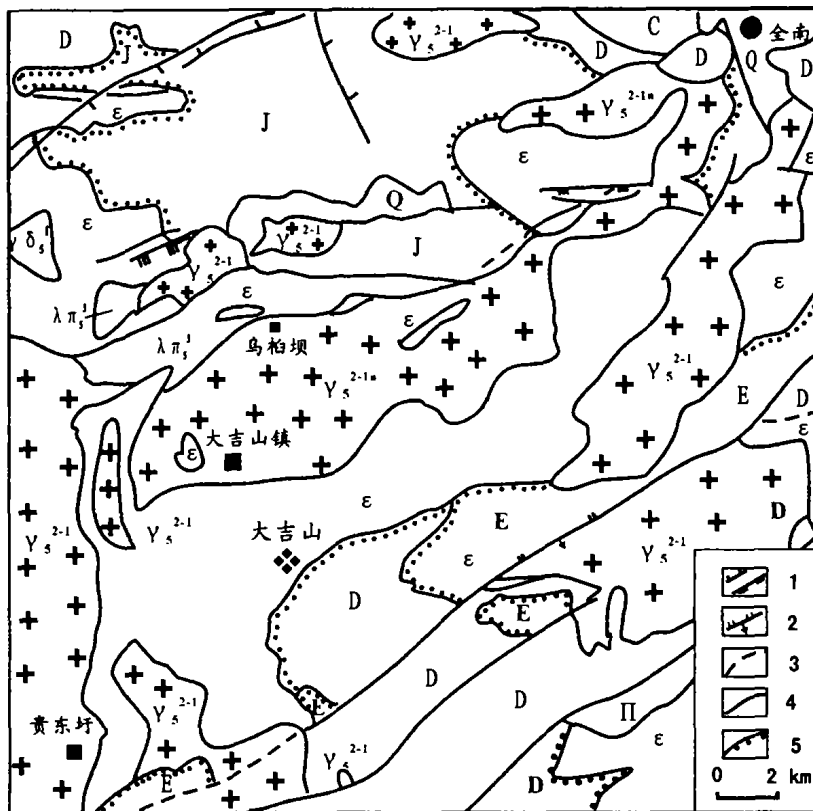
大吉山钨矿床成矿年代学的研究较薄弱, 考虑到本矿床的矿化与云英岩化有关。我们主要通过通过对复式岩体中和热液石英脉中的黑云母和白云母的 K-Ar 年龄的研究, 结合前人的年龄资料, 进

而界定花岗岩的侵位和钨矿床形成的年龄, 并讨论花岗岩的演化与钨成矿的关系。

1 矿床地质

大吉山钨矿位于南岭东西向构造带中段南缘与湘桂粤北海西—印支拗陷区的交接部位, 属西太平洋成矿带的外带。本矿区主要出露有寒武系中、上统浅变质砂岩夹板岩, 东南部有泥盆系中、下统桂头群砂砾岩, 二者呈不整合接触(图 1)。矿区的西北部出露有大面积的燕山期黑云母花岗岩, 在矿区内花岗岩很少直接出露地表, 本区与成矿有关的花岗岩有中粗粒斑状黑云母花岗岩、中细粒二云母花岗岩和细粒白云母花岗岩三种, 其中以白云母花岗岩侵位最高, 二云母花岗岩次之, 而黑云母花岗岩的侵位最低, 多处于较深部位, 矿区内少见。含钨石英脉主要赋存在寒武系中上组浅变质砂岩夹板岩中。矿区内还有基性岩脉产出, 有的部位侵入到石英脉中, 其 K-Ar 年龄为 139.9 Ma^[11], 说明该岩脉侵位晚于复式花岗岩体的侵位和钨的成矿作用。

大吉山复式花岗岩为燕山早期产物, 其中中粗粒斑状黑云母花岗岩中钾长石是斑晶的组成矿物, 其它主要矿物有斜长石、石英和黑云母, 副矿物有榍石、褐帘石、磷灰石、锆石、黄铁矿等; 中细粒二云母花岗岩主要由石英、微斜长石、钠长石、白云母和少量黑云母组成, 副矿物有黑稀金矿、白钨矿、黄铁矿、磷灰石等; 细粒白云母花岗岩主要



1. 张性、压性断层 2. 逆断层 3. 性质不明断层 4. 地质界线 5. 不整和地质界线
 Q. 第四系 E. 下第三系 K. 白垩系 J. 侏罗系 C. 石炭系 D. 泥盆系 ε. 寒武系 λπ₃¹. 花岗斑岩
 γ₃²-¹. 中粒、中粗粒斑状黑云母花岗岩 γ₃²-¹ᵃ. 中粗粒斑状黑云母二长花岗岩 γ₃¹. 花岗闪长岩

图1 大吉山钨矿地质略图(据孙龚安^[12],略有修改)

Fig. 1. Geological sketch map of the Dajishan tungsten deposit.

由钾长石、钠长石、石英、白云母组成,副矿物有细晶石、黑钨矿、白钨矿、黄铁矿等。三类花岗岩的 Rb-Sr 同位素年龄分别为中粗粒斑状黑云母花岗岩(167 ± 1)Ma,中细粒二云母花岗岩(161 ± 3)Ma 和细粒白云母花岗岩(159 ± 5)Ma^[12],它们均属燕山早期产物。

矿区含钨石英脉呈北、中、南三组产出,由大致平行且连续的大小大小上百条近东西向的石英脉组成。矿脉均向北东倾斜,倾角较大近直立(70°~80°),矿脉一般长 300~950 m,延深最大达 900 m,往东进入泥盆系变质粗粒砂岩层而尖灭。矿石矿物主要有黑钨矿、白钨矿,其它金属矿物有辉钼矿、毒砂、黄铁矿、黄铜矿、雌黄铁矿、辉铋矿等,非金属矿物主要有石英、白云母、微斜长石、电气石、萤石、方解石等,其中矿脉中石英含量在 80%~90%。钨在矿脉中的分布不均匀,黑钨矿以砂包状和均匀的细粒状产出,白云母通常伴随黑钨矿产出,在黑钨矿砂包中白云母也常见,显示黑钨矿的形成与白云母化或云英岩化有密切的关

系,且钨在矿脉中部富集,顶部和根部变贫。

2 年龄的测定

2.1 样品的制备

K-Ar 年龄一共测了五个样品,其中有两个中粗粒斑状黑云母花岗岩的黑云母单矿物,一个中细粒二云母花岗岩中的白云母单矿物,两个含钨石英脉中的白云母单矿物。因为黑钨矿化与白云母化或云英岩化有密切的成因关系,我们选取了矿脉中白云母作为我们的研究对象。中粗粒斑状黑云母花岗岩取于大吉山镇花岗岩体,二云母花岗岩取于矿区钻孔样中,而含钨石英脉取于矿区的坑道中,其中 DJS17 取于矿区 467 中段中组 11 号脉,主要矿物组合是石英、黑钨矿、白云母、辉钼矿、黄铁矿(硫化物)等。DJS28 取于矿区 467 中段北组 25-13 号脉,主要矿物组合是石英、白云母、辉钼矿、黄铁矿等。

黑云母和白云母的粒度为 40~60 目。黑云母

先后通过磁选和重液挑选,最后在双目镜下挑纯。

2.2 年龄结果

年龄数据由中国地质科学院地质研究所 K-Ar 同位素实验室测定,所用的仪器是英国维吉公司(V G Micromass)MM1200 质谱计。实验大致步骤:取几十毫克的云母矿物颗粒样品分别用铝箔包裹后,加入玻璃管中,熔样前将所需的样品小包投入电子轰击炉(上、下两组钨丝加热)里面的钨坩埚内进行加热,加热至 1400 °C 高温,使样品全部熔融,熔样期间释放出的气体需经过海绵钛炉 800 °C, 30 min 的纯化及降至 400 °C, 10 min 的纯化后,进行吸收(用活性碳管下加液氮)10 min,再在室温下进行解吸待分析,将纯化的气体放进质谱计,分析 ^{40}Ar 、 ^{38}Ar 和 ^{36}Ar 同位素,最后计算出 $^{40}\text{Ar}/^{38}\text{Ar}$ 和 $^{38}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 的比值,结果见表 1。黑云母花岗岩的黑云母 K-Ar 年龄为 $(160.3 \pm 3.03)\text{Ma}$ (DW2) 和 $(164.2 \pm 3.5)\text{Ma}$ (DW1),二云母花岗岩的白云母 K-Ar 年龄为 $(160.6 \pm 2.8)\text{Ma}$,含钨石英脉白云母 K-Ar 年龄为 $(152.6 \pm 2.35)\text{Ma}$ (DJS17) 和 $(158.1 \pm 2.8)\text{Ma}$ (DJS28)。

表 1 大吉山钨矿花岗岩和含钨石英脉的 K-Ar 年龄

Table 1. K-Ar ages of granites and hydrothermal quartz veins in the Dajishan tungsten deposit

样号	矿物	K/%	$^{40}\text{Ar}^*/(\text{mol/g})$	$^{40}\text{Ar}^*/\%$	年龄/Ma
DJS17	白云母	8.78	2.4247×10^9	93.95	152.6 ± 2.3
DJS28	白云母	8.09	2.314914×10^9	95.13	158.1 ± 2.8
DW36	白云母	8.23	2.396868×10^9	95.73	160.6 ± 2.8
DW2	黑云母	7.16	2.08085×10^9	97.94	160.3 ± 3.0
DW1	黑云母	7.01	2.09019×10^9	96.57	164.2 ± 3.5

3 讨论与结论

本矿区晚期的岩浆活动是基性岩脉的侵位,其侵位年龄为 139.9Ma ^[11] (K-Ar,角闪石)、 $147 \sim 141\text{Ma}$ (全岩 K-Ar 法,谢桂青提供)。岩体 K-Ar 年龄和 Rb-Sr 年龄较为吻合,而与基性岩脉差距较大 ($> 10\text{Ma}$)。说明基性岩脉的侵位并没有明显的造成花岗岩中云母矿物中放射性成因 Ar 的丢失,同时也说明了 K-Ar 年龄数据的可靠性。结合同位素体系的封闭温度:白云母 K-Ar 体系 (350 ± 50) °C,黑云母 K-Ar 体系 (300 ± 50) °C^[13,14],全岩 Rb-Sr 体系的封闭温度与岩体的结晶温度相当^[15],大吉山岩体的结晶温度在 $740 \sim 810$ °C 之间^[12]。因此大吉山岩体可能是快速冷却的产物。

大吉山花岗岩属过铝质花岗岩(黑云母花岗岩 $\text{ACNK} = 1.1$,二云母花岗岩 2 个样品 $\text{ACNK} = 1.24$,白云母花岗岩 7 个样品 $\text{A/CNK} = 1.18$)。它们的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值分别为 0.7189, 0.7128 和 0.71428,氧同位素 $\delta^{18}\text{O} > 10\%$ ^[3,13],表明它们具有 S 型花岗岩或是壳源重熔型花岗岩的特征,而且具有渐变的特性,可能是由同源岩浆分异演化而成。K-Ar 年龄与以前的 Rb-Sr 年龄吻合(表 2),说明岩体在侵位到浅部后迅速冷却。

表 2 大吉山钨矿岩体的年代数据

Table 2. Geochronological data of the rocks in the Dajishan deposit

岩体	取样位置	Rb-Sr 年龄 ^[12]	K-Ar 年龄
黑云母花岗岩	大吉山镇	$(167 \pm 1)\text{Ma}$	160, 164 Ma
二云母花岗岩	钻孔样(CK100 孔)	$(161 \pm 3)\text{Ma}$	160 Ma
白云母花岗岩	矿床坑道	$(159 \pm 5)\text{Ma}$	
基性岩脉	大吉山矿区		$(139.9 \pm 2.8)\text{Ma}$ (角闪石) ^[11]

另外,从基性岩脉与矿脉的关系可以确定含钨石英脉应早于前者形成,根据矿脉切穿细粒白云母花岗岩(69 号岩体),矿脉中白云母 K-Ar 年龄,可以确定大吉山石英脉型钨矿床的成矿年龄大约在 155 Ma。从成岩成矿年龄来看,本矿床主要与赋存在矿床下部的复式花岗岩岩体有关,特别是与黑云母花岗岩和二云母花岗岩有成因联系。即黑云母花岗岩岩浆在 167 Ma 以前开始侵位,随着岩浆的结晶分异作用形成二云母花岗岩岩浆,液态分离形成白云母花岗岩^[16],且在最上部的细粒白云母花岗岩发生钠长石化和云英岩化,并形成钨以及稀有金属矿化花岗岩。刘卫明^[4]认为大吉山钨多金属矿床的形成是以岩浆液态分异为主。从年代学的角度看,本矿床的成矿年龄(含钨石英脉的 K-Ar 年龄)和花岗岩的成岩年龄相近,特别是与二云母花岗岩和白云母花岗岩的形成年龄相差无几,可以说明含钨石英脉可能与花岗岩岩浆演化有关的富含矿化剂元素(F、Cl、K、Na)和成矿元素(W、Bi、Be、Mo 等)的流体有关。

致谢:感谢大吉山钨矿地质科的张金明、袁善福科长给予本人野外地质工作的大力支持。也感谢滕建德、刘经全工程师、王其龙工程师和钨矿三坑、四坑的同行对工作的大力支持和帮助。感谢陈文研究员在样品 K-Ar 年龄测试中给予的帮助。

参 考 文 献:

- [1] 冶金部南岭钨矿专题组. 华南钨矿[M]. 北京:冶金工业出版社,1985, 1-467.
- [2] 阙梅登,夏卫华. 江西大吉山脉钨矿床矿化富集特征及其机理初探[J]. 地球科学,1988,13(2):177-185.
- [3] 庄龙池,林伟圣,谢廷焕. 大吉山矿的稳定同位素地球化学[J]. 地质矿产部宜昌地质矿产研究所所刊,1991,16:109-120.
- [4] 刘卫明,钟盛文. 大吉山钨矿床成矿的新认识[J]. 矿产与地质,1996,10(6):406-411.
- [5] 滕建德. 大吉山矿区矿化垂直带状分布[J]. 矿山地质,1990,11(2):13-24.
- [6] 张国新,谢越宁,虞福基等. 江西大吉山钨矿床不同成矿阶段稳定同位素地球化学[J]. 地球化学,1997,18(增刊):197-199.
- [7] 胡受奚,孙明志,严正富,等. 与交代蚀变花岗岩有成因联系的钨、锡和稀有亲花岗岩元素矿床有关的一种重要的成矿模式[A]. 徐克勤,涂光炽. 花岗岩地质和成矿关系(国际学术会议论文集)[C]. 南京:江苏科学技术出版社,1986,346-358.
- [8] Raimbault L, Liu Y M, Guo Q T, *et al.* REE Geochemistry of fluorites from tungsten mineralization at Dajishan, Jiangxi Province, China [J]. *Geochemistry*, 1986,5(1):1-14.
- [9] 李献华,桂训唐. 花岗岩的定年方法学初论[J]. 地球化学,1990,4,303-311.
- [10] Yin J W, Kim S J, Lee H K, Itaya T, *et al.* K-Ar ages of plutonism and mineralization at the Shizhuyuan W-Sn-Bi-Mo deposit, Hunan Province, China[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2002,20:151-155.
- [11] 李献华,胡瑞忠,饶冰. 粤北白垩纪基性岩脉的年代学和地球化学和地球化学[J]. 地球化学,1997,26(2):14-31.
- [12] 孙恭安,史明魁,张宏良,等. 大吉山花岗岩体岩石学、地球化学及成矿作用的研究[A]. 宜昌地质矿产研究所. 南岭地质矿产科研报告集(2)[C]. 武汉:中国地质大学出版社,1989,326-361.
- [13] Dodson M H. Closure temperature in cooling geochronology and petrological system[J]. *Contrib Mineral Petrol*, 1973,40: 259-274.
- [14] 郑永飞,魏春生,王峥嵘,等. 大龙山岩体冷却史及其成矿关系的同位素研究[J]. 地质科学,1997,32(4): 465-477.
- [15] Harrison T M, Armstrong R E, Naeser CW, *et al.* Geochronology and thermal history of the Coast Plutonic Complex, near Prince Rupert, British Columbia[J]. *Can J Earth Sci*, 1979, 16:400-410.
- [16] 王联魁,王慧芬,黄智龙. Li-F花岗岩液态分离的稀土地球化学标志[J]. 岩石学报,1999,15(2):170-180.

K-Ar AGES OF PLUTONISM AND MINERALIZATION AT THE DAJISHAN TUNGSTEN DEPOSIT, JIANGXI PROVINCE, CHINA

JIANG Guo-hao, HU Rui-zhong, XIE Gui-qing, ZHAO Jun-hong, TANG Qun-li

(1. *Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China;*
2. *Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China*)

Abstract: The Dajishan tungsten deposit is a superlarge tungsten deposit. Mineralization of the Dajishan deposit has long been suggested to be related, both spatially and temporally, to the Dajishan complex granite. The complex granite consists of three rock types, i. e., medium-megocrained porphyroid biotite granite (167Ma, Rb-Sr; 164Ma, K-Ar), medium-grained two-mica granite (161Ma, Rb-Sr; 160Ma, K-Ar) and fine-grained muscovite granite (159Ma, Rb-Sr). The K-Ar ages of hydrothermal vein mineralization are 152Ma and 158Ma, probably related to the medium-grained two-mica granite. So the K-Ar age of the hydrothermal vein mineralization is 155Ma and is probably related to the complex granite. A conclusion may be drawn that the deposit seems to have been formed by fractional mineralization of liquid from the magma.

Key words: Dajishan tungsten deposit; Dajishan complex granite; K-Ar age; hydrothermal vein mineralization