

华南某些含钨花岗岩的K-Ar 年龄

穆治国 黄福生 卢德揆

(北京大学地质学系) (江西省地矿局)

主题词: 华南; 含钨花岗石; K-Ar 年龄

提 要: 测定了华南某些与钨矿床有关的花岗岩和钨矿脉样品的 K-Ar 年龄, 共37件。这些花岗岩的表观年龄自183 Ma至99.5Ma (年龄值为715 Ma的岩体与钨矿无关), 其中68%以上样品值域在 150Ma左右。 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}-^{40}\text{K}/^{36}\text{Ar}$ 等时线图解给出的等时年龄为132.1Ma, 说明这些花岗岩在形成时代上属中侏罗到早白垩世。我们发现在华南钨矿成矿域内, 有一个从中心带向外年龄逐渐变青的趋势。用矿脉中和矿脉侧云英岩中云母类矿物所做的K-Ar定年得到的矿化作用的年龄, 与各自相关的花岗岩的年龄非常接近, 以至于很难用K-Ar定年法加以区别。即成矿作用和成岩作用有一种准同期性。等时线对应的 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 初始比高于现今大气Ar的比值, 表明花岗岩在固结时有继承 Ar 存在。

我国华南地区钨矿床及其成矿的花岗岩的年龄有过零星的报导, 本文对包括8个钨矿床在内的12个地区37件样品进行了系统的K-Ar同位素稀释法年龄测定, 测定工作是穆治国利

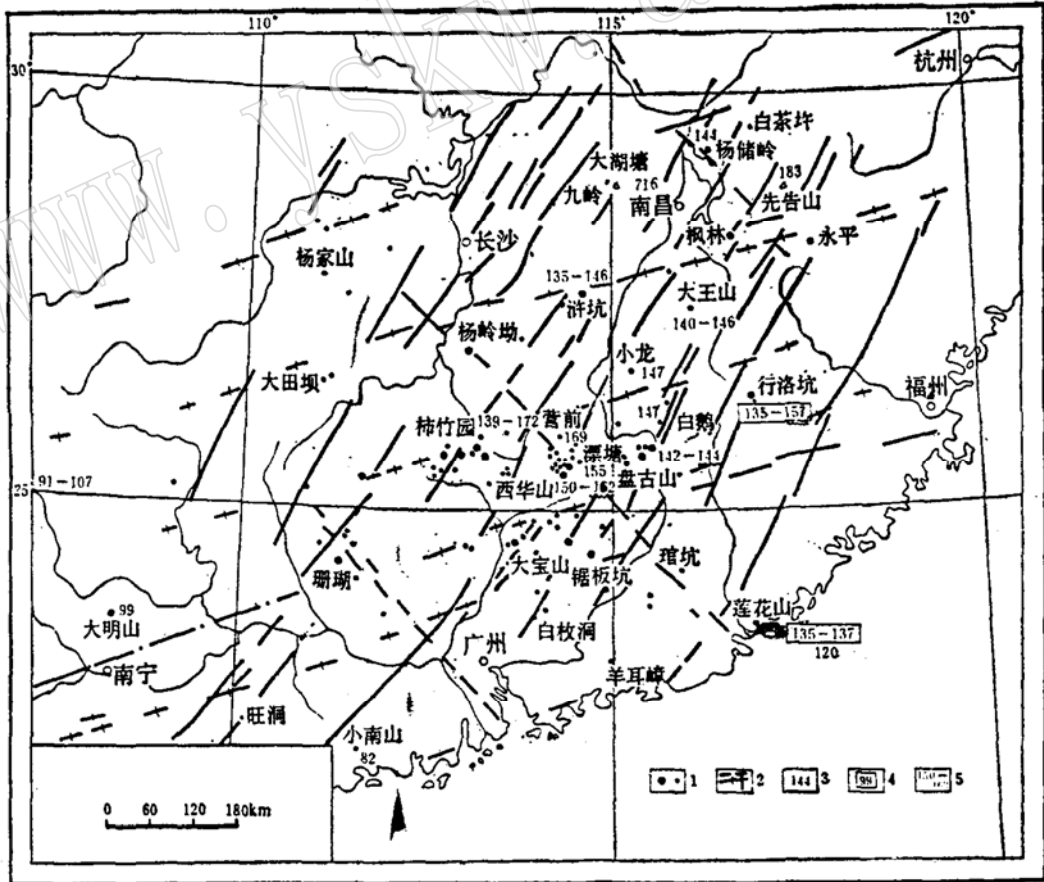


图1 华南某些钨矿床的分布及若干岩体的年龄

Fig. 1 Sketch showing the distribution of tungsten deposits and ages of intrusions in South China

用访美的机会，在伯克莱加州大学地质地球物理学系年龄实验室做的。

部分样品由江西地质科研所提供。采样位置、华南主要钨矿床的分布和若干成矿花岗岩的年龄示于图1。

一、分析技术

采用传统的K—Ar同位素稀释技术 (Curtis, 1965; 1981)^{[1][2]}。将选纯的样品装入予先真空高温驱气处理过的钼坩锅中，连入超高真空释氩系统，经过夜烘烤后用高频电炉外加热熔样释氩，同时加入³⁸Ar 稀释剂。释出的气体经 Cu—CuO、沸石和海绵 Ti 等净化，然后导入质谱计。Ar 的同位素分析使用雷诺 (Reynolds) 型质谱计 (半径 15.24 cm，扇形角 60°，单接收器) 在静态下完成。样品中 K 含量的分析采用火焰光度法，使用 Zeiss PF₅ 型火焰光度计，在用钠为缓冲液加入锂内标的情况下测定。表观年龄的计算使用国际地质大会 (1976，悉尼) 所推荐的常数和伯克莱加州大学的程序，在 Textron 计算机上完成。

二、结果

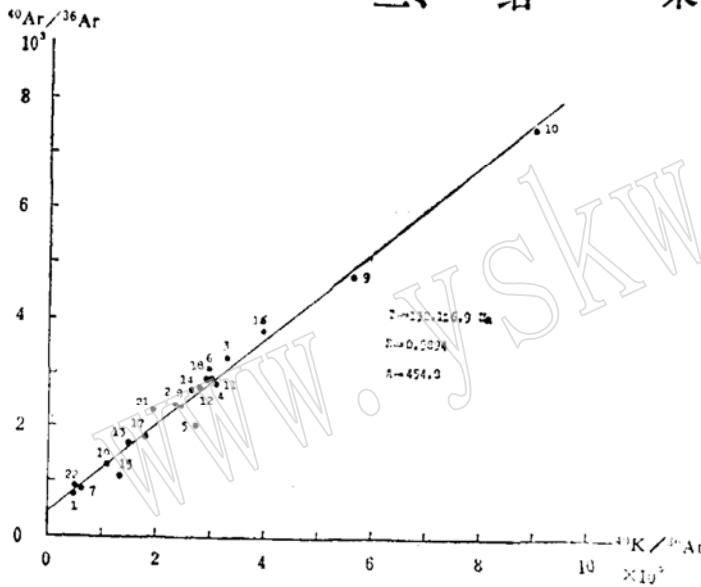


图2 华南某些与钨矿有关的花岗岩 ⁴⁰Ar/³⁶Ar—⁴⁰K/³⁶Ar 等时线图
Fig. 2 The ⁴⁰Ar/³⁶Ar—⁴⁰K/³⁶Ar isochron diagram of some granites related to tungsten deposits in South China

T—等时线年龄，A—初始 ⁴⁰Ar/³⁶Ar 比值；R—吻合系数；以下同

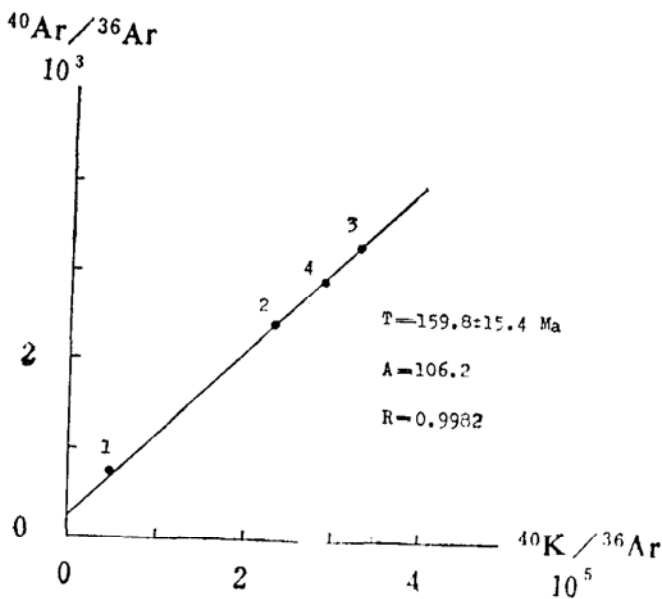


图3 西华山花岗岩 γ_5^{2-2} ⁴⁰Ar/³⁶Ar—⁴⁰K/³⁶Ar 等时线图
Fig. 3 The ⁴⁰Ar/³⁶Ar—⁴⁰K/³⁶Ar isochron diagram of Xihuashan granite (γ_5^{2-2})

表 1 华南某些脉状钨矿床和花岗岩的K-Ar年龄分析
Table 1 K-Ar ages of some veinlike tungsten deposits and granites in South China

序号	采样地点	样品编号	样品	产况	样品重量 (g)	K ₂ O (Wt. %)	放射成因 ⁴⁰ Ar ($\times 10^{-9}$ mol/g)	放射成因 ⁴⁰ Ar (%)	计算的年龄* (Ma, 2 σ)
1	西华山	西72	黑云母	中粒黑云母花岗岩 γ_6^{1-2}	0.13359	7.236	1.984	91	151 ± 1.8
2			钾长石		1.06557	10.002	2.675	89.8	148 ± 1.0
3			黑云母		0.11793	6.998	1.903	87.8	150.4 ± 1.4
4		西74	黑云母	含斑中细粒二云母花岗岩 γ_6^{2-3}	0.11452	2.856	0.864	59.4	166.5 ± 2.2
5		西54	钾长石	含斑细粒二云母花岗岩 γ_6^{2-3}	0.63358	9.763	1.801	84.4	103.4 ± 1.1
6		西32	白云母	矿脉 V32	0.14630	8.946	2.410	87.2	149.4 ± 1.5
7		西31	白云母	矿脉 V41b	0.10792	8.937	2.402	89.9	148.7 ± 1.8
8	浒坑	DLW61-1	黑云母	细粒黑云母花岗岩 γ_6^a	0.10394	7.329	1.730	93.9	131.3 ± 1.4
9		DLW 55	黑云母	斑状中粒黑云母花岗岩 γ_6^b	0.16084	7.770	1.860	96.1	133.1 ± 1.3
10		DLW 56	黑云母	中粒二云母花岗岩 γ_6^c	0.11031	7.370	1.794	89.5	135.2 ± 1.4
11		DLW2-3'	白云母	中粒白云母花岗岩 γ_6^d	0.10846	8.704	2.297	89.2	146.1 ± 1.3
12		DLW 42	白云母	矿脉 V ₆	0.13171	8.982	2.367	92.0	145.9 ± 1.3
13	黄沙	DLW 2	黑云母	斑状中粒黑云母花岗岩	0.11129	8.154	2.087	83.7	141.9 ± 1.5
14		DLW 1	黑云母	中细粒二云母花岗岩	0.14130	8.102	2.102	92.1	143.7 ± 2.2
15		DLW115-2	铁锂云母	矿脉 V9	0.09330	8.986	2.360	89.6	145.5 ± 1.5
16	小龙	DLW6-1	黑云母	中细粒黑云母花岗岩	0.10780	4.546	0.409	76.7	146.6 ± 4.2
17		DLW1-9	白云母	白云母黄玉脉	0.11895	8.741	2.365	88.2	149.7 ± 1.4
18	小龙	DLW10-9	黑云母	矿脉 V ₁₁	0.15073	7.489	2.020	90.6	149.2 ± 1.3
19		DLW2-3	白云母	矿脉 V ₆	0.10239	8.513	2.259	91.9	146.9 ± 1.3

本文收稿日期为1985年1月。

续表1

序号	采样地点	样品编号	样品	产况	样品重量 (g)	K ₂ O (Wt. %)	放射成因 ⁴⁰ Ar ($\times 10^{-9}$ mol/g)	放射成因 ⁴⁰ Ar	计算年龄 (Ma, 2 σ)
20	大王山	DLW5-1	黑云母	中粒二云母花岗岩	0.0841	4.041	1.071	65.3	146.8 ± 3.6
21		DLW4-1	黑云母	斑状细粒黑云母花岗岩	0.10381	4.608	1.167	87.6	140.5 ± 3.2
22		DLW2-4	白云母	块状石英脉	0.10584	8.805	2.309	87.8	145.2 ± 1.7
23		DLW4-3	白云母	矿脉侧红长石石英岩	0.16066	8.567	2.169	90.9	140.4 ± 2.6
24	漂塘	漂55	白云母	细粒二云母花岗岩	0.17735	8.615	2.429	90.3	155.7 ± 1.8
25		496-I	白云母	矿脉	0.11079	8.920	2.490	92.5	154.2 ± 1.6
26		496-0-II	白云母	矿脉	0.18546	8.866	2.490	90.8	155.1 ± 1.7
27		556-21N-II	白云母	矿脉	0.14813	8.712	2.457	90.4	155.7 ± 1.5
28		496-15-II	白云母	矿脉	0.12580	8.709	2.425	91.5	153.8 ± 1.5
29		496-0	白云母	矿脉	0.10198	8.749	2.436	90.6	153.8 ± 1.7
30	白鹤	DLW1-1	黑云母	斑状中粒黑云母花岗岩	0.11217	6.809	1.808	81.9	147 ± 3
31		DLW2-5	白云母	矿脉侧石英岩	0.12701	8.461	2.301	89.0	150.4 ± 1.6
32	大明山	DLW6-1	白云母	斑状细粒白云母花岗岩	0.11504	8.332	1.477	73.1	99.5 ± 4
33		DLW13-7	白云母	矿脉侧石英岩	0.10882	8.688	1.445	83.1	93.4 ± 1.2
34	营前	Tcc-01	黑云母	黑云母花岗岩闪长岩	0.10970	7.188	2.209	87.0	169.1 ± 2.2
35	阳储岭	Y2550-2	黑云母	花岗岩闪长斑岩	0.10426	6.313	1.651	89.8	144.8 ± 1.8
36	先告山	2K2602-JP ₁	黑云母		0.10092	2.463	0.823	64.9	183 ± 5.6
37	修水九岭	DL8-1	黑云母		0.11157	6.927	0.106	95.4	715.6 ± 5.6

* 引用的常数是 $\lambda\beta = 4.962 \times 10^{-10} \text{a}^{-1}$
 $\lambda e + \lambda e' = 0.581 \times 10^{-10} \text{a}^{-1}$
 $^{40}\text{K}/\text{K} = 1.167 \times 10^{-2} \text{at. \%}$

37个样品的 K—Ar 年龄分析资料列在表 1 中。依据这些结果，通过线性回归程序的计算共得到与钨矿有关的花岗岩体、西华山花岗岩体、浒坑花岗岩体、小龙钨矿矿脉和漂塘钨矿脉等 5 条 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ — $^{40}\text{K}/^{36}\text{Ar}$ 等时图解，分别示在图 2、图 3、图 4、图 5 和图 6 中。

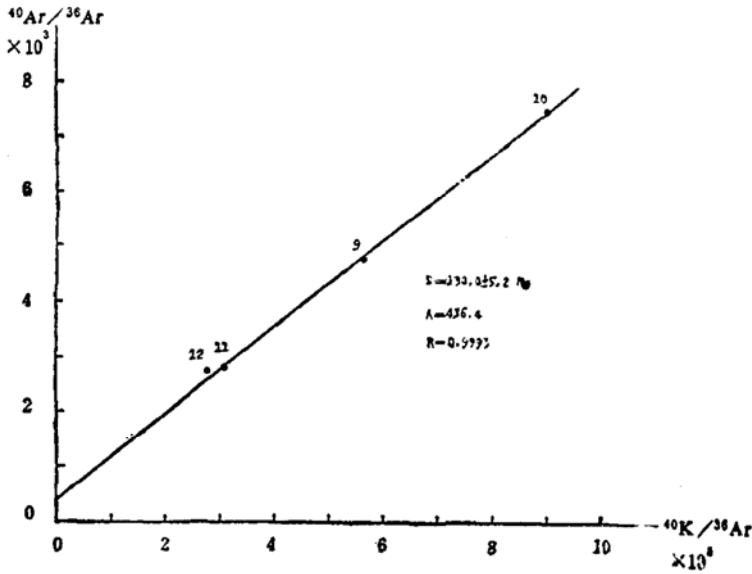


图4 浒坑花岗岩 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ — $^{40}\text{K}/^{36}\text{Ar}$ 等时线图解

Fig. 4 The $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ — $^{40}\text{K}/^{36}\text{Ar}$ isochron diagram of Hukeng granite

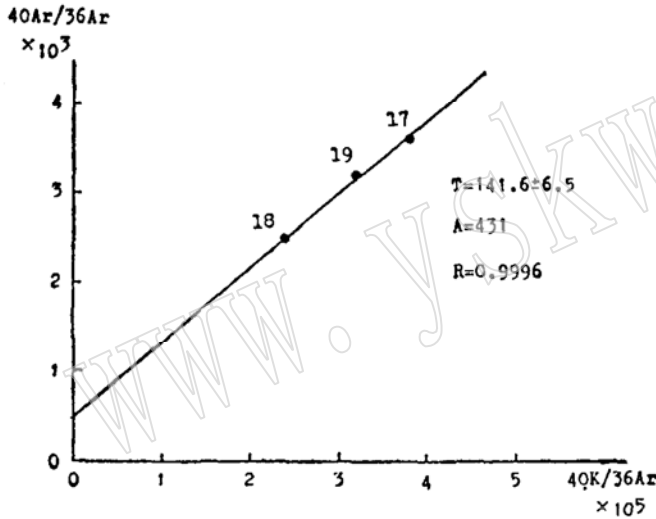


图5 小龙钨矿矿脉 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ — $^{40}\text{K}/^{36}\text{Ar}$ 等时线图解

Fig. 5 The $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ — $^{40}\text{K}/^{36}\text{Ar}$ isochron diagram of tungsten Veins in Xiaolong deposit

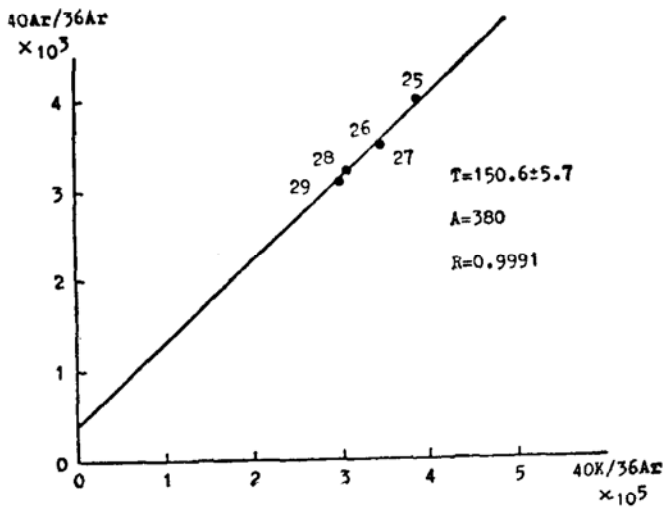


图6 漂塘钨矿床 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ — $^{40}\text{K}/^{36}\text{Ar}$ 等时线图解

Fig. 6 The $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ — $^{40}\text{K}/^{36}\text{Ar}$ isochron diagram of piaotang tungsten deposit

三、讨论

从表1中看出与钨矿床有成因关系的花岗岩其K—Ar年龄都落在自中侏罗到早白垩这一时期内,如果承认“在空间上与钨矿床有关的花岗岩均有成因联系”(柳志青,1980)^[3],把华南燕山期与钨矿有关的花岗岩看成是共同成因的而且它们在结晶之后对K和Ar均保持封闭体系,那么可以把这一组样品的K—Ar年龄分析数据做等时线处理(Page,1972)^[4]。 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ — $^{40}\text{K}/^{36}\text{Ar}$ 图解(Hayatsu and Chamicael,1977)的直线斜率与系统封闭以来的年龄有关,该直线的纵轴截距给出了系统封闭时样品中的 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 比值^[5]。在通常情况下,用这种方法得到的等时线年龄比表观年龄更有意义(Hayatsu and Chamicael,1977)^[5]。图2是22个花岗岩K—Ar年龄的等时线图解,它给出华南与钨矿有关的花岗岩的等时线年龄为 $132.1 \pm 6.8\text{Ma}$, $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 初始比为454,高于现今大气Ar的值(295.5),说明有过剩Ar或继承Ar的存在(Page,1972)^[4]。用同样方法得到的西华山钨矿花岗岩(γ_5^{2-2})、游坑钨矿花岗岩、小龙钨矿矿脉和漂塘钨矿矿化作用的等时线年龄分别为 $159.8 \pm 15.4\text{Ma}$ 、 $130.0 \pm 5.2\text{Ma}$ 、 $141.6 \pm 6.5\text{Ma}$ 和 $150.6 \pm 5.7\text{Ma}$ 。除了西华山花岗岩之外,均有继承Ar的存在,西华山岩体有Ar的丢失,这可能与岩体内含有的放射元素辐射作用有关。

把不同钨矿的产况及地质年代进行对比(表2),则发现,除大明山钨矿—有人认为是层控矿床(万兵,1984)^[6]之外,其它各矿床花岗岩固结的年龄和矿脉形成的年龄非常接近,可以说在K—Ar定年法实验误差范围内,不能区分开。Curtis建议称这种现象为成岩(花岗岩)和成矿(矿化作用)在时间上的准同期性(Penecontemporaneous, Curtis口头交谈,1983),说明岩浆侵入活动和水热矿化事件发生在一个非常短的时间间隔内,二者有密切的成因关系(Silberman,1977)^[7]。本世纪七十年代以来已经有几位学者注意到了这一有意义的现象,Page, R. W. (1975)在研究巴布亚—新几内亚的一斑岩铜矿时发现在初始的岩浆侵位和随后的与斑岩共存的矿化作用之间有一个1.5Ma的时间间隔^[8]。Rice, C. M. (1982)测定出美国科罗拉多中央城附近岩浆热事件和有关的水热矿化作用之间有个约1Ma的间隔^[9]。McDougall和Page(1972)指出在新几内亚的盘古那,初始的岩浆侵位和矿化作用之间有0.5—1.5Ma的间隔^[10]。Page(1972)还发现新几内亚高原地带金铜矿化与岩浆侵位之间也存在类似的很短的时间间隔^[4]。Bromfield(1977)在研究美国犹它州公园城矿区时发现,水热矿化的年龄是不可能与成岩的年龄区分开的(在分析误差范围内)^[11]。Banks等(1972)研究了美国亚利桑那侵入体和矿石沉淀的年代学时得出了矿化作用紧随花岗质母岩结晶的结论^[12]。黎彤(1982)测定莲花山钨矿的年龄时,也发现在成岩和成矿之间有一个短到1—2Ma的时间间隔^[13]。这些研究成果和本文的结论是一样的:岩浆的侵入就位冷凝固晶和矿化作用是在很短的时间跨度内发生的,称其为准同期现象是适宜的。很可能这是与火成岩有关的水热矿床的一个普遍规律。

以本文的K—Ar年龄为主,参考已发表的一些年龄数据,对华南钨矿成矿域内成矿花岗岩的时代做一总体分析。如图1所示,在华南钨矿成矿域内,钨矿床最密集、资源储量最大的赣西北—湘东南—奥北—一线,与钨矿有关的花岗岩的年龄在139—169Ma之间,赣东南、赣中、赣北及闽西一带,钨矿花岗岩的年龄在135—145Ma范围内,而到钨矿成矿域的边部,与钨矿有关

表 2 华南不同产状钨矿床和花岗岩的年龄对比
Table 2 Comparison of ages for some tungsten deposits and granites in different occurrence in South China

矿床	沉积围岩及时代	成矿花岗岩及其年龄	矿体产状及年龄
西华山	前寒武浅变质的砂页岩	斑状中粒,中粒,斑状中细粒和斑状细粒的黑云母花岗岩 年龄 $150 \pm 6.7 \text{Ma}$ 等时线年龄 $159.8 \pm 15.4 \text{Ma}$	黑钨矿—石英脉产于花岗岩内接触带内, 年龄 $149 \pm 4.9 \text{Ma}$
漂塘	前寒武浅变质的砂页岩	花岗岩呈隐伏状,由细粒黑云母、细粒二云母和云英岩花岗岩组成 年龄 $155.7 \pm 1.8 \text{Ma}$	含有辉钼矿和锡石的黑钨矿—石英脉,产于外接触带 年龄 $154.5 \pm 1.9 \text{Ma}$ 等时年龄 $150.6 \pm 5.7 \text{Ma}$
大王山		中粒黑云母,中粒二云母和斑状细粒黑云母花岗岩 年龄 $143.7 \pm 5.4 \text{Ma}$	黑钨矿—石英脉产于岩体内 年龄 $142.8 \pm 3.8 \text{Ma}$
浒坑	下古生代浅变质岩	中粒二云母、斑状中粒黑云母和细粒黑云母花岗岩 年龄 $146.1 \pm 1.3 \text{Ma}$ 等时线年龄 $130.0 \pm 5.2 \text{Ma}$	黑钨矿—石英脉产于岩体内为主,局部也延伸到沉积围岩中 年龄 $145.9 \pm 1.3 \text{Ma}$
白鹅	下石炭砂页岩	斑状中粒花岗岩为主 年龄 $147 \pm 3 \text{Ma}$	黑钨矿—石英脉主要产于岩体内,局部呈细脉穿入沉积岩中 年龄 $150.4 \pm 1.6 \text{Ma}$
大明山	寒武纪浅变质岩 泥盆纪砂页岩	斑状细粒白云母花岗岩	似层状的矿脉既产于岩体中,也产于沉积围岩中
大明山		年龄 $99.5 \pm 4 \text{Ma}$	年龄 $93.4 \pm 1.2 \text{Ma}$
黄沙	下古生代浅变质岩和上古生代沉积岩	斑状中粒黑云母花岗岩,边缘是中细粒二云母花岗岩 年龄 $142.8 \pm 2.4 \text{Ma}$	黑钨矿—石英脉主要产于变质岩内,也在局部向下延伸入花岗岩中 年龄 $145.5 \pm 1.6 \text{Ma}$
小龙	震旦纪浅变质岩	呈隐伏状的花岗岩体,由中细粒黑云母、中细粒二云母和细粒含白云母的花岗岩组成 年龄 $146.6 \pm 4.2 \text{Ma}$	含白钨矿、黄玉和电气石的黑钨矿—石英脉,产于变质岩中 年龄 $148.5 \pm 2.0 \text{Ma}$ 等时年龄 $141.6 \pm 6.5 \text{Ma}$

的侵入体的年龄就更为年青,如广西的大明山岩体年龄为 99Ma, 大厂龙箱盖隐伏岩体年龄为 91—107Ma, 广东小南山黑云母花岗岩年龄为 $82 \pm 0.5 \text{Ma}$ (赵子杰等, 1982)^[14], 广东莲花山含钨矿岩体年龄为 120Ma 等等^[13]。从以上分析可看出, 在华南钨矿成矿域内, 中生代燕山期与钨矿有成因关系的花岗岩其形成时代有一个自中心地带向四周越来越年青的规律变化。这是否意味着华南形成钨矿的花岗岩是由一个共同的构造—岩浆热事件繁衍而来呢? 当然要下定论仍需做大量的综合研究, 但至少这是一个重要的找矿标志。

本文研究的 37 件样品中有 10 个样在江西地质研究所 (以下称江西所) 用体积法做了 K—Ar 年龄对比测定, 其结果以对比的形式列入表 3。从表 3 中可以看出体积法的结果与本文

表 3

K-Ar定 年值对比

Table.3

Comparison of K-Ar age results from two laboratories

采 样 位 置	样 号	伯克莱加州大学实验室 Ma	江西地科所实验室 Ma
济 坑	DLW 61-1	131.3±1.4	140.7
	DLW 55	133.1±1.3	134.3
	DLW 56	135.2±1.4	142.7
	DLW 2-3	146.1±1.3	169.1
	DLW 42	145.9±1.3	150.2
小 龙 阳 储 岭	DLW2-3	146.9±1.3	158.9
	Ya 550-2	144.8±1.8	144.1
营 前 先 告 山	TCe-01	169.1±2.2	170.7
	ZK 2602-JP ₁	183 ±5.6	172
修 水 九 岭	DL 8-1	715.6±5.6	726

比较一致,但体积法一般偏大,有4.8%的偏差,最大相差15.7%。这可能是体积法和稀释法测量精度不同造成的。对于老于中生代的样品体积法不是一概不能使用。

修水九岭一个花岗岩样品K-Ar表观年龄老于700Ma(本文715Ma,江西所726Ma),尽管这一岩体不在钨矿成矿域内,但这一同位素年龄数据对肯定已有地质证据的一期较老的岩浆侵入活动有重要参考价值。

四、结 论

1. K-Ar定年表明,华南钨矿成矿域内的钨矿床及其成矿花岗岩母岩形成时代均属中侏罗到白垩纪。

2. 成矿母岩浆的侵位和岩体的形成,在时间上存在着自钨矿成矿域中心向四周逐渐年青的规律变化。

3. 花岗岩的形成时代和矿化作用的年代相距甚近,几乎不能分开。成矿气液流体的活动紧随岩浆就位固结而发生,成矿作用的高峰期与主要成岩作用之间仅有一个很短的间隔,可以认为成岩和成矿是准同期的,或许这是岩浆水热矿床的普遍特征。

在样品定年过程中,曾得到伯克莱加州大学地质地球物理系G. H. Curtis教授、R. Drake博士和J. Hampel先生的指导和帮助,作者谨向他们致以谢意。

参 考 文 献

[1] Curtis, G. H., 1965, The Potassium-argon dating of late Cenozoic rocks in east Africa and Italy, *current Astrophysics*, vol. 6, no. 4, pp. 343-385.

[2] Curtis, G. H., 1981, A guide to dating methods for the determination of the last time of faults, National Technical Information Service, Washington, pp. 93-114.

[3] 柳志青, 1980, 脉状钨矿床成矿予测理论, 科学出版社, 第1-5页。

[4] Page, R. W., and McDougall, I., 1972, Ages of mineralization of gold and porphyry copper deposits in the New Guinea Highlands, *Econ. Geol.*, vol. 67, pp. 1038-1048

[5] Hayatsu, A. and Carmichael, C. M., 1970, K-Ar isochron method and initial argon ratios, *Earth and Planetary Science Letters*, vol. 8, pp. 71-76.

- [6] 万兵, 1984, 对广西大明山层控型钨矿床的认识, 钨矿地质讨论会论文集, 地质出版社, 171—182页。
- [7] Silberman, M. L., and Noble, D. C., 1977, Age of igneous activity and mineralization, Cerro de Pasco, central Peru, *Econ. Geol.*, vol. 72, pp. 925-930.
- [8] Page, R. W., 1975, Geochronology of late Tertiary and Quaternary mineralized intrusive Porphyries in the Star mountains of Papua New Guinea and Irian Jaya, *Econ. Geol.*, vol. 70, pp. 926-936.
- [9] Rice, C. M., Lux, D. R., and Macintyre, R. M., 1982, Timing of mineralization and related intrusive activity near central city, Colorado, *Econ. Geol.*, vol. 77, pp. 1655-1666.
- [10] Page, R. W., McDougall, I., 1972, Geochronology of the Panguna Porphyry copper deposit Bougainville island, New Guinea, *Econ. Geol.*, vol. 67, pp. 1065-1074.
- [11] Bromfield, C. S., Erickson, A. J., Haddalin, M. A., and Mehnert, H. H., 1977, Potassium-argon ages of intrusion, extrusion, and associated ore deposits, Park City mining district, Utah, *Econ. Geol.*, vol. 72, pp. 837-848.
- [12] Banks, N. G., Cornwall, H. R., Silberman, M. L., Creasey, S. C., and Marvin, R. F., 1972, Chronology of intrusion and ore deposition at Ray, Arizona: Part 1, K-Ar ages, vol. 67, pp. 864-878.
- [13] 黎彤、满发腾、白玉珍、倪守武, 1982莲花山钨矿床的同位素地质学, 花岗岩地质和成矿关系国际讨论会论学摘要总编。
- [14] 赵子杰等, 1982, 广东省阳春地区两类花岗岩对比及成因探讨, 花岗岩地质和成矿关系国际讨论会论学摘要总编。

Potassium-argon Ages of Some Tungsten-bearing Granites in South China

Mu Zhiguo Huang Fusheng

(Department of Geology, Beijing University)

Lu Dekui

(Jiangxi Research Institute of Geology)

Key Words: South China; tungsten-bearing granite; K—Ar age

Abstract

Thirty-seven new K-Ar ages are reported for minerals from some vein-type tungsten deposits and for igneous rocks in south China. The intrusion ages range from 183.1 Ma to 99.5 Ma (except one of 715.6 Ma), most of them about 150 Ma with isochron age of 132.1 Ma, placing them in early Jurassic to Cretaceous in age. The ages of the intrusions associated with tungsten mineralization are getting younger from the central part to the margins in the South China tungsten province. The mineralizations associated with these intrusions, dated by vein-mica, occurred so closely in time with the various

intrusions, it cannot be meaningfully separated by K-Ar dating, although in most cases appears to be slightly younger. Mineralization is essentially penecontemporaneous with intrusion. As a result of that the initial $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ ratio of intrusions is much higher than that ratio of present atmospheric argon, so it is suggested that there was excess of radiogenic argon in existence during the intrusions were formed.

www.yskw.ac.cn