

铜陵地区中酸性侵入岩年代学研究

吴才来

周 若

(中国地质科学院地质研究所, 北京 100037)

(中国地质大学, 北京 100083)

黄许陈 张成火 黄文明

(安徽地矿局 321 地质队, 铜陵 244033)

主题词 Ar-Ar 法年龄 侵入岩 铜陵

提 要 本文选择了铜陵地区主要岩石类型的代表性岩体中黑云母为测定对象, 准确地测定了侵入岩的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素年龄。测定结果表明, 区内侵入岩的年龄均小于 140 Ma, 属燕山晚期的产物, 后期热事件为成矿时代, 晚于岩浆侵入时代, 在此基础上, 分析了 K-Ar 法、Rb-Sr 法同位素年龄产生偏差的原因。

1 引言

铜陵地区是我国重要的有色金属基地之一, 以盛产铜、铁、硫、金、银等矿产而闻名于世, 尤其是铜矿资源十分丰富, 享有中国古铜都之称。多年的研究表明, 区内各种金属矿床的形成无一不与中生代中酸性岩浆侵入活动有关。然而, 区内侵入岩的形成年代及岩浆侵入期次问题, 长期以来未能彻底解决。虽然前人对岩体的年代作过一些 K-Ar 法和少量的 Rb-Sr 法测定, 但由于种种原因, 未能获得一致的认识。本文在国家“七五”、“八五”科技攻关项目——铜陵地区铜金矿床综合预测和紧缺矿产资源勘察研究基础上, 对区内主要岩石类型的岩体——白芒山和舒家店辉石二长闪长岩、湖城涧辉长辉绿岩、冬瓜山石英二长闪长岩和胡村花岗闪长岩进行了 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素年龄测定, 厘定了本区岩浆活动期次及矿化时代。

2 样品及其地质背景

铜陵地区大地构造位置属扬子地台东北部下扬子台拗的中部, 主要出露志留纪—三叠纪浅海相碳酸盐岩及少量的半深海相硅质岩和海陆交互的碎屑岩。地层中发育一系列 NE 向的褶皱构造及相伴的 NE、NNE、NW、NNW 向的断裂构造, 它们直接控制了侵入岩体的分布形态, 而基底构造特别是近东西向的铜陵—戴家汇深大断裂则直接控制了本区的岩浆活动及矿床的形成, 使得区内各侵入岩体及矿床均分布在近东西向宽约 20km 的构造—岩浆—成矿带上。岩体主要为小岩株、岩墙状, 其次为岩床、岩枝及岩脉状, 侵入岩可划分为碱性系列及钙碱性系列, 前者由辉石二长闪长岩、二长闪长岩和石英二长岩组成, 后者由辉

长辉绿岩、石英二长闪长岩和花岗闪长岩组成。区内矿床成因类型主要为矽卡岩型和矽卡岩层控型,其次为斑岩型,矿体均产于岩体与围岩接触带或附近的岩体及地层中,蚀变发育,主要为矽卡岩化、大理岩化等。现对各样品的岩体地质及岩石学特征描述如下:

2.1 S- SYZK03

该样品取自舒家店辉石二长闪长岩岩体钻孔岩芯(ZK03孔)。该岩体为一不规则岩墙,呈NE向,岩体中含有辉石、角闪石巨斑晶,岩体中部存在着较大范围块状的石榴子石矽卡岩。围岩为志留纪粉砂岩,且具有细脉浸染状铜矿化。岩石呈灰黑色,为自形一半自形粒状结构,主要矿物为斜长石($An=45-55, 60\%-70\%$)、透辉石($10\%-15\%$),其次为黑云母($3\%-6\%$)、钾长石($2\%-4\%$)及少量的石英(1%)。岩石化学成分(%)为: $SiO_2: 52.32, TiO_2 1.17, Al_2O_3 18.06, Fe_2O_3 4.68, FeO 3.76, MnO 0.13, MgO 2.56, CaO 9.36, Na_2O 4.39, K_2O 3.02, P_2O_5 0.55$, 里特曼指数 $\sigma=5.89$, 岩石稀土总量(ΣREE)为 $256(10^{-6})$, $\delta Eu=0.98$ 。

2.2 AJG- 5 DGS ZK750 和 HCZK683

三个样品均取自铜陵地区中部的狮子山地区。其中AJG-5为白芒山辉石二长闪长岩,取自野外新鲜的岩石露头;DGSZK750和HCZK683分别取自冬瓜山石英二长闪长岩和胡村花岗闪长岩的钻孔岩芯。

白芒山岩体为NNW向的岩墙,岩体中含尖晶石辉石岩、角闪石岩等深源包体及辉石、角闪石巨斑晶。岩体侵入围岩为三叠纪碳酸盐岩,接触带发育大理岩化和Au、Ag等多金属矿化。岩石具深灰色—浅黑色,自形一半自形粒状结构,主要矿物为斜长石($An=43-52, 60\%-70\%$),次透辉石($10\%-15\%$),其次为黑云母($3\%-4\%$)、钾长石($3\%-5\%$)。岩石化学成分(%)为: $SiO_2 50.81, TiO_2 1.21, Al_2O_3 17.16, Fe_2O_3 2.72, FeO 5.55, MnO 0.14, MgO 3.26, CaO 9.63, Na_2O 3.73, K_2O 3.10, P_2O_5 0.56$, $\sigma=5.96$, $\Sigma REE=264(10^{-6})$, $\delta Eu=0.99$ 。

冬瓜山岩体呈小岩株状,出露形态近于椭圆形,长轴方向略显南北向,岩体中含有闪长质微粒包体,岩体侵入围岩为石炭纪、二叠纪和三叠纪碳酸盐岩,接触带发育矽卡岩化及隐爆角砾岩,伴有Cu、Au矿化,岩石具半自形粒状结构,主要矿物为斜长石($50\%-60\%$),其次为石英($10\%-15\%$)、钾长石($5\%-10\%$)、角闪石($5\%-8\%$)和黑云母($3\%-7\%$)。岩石化学成分(%)为 $SiO_2 61.60, TiO_2 0.66, Al_2O_3 16.94, Fe_2O_3 1.39, FeO 3.47, MnO 0.10, MgO 2.21, CaO 6.55, Na_2O 3.60, K_2O 3.20, P_2O_5 0.20$, $\sigma=2.48$, $\Sigma REE=192.4(10^{-6})$, $\delta Eu=0.97$ 。

胡村岩体为不规则岩株,岩体中含有富云包体,岩体接触带发育矽卡岩化及铜矿化。岩石为浅灰色,半自形—它形粒状结构,局部为似斑状结构,斑晶矿物为斜长石、石英和少量的钾长石。基质为中细粒的斜长石、石英、钾长石、黑云母。岩石化学成分(%)为: $SiO_2 64.75, TiO_2 0.54, Al_2O_3 15.70, Fe_2O_3 2.22, FeO 2.44, MnO 0.07, MgO 1.63, CaO 4.65, Na_2O 4.17, K_2O 3.60, P_2O_5 0.23$, $\sigma=2.82$, $\Sigma REE=170.2(10^{-6})$, $\delta Eu=0.83$ 。

2.3 HCJZK1

该样品取自湖城涧辉长辉绿岩钻孔岩芯,地表未见到该岩体的新鲜岩石露头。岩石为深灰色,具似斑状结构,斑晶为辉石和斜长石,两者粒度相近,基质具辉绿结构,斜长石为长

条形、不规则排列, 间隙中含有粒状辉石和磁铁矿。岩石化学成分(%)为: SiO_2 52.64, TiO_2 1.15, Al_2O_3 16.42, Fe_2O_3 6.52, FeO 5.36, MnO 0.18, MgO 3.24, CaO 7.83, Na_2O 3.67, K_2O 2.17, P_2O_5 0.41, $\sigma=3.59$, $\Sigma\text{REE}=211.2(10^{-6})$, $\delta\text{Eu}=0.87$ 。

研究表明^[1], 辉石二长闪长岩浆是下地壳莫霍面附近的深位岩浆房中碱性玄武质岩浆分异结晶形成深源堆积岩包体后的残余岩浆, 花岗闪长岩浆是在幔源成分参与下, 地壳部分熔融的产物, 而石英二长闪长岩浆则为幔源岩浆和地壳部分熔融的酸性岩浆混合物。

3 实验方法及结果

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法是目前较先进的一种测定地质体年龄的方法, 它不但克服了由于样品受到热事件扰动产生 Ar 丢失而导致样品的 K-Ar 法年龄偏低的缺点, 而且还可以准确地给出样品受热扰动的年代和岩石结晶的年龄值^[2]。它通过分步加热技术求出年龄谱, 可以排除少量的蚀变矿物如绿泥石的影响。由于该方法不需要在样品中直接测定 K 和 Ar 的绝对丰度, 故不受样品不均匀性的影响, 所以, 它比 K-Ar 法、Rb-Sr 法准确、可靠。

该方法定年的基本原理是: 把含钾样品放入核反应堆中, 受快中子照射, 此时 ^{39}K 核捕获一个中子(n), 放出一个质子(p), 转变为半衰期为 269 年的 ^{39}Ar 。在实际测定过程中, 需要一已知年龄样品作标样, 和待测样品一起受相同条件的快中子照射, 可用下式计算待测样品的年龄:

$$t = 1/\lambda \cdot \ln[1 + ({}^{40}\text{Ar}/{}^{39}\text{Ar})_{\text{未知}} / ({}^{40}\text{Ar}/{}^{39}\text{Ar})_{\text{已知}} \cdot (e^{\lambda t_{\text{已知}}} - 1)]$$

其中 $({}^{40}\text{Ar}/{}^{39}\text{Ar})_{\text{未知}}$ 和 $({}^{40}\text{Ar}/{}^{39}\text{Ar})_{\text{已知}}$ 值由质谱仪测定。

本文选择上述岩体中黑云母为测定对象。先将岩石破碎至 60-80 目, 在双目镜下挑选出黑云母, 每个样品重 1g, 纯度达 99.5% 以上。由中国科学院地质研究所 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法同位素室测定, 各样品照射参数 J 值均为 0.017427, 样品实验数据如表 1, 由表中数据绘制的年龄谱如图 1 2 3 4 5。各年龄图谱中, 分步加热首尾阶段得出的视年龄值较高, 它们分别与样品照射时的核反冲和高温条件下实验本底的贡献有关, 因而不具有地质意义^[3]。下面将对中高温阶段的视年龄分别进行讨论。

(1) 狮子山区诸岩体: 该区白芒山辉石二长闪长岩、冬瓜山石英二长闪长岩和胡村花岗闪长岩的黑云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄谱(图 1 2 3), 中高温阶段(850-1200℃), 各样品的 ^{39}Ar 析出总量分别为 93.82%、91.90% 和 96.58%, 对应的坪年龄(样品结晶年龄)分别为 $136.6 \pm 1.1\text{Ma}$ 、 $135.8 \pm 1.1\text{Ma}$ 和 $139.8 \pm 0.8\text{Ma}$ 。

(2) 湖城涧辉长辉绿岩体: 该岩体的黑云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄谱(图 4)在高温阶段 1200℃, ^{39}Ar 析出量占 47.13%, 对应的视年龄为 $134.7 \pm 2.0\text{Ma}$; 在 1050℃阶段, ^{39}Ar 析出量占 20.88%, 对应的视年龄为 $134.6 \pm 1.9\text{Ma}$, 两阶段视年龄基本一致, 组成近一致的年龄坪。 ^{39}Ar 析出总量为 68.02%。这是未受过热扰动的年龄谱。中高温阶段(850-1200℃)析出的 ^{39}Ar 占 92.72%, 对应的坪年龄为 $133.7 \pm 0.9\text{Ma}$ 。

(3) 舒家店辉石二长闪长岩体: 该岩体的黑云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄谱(图 5)与其它岩体的均不相同, 为一阶梯状上升的谱线。随着实验温度的上升, 视年龄值也单调上升, 这是一种受到过热扰动的年龄图谱。在中-高温区间(700-1200℃), 4 个加热阶段, 析出的 ^{39}Ar 分别

表1 岩体黑云母 Ar-Ar 法实验数据

Table 1 Ar-Ar experimental data of biotite from the rock bodies

名称	加热阶段及温度(°C)	$(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_m$	$(^{36}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_m$	$(^{37}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_m$	$(^{38}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_m$	$(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}_k) \pm 1\sigma$	$^{39}\text{Ar}_k$ (%)	视年龄 $\pm 1\sigma$ (Ma)	坪年龄 (Ma)
白芒山岩体	1- 400	72.222	0.214	0.284	0.0952	9.22 ± 0.72	0.16	268.8 ± 22.5	136.6 ± 1.1
	2- 700	8.533	0.0162	0.0557	0.0216	3.76 ± 0.09	5.51	114.5 ± 2.9	
	3- 850	4.905	0.00150	0.00959	0.0175	4.46 ± 0.05	16.76	135.0 ± 2.0	
	4- 1000	4.673	0.000577	0.0115	0.0171	4.50 ± 0.05	19.08	136.1 ± 2.0	
	5- 1200	4.726	0.000443	0.0197	0.0175	4.59 ± 0.047	57.98	138.8 ± 2.0	
	6- 1400	29.621	0.0308	0.0566	0.0261	20.56 ± 0.30	0.52	552.4 ± 11.1	
冬瓜山岩体	1- 400	47.50	0.1309	0.6939	0.1428	9.038 ± 0.475	0.09	263.8 ± 14.9	135.8 ± 1.1
	2- 700	7.500	0.01000	0.03643	0.01833	4.555 ± 0.075	4.88	137.8 ± 27	
	3- 850	4.895	0.001146	0.01093	0.01546	4.552 ± 0.048	19.52	137.7 ± 2.0	
	4- 1000	4.548	0.000484	0.01034	0.01500	4.340 ± 0.045	12.61	133.3 ± 1.9	
	5- 1200	4.624	0.000482	0.01617	0.01483	4.477 ± 0.046	59.77	135.5 ± 1.9	
	6- 1450	9.756	0.003252	0.04929	0.01561	8.796 ± 0.975	3.13	257.3 ± 4.1	
胡村岩体	1- 400	52.94	0.1617	1.371	0.2500	5.471 ± 0.529	0.12	164.3 ± 16.4	139.8 ± 0.8
	2- 700	8.869	0.02086	0.2636	0.03652	2.746 ± 0.088	1.87	84.3 ± 2.8	
	3- 850	5.394	0.002752	0.0139	0.01651	4.579 ± 0.053	17.72	138.5 ± 2.2	
	4- 1000	5.018	0.001355	0.01416	0.01607	4.614 ± 0.050	17.72	139.5 ± 2.1	
	5- 1200	4.788	0.0003704	0.01018	0.01468	4.673 ± 0.048	61.46	141.2 ± 2.1	
	6- 1400	71.25	0.1204	0.05299	0.4204	35.82 ± 0.71	1.43	875.1 ± 24.6	
舒家店岩体	1- 400	16.536	0.0451	0.246	0.0482	3.26 ± 0.17	0.48	99.7 ± 5.2	138.2 ± 4.6
	2- 700	6.563	0.00793	0.070	0.0228	4.23 ± 0.066	5.97	128.3 ± 2.4	
	3- 850	4.584	0.000485	0.0108	0.0168	4.44 ± 0.046	32.56	134.2 ± 2.0	
	4- 1000	4.732	0.000495	0.0126	0.0169	4.58 ± 0.047	26.25	138.5 ± 2.0	
	5- 1200	5.194	0.000601	0.0166	0.0177	5.01 ± 0.052	31.84	151.1 ± 2.2	
	6- 1450	12.030	0.000495	0.0346	0.0188	11.88 ± 0.12	2.9	339.5 ± 5.2	
湖城洞岩体	1- 400	27.93	0.07586	0.2412	0.06207	5.633 ± 0.279	0.16	168.9 ± 8.8	133.7 ± 0.9
	2- 700	5.723	0.006798	0.05369	0.02083	3.721 ± 0.057	4.77	113.3 ± 2.1	
	3- 850	4.661	0.001017	0.01037	0.005381	4.356 ± 0.047	24.71	132.0 ± 1.9	
	4- 1050	4.586	0.000451	0.01636	0.01624	4.448 ± 0.045	20.88	134.6 ± 1.9	
	5- 1200	4.556	0.000344	0.03524	0.01620	4.450 ± 0.046	47.13	134.7 ± 2.0	
	6- 1450	9.867	0.004222	0.03109	0.01733	8.620 ± 0.98	2.35	252.5 ± 4.0	

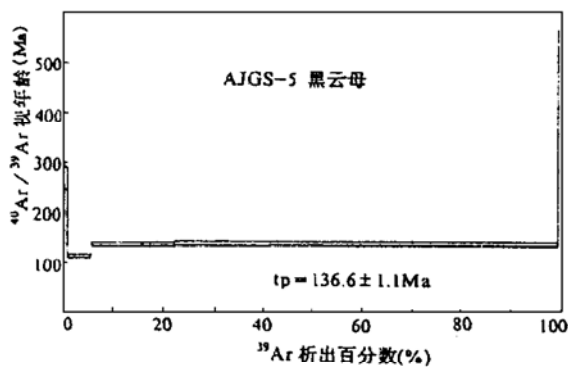


图1 白芒山岩体黑云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄谱
Fig. 1 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age spectra of biotite from Baimanshan rock body

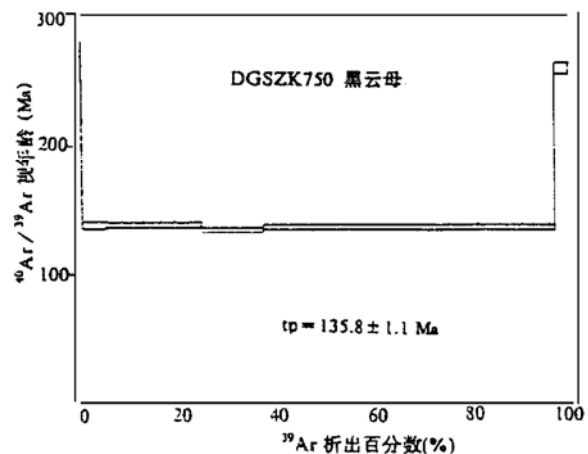


图2 冬瓜山岩体黑云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄谱
Fig. 2 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age spectra of biotite from Donggushan rock body

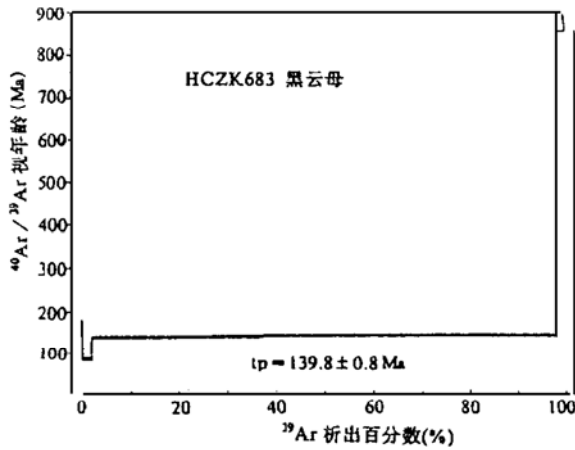


图 3 胡村岩体黑云母⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄谱

Fig. 3 ⁴⁰Ar/³⁹Ar age spectra of biotite from Hucun rock body

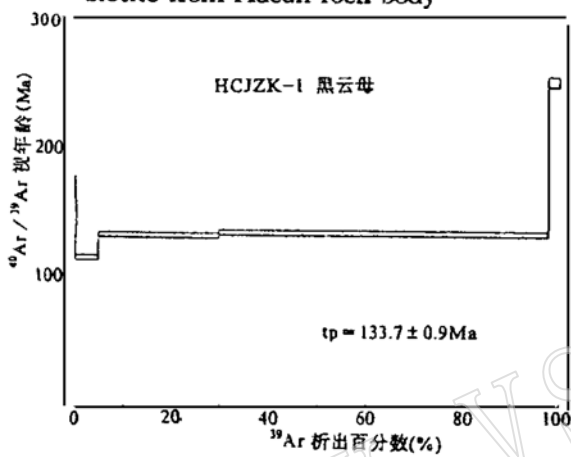


图 5 湖城涧岩体黑云母⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄谱

Fig. 5 ⁴⁰Ar/³⁹Ar age spectra of biotites from Huchengjian rock body

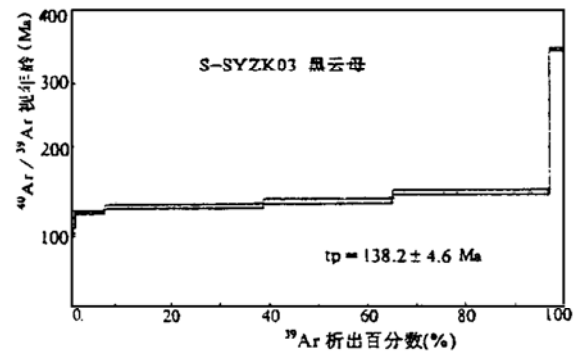


图 4 舒家店岩体黑云母⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄谱

Fig. 4 ⁴⁰Ar/³⁹Ar age spectra of biotite from Shujiadian rock body

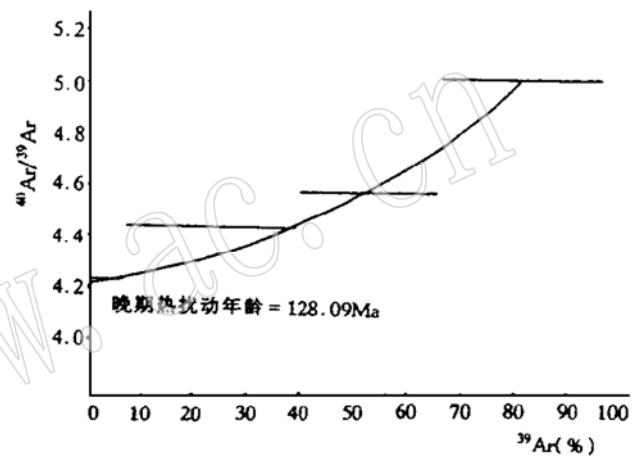


图 6 ⁴⁰Ar/³⁹Ar 与 ³⁹Ar 析出百分比关系曲线

Fig. 6 Relationship curve of ⁴⁰Ar/³⁹Ar separation percentages

±2.0Ma、138.5 ± 2.0Ma 和 151.1 ± 2.2Ma, 平均坪年龄为 138.2 ± 4.6Ma。将 700 °C、850 °C、1050 °C、1200 °C 阶段的⁴⁰Ar/³⁹Ar 比值对³⁹Ar 析出百分比作图(图 6), 按由高温到低温³⁹Ar 析出量逐渐降低规律, 连结 1200 °C、1050 °C、700 °C 阶段的中心点, 外延得⁴⁰Ar/³⁹Ar 初始比值 4.22, 按公式 $T_{ap} = 1 / \lambda \ln(1 + J \cdot ^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})$ 计算^[4], 得出热扰动年龄为 128.09Ma。

4 问题讨论

4.1 对 K-Ar 法、Rb-Sr 法年龄资料的分析

以往 K-Ar 法测年时, 用体积法, 误差较大; 现在用稀释法, 精度大为提高。对于时代较新的岩体, 特别是后期热事件影响较小或无后期热事件影响的岩体, 测定的年龄值是可靠的^[5]。但对于时代较老的、受后期热事件影响的岩体, 测定的年龄值则具有一定的偏差。具体有以下情况: (1) Ar 的丢失使岩体年龄值偏小。由于 Ar 气对温度变化十分敏感, 温度升高, 导致 Ar 丢失。如本区舒家店辉石二长闪长岩岩体, K-Ar 法年龄为 102.4Ma(表 2), 而³⁹Ar/⁴⁰Ar 法坪年龄为 138.2Ma, 而且⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄谱反映该岩体明显地受到后期热事件的扰动。因此, 有理由认为, 后期热扰动使该岩体丢失了 Ar, 导致 K-Ar 法年龄值偏低。

另外,不同矿物对 Ar 的封闭温度不同(如黑云母对 Ar 的封闭温度只有 200℃)导致测定的 K-Ar 年龄值具有一定的变化范围。如狮子山岩体,长石的 K-Ar 年龄为 185.8Ma,角闪石为 170.3Ma,而全岩为 160Ma,分别相差十几百万年。(2)岩体中含过剩 Ar,使测定的年龄值偏高。如本区铜官山、白芒山岩体的 K-Ar 法年龄分别为 143.3Ma、147Ma,而 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法年龄值分别为 137^[6]、136.6(表 2),显然,岩体含过剩 Ar。过剩 Ar 形成的方式为:①既可以在矿物结晶时混入,也可以在矿物结晶之后扩散进去,还可以吸附在矿物的流体包裹体或晶体缺陷里。②岩浆混合作用过程中,也可导致某些矿物的快速冷凝固晶而捕获岩浆体系中的过剩 Ar。③在交代作用过程中,若 K 被交代带出的速度大于 Ar 丢失的速度时, $^{40}\text{Ar}/^{40}\text{K}$ 比值也会增大。本区铜官山岩体含过剩 Ar,可能与岩浆混合作用有关,而白芒山岩体可能与热溶蚀变作用有关。

冬瓜山、白芒山岩体的 Rb-Sr 法年龄分别为 152、116Ma,而 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法年龄分别为 135.8、136.6Ma(表 2)。显然,前一岩体 Rb-Sr 年龄值偏大,后一岩体 Rb-Sr 法年龄值偏小。分析其原因为:(1)岩体遭受后期的热液蚀变,使测定的年龄值偏小。在热液蚀变过程中,岩体中的 Sr 很容易转入热液,致使 $^{87}\text{Sr}/^{87}\text{Rb}$ 比值减少。正如福尔(1977)指出的,该方法受蚀变和变质作用的影响特别大,甚至象千枚岩这样的浅变质岩,也只能给出变质年龄而不能给出原岩的形成年龄。(2)不满足该测定方法的前提条件产生误差。使用该方法测定花岗岩类时,必须满足“同时、同源、封闭体系和初始比值相同”的前提条件。对于不同来源岩浆混合形成的岩体,很难满足此条件。白芒山岩体年龄偏小,与岩体受后期热事件的影响有关,而冬瓜山岩体 Rb-Sr 年龄偏大,则与不同来源岩浆混合导致其不满足该方法测定的前提条件有关。

4.2 后期热事件与蚀变时代

岩浆活动有关的含铜矽卡岩时代晚于岩体的时代(如铜官山和凤凰山等)之结论是一致的(表 2)。

4.3 岩浆活动期次

以往部分研究者认为区内岩浆侵入期次从早到晚由辉石二长闪长岩—石英二长闪长岩—花岗闪长岩,即所谓正常演化序列,但也有部分研究者认为是逆演化序列,即从花岗闪长岩—石英二长闪长岩—辉石二长闪长岩依次侵位。作者通过上述岩体年代学研究,结合岩体地质、岩石学、地球化学、包体岩石学和岩浆动力学研究认为岩浆分异演化序列与成因复杂的岩浆侵位次序不存在对应关系。岩浆房分异演化不同阶段的岩浆侵位取决于构造环境和岩浆动力学条件。从狮子山地区来看,花岗闪长质岩浆活动时间较早,为 139.8Ma,辉石二长闪长质和石英二长闪长质岩浆活动较晚,分别为 136.6Ma 和 135.8Ma,前者与后两者相差 3.2Ma,而后两者之间很接近,仅相差 0.8Ma,因此,就狮子山地区而言,岩浆活动的次序应该是由胡村花岗闪长岩—白芒山辉石二长闪长岩—冬瓜山石英闪长岩。从全区来看,花岗闪长岩岩浆活动时间为 139.8—137Ma,辉石二长闪长岩岩浆活动时间为 138.2—136.6

表2 不同方法测定的主要岩体同位素年龄值(Ma)

Table 2 Isotopic age values (Ma) of main rock bodies determined by different methods

序号	岩体名称	岩类	测定对象	K-Ar 法	Rb-Sr 法	Ar-Ar 法	U-Th-Pb 法
1	铜官山	$\eta\delta_0$	全岩	143.3		137	
		SKCu	方铅矿				118
2	金口岭	$\gamma\delta$	全岩	114, 113.5		137	
3	天鹅抱蛋山	$\eta\delta_0$	全岩	143, 137.4			
4	湖城涧	$\beta\gamma$	黑云母			133.7	
5	狮子山	$\eta\delta_0$	长石	185.8			
			角闪石	170.3			
			全岩	160			
6	胡村	$\gamma\delta$	黑云母			139.8	
7	冬瓜山	$\eta\delta_0$	Pl. Bi. 全岩		152.9		
黑云母					135.8		
9	白芒山	$\eta\delta_0$	Pl. Bi. 全岩		116		
$\eta\delta\gamma$			全岩	147			
$\eta\delta\gamma$			黑云母			136.6	
12	凤凰山	$\gamma\delta$	黑云母	126, 133, 119			
			全岩	124			
			方铅矿				112.58
13	矾头	$\eta\delta_0$	全岩	161, 168			
			$\gamma\delta$ 脉	全岩	105.1		
14	沙滩脚	$\gamma\delta$	全岩	148, 156			
15	戴家汇	$\gamma\delta$	全岩	139			
16	新桥头	$\eta\delta\gamma$	全岩	120.3			
			$\gamma\delta\pi$	全岩	110		
17	桥头扬	$\gamma\delta\pi$	全岩	120			
18	舒家店	$\eta\delta_0$	全岩	147			
			$\gamma\delta\pi$	全岩	87		
			$\eta\delta\gamma$	全岩	102.4		
19		$\eta\delta\gamma$	黑云母			138.2	
20	缪家	$\eta\delta\mu_0$	全岩	122			
21	板石岭	η_0	全岩	136			
			黑云母	130.8			
22	虎山	$\eta\delta\mu_0$		93.7			
23	朱村	$\eta\delta\mu_0$	全岩	113.1			

δ_0 —石英闪长岩; $\delta\mu_0$ —石英闪长玢岩; $\eta\delta\gamma$ —辉石二长闪长岩; $\eta\delta_0$ —石英二长闪长岩; SKCu—含铜矽卡岩; $\gamma\delta$ —花岗闪长岩; $\gamma\delta\pi$ —花岗闪长斑岩; $\beta\gamma$ —辉长辉绿岩。

注: 1, 2, 7, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 23, K-Ar 法由桂林地质研究所测定; 1, 2 中的 Ar-Ar 法数据据文献 [6]; 3 由中国科技大学测定; 5 由贵阳地球化学研究所测定; 9, 10, 12 由中国地质科学院地质所测定; 21 由华东所测定; 4, 6, 8, 11, 19 由中国科学院地质研究所测定(本文)。

Ma, 石英二长闪长岩浆活动时间137—135.8Ma, 而辉长辉绿岩浆活动时间较晚, 为133.7Ma。可见, 区内岩浆侵入活动具多期次性, 表现在不同岩石类型的岩浆和同一种岩石类型的岩浆均具有多次侵位的特点, 且均属燕山晚期。

5 结论

(1) 本区岩浆侵入活动具多期次性。各岩体的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素年龄均小于 140Ma, 属

燕山晚期。

(2) 岩体黑云母的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄谱线特征反映岩体受到后期热事件的干扰, 该热事件代表了成矿热液的活动, 其时代与主年龄谱较小的视年龄一致, 为成矿时代。

(3) 岩体 K-Ar 法年龄出现偏差与岩体遭受后期热事件干扰造成 Ar 的丢失或过剩有关; Rb-Sr 法年龄偏差与不同岩浆混合造成不满足该方法的前提条件有关。

参 考 文 献

- 1 周 若, 吴才来等. 铜陵中酸性侵入岩同源包体特征及岩浆动力学. 岩石矿物学杂志, 1993, 12(1): 20—31.
- 2 王松山, 桑海清等. 应用 49-2 反应堆进行 $^{40}\text{Ar}-^{40}\text{Ar}$ 定年及迁安曹庄群斜长角闪岩年龄谱的地质意义. 岩石学报, 1985, 1(3): 35—44.
- 3 王松山, 胡世玲等. 应用 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 定年技术研究清原花岗岩-绿岩地体的形成时代. 岩石学报, 1989, 4: 55—62.
- 4 桑海清, 王松山等. 迁安蟒山岩体黑云母的 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 年龄谱及封闭温度. 岩石学报, 1992, 8(4): 332—340.
- 5 刘嘉麒. 中国东北地区新生代火山岩的年代学研究. 岩石学报, 1987, 8(4): 21—31.
- 6 周泰禧, 陈江峰, 李学明. 安徽省印支期岩浆活动质疑. 1988, 岩石学报, (3): 46—53.
- 7 Lanphere M A., Dalrymple C B. Identification of excess $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ age spectrum technique, Earth planet Sc. Lett. 1976, 32: 141—148.

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Chronology of Intrusive Rocks from Tongling

Wu Cailai

(Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 10037)

Zhou Xunruo

(China University of Geoscience, Beijing, 10083)

Huang Xuchen Zhang Chenghuo Huang Wenming

(No. 321 Geological Party, Anhui Bureau Geology and Mineral Resources, Tongling 244033)

Key words $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Isotopic ages intrusive rocks Tongling

Abstract

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ isotopic chronologic studies of intrusive rocks from Tongling area show that ages of these rocks are all younger than 140Ma and belong to Late Yanshanian period, with granodiorite, quartz monzodiorite, pyroxene monzodiorite and gabbro-diabase being 139.8—137Ma, 137—135.8Ma, 138.2—136.6Ma and 133.7Ma respectively. On the basis of $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ isotopic chronologic studies of these intrusive rocks, the authors have also dealt with their K-Ar and Rb-Sr isotopic ages, and pointed out that the age error was caused by the late hydrothermal alteration and the mixture between mantle magma and crustal magma. In addition, the mineralization ages are found to be close to the smaller ages in $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age spectra, which is in accord with the regional metallogenic character that mineralization took place later than magmatic activity.