

华北陆块东南缘蚌埠地区花岗岩与 相关脉岩 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 定年

徐 祥¹ 侯明金^{1,2} 邱瑞龙¹ 吴礼彬¹ 李建设³

(1.安徽省地质调查院,安徽合肥 230001;2.合肥工业大学资源与环境工程学院,安徽合肥 230009;
3.安徽省地质调查与环境监测中心,安徽合肥 230001)

摘要:本文运用 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 定年技术,对蚌埠地区花岗岩及相关脉岩的形成年龄进行了精确的测定。结果表明,华北陆块东南缘不仅存在有前寒武纪岩浆活动,还广泛发育有中生代岩浆岩。根据所获年龄资料,笔者首次将区内中生代岩浆活动划分为燕山早、晚 2 期 5 个阶段,初步构建出该区晚中生代岩浆作用年代格架。

关键词:晚中生代;花岗岩类; $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 同位素年龄;蚌埠

中图分类号:P597+.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2005)03-0588-08

1 引言

华北陆块东南缘蚌埠地区,东接郟庐断裂东界朱顶—石门山断裂,南邻大别造山带后陆盆地,总体构造格架为近东西向的蚌埠隆起叠加 NNE 向断裂系统。区内岩浆活动频繁,出露有多期次不同类型的岩浆岩(图 1),1:20 万区域地质调查报告^①将区内广泛出露的花岗质岩石确定为太古代蚌埠期变质岩。安徽省区域地质志^②则认为这些花岗质岩石主要是由区域混合岩化、花岗岩化等地质作用形成的混合花岗质岩石,此后的地质找矿工作虽然对其有关岩体进行过岩石学和同位素地球化学等方面的研究,但在花岗岩类岩石的成因和时代划分的认识上,仍然基本沿袭了 1:20 万区域地质调查报告的认识和看法。

对这些岩石的时代归属,前人多侧重于区域及地层学的角度加以对比和讨论,同位素年龄的测定工作十分有限,仅限于个别 K-Ar 年龄及 Rb-Sr 等时线年龄,如安徽省地质局区域地质调查队^③在 1:20 万蚌埠幅测定的女山花岗岩钾长石 K-Ar 年龄为 122.6Ma;桑宝梁等^④测定的涂山花岗岩全岩 K-Ar 年龄 123.1Ma, Rb-Sr 等时线年龄 263.4Ma ($I_{\text{sr}}=0.7078$),

由于其精度较低,这些年轻的数据当时均未被作者采用。因此有必要使用高精度的定年方法对本区岩浆岩的形成年龄进行系统的精确测定。在深入开展野外调研和室内鉴定的基础上,选择区内有代表性的花岗岩岩体及其相关的脉岩,分别挑选云母类单矿物进行 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 法同位素年龄测定,取得了令人满意的结果,现将其测定结果予以报道。

2 样品特征及分析方法

本次所测样品,除隐伏岩体李楼石英闪长岩取自钻孔岩心外,其余所有样品均来自于大型采石场。岩石新鲜,无同化混染残余体。从中挑选的单矿物黑(白)云母新鲜无蚀变,纯度控制在 99%以上。

蚌埠地区岩浆岩除最西部的荆山岩体中发现有少量云煌岩(D58-2)(辉绿岩)等基性脉岩外,其余均为花岗岩类岩石(表 1)。

荆山和涂山两岩体位于研究区最西端,深部相连。岩体呈东西向展布,出露宽约 3km,长约 15km,为区内规模较大的花岗岩体。其主要岩性为二长花岗岩。岩体具明显的岩相分带。岩体局部大量发育有含石榴石伟晶岩、细晶岩等岩浆

收稿日期:2004-11-26;改回日期:2005-03-30

基金项目:安徽省地质矿产勘查局(地计 1998-269)项目部分成果。

作者简介:徐祥,男,1949 生,教授级高级工程师,长期从事岩浆岩、岩石地球化学研究。

① 安徽省地质局区域地质调查队. 1:20 万蚌埠幅区域地质调查报告,1979.

② 桑宝梁,等. 蚌埠—五河地区主要金矿类型的成矿条件及其预测(研究报告),1994.

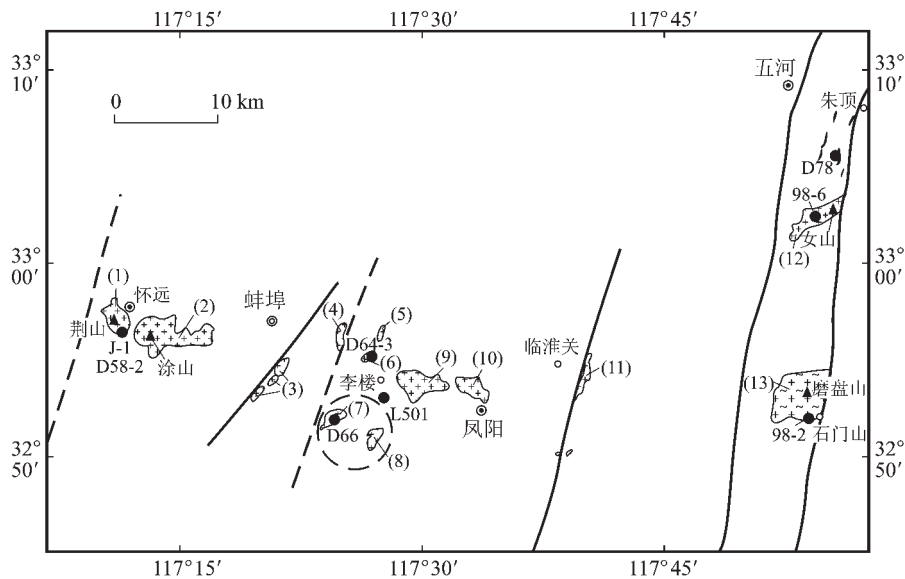


图 1 安徽蚌埠地区岩体分布简图

二长花岗岩:(1)—荆山岩体,(2)—涂山岩体,(3)—陶山岩体,(4)—曹山岩体,(7)—西芦山岩体,(8)—东芦山岩体,(9)—老山岩体,(10)—九华山岩体;L501—李楼岩体;花岗闪长岩:(5)—淮光岩体,(6)—锥子山岩体;石英正长岩:(11)—霸王城岩体;钾长花岗岩:(12)—女山岩体,(13)—磨盘山岩体;D78—小巩山花岗闪长斑岩;D58-2—荆山云煌岩;●J-1—采样位置及样品编号;
--- —断裂及推测断裂;○—遥感推测隐伏岩体

Fig. 1 Distribution of plutons in the Bengbu area, Anhui Province

Monzogranites:(1)—Jingshan intrusion,(2)—Tushan intrusion,(3)—Taoshan intrusion,(4)—Caoshan intrusion,(7)—Xilushan intrusion,(8)—Dongluoshan intrusion,(9)—Laoshan intrusion,(10)—Jiuhuashan intrusion;L501—Lilou intrusion;granodiorite:(5)—Huaiguang intrusion,(6)—Zhuizhishan intrusion;quartz syenite:(11)—Bawangcheng intrusion;K-feldspar granite:(12)—Nushan intrusion,(13)—Mopanshan intrusion;D78—Xiaogongshan granodiorite-porphry;D58-2—Jingshan minette;●J-1—Samples site and its number; --- —Fault or inferred fault; ○—Hidden intrusion inferred by remote sensing

演化晚阶段产物。岩体北部与围岩(西崮堆组角闪斜长片麻岩)呈侵入接触,靠近接触带一侧岩体内多见围岩捕虏体。本区中部的老山、九华山岩体亦发育有石榴石特征副矿物,它们应是同期岩浆活动的产物。此类岩石样品取自荆山的岩体采石场内,以 J-1 样品为代表。

西芦山二长花岗岩(D66)以其钾长石斑晶大量发育为特征,与相邻的东芦山二长花岗岩、李楼石英闪长岩(L501)隐伏岩体构成本区中部岩浆活动中心。遥感影像所显示的环形构造,推测与深部隐伏岩体有关。位于朱顶—石门山断裂西侧的女山岩体,由于位于断裂带内部,岩石普遍碎裂,蚀变明显,沿裂隙带发育有长英质岩脉。本次研究在女山岩体中部霍家村一带采坑内发现了受构造作用影响微弱的二长花岗岩(98-6),二长花岗岩与钾长花岗岩呈渐变过渡关系,二长花岗岩中发育大量的钾长石斑晶,且有由二长花岗岩向钾长花岗岩逐渐过渡的趋势。

花岗闪长岩主要出露于锥子山、淮光一带,它们分别构成了锥子山和淮光岩体的主体。岩体呈北北东向展布,其中淮光岩体暗色矿物呈明显的定向排列,矿物普遍发生塑性流变。此类样品取自变形微弱的锥子山岩体内部(D64-3)。与

此相对应的小巩山花岗闪长岩(D78)位于郟庐断裂带(朱顶—石门山断裂)旁侧,它们均为受断裂构造控制的岩浆活动同期产物。

样品测试工作在中国科学院地质与地球物理研究所 Ar-Ar 定年实验室由桑海清等完成。样品测试采用了 $^{39}\text{Ar}-^{40}\text{Ar}$ 快中子活化法。黑(白)云母单矿物置于铝筒中,采用 0.5mm 铝箔包装以屏蔽热中子。样品在中国科学院原子能所 49-2 反应堆 H4 孔道中照射,其中子瞬间通量达 $5.8 \times 10^{12}/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$ 。中子累积通量达 $1.3 \times 10^{18}/\text{cm}^2$ 。干扰核反应校正因子为 $(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_{\text{K}} = 7.15 \times 10^{-3}$, $(^{36}\text{Ar}/^{37}\text{Ar})_{\text{Ca}} = 2.64 \times 10^{-4}$, $(^{36}\text{Ar}/^{37}\text{Ar})_{\text{Ca}} = 6.87 \times 10^{-4}$ 。

照射后的样品,使用 RGA-10 气体源质谱计(英国 VSS 公司)分析 Ar 同位素。氩提取在超高真空(10^{-8}torr)系统中进行,采用高频电炉熔样,阶段加热和纯化,每阶段加热时间为 30 min,纯化后的氩气直接送入质谱计进行氩同位素测定。 ^{40}K 放射性衰变常数 $\lambda = 5.543 \times 10^{-10}$ 年。

3 结果与讨论

各燕山期岩岩黑云母样品的 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 年龄谱相当稳

定,谱线中-高温区间不同加热阶段视年龄的波动非常小,均呈现出平坦的年龄坪(图2),所对应的累积 ^{39}Ar 析出量均高于95%(J-1为5.73%除外)(表2),为典型的未受热扰动的封闭体系的年龄谱。其坪谱年龄与用不同加热阶段 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 和 $^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 比值拟合所得到的等时线年龄几乎一致,各条等时线拟合具很高的相关性。所得的 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 初始值与大气氩(295.5)非常接近,据此可以排除体系内过剩的放射成因 ^{40}Ar 存在的可能性,由此可以认为坪年龄(或等时线年龄)均可以代表岩石的形成年龄,并具有较高的准确性。

磨盘山钾长花岗岩(98-2)白云母加热坪在780℃~1260℃阶段升温范围内,累积 ^{39}Ar 析出量为71.64%,视年龄波动小,变化于(1722±35)Ma~(1752±37)Ma之间,平均坪年龄为(1734±3)Ma,与等时线年龄(1740±121)Ma相差无几。由于白云母取自磨盘山钾长花岗岩体南缘韧性剪切带,由此所做的Ar-Ar同位素年龄值17.4亿年,代表岩体侵位后韧性变形时代。与磨盘山钾长花岗岩Rb-Sr等时线年龄17.96亿年($I_{\text{sr}}=0.7163$)^①相对应,基本上反映了岩体的生成年龄和岩体尚未完全凝固,矿物发生塑性韧性变形的形成年龄,它们应为同构造期的产物。

蚌埠地区广泛出露的花岗类岩石黑云母Ar-Ar法同位素年代学研究表明,这些花岗质岩石不是所谓的混合花岗岩,而是中生代燕山期岩浆活动产物(磨盘山钾长花岗岩除

外)。燕山期岩浆活动可分为早晚两期(表3)。

本区西部出露的岩体如荆山岩体、涂山岩体、陶山岩体、老山岩体及九华山岩体等二长花岗岩为燕山早期活动产物,此次获得的(荆山岩体)Ar-Ar同位素年龄值为163Ma。燕山早期岩浆岩以其富含石榴石(锰铝-铁铝榴石)、铁质黑云母;较低铈同位素初始值(0.7078)和低放射性成因铅 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (15.13~15.40)及负Th异常的特征,显示出源岩与遭受中高级区域变质作用的基底岩石有关,具深熔型花岗岩特征。燕山晚期岩浆活动则可以明显地分出4个年龄段:第一年龄段岩浆岩为云煌岩、辉绿岩等基性岩石,多以脉岩与燕山早期岩浆岩(荆山岩体)呈穿插关系,其Ar-Ar年龄数值134.9Ma;第二年龄段代表性岩体有西芦山、东芦山、女山等二长花岗岩岩体以及李楼一带深部钻孔中石英闪长岩岩体,其Ar-Ar年龄数值在128~132Ma之间;第三年龄段为120Ma左右,除了本区中部出露有锥子山、淮光等几个花岗闪长岩体;大量出露的是与金矿化有关的花岗质脉岩,主要发育于五河地区小巩山—大巩山一带,脉岩走向与郟庐断裂带(朱顶—石门山断裂)走向一致;霸王城石英正长斑岩体为岩浆演化晚期阶段产物。燕山晚期岩浆岩以其富含钙质黑云母、低Rb高Sr、Ba、放射性元素Th明显富集以及稀土元素总量高、陡右倾斜状配分曲线与燕山早期花岗岩形成鲜明对照,显示出(幔源)同熔型岩浆岩特征。

表1 安徽蚌埠地区花岗岩及相关脉岩主量元素含量(%)

Table 1 Major element contents of the granites and related dikes in the Bengbu area, Anhui (%)

岩体	燕山早期			燕山晚期							中元古代	
	荆山	涂山 ^①	陶山	荆山	西芦山	李楼	女山 ^②	锥子山	淮光	小巩山		霸王城
岩性	二长花岗岩			云煌岩	二长花岗岩	石英闪长岩	钾长花岗岩	花岗闪长岩		花岗闪长斑岩	石英正长斑岩	钾长花岗岩
成因类型	改造型			幔源	同熔型							改造型
样号	J-1	(7)	D63	D58-2	D66	L-501	98-6	D64-3	D65	D78	D71-1	98-2
SiO ₂	74.36	73.51	76.43	48.19	71.75	69.95	73.20	75.81	71.85	72.11	73.92	77.64
TiO ₂	0.08	0.09	0.10	1.00	0.20	0.35	0.27	0.11	0.20	0.15	0.20	0.09
Al ₂ O ₃	13.84	14.10	12.08	13.33	14.83	14.58	13.66	12.29	14.16	13.33	13.49	11.45
Fe ₂ O ₃	0.12	0.59	0.79	2.49	0.85	1.06	0.98	0.46	1.70	0.80	1.04	0.77
FeO	0.45	1.01	0.18	4.68	0.80	1.73	1.20	0.70	1.15	0.50	0.63	1.01
MnO	0.03	0.05	0.03	0.20	0.05	0.08	0.03	0.04	0.04	0.01	0.07	0.01
MgO	0.13	0.31	0.06	9.26	0.44	0.94	0.42	0.25	0.63	0.69	0.38	0.15
CaO	1.48	1.48	0.87	9.84	1.92	2.26	0.84	0.96	2.09	1.65	0.44	0.35
Na ₂ O	4.93	4.43	3.86	2.26	4.94	4.61	3.51	4.01	4.04	4.61	4.01	2.57
K ₂ O	3.97	3.89	4.50	5.00	3.36	3.92	4.41	4.40	3.83	3.31	4.76	4.93
P ₂ O ₅	0.03	0.04	0.03	1.20	0.05	0.12	0.07	0.03	0.05	0.03	0.05	0.01
H ₂ O	0.31	1.03	0.57	0.59	0.23	0.30	0.69	0.33	0.32	0.71	0.71	0.30
CO ₂	0.31		0.42	2.10	0.30	0.24		0.25	0.37		0.90	
灼减量		0.31					1.36			2.15		0.30
Total	100.04	99.95	99.92	100.14	99.72	100.14	99.95	99.64	100.43	99.34	100.60	99.58
A/CNK	0.91	0.99	0.94	0.49	0.97	0.91	1.13	0.94	0.97	0.94	1.07	1.12

① 桑宝梁,等.蚌埠—五河地区主要金矿类型的成矿条件及其预测(研究报告),1994.

② 安徽省地质局区域地质调查队.1:20万蚌埠幅区域地质调查报告,1979.

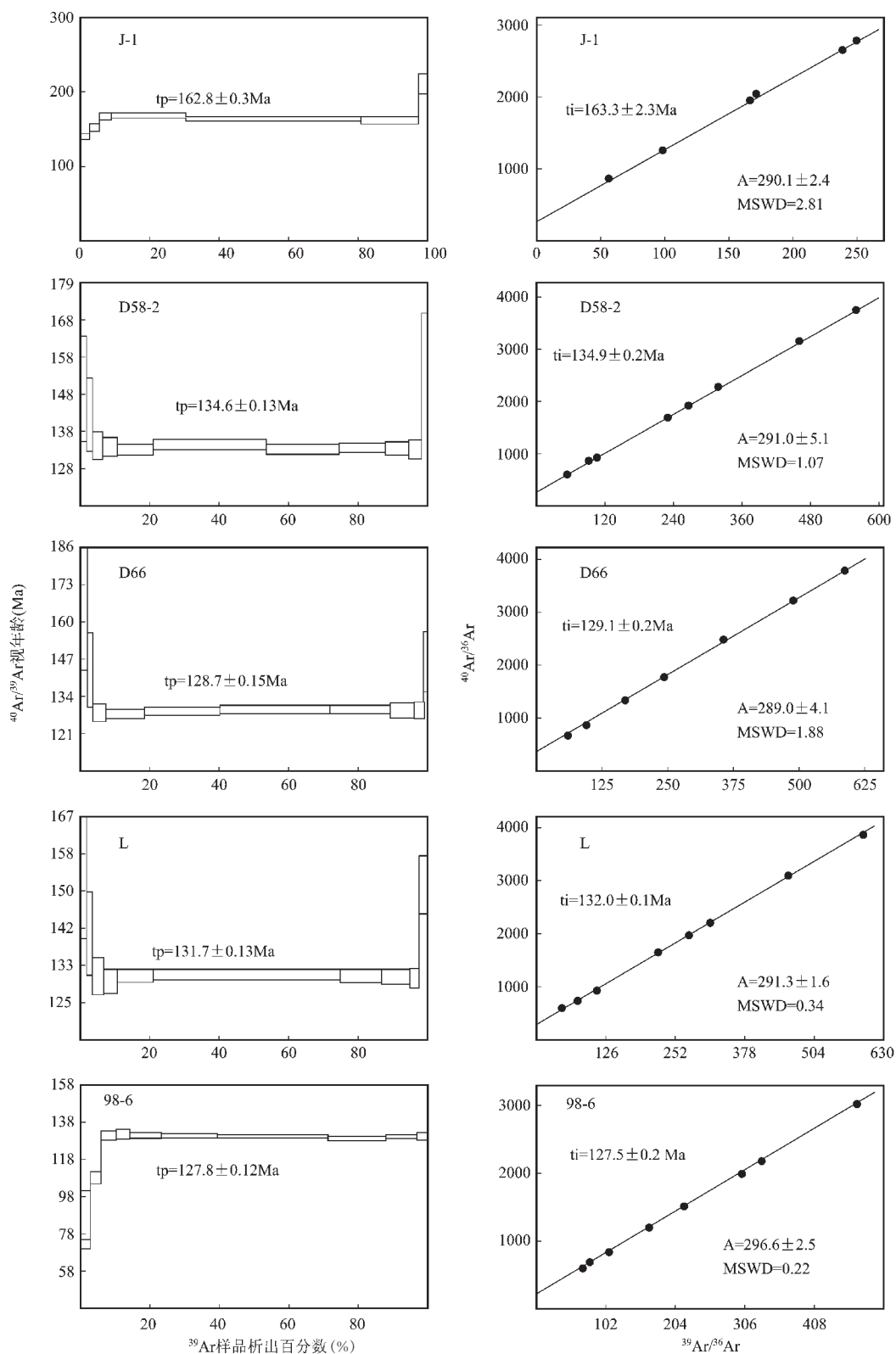


图 2 蚌埠地区岩浆岩黑(白)云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 阶段加热坪年龄谱及时线图

Fig.2 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ stage heating plateau age spectra and isochron diagrams for biotite (muscovite) in igneous rocks in the Bengbu area, Anhui Province

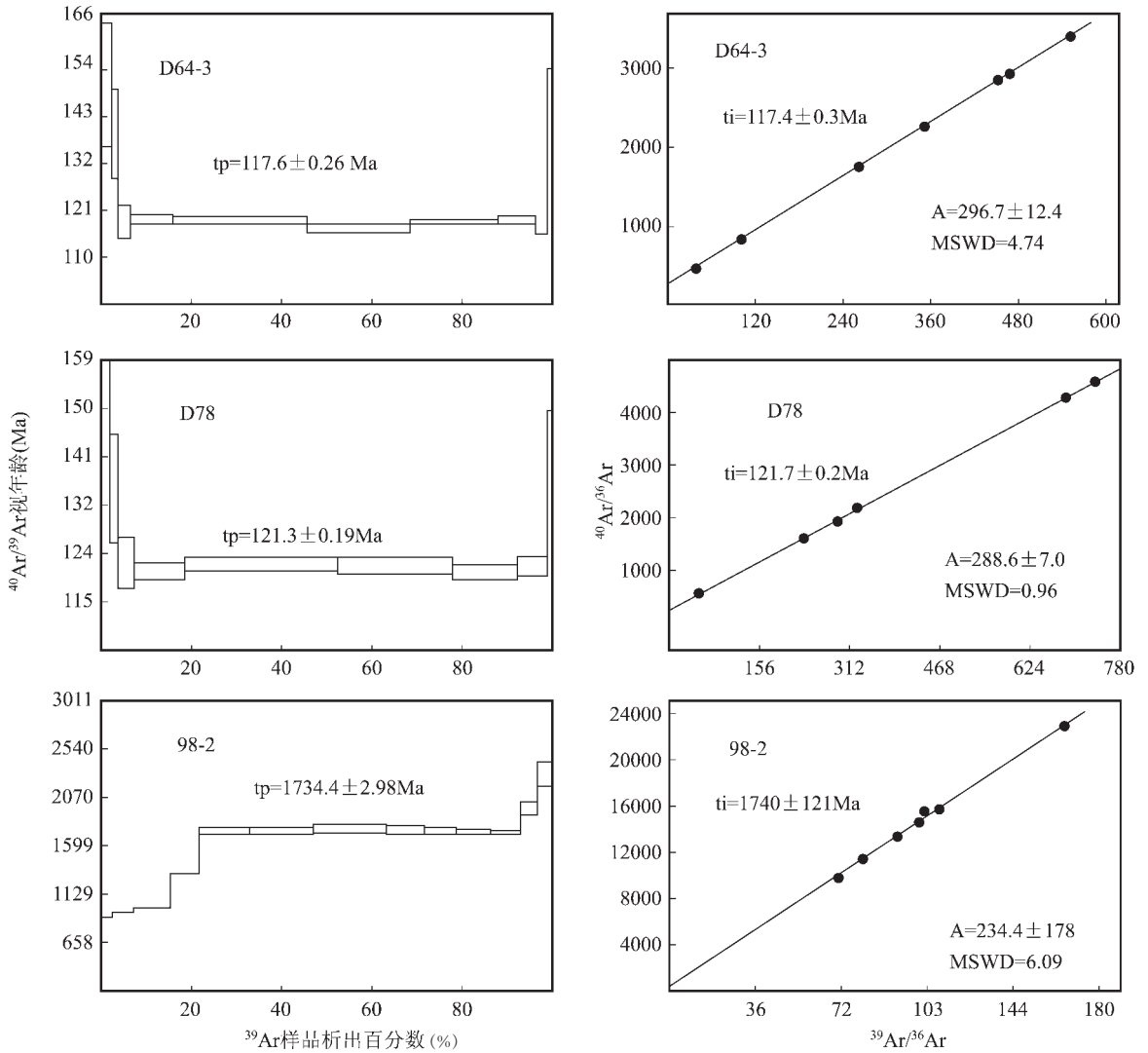


图2 (续上图) 蚌埠地区岩浆岩黑(白)云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 阶段加热坪年龄谱及等时线图

Fig.2 (-continued.) $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ stage heating plateau age spectra and isochron diagrams for biotite (muscovite) in igneous rocks in the Bengbu area, Anhui Province

安徽蚌埠—五河地区,地处华北地台南东缘,不仅发育有太古代岩浆岩,还存在有中元古代初期的岩浆活动产物。涂荫玖^[2]于该区识别的 TTG 岩体(单颗粒锆石 U-Pb 年龄值为 2.46~2.41 Ga),侵位于蚌埠群绿岩带内,可与鲁西—冀东新太古代活动大陆边缘的 TTG 杂岩-绿岩带相对比^[3]。本次测试所纪录的磨盘山钾长花岗岩(1740 Ma,白云母 Ar-Ar 年龄)为中元古代初期构造岩浆活动产物^[4],显示了华北陆块东南缘于 18 亿年期间曾有过较大规模的地壳隆升及韧性变形过程。上述两次地质事件和整个华北陆块前寒武纪 25 亿年、18 亿年的两次重大地质事件完全吻合与之相对应^[5]。

通过对区内广泛出露的花岗质类岩石的岩石学、矿物学、

岩石地球化学等方面的系统研究,尤其是运用 ^{40}Ar - ^{39}Ar 定年技术,对其形成年龄进行精确测定,首次确定了中生代燕山期岩浆活动在区内的存在,并详细划分出燕山期岩浆活动侵入期次。研究结果表明:区内燕山期岩浆活动由老至新、自西向东呈带状展布。燕山早期含石榴石二长花岗岩(荆山、涂山岩体)为改造型花岗岩,分布于该区的最西端;燕山晚期(幔源)同熔型岩浆岩显示活动的多阶段性,并且明显受贯穿区内的郯庐断裂带所控制。本区最东端的燕山晚期二长花岗岩(女山岩体,127.5 Ma)被郯庐断裂带(朱顶—石门山断裂)所切断,而后沿主断裂旁侧次级断裂发育的花岗斑岩岩脉的年龄数据为 122 Ma,由此可以推断出郯庐断裂带(安徽段)的活动特征。

表 2 蚌埠地区岩浆岩(黑白)云母阶段加热法 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 分析结果
 Table 2 Results of $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ incremental heating experiments for biotite(muscovite) from the igneous rocks in the Bengbu area

T (°C) / 阶段	($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) m	($^{37}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) _m	($^{36}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) _m	$^{39}\text{Ar}(\times 10^{-12}\text{mol})$	$^{39}\text{Ar}\kappa(\%)$	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	视年龄 (Ma)
460 / 1	19.31	1.598	0.0379	0.34	1.32	8.25±0.06	136.6±4.4
620 / 2	16.46	1.235	0.0253	0.53	2.05	9.08±0.05	149.7±3.8
750 / 3	14.88	0.952	0.0171	0.95	3.69	9.91±0.05	162.7±3.8
880 / 4	12.89	0.687	0.0101	1.73	6.68	9.95±0.04	163.4±3.1
1000 / 5	11.61	0.349	0.0056	3.71	14.3	9.97±0.04	163.7±2.8
1100 / 6	11.08	0.254	0.0042	5.79	22.4	9.84±0.03	161.6±2.4
1200 / 7	11.09	0.204	0.0040	8.05	31.1	9.89±0.03	162.6±2.0
1300 / 8	11.67	0.327	0.0058	4.17	16.1	9.96±0.04	163.5±3.5
1450 / 9	28.21	1.162	0.0513	0.61	2.36	13.2±0.11	213.6±12.4
D58-2 坪年龄: 134.58±0.13Ma, 等时线年龄: 134.89±0.19Ma J=0.01219 W=0.20g							
400 / 1	21.682	0.1185	0.0495	1.24	1.26	7.098±1.41	149.7±14.2
500 / 2	18.573	0.1034	0.0401	1.56	1.58	6.758±1.03	142.8±10.0
600 / 3	11.917	0.0656	0.0187	2.78	2.82	6.381±0.43	135.1±3.9
700 / 4	9.3583	0.1192	0.0102	4.34	4.40	6.353±0.26	134.6±2.4
820 / 5	7.4821	0.0598	0.0038	10.2	10.4	6.325±0.17	134.0±1.5
950 / 6	6.9503	0.0635	0.0018	32.7	33.2	6.384±0.14	135.2±1.3
1050 / 7	7.0213	0.0617	0.0022	21.8	22.1	6.340±0.15	134.3±1.3
1150 / 8	7.3214	0.0868	0.0032	12.1	13.2	6.355±0.16	134.6±1.5
1250 / 9	7.6792	0.1021	0.0044	6.71	6.81	6.355±0.18	134.6±1.6
1350 / 10	9.4348	0.1557	0.0104	2.67	2.71	6.355±0.27	134.6±2.4
1450 / 11	14.740	0.1336	0.0234	1.38	1.40	7.831±0.65	164.5±7.2
D66 坪年龄: 128.68±0.15Ma, 等时线年龄: 129.12±0.16Ma J=0.01219 W=0.18g							
420 / 1	27.254	0.1530	0.0656	1.13	1.29	7.958±2.23	167.0±24.9
550 / 2	21.003	0.1461	0.0485	1.36	0.55	6.738±1.32	142.4±12.7
680 / 3	10.764	0.0796	0.0151	3.34	3.80	6.047±0.35	128.3±3.0
800 / 4	7.2683	0.0432	0.0041	9.51	10.8	6.023±0.16	127.8±1.4
900 / 5	6.7073	0.0281	0.0021	19.0	21.7	6.070±0.13	128.8±1.2
1000 / 6	6.6261	0.0434	0.0017	29.2	33.3	6.087±0.13	129.1±1.2
1100 / 7	6.9291	0.0577	0.0028	14.7	16.8	6.071±0.14	128.8±1.3
1200 / 8	7.8261	0.0619	0.0059	5.87	6.68	6.061±0.18	128.6±1.6
1300 / 9	9.3750	0.0676	0.0112	2.51	2.96	6.072±0.26	128.8±2.3
1420 / 10	18.618	0.1509	0.0398	0.99	1.13	6.902±1.04	145.7±10.2
L-501 坪年龄: 131.73±0.13Ma, 等时线年龄: 131.98±0.14Ma J=0.01219 W=0.20g							
400 / 1	22.107	0.0936	0.0501	1.34	1.57	7.357±1.47	155.0±15.2
500 / 2	18.077	0.0998	0.0387	1.62	1.81	6.667±0.98	141.0±9.3
600 / 3	12.736	0.1090	0.0222	2.46	2.88	6.198±0.49	131.4±4.3
700 / 4	10.267	0.1050	0.0140	3.48	4.08	6.131±0.32	130.0±2.8
800 / 5	7.3158	0.0452	0.0037	8.81	10.3	6.027±0.16	131.6±1.4
900 / 6	6.8981	0.0486	0.0022	25.0	29.4	6.219±0.14	131.8±1.3
1000 / 7	6.7567	0.0296	0.0017	21.4	25.2	6.221±0.14	131.9±1.2
1100 / 8	7.1954	0.0341	0.0032	10.1	11.8	6.223±0.15	131.9±1.4
1200 / 9	7.5932	0.0478	0.0046	6.84	8.03	6.224±0.17	131.9±1.5
1300 / 10	9.0435	0.0631	0.0096	2.67	3.13	6.209±0.24	131.6±2.2
1450 / 11	14.437	0.0951	0.0245	1.42	1.67	7.226±0.62	152.3±6.4
98-6 坪年龄: 127.77±0.12Ma, 等时线年龄: 127.52±0.15Ma J=0.01219 W=0.15g							
400 / 1	14.561	0.1131	0.0386	1.322	1.62	3.197±0.64	69.0±3.0
500 / 2	12.449	0.0908	0.0255	2.273	2.78	4.929±0.46	105.3±3.3
600 / 3	10.387	0.0647	0.0148	3.595	4.39	6.002±0.32	127.4±2.8
700 / 4	10.154	0.0504	0.0138	3.015	3.69	6.059±0.31	128.6±2.7
800 / 5	7.8869	0.0533	0.0062	7.794	9.53	6.024±0.19	127.8±1.6
900 / 6	6.9369	0.0396	0.0031	12.87	15.7	6.010±0.14	127.6±1.3
1000 / 7	6.6840	0.0467	0.0022	26.72	32.7	6.011±0.13	127.8±1.2
1100 / 8	7.0161	0.0822	0.0034	14.38	17.6	5.998±0.15	127.3±1.3
1200 / 9	7.4603	0.0761	0.0048	7.307	8.93	6.037±0.17	128.1±1.5
1300 / 10	9.0741	0.00824	0.0102	2.505	3.06	6.058±0.25	128.5±2.2
D64-3 坪年龄: 117.56±0.26Ma, 等时线年龄: 117.40±0.27Ma J=0.01219 W=0.18g							
420 / 1	22.268	0.1497	0.0515	1.12	1.04	7.098±1.49	149.7±15.0
550 / 2	19.491	0.1456	0.0441	1.37	1.27	6.521±1.14	138.0±10.6
680 / 3	13.077	0.1005	0.0256	2.71	2.51	5.519±0.51	117.5±4.1
800 / 4	6.6737	0.0683	0.0038	10.9	10.1	5.530±0.13	117.7±1.1
900 / 5	6.2084	0.0299	0.0022	31.4	29.1	5.531±0.11	117.9±0.9
1000 / 6	6.1111	0.0401	0.0021	25.0	23.2	5.458±0.11	116.2±0.9
1100 / 7	6.0962	0.0364	0.0018	21.7	20.1	5.535±0.11	117.8±0.9
1200 / 8	6.4286	0.0723	0.0028	9.74	9.03	5.566±0.12	118.4±1.0
1300 / 9	8.5366	0.0649	0.0102	2.85	2.64	5.527±0.22	117.6±1.8
1420 / 10	19.222	0.1428	0.0423	1.01	0.94	6.762±1.11	142.9±10.7

续表 2

D78		坪年龄: 121.30±0.19Ma, 等时线年龄: 121.68±0.17Ma		J=0.01219	W=0.15g		
430 / 1	20.736	0.1112	0.0468	1.39	1.48	6.949±1.72	146.7±17.0
560 / 2	17.151	0.0862	0.0363	1.51	1.70	6.444±1.18	136.4±10.8
680 / 3	11.473	0.0626	0.0194	2.99	3.19	5.751±0.53	122.2±4.4
800 / 4	6.7376	0.0452	0.0035	9.81	10.4	5.669±0.18	120.6±1.5
950 / 5	6.1702	0.0249	0.0014	32.7	34.8	5.725±0.15	121.7±1.3
1050 / 6	6.1905	0.0241	0.0015	24.3	25.9	5.714±0.15	121.5±1.3
1200 / 7	6.6316	0.0533	0.0031	13.2	14.1	5.678±0.17	120.7±1.4
1300 / 8	7.0681	0.0628	0.0045	6.73	7.17	5.729±0.11	121.8±1.7
1420 / 9	17.753	0.1333	0.0382	1.03	1.10	6.506±1.26	137.7±11.7
98-2		坪年龄: 1734.44±2.98Ma, 等时线年龄: 1740.11±121.11Ma		J=0.01219	W=0.25g		
400 / 1	64.594	0.0995	0.0405	0.86	2.28	52.65±0.10	894.5±5.2
500 / 2	61.923	0.2203	0.0256	1.81	4.82	54.38±0.01	917.5±4.9
600 / 3	63.158	0.1361	0.0173	3.08	8.21	58.06±0.01	965.5±5.3
700 / 4	93.939	0.1478	0.0182	2.21	6.11	88.58±0.22	1321.1±14.5
780 / 5	134.61	0.2979	0.0088	4.22	11.2	132.0±0.45	1730.6±35.3
860 / 6	134.84	0.1078	0.0103	5.17	13.8	131.8±0.45	1728.4±35.4
940 / 7	137.37	0.3038	0.0094	6.17	16.4	134.6±0.47	1752.2±37.0
1020 / 8	136.41	0.2972	0.0095	3.18	8.46	133.7±0.46	1744.6±36.5
1100 / 9	134.19	0.2142	0.0051	2.71	7.23	132.4±0.45	1733.8±35.1
1180 / 10	135.77	0.3451	0.0122	2.85	7.51	132.2±0.46	1732.0±35.9
1260 / 11	135.09	0.3006	0.0140	2.64	7.04	130.1±0.46	1721.5±35.5
1340 / 12	171.64	0.2672	0.0254	1.55	4.14	164.2±0.74	1983.0±62.1
1450 / 13	226.74	0.5353	0.0488	0.91	2.65	212.5±1.28	2306.0±117.2

注: J—照射参数, W—样品重量; *Ar*—样品形成以来 ⁴⁰K 衰变形成的放射成因 ⁴⁰Ar 的原子数; J—1—荆山二长花岗岩; D58—2—荆山云煌岩; D66—西芦山二长花岗岩; L—李楼花岗岩闪长岩; 98—6—女山霍家村二长花岗岩; D64—3—锥子山花岗岩闪长岩; D78—小巩山花岗岩闪长斑岩; 98—2—磨盘山钾长花岗岩。

表 3 蚌埠地区岩浆岩时代划分

Table 3 Ages of magmatic rocks in the Bengbu area, Anhui Province

时 代	岩 体		成因类型	脉 岩	
	岩 性	代表性岩体			
中 生 代	燕山	石英正长斑石	霸王城		
		花岗闪长岩 二长花岗岩	锥子山 117 Ma(D64-3) 淮光 曹山	同熔型	花岗闪长斑岩 122 Ma(D78) 石英闪长玢岩 石英正长岩
	晚期	二长花岗岩 石英闪长岩	女山霍家村 128 Ma(98-6) 西芦山 129 Ma(D66) 东芦山 李楼 132 Ma(L501)		
				幔源型	云煌岩 134.9 Ma 辉绿岩(D58-2)
燕山 早期	二长花岗岩	荆山岩体 163 Ma(J-1) 涂山岩体, 陶山岩体 九华山岩体	深熔型	石榴石伟晶岩 石榴石细晶岩	
中元古代	钾长花岗岩	磨盘山岩体 1740 Ma(98-2)	改造型		

致谢: 研究工作得到常印佛院士、唐永成教授的悉心指导; 中国科学院地质与地球物理研究所桑海清、裴冀研究员在样品分析中给予很大帮助; 周新民教授在百忙之中审阅了本文初稿并提出了宝贵的修改意见, 在此一并深表谢意。

参考文献(References):

- [1] 安徽省地质矿产局. 安徽区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1989. 74~281.
Anhui Bureau of Geological and Mineral Resources. Regional Geology of Anhui Province[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1989. 274~281(in Chinese).

- [2] 涂荫玖. 江淮地区北部晚太古宙 TTG 质片麻岩 [J]. 安徽地质, 1994, 4(4): 15~23.
Tu Yinjiu. On the Late Archean TTG-gneiss in the northern Jianghuai area[J]. Geology of Anhui, 1994, 4(4): 15~23 (in Chinese with English abstract).
[3] 李江海, 钱祥麟, 黄雄南, 等. 华北陆块基地构造格局及早期大陆克拉通化过程[J]. 岩石学报, 2000, 16(1): 1~10.
Li Jianghai, Qian Xianglin, Huang Xiongnan, et al. Tectonic framework of North China Block and its cratonization in the early Precambrian[J]. Acta Petrologica Sinica, 2000, 16(1): 1~10(in Chinese with English abstract).
[4] 李江海, 侯光廷, 黄雄南, 等. 华北克拉通对前寒武纪超大陆旋回的

基本制约[J].岩石学报, 2001,17(2):177~186.

Li Jianghai, Hou Guangting, Huang Xiongnan, et al. The constraint for the supercontinental cycles: evidence from Precambrian geology of North China Block[J]. Acta Petrologica Sinica, 2001, 17(2): 177~186 (in Chinese with English abstract).

[5] 彭澎, 翟明国. 华北陆块前寒武纪两次重大地质事件的特征和性

质[J]. 地球科学进展, 2000, 17(6): 818~825.

Peng Peng, Zhai Mingguo. Two major Precambrian geological events of North China Block (NCB): characteristics and property[J]. Advances of Geosciences, 2000, 17(6): 818~825 (in Chinese with English abstract).

$^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ dating of granites and related dikes in the Bengbu area on the southeastern margin of the North China block

XU Xiang¹, HOU Ming-jin^{1,2}, QIU Rui-long¹, WU Li-bin¹, LI Jian-she³

(1. Anhui Institute of Geological Survey, Hefei 230001, Anhui, China;

2. Hefei University of Technology, Hefei 230009, Anhui, China;

3. Geological Survey and Environmental Monitoring Center of Anhui Province, Hefei 230001, Anhui, China)

Abstract: Granites and related dikes in the Bengbu area have been dated precisely by using the $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ dating technique. The results indicate that there occurred Precambrian magmatism but also Mesozoic magmatism on the southeastern margin of the North China Block in the Bengbu area. According to the age data available, the Mesozoic magmatism in the area is divided into the early Yanshanian and late Yanshanian phases and five stages. A chronological framework of Late Mesozoic magmatism has been preliminarily established.

Key words: Late Mesozoic; Granitoids; $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ dating; Bengbu

About the first author: XU Xiang, male, born in 1949, senior engineer, mainly engages in the study of igneous rocks and petrogeochemistry; E-mail: mingjinhou@hotmail.com.