

浙东南某些中生代侵入岩体的 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 年龄测定

陈江峰 周泰禧 印春生

(中国科学技术大学地球和空间科学系 合肥 230026)

K. A. Foland

(Department of Geology and Mineralogy, The Ohio State University, Columbus, Ohio 43210, USA)

关键词 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 定年 中酸性岩类 浙东南

摘要 采用 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 定年技术测定了浙东南几个侵入于磨石山群中的燕山期中酸性岩侵入体的年龄。梁弄岩体的石英闪长岩和二长花岗岩的年龄为101Ma, 龙王堂岩体的花岗岩和钾长花岗岩的年龄均为110Ma, 山头郑石英闪长岩年龄为108Ma, 洪公石英正长岩的年龄为124Ma。此年龄范围与早白垩世太平洋洋底快速扩张期相当。

1 引言

浙江东南部出露许多中生代燕山期侵入体, 多为花岗质侵入体。自从六十年代以来就对本区许多花岗岩体进行了年龄测定(全国同位素地质年龄汇编小组, 1975^①; 1977; 1983; 1986)。徐步台(1984)对这些年龄作过系统评述。但是浙江花岗岩的年龄数据中, 约半数 是钾长石和全岩的数据, 同位素地质年代学的理论和实践都证明钾长石在大多数情况下给出偏低的年龄(Faure, 1986)。钾长石是花岗岩类的主要造岩矿物, 所以全岩的结果也偏低。早先的黑云母年龄值都是用钾氩法测定的, 其中相当一部分用的是体积法, 精度较低。因此有必要用改进的技术进行新一轮的年龄测定工作。

$^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 法比K-Ar法有许多优点, 它不但精度较高, 而且配合分步加热可以得到年龄谱, 根据谱的形态能确定样品是否受过后期热扰动, 在适当条件下可判断扰动的性质和发生的时间, 还能排除少量蚀变矿物的影响。

本文报道浙东南梁弄、龙王堂、山头郑和洪公等四个侵入体的 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 年龄数据并讨论其地质意义。

本文于1990年7月3日收到, 1991年1月23日改回。

本文为国家自然科学基金(地85089号)资助项目的成果之一。

第一作者简介: 陈江峰 男 1941年5月生 副教授 地球化学专业

①全国同位素地质年龄汇编小组, 1975. 全国同位素地质年龄数据汇编, 第一集。

2 地质背景

浙东南在大地构造上属华夏地块, 全区几乎都被巨厚的中生代磨石山群陆相火山岩所覆盖。该群分为大爽组, 高坞组, 西山头组, 茶湾组、九里坪组和祝村组(浙江省地质矿产局, 1989), 最新的定年结果为130~117Ma, 应属下白垩统(李坤英等, 1988)。此外本区还有较年轻的天台群酸性火山岩和第三系玄武岩分布。

许多中生代燕山期岩体侵入于磨石山群火山岩之中, 主要为石英闪长岩, 花岗闪长岩, 二长花岗岩, 钾长花岗岩和石英正长岩。其中许多为复式岩体。根据地质关系, 传统上将它们的侵入作用划分为燕山早晚两期(分别相当于晚侏罗和早白垩世)。前者又可划分三个侵入阶段, 洪公岩体属于第三阶段侵入体。燕山晚期可分为两个侵入阶段和五次侵入活动, 梁弄石英闪长岩和山头郑石英闪长岩被划在第一阶段的第一次侵入活动中, 梁弄二长花岗岩被划在第二次侵入活动中, 而龙王堂岩体则被划在第三次侵入活动中(浙江省地质矿产局, 1989)。下面对测定的岩体作简要描述。

梁弄岩体位于余姚和奉化之间的四明山区(图1), 为复式岩体(面积88km²), 侵入于磨石山群火山岩和下白垩统沉积岩中, 最新围岩为下白垩统馆头组, 又被第三系玄武岩覆盖(浙江省地质矿产局, 1989)。早期为中细粒黑云母角闪石石英闪长岩, 中期为二长花岗岩(岩体的主体), 晚期为细粒花岗岩、霏细岩脉和基性岩脉。过去测定的石英闪长岩的黑云母钾氩年龄为90Ma, 二长花岗岩的为99Ma(北部样品)和108Ma(南部样品)(浙江省地质矿产局, 1989)。此结果与观察到的侵入顺序有矛盾。我们分别从石英闪长岩和二长花岗岩标本中分离出黑云母作年龄测定。采样位置见表1。

龙王堂岩体位于天台县城以北的天台山区(图1), 为复式小岩基, 侵入于磨石山群火山岩中, 最新围岩是西山头组, 并被第三系玄武岩覆盖。它由钾长花岗岩和黑云母花岗岩组成。根据野外观察, 钾长花岗岩侵入于岩体核部黑云母花岗岩中。早先测定的钾长花岗岩黑云母钾氩年龄为109Ma(浙江省地质矿产局, 1989)。这次研究分别在两种花岗岩标本中收集了黑云母单矿物, 采样位置见表1。

山头郑石英闪长岩岩株(8km²)位于天台县城以南(图1), 侵入于火山岩中, 最新围岩为西山头组。岩体中有大量暗色析离体(多达50%以上), 较浅色的基体熔蚀暗色团块。研究样品采自岩体中部的浅色基体, 定年对象为角闪石(见表1)。

洪公岩体位于江山和遂昌县之间的仙霞岭主峰附近(图1), 为碟状黑云母角闪石英正

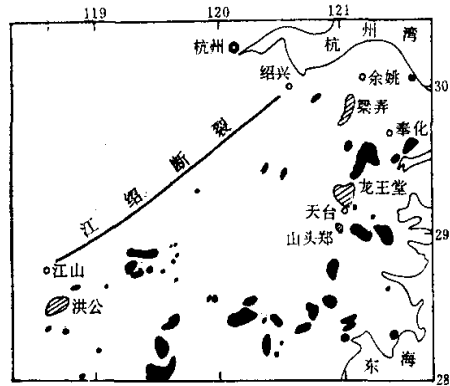


图1 浙东南中生代中酸性侵入体分布示意图
有阴影线的为本文所研究的岩体

Fig.1 Localities of intermediate and acidic plutons from southeastern Zhejiang Province. The shadowy areas represent the studied plutons

表 1 浙东南花岗岩⁴⁰Ar-³⁹Ar定年采样位置

Table 1 Sampling locations of granites from southeastern Zhejiang for ⁴⁰Ar-³⁹Ar dating

岩体	样品号	岩性	采样地点	经度 (东经)	纬度 (北纬)
梁弄	87ZI211	石英闪长岩	梁弄南4km	121°05'02"	29°52'34"
	87ZI212	二长花岗岩	梁弄南6km	121°05'16"	29°51'57"
龙王堂	87ZI112	钾长花岗岩	龙王堂南1km	121°02'36"	29°17'19"
	87ZI114	花岗岩	慈圣南3km	121°03'44"	29°17'04"
山头郑	87ZI411	石英闪长岩	山头郑西北	120°58'00"	29°03'44"
洪公	87ZI612	斑状石英正长岩	张村南5km	118°41'19"	28°31'10"

长岩岩基。被侵入的火山岩的最高层位为西山头组(约128Ma)。岩体东北部被下白垩统不完整覆盖。岩体可分为边缘相、过渡相和中心相,边缘相岩石分布最广。早先的U-Pb年龄为135Ma(浙江省地质矿产局,1989),显然与地质关系不符。本研究的样品为靠近过渡相岩石中的黑云母,采样位置见表1。

3 分析方法和结果

⁴⁰Ar-³⁹Ar分析在俄亥俄州立大学地质学和矿物学系实验室进行。分析的基本原理和方法已另文报道过(Chen et al. 1985)。本文所报道的样品分析(表2)时采用了改进后的双真空加热系统,温度控制精度在±5℃以内,且本底大幅度下降,从而提高了分析精度。分析时采用的监察样为Mon.4,与实验室间标准样反复对比测定结果,其年龄为121.7Ma,

表 2 浙东中生代侵入体的⁴⁰Ar-³⁹Ar分析数据

Table 2 ⁴⁰Ar-³⁹Ar results of Mesozoic intrusions from southeastern Zhejiang

温度 ^①	⁴⁰ Ar ^② ³⁹ Ar	³⁸ Ar ^② ³⁹ Ar	³⁷ Ar ^② ³⁹ Ar	³⁶ Ar ^② ³⁹ Ar	F ^③	³⁹ Ar (%)	⁴⁰ Ar* (%)	K/Ca ^④	表面年龄 ^⑤ (Ma)
87ZI211 梁弄岩体石英闪长岩 黑云母									
测定号 362I (J=0.007810)									
全熔	8.219	0.1916	0.0505	0.2907	7.338	100	89.29	10.4	100.5±0.3
测定号363H (J=0.007850)									
600	10.311	0.1844	0.2407	1.7286	5.196	3.39	50.39	2.17	72.1±0.3
700	7.649	0.1854	0.0183	0.0937	7.348	28.22	96.06	28.5	101.2±0.3
800	7.672	0.1898	0.0449	0.0299	7.561	14.35	98.56	11.6	104.0±0.2
900	7.481	0.1866	0.0507	0.0198	7.400	22.52	98.93	10.3	101.9±0.2
1000	7.406	0.1883	0.0460	0.0194	7.326	28.00	98.93	11.4	100.9±0.2
1250	7.509	0.1857	0.0502	0.0421	7.363	3.53	98.05	10.4	101.4±0.2
合计	7.632	0.1864	0.0459	0.1007	7.312	100	95.81	11.4	100.7
87ZI212 梁弄岩体二长花岗岩 黑云母									
测定号 362H (J=0.007814)									
全熔	7.929	0.1264	0.0428	0.1717	7.397	100	93.29	12.2	101.4±0.3
测定号 363I (J=0.007840)									
600	13.885	0.1189	0.0837	2.4495	6.625	3.13	47.71	6.25	91.4±1.0
700	7.790	0.1211	0.0990	0.1297	7.379	26.47	94.73	52.7	101.5±0.2
800	7.734	0.1215	0.0255	0.0678	7.507	15.34	97.07	20.5	103.2±0.2
900	7.461	0.1201	0.0362	0.0268	7.356	21.75	98.60	14.5	101.2±0.2
1000	7.373	0.1224	0.0501	0.0155	7.304	30.79	99.05	10.4	100.5±0.2
1250	7.482	0.1249	0.1517	0.0612	7.286	2.52	97.37	3.44	100.2±0.7
合计	7.765	0.1214	0.0383	0.1336	7.345	100	94.59	14.4	101.0

续表1

温度 ^①	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar ^②	³⁸ Ar/ ³⁹ Ar ^②	³⁷ Ar/ ³⁹ Ar ^②	²⁸ Ar/ ³⁹ Ar ^②	F ^③	³⁹ Ar (%)	⁴⁰ Ar* (%)	K/Ca ^④	表面年龄 ^⑤ (Ma)
87ZI112 龙王堂岩体钾长花岗岩 黑云母									
测定号 382J (J=0.007826)									
全熔	8.961	0.0831	0.0323	0.3166	7.998	100	89.26	16.2	109.5±0.3
测定号 383K (J=0.007840)									
600	11.845	0.0865	0.0156	1.3738	7.857	22.41	65.78	33.5	107.8±0.4
750	8.439	0.0793	0.0121	0.1291	8.028	28.55	95.14	43.2	110.1±0.3
875	8.258	0.0800	0.0214	0.0859	7.976	15.69	96.59	24.4	109.4±0.3
1000	8.253	0.0791	0.0445	0.0842	7.979	25.90	96.67	11.8	109.5±0.2
全熔	9.414	0.0789	0.025	0.4606	8.028	7.45	85.25	20.9	110.1±0.4
合计	9.221	0.0809	0.0237	0.4143	7.969	100	86.42	22.1	109.3
87ZI114 龙王堂岩体花岗岩 黑云母									
测定号 372K (J=0.007990)									
全熔	8.575	0.0834	0.0065	0.2433	7.827	100	91.29	80.5	109.4±0.2
测定号 374L (J=0.008020)									
全熔	8.518	0.0811	0.0063	0.2265	7.820	100	91.81	83.2	109.7±0.2
87ZI111 山头郑石英闪长岩 角闪石									
测定号 373L (J=0.008005)									
全熔	11.972	0.8517	9.6943	1.7191	7.715	100	64.04	0.05	108.1±1.6
测定号 374K (J=0.008039)									
全熔	12.991	0.8528	9.7424	2.0671	7.722	100	59.07	0.05	108.7±1.6
87ZI611 洪公石英正长岩 黑云母									
测定号 372L (J=0.007985)									
全熔	11.011	0.7289	0.1808	0.7051	8.947	100	81.25	2.89	124.5±0.8
测定号 373K (J=0.008017)									
全熔	11.272	0.7092	0.1828	0.8085	8.905	100	78.99	2.86	124.4±0.3

① 分步加热的温度。

② 实测同位素比值。未对干扰元素在中子辐照时生成的Ar同位素进行过校正。但对³⁷Ar的放射性衰变作了校正，采用的半衰期为35.1天。³⁶Ar/³⁹Ar数值扩大了100倍。

③ 放射成因⁴⁰Ar对由K生成的³⁹Ar的比值。对大气Ar和干扰同位素作了校正，校正常数为：
测定号以36为首的样品 测定号以37为首的样品

(⁴⁰ Ar/ ³⁶ Ar) _{大气} = 295.5	295.5
(³⁹ Ar/ ³⁷ Ar) _{C₁} = 0.0006887	0.0006510
(³⁶ Ar/ ³⁷ Ar) _{C₁} = 0.0002750	0.0002700
(⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar) _K = 0.0322	0.0329
(³⁸ Ar/ ³⁹ Ar) _K = 0.0121	0.0121
(³⁶ Ar/ ³⁸ Ar) _{C₁} = 0.00000201754/天	0.00000201754/天

④ 元素重量比，计算公式为K/Ca = 0.523 × (³⁹Ar_K/³⁷Ar_{C₁})。

⑤ 表面年龄，计算时取λ = 5.543 × 10⁻¹⁰年⁻¹，所列误差为1σ水平，未包括J值误差1.5%在内。

绝对误差约±1.5%。

测定结果见表2，采用年龄归纳如表3。龙王堂岩体的一个样品(87ZI112)、梁弄的两个样品分别有一次全熔和一次分步加热测定。龙王堂岩体的另一样品(87ZI114)、山头郑和洪公两岩体的各一个样品都是两次全熔分析。因此前三个样品可以获得年龄谱以研究岩体的热历史，而后三个样品的⁴⁰Ar-³⁹Ar测定只意味测定精度较高。对比平行分析的总气体年龄表明，测定精度极高，四组样品的精度在0.2%以内，一组为0.3%，一组为0.4%。

梁弄岩体石英闪长岩的黑云母样品(87ZI211)分步加热结果表明，最低温部分气体给出很低的表面年龄，约为70Ma。其他各部分气体中，最大表面年龄为104.0Ma，最小为100.9Ma，相差仅3.1Ma，但由于每一份气体的测定精度都很高，所以不能认为是一个好的坪，

表3 浙东南侵入体⁴⁰Ar-³⁹Ar定年结果综合表

Table 3 Summary of ⁴⁰Ar-³⁹Ar dating results of intrusions from southeastern Zhejiang

岩体	岩石类型	样品号	样品	实验号	测定方式	总气体年龄 (Ma)	坪年龄 (Ma)	采用年龄 (Ma)
梁弄	石英闪长岩	87Zl211	黑云母	362I	全熔	100.5	(101.3)	101
				363H	分步	100.7		
	二长花岗岩	87Zl212	黑云母	362II	全熔	101.4		
				363I	分步	101.0		
龙王堂	钾长花岗岩	87Zl112	黑云母	362J	全熔	109.5	109.8	110
				363K	分步	109.3		
	花岗岩	87Zl114	黑云母	374L	全熔	109.7		
				372K	全熔	109.4		
山头郑	石英闪长岩	87Zl411	角闪石	373L	全熔	108.1		108
				374K	全熔	108.7		
洪公	石英正长岩	87Zl612	黑云母	372L	全熔	124.5		124
				373K	全熔	124.4		

而是一个弧形向上凸出的谱，且最高温度气体给出较高的表面年龄(图2)。当十到数十微米大小的黑云母与绿泥石紧密连生时，绿泥石化导致放射成因⁴⁰Ar和K的丢失，而中子辐照时³⁹Ar反冲到紧密连生的绿泥石中，造成了黑云母和绿泥石中⁴⁰Ar和³⁹Ar的不均匀分布，分步加热时黑云母和绿泥石各有两个析出峰，这两种因素的结合使分步加热测定给出扰动的谱

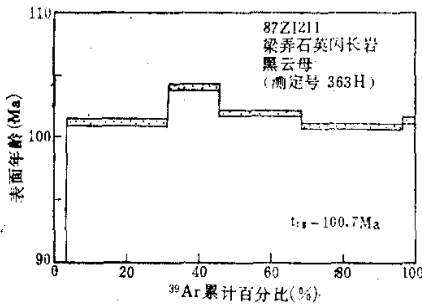


图2 梁弄石英闪长岩中黑云母的⁴⁰Ar-³⁹Ar年龄谱

阴影区域宽度相当于测定误差范围
Fig.2 ⁴⁰Ar-³⁹Ar spectra of biotite from Lianglong quartz diorite. The width of the shadowy area is equivalent to the analytical uncertainty

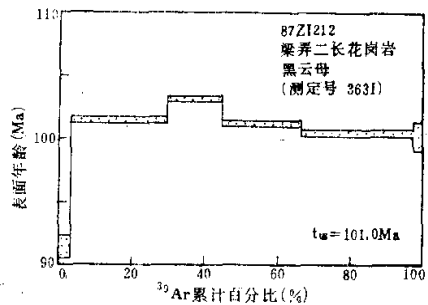


图3 梁弄二长花岗岩中黑云母的⁴⁰Ar-³⁹Ar年龄谱

阴影区域宽度相当于测定误差范围
Fig.3 ⁴⁰Ar-³⁹Ar spectra of biotite from Lianglong monzogranite. The width of the shadowy area is equivalent to the analytical uncertainty

(Lo et al., 1989)。在许多情况下，受轻微扰动的黑云母的总气体年龄与同一岩石中未受扰动的角闪石、白云母(它们的封闭温度较高)和透长石的坪年龄一致(Hess, 1987)，故我们建议取黑云母的总气体年龄作为岩体侵位年龄的最佳估计。在所研究样品的具体情况下，总气体年龄100.7Ma，除去最低温度部分气体后其余各份气体表面年龄的加权平均值101.7Ma的差别只有1.0Ma，完全可以满足地质对比的要求，因此取两次测定的总气体年龄的平均值100.6±0.1Ma，即约101Ma作为石英闪长岩侵位年龄的估计值。梁弄二长花岗岩黑云母(87Zl212)的年龄谱(图3)与87Zl211几乎完全一样，同样取其总气体年龄的平均值101.2±

0.3Ma, 即约101Ma作为其侵位年龄的估计。结果表明, 早先的石英闪长岩年龄值偏低, 二长花岗岩年龄与我们的结果一致, 另一个位于岩体南部的老的偏高年龄有待于进一步检查。

龙王堂钾长花岗岩样品(87ZL112)的分步加热和全熔测定结果给出的总气体年龄十分一致。分步加热给出相当好的坪(图4)。最低温度部分气体的表面年龄偏低约2%, 可能是由于极少量绿泥石混入的结果。坪年龄 109.8 ± 0.4 , 即约110Ma, 可作为岩体侵位年龄的最佳估计。好的坪表明岩体冷却迅速, 且没有受到过后期热扰动。这样大的岩基的迅速冷却意味着岩体侵位到地壳浅部。粗粒黑云母花岗岩样品的两次全熔总气体年龄的平均值109.6Ma与钾长花岗岩中黑云母的分步加热结果在误差范围内重合。因此取110Ma作为该岩体的侵位年龄。此结果与先测定结果一致。

山头郑岩体的两次全熔测定所得总气体年龄平均值108.4Ma即约108Ma可以看作其侵位年龄的估计。

洪公岩体两次全熔测定所得总气体年龄的平均值124.5Ma为此岩体的侵位年龄的最佳估计。早先的锆石铀铅年龄(135Ma)比围岩老, 显然与地质观察不符, 有必要加以检查, 特别需要注意残余锆石存在的可能性。

4 讨 论

(1) $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 定年给出了比传统钾氩法更为精确的结果。梁弄复式岩体的年龄为约101Ma, 龙王堂复式岩体和山头郑岩体的年龄分别为110Ma和108Ma, 而洪公岩体年龄为约124Ma。

(2) 两个复式岩体的不同期次侵入相有一致的年龄。梁弄岩体的石英闪长岩侵位年龄 $100.6 \pm 0.1\text{Ma}$, 二长花岗岩为 $101.2 \pm 0.3\text{Ma}$, 似与地质关系不符。但实际上, 此两期侵入体侵位年龄十分接近, 两样品之间年龄测定值的微小差别可能是因为含有微量绿泥石等样品误差引起。龙王堂岩体的两期侵入体的年龄十分一致。所以, 浙东南的复式岩体可能是在相当短的时间内侵位形成的。这两个实例也说明, 尽管采取十分细致的实验设计, 有可能区分1Ma以下的年龄差别(Chen et al. 1985), 但样品本身可能带来的误差, 如轻微的绿泥石化, 或样品处理过程的影响等, 都会限制如此小的年龄差别的鉴别。

(3) 研究的岩体均侵入于磨石山群火山岩中。其中有三个侵入体的最新围岩都是西山头组(浙江省地质矿产局, 1989), 年龄约为128Ma(李坤英等, 1988)。但洪公岩体与最新围岩的年龄相差约4Ma, 东部的两个侵入体的年龄比围岩要小18~20Ma, 可见用被侵入的最新围岩来估计岩体年龄是很不可靠的。

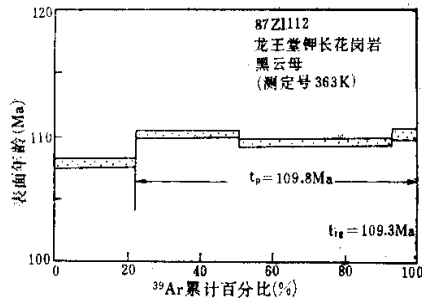


图4 龙王堂钾长花岗岩中黑云母的 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 年龄谱

阴影区域宽度相当于测定误差范围

Fig. 4 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ spectra of biotite from Longwangtang potassium feldspar granite. The width of the shadowy area is equivalent to the analytical uncertainty

(4)徐步台(1984)总结了浙江岩浆岩的同位素年龄,中带(浙东南的西部)侵入体的K-Ar表面年龄为约130~80Ma,经等时线处理后得到中带西侧的混合等时线年龄为 $125\pm 8\text{Ma}$ 。东侧的混合等时线年龄为 $86\pm 5\text{Ma}$ 。我们所得到的有限的新结果大体上与以往发现的一般规律一致,本文所报道的岩体均落在徐步台(1984)分区的中带,它们的年龄均落在130~80Ma范围内。

我们所得到的结果中,洪公岩体符合前人划分的侵入期次(浙江省地质矿产局,1989),即相当于茶湾期和九里坪期(122Ma),但属下白垩世。粗线条地看,东部三个岩体也符合燕山晚期这一划分,即相当于下白垩世。但由于早期同位素年龄测定结果精度较差,岩浆由中基性到酸性的一般演化顺序在同一来源岩浆演化过程中可能是正确的,但在大面积对比时可能发生困难,以及其他原因,我们的结果与前人划分的侵入活动顺序不尽一致。如传统上划为第一次侵入的山头郑石英闪长岩(108Ma)和第三次侵入的龙王堂岩体(110Ma)年龄相当,可能为同一次熔融事件的产物,它们的形成可能与塘上组火山活动(109Ma)^①相联系。划为第二次侵入的梁弄二长花岗岩与划为第一期的石英闪长岩同年(101Ma),可能与赖家组火山活动(103~106Ma)^①有关。

为了进一步深入认识浙江岩浆活动的时空分布规律,有必要在本区开展新一轮的年龄测定工作,采用高精度的定年技术,如 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 方法,铀铅法,和具有高封闭温度或较不易受热液作用干扰的矿物体系,如角闪石,锆石等,对本区侵入体作大量的测定,这将是一项十分重要的基础研究工作。在地质观察基础上,加上大量精确可靠的定年数据,才能对区域岩浆演化规律有更深入的认识。

(5)110~90Ma是太平洋洋底发生快速扩张的时代,因而也是环太平洋地区主要热事件的年代(Jahn et al. 1976; Lo et al. 1989)。我们得到的位于东部的三个岩体的年龄正与此结论一致。

致谢 感谢俄亥俄州州立大学 Hubacher 协助进行 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 分析。

参 考 文 献

- 李坤英,王小平,沈加林. 1988. 浙江建德群的时代归属问题. 地质论评, 34:485~495
 全国同位素地质年龄数据汇编小组. 1977. 全国同位素地质年龄数据汇编(第二集). 北京:地质出版社, 74~75
 全国同位素地质年龄数据汇编小组. 1983. 全国同位素地质年龄数据汇编(第三集). 北京:地质出版社, 206~227
 全国同位素地质年龄数据汇编小组. 1986. 全国同位素地质年龄数据汇编(第四集). 北京:地质出版社, 436~469
 徐步台. 1984. 浙江省燕山期花岗岩的同位素年代问题. 地球化学, (3):217~225
 徐步台,胡永和,蒋叙良,李长江,许峰林. 1989. 浙江沿海火山岩区变质岩的同位素. 稀土元素地球化学和地质年代学研究. 浙江地质, 5:52~58
 浙江省地质矿产局. 1989. 浙江省区域地质志. 北京:地质出版社, 688
 Chen Jiangfeng, Zhou Taixi, Foland, K. A. 1985. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and Rb-Sr geochronology of the Qingyang batholith, Anhui Province, China. *Geochemistry*, 4:220~235
 Chen Jiangfeng, Zhou Taixi, Li Xueming. 1989. Isotopic constraints on magma sources and temporal relations of Mesozoic granitoids and felsic volcanics from eastern China. In 28th International Geological Congress, Washington D. C., U. S. A., Abstracts, 1:274
 Faure G. 1986. Principles of isotopic Geology (2nd. ed). New York, John Wiley & Sons, 66~92
 Hess J C, Lippolt H L, Wirth H. 1987. Interpretation of $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ spectra of biotites; Evidences from hydrothermal degassing experiments and TEM studies. *Chemical Geology*, 66:137~149

^①李坤英. 1989. 浙东天台群的时代归属问题. 第四届全国同位素地质年代学. 同位素地球化学学术讨论会论文(摘要)汇编, 47~48

- Jahn B M, Chen P Y, Yen T P. 1976. Rb-Sr ages of granitic rocks in southeastern China and their tectonic significance. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 86:763~776
- Lo C H, Onstott T C. 1989. ^{39}Ar recoil artifacts in chloritized biotite. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 53:2697~2711

^{40}Ar - ^{39}Ar DATING OF SEVERAL MESOZOIC PLUTONS IN SOUTHEASTERN ZHEJIANG PROVINCE

Chen Jiangfeng Zhou Taixi Yin Chunsheng
(*Department of Earth and Space Sciences, China University of Science
and Technology, Hefei, 230026*)

K. A. Foland

(*Department of Geology and Mineralogy, The Ohio State University, Columbus, OH 43210, USA*)

Key words: ^{40}Ar - ^{39}Ar dating, Acidic and intermediate intrusion, South-eastern Zhejiang

Abstract

Several Mesozoic Yanshanian plutons of intermediate and acidic compositions in southeastern Zhejiang Province were dated using ^{40}Ar - ^{39}Ar technique. The age of Lianglong composite intrusion composed of quartz diorite and monzogranite is about 101 Ma. Longwangtang intrusion composed of biotite granite and potassium-feldspar granite is about 110 Ma old. Shantouzheng quartz diorite is 108 Ma and Honggong quartz syenite is 124 Ma old. All these plutons intruded into a volcanic sequence and are younger than the volcanics. The ages of these intrusions are equivalent to a fast sea-floor spreading period for the Pacific Ocean during early Cretaceous.