

新疆东昆仑野牛泉石英闪长岩与英安斑岩的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素年龄

郝 杰,¹ 刘小汉,¹ 桑海清²

(1.中国科学院地质与地球物理研究所 岩石圈构造演化重点实验室,北京 100029;

2.中国科学院地质与地球物理研究所 氩-氩同位素实验室,北京 100029)

摘要:对出露在新疆东昆仑落雁山—阿尔喀山一带闪长岩—花岗闪长岩带中的野牛泉石英闪长岩中的角闪石和次火山岩英安斑岩中的黑云母2种单矿物进行 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素定年,分别获得角闪石(219 ± 1.4 Ma坪年龄和(220 ± 11) Ma等时年龄,黑云母(218.59 ± 0.94 Ma坪年龄和(226 ± 11) Ma等时年龄,证实它们形成于晚三叠世。由于它们具有弧侵入体的岩石学和地球化学特征,因此该年龄的确定对于以木孜塔格—鲸鱼湖蛇绿混杂带为标志的南昆仑造山带构造演化研究具有重要意义。

关键词:新疆东昆仑;野牛泉;石英闪长岩;英安斑岩; $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄;晚三叠世

中图分类号: P588.12, P597+.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-255X(2003)03-0165-05

新疆东昆仑地区是一个无人区,野外考察条件十分恶劣,区域地质研究基础较薄弱,特别是一些重要地质体的同位素年代学工作非常缺乏。

野牛泉石英闪长岩体和英安斑岩出露在阿其克库勒湖盆地南侧的野牛泉一带,属于落雁山—阿尔喀山闪长岩—花岗闪长岩带中的一个小型岩体和浅成岩脉(次火山岩),侵位在二叠系之中(图1)。由于在野牛泉岩体与围岩的接触带和岩体的内部发现了原生金矿(且未县黄金局称之为“野牛泉金矿”,目前由青海民工承包开采),所以岩体被揭露出许多新鲜露头,适于野外地质观测和样品采集。基于这一原因,笔者选择了该岩体作为落雁山—阿尔喀山闪长岩—花岗闪长岩带研究的重点。

野牛泉位于阿其克库勒湖SWW方向大约70 km的月牙河谷的东侧(民采金矿的选矿场设在这里),而“野牛泉石英闪长岩体和英安斑岩”出露在野牛泉正东方向大约10 km处的山脊上($36^{\circ}54.767'\text{N}$, 88°

$02^{\circ}03'\text{E}$, 海拔4 770~4 780 m)。由于岩体出露地区没有地名,因此本文采用“野牛泉”地名来命名该岩体。

在1:100万阿其克库勒湖幅地质图^①和《新疆维吾尔自治区区域地质志》^②中,前人根据岩体侵入的围岩地层为石炭系或二叠系,将该带出露的岩体的时代划为海西晚期。由于落雁山—阿尔喀山闪长岩—花岗闪长岩带位于木孜塔格—鲸鱼湖蛇绿混杂岩带北侧(图1),岩石地球化学特征显示它们形成于火山弧环境^③,因此准确地确定该岩带的形成时代对于研究以木孜塔格—鲸鱼湖蛇绿混杂岩带为标志的南昆仑造山带的形成及演化具有重要意义。

1 野牛泉石英闪长岩与英安斑岩的基本地质特征

岩体呈岩株状和脉状产出在下二叠统喀尔瓦组中。喀尔瓦组分布在阿尔喀山主脊一线,西起乌鲁克苏河上游,向东进入青海省境内,主要为一套海相碳

收稿日期:2002-11-05;修订日期:2002-12-18

科研项目:中国科学院知识创新项目(KZCX2-SW-119)资助课题研究成果。

作者简介:郝杰(1957-),男,博士,副研究员,从事造山带地质研究。

① 新疆地质局区域地质调查大队三分队.1:100万阿其克库勒湖地区地矿图及说明书.1982.

② 郝杰.昆仑山地质与构造演化.见:国家305项目96-915-07-01课题总结报告.2001.

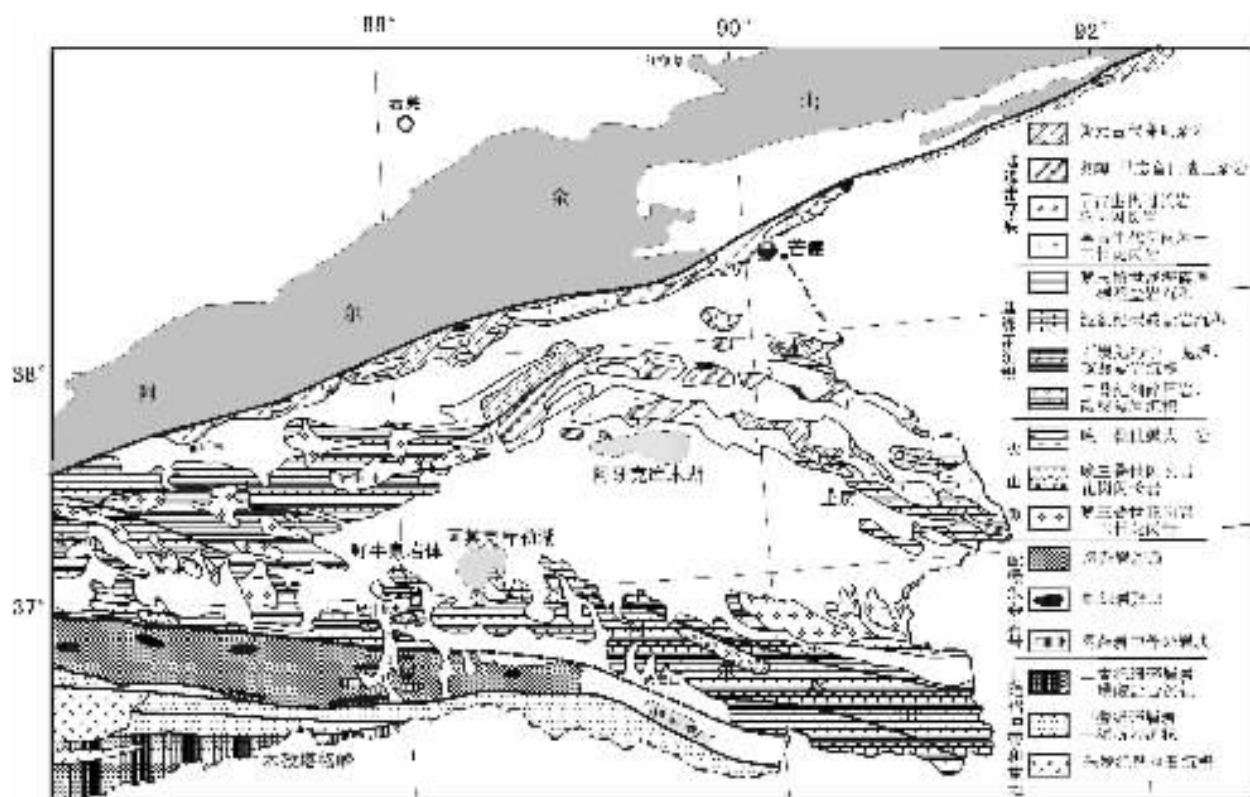


图1 新疆东昆仑地区地质-构造略图

Fig. 1 Geological-tectonic sketch map of the East Kunlun area, Xinjiang

酸盐岩和碎屑岩,含有丰富的鲕、腕足、瓣鳃、珊瑚化石,厚度约4600 m。该组地层沉积岩相变化较大,与下伏中泥盆统、石炭系和下二叠统碧云山组为沉积超覆不整合接触。在岩石组合中,灰绿色含砾长石岩屑砂岩、粉砂岩和泥页岩约占1/4。其中,含砾砂岩呈不等粒砂砾状结构,块状构造,砂、砾碎屑在岩石中约占65%,多呈次棱角状,显示近陆缘沉积特征。此外,作为扬子地区茅口组(阶)标志层的玫瑰色、浅红色厚层灰岩在该岩石组合中也有发育,而且岩石中所含的鲕、珊瑚、腕足、苔藓、头足等底栖动物群也全部为暖水型(扬子型),表明该地区在早二叠世时与扬子陆块具有一定的亲缘性。

1.1 野牛泉石英闪长岩

岩体呈岩株状,长轴方向呈EW向。岩体与围岩为侵入接触关系,侵入界线清楚,呈波状,并见有细小岩脉穿入围岩地层之中。在接触带发育着宽0.5~1.5 m,由绿泥石化、硅化和绢云母化构成的围岩蚀变带和由蚀变闪长岩构成的岩体蚀变带。由于有采金挖掘的采面,所以岩石露头非常新鲜。岩体没有明显变形构造,仅有数条SEE走向的脆性断层穿过

岩体,伴有金矿化。

岩石呈半自形粒状结构,块状构造,由斜长石、角闪石和石英以及副矿物、金属矿物组成。其中,角闪石为自形柱状和板柱状,属普通角闪石,短径为0.13~0.81 mm,长径为0.19~5.3 mm,含量约15%;斜长石为半自形状和自形板状以及柱粒状,周边可见钠长石化净边,其短径为0.13~0.14 mm,长径为0.15~1.40 mm,含量约63%;钾长石呈不规则状,为条纹长石,粒径0.8~1.2 mm,其中见有绿帘石包裹体,含量约5%;石英呈他形不规则状,充填于角闪石和斜长石孔隙间,具波状消光,粒径0.19~1.44 mm,含量约15%;副矿物有磷灰石、磁铁矿和少量榍石、锆石、黄铁矿等,含量约2%。

根据岩体产状和岩相特征判断,岩体被剥蚀程度较浅,岩石出露部分属岩体的顶部或上部。

1.2 野牛泉英安斑岩

岩体呈脉状(宽约200 m)产出,走向NEE。岩石为斑状结构,块状构造。斑晶有斜长石、黑云母和角闪石,约占45%。其中,斜长石为自形板状,具环带状和净边结构,粒径0.15~1.50 mm,含量约30%;黑云母

自形板状或鳞片状 ,粒径0.10~1.70 mm ,含量约10% ;角闪石自形、半自形粒状、柱状 ,粒径0.11~2.14 mm ,含量约5%。基质为显微结构 ,主要由等轴或近似等轴状的斜长石组成 ,可见黑云母和角闪石以及少量的石英和微量的磷灰石、榍石等。

岩石的岩石学和地球化学特征显示它们形成于火山弧构造背景^①。

2 实验方法与结果

为了确定野牛泉火山弧的发育时代 ,笔者从野牛泉石英闪长岩中采取的样品(HJ-KL2000-06-1)和英安斑岩中采取的样品(HJ-KL2000-06-2)中分别选出角闪石和黑云母2种单矿物 ,粒度分别为0.15~0.20 mm和0.20~0.35 mm ,纯度在98%以上。样品在中国科学院地质与地球物理研究所氦-氦实验室分析。

2.1 实验方法

样品处理 : 将样品与用于K、Ca、Cl诱发同位素校正的K₂SO₄、CaF₂、KCl和标准样品按一定要求包装好 ,封入特制的反应罐中 ,在中国科学院原子能研究所49-2反应堆进行快中子照射59 h20 min ,积分中子通量为1.42×10¹⁸(n/cm²)。用于中子通量监测的标准样品是法国B600黑云母和中国ZBH-25黑云母 ,其年龄值分别为322 Ma和132.7 Ma。

⁴⁰Ar/³⁹Ar阶段加热分析及数据处理 :照射过的样品置于RGA-10质谱计与析Ar仪联合系统中进行⁴⁰Ar/³⁹Ar阶段加热实验。在6.67×10⁻⁵Pa静态真空

中 ,用高频感应加热熔样。熔样温度分别从800℃和700℃至1500℃。因为对Ar同位素要做封闭温度的计算 ,熔样温度比常规分析有所加密 ,每个加热点保持20 min。释出气体经氧化铜、5×10⁻¹⁰m分子筛和海绵钛纯化掉活性气体 ,最后将惰性气体Ar直接进入RGA-10质谱计做静态Ar同位素质谱计分析。RGA-10质谱计的灵敏度为3.2×10⁻⁶A/Pa(相当于7.10×10⁻¹⁵mol/mV) ,质谱分析室静态真空为7×10⁻⁷Pa。一般测量6组Ar同位素质谱峰 ,除测量³⁶Ar、³⁷Ar、³⁸Ar、³⁹Ar、⁴⁰Ar外 ,还对m/e=35和41分别进行监测 ,前者用于检验气体中是否有Cl的干扰 ,后者用来判断气体中是否有残留的碳氢化合物。

用峰顶值减去前后基线的平均值获得Ar同位素峰值数据 ,然后对峰值数据进行记忆效应、分馏效应、本底和K、Ca、Cl诱发同位素校正以及³⁷Ar放射性衰变校正。实验室测定的校正因子为 (⁴⁰Ar/³⁶Ar)_l=294.1 (³⁶Ar/³⁷Ar)_l=2.64×10⁻⁴ , (⁴⁰Ar/³⁹Ar)_l=3.05×10⁻² , (³⁹Ar/³⁷Ar)_l=6.87×10⁻⁴ , (³⁸Ar/³⁹Ar)_l=0.01 , (³⁷Ar/³⁸Ar)_l=3.81×10⁻⁵ (³⁸Ar/³⁶Ar)_l=0.1869 (³⁶Ar/³⁸Ar)_l为时间的函数 ,本次实验采用值为4.35×10⁻⁴ ,³⁷Ar伴衰期取35.1 d。⁴⁰K衰变常数为5.543×10⁻¹⁰/a。⁴⁰Ar* /³⁹Ar比值、视年龄、坪年龄和等时年龄是用王松山等^[2,3]发表的公式计算的。

2.2 实验结果

角闪石⁴⁰Ar/³⁹Ar年龄谱、坪年龄和等时年龄 :角闪石(HJ-KL2000-06-1)分10个加热点 ,析Ar (表1)。其中 ,从1 200℃至1 500℃ 4个加热阶段 ,⁴⁰Ar/

表 1 新疆东昆仑野牛泉石英闪长岩(HJ - KL2000 - 06 - 1)角闪石⁴⁰Ar/³⁹Ar 阶段升温测年数据
Table 1 ⁴⁰Ar - ³⁹Ar step heating dating of hornblende from the Yeniuquan quartz diorite
(HJ - KL2000 - 06 - 1) ,East Kunlun , Xinjiang

温度/℃	(⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar) _m	(³⁶ Ar/ ³⁹ Ar) _m	(³⁷ Ar/ ³⁹ Ar) _m	(⁴⁰ Ar _放 / ³⁹ Ar _k) _m	³⁹ Ar/10 ⁻⁸ ccSTP	³⁹ Ar/ %	年龄/Ma	误差/Ma
800	48.0367	0.150968	14.98899	4.5378	0.015	0.20	83.7	53.5
900	13.5759	0.022240	1.01919	7.0773	0.119	1.60	128.9	6.9
1000	10.4215	0.011133	1.33986	7.2297	0.313	4.22	131.6	2.4
1050	12.1330	0.015027	2.73977	7.8991	0.161	2.17	143.3	5.7
1100	12.6190	0.011907	5.78047	9.5499	0.186	2.51	171.9	3.8
1150	13.0167	0.010701	9.81813	10.6297	0.579	7.82	190.4	4.9
1200	12.9461	0.004958	10.67042	12.3385	3.367	45.45	219.2	2.1
1250	13.6079	0.008862	13.33676	12.0591	0.924	12.48	214.5	2.9
1300	13.4409	0.006608	12.05149	12.4584	1.629	21.99	221.2	2.4
1500	21.3752	0.033113	13.24800	12.6596	0.115	1.56	224.5	6.7

注 :样品重量为0.2195g ,照射参数J=0.010469

① 郝杰. 昆仑山地质与构造演化. 见 :国家 305 项目 96-915-07-01 课题总结报告.2001.

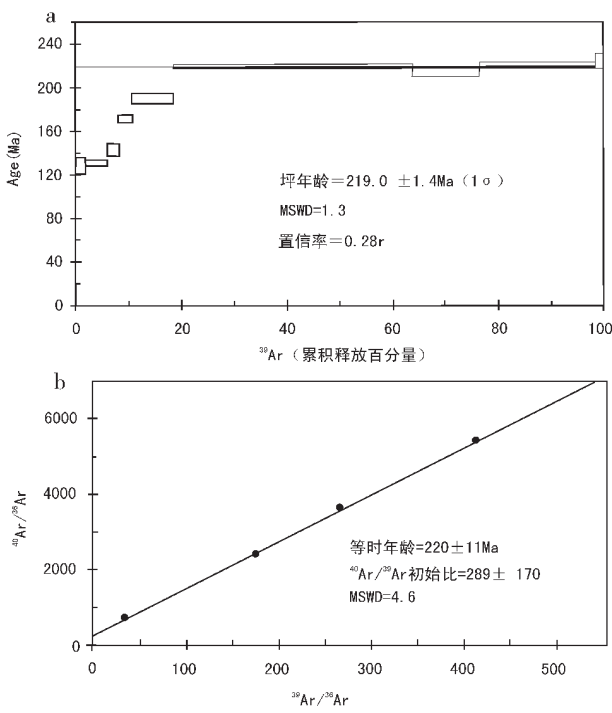


图2 新疆东昆仑野牛泉石英闪长岩(HJ-KL2000-06-1)角闪石⁴⁰Ar/³⁹Ar年龄谱(a)和等时线(b)
Fig. 2 ⁴⁰Ar-³⁹Ar step heating age spectrum (a) and isochron (b) diagram of hornblende from the Yeniuquan quartz diorite (HJ-KL2000-06-1), East Kunlun, Xinjiang

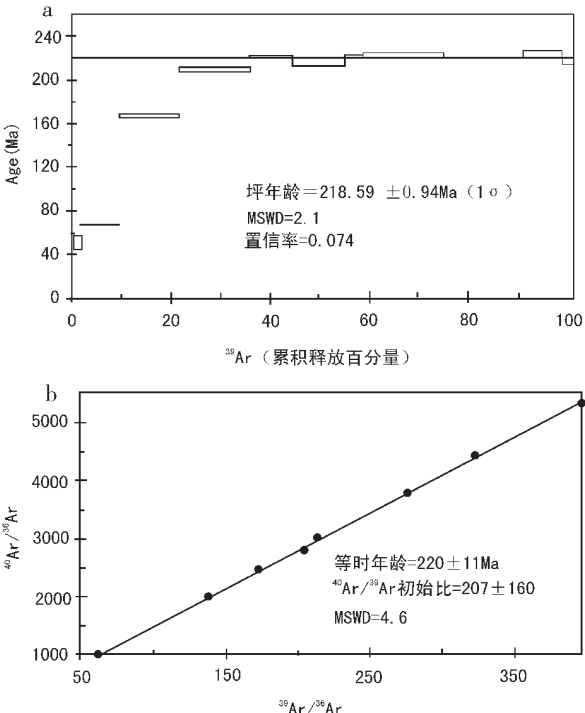


图3 新疆东昆仑野牛泉英安斑岩(HJ-KL2000-06-02)黑云母⁴⁰Ar/³⁹Ar年龄谱(a)和等时线(b)
Fig. 3 ⁴⁰Ar-³⁹Ar step heating age spectrum (a) and isochron (b) diagram of biotite from the Yeniuquan dacite-porphry (HJ-KL2000-06-2), East Kunlun, Xinjiang

³⁹Ar比值趋于稳定,年龄谱线较为平坦,³⁹Ar析出量占81.5%。由这4个视年龄构成的坪年龄为(219±1.4)Ma(图2-a),与坪对应的数据给出的等时年龄为(220±11)Ma(图2-b)。坪年龄和等时年龄十分接近,证实角闪石坪年龄准确可靠。

黑云母⁴⁰Ar/³⁹Ar年龄谱、坪年龄和等时年龄:黑云母(HJ-KL2000-06-2)分10个加热点,析Ar(表2)。根据950℃至1150℃5个加热阶段得到的视年龄计算出坪年龄为(218.59±0.94)Ma(图3-a),5个加热阶段的³⁹Ar析出量占总量的55%。从850℃至1500℃

表2 新疆东昆仑野牛泉英安斑岩(HJ-KL2000-06-2)黑云母⁴⁰Ar/³⁹Ar阶段升温测年数据
Table 2 ⁴⁰Ar-³⁹Ar step heating dating of biotite from the Yeniuquan dacite-porphry (HJ-KL2000-06-1), East Kunlun, Xinjiang

温度/℃	(⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar) _m	(³⁶ Ar/ ³⁹ Ar) _m	(³⁷ Ar/ ³⁹ Ar) _m	(⁴⁰ Ar _放 / ³⁹ Ar _k) _m	³⁹ Ar/10 ⁻⁸ ccSTP	³⁹ Ar/%	年龄/Ma	误差/Ma
700	168.9450	0.562537	0.54292	2.7503	0.865	1.77	50.6	6.1
800	14.7221	0.037570	0.40258	3.6451	3.871	7.93	66.7	0.8
850	13.8060	0.015166	0.14479	9.3310	5.840	11.97	166.1	1.6
900	13.9074	0.006503	0.08684	11.9879	7.108	14.57	210.7	2.0
950	13.5764	0.003626	0.03318	12.5029	4.206	8.62	219.2	2.1
1000	13.6180	0.004925	0.18980	12.1733	5.072	10.40	213.8	2.1
1050	14.2268	0.005803	0.10485	12.5158	1.898	3.89	219.4	2.2
1100	14.0621	0.004705	0.13285	12.6779	7.756	15.90	222.1	2.1
1150	13.5373	0.003643	0.12583	12.4661	7.894	16.18	218.6	2.1
1200	13.6585	0.003144	0.19685	12.7406	3.371	6.91	223.2	2.2
1500	14.4784	0.007408	0.57558	12.3312	0.910	1.87	216.4	2.9

注:样品重量为0.1102g,照射参数J=0.010335

得到的8个数据给出的等时年龄为 $(226\pm 11)\text{Ma}$ (图3-b),与坪年龄趋近一致,表明黑云母的坪年龄是可信的。

这里需要指出的是,样品的 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 初始比为 207 ± 160 ,有些偏低。其原因可能有3条:一是样品形成时可能记忆了原来的 ^{36}Ar ;二是实验系统中可能有 ^{36}Ar 微量本底的贡献;三是样品代表的地质体受到了后期的热事件影响,造成 ^{40}Ar 的丢失。根据野外地质特征分析,笔者认为,造成本样品 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 初始比偏低的主要原因可能是后期热事件。因为在该岩体附近发育一系列NE向的走滑断裂,它们可能形成于白垩纪至第三纪。

3 地质意义

由于野牛泉石英闪长岩和英安斑岩没有发生变形、变质作用,因此角闪石和黑云母的形成年龄基本可以代表岩体的形成时代,即岩体形成于晚三

叠世。这一年龄与刘红涛^[4]在祁漫塔格东南侧(图1)弧火山岩中获得的Rb/Sr全岩等时线年龄 $(208.05\pm 4.29)\text{Ma}$ 、 $(222.3\pm 2.30)\text{Ma}$ 非常一致,表明新疆东昆仑的阿其克—阿牙克地区在晚三叠世时发育了陆缘型的火山弧。

致谢:参加野外考察工作的还有李继亮、李曰俊、阎臻、俞良军、张为民、兰朝利、李金雁、曹京、周学君等,在此一并表示感谢!

参考文献:

- [1] 新疆维吾尔自治区地质矿产局. 新疆维吾尔自治区区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1993. 495.
- [2] 王松山. 应用49-2反应堆进行 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 定年及迁安曹庄群斜长角闪岩年龄谱的地质意义[J]. 岩石学报, 1985(3): 34~44.
- [3] 王松山. 氟对 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 定年的制约及数据处理[J]. 地质科学, 1992(4): 369~378.
- [4] 刘红涛. 祁漫塔格陆相火山岩—塔里木陆块南缘印支期活动大陆边缘岩石学证据[J]. 岩石学报, 2001, 17(3): 337~351.

Hornblende and biotite $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages of the Yeniuquan quartz diorite and dacite-porphyry in the East Kunlun orogenic belt, Xinjiang

HAO Jie, LIU Xiaohan, SANG Haiqing

(Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China)

Abstract: $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ dating on of hornblende from the Yeniuquan quartz-diorite and biotite from the Yeniuquan dacite-porphyry exposed in the diorite-granodiorite belt in the Luoyanshan-Arka Mountain area, East Kunlun Mountains, Xinjiang, gave a hornblende plateau age of $(219\pm 1.4)\text{Ma}$ and an isochron age of $(220\pm 11)\text{Ma}$ and a biotite plateau age of $(218.59\pm 0.94)\text{Ma}$ and an isochron age of $(226\pm 11)\text{Ma}$, indicating a Late Triassic age. As they have the petrological and geochemical characteristics of arc intrusions, the age determination is of great significance for the study of the tectonic evolution of the South Kunlun orogenic belt marked by the occurrence of the Muztag-Jingyuhu ophiolitic mélange belt.

Key words: East Kunlun, Xinjiang; Yeniuquan; quartz diorite; dacite-porphyry; $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age; Late Triassic