新疆阿拉套山花岗岩类高 ε_{Nd} 值的成因探讨*

周泰禧 陈江峰 李学明

(中国科学技术大学地球和空间科学系 合肥 230026)

(第三世界科学院中国科学技术大学地球科学和天文学高级研究中心 合肥 230026)

摘 要 新疆阿拉套山广泛出露的华力西期花岗岩类的一般岩石学和地球化学性质可与我国以及世界上大部分地区出露的花岗岩相类比，但其 $\varepsilon_{Nd}(t)$ 高，为 +2.2 — +3.2，其中一部分花岗岩的 $^{87}Sr/^{86}Sr(t)$ 也高，可达 0.715。这可能是壳幔物质 AFC 式混合的结果，也可能是准噶尔地块及其两缘特殊地质环境的反映。

关键词 Nd 同位素初始比值 花岗岩 新疆阿拉套山

Sm－Nd 和 Rb－Sr 同位素体系的地球化学性质决定了地球化学体系中 Nd 和 Sr 同位素初始比值呈反比。大部分花岗岩类源于富集的硅铝质地壳，其 $\varepsilon_{Sr}(t)$ 常为正，$\varepsilon_{Nd}(t)$ 常为负，因而其投影点在 $\varepsilon_{Nd}-\varepsilon_{Sr}$ 关系图上投在第四象限，也有少数花岗岩类的投影点投在第二象限（ε_{Sr} 为负，ε_{Nd} 为正）。但新疆阿拉套山的花岗质岩石，以其 ε_{Sr} 为正值，ε_{Nd} 亦为正值而有别于我国其它地区的花岗岩类，这种情况在世界上也并不多见。

天山山系的阿拉套山，位于新疆维吾尔自治区博尔塔拉蒙古自治州的北部，[illegible]北侧为哈萨克斯坦共和国。构造上处在巩乃斯板块东北缘（中国科学院登山科学考察队，1985）。华力西期，准噶尔洋壳板块沿博罗霍洛山缝合线（从阿拉套山东缘通过的艾比湖断裂是博罗霍洛山板块缝合线的北段）与巩乃斯陆壳板块碰撞、俯冲，在造山作用最后阶段形成了阿拉套山花岗岩带。

阿拉套山花岗岩带呈近东西向，分布区长约 160km 以上，主要由孔吾萨依、乌拉斯坦和喀孜别克— 查干浑迪三个大岩基及十余个岩株、小岩体构成，岩体出露面积在 700km^2 以上。按 Streckeisen (1976)的化学 － 矿物分类法，岩带主要岩性为碱长花岗岩、钾长花岗岩、二长花岗岩和花岗闪长岩。同位素地质年龄测定表明，侵位发生在 306 — 267Ma 间，为石炭纪产物（陈江峰等，1994）。

1 阿拉套山花岗岩类的岩石学、地球化学性质

阿拉套山花岗岩类的一般岩石学、地球化学特征已有论述[1]（周泰禧等，1994），现

* 国家自然科学基金资助项目。
周泰禧，男，1936 年 7 月出生，副教授，岩石学专业。
1994－01－29 收稿，1995－05－03 改回，陈辉编辑。

① 周泰禧，陈江峰，陈道公. 1988. 新疆阿拉套山花岗岩类及其含矿性研究. 国家三 ○ 五项目 IV－2－7 课题研究报告。

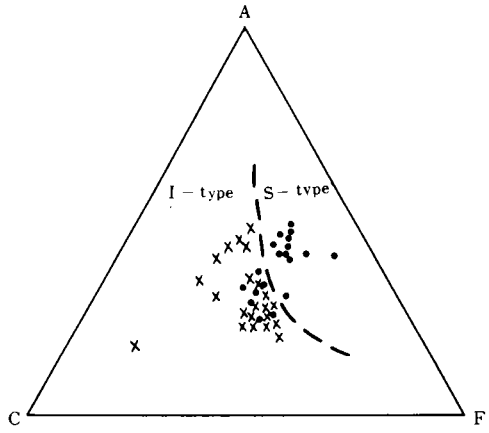

图 1 阿拉套山花岗岩类的ACF 图解

× 东部花岗岩类 · 西部花岗岩类

Fig.1 ACF plot of granites from Alatao Mountain

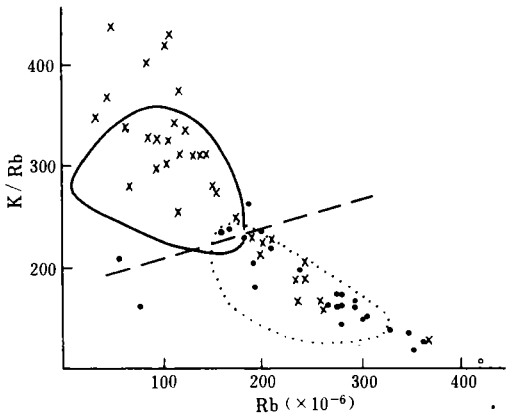

图2 阿拉套山花岗岩类的Rb－K/Rb 关系

× 东部花岗岩类 · 西部花岗岩类

图中还标出了俄罗斯滨海地区两类花岗岩的范围：实线为壳下花岗岩建造，点线为地壳花岗岩建造

Fig.2 Rb－K/Rb plot of granites from Alatao Mountain

表1 阿拉套山花岗岩类的一般地球化学性质

Table 1 Geochemical characteristics of granites from Alatao Mountain

	东部岩体	西部岩体
岩石组合	花岗闪长岩－二长花岗岩 与中酸性火山岩共生	以碱长花岗岩为主 缺少火山物质
矿物组合	普遍存在角闪石和黑云母 偶见榍石	普遍存在白云母偶 见石榴石
化学成分	相对高 CaO.MgO.FeO $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O+CaO)$ 分子比值为 0.9 — 1.1 CIPW 标准矿物刚玉 <1.0%	相对高 SiO_2 $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O+CaO)$ 分子比值为 1.0 — 1.25 CIPW 标准矿物刚玉 >1.0 %
同位素组成	$^{87}Sr/^{86}Sr$ (t)为 0.705 — 0.707 $\delta^{18}O$w.r. (‰)7 — 12 $^{207}Pb/^{204}Pb=15.0$ — 15.5 $^{206}Pb/^{204}Pb=18.0$ — 18.4	$^{87}Sr/^{86}Sr$ (t)为 0.708 — 0.715 $\delta^{18}O$w.r, (‰)12 — 14 $^{207}Pb/^{204}Pb=15.5$ — 15.6 $^{206}Pb/^{204}Pb=17.7$ — 18.4
矿化类型	弱矽卡岩型 Fe、Cu 矿化	云英岩型和脉型 W、Sn 矿化
相当的成因类型	I 型[1] 同熔型[2] 长江系列[3]	S 型[1] 改造型[2] 南岭系列[3]

① 据 Chappell and White，1974。② 据徐克勤等，1984。③ 据王联魁等，1984。

将这些性质归纳如表 1，其 ACF 图解见图 1。这些性质表明阿拉套山花岗岩的岩石学和一般地球化学性质完全可与我国东南两类不同成因和不同来源的花岗岩（徐克勤等，1984；王联魁等，1984）以及澳大利亚东南部 S 型和 I 型花岗岩（Chappell and White，(1974)相对比，阿拉套山花岗岩类的微量元素特征，如 K/Rb－Rb 关系（图 2）也与俄

罗斯远东地区花岗岩可对比，且指示阿拉套山东部花岗岩类来自壳下源区，西部花岗岩类来自地壳源区(Ставров и Столяров，1984)，简言之，靠近艾比湖古板块缝合线是I型花岗岩分布区，形成时代稍早，远离缝合线是S型花岗岩分布区，形成时代略晚，少数岩体分布于两者之间，性质上也具某些过渡特征。

2　阿拉套山花岗岩类的高ε_{Nd}值特征

对本区代表性岩体的5个样品和一个围岩样品进行了Sr、Nd同位素测定，数据列于表2，用大致年龄290Ma扣除放射成因Sr和Nd，分别求得Sr、Nd同位素初始比值，$(^{87}Sr/^{86}Sr)(t)=0.7045-0.7147$，$(^{143}Nd/^{144}Nd)(t)=0.51238-0.51243$，若用$\varepsilon$表示法，$\varepsilon_{Nd}(t)=+2.2-+3.2$。图3为阿拉套山花岗岩类的$\varepsilon_{Nd}(t)-\varepsilon_{Sr}(t)$关系图，数据点均投在第一象限，即$\varepsilon_{Nd}(t)$和$\varepsilon_{Sr}(t)$均为正值。

表2　阿拉套山花岗岩类Sr、Nd同位素测定结果

Table 2　Sr, Nd isotope results of granites from Alatao Mountain

岩体名称	孔吾萨依	乌拉斯坦	祖鲁洪	喀孜别克	查干浑迪	围岩(板岩)
样号	101	132	107	701	71	228
Rb ($\times10^{-6}$)	201.5	106.0	192.7	292.0	236.0	161.9
Sr ($\times10^{-6}$)	74.66	188.1	82.44	35.64	45.19	143.5
$^{87}Rb/^{86}Sr$	7.847	1.639	6.798	23.82	15.20	3.256
$^{87}Sr/^{86}Sr$ (0)	0.739137	0.711304	0.736309	0.813025	0.773310	0.72449
$^{87}Sr/^{86}Sr$ (t)	0.70676	0.70454	0.70826	0.71472	0.71057	0.71105
$\varepsilon_{Sr}(t)$	36.9	5.3	58.2	150.0	91.0	97.8
Sm ($\times10^{-6}$)	6.987	3.654	6.512	3.214	3.301	3.12
Nd ($\times10^{-6}$)	31.565	14.266	24.544	13.012	14.912	13.70
$^{147}Sm/^{144}Nd$	0.1339	0.1550	0.1605	0.1483	0.1341	0.1376
$^{143}Nd/^{144}Nd$ (0)	0.512662	0.512701	0.512732	0.512656	0.512643	0.512185
$^{143}Nd/^{144}Nd$ (t)	0.512408	0.512410	0.512427	0.512375	0.512388	0.51192
$\varepsilon_{Nd}(t)$	+2.8	+2.9	+3.2	+2.2	+2.4	−6.7

花岗岩样品由南京大学分析中心测定，围岩样品由宜昌地质矿产研究所测定。

这显然与我国和世界大多数地区的显生宙花岗岩的Nd、Sr同位素性质不同，例如我国东南和华南花岗岩、长江中下游和大别山区的中生代花岗岩(黄萱等，1986，1989；刘昌实等，1990；陈江峰等，1992；1993；周泰禧等，1995)、澳大利亚东南部古生代花岗岩(McCulloch and Chappell，1982)、美国西南部花岗岩(Farmer and DePaolo，1983)等，$\varepsilon_{Nd}(t)$和$\varepsilon_{Sr}(t)$都大致呈反相关关系，数据点主要投在$\varepsilon_{Nd}(t)$为负、$\varepsilon_{Sr}(t)$为正的第四象限，反映富集的大陆地壳在这些花岗岩形成过程中起的主要作用。也有少数地区的花岗岩具有正的ε_{Nd}值，如澳大利亚新英格兰岩基的I型和S型花岗岩的$\varepsilon_{Nd}(t)$分别为约+6—−2和+2—−1(DePaolo，1988)，美国西南部大盆地区域中生代和第三纪花岗岩中少数花岗岩也具有正的$\varepsilon_{Nd}(t)$值，可高达+8左右(Farmer and DePaolo，1983)，这些高$\varepsilon_{Nd}(t)$花岗岩都具有负的$\varepsilon_{Sr}(t)$值，数据点都投在第二象限，这种$\varepsilon_{Nd}(t)$和$\varepsilon_{Sr}(t)$之间的负相关关系常用幔壳物质两端元混合来解释(如：黄萱等，1986；

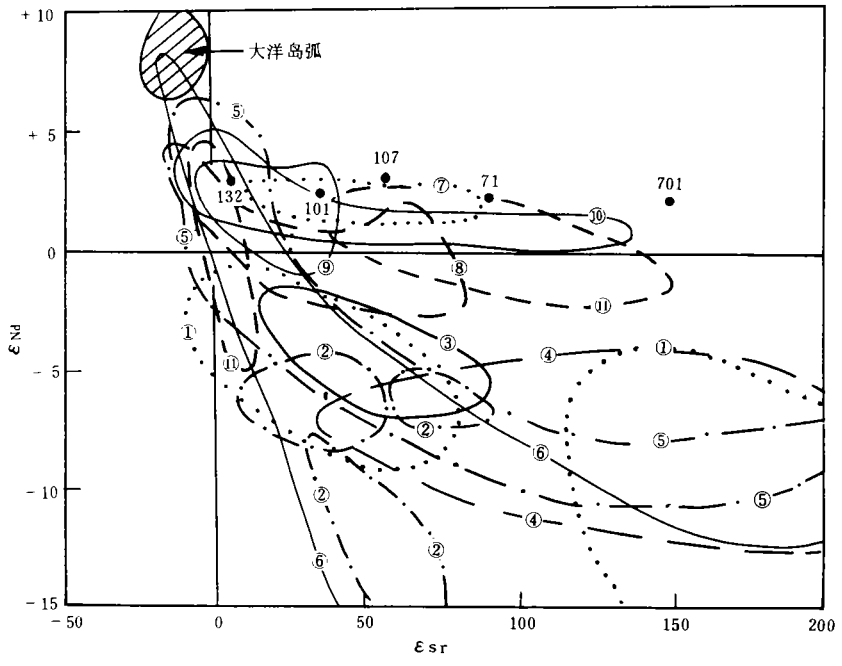

图 3 阿拉套山花岗岩的$\varepsilon_{Nd}-\varepsilon_{Sr}$关系及其与世界各地花岗岩的对比

黑圆点与编号为阿拉套山花岗岩，其它曲线为我国和世界各地显生宙花岗岩的$\varepsilon_{Nd}-\varepsilon_{Sr}$范围：1. 华南同熔型和陆壳改造型花岗岩（刘昌实等，1990）；2. 浙东、长江中下游和江南的中生代花岗岩（陈江峰等，1992；1993）；3. 福建省白垩纪花岗岩（黄萱等，1986）；4. 华南古生代花岗岩（黄萱等，1989）；5. 澳大利亚东南部古生代花岗岩（McCulloch and Chappell，1982）；6. 美国西南部中生代和第三纪花岗岩（Farmer and DePaolo，1983）；7. 加拿大魁北克地区环状杂岩体（Chen et al.，1994）；8. 美国东北部新英格兰地区中生代花岗岩（Foland and Allen，1991）；9. 奥斯陆地堑的中酸性火山岩（Jacobsen et al.，1978）；10. 美国东南部 Mt. Taylor 火山中心（Perry et al.，1987）；11. 新疆阿尔泰花岗岩（王中刚等，1990）

Fig.3 A $\varepsilon_{Nd}(t)$ vs. $\varepsilon_{Sr}(t)$ plot of granites from Alatao Mountain and fields for granites from other localities of the world

McCulloch and Chappell，1982；Farmer and DePaolo，1983）。袁忠信和张宗清（1992）在研究我国南岭花岗岩类时，曾发现广西南部的清湖二长岩体具有正的$\varepsilon_{Nd}(t)$值，它是否也属此类，尚需进一步研究。与阿拉套山花岗岩类一样既有正的$\varepsilon_{Nd}(t)$，同时又有正$\varepsilon_{Sr}(t)$的花岗质岩石和中酸性火山岩仅在世界上很少几个地区出现，如美国西南部 Mt. Taylor 火山中心的酸性火山岩（Perry et al.，1987），瑞典奥斯陆地堑区的中酸性火山岩（Jacobsen et al.，1978），美国东北部新英格兰地区的非造山花岗岩（Foland and Allen，1991）和加拿大魁北克地区与碱性辉长岩共生的环状杂岩体中的碱性正长岩和石英正长岩（Chen et al.，1994）。在我国，除个别地点［如江西银山中生代英安岩的$\varepsilon_{Nd}(t)=+0.7$，$^{87}Sr/^{86}Sr(t)$为 0.7060］以外，成带分布的，ε_{Nd}值为正值的显生宙花岗岩则很少见到报道。

3　高$\varepsilon_{Nd}(t)$、高$\varepsilon_{Sr}(t)$花岗岩的成因讨论

3.1　区域特征

高$\varepsilon_{Nd}(t)$、高$\varepsilon_{Sr}(t)$花岗岩产出于若干特定地区，这些地区在花岗质岩石形成时都表现出拉张的构造环境，且这类岩石常与基性岩浆岩共生，如上文提及的加拿大魁北克—美国新英格兰碱性岩浆省(Chen et al., 1994; Foland and Allen, 1991; Foland et al., 1988)，美国西南部 Mt. Taylor 火山中心(Perry et al., 1987)和瑞典奥斯陆地堑区(Jacobsen and Wasserburg, 1978)等都是如此。

高$\varepsilon_{Nd}(t)$值不仅是阿拉套山花岗岩类的特点，也是准噶尔板块及其南北缘的一些显生宙花岗岩的特点，如王中刚等[1]所测阿尔泰花岗岩的$\varepsilon_{Nd}(t)$为 -5.3—约 $+5$，相应的$\varepsilon_{Sr}(t)$为 -4— $+146$；胡霭琴等[2]所测东准噶尔和西准噶尔的古生代花岗岩，$\varepsilon_{Nd}(t)$为 -1.8— $+6.3$。但中天山东段晚前寒武纪和古生代花岗岩则不同，其$\varepsilon_{Nd}(t)$多为负值，在 0— -8 之间，只有一个岩体(沙龙东侧)$\varepsilon_{Nd}(t)$为 $+2.4$ 和 $+2.7$，$^{87}Sr/^{86}Sr(t)$为 0.7037 和 0.7039(王银喜等，1991)。因此，可以说高$\varepsilon_{Ns}(t)$、$\varepsilon_{Sr}(t)$是准噶尔板块及其邻区花岗岩类的特征。这种区域性特征，或者反映花岗岩来源物质的特殊性，即源区为不成熟的地壳物质，或者是花岗岩形成过程中壳幔物质相互作用的特殊方式。

3.2　AFC 混合

阿拉套山花岗岩的高$\varepsilon_{Nd}(t)$反映地幔的贡献，某些花岗岩的高$\varepsilon_{Sr}(t)$反映地壳物质的贡献，整个花岗岩带则代表壳幔混合的结果。

1) 世界上最典型的高$\varepsilon_{Nd}(t)$、$\varepsilon_{Sr}(t)$花岗岩和中酸性火山岩的成因都是用 AFC 模式(即同化混染和结晶分异同时作用)来解释的，如美国东北部和加拿大魁北克省(Chen et al., 1994; Foland and Allen, 1991)，美国西南部 Mt. Taylor 和 Woods Mountain 火山中心以及奥斯陆地堑区(DePaolo, 1988)。

2) 麻粒岩模型或安山岩模型下地壳的$\varepsilon_{Sr}(t)$很低(Johnson, 1989)，若以胡霭琴等(1990)给出的温泉地区 3 个元古代角闪岩作为中地壳的代表，其$\varepsilon_{Nd}(290Ma)$约为 -1— -8，以阿拉套山花岗岩的直接围岩泥盆系板岩(228 样品)为上地壳样品的代表，其$\varepsilon_{Nd}(290Ma)$为 -6.7，在$\varepsilon_{Nd}(t)-\varepsilon_{Sr}(t)$图解中(图 4)，阿拉套山花岗岩的数据点构成的趋势不直接指向地壳端元。

3) 阿拉套山花岗岩类样品随$\varepsilon_{Sr}(t)$增加，Sr 含量减少，特别是 701 和 71 号样品的 Sr 仅 35×10^{-6}和 45×10^{-6}，远低于大多数地壳岩石的值，因而这是简单混合模型所难以解释的，但恰是 AFC 式混合的特征之一(James, 1981; DePaolo, 1981)。

鉴于上述三点，我们认为阿拉套山花岗岩类也可能由 AFC 式壳幔物质相互作用而形成，并且试粗略地对这一过程作定量估计。

---

[1] 王中刚等. 1990. 阿尔泰花岗岩类及其与成矿关系的研究. 国家三〇五项目 1－6 课题研究报告。

[2] 胡霭琴等. 1990. 新疆北部主要地质事件同位素年代学研究. 国家三〇五项目研究报告。

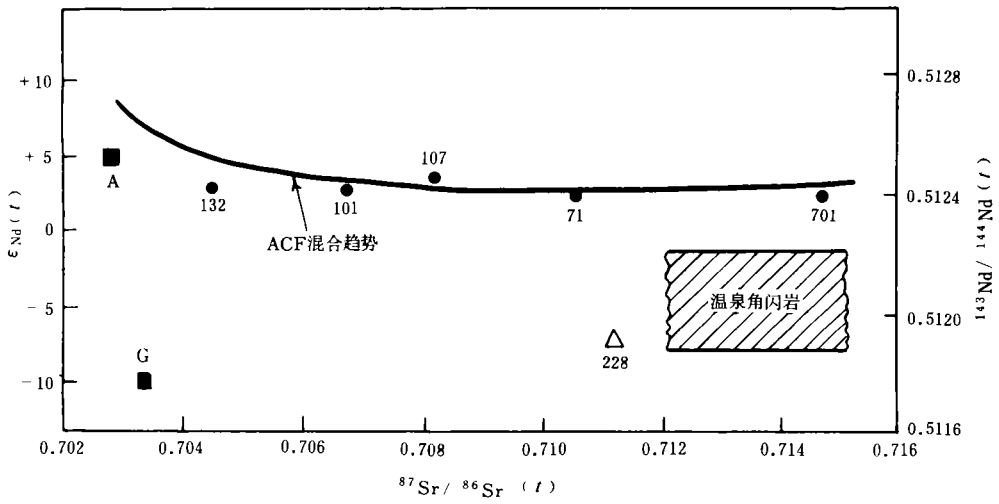

图 4 阿拉套山花岗岩类的Nd、Sr 同位素关系和 AFC混合
A 和 G 分别指安山岩模型和麻粒岩模型的下地壳

Fig.4 $\varepsilon_{Nd}(t)-\varepsilon_{Sr}(t)$ plot of Alatao granites with AFC trajectory

设幔源岩浆端元大体与 MORB 型亏损地幔相当，Sr 为 500×10^{-6}，Nd 为 20×10^{-6}，$^{87}Sr/^{86}Sr=0.703$，$^{143}Nd/^{144}Nd=0.51270$，由温泉地区角闪岩和泥盆系围岩分析值可知二者 $\varepsilon_{Nd}(t)$相差不大，但 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 显然应高于现有 228 样品的分析值才能适应本地区样品构成的趋势，故近似地取地壳端元成分为：$Sr=100\times10^{-6}$，$Nd=20\times10^{-6}$，$^{87}Sr/^{86}Sr=0.730$，$^{143}Nd/^{144}Nd=0.5115$，假定 AFC 过程发生在地壳浅部，同化混染和结晶分异量比为 1:3，对花岗岩而言，选择分配系数 $D_{Sr}=2(1)$和 $D_{Nd}=0.1$ 是大致合理的，按照 DePaolo (1981)的公式，模拟计算的结果(图 4)与实测结果吻合很好，这不仅表明作模拟计算时假定的参数大致合理，还表明阿拉套山花岗岩类的 Sr、Nd 同位素结果的确是 AFC 混合过程形成的，即这些花岗岩类是由幔源岩浆通过混染地壳围岩并同时结晶分异而形成。另外，通过对本区泥盆系、石炭系地层中玄武岩夹层 ($Sr=625\times10^{-6}$—355×10^{-6}，$Nd=31$ — 27×10^{-6}，$^{87}Sr/^{86}Sr=0.701$ — 0.703)和本区变质基底岩石 ($Sr=689\times10^{-6}$，$Nd=25\times10^{-6}$，$^{87}Sr/^{86}Sr=0.7085$)的测定结果，也表明在 AFC 模型拟合中参数选择是大致合理的。

当然 AFC 拟合尚有不足之处，如 Nd 含量拟合不理想，表明花岗岩类形成过程中的复杂性，例如副矿物的结晶分异可导致 Nd 含量的变化，这些细节已不是本文所能概括的了。

3.3 其它可能的成因

在研究的现阶段，不能排除阿拉套山花岗岩类还可能通过其它途径形成，例如地幔物质和一种才从地幔分异出来不久的新生地壳物质 [因而 $\varepsilon_{Nd}(t)$为地幔值] 相混合而形成，胡霭琴等 (1990)分析的两个西准噶尔的下奥陶统凝灰岩的 ε_{Nd} (290Ma)分别为 +5.3 和 −4.9，前者就有高 ε_{Nd} 值，但这类高 ε_{Nd} 值的岩石在阿拉套山地区并未出露，因此，

虽不能排除这种成因的可能，但这种可能毕竟很小。

蛇绿岩由于海水的蚀变，可具有 $\varepsilon_{Nd}(t)$为正，$\varepsilon_{Sr}(t)$为正的特点，当其部分熔融形成花岗岩时，应继承同样的同位素特征。但海水蚀变在使 ε_{Sr} 值增加的同时，Na、Sr 含量也增加，这与本区花岗岩类的 $Sr-\varepsilon_{Sr}(t)$关系正好相反，本区花岗岩 Na 也不随 ε_{Sr} 增加而增加。因此，这种可能也很小。

4　结　论

阿拉套山花岗岩的地球化学性质具有双重特征，从岩石学和一般地球化学特征来看，它与我国和世界大多数地区的花岗岩一样，可以区分出两个类型，即 I 型和 S 型花岗岩，并各有相应的成矿专属性，但是这两种系列花岗岩的 $\varepsilon_{Nd}(t)$均为正值，似乎成岩过程中都有很多幔源物质参加，从某种意义上说，阿拉套山花岗岩类具有"I 型花岗岩和 S 型花岗岩的外表，高 $\varepsilon_{Nd}(t)$的实质"(涂光炽，个人交流)，我们认为这是由于形成的特殊过程所致，很可能是在地壳浅部，D_{Sr} 较大，而 D_{Nd} 很小的条件下的 AFC 混合的结果，而且它还反映出一种区域性的特征，至少准噶尔板块及其南北两缘的一些花岗岩是如此，因此，它也可能是特殊地质环境的反映。

致谢　本文成文过程中，得到涂光炽教授的亲切指导，满发胜，陈道公，吴守让和印春生等同志在野外采样中给予帮助和指导，在此一并致谢。

参　考　文　献

中国科学院登山科学考察队. 1985. 天山托木尔峰地区的地质与古生物. 乌鲁木齐：新疆人民出版社. 37 — 102.

王银喜，李惠民，陶仙聪，等. 1991. 中天山东段花岗岩类钕锶氧同位素及地壳形成年龄. 岩石学报，(3)：19 — 26.

王联魁，朱为方，张绍立，等. 1984. 华南地区来源不同的两种系列花岗岩与成矿探讨. 地质与勘探，**20**(11)：8 — 15.

王德滋，刘昌实，沈渭洲，等. 1993. 桐庐 I 型和相山 S 型两类碎斑火山岩对比. 岩石学报，**9**(1)：44 — 54.

刘昌实，朱金初，沈渭洲，等. 1990. 华南陆壳改造系列花岗岩类型划分和成岩物质来源. 地质学报，(1)：43 — 52.

陈江峰，周泰禧，李学明，等. 1992. 中国东南地区中生代岩浆岩的 Sr、Nd 同位素组成及其大地构造意义. 见：李继亮主编，中国东南海陆岩石圈结构与演化研究. 北京：中国科学技术出版社. 119 — 130.

陈江峰，周泰禧，李学明，等. 1993. 安徽南部燕山期中酸性侵入岩的源区锶、钕同位素制约. 地球化学，(3)：261 — 268.

陈江峰，陈道公，李学明，等. 1994. 新疆阿拉套山花岗岩类的 K－Ar 和 40Ar －39Ar 同位素定年. 岩石学报，**10**(2)：184 — 192.

周泰禧，陈江峰，张巽，等. 1994. 新疆阿拉套山花岗岩类的岩石化学. 地球科学，**19**(2)：149 — 156.

周泰禧，陈江峰，张巽，等. 1995. 北淮阳花岗岩— 正长岩带地球化学研究及其大地构造意义. 地质评论，**41**(2)：144 — 151.

徐克勤，孙鼐，王德滋，等. 1982. 华南花岗岩成因与成矿. 见：徐克勤，涂光炽主编，花岗岩地质和成矿关系. 南京：江苏科学技术出版社. 1 — 21.

袁忠信，张宗清. 1992. 南岭花岗岩类岩石 Sm、Nd 同位素特征及岩石成因探讨. 地质评论，**38**(1)：1 — 15.

黄萱，孙世华，DePaolo D J，等. 1986. 福建省白垩纪岩浆岩 Nd，Sr 同位素研究. 岩石学报，**2**(2)：50 — 63.

黄萱，DePaolo D J. 1989. 华南古生代花岗岩类Nd— Sr 同位素研究及华南基底. 岩石学报，**5**(1)：28 — 36.

Chappell B W, White A J R. 1974. Two contrasting granite types. Pacific Geol., **8**: 173 — 174.

Chen Jiangfeng, Henderson C M B, Foland K A. 1994. Open-system, sub-volcanic magmatic evolution: Constraints on the petrogenesis of the Mount Brome alkaline complex, Canada. J. Petrol. 35:1127 — 1153.

DePaolo D J. 1981. Trace element and isotopic effects of combined Wallrock assimilation and fractional crystallization. Earth Planet. Sci. Let., **53**: 189 — 202.

DePaolo D J. 1988. Nd isotope geochemistry: An introduction. Berlin: Springer-Verlag. 181.

Farmer G L, DePaolo D J. 1983. Origin of Mesozoic and Tertiary granite in the western US and implications for pre-Mesozoic crustal structure. I. Nd and Sr isotopic studies in the geocline of the northern Great Basin. J. Geophs. Res. 88: 3379 — 3401.

Foland K A, Chen Jiangfeng, Gilbert L A, et al. 1988. Nd and Sr isotopic signatures of Mesozoic plutons in northeastern North America. Geology, **16**: 684 — 687.

Foland K A, Allen J C. 1991. Magma sources for Mesozoic anorogenic granites of the White Mountain magma series, New England, USA. Contr. Mineral. Petrol, **109**: 195 — 211.

Jacobsen S B, Wasserburg G J. 1978. Nd and Sr isotopic study of the Permian Oslo Rift. US Geol. Surv. Open File Rep. 78 — 701: 194 — 196.

James D E. 1981. The combined use of oxygen and radiogenic isotopes as indicators of crustal contamination. Ann. Rev. Earth Planet. Sci. Let., **9**: 311 — 344.

Johson R W, (ed). 1989. Intraplate volcanism in eastern Australia and New Zealand. Cambridge: Cambridge Univ. press: 236.

McCulloch M T, Chappell B W. 1982. Nd isotopic Characteristics of S-and I-type granites. Earth Planet. Sci. Let., **58**: 51 — 64.

Perry F V, Baldridge W S, DePaolo D J. 1987. Role of asthenosphere and lithosphere in the genesis of Late Cenozoic basaltic rocks from the Rio Grande Rift and adjacent regions of the southwestern United States. J. Geophys. Res. **92**: 9193 — 9213.

Ставров О Д, Столяров И С. 1984. Вопросы расчленения позднемезозойских гранитоидов Приморья и их оловоносность. Геохимия. (3): 360 — 369.

ORIGIN OF HIGH $\varepsilon_{Nd}(t)$ GRANITES FROM ALATAO MOUNTAIN, XINJIANG

Zhou Taixi　Chen Jiangfeng　Li Xueming

(*Department of Earth and Space Sciences, University of Science and Technology of China, Hefei* 230026, *China Advanced Centre for Earth Sciences and Astronomy, University of Science and Technology of China, Third World Academy of Science, Hefei* 230026, *China*)

Abstract

Variscan granitic intrusions are widely outcropped in Alatao Mountain, Northwest Xinjiang. Petrologic and many geochemical characteristics of these granites are very similar to those of most granites of the world. But $\varepsilon_{Nd}(t)$ values of these granites are high, ranging from $+2.2$ to $+3.2$, meanwhile $\varepsilon_{Sr}(t)$ of some of these granites are also high, up to 150. Granitoids with both high $\varepsilon_{Nd}(t)$ and $\varepsilon_{Sr}(t)$ are rare in the world. As most hight $\varepsilon_{Nd}(t)$, hight $\varepsilon_{Sr}(t)$ granitoids, granites of the Alatao Mountain are formed by AFC processes and in a special (extensional and /or postorogenic) geological setting.

Key words　Initial Nd isotope ratio　Granite　Alatao Mountain　Xinjiang