

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

研究进展

山东蓬莱、临朐新生代碱性玄武岩的钕、锶同位素组成

支霞臣 陈道公

(中国科学技术大学地球和空间科学系, 合肥)

张宗清 王进辉

(中国地质科学院地质研究所, 北京)



本文报道了鲁东和鲁西新生代碱性玄武岩13个样品的Nd、Sr同位素组成, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.512967 - 0.512744$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.70349 - 0.70450$ 。它们在地质剖面上呈现规律性变化, 可能与其地幔源区同位素组成的层状分带有关。鲁西地幔源区具有较鲁东更加亏损的组份。两地地幔源区在演化中都曾发生过地幔交代(或富集)作用, 根据玄武岩Nd同位素模式年龄估计地幔交代作用发生的时间为0.45Ga。

关键词 钕同位素 锶同位素 碱性玄武岩 山东省

鲁东蓬莱-栖霞地区和鲁西临朐地区是山东省境内新生代碱性玄武岩的主要分布区。前者位于郯庐断裂带以东, 后者位于断裂带内及西侧。为了对比两地玄武岩地球化学特征和成因, 地幔源区的性质和过程, 我们在鲁东和鲁西选择了玄武岩的典型剖面, 作了比较系统的地球化学研究。笔者曾报道两地玄武岩的痕量元素地球化学^[1]。在此基础上开展同位素地球化学研究。本文报道现已获得的Nd、Sr同位素组成, 并讨论其地球化学意义。

1 地质背景和样品

鲁东玄武岩样品采自栖霞城郊大方山和蓬莱城郊五里桥至赤山剖面。后者由8层玄武质熔岩组成, 由下而上记为EP-1—EP-8, 分成两个喷发旋迴, 间以凝灰质含砾砂岩夹层, 位于EP-6和EP-7熔岩层之间, 剖面底部不整合于元古代粉子山群片麻岩之上。夹层之上的EP-6熔岩层含有丰富的幔源橄榄岩捕虏体和辉石等巨晶体, 但是在露头处寄主岩和包体都强烈风化, 难以采集到新鲜样品。栖霞大方山玄武岩含有幔源橄榄岩捕虏体, 寄主岩和包体都很新鲜, 但包体的个体较小。

鲁西玄武岩样品采自临朐县山旺村附近的鸪鹑山-角页山-小尧山剖面, 基性火山活动分成3个旋迴。第一旋迴在鸪鹑山北坡, 由10层熔岩构成, 由下而上记为CB-1—CB-10。熔岩大都含有幔源橄榄岩捕虏体。第二旋迴在角页山, 有2层熔岩, 下层(CJ-1)含有包体。第三旋迴

注: 本文系国家自然科学基金资助项目(编号49173167), 地质矿产部同位素地质开放实验室基金资助项目。
本文1993年5月收到, 1994年3月改回。郝粹国编辑。

在小尧山, 有 3 层熔岩, 底层 (CY-1) 含有包体, 顶层 (CY-3) 为次火山岩。一、二旋迴间有玄武质砂砾岩、硅藻土和粘土层, 二、三旋迴间有粘土层、页岩和玄武质砂砾岩夹层。

由主要氧化物含量, 采用 CIPW 方法计算岩石的标准矿物组成, 结合硅、碱含量, 区内玄武岩分为橄榄霞石岩、碧玄岩和碱性橄榄玄武岩等三类^[1] (表 1)。均属正常系列碱性玄武岩。

表 1 蓬莱、临朐玄武岩 Nd、Sr 同位素组成
Table 1 Nd and Sr isotopic compositions for basalts from
Penglai and Lingqu, Shandong Province, China

产地	样号	岩性	CIPW*		$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ($\pm 2\sigma$)	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ($\pm 2\sigma$)	
			Nc	Hy			
鲁东蓬莱、栖霞	栖霞大方山	EJ-1-w	橄榄霞石岩	26.6		0.704 05 \pm 5	0.512 853 \pm 10
	蓬莱五里桥至赤山剖面	EP-8	碧玄岩	12.6		0.704 07 \pm 3	0.512 865 \pm 7
		EP-5	碧玄岩	7.9		0.704 48 \pm 3	0.512 771 \pm 7
		EP-3	碱性橄榄玄武岩		14.5	0.703 93 \pm 9	0.512 845 \pm 13
	EP-2	碧玄岩	9.5		0.704 46 \pm 8		
鲁西临朐	鸪鹑山剖面	CB-2	碧玄岩	14.6		0.704 04 \pm 2	0.512 898 \pm 8
		CB-7	碱性橄榄玄武岩	6.8		0.704 00 \pm 1	0.512 849 \pm 7
		CB-8	碧玄岩	10.6		0.704 18 \pm 9	0.512 888 \pm 5
	角页山剖面	CJ-1	玄武岩	10.6		0.703 92 \pm 5	0.512 938 \pm 11
		CJ-2	碱性橄榄玄武岩	4.3		0.703 49 \pm 12	0.512 896 \pm 6
	小尧山剖面	CY-1	碧玄岩	9.6		0.703 51 \pm 2	0.512 967 \pm 13
CY-2		碱性橄榄玄武岩	5.3		0.704 41 \pm 5	0.512 750 \pm 10	
CY-3		碱性橄榄玄武岩	3.9		0.704 50 \pm 7	0.512 744 \pm 10	

* 引自文献[1]。

2 同位素测试和结果

已有主量和微量元素丰度数据的粉末样品, 在地矿部同位素地质开放实验室测定其 Nd、Sr 同位素组成。有关岩石样品的化学处理、Nd、Sr 化学分离和同位素比值质谱测定等技术细节参看文献^[2,3]。以 $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}=0.1194$ 和 $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.7219$, 分别作 Sr、Nd 同位素质量分馏校正, Sr 同位素标准样 NBS987 (SrCO_3) 测量值 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.71025 \pm 4$ (2σ), Nd 同位素标准样 J. M. Nd_2O_3 测量值 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.511125 \pm 10$ (2σ), 大陆玄武岩 BCR-1 测量值 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.512643 \pm 12$ (2σ)。本文样品的测定结果列于表 1。

文中样品 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.512744-0.512967$; $\epsilon_{\text{CHUR}}(\text{Nd})=2.1-6.4$; $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.70349-0.70450$; $\epsilon_{\text{SR}}(\text{Sr})=-17.9--3.5$ 。图 1 表示两区玄武岩 Nd、Sr 同位素组成的相关性, 图中还表示了大洋玄武岩同位素组成的范围以及大洋下地幔的各种端元, 如 DMM、PREMA、HIMU、EMI 和 EMII 等^[4]。

样品的 Nd、Sr 同位素组成分布在大洋玄武岩的范围内, 且集中在亏损地幔区域, 从 PREMA 型端元向 PM 展布。鲁东栖霞大方山含包体的橄榄霞石岩 (EJ-1-w) 和五里桥-赤山剖面的碧玄岩 (EP-8) 和碱性橄榄玄武岩 (EP-3), 三者具相似的同位素组成, $\epsilon_{\text{Nd}}=4.0-4.4$, $\epsilon_{\text{Sr}}=-11.6--9.6$ 。该剖面的另外两个样品 (EP-5 和 EP-2) 的 Sr 同位素组成相似, $\epsilon_{\text{Sr}}=-3.8-$

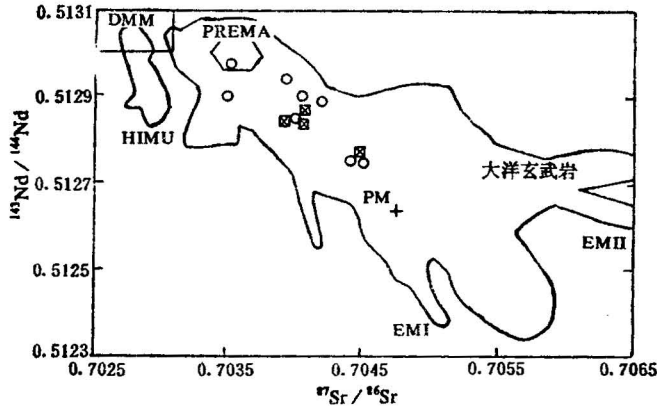


图 1 蓬莱、临朐玄武岩的Nd-Sr同位素组成

Fig.1 Nd and Sr isotopic compositions for basalts from Penglai and Lingqu, Shandong Province, China

DMM—亏损的洋中脊玄武岩地幔；HIMU—高 μ 值地幔；PREMA—流行地幔；EM I—富集地幔 I；EM II—富集地幔 II；PM—原始地幔；空心圆为临朐玄武岩；带叉方块为鲁东玄武岩；地幔端元成分和大洋玄武岩同位素组成等资料引自文献[6]。

DMM—Depleted MORB mantle; HIMU—high U/Pb; PREMA—Prevalent mantle; EM I—enriched mantle; EM II—enriched mantle; PM—Primitive mantle. Open circle, Lingqu basalt samples. Square with cross inside, Penglai basalt samples. Sr and Nd isotopic data of oceanic basalts and different mantle components are from reference[5].

-4.1, EP-5 的 $\epsilon_{\text{Nd}}=2.6$, 相对于前面 3 个样品, 它们的亏损程度变小, 更加接近于 PM 的组成。按层序由下而上, 该剖面玄武岩同位素组成的亏损程度由大而小, 形成两个旋迴。

鲁西鹁鸽山剖面的 3 个样品 (CB-2、7 和 8) 同位素组成相似, $\epsilon_{\text{Nd}}=4.1-5.1$, $\epsilon_{\text{Sr}}=-8.9-10.6$, 其中 CB-2 和 7 都含包体。角页山剖面的 2 个样品 (CJ-1 和 2) Nb 同位素组成相似, $\epsilon_{\text{Nd}}=5.0-5.9$, 但 Sr 同位素组成变化较大, $\epsilon_{\text{Sr}}=-11.8-17.9$ 。其中 CJ-1 含有包体, 较之 CJ-2 具较高的 ϵ_{Nd} 和 ϵ_{Sr} 。它们比鹁鸽山剖面的 3 个样品, Sr、Nd 同位素组成更加亏损。小尧山剖面的 3 个样品 (CY-1、2 和 3) 同位素组成变化较大, 包括了本文样品组的整个范围。其中含包体的碧玄岩 (CY-1) 是样品组中最亏损的, $\epsilon_{\text{Nd}}=6.4$, $\epsilon_{\text{Sr}}=-17.6$, 它与大洋玄武岩同位素体系中的 PREMA 地幔端元相似。CY-3 在样品组中亏损程度最小, $\epsilon_{\text{Nd}}=2.1$, $\epsilon_{\text{Sr}}=-3.5$, 最接近 PM。在鹁鸽山-角页山-小尧山剖面, 由下而上, 含包体玄武岩的同位素组成亏损程度增大, 以 CY-1 最为亏损, 再往上 CY-2 和 3 变得相对富化, 接近 PM。

3 讨论

3.1 地幔源区的不均一性

利用玄武岩样品推断其地幔源区的性质, 其中含有幔源橄榄岩捕虏体的碱性玄武岩倍受研究者的重视。通常认为它们代表了地幔部分熔融作用中形成的原始岩浆, 富含挥发份, 当熔体与源岩分离后, 快速上升, 通过岩石圈喷出地表。因而它与通道围岩的相互作用造成的影响最小, 且熔体在低压下发生结晶分异作用的可能性最小。熔体的同位素组成可以作为其地幔源区的最佳估计值。这个假设是本文讨论的重要基础。

鲁东大方山含包体的橄榄霞石岩 (EJ-1-W) 的 Nd、Sr 同位素组成, 代表其地幔源区的组

成。五里桥-赤山剖面的碧玄岩 (EP-6) 和碱性橄辉玄武岩 (EP-3) 的同位素组成与 EJ-1-W 相似, 也可以认为是其源区的组成。该剖面的碧玄岩 (EP-5 和 EP-2) 的同位素组成较上述 3 个样品相对富化, 它们是代表地幔源区的组成, 还是在开放条件下熔体或源区受混合作用影响的结果。依据玄武岩原始地幔标准化不相容元素模式^[6]分析, 认为它们也是地幔源区的组成 (图 2)。

样品 EP-8、EP-5 和 EP-2 的不相容元素丰度模式 (图 2a), 除了 K、Ba、Rb 外, 形状大体相似。在不相容性较小的元素段 (Lu-Ti), 3 个样品几乎完全重合。在不相容性中等至大的元素段 (Eu-Rb), EP-2 和 EP-5 两者几乎完全重合, 仅前者的 Rb、K 丰度较后者的低, 它很可能是后岩浆期作用 (如表生风化作用) 造成的^[1]。而 EP-8 和 EP-5 丰度模式形状相似, 呈亚平行, 但前者的 Rb、K 丰度较后者的低。前者的 Ba 丰度也相对偏低, 如 Nb/Ba=0.17, 而 EP-5 的 Nb/Ba=0.12, 这些差异主要是后岩浆期作用造成的。从整体上看, 不相容中等至大的元素丰度 EP-8 较 EP-5 要高, 这是由形成熔体时地幔源区部分熔融程度的差异造成的^[1]。总之, 在 EP-5 和 EP-2 的不相容元素丰度模式中, 不存在因开放条件下发生过混合作用的明显证据, 从而认为它们的同位素组成也是其地幔源区组成的表征。所以在五里桥至赤山剖面上, 玄武岩样品同位素组成的差异, 是它们的地幔源区同位素组成不均一性的体现。

同样, 小尧山剖面的 CY-2 和 CY-1 的不相容元素丰度模式 (图 2b) 形状相似, 呈亚平行状。其中仅 CY-2 的 Rb 丰度相对偏低, 如 Nb/Rb=2.2 (CY-1), Nb/Rb=3.3 (CY-2)。在 CY-2 的不相容元素丰度模式中, 不存在开放条件下发生过化学成分混合的明显证据, 从而认为它的同位素组成是其地幔源区组成的反映。CY-3 的不相容元素丰度模式与前两者相比较, 差异明显。与 CY-2 相比, 虽然两者有不少元素丰度几乎相同, 但 CY-3 的 Rb、K、Sr 丰度明显增高, 使其 Nb/Rb=1.5, K 成了丰度模式曲线的顶峰, Sr 成了次高峰。这种现象很可能暗示在岩浆期曾发生过外来物质的混染。因而 CY-3 的同位素组成不能肯定是其源区组成的反

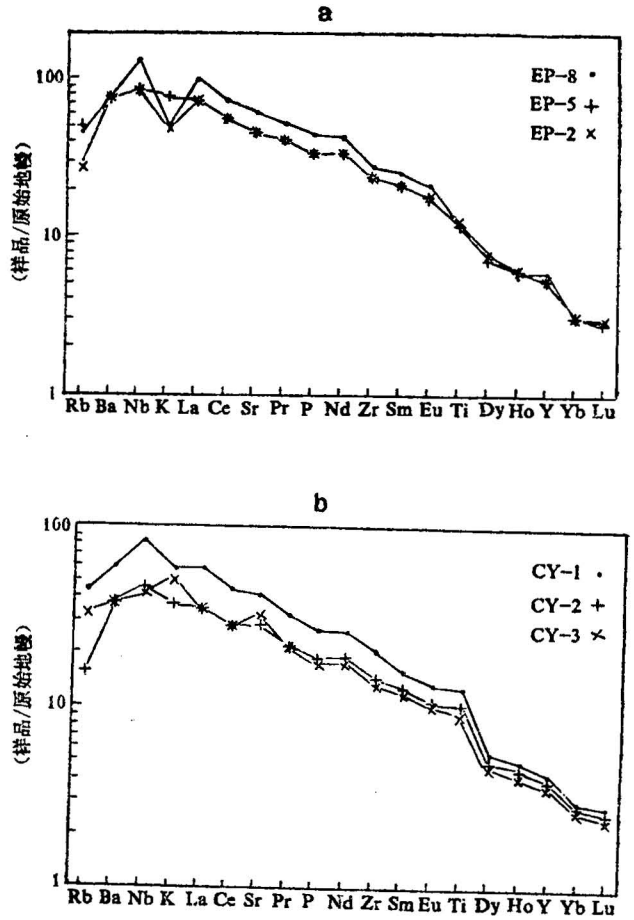


图 2 五里桥-赤山剖面 (a) 与小尧山剖面 (b) 玄武岩的原始地幔标准化不相容元素丰度模式

Fig. 2 Primitive mantle normalized abundance patterns for incompatible elements in basalts from Wuligiao-Chishan section (a) and Xiaoyaoshan section (B), Shandong Province, China

样品的不相容元素丰度数据引自文献[1], 原始地幔标准化值引自文献[6]。

Incompatible elements data of samples are from reference[1]. Primitive mantle normalization factors are from reference[6].

样品的不相容元素丰度数据引自文献[1], 原始地幔标准化值引自文献[6]。Incompatible elements data of samples are from reference[1]. Primitive mantle normalization factors are from reference[6].

映。在鹤鸽山-角页山-小尧山剖面上, 除个别样品外玄武岩同位素组成的变化也反映了其地幔源区同位素组成的不均一性。

对比鲁西和鲁东地幔源区的同位素组成, 前者的变化更大, 且有更加亏损的组分存在。事实上两地地幔源区在主量和微量元素成分上也存在一定的差异^[1], 这些差异是否反映了郯庐断裂带的某种控制作用, 有待进一步工作。鲁西地幔源区的最亏损组份与大洋玄武岩同位素体系中的PREMA型端元相似, 它来源于深部地幔^[4]。这种PREMA型地幔端元在我国东部新生代玄武岩成因中有重要贡献^[7,8]。

3.2 地幔交代(或富集)作用

鲁东、鲁西两地玄武岩地幔源区的Nd、Sr同位素组成, 相对于PM都是亏损的(图1)。如果地幔源区是单阶段演化的话, 那末它们应具有长时间亏损高度不相容元素的化学特征, 以Rb/Sr=0.028 (UR) 和Sm/Nd=0.32 (CHUR) 表示原始地幔的微量元素特征^[11], 那末, 鲁东、鲁西地幔源区应有Rb/Sr<0.028, Sm/Nd>0.32, 才能与单阶段演化的同位素组成制约相一致, 否则地幔源区可能具有复杂的演化过程。

图3表示了两地玄武岩样品的Rb/Sr和Sm/Nd值。所有样品的Sm/Nd<0.32, 分布在0.19—0.23。根据玄武岩样品的稀土元素丰度特征推测其地幔源区的稀土元素丰度特征, 它是非球粒陨石型的, 具有轻稀土元素丰度相对富集的类型^[1], Sm/Nd=0.24, 明显小于0.32(CHUR)。单个玄武岩样品的Sm/Nd, 大体上可以代表其地幔源区的Sm/Nd, 都具有轻稀土元素富集的特征。

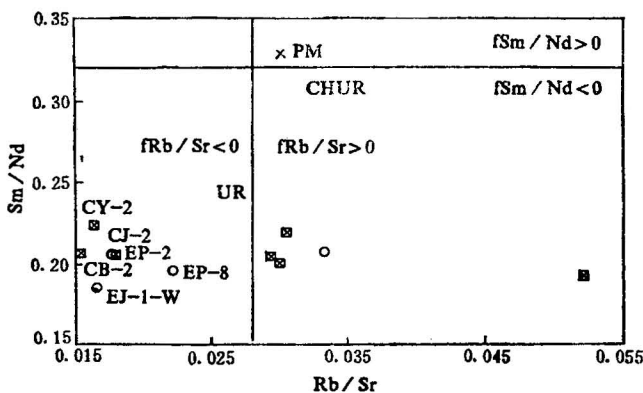


图3 蓬莱、临朐玄武岩的Sm/Nd和Rb/Sr值

Fig. 3 Sm/Nd and Rb/Sr ratio for basalt from Penglai and Lingqu, Shandong Province, China

空心圆为蓬莱玄武岩, 带叉方块为临朐玄武岩; UR—均一储集源; PM—原始地幔; CHUR—球粒陨石型均一储集源

Open circle—Penglai basalts; square with cross inside; Lingqu basalts; UR—uniform reservoir; PM—Primitive mantle; CHUR—Chondrite uniform reservoir

$$f \text{ Sm/Nd} = \frac{(^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_{\text{样品}}}{(^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_{\text{CHUR}}} - 1, \quad f \text{ Rb/Sr} = \frac{(^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr})_{\text{样品}}}{(^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr})_{\text{UR}}} - 1.$$

玄武岩样品的Rb/Sr变化较大, 从0.015至0.055, 其中有6个样品Rb/Sr<0.028。这种现象表明主要由后岩浆期作用造成的, 样品EP-8、EP-2和CY-2都显示了这种作用的影响(图2)。同样, CB-8和CJ-2也是这种作用的结果, 但是EJ-1-W的低Rb/Sr是岩浆期作用的结果。在形成橄辉霞石岩时, 地幔源区部分熔融程度较小, 在残余固相中存在金云母, 它限制了Rb、K、Ba等元素进入熔体^[1]。如果消除了岩浆期和后岩浆期影响后, 样品Rb/Sr大体上可以代表其

地幔源区的 Rb/Sr, 那末地幔源区也是富集高度不相容元素的, 如同 $Sm/Nd < 0.32$ 一样, $Rb/Sr > 0.028$ 。

根据玄武岩的同位素组成和微量元素丰度, 推断其地幔源区存在同位素和微量元素特征的解耦现象, 说明地幔源区不是在封闭条件下单阶段演化的简单情况, 而是在其演化历史中发生过化学变异, 常称为地幔交代 (或富集) 作用。在玄武岩浆形成之前, 地幔源区由长时间亏损状态, Sm/Nd 较大 ($fSm/Nd > 0$), Rb/Sr 较小 ($fRb/Sr < 0$), 因地幔交代 (或富集) 作用, 变成高

表 2 蓬莱、临朐玄武岩 Nd 同位素模式年龄

Table 2 Nd isotope model ages for basalts from Penglai and Lingqu, Shandong Province, China

样 品	ϵ_{CHUR}^{Nd}	$T_{DM1}(Ga)$	ϵ_{CHUR}^{Nd}
EJ-1-w	4.2	0.45	9.0
EP-8	4.4	0.45	9.0
EP-5	2.6	0.65	8.6
EP-3	4.0		
CB-2	5.1	0.40	9.1
CB-7	4.1		
CB-8	4.9	0.45	9.0
CJ-1	5.9	0.36	9.2
CJ-2	5.0	0.45	9.0
CY-1	6.4	0.30	9.3
CY-2	2.2	0.77	8.3
CY-3	2.1	0.77	8.3

$$T_{DM1} = \frac{1}{\lambda} \ln \left[\frac{(^{143}Nd/^{144}Nd)_{\text{样品}} - 0.51315}{(^{147}Sm/^{144}Nd)_{\text{样品}} - 0.2137} + 1 \right]; \quad \lambda = 6.54 \times 10^{-12} a^{-1};$$

DM1 亏损地幔模型引自文献^[10]。

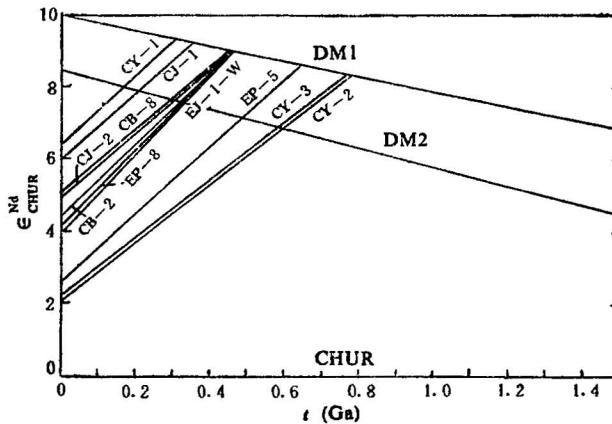


图 4 蓬莱、临朐玄武岩 Nd 同位素模式年龄

Fig. 4 Nd model age for basalts from Penglai and Lingqu, Shandong Province, China
DM1—见表 2; DM2—亏损地幔非线性演化模式^[9], $\epsilon_{CHUR}^{Nd} = 0.25t^2 - 3t + 8.5$ (Ga); 样品的 T_{DM2} 可以从图上读出。

DM1—Model 1 for depleted mantle evolution^[10]; DM2—Model 2 for depleted mantle evolution^[9]; T_{DM2} can be got from Fig. 4.

度不相容元素相对富集状态,即Sm/Nd降低($f_{\text{Sm/Nd}} < 0$),Rb/Sr增大($f_{\text{Rb/Sr}} > 0$),从而造成了同位素组成和微量元素比值的解耦。

3.3 地幔交代(或富集)作用时间的估计

根据玄武岩样品的Nd同位素模式年龄,估计地幔交代(或富集)作用的时间。至今已提出了多种亏损地幔模式,不过它的近期(< 1 Ga)的演化,大体可以以线性演化模式之一为上限^[10],以一种非线性演化模式为下限^[9]。玄武岩Nd同位素模式年龄(T_{DM_1})计算结果列于表2, T_{DM_2} 可以从图4上读出。

如果两地玄武岩地幔源区的近期演化,可以用两阶段模式近似模拟的话,那末地幔源区的交代或富集作用的时间(T_{DM_1})为0.77—0.30Ga,其中较多样品给出的0.45 Ga也许更有意义。

4 结论

鲁东和鲁西碱性玄武岩样品的Nd、Sr同位素组成,基本上代表了其地幔源区的同位素组成。在鲁东五里桥-赤山剖面和鲁西鸢鸽山-角页山-小尧山剖面上,不同喷发阶段的熔岩Nd、Sr同位素组成呈规律性变化,反映了地幔源区的不均一性,它可能具有层状分带性。鲁西地幔源区具有比鲁东地区更加亏损的组分,它相似于大洋玄武岩同位素体系中的PREMA型地幔端元,来源于深部地幔。

两地地幔源区处于长期亏损状态下演化,而在近期发生了地幔交代(或富集)作用,造成了地幔源区同位素组成和微量元素丰度特征的解耦现象。根据玄武岩Nd同位素模式年龄估计了地幔源区交代(或富集)作用的时间为0.45Ga左右。

参 考 文 献

- 1 支霞臣.山东蓬莱、临朐新生代碱性玄武岩的微量元素和岩石成因.地质论评,1990,36(5):385—393.
- 2 张宗清,叶笑江.稀土元素的质谱同位素稀释分析和 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 比值的精确测定方法.中国地质科学院地质研究所所刊,1987,17:108—128.
- 3 叶笑江,张宗清.Nd比值测定中的Sm、Nd分离—HDEHP分离法.分析测试通报,1990,9(3):6—10.
- 4 Zindler A, Hart S R. Chemical geodynamics. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 1986,14:493—571.
- 5 Song Y, Frey F A, Zhi X. Isotopic characteristics of Hannuoba basalts, eastern China; Implications for their petrogenesis and the composition of subcontinental mantle. *Chem. Geol.* 1990,88:35—52.
- 6 Sun S-S, McDonough W F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implications for mantle composition and processes. in *Magmatism in Oceanic Basins* (eds. A. D. Saunders and M. J. Norry), 1989. Geological Society Special Publication, No. 42, 313—345.
- 7 Zhi X, Song Y, Frey F A, Feng J, Zhai M. Geochemistry of Hannuoba basalts, eastern China; Constraints on the origin of continental alkalic and tholeiitic basalt. *Chem. Geol.* 1990,88:1—33.
- 8 周新华,朱炳泉.中国东部新生代玄武岩同位素体系和地幔化学区划.(刘若新主编;中国新生代火山岩年代学与地球化学).地震出版社.1992,366—391.
- 9 Depaolo D J. Nd isotopes in the Colorado front range and crust mantle evolution in Proterozoic. *Nature*, 1981, 291, 193—196.
- 10 Jahn B M, Ernst W G. Late Archean Sm-Nd isochron age from mafic ultramafic supercrust amphibolites from the northeastern Sino-Korean Craton, China. *Precambrian Research*, 1987, 46, 295—306.
- 11 Faure G. Principles of isotopic geology (2nd ed.), John Wiley & Sons Inc., 1986, 217—234.

THE NEODYMIUM AND STRONTIUM ISOTOPIC COMPOSITIONS OF CENOZOIC ALKALIC BASALTS FROM PENGLAI AND LINGQU, SHANDONG PROVINCE

Zhi Xiachen, Chen Daogong

(*Department of Earth and Space Sciences, University of Science and Technology of China, Hefei,)*

Zhang Zongqing and Wang Jinhui

(*Institute of Geology, Ministry of Geology and Mineral Resources, Beijing*)

Abstract

Cenozoic alkali basaltic rocks at the Wuliqiao-Chishan section of the Penglai area, eastern Shandong, and at the Baogushan-Jiaoyeshan-Xiaoyaoshan section of the Lingqu area, western Shandong, are composed of olivine nephelines, basanites and alkali olivine basalts, some of which contain spinel lherzolite xenoliths and megacrysts.

The neodymium and strontium isotopic compositions of 13 samples are reported in the paper, and their variation ranges are as follows: $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.512865-0.512771$ and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.70405-0.70448$ in the Penglai area, eastern Shandong, and $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.512967-0.512744$ and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.70349-0.70450$ in the Lingqu area, western Shandong.

It is evident that the Sr and Nd isotopic compositions in the mantle sources beneath both areas are heterogenous based on the isotope compositions of alkali basalts from Penglai and Lingqu. The most depleted mantle component in the Lingqu area is similar to PREMA-type mantle end component in the oceanic mantle. This end component is of important significance in the origin of Cenozoic continental alkali basalts in eastern China.

From the decoupling between the isotopic compositions and the trace element abundance pattern of the mantle sources beneath both areas, it is inferred that mantle metasomatism (or trace element enrichment) had occurred in the mantle sources. The time of mantle metasomatism is estimated at 0.45 Ga by means of the Nd isotope model age of alkali basalts in both areas.

Key words: Nd isotopes, Sr isotopes, alkalic basalts, Shandong

作者简介

支霞臣, 1942年出生, 1965年毕业于中国科学技术大学, 后在中科院青海盐湖研究所工作, 1978年起在中国科技大学任教, 现任副教授。近年来从事大陆玄武岩和幔源包体的微量元素和同位素地球化学研究, 发表论文多篇。通讯地址: 合肥市中国科技大学地球与空间科学系, 邮编: 230026。