

藏北新生代两套钾玄质火山岩 系列地球化学特征

刘 燊^{1,2}, 胡瑞忠¹, 迟效国³,
李 才³, 冯彩霞^{1,2}

1. 中国科学院地球化学研究所, 贵州 贵阳 550002;
2. 中国科学院研究生院, 北京 100039;
3. 吉林大学地球科学学院, 吉林 长春 130061

【摘 要】 岩石学和元素地球化学特征研究表明, 藏北新生代自南向北沿可可西里岩带和喀喇昆仑-玉门岩带出露有两套钾玄质系列火山岩。它们富集大离子亲石元素(LILE)和轻稀土(LREE)及明显亏损Nb-Ta-Ti, 同时具有板内和岛弧(陆弧)的双重特征。源区来源于可能与俯冲带流体有关的相似交代富集地幔, 成岩过程主要经历了低度(< 10%)辉石分离结晶作用, 同时, 源区伴有地壳物质的混染作用。

【关键词】 藏北; 新生代; 钾玄岩; 板内; 岛弧; 交代作用; 地壳混染

中图分类号: P588 14; P595 文献标识码: A

文章编号: 1001- 6872(2003)02- 0066- 06

青藏高原北部自印度板块与欧亚大陆碰撞以来(约45 Ma), 伴随着高原岩石圈的变化(缩短、增厚和隆升), 自南向北以北纬35°为界出露有两套(可可西里和喀喇昆仑-玉门)钾玄质系列火山岩(图1), 通过对新生代钾玄质系列岩石的研究表明, 它主要起源于与俯冲作用有关的富钾和大离子亲石元素的交代富集地幔, 一般发育于大洋岛弧, 形成时间较晚, 空间上远离海沟; 也大量形成于大陆弧环境和后碰撞弧环境, 极少数产于板内环境^[1]。同时, 它也是陆内造山带的边界标志和其特有的^[2]。实验岩石学研究表明^[2], 只有在大陆内部和极成熟弧的高压条件下(> 1 GPa), 玄武质岩浆的结晶分异才能形成钾玄质岩浆。因此对两套钾玄质系列火山岩在成因、区域构造演化和源区来源上的研究都具有特殊意

义^[3]。前人^[4~13]分别对不同区域从地球化学方面进行了研究, 总体认为火山岩来源于与俯冲作用有关的富集地幔源。但形成环境的研究却很少, 有学者^[12, 13]认为其可能全部形成于板块碰撞后的大陆板内环境, 成岩过程中与存在大规模的陆内俯冲作用有关。在经过分析测试并借鉴前人的研究成果, 对两套钾玄岩系列的地球化学特征做全面整体的研究, 以期对其成因和成岩环境做进一步探讨。

1 岩石化学

样品采自黑石北湖岩区(图1), 属喀喇昆仑-玉门岩带。测试结果列于表1。主量元素在中国地质科学院地质实验测试中心用XRF方法完成; 微量元素

收稿日期: 2002- 12- 05; 改回日期: 2003- 04- 17

基金项目: 原地矿部“九五”基础研究重点项目(9501101-5); 中科院知识创新项目(KZCX2-102)

作者简介: 刘燊, 男, 29岁, 博士生, 矿床地球化学专业, 研究方向: 岩石学和地球化学。

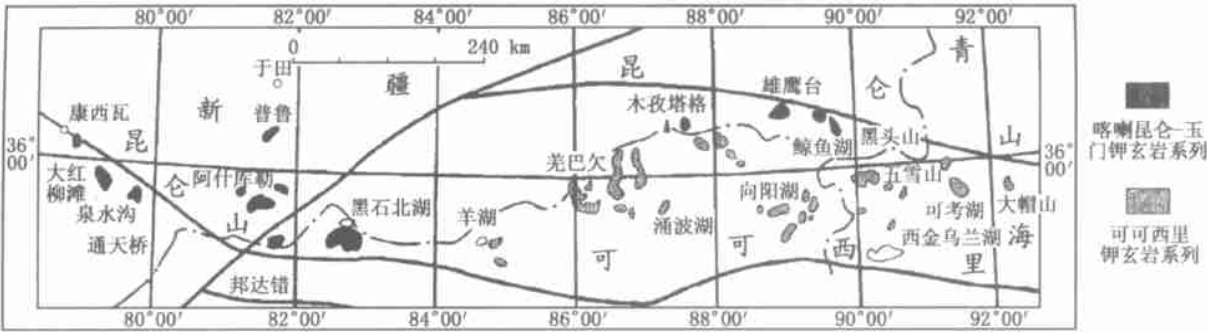


图 1 藏北新生代钾玄岩分布图

Fig 1 The distribution of the Cenozoic shoshonitic rocks in northern Tibet

表 1 藏北新生代火山岩主量元素、微量元素和同位素分析结果

Table 1 The analysed results of major elements, trace elements and isotope of Cenozoic volcanic rocks in northern Tibet

样品号	岩石名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI	TOL																				
B33062	橄榄粗安岩	59.39	1.99	14.51	0.69	6.02	0.11	2.19	4.68	3.13	4.22	1.03	1.99	99.95																				
B33065	橄榄粗安岩	60.7	2.02	14.28	0.39	6.34	0.11	1.97	4.16	3.44	4.3	1.04	0.72	99.47																				
B33067	玄武粗安岩	51.81	1.91	14.4	3.27	5.3	0.15	4.85	6.29	3.1	2.84	0.7	5.77	100.39																				
B33070	玄武粗安岩	53.43	1.89	14.64	5.04	4.36	0.15	5.13	6.48	3.36	2.72	0.64	2.32	100.16																				
B33071	玄武粗安岩	54.25	1.88	14.87	5.91	3.61	0.12	4.58	6.46	3.29	2.67	0.61	2.11	100.36																				
样品号	岩石名称	Ba	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Th	Ni	V	Cr	Hf	Ta	U	Ti	Pb	Sc																	
B33062	橄榄粗安岩	1673	5190	854	33	512	52	39	110	4	79	20	13	8	2	8	6	81	11930	1	37.8	10	92											
B33065	橄榄粗安岩	2060	9218	858	31	568	58	4	43	8	9	5	77	18	15	3	1	7	72	12109	9	48	28	9	91									
B33067	玄武粗安岩	1159	898	751	25	396	41	4	17	3	68	7	129	97	11	3	2	3	2	94	11450	5	20	15	1									
B33070	玄武粗安岩	1035	290	693	25	374	37	2	16	6	62	1	131	105	10	8	2	1	2	73	11330	6	20	15	93									
B33071	玄武粗安岩	1020	288	663	25	368	37	1	16	3	54	8	136	110	10	9	2	1	2	76	11150	7	20	14	46									
样品号	岩石名称	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	ΣREE	δEu																	
B33062	橄榄粗安岩	182	92	346	37.8	122	8	20	63	3	58	11	96	1	54	6	89	1.2	3	16	0	4	2	24	0	31	741	4	-	0	3			
B33065	橄榄粗安岩	201	57	391	23	42	68	132	22	57	3	93	12	32	1	62	6	79	1	1	2	86	0	34	1	93	0	25	821	15	-	0	28	
B33067	玄武粗安岩	107	38	206	2	22	04	73	93	12	43	2	76	8	13	1	07	5	14	0	9	2	33	0	3	1	82	0	24	444	64	-	0	16
B33070	玄武粗安岩	99	74	180	82	20	3	67	92	11	68	2	52	7	87	1	03	5	05	0	9	2	29	0	31	1	84	0	25	402	51	-	0	19
B33071	玄武粗安岩	97	78	179	26	19	77	66	6	11	6	2	43	7	76	1	06	5	13	0	9	2	38	0	32	1	88	0	26	397	14	-	0	22
样品号	岩石名称	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	ε _{nd}	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	产地																								
B33062	橄榄粗安岩	1.120	7	0.709	77	0.083	9	0.512	23	-	8	04	39	39	15	9	19	黑																
B33065	橄榄粗安岩	1.444	4	0.709	8	0.084	9	0.512	21	-	8	33	39	12	15	75	18	8	石															
B33070	玄武粗安岩	0.663	9	0.707	64	0.106	4	0.512	36	-	5	44	39	77	16	01	19	14	北															
B33071	玄武粗安岩	0.653		0.707	64	0.104	1	0.512	37	-	5	27	39	93	16	08	19	23	湖															

测试单位: 中国地质科学院地质实验测试中心及中国科学院广州地球化学研究室同位素分析中心

和同位素在中国科学院广州地球化学研究所同位素分析中心分别采用 ICP-MS 和同位素稀释法完成。

在 $w(K_2O)-w(SiO_2)$ 图解中(图 2A), 虽然 $w(SiO_2)$ 的变化范围较大(多在 50%~75% 之间), 但多数样品 $w(K_2O)>4\%$, 且所有样品均落入钾玄质系列范围之内。基于 Saggerson 等(1964)的划分标准, 几乎所有样品都投影于碱性岩区域, 另有少数样品落于强碱性范围。在 $w(K_2O+Na_2O)-w(SiO_2)$ 图中(图 2B), 钾玄质系列火山岩主要为中性岩类, 岩石类型分属玄武粗安岩、粗安岩和粗面安山岩以及少量歪长粗面岩和粗面岩; 另还有部分基性(夏威夷岩)和酸性(流纹岩)。可可西里钾玄岩主要为中、酸性岩类, 而喀喇昆仑-玉门钾玄岩则以中性岩为主。两套钾玄岩 $w(K_2O+Na_2O)$ 普遍大于 5%, 具有碱性岩浆岩的组成特征。主量元素含量之间存在明显的变异规律, SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O 和 Na_2O 的含量随

MgO 的升高而呈减少趋势, 而 FeO 和 CaO 则与 MgO 成正消长关系(图 3), 且它们具有很好的线性关系, 表明岩浆的分异程度较高。两套钾玄岩的演化趋势完全符合分离结晶趋势, 且主要经历了辉石(单斜辉石)的分离结晶。同样在 $TiO_2-Mg^\#$ 相关投影中, 两者的负相关关系特别明显, 也反映了岩浆的分离结晶趋势。

2 稀土和微量元素地球化学

两套钾玄岩分别经球粒陨石标准化后的稀土配分模式见图 4A, 图中显示两套钾玄岩都表现为轻稀土富集, 重稀土亏损, 轻重稀土分馏明显的右倾型。重稀土内部分馏则不明显。喀喇昆仑-玉门岩带钾玄岩稀土配分曲线中不显示 Eu 的负异常; 而可可西里钾玄岩存在两种配分型式, 一种不存在负 Eu 异

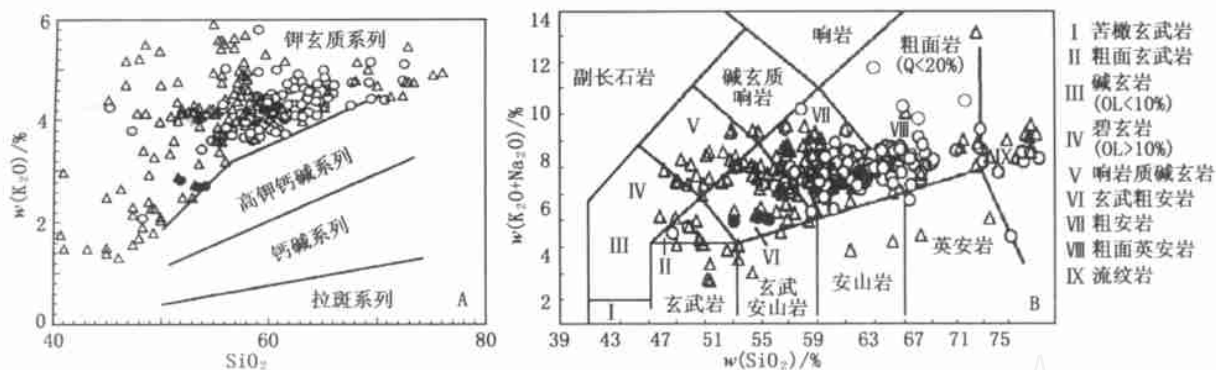


图2 藏北新生代钾玄岩 $w(K_2O) \sim w(SiO_2)$ (A) 和 $w(K_2O + Na_2O) \sim w(SiO_2)$ (B) 相关图解

B. 据 LeMaitre, 1989; . 本文数据; 其他引自文献 [8~25]; . 喀喇昆仑-玉门钾玄岩; . 可可西里钾玄岩; 下图同

Fig 2 The diagrams of $w(K_2O) \sim w(SiO_2)$ (A) and $w(K_2O + Na_2O) \sim w(SiO_2)$ (B) of Cenozoic shoshonitic rocks in northern Tibet

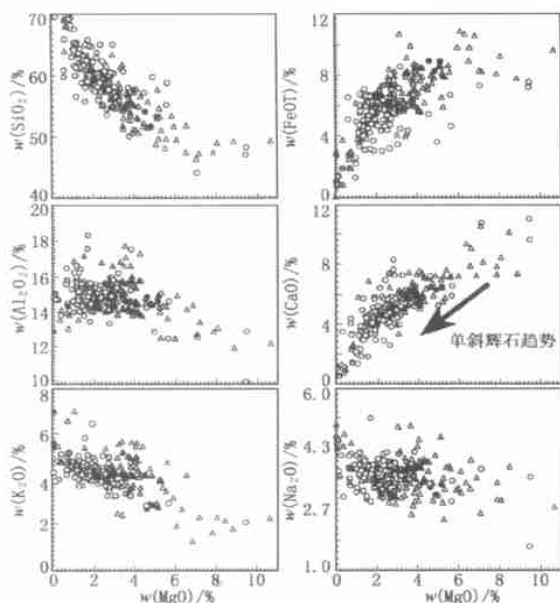


图3 藏北新生代钾玄岩主要元素变异图解

Fig 3 Diagrams of the variation of major element of the Cenozoic shoshonitic rocks in northern Tibet

常(主要为中性岩类); 另一种出现明显的 Eu 负异常特性(主要为中酸性和酸性岩类), 反映该套钾玄岩演化过程中的分异程度较高, 存在斜长石的分离结晶现象。

在原始地幔标准化的微量元素蛛网图(图 4B)中, 两套钾玄岩的微量元素分布模式非常相似, 它们的共同特点是具有明显的 Nb-Ta-Ti 负异常, 类似形成于“岛弧”环境的岩石特征, 同时暗示了有古俯冲物质存在的可能。而大离子亲石元素 Ba, K 和高场强元素 Zr, Hf 的相对富集则反映了板内钾质熔岩的特征。说明藏北新生代钾玄岩同时具有岛弧和板内火山岩的双重地球化学特征。具 Sr 负异常可能与长石的分离结晶或蚀变作用相关。

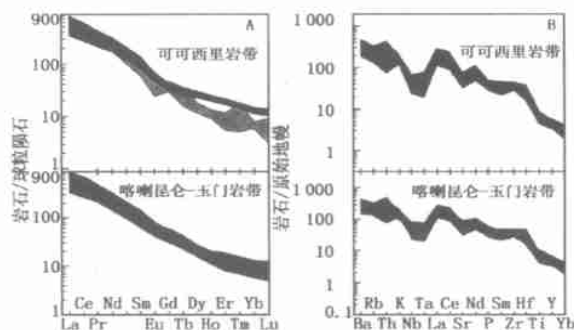


图4 藏北新生代钾玄岩稀土和微量元素分布模式(标准值据 Sun S S 等, 1989)

Fig 4 REE and trace element distribution patterns of the Cenozoic shoshonitic rocks in northern Tibet (normalized values after Sun S S, et al, 1989)

3 Sr, Nd, Pb 同位素地球化学

在 $^{143}Nd/^{144}Nd - ^{87}Sr/^{86}Sr$ 相关图解(图 5A)中, 两套钾玄岩都投影于第四象限的富集区, 同意大利罗卡曼芬拉钾质火山岩相应组成以及碰撞后典型样品(罗马省的钾质火山岩)十分一致。整个投影区偏离地幔演化线组成, 处于原始地幔和 EM II 富集端元之间, $^{87}Sr/^{86}Sr$ 都高于原始地幔值(0.7045), 说明火山岩原始岩浆形成和演化过程中可能存在大量再循环而进入地幔的地壳物质组分, 而且在岩浆源区占居重要的地位。在 $^{207}Pb/^{204}Pb - ^{206}Pb/^{204}Pb$ 图解(图 5B)中, 两类钾玄岩的 Pb 同位素跨越在大洋沉积物与 MORB 之间, 进一步揭示了源区存在外来组分的混合, 即壳源物质进入了地幔的再循环作用。以上文样品和可可西里少量样品投影位于和接近西班牙钾镁煌斑岩区, 说明岩浆的起源深度较大。结合 Sr, Nd 同位素组成特征, 表明两岩带钾玄岩存在着相似的地幔源区组成。

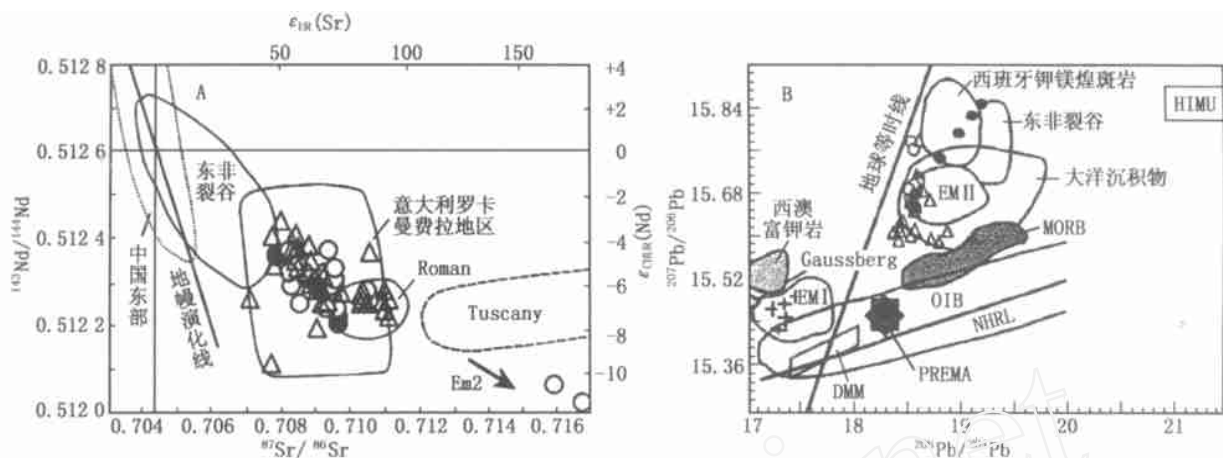


图5 藏北新生代钾玄岩的 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (A)和 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (B)相关图解

Fig 5 The diagrams of $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (A) and $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (B) of Cenozoic shoshonitic rocks in northern Tibet

Sr, Nd, Pb 同位素特征表明, 藏北新生代钾玄岩质火山岩主要来自古俯冲地壳物质混染的古老富集地幔源区。

4 讨论

4.1 分离结晶过程

在 La/Sm - La 图解中(图6), 两套钾玄岩都明显地表现为分离结晶成因。从前面的论述中可知, 钾玄岩的成岩过程主要经历了单斜辉石的分离结晶作

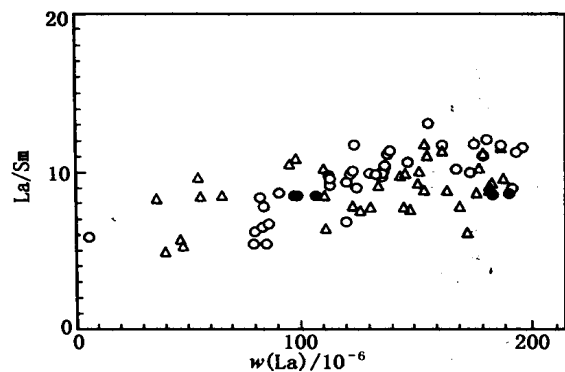


图6 藏北新生代钾玄岩的 La/Sm - $w(\text{La})$ 图解

Fig 6 The diagram of La/Sm vs $w(\text{La})$ of Cenozoic shoshonitic rocks in northern Tibet

用, 单斜辉石中 Sm, Eu 的分配系数几乎相等(0.5和0.51), 所以随着分离结晶的进行 Sm/Eu 比值变化不大, 而在 Sm/Eu - $w(\text{Rb})$ 和 Sm/Eu - $w(\text{Sr})$ 相关图解中(图7), 对两套钾玄岩来说, Sm/Eu 比值变化都较大, 表明两者源区都存在明显的地壳混染作用。可可西里钾玄岩中 Rb, Sr 的变化都相对较大, 暗示存在斜长石的分离结晶作用; 而喀喇昆仑-玉门岩带钾玄岩中 Sm/Eu - $w(\text{Sr})$ 投影点比较集中, 反映钾玄岩在形成过程中长石没有发生明显的堆积和分离。

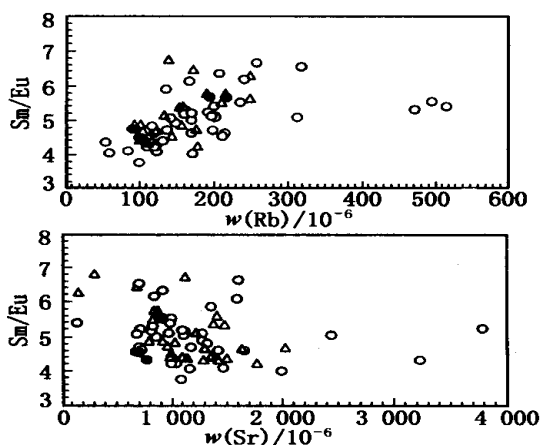


图7 藏北新生代钾玄岩分离结晶的 Sm/Eu 值与 $w(\text{Sr}, \text{Rb})$ 变化特征

Fig 7 The correlation between Sm/Eu and Sr or Rb during fractional crystallization of Cenozoic shoshonitic rocks in northern Tibet

在 $w(\text{Ni})$ - $w(\text{MgO})$ 图^[14](图8)中, 两套钾玄岩的组成基本上沿着液相初始浓度为8%的分离结晶曲线演化, 分离结晶程度总体不超过10%。其结晶相可能主要为辉石类(单斜辉石)。图8中实线表示橄榄

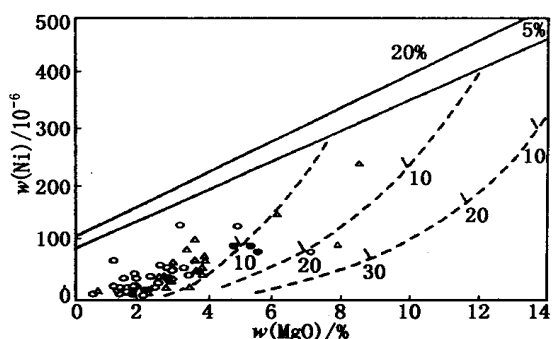


图8 藏北新生代钾玄岩的 $w(\text{Ni})$ - $w(\text{MgO})$ 图解

Fig 8 The $w(\text{Ni})$ - $w(\text{MgO})$ diagram of Cenozoic shoshonitic rocks in northern Tibet

岩源区 20% 和 5% 的批式部分熔融的状况; 虚线表示液相初始为 8%, 12% 和 16% 时的分离结晶曲线, 虚线上的数字表示分离结晶作用的程度。图解的理论曲线引自文献^[14]

4.2 源区混合作用

众所周知, 在部分熔融和分离结晶作用中, 一般不影响不相容元素(尤其是强不相容元素)之间的比值。在此采用 K, Rb 两个不相容元素对第三种元素 Ba 做标准化(图 9), 可见两者具有一定的正相关关系, 但相关性不明显, 说明源区存在地壳物质参与的混合交代作用。在 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 相关图解上, 钾玄岩系列火山岩处于原始地幔与 EM II 型地幔端元的过渡位置, 说明这种富集地幔可能是上地幔与沿着古俯冲带被带入地幔楔的壳源物质、大洋沉积物发生了混合交代作用的产物^[15]。钾玄岩的 Pb 同位素跨越在大洋沉积物与 MORB 之间, 进一步证明源区存在大量外来组分(地壳物质)加入。另火山岩的 δNd 负值相对较大, 暗示壳幔物质混合是在源区进行的(源区混合作用)。而非岩浆上升过程中与地壳物质发生混染(地壳混染作用)的结果。那么壳源物质是如何进入地幔源区的呢? 可见板块俯冲和陆内俯冲作用^[12](A 型俯冲)起了重要的作用。

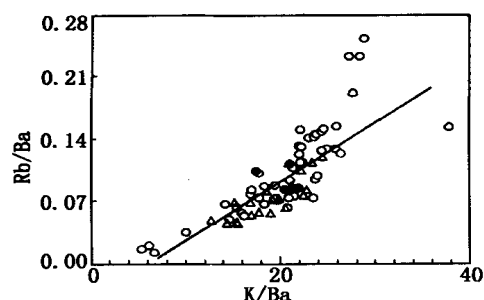


图 9 钾玄岩的 Rb/Ba-K/Ba 相关投影

Fig 9 The diagram of Rb/Ba vs K/Ba of Cenozoic shoshonitic rocks in northern Tibet

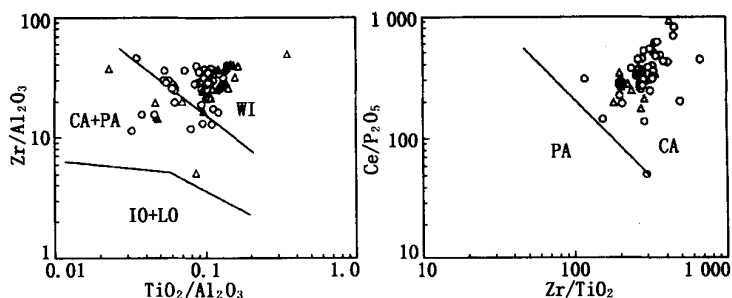


图 10 藏北新生代钾玄岩构造环境判别图解

The discrimination diagrams for the tectonic setting of the Cenozoic shoshonitic rocks in northern Tibet

有板内和岛弧(陆弧)的双重地球化学特征。产出环境也具有双重性。

5 结 论

5.1 可可西里钾玄岩以中性、中酸性岩类为主, 喀喇昆仑-玉门钾玄岩主要为中性岩类。两套钾玄岩碱含量普遍较大(> 5%), 具碱性或强碱性岩的特征。

参考文献

- [1] Foley S F, Peccerillo A. Potassic and ultrapotassic magmas and their origin[J]. *Lithos*, 1992, 28: 181-185.
- [2] Meen J K. Formation of shoshonites from calc-alkaline basalt magma: Geochemical experimental constraints from the type locality[J].

4.3 岩石成因

碱性火成岩的物质来源和成因模式主要有 3 种: L LE 和 LREE 富集的交代地幔^[16]; 来源于未交代软流圈地幔的小比例部分熔融, 并经历了强烈的结晶分异作用^[17]; 软流圈地幔部分熔融体与上覆岩石圈地幔相互作用^[18]。两套钾玄岩都富集 LREE 和 L LE, Sr, Nd 同位素组成处于原始地幔与 EM II 之间, 表明其来源于 L LE 和 LREE 富集的交代地幔源区。Nb-Ta-Ti 的负异常表明源区点交代作用可能与俯冲带流体有关。主元素、微量元素都反映了钾玄岩成岩过程主要经历了单斜辉石低程度(< 10%)的分离结晶作用。

4.4 钾玄岩产出的大地构造环境

大量研究表明, 钾玄质系列岩石主要起源于与俯冲作用有关的富钾和 L LE 的交代地幔, 包括大洋岛弧, 大陆弧和后碰撞弧环境, 只有少数产于板内环境^[1]。Muller 在研究全球范围内年轻的(< 60 Ma)钾质火成岩与板块构造的关系基础上, 提出了一套判别构造环境的地球化学图解^[22]。两套钾玄岩系列火山岩在 Muller^[19]提出的 $\text{Zr}/\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 和 $\text{Ce}/\text{P}_2\text{O}_5$ - Zr/TiO_2 图解(图 10)上, 分别落于陆弧区和板内区内, 表明藏北两套钾玄岩同时具

5.2 两套钾玄岩都为低度(< 10%)主要为单斜辉石分离结晶形成的, 它们的起源相似, 源区都为富集大离子亲石元素(L LE)和轻稀土元素(LREE)的交代富集地幔, 交代作用可能与俯冲流体的参与有关, 同时源区存在地壳物质的混染(源区混合作用)。

5.3 在构造环境上, 同时具有板内和陆弧的双重特征。

5.4 钾玄岩在形成过程中与板块的俯冲以及大规模的陆内俯冲作用有关。

- Contr Mineral Petrol**, 1987, 97: 333-351.
- [3] 李献华, 周汉文, 刘颖, 等. 粤西阳春中生代钾玄质侵入岩及其构造意义: I. 岩石学和同位素地质年代学[J]. **地球化学**, 2000, 29(6): 513-520
- [4] 邓万明. 中昆仑造山带钾玄质火山岩地质、地球化学和时代[J]. **地质科学**, 1991, 3: 201-213
- [5] Arnaud N O, Ph Vidal, P Tappinier, *et al*. The high-K₂O volcanism of northwestern Tibet: Geochemistry and tectonic implication [J]. **Earth Planet Sci Lett**, 1992, 111: 351-367.
- [6] 邓万明. 青藏北部新生代钾质火山岩微量元素和 SrNd 同位素地球化学研究[J]. **岩石学报**, 1993, 94(4): 379-387.
- [7] 西藏地质矿产局. **西藏区域地质志**[M]. 北京: 地质出版社, 1993, 450-462.
- [8] 新疆地质矿产局. **新疆区域地质志**[M]. 北京: 地质出版社, 1993, 368-401.
- [9] Turner S, Arnaud N and Liu J, *et al*. Post-collision, shoshonitic volcanism on the Tibetan plateau: implications for convective thinning of lithosphere and source of ocean island basalts[J]. **Journal of petrology**, 1996, 37(1): 45-71.
- [10] 邓万明, 郑锡澜, 松本征夫. 青海可可西里地区新生代火山岩的岩石特征和时代[J]. **岩石矿物学杂志**, 1996, 15(4): 289-298.
- [11] 张以弗, 边千韬, 郑健康. 青海可可西里地区新生代火山岩研究[J]. **岩石学报**, 1996, 12(4): 530-545
- [12] 邓万明. 青藏高原北部新生代板内火山岩[M]. 北京: 地质出版社, 1998.
- [13] 邓万明, 孙宏娟. 藏北板内火山岩的同位素地球化学与源区特征[J]. **地学前缘**(中国地质大学, 北京), 1998C, 5(4): 307-317.
- [14] Hart S R, Allegre C T. Trace element constraints on magma genesis[A]. In: Hargraves R B (eds). **Physics of magmatic processes**[C]. Princeton University press, 1980.
- [15] 邓万明, 孙宏娟, 张玉泉. 囊谦盆地新生代钾质火山岩成因岩石学研究[J]. **地质科学**, 2001, 36(3): 304-318.
- [16] Edgar A D. The genesis of alkaline magmas with emphasis on their source region: Inferences from experimental studies[A]. Fitton J G, Upton B G. **Alkaline Igneous**(Geol Soc Spec Pub130) [C]. London: Blackwell, 1987: 29-52.
- [17] Fitton J G. The cameroon line, west Africa: a comparison between oceanic and continental alkaline volcanism[A]. Fitton J G, Upton B G. **Alkaline Igneous**(Geol Soc Spec Pub130) [C]. London: Blackwell, 1987: 273-291.
- [18] Menzies M. Alkaline rocks and their intrusions: A window on the Earth's interior[A]. Fitton J G, Upton B G. **Alkaline Igneous**(Geol Soc Spec Pub130) [C]. London: Blackwell, 1987: 15-27.
- [19] Muller D, Groves D. Direct and indirect associations between potassic igneous rocks, shoshonites and gold-copper deposits[J]. **Ore Geol Rew**, 1993, 8(5): 383-406.

THE GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF CENOZOIC SHOSHONITIC ROCKS IN NORTHERN TIBET

LIU Shen^{1,2}, HU Rui-zhong¹,

CHIXiao-guo³, LICai³, FENG Cai-xia^{1,2}

1. Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China;
 2. Institute of graduate student, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China;
 3. Geoscience College of Jilin University, 130061, China

Abstract: The characteristics of petrology and elemental geochemistry indicated that, from south to north, there are two belts of Cenozoic shoshonitic rocks in northern Tibet, the Hohxil shoshonite belt and Karakunlun-Yumen shoshonite belt. Both of them were rich in LILE and LREE, and poor in Nb-Ta-Ti, which showed the features of intraplate and island arc (continental arc). They were generated from similar enriched metasomatic mantle source related with the fluid of subduction belt. Their genesis was mainly controlled by low degree fractional crystallization (< 10%) of CPX with hydration of crust.

Key words: Northern Tibet; Cenozoic; shoshonite; intraplate; island arc; metasomatism; hydration of crust

ISSN 1001-6872(2003)02-0066-06; CODEN: KUYAE2

Synopsis of the first author: Liu Shen, male, 29 years old, a postgraduate of deposit geochemistry. Now he is engaged in the research of petrology and geochemistry.