

1 地质概况

羌塘地区新生代火山岩呈大面积的熔岩被或熔岩台地集中分布于研究区内的乱青山、多格错仁、跃进拉及祖尔肯乌拉山等地(图1)。研究区内出露的地层主要为中—上侏罗统雁石坪群(岩性为灰色碎屑岩夹石灰岩)和第三系(岩性为紫红色碎屑岩夹膏岩)。由于在区域上受深大断裂的控制,火山岩呈近东西向的面型带状分布,与下伏地层呈喷发角度不整合接触,其产状较为平缓,一般倾角均小于 10° 。在剖面上常组成若干个火山碎屑岩—熔岩的喷发、喷溢旋回。在不同地区火山岩厚度有所差异。如在乱青山地区,火山岩以熔岩为主,剖面测得厚度为244m;跃进拉一带火山碎屑岩含量增高,厚度 $>780\text{m}$;向东到祖尔肯乌拉山一带,熔岩与火山碎屑岩交替发育,厚度增大到1000m以上。在浩波湖北岸及乱青山一带还保留有残存的火山机构。

2 岩石学特征

羌塘地区火山岩岩性较为简单,发育粗安岩—粗面岩—流纹岩组合。在岩石化学定量分类命名TAS图解(图2)中,该火山岩投影点落入粗安岩、粗面岩区,以及与安山岩、英安岩的界线附近,这与野外和薄片观察以及标准矿物计算不含Ne分子,而普遍含有Q分子的特点是一致的。

(1)粗安岩:多呈浅灰色、灰色,斑状结构,斑晶主要为斜长石及少量的角闪石,单斜辉石等(含量约20%),大小 $0.2\sim 2\text{mm}$ 。基质为微晶结构,由斜长石、黑云母、微斜长石,角闪石以及磁铁矿等组成。

(2)粗面岩:呈浅灰或紫红色,粗面结构,斑晶为斜长石,石英、透长石及少量的黑云母,含较多的浆屑;基质呈玻璃质或隐晶质,呈似流动构造。

3 岩石化学、微量元素和稀土元素特征

羌塘地区新生代火山岩的岩石化学、微量元素及稀土元素的分析数据分别列于表1、表2和表3。

3.1 岩石化学特征

从表1可以看出,羌塘地区火山岩的 SiO_2 含量介于 $57.2\%\sim 68.8\%$ 之间,属中性—中酸性岩

类; K_2O 含量为 $2.45\%\sim 4.5\%$; Na_2O : $3.14\%\sim 4.2\%$; ALK : $6.25\%\sim 8.28\%$,总体上以贫 Al_2O_3 和 TiO_2 、富碱(特别是富 K_2O)为特征。

在火山岩系列划分上,羌塘地区火山岩属钾玄岩和高钾钙碱性系列,并具有二者之间的过渡性质(图3)。在火山岩类型上, Middlemost (1970)根据岩石中 Na_2O 、 K_2O 的相对含量,把火山岩划分为钠质、钾质和高钾质三个类型,区内火山岩 $\text{Na}_2\text{O}-2<\text{K}_2\text{O}$,属钾质类型。

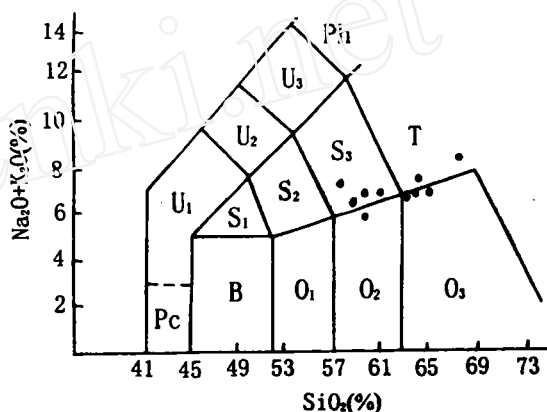


图2 火山岩岩石化学(TAS)定量分类图

(据 Le Bas 等, 1989)

Fig. 2. Chemical classification of Cenozoic volcanic rocks.

(after Le Bas et al., 1989)

S_2 —玄武粗安岩; S_3 —粗安岩; T—粗面岩; O_2 —安山岩; O_3 —英安岩。

有意思的是,羌塘地区新生代火山岩的岩石化学成分在横向上亦呈现有规律的变化,即由北往南,岩石 SiO_2 含量降低,全碱和 P_2O_5 含量逐渐增加,反映在 K_2O 含量上变化尤为明显,并且岩石系列亦有所差异。据此,我们把羌塘地区新生代火山岩划分为南北两个亚带(图1)。北亚带火山岩在 $\text{SiO}_2-\text{K}_2\text{O}$ 关系图上属高钾钙碱性系列,且 $\text{Na}_2\text{O}>\text{K}_2\text{O}$;南亚带火山岩 K_2O 含量增高,属钾玄岩系列,且 $\text{K}_2\text{O}>\text{Na}_2\text{O}$ 。

3.2 微量元素特征

从表2可以看出,羌塘地区火山岩的大离子亲石元素(LILE),如Rb、Sr、Cs、Ba、Th等相对于原始地幔高度富集(蜘蛛网图略),且与 K_2O 的富集呈正相关关系,而高场强元素(HFSE)Ti、Ta、Zr、Hf及相容元素(ICE)Cr、Co等则亏损。这些特点与青藏高原北部其它岩带的新生代火山岩特征相一致(邓万明, 1989; 赖绍聪等, 1996),并且与下扬子地区中生代造山带之钾玄岩系列火山岩

亦有相似之处(邓晋福等,1992)。

表 1 藏北羌塘地区新生代火山岩的岩石化学分析数据(wt%)

Table 1. Chemical compositions of Cenozoic volcanic rocks from the Qiangtang area

序号	样品号	产地	岩性	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
1	YP ₆ N ₁	跃进拉	粗安岩	57.2	0.84	13.32	2.90	2.52	0.068	5.04	6.80	3.14	3.97	0.58
2	YP ₁₅ N ₁	跃进拉	粗安岩	59.9	0.78	13.28	2.84	2.44	0.10	4.82	6.31	3.49	3.55	0.50
3	YP ₉ N ₁	跃进拉	粗面岩	68.8	0.29	13.16	1.42	0.45	0.016	0.32	3.51	3.78	4.50	0.12
4	G ₂₅₂₆₄	卧牛山	粗安岩	59.54	0.72	15.22	3.78	1.56	0.091	2.89	6.66	3.65	2.55	0.27
5	G ₂₅₃₂₆	石梁沙河	粗安岩	58.6	0.72	15.68	2.42	3.17	0.096	4.69	5.94	3.88	2.45	0.36
6	CP ₂	乱青山	粗面岩	64.14	0.56	16.25	3.33	0.78	0.05	1.32	3.99	4.14	3.02	0.23
7	CP ₃	乱青山	粗面岩	64.06	0.54	15.96	2.90	1.09	0.059	0.99	3.77	4.17	3.16	0.21
8	CP ₆	乱青山	粗安岩	61.48	0.56	15.47	2.91	0.66	0.06	1.72	6.81	4.20	3.01	0.24
9	CP ₈	乱青山	粗面岩	65.24	0.56	15.63	1.18	3.44	0.093	2.18	3.83	4.07	3.06	0.23
10	G ₂₁₄₈	波陇曲	粗面岩	63.26	0.53	15.34	3.27	1.25	0.061	1.56	3.66	3.66	3.22	0.27

分析单位:成都地质矿产研究所。

表 2 藏北羌塘地区新生代火山岩的微量元素分析数据($\times 10^{-6}$)

Table 2. Trace element abundance of Cenozoic volcanic rocks from the Qiangtang area

序号	样品号	产地	岩性	Ba	Rb	Sr	Zr	Hf	Cs	Ta	Th	Cr	Co	Zn
1	YP ₆ N ₁	跃进拉	粗安岩	2090	115	1932	226	7.0	4.3	0.83	23.2	234	23.5	166
2	YP ₁₅ N ₁	跃进拉	粗安岩	1931	113	1803	250	5.7	6.0	0.80	2.0	271	22.5	118
3	YP ₉ N ₁	跃进拉	粗面岩	1343	136	818	222	5.9	6.6	0.93	25.1	17.3	1.10	53
4	G ₂₅₂₆₄	卧牛山	粗安岩	1417	55.1	1010	200	5.2	1.7	0.2	14.3	113	16.4	384
5	G ₂₅₃₂₅	石梁沙河	粗安岩	216	38.1	120308	9.5	2.4	0.4	9.56	41.3	3.4	53.7	
6	G ₂₅₃₂₆	石梁沙河	粗安岩	1348	65.9	1366	172	5.6	2.2	0.6	15.4	200	21.7	129
7	CP ₂	乱青山	粗面岩	3130	84.9	1202	113	5.6	2.5	0.23	18.2	97.6	9.7	116
8	CP ₃	乱青山	粗面岩	3159	89.6	1225	110	6.1	2.9	0.34	19.6	92.9	10.0	105
9	CP ₆	乱青山	粗安岩	1505	76.3	1100	141	5.9	2.3	0.63	19.4	50	9.1	88
10	CP ₈	乱青山	粗面岩	1269	79.9	863	857	6.1	2.7	0.5	18.4	75.7	12.7	109

分析方法:INAA。分析单位:成都理工学院。

表 3 藏北羌塘地区新生代火山岩的稀土元素分析数据($\times 10^{-6}$)

Table 3. REE abundance of Cenozoic volcanic rocks from the Qiangtang area

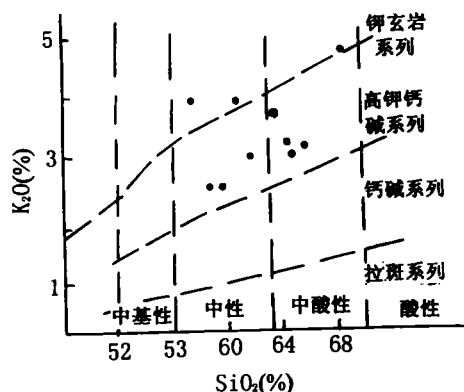
样品号	产地	岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
YP ₆ N ₁	跃进拉	粗安岩	88.2	180.0	19.54	71.8	10.7	2.11	3.11	0.59	3.64	0.72	1.87	0.26	1.47	0.195
YP ₁₅ N ₁	跃进拉	粗安岩	72.5	146.0	16.07	59.10	8.82	1.87	3.82	0.60	3.55	0.68	1.73	0.23	1.29	0.187
YP ₉ N ₁	跃进拉	粗面岩	64.3	113.0	11.64	38.7	5.48	1.29	2.35	0.40	2.53	0.53	1.44	0.21	1.24	0.147
G ₂₅₂₆₄	卧牛山	粗安岩	49.3	96.8	11.61	44.0	6.87	1.57	4.12	0.64	3.84	0.74	1.87	0.25	1.40	0.22
G ₂₅₃₂₆	石梁沙河	粗安岩	56.6	112.0	12.28	44.7	6.90	1.65	3.53	0.58	3.64	0.74	1.98	0.28	1.64	0.24
CP ₂	乱青山	粗面岩	55.9	109.0	10.55	35.8	5.73	1.47	2.52	0.42	2.60	0.53	1.40	0.19	1.16	0.16
CP ₃	乱青山	粗面岩	59.7	116.0	11.3	38.4	5.73	1.31	2.2	0.36	2.21	0.44	1.17	0.16	0.94	0.13
CP ₆	乱青山	粗安岩	57.3	110.0	11.48	40.1	5.81	1.38	1.38	0.25	1.71	0.38	1.11	0.17	1.1	0.14
CP ₈	乱青山	粗面岩	57.2	110.0	10.98	37.6	5.83	1.31	1.25	0.22	1.46	0.32	0.90	0.13	0.85	0.13
G ₂₁₄₇	波陇曲	粗安岩	54	115.0	12.53	47.1	7.77	1.63	5.54	0.84	4.84	0.90	2.23	0.29	1.56	0.24

分析方法:INAA。分析单位:成都理工学院。

3.3 稀土元素特征

羌塘地区新生代火山岩稀土元素总量较高(表 3),介于 $157.8 \times 10^{-6} \sim 361.48 \times 10^{-6}$ 之间,明显高于研究区南侧羌塘胜利河一带的白垩系火山岩(未刊资料)。从其球粒陨石稀土元素标准化分布模式(图 4A、B)可以看出,南北两个火山岩亚带的稀土元素分布模式均呈一致的右陡倾型,吻合度好,轻稀土元素(LREE)高度富集; δEu 介于 $0.9 \sim 1.48$ 之间,除极个别样品外, δEu 均大于 1,显示出正异常特点,结合微量元素特征,反映出区

内火山岩源于上地幔或壳幔混合层,并且具有同源的岩浆源。由于 Eu 是稀土元素中唯一可以呈 Eu^{2+} 存在,并与 Ca^{2+} 呈类质同像赋存于斜长石中,故 δEu 为正异常暗示着羌塘地区新生代火山岩在岩浆形成和岩浆上移过程中未曾出现熔浆-斜长石的相平衡过程,即缺乏斜长石的分离结晶作用阶段。这也和火山岩中 La 与 La/Sm 呈线性相关关系所预示的岩浆部分熔融成因,分离结晶作用不发育的特点相吻合。在横向上(La/Sm)_N 比值北亚带为 $6.22 \sim 3.56$,南亚带为 $7.41 \sim$

图3 $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}$ 关系图Fig. 3. $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}$ relationship.

5.17; $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 比值北亚带为 45.2~12.62, 南亚带为 46.8~40.14, 这一往南 REE 分馏程度趋好的特点与 REE 总量向南增加的趋势相吻合。稀土元素特征在总体上反映了羌塘地区新生代火山岩具有相同的岩浆源区, 属上地幔或壳幔混合层物质部分熔融成因的产物, 并具有向富 K_2O 和 LREE 的方向演化。

4 火山岩形成时代

西藏区调队在 1:100 万改则幅中, 根据在羌塘地区北部黑石湖以北火山岩 K-Ar 同位素年龄为 10.5Ma 而将其形成时代定为上新统石平顶组。在研究中因发现这套火山岩富 K_2O , 故我们在火山岩剖面及其附近采集了 10 件样品, 进行了全岩 K-Ar 法同位素年龄测定, 结果列于表 4。

由表 4 可以看出, 所有样品的同位素年龄均较老, 属始新世—渐新世。根据年龄数据差别不大的特点, 可大致将研究区火山活动视为同期, 从

早到晚划分为四个喷发—喷溢阶段: 第一阶段为 44.1~42.5Ma, 属始新世中期; 第二阶段为 39.8~38.8Ma, 属始新世中晚期; 第三阶段为 35.8Ma, 属始新世末期; 第四阶段为 33.9~32.6Ma, 相当于渐新世早期。在空间上, 北亚带火山岩喷发较早, 时代属始新世; 南亚带稍新, 时代为渐新世。由北往南, 火山岩同位素年龄有变新的趋势。再结合到羌塘其它地区还有始新世—中新世的同位素年龄数据(1:20 万赤布张幅), 可以认为, 羌塘地区的火山岩的形成时代大致应为始新世—中新世早期, 且具多期喷发的特点, 其形成时代明显老于其北侧可可西里岩带(时代为中新世—上新世)(邓万明, 1996)和中昆仑岩带(时代为更新世)的火山岩(邓普福, 1996)。在总体上, 青藏高原北部新生代火山岩的形成时代由南往北有从羌塘→可可西里→中昆仑岩带逐渐变新的趋势。

5 火山岩形成环境的讨论

青藏高原北部新生代火山岩在空间上可以划分为三个不同的火山岩带, 在时间上时代跨度较大, 分属始新世—更新世, 中昆仑本世纪 50 年代还有过火山活动的报道。高原钾玄岩系列火山岩的形成具有其独特的地质构造背景, 它不与造山带钙碱性和拉斑玄武岩系列的火山岩共生, 在地球化学特征上更加富集 K_2O 、LILE 和 LREE。研究结果表明, 青藏高原北部这套新生代火山岩具有钾玄岩与高钾钙碱性系列之间的过渡性质, 形成深度较大, 是高原岩石圈下部富集地幔或壳—幔混合层部分熔融的产物, 它的形成与新生代以来青藏高原北部大规模的地壳缩短、岩石圈加厚和减薄等深层次地质作用以及高原隆升的地球动

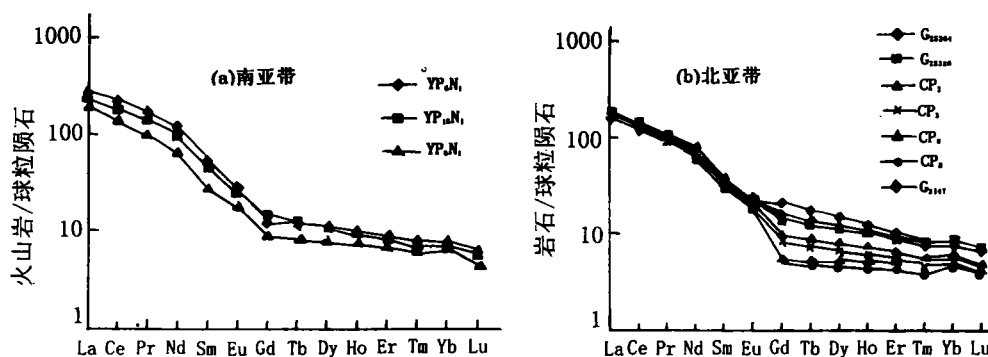


图4 羌塘地区新生代火山岩稀土元素分布模式图

Fig. 4. Chondrite-normalized REE patterns in Cenozoic volcanic rocks.

样品号同表 3。

力学过程密切有关。邓万明(1989; 1991)^[2,7]将青藏高原北部的新生代火山岩划分为南北两个亚带,认为它们分别形成于不同的动力学背景,北亚带形成于挤压环境,南亚带形成于拉张环境,并提

出两种不同的火山岩成因模式,即“陆向俯冲”和“初始板内裂谷”,并认为青藏高原北部存在类似于藏南喜马拉雅陆内俯冲带那样的另一条巨大的陆内俯冲带。

表 4 羌塘地区新生代火山岩的 K-Ar 年龄数据

Table 4. Whole rock K-Ar ages of Cenozoic volcanic rocks from the Qiangtang area

序号	亚带	样品号	岩性	产地	测试年龄(Ma)	测试方法
1	南亚带	YP ₁₅ N ₁	粗安岩	东湖跃进拉	32.6±0.8	K-Ar
2		YP ₆ N ₁	粗安岩	东湖跃进拉	33.9±0.8	K-Ar
3	北亚带	G ₂₀₁₅₁ N ₁	粗安岩	骆驼峰北	35.8±0.9	K-Ar
4		G ₂₀₂₄₂ N ₁	粗安岩	骆驼峰南	44.1±1.0	K-Ar
5		G ₂₄₃₂₄ N ₁	粗安岩	石梁沙河北	43.7±1.1	K-Ar
6		G ₂₅₃₂₅ N ₁	粗安岩	石梁沙河	42.5±1.5	K-Ar
7		G ₂₅₃₂₆ N ₁	粗安岩	石梁沙河	42.5±1.0	K-Ar
8		G ₂₀₁₆₁ N ₁	粗安岩	黄南山	42.7±2.6	K-Ar
9		G ₂₅₂₆₄ N ₁	粗安岩	卧牛山	39.8±1.0	K-Ar
10		C ₂₂ N ₁	粗安岩	乱青山	38.8±1.2	K-Ar

测试单位:成都地质矿产研究所。

邓晋福、赖绍聪等(1996)^[6]认为,,青藏高原北部这套钾玄岩系列火山岩的形成与印度板块向高原内部的陆内俯冲作用,以及北部塔里木板块阻挡引起的地壳缩短,岩石圈加厚的动力学背景有关,并认为高原北部地区的羌塘、可可西里和中昆仑等三条往北其时代变新的火山岩带,与高原南部发育的冈底斯、高喜马拉雅和低喜马拉雅等三条往南其时代变新的淡色花岗岩带分别代表了高原南北两侧由不同的动力学机制形成的火成岩对,它们分别是渐新世、中新世和更新世三次造山幕的产物。

现有资料表明,青藏高原的形成从陆-陆碰撞、陆内汇聚到整体隆升,经历了长达 65Ma 以上的漫长过程。在高原南部,始新世中期(约 45Ma),雅鲁藏布江新特提斯洋在陆-陆碰撞机制下最后消亡,藏南地区结束了最新的海相沉积,当时初始高原的南界在雅鲁藏布江一线。冈底斯山系南缘雅鲁藏布江地区潮湿成煤环境(秋乌煤系)与藏北同时期的红色膏盐层沉积所代表的干旱环境之间的显著差异,显示二者之间有高大山系的阻隔(潘桂棠等,1996 未刊稿)。渐新世以来,喜马拉雅地区发育的多条陆内俯冲带[如主中央断裂带(MCT)、主边界断裂带(MBT)等],记录了青藏高原往南不断扩大的过程。自更新世以来,喜马拉雅南缘西瓦里克前陆盆地的消亡以及印度恒河盆地的形成,预示着青藏高原目前仍在不断地扩大。在青藏高原的北部地区,由于自古

生代以来,该地区发育多条板块碰撞结合带,情况要比喜马拉雅复杂得多。塔里木及柴达木南缘山前前陆盆地的形成时代为中新世—更新世,与发生于可可西里、中昆仑地区的高原钾玄岩—高钾钙碱性系列的火山活动在时间上相一致。因此,可以认为,这两条火山岩带的形成与塔里木板块向南的陆内俯冲引起的陆内汇聚作用有关。

羌塘地区火山岩与可可西里和昆仑岩带的火山岩特征相似,它们形成于相同的地球动力学背景,但其发育时间明显早于昆仑山山前前陆盆地的发育时间。因此笔者认为,青藏高原巨厚地壳的形成及隆升,与整个东特提斯构造域多岛弧盆系统演化和新生代以来高原周边围限的三大刚性板块(印度、扬子和塔里木板块)向高原内部的陆内汇聚作用所引起的高原地壳增厚、下地壳—上地幔物质交换,以及岩石圈减薄等深层次地质作用有关;同时,高原的形成和隆升具有阶段性和穿时性的特点,始新世—渐新世羌塘地区北部应发育一条向羌塘内部的陆内俯冲带,也就是说,羌塘地区新生代火山岩的形成与这一陆内俯冲带有关,它的形成代表了高原早期隆升阶段的深部岩石记录 and 动力学过程。羌塘地区火山岩从北向南其 K₂O 的含量增高,北亚带 Na₂O>K₂O,南亚带 K₂O>Na₂O 这一岩浆演化特点也暗示了这一陆内俯冲作用的方向。

6 主要结论

(1)羌塘地区火山岩是青藏高原北部新生代火山岩带的组成部分,与可可西里、昆仑山地区火山岩相同,属高原钾玄岩-高钾钙碱性系列,为新生代高原陆内汇聚作用阶段的产物。

(2)羌塘地区火山岩属中性-中酸性岩类,主要岩石类型为粗安岩和粗面岩,全碱含量较高,以富含 K_2O 和 LILE 为特征。根据岩石化学特点的差异,可以将该地区火山岩划分为南北两个亚带:北亚带属高钾钙碱性系列, $Na_2O > K_2O$; 南亚带属钾玄岩系列的; $K_2O > Na_2O$; 由北往南岩石的 K_2O 和 LREE 含量增高,反映同源岩浆向 K_2O 和 LREE 更加富集的方向演化。

(3)羌塘地区火山岩的 K-Ar 同位素年龄介

于 44.1~32.6Ma 之间,属始新世-渐新世,从早到晚可大致划分出四个喷发-喷溢阶段。由北往南火山岩时代变新。

(4)微量及稀土元素特征反映羌塘地区火山岩具同源火山岩特征,火山岩的形成与高原岩石圈下部富集地幔或壳幔混合层的部分熔融等深层次地质作用过程有关。

(5)青藏高原的隆升具有阶段性和穿时性。羌塘地区新生代火山岩的形成与沿羌塘北缘发育的陆内俯冲作用有关。

鸣谢:在野外及室内工作中得到了贾宝江研究员,潘桂棠研究员,谭富文副研究员等的帮助和指导,雍永源研究员审阅了全文并提出宝贵意见,在此一并表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 潘桂棠等,青藏高原新生代构造演化,北京,地质出版社,1990。
- [2] 邓万明等,中昆仑造山带钾玄质火山岩地质、地球化学和时代,地质科学,1991(3):201~213。
- [3] 邓万明等,青海可可西里地区新生代火山岩的岩石特征与时代,岩石矿物学杂志,1996(4):289~297。
- [4] 李廷栋,青藏高原隆升的过程和机制,地球学报,1995,(1):1~9。
- [5] 李才等,青藏高原北部新生代火山岩岩石化学特征及其构造意义,现代地质,1989,(1):58~69。
- [6] 赖绍聪等,青藏高原北缘火山作用与构造演化,西安,陕西科学出版社,1996。
- [7] 邓万明,西藏阿里地区北部新生代火山岩——兼论陆内俯冲作用,岩石学报,1989,(3):1~11。
- [8] 刘若新,中国新生代火山岩年代学与地球化学,北京,地震出版社,1992。
- [9] 张以弗、郑健康,青海可可西里及邻区地质构造演化,北京,地震出版社,1994。
- [10] 邓晋福、叶德隆等,下扬子地区火山作用深部过程与盆地形成,武汉,中国地质大学出版社,1992。
- [11] 崔作舟、尹周勋等,青藏高原速度结构和深部构造,北京,地质出版社,1992。
- [12] Sun-Lin Chung et al. Late Cenozoic basaltic volcanism around the Taiwan Strait, SE China: Product of lithosphere-as-thenosphere interaction during continental extension. *Geology*, 1994, 112:1~20.
- [13] Turner S. et al. Timing of Tibetan uplift constrained by analysis of volcanic rocks. *Nature*, 1993, 364:50~54.
- [14] Sun-Lin Chung et al. Diachronous uplift of the Tibetan plateau starting 40 Myr ago. *Nature*, 1998, 394:769~773.

PETROLOGIC FEATURES AND GENESIS OF CENOZOIC VOLCANIC ROCKS, QIANGTANG AREA, NORTHERN TIBETAN PLATEAU

Li Guangming

(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082)

Abstract

Cenozoic volcanic rocks in the Qiangtang area are located in northern Tibetan plateau, with a thickness ranging from 200 to 1000m, and are characterized by potassic lavas which consist of latite and latite. The volcanic rocks in the Qiangtang area belong to shoshonite and high-K calc-alkaline series. They are highly enriched in alkaline, large-ion lithophile elements (Rb, Sr, Ba, and Th), LREE and depleted in high-field strength elements (Ta, Er, Hf and Ti). Chondrite-normalized REE patterns in the volcanic rocks show no significant Eu anomalies, and indicate that the source was plagioclase-free and probably located in the lower crust or upper mantle. The Cenozoic volcanic rocks which have similar petrologic and geochemical characteristics have been reported in northern Hoh Xil and Kunlun areas. The volcanic rocks in the Qiangtang area are mid-Eocene to Oligocene in age according to their K-Ar isotopic data. The intraplate subduction southward Qiangtang played an important role in Cenozoic volcanism, early uplift of the Tibetan plateau and regional extension.

Key words: Qiangtang; shoshonite-high-K calc-alkaline series; intraplate subduction