

# 新疆东昆仑祁漫塔格地区上三叠统火山岩的年代及构造环境研究

沈远超, 杨金中, 刘铁兵, 李光明, 王岳军

(中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029)

[摘要] 新疆东昆仑祁漫塔格地区分布着一套上三叠统、喷发韵律明显的陆相火山岩和火山碎屑岩, 它们起源于地下深部富集稀土元素的异常地幔, 经历了一次从基性—中性—酸性的岩浆连续演化过程。它们是东昆仑构造演化转折期的产物, 形成于 210 Ma ~ 220 Ma。

[关键词] 祁漫塔格 火山岩系列 异常地幔

[中图分类号] P542, P588.14 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2000)03-0032-04

## 1 区域地质概况

本区在大地构造划分上, 隶属东昆仑古生代岛弧带(环形山系带), 为柴达木中生代拗陷和库木库里中生代拗陷所夹持<sup>[1~3, 5]</sup>。区内以石炭纪地层出露广、分布面积大为特征, 为一套浅海—深海相的碎屑岩、碳酸盐岩、火山岩和火山碎屑岩岩石组合。原定的奥陶纪祁漫塔格群经微细化石鉴定, 时代改定为早石炭世<sup>[6]</sup>。此外, 泥盆纪的分布较广, 中、上泥盆统为一套砾岩、含砾粗砂岩夹火山岩、杂色粉砂岩、粉砂质板岩的岩石组合, 表现为以海相为主的海陆交互相建造, 主要分布于祁漫塔格山南、北斜坡地带。在本区的山间小盆地和低洼处分布着红色磨拉石建造, 出露以含铜砂岩为主的第三系碎屑岩建造。区内岩浆活动强烈, 从加里东期—华力西期—印支期—燕山期均有岩浆活动显示, 以华力西期中酸性岩浆活动最为活跃, 岩性有超基性岩、闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩、黑云母花岗岩和钾长花岗岩。

本区的上三叠统火山岩主要分布于祁漫塔格山南麓, 阿特阿特坎河以南, 库木库勒—克其克库木库勒湖以北的广大地域(图 1)。总体上, 地层沿祁漫塔格山系的走向呈东西向分布, 呈长条状, 向东延入青海省; 它不整合叠覆于上石炭统碳酸盐岩沉积之上, 同时被燕山期花岗岩所侵入。研究区内岩石以一套灰绿色基性火山角砾熔岩、角砾岩、紫红色中酸性凝灰角砾熔岩、流纹岩、英安岩、安山岩等岩石组合为特征, 成分从基性到酸性交替出现; 与青海省上三叠统火山岩综合考虑, 总体上由东向西酸性成分愈高, 玄武岩相当于剖面顶部, 安山岩—英安岩相

当于中部, 而流纹岩位于剖面底部, 呈相变连续沉积关系。这套火山岩为一套陆相爆发—溢流的火山岩、火山碎屑岩, 至少经历了四次爆发—溢流阶段, 火山的爆发和溢流具有明显的韵律, 其中一种韵律为英安质角砾岩—凝灰质英安岩—安山岩—流纹岩—石英斑岩; 另一种韵律为英安质凝灰岩—英安岩—流纹斑岩。单个韵律的厚度大小不一, 小者 6 m, 大者近 500 m。

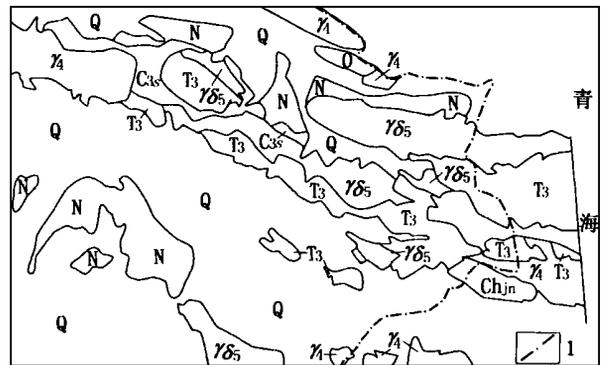


图 1 新疆东昆仑祁漫塔格东部地质简图

Q—第四系; N—第三系; T<sub>3</sub>—三叠系; O—奥陶系; C<sub>3s</sub>—石炭系;  
Ch<sub>3n</sub>—长城系; 5—花岗闪长岩; 4—花岗岩; 1—省界

## 2 地球化学特征

本区上三叠统火山岩的化学全分析结果列于表 1。从岩石化学来看, 该区火山岩主要为酸性流纹岩、英安岩, 其次为安山岩, SiO<sub>2</sub> 变化范围宽 (56.10% ~ 79.58%), 在频率图上构成单峰, 峰值为 70% ~ 77%。在 SiO<sub>2</sub>—alk、SiO<sub>2</sub>—Al 图解中, 绝大部分投点落于亚碱性区域, 在 SiO<sub>2</sub>—K<sub>2</sub>O 图解中多数样品落于高钾安山岩区, 少数具低钾特征。

本区火山岩的稀土总量在 172 × 10<sup>-6</sup> ~ 288 ×

[收稿日期] 1998-10-01; [修定日期] 1999-01-05; [责任编辑] 张启芳  
[基金项目] “九五”国家科技攻关 305 项目 (96-915-06-01A) 资助。

10<sup>-6</sup>之间,轻重稀土分馏强烈,轻重稀土比值大,在 9.02~10.13 之间,(La/Yb)<sub>N</sub> 相近(>10),Yb 含量约为 22 ×10<sup>-6</sup>,从总体上说,该区不论是相对基性的火山岩还是酸性流纹岩,均显示为具有 LREE 富

集特征、向右倾斜的配分曲线(图 2(b)),Eu 负异常表现出随 SiO<sub>2</sub>含量的变化而变化的特征,当 SiO<sub>2</sub> < 60%时,Eu 异常不明显;随 SiO<sub>2</sub> 含量增加,由于斜长石分离结晶程度的增加,Eu 负异常逐渐明显。

表 1 三叠纪火山岩部分岩石全分析结果

样号	岩性	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	烧失
T-23	火山集块岩	72.18	0.28	13.02	1.96	1.35	0.05	1.56	0.57	3.26	3.51	0.18	1.51
T-24	流纹岩	72.11	0.21	13.92	1.90	1.47	0.06	0.75	0.39	3.51	4.31	0.16	1.86
T-25	火山角砾岩	72.86	0.16	12.93	1.61	1.88	0.08	120	0.41	3.89	3.22	0.18	1.65
T-27	安山岩	56.10	1.12	16.85	4.42	3.31	0.12	6.93	3.10	1.32	3.40	0.51	2.23
T-28	火山角砾岩	75.44	0.11	12.85	1.52	1.17	0.05	0.55	0.19	3.73	3.35	0.20	0.88
T-29	火山角砾岩	73.59	0.22	12.88	1.90	1.35	0.07	176	0.57	3.33	3.20	0.21	0.85
T-30	流纹质角砾熔岩	70.02	0.31	13.75	1.85	1.41	0.06	1.83	0.49	3.48	3.12	0.23	2.63
T-34	含角砾流纹岩	70.23	0.24	14.13	1.70	2.40	0.09	1.29	0.34	4.13	3.08	0.25	1.83
T-36	安山岩	65.60	0.42	16.35	1.90	2.18	0.08	2.89	0.71	3.27	4.87	0.30	1.85
T-37	火山角砾熔岩	70.29	0.30	13.60	1.57	1.77	0.08	1.91	0.53	4.08	3.06	0.30	1.90
T-38	英安流纹岩	70.14	0.28	13.53	2.25	1.43	0.07	213	0.55	3.13	3.70	0.30	2.17
T-39	流纹岩	73.37	0.25	12.79	2.13	1.21	0.06	1.12	0.50	3.61	3.25	0.28	0.80
T-41	火山角砾岩	72.24	0.34	13.40	0.56	2.81	0.06	192	0.36	4.46	2.91	0.32	0.26
T-42	安山岩	58.75	0.98	16.61	2.67	4.94	0.13	5.89	1.92	2.71	3.50	0.52	1.02
T-44	流纹岩	74.99	0.15	12.34	0.77	1.76	0.05	0.91	0.25	4.40	2.62	0.27	1.12
T-45	流纹岩	75.43	0.14	12.30	0.60	1.68	0.04	0.58	0.26	4.47	2.29	0.28	1.14
T-46	流纹岩	74.56	0.14	12.30	0.75	1.63	0.05	0.96	0.25	4.33	2.60	0.27	1.67
T-47	石英斑岩	73.66	0.15	12.36	2.31	0.50	0.07	0.68	0.24	5.13	2.88	0.26	1.01
T-50	石英斑岩	77.36	0.12	11.05	2.04	0.68	0.04	1.23	0.30	0.85	4.36	0.29	1.50
T-51	石英斑岩	79.58	0.06	9.93	1.93	0.33	0.02	0.63	0.21	3.32	2.29	0.30	1.08
T-53	流纹斑岩	76.40	0.08	11.25	1.38	1.44	0.08	0.87	0.20	3087	3.07	0.33	0.75
T-56	安山玢岩	62.71	0.88	14.81	4.89	4.30	0.16	3.17	1.29	2.97	3.03	0.57	2.30
T-57	安山玢岩	63.58	0.93	15.50	3.56	1.90	0.16	2.36	0.91	3.90		3.96	0.58
T-60	安山岩	52.79	1.29	14.86	5.93	3.95	0.14	7.54	4.96	1.79	2.82	0.74	3.10

在微量元素特征上,本区火山岩具有如下特征: 岩石中大离子亲石元素(LIL)富集; 相容元素 Co、Cr、Ni 亏损; 不论其 SiO<sub>2</sub> 含量如何,均显示高场强不活动元素 Nb、Ta、Sr、Zr、Tb 负异常,表现出向右陡倾的锯齿状曲线(图 2(a))。

### 3 同位素年代学研究

关于本区火山岩的形成年代,尚未见报道,而在这套火山岩的东延部分—青海境内已有大量的同位素年龄数据(K—Ar 法),其中阿尼亚拉克萨依附近的玄武岩(剖面上部)全岩年龄为 222 Ma;景忍东面的英安质凝灰熔岩全岩年龄为 199 Ma;景忍北坡西段流纹质凝灰熔岩全岩年龄为 217 Ma(据阿牙克库木湖地区 1 100 万区域地质调查报告,1982),上述年龄值均为三叠纪范畴无疑。

为进一步确定本区三叠纪火山岩的年代,我们对本区三叠纪地层的两个保存较好的剖面进行了系统取样,并选送了两组共 16 个全岩样品,由中国科学院地质研究所测试中心进行了铷—锶同位素等

时线年龄的测定。样品测定结果和铷—锶等时线图见表 2,图 3。两组样品的测定结果表明,东昆仑地区的火山岩形成于 210 Ma~220 Ma 之间;其初始值分别为 0.7082 和 0.7091,表明岩浆作用虽然经历从基性—中性—酸性的转变过程,但所有样品均具有一致的物质来源,形成火山岩系列的岩浆起源于地下深部富集稀土元素的异常地幔。

### 4 成因及构造环境分析

在 SiO<sub>2</sub>—Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>—TiO<sub>2</sub>、SiO<sub>2</sub>—CaO 图解(图 4)中,本区 SiO<sub>2</sub> 含量大于 65%的样品投点与 Vielzeut 和 Holloway(1988)利用矿物组合为石英—斜长石—蓝晶石—云母—石榴石—十字石—绿泥石的贫流体泥质岩石在 10kb,1150K~1520K 条件下部分熔融后的熔体成分趋势极为相近,但相对高 K<sub>2</sub>O、低 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,这可能是由于源区 An 的差异所致,源区 An 分子的增多将导致熔体中 Q、Or 增加,而这正与 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的降低相一致<sup>[7~9]</sup>;与 Nekvasil(1988)在 5kb、10kb 条件下用富水源区细晶闪长岩熔融的熔体成分相比,也十

表 2 三叠纪火山岩铷锶同位素年龄测定数据

样品号	Rb/ $\times 10^{-6}$	Sr/ $\times 10^{-6}$	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Rb}_{\text{cont}}$	$^{86}\text{Sr}_{\text{cont}}$
T30	193.496	162.249	3.44738	0.719142 +/- 16	0.628234	0.182235
T31	2150214	184.196	3.37752	0.719301 +/- 18	0.698747	0.206882
T32	215.917	250.873	2.48724	0.716410 +/- 20	0.701030	0.281851
T33	147.663	310.411	1.37433	0.713334 +/- 13	0.479426	0.348845
T34	224.249	190.621	3.40225	0.719413 +/- 15	0.728406	0.214096
T35	233.823	198.636	3.56440	0.719586 - / - 12	0.759165	0.212985
T37	206.403	179.865	3.31713	0.718962 +/- 10	0.670139	0.202024
T41	255.969	143.126	5.17255	0.724690 +/- 19	0.831068	0.160669
T44	240.952	109.626	6.35935	0.728408 +/- 19	0.782313	0.1230188
T45	238.945	103.627	6.67220	0.729545 +/- 50	0.775797	0.116273
T46	234.762	111.012	6.11827	0.727871 +/- 26	0.762214	0.124580
T47	253.097	113.320	6.46236	0.728854 +/- 46	0.821743	0.127158
T54	208.317	60.173	10.0276	0.739844 +/- 14	0.676354	0.067449
T55	263.524	165.434	4.60607	0.722349 +/- 29	0.855596	0.185754
T57	251.094	246.739	2.94121	0.717415 +/- 44	0.815240	0.277179
T58	240.025	61.662	11.2796	0.744000 +/- 36	0.779302	0.069089

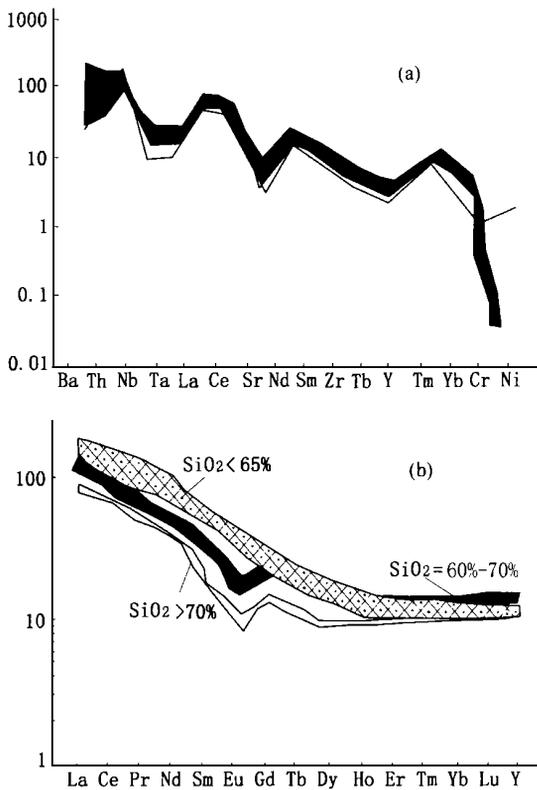


图 2 火山岩稀土元素配分模式 (b) 及微量元素 (a) 图解分相似,但未出现成分集结区,而是呈线性分布<sup>[10]</sup>。实验岩石学和相平衡研究结果证明<sup>[11,12]</sup>,真正 Eu 异常或无负 Eu 异常的中酸性岩浆,不管其是通过陆壳岩石的部分熔融还是通过玄武质或安山质岩浆分异而成,都意味着源区深度较大,在 55 km 以上的陆壳类熔融系统仍存在斜长石,均将产生具负 Eu 异常的熔体,而 60 km 以下时,固相线上斜长石不存在,此时岩浆的熔融不会出现负 Eu 异常。同样,55 km

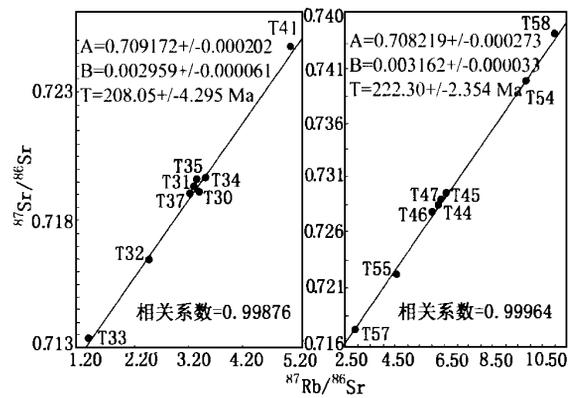


图 3 东昆仑三叠纪火山岩铷锶同位素年龄等时线图

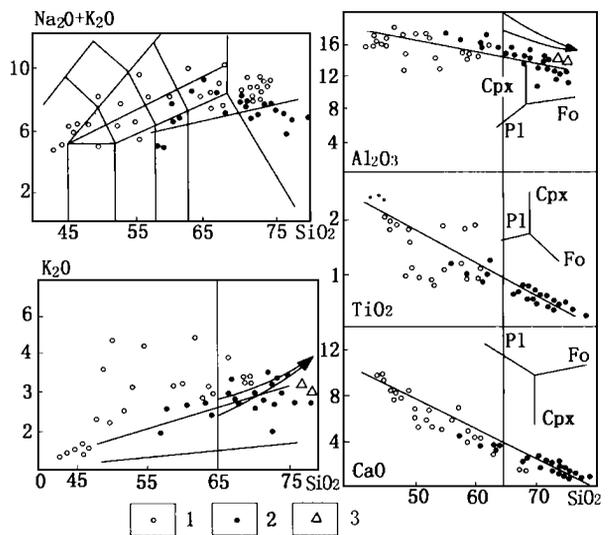


图 4 东昆仑三叠纪火山岩  $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2 - \text{TiO}_2$ 、 $\text{SiO}_2 - \text{CaO}$  图解

1—本区数据;2—藏北数据;3—据 Vielzeut 和 Holloway(1988) 深度下通过分异机制由玄武岩浆等产生的熔体,亦会因为缺少斜长石的结晶分离,不会产生负 Eu 异

常;只有压力小于 1 GPa ~ 2 GPa (30 km ~ 50 km) 时,才可能由分异结晶作用产生负 Eu 异常。简单的模拟计算表明,如果正常地幔物质部分熔融,只有在部分熔融程度小于 2% 时才能产生该熔体的稀土配分模式,而实验岩石学研究(邱家骥,1991)则表明低度部分熔融形成的熔体,呈星散状分布于熔融恒温区边缘,很难与熔体分离<sup>[7]</sup>,这可能暗示形成本区火山岩的熔体源于 60 km 左右富集 REE 的异常地幔。

本区的火山岩主要为钙碱性系列火山岩,在 SiO<sub>2</sub> - AR 图解上主要分布在钙碱质和弱碱质岩区。从宏观剖面上看,本区火山岩部分地段具双峰式特点,由酸性火山岩和基性火山岩组成,化学成分上出现低 SiO<sub>2</sub> 和高 SiO<sub>2</sub> 两个区。目前一般认为,双峰式火山岩组合是大陆裂谷作用的典型特征,但大陆裂谷作用不一定都表现出双峰式组合的特点。在 lg - t<sub>g</sub> 图解上,本区火山岩多数投点落于与消减带有关的造山带火山岩区;在 Sr - Eu 图解上,投点分别落于壳源、幔源或过渡区域,表明存在地壳物质的明显加入;在 Th/La - Nb/La、Th/Ta - Nb/Ta 图解上,本区中酸性火山岩显示了良好的线性关系,表现为同一源区不同部分熔融程度下形成的岩浆演化系列。因此,与现代岛弧型和安第斯型活动大陆边缘的相比结果表明,本区火山岩很可能不是在岛弧或陆缘火山弧环境下形成的,而是形成于已固结的大陆边缘,与洋壳俯冲作用无关。即是在早期的造山阶段以后,新增生的或已固结的大陆边缘重新受到扩张作用而形成的。从大地构造学意义上说,东昆仑地区三叠纪火山岩形成年代的确定,很好地解释了本区中生代的构造演化过程,随着古特提斯于石炭 - 二叠纪开始的向南北两侧俯冲的过程,不同地段相继露出海面,在祁漫塔格地区露出海面之后由

于板内俯冲或地幔拆沉作用的影响,深部富集地幔发生部分熔融,从而在本区早古生代以前的岛弧基础上,又叠加了中生代三叠纪的陆相火山作用。这正是东昆仑地区中生代岩浆活动特别强烈而且广泛,并具多期活动和复杂组合等特征的原因。

#### [参考文献]

- [1] 潘裕生,等. 昆仑山早古生代地质特征与演化[J]. 中国科学(D 辑),1996,26(4):302~307.
- [2] 新疆地质矿产局. 新疆维吾尔自治区区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1993.
- [3] 姜春发,杨经绥,等. 昆仑开合构造[M]. 北京:地质出版社,1992.
- [4] 邱家骥,林景任. 岩石化学[M]. 北京:地质出版社,1991.
- [5] 邓万明. 青藏阿里地区北部新生代火山岩——兼论陆内俯冲作用[J]. 岩石学报,1989,5(3):1~11.
- [6] 李曰俊,郝杰. 东昆仑铁石达斯群中发现放射虫动物群[J]. 地质科学,1998,33(2):254.
- [7] McKenna L W. Geochemistry of crustally derived leucocratic igneous rocks from the Uluh Muztagh Areas, Northern Tibet and their implications: for the formation of the Tibetan Plateau[J]. J Geophys, 1990, Res. 95(B13):21483~21502.
- [8] Arnaud Ph Vidal, Tapponnier P, et al. The high - K<sub>2</sub>O volcanism of northwestern Tibet: Geochemistry and tectonic implications[J]. Earth and Planetary Science Letter, 1990, 111:351~367.
- [9] Vielzeuf D, Holloway J R. Experimental determination of the fluid - absent melting relations in the pelitic system[J]. Contrib Mineral Petrol, 1988, 98:257~276.
- [10] Nekvasil H. Calculation of the equilibrium crystallization paths of compositionally simple hydrous felsic melts[J]. Am Mineral, 1988, 73:956~965.
- [11] Huang WJ, Wyllie PJ. Phase relationships of S - type granite with H<sub>2</sub>O at 35 Kbar muscovite granite from Harney peak, South Dakota[J]. J Geophys, 1981, Res. 96(B11):10515~10529.
- [12] Huang WJ, Wyllie PJ. Phase relationships of gabbro - tonalite - H<sub>2</sub>O at 15 Kbar with applications to differentiation and anatexis[J]. Am Miner, 1986, 71:301~316.

### CHRONOLOGY AND TECTONIC SETTINGS OF UPPER TRIASSIC VOLCANIC ROCKS IN THE QIMANTAGE AREA OF EAST KUNLUN OROGENIC BELT, XINJIANG

SHEN Yuan - chao, YANG Jin - zhong, LIU Tie - bing, LI Cuang - ming, MANG Yue - jun

**Abstract:** A series of Upper Triassic volcanic rocks with obvious eruptive rhythm are extensively distributed in south Qimantage area in east Kunlun orogenic belt. Two Rb - Sr whole - rock isochronal ages of 208 ± 4 Ma have been yielded from the volcanic rocks characterized by the enrichment of light REE. With the increasing of SiO<sub>2</sub>, Eu intends to have negative anomaly obviously. Based on petrology and geochemistry, it is proposed that the volcanic series derived from the anomalous mantle rich in REE, and experienced the evolution from basic magma, neutral magma to acidic magma.

**Key words:** Qimantage, volcanic series, anomalous mantle



第一作者简介:

沈远超(1943年-),男,研究员(博士生导师),岩石学及矿物学专业。主要从事成矿岩石学、矿床学及含矿成矿预测工作,现为中国科学院知识创新工程项目首席科学家。

通讯地址:北京德外祁家豁子 中国科学院地质与地球物理研究所 邮政编码:100029