

文章编号: 1009-6248(2002)03-0035-07

新疆柯坪库木如吾祖克地区二叠纪火山岩^{*}

徐学义, 何世平, 马中平, 杨建国

(西安地质矿产研究所, 陕西 西安 710054)

摘 要: 新疆柯坪库木如吾祖克地区二叠纪火山岩产于柯坪微地块中, 为陆相火山岩, 主要由基性熔岩(辉石玄武岩)和酸性凝灰岩组成, 具双峰式火山岩系组合特征。火山岩为 3 个火山喷发旋回的产物, 从下至上基性熔岩主元素成分成规律性变化, 表明基性熔岩为同源岩浆分异演化的产物。基性熔岩具有大陆火山岩性质, 形成于大陆拉张环境。该二叠纪火山岩为天山造山带石炭—二叠纪大规模裂谷作用在柯坪古老微地块上的反映。

关键词: 二叠纪火山岩; 岩石地球化学; 构造背景

中图分类号: P588.14

文献标识码: A

1 火山岩产出特征

新疆柯坪二叠纪火山岩分布于柯坪印干山以东库木如吾祖克地区, 位于阿克苏市西南约 70 km, 地质构造单元属于西南天山柯坪微地块^[1]。柯坪微地块由元古界基底及震旦—古生界盖层构成。元古界基底即阿克苏群, 为一套古老变质岩系, 变质程度较浅, 为具残留结构的变基性火山岩。盖层由震旦系—二叠系浅海—滨海—陆相碎屑岩—碳酸盐岩建造组成。其中, 震旦系和二叠系含有火山岩^[1, 2]。

据新疆地质矿产局第八地质大队 1: 50 万地质图及新疆区域地质志^[1], 柯坪印干山以东地区地层主要为震旦—二叠系。其中, 震旦系—石炭系主要为浅海—滨海环境下沉积的产物, 为碎屑岩—碳酸盐岩组合。二叠系分下、上统, 火山岩、火山碎屑岩也主要赋存于下二叠统中, 自下而上为库普兹满组及开派雷克组, 两组下部均为陆相杂色砂岩、粉砂岩、泥岩等, 夹煤系, 含植物、双壳类化石, 上部为黑色玄武岩、杏仁状玻质玄武岩夹杂色砂岩、凝灰岩、火山碎屑岩、石英斑岩等, 玄武岩中尚夹有含植物化石的泥岩^[3]。下二叠统下伏晚石炭康克林组(含植物化石), 两者呈整合关系。上二叠统为一套砂岩、页岩夹含煤岩系, 其与第三纪砂砾岩呈不整合接触(图 1)。

作者在库木如吾祖克地区实测剖面揭示地层从下至上为: 志留系砂岩、砂页岩; 泥盆系砾

收稿日期: 2001-11-26

作者简介: 徐学义(1966-), 男, 山西万荣人, 副研究员, 博士。主要从事火成岩石学研究。

^{*} 本文为中国地质调查局“西南天山矿产资源综合评价”项目研究成果

岩、砂砾岩、石炭系生物碎屑灰岩; 下二叠统下部砂岩、砂砾岩, 上部玄武岩、火山碎屑岩、酸性凝灰岩; 上二叠统砂岩夹含煤岩系(图 2)。下二叠统上部的玄武岩及凝灰岩的分布构成基性熔岩-酸性凝灰岩-基性熔岩-酸性凝灰岩-基性熔岩-酸性凝灰岩组合, 应为 3 个火山喷发旋回, 基性熔岩(玄武岩)柱状解理发育。根据二叠纪火山岩产出状态, 应为陆相火山岩。

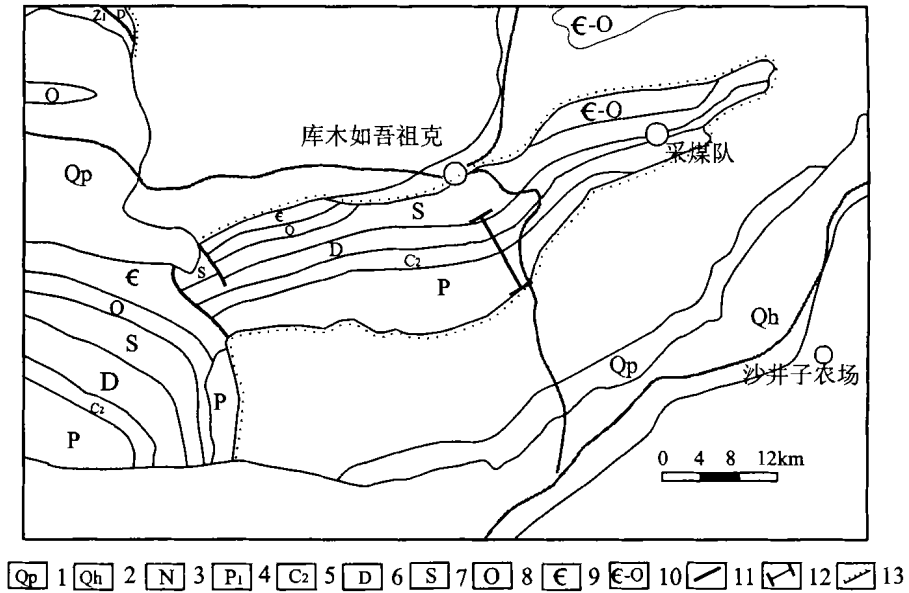


图 1 柯坪库木如吾祖克地区地质略图

Fig. 1 Geological sketch map from Kumuwuzuke area, Keping county

1. 第四系坡积物; 2. 第四系洪积物; 3. 第三系红色砂砾岩; 4. 二叠系下部砂岩、砂砾岩; 5. 中部玄武岩及凝灰岩; 上部砂岩夹煤层; 6. 中石炭统灰岩; 7. 泥盆系砂砾岩、砂砾岩; 8. 志留系砂砾岩夹页岩; 9. 奥陶系灰岩及碎屑岩; 10. 寒武系灰岩、碎屑岩夹含磷层; 11. 断层; 12. 工作剖面; 13. 不整合接触

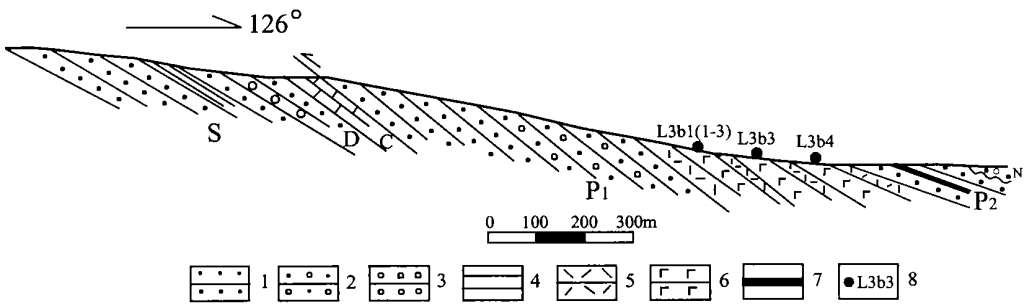


图 2 库木如吾祖克古生界剖面图

Fig. 2 Profile for the Palaeozoic formation at Kumuwuzuke area

1. 砂岩; 2. 砂砾岩; 3. 砾岩; 4. 页岩; 5. 酸性凝灰岩; 6. 玄武岩; 7. 含煤岩系; 8. 采样点

2 火山岩岩相学

对库木如吾祖克地区二叠纪火山岩的路线剖面观察、代表性取样和镜下研究表明: 二叠纪火山岩的基性熔岩主要为辉石玄武岩, 岩石非常新鲜, 凝灰岩主要为酸性凝灰岩。

辉石玄武岩呈块状构造, 黑色或黑棕色, 具斑状结构, 斑晶矿物为单斜辉石及中长石 ($A_{n46.4}Al_{b48.2}O_{r5.4}$), 长石具环带构造。基质为间粒-间隐结构, 由斜长石微晶组成格架, 其间充填有细粒单斜辉石、钛-磁铁矿以及脱玻化的玻璃质(现为绿泥石)。

酸性凝灰岩为晶屑-玻屑凝灰岩, 以晶屑-玻屑为主, 晶屑主要为棱角状石英, 有的具熔蚀状边缘, 此外还有少量钠-更长石; 玻屑已脱玻, 呈弧形、弧面多角形、弓形等形态。少量岩屑为英安岩和玄武岩岩屑。

3 火山岩岩石化学

库木如吾祖克二叠纪火山岩的主量元素含量、稀土元素含量和微量元素含量分别列于表 1 和表 2。辉石玄武岩共分析 5 个样品, $SiO_2 = 48.13\% \sim 53.38\%$; $MgO = 3.20\% \sim 4.10\%$; $TiO_2 = 2.55\% \sim 2.90\%$; $Na_2O + K_2O = 3.64\% \sim 4.39\%$ 。火山岩的 $Mg^\#$ 值较低, 为 0.29~0.31, 属演化型火山岩。

表 1 柯坪库木如吾祖克地区二叠系火山岩常量元素含量(wB%)

Tab. 1 Major element contents of Permian volcanic rocks from Kumuruwuzuke area, Keping county (wB%)

样号	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	LOI	Total	Mg'
L3B1-1	辉石玄武岩	48.13	2.60	15.02	5.78	7.02	0.21	3.20	8.00	2.92	0.92	0.57	5.20	99.57	0.30
L3B1-3	辉石玄武岩	49.383	2.55	16.06	6.60	7.70	0.16	3.40	7.80	2.99	0.84	0.66	1.34	99.48	0.29
L3B3-1	辉石玄武岩	49.01	2.60	16.07	8.70	6.20	0.22	3.60	8.10	3.04	0.60	0.66	1.14	99.94	0.29
L3B4-1	辉石玄武岩	49.74	2.85	14.48	7.16	8.44	0.22	4.10	7.00	2.77	1.49	0.65	0.91	99.81	0.31
L3B4-2	辉石玄武岩	53.38	2.90	12.29	7.30	8.10	0.23	3.90	5.40	2.85	1.54	0.77	1.10	99.76	0.30

表 2 柯坪库木如吾祖克地区二叠系火山岩稀土及微量元素含量(wB%)

Tab. 2 REE and trace elements contents of Permian volcanic rocks from Kumuruwuzuke area, Keping county (wB%)

样号	岩性	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Sr	Rb	Ba	Th	Ta	Nb	Zr	Hf	Y
L3B1-1	辉石玄武岩	35.8	64.0	32.3	7.21	2.28	1.26	3.47	0.482	379	26.3	573	6.02	1.57	27.2	164	6.00	38.1
L3B1-3	辉石玄武岩	36.2	63.7	30.6	7.13	2.18	1.23	3.26	0.511	45	028	566	6.09	1.45	27.1	142	6.22	37.5
L3B3-1	辉石玄武岩	33.8	59.6	31.9	6.85	2.09	1.19	3.31	0.47	334	41.7	506	5.43	1.35	25.3	108	5.51	35.1
L3B4-1	辉石玄武岩	37.2	65.3	32.0	7.82	2.48	1.18	3.66	0.55	281	34.5	510	5.15	1.77	31.4	180	6.66	42
L3B4-2	辉石玄武岩	37.3	66.0	39.1	8.75	2.56	1.28	3.87	0.55	316	43.8	560	5.25	1.72	30.6	164	6.59	40.3

3.1 岩浆系列

该火山岩岩石非常新鲜, 烧失量多小于 2%, 可用主元素来区分火山岩的岩浆系列, 在 $Na_2O + K_2O-SiO_2$ 图(图 3a)中火山岩投点落入亚碱性系列, 在 A FM 图中(图 3b)中落入拉斑玄武岩系列, 因此本区火山岩属拉斑系列火山岩。

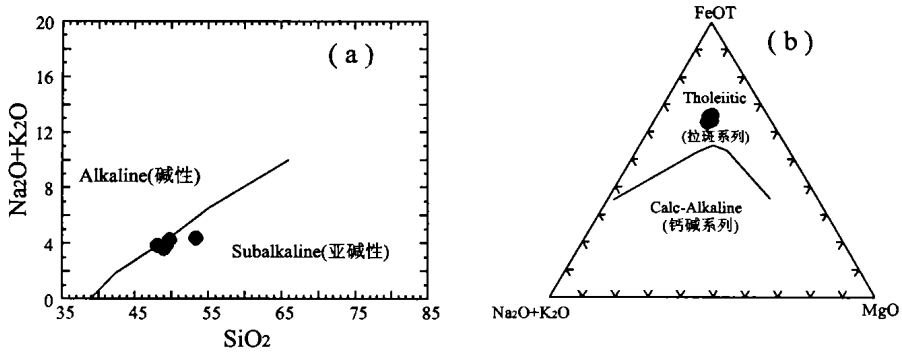


图 3 柯坪库木如吾祖克地区二叠纪玄武岩岩石系列判别图

Fig. 3 Diagrams of volcanic rocks series for Permian basalts from Kumuruwuzuke area, Keping county
(a) $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ 图解; (b) AFM 图解

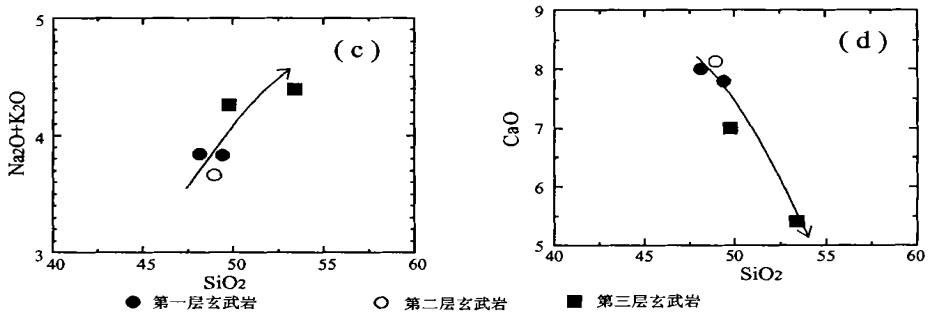


图 4 柯坪库木如吾祖克地区二叠纪玄武岩主量元素图解

Fig. 4 Major elements diagrams for Permian basalts from Kumuruwuzuke area, Keping county
(c) $\text{Na}_2\text{O} + \text{SiO}_2$ 图; (d) $\text{CaO} - \text{SiO}_2$ 图

3.2 岩石化学演化

所分析的 5 个辉石玄武岩样品的地球化学特征基本一致, 按照层位由下至上, 总体上有 SiO_2 , TiO_2 , MgO/FeOT , $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 值升高(图 4c); Na_2O 、 CaO 值降低的趋势(图 4d)。3 个旋回玄武岩成分相近并呈现从下至上的变化, 趋势说明 3 次火山喷发形成的玄武岩应是同源岩浆演化的产物。

3.3 稀土微量元素特征

本区玄武岩的稀土总量较高, 稀土元素球粒陨石配分图近似, 轻重稀土分异明显, 均为轻稀土强烈富集型(图 5a), Eu 负异常不明显。稀土元素球粒陨石配分图的近似表明 3 次火山喷发旋回形成的玄武岩应为同源岩浆产物; 轻稀土的强烈富集表明岩浆可能形成于富集地幔源区。在 $\text{Y}/\text{Nb} - \text{Zr}/\text{Nb}$ 图中(图 5b), 本区火山岩投点靠近地幔柱或热点区, 表明岩浆源区受到类似于 O B 地幔柱源的强烈影响。

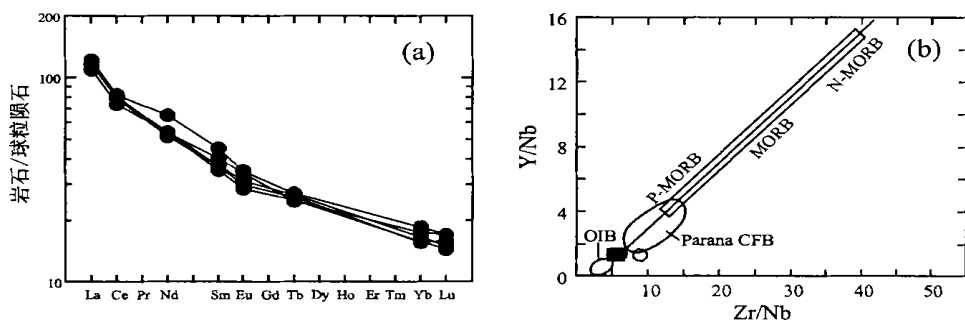


图5 柯坪库木如吾祖克地区二叠纪玄武岩REE及Y/Nb-Zr/Nb图解

Fig. 5 REE and Y/Nb-Zr/Nb diagrams for Permian basalts from Kumuruwuzuke area, Keping county

(a)REE 球粒陨石标准化配分图(标准化数据据Boynton, 1984)

(b)Y/Nb-Zr/Nb图解(图例同图4)

4 形成地质环境

二叠纪火山岩为大陆板内火山岩,其主要特点为: 该二叠纪火山岩为陆相火山岩: 火山岩下部的杂色砂岩、砂砾岩均为陆相沉积的产物, 区域上含煤系及植物化石; 酸性凝灰岩具有很好的韵律层理, 上部具有泥质岩层, 发育陆相火山岩特有的火山-泥球构造。火山岩主要由基性熔岩(辉石玄武岩)和酸性凝灰岩(区域上发现石英斑岩)组成, 岩石组合上具有双峰式火山岩系的特征。在MORB标准化的微量元素蛛网图上, 该二叠纪玄武岩明显富集大离子亲石元素(LILE, 如K、Rb、Ba等)和高场强元素(HFSE, 如Zr、Yb), 总体上呈大隆起型, 分布特征大陆板内拉斑玄武岩非常相似(图6)。二叠纪玄武岩在火山岩

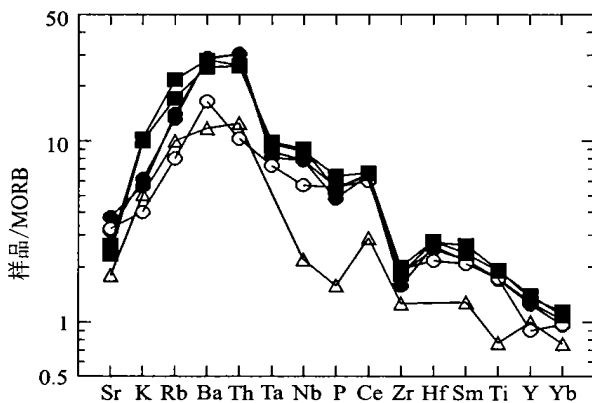


图6 柯坪库木如吾祖克地区二叠纪玄武岩微量元素MORB标准化配分图

Fig. 6 MORB-normalized trace elements patterns for Permian basalts from Kumuruwuzuke area, Keping county (Normalized data after pearce, 1982)

大陆拉斑玄武岩平均值^[7]

(标准化数据据Pearce, 1982)

构造-地球化学判别图^[4,5]Zr/Y-Zr图(图7a)中投入板内玄武岩区, 在 $3 \times \text{Tb}-\text{Th}-2 \times \text{Ta}$ 图中(图7b)投入大陆拉斑玄武岩区。汪云亮等提出了利用 $\text{Th}/\text{Hf}-\text{Ta}/\text{Hf}$ 图解来判别各类玄武岩形成的地构造环境。因为Th、Ta、Hf是一组耐熔强亲岩浆元素, 由于地球化学性质的相似性, 其比值与岩浆演化同步变化, Ta/Hf 和 Th/Hf 值在地幔部分熔融过程中只有很小的变化, 在岩浆分离结晶过程中基本不变, 因而利用 Ta/Hf 及 Th/Hf 值能够较好地地区别不同玄武岩形成的构造环境。在 $\text{Th}/\text{Hf}-\text{Ta}/\text{Hf}$ 图解中(图8)^[6], 二叠纪玄武岩形成大陆拉张带(初始裂谷环境)。综上所述, 二叠纪火山岩形成于大陆板内拉张环境。

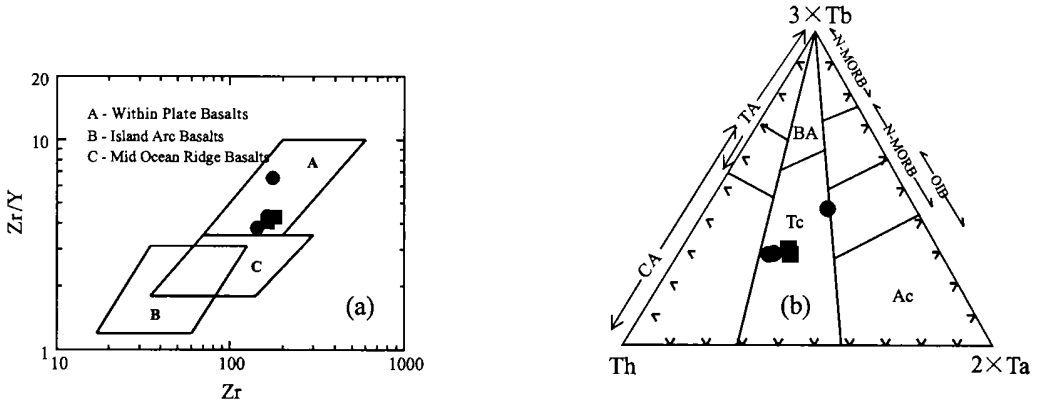


图 7 柯坪库木如吾祖克地区二叠纪玄武岩构造环境判别图解

Fig. 7 Tectonic discrimination diagrams for Permian basalts from Kumuruwuzuke area, Keping county (a) Zr/Y-Zr 图解 (据 Pearce 等, 1982); (b) $3 \times Tb$ -Th- $2 \times Ta$ 图解 (据 Cabanis and Thieblemont, 1988) N-MORB; N 型洋脊玄武岩; E-MORB: E 型洋脊玄武岩; OIB: 洋岛玄武岩; TA: 岛弧拉玄武岩; CA: 岛弧钙碱性玄武岩; BA: 弧前及弧后盆地玄武岩; Tc: 大陆拉斑玄武岩; Ac: 大陆碱性玄武岩 (图例同图 4)

5 地质构造意义

柯坪微地块位于塔里木板块北缘, 古生代以来处于相对稳定的构造环境, 沉积了浅海—滨海—陆相的碎屑岩—碳酸盐岩建造, 岩浆活动不强烈, 仅震旦纪和二叠纪发育有少量火山岩。从整个天山造山带来看, 自早石炭世开始天山造山带洋盆已经封闭, 并迅速转为拉张环境。西南天山地区石炭—二叠纪火山沉积岩系中火山作用微弱, 反映西南天山地区石炭—二叠纪时裂谷作用程度较弱, 其中石炭纪火山仅分布乌什北山的卡恰地区, 火山岩为双峰式火山岩, 二叠纪火山岩主要分布于柯坪地块的沙井子—库木如吾祖克地区, 从二叠纪火山岩的特征来讲, 它为大陆拉张环境下的产物, 是天山造山带石炭—二叠纪大陆裂谷作用在西南天山古老微地块的具体反映, 说明整个天山造山带从东至西, 石炭—二叠纪均发生了大陆裂谷作用, 只是不同地区拉张作用的程度、强弱不同, 该拉张作用可能与深部地幔柱的上升有密切关系。

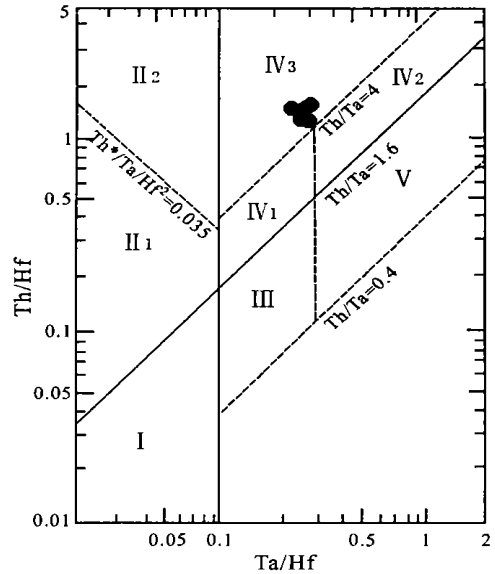


图 8 玄武岩类大地构造环境的 Th/Hf-Ta/Hf 判别图

Fig. 8 Th/Hf-Ta/Hf identification diagram of tectonic setting of basalts

I. 板块发散边缘 N-MORB 区; II. 板块汇聚边缘 (II₁. 大洋岛弧玄武岩区 II₂. 陆缘岛弧及陆缘火山弧玄武岩区); III. 大洋板内洋岛、海山玄武岩及 T-MORB、E-MORB 区; IV. 大陆板内 (IV₁. 陆内裂谷及陆缘裂谷拉斑玄武岩区; IV₂. 陆内裂谷碱性玄武岩区; IV₃. 大陆拉张带 (或初始裂谷) 玄武岩区; V. 地幔热柱玄武岩

6 结 论

(1) 库木如吾祖克地区二叠纪火山岩为陆相火山岩, 主要由基性火山熔岩(辉石玄武岩)和酸性凝灰岩组成, 具双峰式火山岩系组合。

(2) 火山岩具有3个喷发旋回, 玄武岩为同源岩浆演化产物。

(3) 火山岩具大陆板内火山岩岩石组合及地球化学特点, 形成于大陆板内拉张环境。

(4) 火山岩为天山造山带石炭—二叠纪裂谷作用在柯坪地块上的反映。

感谢: 文中主要内容经夏祖春、夏林圻研究员的审阅并提出宝贵意见, 在此表示感谢。

参考文献:

- [1] 新疆地质矿产局. 新疆区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1988.
- [2] 肖序常, 汤耀庆, 冯益民, 等. 新疆北部及其邻区大地构造[M]. 北京: 地质出版社, 1992.
- [3] 刘本培. 西南天山构造格局与演化[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996.
- [4] Wood D A. A variably veined suboceanic upper mantle-genetic significance for mid-ocean ridge basalts from geochemical evidence[A]. *Geology*, 1979, 7: 499-504. 86-94.
- [5] Duncan A R. The Karoo igneous province- a problem area for inferring tectonic setting from basalt geochemistry[A]. In: Weaver S D and Johnson R W (eds.), *Tectonic Control on Magma Chemistry*. *Journal of Volcanology and Geothermal Researches*, 1987, 32: 13-34.
- [6] 汪云亮, 张成江, 修淑芝. 玄武岩类形成的大地构造环境的 Th/Hf-Ta/Hf 图解判别[J]. *岩石学报*, 2001, 17(3): 413-421.

The Permian volcanic rocks from Kumuruwuzuke area, Keping County

XU Xue-yi, HE Shi-ping, MA Zhong-ping, YANG Jian-guo

(Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054, China)

Abstract: The Permian volcanic rocks from Kumuruwuzuke area in Keping county occurred in Keping Massif, which erupted in land faces and dominated by pyroxene-basalt and acid pyroclastic rocks with the characteristics of bimodal volcanic rocks series. There exists three eruption cycles and the major elements of the basalts changed regularly from the bottom to the top, indicates the basalts are derived from the evolution of same source magma. The geochemical characteristics of the basalts show they are continental tholeiite and formed in continental extension environment (initial stage of continental rift). In a word, the Permian volcanic rocks from Kumuruwuzuke area are the reflection of Carboniferous-Permian continental riftism in Keping micro-massif.

Key words: Permian volcanic rocks; geochemical characteristics; tectonic setting; Kumuruwuzuke area