

喀喇昆仑地区早二叠世弧后盆地

丁道桂 刘伟新

王道轩 孙世群

(地矿部石油地质中心实验室 无锡 214151)

(合肥工业大学地质系 合肥 230009)

提 要 喀喇昆仑山北坡明铁盖地区早二叠世的基性火山岩岩石化学和地球化学特征表明,它是一种既具有在硅铝质基底上扩张的洋脊玄武岩性质,又具有钙碱性岛弧拉斑玄武岩特点的弧后盆地火山岩。这一弧后盆地的形成与沿西金乌兰湖—空喀山口至乔戈里峰一线的古特提斯洋盆的扩张及向北俯冲、消减相联系,构成了塔里木板块南部晚古生代活动大陆边缘。

关键词 弧后盆地 火山岩 活动大陆边缘

中图分类号 P534.46

在喀喇昆仑山北坡中—巴公路塔什库尔干县达布达乡以南的哈尼沙里地,经沙依地库拉沟—皮斯岭沟,至卡拉其古—明铁盖一线,分布有下二叠统栖霞阶加温达坂组。它代表了塔里木板块南部晚古生代大陆边缘早二叠世形成的弧后盆地,可能一直延续到中、晚三叠世关闭。盆地北侧为界山达坂—塔阿西断裂(即喀喇昆仑断裂),南侧为空喀山口—乔戈里峰断裂。盆地向东南方向延伸,经克勒青河流域和阿格勒达坂、喀喇昆仑山口至河尾滩以北一带(图 1)。

1 明铁盖弧后盆地地层与沉积特征

1.1 沙依地库拉沟—皮斯岭沟剖面(图 2)

主要出露了加温达坂组的中、下部地层。底部:(1 层)褐黄色厚层块状含砾含钙质长石岩屑砂岩,砾石成分为黑色红柱石板岩(志留系),砾径 3~5 cm 至 >16 cm,被压扁变形;下部:(2~3 层)重力滑塌成因的褐黄色钙质长石砂岩、石英巨砾和薄层状深灰色、灰绿色深海纹泥岩的混杂岩、硅质岩及黑色含磷、锰结核的页岩、硅质页岩夹薄层具杏仁体的火山凝灰岩;中部(4~5 层)为薄层状褐色钙质细砂岩、粉砂岩与黑色钙质板岩、黑色页岩互层夹中—薄层状灰岩、砂质灰岩,地层发育 A 型剪切褶皱;上部(6~9 层)巨厚层、薄层状黑色泥质板岩、钙质板岩、粉砂岩夹长石石英砂岩、深灰色中—薄层泥晶灰岩和深灰色深水砾岩。砾石成分单一为石英岩,呈圆—次圆状,砾径 0.5~3 cm,个别 >5 cm,均被压扁拉长而定向排列。

1.2 明铁盖达坂—罗布盖孜河—卡满苏剖面

下部为灰色—灰黑色钙质、炭质粉砂岩,变质的绢云母石英砂岩和褐灰色钙质绢云母板岩;中部为灰黑色含深水黄铁矿还原斑和锰结核的泥质板岩,灰黑色、浅灰色薄层状硅质板岩,含泥质放射虫硅质岩,薄层状深水硅质灰岩夹灰黑色中厚层状泥晶灰岩、具杏仁体的安山凝

本文于 1996 年 3 月 25 日收到。

作者简介:丁道桂,男,1946 年生,1969 年毕业于北京地质学院,高级工程师。从事含油气盆地形成与演化的地球动力学及盆地构造变形的研究。

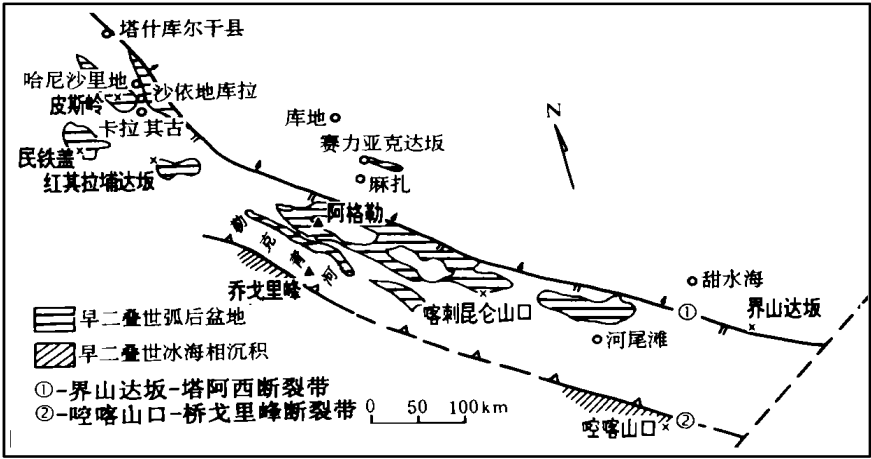


图 1 明铁盖早二叠世弧后盆地位置简图

Fig.1 Location map of the Early Permian Mingteke back-arc basin

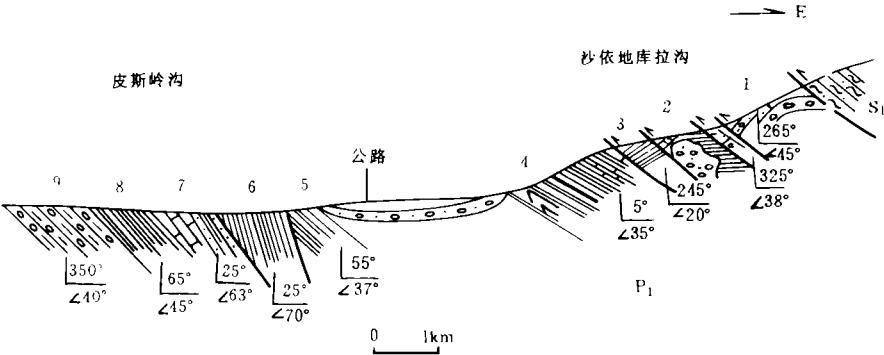


图 2 皮斯岭沟—沙依地库拉沟下二叠统地层信手剖面图

Fig.2 Section of the Lower Permian strata from the Pisiling gully to Shayidi Kol gully

1—重力滑塌之砂砾岩;2—重力滑塌砾石与深海纹泥岩;3—含磷、锰结核黑色页岩;4—薄层灰岩与钙质板岩;
5—薄层状灰岩与硅质岩;6—黑色页岩;7—厚层灰岩与砂页岩;8—黑色硅质页岩;9—黑色含砾钙质板岩及砾岩

灰岩,黑色含石英砾岩及含砾钙质板岩;上部褐灰色钙质长石石英细砂岩与厚层状灰岩互层,厚度 2 900 m。

1.3 达布达乡哈尼沙里地剖面

为浊流相的褐黄色钙质砂岩和片理化薄层状砂质灰岩、灰黑色泥质粉砂岩与块状灰绿色拉斑玄武岩、杏仁状拉斑玄武岩、辉绿岩和角闪岩呈断片楔状体互层产出。接触带火山岩均已糜棱化。基性火山岩 Rb-Sr 等时线同位素年龄值 (276.3 ± 18) Ma (相关系数 $R: 0.994, I = 0.72537$)^[1],为早二叠世栖霞—茅口期。

这一中基性火山岩带向北在木吉西侧的卡拉佐克河出露了辉长岩(Rb-Sr 等时线同位素年龄为(278 ± 13.7)Ma,相关系数 0.996,)^[1]、块状拉斑玄武岩、辉橄岩及硅质岩,玄武岩中含有志留系木吉群钙质板岩及石英砂板岩之捕虏体。这些事实表明这个弧后洋壳盆地是在早古

生代晚期已闭合的志留纪一中泥盆世弧后洋壳基础上再次拉张分裂形成的。

2 明铁盖弧后盆地基性火山岩特征

2.1 哈尼沙里地基性火山岩

岩石化学成分 SiO₂ 含量在 51.4%~55.23% 之间,属于玄武安山岩的过渡类型,TiO₂ 含量 0.88%~1.96%,Al₂O₃ 含量偏低,在 8.35%~14.64% 之间,Na₂O 含量 2.69%~3.53%,K₂O 含量较低,一般在 0.5% 左右,其平均岩石化学成分与大陆裂谷拉斑玄武岩相当,化学成分变化较小(表 1)。在火山岩全碱-硅(TAS)的岩石分类图中,哈尼沙里地火山岩主要投影于玄武岩及玄武安山岩区,以玄武安山岩为主。

在区分火山岩拉斑系和钙碱系的 AFM 分类图中(图 3),哈尼沙里地火山岩相除一个样品落于钙碱质区附近外,其它投影于拉斑质区(TH)。哈尼沙里地火山岩以拉斑质为主,少数向钙质过渡。出现这种情况的原因,是否可以认为位于或近于大陆边缘或大陆内部的火山岩,在形成过程中由于受到较多陆缘物质成分的影响,使其成分在拉斑质与钙碱质之间有所波动,而这种陆缘物质的混杂程度的增加有时会产生火山岩从拉斑质向钙碱质的过渡,就像边缘盆地的火山岩特征常介于岛弧(钙碱质)与洋中脊玄武岩(拉斑质)之间一样。

表 1 西昆仑造山带南带火山岩的岩石化学分析

Table 1 Petrochemical composition of volcanic rocks of the south zone of the West Kunlun orogen															
产地	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	⁺ H ₂ O	烧失量
哈尼沙里地火山岩	ZB-156	玄武岩	51.40	1.30	13.91	2.93	7.77	0.09	7.07	8.10	3.11	0.63	0.14	1.46	2.09
	ZB-158	玄武岩	52.34	1.96	14.04	2.79	9.90	0.12	5.30	7.19	2.69	0.77	0.24	1.54	2.18
	ZB-160	玄武岩	52.61	1.06	8.35	2.07	7.93	0.11	11.09	11.14	2.83	0.27	0.24	0.56	1.40
	ZB-161	玄武岩	52.81	1.11	12.55	1.45	8.14	0.15	8.01	7.58	3.53	0.55	0.12	1.58	2.55
	ZB-175	玄武安山岩	55.23	0.88	14.64	4.89	5.72	0.13	6.76	4.46	2.84	0.43	0.16	0.70	1.39
赛力亚克达坂火山岩	HX-46	玄武岩	51.21	0.94	18.48	2.56	5.60	0.151	4.53	6.51	3.96	1.56	0.201	2.22	3.20
	HX-47	安山岩	57.61	0.88	16.25	1.24	4.86	0.107	21.58	4.42	3.52	2.66	0.238	2.50	4.97
	HX-48	安山岩	51.24	0.98	19.90	3.94	4.19	0.275	4.23	4.65	5.93	1.10	0.204	2.16	2.75
	HX-49	安山岩	54.96	1.11	17.78	1.62	5.53	0.172	2.09	5.00	6.43	0.88	0.503	1.96	3.14
	HX-50	玄武岩	49.85	1.14	14.58	9.00	0.25	0.198	3.08	7.75	5.18	0.16	0.248	1.08	8.41
	HX-51	玄武岩	49.92	1.02	18.56	3.09	5.38	0.189	4.09	7.67	3.57	2.47	0.215	2.06	3.00

注:浙江省地矿局分析中心分析,单位:%

在 TiO₂-MnO·10-P₂O₅·10 的分类图中(图 4),哈尼沙里地火山岩主要分布于大洋环境的玄武岩区(洋岛、拉斑及碱性岩区,洋中脊区及岛弧区)。这可能也是一种大陆硅铝条件下岩石圈减薄扩张而形成的火山岩的特征。

在 Ti-Cr 元素的构造分类图中,哈尼沙里地的火山岩在大洋玄武岩区及岛弧拉斑玄武岩区均有分布,处于过渡的性质,这经常是边缘盆地火山岩所具有的特点。

哈尼沙里地火山岩的微量元素用大西洋中脊 N-MORB 玄武岩标准化后作图(图 5)可看出,该套火山岩与 N-MORB 相比,富集大离子亲石元素(LIL)而极贫高场强元素(HFS),LIL

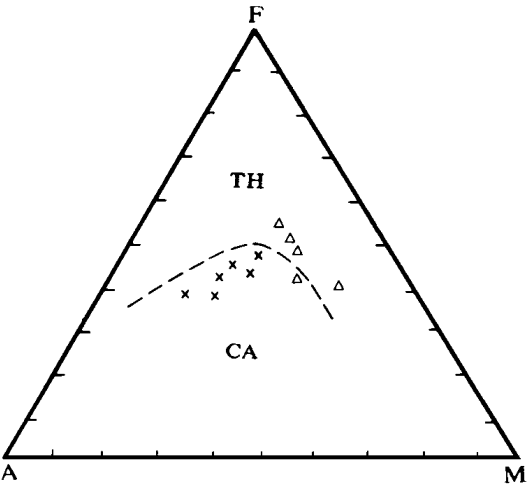


图 3 A—F—M 分类图

Fig. 3 A—F—M classification diagram
CA—钙碱性;TH—拉斑系
×—赛力亚克达坂火山岩;△—哈尼沙里地火山岩

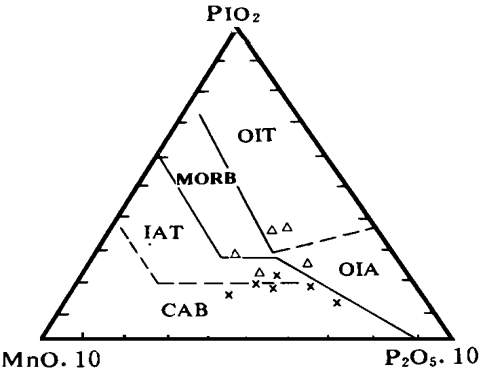


图 4 TiO₂—MnO·10—P₂O₅·10 分类图
Fig. 4 TiO₂—MnO·10—P₂O₅·10 classification
diagram (Mullen, 1983)

MORB—洋中脊玄武岩;CAB—钙碱性玄武岩
OIT—洋岛拉斑玄武岩;OIA—洋岛碱性玄武岩
IAT—岛弧拉斑玄武岩
×—赛力亚克达坂火山岩;△—哈尼沙里地火山岩

元素与 HFS 元素的高比值常出现于与板块俯冲有关的狭窄盆地的弧后盆地玄武岩,或者相当于碱性岛弧玄武岩(如 Mariana 弧),而尤其与大陆硅铝质钙碱性岩浆基础上发育的玄武岩相一致。从哈尼沙里地所处的野外地质产状及地层沉积情况看,该火山岩似乎应当是在陆壳基础上发育,岩石圈减薄扩张导致具有岛弧特征的玄武岩,可以认为是在一种称之为不成熟的大陆边缘盆地环境形成的火山岩组合,稀土元素(表 2)特征也说明这一点。

稀土球粒陨石标准化曲线见图 6。稀土元素总量 ΣREE 在 $102.53\times10^{-6}\sim140.80\times10^{-6}$ 之间,与大西洋中脊玄武岩的稀土总量相近, LREE/HREE 在 2.05~2.56 之间,一般都大于 2.0,属于轻稀土富集型, δEu 值在 0.83~0.92 之间,铈亏损极弱至无铈亏损。稀土分配曲线表现为轻稀土富集、无铈亏损、向右倾的平滑曲线,其型式与大陆岛弧安山岩的 REE 型式非常一致,呈岛弧—弧后盆地拉斑玄武岩的特点。

2.2 赛力亚克达坂岛弧火山岩

在中昆仑微陆块南缘赛力亚克达坂发育有早二叠世的大陆岛弧火山岩。岩性主要为玄武岩,少量为安山岩,剖面上部还有相当厚度的火山碎屑岩和碎屑沉积岩。

赛力亚克达坂火山岩岩石化学成分见表 1。SiO₂ 含量变化较大,为 49.85%~57.61%,但以玄武岩及安山岩为主要岩石组合。Al₂O₃ 含量普遍较高,一般在 14.58%~19.90%之间。FeO 含量较低。K₂O 含量明显增加,是本区获得含量最高的火山岩组合,是一种真正的含有大量陆壳成分的火山岩。P₂O₅ 一般大于 0.2%,也是本区的最高值。TiO₂ 含量也略高。因此,可以认为赛力亚克达坂火山岩总体化学成分与久野划分的高铝玄武岩及岛弧安山岩相

表 2 西昆仑造山带南带火山岩稀土分析

Table 2 REE analysis of volcanic rocks of the south zone of the West Kunlun orogen

产地	样号	岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	ΣREE	$\frac{LREE}{HREE}$	δ
哈尼沙里地	ZB-158	玄武岩	23.60	44.20	4.96	23.50	4.86	1.24	5.20	0.76	4.34	0.88	2.37	0.36	2.15	0.32	140.8	2.56	0.83
	ZB-161	玄武岩	13.30	25.50	2.35	14.20	3.65	1.03	3.88	0.58	3.22	0.70	1.83	0.30	1.68	0.26	89.38	2.05	0.92
	ZB-175	玄武安山岩	16.30	29.70	3.41	17.30	3.29	0.90	3.73	0.56	3.18	0.71	2.06	0.27	2.00	0.29	101.80	2.29	0.87
赛力亚克达坂	HX-47	安山岩	34.05	62.85	6.74	29.20	5.88	1.40	4.74	0.75	3.95	0.84	2.24	0.39	2.29	0.36	176.30	3.86	0.86
	HX-50	玄武岩	21.40	46.00	4.53	21.00	4.80	1.20	4.20	0.64	3.55	0.75	2.32	0.32	2.15	0.34	132.10	2.98	0.88
	HX-51	玄武岩	14.20	32.10	3.43	16.70	3.97	1.17	3.90	0.60	3.17	0.75	2.19	0.32	1.92	0.30	102.53	2.31	0.99

注:浙江省地矿局分析中心分析,稀土元素含量单位:×10⁻⁶

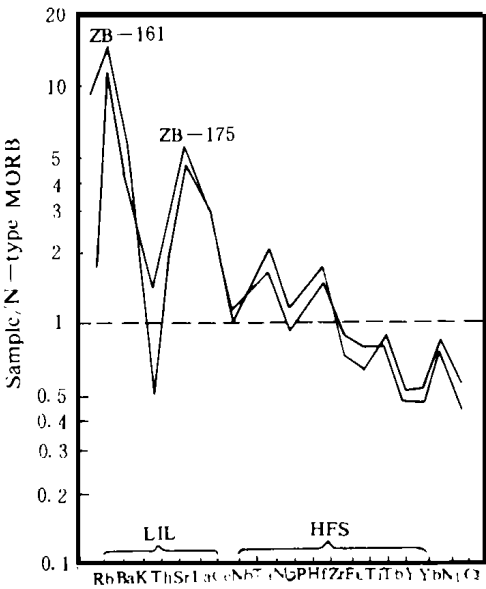


图 5 哈尼沙里地火山岩
微量元素 N—MORB 标准化曲线

Fig.5 Trace element N-MORB-normalized
pattern of volcanic rocks of Hanishalidi

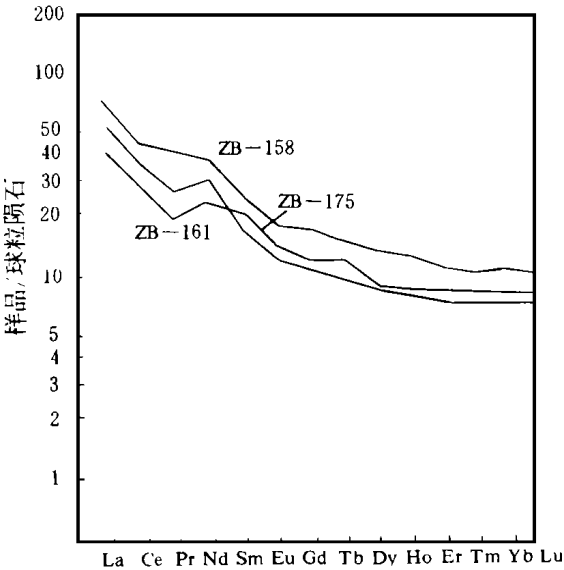


图 6 哈尼沙里地火山岩稀土分配曲线

Fig.6 REE distribution pattern of
volcanic rocks of Hanishalidi

当。在 CIPW 标准矿物计算中,塞力亚克达坂火山岩基本出现有石英标准矿物,是一种 SiO₂ 饱和的岩石,但并不出现橄榄石标准矿物,是一种饱和的拉斑玄武岩并向安山岩过渡的岩石,具岛弧的特征。

在 AFM 的分类中,塞力亚克达坂火山岩均分布于钙碱质区(图 3),综合考虑塞力亚克达

坂火山岩的化学组合等方面,认为是属于钙碱质的岛弧火山岩。在 $\text{TiO}_2\text{—MnO} \cdot 10\text{—P}_2\text{O}_5 \cdot 10$ 的构造分类中(图 4),赛力亚克达坂火山岩分布于岛弧拉斑玄武岩区及向钙碱质区过渡的区域,向钙碱质区过渡表明岛弧成熟度增加。微量元素 Ti—Cr 分类,较好地区别火山岩的构造环境,赛力亚克达坂火山岩分布于岛弧玄武岩区。

赛力亚克达坂火山岩微量元素 N—MORB 标准化曲线特征为极富大离子亲石元素(LIL),极贫高场强端员成分及 Ni、Cr 等,构成向右陡倾的锯齿状配分曲线,具有典型岛弧玄武岩的特征,代表岛弧火山岩的微量元素配分模式。该火山岩微量元素总体与高铝玄武岩及岛弧拉斑玄武岩相接近。而稀土球粒陨石标准化曲线特征为 ΣREE 在 $102.53 \times 10^{-6} \sim 176.30 \times 10^{-6}$ 之间, LREE/HREE 在 2.31~3.86 之间,为轻稀土富集型, δEu 值接近 1.0,无铕亏损,该稀土特征与大陆地壳的 REE 非常相似(大陆地壳 $\Sigma\text{REE} = 102 \times 10^{-6}$, $\text{LREE}/\text{HREE} = 2.4$),表现为轻稀土富集无铕亏损的右倾中等平滑曲线,具岛弧火山岩稀土配分特点。

综上所述,哈尼沙里地的火山岩主要是发育于硅铝质基底基础上的一套拉斑玄武岩, SiO_2 基本饱和,岩石化学成分具洋中脊玄武岩的特点,但又明显具有钙碱性岛弧拉斑玄武岩的性质,微量元素及稀土元素配分模式又与硅铝质基底上所发育的岛弧拉斑玄武岩相一致。由此推断,哈尼沙里地火山岩是一种边缘盆地所具有洋脊、板内拉张和岛弧的混合特征,应属弧后(间)盆地环境,可能是在弧后扩张沉降过程中形成的,由于没有真正洋壳的出现,应属一种夭折的大陆边缘盆地性质。而赛力亚克达坂火山岩主要是以钙碱性为主的较成熟之岛弧火山岩,碱(K_2O)含量较高代表陆壳成分的含量较多,是位于大陆边缘及造山带的岛弧火山岩。明铁盖弧后盆地具有与南卡拉(South Kara)弧后盆地²相一致的沉积序列和沉积相标志,因此属于塔里木板块南部大陆边缘上所发育的早二叠世弧后盆地,但它发育在喀喇昆仑北坡地带,而不是在塔里木板内盆地中。盆地的形成是与沿西金乌兰湖^[2]至空喀山口^[3]一线所发生的石炭纪—早二叠世古特提斯洋盆向北俯冲、消减相联系的,构成了晚古生代塔里木板块南部的活动大陆边缘。

参 考 文 献

- 1 丁道桂,王道轩,刘伟新等. 西昆仑造山带与盆地. 北京:地质出版社,1996,57~71.
- 2 边千韬,郑祥身. 西金乌兰和冈齐曲蛇绿岩的发现. 地质科学,1991,26(3),304.
- 3 孙巧璃. 新疆喀喇昆仑山空喀山口一带发现单通道 (Monodioxodina) 动物群. 中国区域地质,1985,(12),113~114.

(下转第 93 页)

² 许靖华,欧亚大陆残余弧后盆地及其含烃潜力,石油地质与实验,1992,增刊 1.

METALLOGENETIC SERIES AND EVOLUTIONAL HISTORY ORE DEPOSITS IN GUANGDONG PROVINCE

Cao Jianjin and Chen Guoneng

(*Department of Earth Sciences, Zhongshan University, Guangzhou, Guangdong*)

Abstract In the paper ore deposits in Guangdong are classified into five metallogenetic series, and their fundamental features and evolutionary features of main ore-forming elements in geologic history are discussed. Besides, the sources of regional ore-forming materials as well as the relationship between metallogenic evolution and regional metamorphism, anatexis and tectonic evolution are studied.

Key words: metallic ore deposits, metallogenetic series, evolutionary history, Guangdong province

(上接第 79 页)

EARLY PERMIAN BACK-ARC BASIN IN THE KARAKORUM MOUNTAINS

Ding Daogui, Liu Weixin,

(*Central Laboratory of Petroleum Geology, MGMR, Wuxi, Jiangsu*)

Wang Daoxuan and Sun shiqun

(*Department of Geology, Hefei Polytechnical University, Hefei, Anhui*)

Abstract The petrochemical and geochemical features of Early Permian basic volcanic rocks in the Mingteke area on the north slope of the Karakorum Mountains indicate that the rocks are back-arc basin volcanic rocks with both the nature of spreading ocean-ridge basalt on the sialic basement and the characters of calc-alkaline island-arc tholeiite. The formation of this back-arc basin was related to the spreading and northward subduction of the Paleo-Tethys oceanic basin along the line from the Xijir Ulan Lake-Kongke Mountain Pass to Mount Qogir, which gave rise to the Late Paleozoic active continental margin of the southern Tarim plate.

Key words: back-arc basin, volcanic rock, active continental margin