

东昆仑万宝沟群中的基性火山岩特征及其成因探讨

杨经绥 柴耀楚 冯秉贵

(中国地质科学院地质研究所)

主题词: 东昆仑; 万宝沟群; 基性火山岩; 上地幔; 洋岛型。

提 要: 本文通过对基性火山岩样品的综合研究, 论述了该岩组的岩石学特征; 着重阐述了稀土元素、痕量元素含量变化特征; 论证了万宝沟群中的基性火山岩的成因。指出万宝沟基性火山岩既有别于大洋正常拉斑玄武岩, 也不同于大陆拉斑玄武岩, 而是来源于上地幔, 属于分异作用不发育、略偏碱性、于浅—中海环境中形成的洋岛型拉斑玄武岩。

一、概 况

万宝沟群^[1,2]位于东昆仑南带, 青藏公路昆仑桥西南的万宝沟、温泉沟、小南川北段一带, 呈近东西向展布 (图1)。1980年, 在该套地层中发现迭层石, 经鉴定有: *Conophyton metulo kir.* *Conophyton cf. miloraclouici* Raaben 等^①, 属晚寒武纪, 相当于青白口系—蓟县系的时代。

万宝沟群分为三个岩组，各组之间为整合接触，自下而上为：火山岩组——基性火山岩，主要由拉斑玄武岩及玄武质凝灰岩组成，厚度大于1500m；碳酸盐岩组——硅质条带白云岩、白云质大理岩及结晶灰岩，厚度大于350m；碎屑岩组——砂岩、砂质板岩、千枚岩等，厚度大于200m。

万宝沟群的分布地区的地质构造较为简单，地层呈向南倾斜的单斜，或轴向为东西的舒缓的背、向斜构造，断层较少见。

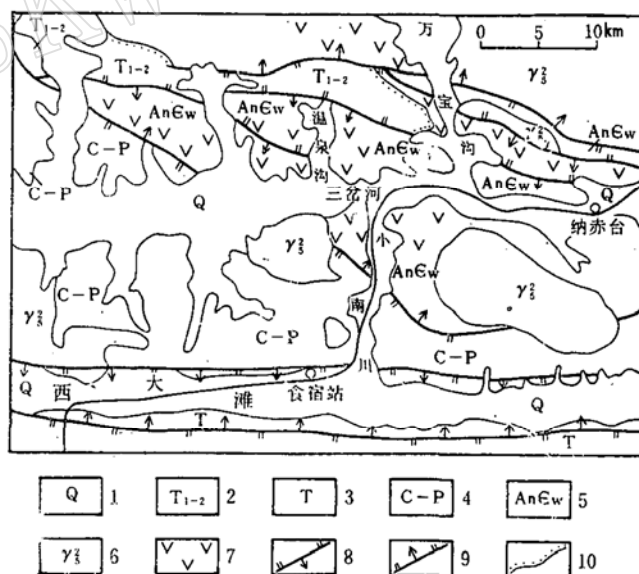


图 1 万宝沟群 ($An_{\infty w}$) 的火山岩分布图
Fig. 1 Distribution map of the volcanic rocks in Wanbaogou group ($An_{\infty w}$)

1—砂、砾石层；2—砂岩、砾岩、砂板岩；3—巴颜喀拉山群；砂岩、板岩、薄层灰岩；4—碳质板岩、砂岩、片岩、薄层灰岩；5—万宝沟群；6—燕山期花岗岩；7—基性火山岩；8—逆断层；9—正断层；10—不整合地质界线

① 朱士兴、梁玉左鉴定。

二、火山岩的岩石特征

这套火山岩成分较均一,分异程度差,以玄武质熔岩为主,部分地段出现火山碎屑岩。熔岩中可见到气孔及枕状构造,但不发育。火山碎屑岩中见有熔岩角砾,局部地段出现薄层状碳酸盐岩的夹层。岩石普遍遭受不同程度的变质作用。

根据这套火山岩几条剖面情况,探讨其岩石学特征(图2)。

1. 小南川剖面

剖面中(图2—a)火山岩为单一的玄武质熔岩,出露宽度近1km,其上为碳酸盐岩,二者呈整合接触。熔岩顶部可见较多的气孔,气孔为椭圆形,长轴2~3mm,短轴1~2mm,排列较为规则,具一定方向性,充填物为方解石。据气孔构造的性质和上覆的黑色薄层灰岩产状判断熔岩向南倾斜。

熔岩以块状构造为主。岩石风化面为紫褐色—暗褐色,新鲜面为绿灰色—暗绿色。斑晶含量一般较少,矿物不易分辨,偶见透辉石斑晶,粒度约1mm。局部地段矿物粒度变粗,矿物主要是透辉石和斜长

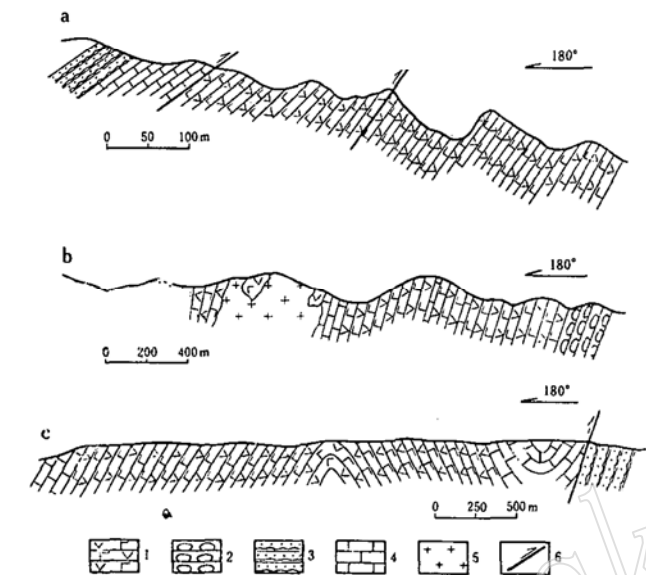


图2 万宝沟群(Anεw)火山岩剖面

Fig.2 Profile of the volcanic rocks in Wanbaogou group (Anεw)

a—小南川剖面; b—万宝沟剖面; c—温泉沟剖面

1—玄武岩; 2—枕状玄武岩; 3—砂岩;

4—灰岩、白云岩; 5—花岗岩; 6—断裂

石,它们与少斑晶的熔岩无明显界线。熔岩受挤压明显,发育成片理化带。岩石沿节理面破碎。

镜下观察该熔岩已遭受较强蚀变,原矿物组合为透辉石+斜长石+磁铁矿,斜长石牌号为An=30。原岩中显微粗玄结构尚有部分保存。后期蚀变主要表现为透辉石的闪石化和绿泥石化、斜长石的帘石化、硅化和碳酸盐化等。

2. 万宝沟剖面

该剖面(图2—b)北部(即下部)以火山熔岩为主,部分具有枕状构造,南部为火山碎屑岩,夹有多层灰岩,并遭受燕山期花岗岩的侵入,但对火山岩的整体产状影响不大。

玄武质熔岩可分为具枕状构造和无枕状构造两类。枕状熔岩风化面为黄绿色,新鲜面为暗绿色,细粒,可见含量不多的小于1mm的透辉石和斜长石细斑晶;岩枕发育,一般长轴20~40cm,很少达50cm,短轴15~25cm,有些近等轴状,据野外观察岩枕排列不甚规则。岩枕与岩枕之间的胶结物均已绿帘石化,熔岩中有绿帘石细脉穿切。

镜下岩石呈粗玄结构,矿物组合为透辉石+斜长石+磁铁矿。斜长石为长板状,由于强烈帘石化,斜长石牌号无法测定。透辉石为细粒状,充填在自形斜长石的格架中。后期硅化细脉较发育。

无枕基性熔岩与枕状熔岩之间为过渡关系。岩石为灰绿色, 未见透辉石斑晶, 而仅见基性斜长石斑晶, 长达1cm, 分布不均匀, 无方向性, 含量达5%或略多些。斑晶为自形长板状, 帘石化强烈; 基质由透辉石+斜长石+磁铁矿微晶组成, 斜长石微晶搭成格架, 透辉石和磁铁矿充填其中。

在基性熔岩的上部有火山碎屑岩。根据碎屑物可分为火山凝灰岩和角砾凝灰岩两类。它们的风化面为暗褐色, 新鲜面为黄绿—黑绿色。凝灰岩颗粒细小, 矿物不易分辨, 偶可见薄层理, 层厚1cm(±)。局部地段含一定量的角砾, 呈紫褐色、暗褐色, 其中可见气孔, 但已被方解石充填, 成分均为玄武岩, 大者达10cm以上, 均已压扁。

镜下观察角砾具斑状结构, 斑晶为闪石化的透辉石、斜长石, 粒度2~3mm。基质具显微粗玄结构。斜长石因帘石化而保留假象, 透辉石除闪石化, 尚有绿泥石化, 后期有硅化和碳酸盐化。

3. 温泉沟剖面

剖面上火山岩出露宽约1km(图2—c), 与地层产状一致, 其中有数层灰岩夹层。岩石以熔岩为主, 并见有少量凝灰岩。岩石为暗绿色, 粒度极细, 未见斑晶、气孔及杏仁体。

镜下观察, 原岩结构和原生矿物组合保留差, 镁铁闪石和绿泥石为主的蚀变矿物交代了辉石, 仅保留少量斜长石, 牌号为An=28—30。

三、岩石地球化学特征

采集样品经中国地质科学院测试研究所测定, 常量、痕量及稀土元素分析结果表明: 这套岩石的化学成分略偏碱性, 为具有洋岛玄武岩特征的拉斑玄武岩。其主要特征是SiO₂含量低(<50%), TiO₂含量高(约3%左右), MgO含量低(一般4~5%), TFeO含量高(约14%左右), K₂O+Na₂O和P₂O₅含量分别为2~4%和<0.4%。稀土元素标准化值显示轻稀土富集模式。痕量元素中Cr含量低(69~113ppm)和Ni含量低(23~71ppm), 与MgO含量低相对应; V含量高(256~383ppm)和Zr含量高(116~289ppm)则与TFeO含量高相对应。

1. 常量元素

不同地段不同部位的火山岩样品, 常量元素分析表明岩石化学成分较为一致(表1), 主要特点如下(图3):

(1) 各岩石样品相互之间化学成分变化小, 反映出该岩浆分异程度差。例如, SiO₂含量变化范围很窄, 多集中在47~50之间^①, K₂O+Na₂O则在2~4之间。样品的痕量元素和稀土元素的含量变化情况同样具有这种特征。

(2) 岩石化学成分中含铁高而镁低, 反映原始岩浆富铁而贫镁。样品中铁

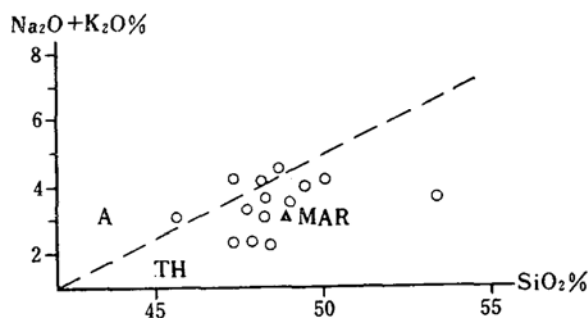


图3 万宝沟群火山岩Na₂O+K₂O—SiO₂变异图
Fig.3 Na₂O+K₂O—SiO₂ variation diagram of the volcanic rocks in Wanbaogou group

A—碱性玄武岩; TH—拉斑玄武岩;
MAR—大西洋脊玄武岩

① 图中所用元素的氧化物重量百分含量扣出H₂O和CO₂后, 重新换算成100%, 以下同。

表 1 万宝沟群基性火山岩岩石化学成分

Table 1 Chemical compositions of the basic volcanic rocks in Wanbaogou group

顺 序 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10*	11*	12	13	14
SiO ₂	46.68	45.23	47.56	45.82	48.44	44.80	49.00	42.90	48.09	47.18	48.06	48.07	53.26	47.70
TiO ₂	2.55	3.10	2.75	3.08	2.55	3.67	2.91	2.44	3.67	2.98	3.07	2.48	1.97	3.32
Al ₂ O ₃	13.77	14.17	12.86	15.18	12.99	13.01	12.62	13.19	12.24	13.32	12.91	16.68	12.12	12.58
Fe ₂ O ₃	3.81	10.92	7.23	5.22	3.88	3.86	2.91	3.78	2.96	3.21	2.21	4.14	2.56	4.32
FeO	6.56	3.49	6.29	5.35	9.95	11.39	12.67	6.95	12.68	10.38	12.05	9.56	9.05	9.79
MnO	0.16	0.25	0.18	0.15	0.22	0.23	0.24	0.15	0.25	0.19	0.27	0.16	0.17	0.21
MgO	7.01	3.41	6.02	5.12	5.82	5.12	5.45	4.71	5.12	5.73	5.54	4.18	5.55	5.54
CaO	13.08	12.70	9.52	11.15	9.48	11.15	9.12	13.14	10.48	10.74	7.42	5.23	9.18	10.93
Na ₂ O	2.87	1.89	2.24	3.24	3.20	1.92	2.26	2.88	1.79	2.56	3.94	3.43	3.34	1.84
K ₂ O	0.45	0.19	1.24	0.84	1.00	1.05	0.55	0.64	0.48	0.44	0.29	0.24	0.23	0.34
P ₂ O ₅	0.35	0.42	0.26	0.36	0.26	0.35	0.25	0.28	0.36	0.34	0.19	0.80	0.15	0.26
H ₂ O ⁺	1.66	2.52	2.56	2.70	2.02	2.40	1.52	3.62	1.18	1.82			1.96	2.60
H ₂ O ⁻		0.0							0.0				0.0	
CO ₂	0.94	2.33	0.98	1.12	0.19	0.47	0.19	6.16	0.34	0.49			0.51	0.45
总 计		100.62							99.64				100.05	
样 号	Q-Z1	KT II 11	Q-9	HQ-1	Q-22	Q-23	Q-24	Q-1	J-2	Q-2	GS1-1	GS 11-2	P1-11	Q-5
产 地	纳赤台	万 宝 沟							小 南 川				温 泉 沟	

• 材料引自背海区测一队。

〈FeO〉的含量为10—15%，而MgO的含量在4—7%之间，它们的相关系数在〈FeO〉—〈FeO〉/MgO变异图（图4）中的投影点多数落在大洋拉斑玄武岩范围之外。

（3）岩石属正常的拉斑玄武岩（图3,5），虽然在AFM三角图中它们主要落在拉斑玄武

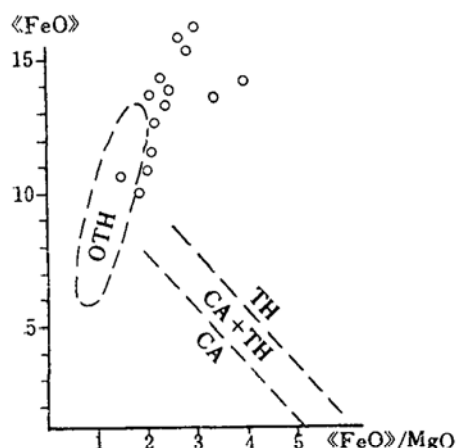


图 4 万宝沟群火山岩的〈FeO〉—〈FeO〉/MgO 变异图（据都城秋穗，1974）

Fig. 4 〈FeO〉—〈FeO〉/MgO variation diagram of the volcanic rocks in Wanbaogou group

〈FeO〉—全铁；OTH—大洋拉斑玄武岩；
TH—拉斑玄武岩；CA—钙碱性火山岩

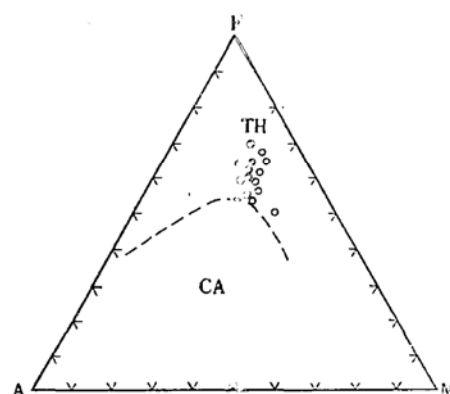


图 5 万宝沟群火山岩的AFM图解（据麦克唐纳，1968）

Fig. 5 AFM diagram of the volcanic rocks in Wanbaogou group

TH—拉斑玄武岩；CA—钙碱性火山岩；
虚线为二者界线

岩区, 但很接近碱性玄武岩区, 结合微量元素地球化学模式(图11), 可以看出它们虽属正常拉斑玄武岩, 但略偏碱性。

(4) TiO_2 含量高, 均在3%左右(图6), 较大陆碱性玄武岩(一般含 TiO_2 2.2%) 的值明显增高。同样也较正常大洋及大陆拉斑玄武岩的 TiO_2 含量^[3]高, 反映出这套玄武岩具洋岛玄武岩的特点。

2、稀土元素

本区玄武岩的稀土元素总量有一定变化范围(表2, 图7), 但它们的球粒陨石标准化模式却十分相似, 都是 LREE 富集型, 表现在 $[\text{La}/\text{Ce}]_N$ 和 $[\text{La}/\text{Sm}]_N$ 比值都大于1, 而且中稀土 MREE 比重稀土 HREE 相对富集, $[\text{Sm}/\text{Yb}]_N$ 值达2—3, 这种 LREE 富集模式与大洋岛屿拉斑玄武岩的模式十分接近, 与图6中反映的环境相一致。

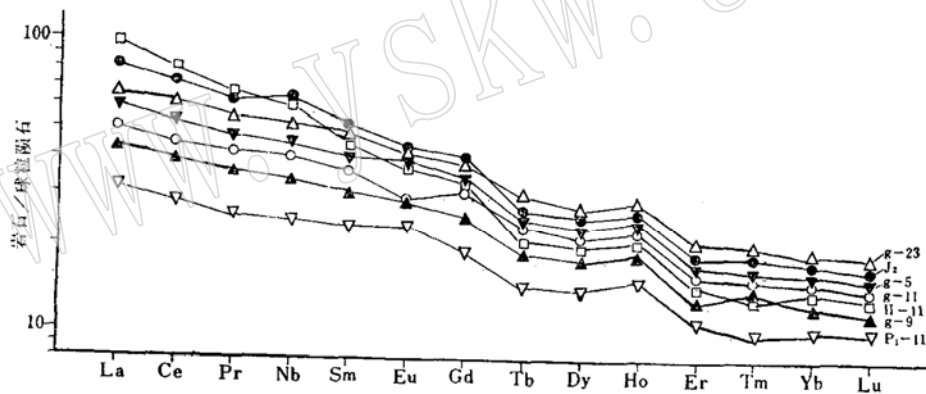


图7 万宝沟群基性熔岩的稀土元素球粒陨石标准化模式

Fig. 7 REE chondrite-normalized distribution patterns of the basic lava in Wanbaogou group

3、微量元素

微量元素的含量变化, 也反映出这套岩石成分上的均一性(表3)。元素对的变化指明它们属拉斑玄武岩, 生成在洋岛环境(图8、9)。主要特征如下:

(1) Cr、Ni 含量分别为69—113ppm(平均96ppm)和23—71ppm(平均50ppm)。显然较正常的洋脊玄武岩的相应值(分别为300ppm和100ppm)^[3]要低, 它们与岩石中 MgO 的含量较低是相一致的。它们较大陆裂谷拉斑玄武岩的Cr、Ni含量(分别为160ppm和85ppm)^[3]低, 而与大洋碱性玄武岩中的Cr、Ni含量(分别为67ppm和50ppm)较为接近^[3]。

同样, V、Zr 含量分别为256—383ppm(平均318ppm)和116—289ppm(平均196ppm), 也较洋脊玄武岩的相应值高, 它们与岩石中Fe含量相对较高是一致的。

(2) 9个样品的Rb含量6—42ppm(平均20ppm), Sr75—766ppm(平均384ppm), Ba

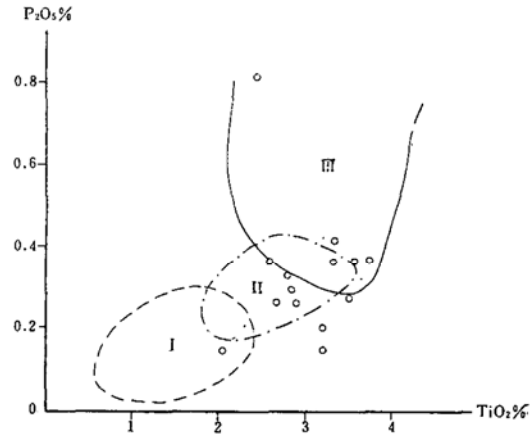


图6 万宝沟群火山岩的 P_2O_5 — TiO_2 关系图
(据Bass等人, 1973)

Fig. 6 P_2O_5 — TiO_2 relation diagram of the volcanic rocks in Wanbaogou group

I—洋脊玄武岩; II—洋岛拉斑玄武岩; III—碱性玄武岩

表 2 万宝沟群基性熔岩的稀土元素含量及球粒陨石标准化值

Table 2 Contents of REE and values of chondrite-normalized of the basic lava in Wanbaogou group

样号	稀土元素含量										球粒陨石标准化值							
	P1-11	KT II 11	Q-1	Q-5	Q-9	Q-22	Q-23	J-2	Q-2	P1-11	KT II-11	Q-1	Q-5	Q-9	Q-22	Q-23	J-2	Q-2
La	9.87	31.85	16.14	18.95	15.17	18.44	20.95	26.86	20.16	31.33	101.11	51.24	60.16	48.16	58.54	66.51	85.27	64
Ce	22.80	67.78	37.79	44.22	35.28	41.82	49.56	61.66	44.85	28.04	83.37	46.48	54.39	43.39	51.44	60.96	75.84	55.17
Pr	3.31	8.79	5.39	6.34	4.90	5.88	7.15	8.46	5.87	25.46	67.62	41.46	48.77	37.69	45.23	55	65.08	45.15
Nd	15.16	36.37	24.34	28.41	21.46	24.41	31.88	36.82	24.36	25.39	60.92	40.77	47.59	35.95	40.89	53.40	61.68	40.80
Sm	4.54	8.58	6.98	7.97	5.88	6.66	8.99	9.70	5.97	23.65	44.69	36.35	41.50	30.63	34.69	46.82	50.52	31.09
Eu	1.71	2.80	2.09	2.86	2.14	2.23	2.91	2.89	2.38	23.68	38.78	28.95	39.61	29.64	30.89	40.30	40.03	32.96
Gd	5.17	8.55	7.95	8.78	6.57	7.41	10.08	10.19	6.09	19.96	33.01	30.69	33.90	25.37	28.61	38.92	39.34	23.51
Tb	0.76	1.06	1.18	1.24	1.02	1.01	1.49	1.37	0.78	14.90	20.78	23.14	24.31	20	19.80	29.22	26.86	15.29
Dy	4.61	6.55	6.78	7.39	5.98	6.46	8.72	8.22	4.66	14.18	20.15	20.86	22.74	18.40	19.88	26.83	25.29	14.34
Ho	1.13	1.57	1.65	1.82	1.48	1.58	2.13	1.97	1.11	15.27	21.22	22.30	24.59	20	21.35	28.78	26.62	15
Er	2.41	3.19	3.40	3.64	3.03	3.18	4.29	3.95	2.29	11.31	14.98	15.96	17.09	14.23	14.93	20.14	18.54	10.75
Tm	0.34	0.44	0.51	0.54	0.46	0.52	0.66	0.58	0.35	10.30	13.33	15.45	16.36	13.94	15.76	20	17.57	10.61
Yb	2.23	2.92	3.11	3.30	2.74	2.99	3.99	3.59	2.06	10.72	14.04	14.95	15.87	13.17	14.38	19.18	17.26	9.90
Lu	0.34	0.44	0.47	0.49	0.39	0.44	0.59	0.53	0.30	10.53	13.62	14.55	15.17	12.07	13.62	18.27	16.41	9.29
[La/Ce] _N										1.12	1.21	1.10	1.11	1.11	1.14	1.09	1.12	1.16
[La/Sm] _N										1.32	2.26	1.41	1.45	1.57	1.69	1.42	1.69	2.06
[Sm/Yb] _N										2.21	3.18	2.43	2.61	2.33	2.41	2.44	2.92	3.14

表 3 万宝沟群基性熔岩的微量元素含量(ppm)

Table 3 Contents of trace elements of the lava in Wanbaogou group

样 品	P1-11	KT II-11	Q-1	Q-5	Q-9	Q-22	J-2	Q-23	Q-2
Nb	15	42			17		33	27	21
Ta	<5	7	<10	<10	7	<10	8	7	<5
Rb	6	6	13	15	26	42	14	42	14
Sr	75	386	495	480	245	277	766	367	361
Ba	86	84	182	103	1120	219	144	203	277
Zr	116	275	133	174	171	163	287	249	192
Hf	<5	8	<10	<10	<5	<10	13	7	8
U	<10	<10			<10		<10	<10	<10
Th	<10	<10			<10		<10	<10	<10
Cr	113	69	113		109		74	95	99
V	286	299	256		293	307	383	377	341
Pb	<10	<10			<10		<10	<10	<10
Ni	23	32	77	51	58	71	31	57	48
Y	23.01	32.37	34.76	37.52	30.59	32.94	40.91	44.45	23.13
Sc				30.25					

84—1120 ppm (平均 269 ppm), 都有较大的变化区间, 不排除其中可能存在风化作用的影响。这几种元素的高含量与大陆裂谷拉斑玄武岩(Rb31ppm, Sr350ppm, Ba170ppm)和大洋碱性玄武岩(Rb33ppm, Sr800ppm, Ba500ppm)相对比, 更接近后者。

(3) TiO_2 和Zr丰度的正相关 (图10), 反映这套岩石由同一岩浆作用形成, 而据岩石中不相容元素的含量较高判断, 它们来源于部分熔融程度较高的同一源区。

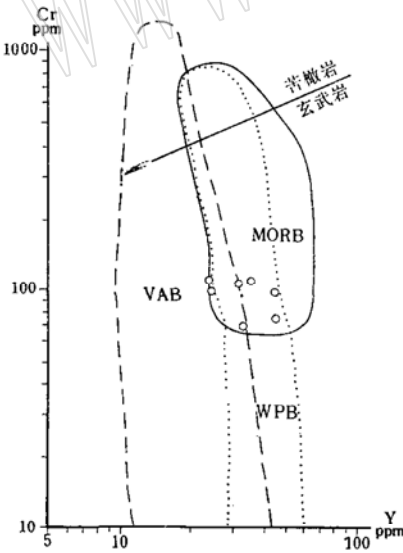


图 8 万宝沟群火山岩的Cr—Y图
(据Pearce, 1980)

Fig.8 Cr—Y diagram of the volcanic rocks in Wanbaogou group

MORB—洋脊玄武岩; VAB—火山弧玄武岩;
WPB—板内玄武岩

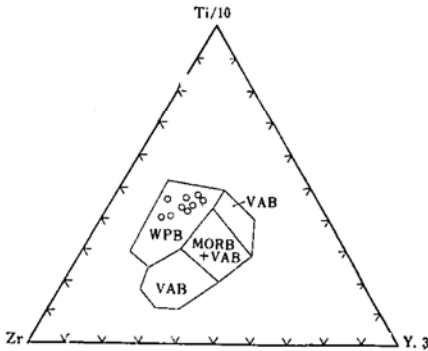


图 9 万宝沟群火山岩的Ti—Zr—Y图
(据Pearce和Cann, 1973)

Fig.9 Ti—Zn—Y diagram of the volcanic rocks in Wanbaogou group

MORB—洋脊玄武岩; VAB—火山弧玄武岩;
WPB—板内玄武岩

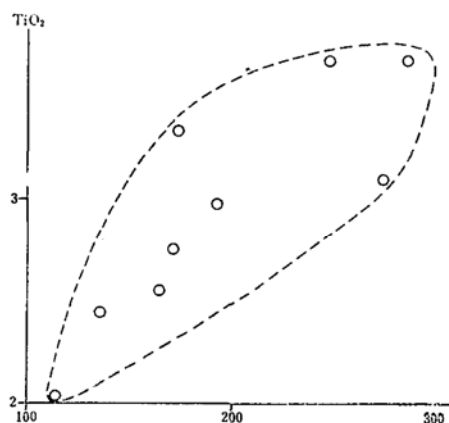
图 10 万宝沟群火山岩 TiO_2 -Zr图①

Fig. 10 TiO_2 -Zr diagram of the volcanic rocks in Wanbaogou group

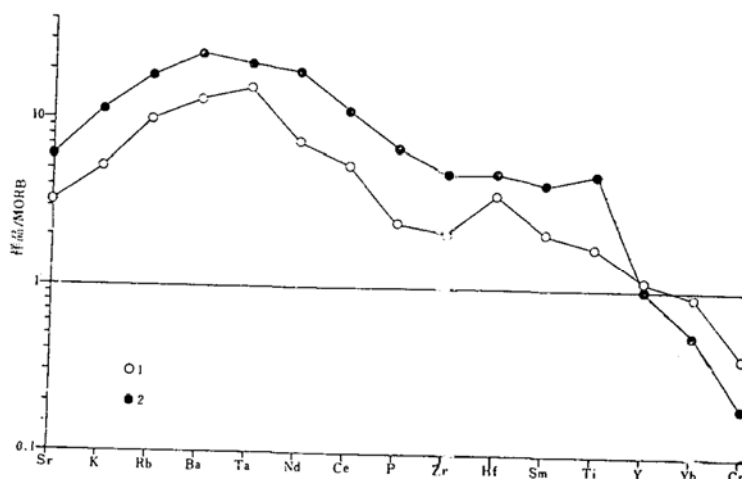


图 11 万宝沟群玄武岩的微量元素地球化学模式

Fig. 11 Geochemical pattern of trace elements in the basalt from Wanbaogou group

1、万宝沟群 (9个样品平均值); 2、亚速尔 (碱性物) 板内玄武岩 (据Pearce, 1981)

(4) 根据微量元素含量与典型的正常洋脊玄武岩的丰度之比所做地球化学模式图 (图11) 可以看出, 本区火山岩与亚速尔洋岛的模式 (据Pearce, 1981) 可以对比, 本区显示了偏碱性的洋岛板内玄武岩的特征。

(5) 三个剖面的岩石样品分析结果表明, Rb、Sr 的含量及其比值变化都不大, 其 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 的值如表4, 从中可以看出万宝沟群玄武岩的岩性较为单一, 这从野外和镜下观察得以证实; 且岩浆物质来源于上地幔, 成岩时未受地壳锆的外来混染。

表 4 万宝沟群玄武岩 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值Table 4 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ values of the basalt in Wanbaogou group

样品编号	采样地点	岩石名称	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (比值)
Q-1	万宝沟	玄武岩	0.70509 ± 0.00007
Q-5	温泉沟	玄武岩	0.70413 ± 0.00019
J-4	小南川	玄武岩	0.70229 ± 0.00060

结 论

(1) 万宝沟群碳酸盐岩组所含的迭层石, 经鉴定相当于青白口到蓟县系的时代, 以整合接触下伏在碳酸盐岩组下的火山岩组, 其时代在尚未获得年龄资料的情况下, 暂划为晚寒武世。

(2) 万宝沟群火山岩组按其岩性可分为火山熔岩—拉斑玄武岩和火山碎屑岩—玄武质凝灰岩、玄武质角砾凝灰岩两类, 碳酸盐岩组中发育有成岩时的滑塌褶皱构造, 碎屑岩组整合沉积其上, 三个岩组厚度总和最长达 3000m, 因此, 认为前寒武纪万宝沟群的成岩环境为

① 图中横坐标应为Zr的含量。

浅—中海相。

(3) 万宝沟群火山岩组的火山熔岩, 根据镜下鉴定和岩石化学分析等综合资料研究, 确认源于上地幔, 属分异作用不发育、略偏碱性的洋岛型拉斑玄武岩。

(4) 在万宝沟沟脑, 火山岩附近见有辉长岩出露, 也见到紫红色硅质岩的转石(未见原生露头), 是否可以认为在晚前寒武纪, 东昆仑地壳曾一度开裂, 形成东昆仑地槽褶皱系最早一期地槽, 继之, 地壳开始进入洋陆转化阶段。

本文是原青藏高原地调大队第一分队集体工作成果之一。在编写本文时得到姜春发等同志指导和帮助, 在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 朱志直、赵民、郑健康, 1985, 东昆仑中段“纳赤台群”的解体与万宝沟群的建立, 《青藏高原地质文集》(16), 地质出版社。
- [2] 刘照祥、彭耀全, 1984, 对纳赤台群的新认识, 《中国区域地质》, 第九辑, 第41—47页, 地质出版社。
- [3] 从柏林, 1979, 《岩浆活动与火成岩组合》, 地质出版社。
- [4] 任纪舜、姜春发等, 1980, 《中国大地构造及其演化》, 科学出版社。
- [5] 李石、王彤, 1981, 玄武岩的鉴别, 《国外地质》, 第12期。
- [6] 都城秋穗, 1975, 岛弧和活动大陆边缘的火山岩系列, 《国外地质》, 第8期。
- [7] Fisher. R. V., Schmincke. H.-u., 1984, Pyroclastic rocks, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. P472.

The Basic Volcanic Rocks of Wanbaogou Group in the Eastern Kunlun Mts and Their Geological Significance

Yang Jingsui

Chai Yaochu

Feng Binggui

(Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences)

Key words: Eastern Kunlun Mts; Wanbaogou group; the basic volcanic rocks; oceanic island-type basalt

Abstract

The Wanbaogou Group of Upper Proterozoic to Cambrian age is located in southern East Kunlun Mts, around Nachitai on the Qinghai—Tibet Highway. The volcanic sequence lies in the midlower part of the Group with a thickness of greater than 1500m. The rocks comprise mainly basaltic lava, accompanied by some basic tuff. The components of the volcanics are relatively homogeneous, suggesting poor differentiation. Vesicular and pillow structures can be observed in the lavas, but they are not widely developed; lava breccias and carbonate interlayers are present in the tuffs. The pyroxenes were replaced by amphibole and chlorite,

while the plagioclases had suffered from zoisitization and argillization. In addition, there are also some cases of silisification and carbonatization.

The rocks are characterized by low content of SiO_2 (less than 50%) and high content of TiO_2 (about 3%); and low MgO (generally 4—5%) and high TFeO (about 14%) contents. $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ and P_2O_5 contents are 2—4% and less than 0.4% respectively. The trace element distribution is low in Cr and Ni (69—113ppm and 23—71ppm respectively), corresponding to the low content of MgO , while the high V (256—383 ppm) and Zr (116—289ppm) contents are consistent with that of TFeO . The REE normalized values show a LREE-rich pattern, and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ values range between 0.702—0.705.

The above data suggest that this volcanic suite was derived from tholeiite of deep origin and formed in an intraplate environment. It is somewhat subalkaline in character and exhibits some features of oceanic island-type basalt, indicating in the early history of the evolution of the East Kunlun crust there existed a significant extensional period as the initial stage of the formation of the East Kunlun eugeosyncline.