

# 甘肃陇山地区葫芦河群 变质玄武岩及大地构造环境恢复

80-84

樊双虎 张维吉

(西安地质学院 710054)

金符实 孟宪恂

(甘肃第一地质队 741020)

**提 要** 葫芦河群变质玄武岩以其高不相容元素、稀土元素和低  $MgO$ 、 $Cr$  和  $Ni$  含量有别于现代洋中脊玄武岩和岛弧玄武岩, 在  $FeO^*/MgO-Al_2O_3$  和  $Ti/100-Zr-Y \times 3$  判别图上, 均落在大陆玄武岩区。在剖面上, 与变质玄武岩整合接触的巨厚的变砂岩和大量出现的火山角砾岩和集块岩是浅海环境的标志; 密集的辉绿岩墙群是拉张性大地构造环境的特征。因此, 本文认为葫芦河群变质玄武岩原岩形成于陆内裂陷海盆环境。

**关键词** 葫芦河群; 变质玄武岩; 大地构造环境

P588.3

葫芦河群变质玄武岩分布于北祁连造山带与北秦岭造山带接合部位。70年代中期以来, 许多学者将其作为北祁连变质火山岩带的东延部分, 对其产出的大地构造环境进行了探讨(王荃等, 1976; 李春昱等, 1978; 肖序常等, 1978; 左国朝等, 1986; 宋志高等, 1990; 任有祥等, 1991)。概括起来, 主要有两种认识: 一是认为北祁连变质火山岩带是古特提斯洋洋壳残片; 二是认为北祁连变质火山岩带产于中朝地块南缘的一个有限拉张洋盆。但是, 葫芦河群的剖面结构、岩石组合和变质玄武岩地球化学特征等却无法证实洋壳的观点, 而主要表现为陆内裂陷海盆的特征。

## 1 时空分布

葫芦河群变质玄武岩分布在甘肃秦安—清水地区。区域上分别与西部北祁连兴隆山群变质火山岩带和东部北秦岭草滩沟—云架山—斜峪关—二郎坪变质火山岩带可以进行对比。葫芦河群南邻早元古宙秦岭群, 北接上奥陶统陈家河群, 其中与秦岭群之间以区域断裂或韧性剪切带相隔; 与陈家河群之间呈不整合接触。葫芦河群与陈家河群组成一个块体, 被限制在两条区域断层或韧性剪切带之间。

葫芦河群和陈家河群, 以前一直被划为同一套地层, 对其时代也有各种认识, 曾有前寒

1993-03-23 收稿

作者简介: 樊双虎, 男, 31岁, 讲师, 曾发表《豫西汝阳—伊川地区新生代火山岩研究》等论文(陕西·西安)

武纪(甘肃西秦岭地质队, 1963)、震旦纪(陕西区调队, 1972)、奥陶纪(张明书, 1973)和早古生代(宋志高, 1991)。由于在变质玄武岩之上的浅变质岩系中含晚奥陶世珊瑚和腕足类化石, 笔者在其底部发现了底砾岩, 故可将变质玄武岩之上的这套浅变质地层从葫芦河群中分解出去, 命名为“陈家河群”。将底砾岩之下的变质玄武岩和巨厚的副片岩夹变粒岩称为“葫芦河群”。1992年, 笔者在秦安安伏镇北葫芦河群变质玄武岩中采的 Rb-Sr 等时年龄为  $785 \pm 46\text{Ma}$  (表 1), 相当于晚元古宙(青白口纪)。

表 1 葫芦河群变质玄武岩铷锶等时年龄测定结果

Table 1 Huluhu Group metabasalt Rb-Sr isochronous analysis

样品号	分析号	Rb ( $10^{-4}$ )	Sr ( $10^{-4}$ )	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	结果处理
266/b3	392628	66.647	336.60	0.57097	0.71061	$t = 785 \pm 46\text{Ma}$
315/b2	392630	14.672	574.31	0.07363	0.70511	$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.7041$
315/b3	392631	20.638	484.48	0.12278	0.70499	$r = 0.99$
315/b4	392632	5.1655	182.54	0.08156	0.70533	
317/yQ <sub>1</sub>	392634	20.912	185.21	0.32546	0.70612	317/YQ <sub>1</sub> 未参加计算

由宜昌地质矿产研究所五室测定

## 2 岩石组合及剖面结构

葫芦河群变质玄武岩在秦安葫芦河剖面上出露最完整。在该剖面上, 葫芦河群包括上下两部分: 下部变质碎屑岩组和上部变质玄武质火山岩组。变质碎屑岩组岩性单调, 主要由黑云石英片岩夹石英岩、变粒岩和千枚岩(顶部)组成, 原岩为石英砂岩和泥砂岩。变质玄武质火山岩组主要由变玄武岩、安山玄武岩、火山碎屑岩、硅质岩、辉绿岩和呈夹层产出的变砂岩组成。上下两个岩组之间为整合接触。下部变质碎屑岩组厚度巨大(大于 3000m), 由下而上, 变质程度逐渐降低, 由黑云石英片岩逐渐过渡为二云片岩、千枚岩和变砂岩, 残余碎屑岩组构造越来越清楚。上部变玄武质火山岩组厚 1903.83m, 其中变质火山岩累计厚度为 1550.65m, 变砂岩夹层累计厚度 353.18m。

变玄武岩普遍的发育形态完好的枕状构造, 岩枕外圈气孔构造比较发育。火山碎屑岩与熔岩呈互层状交替出现。火山碎屑岩以粗大的火山角砾岩和集块岩为主, 最大的单层厚度为 18.94m, 最大集块为  $46 \times 26 \times 26\text{cm}^3$ ; 凝灰岩常与硅质岩体伴生, 单层厚度不超过 2m。

在剖面的下部和顶部变质火山岩体中均夹有浅变质石英砂岩, 其厚度分别为 267.14m 和 86.04m。整个葫芦河群剖面上没有见到碳酸盐岩。

葫芦河群岩石组合和剖面结构反映了一个裂陷盆地由萌芽期向成熟期过渡的全过程。裂陷初期, 地壳差异升降运动强烈, 陆源碎屑物供应充足, 在盆地底部沉积了厚度巨大的浅海相碎屑岩。随着裂陷深度增大, 开始出现大规模的海底火山喷发。火山喷发初期, 沉积作用仍很活跃, 出现火山岩与沉积岩互层现象; 中期, 火山作用占了主导地位, 而沉积作用则不发育; 晚期, 火山作用逐渐减弱, 沉积作用又重新活跃起来, 又出现了火山岩与沉积岩互层的现象。从下向上, 由巨厚的碎屑岩→碎屑岩与火山岩互层→巨厚的火山岩→火山岩与碎屑

岩互层→剥蚀面,代表了一个裂陷盆地由快速下沉到上升回返的全过程。剖面上密集出现的准同生辉绿岩墙群是拉张环境的重要标志。

### 3 变质玄武岩地球化学特征

#### 3.1 主元素地球化学

葫芦河群变质玄武岩岩石化学分析结果列于表 2。

表 2 葫芦河群变玄武岩主元素、微量元素和稀土元素分析结果

Table 2 Huluhu Group metabasalt analysis of major elements trace elements and rare earth elements

岩石化学分析结果(Wt%)															
样号	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	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	CO <sub>2</sub>	Σ	
265/yQ <sub>1</sub>	54.48	1.14	13.36	2.06	6.32	0.17	3.10	6.08	3.94	1.18	0.24	2.82	5.26	99.15	
300/yQ <sub>2</sub>	50.72	1.63	15.41	2.84	6.34	0.15	4.32	6.78	4.18	0.45	0.74	3.72	2.53	99.81	
315/yQ <sub>3</sub>	50.34	1.96	14.22	6.37	5.32	0.20	4.06	9.19	3.34	0.43	0.70	2.60	1.36	100.09	
317/yQ <sub>4</sub>	56.96	1.42	13.74	5.16	4.18	0.18	3.39	7.80	3.43	0.86	0.31	1.82	0.70	99.95	
275/yQ <sub>11</sub>	50.10	1.79	14.21	5.97	6.88	0.20	4.35	8.06	4.08	0.48	0.32	2.40	0.49	99.33	
272/yQ <sub>11</sub>	49.38	1.55	14.90	5.21	6.64	0.19	5.24	9.34	3.53	0.27	0.26	3.08	0.29	99.88	
微量元素分析结果(×10 <sup>-1</sup> )															
样号	Zr	Hf	Nb	Ta	Co	Ni	Cr	Rb	Sr	Ba	V	Sc	Pb	U	Th
265/yQ <sub>1</sub>	158	4.6	4.6	0.8	19.5	11	38	35	196	146	194	25.5	15	0.54	7.3
300/yQ <sub>2</sub>	102	3.0	2.8	0.4	19.7	28	40	17	415	153	150	27	7	0.44	7.1
315/yQ <sub>3</sub>	112	3.2	4.7	0.8	22.9	13	22	17	340	218	295	34	15	0.30	4.5
317/yQ <sub>4</sub>	148	4.2	5.0	0.8	19.4	16	39	24	160	250	233	28	7	0.50	4.3
275/yQ <sub>11</sub>	89	3.2	4.7	0.8	26.8	21	22	18	230	200	380	37	13	0.20	4.0
272/yQ <sub>11</sub>	80	2.9	4.5	0.8	30.0	43	60	8	218	100	330	36	0	0.09	3.2
稀土元素分析结果(×10 <sup>-6</sup> )															
样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
265/yQ <sub>1</sub>	30	63	7.8	32	7.5	2.2	7.0	1.3	9.3	1.73	4.8	0.61	3.60	0.57	34
300/yQ <sub>1</sub>	36	81	9.2	37	8.2	2.8	7.4	1.2	7.4	1.4	3.5	0.44	2.40	0.41	28
315/yQ <sub>1</sub>	24	56	6.7	31	7.0	2.7	7.2	1.2	8.3	1.55	4.0	0.49	2.85	0.45	31
317/YQ <sub>1</sub>	28	64	7.3	31	7.6	2.5	7.5	1.35	9.3	1.80	4.8	0.63	3.60	0.59	34
275/YQ <sub>11</sub>	16.3	32	4.47	23	5.5	2.07	5.6	1.04	7.13	1.34	3.6	0.53	3.21	0.49	31
272/YQ <sub>11</sub>	11	22	3.0	14.3	4.6	1.73	4.4	0.83	5.60	1.17	3.3	0.49	2.94	0.35	27

由宜昌地质矿产研究所六室测定。272/yQ<sub>11</sub>为变辉绿岩,其余为变质熔岩

如果按照传统的分类方案,本区变质玄武岩属钙碱性火山岩。如果采用目前流行的按大地构造环境分类方案,本区变质玄武岩与现代大洋玄武岩和岛弧玄武岩相比,CaO 和 ΣFeO 略偏低,MgO 明显偏低,平均只有 4.08%;SiO<sub>2</sub> 和 Na<sub>2</sub>O 偏高,K<sub>2</sub>O 基本相当,平均 0.61%。在

$\text{FeO}^*-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3$  判别图上, 主要投在大陆玄武岩区(图 1)。

### 3.2 微量元素地球化学

葫芦河群变质玄武岩的微量元素的分析结果见表 2。

本区变质玄武岩的 Sr、K、Rb、Ba、Th、Ta、Ce、P、Sm 的丰度明显高于 N 型 MORB, 特别是 Th、Rb、Ba 和 Ce 高出 N 型 MORB 5~25 倍; Cr 和 Ni 的丰度大大低于 N 型 MORB 和岛弧玄武岩。在微量元素分配型式图上(图 2), 曲线形态与裂谷玄武岩或岛弧玄武岩特征相似。在  $\text{Ti}/100-\text{Zr}-\text{Y} \times 3$  判别图上, 全部投在板内玄武岩区或其附近。

### 3.3 稀土元素地球化学

葫芦河群变质玄武岩的稀土元素的分析结果见表 2。

变质玄武岩稀土总量  $\Sigma\text{REE}$  为  $157.44 \times 10^{-6} \sim 198.35 \times 10^{-6}$ , 明显高于 N 型 MORB 和岛弧低钾拉斑玄武岩。轻重稀土分馏程度中等,  $(\text{La}/\text{Lu})_{\text{cn}}$  为 4.07~8.98; 变辉绿岩稀土总量  $\Sigma\text{REE}$  为  $75.71 \times 10^{-6}$ ,  $(\text{La}/\text{Lu})_{\text{cn}}$  为 3.22, 均低于变质玄武岩。稀土分配型式表现为轻稀土中度富集型(图 3), 表明玄武岩岩浆来自轻稀土富集型源区。

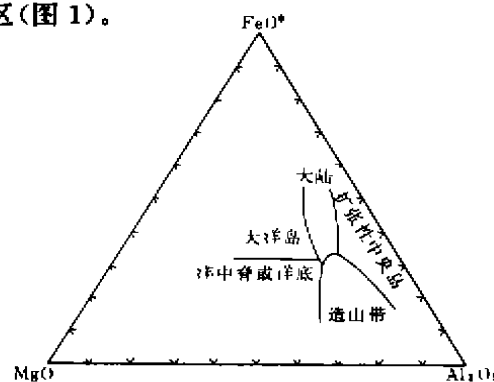


图 1 葫芦河群变玄武岩  $\text{FeO}^*-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3$  判别图

Fig. 1 Hulanhe Group metabasalt  $\text{FeO}^*-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3$  discrimination diagram

(据 T. H. Pearce, 1977)

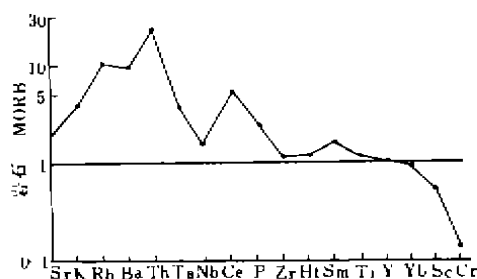


图 2 葫芦河群变玄武岩微量元素分配型式

Fig. 2 Hulanhe Group metabasalt trace element distribution pattern

MORB 值采用 Pearce (1983) 标准值

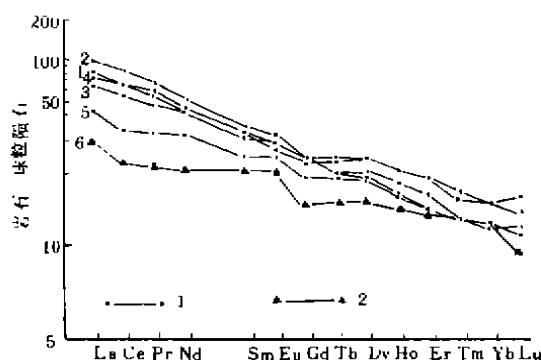


图 3 葫芦河群变玄武岩稀土配分型式

Fig. 3 Hulanhe Group metabasalt chondrite-normalized REE distribution pattern

1~6 与表 2 中的样品序次相同

## 4 大地构造环境探讨

根据上述分析, 葫芦河群岩石组合和剖面结构与大洋地壳剖面有明显差别, 火山岩地球化学特征与现代大洋玄武岩和岛弧玄武岩也有明显的差别。据此, 结合现代区域地质背景, 我们认为葫芦河群火山岩及其下部的碎屑岩形成于华北地块南部陆内裂陷海盆环境。晚元古宙时期的晋宁运动使华北地块内部开始裂陷。裂陷初期, 差异升降运动强烈, 陆源碎屑物供应

充足,在裂陷海盆中沉积了巨厚的碎屑岩;随着裂陷深度增大,开始出现大规模海底火山喷发,堆积了上千米厚的玄武质火山岩。华北地块晚元古宙的这次裂陷作用将秦岭群从华北地块上分解了出来,但这期裂陷并没有形成真正的大洋。

参加工作的还有刘仿韩、刘鸿章、裴先治、胡健民、郭力宇、杨家喜等,在此一并致谢。

### 参 考 文 献

- 1 安三元,胡能高主编.北秦岭裂陷的形成与变质作用.西安:西北大学出版社,1992
- 2 李春昱等.秦岭及祁连山构造发展史.《国际交流地质学术论文集(1)》.北京:地质出版社,1978,174~187
- 3 王 荃,刘雪亚.我国西部祁连山区的古海洋地壳及其大地构造意义.地质科学,1976(1):42~55
- 4 宋志高等.陕甘边界“牛头河群”的分解及其构造意义.中国地质科学院西安地质矿产研究所刊,1991,第31号
- 5 Condie K C. Geochemical changes in basalts and andesites across the Archean-Proterozoic boundary identification and significance. Lithos, 1989, 23, 1~18
- 6 Myers R E and Bretkopf J H, Basalt geochemistry and tectonic setting: A new approach to relate tectonic and magmatic processes. Lithos, 1989, 23, 53~62
- 7 Vannucci R et al. Geochemical characteristics of Proterozoic post-orogenic magmatism in the Nagsaugroqidian mobile belt of southeast Greenland. Lithos, 1989, 23, 85~100

## METABASALT OF HULUHE GROUP, LONGSHAN AREA, GANSU AND ITS TECTONIC SETTING

Fan Shuanghu Zhang Weiji  
(Xi'an College of Geology)

Jin Fushi Meng Xianxun  
(Gansu Geological Team One)

### Abstract

Metabasalt of Huluhe Group is characterized by high content of incompatible elements, rare earth elements and low MgO, Cr and Ni, differing from MORB and island arc basalts. On the  $\text{FeO}^*/\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3$  and  $\text{Ti}/100-\text{Zr}-\text{Y} \times 3$  discrimination diagrams, the samples fall into continent area. Thick metasandstone and a lot of volcanic breccia and agglomerate in section indicate a shallow marine setting. According to all above, we think that the primary rock of Huluhe metabasalt was produced in a rifted marine setting.

**Key words** Huluhe Group, Metabasalt, Tectonic setting