

文章编号:1007-3701(2004)01-0007-04

长江源雀莫错一带上二叠统 那益雄组火山岩特征及其构造环境

白云山,李 莉,牛志军,姚华舟,段其发

(宜昌地质矿产研究所,湖北 宜昌 443003)

摘要: 雀莫错一带那益雄组火山岩是由玄武岩组成的基性熔岩, 岩石化学表现为低 TiO_2 ($< 1\%$) 和 $Al_2O_3, Na_2O > K_2O$, 属钙碱性系列。地球化学特征表现为轻稀土富集, Eu 平坦或轻微负异常, 富集大离子亲石元素 (Rb, Sr, Ba, K) 和高强场元素 Th , 亏损高强场元素 Nb 和 Ta , 反映了岛弧构造环境。上二叠统那益雄组岛弧型火山岩的发现, 说明长江源地区晚古生代有岛弧存在, 且该岛弧应为晚古生代特提斯洋向东俯冲在中北段形成的多岛—弧盆系统的一部分。

关 键 词: 火山岩; 雀莫错; 长江源

中图分类号:P588.14⁺⁵

文献标识码:A

新一轮国土资源大调查青藏高原长江源地区 1:25 万区域地质调查工作中, 在雀莫错一带二叠系中新发现了 1 层基性火山熔岩, 经野外调查及室内综合研究, 该岩石为上二叠统那益雄组岛弧型火山岩, 这一发现对重新认识羌塘地区晚二叠世大地构造环境提供了新的证据。

1 地质及岩石特征

长江源雀莫错一带那益雄组主要分布于雀莫错西。火山岩呈层状产出, 位于那益雄组的上部, 夹于黑色炭质泥岩中, 厚约 2.14 m。岩性主要为橄榄拉斑玄武岩、安山玄武岩。于火山岩下部的灰岩中采集到蜓: *Nanlingella simplex* *Palaeosulina parafusiformis* (Lin); 腕足 *Tschernyschewia* cf. *sinensis*, *Tyloplecta* cf. *yangtzeensis*, 时代为晚二叠世长兴期。在 TAS 分类图上(图略), 样品分布于玄武质粗面安山岩区。主要岩石描述如下:

橄榄拉斑玄武岩: 岩石呈灰绿色, 斑状结构, 基

质具拉斑玄武结构, 杏仁状构造。岩石中有少量斑晶, 由橄榄石 (6%)、普通辉石 (4%)、和个别斜方辉石 ($< 1\%$) 及拉长石 ($< 1\%$) 组成, 大小一般在 0.2~1.5 mm, 个别可达 2~3.8 mm。橄榄石多呈自形—半自形短柱状, 多受熔蚀, 较大晶体边缘可见普通辉石的交代环边, 橄榄石已全部被皂石、蛇纹石、石英、碳酸盐矿物(菱镁矿)呈假像交代; 普通辉石呈自形—半自形柱状、长柱状, 斜方辉石呈板柱状; 基质由细微粒的中—拉长石 (An47—63) (40%)、普通辉石 (23%)、玻璃—隐晶质 (20%) 和少量黑云母 (2%)、磁铁矿 (3%) 组成, 大小 0.03~0.25 mm。基质中拉长石板条微晶排列杂乱, 在晶体间或格架状孔隙中, 被柱状辉石、玻璃质和磁铁矿颗粒充填, 构成拉斑玄武结构。岩石中有少量杏仁体, 呈椭圆状、不规则状, 大小 0.3~5 mm, 组成杏仁体的矿物有皂石、蛇纹石和碳酸盐矿物(菱镁矿)。

安山玄武岩: 岩石呈灰绿色, 微斑状结构, 基质呈填隙结构与交织结构过渡型, 少杏仁构造。岩石中稀疏分布有少量细—微粒状斑晶, 大小 0.1~0.8 mm, 由柱状辉石 (8%) 和少量短柱状、橄榄状、熔蚀状的橄榄石 ($< 1\%$) 及少量板条状的黑云母 (1%) 组成, 辉石和橄榄石已被皂石和碳酸盐矿物

收稿日期: 2003-08-18

基金项目: 中国地质调查“1:25 万赤布张错幅区域地质调查”项目(20001300009121)。

作者简介: 陈有数据(1964—), 男(汉族), 高级工程师, 从事区域地质调查工作。

集合体呈假像状交代;基质由斜长石板条状微晶(56%)、辉石微晶(6%)、黑云母微晶(3%)、磁铁矿微粒(3%)和隐晶—玻璃质(20%)组成,斜长石微晶长轴<0.16 mm,呈半自形杂乱分布,局部呈蒿束状,晶粒间充填了辉石微晶、磁铁矿微粒、黑云母微晶、隐晶—玻璃质,基质呈现填隙—交织结构特征。

2 岩石化学特征

岩石化学成分见表1, SiO_2 含量为 53.83%~53.89%, 偏高, 全碱($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$)为 5.76%~5.82%, 且 $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$, TiO_2 为 0.6%~0.77%, 含量低。 Al_2O_3 为 13.71%~13.73%, 较低, $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比值为 0.55~0.61,<0.7, 表明这些火山岩经历过较高程度的分离结晶作用。 Al_2O_3 与 MgO 呈负相关关系, 表明没有明显的斜长石分离结晶。在 $\text{SiO}_2-(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ 变异图中(图略), 样品落入亚碱性系列, 而在 AFM 图(图略)中落入钙碱性

系列。CIPW 计算结果见表1, 由表1可知 Q 为 0.17~0.62, 无 Ne 及 Ol, Hy 为 15.03~17.78, σ 为 2.84~2.87, 也表明为亚碱性系列玄武岩中的钙碱性系列。

3 稀土元素和微量元素特征

稀土元素分析结果见表2, ΣREE 为 $242.5 \times 10^{-6} \sim 271.85 \times 10^{-6}$, 较高, LREE/HREE 为 16.84~17.27, $(\text{La}/\text{Yb})_{\text{N}}$ 为 27.4~32.02, 稀土配分曲线明显右倾(图1), 说明轻稀土高度富集, 重稀土亏损。 δEu 为 0.82~0.86, 没有或轻微负异常。说明在岩浆演化中斜长石分异作用并不明显, 推测岩浆的分异作用发生在较深的位置, 很可能在源区深度附近。

微量元素含量见表2, 在 Pearce 蛛网图(图2)中显示了富集大离子亲石元素($\text{Rb}, \text{Sr}, \text{Ba}$ 及 K)和高强场元素 Th , 亏损高强场元素 Nb 及 Ta 。这些特征与岛弧玄武岩相似。

表1 岩石化学成分及 CIPW 标准分子

Table 1 Major element analysis and CIPW norms

样号	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	灼失量	总量
	$w_{\text{B}} / \%$												
GO-26a	53.83	0.77	13.71	3.03	3.53	0.09	8.66	7.53	3.02	2.74	0.40	2.27	99.59
GO-24a	53.89	0.60	13.73	2.44	3.88	0.1	7.72	8.4	3.09	2.73	0.41	5.39	100.39
样号	Or	Ab	An	Q	Di	Hy	Il	Ap	Mt	$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	σ		
GO-26a	16.64	26.26	16.19	0.62	15.60	17.78	1.50	0.9	4.51	5.76		2.84	
GO-24a	16.63	26.96	16.01	0.17	19.46	15.03	1.18	0.92	3.65	5.82		2.87	

注:由宜昌地质矿产研究所岩矿测试室分析,2002。

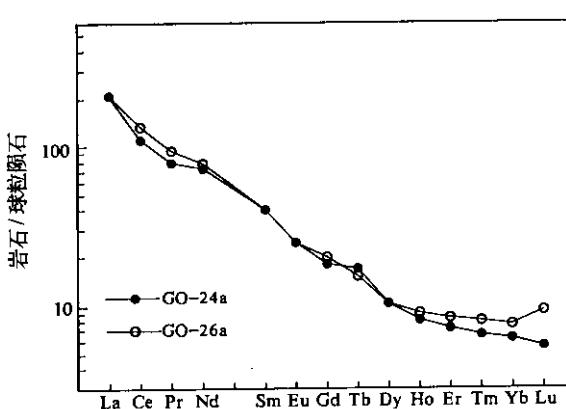


图1 火山岩稀土元素球粒陨石标准化配分型式

Fig. 1 稀土数据 normalized REE patterns of volcanic rocks

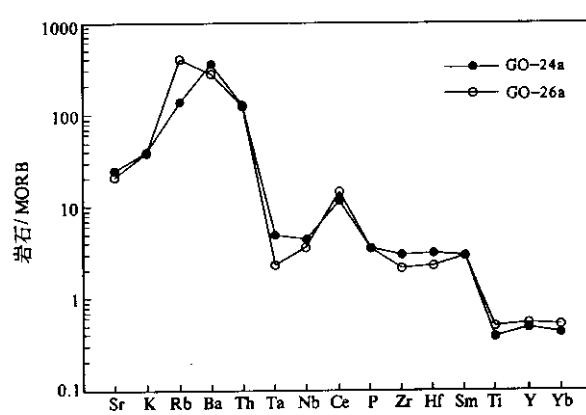


图2 火山岩元素 MORB 标准化配分型式

Fig. 2 MORB normalized trace element spider-diagram of volcanic rocks

表2 稀土元素、微量元素分析结果

Table 2 Trace element and rare earth element analyses

样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	Σ REE	LREE	HREE	δ Eu
	$w_B/10^{-6}$																		
GO-24a	65.9	110	10.7	46.3	7.97	1.83	5.3	0.74	3.42	0.65	1.79	0.27	1.58	0.30	15.1	271.85	242.7	14.05	0.82
GO-26a	64.5	90.3	9.21	42.9	7.65	1.79	4.69	0.80	3.51	0.59	1.53	0.22	1.33	0.18	13.3	242.5	216.35	12.85	0.86
样号	Cu	Pb	Zn	Cr	Ni	Co	Li	As	Sr	Rb	Ba	Th	Ta	Nb	Zr	Hf	Sc	V	
	$w_B/10^{-6}$																		
GO-24a	50.6	61	92.1	389				55.8	74.7	2070	74.7	2180	14.7	0.62	10	220	6.6	22	140
GO-26a				264	233	32.1	68			1800	222	1710	14.5	<0.5	8.1	160	4.6	17	130

注:宜昌地质矿产研究所同位素地球化学实验室分析,2002。

4 构造环境分析

晚二叠世那益雄组火山岩位于东特提斯构造域北部,居拉竹龙—金沙江板块结合带与斑公湖—怒江板块结合带之间的羌塘地块中部。火山岩由玄武安山岩组成。岩石化学上,岩石为钙碱性玄武岩系列,属低钛范围($TiO_2 < 1\%$),显示出岛弧火山岩的特性,而有别于大洋中脊和洋岛火山岩(其 TiO_2 含量一般 $> 1.3\%$)。稀土元素特征表现为轻稀土高度富集,微量元素特征表现为Th和大离子亲石元素富集,高强场元素Nb及Ta亏损,这些均表现为岛弧火山岩的特征。Ba/La比值为26~34,平均30,与板块俯冲作用有关的岛弧火山岩的Ba/La值(> 30)^[1]相同或相近。Ta为 $0.5 \times 10^{-6} \sim 0.62 \times 10^{-6}$,与岛弧型玄武岩($Ta \leq 0.7 \times 10^{-6}$)^[2]相同。La/Nb比值为6.45~8.13,与活动大陆边缘区La/Nb比值($La/Nb > 2$)^[3]一致。在 $10TiO_2-Al_2O_3-10K_2O$ 图解(图3)中,本区火山岩落入岛

弧造山带玄武岩、安山岩区内,在 $Hf/3-Th-Nb/16$ 判别图解^[4](图4)中,落入岛弧火山岩区。火山岩的Th/Ta比值为23.7,远大于1.6,Ta/Hf比值为0.09,小于0.1,Th·Ta/Hf²比值为0.2,远大于0.035,表明本区火山岩应为汪云亮等^[5]据稀土元素等所划分的陆缘岛弧、陆缘火山弧玄武岩。综上所述,长江源雀莫错一带上二叠统那益雄组火山岩构造环境为大陆岛弧。

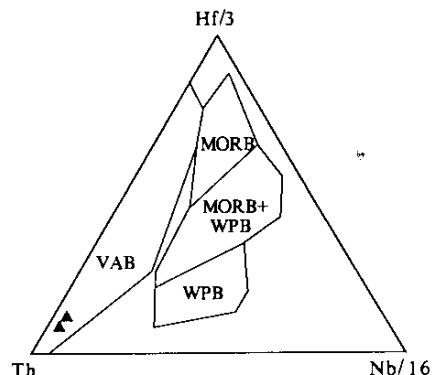


图4 火山岩 $Hf/3-Th-Nb/16$ 构造环境判别图
Fig. 4 $Hf/3-Th-Nb/16$ diagram of volcanic rocks
MORB-洋脊玄武岩; WPB-板内玄武岩; VAB-岛弧玄武岩

5 结论

(1)长江源雀莫错一带那益雄组火山岩是由玄武岩组成的基性熔岩,岩石化学表现为低 TiO_2 ($< 1\%$)和 $Al_2O_3, Na_2O > K_2O$,属钙碱性系列。稀土元素特征表现为轻稀土富集,Eu没有或轻微负异常,富集大离子亲石元素(Rb,Sr,Ba,K)和高强场元素Th,亏损高强场元素Nb及Ta,反映了岛弧钙碱性玄武岩系列特征。

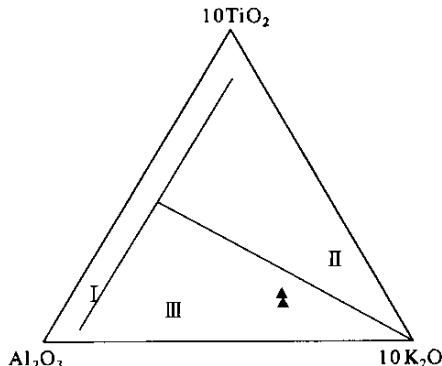


图3 $10TiO_2-Al_2O_3-10K_2O$ 图解

西方数据 $TiO_2-Al_2O_3-10K_2O$ diagram

I. 大洋玄武岩; II. 大陆玄武岩、安山岩; III. 岛弧造山带玄武岩、安山岩

(2)上二叠统那益雄组岛弧型火山岩的发现,说明长江源地区晚古生代岛弧的存在,且该岛弧应为晚古生代特提斯洋向东俯冲在中北段形成的多岛—弧盆系统^[6]的一部分。

参考文献:

- [1] Tamimount Ajaji, Dominique Weis, Andre Giret, et al. Coeval potassic and sodic calc-alkaline series in the post-collisional Hercynian Tanncherfi intrusive complex, northeastern Morocco: geochemical, isotopic and geochronological evidence [J]. *Lithos*, 1998, 45: 371—393.
- [2] Condie K C. Geochemical changes in basalts and andesites across the Archean-proterozoic boundary: Identifica-
- tion and significance [J]. *Lithos*, 1989, 23:1—18.
- [3] Salters V T M, Hart S R. The mantle sources of ocean ridges, island arcs: the Hf-isotope connection [J]. *Earth Planet Sci Lett*, 1991, 104:364—380.
- [4] Wood D A. The application of a Th-Hf-Nb diagram to problems of tectomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of the British Tertiary volcanic province [J]. *Earth Planet Sci Lett*, 1980, 50:11—30.
- [5] 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(30):413—418.
- [6] 潘桂棠, 陈智梁, 李兴振, 等. 东特提斯地质构造形成演化 [M]. 北京: 地质出版社, 1997. 122—128.

Features and tectonic setting of Late Permian Nayixiong Fm. volcanic rocks in the source area of the Yangtze River

BAI Yun-shan, LI Li, NIU Zhi-jun, YAO Hua-zhou, DUAN Qi-fa
(Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Yichang 443003, China)

Abstract: The Late Permian volcanic rocks (Nayixiong Fm.) in the source area of the Yangtze River (Quemocuo area) consist of basaltic lava. These rocks are chemically characterized by low content of TiO_2 (<1%) and Al_2O_3 with $Na_2O > K_2O$, belonging to calc-alkali basalt series. They are rich in LREE, LILE (Rb, Sr, Ba, K) and HFSE (Th), depleted in HFSE (Nb, Ta), reflecting an island arc magmatic origin. Discovery of the volcanic rocks proved a fact that there exists a Late Permian island arc setting in the source area of the Yangtze River as a part of island-arc basin system formed by subduction of the Tethys ocean towards the east during Late Paleozoic in the central-north segment.

Key words: volcanic rock; Quemocuo; source area of the Yangtze River