

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

赣南白面石盆地双峰式火山岩的 Rb-Sr 和 Sm-Nd 同位素特征

孔兴功 陈培荣 章邦桐

南京大学地球科学系, 210093

内容提要 江西南部寻邬县的白面石盆地, 分布一套菖蒲组基性玄武岩与酸性流纹岩互层的火山岩组合。其 Rb-Sr 等时线年龄: 玄武岩为 173 Ma, 流纹岩为 165 Ma, 说明这是一套中侏罗世双峰式火山岩。通过进一步的同位素研究, 玄武岩具有高 ϵ_{Sr} 及近于零的 ϵ_{Nd} 值, 显示其明显受到地壳物质的混染; 流纹岩则以其高 ϵ_{Sr} 及低 ϵ_{Nd} 值, 表现为地壳成因。

关键词 白面石盆地 双峰式火山岩 同位素 赣南

江西省南部三南—安远—寻邬一带, 广泛分布中生代火山盆地, 其中在寻邬县白面石—菖蒲盆地及龙南县的东坑—临江火山盆地中发育基性玄武岩与酸性流纹岩互层的菖蒲组火山岩地层, 中间缺失中性成分。对这一套火山岩, 江西省地质矿产局(1984)将其划归于晚侏罗世; 江西省地质矿产厅(1997)将菖蒲组划归中侏罗世(但仅是按照地层单位划分, 并无年龄数据)。笔者对白面石火山盆地菖蒲组火山岩进行了 Rb-Sr、Sm-Nd 同位素研究, 确定菖蒲组的时代属于中侏罗世。进而, 由于玄武岩与流纹岩在空间上呈互层状, 因此, 笔者认为其应属一套中侏罗世的双峰式火山岩组合。通过进一步的同位素研究, 认为玄武岩的形成, 明显受到地壳混染作用; 而流纹岩因其具有高 ϵ_{Sr} 及低 ϵ_{Nd} 值, 与玄武岩并非同源岩浆形成, 而是上地壳的熔融产物。

1 地质简况及岩石学特征

白面石—菖蒲火山盆地位于江西南部 EW 向三南—寻邬断裂带东段, 再向东为 NNE 向邵武—河源断裂构造带(图 1)。盆地内主要出露中生代火山岩, 其中以中、上侏罗统菖蒲组为主, 发育一套双峰式火山岩, 其中酸性端元为流纹岩及流纹斑岩, 基性端元为玄武岩。其上为鸡笼嶂组, 主要是酸性火山岩。

玄武岩呈致密块状构造, 间隐结构, 不含斑晶。主要矿物斜长石微晶构成不规则空间, 其中充填有辉石、玻璃质或隐晶质。新鲜样品呈灰黑色, 风化为灰绿或灰黄色, 野外易误认为泥质页岩。流纹斑岩呈块状构造, 流动构造不发育, 熔蚀斑状结构, 基质呈霏细结构。斑晶含量可达 14%~18%, 其中钾长石为 57%~79%, 石英为 21%~38%, 钠长石为 2%~10%。这种岩石与玄武岩互层, 属同一喷发旋回。流纹岩具明显的流动构造, 斑状结构, 斑晶含量约 8%~24%, 其中钾长石 44%~85%, 石英 15%~56%。基质为霏细结构, 含有塑性玻屑。

注: 本文为国家自然科学基金资助项目(编号 49772110)的成果。

本文 1999 年 1 月收到, 5 月改回, 刘淑春编辑。

2 Rb-Sr 等时线年龄

样品中的 Sm、Nd、Rb、Sr 含量以及同位素分析均在南京大学现代分析中心 VG354 质谱计上完成,分析结果列于表 1。实验测定 NDS987 Sr 标样中 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.71022 \pm 4$ (2σ), 标准化值采用 $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr} = 0.1194$; BCR-1 岩石标样中 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.512662 \pm 8$ (2σ), 标准化值采用 $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.7219$ 。Nd 和 Sr 的全流程本底分别为 $5 \times 10^{-11} \sim 7 \times 10^{-11}\text{g}$ 和 $1 \times 10^{-9} \sim 2 \times 10^{-9}\text{g}$ 。

从表 1 可以看出,玄武岩的 Rb-Sr 等时线年龄为 $172.6 \pm 2.13\text{Ma}$, 相关系数为 0.9999; 而流纹岩的 Rb-Sr 等时线年龄为 $165.1 \pm 7.07\text{Ma}$, 相关系数为 0.997。很明显,在时间上,白面石火山盆地菖蒲组的火山岩属双峰式组合,而空间上它们又呈互层状产出。从区域地质方面看,菖蒲组上覆地层为鸡笼嶂组,其 Rb-Sr 等时线年龄为 148 Ma (赖章忠等, 1996)。因此,菖蒲组的 Rb-Sr 等时年龄是合理的,也是令人信服的。

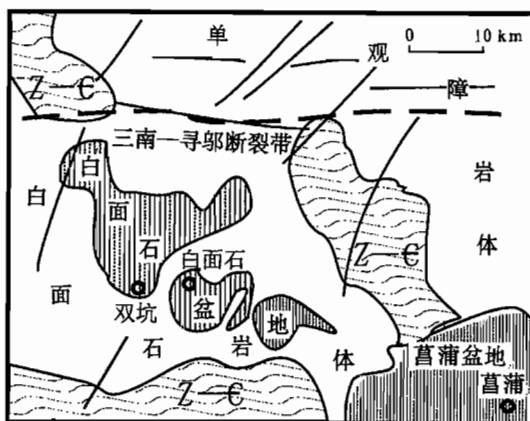


图 1 赣南白面石盆地地质略图

Fig. 1 Sketch geological map of the Baimianshi basin in southern Jiangxi Province

Z—震旦系; C—寒武系
Z—Sinian; C—Cambrian

表 1 白面石盆地双峰式火山岩 Rb-Sr、Sm-Nd 同位素数据

Table 1 Rb-Sr, Sm-Nd isotopic data of bimodal volcanics in the Baimianshi basin

样品	岩性	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	等时线年龄 (Ma)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	ϵ_{Nd}	ϵ_{Sr}
64011	玄武岩	0.4291	0.709058	172.6 ± 2.13	0.1709	0.512602	-0.133	52.58
64003-2		0.1517	0.708346		0.1665	0.512596	-0.152	52.16
64010-2		0.1814	0.708485					
N55-1		1.224	0.711002					
64005-1		0.0903	0.708201					
64003-1	流纹岩	6.077	0.725611	165.1 ± 7.07	0.1468	0.511983	-11.731	100.06
64006		14.46	0.743116		0.138	0.511964	-11.916	69.40
64004		4.573	0.722015					
64010-1		55.54	0.833115					
64003-1		65.29	0.869997					

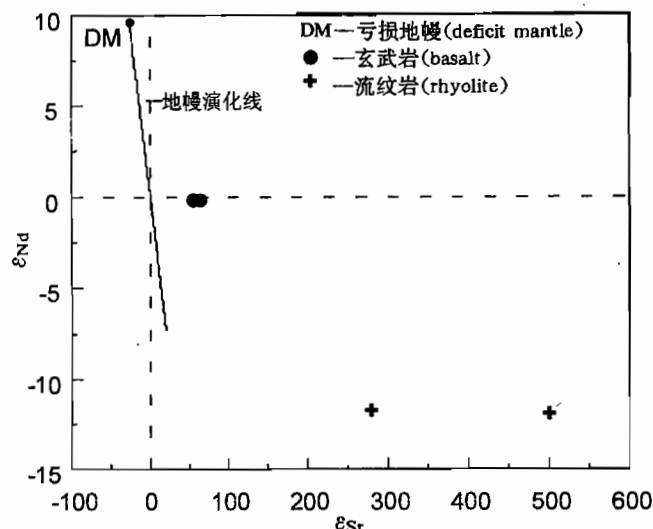
注: 64003-1 样品为钾长石。

3 $\epsilon_{\text{Sr}}-\epsilon_{\text{Nd}}$ 相关特征

为阐明白面石火山盆地双峰式火山岩成因, 将火山岩 ϵ_{Sr} 、 ϵ_{Nd} 投影于 $\epsilon_{\text{Sr}}-\epsilon_{\text{Nd}}$ 相关图上 (图 2), 从图 2 可以看出, 玄武岩分布于地幔演化线右侧, 其高的 ϵ_{Sr} 值及近于零的 ϵ_{Nd} 值反映出玄武岩岩浆被地壳物质强烈的混染。而流纹岩则显示出高的 ϵ_{Sr} 值及负的 ϵ_{Nd} 值, 属典型的地壳特征。

4 双峰式火山岩成因及构造意义

根据前人的研究成果 (Suneson et al., 1983; Leat et al., 1986; Pin et al., 1993; 亓润章等,

图2 白面石盆地双峰式火山岩 $\epsilon_{\text{Nd}}-\epsilon_{\text{Sr}}$ 相关图Fig. 2 The relation diagram of $\epsilon_{\text{Nd}}-\epsilon_{\text{Sr}}$ of bimodal volcanics in the Baimianshi basin

算方程如下:

$$f_{\text{Nd}}^{\text{A}} = \text{Nd}_B (\epsilon_{\text{Nd}}^{\text{B}} - \epsilon_{\text{Nd}}^{\text{M}}) / [\text{Nd}_A (\epsilon_{\text{Nd}}^{\text{M}} - \epsilon_{\text{Nd}}^{\text{A}}) + \text{Nd}_B (\epsilon_{\text{Nd}}^{\text{B}} - \epsilon_{\text{Nd}}^{\text{M}})]$$

$$f_{\text{Sr}}^{\text{A}} = \text{Sr}_B (\epsilon_{\text{Sr}}^{\text{B}} - \epsilon_{\text{Sr}}^{\text{M}}) / [\text{Sr}_A (\epsilon_{\text{Sr}}^{\text{M}} - \epsilon_{\text{Sr}}^{\text{A}}) + \text{Sr}_B (\epsilon_{\text{Sr}}^{\text{B}} - \epsilon_{\text{Sr}}^{\text{M}})]$$

其中: f_{Nd}^{A} 、 f_{Sr}^{A} 分别表示火山岩中混入的地壳端元 Nd、Sr 的重量百分数, Nd_A 、 Sr_A 、 Nd_B 、 Sr_B 分别表示地壳端元和亏损地幔端元的 Nd、Sr 丰度 ($\times 10^{-6}$), $\epsilon_{\text{Nd}}^{\text{A}}$ 、 $\epsilon_{\text{Sr}}^{\text{A}}$ 、 $\epsilon_{\text{Nd}}^{\text{B}}$ 、 $\epsilon_{\text{Sr}}^{\text{B}}$ 分别表示地壳端元及亏损地幔端元的 ϵ 值, $\epsilon_{\text{Nd}}^{\text{M}}$ 、 $\epsilon_{\text{Sr}}^{\text{M}}$ 为双峰式火山岩形成时的 Nd、Sr 同位素组成。本文采用的端元值见表 2 (McCulloch et al.,

1982)。由于本区流纹岩的 ϵ_{Sr} 值高达 500.32, 反映了本区地壳端元的源区性质为高 ϵ_{Sr} 特征。因此, 地壳端元的 ϵ_{Sr} 值应取本区流纹岩的 ϵ_{Sr} 值。

从表 2 可以看出, Nd、Sr 均受到地壳的强烈混染, f_{Nd}^{A} 高达 25.8%, f_{Sr}^{A} 达 37.4%。这进一步证明, 双峰式火山岩的玄武岩浆受到地壳物质的强烈混染。

毛建仁等(1990)认为中国东南大陆大约在早二叠世(240±50 Ma), 中朝地块与扬子地块发生碰撞和挤压一直持续到早侏罗世, 接着是区域性地幔隆起, 地壳减薄, 到了晚侏罗世甚至是早白垩世才出现代表应力环境由挤压转向拉张的双峰式火山岩。然而, 白面石双峰式火山岩的厘定, 表明我国东南大陆在中侏罗世即燕山早期就发生了地壳伸展或裂解作用, 从而将我国东南大陆在燕山晚期才开始由挤压转变为拉张的认识提前到燕山早期。这对于进一步研究我国东南大陆的发展和演化历史具有重要意义。

1989; 于津海等, 1997; 胡恭任等, 1999; 王志洪等, 1999; 张宗清等, 1999), 双峰式火山岩的形成与地壳引张有关, 被作为克拉通裂解或造山带伸展的标志。由上述的 Rb、Sr、Sm、Nd 同位素特征, 可以勾画出本区双峰式火山岩的成因模式: 由弱亏损地幔部分熔融形成的玄武岩浆上升, 受到地壳成分的强烈混染; 同时, 玄武岩浆作为热源, 使得地壳物质发生重熔, 与玄武岩浆一起喷发出来, 形成本区特征的双峰式火山岩。

为进一步研究地壳物质对玄武岩浆的混染程度, 笔者利用简单的二元混合方程计算火山岩的壳幔混合比(沈渭洲等, 1991)。计

表 2 二元混合方程所选同位素端元值及计算结果

Table 2 The data and the results of the contamination equation

样品	岩性	Nd ($\times 10^{-6}$)	Sr ($\times 10^{-6}$)	ϵ_{Nd}	ϵ_{Sr}	f_{Nd}^{A} (%)	f_{Sr}^{A} (%)
64011	玄武岩	15.04	275.6	-0.13	63.49	25.7	37.4
64003-2		13.86	280.2	-0.15	54.35	25.8	34.1
亏损地幔		14	470	6.0	-14.2		
地壳端元		28	140	-9.0	500.3		

参 考 文 献

- 胡恭任,章邦桐,于瑞莲.1999.赣中变质岩带的 Sm-Nd、Rb-Sr 同位素年代研究.地质论评,45(2):129~134.
- 江西省地质矿产局.1984.江西省区域地质志.北京:地质出版社.
- 江西省地质矿产厅.1997.江西省岩石地层.武汉:中国地质大学出版社.
- 赖章忠,商玉强.1996.东南大陆中生代火山活动时代及岩浆来源.江西地质,10(2):111~118.
- 毛建仁,程启芬.1990.东南大陆中生代玄武岩岩石系列及其构造意义.南京地质矿产研究所所刊,11(4):29~43.
- 亓润章,呈志勤,邹永兴.1989.东南沿海陆相多旋回双模式火山岩.南京地质矿产研究所所刊,10(3):4~23.
- 沈渭洲,章邦桐,凌洪飞等.1991.浙江西裘细碧-角斑岩的 Nd、Sr、O 同位素地质研究.地质学报,65(4):337~346.
- 王志洪,卢华复.1999.福建沿海堆晶辉长岩的 Sm-Nd 年龄及意义.地质论评,45(4):408~411.
- 于津海,王德滋,王赐银等.1997.山西吕梁群早元古代双峰式火山岩地球化学特征及成因.岩石学报,13(1):59~70.
- 张宗清,卢记仁,唐索寒.1999.攀西层状基性-超基性岩体的 Sm-Nd 年龄.地质学报,73(3):263~271.
- Leat P T, Jackson S E, Thorpe R S et al. 1986. Geochemistry of bimodal basalt-subalkaline rhyolite provinces within the Southern British Caledonides. Journal of the Geological Society, 143:259~273.
- McCulloch M T, Chapell B W. 1982. Nd isotopic characteristics of S-and I-granites. Earth Planet. Sci. Letters, 58:51~64.
- Pin C, Marini F. 1993. Early Ordovician continental break-up in Variscan Europe: Nd-Sr isotope and trace element evidence from bimodal igneous associations of the southern massif, France. Lithos, 29:177~196.
- Suneson N H, Lucchitta. 1983. Origin of bimodal volcanism, southern Basin and Range Province, west-central Arizona. Geological Society of America Bulletin, 94:1005~1019.

Isotopic Characteristics of Rb-Sr and Sm-Nd in Bimodal Volcanics from the Baimianshi Basin, Southern Jiangxi Province

Kong Xingong Chen Peirong Zhang Bangtong

Department of Earth Science, Nanjing University, Nanjing, 210093

Abstract

In the southern Jiangxi Province, there are a number of Mesozoic volcanic basins along the Sannan—Xunwu tectonic belt, such as the Dongkeng—Linjiang basin and the Baimianshi—Changpu basin. In the basins are well developed Mid-Jurassic bimodal volcanics. It is revealed by the isotopic characteristics of Rb-Sr and Sm-Nd that the basalt in the volcanics has high ϵ_{Sr} and ϵ_{Nd} values, indicating obvious contamination by crustal materials, while the rhyolite appears to be a melted product of the upper crust for its high ϵ_{Sr} and low ϵ_{Nd} values.

Key words: Baimianshi basin; bimodal volcanics; isotope; southern Jiangxi Province

作 者 简 介

孔兴功,男,1969年生。1992年毕业于南京大学地球科学系。现为南京大学地球科学系博士研究生,主修专业为火山岩与铀成矿关系。通讯地址:210093,南京大学地球科学系 98 级博士。