

诸广山岩体内中基性岩脉的成因初探

——Sr、Nd、O 同位素证据

李 献 华

(中国科学院地球化学研究所广州分部, 广州 510640)

关键词 中基性岩脉、Sr、Nd、O 同位素、幔源岩浆

在南岭地区花岗岩演化系列末期, 煌斑岩、辉绿岩和闪长岩等中基性岩脉的发育是一个相当普遍的现象。然而, 对这些中基性岩脉的成因长期以来有两种截然不同的认识, 即花岗岩浆分异成因和幔源成因两种观点。事实上, 对这些中基性岩脉的研究远不如本区花岗岩研究那么深入。近年来, 一些研究者已开始注意到, 对这些产在花岗岩体内(某些延伸到地层)的中基性岩脉的研究不但具有重要的岩石学意义, 而且有助于探讨南岭地区大地构造演化、铀矿床成因等重要地质问题^{[1]*}。本文将通过 Sr、Nd、O 同位素体系研究, 对诸广山岩体内中基性岩脉的成因进行初步探讨。

一、地质概况

诸广山复式岩基位于湘、赣、粤三省交界, 其中燕山期花岗岩体内发育了数目众多的中基性岩脉, 岩脉规模大小不一, 宽几十厘米至数十米, 长几十米至几公里^[2], 岩性主要为辉绿岩、煌斑岩和闪长岩, 它们穿切了燕山期各次花岗岩、花岗斑岩、石英斑岩和含钨石英脉。根据 K-Ar 年龄测定, 本区中基性岩脉的形成时代约为 105Ma^[3]。本文研究的三个岩脉样品分别采自燕山期九峰岩体和鹅形岩体内。

二、方法和结果

Rb-Sr、Sm-Nd 分离采用 Nakamura 等报道的方法^[4], Sr、Sm、Nd 同位素组成在 Isomass 54R 质谱仪上测定, 仪器偏差分别用 NBS 标样 SRM-987 ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.71024$) 和 La Jolla 标样 ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.511860$) 校正, Sr、Sm、Nd 的含量误差小于 0.2% (2σ)。Rb 在 NBS 型质谱仪上测定, 含量误差小于 0.5%。氧同位素分析采用常规的 BrF₃ 法, 氧同位素组成在 MAT-230C 质谱仪上测定, 标准为 NBS-28 ($\delta^{18}\text{O} = 10\text{‰}$), 测量精度优于 0.2‰。所有分析结果列于表 1。

三、讨 论

三个中基性岩脉样品的 ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i 变化范围为 0.71031—0.71098, 明显低于燕山期

本文 1989 年 12 月 25 日收到。

* 胡瑞忠, 希望矿床的氢、氧、碳同位素研究, 1989。

表1 诸广山岩体内中基性岩脉的 Sr、Nd、O 同位素分析结果

样品号	岩性	采样地点	Rb(ppm)	Sr(ppm)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
86-ZG-10	煌斑岩	佛烟	64.54	199.5	0.93658	0.71171 ± 2
86-ZG-33	辉绿岩	浆源乡	36.83	358.9	0.29693	0.71096 ± 3
86-ZG-73	闪长岩	鹅形圩	78.97	363.3	0.62918	0.71192 ± 3
Sm(ppm)	Nd(ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	$\delta^{18}\text{O}$	$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$	$\epsilon\text{Nd}(t)$
6.792	25.87	0.15855	0.512660 ± 15	2.0	0.71031	+0.98
5.661	23.71	0.14420	0.512629 ± 12	6.7	0.71052	+0.58
7.917	37.69	0.12683	0.512277 ± 13	5.3	0.71098	-6.07

注: Sr、Nd 初始值用 105Ma 计算得出, 计算参数如下:

$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_{\text{UR}} = 0.7045$, $(^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr})_{\text{UR}} = 0.0839$; $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{CHUR}} = 0.512636$, $(^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_{\text{CHUR}} = 0.1967$.

(155Ma) 花岗岩的 $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ 变化范围 (0.716—0.720)*, 而 $\epsilon\text{Nd}(t)$ 值的变化范围为 +0.98—-6.07, 明显高于花岗岩的 $\epsilon\text{Nd}(t)$ 平均值 -10*, 表明中基性岩脉与燕山期花岗岩来源于不同的岩浆源区。因此, 中基性岩脉不可能是花岗岩浆分异的产物。煌斑岩和辉绿岩的 $\epsilon\text{Nd}(t) > 0$, 表明它们有可能来源于地幔。根据中国东部新生代大陆玄武岩系统的 Sr-Nd-Pb 同位素体系研究, 华南大陆地幔属于亏损型地幔^[5], 这种亏损地幔是通过地幔自身演化形成的。因此, 我们有理由认为在白垩世本区的地幔也处于亏损状态。中基性岩脉的 Sr、Nd 同位素组成明显地介于亏损地幔和花岗质围岩之间, 反映出它们应该是幔源岩浆受地壳物质

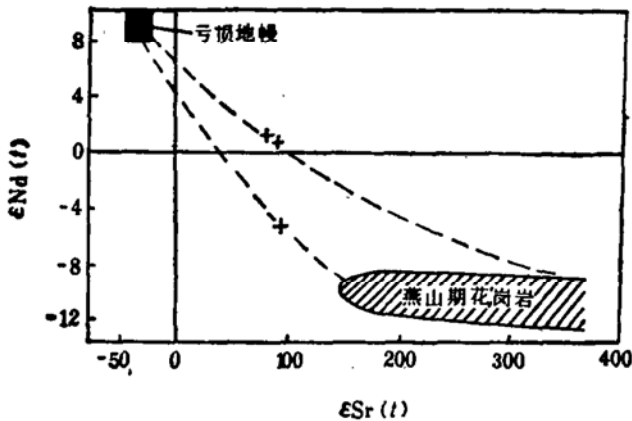


图1 诸广山岩体内中基性岩脉的 Sr-Nd 同位素相关关系图 ($t = 105\text{Ma}$)

质(即花岗质围岩)混染的产物。图1是中基性岩脉的 Sr-Nd 同位素相关关系图, 可以看出, 中基性岩脉的 Sr-Nd 同位素组成明显地受亏损地幔和花岗质围岩两个端员成分控制。根据壳幔 Nd 同位素的二元混合模式^[6], 可以计算出煌斑岩和辉绿岩的壳/幔质量比大约为 20%, 闪长岩的壳/幔质量比约 50%。

三个样品的 $\delta^{18}\text{O}$ 值变化范围为 2.0—6.7, 其中煌斑岩的 $\delta^{18}\text{O}$ 值为 2.0, 远远低于上地幔的氧同位素组成 ($\delta^{18}\text{O} = 5.5—7.0$)^[7], 表明煌斑岩与大气降水发生过明显的氧同位素交换。闪长岩和辉绿岩的 $\delta^{18}\text{O}$ 值 (5.3—6.7) 虽然接近上地幔的氧同位素组成, 但是

已有的研究资料表明, 华南地区白垩世构造环境的显著变化是, 以大规模花岗岩浆活动为

* 李献华, 万洋山-诸广山花岗岩复式岩基的地球化学研究及地壳形成演化历史, 1988.

特征的挤压、剪切环境逐步转变成以红盆地标志的拉张环境^[8]。诸广山岩体(包括地层)内的中基性岩脉及其邻区南雄盆地中的白垩世玄武岩均是在这种拉张环境中幔源岩浆活动的产物。

系统的 Sr、Nd、O 同位素体系研究表明, 诸广山岩体内的中基性岩脉不是花岗岩浆分异的产物, 其原始岩浆来源于亏损地幔, 幔源岩浆在上侵过程中受到花岗质围岩不同比例的混染。中基性岩脉不同程度地与大气降水热液发生过氧同位素交换。

致谢: 本文是在涂光炽教授和 M. Tatsumoto 教授指导下的博士论文工作的一部分, 野外工作得到桂训唐和钟乙周老师的指导帮助, 在此一并致以衷心感谢。

参 考 文 献

- [1] 王学成、饶冰, 南京大学学报(自然科学版), 1989, 1: 120—131.
- [2] 王联魁等, 地球化学, 1975, 3: 189—201.
- [3] 李献华, 中国科学, B 辑, 1990, 7: 747—755.
- [4] Nakamura, N. et al., *Proc. Lunar. Sci. Conf.*, 7th, 1976, 2309—2333.
- [5] 朱炳泉等, 中国科学, B 辑, 1989, 10: 1092—1102.
- [6] 黄萱等, 岩石学报, 1986, 2: 50—63.
- [7] 涂光炽等, 地球化学, 上海科学技术出版社, 1982, 163—177.
- [8] 杨巍然等, 华南地区古大陆边缘构造史, 武汉地质学院出版社, 1986, 39—64.