

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

福建沿海堆晶辉长岩的 Sm-Nd 年龄及意义

王志洪

(中国科学院地质研究所岩石圈构造演化开放实验室, 北京, 100029)

卢华复

(南京大学地球科学系, 210008)

内容提要 本文测定了福建沿海莆田戴前山堆晶角闪辉长岩的 Sm-Nd 同位素年龄, 由堆晶角闪辉长岩、斜长石和角闪石得到的全岩-矿物 Sm-Nd 内部等时线年龄为 $95 \pm 2\text{Ma}$, 记录了戴前山堆晶角闪辉长岩的结晶年龄。该年龄可能反映了辉长岩是碰撞造山带中的同构造侵入岩。

关键词 辉长岩 Sm-Nd 同位素年龄 福建沿海

长乐—南澳断裂带北段的长基、戴前山等地出露一系列的镁铁-超镁铁岩, 它们分布于沿海的绿片岩相和角闪岩相的变质岩中, 以及内陆的中生代火山岩中。由于它们对了解东南沿海的构造格架和演化具有重要的意义, 其性质、成因和构造涵义一直是地质工作者研究的热点, 本文报导了福建沿海堆晶辉长岩的 Sm-Nd 年龄, 并讨论了其构造意义。

1 镁铁-超镁铁岩的地质特征

福建沿海的镁铁-超镁铁岩主要由长基的变质橄榄岩和超镁铁质堆晶岩以及戴前山、东蔡、桃花山、东岳山、青兰山等地的堆晶和块状辉长岩组成。笔者^[1]已详细研究了其地质学、岩石学和地球化学特征。长基超镁铁质岩石蚀变强烈, 由蛇纹岩、滑石岩和透闪石岩组成, 其 $\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{FeO}^*)$ 值分别为 0.85, 0.64 和 0.77。按超镁铁岩常量元素分析数据计算得出, 蛇纹岩和滑石岩的原岩相当于纯橄岩和方辉橄榄岩; 透闪石岩的原岩相当于橄榄单辉岩。在 ACM 和 AFM 图中, 长基岩块落在变质橄榄岩区及附近。岩石富 Mg、Ni、Co、Cr, 贫 Al、Ca, 而且尖晶石的 $\text{Cr}/(\text{Cr}+\text{Al})$ 值为 0.77, 表明它们是上地幔较高程度熔融后的残余地幔橄榄岩。戴前山等地的堆晶和块状辉长岩富 Ca、Al、Fe、LREE, 贫 Na、Si, 微量和稀土元素配分图显示出同源演化并经受了岩浆结晶分异过程的特点。从岩石学和地球化学角度看, 镁铁岩和超镁铁岩有成因联系, 属于同一岩浆源演化的产物。在 Zr/Y - Zr 、 Cr - Y 和 FeO^*/MgO - TiO_2 图解上, 辉长岩类位于岛弧拉斑玄武岩区及附近, 指示其岛弧成因特征。详细的野外观察和剖面测量表明镁铁-超镁铁岩块显示逆冲构造, 皆为逆冲岩片。长基变质橄榄岩和超镁铁质堆晶岩的围岩为早白垩世南园组火山碎屑岩。戴前山等地辉长岩的围岩为糜棱岩化变质岩。

2 样品和分析结果

在野外和室内镜下观察以及地球化学研究的基础上, 我们选择了戴前山辉长岩作全岩

和矿物 Sm-Nd 内部等时线定年。戴前山岩块出露于福建莆田,主要由角闪辉长岩组成,近等轴状,据磁法和重力测定,岩体南坡面较陡,约 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$,北坡面较缓,约 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。岩块长约 1.4 km,宽约 1.25 km。岩石呈深灰、灰黑色,堆晶层状构造和块状构造,由斜长石、角闪石、黑云母、单斜辉石和磁铁矿等组成,主要岩石类型有细粒、中粒和粗粒角闪辉长岩、堆晶层状角闪辉长岩等。堆晶面理产状为 $290^{\circ}/NE34^{\circ}$ 。选择的全岩样品为堆晶角闪辉长岩(H53-1),呈灰黑色,半自形粒状结构,由斜长石(30%)、普通角闪石(60%)和少量普通辉石、磁铁矿等组成。斜长石呈自形一半自形,其 An 值高于 85,无环带结构,说明它们是堆晶矿物而且结晶较早。从中以物理分离技术和手选挑出单矿物角闪石和斜长石。三个样品的 Sm-Nd 同位素测定在南京大学现代分析中心完成,测试仪器为 VG354 同位素质谱仪。该仪器对标样 La Jolla 和 BCR-1 的 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 测定分别为 0.511860 ± 6 和 0.512662 ± 16 ,Nd 的实验流程空白为 60pg。等时线年龄由 York 方程得出。Sm-Nd 分析数据和等时线年龄示于表 1 和图 1 中。由堆晶角闪辉长岩、斜长石和角闪石得到的 Sm-Nd 全岩-矿物内部等时线年龄为 95 ± 2 Ma。($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i, $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 和相关系数分别为 0.51237 ± 0 , 12.60 和 0.9997。从样品的未变质特征和 Sm-Nd 体系稳定性考虑, 95 ± 2 Ma 记录了戴前山堆晶角闪辉长岩的结晶年龄。这一年龄与泉州桃花山辉长岩固结年龄(106.5 ± 0.2 Ma, 由辉长岩中单粒锆石 U-Pb 法测定^[2])比较一致。

表 1 样品的 Sm-Nd 同位素数据和等时线年龄

Table 1 Sm-Nd isotopic composition and isochron age of the Daiqianshan cumulate amphibole gabbro, Fujian Province, southeastern China

样品名称	Sm($\times 10^{-6}$)	Nd($\times 10^{-6}$)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	年龄(Ma)	($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$) _i	相关系数	$\epsilon_{\text{Nd}}(t)$
角闪辉长岩	5.616	20.99	0.1618	0.512468 ± 10	95 ± 2	0.51237	0.9997	12.60
斜长石	0.8637	5.279	0.09897	0.512430 ± 8				
角闪石	9.751	31.26	0.1887	0.512486 ± 11				

注: ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_{CHUR} = 0.511847, ($^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$)_{CHUR} = 0.1967, 标准化值: $^{146}\text{Nd}/^{142}\text{Nd} = 0.636165$, $\lambda_{\text{Sm}} = 6.54 \times 10^{-12} \text{a}^{-1}$, $\epsilon_{\text{Nd}}(t) = \{[(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i / (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{CHUR}}] - 1\} \times 10^4$

3 地质意义

近年来人们就福建沿海镁铁—超镁铁岩的成因和构造涵义提出了大致 3 种看法:① 白垩纪玄武岩的同期异相侵入岩,标志着中国东南部大规模拉张构造运动的出现^[2];② 侵入于中国东南沿海活动大陆边缘的钙碱性岩浆系列的暗色端元^[3];③ 出露于碰撞造山带中指示地体或微板块碰撞拼贴的蛇绿岩或蛇绿混杂岩^[4,5]。

Charvet 等^[6]认为中国东南中生代火山岩中的晚白垩世火山岩是碰撞后伸展构造环境的双模式火山岩,所以福建沿海辉长岩的结晶年龄($95\sim 106$ Ma)要早于大规模拉张构造运动。

此外还有一系列的地质事实表明福建沿海

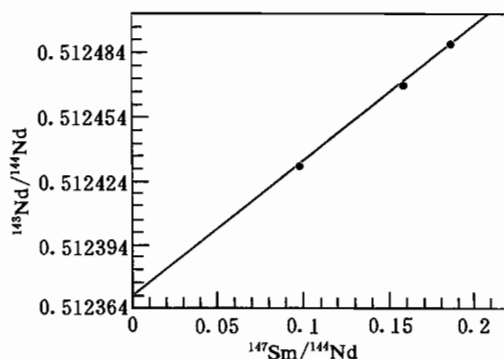


图 1 戴前山堆晶角闪辉长岩全岩-矿物 Sm-Nd 内部等时线图

Fig. 1 Whole rock-mineral Sm-Nd inner isochron diagram for the Daiqianshan cumulate amphibole gabbro

在早白垩世晚期(100~120 Ma)发生过一次构造热事件,这些事实有:① 经受变形的早白垩世南园组火山碎屑岩(其年龄为 114~134 Ma)只分布于长乐—南澳断裂带的北西侧,而未变形的晚白垩世火山碎屑岩(石帽山群)以不整合形式覆盖于长乐—南澳断裂带的两侧,指示了一次白垩纪中期的构造事件;② 二长花岗岩作为同构造花岗岩出露于断裂带两侧,其年龄为 100~113 Ma;③ 福建沿海存在一期重要的构造热事件,其 Rb-Sr 年龄为 120~90 Ma^[7];④ 长乐—南澳韧性剪切带内糜棱岩化岩石的 5 个单矿物⁴⁰Ar/³⁹Ar 坪年龄为 107~118 Ma,记录了该韧性剪切带的形成时间^[8];⑤ 东山县同构造深成岩的锆石 U-Pb 结晶年龄为 121.5 Ma,被解释为沿长乐—南澳断裂带的变形时间^[9]。

这一构造热事件很可能源于早白垩世晚期发生于东南沿海的一次碰撞^[4,5]。福建沿海辉长岩结晶年龄与这一碰撞事件基本同期,似乎不支持辉长岩是蛇绿岩一部分的解释。闽东南辉长岩中钙长石质斜长石的识别是确认活动大陆边缘的主要证据^[3],但事实上含钙长石质斜长石的辉长岩可以出现于更广泛的构造背景,例如在特罗多斯蛇绿岩中,形成于洋中脊外构造环境的底部堆晶系和与洋脊扩张岩浆活动相关的顶部堆晶系中的堆晶斜长石皆为钙长石质斜长石,斜长石普遍具有高的 An 含量可能部分反映了母熔体的低 Na 特征,而且母熔体在高但未饱和的水压下结晶^[10]。对活动大陆边缘解释不利的另一主要障碍是此时俯冲带的位置。辉长岩结晶年龄与碰撞事件的一致可以提出另一种可能的解释:辉长岩是碰撞造山带中的同构造侵入岩,但这一解释与地球化学资料表征的岛弧成因相悖。显然对福建沿海镁铁—超镁铁岩仍需作进一步的研究。

参 考 文 献

- 1 Wang Zhihong, Lu Huaifu. Geology, petrology and geochemistry of the mafic-ultramafic rocks in the Fujian coastal region, southeastern China, and their genesis. *Ophiolite*, 1998, 23(1): 1~6.
- 2 李惠民,董传万,徐夕生,周新民. 泉州辉长岩中单粒锆石 U-Pb 法定年——闽东南基性岩浆岩的起源. *科学通报*, 1995, 40(2): 158~160.
- 3 周新民,徐夕生,董传万,李惠民. 中国东南活动大陆边缘的矿物标志: 钙长石质斜长石. *科学通报*, 1994, 39(11): 1011~1014.
- 4 Li J L. Tectonic framework and evolution of southeastern China. *J. of Southeast Asian Earth Sci.*, 1993, 8(1~4): 219~223.
- 5 Lu H F, Jia D, Wang Z H, Guo L Z, Shi Y S, Zhang Q L. Tectonic evolution of the Dongshan Terrane, Fujian Province, China. *J. of South Amer. Earth Sci.*, 1994, 7(3): 349~365.
- 6 Charvet J, Lapierre M, Yu Y W. Geodynamic significance of the Mesozoic volcanism of southeastern China. *J. Southeast Asian Earth Sci.*, 1994, 9(4): 387~396.
- 7 Jahn B M, Chen P Y, Yen T P. Rb-Sr ages of granitic rocks in southeastern China and their tectonic significance. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 1976, 86: 763~776.
- 8 王志洪,卢华复. 长乐—南澳韧性剪切带⁴⁰Ar/³⁹Ar 热年代学研究. *中国科学*, 1997, (3): 200~208.
- 9 Tong W X, Tobisch D T. Deformation of granitoid plutons in the Dongshan area, Southeast China: Constraints on the physical conditions and timing of movement along the Changle-Nanao shear zone. *Tectonophysics*, 1996, 267: 303~316.
- 10 Thy P. Magmas and magma chamber evolution, Troodos ophiolite, Cyprus. *Geology*, 1987, 15: 316~319.

作 者 简 介

王志洪,男,生于 1967 年 8 月。1995 年获南京大学地球科学系博士学位,1997 年中国科学院地质所博士后出站,现在该所工作,主要从事岩石大地构造和构造地质学研究。通讯地址: 100029,中国科学院地质所岩石圈室。

Sm-Nd Isochron Age of the Cumulate Gabbro from the Fujian Coastal Region, Southeastern China, and Its Implication

Wang Zhihong

(Laboratory of Lithosphere Tectonic Evolution, Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100029)

Lu Huafu

(Department of Earth Sciences, Nanjing University, 210083)

Abstract

Sm-Nd isotopic dating of the cumulate amphibole gabbro from Daiqianshan in the Fujian coastal region, southeastern China, yields a Sm-Nd whole-rock-mineral internal isochron age of 95 ± 2 Ma, representing the crystallization time of the gabbro. This age may imply that the gabbro is a syntectonic intrusive rock in the collision orogenic belt.

Key words: gabbro; Sm-Nd isochron age; Fujian coastal region
