

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

藏北班公湖—怒江带舍玛拉沟蛇绿岩中辉长岩 Sm-Nd 定年和 Sr、Nd 同位素研究

邱瑞照^{1,2)} 肖润¹⁾ 周肃^{1,2)} 李胜荣¹⁾ 蔡志勇³⁾ 张文秦¹⁾

1) 中国地质大学, 北京, 100083; 2) 宜昌地质矿产研究所, 443003

3) 湖北地勘局第五地质大队, 襄樊, 441003

内容提要 本文报道了藏北班公湖—怒江带舍玛拉沟蛇绿岩中辉长岩的 Sr、Nd 同位素测定结果。舍玛拉沟蛇绿岩中辉长岩 Sm-Nd 内部等时线年龄为 191 ± 22 Ma, 这一结果与该区发现含侏罗纪放射虫化石的深海硅质岩等地质事实吻合, 代表了蛇绿岩侵位年龄, 时代为早侏罗世。 $\epsilon_{Nd}(t)$ 为 $+6.3$, 反映形成于洋内岛弧环境, 与藏南雅鲁藏布江蛇绿岩带的结果对比, 舍玛拉沟辉长岩具有较低的 $\epsilon_{Nd}(t)$ 值, 说明两者在形成构造环境上存在差异。辉长岩的 Sr 初始值 $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ 平均为 0.7055 , 高于现代深海拉斑玄武岩的 $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ ($0.7020 \sim 0.7035$)。Sr、Nd 同位素特征说明, 舍玛拉沟蛇绿岩是在侏罗纪发育起来的弧后盆地扩张的基础上形成的, 源区可能受到一定程度的俯冲洋壳或洋壳沉积物的混染。

关键词 辉长岩 Sm-Nd 内部等时线 Sr、Nd 同位素 舍玛拉沟蛇绿岩 藏北

对于西藏蛇绿岩的定年, 以往多数采用的是 K-Ar 法, 少量采用 Rb-Sr 法, 很少报道 Sm-Nd 定年结果 (周肃等, 2001)。本文采用 Sm-Nd 法和 Rb-Sr 法对位于班公湖—怒江带中段的舍玛拉沟蛇绿岩套中的辉长岩进行测定, 并讨论其地质意义。

1 地质概况

舍玛拉沟基性、超基性岩位于改则—色哇缝合带, 被认为是藏北班公湖—怒江蛇绿岩带的组成部分^①, 沿缝合带分布有拉果错、去申拉、八布错、日阿色、崩则错、赞宗错等规模大小不一的基性、超基性岩体, 岩体形态不规则, 呈长条状、透镜状等岩株、岩床产出 (图1), 岩石类型主要有二辉橄榄岩、单辉橄榄岩、含长橄榄岩、方辉橄榄岩、蛇纹岩、辉长岩、角闪辉长岩、辉绿岩等。

因构造肢解和白垩系、第三系、第四系覆盖, 尚未发现完整的蛇绿岩套剖面, 但就该岩带出现的岩石种类看, 蛇绿岩套各单元组能在本带的不同地段找到, 大致层序如下: ①变形超镁铁岩: 分布在拉果错北, 去申拉附近的那格沟、拉它沟、直若错等地,

主要岩石为方辉橄榄岩、二辉橄榄岩、斜方辉石岩。岩石普遍蛇纹石化, 蚀变强者全变为蛇纹岩。②超镁铁质—镁铁质堆晶岩: 分布广, 已知有去申拉、扎西错、直若错等地。组成堆晶岩的岩石类型主要有含长橄榄岩、含单辉长橄岩、长橄岩、橄长岩、橄榄辉长岩、辉长岩、角闪辉长岩等。以及有可能属于后期分异的花岗闪长岩。③辉绿岩岩墙群、辉长岩岩床: 已知的有去申拉南西那格沟辉绿岩岩墙穿插在“层状”堆晶岩中; 去申拉南东的舍玛拉沟辉长岩呈东西向分布, 出露宽度约500m, 延长数千米, 其上被白垩系下统去申拉组 (K_1q) 的安山质熔结角砾岩、熔结凝灰岩等不整合覆盖。④枕状玄武岩 (枕状熔岩): 枕状熔岩分布在去申拉、扎西错等地区, 其中以去由拉的舍玛拉沟出露最好, 厚达1400m, 岩石类型有玄武岩、杏仁状玄武岩、球粒玄武岩等。⑤在去申拉、直若错一带还发现有深海硅质岩 (含侏罗纪放射虫化石), 夹于枕状熔岩、火山碎屑岩等岩层中。

据岩石化学成分, 超镁铁质岩具有富镁、贫碱、贫铝及贫钙的特点, 而且基性度 $(\text{Mg} + <\text{Fe}>)/\text{Si}$ 多数在 $1.5 \sim 1.7$ 之间, 属镁质—镁铁质岩, 岩石组合

注: 本文为中国地质调查局地质大调查项目 (编号 200110200064)、西藏地质矿产厅“西藏改则地区金矿成矿规律和找矿方向”项目资助成果。

① 西藏地质矿产局区域地质调查大队, 1986. 中华人民共和国区域地质调查报告, 改则幅 1:1000000。

收稿日期: 2002-02-26; 改回日期: 2002-05-20; 责任编辑: 周健。

作者简介: 邱瑞照, 男, 1963年生。现为 中国地质大学 (北京) 在职博士生, 主要从事花岗岩与成矿方面研究。通讯地址: 443003, 湖北省宜昌市港窑路 37 号 502 信箱; Email: yqquizhao@cgs.gov.cn。

属阿尔卑斯型橄榄岩蛇绿岩类型, Cr_2O_3 含量为 0.32%~0.54%, 绝大多数样品的 NiO 含量为 0.28%~0.35%, 表明属于分熔的地幔残余部分。

04-1、04-2 样品采自舍玛拉沟的层状辉长岩 ($32^{\circ}19'22''\text{N}$, $84^{\circ}44'27''\text{E}$), 岩体倾向 210° , 倾角 59° ,

宽 10~15 m, 延长 100 m, 向南蚀变增强, 无层状结构, 向北为斜辉橄榄岩, 大体呈渐变关系(图 1)。04-2a 和 04-2b 为同一块样品, 但两者结晶粒度略有差异。

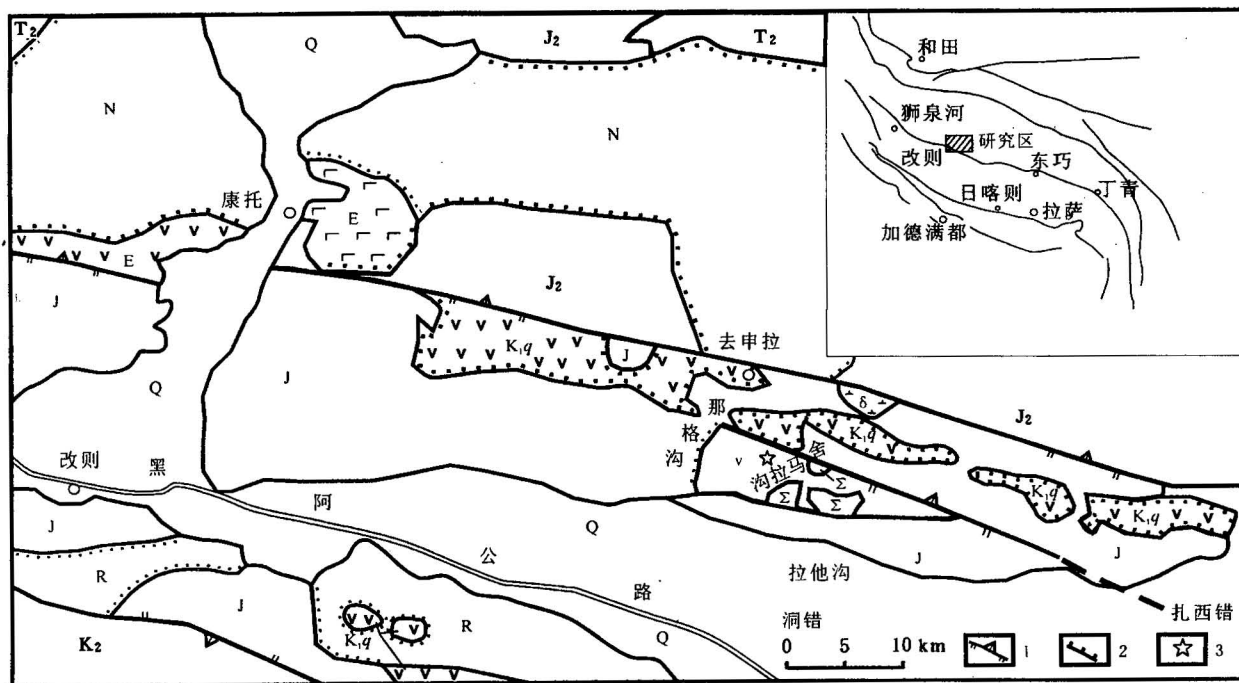


图 1 藏北改则县舍玛拉沟地质简图

Fig. 1 Geological sketch of the Shemalagou in Gaize County, North Tibet

Q—第四系; N—上第三系; E—下第三系; R—未分第三系; K₂—白垩系上统; K_{1q}—白垩系下统去申拉组; J₂—侏罗系中统; J—侏罗系; T₂—三叠系上统; δ —燕山早期闪长岩; ν —辉长岩; Σ —基性—超基性岩; 1—断层; 2—不整合界线; 3—同位素采样点
Q—Quaternary; N—Upper Tertiary; E—Lower Tertiary; R—not classifying Tertiary; K₂—Upper Cretaceous; K_{1q}—Qishenla Formation of Lower Cretaceous; J₂—Middle Jurassic; J—Jurassic; T₂—Upper Triassic; δ —diorite at early Yanshanian; ν —gabbro; Σ —base—ultrabasic rock; 1—fault; 2—unconformity; 3—isotopic sampling

2 同位素测定

2.1 测定方法

样品破碎后, 用重选、磁选和手选挑出角闪石 (Hb)、石榴子石 (Ga) 等单矿物。剔除蚀变、增生、连晶、带有微裂隙或包裹体的颗粒。全岩样品用同位素碎样方法碎成 200 目, 用超纯水和盐酸超声波振荡淋洗, 以去除蚀变物质。

样品准确称重 (50 mg), 加入富集 ^{84}Sr 、 ^{85}Rb 及 ^{145}Nd 、 ^{149}Sm 混合稀释剂, 加入 HF-HClO_4 , 放在电热板上调温至 120°C , 加热 5 d, 将样品蒸干, 加入 6 M 盐酸 1 mL, 溶解样品, 然后再次蒸干, 加入 2.5 M 盐酸 1 mL, 放置过夜。将样品溶液转移至离心管中, 在 5000 转/min 条件下离心 5 min, 用 AG50W $\times$ 12(H)

型树脂 (100~200 目) 交换柱分离 Rb、Sr 和 REE, 将接收的 Rb、Sr 和 REE 分别蒸干。用 0.1 M HCl 200 μL 再次溶解 REE, 将其转移到 HDEHP 交换柱进一步分离 Sm、Nd。全部化学分离流程均在超净化实验室中进行。Rb、Sr、Sm、Nd 分析在装有可调多接收器的 Finnigan MAT262 质谱计上完成, 均采用双灯丝热表面电离源。质量分馏分别用 $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr} = 0.1194$ 、 $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.7219$ 校正。样品全流程空白 Rb: $50 \times 10^{-11} \sim 80 \times 10^{-11} \text{g}$, Sr: 约 $50 \times 10^{-11} \text{g}$, Sm: 约 $4 \times 10^{-11} \sim 6 \times 10^{-11} \text{g}$, Nd: 约 $2 \times 10^{-11} \sim 5 \times 10^{-11} \text{g}$ 。标准样品 (NBS987) $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.710234 \pm 7$ 。La jolla Nd_2O_3 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.511838 \pm 8$ 。

2.2 数据处理

Sm-Nd 等时线年龄采用伯克利年代学中心 K.

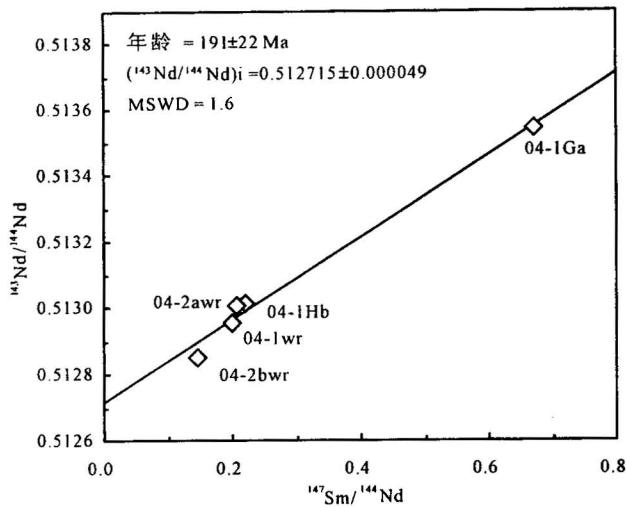


图2 舍玛拉沟辉长岩等时线图

Fig. 2 Sm-Nd isochron diagram of gabbro in the Shemalagou area

Ludwig 博士提供的 ISOPLOT 程序(2.31版)计算, 输入参数为: 误差 1σ , $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ 误差 1.0% , $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 误差 0.006% 。衰变常数: ^{147}Sm $6.54 \times 10^{-12} \text{ a}^{-1}$, ^{87}Rb $1.42 \times 10^{-11} \text{ a}^{-1}$, 平均球粒陨石 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.512638$, $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} = 0.1967$ (Jacobson et al., 1980)。

2.3 测定结果

分析结果列于表1、表2。图2为据表1得到的 Sm-Nd 内部等时线计算结果。 $\epsilon_{\text{Nd}}(t) = +6.3$, $\text{MSWD} = 1.6$, 表明样品点存在地球化学差异, 但等时线年龄是可信的。Rb-Sr 全岩数据点线性关系差(表2), 不能得到等时线年龄。

表1 舍玛拉沟辉长岩 Sm-Nd 同位素测定结果

Table 1 Rb-Sr and Sm-Nd isotopic data of gabbros in the Shemalagou area

样品 编号	测定对象	Sm ($\times 10^{-6}$)	Nd ($\times 10^{-6}$)	$\frac{^{147}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}}$	$\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}}$	1σ	$\epsilon_{\text{Nd}}(t)$
04-1	角闪石	2.627	7.238	0.2196	0.51302	12	6.84
04-1	石榴子石	1.195	1.074	0.6727	0.51355	10	6.19
04-1	全岩(wr)	3.406	10.23	0.2012	0.51296	9	6.10
04-2a	全岩(wr)	3.299	9.643	0.207	0.51301	11	7.01
04-2b	全岩(wr)	4.749	19.77	0.1453	0.51285	8	5.38

注: 中国科学院地质与地球物理研究所李朝风测定。

3 讨论

3.1 岩体侵位年龄

舍玛拉沟层状辉长岩的 Sm-Nd 内部等时线年龄为 $191 \pm 22 \text{ Ma}$ (图2), 这一结果与该区现有地质观

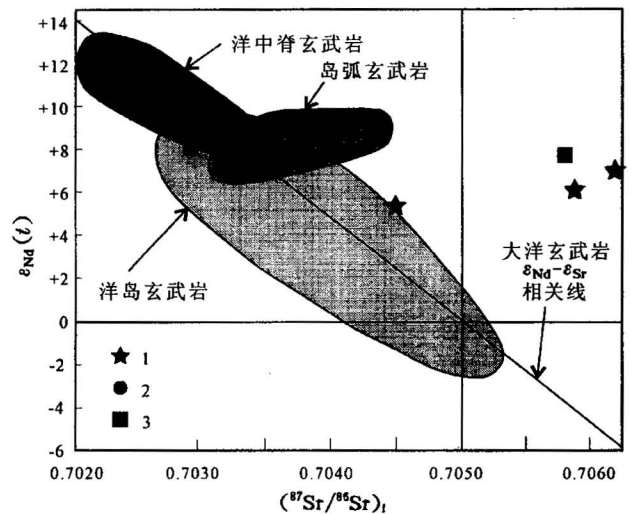
察事实基本吻合; 同时, 与前人在该蛇绿岩带东段(丁青地区)蛇绿混杂岩、蛇绿岩上覆硅质岩中放射虫化石是晚三叠世(李秋生等, 1996)和早侏罗世(李红生, 1988)的结果可以对比, 所以代表了舍玛拉沟蛇绿岩的侵位年龄, 时代为早侏罗世。

表2 舍玛拉沟辉长岩 Rb-Sr 同位素测定结果

Table 2 Rb-Sr isotopic data of gabbros in the Shemalagou area

样品 编号	测定 对象	Rb ($\times 10^{-6}$)	Sr ($\times 10^{-6}$)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	2σ	$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$
04-1	全岩	6.006	286	0.0608	0.70602	6	0.7059
04-2a	全岩	7.315	140.1	0.1511	0.70648	23	0.7061
04-2b	全岩	2.533	172	0.0426	0.70459	13	0.7045

注: 中国科学院地质与地球物理研究所李朝风测定。

图3 舍玛拉沟蛇绿岩 $\epsilon_{\text{Nd}}(t) - (^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ 图Fig. 3 $\epsilon_{\text{Nd}}(t) - (^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ diagram of the Shemalagou ophiolite

1—舍玛拉沟蛇绿岩; 2—日喀则蛇绿岩(数据据 Mahoney et al., 1998); 3—罗布莎蛇绿岩(Nd 同位素数据据周肃等, 2001; Sr 同位素数据据 Mahoney 未发表数据)

1—Shemalagou ophiolite; 2—Rikaze ophiolite (data after Mahoney et al., 1998); 3—Luobusha ophiolite (Nd isotopic data after Zhou et al., 2001, and Sr isotopic data after Mahoney unpublished data)

3.2 Sr、Nd 同位素组成与构造环境

内部等时线 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 为 $+6.3$, 反映其形成于洋内岛弧环境。在 $\epsilon_{\text{Nd}}(t) - (^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ 图(图3)上, 样品点偏离地幔排列, 很可能是由于受高 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 的海水蚀变影响, 导致辉长岩 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值增高(邢光福等, 1997; 刘丛强等, 1995)。而 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 受蚀变影响较小, 全岩样品点落入海岛玄武岩区, 基本上反映了其源区 Nd 同位素特征。与藏南雅鲁藏布江蛇绿岩带的样品

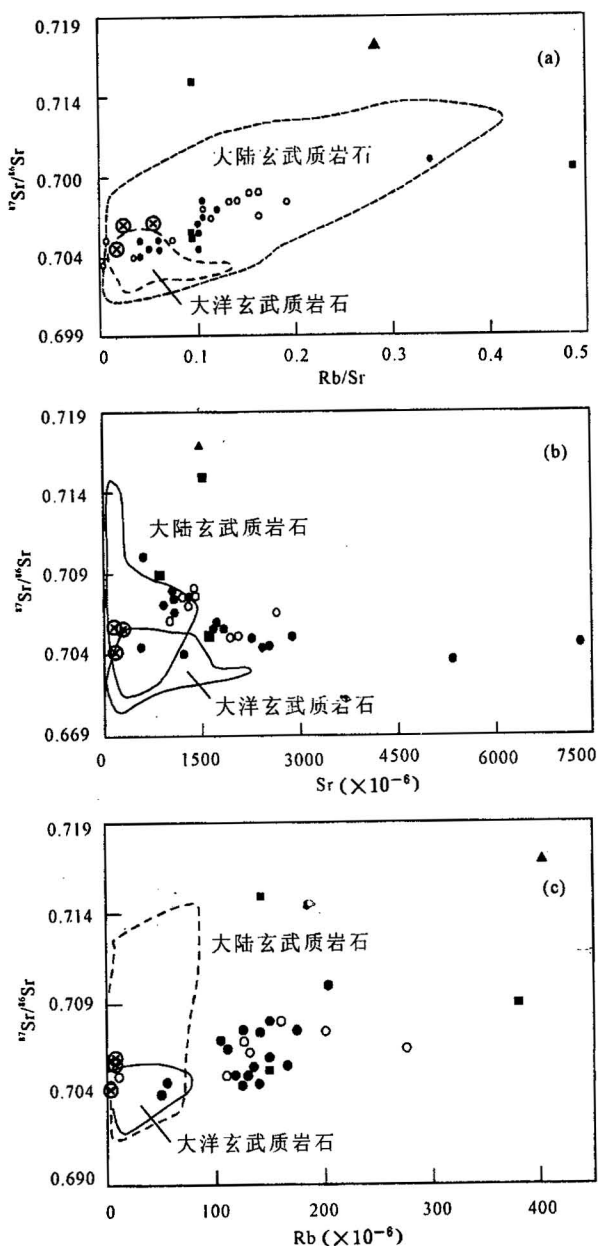


图 4 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比与 Rb/Sr 、 Sr 和 Rb 关系图

Fig. 4 Relations of initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ and Rb/Sr , Sr and Rb (a)— Rb/Sr - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 关系图; (b)— Sr - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 关系图; (c)— Rb - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 关系图; $\otimes$ —中国藏北舍玛拉沟辉长岩; $\bullet$ —非洲东部和西部大断裂碱性岩; $\blacktriangle$ —澳大利亚西部高原碱性岩; $\circ$ —北美碱性岩; $\blacksquare$ —欧洲碱性岩

(a)—Diagram of Rb/Sr - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$; (b)—diagram of Sr - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$; (c)—diagram of Rb - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$; $\otimes$ —Shemalagou Gabbro in North Tibet China; $\bullet$ —alkalic rock in east and west fautages of Africa; $\blacktriangle$ —alkalic rock in west Australia plateau; $\circ$ —alkalic rock in North America; $\blacksquare$ —Alkalic rock in Europe

点对比, 舍玛拉沟辉长岩具有较低的 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值, 反映了两者在形成构造环境上的差异, 同时也暗示俯冲

洋壳或洋壳沉积物对蛇绿岩源区有一定的混染和影响, 导致其 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值明显偏低。因此, 根据上述资料, 可以认为舍玛拉沟蛇绿岩是在侏罗纪发育起来的弧后盆地扩张的基础上形成的。

从表 2 知, 舍玛拉沟辉长岩中 Rb 浓度低, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 和 Rb/Sr 值也较低, 且 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 与 Rb/Sr 值之间不具明显的线性关系 (图 4a), 属于由镁铁质或超镁铁质岩浆结晶分异而形成的岩石。锶初始值 ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i 分别为 0.7059、0.7061、0.7045, 平均为 0.7055, 与邻区 (班公错—丁青带中段) 获得的侏罗纪火山岩的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值 (0.70372~0.707988) 和赛浦路斯的特鲁多斯玄武岩的初始比 (0.7048~0.7053) 相近, 但高于现代深海拉斑玄武岩 (0.7020~0.7035)。根据 ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i- Rb/Sr 、($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i- Rb ($\times 10^{-6}$)、($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i- Sr ($\times 10^{-6}$) 图解 (图 4a、b 和 c), 舍玛拉沟辉长岩的点虽然主要位于大洋玄武岩质岩石区, 但在临近或在大洋玄武岩质岩石区与大陆玄武岩质岩石区的边界, 也说明舍玛拉沟辉长岩的岩浆源区很可能受到陆源区 (如洋壳沉积物) 的混染。

参 考 文 献

- 李红生. 1988. 西藏丁青地区早侏罗世放射虫. 微体古生物学报, 5: 323~330.
 李秋生, 王建平. 1996. 西藏东部丁青—怒江蛇绿混杂岩带的地质特征. 见: 张旗主编. 蛇绿岩与地球动力学研究. 北京: 地质出版社, 195~198.
 刘丛强, 解广震, 增田彰正. 1995. 中国东部新生代玄武岩的地球化学 (II): Sr 、 Nd 、 Ce 同位素组成. 地球化学, 24(3): 204~213.
 同位素地质样品分析方法 (DZ-T 0184. 1-0184. 22-1997). 1997. 中国标准出版社.
 邢光福, 沈渭洲, 王德滋, 等. 1997. 南极乔治王岛中—新生代岩浆岩 Sr - Nd - Pb 同位素组成及源区特征. 岩石学报, 13(4): 473~487.
 周肃, 莫宣学, Mahoney J J, 等. 2001. 西藏罗布莎蛇绿岩中辉长辉绿岩 Sm-Nd 定年及 Pb、Nd 同位素特征. 科学通报, 46(16): 1387~1389.

References

- Chinese Publishing Company of Standard. 1997. Isotopic Analysis Methods of Geological Samples (DZ-T 0184. 1-0184. 22-1997) (in Chinese).
 Jacobson S B, Wasserburg G J. 1980. Sm-Nd isotopic evolution of chondrites. Earth Planet. Sci. Lett., 50: 139~155.
 Li Hongsheng. 1988. Early Jurassic radiolarian fossils in Dingqing area, Tibet. Micro-paleontology Transaction, 5: 323~330 (in Chinese with English abstract).
 Li Qisheng, Wang Jianping. 1996. Geological features of the ophiolite complex in the Dingqing—Nujiang river area, east Tibet. In: Zhang Qi, ed. Study on ophiolite and geodynamics. Beijing: Geological Publishing House, 195~198 (in Chinese with English abstract).

- Liu Congqiang, Jie Guanhong, Zengtian Zhangzheng. 1995. Chemistry of Cenozoic basalt in east China (II): Composition of Sr, Nd, Ce isotope. *Geochemistry*, 24 (3): 204 ~ 213 (in Chinese with English abstract).
- Mahoney J J, Frei R, Tejada M L G. 1998. Tracing the Indian Ocean mantle domain through time: Isotopic results from old West Indian, East Tethyan, and South Pacific seafloor. *Journal of Petrology*, 39 (7): 1285~1306.
- Xing Guangfu, Shen Weizhou, Wang Dezi. 1997. Sr-Nd-Pb isotopic compose and their source in characteristic of Mesozoic—Cenozoic magma in South Pole. *Acta Petrologica Sinica*, 13 (4): 473~487 (in Chinese with English abstract).
- Zhou Su, Mo Xuanxue, Mahoney J J. 2001. Geochronology, Nd, Pb isotope characteristics and their significance of gabbro dikes in Lubusha ophiolite suit, South Tibet China. *Chinese Science Bulletin*, 46 (16): 1387~1389 (in Chinese with English abstract).

Geochronology and Nd and Sr Isotope Characteristics of Gabbro Dikes from the Shemalagou Area in the Middle Sector of the Bangongco—Nuijiang Ophiolite Belt, North Tibet

QIU Ruizhao^{1,2)}, XIAO Run¹⁾, ZHOU Su^{1,2)}, LI Shengrong¹⁾, CAI Zhiyong³⁾, ZHANG Wenqin¹⁾

1) *China University of Geosciences, Beijing, 100083*

2) *Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Yichang, 443003*

3) *No. 5 Geological Party of Hubei Bureau of Geology and Survey, Xiangfan, 441003*

Abstract

This paper reports a combined internal and whole-rock Sm-Nd isochron age, and Nd-Sr isotopic data for gabbro of the Shemalagou ophiolite in north Tibet. The Sm-Nd isochron data for two whole rocks and garnet and hornblende separates from the rocks yield an early Jurassic age of 191 ± 22 Ma, which agrees with the geological facts that there are Jurassic Radiolarian fossils found in the abysmal cherts, which are nipped between the pillow lava and volcanic clastic sediments. This suggests that the Sm-Nd isochron age of 191 ± 22 Ma is reliable and proves the formation of the Shemalagou ophiolite during the early Jurassic. The $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ values range from +7.0 to +5.4, indicating that gabbro was formed in an oceanic island-arc setting. Compared with the Yalung Zangbo ophiolite located in South Tibet, the Shemalagou ophiolite samples have lower $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ values, which reflect that they occur in different geological settings. The initial ratios of strontium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i of three whole rock samples from the Shemalagou ophiolite are 0.7059, 0.7061 and 0.7045, respectively, with an average of 0.7055. They are higher than modern abysmal lavas (0.7020~0.7035). The isotope characteristics of Nd and Sr suggest that the Shemalagou ophiolite was formed on the basis of spreading of the back-arc basin that was developed during the early Jurassic. The magma source may have been contaminated by subducted ocean crust or ocean sediments.

Key words: gabbro; Sm-Nd internal isochron; Sr and Nd isotopes; Shemalagou ophiolite; North Tibet