

研究简讯

江南古陆南缘四堡群钨铍
同位素年龄研究¹⁾

毛景文 张宗清 董宝林

(中国地质科学院, 北京)



本文利用钨铍同位素方法测试了四堡群文通组8件镁铁质-超镁铁质火山岩样品, 获得成岩等时线年龄 $2219 \pm 111(2\sigma)$ Ma的数据。证明了江南古陆南缘最古老地层单元四堡群为早元古代而不是中晚元古代的产物。

一、地质概况

江南古陆南缘前寒武纪成岩时代和构造-地质演化历史一直是我国地学界关心的问题之一。其内出露的最古老地层单元在广西称之为四堡群, 贵州是梵净山群, 湖南冷家溪群、江西双桥山群和浙江双溪坞群。这套地层主要由浅变质的变质砂岩、变质粉砂岩、板岩和千枚岩组成, 局部可见有白云母片岩或二云母片岩。地层特点是原岩岩性变化较小且以细粒砂泥质岩石为主, 并普遍含有镁铁质-超镁铁质火山杂岩。这些火山杂岩多为层状、似层状和透镜状熔岩体, 也有少部分与之同时产出的穿层状次火山岩体。从区域上来看, 以四堡群为代表的这套地层与上覆地层均为明显的角度不整合接触。以本洞和西裘为典型的一组花岗岩闪长岩体在四堡晚期侵位, 并由板溪群超覆于其上。

四堡群由于缺少化石证据而一直无法得到确切的成岩时代。以往地质学者将四堡群推测为晚元古代, 直到七十年代末兹因测得本洞花岗岩闪长岩的铀-铅同位素年龄 $1100\text{Ma}^{[1]}$, 而将早于岩体生成的四堡群形成时代推至中元古代。嗣后, 随着赣北彭山细碧岩的铷-锶同位素等时线年龄 $1515\text{Ma}^{[2]}$ 和桂北科马提质玄武岩的同位素年龄 $1667 \pm 247\text{Ma}$ ^①数据的先后问世, 四堡群的成岩时代被认为是中元古代中期, 可与北方震旦系大红峪组对比。但是, 由于铷-锶同位素方法本身的缺陷性, 即封闭性较差等因素, 有关地质学者仍深信这套地层的生成时代会更加古老一些。

二、取样位置

笔者在桂北地区连续工作了七年, 起初重点研究锡多金属矿床及有关的花岗岩类。随着研究

1) 本文系国家青年科学基金(编号048007)和地质行业基金(编号88022)资助项目的阶段性成果之一。

① 董宝林, 1987, 中国南方前寒武浅变质岩系Rb-Sr同位素年代学研究有了新突破。广西区域地质, 总第16期, 第22页。

本文1989年9月收到, 1989年12月改回。郝梓国编辑

工作的不断深入, 逐渐发现区内锡多金属矿床成矿围岩原称之为辉长辉绿岩具显著的特殊性。经详细的调查研究, 在这些大多数层状辉长辉绿岩中找到了火山岩类特有的气孔构造、杏仁构造及类鬣刺构造。随之在元宝山、平英、清明山、文得等地确定了三层科马提岩的存在^(3,4)。与此同时, 杨丽贞、董宝林^①在宝坛地区进行1:5万区域地质填图时于黄峰发现了具比较清楚鬣刺构造的科马提质玄武岩。以上研究证明了四堡群中原定的层状侵入体为同生的火山岩类。由此以来, 我们得到了可以用来进行同位素年龄测试的岩石样品。

本次测试实验共采集了8件样品, 其中五件(编号JY-12, JY-13, JY-14, JY-17和JY-18)取自元宝山黑云母花岗岩东侧的 $\Sigma 74$ ^②岩体(图1), 岩性为科马提岩剖面中的堆积辉橄岩, 堆积橄榄岩和具鬣刺结构橄榄岩。这些岩石由橄榄石、紫苏辉石及单斜辉石组成。变质后为蛇纹石、

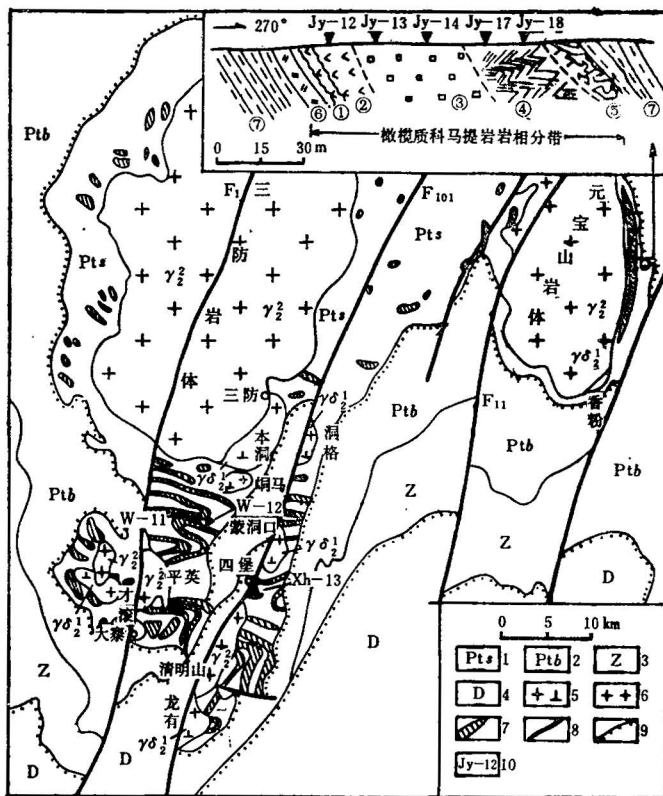


图1 桂北地区地质和取样位置略图

Fig. 1 Schematic map of geology and sampling locations in northern Guangxi region

1. 四堡群; 2. 板溪群; 3. 震旦系; 4. 泥盆系; 5. 四堡期花岗闪长岩; 6. 雪峰期黑云母花岗岩; 7. 四堡期镁铁质-超镁铁质火山杂岩; 8. 断裂; 9. 不整合界线; 10. 取样位置和编号; ①底律流动构造层; ②细粒堆积辉橄岩层; ③堆积橄榄岩层; ④含鬣刺橄榄岩层; ⑤上部冷凝层; ⑥底部围岩烘烤带; ⑦四堡群文通组

镁绿泥石和透闪石。Xh-13样品采自清明山脚下, 西华铜镍矿附近的堆积辉石质科马提岩。组成矿物为两种辉石及少量橄榄石, 变质后为透闪石、纤闪石和一些蛇纹石。W-11和W-12是玄武质科马提岩, 组成矿物为镁绿泥石和透闪石。

尽管钨铍同位素的封闭系统比较好, 在采样时仍注重精选了保存比较新鲜的岩石。由于受区域变质作用的影响, 8件样品均遭受明显的变质作用, 但很少受到后期风化作用的干扰。

① 杨丽贞等, 1987, 广西罗城宝坛地区县鬣刺结构科马提岩的发现及其意义。广西区域地质, 总第16期, 第9—12页。

② 当地地质工作者对熔岩岩体露头的编号。

三、分析方法

实验工作在中国地质科学院地质研究所钐钕同位素年代学实验室完成。

准确称量 0.4 g 左右粉碎至 200 目的岩石样品于低压 Teflon 密封溶样罐中, 加入大约 10 ml HF 和 2 ml 6NHNO₃, 置于电热板上溶解。待样品完全溶解后, 蒸干, 用 6NHCl 溶解。溶液分成两部分, 分别用于钐、钕含量和钐同位素比值测定。钐、钕含量用同位素稀释法测定, 方法已由张宗清和叶笑江^[5]报导。钐比值测定样品用阳离子交换柱 [20 cm × φ1 cm, AG50W × 8(H)⁺] 和 HDEHP 柱分离主要元素和其它稀土元素。质谱测定采用 MAT-261 固体同位素质谱计, 双 (铯) 带, M⁺ 离子型式, 可调多法拉筒接收器接收。质量分馏用 ¹⁴⁶Nd/¹⁴⁴Nd = 0.7219 修正。J. M. Nd₂O₃ (No. JMC321) 标准测定结果: ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd = 0.511 125 ± 8(2σ), BCR-1: ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd = 0.512 643 ± 12(2σ)。钐、钕流程空白约 3.7 × 10⁻¹¹ g。

年龄采用 York^[6] 回归分析法计算。ΣNd(T) 值误差用 Fletcher 和 Rosman^[7] 方法计算。¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd 不确定性为 0.1%, 衰变常数 λ(¹⁴⁷Sm) = 6.5 × 10⁻² 年⁻¹。

四、结果和讨论

钐、钕同位素分析结果列于表 1 中。其值在等时图上的分布示于图 2。由图可见, 除样品 Jy-12 偏离等时线较远外, 其余七个样品都位于一条等时线上。由等时线计算的年龄 $t = 2219 \pm 111(2\sigma)$ Ma, $I_{Nd} = 0.51006 \pm R(2\sigma)$, ΣNd(T) = +5.9 ± 0.5。由 Sm-Nd 同位素数据计算的模式年龄 TDM 也一并列在表 1 中。

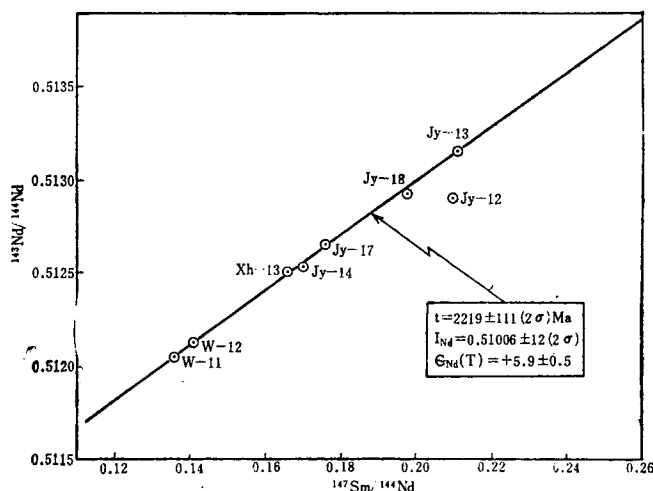


图 2 四堡群 Sm-Nd 同位素等时线图

图中编号同表 1

Fig. 2 Isochron diagram of Sm-Nd isotope of Sibao Group

由于测试样品全部取自四堡群中段文通组, 等时线年龄 2219 Ma 基本上代表了四堡期中期的成岩时代, 也就是四堡期的中值年龄。这一数据证明了四堡群不是中晚元古代而是早元古代的产物, 可与北方的溱沱群进行对比。

近几年来, 有关地质学者^[8,9,10] 得到越来越多的同位素数据表明扬子古陆基底不是中晚元古代, 可能为早元古代或太古代。在古陆西缘的康滇地轴上测得一批早元古代年龄数 (1900—

表 1 Sm—Nd同位素分析结果

Table 1 Sm—Nd isotopes of Sibao Group in northern Guangxi region

样品编号	样 品 名 称	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$\frac{^{147}\text{Sm}}{^{144}\text{Nd}}$	$\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}}$	$\pm 2\sigma$	$T_{\text{DM}}(\text{Ma})$ ①
Jy—12	堆积橄榄岩	1.964 4	5.650 0	0.210 3	0.512 902	11	
Jy—13	堆积橄榄岩	2.710 2	7.750 4	0.211 5	0.513 146	16	
Jy—15	堆积橄榄岩	2.991 1	10.618 0	0.170 4	0.512 530	14	2 174
Jy—17	含鬣刺橄榄岩	1.079 0	3.705 6	0.176 1	0.512 651	12	1 992
Jy—18	含鬣刺橄榄岩	1.672 0	5.112 9	0.197 8	0.512 926	33	2 139
Xh—13	辉石质科马提岩	0.728 3	2.658 0	0.165 8	0.512 508	11	2 036
W—11	玄武质科马提岩	3.207 6	14.302 0	0.135 7	0.512 052	14	2 137
W—12	玄武质科马提岩	2.926 3	12.495 0	0.141 7	0.512 118	13	2 176

$$\textcircled{1} T_{\text{DM}} = \frac{1}{\lambda} \ln \left[\frac{(\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}})_{\text{样品}} - (\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}})_{\text{DM}}}{(\frac{^{147}\text{Sm}}{^{144}\text{Nd}})_{\text{样品}} - (\frac{^{147}\text{Sm}}{^{144}\text{Nd}})_{\text{DM}}} + 1 \right], (\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}})_{\text{DM}} = 0.513 15, (\frac{^{147}\text{Sm}}{^{144}\text{Nd}})_{\text{DM}} = 0.213 7$$

2 500 Ma.) 确认该区早元古界存在无疑。而袁海华等^{〔11,12〕} 和吴根耀通过对康定杂岩的工作, 先后发表了 2 950 和 2 600 Ma 的 U—Pb 同位素等时线年龄数据, 初步证明了在江南古陆也有太古界。经区域对比可知, 将古陆南缘四堡群的成岩时代从中晚元古代向前推至早元古代是可行的。另外, 笔者^{〔4〕} 在研究本洞等花岗闪长岩时, 测定其钐、钕同位素模式年龄的最大数值为 3 289 Ma, 这可能预示着扬子古陆南缘也有太古代地层的潜在。

自从进入八十年代以来, 随着同位素年代学的迅速发展, 使地质学家们有机会重新厘定“华夏古陆”是否存在的问题。也正是借助于同位素年代学研究, 测定了华南地区零星出露的古隆起形成于早中元古代 1 437—2 412 Ma^{〔9,10〕}。个别年龄数据甚至达 2 713 Ma^{〔8〕}, 同样说明华南地区也可能有太古界。基于此, 不少地质学家认为在早元古代时, 扬子古陆与华夏古陆为一个统一的南方古陆。由此以来, 在扬子古陆南缘出现早元古代地层亦在所必然。

此外, 四堡群中镁铁质—超镁铁质火山杂岩的 $\Sigma \text{Nd}(T) = +5.9 \pm 0.5$ 说明其本身来源于亏损程度比较高的地幔, 在扬子古陆边缘曾经历了一个古拗陷环境。

参 考 文 献

- 〔1〕 伍实, 1979, 广西晚元古代本洞岩体同位素年代学研究. 地球化学, 第 3 期, 第 187—193 页。
- 〔2〕 徐备, 1989, 华南元古代地质研究进展述评. 地质科技情报, 第 8 卷, 第 1 期, 第 1—8 页。
- 〔3〕 毛景文、周科子、朱征, 1987, 九万大山地区科马提岩及有关铜镍矿的初步研究. 中国地质科学院矿床地质研究所刊, 总第 21 号, 第 147—166 页。
- 〔4〕 毛景文、宋叔和、陈毓川, 1988, 桂北地区火成岩系列和锡多金属矿床成矿系列. 北京科学技术出版社。
- 〔5〕 张宗清、叶笑江, 1987, 稀土元素的质谱同位素稀释分析和 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 比值的精确测定. 中国地质科学院地质研究所刊, 总第 17 号, 第 108—128 页。
- 〔6〕 York, D., 1969, Least squares fitting of a straight line with correlated errors, Earth Planet. Sci. Lett., 5:320—324.
- 〔7〕 Fletcher, I. R., and Rosman, K. J. R., 1982, Precise determination of initial ΣNd from Sm—Nd isochron data. Geochim. Cosmochim. Acta, 46:1983—1987.
- 〔8〕 周祖翼, 1989, 东南沿海基底研究述评. 福建地质, 第 8 卷, 第 1 期, 第 46—53 页。
- 〔9〕 李根坤、林亨才, 1988, 福建省同位素年龄及其区域地质构造意义, 福建地质, 第 7 卷, 第 2 期, 第 80—118 页。
- 〔10〕 水涛, 1986, 绍兴—江山古陆对接带. 科学通报, 第 31 卷, 第 6 期, 第 444—448 页。
- 〔11〕 袁海华、张树发、张平, 1985, 渡口市同德混合片麻岩初获太古宙年龄信息. 成都地质学院学报, 第 12 卷, 第 3 期, 第 78—84 页。
- 〔12〕 袁海华、张树发、张平, 1986, 康滇地轴结晶基底的时代归属. 成都地质学院学报, 第 13 卷, 第 4 期, 第 64—70 页。

A NEW Sm-Nd ISOTOPIC CHRONOLOGY OF SIBAO GROUP IN SOUTHERN MARGIN OF YANGTZE MASSIF

Mao Jingwen, Zhang Zongqing and Dong BaoLin

(Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing)

Abstract

How old is Sibao Group, the oldest stratigraphic unit, in the southern margin of Yangtze massif? This problem has been focused on by Chinese geologists for long time. Eight samples of ultramafic-mafic volcanic rocks from Sibao Group in Northern Guangxi region are taken to be measured by Sm-Nd radioactive isotope method in this study. The isochron age $2219 \pm 111(2\sigma)$ Ma. of Sibao Group with high precision and accuracy got here shows that Sibao Group is Early Proterozoic stratigraphic unit rather than Middle-Late Proterozoic one inferred by geologists in past. The result is quite useful for explaining the geological evolution of the region.

作 者 简 介

毛景文, 男, 1956年生。1978年毕业于河北地质学院地质系, 1982年和1988年于中国地质科学院研究生部分别获得硕士和博士学位。现任中国地质科学院矿床地质研究员副研究员, 金属矿床研究室副主任。主要从事花岗岩演化和锡多金属矿床成矿作用研究。通讯地质: 北京市百万庄路26号, 邮政编码100037。