

赣东北元古代蛇绿岩 Sm-Nd 同位素 年龄及地质意义

邢凤鸣 徐 祥

(安徽省地质科学研究所, 合肥 230001)

陈江峰 周泰禧

(中国科学技术大学, 合肥 230026)

K.A. Foland

(俄亥俄州州立大学, 美国)

主题词 赣东北 蛇绿岩 Sm-Nd 同位素年龄

提 要 江南古陆东南缘赣东北弋阳—德兴—婺源一线有一条蛇绿岩带, 普遍认为它是二个一级大地构造单元的分界线, 形成于元古代。推断蛇绿混杂岩是元古代古洋壳俯冲时被挤上来的碎片; 也有人认为它是中生代二大古陆之间的缝合线。Sm-Nd 矿物等时线给出 1034 ± 16 Ma (MSWD = 1.0) 的同位素年龄, 它符合元古代缝合带的观点, 而不利于中生代缝合带。

赣东北弋阳—德兴—婺源一线, 有约 200 个超基性-基性岩块, 组成了一条蛇绿岩带^[1], 但具混杂堆积性质。它是宜丰—德兴—杭州断裂带^[2,3]或江山—绍兴缝合带^[4]的标志, 是江南古陆或扬子板块的东南边界, 标志着不同板块的分界线。对于这一蛇绿岩的形成时代, 目前有二种对立的看法: 元古代^[1,2,5-7]或中生代^[4,8]。蛇绿岩同位素年龄对解决这一分歧将有关键意义。

1 地质背景

上述构造带在赣东北地区叫做赣东北断裂带^[3], 其北西侧为双桥山群, 皖南出露的上溪群可能相当其上亚群; 其南东侧为漆工群, 时代与上溪群相当, 由中基性到基性火山岩、层凝灰岩夹白云岩透镜体及云母石英片岩等组成, 显示出火山岛弧沉积组合特征^[3]。大量彼此孤立、构造侵位的超基性-基性岩块散布在赣东北断裂带中 (图 1), 其成员有变质橄榄岩、堆积辉长岩、闪长岩、细碧玢岩、辉绿岩、玄武岩、安山岩以及薄层状和透镜状硅质岩。它们嵌在绿片岩相浅变质岩系的双桥山群和漆工群中, 并一起受到平行断裂带的强烈片理化作用, 发育有大量的构造透镜体和挤压破碎条带, 以及一系列倾向南东、向北西推覆的逆冲断层。虽然在该带未见蛇绿岩套的完整层序剖面, 但皖南已见完整剖面。总起来看, 它的所有成员几乎都已发现。

樟树墩蛇绿岩块是其中较大的一个，出露面积为 0.16 km²，主要岩石为变质橄榄岩，已变成蛇纹岩并强烈片理化。其次是辉长岩和细碧-角斑岩，等等。岩块与两侧的双桥山群千枚岩呈断层接触。

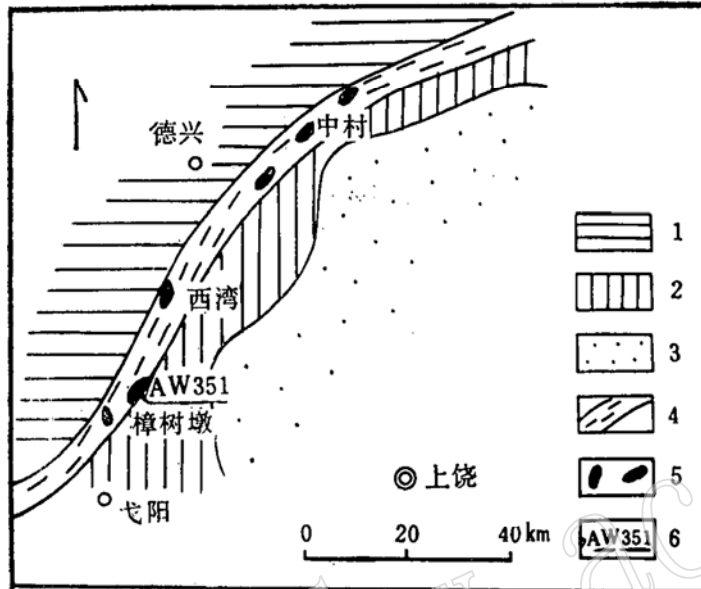


图 1 赣东北蛇绿岩分布略图

Fig. 1 Distribution sketch of the ophiolite from the northeastern Jiangxi
1—双桥山群；2—漆工群；3—震旦系至古生界；4—赣东北断裂带；5—蛇绿岩块；6—样品编号

2 测试方法与结果

分析样品取自弋阳樟树墩蛇绿岩块辉长岩。镜下观察，斜长石弱钠黝帘石化，单斜辉石较新鲜，局部次闪石化、阳起石化。选单矿物斜长石和辉石以及全岩，做了Sm、Nd含量和¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd比值分析。元素含量用同位素稀释法分析，同位素比值用质谱测定。所有分析均由美国俄亥俄州立大学完成。¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd的精度小于0.2%，¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd的测定精度小于0.0015%（1σ水平）。在样品测试期间，LaJolla标准样的平均测定值为

表 1 江西樟树墩辉长岩 Sm-Nd 分析结果

Table 1 Sm-Nd analytical data for gabbro from Zhangshudun of Jiangxi

样号	类型	Sm	Nd	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴³ Nd*/ ¹⁴⁴ Nd	年龄和参数
		(ppm)				
AW-351	全岩	0.3769	0.9067	0.2514	0.513227(10)	T = 1034 ± 16Ma
AW-351	斜长石	0.1478	0.5019	0.1781	0.512742(28)	T _{Na} ± 0.511529 ± 0.000041 MSWD = 1.0
AW-351	辉石	0.8941	1.718	0.3147	0.513670(12)	ε _{Nd} (T) = +4.4

* 测量值用 ¹⁴⁶Nd/¹⁴⁴Nd = 0.721900 的标准Nd值标准化。
括弧中的二位数误差是统计平均值的二个标准离差。

$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.511850 \pm 0.000007$ 。质谱测定的 Nd 同位素比值标准化到 $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.721900$ 。测试结果见表 1, Sm-Nd 矿物等时线见图 2。等时线的相关性极高, 表明它们是一封闭体系。

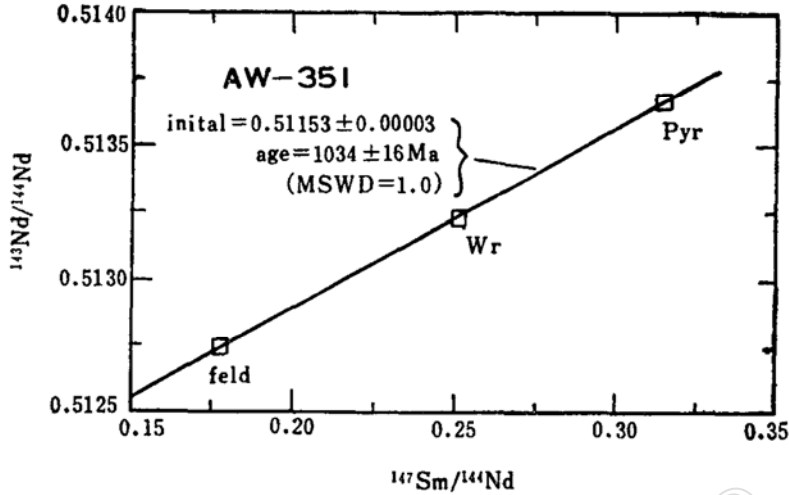


图 2 樟树墩蛇绿岩 Sm-Nd 矿物等时线

Fig. 2 The mineral Sm-Nd isochron of the ophiolite from Zhangshudun of Jiangxi
Pyr—单斜辉石; Wr—全岩; feld—斜长石; initial—初始值

3 讨论

根据 Sm-Nd 等时线年龄 1034 Ma, 可以认为这是世界上少数几个年龄最老的蛇绿岩之一。其构造就位的时间虽可能较晚, 但不会晚于 800 Ma 前。这表明, 至少在晚元古代已有板块活动出现。

$\epsilon_{\text{Nd}}(T)$ 是指示岩浆来源和构造环境的一个重要参数。樟树墩蛇绿岩的 $\epsilon_{\text{Nd}}(T) = +4.4$, $I_{\text{Sr}} = 0.7019^{[10]}$, 说明它未受地壳混染, 直接来源于中等亏损的上地幔。 $\epsilon_{\text{Nd}}(T)$ 值中等, 以及蛇绿岩的各个成员普遍富集轻稀土元素(变质橄榄岩、辉长岩、闪长岩、辉绿岩的轻、重稀土比值分别为: 3.3、2.4、2.8、2.3) $^{[11,1]}$, 与大洋中脊蛇绿岩不同, 其形成环境可能为一古岛弧; 赣东北蛇绿岩带火山岩的 14 个样品中有 12 个投入岛弧低钾拉斑玄武岩区, 也说明其产出环境为一古岛弧。这一认识还得到地质资料的证实。从大区域看, 江南古陆是中元古代活动大陆边缘上的古岛弧, 北东东向延伸长达千余公里, 在中元古代浅变质岩系如四堡群、冷家溪群、板溪群、双桥山群中, 断续出露有构造侵位的蛇绿岩块, 并与钙碱性火山岩和复理石建造共生 $^{[12]}$ 。具体到赣东北地区, 蛇绿岩块沿江南古陆东南缘的赣东北断裂带分布。根据古地理分析, 这一带分布的双桥山群下亚群(约 14—20 亿年)可能为一古岛弧, 北侧为弧后盆地沉积的双桥山群上亚群和皖南的上溪群(约 10—14 亿年), 南侧为弧前盆地沉积的漆工群, 时代可能与上溪群相当 $^{[2,3]}$ 。槽模测量表明上溪群的物源区在南侧, 上溪群地层中碎屑标型特征的分析表明, 其物源既有早期形成的沉积岩、火山岩及侵入岩, 又有同期的火山喷出物质, 推测当时在南侧有露出海面的火山岛群存在 $^{[5]}$ 。晚元古代早期(约 8—10 亿年前, 相当于青白口纪), 赣东北到浙西北一

带以上墅群为代表的火山岩发育(其顶部变流纹岩Rb-Sr全岩等时线年龄为 $817 \pm 89 \text{ Ma}^{[11]}$)。同一时期,皖南也有火山活动,北部为陆相火山岩铺岭组,厚50—570 m,底部有陆相石英岩和砾岩(邓家组);南部叫井潭组,以酸性岩为主,厚度增大,为260—1900 m,夹千枚岩,向海相过渡,至石耳山(白际)岩体南侧出现细碧岩,已是典型的海相火山岩了。震旦纪开始,围绕江南古陆边缘出现滨海相休宁组和志棠组碎屑岩,底部均有一层砾岩,分别不整合于井潭组、上溪群、花岗闪长岩侵入体(休宁、许村、歙县等岩体)及上墅群火山岩之上,表明这是一个重要的不整合面,是基底和盖层的分界面。

由上述,我们推测:大约在距今10亿年前的晋宁运动一幕,南侧的洋壳向岛弧下面俯冲,使双桥山群、上溪群等地层褶皱变质,上升为陆。但是此时赣东北至皖南的陆壳尚未稳固下来,由于洋壳退缩到江山—绍兴一线开始了新的俯冲,形成了以上墅群为代表的巨大的火山岛弧,并波及到皖南陆地上。这一时期,弧后陆壳上升,地形起伏不大,除皖南北部近扬子古陆处有一些陆缘碎屑沉积外,很少沉积岩,而以火山岩为主,直到距今8亿年前左右华夏古陆与江南古陆及其南缘火山弧沿江山—绍兴一带碰撞拼合(缝合)的晋宁运动第二幕,古岛弧才最后增生到古扬子板块上,形成较稳定的大陆,开始了震旦纪盖层沉积的新时代。

最近周国庆^[11]在蛇绿岩块中发现了高压低温变质岩:文石蓝闪石(青铝闪石)片岩和硬柱石片状大理岩。这样,赣东北断裂带上不仅有显示板块边界的蛇绿岩,而且有低温高压变质岩出现,足以证明这里是晋宁期俯冲带。值得注意的是,不久前邢凤鸣等^[13]确定的、位于弧后盆地的晋宁早期S型花岗闪长岩带,其中的各岩体均侵入上溪群牛屋组,被震旦系休宁组沉积不整合覆盖,侵位年龄在928—963 Ma之间,与蛇绿岩构造就位的时间大体一致,有可能是板块俯冲过程中上溪群褶皱变质在深部发生重熔的产物,或许可以认为是与高压低温变质带对应的低压高温变质带。

华南地区的地质问题相当复杂,工作和认识正在逐步深入。我们的认识是初步的,不当之处,请读者批评指正。

参 考 文 献

- 1 白文吉等.江南古陆东南缘蛇绿岩完整层序剖面的发现和基本特征.岩石矿物学杂志,1986,(4):289—299.
- 2 王鸿祯.中国华南地区地壳构造发展的轮廓.见:华南地区古大陆边缘构造史.武汉地质学院出版社,1986,1—15.
- 3 王自强、索书田.华南地区中、晚元古代阶段古构造及古地理.见:华南地区古大陆边缘构造史.武汉地质学院出版社,1986,16—39.
- 4 Hsü K J et al. Mesozoic overthrust tectonics in South China. *Geology*, 1988, 16: 418—421.
- 5 周洪瑞.赣东北皖南晚元古代地层与构造古地理.见:华南地区古大陆边缘构造史.武汉地质学院出版社,1986,173—182.
- 6 汪新,马瑞士.怀玉山蛇绿混杂岩及古碰撞缝合线的确定.南京大学学报(地球科学),1989,(1—2):72—81.
- 7 Rowly D B et al. Comment and Reply on "Mesozoic overthrust tectonics in South China". *Geology*, 1989,(4):384—386.
- 8 许靖华等.是华南造山带而不是华南地台.中国科学B辑,1987,(10):1107—1115.
- 9 朱训等.德兴斑岩铜矿.北京:地质出版社,1983.

- 10 徐备, 乔广生. 赣东北晚元古代蛇绿岩套的 Sm-Nd 同位素年龄及原始构造环境. 南京大学学报 (地球科学), 1989, (3): 108—114.
- 11 周国庆. 赣东北元古代蛇绿岩和高温高压变质岩的发现及意义. 南京大学学报 (地球科学), 1989, (1—2): 25—37.
- 12 郭令智等. 中国东南部地体构造研究. 南京大学学报 (自然科学), 1984, (4): 732—737.
- 13 邢凤鸣等. 皖南晋宁早期花岗闪长岩带的确定及其岩石学特征. 岩石学报, 1989, (4): 34—44.

Sm-Nd Isotopic Age of Proterozoic Ophiolites in Northeastern Jiangxi and Its Geological Significance

Xing Fengming Xu Xiang

(Anhui Institute of Geological Sciences, Hefei 230001)

Chen Jiangfeng Zhou Taixi

K. A. Foland

(University of Science and Technology
of China, Hefei, 230026)

(Ohio State University, Columbus,
Ohio 43210, USA)

Key words: northeastern Jiangxi, ophiolites, Sm-Nd isotope age

Abstract

There is an ophiolite zone along Yiyang-Dexing-Wuyuan in northeastern Jiangxi at the southeastern margin of the Jiangnan oldland. It is widely held that the ophiolites is a boundary between two first-order tectonic units, the Yangtze and South China blocks, consisting of fragments of oceanic crust squeezed up during its subduction in Proterozoic, but some consider that it is a Mesozoic suture between the two great old masses. The mineral Sm-Nd isochron gives an age of 1034 ± 16 Ma ($MSWD=1.0$), thus suggesting that the ophiolitic blocks may be a product of the Proterozoic subduction of the oceanic crust rather than a Mesozoic suture.