

赣中存在元古代华夏(古陆) 变质基底的地球化学证据*

章邦桐 胡恭任

(南京大学地球科学系, 南京 210093)

关键词 赣中 元古代变质岩 微量元素比值聚类分析 对应分析

经过多年研究和讨论, 浙闽元古代“华夏古陆”的存在已得到国内地学界的一致肯定。多数学者称其为华夏地块。亦有学者称其为华夏变质地体、华夏微型地块、浙闽古岛弧等。

华夏地块(古陆)北以江山—绍兴断裂带为界与扬子地块相接, 但对西界存在不同意见。多数学者认为西界沿武夷—云开一线与华南加里东褶皱带(或称赣湘粤桂地块)拼接。余达淦^[1]根据广丰剖面及华南东部地球物理场特征, 推测地块西界为杭州—鹰潭—韶关—北部湾一线。张理刚^[2]根据华南地区花岗岩长石铅同位素组成特点, 认为华夏地块西界为赣江断裂。因此, 确定华夏地块西界的关键在于:(1)在武夷—云开一线以西是否有元古代变质岩基底出露?(2)如果存在元古代变质岩基底, 那么它们是归属于扬子地块还是华夏地块?

笔者近年来对赣中乐安相山地区变质岩基底的矿物岩石学及同位素年代学进行了初步研究, 有一系列新的发现和认识, 本文从地质地球化学角度探讨了该变质岩基底的归属, 从而确认华夏地块的西界应为赣中乐安—遂川断裂带。

1 赣中新元古代变质岩的厘定

在武夷山以西, 赣中乐安—临川—金溪—鹰潭, 沿北东方向出露一条宽 20 多公里、长百余公里的中浅变质岩带。在《江西省区域地质志》(1984)及近年发表的《中国东南岩石圈板块边界变质带》(1989)、《中国变质作用及其与地壳演化关系》(1986)等专著中都将该变质岩带厘定为赣中加里东期变质岩带, 原岩归属于震旦系。

笔者对乐安相山地区出露的变质岩带的研究, 首次发现十字石片岩及堇青石片岩, 它们与黑云母片岩、石榴黑云母片岩组成典型的递增变质带。根据岩石化学及稀土、微量元素地球化学特征, 恢复云母-十字石片岩及局部出现的斜长角闪片岩的原岩分别为沉积碎屑岩和基性火成岩。首先选择原岩为基性火成岩的斜长角闪片岩进行 K-Ar 同位素年龄测定, 得到年龄为 713 ± 7 Ma。然后用 Rb-Sr 法对斜长角闪片岩及十字石云母片岩分别进行了全岩及单矿物(角闪石、黑云母)测定, 得到其等时线年龄分别为 726.6 ± 1.1 Ma ($R=1.0$) 和 719.7 ± 0.1 Ma ($R=0.9999$)。

鉴于所研究地区变质作用已达角闪岩相,而 Rb-Sr 等时线极高的相关系数暗示剖面范围内全岩 Sr 同位素已达到均一化,因而所测年龄值只能代表所测岩石的变质年龄。采用不同定年方法(K-Ar 法和 Rb-Sr 等时线法)和对不同岩性(片岩和斜长角闪岩)测得十分一致的年龄值(713~726.6 Ma),充分表明赣中乐安相山地区基底变质岩属于新元古代变质岩,而非长期公认的加里东期变质岩。

2 地球化学证据

研究变质岩基底时,不仅需要厘定变质年龄,而且应确定其原岩归属的地层单元和大地构造单元。鉴于所研究岩石的变质程度已达角闪岩相,采用一般的同位素定年方法已不能测得原岩形成的确切年龄。因此,笔者根据中浅变质岩石的微量元素能保存原岩地球化学特征的原理,提出并采用微量元素地球化学比值的对比方法以判明相山地区变质基底的归属。具体方法是从岩石微量元素中按普遍存在的、地球化学性质稳定的、用现代分析方法能精确测定的并能组成特定元素对比值等原则,选择以下 14 种微量元素作为对比元素:Rb、Ba、Sr、Th、U、Nb、Zr、Yb、La、Ce、Sm、Y、Ni、Co。鉴于同一地层单元在不同地区的原岩微量元素含量有一定的波动,但元素对比值则相对恒定的特点,笔者选定以下 15 个反映岩石地球化学特征的元素对比值进行比较:Rb/Sr, Ba/Sr, Ba/La, Ba/Zr, La/Yb, La/Sm, Ce/Yb, Sm/Nd, Eu/Sm, Nb/Y, Zr/Nb, Zr/Y, Th/Yb, Th/U, Ni/Co。

长期以来,人们均将赣中变质岩带的原岩归属于震旦系。为了全面对比,笔者在相山地区对递增变质带、震旦系上施组及神山群分别选取有灰色绢云母千枚岩、板岩及各种片岩进行了等离子体光谱及 X 荧光定量分析。还选择引用了赣北修水剖面的震旦系及中元古双桥山群、浙西诸暨陈蔡群、震旦系青灰色板岩、云母片岩的微量元素含量^[3]及比值,以供对比。

笔者对赣浙及相山地区震旦和前震旦纪变质岩共 10 组样品的 15 种微量元素比值采用模糊聚类分析方法建立等价模糊矩阵,计算出各类样品间的模糊相似系数(R)并作出模糊聚类谱系图(图 1A)。两类岩石的相似系数越接近 1.0,其相似程度越高,关系越密切。由图 1A 可见,当取 $R=0.88$ 时,上述 10 组岩石明显分为三类:即浙西震旦系(5,括号内数为样品编号,余同)与赣北震旦系(7)为一类($R=0.947$),相山基底变质岩(1、2、3、4)与陈蔡群(8)及双桥山群(6)为第二类($R=0.87$),神山群(9)与上施组(10)为第三类。这表明相山地区变质岩(《江西省区域地质志》,1984 年将其归属于震旦系 Z_2)的微量元素特征不属于震旦系或神山群地层单元。当取 $R=0.92$ 时,第二类岩石(2、8、6)进一步分为两组,其中一组为相山云母片岩和陈蔡群云母片岩, $R=0.932$,明显高于双桥山群,暗示相山地区变质岩与陈蔡群变质岩更为接近。对图 1A 进一步分析,还可看出以下 3 个特点:(1)相山地区 4 种变质程度和矿物学特征有明显差异的变质岩(1、2、3、4),其微量元素地球化学特征却归属于同一类地层单元;(2)赣北震旦系和浙西震旦系的取样地点(修水和杜泽)相距 500 多公里,但其地球化学相似程度极高,归属为一类;(3)赣中震旦系上施组和神山群的岩性与赣北震旦系相同(板岩、千枚岩),但微量元素地球化学特征却迥然不同,分属于两类地层单元,这与江西震旦系地层划分方案相吻合,这充分表明采用微量元素模糊聚类分析方法进行地层对比的可信度是很高的。

对上述 10 组岩石的 15 种微量元素比值的对应分析表明, F_1 、 F_2 两个主因子的累积贡献达 89.94%,意味着 F_1 、 F_2 能提供上述 10 组样品的主要信息。由 F_1 、 F_2 组成的平面作出 Q 型对应因子载荷图示于图 1B。分析图 1B 可以看出以下特点:(1)震旦系样品(5、7、10)位于图 1B

的右侧,而相山变质岩(1、2、3、4)和前震旦系样品(6、8、9)均位于图的左侧,这与相山变质岩的同位素定年结果完全一致;(2)赣北和浙西震旦系(5、7)位于第1象限,而赣中震旦系(10,上施组)位于第2象限,它们之间存在明显差异。这与刘鸿允等^[4]根据岩性-岩相特征将江西震旦系以宜春—铅山深断裂为界分为赣北和赣中南两大地层区的结论完全一致;(3)相山变质岩(1、2、3)与陈蔡群变质岩均位于第4象限并紧连在一起,表明它们具有十分相似的地球化学特征,为相山变质岩归属于华夏地块陈蔡群提供了重要佐证。

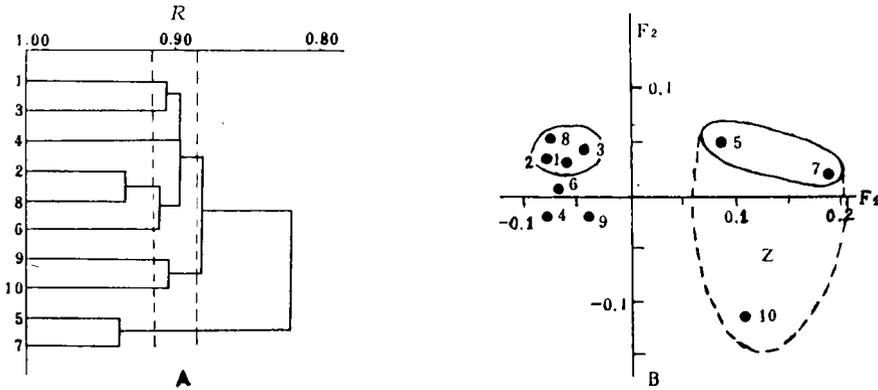


图1 微量元素比值模糊聚类谱系图(A)和Q型对应因子载荷图(B)

1. 十字石片岩(相山); 2. 石榴子石黑云母片岩(相山); 3. 黑云母片岩(相山); 4. 绢云母千枚岩(相山); 5. 震旦系板岩(浙北); 6. 双桥山群页岩(修水); 7. 震旦系板岩(修水); 8. 陈蔡群片岩(诸暨); 9. 神山群千枚岩(丰城); 10. 上施组千枚岩(崇仁白陂)

3 地质-地球化学特征综合对比

笔者将赣中相山地区变质岩和华夏地块陈蔡群变质岩的地质-地球化学特征列于表1。从表1可见,赣中相山地区变质岩与华夏地块陈蔡群不仅在微量元素地球化学特征十分相似,而且在变质作用、变质年龄、铷、铅同位素组成及成矿作用等方面非常一致,完全可以对比。这为赣中地区存在华夏变质基底提供了充分可信的地质-地球化学证据。

表1 赣中相山变质岩与华夏地块陈蔡群地质-地球化学特征对比

特征		相山地区变质岩	陈蔡群变质岩
岩石变质程度		角闪岩相	角闪岩相
片岩变质年龄		719Ma(Rb-Sr 等时线)	6174Ma(Rb-Sr 等时线) ^[3]
斜长角闪岩变质年龄		726.6Ma(Rb-Sr 等时线)	729.6Ma(Sm-Nd 等时线) ^[3]
$\epsilon_{Nd}(0)$ (片岩)		-14.4	-7.8
长石铅同位素组成	$^{208}Pb/^{204}Pb$	18.4	18.226(中生代花岗岩) ^[2]
	$^{207}Pb/^{204}Pb$	15.7 (相山碎斑熔岩) ^[5]	15.620
	$^{208}Pb/^{204}Pb$	38.76	38.725
微量元素比值模糊聚类分析		相似系数 $R=0.932$	
微量元素比值 Q 型聚类分析		欧氏距离 $D=0.67$	
成矿作用		Au(南城茅排金矿床等)	Au(诸暨瓊山金矿床等)

4 结 语

(1) 在同位素年代学研究的基础上, 采用微量元素地球化学比值模糊聚类分析及对应分析方法对赣浙及相山地区震旦系和前震旦纪变质岩进行的对比研究, 为确定赣中乐安相山地区变质岩归属于华夏地块(古陆)变质基底提供了重要的地球化学证据。

(2) 乐安相山地区变质岩与浙西陈蔡群变质岩的地质-地球化学特征综合对比研究表明, 华夏地块的西界已延伸至武夷山西侧赣中的乐安遂川一线。这对华南大地构造单元的划分及构造演化和成矿作用研究有重要意义。

(3) 上述研究表明, 本文提出并采用的“岩石微量元素地球化学比值聚类分析及对应分析方法”可以为解决变质岩的地层单元归属问题提供重要的地球化学佐证。

参 考 文 献

- 1 余达途等. 华南(东)晋宁-加里东海盆地形成、演化及封闭. 华东地质学院学报, 1993, 16(4): 301~319
- 2 张理刚等. 论“华夏古大陆”——铅同位素研究证据. 地质论评, 1994, 40(30):
- 3 章邦桐等. 华南东部陆壳演化与铀成矿作用. 北京: 原子能出版社, 1993. 22~93
- 4 刘鸿允等. 江西震旦系划分对比与有关问题的商榷. 地质科学, 1987, (2): 161~173
- 5 陈紫荣等. 1220 铀矿田同位素地球化学和矿床成因研究. 大地构造与成矿学, 14(1): 69~78

The Geological and Geochemical Evidences for Existence of Proterozoic Metamorphic Basement of Cathaysia in Central Jiangxi Province

Zhang Bangtong Hu Gongren

(Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing 2100930)

Abstract The Rb-Sr isochron ages of 719 Ma and 726.6 Ma, obtained from staurolite schist and plagioclase-hornblende schist in Xiangshan district in central Jiangxi province respectively, indicate that the metamorphic rocks in Xiangshan region are redefined as Neoproterozoic, but not Caledonian. On the basis of cluster analysis and correspondence analysis of trace element geochemical ratio, it is not confirmed that the original rocks of Xiangshan metamorphic basement belong to Sinic, but closely correspond with Chencai group in Cathaysian block.

Key words: Central Jiangxi province; Proterozoic metamorphic rock; cluster analysis of trace element ratio; correspondence analysis