

江西周潭群同位素年龄特征及其地质意义*

余达淦 艾桂根 黄国夫 刘平辉

(华东地质学院,江西临川)

摘 要 通过对江西弋阳、余江两地周潭群变质岩系中斜长角闪的 Sm-Nd、锆石同位素研究,确认周潭群的形成时代为 1100~1200Ma,属中元古代地层,而不是晚元古代地层,该岩系形成后经受了晋宁(900Ma 左右)和印支运动(200Ma 左右)的区域构造作用影响。

关键词 周潭群 斜长角闪岩 同位素年龄

周潭群变质岩系是江西中部地方性岩石单位,曾笼统归属为 Z 纪,或 Pt_3 — PZ_1 地层,是华南加里东冒地槽目前能观察到的最下部基底地层之一,近年工作获得变质岩系中斜长角闪岩单颗粒锆石年龄;原岩中残余锆石年龄为 $1625 \pm 20\text{Ma}$,原生锆石年龄为 $1190 \pm 19\text{Ma}$,变质新生锆石年龄 $838 \pm 18\text{Ma}$,其 Sm-Nd 等时线年龄 $1199 \pm 26\text{Ma}$ ($n=6$) 与原生锆石年龄一致,反映了斜长角闪岩原岩——基性岩浆事件年龄,用以获得的该年龄参照变质岩系变质变形特征、沉积建造特征,地球化学特征,确认周潭群变质岩系为 AnZ 地层,是华南晋宁—加里东海盆地的变质基底,为华夏地块变质基底的上部构造层组成部分。

1 周潭群变质岩系基本特征

沿浙赣铁路线南,即从铅山鹅湖、弋阳周潭、慈竹,西至余江马荃,分布一条带状变质相达高绿片岩相—低角闪岩相的变质岩系,变质岩系成 EW 向展布,长 100km,宽 1.5~2km,其北部以断层与晚元古代早期铁砂街群接触,铁砂街群为低绿片岩相浅变质岩系,其南部与 Z- ϵ 纪洪山群接触,洪山群为一递进变质带特征的变质岩系,过去曾笼统认为它与周潭群为渐变接触关系,两者是一套有序地层。

近年来的地质工作表明,本区是扬子地块与华夏地块接触部位,它经受了晋宁、加里东期多次拼贴,拼贴带通过本区。印支—燕山运动以来,本区又经受了陆内挤压—推覆,拉张—伸展构造作用。经作者运用多期变质变形叠加理论和韧性剪切变形理论,对该地段周潭群及其上部的洪山群变质岩系进行工作,确认了本区的周潭群、洪山群变质岩系存在两套变质变形特征宛然不一的岩系,它们是两个不同时代的构造地质体,周潭群为结晶岩系,应划归结晶基底,其上的洪山群是 Z- ϵ 纪地层,为低绿片岩相的浅变质系,构成本区褶皱基底,二者之间通常为多次活动韧性的构造带拟合,并伴有热变质和混合岩化。

周潭群变质岩系由片麻岩、斜长黑云母片岩、柘榴子石片岩、硅线石片岩、石英片岩、变

* 江西省自然科学基金资助项目

第一作者:余达淦,男,1942年生,教授,江西省基础地质专业委员会主任,全国矿床专业委员会委员,从事岩石与区域地质成矿;邮编:344000

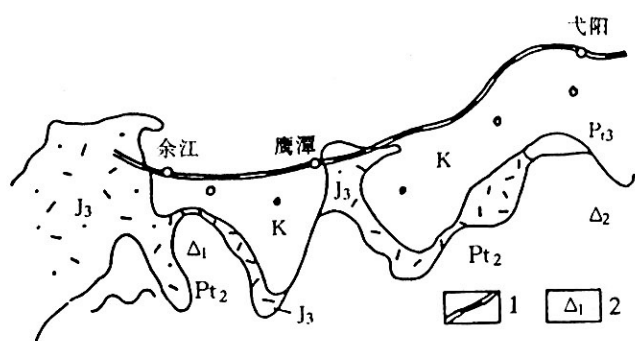


图1 江西弋阳、余江地质构造简图

Fig.1 Geological sketch map of Yiyang and Yijiang, Jiangxi

Pt₂—中元古代地层;Pt₃—晚元古代地层;J₃—晚侏罗世火山岩;
K—白垩纪红色砂、砾岩;1—铁路;2—取样点

在余江马荃、弋阳周潭两地的斜长角闪岩取样进行同位素年代学工作,以确定周潭群时代归属(图1)。

2 斜长角闪岩岩石化学特征

两地的斜长角闪岩岩石化学特征列于表1。斜长角闪岩各氧化物含量稳定、Na₂O>K₂O,在周世泰的K—Na图上,两地斜长角闪岩均投入火成岩区(图2),这就确认原岩为正变质岩,为基性火山岩。

表1 斜长角闪岩化学成分(w_B/%)Table 1 Chemical composition of amphibolite (w_B/%)

地点	样号	成分	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	MnO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	n. n. n
余江	11*		50.26	1.06	14.14	3.43	9.55	7.02	0.20	9.59	1.05	0.28	0.07	3.13
	1063A*		49.94	0.93	14.55	3.80	9.12	8.00	0.20	8.68	0.70	0.33	0.09	4.16
	mg3-1		48.97	0.42	7.36	8.08	4.33	18.41	0.20	9.33	0.73	0.17	0.08	2.36
	mg-2		53.40	0.23	12.84	6.06	10.87	5.20	0.26	8.13	1.24	0.15	0.06	1.37
弋阳	K8		47.90	0.809	15.44	2.84	7.52	10.48	0.221	8.25	3.21	1.28	0.068	1.82
	K22		45.05	1.02	14.23	5.32	10.28	9.74	0.252	9.78	2.21	0.526	0.122	1.18
	K23		47.28	1.25	14.22	6.37	11.16	7.43	0.283	8.02	2.19	0.611	0.118	0.94
	K25		46.98	0.845	14.05	4.80	8.38	10.82	0.226	9.07	1.74	1.42	0.067	1.40

注:核工业地质分析测试中心(1996.12);*引自[1]

3 Sm—Nd、锆石同位素地质年龄

3.1 弋阳周潭地段斜长角闪岩同位素地质年龄特征

于弋阳梅树湾分别取5个样品进行Sm—Nd同位素测定,同时对周潭斜长角闪岩淘取了锆石,进行U—Pb测定,结果见表3,5个样品εNd均大于0,为正值,说明斜长角闪岩原岩——基性岩浆来源于大洋玄武岩浆。Sm—Nd等时线年龄 $t = 1159 \pm 69 \text{ Ma}$ 、 $R = 0.998$, $n = 5$ (图3)。斜长角闪岩淘取锆石进行微量U—Pb同位素年龄测定,4个样品结果经用不一

粒岩和斜长角闪岩组成,岩系强烈构造置换和高度成分分异,发育层间塑性流变,原生变晶矿物分离和流体迁移明显,长英质条带沿片麻理方向密集,呈分层分布且极不稳定,岩系广泛而强烈混合岩化,分布其中的斜长角闪岩成条带状产出,厚度数米到数十米,野外可见其成无根褶皱,观察剖面上,密集部位能见7~8条斜长角闪岩带。经变质变形分析,斜长角闪岩至少经过两次变质两次变形作用,早期变质变形阶段形成斜长角闪岩,晚期变质变形阶段斜长角闪岩发生强烈构造置换,形成片理化。我们分别

致曲线处理获得 $t_1 = 99.7^{+19.7}_{-19.2}\text{Ma}$, $t_2 = 202.6^{+7.3}_{-7.6}\text{Ma}$ (表 3, 图 4)

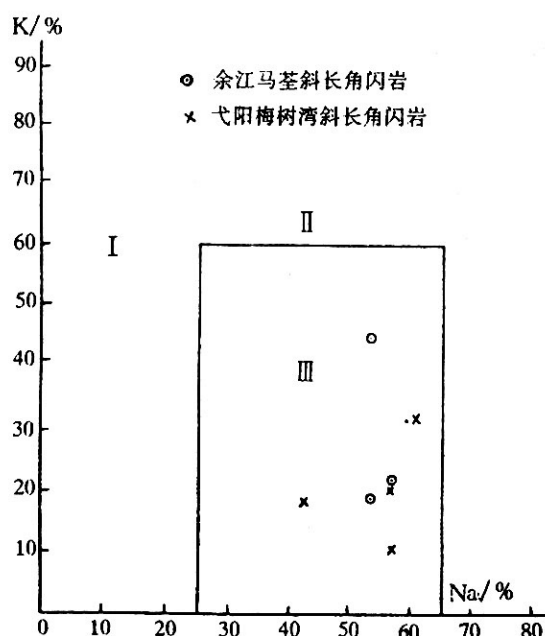


图 2 两地斜长角闪岩 K-Na 图解

Fig. 2 K-Na diagram of amphibolite in two area
I 区 - 碳酸盐岩 - 石亚区; II 区 - 沉积岩区 (泥质粉砂岩亚区);
III 区 - 火成岩区 (据周世泰^[2])

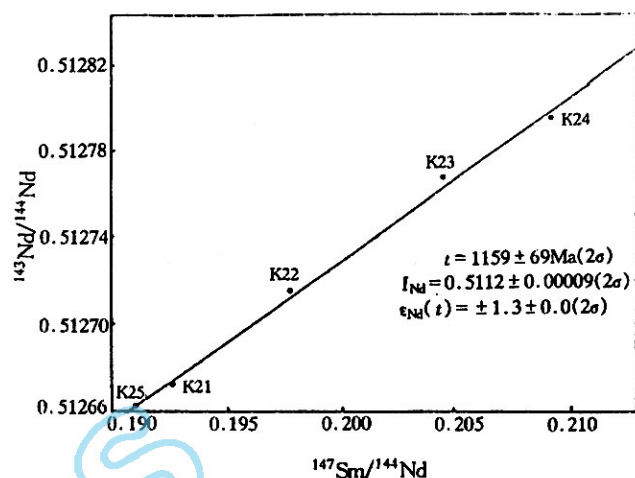


图 3 斜长角闪岩 Sm-Nd 等时线图

Fig. 3 Sm-Nd isochron diagram of amphibolite

表 2 弋阳梅树湾周潭群斜长角闪岩 Sm-Nd 同位素测定结果

Table 2 Test results of Samarium-neodymium on plagioclase-amphibolite at Zhoutan Group in Meisu wan, Yiyang county

样号	Sm/ 10^{-6}	Nd/ 10^{-6}	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (2σ)	ϵ_{Nd}	处理结果
K21	1.92209	5.91259	0.19261	0.512672 ± 0.000019	+0.7	$t = 1159 \pm 69\text{Ma}$ $I_{\text{Nd}} = 0.51121 \pm 0.00009$ $R = 0.998$
K22	2.7914	8.55820	0.19768	0.512715 ± 0.000029	+1.5	
K23	2.75935	8.16243	0.20446	0.512786 ± 0.000020	+2.5	
K24	2.30043	6.65407	0.20909	0.512796 ± 0.000024	+3.1	
K25	1.76976	5.60105	0.19109	0.512662 ± 0.000031	+0.5	

注:核工业地质分析测试研究中心测试(1996.12)

表 3 斜长角闪岩锆石 U-Pb 同位素数值表

Table 3 U-Pb isotope values of zircon from amphibolite

样号	U/ 10^{-6}	Pb/ 10^{-6}	铅组成/%				$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$
			^{204}Pb	^{206}Pb	^{207}Pb	^{208}Pb		
Y ₃ -1	1300.42	100.62	0.500	62.344	10.948	26.210	0.39202	0.04827
Y ₃ -2	1045.47	94.46	0.410	71.247	10.525	17.820	0.59962	0.06737
Y ₃ -3	1393.45	55.61	0.391	76.025	9.599	13.987	0.22466	0.03214
Y ₃ -4	890.53	89.59	0.283	76.150	9.173	14.396	0.76857	0.8333

分析单位:核工业北京地质分析测试研究中心

弋阳周潭及梅树湾剖面斜长角闪岩的差别在于周潭剖面斜长角闪岩混合岩化强烈,条带状条带状花岗质脉体发育。两个地段的同位素地质信息:①Sm-Nd 等时线年龄 1159 ± 26 Ma 反映是斜长角闪岩原岩基性岩浆从地幔中分馏的年龄,也是基性岩浆侵位年龄;②

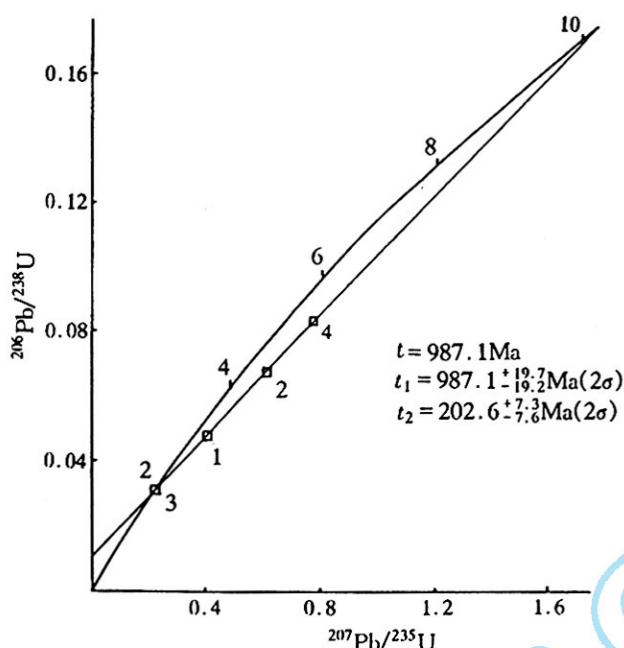


图4 锆石 U-Pb 不一致曲线图

Fig. 4 U-Pb discordant diagram of zircon

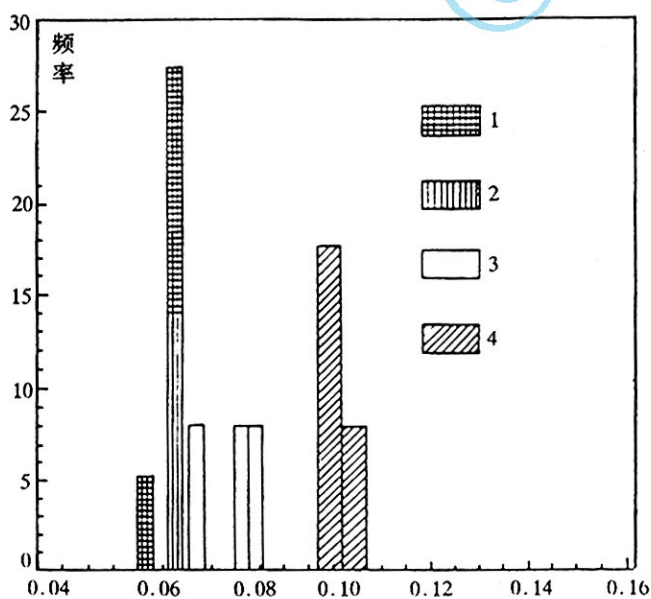


图5 锆石放射成因 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 频率直方图

Fig. 5 Frequency histogram of $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ratios of zircon

- 60 grains $30 \sim 60 \mu\text{m}$, $\Delta x = 0.003$; 2 - 50 grains $30 \sim 60 \mu\text{m}$, $\Delta x = 0.003$; 3 - 20 grains $50 \sim 100 \mu\text{m}$, $\Delta x = 0.003$; 4 - 50 grains $30 \sim 60 \mu\text{m}$, $\Delta x = 0.005$

999.1 Ma 和 202.6 Ma 锆石 U-Pb 年龄是斜长角闪岩受构造热事件的年龄。

3.2 余江马荃斜长角闪岩同位素年龄特征

江西区测队于 1995 年从余江马荃斜长角闪岩中获得一组 Sm-Nd 同位素年龄 1199 ± 26 Ma, 该年龄由宜昌所测定^[1], 与我们在弋阳梅树湾所测年龄十分吻合, 但为了进一步获得更多地质信息, 我们采集了大量的大样, 淘取锆石, 进行单锆石同位素测定。

样品共获得 3 类锆石, 分别代表了不同地质事件形成的不同锆石。第 I 类锆石呈无色透明, 粒径多为 $0.030 \sim 0.070 \text{ mm}$, 晶形有磨圆, 可能为碎屑锆石; 第 II 类锆石呈淡黄色, 粒径稍大, $> 0.07 \text{ mm}$, 晶形较好, 代表了斜长角闪岩基性火山岩侵入时生成的结晶锆石; 第 III 类锆石无色透明, 长柱状、针状, 颗粒较细小, 代表区内变质作用过程中新生的结晶锆石。

对上述 3 类锆石采用单颗粒逐层蒸发 Pb-Pb 法测定, 该技术的优点是可以简便快速地得到单颗粒锆石晶体的放射成因 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 表面年龄。单颗粒逐层蒸发铅法基于锆石以下两个特性: ①普通铅(包括原始铅), 由于铅原子的半径太大, 锆石结晶时不能进入锆石晶格, 所以它仅赋存于锆石表面或裂隙中, 以及锆石气液包裹体中; ②普通铅污染和丢失了放射成因铅的几率主要集中于锆石表面。所谓逐层蒸发, 就是先将锆石表层蒸发并由真空抽走, 以除去受普通铅污染和丢失了放射成因铅的晶体表层。随后缓慢提高蒸发带温度到 $900 \sim 1000^\circ\text{C}$, 观察 ^{204}Pb 离子强度和 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 值的变化, ^{204}Pb 含量下降到 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 值为数千以上时, 也即锆石晶体中 ^{204}Pb 含量微乎其微时, 原始铅(^{204}Pb 和放射性铅的综合体)也就视之微乎其微, 也就表明锆石晶体中

不含原始铅。此时,测定锆石晶体的放射成因 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 比值(图 5)。余江马茎 94M01 号岩石,3 类锆石成功获取单颗粒热离子逐层蒸发年龄数值,结果见表 4。

从表 4 中可以看出,第 I 组年龄 $1625 \pm 20\text{Ma}$,反映沉积岩源区年龄,源区存在 1625Ma 年龄的变质岩;第 II 组年龄为 $1190 \pm 19\text{Ma}$,代表基性火山岩侵位的年龄,这年龄恰好与斜长角闪岩的 Sm-Nd 等时线年龄 $1199 \pm 26\text{Ma}$ (余江骊茎,江西省区测队)、 $1159 \pm 69\text{Ma}$ (弋阳梅树湾,笔者)十分吻合,Sm-Nd 等时线年龄反映的是基性岩浆从地幔分离的时间,所以第 II 组年龄也就代表了周潭群的时代;第 III 组年龄为 $838 \pm 18\text{Ma}$,代表一次强烈构造变质热事件,它使基性火山岩及沉积岩发生了一次广泛的变质变形作用。

表 4 单晶体锆石 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄测定结果
Table 4 Single-Zircon $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ isochron dating

原样号	锆石类型	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	比值数	取比值(加权)	年龄/Ma
94M01	I	0.10675	8	$0.10000 \pm 1\%$	1625 ± 20
		0.097579	8		
		0.10018	8		
	II	0.072542	8	$0.07970 \pm 1\%$	1190 ± 19
		0.079737	8		
		0.085320	8		
	III	0.068394	6	$0.06750 \pm 1\%$	853 ± 18
		0.066296	8		
		0.062876	6		
		0.066292	8	$0.06700 \pm 1\%$	838 ± 18
		0.067384	8		
		0.068948	8		
		0.06600	8		

中科院北京新时代科技开发公司测定

另外,在 94M01 样品中第 II 类锆石中还挑选出数颗含包裹体较多的锆石,这类包裹体可能是硫化物或磷灰石,其测定结果见表 5, $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 值很小,说明原始铅的存在,表 5 数据不能用 Pb-Pb 求出年龄(数据分散不开,相关系数 0.75),只能采用普通铅年龄法(H·H 模式)计算,求得 $t = 764.27\text{Ma}$,该年龄偏小,但和第 III 组年龄趋近,具有一定参考意义,这一组数据同时获得,从另一侧面证明:单颗粒逐层蒸发 Pb-Pb 法测定上述 3 类锆石的年龄是可靠的,内层锆石封闭较好,已不含原始铅。

表 5 含包体锆石 Pb 同位素测定数据
Table 5 Pb isotopic determination of zircon containing inclusions

样号	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	比值数
94M01	0.894667	2.08756	0.059199	15.1129	16.8922	8
	0.874200	2.03894	0.058900	14.8421	16.9779	8
	0.887104	2.10100	0.058693	15.1143	15.0378	8
	0.891999	2.10202	0.058270	15.3078	17.1615	8
	0.919464	2.15692	0.058288	15.7745	17.1562	8
	0.903754	2.06955	0.058066	15.5643	17.2218	8
平均值	$0.8946 \pm 0.3\%$	$2.098 \pm 0.3\%$	$0.0584 \pm 0.3\%$	15.2903	17.0746	47

4 同位年龄信息的地质意义

(1)周潭群的时代属性,应是中元古代的地层,其形成时,华夏地块已具备了 $>1625\text{Ma}$ 的结晶岩系,也即有了早元古代陆壳存在(1625Ma 的锆石年龄与笔者1988年对广丰片岩获得锆石等时线年龄 1690Ma 十分吻合)^[3]。 $1159\sim 1199\text{Ma}$ 时期,华夏地块曾有一次大的拉张活动,基性岩浆活动是这次活动的佐证。

(2)周潭群为结晶岩系,系高绿片岩—低角闪岩相变质岩系,野外观察,在弋阳和余江均可见到具两次变质两次变形以上的变质变形作用。余江马茎的斜长角闪岩给出了其经过 $838\sim 835\pm 18\text{Ma}$ 期的热事件的年龄证据,其年龄证据较可靠,这就反映了本区亚宁运动的存在,弋阳梅树湾的斜长角闪岩则给出了两次热事件影响的年龄, $t_1=999.7\pm 19.7\text{Ma}$ 是锆石结晶年龄, $t_2=202.6\pm 7.3\text{Ma}$ 则是锆石后期受改造的年龄; t_1 年龄反映了江西九岭运动(浙江神功运动)的存在,这是华夏地块与扬子地块于中元古代末碰撞对接地质事件。按此推测中元古代末期周潭群就已变质成为变质基底,晚元古代早期裂陷拉张,广大赣中地区可能是华夏古陆块的隆起区,晚元古代早期地层缺失。在晋宁运动期间华夏地块与江南地块再度拼贴,然后使赣中地区再度与扬子地块联成一体统一接受Z—C的沉积。

参 考 文 献

- 1 邓国辉.东乡瑶圩—余江马茎地区斜长角闪岩特征及其地质意义.江西地质科技,1997,24(1):21~24.
- 2 周世泰.恢复变质岩原岩的一种岩石化学方法.辽宁地质学报,1981,(1):183.
- 3 管太阳,余达淦.江西广丰地区晚元古代早期地层部面特征及其地质意义.华东地质学院学报,1993,(4):390.

Isotopic Age Features and Their Geological Implication of the Zhoutan Group in Jiangxi

Yu Dagan Ai Guigen Huang Guofu Liu Pinghui
(East China Geological Institute, Linchuan Jiangxi)

Abstract Sm—Nd isotope studies of amphibolite from the Zhoutan group metamorphic rock series in Yiyang and Yijiang, Jiangxi province. Zhoutan Group, $1100\sim 1200\text{Ma}$ old, is Midproterozoic rather than Neoproterozoic in age. The rock series underwent the Jinningian (Ca. 900Ma) and Indosinian (Ca. 200Ma) tectonic movements.

Key words Zhoutan group amphibolite isotopic age feature