

汪建国, 余盛强, 胡艳华, 等. 江山—绍兴结合带榴闪岩的发现及岩石学、年代学特征[J]. 中国地质, 2014, 41(4): 1356–1363.

Wang Jianguo, Yu Shengqiang, Hu Yanhua, et al. The discovery, petrology and geochronology of the retrograde eclogite in Jiangshan–Shaoxing suture zone[J]. Geology in China, 2014, 41(4): 1356–1363(in Chinese with English abstract).

江山—绍兴结合带榴闪岩的发现及岩石学、年代学特征

汪建国 余盛强 胡艳华 赵旭东 吴 鸣 顾明光

(浙江省地质调查院, 浙江 杭州 311203)

摘要:江山—绍兴结合带内浙江溪口一带发现了以岩块、透镜状产出的榴闪岩。榴闪岩主要由角闪石、石榴子石、单斜辉石、斜长石和石英组成,以石榴子石为中心“白眼圈”结构明显,镜下可见石榴子石周围斜长石冠状体,单斜辉石内部及周围由斜长石和角闪石构成的后成合晶与冠状体结构。通过锆石 LA-ICP-MS U-Pb 测年在白石山头榴闪岩中获得主要变质年龄(451±8/-18) Ma。江山—绍兴结合带榴闪岩的发现为研究华夏地块与扬子陆块之间碰撞拼贴历史提供了新证据。

关键词:榴闪岩;冠状体;后成合晶;江山—绍兴结合带;浙江溪口

中图分类号:P597.3;P588.34 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2014)04-1356-08

江山—绍兴结合带属郴州—萍乡—江绍结合带浙江段,与华夏地块同属武夷—云开—台湾造山系,北西侧与扬子陆块接壤^[1],前人对该带提出了古陆对接带^[2-5]、碰撞带^[6]、蛇绿混杂岩带^[4,7]、结合带^[1,8,9]、缝合带^[10,11]等不同观点,对华夏地块与扬子陆块的碰撞拼贴时间提出了晋宁期或加里东期两种截然不同的认识^[4,9,11,12]。笔者等在2011年开展1:25万衢州区域地质调查时,在龙游溪口一带地处江山—绍兴结合带南东边界即柘岱口—溪口断裂带附近发现了2处榴闪岩基岩露头。榴闪岩的发现对于研究江山—绍兴结合带动力学特征,探讨华夏地块与扬子陆块的碰撞拼贴时限具有重要意义。因此,对其开展岩石学、年代学研究工作十分必要。笔者选择具代表性的白石山头榴闪岩开展岩石学、岩相学分析以及锆石 LA-ICP-MS U-Pb 同位素测年。

1 地质背景

研究区位于江山—绍兴结合带与华夏地块两大构造单元相邻区域(图1)。20世纪90年代初期浙江省区测大队(浙江省地质调查院前身)开展1:5万衢州市等5幅区调^①工作在溪口一带发现存在北北东向断裂带,命名为柘岱口—溪口断裂带,该断裂带主要由韧性剪切带与脆性断裂组成,区域上具有控岩、控盆、控矿特征;地球物理异常显示溪口一带有深大断裂通过。本次1:25万衢州区域地质调查在溪口一带白石山头、周坞里两地新发现榴闪岩基岩露头;其中白石山头榴闪岩以构造岩块形式产出,地表可见露头大小约4 m×4 m×5 m(图2-a),围岩为片麻岩、片岩,榴闪岩以淡红色石榴子石为中心出现典型“白眼圈”结构(图2-b);周坞里榴闪岩

收稿日期:2013-12-30;改回日期:2014-06-23

基金项目:中国地质调查局项目(1212011220549)及浙江省地质勘查资金项目(省资2010001)联合资助。

作者简介:汪建国,男,1977年生,高级工程师,从事区域地质调查;E-mail: WJGLYP09@sina.com。

①浙江省区测大队. 浙江省1:5万衢州市、龙游县、灵山、沐尘、蕉川幅区域地质调查报告,1995.

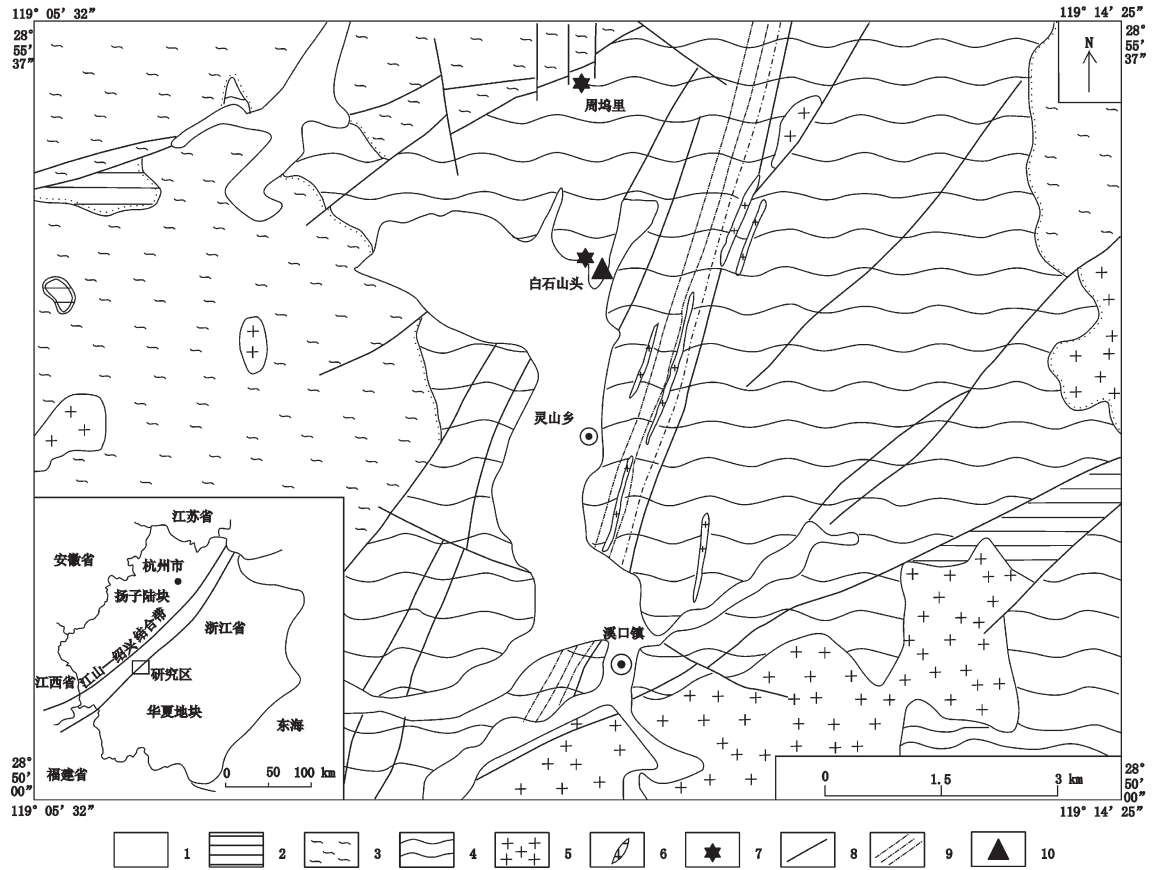


图1 溪口一带地质略图

1—第四系;2—沉积岩;3—中生代火山岩;4—古元古代变质岩;5—中酸性岩体;6—中酸性岩脉;7—榴闪岩出露位置;
8—断裂;9—韧性剪切带;10—采样位置

Fig.1 Geological sketch map of Xikou area

1-Quaternary;2-Sedimentary rocks;3-Mesozoic volcanic rocks;4-Paleoproterozoic metamorphic rock;5-Acidic rocks;
6-Acidic dikes;7-Position of the retrograde eclogite;8-Fracture;9-Ductile shear zone;10-Sampling site

呈透镜状产出,透镜体短轴为10~15 cm,长轴为30~40 cm,矿物定向排列。透镜体长轴方向、矿物定向排列方向与斜长片麻岩片麻理走向一致。笔者主要对白石山头榴闪岩开展岩石学、岩相学与年代学分析,下述各类样品均从新鲜的白石山头榴闪岩中获得。

2 岩石学、岩相学特征

榴闪岩呈深灰色、粒状变晶结构。主要由角闪石(Am)(40%±)、石榴子石(Grt)(35%±)、单斜辉石(Cpx)(15%±)、石英(Qtz)(5%+)和斜长石(Pl)(5%-),以及少量钛铁矿(Ilm)、磷灰石(Ap)和榍石(Sph)组成。其中:

角闪石:可见2类,一类呈褐色、绿褐色,自形柱

状,正高突起,发育两组解理,解理面近120°,晶体粒度较大;另一类呈绿色,他型镶嵌状,常与不规则粒状斜长石、石英构成后成合晶分布于辉石、石榴子石内部或边缘;角闪石内部普遍存在退变出溶的钛铁矿。

石榴子石:肉红色,近等轴粒状,粒径一般1~2 cm,局部可达3 cm,裂纹发育;石榴子石内部普遍出现石英、斜长石、角闪石、磁铁矿等细小包裹体(图2-c),形成筛状变晶结构;局部石榴子石中的包裹体从核部向边部逐渐减少直至消失。石榴子石周围普遍发育由斜长石或斜长石与角闪石组成的退变质反应边,反映岩石经历由高级变质相到低级变质相的退变质作用。

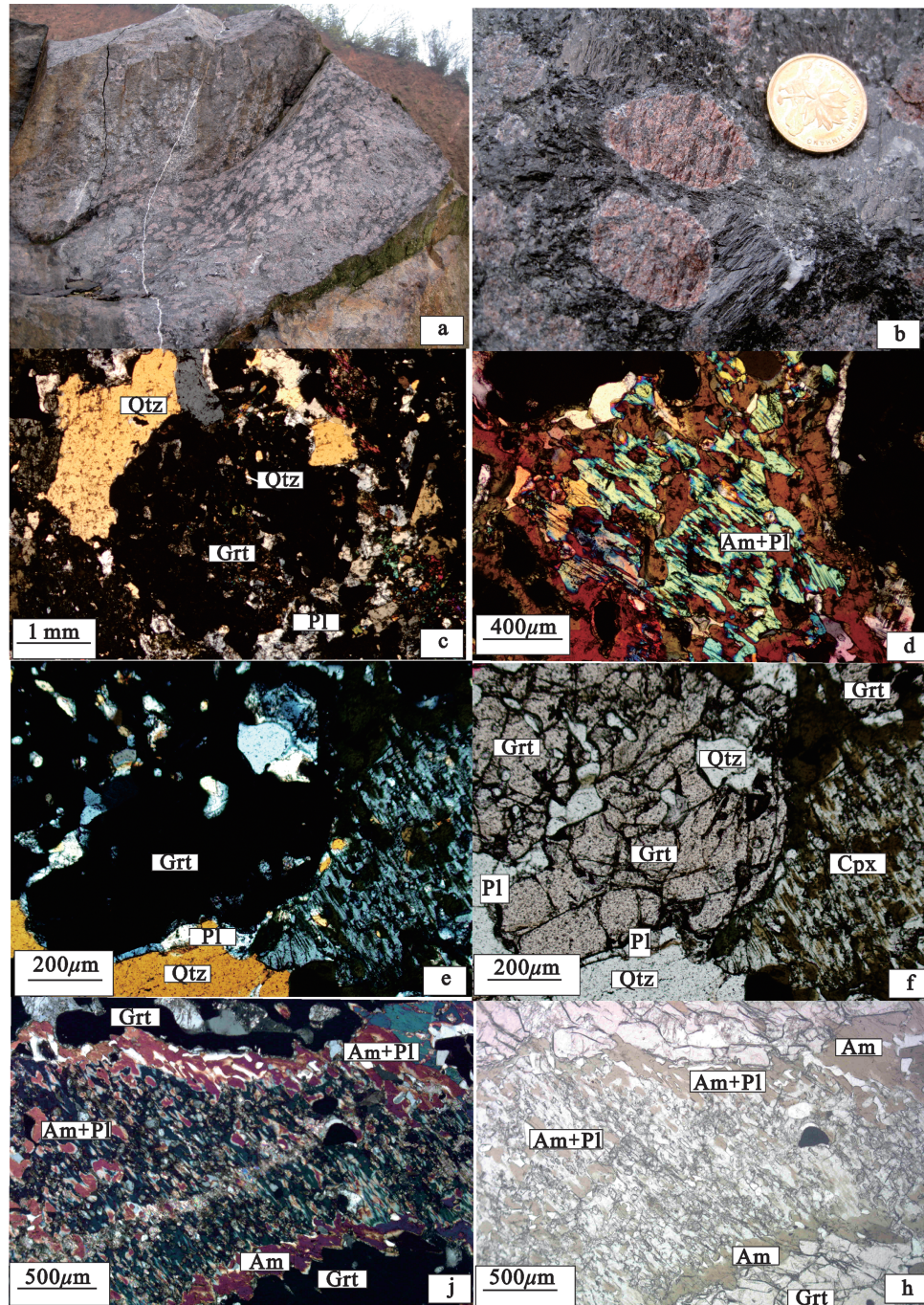


图2 榴闪岩野外及镜下照片

a—白石山头榴闪岩露头特征;b—石榴子石外围“白眼圈”构造;c—石榴子石外围冠状体与内部包裹体特征,正交偏光;d—Am + Pl(M2)后成合晶以及残留 Cpx 假象,正交偏光;e、f—榴闪岩 Grt(M1)左下角靠近 Qtz 一侧由 Pl (M2)构成的冠状体特征,正交/单偏光;j、h—榴闪岩晚期 Am+Pl(M2)后成合晶以及冠状体特征,残留早期 Cpx 假象,正交/单偏光;Grt—石榴子石;Cpx—单斜辉石;Pl—斜长石;Am—角闪石;Qtz—石英

Fig. 2 Field and microscope photographs of retrograde eclogite

a—Outcrop characteristics of retrograde eclogite in Baishishantou; b—White-eye structure around the Grt; c—Corona around the Grt and internal inclusions, crossed nicols; d—Symplectite of amphibole and plagioclase, and residual pseudomorphs after Cpx, crossed nicols; e, f—Coronary characteristics formed by Pl (M2) near the quartz side in the retrograde eclogite, crossed nicols/ plainlight; j, h—Symplectite and coronary features of retrograde eclogite, and residual pseudomorphs after Cpx, crossed nicols/ plainlight; Grt—Garnet; Cpx—Clinopyroxene; Pl—Plagioclase; Am—Amphibole; Qtz—Quartz

单斜辉石:浅绿色,柱状,柱长0.4~7.15 mm,可见两组解理,解理面近正交,干涉色总体较低,为一级灰到一级黄,部分到二级蓝,斜消光,未见双晶,多处已被角闪石与斜长石后成合晶取代,仅保留辉石假象(图2-d)。

斜长石:他形粒状、镶嵌粒状,局部绢云母化,粒径0.15~1.5 mm,局部分布石榴子石周围,构成冠状体结构(图2-e、f),指示降压反应;局部分布于单斜辉石内部与边部,与角闪石共生,构成单斜辉石退变质形成的后成合晶和冠状体(图2-j、h)。

石英:他形、齿形粒状,粒内具波状消光,亚颗粒,粒径0.15~4 mm,位于石榴子石内部和边部,为石榴子石退变产物。另外,钛铁矿周围由于退变质作用分别出现斜长石、榍石的变质反应边。

白石山头榴闪岩最显著的特征是发育冠状体与后成合晶结构,反映了从高级向低级的退变质作用。石榴子石周围在边缘出现石英时,退变质形成斜长石冠状体结构;早期单斜辉石退变质形成角闪石与斜长石构成的后成合晶与冠状体结构。通过岩相学研究,白石山头榴闪岩至少经历了2期变质阶段:(1)峰期变质阶段(M1),峰期矿物组合为Grt+Cpx;(2)退变质Pl、Am+Pl后成合晶阶段(M2),本阶段形成的矿物组合有:石榴子石边缘的Pl冠状体,单斜辉石退变质由Am+Pl构成的后成合晶、冠

状体以及基质中出现大量的退变质角闪石、斜长石,退变质矿物组合为Am+Pl。

3 同位素年代学特征

3.1 分析方法

样品采自溪口白石山头新鲜岩石(样品号D7006),采样位置为北纬28°53'41",东经119°10'18";样品重约10 kg。锆石用人工重砂方法选出,在双目镜下挑纯,选出晶形较好、具代表性的锆石用环氧树脂固结,抛光后将待测锆石进行阴极发光(CL)图像分析(图3)。

样品(D7006)中锆石颗粒呈滚圆状、椭圆状或具圆边的短柱状,粒径一般40~150 μm,长宽比主要为2:1~3:2,局部3:1。CL图像显示,锆石特征较为一致,多数显示变质重结晶锆石特征,整体比较均匀,内部无分带性。部分锆石具一定的核边结构,核部通常具有较好的晶形,呈椭圆状或短柱状;边部均匀,无分带性(图3中4、11、14、15、17号等锆石)。从锆石形态和CL图像判断,锆石多数为变质成因。

锆石LA-ICP-MS U-Pb测年在南京大学成矿作用国家重点实验室完成,采用的仪器型号为Agilent 7500a,激光剥蚀系统为New Wave公司生产的UP213固体激光剥蚀系统。分析时激光束斑直

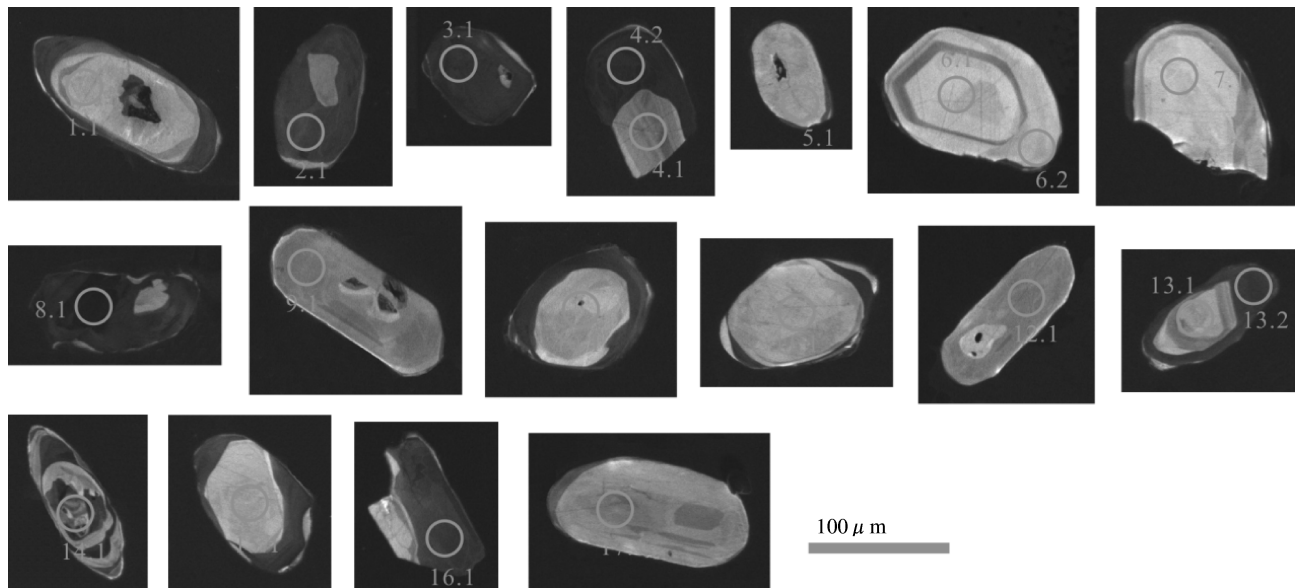


图3 样品D7006锆石CL图像
Fig.3 Zircon CL images of sample D7006

表 1 样品 D7006 锆石 LA-ICP-MS 年龄测定结果
Table 1 LA-ICP-MS zircon dating results of sample D7006

分析点号	Th/ 10^{-6}	U/ 10^{-6}	Th/U	同位素比值				年龄 /Ma							
				$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1 σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 σ		
D7006-1.1	9	19	0.45	0.054 4	0.008 1	0.543 7	0.080 5	0.072 5	0.002 0	387	284	441	53	451	12
D7006-2.1	100	368	0.27	0.055 0	0.001 0	0.543 7	0.010 5	0.071 8	0.001 0	411	21	441	7	447	6
D7006-3.1	121	726	0.17	0.056 2	0.001 1	0.516 1	0.010 5	0.066 6	0.001 0	461	22	423	7	416	6
D7006-4.1	93	447	0.21	0.064 6	0.001 1	0.920 2	0.016 1	0.103 3	0.001 4	762	17	662	9	634	8
D7006-4.2	73	636	0.11	0.056 2	0.000 9	0.574 4	0.009 7	0.074 1	0.001 0	462	17	461	6	461	6
D7006-5.1	15	30	0.48	0.059 3	0.005 4	0.642 5	0.057 2	0.078 5	0.001 7	580	157	504	35	487	10
D7006-6.1	5	11	0.47	0.075 7	0.013 4	0.787 1	0.137 2	0.075 4	0.002 5	1088	310	590	78	469	15
D7006-6.2	7	33	0.2	0.064 9	0.005 2	0.594 1	0.046 7	0.066 4	0.001 3	769	132	473	30	415	8
D7006-7.1	5	13	0.42	0.055 5	0.012 0	0.566 1	0.121 3	0.074 0	0.002 4	432	385	455	79	460	14
D7006-8.1	87	1023	0.09	0.055 6	0.001 0	0.543 8	0.010 0	0.070 9	0.000 9	437	20	441	7	442	6
D7006-9.1	11	67	0.16	0.054 9	0.003 0	0.552 9	0.029 5	0.073 1	0.001 3	407	88	447	19	455	8
D7006-10.1	7	22	0.32	0.056 4	0.007 8	0.565 4	0.076 9	0.072 7	0.001 9	469	258	455	50	452	11
D7006-11.1	41	560	0.07	0.066 5	0.001 3	1.039 2	0.021 4	0.113 4	0.001 6	822	22	724	11	692	9
D7006-12.1	10	70	0.14	0.056 6	0.002 6	0.543 3	0.024 4	0.069 6	0.001 1	477	71	441	16	434	7
D7006-13.1	23	179	0.13	0.068 2	0.001 5	0.999 3	0.022 5	0.106 4	0.001 5	874	25	703	11	652	9
D7006-13.2	14	67	0.21	0.056 6	0.002 2	0.780 4	0.030 5	0.100 0	0.001 6	476	59	586	17	615	9
D7006-14.1	229	274	0.83	0.067 6	0.001 2	1.277 6	0.023 9	0.137 2	0.001 9	856	18	836	11	829	11
D7006-15.1	10	37	0.27	0.066 6	0.003 8	0.979 4	0.054 6	0.106 7	0.002 0	825	85	693	28	654	12
D7006-16.1	72	324	0.22	0.057 3	0.001 4	0.583 5	0.014 9	0.073 9	0.001 1	502	31	467	10	460	7
D7006-17.1	148	492	0.3	0.067 2	0.001 4	0.978 5	0.020 4	0.105 6	0.001 5	845	22	693	10	647	9

径为 $25\ \mu\text{m}$, 激光脉冲频率为 $5\ \text{Hz}$, 实验原理和详细的测试方法见文献[13]。ICP-MS的分析数据通过GLITTER4.0程序计算获得同位素比值、年龄和误差。普通铅校正采用 Andersen^[14]的方法进行, 校正后的结果用 ISOPLOT 程序(ver.3.75)^[15]完成年龄计算和谐和图的绘制。

3.2 分析结果

本次选取榴闪岩(D7006)中17颗锆石进行LA-ICP-MS U-Pb测年分析, 分析结果见表1, 各个数据点对应的锆石形态及分析区域见图3。表1中所列单个数据点的误差均为 $1\ \sigma$, 采用年龄为 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄, 其加权平均年龄误差为 $2\ \sigma$ 。

从榴闪岩锆石谐和图(图4)与分析结果(表1)可知, 除D7006-6.1分析点因谐和性较差外, 其余19个点谐和度普遍较高, 主要位于一致线上或附近, 可识别出3组年龄区间。第1组位于谐和线下部, 为锆石年龄主要集中区, 包括12个分析点, $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄介于 $416\sim 487\ \text{Ma}$, 锆石 Th 含量为 $(5\sim 121)\times 10^{-6}$, U 含量为 $(11\sim 1023)\times 10^{-6}$, Th/U=0.09~0.48, 较低的U含量和普遍较高的Th/U比值, 反映了生成速度较快的高压变质新生锆石特征, 12个点获得 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 加权平均年龄为 $(451\pm 8/-18)\text{Ma}$ (图4), 表明岩石的主变质期发生于加里东期。第2组位于谐和线中部,

锆石年龄相对集中, 包括6个分析点, $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄为 $615\sim 692\ \text{Ma}$, 锆石 Th 含量为 $(10\sim 148)\times 10^{-6}$, U 含量为 $(37\sim 560)\times 10^{-6}$, Th/U=0.07~0.3, 6个点获得 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 加权平均年龄为 $(650\pm 42/-35)\ \text{Ma}$ (图4)。第3组年龄位于谐和线上部, 仅包含1个分析点, $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄为 $829\ \text{Ma}$, 分析点位于未发生彻底蜕晶化的锆石核部, 锆石 Th 含量为 229×10^{-6} , U 含量为 274×10^{-6} , Th/U=0.83, 反映了早期继承的岩浆锆石特征。

4 讨论

浙江区域上横跨华夏地块、江山—绍兴结合带与扬子陆块三大构造单元, 江山—绍兴结合带前人开展过大量的研究工作^[1,2,4,6,10,16,17], 关于华夏地块与扬子陆块的碰撞拼贴时限, 李献华等学者提出了新元古代碰撞拼贴形成统一大陆、之后地幔柱活动大陆裂解的观点^[18-21], Wang X L et al^[22,23]建立了华夏地块、扬子陆块 $870\sim 850\ \text{Ma}$ 之间完成碰撞拼合、 $850\sim 800\ \text{Ma}$ 进入后碰撞造山阶段的模式; Zhao G C et al.^[24]也提出了华夏地块与扬子陆块在 $825\sim 815\ \text{Ma}$ 之间发生碰撞拼合的认识。然而, 扬子陆块与华夏地块新元古代碰撞拼贴目前还缺少蛇绿岩套、高压超高压变质岩等具有说服力的证据。近几年, 中国

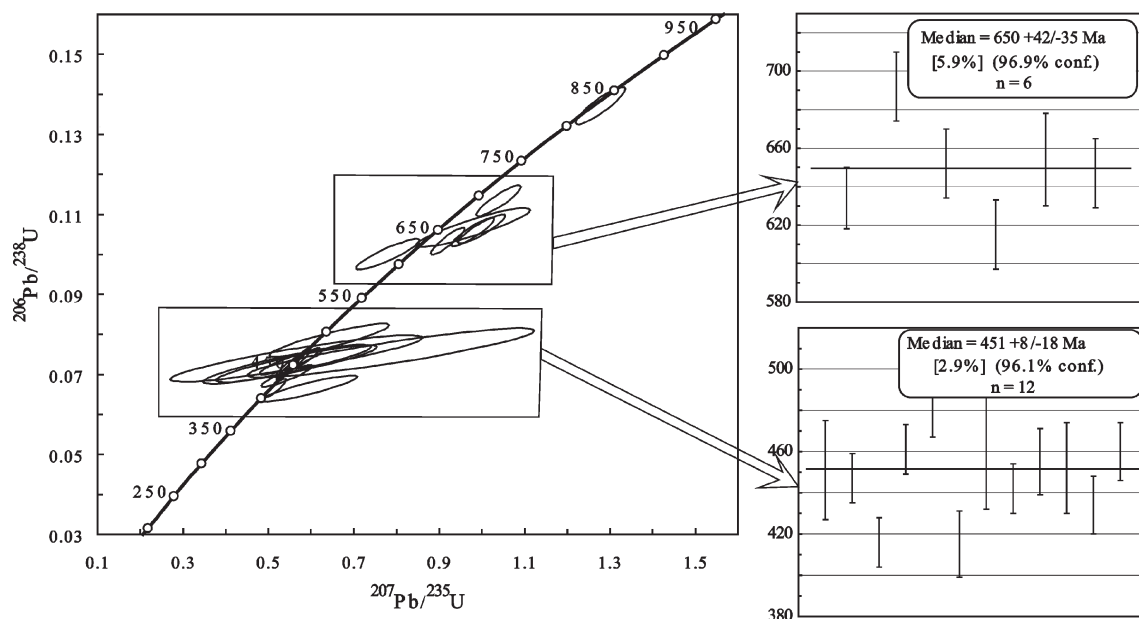


图4 样品D7006锆石U-Pb年龄谐和图
Fig.4 Zircon U-Pb concordia diagram of sample D7006

地质调查局“全国重要矿产资源潜力预测评价及综合”项目成矿背景组专家对江山—绍兴拼合带考察以及综合研究中,在拼合带北东端浙江诸暨陈蔡一带识别出加里东期与洋壳俯冲消亡有关的俯冲增生杂岩;笔者等在龙泉一带亦发现了加里东期与洋壳俯冲有关的奥长花岗岩-英云闪长岩-花岗闪长岩组合(待发表),上述发现均指示华夏地块、扬子陆块加里东期碰撞拼贴的观点。

江山—绍兴结合带榴闪岩的发现为探讨华夏地块、扬子陆块之间的关系提供了信息。白石山头榴闪岩同位素年龄特征显示,加里东期((451+8/-18)Ma)沿江山—绍兴结合带南东侧边界断裂即柘岱口—溪口断裂带一线由于洋壳的俯冲作用基性侵入岩发生高压-超高压变质形成榴闪岩,之后因洋壳和岩石圈的拆沉作用,使得榴闪岩在俯冲后快速折返出露地面。而前古生代年龄信息的地质意义尚需进一步探讨,不排除反映岩石中继承性或成岩锆石年龄的可能性。

通过岩石学、岩相学以及年代学分析,溪口白石山头榴闪岩的发现及主要变质期年龄的获得,其意义在于:

(1)在榴闪岩中通过锆石LA-ICP-MS U-Pb测年获得(451+8/-18) Ma的主要变质期年龄,反映了加里东期板块碰撞的变质事件。

(2)江山—绍兴结合带加里东期榴闪岩的发现,提供了华夏地块与扬子陆块于加里东期沿江山—绍兴结合带碰撞拼贴、俯冲折返的新证据。

致谢:在野外工作中得到袁强工程师的帮助,在研究过程中得到邢光福研究员、潘桂棠研究员、陆松年研究员、肖庆辉研究员、张泽明教授、贺振宇博士后、向华博士后的指导与帮助,在此一并感谢。

参考文献(References):

- [1] 潘桂棠,肖庆辉,陆松年,等.中国大地构造单元划分[J].中国地质,2009,36(1):1-28.
Pan Guitang, Xiao Qinghui, Lu Songnian, et al. Subdivision of tectonic units [J]. *Geology in China*, 2009, 36(1): 1-28 (in Chinese with English abstract).
- [2] 水涛,徐步台,梁如华,等.绍兴—江山古对接带[J].科学通报,1986,6:444-448.
Shui Tao, Xu Butai, Liang Ruhua, et al. Shaoxing- Jiangshan pangea opposite zone[J]. *Chinese Science Bulletin*, 1986, 6: 444-448 (in Chinese).

- [3] 胡肇荣,邓国辉.钦-杭接合带之构造特征[J].东华理工大学学报(自然科学版),2009,32(2):114-122.
Hu Zhaorong, Deng Guohui. Tectonic characteristics of the Qinzhou-Hangzhou Joint Belt[J]. *Journal of East China Institute of Technology*, 2009, 32(2): 114-122 (in Chinese with English abstract).
- [4] 水涛,钱俊锋,周乐尧,等.绍-江古陆对接带深成杂岩厘定及其成因环境判别[J].科技通报,2012,28(11):32-41.
Shui Tao, Qian Junfeng, Zhou Leyao, et al. The plutonic complex rock definition and genetic environment judgement of the Shaoxing-Jiangshan pangea opposite zone[J]. *Bulletin of Science of Technology*, 2012, 28(11): 32-41 (in Chinese).
- [5] Shui Tao, Xu Butai, Liang Ruhua, et al. Shangxing- Jiangshan deep-seated fault zone, Zhejiang Province[J]. *Chinese Science Bulletin*, 1986, 31(18): 1250-1255.
- [6] 竺国强,张福祥,杨树锋,等.江山-绍兴碰撞带构造演化与变形特征[J].浙江大学学报(自然科学版),1997,31(6):745-752.
Zhu Guoqiang, Zhang Fuxiang, Yang Shufeng, et al. Tectonic evolution and deformational features of Jiangshan-Shaoxing collision zone[J]. *Journal of Zhejiang University (Natural Science)*, 1997, 31(6): 745-752 (in Chinese with English abstract).
- [7] 王森,舒良树.武夷山新元古代蛇绿混杂岩岩石地球化学特征[J].中国地质,2007,34(4):572-583.
Wang Miao, Shu Liangshu. Rock geochemical characteristics of the Neoproterozoic Wuyishan ophiolite mélange[J]. *Geology in China*, 2007, 34(4): 572-583 (in Chinese with English abstract).
- [8] 杨明桂,黄水保,楼法生,等.中国东南陆区岩石圈结构与大规模成矿作用[J].中国地质,2009,36(3):528-543.
Yang Mingguai, Huang Shuibao, Lou Fasheng, et al. Lithospheric structure and large-scale metallogenic process in Southeast China continental area[J]. *Geology in China*, 2009, 36(3): 528-543 (in Chinese with English abstract).
- [9] 杨明桂,刘亚光,黄志忠,等.江西中新元古代地层的划分及其与邻区对比[J].中国地质,2012,39(1):43-53.
Yang Mingguai, Liu Yaguang, Huang Zhizhong, et al. Subdivision of Meso-Neoproterozoic strata in Jiangxi and a correlation with the neighboring areas[J]. *Geology in China*, 2012, 39(1): 43-53 (in Chinese with English abstract).
- [10] 汤加富.华南变质基底的组成、边界与构造演化[J].安徽地质,1994,4(1/2):104-111.
Tang Jiafu. Formation, boundary and tectonic evolution of the metamorphic basement in south China (Summation of study) [J]. *Anhui Geology*, 1994, 4 (1/2): 104-111 (in Chinese with English abstract).
- [11] 郑宁,李廷栋,耿树方,等.赣西南地区寒武纪沉积构造环境分析[J].中国地质,2011,38(6):1454-1466.
Zheng Ning, Li Tingdong, Geng Shufang, et al. An analysis of Cambrian sedimentary- tectonic environment in southwestern Jiangxi Province[J]. *Geology in China*, 2011, 38(6): 1454-1466

- (in Chinese with English abstract).
- [12] 胡开明. 江绍断裂带的构造演化初探[J]. 浙江地质, 2001, 17(2): 1-11.
Hu Kaiming. Initial Discussion on the tectonic evolution of Jiangshan-Shaoxing fault zone[J]. Geology of Zhejiang. 2001, 17 (2): 1-11 (in Chinese with English abstract).
- [13] Jackson S E, Pearson N J, Griffin W L, et al. The application of laser ablation microprobe- inductively coupled plasma- mass spectrometry(LA- ICP- MS) to in situ U- Pb zircon geochronology[J]. Chem. Geol., 2004, 211: 47-69.
- [14] Andersen T. Corrections of common lead in U- Pb analyses that do not report ^{204}Pb [J]. Chem. Geol., 2002, 192: 59-79.
- [15] Ludwig K R. Users mantle for Isoplot/Ex (rev 2.49): A geochronological toolkit for Microsoft Excel[M]. Berkeley Geochron. Cent. Spec. Pub., 2001:1-55.
- [16] 朱云鹤, 周新民. 江绍断裂带中闪长岩类的糜棱岩化作用[J]. 火山地质与矿产, 1994, 15(1): 23-34.
Zhu Yunhe, Zhou Xinmin. Mylonitization of diorite in Jiangshao fracture belt Zhejiang Province[J]. Volcanology & Mineral Resources, 1994, 15(1): 23-34 (in Chinese with English abstract).
- [17] 赵凤清, 金文山, 甘晓春. 江绍断裂两侧早元古代变质基底特征及形成的构造环境[J]. 安徽地质, 1994, 4(1/2): 73-81.
Zhao Fengqing, Jin Wenshan, Gan Xiaochun. Characteristics and tectonic settings of the Paleoproterozoic metamorphic basement on both sides of the Jiangshao fault[J]. Geology of Anhui. 1994, 4 (1/2): 73-81 (in Chinese with English abstract).
- [18] Li X H, Li W X, Li Z X, et al. Amalgamation between the Yangtze and Cathaysia Blocks in South China: Constraints from SHRIMP U-Pb zircon ages, geochemistry and Nd-Hf isotopes of the Shuangxiwu volcanic rocks[J]. Lithos, 2009, 174:117-128.
- [19] Li X H, Li W X, Li Q L, et al. Petrogenesis and tectonic significance of the ~850 Ma Gangbian alkaline complex in South China: Evidence from in situ zircon U-Pb dating, Hf-O isotopes and whole-rock geochemistry[J]. Lithos, 2010, 114 (1/2): 1-15.
- [20] Li Z X, Li X H, Kinny P D. Geochronology of Neoproterozoic syn-rift magmatism in the Yangtze Craton, South China and correlations with other continents: evidence for a mantle superplume that broke up Rodinia[J]. Precambrian Research, 2003, 122:85-109.
- [21] Li W X, Li X H, Li Z X, et al. Obduction-type granites within the NE Jiangxi Ophiolite: Implications for the final amalgamation between the Yangtze and Cathaysia Blocks[J]. Gondwana Research, 2008, 13:288-301.
- [22] Wang X L, Zhou J C, Qiu J S, et al. LA-ICP-MS U-Pb zircon geochronology of the Neoproterozoic igneous rocks from Northern Guangxi, South China: Implications for tectonic evolution[J]. Precambrian Research, 2006, 145:111-130.
- [23] Wang X L, Zhou J C, Griffin W L, et al. Detrital zircon geochronology of Precambrian basement sequences in the Jiangnan orogen: Dating the assembly of the Yangtze and Cathaysia Blocks[J]. Precambrian Research, 2007, 159:117-131.
- [24] Zhao G C, Cawood P A. Precambrian geology of China[J]. Precambrian Research, 2012, 222-223:13-54.

The discovery, petrology and geochronology of the retrograde eclogite in Jiangshan-Shaoxing suture zone

WANG Jian-guo, YU Sheng-qiang, HU Yan-hua, ZHAO Xu-dong, WU Ming, GU Ming-guang

(Geological Survey Institute of Zhejiang Province, Hangzhou 311203, Zhejiang, China)

Abstract: This paper reports retrograde eclogite that occurs in lenticular form in Xikou area of Jiangshan-Shaoxing suture zone. The retrograde eclogite consists of the mineral assemblage of amphibole+garnet+clinopyroxene+plagioclase+quartz. A clear 'white-eye' structure is well developed, garnet is rimmed with symplectitic plagioclase, and clinopyroxene is surrounded by symplectitic plagioclase and amphibole. Zircon U-Pb dating by LA-ICP-MS shows that the peak metamorphic age is (451±8/-18) Ma. Exposures of retrograde eclogites in the Jiangshan-Shaoxing suture zone provide new insight for the collisional process between the Cathaysia block and the Yangtze block.

Key words: retrograde eclogite; corona; symplectite; Jiangshan-Shaoxing suture zone; Xikou in Zhejiang

About the first author: WANG Jian-guo, male, born in 1977, senior engineer, engages in regional geological survey; E-mail: WJGLYP09@sina.com.