武夷山新元古代蛇绿混杂岩岩石地球化学特征

王　森　舒良树*

(南京大学地球科学系,江苏 南京 210093)

提要:岩石地球化学研究表明,华南造山带东段武夷山新元古代蛇绿混杂岩中的玄武岩和安山岩可以分为两种类型:一种为拉斑玄武岩类,TiO_2 含量为 2.26%~2.59%(平均 2.43%),轻稀土元素比重稀土元素富集,$(La)_N/(Yb)_N$=6.4~9.4(平均 7.8),相对富集 Nb、Ta 和 Ti,微量元素特征类似于洋岛玄武岩;另一种岩石属于钙碱系列,TiO_2 含量为 0.69%~0.93%(平均 0.83%),表现为轻稀土元素富集,$(La)_N/(Yb)_N$=4.2~12.6 (平均 8.4),略显 Eu 负异常,并以低 Nb、Ta、Ti 等元素为特征,富集 Ba、Rb、Th、K 等大离子亲石元素,具有岛弧玄武岩的特征,属于俯冲作用的产物。蛇绿混杂岩中这两类岩石共生,记录了扬子地块和华夏地块之间古大洋消减闭合和弧-弧碰撞拼贴的历史。

关　键　词:蛇绿混杂岩;地球化学;弧-弧碰撞;新元古代;华南武夷山

中图分类号:P588.12⁺4~5　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1000-3657(2007)04-0572-12

以前蛇绿岩通常被认为产生于洋中脊环境[1]。但在 20 世纪 80 年代以来,人们逐渐认识到蛇绿岩代表古大洋碎块可产生于洋中脊、岛弧、弧前和弧后盆地等多种环境中,绝大部分蛇绿岩残留在消减带环境中[2-7]。

武夷山地区出露了华南最大面积的前泥盆纪变质变形岩石和多期次火成岩,保存了大量复杂的古构造演化纪录。江山—绍兴断裂带和上虞—政和—大埔断裂带是武夷山地区两条重要的区域性边界断裂带,其中江山—绍兴断裂带是扬子陆块与华夏陆块的碰撞拼贴带[8-9],政和—大埔断裂带是一条推覆-走滑韧性剪切带[10](图 1)。武夷山新元古代构造带具有多期活动特点,从成冰纪开始,经历了从裂解-沉积到碰撞造山的复杂历程[11]。在武夷山造山带的南北两缘,沿江山—绍兴断裂带和上虞—政和断裂分布着一系列的蛇绿混杂岩块,主要出露在浙江诸暨、陈蔡、龙游六连岗、江西新余岑上(北带)和浙江龙泉青坑、福建政和马面山、长城、建瓯水南、建阳北历、吴中等地,多呈透镜体产出,很难发现完整的层序。超镁铁质、镁铁质岩块具外来岩块特征,与围岩均呈断层接触,无冷凝边及围岩的烘烤边,属于冷侵位。

该套蛇绿岩自 20 世纪 80 年代初就有报道。郭令智等[12]根据野外考察和钻孔资料研究认为该镁铁-超镁铁质岩石是蛇绿岩套,代表古俯冲带;汪新等[13]认为从福建南平—建瓯到浙江龙泉松阳存在一条北东走向的碰撞混杂岩带;聂淦波等[14]对闽北政和建瓯一带的蛇绿岩作岩石学和地球化学研究后认为该蛇绿岩形成于前寒武纪大洋中脊背景;陈迪云等[15]则认为该套岩石并非形成于洋中脊环境,而是更近似于岛弧环境;任胜利等[16]通过对闽北政和马面山超镁铁岩作岩石地球化学及矿物化学分析后,认为该套岩石组合可能为蛇绿岩的组成部分;张福勤等[17]认为浙闽龙泉松溪镁铁-超镁铁杂岩带为一新元古代蛇绿混杂岩带,其形成年龄为 8~9 亿年。近期,笔者对政和地区新元古代蛇绿混杂岩带进行了详细的野外地质考察(图 2~4),在政和马面山、稻香、铁山、蝴蝶街以及洋后等地发现多处混杂岩块体。

最新年代学结果表明,许多原定早古生代的蛇绿岩和火山岩很可能形成于前震旦纪 800~900 Ma,如舒良树[18]通过对出露在武夷山东南缘福建政和和建瓯等地的蛇绿岩的野外考察,发现这些岩石均杂乱散布于前成冰纪龙泉群或麻源群片麻岩或混合岩中,未见超镁铁-镁铁岩团块与震旦纪或寒武—奥陶纪浊积岩混杂,揭示了构造混杂体在震旦纪之前就已完成。通过对该混杂体中的玄武岩岩浆锆石做精细测年,获得的 SHRIMP U-Pb 测年值为 (853±4)Ma (8 组自形锆石)、(797±7)Ma(14 组自形锆石)和(858±11)Ma(14 组自形锆石)[18]。近变质流纹岩中的锆石获得相近的 SHRIMP U-Pb 测年为818±9 Ma[19]。

最近 3 年,笔者等对武夷山北缘新余、龙游、诸暨、陈蔡

收稿日期:2006-12-10;**改回日期**:2007-04-27

基金项目:国家自然科学基金项目(40634022,40572118)、教育部博士点基金项目(20060284008)和创新群体项目(40221301)资助。

作者简介:王森,女,1982 年生,硕士生,构造地质学专业;E-mail:Purplewater@126.com。

*通讯作者:E-mail:Lsshu2003@yahoo.com.cn。

万方数据

以及赣南地区吉安、峡江、南城、会昌、于都、寻乌和宜黄等地多处出露的前泥盆纪玄武岩进行了野外实地考察,发现它们均呈夹层状分布在青白口系神山群千枚岩中。在研究区开展的 1:25 万地质图修编●和 1:5 万地质填图[20]均表明,前泥盆纪蛇绿岩和火山岩都形成于前南华纪。

因此有必要对武夷山蛇绿混杂岩的构造属性及其演化特征进行再研究。笔者主要从岩石地球化学的角度对该地区蛇绿混杂岩岩石的构造属性及其构造演化历史进行探讨。

1　区域地质背景

武夷山地区位于华南加里东期褶皱造山带东段,处于绍兴—江山—萍乡和上虞—政和—大埔两条主干断裂之间(图 1),呈走向北东-南西、开口向南西的喇叭形,其北面为江南造山带,主要由低绿片岩相变质的中新元古代细碧岩、角斑

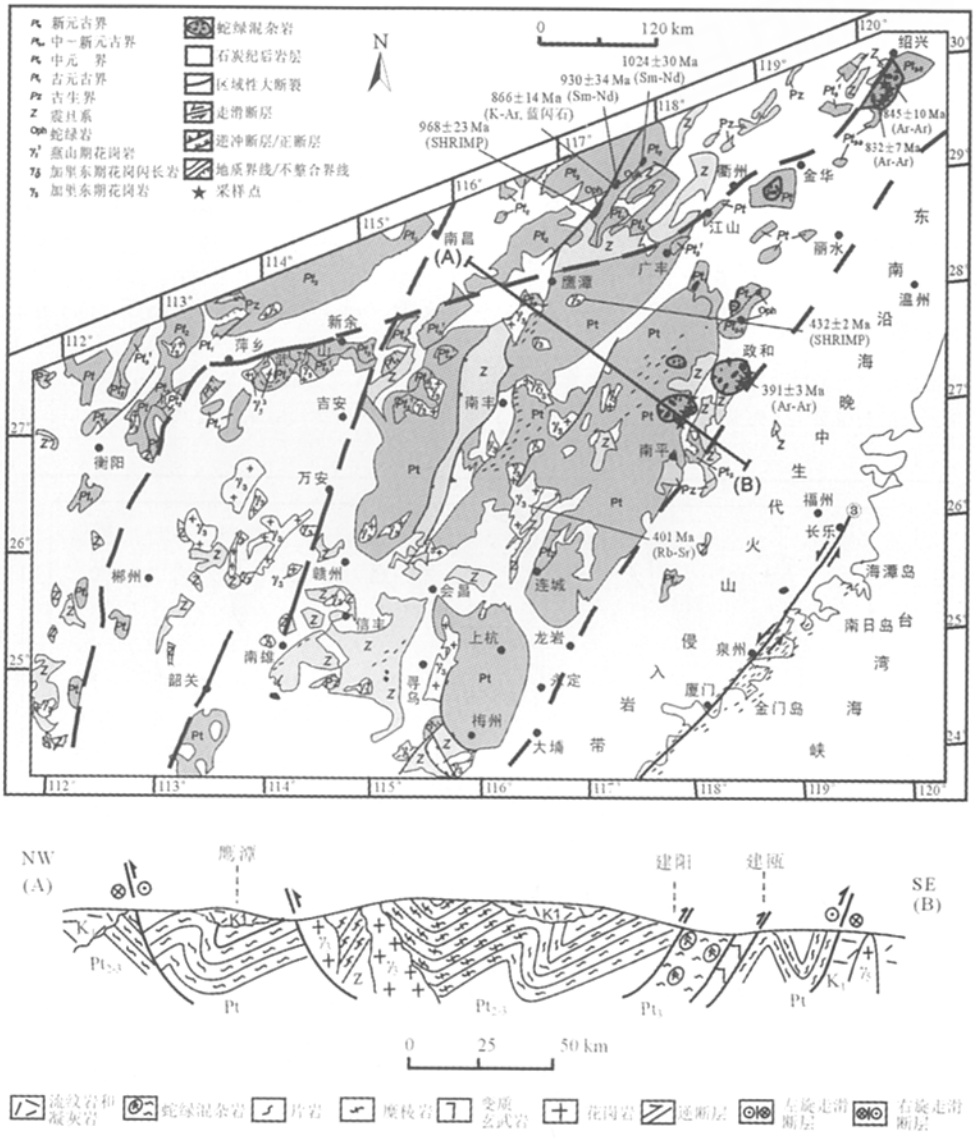


图 1　武夷山区域地质图(上)及构造剖面图(下)

Fig.1　Regional geological map (upper) and tectonic section (lower) in the Wuyi Mountains

● 江西省地质调查院. 1:25 万上饶市幅、南昌市幅区域地质调查报告, 2002.

万方数据

岩、海相复理石和钙碱性火山岩、火山碎屑岩组成,其南面为东南沿海晚中生代火山侵入杂岩带。武夷山地区前泥盆纪变质基底是多阶段地壳活动的产物,可将其细分为不同时代、不同变形强度的两个物质层:(1)前南华纪中深地壳层次变质层(千枚岩、变粒岩、片岩、片麻岩、混合岩),(2)震旦纪—晚奥陶世低绿片岩相变质层(板岩为主),即此区存在上下两个前泥盆纪变质基底层[21]。野外资料表明,该区志留系呈区域性缺失,晚泥盆世粗碎屑岩层角度不整合覆盖在老地层之上[10];对武夷山地区强烈韧性剪切变质岩石中的新生矿物白云母测年表明[22],该地区经受过志留纪末到泥盆纪初的强烈韧性剪切变形。武夷山地区的蛇绿混杂岩主要沿绍兴—江山—萍乡和上虞—政和—大埔两条主干断裂带分布,主要岩石类型有变质橄榄岩、斜辉橄榄岩、辉石岩、辉长岩、变质玄武岩、枕状玄武岩、安山玄武岩、安山岩、变质硅质岩、大理岩等,呈不规则团块状、透镜状产出,围岩为片岩、片麻岩的泥砂质浊积岩,在建阳崇雒和龙泉,超镁铁岩团块的围岩为片麻岩和长英质混合岩。

2 样品采集及化学分析

为探讨研究区蛇绿岩的形成环境,沿绍兴江山萍乡和上虞、政和大埔两条断裂带采集了蛇绿混杂岩中 10 件玄武岩和安山岩样品并做了主量元素、微量元素和稀土元素的地球化学分析(表 1),玄武岩为灰绿色气孔状,气孔清晰,排列有序,具枕状构造,枕体大者达 50 cm×30 cm×30 cm。有的玄武岩呈少斑状结构、基质间粒结构,其主要矿物为:基性斜长石 40%~50%,辉石 20%,角闪石 20%,另见少量绿帘石和绿泥石。斜长石多为长条状,边缘不规则,常为钠-更长石,粒度 0.1~0.3 mm。安山岩为灰绿色块状,碳酸盐化强烈,可见方解石细脉,岩石发生面理化,偶见压扁的长石。有的呈微晶细粒状,具斑状结构,主要矿物为斜长石 30%~40%,角闪石 30%,方解石 20%,绿帘石 5%,另见少量榍石和磁铁矿。有些长石具有环带构造或者双晶,部分长石矿物被后期交代为方解石。

3 地球化学特征

3.1 主量元素特征分析

从岩石化学成分含量(表 1)可以将蛇绿混杂岩中的岩石样品明显分为两类,Ⅰ类 SiO_2 含量为 47.24%~51.68%(平均为 49.5%),Al_2O_3 含量为 12.89%~13.71%(平均为 13.32%),TiO_2 为 2.26%~2.59%(平均为 2.43%),MgO 为 4.45%~8.57%(平均为 6.49%),FeO/MgO 比值为 1.13~2.51;Ⅱ类 SiO_2 含量为 58.54%~61.04%(平均为 59.7%),Al_2O_3 含量为 14.27%~15.93%(平均为 15.09%),TiO_2 为 0.69%~0.93%(平均为

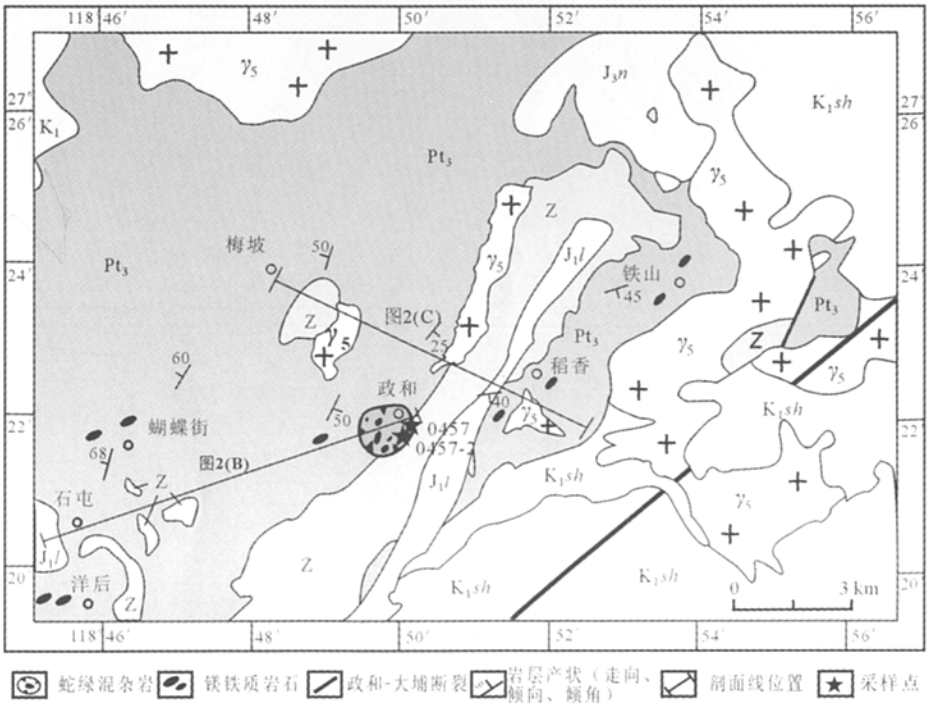


图 2 政和蛇绿混杂岩地质图(据政和 1:5 万地质图修改)

Pt_3—上元古界;K_1sh—下白垩统石帽山群;J_1l—下侏罗统梨山组;γ_5—燕山期花岗岩;Z—震旦系

Fig.2 Geological map of the Zhenghe ophiolitic mélange (modified from the 1:50,000 Geological Map of Zhenghe)

Pt_3-Early Proterozoic; K_1sh-Shimashan Group; J_1l-Lishan Formation; γ_5-Yanshanian granites; Z-Sinian

万方数据

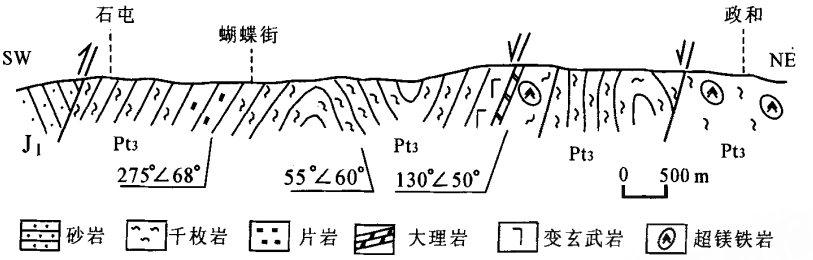


图 3 石屯—政和地质剖面图

J_1—下侏罗统;Pt_3—新元古代

Fig.3 Geological section from Shitun to Zhenghe

J_1–Lower Jurassic; Pt_3–Neoproterozoic

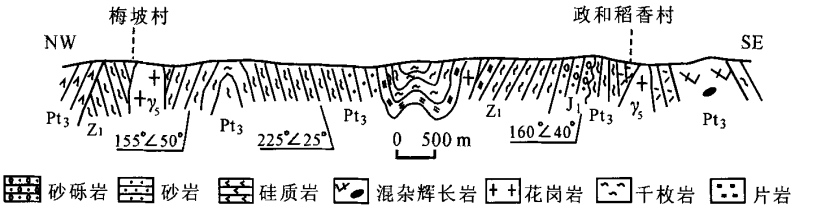


图 4 梅坡村—稻香村地质剖面图

J_1—下侏罗统;Z_1—下震旦统;Pt_3—新元古代

Fig.4 Geological section from Meipocun to Daoxiangcun

J_1–Lower Jurassic; Z_1–Lower Sinian; Pt_3–Neoproterozoic

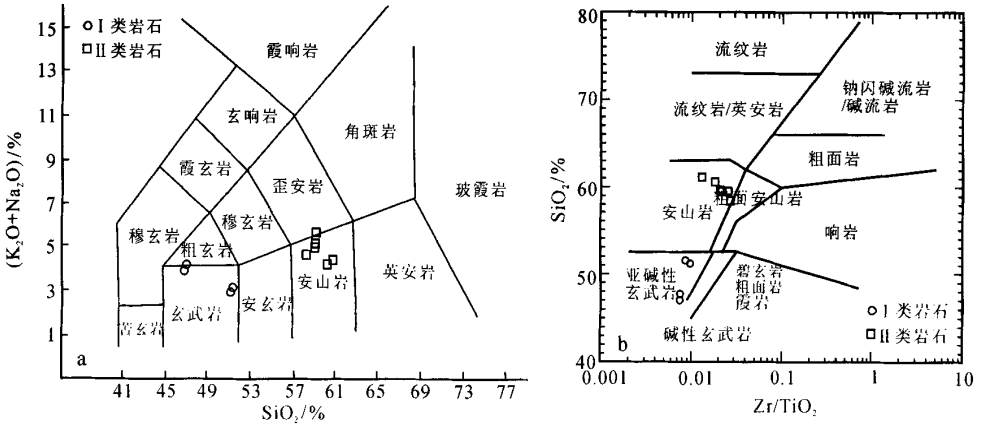


图 5 武夷山蛇绿混杂岩的 TAS(SiO_2–ALK)[24]和 SiO_2–Zr/TiO_2 [24]岩石分类图

Fig.5 TAS (SiO_2–ALK) and SiO_2–Zr/TiO_2 classification diagrams of ophiolitic mélanges of the Wuyi Mountains

0.83%),MgO 为 3.82%~4.53%(平均为 4.11%),FeO/MgO 比值为 1.55~1.81。很明显,Ⅰ类样品属于高 Ti 型,Ⅱ类样品属于低 Ti 型。在 TAS(SiO_2–ALK)岩石分类图(图 5–a)上可以看出Ⅰ类样品全投在玄武岩区,Ⅱ类样品都投在安山岩区;同样的,在 SiO_2–Zr/TiO_2 岩石化学分类图(图 5–b)上,Ⅰ类样品全投在亚碱性玄武岩区,Ⅱ类样品都投在安山岩区。

在 Miyashiro(1974)的 TiO_2–MnO×10–P_2O_5×10 构造判别图解上(图 6),Ⅰ类样品均落入 OIA 区,表明其为洋岛玄武岩;Ⅱ类样品落入 IAT 以及 IAT 与 CAB 的过渡区域。再将样品数据投在 FeO/MgO–TiO_2 判别图解上,Ⅱ类样品都投在 IAT 区域,表明Ⅱ类样品产于岛弧环境。

3.2 稀土元素特征分析

两类岩石的稀土元素球粒陨石标准化配分曲线(图 7)都呈右倾型或轻微右倾型,表现为轻稀土富集的特点。具有 E–MORB 或 OIB 的稀土特征[29]。两类岩石的稀土含量特征略有不同,Ⅰ类岩石∑REE 含量为 148×10^{-6}~163×10^{-6} (平均

万方数据

表 1 主元素(%)、稀土元素和微量元素(μg/g)分析结果

Table 1 Major element (%), REE and trace element (μg/g) analysis

样号	O410	0410-2	O475	0475-2	O407	0407-2	O472	0472-2	O457	0457-2
岩性	安山岩	安山岩	安山岩	安山岩	玄武岩	玄武岩	玄武岩	玄武岩	安山岩	安山岩
采样地点	浙江陈蔡	浙江陈蔡	福建建瓯	福建建瓯	浙江陈蔡	浙江陈蔡	福建建瓯	福建建瓯	福建政和	福建政和
SiO_2	60.54	61.04	59.45	59.44	47.24	47.45	51.52	51.68	58.54	59.36
TiO_2	0.84	0.86	0.93	0.93	2.39	2.26	2.59	2.49	0.69	0.72
Al_2O_3	14.93	14.27	15.47	14.62	13.6	12.89	13.71	13.10	15.93	15.31
Fe_2O_3	0.42	0.44	0.34	0.35	1.41	1.50	1.11	1.19	0.68	0.72
FeO	6.93	7.03	6.91	6.85	10.07	9.67	11.18	10.91	6.83	6.93
MnO	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.16	0.2	0.19	0.12	0.12
MgO	4.24	4.53	3.82	3.99	8.17	8.57	4.45	4.75	3.9	4.19
CaO	2.78	2.91	2.27	2.34	9.42	10.02	7.38	7.93	4.52	4.80
Na_2O	2.96	3.07	1.03	1.14	2.6	2.76	2.59	2.76	3.2	3.49
K_2O	1.46	1.51	4.37	4.69	1.51	1.60	0.59	0.58	1.62	1.68
P_2O_5	0.31	0.29	0.19	0.19	0.67	0.63	0.43	0.43	0.24	0.24
LOI	3.00	3.13	3.87	4.00	1.8	2.12	2.70	2.95	2.49	2.21
SUM	99.91	100.61	100.27	100.15	100.26	100.64	100.26	100.61	99.86	100.85
La	16.25	15.51	41.99	36.62	32.47	28.82	26.47	24.07	28.08	22.76
Ce	35.42	33.84	82.17	75.08	59.50	55.62	58.17	55.09	54.31	48.50
Pr	4.35	4.69	9.47	9.12	7.18	6.81	7.57	7.07	6.65	5.56
Nd	17.84	19.10	36.17	33.43	30.30	28.59	32.62	30.63	25.59	21.45
Sm	3.53	4.22	7.05	7.08	7.20	7.17	7.55	7.69	5.28	4.60
Eu	0.96	1.31	1.56	1.61	2.43	2.33	2.12	1.97	1.18	1.10
Gd	3.18	3.65	6.99	6.67	7.43	6.65	8.15	7.05	5.30	4.53
Tb	0.38	0.52	0.89	1.06	0.91	0.96	1.11	1.24	0.71	0.71
Dy	2.40	3.12	6.23	6.59	5.52	5.76	7.54	8.28	4.81	4.76
Ho	0.49	0.54	1.32	1.28	1.01	0.89	1.68	1.55	1.03	0.87
Er	1.37	1.78	3.86	4.29	2.52	2.70	4.77	5.25	3.00	3.08
Tm	0.19	0.20	0.55	0.57	0.31	0.27	0.67	0.61	0.44	0.38
Yb	1.24	1.37	3.55	3.63	1.85	1.71	4.19	4.08	2.80	2.54
Lu	0.19	0.18	0.55	0.53	0.24	0.21	0.63	0.57	0.43	0.36
Y	12.31	14.80	33.48	35.93	24.56	25.01	41.28	43.74	26.53	25.34
ΣREE	87.8	90.0	202.3	187.6	158.9	148.5	163.2	155.2	139.6	121.2
$(La/Yb)_N$	9.389	8.133	8.49	7.229	12.601	12.100	4.53	4.24	7.20	6.435
δ Eu	0.876	1.022	0.680	0.716	1.014	1.032	0.824	0.819	0.682	0.736
Li	66.37	65.23	79.71	88.25	8.39	8.11	36.22	37.41	36.79	37.26
Be	0.45	0.94	1.02	1.62	1.02	1.56	0.79	1.30	0.62	1.06
Sc	22.61	21.02	21.94	19.92	20.59	19.89	36.02	35.31	25.89	24.15
Ti	42839	47091	4806	5517	12330	15340	13483	15560	3552	4222
V	224.5	213.4	155.5	148.0	214.3	208.8	364.8	352.1	270.5	281.8
Cr	37.2	28.5	113.2	135.5	174.6	220.4	19.7	18.1	73.7	89.2
Co	26.78	27.04	24.73	24.35	49.20	51.13	45.74	46.93	26.54	27.38
Ni	16.64	20.42	56.48	62.57	161.96	195.04	22.96	28.55	58.39	69.55
Ga	15.14	18.18	18.21	23.48	17.42	21.96	17.29	21.55	15.00	19.14
Rb	35.71	35.52	172.44	187.48	31.63	35.16	67.70	76.33	56.50	65.89
Sr	350.5	411.3	97.7	101.5	762.3	921.5	142.0	165.6	183.3	208.9
Zr	152.2	111.8	236.8	203.6	181.0	170.8	246.1	212.9	180.2	159.2
Nb	5.14	5.06	18.81	19.95	54.99	58.68	29.18	30.86	7.99	8.47
Sn	0.97	1.11	3.72	4.23	2.02	2.13	2.27	2.43	2.22	2.58
Cs	0.73	0.73	4.76	5.52	0.54	0.54	20.26	23.97	1.58	1.70
Ba	363.9	424.9	722.1	915.0	468.4	565.6	73.9	78.5	289.8	362.7
Hf	3.19	2.76	5.46	5.91	3.88	3.89	5.42	5.62	4.02	4.04
Ta	0.31	0.37	1.38	1.77	3.20	4.08	1.91	2.38	0.62	0.81
Pb	4.40	8.42	21.58	24.83	4.89	6.78	6.80	9.76	7.67	10.73
Bi	0.02	0.08	0.36	0.40	0.01	0.09	0.03	0.10	0.02	0.12
Th	1.72	1.61	12.15	13.60	4.06	4.37	2.57	2.71	9.76	9.35
U	0.35	0.41	2.07	2.74	0.80	0.95	0.53	0.65	1.68	1.88
Rb/Sr	0.102	0.086	1.765	1.848	0.041	0.038	0.041	0.038	0.477	0.461
Nb/Ce	0.145	0.150	0.229	0.266	0.924	1.055	0.502	0.560	0.147	0.175
Hf/Ta	10.233	7.511	3.953	3.340	1.212	0.955	2.839	2.360	6.503	4.997
Zr/Nb	29.631	22.105	12.589	10.206	3.291	2.911	8.435	6.900	22.562	18.807
Nb/Th	2.983	3.150	1.549	1.466	13.549	13.430	11.368	11.399	0.818	0.905

注:主量元素含量由南京大学现代分析中心张孟群用荧光法 XRF[23]测定,稀土和微量元素含量由南京大学成矿作用国家重点实验室高剑峰完成, 所用仪器为美产德造 Finnigan MAT Element II 型 ICP-MS[24],美国标样,高压罐溶样。

万方数据

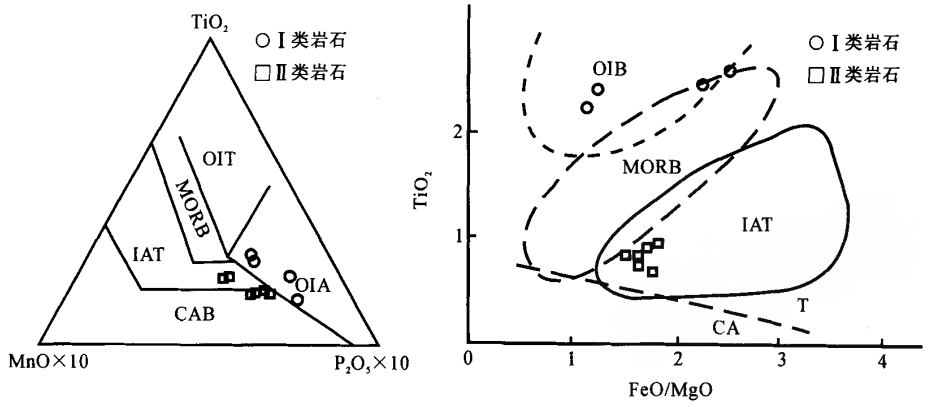


图 6 武夷山蛇绿混杂岩 FeO/MgO−TiO_2(据 Miyashiro[27])及 TiO_2−MnO×10−P_2O_5×10(据 Mullen[28])判别图解
OIT—大洋岛屿拉斑玄武岩;OIA—大洋岛屿碱性玄武岩;MORB—洋中脊玄武岩;IAT—岛弧拉斑玄武岩;
CAB—钙碱性玄武岩;OIB—洋岛玄武岩

Fig.6 FeO/MgO−TiO_2 (after Miyashiro[27]) and TiO_2−MnO×10−P_2O_5×10 (after Mullen[28]) tectonic discrimination diagrams for the Wuyishan ophiolitic mélange
OIT−ocean island tholeiite;OIA−ocean island alkali−basalt;MORB−mid−ocean ridge basalt;IAT−island−arc tholeiite;
CAB−calc−alkali basalt;OIB−ocean island basalt

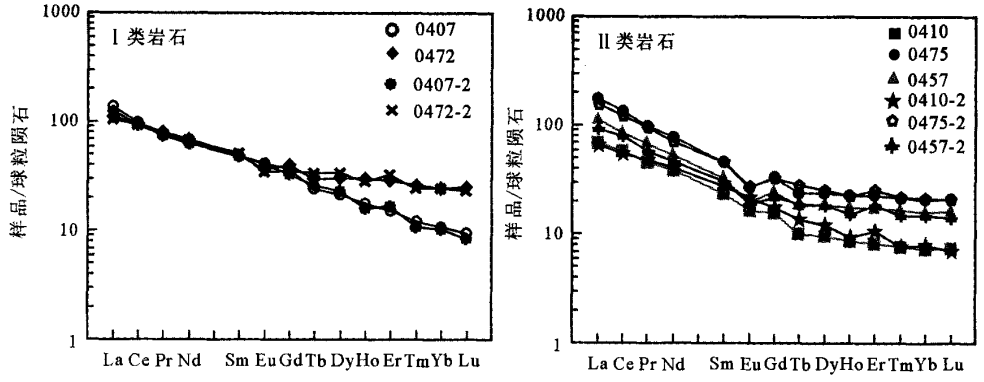


图 7 稀土元素球粒陨石标准化图解(据 Boyton[29])

Fig.7 Chondrite−normalized REE distribution patterns for the Wuyishan ophiolitic mélanges (after Boyton[29])

156×10^{-6}),LREE/HREE 比值为 4.4~7.0 (平均 5.7),$(La)_N/(Yb)_N$=4.2~12.6(平均 8.4),类似于夏威夷 Kilaues 洋岛拉斑玄武岩[30];Ⅱ类 ∑REE=88×10^{-6}~202×10^{-6}(平均 138×10^{-6}),LREE/HREE 比值为 6.0~8.3 (平均 7.0),$(La)_N/(Yb)_N$=6.4~9.4(平均 7.8),与爪哇地区岛弧玄武质安山岩类似[31]。Ⅰ类岩石几乎无 Eu 异常,显示其在岩浆演化过程中斜长石的分离结晶作用不明显。Ⅱ类岩石略显负异常,说明在岩浆的演化过程中发生过斜长石的分离结晶作用。

3.3 微量元素特征

在轻微蚀变及低级变质条件下,大离子亲石元素(LILE)(Cs,K,Rb,Ba,Sr)是活动的,而高场强元素(HFSE)(Sc,Y,Th,Zr,Hf,Ti,Nb,P 等)和 REE 是不活泼的[32]。因此,在讨论岩石地球化学特征及成因时主要用不活泼元素。

在原始地幔标准化蛛网图(图 8)上可以明显看出,Ⅰ类岩石样品相对 Nb、Ta、Ti 富集;部分样品显示的 Rb、Th、K、Sr 异常,可能为岩石后期遭受蚀变的结果。Ⅱ类岩石样品 Nb、Ta、Ti、P、Sr 明显亏损,而 Ba、Rb、Th、K 含量相对较高,说明岩石的形成与洋壳俯冲消减有关,指示有地壳物质的加入,并且很可能是受到上地壳物质的混染作用。另外,Ⅱ类岩石样品在蛛网图(图 8)上存在明显的 Sr 亏损,说明在岩浆演化过程中发生过斜长石的分离结晶作用。

Ⅰ类岩石 Zr/Nb 比值为 2.9~8.4(平均 5.4),相当于 N−

万方数据

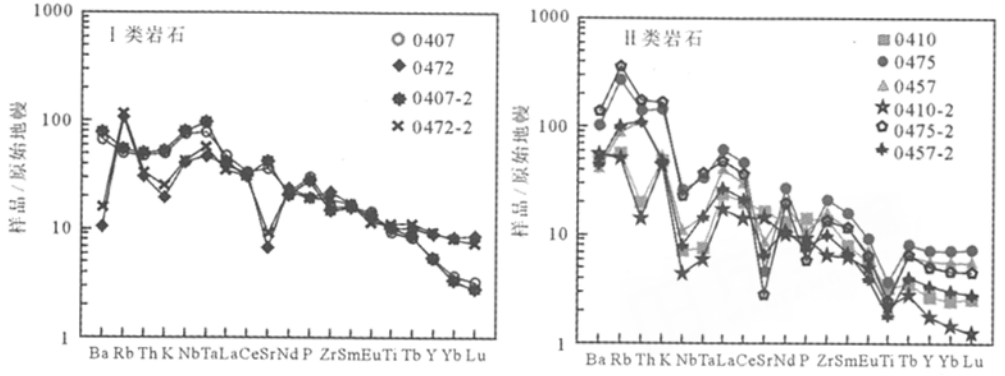


图 8 微量元素标准化比值蛛网图(据 Sun et al. [33])

Fig.8 Trace element diagram (after Sun et al. [33]) of the Wuyishan ophiolitic mélange

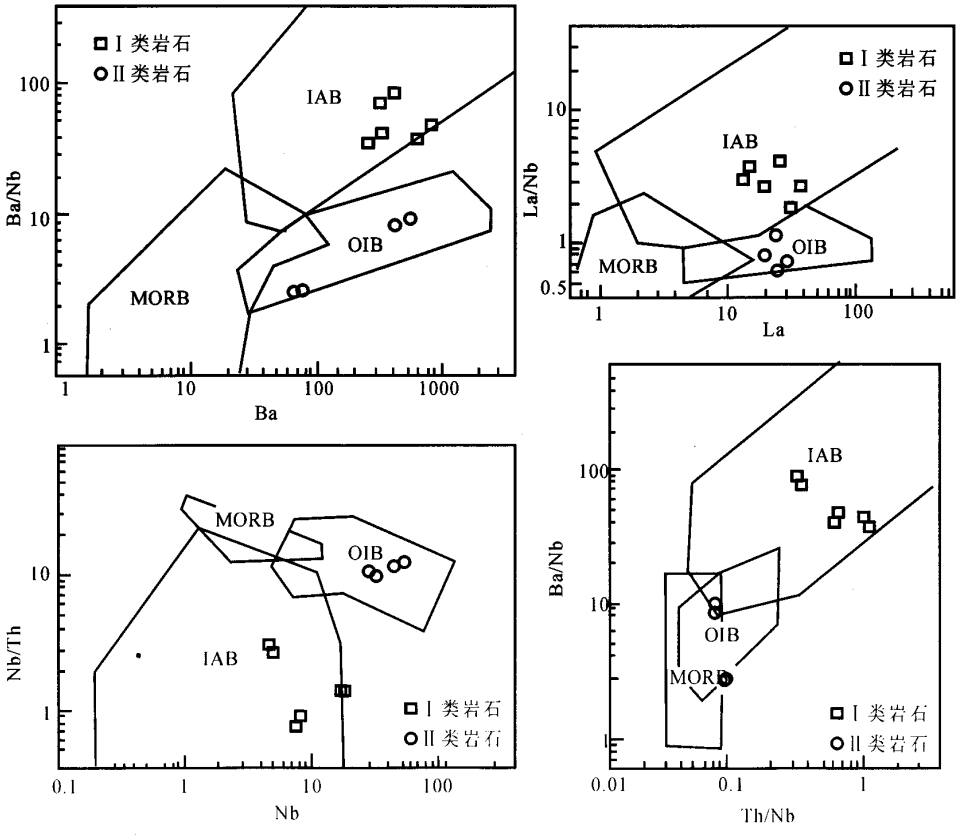


图 9 微量元素构造判别图(据李曙光[34])图例同上

MORB—洋中脊玄武岩;OIB—洋岛玄武岩;IAB—岛弧玄武岩

Fig.9 Trace element tectonic discrimination diagrams[38] for the Wuyishan ophiolitic mélange

MORB-mid-ocean ridge basalt;OIB-ocean island basalt; IAB-island-arc basalt

MORB 范围; Ⅱ类岩石 Zr/Nb 比值为 10.2~29.6 (平均 19.3), 相当于 E-MORB 范围 [33]。Ⅰ类岩石 Hf/Ta 比值为 1.0~2.8(平均 1.8),反映其具有洋岛玄武岩特征,而非大陆玄武岩[34]。另外,Ⅰ类岩石 Nb/Th 比值为 11.4~13.5(平均12.4);

万方数据

Ⅱ类岩石的 Nb/Th 比值为 0.8~3.2(平均 1.8)。据 Ryerson 等[35]研究,洋中脊玄武岩的 Nb/Th 比值为 25;洋岛玄武岩的 Nb/Th 比值为 10;岛弧玄武岩的 Nb/Th<5 因此,这二类岩石形成环境分别相当于洋岛玄武岩和岛弧玄武岩。

4　武夷山地区前寒武纪构造演化

将王仁民[36]和 Pearce[37]的标准图谱与本研究区的蛇绿混杂岩微量元素标准化蛛网图进行对比(图 9),可以明显的看出,Ⅰ类岩石图谱类似于洋岛玄武岩,Ⅱ类岩石图谱类似于岛弧环境形成的火山岩。在微量元素构造判别图解上也可以清楚看出,Ⅰ类岩石产出于洋岛环境,Ⅱ类岩石产出于岛弧环境。

武夷山地区新元古代存在一期碰撞构造事件已被前人[39-40]研究证实。但迄今为止,有关蛇绿岩形成时代的年龄不多。水涛等[41]用 K-Ar 法测得陈蔡单斜辉石橄榄岩中单斜辉石的年龄为 892 Ma。劳秋元等[42]从诸暨石角斜长角闪岩中分离出角闪石单矿物,用 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 法测试,获加权年龄为(844.7±9.7) Ma。张福勤等[17]认为浙闽龙泉—松溪蛇绿混杂岩的形成年龄为 8~9 亿年,但缺乏具体年龄数据的支撑。任胜利等[16,43]研究表明,武夷山蛇绿岩形成于晚震旦世到早古生代,笔者最近获得一批该套岩石中玄武岩自形岩浆锆石的 U-Pb SHRIMP 年龄数据为 800~900 Ma,说明该蛇绿岩的形成年代为新元古代(另文发表)。根据上述武夷山蛇绿混杂岩的岩石地球化学分析结果,结合该套岩石的年龄数据资料,笔者初步得出了武夷山地区的大地构造演化历史:

(1)2000~1100 Ma 是华夏地块形成阶段。越来越多的年龄测试数据及地质事实皆证实中国东南部在元古代曾存在一个古老陆块,各种测试方法所得到的年龄主要集中在 2000~1100 Ma[21,44-49]。另外,东南沿海火成岩的 Nd 模式年龄较老(元古代居多),而且在温州东侧的东海灵峰—井曾采获片麻岩岩心全岩 Rb-Sr 年龄 1806 Ma[50],故推测东海大陆架之下存在元古代古陆块。但浙闽粤沿海区的地下深处存在多大和怎样的古陆块,目前尚缺实际资料(地震和钻孔等)。

(2)1100~1000 Ma 古华南洋板块形成(图 10-A)。浙江陈蔡群的原岩建造主要是成层的火山-沉积岩系,这种岩石的形成环境已有学者进行过研究:徐步台等[51]对陈蔡群斜长角闪岩-大理岩-石墨石英片岩组合中的大理岩作碳氧稳定同位素测定,结果反映海相碳酸盐特征,推测其沉积环境为浅海-滨

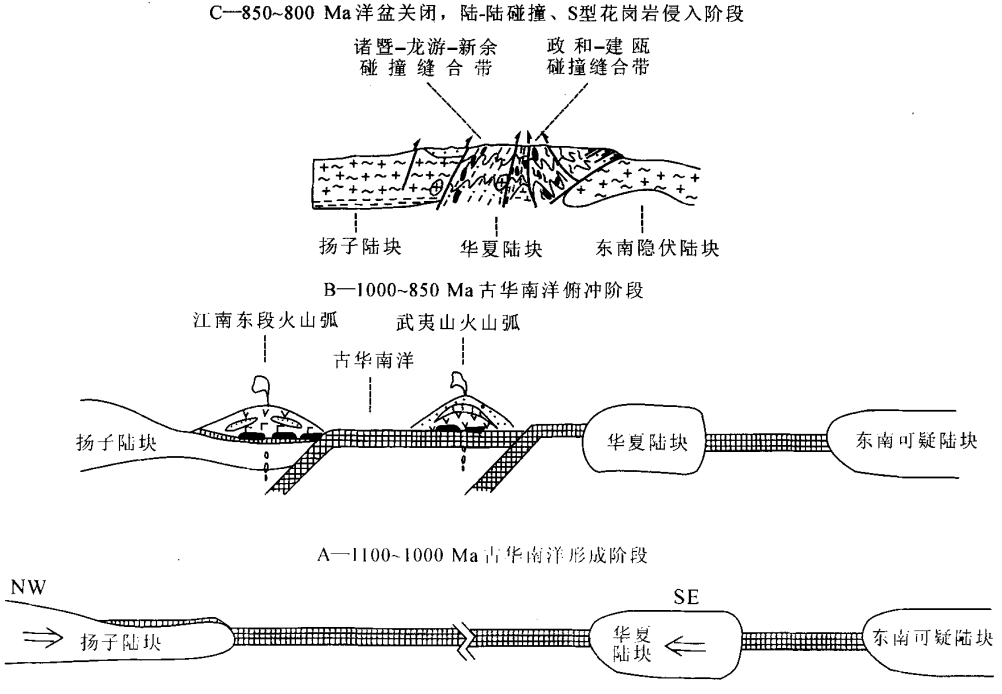


图 10　武夷山地区前寒武纪构造演化示意图

A—1100~1000 Ma,古华南洋形成阶段;B—1000~900 Ma,古华南洋俯冲阶段;

C—900~850 Ma,洋盆关闭,陆-陆碰撞、S 型花岗岩侵入阶段

Fig.10　Schematic diagram of the Precambrian tectonic evolution of the Wuyishan area.

A-1100~1000 Ma: formation stage of the ancient South China Ocean;

B-1000~900 Ma: subduction stage of the ancient South China Ocean;

C-900~850 Ma: stage of ocean basin closing and continent-continent collision and S-type granite intrusion

万方数据

海;孔祥生等[52]又对该大理岩进行全岩化学分析,认为其形成于深水环境。彭松柏等[53]通过对云开地区蛇绿岩中变基性岩做Sm-Nd、Rb-Sr全岩同位素分析,得到(824±77)Ma的等时线年龄,证明华南存在新元古代洋盆。另外,云开地区出露的大量硅质岩也显示了深水环境。由此可见,在中元古代晚期至新元古代早期,在扬子地块与华夏地块间存在一个洋盆。

(3)1000~850 Ma为洋壳的俯冲消减、陆-陆碰撞阶段(图10-B,10-C)。中新元古代时期,在扬子陆块东南缘,沉积了巨厚的火山沉积岩系。900~800 Ma期间,随着华夏地块与扬子陆块间的华南洋的俯冲消减,在扬子一侧产生大陆边缘的火山岛弧,如双溪坞大陆岛弧[54]、皖浙赣火山弧[11],而在华夏地块一侧则产生了大洋岛弧,如陈蔡大洋岛弧[54]、马面山大洋岛弧[19]。继之洋壳关闭,在860~900 Ma[11]时,发生弧-弧碰撞→陆-陆碰撞作用,形成陈蔡和政和蛇绿混杂岩。稍后,有S型花岗岩形成,年龄在810~830Ma,如唐峰红等[55]对赣皖交界处石耳山花岗岩体进行单颗粒锆石U-Pb法定年,得到(825±3)Ma的锆石结晶年龄,吴荣新等[56]得到该岩体中锆石的U-Pb SHRIMP年龄为(825±15) Ma。另外,皖南许村堇青石花岗闪岩体锆石SHRIMP U-Pb法年龄为(823±8) Ma[53],江西九岭北缘堇青石花岗闪长岩体SHRIMP U-Pb法年龄为(819±9)Ma[57]。

5 结 论

根据常量元素、微量元素及稀土元素地球化学特征,武夷山地区的蛇绿混杂岩中的上部单元可明显分为两种岩石类型产出背景,Ⅰ种为洋岛型拉斑玄武岩类,其相对富集Nb、Ta、Ti,Zr/Nb比值为5.4,Nb/Th比值为12.4;稀土配分曲线上几乎无Eu异常;Ⅱ种为岛弧钙碱性火山岩类,其Nb、Ta、Ti、P、Sr明显亏损,而Ba、Rb、Th、K含量相对较高,Zr/Nb比值为19.3,Nb/Th比值为1.8,且在稀土配分曲线上Eu出现负异常。

在同一个蛇绿混杂岩带内同时出现发育在洋壳之上的洋岛型拉斑玄武岩类和代表大陆边缘环境的岛弧火山岩类,均说明:1)在扬子地块和华夏地块碰撞之前,本区存在一个古大洋和大洋俯冲产生的活动大陆边缘;2) 存在大洋关闭、扬子和华夏地块的碰撞,正是这一碰撞,使两个相距较远的不同单元聚合混杂,最终形成蛇绿混杂岩。沿着绍兴—江山—萍乡和上虞—政和—大埔两条断裂带分布的蛇绿岩团块群纪录了这一弧-弧碰撞→陆-陆碰撞的历史。

本文在写作和修改过程中得到周新民教授悉心的指导,于津海教授也给予本研究大力的帮助,在此表示感谢!

参考文献(References):

[1] Coleman R G. Ophiolites. Ancient Oceanic Lithosphere [M]. Berlin: Springers-Verlag, 1977:78-123.

[2] Pearce J A, Lippard S J, Roberts S. Characteristics and tectonic significance of super-subduction zone ophiolites [C]//Kokelar B P, Howells M F, (eds.). Marginal Basin Geology. Geological Society Special Publication 16, 1984:77-79.

[3] Stern R J, Bloomer S H, Lin P H, et al . Submarine arc volcanism in the southern Mariana arc as an ophiolite analogue[J]. Tectonophysics, 1989, 168:151-170.

[4] Bloomer S H, Stern R J, Smoot N C. Physical volcanology of the submarine Mariana and volcano arcs [J]. Bulletin of Volcanology 51, 1989:210-224.

[5] 沙绍礼, 尹光候, 敖德恩, 等. 滇西北点苍山蛇绿混杂岩德发现及意义[J]. 中国地质, 2002, 29(1):44-47.
Sha Shaoli, Yin Guanghou, Ao De'en, et al. Discovery and significance of ophiolite mélanges at Diancang Mountain in northwestern Yunnan[J]. Geology in China, 2002, 29(1):44-47(in Chinese with English abstract).

[6] 杨经绥, 王希斌, 史仁灯, 等. 青藏高原北部东昆仑南缘德尔尼蛇绿岩:一个被肢解了的古特提斯洋壳[J]. 中国地质, 2004, 31(3):225-239.
Yang Jingsui, Wang Xibin, Shi Rendeng, et al. The Dur' ngoi ophiolite in East Kunlun, northern Qinghai -Tibet Plateau:a fragment of paleo-Tethyan oceanic crust [J]. Geology in China, 2004, 31(3):225-239(in Chinese with English abstract).

[7] 邱瑞照, 周肃, 邓晋福, 等. 西藏班公湖-怒江西段舍马拉沟蛇绿岩中辉长岩年龄测定——兼论班公湖-怒江蛇绿岩带形成时代[J]. 中国地质, 2004, 31(3):262-268.
Qiu Ruizhao, Zhou Su, Deng Jinfu, et al. Dating of gabbro in the Shemalagou ophiolite in the western segment of the Bangong Co-Nujiang ophiolite belt, Tibet-with a discussion of the age of the Bangong Co-Nujiang ophiolite belt[J]. Geology in China, 2004, 31(3): 262-268(in Chinese with English abstract).

[8] 周新民, 朱云鹤. 江绍断裂带岩浆混合作用及其两侧的前寒武纪地质[J]. 中国科学(B辑), 1992, 22(3):298-303.
Zhou Xinmin, Zhu Yunhe. Jiangshao fracture belt, E-China: magma mingling and related Precambrian geology [J]. Science in China(Ser. B), 1992, 35(5):601-611.

[9] Shu L S, Charvet J. Kinematics and geochronology of the Proterozoic Dongxiang-Shexian ductile shear zone:With HP metamorphisim and ophiolitic mélange (Jiangnan Region, South China) [J]. Tectonophysics, 1996, 267:291-302.

[10] 舒良树, 卢华复, 贾东, 等. 华南武夷山早古生代构造事件的$^{40}Ar/^{39}Ar$同位素年代研究[J]. 南京大学学报(自然科学), 1999, 35(6):668-674.
Shu Liangshu, Lu Huafu, Jia Dong, et al. Study of the $^{40}Ar/^{39}Ar$ isotopic age for the Early Paleozoic tectonothermal event in the Wuyishan region, South China [J]. Geological Journal of Nanjing University, 1999, 35(6):668-674(in Chinese with English abstract).

[11] 舒良树, 施央申, 郭令智, 等. 江南中段板块-地体构造与碰撞造山运动学[M]. 南京:南京大学出版社, 1995:1-174.
Shu Liangshu, Shi Yangshen, Guo Lingzhi, et al. The Late Proterozoic Plate Tectonics and Collisional Kinematics in the Middle Part of the Jiangnan Belt [M]. Nanjing:Nanjing University

万方数据

Press, 1995：1-174(in Chinese with English abstract).

[12] 郭令智, 施央申, 马瑞士. 华南大地构造格架和地壳演化[C]//国际交流地质学术论文集(1), 北京：地质出版社, 1980：109-116.
Guo Lingzhi, Shi Yangshen, Ma Ruishi. The geotectonic framework and crustal evolution of South China[C]//International Communication Memoir of Geology (1). Beijing：Geological Publishing House, 1980：109-116(in Chinese with English abstract).

[13] 汪新, 杨树锋, 施建宁, 等. 浙江龙泉碰撞混杂岩的发现及其对华南碰撞造山带研究的意义[J]. 南京大学学报(自然科学),1988, 24(3)：367-378.
Wang Xin, Yang Shufeng, Shi Jianning, et al. Discovery of collision recamb in Longquan, Zhejiang province and its significance for studying collision orogenic belt in Southeastern China[J]. Journal of Nanjing University (Natrual Science Edition), 1988, 24(3)：367-378(in Chinese with English abstract).

[14] 聂淦波, 王勇. 福建前寒武纪蛇绿岩物质成分的研究[J].福建地质. 1992,11(1)：48-59.
Nie Ganbo, Wang Yong. Geological features of Precambrian ophiolite in Fujian Province [J]. Geology of Fujian, 1992, 11(1)：48-59(in Chinese with English abstract).

[15] 陈迪云, 聂淦波, 王勇. 龙泉-南平一带蛇绿岩的地球化学特征[J]. 地质地球化学, 1993, 3(1)：69-73.
Chen Diyun, Nie Ganbo, Wang Yong. The geochemistry of the ophiolite in Longquan-Nanping, Fujian Province [J]. Geology and Geochemistry, 1993, 3(1)：69-73(in Chinese with English abstract).

[16] 任胜利, 李继亮, 周新华, 等. 闽北政和洋后变质超镁铁岩的岩石地球化学及矿物化学研究[J]. 地球化学, 1997, 26(4)：13-23.
Ren Shengli, Li Jiliang, Zhou Xinhua, et al. Petrochemistry and mineral chemistry studies on metamorphic ultramafic rocks in Yanghou area, Zhenghe County, Fujian Province [J]. China Geochemistry, 1997, 26(4)：13-23(in Chinese with English abstract).

[17] 张福勤, 谢鸿森, 许祖鸣. 华南前寒武纪镁铁-超镁铁杂岩的岩石大地构造格架[C]//李继亮主编. 东南大陆岩石圈结构与地质演化. 北京：冶金工业出版社, 1993：162-172.
Zhang Fuqing, Xie Hongsen, Xu Zuming. Litho geotectonic framework of recambrian mafic-ultramafic rocks in South Chian [C]//Li Jiliang (ed.). Lithospheric Structure and Geological Evolution in Southeast Continent of China. Beijing：Metallurgical Industry Press, 1993：162-172 (in Chinese with English abstract).

[18] 舒良树. 华南前泥盆纪构造演化：从华夏地块到加里东期造山带[J]. 高校地质学报, 2006, 12(4)：418-431.
Shu Liangshu. Pre-Devonian Tectonic evolution of South China：from Cathaysian Block to Caledonian folded orogenic belt [J]. Geological Journal of China University, 2006, 12 (4)：418-431(in Chinese with English abstract).

[19] Li Wuxian, Xianhua, Zhengxiang. Neoproterozoic bimodal magmatism in the Cathaysia Block of South China and its tectonic significance [J]. Precambrian Research, 2005, 136：51-66.

[20] 刘邦秀, 李永明. 江西省"九五"期间1:5万区调工作主要进展[J]. 江西地质, 2001(3)：225-229.
Liu Bangxiu, Li Yongming. Chief progress in 1:50 000 regional geological survey during the 9th five-year-plan in Jiangxi [J]. Jiangxi Geology, 2001(3)：225-229(in Chinese with English abstract).

[21] 邓平, 舒良树, 肖旦红. 中国东南部晚中生代火成岩的基底探讨[J]. 高校地质学报, 2002, 8(2)：169-179.
Deng Ping, Shu Liangshu, Xiao Danhong. A study on the tectonic basement of Late Mesozoic igneous rocks in southeastern China[J]. Geological Journal of China University, 2002, 8 (2)：169-179(in Chinese with English abstract).

[22] 舒良树, 卢华复, Charvet J, 等. 武夷山北缘断裂带运动学研究[J]. 高校地质学报,1997, 3(3)：282-292.
Shu Liangshu, Lu Huafu, Charve J, et al. Kinematic study of the northern marginal fault zone of Wuyishan, South China [J]. Geological Journal of China Universities, 1997, 3 (3)：282-292(in Chinese with English abstract).

[23] Tertian R, Claisse F. Principles of Quantitative X-Ray Fluorescence Analysis[M]. Heyden & Son Ltd, London, 1982.

[24] Falkner K K, Klinkhammer G P, Ungerer C A, et al. Inductively coupled plasma mass spectrometry[J]. Ann R Earth Planet Sci,1995, 23：409-449.

[25] Irvine T N, Baragar V R. A guide to the chemical classification of the volcanic rocks [J]. Can. J. Earth. Sci., 1971, 8：523-48.

[26] Winchester J A, Floyd P A. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements[J]. Chem, Geol., 1977, 20：325-343.

[27] Miyashiro A. Volcanic rock series in island arcs and active continental margins [J]. Amer.J.Sci.,1974, 274：321-355.

[28] Mullen E O. $MnO/TiO_2/P_2O_5$：A minor-element discriminent for basaltic rocks of Oceanic environment and its implications for petrogenesis[J]. Earth Planet. Sci. Lett., 1983, 62：53-62.

[29] Boynton W V. Cosmochemistry of the rare earth elements：meteorite studies [C]//Henderson P (ed.). Rare Earth Element Geochemistry, Developments in Geochemistry Ⅱ. Amsterdam, Elsevier, 1984：63-114.

[30] Wilson M M. Igneous Petrogenesis：A Global Tectonic Approach [M]. London：Unwin Hyman, 1989. 1-466.

[31] Gill J B. Orogenic Andesites and Plate Tectonics [M]. Springer-Verlag, Berlin, 1981：1-390.

[32] Rollinson H R. Using Geochemical Data：Evaluation, Presentation, Interpretation [M]. Longman, New York：Wiley, 1993：215-315.

[33] Sun S S, McDonough W F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts：implications for mantle composition and processes [C]//From Saunders A D, Norry M J (eds.). Magmatism in the Ocean Basins. Geological Society Special Publication, 1989, 42：313-345.

[34] Wood D A, Joron J L, Treuile M. A re-appraisal of the use of trace elements to classify and discriminate between magma series erupted in different tectonic settings [J]. Earth Planet. Sci. Lett, 1979, 45：326-336.

万方数据

[35] Ryerson F J, Watson E B. Rutile saturation in magmas: implications for Ti-Nb-Ta depletion in island-arc basalts[J]. Earth planet. Sci.Lett., 1987. 86:225-239.

[36] 王仁民, 贺高品, 陈珍珍, 等. 变质岩原岩图解判别法[M]. 北京: 地质出版社, 1987:1-199.
Wang Renmin, He Gaopin, Chen Zhenzhen, et al. The Distinguishing Diagrams for Protolith of Metamorphic Rocks [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1987:1-199(in Chinese with English abstract).

[37] Pearce J A, Baker P E, Harvey P K, et al. Geochemical evidence for subduction fluxes, mantle melting and fractional crystallization beneath the south Sandwich island arc [J]. J Petrol, 1995, 36(4): 1073-1109.

[38] 李曙光. 蛇绿岩生成构造环境的 Ba-Th-Nb-La 判别图[J]. 岩石学报, 1993, 9(2):146-157.
Li Shuguang. Tectonic setting of ophiolite discriminated by diagram of Ba-Th-Nb-La[J]. Acta Peterologica sinica, 1993, 9(2): 146-156(in Chinese with English abstract).

[39] 周新华, 胡世玲, 任胜利, 等. 东南陆壳超多阶段构造演化同位素年代学制约[C]//李继亮主编. 东南大陆岩石圈结构与地质演化.北京:冶金工业出版社, 1993:69-77.
Zhou Xinhua, Hu Shiling, Ren Shengli, et al. Chronology confinement to super-phases tectonic evolution of the continent crust in Southeast China[C]//Li Jiliang (ed.). Lithospheric Structure and Geological Evolution in Southeast Continent of China. Beijing: Metallurgical Industry Press, 1993:69-77 (in Chinese with English abstract).

[40] 周新民, 朱云鹤. 中国东南部晚元古代碰撞造山带与地缝合带的岩石学证据[C]//李继亮主编. 东南大陆岩石圈结构与地质演化.北京:冶金工业出版社, 1993:87-97.
Zhou Xinming and Zhu Yunhe. The lithospheric proof for collision orogenic belt and suture zone in Late Paleozoic era in southeast continent of China [C]//Li JIliang (ed.). Lithospheric Structure and Geological Evolution in Southeast Continent of China. Beijing: Metallurgical Industry Press, 1993:87 -97 (in Chinese with English abstract).

[41] 水涛, 徐步台, 梁如华, 等. 中国浙闽变质基底地质[M]. 北京:科学出版社, 1988:1-25.
Shui Tao, Xu Butai, Liang Ruhua, et al. Geology of Metamorphic Basement in Zhejiang and Fujian Provinces, Southeastern China [M]. Beijing: Science Press, 1988:1-25 (in Chinese with English abstract).

[42] 劳秋元, 胡世玲. 利用 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 定年资料解释江绍断裂带的早期演化[C]//第四届全国同位素地质年代学(地球化学)学术讨论会论文(摘要)汇编,1989.
Lao qiuyuan, Hu Shiling. An interpretation of early evolution of Jiangshan-Shaoxin Fault Zone using $^{40}Ar/^{39}Ar$ geochronology[C]// Proceeding of the Fourth National Academic Conference on Isotopic Geochronology (Geochemistry). 1989(in Chinese).

[43] 任胜利. 闽北建瓯大康闪长质杂岩的年代学及岩石地球化学研究[J]. 矿物岩石, 1997, 17(2):78-83
Ren Shengli. Studying on geochronology and lithogeochemistry of Dakang diorite complex in Jianou, northern Fujian, China [J]. J. Mineral. Petrol, 1997, 17(2):78-83(in Chinese with English abstract).

[44] 水涛. 中国东南大陆基底构造格局[J]. 中国科学(B), 1987,1 7(4): 414-422.
Shui Tao. Tectonic framework of continent basement in southeastern China [J]. Science in China (Series B), 1987, 17(4): 414-422(in Chinese).

[45] 胡雄健, 许金坤, 童朝旭, 等. 浙西南前寒武纪地质[M]. 北京:地质出版社, 1991:1-277.
Hu XiongJian, Xu Jinkun, Tong Zhaoxu, et al. Precambrian geology in southwestern Zhejiang Province[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1991:1-277(in Chinese with English abstract).

[46] 黄春鹏, 张家元, 詹玉亭. 福建尤溪梅仙龙北溪组变质火山岩的 Sm-Nd 同位素年龄研究[J]. 福建地质, 1991, 10(2):150-157.
Huang Chunpeng, Zhang Jiayuan, Zhan Yuting. Sm-Nd Isotopic age of the metavolcanites of Longbeixi Formation in Meixian area of Youxi County, Fujian Province[J]. Geology of Fujian, 1991, 10 (2):150-157 (in Chinese with English abstract).

[47] 甘晓春, 李惠民, 孙大中, 等. 闽北前寒武纪基底的地质年代学研究[J]. 福建地质, 1993, 12(1):17-32.
Gan Xiaochun, Li Huiming, Shun Dazhong, et al. Geochronological study on the Precambrian metamorphic basement in North Fujian [J]. Geology of Fujian. 1993, 12 (1):17-32 (in Chinese with English abstract).

[48] 赵风清, 金文山, 甘晓春, 等. 华夏地块前加里东变质基底的特征以及深部地壳性质[J]. 地球学报, 1995, (3):235-245.
Zhao Fengqing, Jin Wenshan, Gan Xiaochun, et al. Discussion on the characteristics of the deep crust and pre -Caledonian metamorphic basement in the Cathysia Block, Southeast China[J]. Acta Geoscientia Sinica 1995, (3):235 -245 (in Chinese with English abstract).

[49] 沈渭洲, 凌洪飞, 李武显, 等. 中国东南部花岗岩类的 Nd 模式年龄与地壳演化[J]. 中国科学(D 辑), 2000, 30(5):471-478.
Shen Weizhou, Ling Hongfei, Li Wuxian, et al. Nd isotopic model ages of granite rock in southeastern China and crustal evolvement [J]. Science in China. (Series D), 2000, 30(5):471-478(in Chinese with English).

[50] 劳秋元. 东海的构造地层地体[C]//施央申, 等主编. 现代地质学研究文集(下). 南京:南京大学出版社, 1994:81-91.
Lao Qiuyuan. Tectonostratigraphic terrane in the East China Sea [C]//Shi Yangshen, et al (eds.). Sysposium of the Researches on Modern Geology(II), Nanjing: Nanjing University Press, 1994:81-91(in Chinese).

[51] 徐步台. 浙江陈蔡群变质岩系的氢、氧、碳及锶稳定同位素研究[J]. 地球化学, 1988, 17(2):174-182.
Xu Butai. Studies of H,O,C and Sr isotopes in metamorphic rocks of the Chencai Group, Zhejiang Province[J]. Geochimica, 1988, 17 (2): 174-182(in Chinese with English abstract).

万方数据

[52] 孔祥生, 包超民, 顾明光. 浙江诸暨地区陈蔡群主要地质特征及其构造演化探讨[J]. 浙江地质, 1994, 10(1):15-29.
Kong Xiangsheng, Bao Chaomin, Gu Mingguang. Discussin for main geological features and tectonic evolution of Chencai Group in Zhuji District, Zhejiang Province[J]. Geology of Zhejiang, 1994, 10(1):15-29 (in Chinese with English abstract).

[53] 彭松柏, 金振民, 付建明, 等. 云开地区新元古代蛇绿岩的地球化学证据及其构造意义[J]. 地质学报, 2006, 80(6):814-825.
Peng Songbai, Jin Zhenmin, Fu Jianming, et al. The geochemical evidences and tectonic significance of Neoproterozoic ophiolite in Yunkai Area, western Guangdong Province, China [J]. Acta Geologica Sinica. 2006, 80(6):814-825.

[54] 孔祥生, 李志飞, 冯长根, 等. 浙江省陈蔡地区前寒武纪地质[M]. 北京:地质出版社, 1995:1-136.
Kong Xiangsheng, Li Zhifei, Feng Changgen, et al. The Precambrian Geology of Chencai Region in Zhejiang Province[M]. Beijing:Geological Publishing House, 1995:1-136 (in Chinese with English abstract).

[55] 唐红峰, 张光辉, 周新民, 等. 一个造山后花岗岩基:石耳山花岗岩的形成时代和成因[J]. 南京大学学报(自然科学), 1997, 33(4):587-595.
Tang Hongfeng, Zhang Guanghui, Zhou Xinmin, et al. A post-orogenic granite batholith: the age and genesis of Shiershan granite [J]. J. Nanjing Univ. (Natural Sci.) 1997, 33 (4):587-595 (in Chinese with English abstract)

[56] 吴荣新, 郑永飞, 吴元保. 皖南石耳山新元古代花岗岩锆石 U-Pb 定年以及元素和氧同位素地球化学研究 [J]. 高校地质学报, 2005, 11(3):364-382.
Wu Rongxin, Zheng Yongfei, Wu Yuanbao. Zircon U-Pb age. element and oxygen isotope geochemisty of Neoproterozoic granites at Shiershan in South Anhui Province [J]. Geological Journal of China Universities, 2005, 11 (3):364-382 (in Chinese with English abstract).

[57] Li Xianhua, Li Zhengxiang, Ge Wenchun, et al. Neoproterozoic granitoids in South China: crustal melting above a mantle plume at ca. 825 Ma [J]. Precambrian Reesearch, 2003, 122:45-83.

Rock geochemical characteristics of the Neoproterozoic Wuyishan ophiolite mélange

WANG Miao, SHU Liang-shu*

(*Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing* 210093, *Jiangsu, China*)

Abstract: According to a rock geochemical study, basalt and andesite in the Neoproterozoic Wuyishan ophiolite mélange in the South China orogenic belt may be divided into two types: one is tholeiite, which is characterized by TiO_2=2.26%-2.59% (average 2.43), LREE being richer than HREE, $(La)_N/(Yb)_N$=6.4-9.4 (average 7.8), relative enrichment in Nb, Ta and Ti and the trace element characteristics being similar to those of OIB; and the other is of calc-alkaline type, which is characterized by TiO_2=0.69%-0.93% (average 0.83%), LREE enrichment, $(La)_N/(Yb)_N$=4.2-12.6 (average 8.4), weak negative Eu anomaly, lower Nb, Ta and Ti contents and enrichment in LILE such as Ba, Rb, Th and K, shows the characteristics of IAB and is the product of subduction. The two types of rock coexist in the ophiolite mélange and record the history of the subduction and closing of a paleo-ocean between the Yangtze block and Cathaysia block and arc-arc collision and amalgamation.

Key words: ophiolite mélange; geochemistry; arc-arc collision; Neoproterozoic; Wuyi Mountains; South China

---

About the first author: WANG Miao, female, born in 1982, mainly engages in structural geology; E-mail: purplewater@126.com.

*The corresponding author E-mail: Lsshu2003@yahoo.com.cn.

万方数据

武夷山新元古代蛇绿混杂岩岩石地球化学特征

万方数据 WANFANG DATA 文献链接

作者： 王淼， 舒良树， WANG Miao， SHU Liang-shu
作者单位： 南京大学地球科学系,江苏,南京,210093
刊名： 中国地质 ISTIC PKU
英文刊名： GEOLOGY IN CHINA
年，卷(期)： 2007，34(4)
被引用次数： 3次

参考文献(58条)

1. Coleman R G Ophiolites Ancient Oceanic Lithosphere 1977

2. Pearce J A. Lippard S J. Roberts S Characteristics and tectonic significance of super-subduction zone ophiolites 1984

3. Stern R J. Bloomer S H. Lin P H Submarine arc volcanism in the southern Mariana arc as an ophiolite analogue 1989

4. Bloomer S H. Stern R J. Smoot N C Physical volcanology of the submarine Mariana and volcano arcs 1989

5. 沙绍礼. 尹光候. 敖德恩 滇西北点苍山蛇绿混杂岩德发现及意义[期刊论文]-中国地质 2002(01)

6. 杨经绥. 王希斌. 史仁灯 青藏高原北部东昆仑南缘德尔尼蛇绿岩:一个被肢解了的古特提斯洋壳[期刊论文]-中国地质 2004(03)

7. 邱瑞照. 周肃. 邓晋福 西藏班公湖-怒江西段舍马拉沟蛇绿岩中辉长岩年龄测定--兼论班公湖-怒江蛇绿岩带形成时代[期刊论文]-中国地质 2004(03)

8. 周新民. 朱云鹤 江绍断裂带岩浆混合作用及其两侧的前寒武纪地质 1992(03)

9. Shu L S. Charvet J Kinematics and geochronology of the Proterozoic Dongxiang-Shexian ductile shear zone:With HP metamorphisim and ophiolitic mélange (Jiangnan Region,South China) 1996

10. 舒良树. 卢华复. 贾东 华南武夷山早古生代构造事件的40Ar/39Ar同位素年代研究 1999(06)

11. 舒良树. 施央申. 郭令智 江南中段板块-地体构造与碰撞造山运动学 1995

12. 郭令智. 施央申. 马瑞士 华南大地构造格架和地壳演化 1980

13. 汪新. 杨树锋. 施建宁 浙江龙泉碰撞混杂岩的发现及其对华南碰撞造山带研究的意义 1988(03)

14. 聂淦波. 王勇 福建前寒武纪蛇绿岩物质成分的研究 1992(01)

15. 陈迪云. 聂淦波. 王勇 龙泉-南平一带蛇绿岩的地球化学特征[期刊论文]-地质地球化学 1993(01)

16. 任胜利. 李继亮. 周新华 闽北政和洋后变质超镁铁岩的岩石地球化学及矿物化学研究[期刊论文]-地球化学 1997(04)

17. 张福勤. 谢鸿森. 许祖鸣 华南前寒武纪镁铁-超镁铁杂岩的岩石大地构造格架 1993

18. 舒良树 华南前泥盆纪构造演化:从华夏地块到加里东期造山带[期刊论文]-高校地质学报 2006(04)

19. Li Wuxian. Xianhua. Zhengxiang Neoproterozoic bimodal magmatism in the Cathaysia Block of South China and its tectonic significance 2005

20. 刘邦秀. 李永明 江西省"九五"期间1:5万区调工作主要进展[期刊论文]-江西地质 2001(03)

21. 邓平. 舒良树. 肖旦红 中国东南部晚中生代火成岩的基底探讨[期刊论文]-高校地质学报 2002(02)

22. 舒良树. 卢华复. Charvet J 武夷山北缘断裂带运动学研究 1997(03)

23. Tertian R. Claisse F Principles of Quantitative X-Ray Fluorescence Analysis 1982

24. Falkner K K. Klinkhammer G P. Ungerer C A Inductively coupled plasma mass spectrometry 1995

25. Irvine T N. Baragar V R A guide to the chemical classification of the volcanic rocks 1971

26. Winchester J A. Floyd P A Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements 1977

27. Miyashiro A Volcanic rock series in island arcs and active continental margins 1974

28. Mullen E O MnO/TiO2/P2O5:A minor-element discriminent for basaltic rocks of Oceanic environment and its implications for petrogenesis 1983

29. Boynton W V Cosmochemistry of the rare earth elements:meteorite studies 1984

30. Wilson M M Igneous Petrogenesis:A Global Tectonic Approach 1989

31. Gill J B Orogenic Andesites and Plate Tectonics 1981

32. Rollinson H R Using Geochemical Data:Evaluation,Presentation,Interpretation 1993

33. Sun S S. McDonough W F Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts:implications for mantle composition and processes 1989

34. Wood D A. Joron J L. Treuile M A re-appraisal of the use of trace elements to classify and discriminate between magma series erupted in different tectonic settings 1979

35. Ryerson F J. Watson E B Rutile saturation in magmas:implications for Ti-Nb-Ta depletion in island-arc basalts 1987

36. 王仁民. 贺高品. 陈珍珍 变质岩原岩图解判别法 1987

37. Pearce J A. Baker P E. Harvey P K Geochemical evidence for subduction fluxes,mantle melting and fractional crystallization beneath the south Sandwich island arc 1995(04)

38. 李曙光 蛇绿岩生成构造环境的Ba-Th-Nb-La判别图[期刊论文]-岩石学报 1993(02)

39. 周新华. 胡世玲. 任胜利 东南陆壳超多阶段构造演化同位素年代学制约 1993

40. 周新民. 朱云鹤 中国东南部晚元古代碰撞造山带与地缝合带的岩石学证据 1993

41. 水涛. 徐步台. 梁如华 中国浙闽变质基底地质 1988

42. 劳秋元. 胡世玲 利用40Ar/39Ar定年资料解释江绍断裂带的早期演化 1989

43. 任胜利 闽北建瓯大康闪长质杂岩的年代学及岩石地球化学研究 1997(02)

44. 水涛 中国东南大陆基底构造格局 1987(04)

45. 胡雄健. 许金坤. 童朝旭 浙西南前寒武纪地质 1991

46. 黄春鹏. 张家元. 詹玉亭 福建尤溪梅仙龙北溪组变质火山岩的Sm-Nd同位素年龄研究 1991(02)

47. 甘晓春. 李惠民. 孙大中 闽北前寒武纪基底的地质年代学研究 1993(01)

48. 赵风清. 金文山. 甘晓春 华夏地块前加里东变质基底的特征以及深部地壳性质 1995(03)

49. 沈渭洲. 凌洪飞. 李武显 中国东南部花岗岩类的Nd模式年龄与地壳演化[期刊论文]-中国科学d辑 2000(05)

50. 劳秋元 东海的构造地层地体 1994

51. 徐步台 浙江陈蔡群变质岩系的氢、氧、碳及锶稳定同位素研究[期刊论文]-地球化学 1988(02)

52. 孔祥生. 包超民. 顾明光 浙江诸暨地区陈蔡群主要地质特征及其构造演化探讨 1994(01)

53. 彭松柏. 金振民. 付建明 云开地区新元古代蛇绿岩的地球化学证据及其构造意义[期刊论文]-地质学报 2006(06)

54. 孔祥生. 李志飞. 冯长根 浙江省陈蔡地区前寒武纪地质 1995

55. 唐红峰. 张光辉. 周新民 一个造山后花岗岩基:石耳山花岗岩的形成时代和成因 1997(04)

56. 吴荣新. 郑永飞. 吴元保 皖南石耳山新元古代花岗岩锆石U-Pb定年以及元素和氧同位素地球化学研究[期刊论文]-高校地质学报 2005(03)

57. Li Xianhua. Li Zhengxiang. Ge Wenchun Neoproterozoic granitoids in South China:crustal melting above a mantle plume at ca.825 Ma 2003

58. 江西省地质调查院 1:25万上饶市幅、南昌市幅区域地质调查报告 2002

相似文献(10条)

1. 期刊论文 吴峻. 兰朝利. 李继亮. 俞良军 阿尔金红柳沟蛇绿混杂岩中MORB与OIB组合的地球化学证据 -岩石矿物学杂志2002,21(1)

阿尔金红柳沟地区早古生代蛇绿混杂带中含有地幔橄榄岩、辉长辉绿岩、细碧化玄武岩、硅质岩、复理石等岩石组合.笔者研究证实,该地区蛇绿岩中变基性岩具有过渡型洋中脊玄武岩(T_MORB)的特征,并发现蛇绿岩在混杂带中与洋岛玄武岩(OIB)共生.在球粒陨石标准化的稀土元素配分图上,T_MORB型变基性岩配分型式为平坦型;OIB中TiO2含量高,近3%,富集高场强元素Nb、Ta等,稀土元素配分型式为轻稀土富集型.MORB和OIB组合的出现说明早古生代时,该地区存在过洋盆.这一组合可与北祁连进行对比.

2. 期刊论文 韦振权. 夏斌. 周国庆. 钟立峰. 王冉. 胡敬仁. 陈国结. WEI Zhenquan. XIA Bin. ZHOU Guoqing. ZHONG Lifeng. WANG Ran. HU Jingren. CHEN Guojie 西藏丁青宗白蛇绿混杂岩地球化学特征及其洋中脊叠加洋岛的成因 -地质论评2007,53(2)

宗白蛇绿混杂岩位于班公湖-怒江缝合带东段丁青地区,是丁青蛇绿岩的重要组成部分.为确定该蛇绿混杂岩的构造属性,探讨其成因,对其进行了岩石学和全岩地球化学研究.结果表明,宗白蛇绿混杂岩存在两套成因不同的岩石.混杂岩中的玄武岩和辉长岩具有与洋岛玄武岩(OIB)相似的地球化学特征,其成因可能与来自地幔深部的"热点"作用有关.而混杂岩中的辉绿岩的地球化学特征与MORB相似,形成于洋中脊(洋内弧后盆地扩张中心)环境,并有受"热点"作用影响的印记;具有强烈亏损的地球化学特征的方辉橄榄岩则代表了洋内岛弧的基底残片,是已经亏损的地幔再次熔融产生玄武质岩浆后的残留物.这两套不同成因的岩石在板块汇聚过程中一起构造侵位于班公湖-怒江缝合带中.

3. 学位论文 王淼 武夷山新元古代蛇绿混杂岩的地球化学、变形岩石的运动学特征及其造山带构造演化 2007

NEE-NE延伸的武夷山带由三个岩石构造单元组成:(1)前寒武纪变质基底单元,位于由前寒武角闪石片岩、片麻岩、正片麻岩和混合岩组成的核心地区,年龄集中在10-16亿年;(2)变质基底边界构造带单元主要由变质火山岩石系列(玄武岩-安山岩-层凝灰岩)和蛇绿混杂岩块组成,年代为800-900Ma,主要出露于武夷山南缘和北缘;(3)早古生代岩石构造单元由震旦纪、寒武纪-奥陶纪的变质杂砂岩、变质硅质岩、变质浊积岩组成,时代为680Ma-430Ma,主要分布在沿武夷山西缘南缘的赣中、赣南、闽北地区。缺失志留纪的沉积物。

武夷山地区出露了华南最大面积的前泥盆纪变质变形岩石和多期火成岩,保存了大量复杂的古构造演化记录。在武夷山造山带的南北两缘,沿新余-江山-绍兴断裂带和上虞-政和-大埔断裂带分布着一系列的蛇绿混杂岩块,年龄集中在850Ma左右。岩石地球化学研究表明,该套新元古代蛇绿混杂岩中的玄武岩和安山岩可以分为两种类型:一种为拉斑玄武岩类,TiO2含量为2.26%～2.59%(平均2.43%),轻稀土元素比重稀土元素富集,(La)N/(Yb)N=6.4～9.4.(平均7.8),相对富集Nb、Ta和Ti,微量元素特征类似于洋岛玄武岩;另一种岩石属于钙碱系列,TiO2含量为0.69%～0.93%(平均0.83%),表现为轻稀土元素富集,(La)N/(Yb)N=4.2～12.6(平均8.4),略显Eu负异常,并以低Nb、Ta、Ti等元素为特征,富集Ba、Rb、Th、K等大离子亲石元素,具有岛弧玄武岩的特征,属于俯冲作用的产物。新元古代蛇绿混杂岩中这两类岩石共生,记录了扬子地块和华夏地块之间古大洋消减闭合和弧-弧碰撞拼贴的历史。

新元古代蛇绿混杂岩和变质基底岩石(花岗岩、片岩、片麻岩等)经受了早古生代晚期强烈韧性剪切变形事件的改造;贯穿于整个前泥盆纪岩石中的拉伸线理、剪切面理和不对称韧性变形组构非常发育。在武夷山两侧,由片麻岩、云母片岩中挑选的新生的黑云母、白云母矿物的40Ar/39Ar测年获得的年龄数据主要集中在400-440Ma,指示加里东造山期的变质与变形作用。晚泥盆世粗碎屑沉积岩角度不整合的覆盖在前志留纪变质岩层上。千枚岩化变质、强烈褶皱变形的前泥盆纪岩石被志留纪花岗岩类侵入,花岗岩年年龄386-430Ma。而发生在800-900Ma时间段内的是与新元古代俯冲有关的韧性剪切变形,主要是由于华夏地块对扬子板块的俯冲作用,造成古华南洋闭合。两个地块的碰撞带出现大量的由于SSE向推覆作用而产生的剪切变形及其运动学标志—剪切面理、拉伸线理和各种非同轴不对称矿物变形组构。但由于早古生代的构造叠加和改造,致使碰撞边界带新元古代的韧性变形标志变得不太清晰,武夷山北缘带则大部分被覆盖或改造。

岩石地球化学数据和宏观、微观运动学特征揭示了整个武夷造山带是一个多期构造带,揭示了8-9亿年间板块俯冲碰撞活动,揭示了早古生代末的强烈走滑构造变形活动。而沿着绍兴—江山—萍乡和上虞—政和—大埔两条断裂带分布的蛇绿岩团块群则记录了8-9亿年间弧—弧碰撞→陆—陆碰撞的历史。

4. 期刊论文 董云鹏. 周鼎武. 张国伟. 赵霞. 罗金海. 徐静刚. DONG YunPeng. ZHOU DingWu. ZHANG GuoWei. ZHAO Xia. LUO JinHai. XU JingGang 中天山北缘干沟蛇绿混杂岩带的地质地球化学 -岩石学报2006,22(1)

中天山北缘干沟蛇绿混杂岩带主要由属于弧前火山-沉积岩系的混杂基质及其裹胁的构造岩块组成,后者主要包括蛇绿岩残块、岛弧火山岩残块,以及大理岩、花岗岩等外来构造岩块.并因蛇绿岩及岛弧火山岩的出露而成为古板块缝合带的标志.干沟蛇绿岩岩石组合出露较为齐全,包括变质橄榄岩(蛇纹岩)、辉长岩、辉绿岩、玄武岩等构造岩块,但几乎均呈零散的构造岩块,散布于混杂基质中.变质橄榄岩以相对低SiO2、TiO2、Al2O3和CaO、高MgO为特征,类似于大洋中脊二辉橄榄岩主元素化学组成;ΣREE低,LREE亏损,富集Cr、Ni,与世界典型蛇绿岩的超镁铁单元岩石地球化学特征类似.玄武岩的地球化学研究表明其以中等TiO2、高MgO,不具有Nb、Ta亏损和Th富集为特征;与MORB相比较,高场强元素(HSFE)丰度低且平坦不分异;与原始地幔相比较,具有类似于N-MORB的亏损地幔特征,主、微量元素的地球化学特征显示岩石应形成于洋中脊构造环境.岛弧型火山岩出露于混杂岩带南部,主要为橄榄粗安岩;主元素以高MgO、Al2O3、K2O、Na2O、K2O/Na2O≈1、低TiO2和CaO含量,富含挥发份为特征.同时,富集大离子亲石元素Rb、Ba、Zr、Th、U和LREE等,并以Nb、Ta亏损和Th富集显示其成因与消减作用有关,形成于板块俯冲过程中的活动大陆边缘火山弧环境.干沟区段的混杂岩因存在蛇绿岩和与俯冲作用有关的火山岩而厘定为蛇绿混杂岩带,并指示沿中天山北缘曾存在古洋盆及其俯冲消减作用.

5. 会议论文 张志诚. 郭召杰. 宋彪 阿尔金山北缘蛇绿混杂岩的SHRIMP锆石U-Pb年龄及其地球化学特征 2005

阿尔金地区以巨大的阿尔金走滑断裂而著称于世.近年来,有关该地区古大地构造格局及其演化引起越来越多的重视,已证实阿尔金北缘存在一条蛇绿混杂岩带,但在生成环境和时间上还存在争议.阿尔金山北缘蛇绿混杂岩带呈近东西向分布在新疆的红柳沟-拉配泉一线,向东经安南坝、阿克塞至肃北一带变为北东东向沿阿尔金主断裂展布.阿克赛青崖子附近蛇绿混杂岩组成岩石包括超基性岩、辉长岩等,呈透镜状产出,本文研究阿尔金山北缘蛇绿混杂岩的SHRIMP锆石U-Pb年龄及其地球化学特征。

6. 学位论文 赵霞 北秦岭西段鹦鸽嘴蛇绿混杂岩地球化学特征及其构造意义 2004

野外地质研究表明,鹦鸽嘴蛇绿混杂岩出露于北秦岭商丹带西段的眉县鹦鸽嘴地区,代表了早古生代华北板块与扬子板块俯冲碰撞而成的缝合带残迹,对其进行深入研究,对于探讨秦岭古洋盆发展演化、板块俯冲碰撞的细节过程,尤其是商丹缝合带西延问题具有重要的科学意义.基于此,该文利用构造地

质学与地球化学综合研究,并与东秦岭的二郎坪蛇绿岩和丹凤蛇绿岩地质、地球化学特征进行分析对比研究,进而讨论鹦鸽嘴蛇绿混杂岩的性质、形成环境及其构造意义.1、鹦鸽嘴蛇绿混杂岩主要由两大部分组成:南部的蛇绿岩和北部火山-沉积岩系.南部的蛇绿岩主要包括基性熔岩、辉长岩、蛇纹岩以及蛇纹石化橄榄岩;北部火山-沉积岩系以中-酸性火山岩为主,夹含少量的玄武岩和沉积碎屑岩.2、南部蛇绿岩的玄武岩ΣREE低,LREE强烈亏损,高场强元素不分异,显示MORB的地球化学特点,岩浆源于亏损地幔,成生于扩张中脊环境,其与相关的辉长岩和超基性岩共同构成蛇绿岩套.北部中性火山岩ΣREE较高,LREE轻微富集,轻重稀土分异程度不大,富集LILE,贫HFSE,Nb、Ta亏损,显示岩浆源区存在消减组分的加入,生成于与俯冲作用有关的构造环境.3、鹦鸽嘴蛇绿混杂岩中既有MORB型蛇绿岩,又有与俯冲作用有关的中酸性火山岩以及碎屑岩,显示其形成环境与因板块俯冲消减而导致的扩张环境有关.4、系统收集前人关于黑河、商县、丹凤、商南等地区丹凤火山岩的地球化学分析数据,筛选较高质量数据59套,进行开发利用.通过丹凤火山岩地质、地球化学的综合分析研究,确定丹凤火山岩应形成于与俯冲作用有关的岛弧构造环境.5、在重点收集前人关豫西二郎坪火山岩地球化学分析数据基础上,筛选23套较高质量地球化学分析数据,进行重新分析研究.通过地质、地球化学综合研究确定,二郎坪火山岩形成于受俯冲作用影响而扩张开裂的弧后盆地构造环境6、综合区域对比认为,鹦鸽嘴蛇绿混杂岩与二郎坪蛇绿岩具有相近的产出环境,应形成于弧后盆地构造环境.蛇绿混杂岩中的北部中-酸性火山岩和南部蛇绿岩分别代表了弧后盆地扩张开裂早期和晚期阶段的产物.

7.期刊论文 卜国民.李华启.李文铅.俞亨祥.金辉.BU Guomin.LI Huaqi.LI Wenqian.YU Hengxiang.JIN Hui 新疆塔克札勒蛇绿混杂岩中玄武质熔岩地球化学特征及其成因讨论 -大地构造与成矿学2005,29(2)

塔克札勒蛇绿混杂岩玄武岩的SiO2和MgO高,同时较富集Cr、Ni及Co等过渡族元素,具有玻安岩特征;微量元素以富集LILE(Ba,Rb,Sr等)而亏损HFSE(Nb、Ta、Zr、Hf等)为特征;该玄武岩具LREE平坦或弱亏损、HREE亏损的分配型式;构造环境判别图解指示该玄武岩形成于弧前环境.地球化学特征与其它地质特征表明该蛇绿岩代表了古亚洲洋消亡过程中的洋壳残片.

8.期刊论文 何琦.肖龙.魏启荣.倪平泽.HE Qi.XIAO Long.WEI QiRong.NI PingZe 滇西吉义独蛇绿混杂岩的岩石地球化学特征、成因和构造环境探讨 -岩石学报2009,25(12)

滇西吉义独蛇绿混杂岩位于金沙江缝合带的南端,岩石组合出露较齐全,包括堆晶橄榄岩、堆晶辉石岩、堆晶辉长岩以及玄武岩等,它们呈构造岩片的形式产出并与外来岩块组成蛇绿混杂岩.堆晶橄榄岩和辉石岩具低Al_2O_3,低TiO_2,而高Mg~#值(Mg~#=0.88～0.92),富集Cr和Ni,稀土总量偏低(ΣREE=14.82×10~(-6)～27.75×10~(-6)),倒"U"型的稀土元素分布特征.堆晶辉长岩和玄武岩的Mg~#值较低,分别为0.70～0.79和0.51～0.66,具拉斑系列的演化趋势.玄武岩可以细分为2组:第一组玄武岩以平坦型稀土配分模式,低Mg~#(Mg~#=0.44～0.46),低稀土总量(ΣREE=52.29×10~(-6)～60.26×10~(-6))为特征;第二组玄武岩则为LREE弱富集型的稀土配分模式,其Mg~#较高(Mg~#=0.54～0.68),稀土总量也较高(ΣREE=62.13×10~(-6)～101.87×10~(-6)).在原始地幔标准化的微量元素配分图解中,两组玄武岩均相对富集大离子亲石元素而亏损Nb、Ta和Ti,与岛弧岩浆岩类似,明显不同于N-MORB.岩石的Sr-Nd同位素组成较为均一和稳定,堆晶橄榄岩和辉石岩的(~(87)Sr/~(86)Sr)_i=0.7051～0.7056,ε_(Nd)(t)=2.8～4.1,玄武岩的(~(87)Sr/~(86)Sr)_i=0.7050～0.7056,ε_(Nd)(t)=5.1～5.8,且显示出原始地幔的同位素组成特征,暗示这些岩石为同源岩浆分异演化而成的岩浆产物.岩浆演化的主要方式为分离结晶作用,受地壳混染不明显.岩浆结晶形成岩石的顺序为:堆晶橄榄岩→堆晶辉石岩→堆晶辉长岩→玄武岩2组→玄武岩1组.岩石地球化学特征表明,吉义独蛇绿岩的形成与俯冲作用有关,且形成于金沙江洋内俯冲的消减环境.

9.学位论文 袁健芽 西藏班公湖蛇绿混杂岩带特征及意义 2005

青藏高原发育一系列蛇绿岩及蛇绿混杂岩带,蛇绿岩带是大陆造山带中残存的古大洋岩石圈和上地幔的残片,它记录了洋壳地幔的对流、变形、熔融以及交代过程];蛇绿混杂岩带是不同时代、大小不等、不同构造环境的沉积物及洋岛和上地幔残片等物质,经俯冲消减、碰撞相混杂构成的特殊无序的时空结构组合带,它涵盖了洋盆形成、俯冲消亡、弧—弧或弧—陆碰撞到陆内汇聚的造山作用时空演化的全过程,它是认识原始大洋岩石圈构造体制演化的主要信息源,对古大洋重建和全球古大陆对比格局的复原,具有重要的构造意义。

班公湖—怒江缝合带是一条横贯青藏高原中部的重要构造带,它西起班公湖、向东经改则、东巧、丁青,向南沿怒江延接滇西瑞丽江和缅甸的抹谷带,向西延至印度克什米尔,该带被认为是中生代特提斯洋消亡的遗迹。研究区位于班公湖—怒江缝合带西段,因此,解剖班公湖蛇绿混杂岩带的时空结构,不仅有助于深化对中特提斯洋构造样式和演化的认识,而且对推进中国西部造山带和大陆动力学研究的深入也有重要的意义。

班公湖蛇绿混杂带内蛇绿岩组合通常由两个以上不同的岩石单元(混杂岩片)组成,通过对不同类型的蛇绿混杂岩片按正常蛇绿岩层序重新组合排列,恢复的蛇绿岩层序综合剖面可与典型洋壳剖面岛湾(BayofIsland,Newfondland)、西藏日喀则对比,自下而上层序为:①超镁铁质岩,主要为强蚀纹石化斜辉橄榄岩和纯橄岩;②堆积岩,由层状辉长岩和层状橄榄岩组成;③辉长辉绿岩岩墙群;④镁铁质熔岩:可分为块状熔岩和枕状熔岩;⑤深海一半深海沉积,岩性为放射虫硅质岩、浊积岩、灰岩等。

在恢复蛇绿岩层序剖面的基础上,对班公湖蛇绿混杂带内的蛇绿岩形成及构造侵位时代、形成环境进行了综合分析研究,认为:

(1)班公湖蛇绿岩带内镁铁质熔岩按稀土配分模式可以分为两类:一类为近平坦型—LREE中等富集型,与正常洋中脊拉斑玄武岩分布型式极为相似。另一类为LREE强烈富集型,与洋岛碱性玄武岩分布极为相似。这两类火山岩反映本区蛇绿岩主要形成于洋中脊、洋岛环境,结合地质构造特征与区域横向、纵向对比综合分析,说明中特提斯洋可能为比较成熟的大洋盆地,而不是发育不完全的陆间小洋盆或边缘海盆地。

(2)本次调研在日土柴朱日获枕状细碧质玄武岩全岩K-Ar法102.5±2.9Ma、辉长岩Sm-Nd等时线法155±50Ma,同时在带内紫红色硅质岩中获中晚侏罗世—早白垩世放射虫,并首次在深海一半深海沉积中采获早—中侏罗世孢粉等化石,说明班公湖带蛇绿岩形成时代主要为侏罗纪—早白垩世。

(3)在日土嘎公拉钦娃洋内型剪切带内的含石榴云母石英片岩中获白云母K-Ar法年龄159.5±1.6Ma等同位素年龄值,再依据混杂岩其上为晚侏罗世—早白垩世沙木罗组角度不整合覆盖,局部被晚白垩世竞柱山组不整合覆盖,说明蛇绿岩经历了中晚侏罗世和晚白垩世两次构造侵位。

本文是在西藏喀纳幅、日土县幅、羌多幅1:250000区调图幅工作成果资料基础上编写而成的,虽然基本查明了蛇绿混杂岩的地质学、岩石学及地球化学特征,并分析探讨了蛇绿岩的形成时代及环境。但由于区调工作样品测试分析的局限性、高原自然地理环境恶劣以及作者水平等因素,故还存在蛇绿岩同位素测年、混杂岩位态分析、班公湖带与狮泉河带关系等等问题有待于今后进一步调研完善。

10.期刊论文 吴峻.兰朝利.李继亮.WU Jun.LAN Chaoli.LI Jiliang 东昆仑山木孜塔格蛇绿混杂岩中火山岩的地球化学特征及构造环境 -地质通报2005,24(12)

木孜塔格蛇绿混杂岩沿东西走向的木孜塔格-鲸鱼湖断裂断续出露有变质橄榄岩、堆晶岩、火山岩及其上覆的硅质岩,彼此呈构造接触关系.其中,火山岩由玄武岩、玄武安山岩和安山岩构成.野外观察曾认为火山岩属于蛇绿岩的一部分,但火山岩的微量和稀土元素分析表明,其富集LREE、Cs、Ba、Th、Pb贫Nb,Ba/Nb、Ce/Pb、Cs/Rb、Ba/La和Nb/Ta分别为18.59～102.82、1.42～8.13、0.10～0.49、11.76～51.79和6.22～13.58,TiO2含量1.64%～2.09%.这些特征表明该火山岩为形成于较成熟岛弧环境的火山岩而非蛇绿岩成员,也指示木孜塔格地区曾经历了与今西太平洋边缘近似的演化过程,可能形成了较成熟的沟-弧-盆体系.

引证文献(3条)

1.郝义.李三忠.金宠.戴黎明.刘博.刘丽萍.刘鑫 湘赣桂地区加里东期构造变形特征及成因分析[期刊论文]-大地构造与成矿学 2010(2)

2.高林志.杨明桂.丁孝忠.刘燕学.刘训.凌联海.张传恒 华南双桥山群和河上镇群凝灰岩中的锆石SHRIMP U-Pb年龄——对江南新元古代造山带演化的制约[期刊论文]-地质通报 2008(10)

3.舒良树.于津海.贾东.王博.沈渭洲.张岳桥 华南东段早古生代造山带研究[期刊论文]-地质通报 2008(10)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zgdizhi200704004.aspx
授权使用：长江水利委员会(cjslwyh)，授权号：b66ca4a7-16ec-44ad-b93d-9e82015c46f4
下载时间：2011年2月6日