

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

# 浙赣皖交界区新元古代火山-沉积岩系的比较

—有关火山作用同期异相的探讨

唐红峰 李武显 周新民

(南京大学地球科学系, 210093)

**内容提要** 本文综合野外地质、同位素年代学和岩石地球化学资料,对浙赣皖交界区,即江南造山带东段发育的众多新元古代火山-沉积岩系进行了对比研究。从岩石组合及其大地构造含义和火山作用同期异相的观点加以认识,揭示它们的内在联系,为该区地层单元的清理和归并提供依据。

**关键词** 火山-沉积岩系 火山作用同期异相 新元古代 江南造山带

浙西北、赣东北和皖南地区(简称浙赣皖交界区)在地质构造上属于新元古代弧-陆碰撞型造山带<sup>[1, 2]</sup>,即江南造山带的东段。该区发育大量的新元古代火山-沉积岩系,它们的地方性名称是双溪坞群、河上镇群、松木坞群、登山群、铁砂街群、铺岭组、井潭组……等,是近30余年来1:20万和1:5万区调研究工作中先后创立的,对各地火山-沉积事件的认识曾起了积极的作用。但是,同一地质时期地层的名称过多,较少赋予造山带大地构造含义,同位素年代学、岩石地球化学资料不足等缺陷也逐渐显露,它给进一步研究带来一定的不便。鉴此,笔者在近10年来野外地质考察的基础上,结合同位素和地球化学数据,将该区各新元古代的火山-沉积岩系进行对比,试图从造山带大地构造学和火山作用同期异相的角度揭示它们的内在联系。

## 1 火山-沉积岩系的概况与同位素年代学

根据创名地点的典型剖面,对浙赣皖交界区火山-沉积岩系的上述7个地方性地层单元的基本情况简述如下:

(1) 双溪坞群:以浙江富阳双溪坞村命名,主要分布在绍兴、富阳、浦江、金华等地。自下而上包括平水组、北坞组、岩山组和章村组。其中平水组以绍兴平水为典型,是一套具多个喷发旋回的细碧-角斑岩系。每个旋回的顶部为沉积岩,并发育硅质岩,总厚度大于2188 m<sup>[3]</sup>,绍兴西裘块状黄铁矿型铜矿即产于该套岩石中。其它3个组以富阳双溪坞为典型发育区,其中北坞组和章村组主要是中酸性的火山岩,被基性岩墙群穿插;岩山组以沉凝灰岩为主,3个组总厚度>1800 m<sup>①</sup>。

(2) 河上镇群:以萧山河上镇命名,主要分布在富阳、萧山等地。包括骆家门组、虹赤村组和上墅组,总厚度达3500 m<sup>①</sup>。其中骆家门组为灰色、杂色含砾砂岩和砂砾岩,成熟度低,厚度

注:本文为国家自然科学基金资助项目(编号49372014)。

①浙江省地质矿产厅. 1:5万河上镇、场口镇幅区域地质调查报告. 1990.

本文1997年1月收到,5月改回,刘淑春编辑。

很不稳定(可缺失),分布局限,其成因有争论;虹赤村组为紫红色厚层砂岩;上墅组是陆相基性和酸性火山岩组合,下部以玄武岩为主,而上部为灰色、紫红色的流纹岩,具双峰式特征。

(3) 松木坞群:以浙江开化松木坞村命名,主要分布在开化的马金、高岭一带。为浅变质红色含砾砂岩,夹海相火山岩<sup>[4]</sup>。马金<sup>①</sup>和汾口<sup>②</sup>两个测区的1:5万区调表明,其下部发育的细碧质岩石与平水组相当,之上的中酸性火山岩及沉积岩系,一部分与双溪坞群上部相似,另一部分则类似于河上镇群<sup>[5]</sup>。

(4) 登山群:以江西德兴登山村命名,沿赣东北断裂带及其南侧分布,包括下部的拔竹坑组和上部的叶家组。其中拔竹坑组以灰绿色凝灰质杂砂岩、沉凝灰岩和中基性海相火山岩为主,厚度达1400 m以上。叶家组下部发育玄武岩,上部则主要是中酸性的火山岩和沉积岩,厚度接近2000 m<sup>[6]</sup>。

(5) 铁砂街群:以江西弋阳铁砂街命名,仅在该地小范围出露。对其含义和成因认识有分歧<sup>[7]</sup>,新的1:5万资料将其限定为一套以细碧-角斑岩系为主的岩石组合,含硅质岩和碳酸盐岩,厚度>850 m<sup>③</sup>。铁砂街铜矿产于其中,与绍兴西裘铜矿具类似的含矿建造和矿床类型。

(6) 铺岭组:以安徽祁门铺岭村命名,主要分布在祁门和休宁。为细碧岩或玄武岩夹沉积岩的组合,厚度约1000 m<sup>④</sup>。其下伏地层为具复理石特征的碎屑沉积岩,称之为邓家组,它与铺岭组一起被称为沥口群<sup>[8]</sup>。

(7) 井潭组:以安徽歙县井潭村命名,呈北东向分布于井潭至屯溪南侧的白际岭一带。为巨厚的中酸性火山岩和碎屑沉积岩组合,其中火山碎屑岩占一半以上。总厚度2181 m<sup>[8]</sup>。

表1 浙赣皖交界区新元古代火山-沉积岩系同位素年龄值

Table 1 Isotopic ages of Neoproterozoic volcanic-sedimentary rocks from the border area of Zhejiang, Jiangxi, and Anhui provinces

地层单元	岩石产地及岩性	年龄值(Ma)	测定样品和方法	有关参数	资料来源
双溪坞群	绍兴西裘, 细碧-角斑岩	978±44	4WR+AP, Sm-Nd	$\epsilon_{Nd}(T)=4.6\pm 0.3$ , MSWD=1.6	[9]
双溪坞群	富阳双溪坞, 英安岩	904±4~875±4	单颗粒锆石蒸发法	76组数据, $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄范围	[10]
松木坞群	开化, 英安岩、流纹岩	809~891±38	单颗粒锆石稀释法	5件样品, 13组数据	[11]
松木坞群	开化高岭, 细碧岩	950±25	单颗粒锆石稀释法	2组数据, 上交点年龄	②
上墅组	萧山河上镇, 玄武岩	894±75	4WR, Sm-Nd	$I_{Nd}=0.51168\pm 9$ , $r=0.99$	⑤
上墅组	萧山河上镇, 流纹岩	806±59	6WR, Sm-Nd	$I_{Nd}=0.51161\pm 6$ , $r=0.99$	⑤
登山群	德兴叶家, 英安岩	818±84	6WR, Rb-Sr	$I_{Sr}=0.7158\pm 44$ , $r=0.96$	[12]
笕笕洼组	庐山, 细碧岩	917±36	单颗粒锆石稀释法	2组数据谐和年龄	[13]
汉阳峰组	庐山, 流纹岩	878±51	单颗粒锆石稀释法	5组数据谐和年龄	[13]
井潭组	歙县井潭, 流纹岩	829±36	3WR, Sm-Nd	$\epsilon_{Nd}(T)=-0.6\pm 0.6$	[14]

关于上述各地火山-沉积岩系的形成时代,前人据地质产状、岩石组合作过推定,并对其中的火山岩做了同位素定年工作,成果综合于表1。其中的测试样品、方法和数据,笔者认为基本可信的。应该认为火山岩是前寒武纪地层单元的最佳同位素定年对象,特别当它是细粒、无

① 浙江省地质矿产厅. 1:5万马金镇等4幅区域地质调查报告. 1995.

② 浙江省地质矿产厅. 1:5万叶村等5幅区域地质调查报告. 1996.

③ 尹国胜. 北武夷山铁砂街-洪山地区前寒武纪地层及有关问题探讨. 江西地质科技, 1990, 17(4): 26~34.

④ 安徽省地质矿产局. 1:5万汤口幅区域地质调查报告. 1995.

⑤ 徐步台等. 浙西北前震旦系同位素地质年代学研究报告. 1993.

变化情况下(因少受混染)。从表1可以看出,本区(包括相邻的庐山地区)的火山岩形成于距今1.0~0.8 Ga之间,即新元古代早期,相当于青白口纪;在0.8 Ga以后形成的震旦系和在1.0 Ga以前形成的中元古代地层单元中,皆缺失或缺乏有确切同位素年龄证据的火山岩。大范围基础地质工作也证实是如此。如江西916地质大队在赣东北实测了150余km中元古代的双桥山群砂板岩剖面,仅在其中发现总厚几十米的玄武岩夹层<sup>[6]</sup>;在皖南情况也类似;在浙江,是否存在中元古代火山-沉积岩系长期有争议,关键是对分布在萧山骆家门村的虹赤村一上墅组之下的骆家门组砂砾岩的认识,它是不是底砾岩?与下伏双溪坞群是区域性角度不整合,还是山间堆积?笔者几次考察和作区域性思考后,认为它是新元古代造山作用后期前陆盆地的山间堆积磨拉石。由此解释它的低成熟度和厚度剧变及分布的局限。它与双溪坞群的最终接触关

表2 浙赣皖交界区新元古代火山岩主量元素组成(%)

Table 2 Average major element compositions (%) of Neoproterozoic volcanics from the border area of Zhejiang, Jiangxi, and Anhui provinces

地层单元 岩石类型	双溪坞群			松木坞群			上墅组		铁砂街群
	玄武岩	安山岩	流纹岩	玄武岩	英安岩	流纹岩	玄武岩	流纹岩	细碧岩
样品数	21	13	3	5	4	2	6	8	4
SiO <sub>2</sub>	48.87(2.94)	60.25(2.96)	73.03(0.72)	45.23(0.63)	63.91(2.63)	77.26(1.78)	47.41(2.35)	76.26(0.88)	48.02(2.41)
TiO <sub>2</sub>	1.42(0.79)	0.68(0.16)	0.43(0.09)	2.39(0.22)	0.73(0.35)	0.20(0.07)	1.85(0.92)	0.22(0.09)	2.39(0.41)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.77(1.46)	15.46(0.88)	13.22(1.38)	15.76(1.44)	15.34(1.55)	12.88(0.79)	16.86(2.43)	11.14(0.89)	15.59(1.25)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.79(1.16)	2.99(1.20)	1.71(0.42)	3.80(1.89)	5.07(2.99)	2.03(0.21)	8.08(2.42)	3.52(0.55)	6.45(2.37)
FeO	7.21(1.97)	4.15(1.25)	1.46(1.14)	9.75(1.77)	4.01(3.62)	0.50(0.13)	4.95(2.66)	0.79(0.47)	7.27(1.65)
MnO	0.21(0.04)	0.21(0.06)	0.11(0.04)	0.38(0.25)	0.08(0.04)	0.03(0.01)	0.27(0.11)	0.05(0.04)	1.63(2.89)
MgO	6.26(1.04)	4.18(0.88)	0.75(0.59)	7.74(0.87)	1.03(0.31)	0.62(0.66)	5.64(1.49)	0.23(0.20)	5.40(0.54)
CaO	5.79(2.48)	3.78(1.98)	0.98(0.63)	6.34(2.58)	1.28(1.28)	0.32(0.31)	4.79(3.15)	0.26(0.19)	4.21(3.29)
Na <sub>2</sub> O	4.07(1.15)	3.13(1.04)	4.43(0.88)	3.34(0.78)	1.35(0.91)	0.51(0.63)	4.27(1.17)	2.55(1.67)	4.25(1.58)
K <sub>2</sub> O	0.53(0.62)	1.46(0.55)	2.05(0.91)	0.14(0.08)	3.29(1.04)	3.52(0.42)	0.43(0.53)	4.19(1.61)	0.36(0.22)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.30(0.13)	0.23(0.07)	0.10(0.02)	0.28(0.16)	0.11(0.14)	0.06(0.06)	0.40(0.28)	0.02(0.02)	0.28(0.05)
烧失量	5.31(1.16)	3.08(1.03)	1.21(0.46)	5.09(0.90)	3.40(0.83)	2.31(0.35)	4.49(1.41)	0.66(0.57)	4.18(0.84)
总量	99.53(0.58)	99.60(0.49)	99.48(0.22)	100.24(0.23)	99.60(0.36)	100.24(0.68)	99.44(0.58)	99.89(0.43)	100.03(0.36)
地层单元	登山群				筲箕洼-汉阳峰组		铺岭组	井潭组	
岩石类型	玄武岩	安山岩	英安岩	流纹岩	玄武安山岩	流纹岩	玄武岩	英安岩	流纹岩
样品数	14	15	3	5	3	6	9	2	4
SiO <sub>2</sub>	51.36(1.06)	58.14(2.24)	63.71(2.76)	73.03(1.76)	54.61(1.29)	76.35(3.30)	50.30(3.74)	66.78(3.56)	74.96(3.38)
TiO <sub>2</sub>	1.85(0.76)	1.24(0.32)	1.08(0.76)	0.26(0.08)	1.37(0.04)	0.31(0.15)	0.95(0.27)	0.61(0.13)	0.23(0.13)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.64(2.13)	15.05(1.67)	12.82(0.73)	13.80(1.26)	16.28(0.56)	11.67(1.16)	16.48(1.13)	14.04(0.28)	12.66(1.05)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.02(1.77)	4.36(2.86)	3.35(0.63)	2.14(0.94)	4.31(1.09)	1.04(0.44)	5.25(1.77)	2.65(2.99)	1.19(0.44)
FeO	9.40(1.74)	5.94(2.33)	7.25(0.89)	1.27(1.20)	5.02(1.10)	1.41(0.92)	5.72(1.49)	4.17(0.18)	1.69(1.51)
MnO	0.20(0.08)	0.13(0.04)	0.09(0.05)	0.03(0.02)	0.13(0.02)	0.05(0.07)	0.18(0.03)	0.11(0.04)	0.07(0.03)
MgO	5.05(1.42)	2.53(1.27)	1.80(1.20)	0.59(0.14)	4.74(0.46)	0.72(0.28)	6.82(2.59)	0.90(0.28)	0.38(0.18)
CaO	5.45(2.66)	2.78(1.79)	1.63(1.67)	0.36(0.31)	6.21(2.15)	0.65(0.81)	6.64(2.08)	1.73(0.70)	0.63(0.51)
Na <sub>2</sub> O	3.55(0.81)	3.95(1.26)	3.53(0.60)	1.41(1.05)	5.06(2.09)	1.39(1.15)	3.37(0.89)	3.89(0.30)	2.69(0.64)
K <sub>2</sub> O	0.92(0.83)	1.75(1.38)	1.44(0.35)	4.21(0.82)	0.37(0.26)	4.79(2.60)	0.34(0.30)	3.08(0.27)	3.95(0.32)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.26(0.13)	0.32(0.11)	0.31(0.27)	0.05(0.01)	0.29(0.04)	0.06(0.03)	0.15(0.05)	0.20(0.14)	0.09(0.05)
烧失量	4.17(1.38)	3.89(1.24)	3.18(0.97)	2.54(0.89)	1.72(0.01)	1.32(0.97)	3.59(2.51)	1.59(0.43)	1.19(0.84)
总量	99.87(0.54)	100.08(0.41)	100.19(0.46)	99.69(0.61)	100.11(1.03)	99.76(0.15)	99.79(0.43)	99.75(0.13)	99.73(0.18)

资料来源:部分双溪坞群数据据文献[3,15];登山群和铁砂街细碧岩数据引自朱贤甲,赣北地区古火山岩及其含矿性研究,1986;部分上墅组数据据卢成忠,萧山河上地区上墅组火山岩特征,浙江地质科技情报,1993,(2):8~16;其余为本文数据。括号内数字为标准差。

系为滑脱断层关系。因此,双溪坞群正如同位素年龄值所表明的,是新元古代的产物,或者说在浙江尚未发现有确切同位素年龄数据的中元古代火山-沉积岩系。应当指出,由于已报道的江西弋阳铁砂街变流纹岩的年龄值不能代表该地海相火山岩的形成时代<sup>[7]</sup>,且该流纹岩的成因不明,而铁砂街一带的地质情况与绍兴平水类似,故笔者认为新限定的铁砂街群(又称铁砂街岩组)与平水组相当。

鉴此,可以认为全区火山岩的同位素年代学资料大体上表征了它们是扬子地块东南缘新元古代早期的活动大陆边缘造山带,即古岛弧的岩浆作用产物。至于中元古代,则是被动大陆边缘的浊流相沉积,在浙江这些沉积是缺失的。更古老的,或者说古元古代地层单元,目前仅发现于庐山东坡,即星子群的泥质变质岩夹斜长角闪岩,后者的单颗粒火成结晶锆石的一致线上交点年龄值是  $1869 \pm 40 \text{ Ma}^{[13]}$ ,它们是目前已知的江南造山带东段出露的最古老结晶基底。

## 2 火山岩地球化学和构造背景

表2和表3是全区上述地层单元中火山岩的主量元素和微量元素分析结果。据此构成图

表3 浙赣皖交界区新元古代火山岩微量元素分析结果( $\times 10^{-6}$ )

Table 3 Trace element analyses ( $\times 10^{-6}$ ) of Neoproterozoic volcanics from the border area of Zhejiang, Jiangxi, and Anhui provinces

地层单元 岩石类型 样品	双溪坞群			松木坞群		庐山地区		井潭组		
	玄武岩	安山岩	流纹岩	玄武岩	流纹岩	安山岩	流纹岩	安山玄武岩	英安岩	流纹岩
	S5-3	B8-3	B15-1	27-5	25-6	L94-5-2	L1436-1	12-1	24-2	12-3
Cr	699.7	111.2	77.4	112	15.1	35.2	16.0	48.8	24.6	20.1
Ni	134.6	6.9	4.2	170	4.2	10.6	3.1	26.4	41.2	6.5
Rb	0.91	26.46	60.76	3.35	127.42	25.88	101.84	16.57	99.8	121.21
Sr	348.4	395.1	28.6	234	19.1	34.2	112.9	174.4	56.7	52.4
Ba	33.5	335.6	670.9	93.6	411.2	157.8	603.1	84.8	526	189.0
Y	18.14	23.06	24.24	29.0	47.97	60.61	53.14	24.71	36	39.43
Zr	62.9	57.4	105.9	182	80.1	64.7	39.7	69.9	129	62.4
Nb	1.88	4.13	8.22	11.8	15.49	8.95	9.25	4.68	10.5	10.57
Hf	1.50	1.60	2.66	3.65	2.98	1.42	1.34	1.73	5.48	2.37
Ta	0.11	0.27	0.50	0.74	0.80	0.58	0.67	0.30	0.78	0.88
Th	0.24	1.60	3.92	0.94	20.55	6.54	16.43	3.89	12.5	16.95
U	0.18	0.37	0.74	0.51	1.74	0.84	2.17	0.75	2.59	2.92
La	3.75	14.93	16.11	12.4	82.38	17.71	34.75	9.32	19.4	14.46
Ce	10.71	29.95	47.76	30.4	165.96	47.88	74.67	21.50	43.1	42.44
Pr	1.87	4.36	5.17	n. d.	22.52	6.83	9.52	2.80	n. d.	4.45
Nd	9.60	18.60	21.66	19.6	86.81	29.64	36.37	11.61	23.7	16.07
Sm	2.85	4.36	5.05	5.12	17.90	8.21	8.33	3.16	5.89	4.59
Eu	0.94	1.48	1.17	1.82	2.03	1.72	0.75	0.78	0.99	0.17
Gd	3.18	4.38	4.65	7.09	14.59	9.40	8.30	3.59	7.04	4.73
Tb	0.53	0.70	0.73	1.12	2.03	1.61	1.42	0.64	1.11	0.89
Dy	3.16	3.97	4.19	n. d.	9.89	9.90	8.32	4.08	n. d.	5.75
Ho	0.66	0.85	0.90	1.33	1.97	2.16	1.81	0.91	1.26	1.28
Er	1.81	2.29	2.54	n. d.	5.47	5.94	5.17	2.54	n. d.	3.86
Yb	1.59	2.00	2.78	3.08	5.27	4.60	4.53	2.25	3.16	3.81
Lu	0.22	0.30	0.38	0.47	0.78	0.57	0.63	0.30	0.478	0.56

注:27-5和24-2为INAA分析(中国科学院高能物理研究所),其余为ICP-MS分析(澳大利亚Macquire大学)。

n. d. 一未测定。

1和图2,它们反映了该区新元古代造山带火山岩系的地球化学特征和规律性。

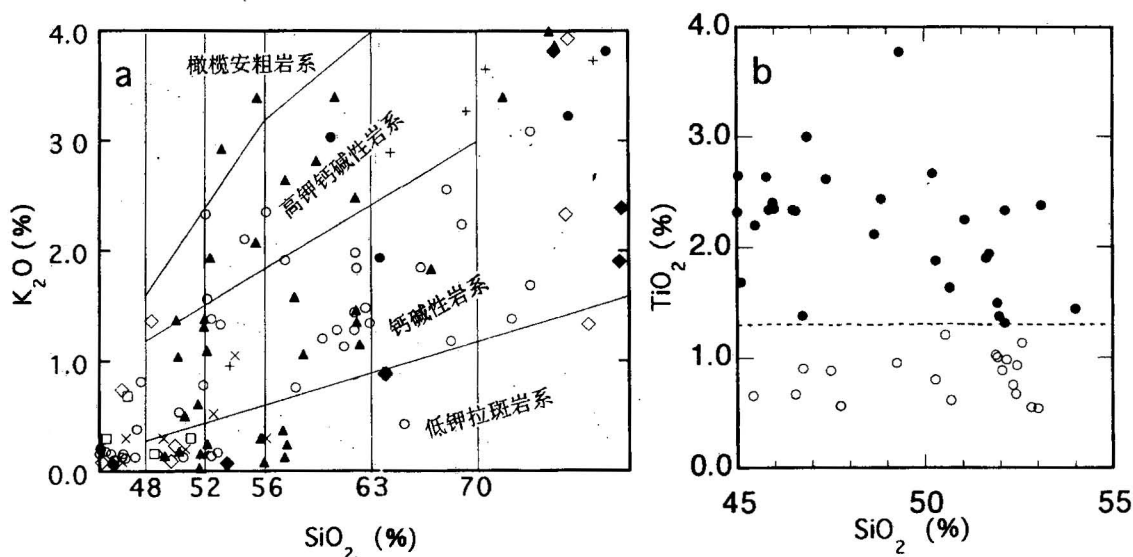


图1 浙赣皖交界区新元古代火山岩的  $K_2O-SiO_2$ (a)和玄武岩的  $TiO_2-SiO_2$ (b)变异图

Fig. 1  $K_2O$  vs.  $SiO_2$ (a) and  $TiO_2$  vs.  $SiO_2$ (b) variation diagrams of Neoproterozoic volcanics and basalts respectively from the border area of Zhejiang, Jiangxi, and Anhui provinces

(a) ○—双溪坞群; ●—松木坞群; ▲—登山群; □—铁砂街群; ◆—笕箕洼—汉阳峰组;

×—铺岭组; +—井潭组; ◇—上墅组

(b) ●—高钛玄武岩; ○—低钛玄武岩

(a) ○—Shuangxiwu Group; ●—Songmuwu Group; ▲—Dengshan Group; □—Tieshajie Group; ◆—Shaojiwa

—Hanyangfeng Formation; ×—Puling Formation; +—Jingtang Formation; ◇—Shangshu Formation

(b) ●—Ti-high basalt; ○—Ti-low basalt

全区火山岩的主量元素  $SiO_2-K_2O$  图<sup>[16]</sup>(图1a),由8个地层单元中(其一在庐山地区,称为笕箕洼—汉阳峰组)127个样品构成。从中可以看出,双溪坞群主要属于拉斑和钙碱性系列;登山群分属4个岩系,以拉斑、钙碱和高钾钙碱性岩系为主;松木坞群和井潭组以高钾钙碱性为主;铺岭组具典型的拉斑质特点。上述特点表明,自古岛弧的南缘向北(即自浙赣铁路线至皖南)和自早期至晚期(即从1.0 Ga至0.8 Ga),火山岩中碱(钾)和硅含量渐增,由拉斑质向高钾系列,由玄武质向流纹质演化。例外的是上墅组火山岩,它并不连续变化,而由基性和酸性两类岩石端员组成。如从  $TiO_2$  含量变化看,可将全区玄武岩分为低钛和高钛两类玄武岩(图1b)。高钛玄武岩以含钛普通辉石和  $TiO_2 > 1.3\%$  为特征,反之则为低钛玄武岩。详细的地球化学研究表明,它们不同程度地受陆壳基底的混染<sup>①</sup>。

从全区火山岩稀土元素配分图和不相容元素蛛网图(图2)中可以看出,分布于古岛弧南部的双溪坞群、松木坞群玄武岩/细碧岩的稀土元素曲线(图2a)近于平坦型。结合有关的同位素参数(表1),说明玄武质岩浆起源于亏损地幔,但不反映是洋中脊环境。因它们的不相容元素蛛网图(图2d)上出现 K-Rb 槽和 Nb-Ta、Zr-Hf 槽,反映的是经超壳断裂较快喷发、较少受

① 唐红峰,周新民. 江南古陆东段两类玄武岩成因的地球化学制约. 中国科学(D辑), 1997, 27(4) (待印).

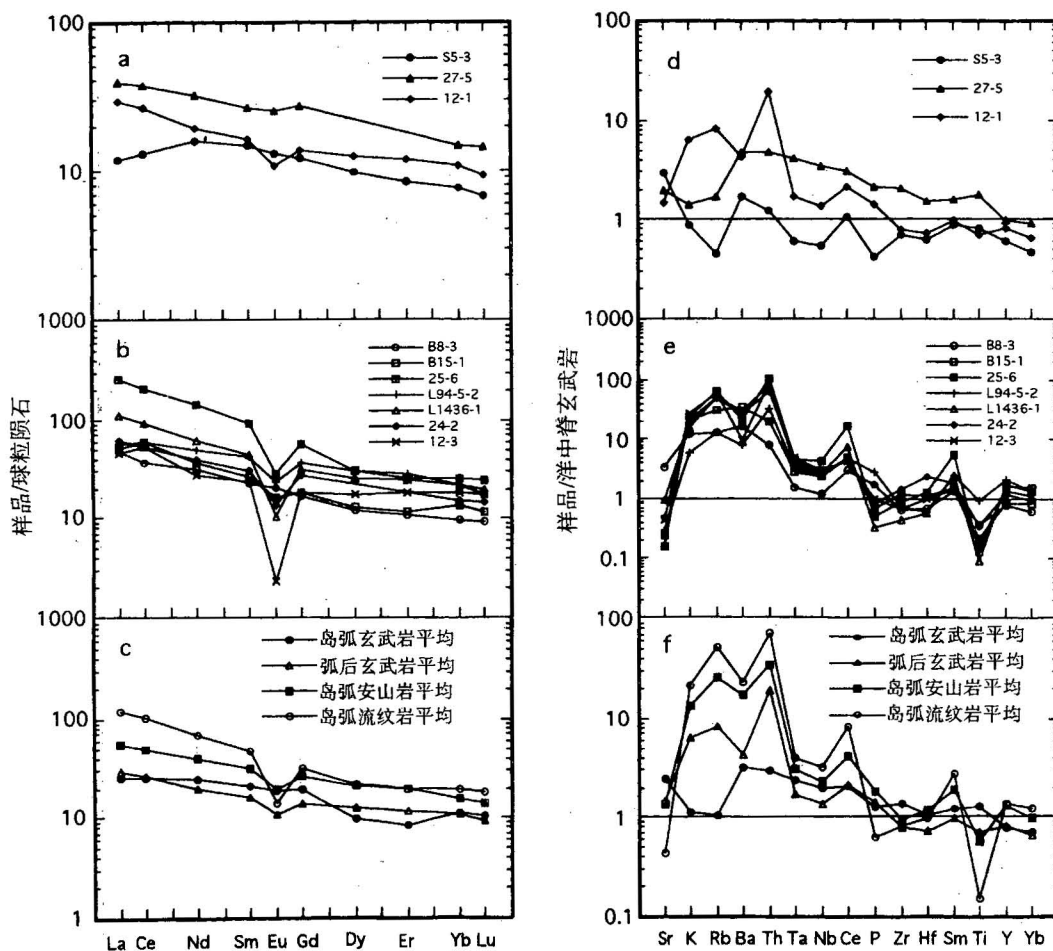


图 2 浙赣皖交界区新元古代火山岩的稀土元素球粒陨石标准化配分曲线(a—c)和不相容元素 MORB 标准化蛛网图(d—f)(图中样品号同表 2)

Fig. 2 Chondrite-normalized REE patterns (a—c) and MORB-normalized incompatible element spiderdiagrams (d—f)(sample No. same as Table 2)

陆壳混染或仅受下地壳混染的结果。在古岛弧北侧,即弧后环境形成的皖南井潭组玄武质岩石,则具较高  $La/Yb$  值和明显 K-Rb 峰(图 2a 和 2d),显然受中上地壳混染。各地层单元中的中酸性火山岩,无论是产于岛弧环境或是弧后环境,它们的稀土元素(图 2b)和不相容元素(图 2e)都各自有大的相似性,即高的  $La/Yb$  值( $7.19 \pm 4.02$ )和  $\delta Eu$  值( $0.51 \pm 0.30$ );明显的 K-Rb-Ba-Th 峰和 Nb-Ta 槽;以及高的 Th 值,反映出岩浆结晶演化的趋势和中上地壳的起源。图 2c 和 2f 是上述各类火山岩的平均值图示,含义与图 2 中其他 4 幅对应。

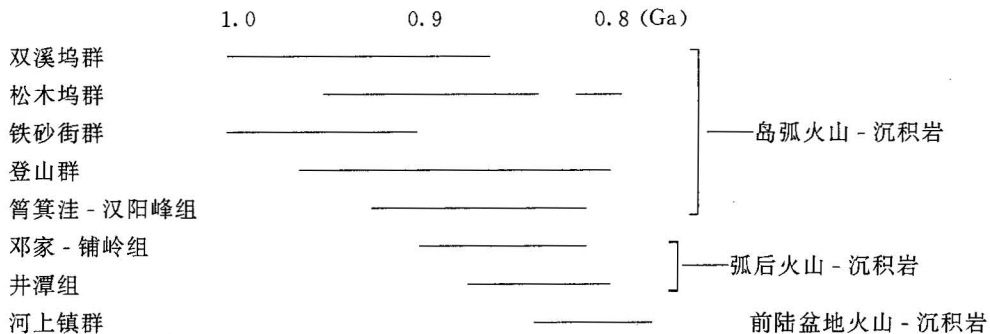
### 3 关于同期异相的讨论

在沉积岩研究中,因同一时期各地的沉积环境与构造条件不同,其沉积产物有异,提出了“同时异相”的认识。与之类似,同一地质时期的火山岩也会因各地古地理、古构造环境的不同



而发生变化,在岩石类型及其组合上因地而异,笔者称之为火山作用的同期异相(synchronic-heteropic facies of volcanism)。例如同一时期的玄武质岩浆,在大洋和大陆环境下将分别形成海相和陆相玄武岩。另外,玄武岩浆经过薄的或厚的地壳之后的喷发,其产物也不会相同,后者因发生了一定程度的结晶分异并与地壳物质混染,形成的岩石将会含较多酸性类型。浙赣皖交界区的新元古代火山-沉积岩系受不同地质环境和构造部位的控制而发生岩石类型及其组合的变化,即是“火山作用同期异相”的一个实例。

上述全区火山岩的地质学、岩石学、同位素年代学和地球化学特征表明:①单一的海相细碧-角斑岩系主要沿古岛弧南缘,即沿作为地缝合带<sup>[1]</sup>的江绍断裂带的北侧发育,包括绍兴平水、浦江蒙山、金华北山和弋阳铁砂街等地。②在古岛弧内部则以玄武岩/细碧岩和中酸性火山岩共同发育为特征,如富阳、德兴登山、庐山和开化。①和②属岛弧火山岩系。③弧后地带,即在皖南祁门铺岭、歙县井潭等地的弧后蛇绿岩套<sup>[17]</sup>上发育的火山岩,岩性上仍然是玄武岩-细碧岩和中酸性火山岩,属弧后火山岩。①、②、③三类火山岩形成的主要时间跨度约为1.0~0.85 Ga 或稍晚。④最后发育的是前陆磨拉石盆地环境下生成的玄武岩和流纹岩,主要见于萧山、富阳和开化地区。上述各类火山岩与火山碎屑岩、泥砂质沉积岩一起构成火山-沉积岩系,在造山作用结束后被震旦系休宁组/志棠组沉积不整合覆盖(见于绍兴、浦江、开化、德兴、祁门和歙县),因此从地质上看它们也无疑是前震旦系火山岩,形成于0.8 Ga 之前<sup>[11]</sup>。至此,可将全区各地层单元的形成时间和大地构造含义大致表示如下:



综上所述,笔者认为浙赣皖交界区新元古代早期的约0.2 Ga 时间段内的火山-沉积岩系的地层单元名称,可按省域作适当归并,并赋予其大地构造含义,以利于省与省之间的联系与比较。浙江松木坞群被解体为相当于双溪坞群和河上镇群两部分,同时取消松木坞群名称,是一个好的尝试。

本文的野外工作得到浙江省区域地质调查大队、第三地质大队,安徽省地质矿产局332地质大队和江西省区域地质调查大队等单位的大力支持和帮助,在此深表感谢。

### 参 考 文 献

- 1 周新民,朱云鹤. 中国东南部新元古代碰撞造山带与地缝合带的岩石学证据. 见: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页.
- 2 赵建新,李献华,McCulloch M T 等. 皖南和赣东北蛇绿岩成因及其构造意义——元素和 Sm-Nd 同位素制约. 地球化学,1995,24(4): 311~326.
- 3 林清龙. 浙江平水群细碧角斑岩形成环境及其物质来源探讨. 中国区域地质,1992,(3): 257~265.
- 4 浙江省地质矿产局. 浙江省区域地质志. 北京:地质出版社,1989. 10~19页.
- 5 刘伯根,郑光财,陈时淼等. 浙西松木坞群的解体——同位素定年证据. 地质论评,1995,41(5): 457~462.

- 6 马长信,刘荣贵,吕桂德. 赣东北前震旦纪地质. 北京:地质出版社,1992.
- 7 程海,胡世玲,唐朝辉. 赣东北铁砂街变质混杂岩块的同位素年代. 中国区域地质, 1991, (2): 151~154.
- 8 安徽省地质矿产局. 安徽省区域地质志. 北京:地质出版社,1987.
- 9 章邦桐,凌洪飞,沈渭洲等. 浙江西裘双溪坞群细碧-角斑岩的 Sm-Nd 等时线年龄. 南京大学学报(地球科学), 1990, (2): 9~12.
- 10 程海. 浙西北晚元古代早期碰撞造山带的初步研究. 地质论评, 1991, 37(3): 203~213.
- 11 刘伯根,唐红峰,周新民. 浙西前寒武纪火山岩中锆石 U-Pb 同位素定年及其含义. 科学通报, 1995, 40(21): 2015~2016.
- 12 陈思本,徐祖丰. 赣东北前震旦纪变质火山岩的同位素年龄及其地质意义. 中国区域地质, 1988, (2): 187~188.
- 13 谢国刚,李均辉,李武显等. 庐山前震旦纪岩石中锆石 U-Pb 法定年与其地质意义. 地质科学, 1997, 32(1): 110~115.
- 14 徐备,郭令智,施央申. 皖浙赣地区元古代地体和多期碰撞造山带. 北京:地质出版社,1992. 27 页.
- 15 祁岷,周新民,王德滋. 浙江西裘细碧角斑岩的成因与相关幔源花岗岩的特征. 岩石矿物学杂志, 1986, 5(4): 299~308.
- 16 Peccerillo A, Taylor S R. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu Area, Northern Turkey. Contrib. Mineral. Petrol., 1976, 58: 63~81.
- 17 周新民,邹海波,杨杰东等. 安徽歙县伏川蛇绿岩的 Sm-Nd 等时线年龄及其地质意义. 科学通报, 1989, 34(16): 1243~1245.

## Comparison of Neoproterozoic Volcanic-Sedimentary Rocks From the Zhejiang—Jiangxi—Anhui Border Area

—With a Discussion of the Problem about Synchrono-Heteropic Facies of Volcanism

Tang Hongfeng, Li Wuxian and Zhou Xinmin

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

### Abstract

In the Zhejiang—Jiangxi—Anhui border area (also geologically called the eastern sector of the Jiangnan Orogen), there occur many Late Proterozoic volcanic-sedimentary strata, which are locally named the Shuangxiwu Group, Songmuwu Group, Shangshu Formation, Dengshan Group, Tieshajie Group, Puling Formation, Jingtang Formation, etc. Based on their field geology, isotopic geochronology and litho-geochemistry, the authors suggest that the volcanic rocks in these strata are the products of synchrono-heteropic facies of volcanism, which may be useful to the purification of stratigraphic units in this area.

**Key words:** volcanic-sedimentary rocks; synchrono-heteropic facies; Neoproterozoic; Jiangnan Orogen

### 作者简介

唐红峰,男,1963年10月生。1986年毕业于武汉地质学院地质学专业,1989年中南工业大学获工科硕士学位。现在南京大学攻读博士学位,专业方向为火成岩岩石学。通讯地址:210093,南京大学地球科学系。