地 质 学 报

1990 年 ACTA GEOLOGICA SINICA 第 1 期

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

论赣东北—皖南晚元古代沟弧盆体系

徐 备

（南京大学地球科学系）

赣东北—皖南的元古界可分为3种岩石组合，分别属于不同的、但互有联系的构造古地理单元。赣东北--浙西火山岩带的野外地质和岩石化学特征表明它曾是一条岛弧带。对该带以北元古代浊积岩沉积特征的分析揭示了弧后盆地的发育历史。根据该带以南元古代岩石建造类型，推测其可能代表弧前及海沟地区。通过各种构造古地理分析，推断了岛弧带与弧后盆地的关系并运用沟弧盆体系的模式探讨了晚元古代构造古地理发展历史。

赣东北—皖南元古代岩石建造可分为3类：第一类是沿赣东北—浙西分布的火山岩

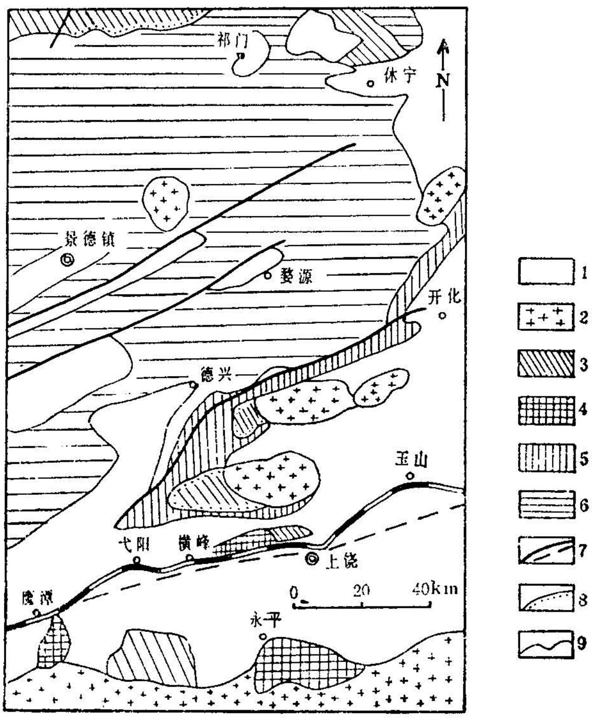

图1 赣东北—皖南地质略图

Fig. 1 Schematic geological map of the northeastern Jiangxi-south Anhui region

1.古生代以后地层 2.花岗岩 3.震旦系 4.漆工群和铁砂街群 5.登山群 6.上溪群 7.断裂及推测断裂 8.沉积不整合 9.地质界线

本文于1989年2月收到，1989年8月改回. 郝梓国编辑。

系，本文称登山群；第二类是上述火山岩系以北直至皖南的复理石沉积，本文称上溪群；第三类是浙赣铁路两侧分布的碳酸盐岩、火山岩和泥质、硅质碎屑岩，本文称漆工群及铁砂街群(图 1)。笔者近年来的研究表明，这 3 类建造可能分别曾是晚元古代的岛弧，弧后盆地及海沟等构造古地理单元。尽管受到古生代以来特别是中生代的构造叠加，它们的性质和相对位置仍然是可以确定的。

本文所指晚元古代的时限为距今 8—11 亿年。

一、赣东北—浙西火山岛弧带

1. 岛弧带的宏观特征

从赣东北登山向北东方向到叶家、小浮溪，再经浙赣交界的杨梅岭向东到浙西开化，有一套以NE—NEE向延伸近百公里、出露厚度 2000 余米的火山-沉积岩系，称登山群。笔者在登山和杨梅岭测制了代表性剖面，据剖面可将登山群分为两部分，下部称拔竹坑组，上部称叶家组。

拔竹坑组有两种沉积类型。杨梅岭、小浮溪、开化等地为滨浅海沉积火山碎屑岩，杨梅岭剖面厚度＞693m；登山地区为沉积火山碎屑岩和火山碎屑浊积岩，剖面厚度＞1012m。

叶家组为火山岩及沉凝灰岩，杨梅岭剖面厚度 1384m，登山剖面厚度 1002m。

综上，登山群的岩性、厚度和分布特点都显示出岛弧建造的基本面貌。叶家组顶部变流纹岩的 Rb-Sr 全岩等时线年龄为 818 ± 84Ma[1]，故登山群属晚元古代。

2. 岛弧带的火山作用特征

东部杨梅岭一带火山岩带由从基性到酸性各类火山岩、次火山岩组成。根据在剖面中所取样品的 SiO_2 含量可粗略地分为 3 个喷发旋迴，下部第一旋迴分布于大山坞一带，厚 636m；中部第二旋迴见于杨梅岭山顶及北坡，厚 557m；上部第三旋迴见于杨梅岭南坡，厚 191m。从下向上 3 个旋迴 SiO_2 含量数值范围增宽，上限增高，说明岩浆结晶分离作用增强、岩石类型增多、成分更趋于酸性。另一个特点是以中性岩为主的第一旋迴约占剖面总厚度的 50%。

南部登山剖面火山岩带下部为灰绿色各类火山岩，气孔构造发育，夹少量次火山岩，厚 618m；中部为岩屑晶屑凝灰岩，厚 150m；上部为灰绿色各类火山岩及酸性次火山岩，厚 229m。

以上特点说明火山作用规模较大、岩浆分异作用明显，火山活动呈旋迴性连续进行，喷发及溢流方式兼有。

3. 岛弧带岩石化学特征及构造环境

近年通过专题研究和 1:5 万区调工作积累了大量火山岩岩石化学全分析资料，笔者利用江西区域地质调查大队和朱贤甲提供的全分析数据 118 个1),2)，自测数据 4 个，探讨

1) 江西区域地质调查大队，1987，1:5 万德兴图组报告； 2) 朱贤甲，1987，江西前震旦纪古火山岩专题报告。

表 1　赣东北—浙西火山岩带的岩石化学全分析数据

Table 1　Chemical composition of volcanic rocks in the northeastern Jiangxi—western Zhejiang region

岩性		SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	样品数
基性岩	最高值	51.98	3.78	23.37	7.36	11.71	0.41	11.88	10.93	7.74	5.06	0.64	38
	最低值	43.14	0.64	12.20	1.13	4.22	0.06	1.30	1.90	0.13	1.58	0.06	
	平均值	49.20	1.77	14.74	3.67	9.00	0.20	5.09	6.60	1.08	3.11	0.30	
中性岩	最高值	64.94	2.53	20.97	11.05	11.42	0.32	7.94	10.51	3.90	5.98	0.71	57
	最低值	52.11	0.43	11.24	0.16	0.53	0.05	0.33	0.54	0.10	0.11	0.05	
	平均值	57.50	1.28	15.10	4.15	6.07	0.14	2.40	3.43	1.95	3.91	0.34	
酸性岩	最高值	76.63	1.13	16.44	3.98	7.90	0.12	1.40	5.63	4.70	8.05	0.20	27
	最低值	65.21	0.08	11.99	0.56	0.35	0.01	0.22	0.1	0.45	0.15	0.01	
	平均值	72.20	0.34	13.57	1.93	1.96	0.05	0.71	1.18	2.96	2.43	0.06	

了火山岩的类型和构造环境。这些数据的采样点散布于登山、米头尖、山田、雾山尖、八股山、拔竹坑、横港、叶家、闵家坞、桐西坑、小浮溪、杨梅岭等地，具有广泛的代表性(表 1)。

总结 122 个全分析资料可以看出，中性岩所占比例最大，为 47%，基性岩、酸性岩各为 31% 和 22%，构成以安山岩类为峰顶的单峰式分布形式。

图 2 是火山岩的碱度率图，它有 2 个特点：一是在横座标方向上，碱度率均小于 4，属莱特（Wright，1969）划分的“中等到钙碱性”组合，产于“构造活动区”[2]；二是在纵坐标方向上投影点是均匀连续的。这说明岩浆性质从基性到酸性的连续均匀变化，并通过结晶分离作用产生各类火山岩。

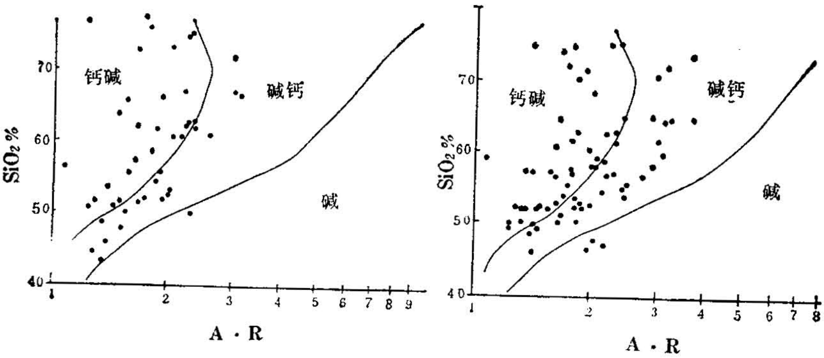

图 2　火山岩的碱度率图，左图为登山段和杨梅岭段，右图为叶家段

Fig. 2　Alkalinity ratio diagram for the volcanic series: left: in Dengshan and Yangmeiling, right: in Yejia

$$A \cdot R = \frac{Al_2O_3 + CaO + 全碱}{Al_2O_3 + CaO - 全碱}$$；当 $SiO_2 > 50\%$，同时 $2.5 > K_2O/Na_2O > 1$ 时，规定全碱 $= 2Na_2O$

用皮尔斯（Pearce，1976）的玄武岩构造环境图解对 38 个玄武岩投影（其中 4 个点

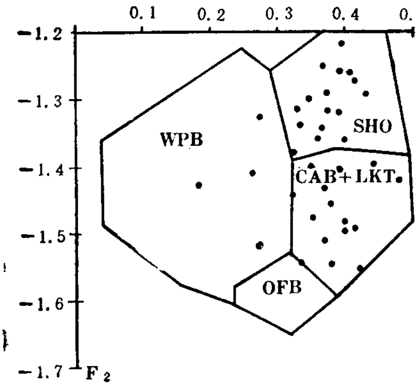

图 3 基性火山岩的皮尔斯图解

Fig. 3 Pearce's diagram for the basic volcanic rocks in the volcanic series

WPB-板内玄武岩，OFB-洋底玄武岩，LKT-岛弧低钾拉斑玄武岩 CAB-钙碱性玄武岩，SHO-橄榄安粗岩

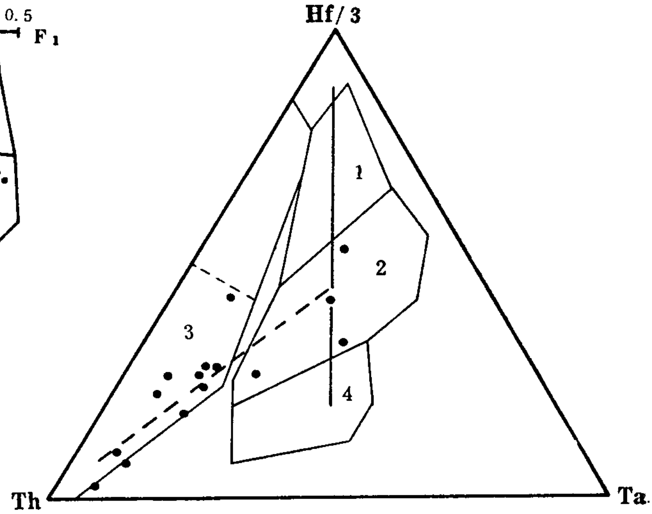

图 4 火山岩的 Th-Hf/3-Ta 图解

Fig. 4 Th-Hf/3-Ta diagram for the volcanic series

1.洋中脊玄武岩 2.洋中脊玄武岩和板内玄武岩 3.岛弧玄武岩 4.板内玄武岩

出图不计)，15 个落入岛弧低钾拉斑玄武岩和钙碱性玄武岩范围内，16 个落入橄榄安粗岩范围，仅有 3 个落入板内玄武岩范围。显然前 3 类岩石共 31 个点均反映了岛弧岩浆分异趋势[3]，故应属岛弧环境产物。另一方面，近半数投影点落于橄榄安粗岩范围，而且有些玄武岩的 Al_2O_3 为 17.18—23.37%，属高铝玄武岩范围，因此可推测岛弧的发育已达到较成熟阶段[4]。

微量元素的研究也给出相同的结论。对采自登山、杨梅岭、小浮溪和开化等地共 15 件火山岩样品测定了 Th、Hf 和 Ta 等不易活动元素的含量，结果如表 2。

表 2 赣东北—浙西火山岩带的微量元素分析数据

Table 2 Trace elements data of volcanic rocks in the northeastern Jiangxi—western Zhejiang region

样品号	102924	10295	8610301	102916	102917	102916*	102917*	6157	6144	61513	6157*	61513*	A_4	A_5	5286
Ta(ppm)	0.4	1.3	0.8	0.8	1.2	0.2	1.47	2.3	3.0	1.2	2.0	0.74	0.6	0.6	0.7
Hf(ppm)	3.7	3.0	2.7	2.2	1.5	2.51	5.67	12.6	13.4	4.1	11.0	5.89	3.8	3.6	3.1
Th(ppm)	3.1	10.3	1.7	0.74	14.8	0.89	16.0	8.3	11.6	5.2	8.81	6.01	0.5	2.5	0.72

* 中子活化法，由中科院高能所测试，其余为等离子光谱法，由核工业部三所测试。

用伍德的 Th-Hf/3-Ta 三角图对这些数据投影，其中 11 个落入火山弧玄武岩区的岛弧钙碱性玄武岩亚区，4 个落入洋中脊和板内玄武岩区，即大部分投影点的位置反映岛弧环境[5]。

综上，赣东北—浙西火山岩带的岩石类型具有从基性、中性到酸性的连续变化的特

点，安山岩类占重要地位，岩浆性质属中等碱度率；在用主要元素和微量元素所作的构造环境判别图中，主要属于岛弧低钾拉斑玄武岩、钙碱性玄武岩（部分高铝玄武岩）和橄榄安粗岩，显示岛弧岩浆演化趋势，故该火山岩带应属成熟岛弧的火山岩建造。

4. 岛弧带的沉积作用特征

赣东北—浙西岛弧带的沉积岩系称拔竹坑组，位于叶家组火山岩之下，分为两种不同类型：岛弧滨浅海碎屑岩和岛弧浊积岩。

（a）岛弧滨浅海碎屑岩

分布于开化—杨梅岭—小浮溪—重溪地区。野外观察见大量波状层理、脉状层理、透镜状层理、小型斜层理和波痕构造，它们反映出波浪和水流作用的过程。杨梅岭剖面下部的基本特点是砂岩、板岩中夹多层火山角砾粗砂岩。后者呈块状层理，厚达数十米，无分选，磨圆度极低，与上、下岩层均呈突变关系，显然与近源火山喷发和迅速堆积有关。据镜下观察，各类砂岩和砾岩均以火山碎屑为主。石英均为单晶，均匀消光或弱波状消光，次棱角状；长石多为聚片双晶，少量为格子双晶；岩屑为微粒长英质，砾岩中的砾石均为火山岩屑。

总之，该类建造表现出既有滨浅海相的沉积构造特点，又有火山碎屑比例极高的成分特点，还有与火山岩、火山碎屑岩共生的层序特点。它是火山物质迅速堆积作用、沿岸滑塌作用、水流和波浪作用交替或共同进行条件下的产物，其沉积环境应为岛弧区滨浅海。

（b）岛弧浊积岩

在南部登山地区，拔竹坑组为千余米厚的复理石建造，夹沉凝灰岩和火山杂砾沉积岩。经详细研究证明，复理石建造为浊流成因，主要依据是：1. 具浊流沉积构造组合。递变层理十分发育，平行层理、水平层理、不规则波状层理也很常见。2. 具多种组合形式的鲍玛序列，如 Tade、Tabde、Tde，还见少量完整的鲍玛序列。3. 复理石中的砂岩属杂砂岩。

尽管浊积岩的厚度占剖面厚度的约75%，但浊积岩本身的旋廻性不明显，鲍玛序列的组合形式和厚度变化无规律，且常与厚层火山杂砾岩、粗砂岩和沉凝灰岩互层。这些特点说明，浊流沉积作用很不稳定，经常被火山喷发沉积和滑塌作用所干扰，因而不可能形成完整连续的浊积扇体系，这可能正是岛弧浊积岩的独特之处。故笔者推测，拔竹坑组岛弧浊积岩是一些沿火山岛弧周缘半深海区发育并受局部地形控制的小型裙状体。

以上从宏观特征、火山作用、岩石化学、构造环境和沉积作用等方面的分析表明赣东北—浙西火山-沉积岩系应属岛弧带，它是本区构造古地理格局中的关键性单元。

二、赣东北—皖南弧后盆地

1. 弧后盆地的形成

火山岩带以北的上溪群复理石地层，向东延至皖南三阳、大谷运一带，西界止于鄱阳湖畔，出露面积约万余平方公里，一些学者曾推断这套地层代表弧后盆地[6]。值得指出的是：在皖南歙县已发现代表弧后盆地洋壳的蛇绿岩[7]。

笔者详细观察了皖南歙县呈村降、水竹坑及大谷运等地的上溪群地层。它们有两个特点，一是以薄层细砂、粉砂质复理石和黑色板岩为主，夹多层硅质岩或硅质板岩，沉积构造单调，具小型递变层理及水平层理，含小型 Tae 及 Tde 序列。二是在呈村降、水竹坑部面上复理石地层与下伏蛇绿岩呈整合过渡关系。周新民等详细研究了歙县蛇绿岩，获得 1024 ± 30Ma 的 Sm-Nd 等时线年龄，并根据同位素及微量元素等方面的特征认为歙县蛇绿岩代表由陆壳初始拉开而产生的弧后盆地或边缘海[8]。

以上资料说明，在晚元古代初，伴随拉张作用，出现了代表洋壳组合的蛇绿岩套，接着经历了补偿条件不佳的盆地扩张阶段，形成薄层复理石及泥质、硅质的海相沉积，显然这些蛇绿岩和沉积岩是弧后盆地开始发育的历史记录。另一方面，歙县蛇绿岩的等时线年龄不但说明上溪群主要属晚元古代，而且也为将前述火山岩带和上溪群复理石归于同一个弧盆体系提供了同位素年龄依据。

2. 弧后盆地浊流沉积体系

如果将前述蛇绿岩和薄层复理石作为上溪群的下部并说明弧后盆地的初始发育、那么构成上溪群主体的大面积复理石地层可作为上溪群的中上部，并代表弧后盆地的持续发展。这正是本节讨论的重点。

笔者通过对赣东北地区上溪群沉积构造、鲍玛序列、岩性及层厚等特征的研究，确定了 4 种浊流相。据相的配置关系及地理分布，以婺源一中云一线为界，分为南、北两个浊流相组合。

南部浊流相组合为 B_2 相＋ C 相(见江西婺源县秋口乡，德兴县海口乡等地)，B_2 相常见厚层块状杂砂岩，可描述为 Ta 的连续重复，C 相主要为中厚一薄层 Tae 序列。北部浊流相组合为D相＋C相＋G相（见婺源县沱口乡、秋口乡、思溪乡等地)，C 相主要为 Tade、少量 Tae 和 Tabcde，D 相为薄层 Tde，G 相分布较少，为厚层黑色、紫黑色泥质和凝灰质板岩。750 个鲍玛序列的砂岩、页岩厚度统计表明，南部砂泥比为 8.15:1，北部为 3.76:1。

上述研究使我们认识到：1）上溪群中上部浊积岩分布稳定、厚度大，表明存在着稳定的浊流沉积体系。2）浊流相组合的分布说明该体系是从南向北发展的；南部组合符合近源浊积岩特征，可归为内-中扇浊积岩，北部组合则与远源浊积岩相似，可归为中-外扇浊积岩。3）该区两个浊流相组合应归于同一个浊流沉积体系。

3. 弧后盆地与岛弧带的关系

上溪群砂岩镜下观察结果，主要碎屑成分为石英、长石和岩屑。石英为单晶，次棱角状，均匀消光或弱波状消光；长石具聚片双晶、格子双晶、卡斯巴双晶及卡钠复合双晶，岩屑以微晶长英质为主，属火山岩屑或火山灰蚀变产物。这种成分特点表明上溪群的物源与火山作用关系密切。

在全区范围内对上溪群随机取 10 块砂岩标本所做的主要成分含量统计结果如表 3。其中长石和岩屑总量＞ 15%，镜下观察杂基为 15—40%，说明成分成熟度和结构成熟度均低，属杂砂岩。将统计结果标于图 5，可以看出，长石含量从南向北由婺源以南的 12—

表 3　上溪群砂岩中石英、长石、岩屑体积含量统计

Table 3　volumetric composition of quartz, feldspar and Lithic fragments in sandstones of the Shangxi Group

标本号	地　点	长　石	石　英	岩　屑
110215	九都北	12	56	32
5172	新　屋	20	78	2
5212	西　坑	20	79	1
10145	土　塘	7	62	31
8611047	婺源北	7	82	11
86110311	清华南	4	75	21
11103	浮溪口	3	78	19
11078	沱　口	3	69	28
Q-G-9	景德镇	7	61	32
HS-10-3	环　沙	14	52	34

20% 减为婺源以北的 3—7%，岩屑含量由南部九都一带的＞30% 锐减为北部横坑口一带的＜5%。这两种不成熟物质含量的变化说明南部靠近物源区，物质搬运方向自南向北。

古流向测定结果也得出相同的结论。图 5 中 71 个古流向数据分别采自代表岛弧带的重溪、文坞等地登山群拔竹坑组和代表弧后盆地的三龙、茅棚店和深渡等地上溪群，测定对象是中小型斜层理和槽模。这些资料表明两个古地理单元的古水流方向大致相同。

根据以上三方面的特点推测，物源区应在南部，那里既有大规模火山活动以供应大量碎屑，又有较大的范围及高度致使大规模浊流作用发生，因此很可能赣东北—浙西岛弧带

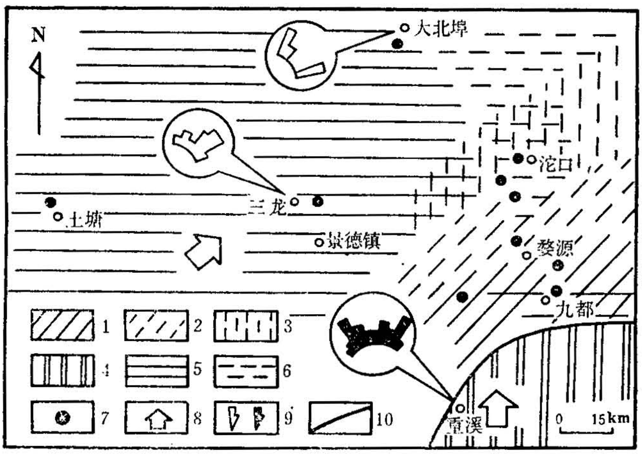

图 5　赣东北—皖南元古界古地理资料

Fig. 5　Palaeogeographic data from the Proterozoic in the northeastern Jiangxi—southern Anhui region

1—3. 上溪群砂岩中长石含量变化：1. 10—20%，2. 5—10%，3. ＜5%，4. 登山群火山岩，5—6. 上溪群砂岩中岩屑含量变化：5. ＞30%，6. 10—30%，7. 统计标本的采样点，8. 沉积体系发育方向，9. 古水流资料：左为测自上溪群，右为测自登山群，10. 赣东北断裂带

就是上溪群复理石的物源区。

值得注意的是，图 5 中景德镇、土塘以北，岩屑成分复杂，除火山岩屑外，还有花岗岩屑和沉积岩屑，这可能暗示另一个物源区的存在。

综上，代表岛弧和弧后盆地的两类建造的形成时间大致相同，地理位置接近，物质搬运方向协调，浊积岩物质组成与火山活动有关，故两者很可能具成因联系，即代表两个关系密切的、准同时的构造古地理单元。

三、推断的弧前及海沟

浙赣铁路两侧零星出露漆工群和铁砂街群，铁路北侧横峰—司铺一带漆工群以灰岩、白云岩和沉凝灰岩为主，铁路南侧铁砂街群以火山熔岩和碳酸盐岩为主，细碧岩中夹碧玉岩及黑色硅质条带[1]，它们可能属于弧前及海沟附近沉积。这种独特的建造、强烈的变质和变形作用可能代表消减带位置。

四、赣东北—皖南晚元古代构造古地理

从活动论观点来看，再造本区构造古地理轮廓还需做更多工作，其中两个方面最为重要：一是必须排除古生代以后特别是中生代构造叠加所引起的变位，二是应该恢复古地理单元的原始规模和它们之间的原始距离。因此，下面给出的构造古地理剖面仅是示意性的，并且没有规定比例尺（图 6），但我们仍可用它来表明晚元古代古大陆边缘的性质并解释沉积演化概况。

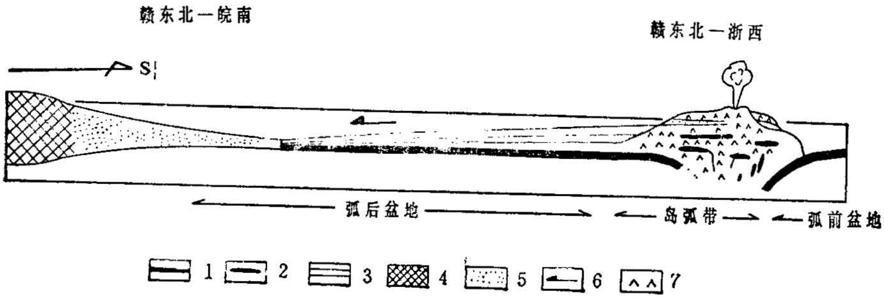

图 6　赣东北—皖南晚元古代沟弧盆体系的古地理剖面

Fig. 6　Palaeogeographic section of the late Proterozoic trench arc-basin system in the northeastern Jiangxi—southern Anhui region

1.洋壳　2.蛇绿岩　3.上溪群复理石　4.扬子地台基底　5.过渡壳　6.物源方向　7.登山群火山-沉积岩系

如图 6 所示，晚元古代本区为扬子地台东南大陆边缘的一部分，由于华南板块对扬子板块的俯冲，从扬子地台向外依次形成弧后盆地、岛弧带、弧前盆地及海沟。早期为小型岛弧，发育岛弧蛇绿岩（另文详述），晚期岛弧带规模增大，趋于成熟，在不同区段分别发育拔竹坑组岛弧浊积岩、岛弧滨浅海火山碎屑沉积岩；随火山活动增强，发育叶家组火山岩及

1）江西省地质矿产局区域地质调查大队，1982，1:20 万上饶幅区测报告。

火山碎屑岩。弧后盆地经历了初始形成和持续发育两个阶段，第一阶段的标志是代表洋壳组合的皖南歙县蛇绿岩和薄层复理石沉积，第二阶段以上溪群中大面积分布的巨厚复理石为特征。在岛弧带以南的弧前及海沟区发育漆工群和铁砂街群碳酸盐岩、硅质岩及火山熔岩。显然赣东北-皖南地区代表晚元古代西太平洋型活动大陆边缘。

工作中承蒙王鸿祯教授、王自强副教授指导，郭令智、施央申、周新民教授和马长信高级工程师提出宝贵建议，江西区域地质调查大队和朱贤甲高级工程师提供大量化学全分析资料，插图由耿全荣绘制，在此一并致谢。

参　考　文　献

[1] 陈思本、许绪丰，1988，江西东北部前震旦纪变火山岩的同位素年龄及地质意义。中国区域地质，第 25 期，第 187—188 页。
[2] 孙　鼐、彭亚鸣，1985，火成岩石学，地质出版社。
[3] Pearce, J. A., 1976, Statistical analysis of major element patterns in basalts, Jour. Petrology. Vol. 17, pp. 15—43.
[4] 林景仟，1987，岩浆岩成因导论，地质出版社。
[5] Wood, D. A., 1980, The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province. Vol. 50, pp. 11—30.
[6] 周洪瑞，1986，赣东北皖南晚元古代地层与构造古地理。华南地区大陆边缘构造史，王鸿祯、刘本培、杨巍然主编，第 173—179 页，武汉地质学院出版社。
[7] 白文吉、甘启高、杨经绥、邢凤鸣、徐　祥，1986，江南古陆东南缘蛇绿岩完整层序剖面的发现和基本特征。岩石矿物学杂志，第 5 卷第 4 期，第 289—298 页。
[8] 周新民、邹海波、杨杰东、王银喜，1989，安徽歙县伏川蛇绿岩套的 Sm—Nd 等时线年龄及其地质意义。科学通报，第 16 期(印刷中)。

THE LATE PROTEROZOIC TRENCH-BASIN-ARC SYSTEM IN NORTHEASTERN JIANGXI-SOUTHERN ANHUI PROVINCES

Xu Bei

(Department of Geosciences, Nanjing University)

Abstract

The late Proterozoic can be divided into three rock sequences in northeastern Jiangxi and southern Anhui provinces which represent three palaeogeographic units.

The first sequence is called the Dengshan Group which is distributed from northeastern Jiangxi to western Zhejiang, comprising a volcanic series with an isotopic age of 818 Ma 122 samples illustrate a continuous change in chemical composition and, particularly, andesite is an important part in the volcanic series. In Pearce's and Wood's diagrams the majority of the volcanic rocks show an affinity to island arc. So the Dengshan Group might occur in an island arc belt.

The second is called the Shangxi Group, which is represented by turbidite distributed from northeastern Jiangxi to southern Anhui. A lot of turbidite facies strata have been recognized, which may be divided into two turbidite facies associations. Association I, lying in the north includes D, C and G facies, and association II, B_2 and C facies, lying in the south. It is clear that associations I and II reflect respectively the outer-and inner-fan positions, by which a northward developing turbidite fan is recognized in a backarc basin.

The third sequence, called the Qigong Group or Tieshajie Group, crops out along the railway form Jiangxi to Zhejiang, comprising carbonate, argillaceous, siliceous and volcanic rocks. It is regarded as a trench and fore-are formation.

According to the above-mentioned analysis, a late Proterozoic trench-arc basin system can be reconstructed.

作 者 簡 介

徐 备，1954 年生，1978 年毕业于河北地质学院，1985 年获武汉地质学院北京研究生部区域地层专业硕士学位，1988 年获中国地质大学(北京)区域地层及构造古地理专业博士学位。

现为南京大学地球科学系构造地质专业博士后。