

# 一个前寒武纪安底斯复理石 皖南羊栈岭组复理石的岩石学及地球化学<sup>①</sup>

夏邦栋 马学敏

(南京大学地球科学系)

**提 要** 晚元古代羊栈岭组复理石的砂屑岩为岩屑杂砂岩,石英含量中等,富含火山岩及浅变质岩岩屑与长石。复理石沉积时有中酸性岩浆喷出。轻矿物、重矿物以及岩屑特征表明,复理石的物源区由中酸性火山岩、花岗岩、浅变质岩及沉积岩组成。砂屑的颗粒格架组分及常量元素与稀土元素地球化学特征一致说明,复理石盆地是在安底斯型构造背景下发育的弧间盆地。

**关键词** 前寒武纪 安底斯复理石 弧间盆地

**第一作者简介** 夏邦栋 男 60岁 教授 沉积—大地构造

## 前 言

复理石是构造属性极强的沉积建造。它的形成具有多种构造背景。H. G. Reading (1972)首先将复理石区分为大西洋型、日本海型、岛弧型、安底斯型、地中海型及加利福尼亚型等六类,并从宏观地质特征方面对六类复理石作出了概略说明。K. A. WCrook (1979)根据复理石砂屑岩的石英含量、SiO<sub>2</sub>及K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O值将复理石区分为大西洋型、安底斯型、仰冲岩石圈型及岛弧型四类。夏邦栋根据建造序列特点将我国复理石区分成富火山岩序列(含岩屑杂砂岩及石英杂砂岩两亚类)、非火山岩序列(含非碳酸盐型、富碳酸陆屑盐型、碳酸盐型三亚类)、火山岩—沉积岩序列等三种,认为它们分别产出在板间或活动大陆边缘、板内断陷盆地及裂谷之中(夏邦栋,1986)。上述复理石分类的提出对于认识复理石形成的多样化构造背景以及研究板块构造的演化都具有重要意义。但是关于各类复理石实例的详细研究是不多的,尤其是关于前寒武纪安底斯型复理石的专题研究几乎是一空白。

笔者研究了安徽南部晚元古代羊栈岭组(又称牛屋组)沉积,获得了较为系统的材料,可以断定它是安底斯型复理石,且颇有典型性。

皖南前震旦纪地层分为汐口群(Pt<sub>2</sub>)及历口群(Pt<sub>3</sub>),均具有轻度变质。它们构成扬子板块的基底并被震旦系(Pt<sub>3</sub>)不整合覆盖(图1)(夏邦栋,1962)。羊栈岭组是历口群下部,其上为邓家组碎屑岩及铺岭组/井潭组火山岩。

羊栈岭组具有以下作为复理石沉积的标志:

<sup>①</sup> 国家自然科学基金资助课题

1. 它是厚度逾 2800m 的由粗、细碎屑物构成的带状沉积体。呈近东西方向在皖南延伸约 200km, 并伸入西侧的赣东北境内, 其宽度不超过 50km。

2. 碎屑沉积中的粗粒部分——砂岩, 是杂砂岩, 具有原生的碎屑颗粒及较丰富的泥质基质。

3. 具有韵律性。下部以砂岩为主, 并由砂岩、板岩构成韵律层; 中部以粉砂岩为主, 并由粉砂岩、板岩构成韵律层; 上部以板岩为主, 并由粉砂岩与板岩构成韵律层。单韵律的厚度一般自数十米向上减小到 20cm 以内。

4. 具有递变结构。韵律底部常出现递变砂/粉砂, 其底面为冲刷面, 并出现火焰状构造。

5. 发育底痕。韵律的底部单元具有舌状、蝌蚪状、新月形槽状以及不规则形态的重荷模。槽模的指向与区域性古水流方向(近于正北)具有很好的一致性。

6. 具有多种内部构造。韵律的砂质单元中有泥砾, 在平行纹层单元中有火焰状构造及砂质脉, 在交错纹层单元中有包卷层理等。

以上标志满足了国际沉积学界对于鉴定复理石沉积的基本要求。羊栈岭组属于复理石沉积是可以肯定的。徐树桐等(1979)、周洪瑞(1983)等对此复理石及其中的部分沉积特征作过报导。

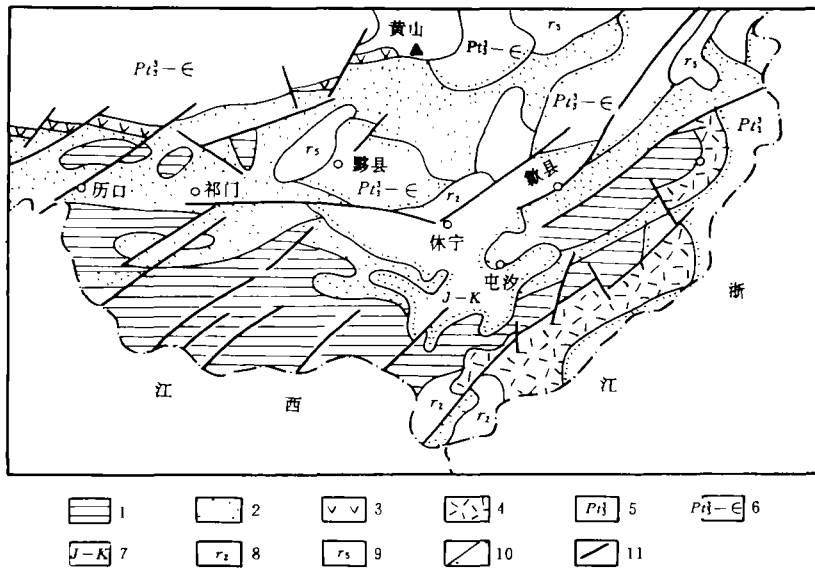


图 1 皖南地质略图

Fig. 1 Geological schematic map of South Anhui

- 1. 沙口群 2. 羊栈岭组(含邓家组) 3. 铺岭组 4. 井潭组 5. 震旦系 6. 震旦系—寒武系
- 7. 侏罗系—白垩系 8. 花岗岩 9. 花岗闪长岩 10. 不整合 11. 断层

### 1 复理石砂屑岩的岩石学

复理石砂屑岩为岩屑杂砂岩。根据对 26 件薄片的观测统计, 碎屑中含石英 25—80%, 平均为 50%, 岩屑含量最高达 48%, 平均为 32%; 长石含量最高为 40% (个别的), 最低为百分之

几,平均为 18%。

石英可以区分为单晶石英与复晶石英。单晶石英中有的晶粒为自形,横切面近于六边形,有的晶粒具有弧形边或成为港湾状,这些晶粒为火山喷发物。有的单晶石具有交代穿孔构造,应来自花岗岩。复晶石英数量约占石英总数的 1/4,其中不少是由 5 个以上且大小参差的石英晶粒集合而成,晶粒的边棱或较平直,或为锯齿状,这种复晶石英应来自变质岩石部分复晶石英由大小均匀而且数量较少(常在 5 个以下)的石英晶粒集合而成,应来自花岗岩类岩石。

岩屑中以火成岩屑最多,约占岩屑比例 1/3—1/2。主要是安山岩、安山玄武岩、英安岩、流纹岩、火山玻璃,以及少量花岗岩屑。火山岩屑的表面干净,棱角鲜明,没有遭受过侵蚀的明显痕迹,这些火山岩屑主要应是同期火山喷发之产物。千枚岩及板岩岩屑也较普遍,此外还见到一定数量的泥质岩及硅质岩岩屑。

长石主要是中酸性斜长石及正长石,还有少量条纹长石和微斜长石,它们应来自于中酸性侵入岩及喷出岩。

碎屑颗粒的分选较差,磨圆度为差到中等,基质含量达 20~40%,主要成分为泥质。含少量硅质及钙质胶结物。岩石主要结构系数(宋天锐,1979)为 3.689~7.315,属于次成熟到不成熟。

上述特点说明,复理石是快速搬运和堆积的产物,物源区广泛分布着浅变质岩、中酸性火山岩以及花岗岩类岩石,也有少量沉积岩,复理石沉积时有火山喷发。

根据笔者所做复理石砂屑岩的 11 个人工重砂矿物成分及含量测定结果看出,物源区应有花岗岩及花岗闪长岩,安山岩、变质岩以及沉积岩四种岩石类型(表 1)。

表 1 重矿物组合及推断的源岩类型

Table 1 Source rocks discrimination by heavy mineral

| 重矿物组合                              | 源岩        |
|------------------------------------|-----------|
| 锆石(自形晶)、榍石、磷灰石、黑云母、电气石、角闪石、磁铁矿、金红石 | 花岗岩及花岗闪长岩 |
| 辉石、角闪石、磁铁矿                         | 安山岩       |
| 石榴石、绿帘石、榍石、绿泥石、透闪石                 | 变质岩       |
| 锆石(圆)、白钛石、重晶石、金红石                  | 沉积岩       |

应该说明,有的重矿物呈现两种或两种以上特征,表明有多种来源。如锆石中有的具滚圆或半滚圆状,显然来自于沉积岩;有的晶形较完好应来自于火成岩,其中晶体粗大者(宽可达 0.125mm)可能与侵入岩有关,晶体细小者(宽为 0.03mm)可能与火山岩有关。

特定的构造带总是具有特定的岩石组合。羊棧岭复理石的源区具有以中酸性火山岩及花岗岩类岩石为特征的岩石组合。这种岩石组合正是以安底斯型构造带为特征。按照 W. R. Dickinson (1979)提出的判识砂岩物源区性质的 QFL 图,羊棧岭复理石砂屑岩的投影点落在再旋回造山带及岩浆弧两种物源区范围(图 2)。这说明羊棧岭复理石的物源区兼有造山带及岩浆弧两种特点,这正是安底斯型构造带的特点。用羊棧岭复理石砂屑岩的颗粒格架组分在 K. A. W. Crook (1974)提出的差别图上投影,绝大部分点落在“中量石英”区(图 3)。按 K. A. W. Crook,“中量石英”区的现代类似构造背景正是安底斯型构造带。

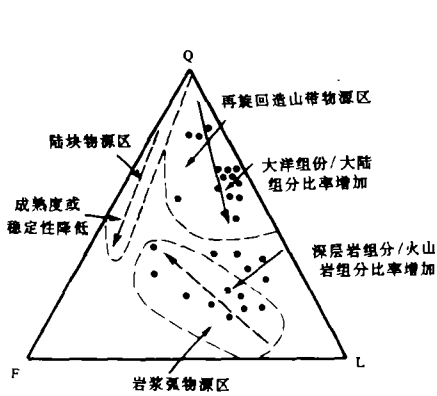


图2 复理石砂屑岩的QFL图  
(原图据 W. R. Dickinson, 1979)

Fig. 2 QFL diagram of flysch arenites (from K. A. W. Crook, 1974)

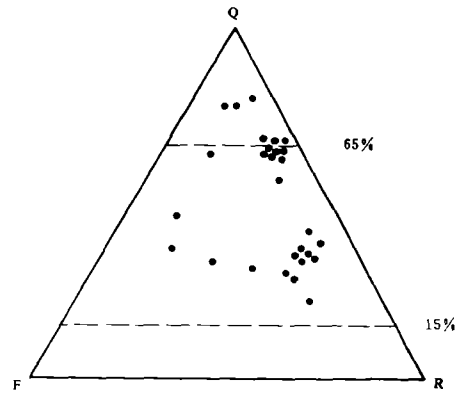


图3 复理石砂屑岩的QFR图  
(原图据 K. A. W. Crook, 1974)

Fig. 3 QFR diagram of flysch arenites (from W. R. Dickinson et al, 1979)

## 2 复理石砂屑岩的地球化学

### 2.1 常量元素地球化学

根据复理石砂屑岩 27 个岩石化学成分测定结果看出,  $\text{SiO}_2$  含量中等, 平均为 70.19%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量较高, 平均为 14.25%;  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  比值低, 平均为 0.84。按照裴蒂庄(1973)的化学成分分类, 其中 24 个属于杂砂岩, 2 个属于岩屑砂屑岩, 1 个属于长石砂岩。这一判别结果同通过岩石薄片鉴定获得的认识基本一致。

特别值得介绍的是, 按照已有的各种化学成分判别模式, 复理石的构造背景皆被判为活动性的安底斯型构造带。

如按照羊栈岭复理石砂屑岩的石英含量(50%),  $\text{SiO}_2$  含量(70.19%)  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  比值( $< 1$ ), 等三项指标, 均符合 K. A. W. Crook 区分的安底斯型构造背景。

M. R. Bhatia(1983)将砂岩的板块构造背景区分为大洋岛弧、大陆岛弧、活动大陆边缘、被动大陆边缘四类。各类都有特征性的地球化学参数值, 羊栈岭组复理石砂屑岩的  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} = 6.37$ ,  $\text{TiO}_2 = 0.74$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2 = 0.20$ , 说明它应属于大陆岛弧背景(M. R. Bhatia 提出的判别参数值分别为: 6.79, 0.64, 0.20)  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} = 0.84$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} = 2.74$ , 说明它应属于活动陆缘背景(M. R. Bhatia 提出的判别参数值分别为: 0.99, 2.56)。按照 M. R. Bhatia 提出的判别函数和判别公式, 求出羊栈岭复理石砂屑岩化学成分的判别得分, 其投影点落入活动陆缘的有 15 个点, 落入被动陆缘的 5 个点(图 4)。M. R. Bhatia 区分的大陆岛弧指具有正常厚度地壳或拉薄地壳的火山弧, 它是从陆壳上分裂出来的部分, 沉积盆地可以位于弧前、弧后或弧间, 物源是长英质火山岩。该作者区分的活动陆缘指具有很厚地壳的大陆边缘, 含安底斯型边缘盆地、后退弧盆地及加里福尼亚型走滑盆地, 物源是花岗岩—片麻岩及硅铝质火山岩。由上述可见, 羊栈岭复理石的构造背景应兼有这两类背景的共同要素, 即与火山弧及陆壳有关。这种构造带无疑属于安底斯型。

B. R. Roser 与 R. J. Korsch(1986)利用砂岩及页岩的  $SiO_2/Al_2O_3$  与  $K_2O/Na_2O$  以及  $K_2O/Na_2O$  与  $SiO_2$  两组参数建立了区分岛弧、活动陆缘、被动陆缘三种构造背景的判别图解。按照这两组参数,羊栈岭复理石有 26 个点落入活动陆缘,仅 1 个点落入被动陆缘。按 B. P. Roser 等,活动陆缘是指活动大陆边缘的岩浆弧。根据 B. P. Roser 与 R. J. Korsch 的划分,羊栈岭复理石的构造背景不属于岛弧,也不属于被动陆缘而属于活动大陆边缘的岩浆弧,后者是安底斯型陆缘的同义语。它包含了安底斯型构造带。

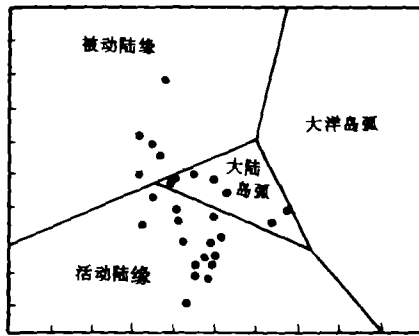


图 4 羊栈岭复理石化学成分判别函数对图 (原图据 M. R. Bhatia, 2094)

Fig. 4 Tectonic setting discrimination diagram by a chemical composition function pair of flysch arenites (from M. R. Bhatia, 1983)

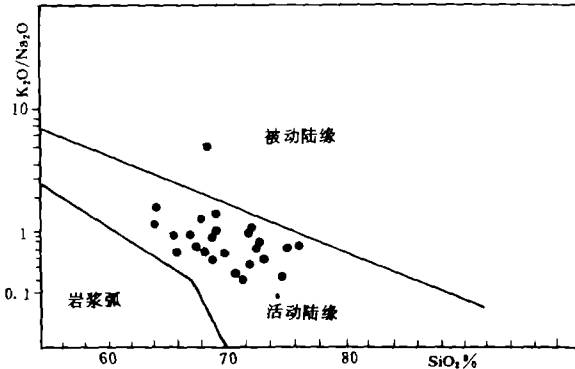


图 5 羊栈岭复理石构造背景判别 (原图据 B. P. Roser 等, 1986)

Fig. 5 Tectonic setting discrimination diagram of flysch (from B. B. Roser et al, 1983)

### 2.2 稀土元素地球化学

笔者选取了羊栈岭复理石的 8 件杂砂岩样品进行了光谱定量测定,其结果表明,ΣREE 平均为 184.29,ΣLREE/ΣHREE 比值平均为 8.21δEu 平均为 0.69(表 2)。稀土酚曲线中 LREE 呈负斜率分布,HREE 呈平坦型分布,Eu 为中等负异常(图 6)。

表 2 羊栈岭复理石杂砂岩稀土元素含量

Table 2 Tectonic setting of flysch arenites (from M. R. Bhatia, 1985)

| 序号 | 标本号   | 稀 土 分 量 (ppm) |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | ΣREE  | LREE   | HREE   | ΣLREE/ΣHREE | δEu   |      |
|----|-------|---------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|--------|-------------|-------|------|
|    |       | La            | Ce    | Pr    | Nd    | Sm   | Eu   | Gd   | Tb   | Dy   | Ho   | Er   | Tm   | Yb   | Lu   |       |        |        |             |       | Y    |
| 1  | m-2   | 42.69         | 76.93 | 8.94  | 30.15 | 5.96 | 1.29 | 4.42 | 0.63 | 3.06 | 0.94 | 1.56 | 0.20 | 1.46 | 0.18 | 15.05 | 178.41 | 165.97 | 12.45       | 13.33 | 0.80 |
| 2  | L-14  | 49.62         | 91.00 | 11.56 | 41.77 | 8.70 | 1.51 | 7.34 | 1.08 | 6.33 | 1.79 | 3.90 | 0.53 | 4.10 | 0.56 | 33.87 | 229.79 | 204.16 | 25.63       | 7.97  | 0.62 |
| 3  | D-14  | 36.53         | 70.06 | 9.07  | 33.05 | 7.57 | 1.13 | 7.19 | 1.20 | 7.16 | 1.85 | 4.21 | 0.61 | 4.15 | 0.56 | 37.96 | 184.34 | 157.41 | 26.93       | 5.84  | 0.51 |
| 4  | La-3  | 28.89         | 59.82 | 7.31  | 26.87 | 6.18 | 1.37 | 5.88 | 0.80 | 5.66 | 1.35 | 3.05 | 0.44 | 3.06 | 0.42 | 26.42 | 151.09 | 130.43 | 20.66       | 6.31  | 0.75 |
| 5  | m-13  | 24.69         | 51.32 | 6.19  | 21.86 | 5.11 | 0.93 | 4.57 | 0.75 | 4.17 | 1.14 | 2.68 | 0.40 | 2.80 | 0.37 | 22.12 | 126.97 | 110.09 | 16.88       | 6.52  | 0.63 |
| 6  | 0-14  | 46.46         | 92.26 | 10.44 | 36.04 | 7.52 | 1.67 | 6.39 | 0.95 | 5.27 | 1.50 | 2.97 | 0.36 | 2.90 | 0.36 | 26.55 | 215.12 | 194.41 | 20.71       | 9.39  | 0.79 |
| 7  | YJ-11 | 39.36         | 81.97 | 9.90  | 35.29 | 7.23 | 1.44 | 5.69 | 0.83 | 4.92 | 1.46 | 3.07 | 0.40 | 3.16 | 0.43 | 26.03 | 200.27 | 175.19 | 19.97       | 8.77  | 0.72 |
| 8  | 0-10  | 37.10         | 79.39 | 9.13  | 32.43 | 6.92 | 1.39 | 6.02 | 0.85 | 5.68 | 1.50 | 3.48 | 0.45 | 3.49 | 0.48 | 30.10 | 188.31 | 166.35 | 21.95       | 7.58  | 0.70 |
|    | 平均值   | 38.17         | 75.34 | 9.07  | 32.19 | 6.90 | 1.34 | 5.94 | 0.89 | 5.28 | 1.44 | 3.12 | 0.42 | 3.14 | 0.42 | 27.26 | 184.27 |        |             | 8.21  | 0.69 |

注:由南京大学地质系中心实验室分析

可见,羊栈岭复理石的 $\Sigma\text{REE}$ 接近于地壳的平均值(165.35)(黎彤,1976), $\Sigma\text{LREE}/\Sigma\text{HRE}$ 比值大大超过地壳的平均值(2.5—3.0)(刘英俊等,1987),这显示了物源区发育了很厚的上地壳,这是安底斯型构造带的重要特点之一。

按照 M. R. Bhatia(1985)给出的不同板块构造背景下砂岩的稀土元素判别参数,羊栈岭复理石的构造背景也判为安底斯型陆缘。

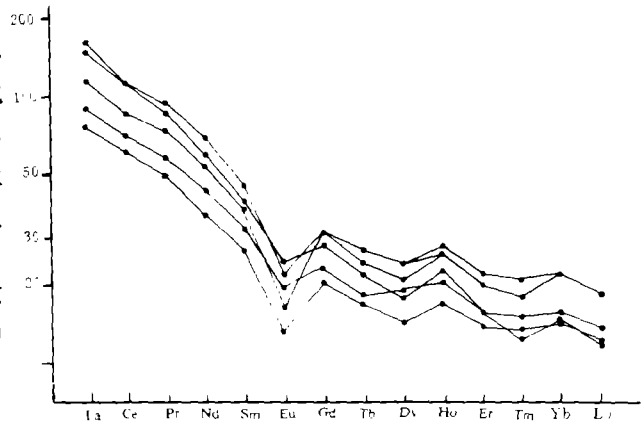


图6 复理石杂砂岩稀土分布曲线

Fig. 6 REE patterns of flysch arenites

### 3 复理石的建造序列

复理石建造序列的性质和特征对区

分复理石的构造背景有重要意义。按照夏邦栋提出的标准(夏邦栋,1986),该复理石属于富火山岩建造序列,其主要标志是:

1. 复理石砂屑岩中有晶屑及玻屑以及火山岩屑,与此相应的是羊栈岭组中有丰富的同期中酸性火山岩产出。在绩汐镇头羊栈岭组中产出流纹岩、含砾凝灰岩和层凝灰岩,其厚度约200m<sup>①</sup>。在歙县黄村—吴家坦羊栈岭组中火山岩有三层,成分主要为安山岩、流纹岩、凝灰岩、层凝灰岩,其累积厚度逾100m<sup>②</sup>。在天母山地区也有同期的安山岩及英安岩产出。

2. 后复理石的邓家组是厚度达数百米,产状为大规模透镜体的粗碎屑岩,并夹火山岩,下粗上细,成断续的带状分布,与下伏层可能为不整合,它属于造山型磨拉石(夏邦栋等,1989)。而且,据刘寿和、夏邦栋研究(1990)在邓家组之上产出的火山岩具有火山弧及弧后拉张背景。火山岩中分布位置较南边的井潭组(图1)为钙碱系列的安山岩、英安岩及火山屑岩,是火山弧产物,位于其北侧的同期铺岭组为拉斑玄武岩—细碧岩组合,属于弧后拉张背景之产物。

3. 前复理石的汐口群是厚度达数千米的砂泥质岩石已变质为板岩及千枚岩等,也夹有中酸性火山岩。

上述各点不仅构成了富火山岩建造序列的基本要素,而且清楚地展示出一个安底斯型构造带的基本地质特征。皖南已知有年代为913—963Ma的休宁花岗岩及歙县花岗岩分布(图1),它是这一构造带的特征性构造之一,对于说明安底斯型构造背景也有重要作用。

## 结 论

上述各方面资料有力论证了晚元古代羊栈岭复理石是一个典型的安底斯型复理石,复理石盆地的形成与发育在成熟陆壳上活动性火山弧的拉开有密切联系,复理石堆积时火山活动正在进行,复理石的物源来自于火山弧。这一结论同郭令智等(1980)根据区域地质资料推断存在一个包括皖南在内的江南古岛弧系的论述是基本一致的,同时这一结论及其所依据的事实

① 据安徽省332地质队,1/5万锦德幅区测报告。

② 据安徽省区调队,1965.1/20万锦德幅区测报告。

对于说明前寒武纪已经存在有类似于中生代以来的板块构造格具有重要意义。

收稿日期:1991年4月15日

### 参 考 文 献

- [1] Reading H. G., 1972, 24th Internat. Geol. Cong. Proc. sect. 6, p. 59~67.
- [2] Crook K. A. W. 1979, lithogenesis and geotectonics; the significance of compositional variation in flysch arenites (graywackes). In R. H. Dott, J. R. and R. H. Shaver: Modern and Ancient Geosynclinal Sedimentation. p. 304~310.
- [3] 夏邦栋, 1986, 我国复理石的研究及其中提出的若干问题. 沉积学报, 4卷, 1期, 49~63页。
- [4] 夏邦栋, 1962, 皖南前震旦纪地层及其中之变质火山岩. 南京大学学报(地质学), 89~97页。
- [5] 徐树桐、陆镜元、张维明、陈冠宝, 1979, 皖南祁门—歙县地区元古界变质岩地层原始构造环境和形变, 地质科学, 2期, 101~115页。
- [6] 周洪瑞, 1983, 赣东北皖南晚元古代地层与构造古地理. 载于王鸿桢主编《华南地区古大陆边缘史》. 北京:地质出版社, 173~182页。
- [7] 宋天锐, 1979, 薄片计算砂岩主要结构系数的新公式. 地质论评, 25卷, 1期, 43~47页。
- [8] Dickinson, W. R. et al., 1979, Plate tectonics and sandstone compositions; AAPG Bull, V. 63, p. 2164~2182.
- [9] Bhatia, M. R., 1983, Plate tectonics and geochemical composition of sandstones. The J. of Geology, V. 91, p. 611~627.
- [10] Roser B. P., et al., 1986, Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using  $\text{SiO}_2$ -Content and  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  Ratio. The J. of Geology. V. 94, p. 635~650.
- [11] 黎彤, 1976, 化学元素的地球丰度, 地球化学, 3期, 167~650。
- [12] 刘英俊, 曹励明, 1987, 元素地球化学导论. 北京:地质出版社。
- [13] Bhatia, M. R., 1985, Sedimentary Geology V. 45, n. 1~2, p. 97~113.
- [14] 王贤觉等, 1982, 东海大陆海底沉积物稀土元素地球化学研究. 地球化学, 1期, 56~65页。
- [15] 夏邦栋、方中、吕洪波、于津海, 1989, 磨拉石与全球构造. 石油实验地质, 11卷, 4期, 314~319页。
- [16] 刘寿和、夏邦栋, 1990, 皖南晚元古代火山岩及其构造背景. 南京大学学报(地球科学), 1期, 42~52页。
- [17] 郭令智, 施央中、马瑞士等, 1980, 江南元古代板块构造运动和岛弧构造的形成和演化. 国际前寒武纪地壳演化讨论会论文集, 第1集. 地质出版社. 30~37页。

## A Precambrian Andean-Type Flysch: Petrology and Geochemistry of Yangzhanling Flysch in Southern Anhui, China

Xia Bangdong      Ma Xueming

(Department of Earth Sciences, Nanjing University)

### Abstract

A suit of late Proterozoic Sandstones and shales up to 2800m thick is wide-spreaded in Southern Anhui province. It has been identified by many researchers as a flysch according to

a series of characteristics, such as rhythms, grading textures, contemporaneous deformations, sole marks etc. It lays with a unconformity on Xikou Group of mainly mudstones and is covered by Dunjia coarser detrital deposits and Puling-Jintan volcanic rocks. All above mentioned strata are slightly metamorphosed.

The Yanzhanling flysch arenites are debris graywackes, which are quartz intermediate, plagioclase-rich and very metamorphic lithic. Result of heavy mineral analysis shows that they were derived from igneous, metamorphic and sedimentary rocks. It is suggested that this flysch deposits have a source area composited of intermediate-acid volcanic rocks, granites, slightly metamorphosed rocks and sedimentary rocks, and also suggested that intermediate-acid magma was erupted during the time of flysch sedimentation, as a thicker intercalations of intermediate-acid are present in the flysch deposits.

Using the QFL diagram of Dickinson et al. (1979), the source area of this flysch arenites belong to the domain between magmatic arc and orogenic belt. Using the QFL diagram of Crook (1974), the flysch arenites have the andean-type tectonic framework. From 27 samples of flysch arenites, the content of  $\text{SiO}_2$  is 70.19%,  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ : 0.84,  $\text{FeO}+\text{MgO}$ : 6.37%,  $\text{TiO}_2$ : 0.74%,  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ : 0.20,  $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O})$ : 2.74, according to these data, the flysch can be identified as a andean-type (from Crook, 1974) or active continental margin (from Bhatia, 1983; Roser et al., 1986). From 8 samples of flysch arenites, content of  $\sum \text{REE}$  is 184.29,  $\sum \text{LREE}/\sum \text{HREE}$ : 8.21,  $\text{Eu}/\text{Eu}^*$ : 0.69, etc. and the flysch can also be identified as andean-type.

Besides, post-flysch deposits--the Puling Formation is a tholeiite-spilite assemblage, locates near the northern side of flysch basin, and the contemporaneous Jintan Formation is a suit of andesites, dacits and pyroclastic rocks of calc-alkali series, locating near the southern side of the flysch basin.

So, it can be confirmed that this flysch is of a andean-type developing in a tectonic framework of inter-arc basin.