

# 下扬子地区青龙群上部角砾岩成因问题

方景爽 董树文 李勇<sup>①</sup>

(安徽省地质科学研究所)

朱洪吉

(安徽省地质矿产局)

1989—1990年,安徽省地质科学研究所与德国下萨克森州不伦瑞克大学地质古生物研究所在下扬子地区合作进行了中三叠统的蒸发岩沉积特征及含钾性评价的研究,对下扬子地区青龙群上部(东马鞍山组)地表角砾岩层进行了详细的野外地质工作。我们认为这套以往一直被看作盐溶倒塌成因的角砾岩,主要是碎屑流沉积的结果,有少量构造角砾岩、膏溶崩塌角砾岩。

碎屑流沉积发育于长江北岸的宿松、安庆、巢湖、无为和长江南岸的贵池、铜陵、繁昌、南京、镇江、溧阳等地,呈北东—南西向带状展布,分布广泛、规模大,最大沉积厚度超过百米以上,十分引人注目。

碎屑流角砾岩的顶部在安庆地区与中、上三叠统黄马青群呈假整合接角,底部与东马鞍山组下段白云岩的接触面凸凹不平,上下两段岩性各异,易于区分。各地碎屑流沉积的岩石、结构和构造特征,可综合叙述如下:

## 1. 砾屑

本区碎屑流沉积的砾屑,按其物质来源可分为两类:第一类砾屑是来自同一地层的本单位,即是来自东马鞍山组下段的潮坪沉积带,以白云岩类、云质和灰质混合组成的岩类为主,少量石灰岩类;第二类砾屑是来自东马鞍山期以前形成的台地,主要是石灰岩类,以及少量硅质岩、碳质页岩和碎屑岩等。东马鞍山组上段碎屑流角砾岩以第一类砾屑为其主要成分,有些地区是两类砾屑不同比例的混合。

各种类型砾屑的分布量:白云岩类占56.7%,石灰岩类占26.3%,云质和灰质混合组成的岩类占14.5%,硅质岩、碳质页岩和碎屑岩分布较为零星(表1)。

根据碎屑流沉积的砾屑和上下岩层对比:白云岩类、云质和灰质(或少量膏质)混合组成岩类的砾屑是来自东马鞍山组下段岩层;微晶石灰岩类砾屑可以源于中三叠统东马鞍山组底部,也可以来自下三叠统,在铜陵龙潭肖、贵池潘桥和南京金丝岗发现大量微晶石灰岩砾屑出露,即是来自东马鞍山期形成的碳酸盐岩层;贵池潘桥、南京金丝岗出现的条带状微晶石灰岩砾屑,属于典型的下三叠统和龙山组;南京金丝岗出露的蠕虫状石灰岩,属于下三叠统南陵湖组;贵池潘桥细粒石灰岩砾屑来自下三叠统,碳质页岩砾屑确认为上

<sup>①</sup> 共同参加野外地质工作的有:德国不伦瑞克大学地质与古生物研究所 W. Schneider 教授, H. Breitzkreuz 博士, M. Erben 先生, K. U. Gobner 先生;汉诺威大学地质与古生物研究所 F. Mattern 博士。

二叠统龙潭煤系；繁晶石壁山出露的海绵石灰岩、砂岩的砾屑分别属于古生代的碳酸盐岩层和碎屑岩层，放谢虫硅质岩来自二叠系大隆组或孤峰组。至于安庆月山，铜陵分水岭、龙潭肖、龙头山、繁晶石壁山以及南京轿子山等地分布的燧石岩和石英碎屑难于判定其源地和所属层位。

下扬子地区碎屑流沉积的砾屑在石膏沉积盆地两侧分布有一定规律性：北岸的砾屑主要是白云岩类和极少量石灰岩类，属于第一类砾屑组份，来自中三叠统东马鞍山组下段地层，最大剥蚀深度仅有 50 余米；而南岸的砾屑成份，除来自东马鞍山组下段岩层外，剥蚀到二叠系，可能还有更老的地层，由第一类和第二类砾屑混合组成，估计剥蚀深度达 1500m 以上。两岸地形差异加大，表明下扬子海在早三叠世北低南高的地貌，在东马鞍山期得到进一步发展。也反映扬子地块向华北地块俯冲过程的主导地位，造成南岸快速收缩抬升。

表 1 下扬子地区青龙群上部碎屑流沉积的角砾种类、含量及分布

Table 1 Type, content and distribution of the breccias from the debris flow deposits in the upper part of the Qinglong Group in the Lower Yangtze area

角砾种类		含量(%)	分 布
白云岩类	微晶白云岩	21.5	沿江一带广泛分布
	结晶白云岩	20.3	沿江一带广泛分布
	含泥(或含石膏、含石英)微晶白云岩	8.2	安庆月山、贵池潘桥、巢湖马家山、南京轿子山、溧阳飞家山
	纹层微晶—极细晶白云岩	4.6	安庆月山、贵池潘桥、铜陵龙头山、分水岭、南京轿子山、金丝岗
	藻屑微晶白云岩	2.1	安庆月山、铜陵分水岭、巢湖马家山、南京轿子山、镇江小力山
云合质和钙质类混	含石膏假晶灰质微晶白云岩	5.2	安庆月山、铜陵分水岭、繁昌北山、巢湖马家山、溧阳飞家山
	藻纹层含石膏假晶灰质微晶白云岩	4.8	铜陵龙头山、分水岭、贵池潘桥、南京轿子山
	云质微晶—极细晶石灰岩	2.5	贵池潘桥、南京金丝岗
	灰质微晶白云岩	1.0	贵池潘桥
	含石英云质结晶石灰岩	1.0	铜陵龙头山
石灰岩类	结晶石灰岩	10.5	贵池潘桥、铜陵龙潭肖、龙头山、巢湖马家山、南京金丝岗
	微晶石灰岩	8.8	贵池潘桥、荷叶心山、铜陵龙潭肖、繁昌北山、南京金丝岗
	泥质微晶石灰岩	5.0	贵池潘桥、铜陵龙潭肖
	纹层微晶石灰岩	2.0	贵池潘桥、铜陵龙潭肖、南京金丝岗
	鲕粒极细晶石灰岩	偶见	贵池潘桥
	生物微晶石灰岩	偶见	繁晶石壁山
	蠕虫状微晶石灰岩、条带状微晶石灰岩	偶见	贵池潘桥、南京金丝岗
硅质岩	燧石岩、放射虫岩	2.5	铜陵、分水岭、龙头山、龙潭肖、繁晶石壁山、南京轿子山
碳质岩	碳质岩	偶见	贵池潘桥
碎屑岩	砂岩	偶见	繁晶石壁山

碎屑流砾屑种类的垂直分布规律,明显见于贵池潘桥剖面,上部以石灰岩砾屑为主,下部则是白云岩砾屑,分别来自下三叠统以及中三叠统东马鞍山组下段岩层,其上下层位关系,符合一般剥蚀程序(图1)。

砾屑一般呈深灰、灰、浅灰、灰白、灰黄等不同颜色,粒径大小悬殊,小者仅2mm,大者可达十厘米的巨大漂砾,一般以0.5—5cm较普遍。砾屑形状不甚规则,多数呈棱角状,少数呈次棱角状、次圆状、圆状。局部地区可见到二次沉积角砾,一种砾屑被另一种砾屑所包裹。

## 2. 基质

碎屑流角砾岩的基质主要是由白云石、方解石和部份碳酸盐岩岩屑,以及少量硅质岩岩屑和石英组成。也有部份地区的基质仅由方解石一种矿物构成的(表2)。

表2 下扬子地区青龙群上部碎屑流沉积的基质种类、含量及分布

Table 2 Type, content and distribution of the matrix from the debris flow deposits in the upper part of the Qinglong Group in the Lower Yangtze area

基质种类	组 份	含量(%)	分 布
A	微晶—极细晶白云石, 极细晶—细晶方解石, 云岩岩屑, 灰岩岩屑, 硅质岩屑	21.6	安庆月山, 巢湖马家山, 铜陵龙头山, 龙潭肖, 南京轿子山, 溧阳飞家山, 镇江小力山
B	微晶—极细晶方解石, 微晶—极细晶白云石, 云岩岩屑, 灰岩岩屑, 硅质岩屑	19.9	贵池潘桥, 铜陵龙头山, 繁昌北山, 巢湖马家山, 南京轿子山, 金丝岗, 溧阳飞家山, 镇江小力山
C	微晶方解石, 极细晶方解石, 灰岩岩屑, 云岩岩屑	19.4	贵池潘桥, 铜陵龙潭肖, 南京金丝岗
D	细—中晶方解石, 微晶—极细晶方解石, 硅质岩屑, 灰岩岩屑	11.1	贵池潘桥, 繁昌石壁山
E	极细晶—细晶白云石, 细晶方解石, 云岩岩屑, 硅质岩屑	10.1	安庆月山
F	微晶白云石, 极细晶方解石, 针状、粒状石膏(被方解石交代)	9.3	宿松韭菜山, 贵池荷叶心山, 溧阳飞家山
G	细晶方解石(淡水晶出)	8.6	铜陵分水岭, 繁昌石壁山

根据基质中的矿物晶粒大小、自形程度、内部结构和分布状态分析:微晶—极细晶白云石和方解石是碎屑流沉积的原始组份,是碎屑流角砾沿斜坡流动的支撑体;部份极细晶白云石也可能是碎屑流沉积后发生准同生云化的产物。基质中细—中晶级白云石和方解石可以与砂级岩屑一样作为碎屑流角砾的原始载体存在。但据镜下观察,大部分晶粒较粗的白云石是成岩期的重结晶作用或白云岩化作用的结果;晶粒较粗的方解石在白云岩中呈半

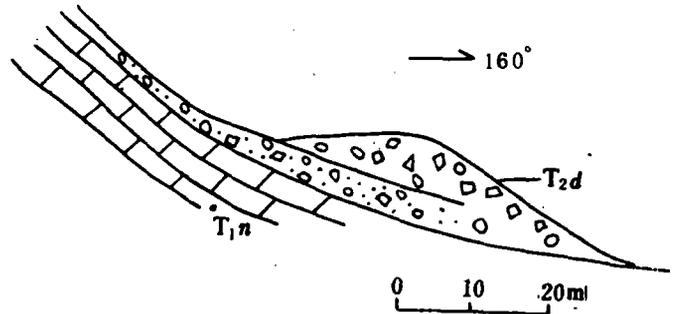


图1 贵池潘桥碎屑流沉积露头

Fig. 1 Outcrop of the debris flow deposits in Panqiao, Guichi

自形粒状和片状分布,是成岩期去白云岩化的结果;少部份方解石呈针状、短粒状晶体,是交代硬石膏而形成。

在铜陵分水岭和繁昌石壁山还可以见到角砾之间被淡水方解石胶结的现象,方解石呈明亮的粒状细晶,可分为两个晶出世代。其成因可以是滑塌角砾岩的砾屑在淡水潜流带被亮晶方解石胶结;也可能是未固结的碎屑流沉积被抬升到潜流带后,由于其原始基质含量较少,部份灰泥被水流带走,而被亮晶方解石所更替。在镜下也往往可以观察到亮晶方解石胶结物和灰泥基质出现在同一岩块之中。

按照碎屑流沉积的基质和角砾成份的组合关系,我们将下扬子地区碎屑流岩石类型划分为7种(表3)。从表3可以看出,角砾岩中组成角砾和基质的碳酸盐成份一般是相互对应的,但也有的角砾和基质的矿物成份存在差别,基质中新增的矿物一般晶粒较大,是成岩阶段交代作用的结果。

表3 下扬子地区青龙群上部碎屑流角砾岩的类型及分布

Table 3 Type and distribution of the debris flow breccias in the upper part of the Qinglong Group in the Lower Yangtze area

类型	角砾种类	基质组份	分布
I	微晶白云岩,极细晶白云岩,含泥微晶白云岩,含石英微晶白云岩,含石膏微晶白云岩,纹层微晶白云岩	微晶—极细晶白云石,极细晶—细晶方解石,局部细晶白云石,云岩岩屑,硅质岩岩屑	安庆月山,铜陵龙头山,巢湖马家山,南京轿子山,溧阳飞家山,镇江小力山
II	微晶白云岩,极细晶白云岩,极细晶石灰岩,细晶石灰岩,藻屑微晶—极细晶白云岩,含石膏微晶白云岩	微晶—极细晶白云岩,微晶—极细晶方解石,云岩岩屑,灰岩岩屑	贵池潘桥,铜陵龙头山,繁昌北山,巢湖马家山,南京金丝岗,溧阳飞家山
III	微晶石灰岩,极细晶石灰岩,纹层微晶石灰岩,鲕粒极细晶石灰岩,微晶白云岩	微晶方解石,微晶—极细晶白云石,极细晶—细晶方解石	贵池潘桥,铜陵龙潭肖,南京金丝岗
IV	微晶石灰岩,极细晶石灰岩,细—中晶石灰岩,泥质微晶石灰岩,藻纹层微晶石灰岩	微晶—极细晶方解石,细—中晶方解石,灰岩岩屑,硅质岩岩屑	贵池潘桥,铜陵龙潭肖,南京金丝岗
V	微晶白云岩,微晶石灰岩	微晶白云岩,极细晶—细晶方解石、石膏(被方解石交代)	贵池荷叶心山,宿松韭菜山,溧阳飞家山
VI	微晶白云岩,极细晶白云岩,藻屑微晶白云岩,藻纹层微晶白云岩	细晶方解石	铜陵分水岭
VII	微晶石灰岩,生物微晶石灰岩,硅质岩	细晶方解石	繁昌石壁山

### 3. 结构和构造

碎屑流沉积的砾屑和基质之比一般在3:7至7:3左右,砾屑含量少者仅占5%,多者可达90%。因此,有的砾屑“悬浮”于基质之中,形成基质支撑结构;有的砾屑分布较密,虽然基质含量较少,但仍起到支撑和润滑颗粒的作用,形成颗粒支撑角砾岩。

碎屑流角砾岩主要呈块状构造,砾屑随机定向、相互混杂,排列无序。但碎屑流沉积同样具有层状构造特点。安徽铜陵龙头山碎屑流角砾岩中发育着白云岩夹层,江苏南京轿子山、镇江小力山、溧阳飞家山碎屑流角砾岩与白云岩构成互层,组成5—9次完整的旋回,如果仔细划分又可以分出细小的沉积旋回达数次至十余次之多(图2)。

碎屑流沉积砾屑以棱角状为主,混杂堆积。但次圆状、圆状砾屑在贵池荷叶心山、铜陵龙头山、分水岭及龙潭肖、繁昌北山及石壁山、南京金丝岗、镇江小力山以及溧阳飞家山等地均见分布,砾屑沿层面排列,局部呈明显的粒序层理,具叠瓦状构造。在碎屑流沉积基质之中,局部具有明显的纹理,这是水下碎屑流发生稀释作用后,在基质粘性程度降低状态下形成的一种沉积标志。

东马鞍山组上段碎屑流沉积与其下段白云岩是突变接触关系,接触面波状不平,形成明显的底部截切构造。碎屑流流动过程形成的包卷构造、揉动构造和爬褶构造分别见于安庆东、西马鞍山、铜陵龙潭肖和无为杨家大山等地。包卷构造是碎屑流

在其发展过程的某个阶段发生的涡流而形成,沿岩层走向出露三处。包卷构造的层面具有纹层,砾屑伴随卷曲方向排列于基质之中,略显由细变粗的逆粒序层理。该构造轴向 N80°E、卷向南东,可指示流体运动方向。揉动构造是碎屑流不同成份的粘性基质在运动过程局部发生的搅混、掺和作用,砾屑略呈定向排列,具有一种粘塑性状态滑动的形迹。爬褶构造是碎屑流流动过程,牵引下伏地层移动而形成的一种小型拖曳构造,产状稳定,轴面倾向北西,其中所夹白云岩层未见爬褶形迹,并非构造作用的结果。

#### 4. 沉积环境和形成机理

一般来说,重力流沉积是在一定的构造背景下产生的,可以间接地反映大地构造的演化。下扬子地区三叠纪重力流沉积分布,正是该地区印支期构造活动的记录。

根据板块构造观点,华北地台与扬子地台分属两个板块,直至三叠纪末相互碰撞才连成一体。从岩相古地理来看,三叠纪下扬子海与华北古陆并非相邻,二者有一定距离,这可以从古陆附近存在深海盆地相和缺少古陆边缘相予以间接证明。另外,古地磁研究表明,华北和华南在早三叠世地极位置相距甚远(华南 48.4N214. A95=8.8; 华北 35.3N39.3E. A95=17.6)(林金录 1987)表明二者相隔有一定距离。经许靖华等(1980、1987)、马托埃等(1985)、辛格(1985)、徐树桐等(1987)、Okay等(1989)研究,扬子地块是向北俯冲,华北地块是向南仰冲的,缝合带发育在桐柏—大别山造山带,并在大别山体南部发现含柯石英榴辉岩、蓝闪石片岩等高压—超高压变质带。在高压变质带之北确定了一条宽大的超镁铁—镁铁质岩块混杂带,相当于蛇绿混杂岩。因此,大别山碰撞造山带的性质已确定无疑,所获定时资料证明碰撞事件为晚海西期—早印支期,其中榴辉岩、超镁铁质岩块的 Sm-Nd 等时年龄为 230—240Ma(李曙光 1989)。

鉴于扬子板块向华北板块的俯冲作用,下扬子海西北部位消失在华北板块的下部;其东南部位因受碰撞初始作用所产生的压应力场影响,导致江南部份大面积抬升为陆,沿江地区从中三叠世由开阔陆架向潮间、潮上台坪转化——隆起部位发育潮坪白云岩类沉积,

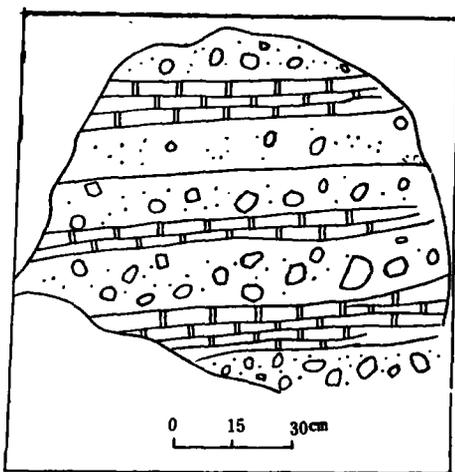


图2 溧阳飞家山碎屑流沉积剖面示意图

Fig. 2 Schematic section of the debris flow deposits in Feijiaoshan, Liyang

拗陷部位构成盆地，同时沉积了厚层硬石膏。尔后，碰撞加剧，盆地收缩，盆缘斜坡在褶皱和断盘上冲急剧变陡的情况下，发生盆缘中三叠世早期以前的层位垮塌滑坡，形成重力碎屑流沉积。

其实，下扬子地区三叠系重力流沉积自早三叠世印度期就已开始发生，奥伦尼克期陆续都有记载，不过当时分布局限，规模较小，属于台地斜坡相。到了安尼锡克期（东马鞍山末期），重力流沉积主要属于滨海斜坡相，沿下扬子两岸广泛分布，沉积厚度巨大，携带粗大的砾屑和巨大的漂砾，另有一翻景观。从早三叠世至中三叠世重力流沉积断续出现表明，印支期构造活动是一个连续递进过程。构造活动从早三叠世开始后，陆续发生，在东马鞍山晚期的表现已是相当强烈，以后在晚三叠世末、早侏罗世初发展成又一高峰，形成印支旋回的一次重要褶皱幕。

本区大规模碎屑流沉积，继发于潮间—潮下坪后期形成的斜坡带，但在无为杨家大山也发现角砾岩沉落于潮上白云岩干裂裂缝之中。重力流沉积受北东向褶皱—断裂构造所控制，沿长江两岸呈北东—南西向展布。两岸相距虽不甚远，但角砾岩的成份、构造特征和剥蚀深度都不尽相同，表明南北两岸斜坡相物质并非同源。结合早三叠世各期下扬子海均无北岸边缘相出露的事实，可以认为南岸角砾岩形成于江南陆地前缘斜坡带，而北岸斜坡并非濒临华北陆地前缘，而是临近南岸的水下隆起部位，真正下扬子海北岸和中心应在该带之北，已伏于大别山体之下（图3）。

关于本区出露于地表的中三叠世碳酸盐角砾岩的成因问题讨论已久，我们根据以上描述的种种特征，认为这套角砾岩主要属于碎屑流沉积，而不能解释为盐溶角砾岩的理由还可以简略地归纳为以下几点：（1）细密的层间纹理；（2）角砾岩与白云岩构成互层；（3）角砾岩层间夹薄层藻白云岩；（4）具圆状、次圆状砾屑；（5）砾屑平行层面定向排列；（6）粒序层理；（7）叠瓦状构造；（8）二次沉积角砾的形成；（9）来源于下伏地层的角砾成份较多；（10）下扬子石膏沉积盆地的两侧，剥蚀深度不同，角砾种类不同；（11）按剥蚀程序，来自上下岩层的角砾在剖面上规律分布；（12）藻白云岩上发现干裂，并被角砾岩物质充填；（13）包卷构造、揉动构造、爬褶构造、底部截切构造。

此外，下扬子地区的构造角砾岩在石膏沉积盆地、斜坡和潮坪均有分布。本区的构造角砾岩可分为三种。值得指出的是其中一种构造角砾岩，其角砾由单一的长条形棱角状的白云岩碎块组成，角砾碎块均是原地破碎，相邻的断口基本可以吻合，未经明显位移，大致可以恢复白云岩原来的层理面貌。角砾岩基质由硬石膏或次生方解石组成，局部可明显见到硬石膏流动痕迹，贯入白云岩角砾之中。此类角砾岩的原岩是石膏和白云岩构成的互层，属于潮下盆地边缘相。角砾岩的形成是在后期构造作用和上覆地层负荷压力作用下，由于刚性、脆性白云岩与塑性石膏受力不均，白云岩发生刚性破碎，形成碎块，石膏发生塑性变形，产生流动，贯入和胶结的结果。有学者将此类角砾岩划为膏溶崩坍角砾岩的一种，既然一致认为是构造应力作用的产物，和构造活动有很大关系，还是将其归入构造角砾岩类比较妥当。

膏溶崩坍角砾岩主要发育于石膏沉积盆地区域，现多已被钻孔和坑道所揭露。影响膏溶崩坍角砾岩的主要因素是原蒸发岩发育程度和地下水作用强度。而本区大面积出露的潮坪白云岩，仅发育极薄的针状石膏夹层，不足以形成大规模膏溶崩坍角砾岩的条件。

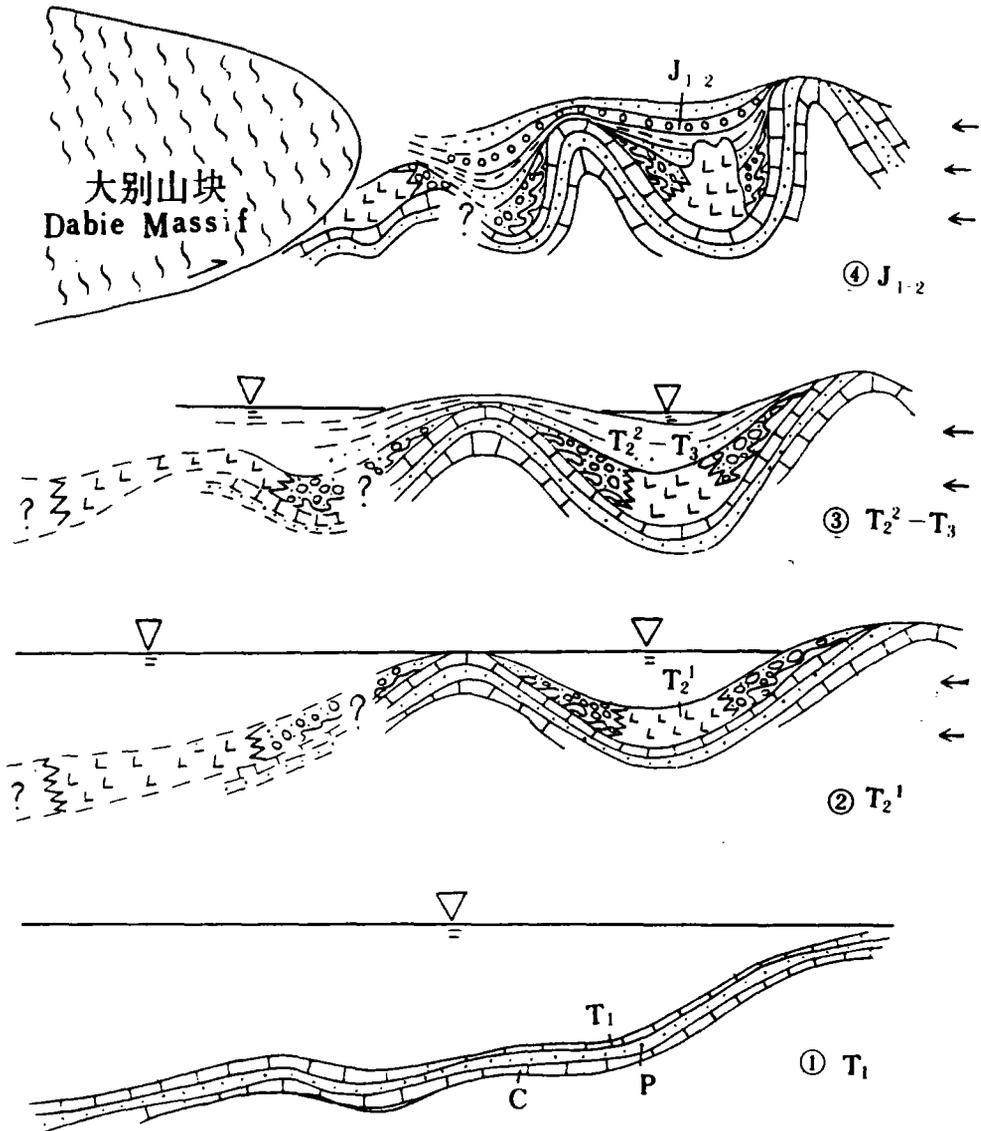


图3 下扬子三叠纪盆地演化图

Fig. 3 Evolution of the sedimentary basin in the Lower Yangtze area during the Triassic

### 主要参考文献

安徽省地质矿产局, 1987, 安徽区域地质志, 地质出版社。  
 江苏省地质矿产局, 1984, 江苏省及上海市区域地质志, 地质出版社。  
 冯增昭等, 1988, 下扬子地区中下三叠统青龙群岩相古地理研究, 云南科技出版社。  
 刘宝训, 1980, 沉积岩石学, 地质出版社。  
 孙枢、李继亮, 1984, 我国的浊流与其它重力流沉积研究进展概况和发展方向问题当议, 沉积学报, 第2卷, 第4期。

张瑞锡等, 1978, 中下扬子区中三叠统的盐溶角砾岩和次生灰岩及找矿意义, 地质科技, 第三期。

徐树桐等, 1987, 安徽省主要构造要素变形及演化, 海洋出版社。

许靖华, 1980, 薄壳板块构造模式与冲撞型造山运动, 中国科学 No. 11。

许靖华、孙枢、李继亮等, 1987, 华南是地台吗? 地质科学 No. 3。

Crevello, P. D. and Schlager, W., 1980, Carbonate debris sheets and turbidites, Exuma Sound, Bahamas. *Jou. Sedi.* Vol. 5, No. 4, pp. 1121—1148.

Gawthorpe, R., 1986, Sedimentation during carbonate ramp-to-slop evolution in a tectonically active area, Bowland Basin (Dinanian), *Sedimentology*. Vol. 33, No. 2, 1986.

Mullins, H. T. and Van Buren, H. M., 1979, Modern modified carbonate grain flow deposits. *Jou. sedi. Petrol.*, Vol. 49, No. 3, pp. 747—752.

## ORIGIN OF THE BRECCIAS FROM THE UPPER PART OF THE QINGLONG GROUP IN THE LOWER YANGTZE AREA

Fang Jingshuang Dong Shuwen Li Yong  
(Anhui Institute of Geological Sciences)

Zhu Hongji  
(Anhui Bureau of Geology and Mineral Resources)

### Abstract

The breccias from the upper part of the Qinglong Group (East Ma'anshan Formation) in the Lower Yangtze area, which were previously interpreted to be the gypsum-solution products, consist mainly of debris flow breccias, with small amounts of tectonic breccias and gypsum-solution breccias.

The gravel fragments from the debris flow breccias are derived from: (1) the tidal flat deposits in the lower member of the East Ma'anshan Formation. This kind of the fragments are composed dominantly by dolostones and mixed dolomitic and calciferous rocks, with small amounts of limestones, and (2) the platforms generated prior to the East Ma'anshanian. This kind of fragments are composed mostly of limestones, with small amounts of siliceous rocks, carbonaceous shales and clastic rocks. The matrix in the breccias consists principally of dolomite, calcite and carbonate rock fragments, including small amounts of siliceous rock fragments and quartz. The breccias are matrix- and grain-supported, and exhibit massive and stratified structures.

In general, the debris flow breccias in the study area are confined to the slope zone; tectonic breccias to the gypsum basin, slope and tidal flats and gypsum-solution breccias to the gypsum basin.