

# 江南早三叠世碳酸盐岩台地及其 两侧斜坡带沉积特征和含油气性

朱洪发 秦德余 陈跃 葛万兴 陈亚中

(地矿部石油地质中心实验室)

**提要** 本文用高能亮晶鲕粒滩圈定了江南碳酸盐台地(以下简称台地),发现了鲕滩在纵横向有规律的迁移,台地的南北两侧都存在台地边缘斜坡带。西北宽缓的台地边缘斜坡带是纵横向迁移造成的;东南陡峻的台地边缘斜坡带属碎屑岩型,该带亦是我国华南早三叠世碎屑岩与碳酸盐岩的分布界线。台地西北侧台缘高能鲕粒滩是下扬子区早三叠世找油气的有利远景区;苏南皖南广布的瘤状灰岩(斜坡带特有产物)是一个值得重视的新型储集层。

**关键词** 江南台地 斜坡带 鲕滩 瘤状 灰岩

**第一作者简介** 朱洪发 男 53岁 高级工程师 沉积岩石学

## 1 江南碳酸盐岩台地的厘定(图1)

江南碳酸盐岩台地的地理位置恰好与前人称“江南古陆”相吻合。“江南古陆”论者认为本区是元古代以来的长期隆起区。现研究证实,本区除缺失泥盆系、下石炭统外,普遍接受了沉积(包括下三叠统),元古代变质基底的广泛出露是后期逆冲的结果。以往对江南地区三叠系已有多家进行了研究<sup>[1,2,3,4,5]</sup>,如无锡嵩山早三叠统是点滩环境;早三叠世晚期( $T_3^1$ )在北东向江阴—宜兴水下隆起上发育了宜兴张渚、溧阳上黄、广德牛头山连续的台缘高能鲕粒滩,它们阻隔东西海水,使南京、镇江在中三叠世时形成了咸化蒸发台地。也有学者认为真正的台地是在江阴—宜兴隆起的东南部分。为此,江南台地究竟存在与否、有多大面积、有无台缘高能带的阻隔,均成为地学界极为关心的问题。

厘定江南碳酸盐岩台地的主要依据是:

### 1.1 碳酸盐岩台地,必须有由高能环境的沉积物(生物礁或鲕粒滩)构筑成台地边缘。

台地西北缘发现的奥伦尼克晚期( $T_3^1$ )鲕滩有:沙洲妙桥、无锡嵩山、溧阳上黄、宜兴张渚、广德牛首山、瑞昌和平山、武宁辽山、益阳、三江等;台地东南缘鲕滩有:苏州513井、景德镇仙槎、高安杨柳坪、上高翰堂、衡阳、祁阳等。

### 1.2 台地南北两侧均有斜坡相带

江南碳酸岩台地的西北为鄂湘陆棚,东南为北东向莲花—铅山浊积盆地。台地向陆棚或浊积盆地变化处都存在一个斜坡过渡带。西北侧斜坡是一个达90km的宽带,由蠕虫状灰岩,瘤状灰岩夹多层斜坡滑塌的泥晶砾屑灰岩组成,它由陆棚边缘斜坡(下部斜坡)和台地前缘斜坡(上部斜坡)构成,并明显地发生纵横向迁移。东南侧斜坡是个陡峻的窄斜坡,由粉砂岩、泥岩夹台地上滑塌的碳酸盐岩碎块组成,斜坡与浊积盆地交界处为江山—绍兴—萍乡北东向正断层

相隔。

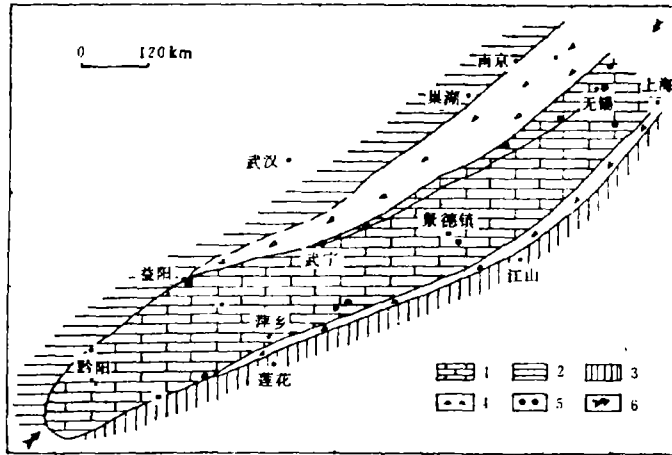


图1 早三叠世江南地区沉积相略图

1. 台地相 2. 陆棚—盆地相 3. 浊积盆地相 4. 台地边缘斜坡相 5. 台缘鲕粒滩 6. 海侵方向

Fig. 1 Sketch map showing the facies of the Early Triassic in Jiangnan region

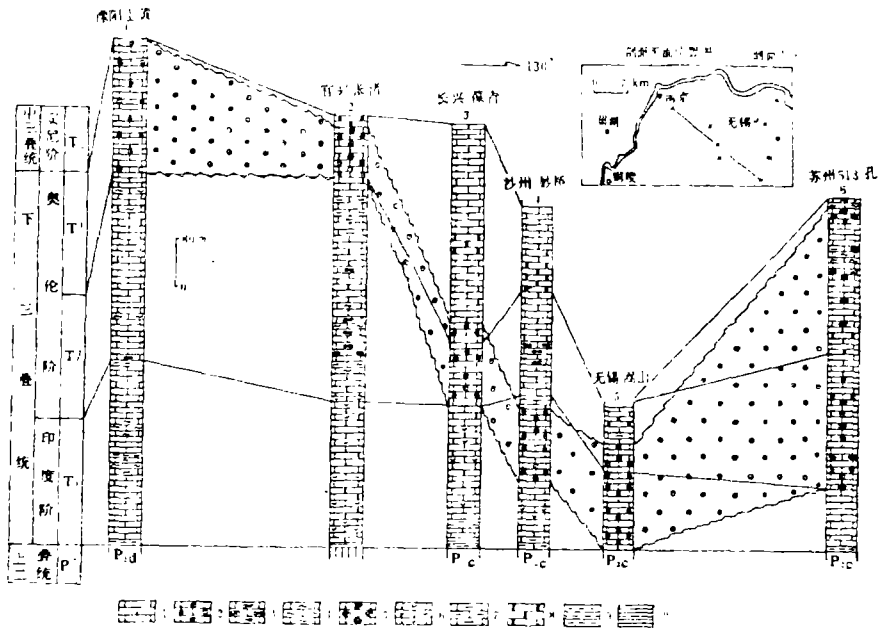


图2 江南台地北东段鲕滩迁移图

1. 灰岩 2. 鲕粒灰岩 3. 瘤状灰岩 4. 蠕虫状灰岩 5. 核形石灰岩 6. 泥晶砾屑灰岩  
7. 泥质灰岩 8. 白云岩 9. 泥岩 10. 页岩

Fig. 2 Diagram showing the migration of the marginal oolite beach of the Jiangnan Carbonate Platform

### 1.3 江南碳酸盐岩台地的沉积特征

由于江南碳酸盐岩台地沉积后遭抬升剥蚀,后期经构造逆冲掩盖,因而较大面积出露元古代变质基底,四周的台缘鲕滩沉积物相对保存较好,台地上三叠系保存较零星,如屯溪、景德镇仙槎、高安、上高等地  $T_1^2$ — $T_1^3$  为准同生泥晶白云岩、块状白云化灰岩、蠕虫状灰岩,宜兴张渚、漂阳上黄则是经鲕滩阻隔海水,  $T_2^1$  为准同生泥晶白云岩的潮坪沉积。

对台地北东端的详细解剖表明构成碳酸盐台地边缘的鲕粒滩在纵向上和横向上迁移是很明显的。印度期( $T_1^3$ )鲕粒滩只在无锡嵩山、屯溪、景德镇仙槎等台地的中央部分发育,西北的广大地区为较深水的陆棚相—盆地相。随时间推移,鲕粒滩由无锡嵩山向南北两侧推进。奥伦阶,东南方向,苏州 513 井  $T_1^2$ 、 $T_1^3$  均为鲕粒滩、核形石滩构成;西北方向,浙江长兴葆青  $T_1^2$  见鲕粒滩,其西北宜兴张渚、广德牛头山、漂阳上黄则在  $T_1^3$  才发育厚度巨大的鲕粒滩。上述鲕粒滩的纵横向变化说明:①横向上,无锡嵩山等鲕滩从早三叠世早期出现,随着时间的推移,鲕粒滩向南北两侧不断迁移,一直发展到  $T_1^3$  时,西北侧沿沙州妙桥,漂阳上黄、宜兴张渚、广德牛头山一带成为台地西北边缘的一个统一的巨大的鲕滩,江南台地至此才形成一个较大台地。②纵向上,鲕滩的层位向南北两侧不断抬高,尤以西北侧变化最明显:无锡嵩山为  $T_1^3$  的下部→沙州妙桥  $T_1^3$  的上部→长兴葆青  $T_1^2$ →宜兴张渚  $T_1^3$ 。这是一个由中心向北侧逐步抬升的连续过程。

上述台缘鲕粒滩的不断扩张,证明了台地的范围也在不断扩大。

## 2 西北缘宽斜坡带的迁移图(图 3)

### 2.1 斜坡带沉积特征

由斜坡带按岩性、古生物特征、沉积构造等,可识别出下部、上部两种斜坡。

#### (1) 陆棚边缘斜坡(下部斜坡)沉积特征

以镇江大力山剖面为例<sup>[5]</sup>(图 3),其纵向相序为: $T_1^3$  陆棚相,  $T_1^2$  陆棚边缘斜坡相(下部斜坡相);  $T_1^1$  台地前缘斜坡相(上部斜坡相)。  $T_1^3$ (下部斜坡相)为瘤状灰岩段,厚 171.51m,由灰色、紫灰色薄层泥晶灰岩和灰色瘤状灰岩成不等厚互层,夹多层斜坡滑塌的泥晶砾屑灰岩及条带状泥岩,钙质泥岩,瘤状灰岩有 18 层之多,其中常见菊石、纤状薄壳瓣鳃和钙球等代表较深水的化石;下部及中部薄层灰岩中见微细水平层理。滑塌成因的泥晶砾屑灰岩计有 4 层,有的瘤状灰岩横向过渡为滑塌的角砾岩。内有一层滑塌角砾岩见逆粒序→正粒序的韵律(图版 1, 1),韵律层厚 12cm。下部韵律层厚 5cm,为泥晶含砂细砾屑灰岩,砾屑量达 60%,砾石粒级  $1 \times 1$ cm,自下而上粒度变粗。上部韵律层厚 7cm,为泥晶粒砾屑灰岩,砾屑量达 70%,砾屑粒级  $4 \times 2$ cm,砾屑定向排列,自下而上粒度变细。这是典型的陆棚边缘斜坡因重力流滑动而造成的。其成因是重力流沿斜坡滑动时,其前部物质受到强剪切力的影响,使流体粘度减小,颗粒间发生碰撞,导致应力分散,故细颗粒降落在粗颗粒之下,形成了逆粒序,随着剪切强度的减弱,重力起主导作用,其上出现正粒序。

宜兴张渚的下部斜坡相厚度较大,  $T_1^3$  的下部由水平纹层状泥晶灰岩夹 12 层透镜状泥晶砾屑灰岩,上部为薄层泥晶灰岩,夹数层瘤状灰岩、泥晶砾屑灰岩。

#### (2) 台地前缘斜坡(上部斜坡)沉积特征

镇江大力山剖面中  $T_1^1$  属台地前缘斜坡相,蠕虫状灰岩段,厚 152.92m,紫灰色中、薄层状。以蠕虫状灰岩,泥晶灰岩为主,夹浅水斜坡滑塌角砾岩。中部蠕虫状含藻球粒泥晶灰岩,上部夹

三层 20cm 厚的鲕粒灰岩透镜体。该段生物为浅水底栖的双壳类、蓝绿藻、有孔虫等。上覆  $T_2^1$  的准同生白云岩,下伏陆棚边缘斜坡相的瘤状灰岩。

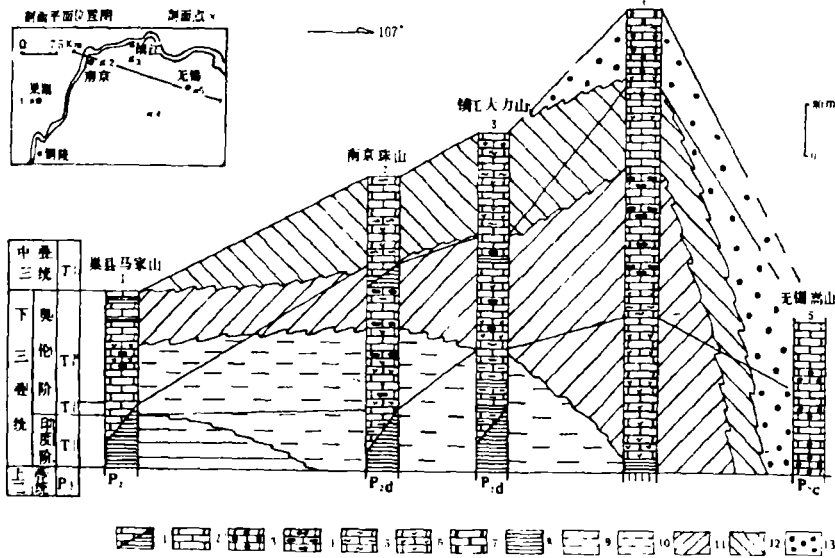


图3 江南台地西北缘斜坡迁移图

- 1. 泥岩与灰岩互层 2. 灰岩 3. 鲕粒灰岩 4. 瘤状灰岩 5. 蠕虫状灰岩 6. 泥晶砾屑灰岩 7. 白云岩 8. 泥、页岩
- 9. 盆地相 10. 陆棚相 11. 下部斜坡相 12. 上部斜坡相 13. 台缘鲕滩相

Fig. 3 Diagram of the migration of the broad slope zone in the northwestern margin of Jiangnan Platform

滑塌成因的泥晶砾屑灰岩共见6层,厚度不一。砾石呈条带状、竹叶状(图版 I, 2),成份为泥晶方解石,胶结物为灰泥杂基。宜兴张渚在鲕滩之下见到一层叠瓦构造的泥晶砾屑灰岩(图版 I, 3),属台地前缘缓斜坡、滑动距离不大的典型特征。

### 2.2 斜坡带的迁移(图3)

选择无锡嵩山→宜兴张渚→镇江大力山→南京湖山、青龙山→巢县马家山剖面,对青龙组一、二、三段进行了沉积相横向对比,发现印度期时( $T_1^1$ )是一次广泛海侵,台地中央地区如无锡嵩山为台相沉积的鲕滩,其近邻西侧的宜兴、广德为薄层泥晶灰岩夹多层滑塌成因泥晶砾屑灰岩组成的下斜坡相,再向西广大地区均为较深水的陆棚及盆地相。从  $T_1^1$ → $T_1^2$  沉积地形发生分异,随着无锡嵩山鲕粒浅滩的逐步扩大、台地的构筑逐步形成并向陆棚—盆地推进,形成了两套坡度不同的斜坡:台地前缘斜坡和陆棚边缘斜坡。当时的沉积地形从东南到西北明显的逐步加深。如宜兴张渚在  $T_1^1$  早期为下部斜坡、 $T_1^2$  晚期抬升为上部斜坡,西北的镇江、南京一带在整个  $T_1^1$  时为下部斜坡,而其西北方向的巢县一带仍处于陆棚环境。当发展到  $T_1^2$  时,宜兴张渚已处于大型台缘鲕滩,镇江、南京也随之抬升为上部斜坡环境,而巢县一带才变为下部斜坡,证明由东南向西北斜坡带的不断地迁移。把宜兴张渚  $T_1^2$  下部的下部斜坡和镇江、南京  $T_1^1$  时的上部斜坡在平面上连成一片,这就构成了相当宽阔的斜坡带。

### 3 东南陡峻的窄斜坡

沿江南台地的东南侧,存在一个窄而陡峻的斜坡,与东南侧的莲花—铅山深水浊积盆地相接,其间以江山、绍兴、萍乡同生正断裂相隔。该斜坡带早三叠世为细碎屑岩夹滑塌的碳酸盐岩角砾。在萍乡桐木乡黄毛畈剖面中, $T_1^1$ 粉砂岩、泥岩中除发育大小不等碳酸盐岩的滑塌角砾外,还见大型同生滑塌褶皱,褶皱轴部变为碎块。由于该带后期冲断改造剧烈,较多的早三叠世地层被掩盖,确切的斜坡带的沉积特征只在萍乡附近的几个点见到,其作余是根据台地和浊积盆地的部位来推断的。

## 4 下扬子区下三叠统的油气认识

### 4.1 下三叠统是区域内重要的油源岩

早三叠世时,下扬子地区是一个在二叠纪台块—台槽基础上强烈沉降的迁移性拗陷盆地,从东南到西北依次为台地—台地边缘鲕滩—斜坡—陆棚盆地,具生、储区井然排列,生、储、盖配套的特征。

盆地轴部呈北东向,展布于安庆经巢县至泰州一线。陆棚盆地中沉积了较深水陆棚盆地相纹层—薄层泥质灰岩、钙质泥岩、泥岩,有机质含量中等到富,总有机碳达 0.3~0.6%,产烃率也较高,是较好的烃源岩。烃源岩厚度较大(30—100 多米),且有较大的沉积范围,因此是较好潜在油源区。紧邻的斜坡带,特别是下部斜坡带中,陆棚相纹层灰岩、钙质泥岩具有类似于陆棚盆地的油源岩。其上的薄层泥晶灰岩,经测定,碳酸盐岩有机碳含量为 0.11~0.16%,泥岩有机碳含量为 0.18~0.45%,虽然不及盆地相,但其厚度较大,分布面积大,仍不失为有一定生油能力的源岩。

### 4.2 江南碳酸盐台地西北台缘鲕滩具有良好的储集性能

江南台地在早三叠世时沿台地西北侧的旌德、宁国、广德、宜兴北东向一线为大型台缘鲕滩,厚度为 60~100m。在晚三叠世—侏罗纪时,下三叠统陆棚盆地相和部分斜坡相的油气源岩,已部分转化为石油,且沿原始斜坡向南侧运移到台缘鲕滩沉积带中。本区的东北段除无锡嵩山、宜兴张渚,广德牛头山等地部分已出露,大部分仍深埋地下,鲕滩带普遍被准同生白云岩、膏盐层,黄马青组泥岩、粉砂岩覆盖,有较好的保存条件,故江南台地北东端的镇江、句容、江阴一带是下扬子区最有希望的油气储集带。

### 4.3 斜坡带的瘤状灰岩是新型储集层

如上述,斜坡带不仅紧邻陆棚盆地生油区,本身也具有相当的生油能力,应是捕获石油的有利部位。

七十年代中期镇江地区多处见原油,如伏牛山东风 3 井裂隙中充满原油,经测试产油一吨多,东风 6 井产油 66kg,东风 13 井产油 2840kg 等。经采煤巷道确认,这些原油均产于  $T_1^1$  的瘤状灰岩段中。由于当时对瘤状灰岩的形成认识较差,只认为是裂隙性储油,为此经几口探井未获成果就下马了。近几年的工作证实,瘤状灰岩是下部斜坡带的特有产物。从台缘相到斜坡相,瘤状灰岩的层数和瘤状灰岩段的厚度都增加很快。瘤状灰岩除本身具有滑动破碎的特征外(图版 1,4),常横向上直接变化为滑动成因的泥晶砾屑灰岩(图版 1,5)。瘤状灰岩既然是斜坡带滑动破碎的产物(包括经成岩期压溶、物质再分配的过程),其形成机理与台缘礁滩相的塌积角

砾岩本质上是相同的。众所周知,台缘礁滩角砾岩是良好的储集岩,为此镇江、句容地区瘤状灰岩中流出原油决非偶然,它应是一个值得注意的新型储集层。

#### 4.4 下扬子区下三叠统油气远景分析

晚期构造变动是下扬子区下三叠统含油气性的决定性控制因素

下扬子地区下三叠统具有良好油气形成条件,也已发现了一些油气显示,但至今没有突破性发现。这是摆在我们面前亟待解决和深入研究的问题。

众所周知,下扬子区自晚三叠世以来经受了二次大的构造变动;即晚三叠世一早白垩世挤压作用和晚白垩世以来的拉张作用。这些构造变动对油气富集既有破坏作用,又有建设作用。

晚三叠世一早白垩世北东—南西挤压作用产生了北东向基底拆离和盖层滑脱为特征的对冲型断裂和褶皱体系。变形强度从两侧向中间变弱,南京—南通带位于对冲系的交汇部分,变形相对较弱,晚三叠世—早侏罗世冲断前缘和叠加的同时代的前陆盆地沉积负载和推覆体负载,使下三叠统油源岩第一次向石油转化和侧向运移。随着挤压作用加剧,侏罗—早白垩世普遍上升剥蚀,推迟和中断了有机质的热演化过程,因此这一时期下三叠统油气生成规模是有限的。

晚白垩世以来的拉张作用形成了苏北、句容、常州、宣广等断陷盆地,其中沉积了2000~6000m以上陆相砂页岩。

据下三叠统生油岩埋藏史—地温资料恢复,只有在1500m以上的上白垩统一第三系沉积覆盖的断陷盆地中,上三叠统生油岩才又一次开始生油逐渐进入生油高峰,大部分地区迄今还处在生油—湿气阶段,R<sub>o</sub>值在0.61~1.57%之间,生成的石油或向附近的先成构造运移,储集在下三叠统各种储集岩中,或循同生正断层垂向运移到逆牵引褶皱中,它们既可在下三叠统储层中聚集,也可上运到白垩系储层中,如句容盆地浦口组砂岩中发现的油流。

毋庸讳言,迄今为止,对下扬子区复杂构造变形的面貌还不十分清楚,它们对下三叠统油气的生成、运移和储存的影响研究还处于开始阶段。上述粗浅认识旨在突破本区碳酸盐岩油气提供讨论。

## 结语

1. 传统认为的“江南古陆”,早三叠世时为碳酸盐台地。
2. 江南台地的边缘高能滩,纵横向都发生迁移。纵向上发现的层位不断提高,横向上由中心向南北两侧扩移。
3. 江南台地的南北两侧都存在台地边缘斜坡带。西北侧斜坡宽而缓,纵横向发生有规律的迁移,属碳酸盐岩型斜坡;东南侧是陡峻的碎屑岩型斜坡。
4. 东南侧斜坡带是华南早三叠世碳酸盐岩和碎屑岩的岩相分界线:东为碎屑岩,西为碳酸盐岩。
5. 江南台地北东端的台缘滩和斜坡带是本区最有希望的油气远景区,下三叠统陆棚盆地相和部分斜坡相的油源岩,到晚三叠世—侏罗纪沉积覆盖后,部分已转化为油气,并侧向运移到该带储集。
6. 岩石的埋藏史决定了油气的成熟。三叠系生油岩只有在具1500m的上白垩统一第三系沉积覆盖的断陷盆地中才能全部进入生油高峰期。

7. 晚期构造变动是控制油气的决定因素。南京—南通地区,位于晚三叠统一早白垩世挤压作用造成北东向基底拆离和盖层滑脱为特征的对冲断裂和褶皱系的交汇部分,变形相对较弱,同时有沉积负载和推覆体负载,油源岩已成熟,并侧向运移。为此是本区油气良好的远景区。

### 参 考 文 献

- 江苏省地质矿产局,1984,江苏省及上海市区域地质志,北京:地质出版社,220—238页。  
安徽省地质矿产局,1987,安徽省区域地质志,北京:地质出版社,140—148页,247—251页。  
江西省地质矿产局,1984,江西省区域地质志,地质出版社,226—259页。  
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,昆明:云南科技出版社,16—58页。  
张国栋等,1989,早中三叠世下扬子海沉积盆地研究,地质学报,63卷2期,134—147页。  
朱洪发等,1990,镇江大力山中、下三叠统沉积特征及环境分析,矿物岩石,10卷3期,58—66页。

## Depositional and Hydrocarbon-bearing Features in The Jiangnan Platform and Its Two Slopes in Early Triassic

Zhu Hongfa Qing Deyu Chen Yao Ge Wanxin Chen Yazhong

(Central Laboratory of Petroleum Geology, MGMR)

### Abstract

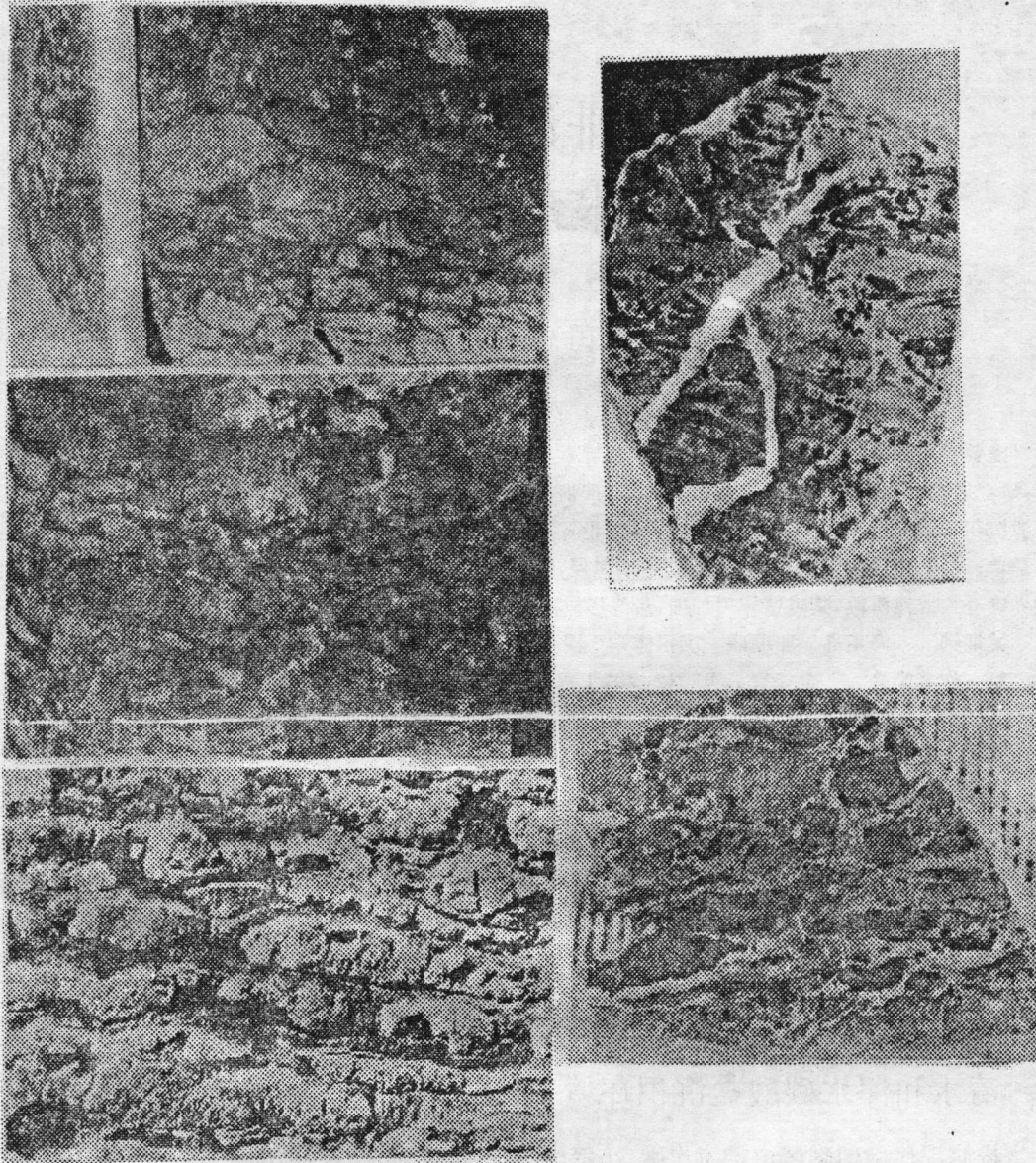
This paper outlines the Jiangnan Carbonate platform of early Triassic (in brief, which is called the platform below) by some oosparite beaches of high energy, and through the comparison of the longitudinal section with latitudinal section of the oosparite limestone, we have discovered the oolite beach migrated regularly in history and spaces. A large amount of various olistostrome structures and products of slumping such as slump breccia, nodular limestone are discovered in the deposits of both north and south sides of the platform, thus confirm two slope zones existed on the two sides of the platform. The slope zones are contiguous outward to the zone of self facies, basin facies in turn. The slope zone in the north—west platform is broad, which distribute an extensive area in South Jiangsu and South Anhui, according to the specialities of petrology, the sequences of sections and palaeontology, we can distinguish two types of slopes: the frontier slope of the platform (the upper slope) and the marginal slope of the shelf (the lower slope); it is verified by data that this two slopes have migrated in history and spaces. The slope zone in the south—east platform is bounded by a contemporaneous normal fault, which adjacent to the Lianhua—Qiansan deep turbidite basin, its lack of facies variety may relate to the later structural modification. This zone is also a boundary between the clastic rocks and carbonate rocks of early Triassic in South China.

The early Triassic of Lower Yangtze region is of significant source rocks regionally, and facies distribute from platform to basin in a good order, from south—east to north—west, they appear as: platform—the marginal oolite beach of the platform—slope—shelf—basin in turn. The deep shelf and basins have yielded oil/gas, which have migrated and been trapped in the near slope zone and marginal oolite beach, forming a fine match of source rock and reservoir. The extensive marginal oolite beach in the north—west margin of the Jiangnan Platform is a fine oil/gas reservoir, besides, studying deeply, we have found extensive nodular limestone in slope zone that is a new reservoir type, and oil seepages have been found already. But, the structures

of this region were modified strongly in the later, it is a decisive factor for oil/gas control. This area has experienced two large scale structural activities after later Triassic: the compressional activity from later Triassic to early Cretaceous; the stretching and fault depressional activity after Cretaceous. These activities have both constructive and destructive contribution for accumulation of oil and gas.

\* The conclusion is that the marginal oolite beach and slope zone in the north-east Jiangnan Platform are the best favourable area for oil/gas exploration in this region. Because covered thickly by later Triassic-Jurassic, the source rocks of the shelf basin and a part of slope zone of lower Triassic have partly matured, it's products have migrated and been trapped by the slope zone. The data of the thermal history of regional layers verified that, only in the fault basins that are covered by Cretaceous-Tertiary thicker than 1,500m, could the source rocks of lower Triassic completely enter into peak generation of hydrocarbone, they migrated to the structural traps existed before. So that, along Nanjing-Nantong, the region located at the centre position of thrust faults and folds that have the features of base decaple and cover layer detachment in the north-east direction owing to the compressional activities of later Triassic-early Cretaceous, has been modified weakerly and has been covered not only by deposits but also by nappes, the source rocks have matured already, and it's products have migrated laterally, so this region is prospective for oil/gas exploration.





1. 下斜坡相重力流形成的逆粒序→正粒序。镇江大力山, T<sub>1</sub>。 2. 竹叶状、条板状泥晶砾屑灰岩。镇江大力山, T<sub>1</sub>。 3. 叠瓦状泥晶砾屑灰岩。宜兴张渚 T<sub>1</sub>, 上部。 4. 杂乱瘤状灰岩。镇江大力山, T<sub>1</sub>, ×1。 5. 泥晶砾屑灰岩。镇江大力山, T<sub>1</sub>, ×1。