

# 广西涠洲岛全新世上升海滩沉积 及其成岩作用

沙庆安 李菊英 王尧

(中国科学院地质研究所, 北京)

涠洲岛是广西北部湾中的一个火山岛, 该岛由第四纪喜山期的喷出岩, 主要是玄武岩和火山碎屑岩、凝灰质砂岩等所构成。

岛的北部、西部和东部沿岸多处发育有珊瑚岸礁, 它们是向海岸地带供应大量各种生物骨壳碎屑的物源区。在海滩地带相应地发育了以生物砂、砾屑为主的海滩沉积。

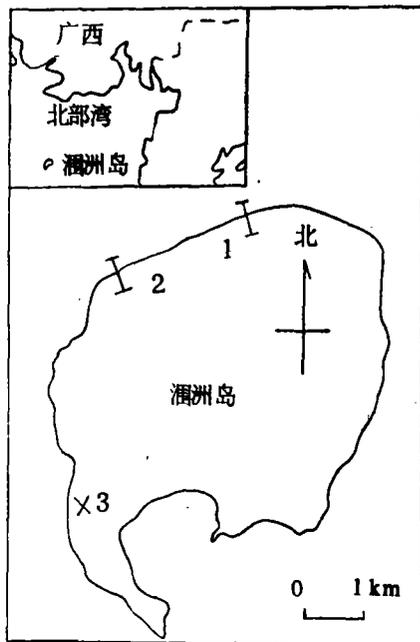
所观察的岛北部和西部的全新世海滩沉积(与海南岛类似的沉积岩层比较, 推断可能属全新世)由于海平面下降而处于陆上, 最高处距现海平面约5米左右, 它们已部分地被胶结石化, 成为稍坚硬的岩石——海滩岩。此岩石是岛上的重要建筑材料, 因此沿岸地带采石坑遍布, 它们提供了良好的地质观测场所。

本文就岛北部海参增殖站、岛西北部糖厂附近和岛西部石花厂, 三地所观察的上升海滩沉积及其岩石学特征作些介绍(图1), 这对认识古代相类似沉积也将提供些启示。

## 一、沉积构造特征

### 1. 海参增殖站剖面(图2)

此剖面位于岛北岸海参增殖站附近。全新世上升海滩沉积以一道砂堤为界, 向陆(即向南)方向为火山岩风化的土壤层, 多农田。向海(即向北)方向此沉积延伸约100—250米, 与现代松散的、以生物碎屑为主的海滩沉积(宽约30—100米)相接, 其外为珊



1. 海参增殖站剖面 2. 糖厂剖面 3. 石花厂剖面

图1 观察剖面位置图

Fig. 1 Location of observation profiles on Weizhou Island

1. Trepang Proliferative Station,
2. Sugar Refinery
3. Shihuachang (Lime pit)

珊岸礁，礁坪宽约800—1000米，礁外则为泥、砂质沉积物。

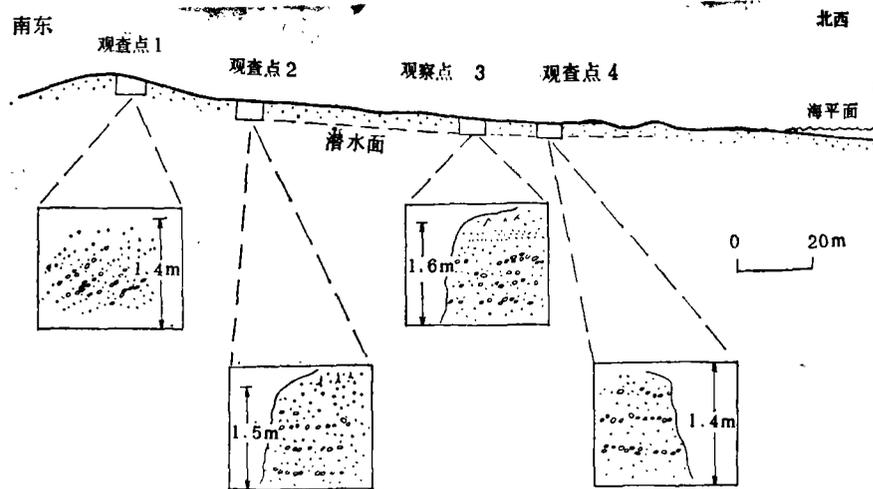


图2 海参增殖站上升海滩沉积剖面示意图

Fig. 2 Cross section of the raised beach sedimentary cross section of the Trepang Proliferative Station

上升海滩沉积的上覆表层是厚1米左右的松散砂土层，有树木和草丛生长，其下为2米左右的已胶结石化的岩层，这是当地采挖建筑石料的层位。此胶结岩层之下是松散的生物砂、砾和大珊瑚块体，它们常被水淹没。下面分别对观察的采石坑坑壁剖面进行介绍。

#### 第1观察点

此采石坑深约2米，在表层砂土和人工掘挖堆积物之下是1.4米已胶结的生物砂、砾沉积。砂、砾以珊瑚断枝为主（其大小多在4厘米以下），呈厚10厘米左右的细—粗、砂—砾交替沉积。据坑壁剖面观测，斜层理倾向东，倾角 $30^{\circ}$ 左右，是巨大的交错层（斜层理）（图版I，1；图2—1）。由此特征可以识别出它是当时海滩上部（潮上带）由大风浪形成的砂堤沉积的一部分，由交错层理判断，当时的风浪由西而东。从这一带的地形地貌来看，高起的砂堤是沿东西方向延伸的，与现代的海岸线大致平行。上述交错层产状反映的风浪水流方向可能是个局部现象。

#### 第2观察点

此点距第1点约30米。此处沿东西走向采石坑较多，不少地方坑坑相连，揭露出大的剖面。这一带沉积构造比较单一，以图2—2剖面（图版I，2）为例，表层为1米左右的松散砂、砾和人工采挖堆积物，其中有树木草丛根（尚未见有钙质根管形成）。表层之下是厚1.5米已胶结了的岩层，此下被水淹没并已达坑底。访问采石工得知，这一带坑底旱季干涸，雨季积水（淡水）。据此推断，这里已达潜水面，各采石坑的最大深度（坑底）就在潜水面附近，所以各处采石坑的深度大体上都相差不多。

由图2—2所示，此剖面可细分为若干小层，各单层厚约5—25厘米，呈粗、细的砂砾层交替，其砂、砾组分主要是珊瑚碎枝。岩层明显向海（向北）倾，倾角 $5^{\circ}$ 左右，

它代表了当时滩面的坡度。这些特点与现代的海滩沉积极为近似，是海滩冲流带的基本沉积特征。

### 第 3 观察点

此点距第二点约 60 米。这一带也是坑坑相连，揭露出大面积剖面，大致沿东西走向展开。采石坑切出的剖面厚约 2 米，其沉积构造特点与第 2 观察点所见相似。如图 2—3 所示，这里基本上是由单层厚 5—30 厘米的细-粗、砂-砾交互层组成的韵律沉积。已测得剖面上部岩层的倾向为  $350^\circ$ （向海倾），倾角  $5^\circ$  左右，与其下伏产状接近水平的砂、砾交互层呈交错状（图版 I，3）。这是海滩沉积中常见的现象，是由当时潮汐水流强弱的变化和滩面地形坡度的变化造成的，它们都是冲流带的产物。另外，剖面中局部夹有由珊瑚断枝构成的砾石透镜体，最大厚度约 20 厘米，顶面起伏，底面稍平整，就其与周围沉积的关系来分析，这个在当时海滩上的孤立细砾沉积很可能是滩角沉积体。滩角的出现应该是一系列的、有规律的，但在采石坑有限的揭露条件下不能都一一观察到。

### 第 4 观察点

此点距第 3 点约 20 米。同第 2、3 观察点相似，这里的沉积是由厚 10—30 厘米的细-粗、砂-砾的交互层组成（图 2—4），岩层层理缓缓向海倾。此剖面中未见其他沉积夹层。

由第 4 观察点向海方向再无采石坑，估计在现代砂土层之下仍有早期的海滩沉积，其厚度可能会变薄些。距第 4 观察点约 60 米处有两道近期的小砂堤，再向海方向为现代海滩，可分出宽约 60 余米的后滨（潮上）带和约 20 米的前滨（潮间）带，再外是珊瑚礁坪（处于潮下）。

## 2. 糖厂剖面（图 3）

同海参增殖站剖面相似，以一道砂堤为界，向陆（向南）方向为农田，向海（向北）方向为海滩沉积，其宽约 95 米，砂堤现为红色松散的粉砂质土，有树木杂草丛生。

### 第 1 观察点

砂堤的北坡根有一段由石英、少量火山岩屑和少许生物碎屑组成的砂质沉积，它被一条小沟切出一段剖面。观察剖面的上部约 1 米左右已被胶结，其下是未胶结的砂层。此岩层风化色土黄，层理平整，倾向西北（向海方向），倾角  $5^\circ$  左右（图 3—1），此岩层沿走向延伸较远。由其沉积和岩石学的特征推断，亦应属正常的海滩沉积，但与其周围以生物碎屑为主的海滩沉积的关系尚难做出判断。它可能是更早的某个时期的沉积。两种不同的沉积组分说明了它们来自不同的物源区。

### 第 2 观察点

此点距第 1 点约 30 米，此处有大片采石坑，坑深约 2—3 米，坑底积水，这一情况与海参增殖站剖面近似。多处采石坑剖面揭露出的沉积结构构造现象仍是由细-粗、砂-砾生物碎屑的交互层和缓缓向海（向北）倾斜的产状。这表明这里仍以海滩冲流带的沉积为主。一处采石坑剖面显出大型板状交错层，各单层厚约 20—30 厘米。剖面下部层理向北（向海倾），倾角  $7^\circ$  左右，上部层理向南（向陆）倾，倾角  $3^\circ$ 。如图 3—2 所示，上下两套沉积间无明显的侵蚀冲刷现象。这是海滩沉积中常见的几种大型交错层类型〔1〕

中的一种。可以判断,剖面的下半部是冲流带的沉积,而上部则可能是大型砂垄沉积的一部分。

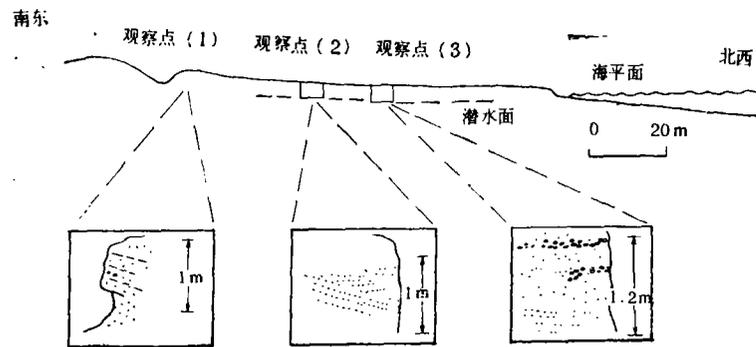


图3 糖厂西北上升海滩沉积剖面示意图

Fig. 3 Cross section of the raised beach sedimentary cross section of the Sugar Refinery

### 第3观察点

此点距第2点约15米,采石坑剖面厚约2.5米,坑底被水淹没。剖面下半部是粗、细生物砂、砾碎屑的交替沉积,层理平整,向海倾,倾角小于 $10^\circ$ (图版I, 5)。这是前面所介绍的典型的、普遍发育的海滩沉积特征。剖面的上半部层理不明显,其中夹一珊瑚细砾层,厚约20—30厘米,顶面不甚平整(图3—3)。此细砾层局部呈现小交错层,倾向陆方向,小层厚2—3厘米,粗、细交替,它可能是沙波沉积的一部分保存下来的前积层(图版I, 4)。沙波和凹槽常形成于冲流带的下方(向海方向),即在碎浪带附近<sup>[2]</sup>。另外,此剖面一处偶夹有大珊瑚块体,这显然是大风浪搬运沉积的产物(图版I, 4)。在海滩地带,这种由风浪携带并沉积下来的、零星分布的大小砾块是常见的现象。

由第3观察点向海岸约35米达现代海滩地带,此间无采石坑。但在岸边有一段海蚀小陡坎,高于现代海滩约1.5米。这里出露了已初步胶结的生物砂、砾碎屑岩层(图版I, 7)。它显然是上升海滩沉积向海方向的伸延部分。

### 3. 石花厂剖面(图4)

石花厂位于岛西海岸边。石花为珊瑚的俗称。石花厂实为采集现代海滩上的珊瑚等生物碎块烧石灰的窑厂。这里采石坑极少。在附近一采石坑观察的剖面如图4所示。剖面下部为时粗时细砂、砾交互层,产状比较平缓。剖面上部有属碎浪带的沙波和凹槽沉积,交错层理的产状有向海和向陆倾的。已测的有 $270^\circ \angle 20^\circ - 0^\circ$ ;  $90^\circ \angle 30^\circ - 0^\circ$ 。再上又是平整的缓缓向海倾的滩面沉积,单层也都在10—25厘米左右(图版I, 6)。此采石坑剖面厚约3米,均已初步胶结石化。

上面所介绍各观察点的沉积构造,基本上包括了海滩地带常见的各种现象。海滩沉积的特点是潮汐、风浪、水流、地形坡度和沉积物供应等多种因素的综合结果。可以看出,在同一地点由于不同时期潮汐、风浪等的变化,在纵向上发育了不同沉积相带的沉积,它反映了沉积环境条件的变迁。上述这些沉积构造现象在目前的海滩上都能找到,

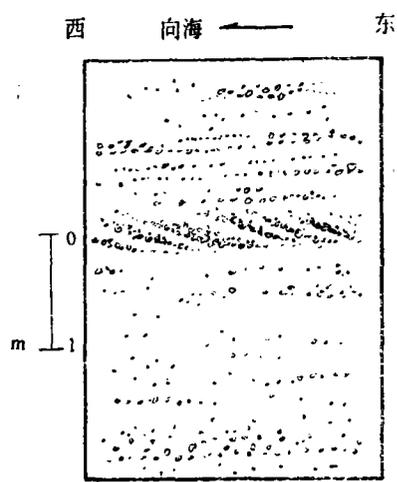


图4 石花厂上升海滩沉积剖面示意图

Fig. 4 Sketch map of the raised beach sedimentary profile of the Shihuachang (Lime pit)

它们是识别古代类似沉积的有力证据。

这套沉积物至今只是发生了矿物的转化作用和胶结作用。

### 1. 转化作用

众所周知，属不稳定和亚稳定的高镁方解石和文石矿物一旦脱离了它所形成的环境就要发生变化。这里所观察的大部分标本中的文石质珊瑚和软体类骨壳仍保存为文石，只部分骨壳碎屑或多或少地转化成粒状方解石，通过染色观察极易分辨(图版 I, 6)。

经染色测试，高镁方解石质生物骨壳，如有孔虫、棘皮类等，已无镁的明显反应。一般地说，生物骨壳中镁的丢失比文石的转化要快。

上述现象在其他各地的海滩岩中均可见到<sup>[3、4]</sup>。

### 2. 胶结作用

在各观察点和不同部位所采标本的胶结物无一例外地都是方解石。但其结构类型不同，有粒状、柱状、新月状和悬垂状的。其中以粒状居多(图版 I, 4、5)。方解石晶粒的大小多在0.15毫米左右，大者达2毫米，有的晶粒可包裹二个甚至三个砂屑颗粒。这一现象在古代岩石里会一概被误认为是重结晶的产物。柱状胶结类型仅见于糖厂剖面的第二观察点和海岸小陡坎的样品中。新月状(图版 I, 1、2)和悬垂状(图版 I, 3)胶结类型在许多观察点均可见到，相当多的层位都发育了这种类型，它们有时与粒状结构类型共生。

新月状和悬垂状是陆上渗流带的典型胶结结构类型。我国南海的许多上升海滩沉积或砂堤沉积中的这些现象已有报道<sup>[3、4]</sup>。

另外，生物粉砂屑的局部充填现象见于海参增殖站剖面第2观察点，它发生在粒状

## 二、成岩作用

涠洲岛全新世上升海滩沉积，除了糖厂西北剖面中的第1观察点为含生物碎屑石英砂岩外，其他各点所见均为生物碎屑(砂或砾)灰岩，当时的珊瑚岸礁给这里的海滩地带提供了大量的造礁生物和喜礁生物的骨壳碎屑。综合各观察点的统计：

(1)生物碎屑含量约5—50%，其中以珊瑚(主要是鹿角珊瑚)为主，次为瓣鳃类、棘皮类(基本上是海胆)、有孔虫和复足类，珊瑚藻少见；(2)陆源碎屑多为石英砂，含量约5—20%，偶见有长石及其他矿物或火山岩岩屑等；(3)胶结物均为方解石(糖厂剖面的含生物碎屑石英砂岩亦是方解石胶结的)，含量多在5%左右。无文石和高镁方解石胶结物出现。胶结物的含量说明岩石只是初步发生胶结；(4)相应地，岩石中残留了大量粒间孔隙，一般约10—50%。

方解石胶结之后。这种称为“渗滤粉砂”的现象也常见于海滩沉积中。

上述所有胶结现象，很清楚地说明上升海滩沉积的胶结作用是发生在上升暴露之后才进行的，而且是在陆上渗流带的淡水条件下形成的。象前面介绍的那样，所观察的岩层都是在目前的地下水潜水面之上。一个有意思的情况是，据采石工讲，在许多积水的采石坑底之下的沉积物却是松散的。这一现象似乎说明，在涠洲岛渗流带(潜水面之上)的胶结作用要比潜流带(潜水面之下)快，或者是说那里的地下水对碳酸钙是不饱和的。这些有关成岩作用方面的问题，还须今后进行细致地调查研究工作。

### 三、结 语

涠洲岛发育珊瑚岸礁的沿岸地带相应地发育了由生物碎屑组成的海滩沉积。采石坑揭露的已胶结了的全新世上升海滩沉积(海滩岩)，在不同地点和层位发育了多种海滩沉积构造：向海倾的平整层理的粗-细、砂-砾交互层，大型板状交错层，小型交错层，粗、细砾透镜体和大砾块夹层等等。它们代表了海滩冲流带、碎浪带、滩角和大风浪的产物。

岩石中文石质生物骨壳或多或少地转化成粒状方解石结构。高镁方解石质生物骨壳中的镁大都已逸出。岩石中的胶结物均为粒状方解石，并多处发育了新月状和悬垂状结构。所有这些现象说明胶结作用是在陆上渗流带淡水条件下进行的。

涠洲岛上升海滩沉积的情况说明“海相-表成”灰岩还是时常能够形成和被发现的。这一实例再次提示，研究现代或古代沉积相和环境的同时，必须认真研究其“成岩相”。这样才能对沉积-成岩环境的演变获得正确的认识。

一般说来，经历了这种早期表生成岩过程的沉积物，经常会保留或产生良好的孔隙空间，而成为油气的有利储集岩层。国内外均有这种实例。

收稿日期 1984年6月11日

### 参 考 文 献

- [1] 沙庆安, 1977, 地质科学, 2期, 172—178页。
- [2] 沙庆安, 赵希涛、黄金森、朱袁智, 1981, 西沙群岛和海南岛现代和全新世海相碳酸岩的成岩作用——兼谈海相表成(海相淡成)灰岩及其意义, 中国科学院地质研究所编, 沉积岩石学研究(论文集), 科学出版社, 226—242页。
- [3] Thompson, W. O., 1937, Geol. Soc. Amer. Bull., V. 48, 723—752.
- [4] Clifton, H. E., Hunter, R. E. and Phillips, R. L., 1971, Jour. Sed. Petrology, V. 41, 651—670.

## HOLOCENE RAISED BEACH SEDIMENTS AND THEIR DIAGENESIS, WEIZHOU ISLAND, GUANGXI

Sha Qingan    Li Juying    Wang Yao

(Institute of Geology, Academia Sinica)

### Abstract

At many places along the coast of Weizhou Island, the coral fringing reefs has developed. Correspondently, the beach sediments consisted of bioclasts developed at the beach. The Holocene beach sediments were raised to the land, and the highest place is about 5m, higher than the present sea level. They are more or less cemented and become an important building material for the local residents. In the quarries various depositional structures can be observed. They are even-stratification with seaward dip about 3—10 (the major occurrence), fine-coarse sand-gravel bioclasts intercalated bed; large scale tabular cross-bedding; small cross-bedding; lens of coarse grain, etc. They represent the products of swash zone, surf zone, beach cusp and storm.

In the Holocene raised beach sediments (beach rocks), the content of bioclasts is about 5—50%, most of them are coral (main *Acropora*), the others are *Pelecypoda*, *Echinoder*, *Foraminifer*, and *Gastropoda*. The coralgall is rare. Terrigenous clasts are mainly quartz sand with about 5—20% in content, feldspae, other minerals and volcanic rock detritus can be seen, too. The cements are all calcite and its content is 5% or so. The aragonite and high-Mg calcite cements are absent. Amounts of pore space preserved in the rocks are about 20—59%. The aragonitic bioskeletons have kept the original aragonite, some of them inverted into calcite. The magnesium of high-Mg calcite bioskeletons escaped. The calcite cements are all granular, their size is about 0.15mm. The larger grains are about 2mm, which may be contain 2—3 bioclasts. The meniscus and gravity cement types are commonly seen at many places. Sometimes they associate with granular calcite. These phenomena indicate that the cementation of raised beach sediments formed under the condition of vadose fresh water after they raised to the subaerial. But most of the raised beach sediments occurred in the phreatic zone are loose now.

The cases of the raised beach sediments (beach rock) of Weizhou Island indicate that the marine sediments undergo a eipdiagenetic process as a result of exposure on the land and effected by the fresh water, We has called this rock the "marine-

epidiagenetic limestone". This example suggests that one must be carefully to re-search the diagenetic facies while to study the recent or ancient depositional environments and facies.

In generally, the sediments suffered early eipdiagenesis can preserve and product lots of pore space, and become effective oil and gas reservoir.

## 首届《生物礁油气藏及其它矿床》学术讨论会报道

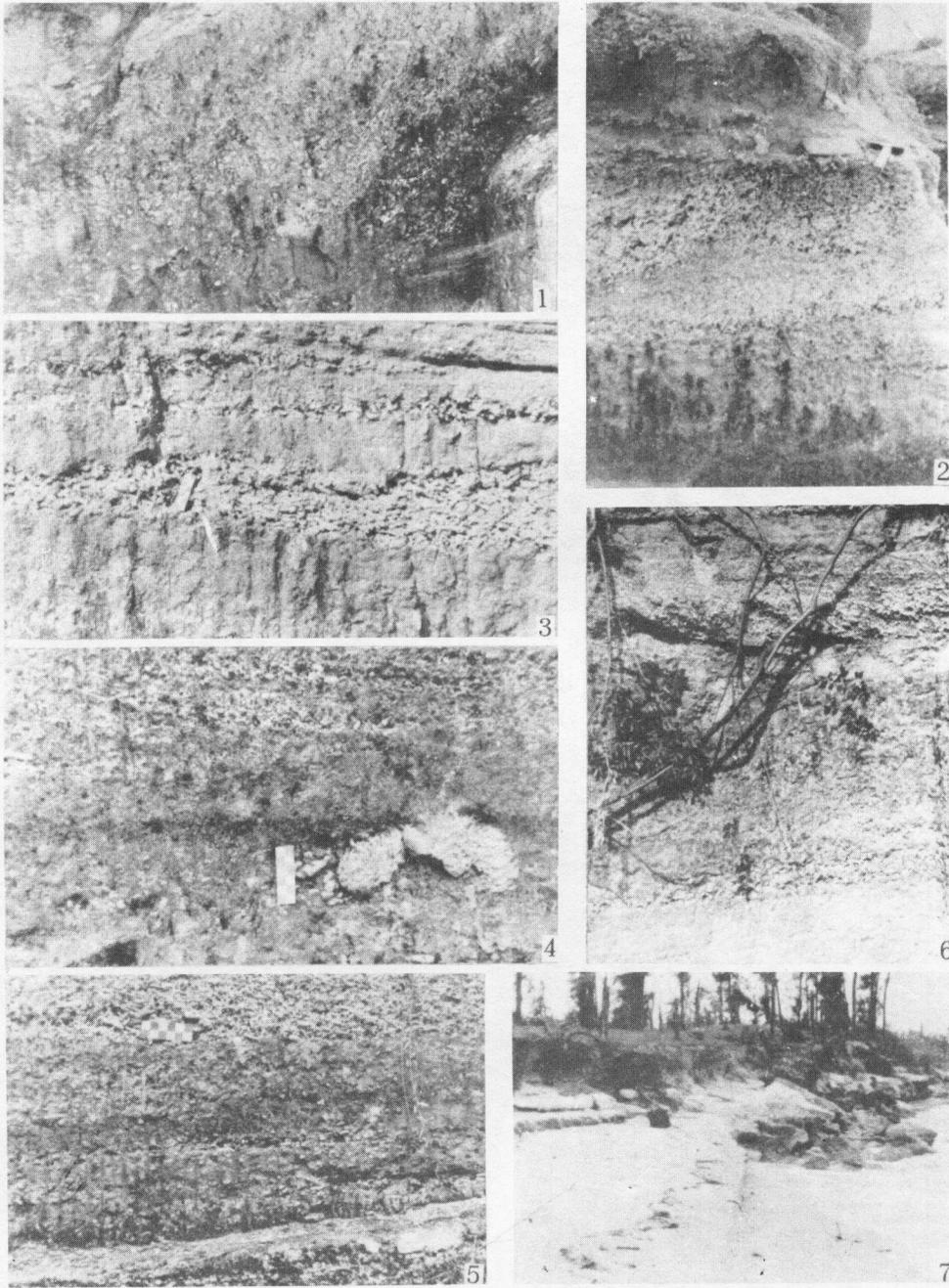
由四川省石油学会, 四川省地质学会, 四川省矿物岩石地球化学学会联合召开的首届《生物礁油气藏及其它矿床》学术讨论会于1986年3月29日至4月3日在重庆召开, 参加会议的有来自全国49个单位的148名代表(不包括列席代表), 他们分属于石油工业部, 地质矿产部, 煤炭工业部。中国科学院, 各高等院校以及出版单位, 有关学会等。代表中有长期从事生物礁研究的老专家, 教授, 也有为在生物礁中勘探和发现油气资源和其它矿产作出贡献的生产第一线的地质工作者们。

这次会议是对我国生物礁研究已取得成果的一次检阅, 探讨了生物礁储集油气及其它矿产的控制因素, 讨论了生物礁近期内的研究方向, 并对川东, 鄂西二叠系油气藏的勘探提出了有益的建设。会议期间大会宣读了30篇学术论文, 放映了红花场二叠系生物礁的录相片, 并实地考察了北碚老龙洞, 邻水椿木坪的二叠系生物礁。此外还放映了桂林岩海录相片参加过南极考察的与会代表在南极考察期间拍摄的大量珍贵幻灯片。

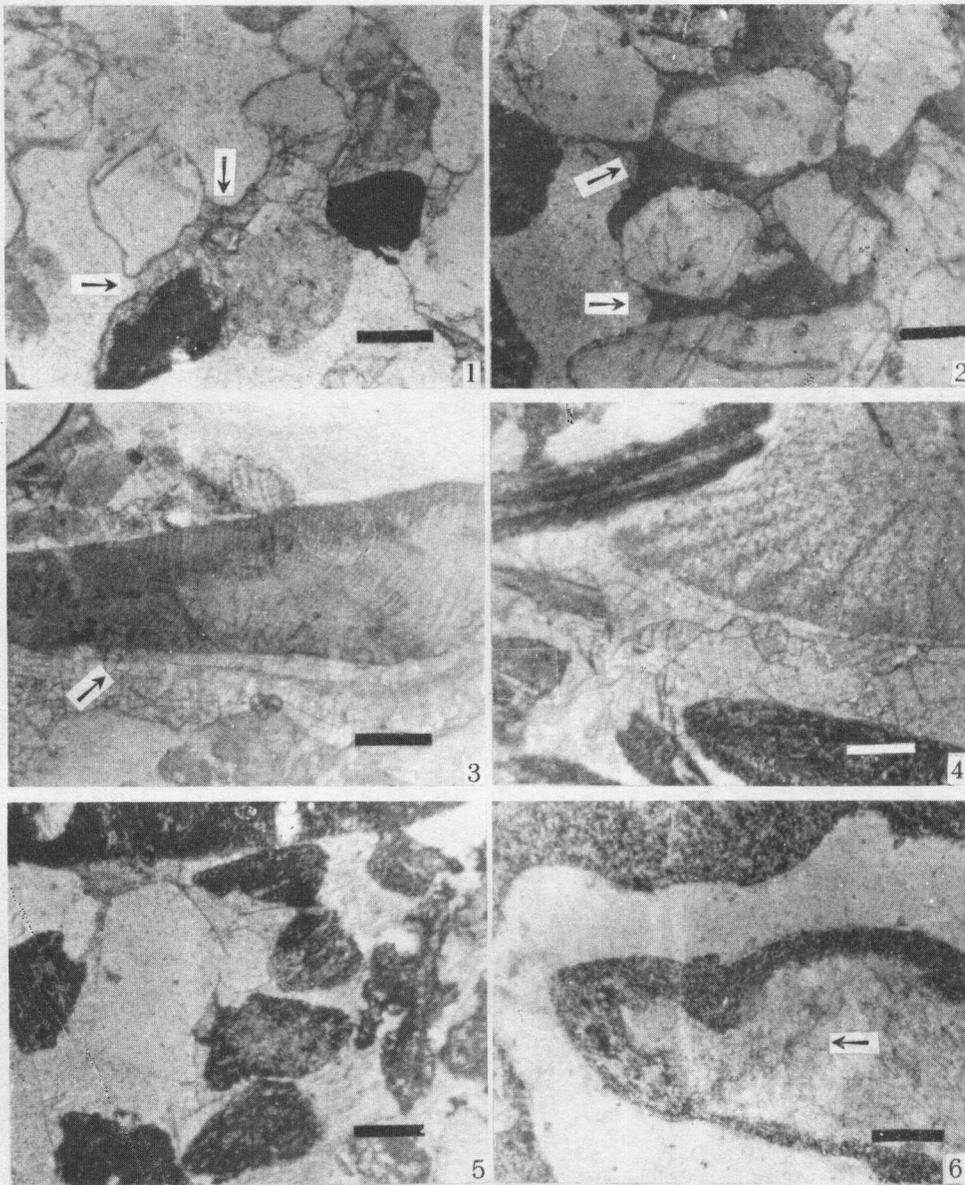
尽管如此, 但仍取得了可喜的成果。表现在: 在我国除奥陶系外其它各时代的海相碳酸盐地层中都已找到了生物礁, 并开展了对南海现代生物礁的研究, 对礁的发生, 发展和消亡史与大地构造紧密联系在一起讨论, 并为预测区域上礁的分布规律提供了背景资料; 不仅注意到了造架生物门类, 属种的研究, 也注意到了同一地质时代不同古地理位置上礁的形态, 规模, 基底沉积背景的差别; 利用地震地层学, 测井地质学寻找地下潜伏礁有了一个良好的开端; 对礁的储层特性及其控制因素有了一个良好的开端; 对礁的储层特性及其控制因素有了初步认识, 并对川东二叠系长兴组生物礁的含油气性, 气源, 湘赣等地泥盆系生物礁内矿液来源提出初步解释; 结合我国实际, 对生物礁的概念, 分类, 各词学等进行了探讨, 等等。

但是, 由于我国生物礁的研究起步较晚, 与国外相比存在着较大的差距。会议期间, 与会代表也讨论了我国近期内生物礁研究领域里需要努力的几个方面, 即: 应从礁复合体的角度去研究生物礁, 国外勘探实践告诉我们, 油气及其它矿产储集的有利部位, 有时不是在礁核, 而更可能是后礁碎屑坪或前礁重力流沉积物中, 要在借鉴国外礁理论的基础上, 根据我国实际, 建立具有我国自己特色的礁地质学, 包括成礁的环境背景, 沉积成岩史, 储层特性, 生长模式等; 要加强礁与矿产资源关系的研究, 包括有利和不利的两个方面; 加紧摸索出利用构造地质学, 沉积岩石学, 地震地层学, 测井地质学, 乃至重力地质学综合寻找地下潜伏礁的一套方法, 普及礁地质学的理论, 提高对礁及其所赋存矿产在国民经济中重要性的认识等等。

与会代表一致认为, 首届《生物礁油气藏及其它矿床》学术交流会开得十分成功, 达到了预期的目的。通过会议论文交流表明, 许多老专家, 精神焕发, 干劲不减当年, 为我国生物礁的研究付出了辛勤的劳动, 年青的同志生机勃勃, 在会上宣读了许多篇很有水平的论文。大家相信, 通过这次盛会, 一定会把我国生物礁及其赋存矿产的研究推向一个新的领域, 通过大家的劳动, 把亿万年沉睡于地下的礁及其矿产, 为我国的四化建设作出贡献。要达到这一目的。真如生物礁研究的老前辈, 南海西部石油公司曾鼎乾总工程师在会议上指出的, “重要的一点是坚持不懈”。 (下转79页)



1. 海参增殖站采石坑上升砂堤沉积剖面 (参看图2-1)。 2. 海参增殖站采石坑上升海滩沉积剖面 (参看图2-2)。 3. 海参增殖站采石坑上升海滩沉积剖面 (参看图2-3)。 4. 糖厂西北采石坑上升海滩沉积剖面 (参看图3-3)。 5. 糖厂西北采石坑上升海滩沉积剖面 (参看图3-3)。 6. 石花厂采石坑上升海滩沉积剖面 (参看图4)。 7. 糖厂西北剖面上升海滩沉积的小海蚀崖及垮塌的大岩块。



1. 生物砂粒及石英砂粒 (浅色), 粒间为粒状及新月状 (箭头) 方解石胶结物, 2. 石英砂粒, 粒间为粒状及新月状 (箭头) 方解石胶结物 (已染色)。 3. 中部一瓣鳃类壳屑, 其上为生物砂粒, 其下为悬垂状方解石胶结物 (箭头)。 4. 海胆刺 (右上) 及其它生物砂粒, 粒间为粒状方解石胶结物。 5. 生物砂粒 (已染黑色) 及石英砂粒 (浅色), 粒间为大的粒状方解石胶结物, 生物砂粒均为文石未变。 6. 珊瑚砂粒, 局部已转化为方解石 (箭头), 其余部分仍为文石 (已染黑色)。全部照片标尺=0.15毫米。