

海南岛全新世海滩岩的 胶结作用与成岩环境的关系

王恕一 叶德胜*

(地质矿产部第八普查勘探大队 贵阳)

我国海南岛及南海诸岛沿岸, 广泛发育海滩岩。1980年我队赴海南岛考察现代沉积时, 对海滩岩的分布、岩性特征及其与周围环境的关系进行了观察和采样。样品采自崖县鹿回头三亚湾水尾岭海蚀崖、西洲岛、小东海、东瑁岛、西瑁岛、天涯海角, 乐东县莺歌海, 文昌县渔业等地(图1)。有关的地质、地貌及岩性特征等, 已有许多描述^{1)、2)、[1,2,]}, 对海滩岩的岩石学及成岩作用也有许多研究^[1,2,3,4]。本文侧重探讨海滩岩的胶结作用及与成岩环境的关系。

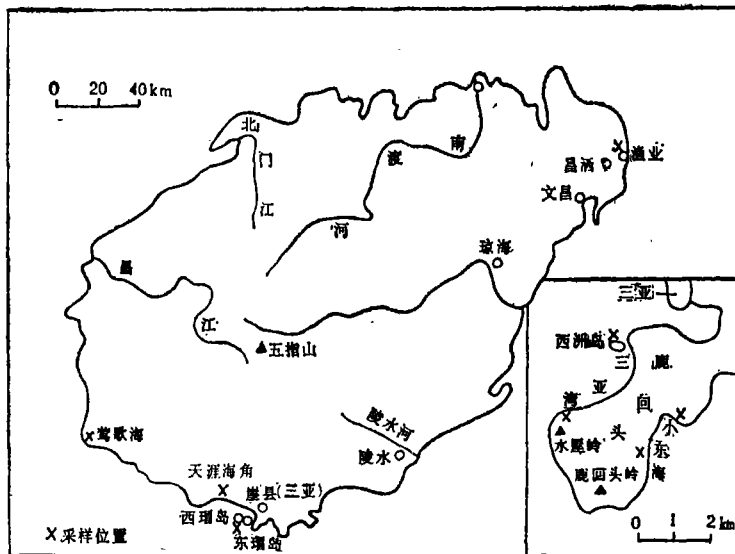


图1 海南岛全新世海滩岩采样位置示意图

Fig. 1 Sketch of sampling location of Holocene beachrock, Hainan Island

* 参加野外工作的还有刘树辉、周棣康、李静琰、杨宏、彭彦威、刘朝安、周希云、曾昭淼、罗孝质、陈隆治、郭维新、廖世南等。

1) 李静琰、周棣康、叶德胜, 1981, 广东海南岛现代沉积考察

2) 刘树辉等, 1982, 海南岛东北角昌西地区干泻湖、沙堤及现代海岸沉积地质考察。

对所采样品进行了详细的薄片岩石学研究, 碳酸盐矿物成分主要依据染色确定, 并作了部分化学分析以资对比。

一、胶结组 构

海南岛全新世海滩岩胶结物的矿物成分有文石、高镁方解石、方解石(指低镁方解石, 下同), 多呈纤维状-针状(文石为主)、泥晶状(高镁方解石为主, 文石次之)、等轴粒状(方解石)三种形态, 分别构成不同的胶结组构。

1. 纤维状环边组构(图版 I, 3)

主要由纤维状-针状文石组成, 晶体一般长0.008—0.04mm, 个别达0.08mm。长轴垂直颗粒表面或生物体孔内壁生长, 围绕颗粒形成环边。有时颗粒外或生物体孔内壁光发育一圈壳状泥晶胶结物, 纤维-针状晶体在泥晶外生长。这种胶结组物一般在粒内孔隙中较颗粒外更为发育。

有时可见纤维状-针状方解石组成的环边组构, 其晶体较纤维状-针状文石晶体宽(图版 I, 2), 可能是由于纤维状文石受淡水作用后新生变形的结果。

纤维状环边组构见于小东海、东瑁岛、西瑁岛、天涯海角等地。

2. 纤维状悬垂组构(图版 I, 5)

由纤维状-针状文石组成, 晶体形态特征同上, 纤维垂直颗粒表面生长, 但未构成完整的环边, 而发育于颗粒下方, 形成悬垂组构, 如东瑁岛、天涯海角等地现代海滩岩。

有时纤维状-针状晶体为方解石, 但晶体较宽, 可能为纤维状文石受淡水作用后新生变形的结果(图版 I, 4、6), 如文昌渔业较新海滩岩。

3. 壳状泥晶组构(图版 I, 2)

由泥晶围绕颗粒表面或生物体孔内壁生长构成。它们大多直接生长于颗粒表面, 有时亦见生长于先期形成的纤维状环边胶结物外, 组成一个泥晶壳圈。颗粒相互粘连, 形成黄金森等(1978)所称的“桥式”胶结组构^[5]。泥晶间有时见少量粉砂、粉屑被粘结。泥晶成分主要为高镁方解石, 有时为文石。见于小东海、东瑁岛、西瑁岛等地。它与纤维状环边组物同是现代海滩岩中最常见的胶结组物, 两者还可组成泥晶-纤维状, 纤维状-泥晶或相间的多世代组合^[5]。

4. 泥晶填积组构(图版 I, 5)

泥晶充填于粒间孔及生物体孔内, 孔隙未充满时, 出现示底构造, 而别于壳状泥晶组构, 后者剩余的孔隙留于中心。填积组物中常有少量泥质、粉砂及粉屑混入, 表明这些泥晶是由海水携带充填沉积的。泥晶的矿物成分往往既有高镁方解石, 又有文石。见于西洲岛、三亚湾水尾岭海蚀崖等地。

应当指出, 有时这种机械沉积的特征不明显, 也可能是壳状泥晶进一步发育而填满了孔隙, 这时它们的成因跟机械沉积作用没有关系。即使存在明显机械填积作用特征的泥晶胶结物, 它们的胶结作用显然也与其它海滩岩胶结物一样, 受其所处环境的物理化学和生物因素制约的, 因为沉积的软泥本身不具胶结作用。如果按现代沉积软泥含孔隙

水50%（可能更大）计，那就意味着至少有一半的胶结物是成岩过程中产生的，正是这些物质起着胶结、石化的作用。

5. 球粒组构（图版 I，6）

球粒由高镁方解石泥组成：一般透明度差，其周围的晶粒稍大，使球粒的外形突出。球粒一般圆至次圆状，直径0.01—0.14mm；有时球粒相互重叠粘连，至薄片呈混沌一片，难以辨认球粒外形的泥晶胶结。仅见于西瑁岛海滩岩及小东海西岸上升礁的珊瑚体孔中。

6. 等轴粒状组构（图版 I，1）

由0.005—0.1mm的粒状亮晶方解石组成，晶体大致呈等轴状，围绕颗粒边缘生长，向孔隙中心晶体逐渐增大；如孔隙较小，向心增大就不明显。

7. 等轴粒状新月形组构（图版 I，4）

亦由粒状方解石组成，其晶体大致呈等轴状。胶结物常呈斑块状分布于岩石中，有时仅分布于颗粒接触处，构成新月形组构。此组构以胶结物外界面向内凹进为特征，凹面可以是一颗方解石晶体的生长末端，也可以由数颗方解石晶体的生长末端顺弧形凹进构成。显然，胶结物的形态反映了孔隙水的分布状态〔7〕。

8. 等轴粒状悬垂组构

由等轴粒状方解石组成，以胶结物定向发育于颗粒下侧为特征。与新月形组构一样，胶结构形态反映了孔隙水的分布形态。通常在重力作用下，孔隙水由上而下流动，在颗粒下侧表面形成水膜并沉淀胶结物，因此也称为重力胶结或显微钟乳石〔8〕

上述三种胶结组构（6—8）均见于三亚湾水尾岭海蚀崖及文昌渔业较新海滩岩中。

除上述8种胶结组构外，尚需提及下述现象，即文石质生物壳体转变为方解石、方解石胶结物啣接生长。此现象早有人进行过研究，平格托尔（Pingitore, 1976）在研究西印度群岛巴巴多斯更新世珊瑚礁时，将此现象称为“横切银嵌结构”〔9〕，并认为是淡水潜流带的产物。在三亚湾水尾岭海蚀崖及文昌渔业海滩岩中，这种结构发育（图版 I，3）。它由等轴粒状亮晶方解石相互嵌接构成，方解石粒径一般0.1—0.15mm，有时可达1mm以上。生物壳体内部结物已遭破坏，一般仅在镶嵌的方解石背景上留下暗影，勾绘出原生物屑的轮廓，暗影可以横切单个方解石晶体。

显然这些方解石嵌晶与生物屑新生变形有关。样品中可以见到暗影勾绘出的原生物体以外的部分，即伸入孔隙部分的方解石。文石新生变形为方解石时，其体积大约增加10%。这就意味着伸入孔隙部分的方解石或者是原始胶结物新生变形的产物，或者是在新生变形的同时，有外来碳酸钙的加入。因此把“横切镶嵌结构”看作新生变形及胶结作用综合的结果是恰当的。这种结构在古代碳酸盐岩石中屡见不鲜，可否作为一种胶结组构，并探讨其成岩环境意义，以为研究古代成岩作用的借鉴，是值得进一步探讨的。

二、胶结组物与成岩环境关系的探讨

前人根据形成时代的早晚，把我国沿海海滩岩划分为现代海滩岩—距今1000年以内，和较新海滩岩—距今2000至6000年（赵希涛等，1978；赵希涛等，1982）。本文

研究的三亚湾水尾岭海蚀崖、莺歌海、文昌渔业等地的海滩岩为较新海滩岩,其余均为现代海滩岩。现代海滩岩与较新海滩岩的矿物成分、胶结组构有显著的差别。现代海滩岩中,高镁方解石及文石质的生物屑未发生变化^[1];胶结物均为高镁方解石及文石,多呈泥晶及纤维状-针状晶体。而较新海滩岩中往往出现等轴粒状,方解石胶结物,生物屑等颗粒及原始胶结物中的高镁方解石及文石大多已新生变形成方解石;胶结组构常为等轴粒状方解石构成的类型。同时,还见到生物屑及原始胶结物的溶蚀。但并非所有的较新海滩岩都有等轴粒状方解石胶结物,如莺歌海海滩岩的特征与现代海滩岩无异,这是由于那里的海滩岩虽然形成较早,但始终没有脱离流水环境,没有受淡水作用的缘故^[2]。三亚湾水尾岭海蚀崖下部也有类似情况。那里的泥晶胶结物为高镁方解石(沙庆安等曾报道,那里的泥晶为方解石,有少量的 Mg^{++} 反应^[1])。与本文资料稍有出入,可能是采样位置不同所致)。但生物屑中文石已转变为方解石,这意味着那里虽已脱离海水环境,但所受淡水作用的影响还不够强烈,胶结物还没有转变或者还没有完全转变为方解石。

文石、高镁方解石的新生变形以及等轴粒状方解石胶结物为淡水作用的产物,这已为许多全新世和更新世岩石的岩石学研究所证实。福克(Fork, 1974)曾从结晶化学的角度论证,低Mg/Ca比的环境有利于方解石的形成,而高Mg/Ca比的环境则由 Mg^{++} 的选择性“毒害”侧向生长,常常形成纤维状或细长的菱形高镁方解石及文石晶体^[10]。这就充分解释了为什么处于海水环境的现代海滩岩,只能形成文石和高镁方解石胶结物;而经过淡水改造的较新海滩岩,能够形成等轴粒状方解石胶结物。

据朗曼(Longman, 1980)对近地表成岩环境的划分^[11],海南岛现代海滩岩处于海水潜流-海水渗流环境;而多数较新海滩岩在其形成时处于海水潜流-海水渗流环境,而后随其上升暴露地表,又经历了淡水潜流-淡水渗流环境。下文讨论各种胶结组构与成岩环境的关系。

1. 海水潜流-渗流环境

现代海滩岩发育于潮间带,向下可能延伸到平均低潮面以下一定距离^[6],向上在平均高潮面以上能被浪花飞溅浸润的地方也可发育。因而它处于海水潜流与海水渗流交替的环境^[12]。海南岛现代海滩岩下部处海水潜流环境或主要处于海水潜流环境,而其上部则处于海水渗流环境或主要处于海水渗流环境。

现代海滩岩的胶结物来自海水。潮汐作用使海水在海滩沉积物中经常流动更替,为胶结物沉淀提供了丰富的碳酸钙。海滩的较高温度以及泵吸作用等因素引起海水溶液中 CO_2 的逸出,以及海滩的强烈蒸发作用均可促使碳酸钙过饱和度增加而导致其沉淀。许多研究者还提到微生物(蓝绿藻及细菌)可能起重要作用,莫尔(Moore, 1973)在西印度洋大鳄鱼岛海滩岩的研究中,还发现了微生物直接参与沉淀的证据^[6]。

研究样品中,泥晶胶结物中常常有一些与生物作用直接或间接有关的现象。壳状泥

1) 天涯海角现代海滩岩个别样品中,有的生物屑已转变为方解石,是个例外。但胶结物中未见淡水改造的丝毫痕迹,其中生物屑转化顺序也不同于一般规律,样品中瓣鳃类转化程度及数量远低于珊瑚屑。沙庆安等(1977)的研究及我们对其它样品的研究均证实瓣鳃类的转变早于珊瑚。因此这种反常情况表明,这些已转变的生物屑是再沉积的颗粒。对附近另星分布的上升礁样品的观察,证实了有的文石质珊瑚已转变为方解石。

晶组构明显的不符合受重力支配的机械沉积规律，虽然它们不是机械填积物。它们普遍呈现粘结的特征，桥式粘连组构就是很特征的例子；有时还可见到明显的层纹状藻包壳^[1]，或者粘结少量粉砂及粉屑物质。生物屑边缘的泥晶化也与生物作用密切相关。泥晶化是钻孔藻或细菌侵蚀生物屑，形成钻孔，而后在生物因素参与下，在孔中沉淀泥晶物质^[13]。这种初始钻孔以及充填了泥晶的钻孔在薄片清晰可见（图版 I，1），有时它们与壳状泥晶连成一片，以致两者难于截然区分。上述现象以及莫尔(Moore, 1973)等的研究表明：这些胶结物的形成过程，显然存在生物直接参与的可能。

球粒组构可能也是生物作用的产物，它们与藻席中的球粒极为相似。样品中，球粒组构胶结物较少见，仅见于西瑁岛。但据报道，莺歌海及西印度洋大鳄鱼岛等地海滩岩中有发现^[2, 6]，它们均由高镁方解石组成，有人曾在常温常压条件下，研究文石、高镁方解石、方解石等矿物的生成机制，发现在以其种有机物作为触媒时，高镁方解石容易生成^[13]。样品中，壳状泥晶和球粒胶结物的矿物成分大多为高镁方解石，这也许从另一侧面证实了生物参与泥晶胶结物的形成过程。

潮间带下部经常保持湿润或被海水浸没，处于海水潜流环境，水浅，阳光充足，是蓝绿藻等生物大量繁殖的理想场所。而潮间带上部则主要处于海水渗流环境，海水浸没机会较少，暴露干燥机会较多，蓝绿藻等的生长受到一定程度的抑制。因而与蓝绿藻及细菌等生物作用有关的壳状、球粒等泥晶组构易于在潮间带下部形成。天涯海角和三亚湾水尾岭海蚀崖海滩岩的垂直剖面上，下部泥晶胶结物发育，上部泥晶胶结物不发育，就是很好的例子。

纤维状环边组构常与壳状泥晶组构伴生，最常见的是颗粒外先有壳状泥晶圈，其外再生长纤维状环边。这种胶结组构在潮下礁孔隙以及海底硬地中也是常见的^[13]。它们形成于海水潜流环境，在海滩岩中它们也正是分布于以潜流环境为主的潮间带下部。

这是值得注意的是，大多数海滩岩先有壳状泥晶胶结，而后发育纤维状胶结物。先发育纤维状胶结物的例子，除了在生物体孔中外，极少见到，仅见于天涯海角的海滩岩（图版 I，3）海滩岩发育于潮间带，水动力条件较强，往往需借助于蓝绿藻等有关生物的粘结作用，使颗粒初步稳定，然后产生胶结，使颗粒进一步稳定，造成有利于纤维状胶结物沉淀的环境。

潮间带上部，孔隙中既有海水，又有空气，样品中可以见到由纤维状-针状文石所组成的悬垂组物，尤其在现代海滩岩自然垂直剖面的上部。但目前尚未发现纤维状-针状文石组成的新月形组构。

当然，并不是每个海滩岩剖面上都可见到各种胶结组构以及它们的分带。因为，诸如海滩的宽窄、水动力条件、海水盐度、微生物的发育情况以及其它物理化学条件，在不同海滩是千变万化的。

上述潮间带下部的一些特征与潮下礁孔隙以及海底硬地中胶结物的特征非常相似（均属海水潜流成岩带）。因此利用胶结组构来识别海滩岩时，强调其海水渗流环境的产物（纤维状-针状文石组成的悬垂组构以及新月型组构），就特别重要。

2. 淡水渗流环境与淡水潜流环境

较新海滩岩大多已受淡水改造，常可见到一些特殊的胶结组构，这些组构与成岩环

境的关系已为许多研究者论述。顿哈姆(1971)及谬勒尔(1971)指出:等轴粒状方解石组成的新月形和悬垂状组构是淡水渗流带的典型产物,它们反映了孔隙水的赋存状况〔7, 8〕。朗曼(1980)进一步指出:等轴粒状方解石一向心增大组构可形成于淡水潜流带,也可形成于淡水渗流带。它们的区别是:潜流带中,这种胶结物比较均匀地分布于岩石中;而渗流带中则呈斑状分布,并且常与新月形、悬垂状组构一起产出〔11〕。

等轴粒状新月形和悬垂状组构在受淡水改造的较新海滩岩中出现,表明它们形成于淡水渗流环境,而等轴粒状一向心增大组构以及文石质生物壳体转变为方解石时形成的“横切镶嵌”现象的普遍存在,表明这些较新海滩岩亦经历了淡水潜流环境。

这里特别提一下纤维状(或刃状)方解石组成的悬垂状组构。这种组构以前也有报道,但常把它与粒状方解石组成的悬垂状组构放在一起,作为淡水渗流带的典型产物〔2, 11〕。笔者观察发现,纤维状(或刃状)方解石组成的悬垂组构常与等轴粒状方解石组成的悬垂组构见于同一块薄片上,时见等轴粒状方解石“交代”纤维状组构(图版1, 2)这表明纤维状胶结物形成在前,等轴粒状胶结物形成在后。两种不同的矿物形态反映了它形成环境不同(海水环境有利于纤维晶体的形成,而淡水环境则有利于等轴粒状方解石的形成)。追索这些较新海滩岩的地质历史,它们都有可能经历过海水渗流环境。因而笔者推测,纤维状方解石悬垂组构可能是原来形成于海水渗流环境(即潮间带上部)的纤维状文石悬垂组构经过淡水改造的产物。在这一改造过程中,文石新生变形为方解石,纤维状晶体可能变粗,形成近于刃状的晶体,同时也可能被淡水环境沉淀的粒状方解石所“交代”。

综上所述,可将海南岛海滩岩的胶结组构与成岩环境的关系归纳如下表。

三、结 论

1. 海滩岩胶结物的矿物成分和组构取决于它们所经历的成岩环境,而不是其形成时代的早晚。文石和高镁方解石形成于海水环境,常呈纤维状-针状及泥晶状。方解石形成于淡水环境,常呈等轴粒状。它们各自形成一些特征的胶结组构,分别可以作为海水环境(潜流带或渗流带)及淡水环境(潜流带或渗流带)的标志。其中大多数胶结组构在许多文献中已有论述,笔者的观察基本相同。此外,笔者还发现:(1)纤维状-针状文石组成的悬垂组构在海南岛现代海滩岩中是存在的,它是海水渗流带的产物,是识别海滩岩的典型标志;(2)较新海滩岩中纤维状(或刃状)方解石组成的悬垂状胶结物,不是在淡水渗流环境中沉淀形成的,而可能是在海水渗流环境中形成的纤维状文石悬垂状胶结物在大气淡水作用影响下新生变形后的残留组构。

2. 生物在泥晶胶结物的形成过程中起了重要作用。壳状泥晶及球粒胶结物的镜下特征,为泥晶胶结物的生物成因提供了一些证据。

3. 在现代海滩岩垂直剖面上,存在胶结组构的分带现象:下部泥晶胶结组构发育;上部泥晶胶结组构不发育,而纤维状-针状文石组成的悬垂组构发育。这反映了其成岩环境分带:下部主要为海水潜流环境,上部主要为海水渗流环境。

表 1 海滩岩胶结结构与成岩环境的关系

Table 1 The relationship between cementation fabric and diagenetic environment of beachrock

环境 胶结结构及成分	海水作用		大气淡水作用形成或改造*	
	海水潜流	海水渗流	淡水潜流	淡水渗流
纤维状环边结构 (文石可能还有高镁方解石)	■			
壳状泥晶结构 (高镁方解石)	■			
球粒结构 (高镁方解石)	■			
泥晶填积结构 (高镁方解石及文石)	■	■		
纤维状悬垂结构 (文石)		■		
“横切镶嵌结构” (方解石)				
等轴粒状结构 (方解石)			■	■
纤维状(刃状)悬垂结构 (方解石)				
等轴粒状新月形结构 (方解石)				■
等轴粒状悬垂结构 (方解石)				■

* = 为大气淡水改造早先的胶结物而形成，其余为大气淡水作用形成或改造早先的胶结物而形成。

参 考 文 献

- [1] 沙庆安, 1977, 地质科学, 第2期, 172—178页。
 [2] 赵希涛等, 1978, 地质科学, 第2期, 163—173页。
 [3] 沙庆安等, 1981, 沉积岩石学研究(论文集)科学出版社226—242页。
 [4] 赵希涛, 1982, 地质科研成果选集。(第一集)文物出版社, 173—178页。
 [5] 黄金森等, 1978, 地质科学, 第4期, 358—364页。
 [6] Moore, C.H., 1973, J. Sediment. Petrology, V.45 N.3 P.591—602
 [7] Dunham, R.J., 1971, Meniscus Cement, In Carbonate Cements, Bricker, O.P. (ed)

- [8] Muler, G., 1971, In Carbonate Cements, Bricker, O.P.(ed)
- [9] Pingitore, N.B., 1976, J.Sediment. Petrology, V.46 P.985—1006
- [10] Folk, R.L., 1974, J.Sediment. Petrology, V.44 N.1 P.40—53
- [11] Longman, M.W., 1980, AAPG, V.64 N.4 P.461—487
- [12] Hanor, J.S., 1978, J.Sediment. Petrology, V.48 N.2 P.489—502
- [13] Bathurst, R.C.G., 1971, Carbonate Sediments and Their Diagenesis; Developments in sedimentology, V.12, 中译本, 科学出版社(1977)。
- [14] Friedman, G.M., 1975, J.Sediment. Petrology, V.45 P.379—389

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE CEMENTATION AND DIAGENETIC ENVIRONMENT OF THE HOLOGENE BEACHROCK, HAINAN ISLAND

Wang Shuyi Ye Desheng

(The 8th Petroleum Prospecting and Exploration Brigade, Ministry
of Geology and Mineral Resources)

Abstract

The samples of the Holocene beachrock in Hainan Island studied in this paper were taken in Shuiweiling Sanya Bay, Xizhou Island, Xiaodonghai, Dongmao Island, Ximao Island, Tianyahaijiao County, Yinggehai, Ledong County and Yuye, Wenchang County. This paper mainly deals with the relationship between the cementation and diagenetic environment of beachrock.

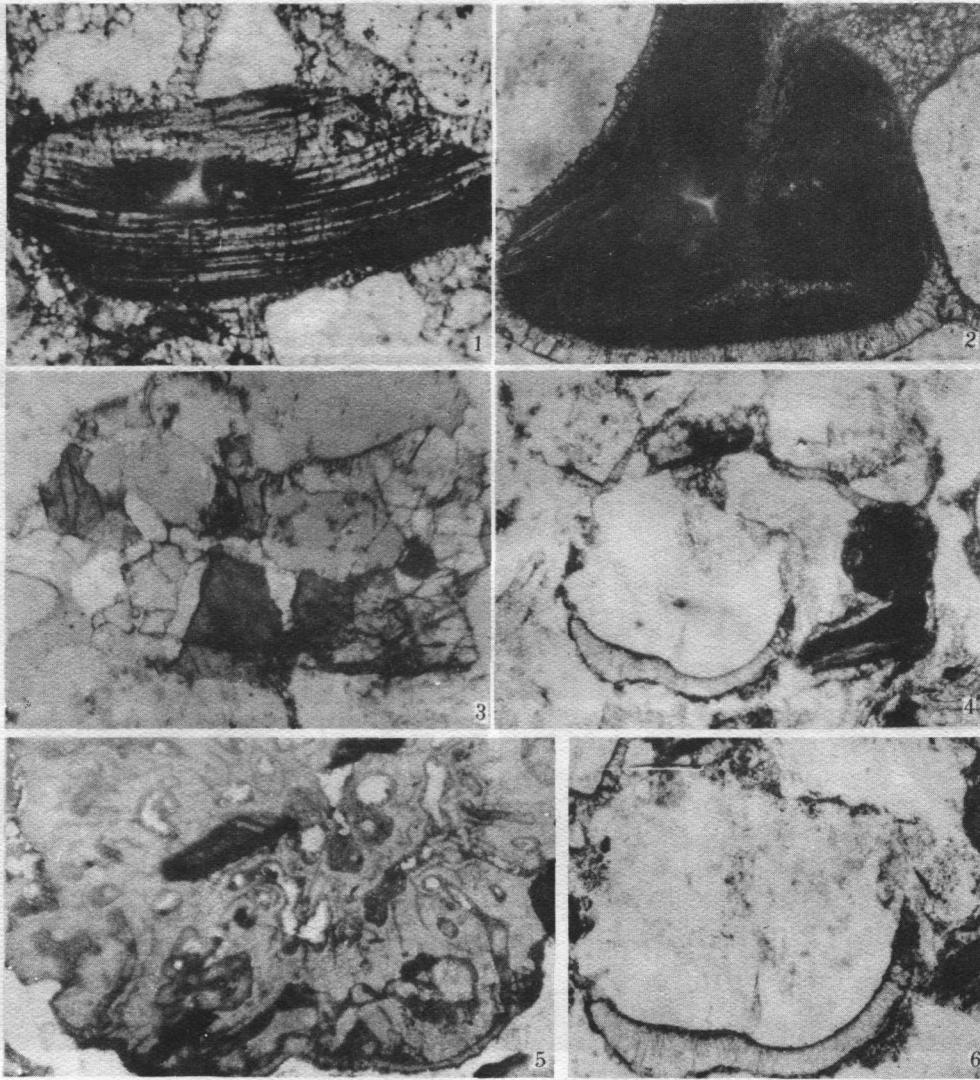
The cements of the Holocene beachrock in Hainan Island are mainly aragonite, high-Mg calcite and low-Mg calcite. The aragonite mainly appears fibrous to acicular, sometimes micrite; the high-calcite appears micrite and pelletoid; and the low-Mg calcite appears isoaxial granular. They make up of various cementation fabrics respectively, such as: (1) fibrous to acicular circumgranular fabric, (2) micrite cement fabric, (3) pelletoid fabric, (4) micrite packing fabric, (5) fibrous pendant fabric (aragonite), (6) isoaxial granular fabric, (7) fibrous (or bladed) pendant fabric (low-Mg calcite), (8) isoaxial granular meniscus fabric, and (9) isoaxial granular pendant fabric. All the fabrics are closely related to the diagenetic environment, they can be used as the symbols of marine environment (both phreatic and vadose zones) and fresh-water environment (both phreatic and vadose zones).

The recent beachrock which is still in the marine environment or is influenced mainly by marine environment is of the cementation fabrics (1) to (5). In the naturally vertical sections of beachrock the cementation fabrics have a zonation; the micrite and fib-

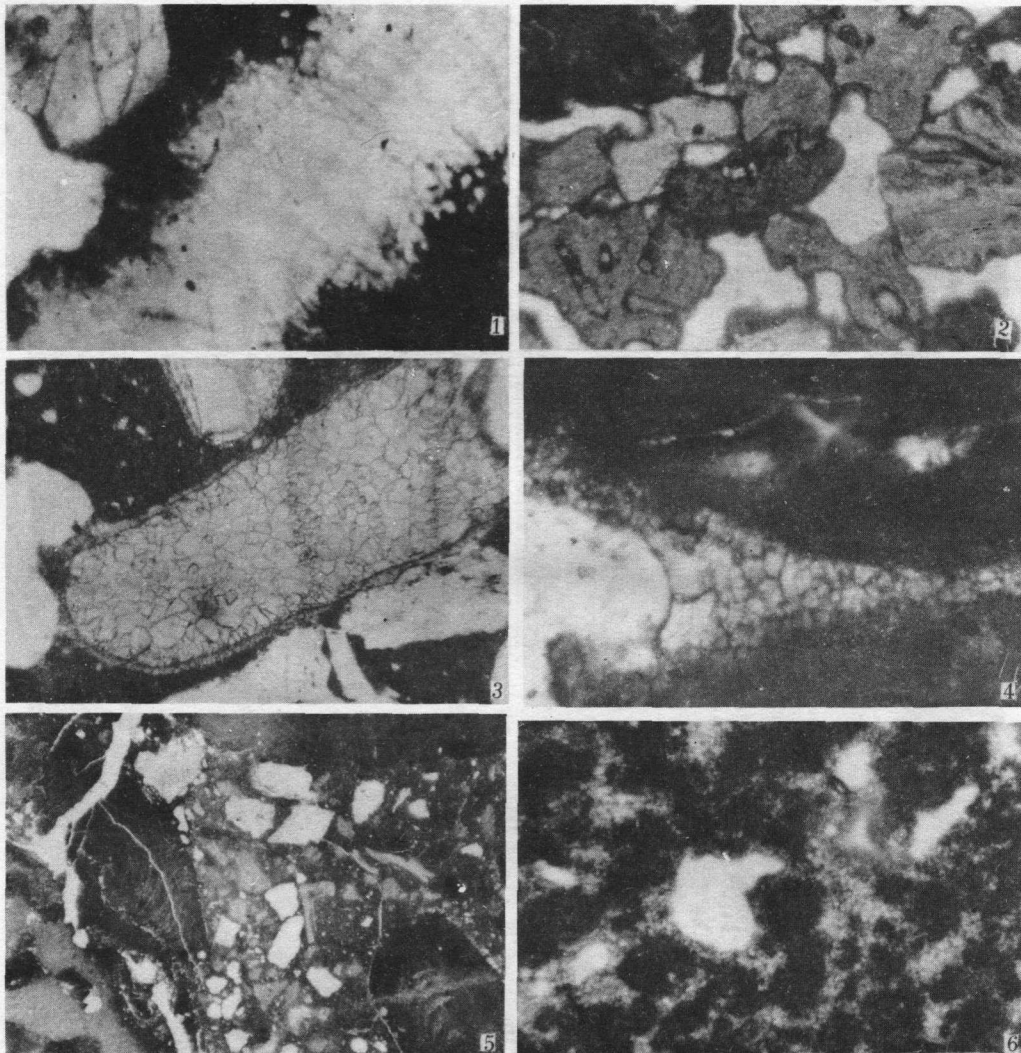
rous-acicular circumgranular fabrics distributed in the lower part of the sections, and the fibrous-acicular pendant fabric (aragonite) distributed in the upper part of the sections. They represent marine phreatic (the lower part of intertidal zone) and marine vadose (the upper part of intertidal zone) diagenetic environments respectively. Because the cementation fabrics (1) to (4) are similar to those of shallow subtidal zone (both are in the marine phreatic environment), the cementation fabric (5) — the fibrous pendant fabric (aragonite) is the characteristic symbol of recognizing beachrocks.

The Middle-- Late Holocene beachrock which is now in the meteoric fresh-water environment is of cementation fabrics (6) to (9), among which the cementation fabrics (8) to (9) are only distributed in the freshwater vadose environment, and the cementation fabrics (6) to (7) are distributed both in fresh-water phreatic and vadose environment. The authors think that the cementation fabric (7) — fibrous (or bladed) pendant fabric (low-Mg calcite) is not the product which was precipitated in the fresh-water vadose environment, but is the residual fabric of aragonite neomorphism under the influence of atmosphere fresh-water, and the primary aragonite was the fibrous pendant cement fabric precipitated in the marine vadose environment. The presence of the cement fabric in the Middle to Late Holocene beachrock indicates that it used to have the diagenetic history of marine vadose environment.

The organism plays an important role in the formation of micrite cement. The features of the micrite cement and pelletoid cement under microscope dealt with in this paper provide some evidences for the organism origin of the micrite cement.



1. 等轴粒状方解石胶结结构, 中为瓣鳃屑, 白色颗粒为石英, 文昌渔业, 单光, $\times 94$ 2. 纤状方解石胶结物。中为瓣鳃屑, 白色颗粒为石英, 瓣鳃屑上部分石英接触紧密, 胶结物不发育, 下部发育纤状方解石胶结物, 左侧已被粒状方解石“交代”, 隐约可见原始纤状痕迹。文昌渔业, 单光, $\times 86$ 3. 文石质生物壳体转变为方解石, 方解石胶结物侧接生长, 照片中有长形生物屑, 方解石晶体穿越该屑。三亚湾水尾岭, $\times 75$ 4. 纤维状悬垂结构。纤维状方解石胶结物发育于颗粒(白色石英, 黑色为生物屑)下侧。文昌渔业, 单光, $\times 34$ 5. 纤维状悬垂结构。纤维状文石胶结物发育于珊瑚屑下侧。东瑁岛, $\times 20$ 6. I, 4的局部放大, $\times 50$



1. 泥晶胶结物与瓣鳃屑泥晶化边缘连成一片，泥晶化前缘的藻、菌管清晰可见，西洲岛，单光×94 2. 壳状泥晶——桥式粘连结构。珊瑚屑(文石组成)等颗粒外为壳状高镁方解石泥晶胶结。有的颗粒已泥晶化。小东海，单光，×27 3. 纤状纹石环边结构。纤状文石外为文石及高镁方解石泥晶胶结物。纤状文石发育于钙质生物屑外，而石英颗粒(白色)外不发育，是底质对胶结物的生成起了控制作用。中央为受淡水改造后再沉积的珊瑚屑，由粒状方解石组成。天涯海角，单光，×86 4. 新月形结构。由等轴粒状方解石组成，晶体末端成弧形向里凹进。三亚湾水尾岭，单光，×94 5. 泥晶填充结构。三亚湾水尾岭，单光，×30 6. 球粒结构。照片为胶结物部分，由高镁方解石组成，白色者为孔隙。西瑁岛，单光，×86