

苏米尔盆地中新世海滩岩及 沉积环境探讨

王建华
(地质学系)

摘 要

对苏米尔盆地布阶下、上段生物屑灰岩的野外观察和实验室岩石学、矿物学、沉积学综合分析结果表明:这些岩石具潮间带和陆上渗流—潜流带胶结特点,其沉积环境为亚热带—热带中至较低能量港湾式海滩,岩石中陆源碎屑来源于邻近区域沉积岩和较远的阿尔卑斯变质岩。

关键词 法国,古海滩岩,胶结结构,陆源矿物,古环境

有关第四纪海滩岩的文献较多。第四纪以前的古海滩岩在国外有 Purser^[1]、Müller et al^[2]、Moore et al^[3]等做过一些研究。除第四纪海滩岩外,其它地质历史时期也可出现海滩岩胶结现象,但古海滩岩常因后期的成岩作用而失去了作为海滩岩鉴别特征的一些早期胶结现象,易使人误认为是一般的生物碎屑灰岩或钙质胶结碎屑岩。

作者曾在法国东南部苏米尔(Sommières)盆地发现一套含古海滩岩的岩层,该层属中新统布尔季加尔阶(Burdigalian),结合盆地古环境研究,对该套岩层进行了野外详细观察和室内多项沉积学、矿物学分析,对沉积物形成时的古环境、物源以及成岩作用演化等作了探讨。

1 盆地地质背景和地层

苏米尔盆地位于罗讷河谷西南侧,西面为塞文山脉,东南面毗邻罗讷河三角洲平原(图1),实际上,该盆地主体为一发育于白垩纪灰岩台地之中的断陷盆地,断陷年代为渐新世,故其中沉积了渐新世河流—湖泊相砾、砂岩及粘土岩,中新世初期,在

本文1988年5月3日收到

法国南部开始了一次海侵,海水入侵苏米尔盆地,沉积覆盖在渐新统之上的布尔季加尔阶,在盆地东侧及东南延伸部,该阶则直接与下伏白垩系灰岩接触。依岩性和层位,该阶可分为下、中、上3段,其中海滩岩构成下、上段岩层的主体(图2)。

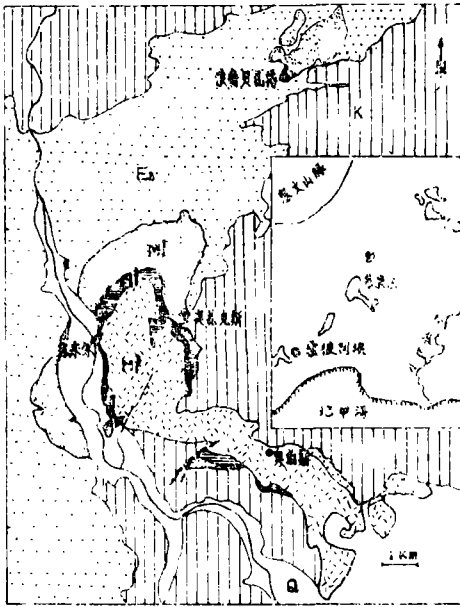


图 1 苏米尔盆地地层分布图
 Fig.1 Map of the stratigraphic distribution in The Sommieres basin

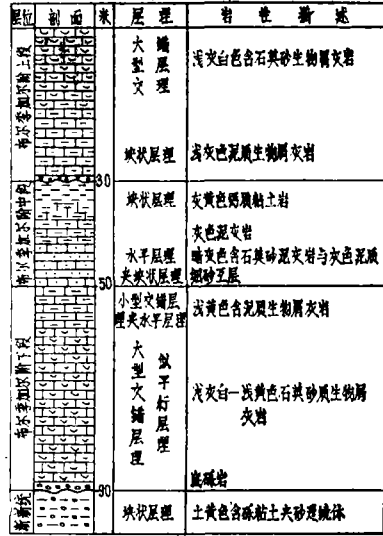


图 2 苏米尔盆地布尔季加尔阶柱状图
 Fig.2 Stratigraphic section of the Burdigalian in the Sommieres basin

2 下、上段生物屑灰岩野外特征

2.1 沉积构造

在盆地边缘,岩层显示大型低角度楔状交错层理(照片1),向盆地中心倾斜,倾角一般为8—15°,其中,下段岩层不仅交错层理发育,而且倾角也偏大,反映了海侵初期海滩的原始倾斜面较大。与低角度交错层理共生的还有似平行层理,与现代沙质海滩常见的沉积构造一样,它们常被低角度的侵蚀面分开层系面。由盆地边缘稍向中心方向,还可见一些大型帚状、槽状交错层理,形成时水深比前二者显然要大些。

2.2 岩性特征

岩石以生物碎屑(异化颗粒)为主,粒径大部份在1—10mm之间,在盆地边缘区可见较完整的生物个体和碎片,如:瓣腮类(*Pecten, Arca, Cardium, Ostrea*等)、海胆(*Echinolampas*)、六射珊瑚、腹足类、苔藓虫、藤壶、珊瑚藻等。在局部还可见几乎单一或少数几种生物遗体组成的岩层,如在奥伯斯(*Aubais*),下段岩层底部有数层

由苔藓虫、珊瑚骨屑夹一些海胆个体组成的岩层,稍上部又有数层几乎全由海扇组成的介壳层(照片2),这些现象反映了自然界某些生物之间的相互依存关系和对适存环境的选择,同时也说明盆地内环境的演化,即从造礁生物可以生存的环境到砂泥质较多的环境的演变。

以石英砂为主的陆源碎屑在沉积物中的含量很少,下段约为25—35%,上段约为15—20%。灰岩质砾石,燧石块等常构成极薄的海侵底砾岩,但在古河流入海地带(盆地西南部),有厚层状的滨海砾岩分布(10—15 m)。

生物屑灰岩的颜色一般为灰白色(含钙多者),部分呈浅黄绿色(含海绿石)。岩石胶结程度高、坚硬;所含生物碎屑粒径较大时,则呈层状沉积和压碎现象(称“板层构造”),同时表层孔隙度也会因大气降水淋溶而增大,而在较緻密的岩石上则常见小溶洞等微喀斯特地貌。

3 镜下岩石学特征

3.1 结构与颗粒

砂质生物屑灰岩普遍显示颗粒支撑结构,基质较少或只充填在生物孔洞中,它们常为富含有机质和粘土的泥晶团。

生物屑的化石组成的镜下统计结果各地虽有差别(如灰岩岸基附近地区沉积物中造礁和喜礁生物含量较高),但其总的丰度排列顺序从高到低为:软体动物、苔藓虫、珊瑚藻、棘皮动物、珊瑚、底栖有孔虫、藤壶、甲壳动物等,其中,上段与下段岩层相比,软体动物数量有所减少,而苔藓虫数量明显增加;许多生物屑的外缘常见藻类生物钻孔和破坏的微孔及暗色圈。根据生物化石群组合和繁殖程度,可以认为:至少在盆地东部曾发育过以苔藓虫—珊瑚—珊瑚藻为主体的生物礁,生物礁的存在表明当时该区的气候温暖(亚热带—热带)与现在法国南部的气候环境明显不同。

陆源碎屑在岩石中含量少且粒径远比“异化颗粒”小,故常分散于后者之间,对岩石结构影响甚微。

3.2 胶结类型和胶结物

在新鲜岩石薄片,几乎所有的空隙都被胶结物占满,据统计,盆地中砂质生物屑灰岩的孔隙度仅为5—6%,而胶结物占20—30%,并显示出多次生长的迹象。

3.2.1 早期胶结作用 由于受到后期压实、溶蚀—再胶结和局部重结晶作用的影响,该期胶结物一般不容易被观察到,它们只保留在局部、特别是在后期溶蚀作用不容易影响到的贝壳凹部或内孔壁上,它们通常由长度相近的针状晶体组成颗粒的环边(照片3)。经X光粉晶和薄片染色分析鉴定,这些胶结物的矿物成分为低镁方解石,但在形态上和排列方式上与现代海滩岩中的针状文石环边胶结物相似。因此,这些低镁方解石的原始矿物应为形成于潮间带或稍下部位的文石针。此外,还常见微晶被膜及泥晶充填胶结物,后者的数量有沿岩层倾斜方向明显增加的趋势,并逐渐成为主要胶结物,它们的原始矿物成分似乎应为高镁方解石或文石,形成时的水深应比针状文石环边胶结物

形成时的水深稍大(潮下带)。

3.2.2 后期胶结物 后期胶结物在盆地边缘相的生物屑灰岩中约占全部胶结物的90%以上,分为2个世代:

第一世代的胶结物为柱状方解石,长约20—100 μm ,以生物碎屑外壳表面或早期胶结物为基底向外生长(照片3),其结构特点为“重力型”或“新月型”胶结,具明显的淡水渗流带胶结特征。

第二世代胶结物为粒状亮晶方解石,填充了所有余下的粒间空隙,粒径为100—1000 μm 或更大,这些亮晶方解石形成于潜流带环境,和前一世代胶结物一样,它们是在沉积物脱离了海水影响才形成的。

3.2.3 共轴增生胶结物 在棘皮类生物碎屑(壳、针)周围,常见共轴增长的胶结物,其成因有二种:一种晶体边缘为镶嵌状与孔隙中粒状方解石胶结物相接触,故属同一成岩阶段胶结物;另一种其边界较模糊,常与碳酸钙基质呈过渡关系(照片4),一般认为是一种重结晶作用产物^[4]。

4 陆源碎屑矿物分析

4.1 石英颗粒

沉积物中石英砂的磨圆度较高,以500—800 μm 粒状为例,圆一次圆状的颗粒可达50%,其次,带有黄—浅红色的石英砂粒也较多。对500—1000 μm 石英中的包裹体、消光情况、复合晶体情况及其它矿物标型特征研究表明:这些粗粒石英砂与盆地下伏及周围分布的渐新世河流沉积物中的石英总体构成相近,其各类成因的石英颗粒相对丰度由高至低依次为:岩浆岩型—热液型—变质岩型—自生型—喷出岩型,这些石英均为来自塞文山脉中的中生代沉积盖层的再旋迴石英,其特别明显的证据是三迭系砂岩所含的喷发型 β 型石英(外型)以相近的含量出现在盆地的渐新统和中新统中(2.5—4%) (照片5)。

4.2 长石颗粒

对不同粒级的颗粒进行X光粉末衍射分析表明:在下段 $>300\mu\text{m}$ 的砂组分中只含钾长石,在该粒径以下,长石含量随粒径减小而增加,斜长石逐渐占优势(图3)。与靠近阿尔卑斯山剥蚀带的布列斯特盆地同期沉积物中的长石含量特征对比(表1)表明:该段中较粗的碎屑几乎不含来源于阿尔卑斯剥蚀带、经古罗讷海峡搬运而来的碎屑矿物,而在较细组分中则不同。上段中,狭义盆地中的长石矿物只占2—3%,

而且只有钾长石,与盆地周围渐新统碎屑矿物特征一致,而在东南延伸地区(如奥伯斯)

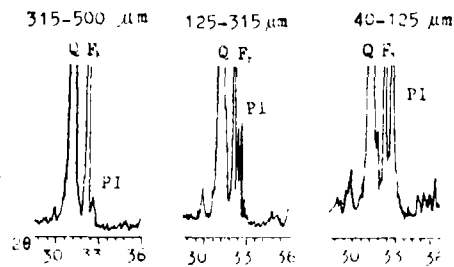


图3 下段沉积物中长石矿物X光衍射图

Fig.3 X-ray diffractograms of the feldspars in the sediments in the lower member

注: Q=石英, F_k=钾长石, Pl=斜长石

的沉积物中,长石矿物构成与下段相似,即由海流搬运来的阿尔卑斯矿物占有一定的比例。

表1 苏米尔盆地沉积物中长石含量与克列斯特盆地布阶中长石含量的对比

Tab.1 Quantitative comparison between the feldspaths in the Sommieres basin and the Crest basin

样 品	样品数	F_k/Q $\times 100$	$P1/Q$ $\times 100$	$P1/F_k$
东南延伸部布阶上段	2	13.0	14.5	1.11
狭义盆地布阶上段	4	0.9	—	—
布阶下段	4	14.6	15.4	1.06
苏米尔盆地渐新统	2	0.42	—	—
克列斯特盆地布阶沉积	7	13.0	21.7	1.67

F_k = 钾长石在 3.235 \AA 处的衍射强度;

$P1$ = 斜长石在 3.185 \AA 处的衍射强度;

Q = 石英在 3.33 \AA 处的衍射强度

4.3 重矿物

对几十个样品 $<500 \mu\text{m}$ 的砂粒级透明重矿物鉴定和统计分析,结合前人和作者对罗纳河谷中生代至新第三纪沉积物的重矿物分析^[5,6],可将本区的重矿物按习性和成分分为3个组合:

①稳定和常见副矿物:锆石、钛铁矿、金红石、电气石及少量板钛矿、榍石、刚玉、独居石等,在本区主要为再旋迴沉积物。

②中央高原型接触—区域变质矿物:红柱石、十字石、蓝晶石及少量硅线石、普通角闪石、石榴石(无色)等,来源于罗纳河谷西侧中央高原(直接)或本区域白垩系砂岩(间接)。

③阿尔卑斯型区域变质矿物:绿帘石、蓝闪石、硬绿泥石、石榴石(粉红色)、普通角闪石(绿色),它们直接来自罗纳河谷中上游东侧的年轻的阿尔卑斯造山带。

盆地中各组重砂矿物含量变化特征是:①组与③组互为消长,②组含量低而变化小,①组矿物由陆上径流带入盆地,③组矿物则由古罗纳海峡沿岸流带入,②组矿物由上述两种途径搬运而来。下段沉积物中除了盆地西南部扇状砾岩外,③组矿物占优势(60—70%);上段中重砂矿物分布情况有2种:狭义盆地中①组矿物占绝对优势(65—85%),而在东南延伸地区,③组矿物较多(55—65%)。

4.4 物源综合分析

本盆地主要物源为阿尔卑斯变质岩系和盆地周围及西侧塞文山脉的中生代和老第三纪沉积岩,两者在沉积物中含量互为消长;前者碎屑矿物的特征是总体粒度小(中砂以下)、磨圆度低、富含长石类矿物且斜长石多于钾长石、以含绿帘石、蓝闪石等矿物为特征;后者碎屑矿物特点是:总体粒度大,富含磨圆度高的多旋迴石英、贫长石且仅见

钾长石、以含稳定重矿物为特征。

布尔季加尔早期(下段),阿尔卑斯型碎屑沿古罗纳海峡向南运移,由沿岸流搬运经苏米尔盆地东北和东南两条通道进入盆地;再旋迴碎屑则由盆地西南部古河流以及滨岸地带冲刷、侵蚀作用带入。晚期(上段)盆地东北通道被封闭,盆地内部以再旋迴碎屑占绝对优势,海流带来的碎屑组分只影响盆地东南通道,进入盆地者很少。

5 粒度特征(表2,图4a、b)

由于绝大多数样品含钙量很高,经盐酸处理后不溶物中极细粒组份含量非正常增加,这些物质主要是由于生物生活过程中的捕获作用以及它们的遗体的陷井效用而留在原岩中的^[7],此外还有部份来源于酸处理过程中脆弱矿物(如片状矿物)的解体,这些影响降低了部份样品的粒度分析精度、特别是参数的选择,因此,利用粒度分析结果判断沉积环境时,有必要结合野外观察和其它相标志综合考虑。

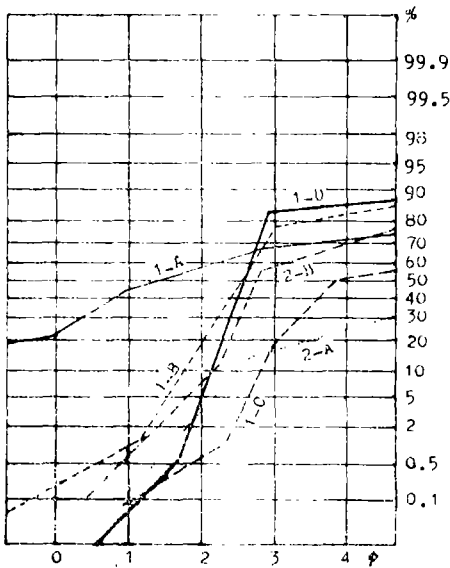


图4a 沉积物粒度概率累积曲线

- 1-A = 下段洪积海滩;
- 1-B = 下段盆地边缘海滩;
- 1-C = 下段潮下过渡带;
- 1-D = 下段海岸砂丘;
- 2-A = 上段盆地中心;
- 2-B = 上段湾内浅滩

Fig.4a Granulometric cumulative probabilistic curves of the sediments

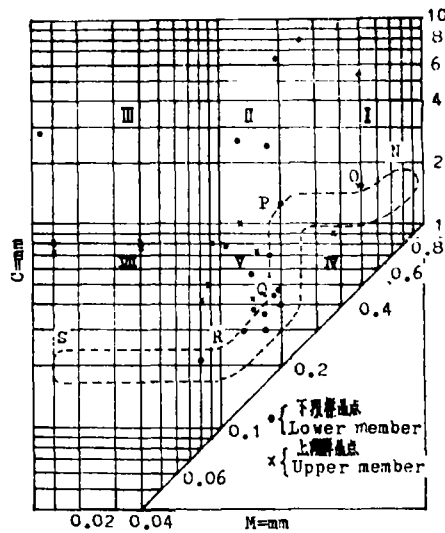


图4b 下、上段沉积物在C-M图中的落点

- 下段样品点
- × 上段样品点

Fig.4b Projections in the C-M diagram of the sediments in the lower and upper members

- lower member
- × upper memaer

表2 下、上段不溶组分粒度参数
Tab.2 Granulometric parameters of the insoluble components
in the lower and upper members

层位	推测沉积部位	样品数	M mm	C mm	S ₀	S _k
下 段	洪积型海滩	3	0.83	4.92	3.3	0.19
	盆地边缘海滩	10	0.27	1.95	1.8	0.78
	潮下过渡带	6	0.13	0.73	4.2	0.29
	海岸沙丘	2	0.18	0.33	1.2	0.98
上 段	盆地中心	9	0.003	0.38	—	—
	湾内浅滩	10	0.12	0.71	9.6	0.29

5.1 下段

5.1.1 洪积海滩 沉积物采自盆地西南部扇状分布的滨海砾岩中的砂岩夹层。碎屑物以粗砂为主，分选中等，很负偏，粒度频率曲线有时为双峰；概率累积曲线显示悬浮组分含量高，跳跃组分分选差，有时为2段，滚动组分粒径大且含量高；C-M图上样品点落在I、II区上部（高能区）；这些特征表明沉积物为经过海浪初步改造的洪积物。

5.1.2 盆地边缘海滩 沉积物为比较特征的海滩岩，不溶物质以中砂为主，分选较好，但因受极细组分影响而呈微负偏；概率累积曲线显示3至4段，包括1至2个分选较好的跳跃组分，滚动组分较多，与Visher所列海滩砂的曲线相比^[8]，悬浮组分含量稍多；C-M图上样品点分散于I、II区下部和V区，反映海滩处于中等能量状态，有一定的波浪冲刷作用。

5.1.3 潮下过渡带 沉积层多为含泥质生物屑灰岩，其不溶组分以细砂为主，因含较多的粉砂和粘土而分选差，悬浮组分含量高（40—60%），跳跃组分（1至2个）分选欠佳，滚动组分始终存在；C-M图上样品点落在QR段及V区内，这些特点表明沉积环境为一具弱波浪作用和较弱底流作用的较低能带。

5.1.4 海岸砂丘 沉积物取自蒙特贝扎地区滨海砾岩之下的透镜状细粒生物屑灰岩，其所有颗粒（包括生物碎屑）均较细小，胶结物中仅见粒状方解石；不溶颗粒以细砂为主，分选较好，粒度分布对称（偏度近于1）；跳跃组分为主且分选极好，其分布范围为3.1—2.3 ϕ ，滚动组分量少，与Visher所列的海岸砂丘例子相比，悬浮组分稍多（受原岩钙质组分影响）；C-M图中样品点落于QR段。从野外观察、胶结情况和粒度分析看，该透镜状沉积层为海进序列中最底部的海岸砂丘胶结岩。

5.2 上段

5.2.1 下部盆地中心带 布尔季加尔后期，盆地实际上形成一个仅有东南狭道与外

海相通的港湾,水动力强度明显减弱,故陆源物质以泥质为主夹少量细砂,分选极差,常呈泥级和砂级双峰分布,悬浮组分含量很高,跳跃组分量少且分选差;C-M图中样品点分布于Ⅷ区,故推测沉积环境为一常被潮流或其它暂时性扰动影响的比较静水的环境。

5.2.2 上部湾内浅滩 本相在沉积构造、岩性上与我国饶平县海山岛黄隆墟干泻湖台地海滩岩相似;其岩样中钙质组分含量很高,故溶样后残余组份中极细组份多,粒度分析准确性差,总的特征是:细至粗砂为主,夹多量粉砂和粘土,分选差且多变,很负偏;悬浮组分量多,跳跃组分1至2个,且分选不好,有一定量的滚动组份;C-M图上样品点分布于V、Ⅷ区;推测沉积环境为一中至低能的、微环境多变、且介壳生物繁生的湾内浅滩。

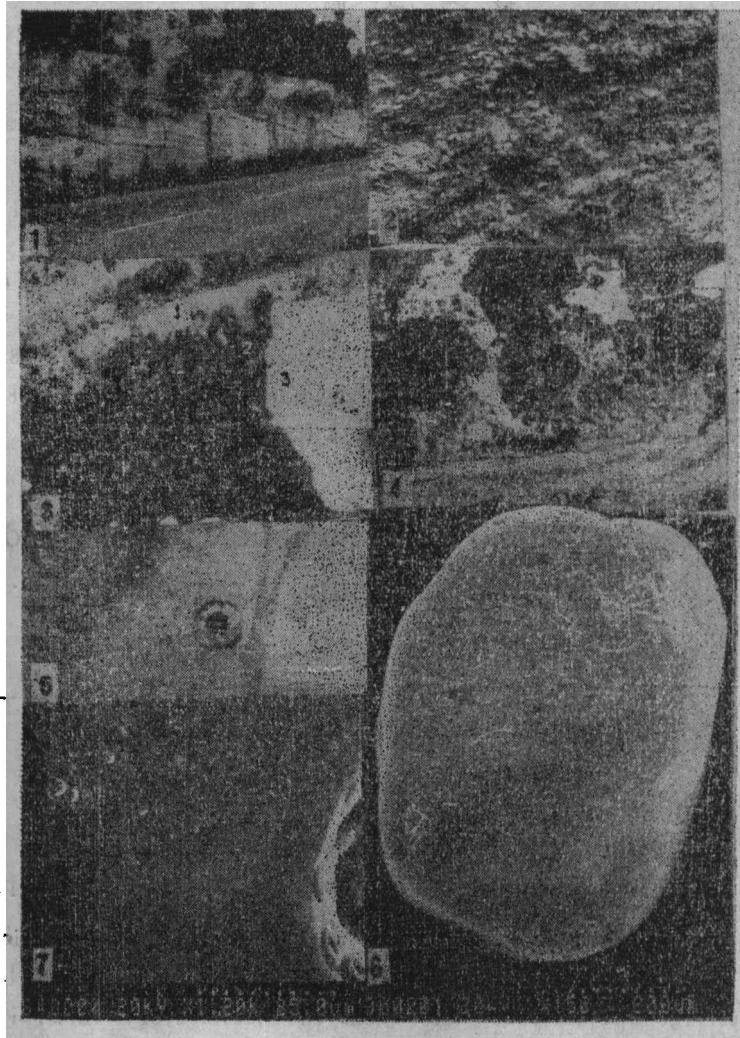
6 石英颗粒表面特征

对15个样品中粒径约500 μm 的石英砂粒进行了电镜扫描观察。其中,大部分颗粒表面圆滑,带有众多的被再次磨蚀的新月型坑(照片6)以及一些碟形坑,极少见有新鲜的水下撞击坑(V型坑),估计波浪作用未到造成明显V型坑的强度,海水作用仅将前一沉积旋迴(陆相沉积物)的风沙作用痕迹磨滑和溶蚀,因此一些颗粒还具有树枝状非定向溶蚀痕迹,说明该盆地中海水对石英表面特征的影响以化学作用为主。上、下段中石英表面特征的差异是下段颗粒受磨滑作用强度普遍比上段强;另外,盆地边缘海滩相中石英颗粒表面常发育硅质沉淀薄膜,有时薄膜可覆盖于附在颗粒表面的微生物(如藻类)之上(照片7),说明沉积物可能阶段性地受到淡水作用影响。所有这些现象和差异基本上与前述的有关物源和上、下段沉积环境的结论一致。

7 结论

通过野外和室内工作,可以确认:苏米尔盆地的砂质生物屑灰岩具有与第四纪海滩岩相同或相似的特征,具体表现在其沉积构造、岩性、粒度分布、胶结物组构等方面,特别是残留的早期胶结痕迹,这是在研究古代浅海生物屑灰岩时所应该注意的,特别是在海滩岩容易形成的海进序列底部(如下段)和海退序列顶部(如上段)。

对苏米尔盆地含海滩岩段的综合相标志分析表明:(1)该盆地具有复杂底形的浅水盆地特点以及受海浪、海流及陆上小河流影响的中等一较低能量的港湾式海滩沉积环境;(2)盆地中以生物碎屑沉积为主的半清水型碳酸盐沉积作用占主导地位,兼有来自盆地附近的再旋迴碎屑和由罗讷古海峡搬运而来的陆源碎屑影响,后者的分布反映了阿尔卑斯造山运动情况以及该区域与盆地的沟通情况;(3)浅水型生物群和早期碳酸盐胶结现象表明盆地曾处于较热的气候条件下,盆内海水正常;(4)该盆地海滩岩中除了早期潮间带胶结之外,岩石的主要成岩过程是在淡水渗流带和潜水带中完成的。



- 1 海滩岩的交错层 (Cross-bedding in beachrock);
- 2 由海扇组成的海滩岩 (Beachrock consisted of pectens);
- 3 三个世代的胶结物 (cements of trees generations);
- 4 海胆针周围的共轴增长胶结物 (Syntaxial cement around a echinoid spine);
- 5 β 石英中的三相共存包裹体 (Tri-phasic inclusion in a β -quartz);
- 6 具被磨蚀过的新月型坑的海滩石英砂 (Beach quartz sand having the crescent pits abraded);
- 7 石英表面的硅质沉淀(Siliceous precipitation on the surface of quartz).

参 考 文 献

- [1] Purser, A.H., *Sedimentology*, 12(1969), 205-235
 [2] Müller et al., *Sedimentology*, 20(1973), 529-538
 [3] Moore et al., *Int. Geol. Cong. 24th Session*, 1972, 124-136
 [4] Lucas, G. et al., *Etude microscopique des roches meubles et consolidées*, Paris, 1976, 391-392
 [5] Vatan, A., et al., *Rev. Instit. Fr. Petrol. et Ann. Combust. Liquides*, 12 (1957), 4, 468-480
 [6] Wang, J.H., *Thèse. Doct.*, Univ. perpignan(France), 1986, 179-182
 [7] Blanc, J.-J., *Sédimentation des marges continentales*, Paris, 1982 53-56
 [8] Visher, G.S., *Journ. Sed. Petro.*, 39 (1969), 3, 1074-1106

Miocene Beach-rocks in the Sommieres Basin and Their Paleo-environmental Approach

Wang Jianhua*

Abstract

Field observation and laboratory comprehensive analyses in petrology, mineralogy, sedimentology of the bioclastic limestones in lower and upper Burdigalian in the Sommieres basin show: the rocks appear the special propertys of intertidal, continental vadose and phreatic cimentations; the depositional environment was a bay-beach in the subtropic-tropic zone with moderate-lower wave energy; the terrigenous detritus came from the sedimentary rocks in adjacent areas and the metamorphic rocks in the Alpes.

Keywords France, palco-beach-rock, ciment fabric, terrigenous mineral, paleo-environment

*Department of Geology