

四川盆地北部长兴组—飞仙关组 礁、滩分布及其控制因素

蒋志斌 王兴志 张 帆 曾德铭 张金友 鲁铁梅

(西南石油大学资源与环境学院, 四川 成都 610500)

摘要:本文对四川盆地北部长兴组礁和飞仙关组滩特征和分布及其控制因素作了较为深入的探讨, 研究认为生物礁为海平面上升过程中形成的海侵礁, 其在纵向上的分布主要位于长兴期中晚期; 鲕粒滩主要是在区域海平面下降过程中形成的海退滩, 其在纵向上位于飞一—飞三。礁、滩在平面上主要在广元—梁平海槽两侧呈带状分布。长兴期随着海平面的上升生物礁向海侵的方向迁移, 并且其层位逐渐抬升。飞仙关期随着海平面的下降, 滩向海槽中迁移, 其分布层位也有逐渐抬高的趋势。控制这套地层礁、滩发育的主要因素有海平面升降、大地构造、同生断裂及古气候。

关键词:四川盆地北部; 广元—梁平海槽; 生物礁; 鲕粒滩

中图分类号: P588.24*8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2008)05-0940-11

近年来四川盆地在长兴组—飞仙关组的礁、滩油气藏勘探取得重大突破, 先后在广元—梁平海槽周围发现了铁山坡、铁山、渡口河、罗家寨、高峰场和普光等多个大中型气田。前人对礁滩特征、分布、控制因素等都已作过较为深入的研究, 并取得了显著的进展^[1-4]。但以前的研究都是针对局部区域或某一层段。随着勘探的全面展开, 需要从整体上来把握礁、滩的发育规律。因此本文希望通过对整个川北地区长兴—飞仙关组礁、滩分布规律及其控制因素的研究, 能为区内后期的油气勘探及开发提供有益的地质资料。

1 沉积相类型及特征

从上二叠统一下三叠统飞仙关组野外和钻测井剖面特征及前人研究成果来看, 四川盆地在长兴组—早三叠世飞仙关期间的地貌特征总体保持为由西、西南向东和北方向低角度倾斜的趋势, 西部的康滇古陆为主要的物源区, 其次是西北部的龙门山岛链。在此背景下, 长兴期, 在构造作用的影响下四川

盆地演变为具有少量台沟分割的碳酸盐台地—盆地(海槽、台沟)(图 1-a)环境; 飞仙关期, 在沉积加积和构造作用的共同影响下, 四川盆地的大部分地区转化为一连陆台地—盆地(海槽)环境, 仅川东北地区为一孤立台地, 龙门山岛链成为川北地区的主要物源区(图 1-b)。据威尔逊碳酸盐岩综合沉积模式, 结合具体沉积特征可将川北地区这套地层划分为表 1 中的若干亚相和微相。

图 1 和表 1 中的浅水高能、较高能沉积相带——台地边缘、台沟边缘两侧堆积的颗粒和生物含量丰富, 灰泥含量少, 原生粒间孔、生物体腔孔和生物格架孔发育; 加之这些相带靠近生油凹陷(海槽、台沟), 他们在同生期—准同生期易暴露于水体之上, 接受混合水云化和溶解作用的改造, 在埋藏期接受与有机质成熟演化有关的强烈埋藏溶蚀作用, 因而成为最有利于储层形成与演化的沉积相带。

1.1 盆地相

此相带位于台地斜坡之外向海一侧的深水区, 深度一般在 200~300 m 以下。该沉积体系主要出现

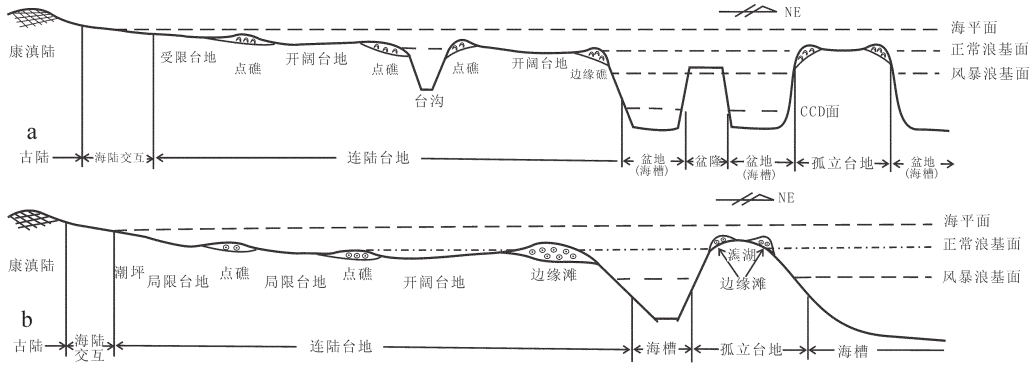


图 1 四川盆地长兴期—飞仙关期沉积环境(相)示意图

Fig.1 Diagrammatic map of the Changxingian–Feixianguanian sedimentary environment (facies) in the Sichuan basin

表 1 四川盆地北部长兴组—飞仙关期沉积相划分简表

Table 1 Summary of the division of the Changxingian–Feixianguanian sedimentary facies in the northern Sichuan basin

相	亚相	微相	主要分布地区、时间及代表性井(剖面)
连陆台地	局限台地		剑阁—仪陇以南地区的长兴期关基井—永宁铺扁 1 井—龙 4 井—一线以南地区的飞四时
		礁	关基井长兴期的局部、板东 4 井井区
	点滩(礁)	鲕粒滩	剑阁—仪陇—大竹—一线以南地区局部的飞仙关期
	开阔台地		剑阁—仪陇—大竹—以南地区的长兴期和飞仙关期
边缘滩(礁)	礁		长兴早中期和南江桥亭长兴早期
	鲕粒滩		播古—江油—莱溪河—龙岗—铁山南一带的飞一时和广元—旺苍—南江一带的飞三时
	斜坡		龙 4 井—铁山的长兴期和剑阁—达州飞一—飞二时
孤立台地	潟湖	开阔	坡 4—渡 5—罗家 1—满月—八台—一线内部的飞一—飞三时
		局限蒸发	
	边缘滩	鲕粒滩	坡 2—普光 1—罗家 6—罗家 4—鸡唱的飞一—飞三
	斜坡		渡 4—罗家 1 井—一线的飞一时
海槽(盆地)	碳酸盐海槽(盆地)		旺苍—鹿渡长兴晚期、广元—平昌的飞一—飞二时
	硅质海槽(盆地)		广元—通江—一线的大隆期

在大隆组的分布区，空间上分布于广元—南江—通江—达州—梁平一带。按水体深度和沉积特征又可分为碳酸盐盆地和硅质盆地两类。

1.1.1 碳酸盐盆地

碳酸盐盆地主要分布在飞一末期的开江、梁平地区(图 2)和飞二时期的南江、杨坝地区。沉积了一套深灰、黑灰色薄层状含钙球、骨针、放射虫、微体有孔

虫的泥晶石灰岩、硅质泥晶石灰岩夹灰黑色的泥岩，厚 20~50 m；水平层理和韵律层理发育；生物化石通常保存完整；有时也可见异地埋藏的鲕、有孔虫等。

1.1.2 硅质盆地

硅质盆地主要出现于盆地北部长兴期和飞一时的广元—旺苍—开江—梁平一线。区内硅质盆地主要由中薄层状的灰黑、黑色硅质岩、炭质硅质岩、含

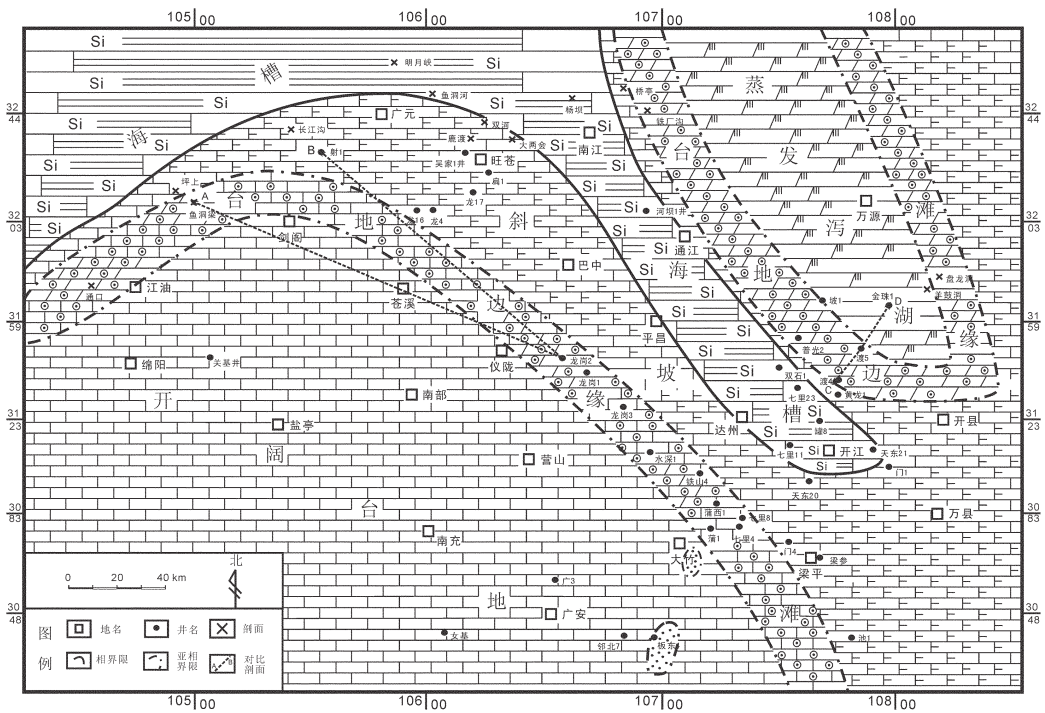


图2 四川盆地北部地区飞一段沉积相平面展布图

Fig.2 Distribution of sedimentary facies during the deposition of Member 1 of the Feixianguan Formation in the northern Sichuan basin

生物泥质硅质岩、钙质石灰岩夹薄层黑色页岩组成，水平层理发育，有机质丰富，并含分散状黄铁矿，化石与碳酸盐盆地类同。

1.2 台地相

1.2.1 开阔台地

该相带位于台地内靠海一侧，向海过渡为台地边缘高能滩体沉积，向陆渐变为低能受限台地。该环境中与台地外广海水体连通良好，盐度基本正常，适应于部分生物的生长，但能量低，不利于大量颗粒的形成。区内开阔台地相沉积分布广，主要分布在飞一时安县—江油—剑阁—旺苍一线的以南地区、飞二时的大部和飞三时的江油—永平1井—菜溪河一线与张公岭—永宁铺—南江一线之间的广大地区。主要由大套灰、深灰色中—薄层状泥晶灰岩、含泥质泥晶灰岩组成，局部夹较多的陆源泥和中—薄层状的颗粒灰岩和生物泥晶灰岩。细粒岩性中水平层理发育，局部见大量水平虫迹和少量完整生物化石；颗粒岩单层厚度一般2~25 cm，最厚可达数米，与上下地层突变或渐变过渡，其中颗粒的分选、磨圆中等—差，成分混杂。

1.2.2 局限台地

位于台地内靠陆一侧，由于该环境距离广海较远，由广海向陆推进的波浪作用受到台地边缘和台内局部高地的消能作用到达近陆一侧时，能量已大为减弱。区内该相带沉积仅在关基井一带的长兴组有所分布，主要由中—厚层状深灰、褐灰色的泥晶石灰岩夹薄层状含生物(屑)泥晶石灰岩、灰质泥晶白云岩和黑色泥岩等组成，局部夹有数层厚度不大的生物(屑)石灰岩。岩石中硅质结核常见，此外，还常含有一定数量的泥质、有机质和白云质组分，分散状黄铁矿分布广，但含量少；水平层理发育，波痕和冲刷侵蚀面少；生物含量一般小于5%，仅局部颗粒岩中含量可高达50%左右，并以绿藻、有孔虫、鲕为主，多保存完整。

1.2.3 台地边缘亚相

位于浅水台地与深水斜坡之间的过渡地带，水深在浪基面附近。平行岸线分布，能量强，来自于盆地的营养物质能够沿斜坡达到此处。区内该相带主要沉积了一套和礁、滩有关的高能产物。台地边缘主

要沿广元—梁平海槽两侧呈带状分布,随海平面的下降向海退方向迁移。

2 生物礁

二叠纪是地质历史时期中主要造礁期之一^[4],也是中国生物礁丘发育的鼎盛期,而长兴期又是二叠纪生物礁最为发育的时期;目前在该区发现的露头 and 地下生物礁可根据不同的参数进行分类。

2.1 生物礁类型及特征

四川盆地北部上二叠统长兴组生物礁可根据其所处的环境位置、水深和结构组分为表 2 中的台地边缘型和台地内部型。

2.1.1 台地内部生物礁

台地内部水体一般较浅,水体循环受到一定程度的局限,能量较弱,仅在靠台地边缘一侧地貌高地和台内的沟槽边缘能量相对较高,可有一定数量原地固着生物的生长,并形成生物礁。该类型的生物礁零星分布,但在台地内部的台沟边缘相对发育,在地

层中主要表现为大套泥晶石灰岩和含生物(屑)泥晶石灰岩夹中—薄层状和透镜状生物礁灰岩。

2.1.2 台地边缘礁

台地边缘礁位于台地边缘,由洋流上升带来的来自于深水海洋(海槽)的有机质汇聚该处,为生物的繁殖与生长带来了丰富的营养物质;同时,该处水深适度,水动力强。这些条件给生物礁的形成奠定了良好的基础,有利于生物礁的形成与演化。台地边缘礁和台地内部生物礁有着明显的差异(表 3),台地边缘礁的分布面积和厚度较大,如天东生物礁地震预测面积可达 33.4 km²,组合厚度 50~100 m。地震剖面上,边缘礁的内部结构反射中断,呈杂乱状结构,礁周围同沉积地层呈上超反射,它以上隆、朝深水方向前积和顶部出现“披盖”强反射层为特征(图 3)。此外,礁地震异常区的上二叠厚度明显增大,如龙岗地区 96YP011 测线 CDP2790 处上二叠统礁地震异常区厚约 440 m,比非礁相区增厚 200 m。目前发现储量较大的生物礁气藏如铁山、天东和黄龙气

表 2 四川盆地北部长兴组生物礁分类简表
Table 2 Summary of classification of organic reefs in the Changxing Formation in the northern Sichuan basin

类型	亚类	代表性剖面及层位
台地型生物礁	台地边缘型生物礁	江油坪上、通江铁厂河、龙岗、铁山、天东
	台地内部型生物礁	盘龙洞生物礁、板东 4 井长兴组局部

表 3 川北地区长兴组台地边缘生物礁与台内点礁特征对比简表
Table 3 Comparison of the sedimentary features of organic reefs on platform margins and point reefs inside the platform in the Changxing Formation in the northern Sichuan basin

礁类型	台内生物礁	台地边缘生物礁
分布环境	沿台内局部高地生长的礁体分布规律不强;台沟两侧的多沿断裂带分布	分布明显受沉积相带的控制,多沿台地边缘成群、带状或串珠状分布
能量条件	较强	强—较强
代表性岩石	浅色生物灰岩、含硅质团块灰岩、礁灰岩、白云岩等	礁灰岩、礁白云岩、礁角砾岩、生物灰岩
主要生物	海绵、水媳、有孔虫、棘屑、钙藻、腕足等	腕足、棘屑、钙藻、有孔虫、海绵、水媳等
规模	较小,面积一般小于 5 km ²	较大,面积一般大于 10 km ²
旋回性	较多,一般 2~5 个	较少,一般 1~3 个
地震响应特征	长兴组顶界反射较强,相位连续,内部结构基本均匀,上二叠统时差 110~140 ms。礁体内部表现为“长顶反射中断、长内反射紊乱或顶底时差上隆增大”等异常	长兴组顶底界限不清,横向连续性差,内部结构杂乱,上二叠统时差 130~190 ms,与海槽(盆地)紧邻,突变明显
微相组合	可分出礁前、礁后相带	前后对称,无礁前、礁后相带之分

藏均属台地边缘礁型气藏。

2.2 生物礁分布

2.2.1 纵、横向上

从野外和钻井剖面来看,研究区长兴组的生物礁在纵横向上分布有一定的差异。纵向上,长兴组的生物礁在坪上剖面主要分布在长兴组中、下部,向西南方向至水根头,则礁体迁移至长兴组的中、上部;川东地区的生物礁也具有相似分布特征(图4),如最东部的建天坝生物礁出现在长兴组下部;向西南方向到石宝寨,生物礁开始发育于长二早期;到板东和老龙洞生物礁开始发育于长二中期。这种变化趋势明显地表现出长兴组生物礁具有海侵的特征。

总体来看,长兴组生物礁主要发育于长二—三时期,长一时较少。

2.2.2 平面上

根据生物礁上述发育规律和主要控制因素,并结合地震资料 and 前人研究成果^[5],认为四川盆地北部上二叠统长兴组有带状分布的生物礁。具有一定规模的台地边缘生物礁主要分布在长兴中、晚期,多沿当时的广元—旺苍—开江—梁平海槽两侧的台地边缘分布(图5),海槽西南侧台地边缘生物礁主要沿北川通口—江油鱼洞梁—剑阁—苍溪—仪陇—大竹一线分布,海槽北东侧台地边缘生物礁主要沿通江铁厂沟—普光—黄龙—天东—万县一带分布;而

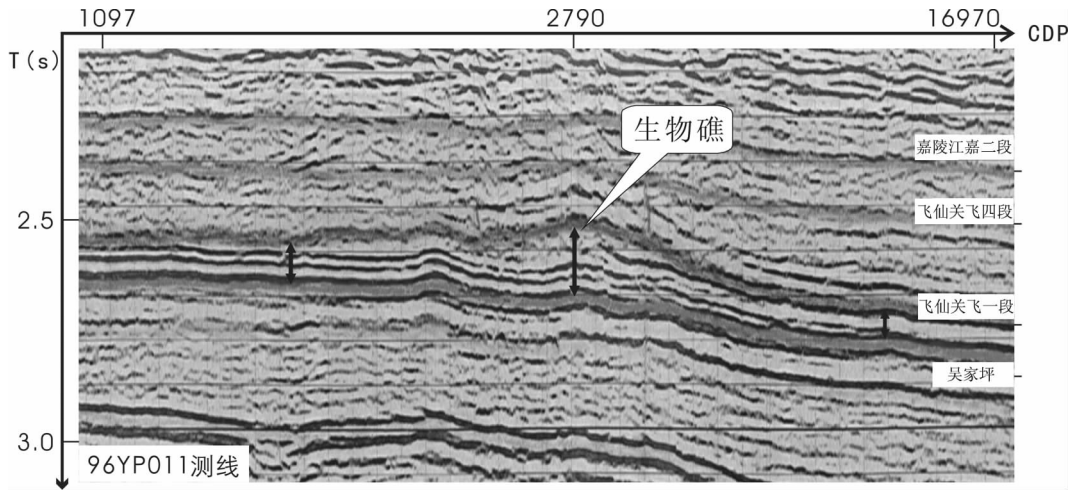


图3 四川盆地北部上二叠统常规偏移剖面中长兴组台地边缘礁地震异常图

Fig. 3 Seismic reflection characteristics of marginal reefs of the platform of the Changxing Formation of the Upper Permian conventional deviated section in the northern Sichuan basin

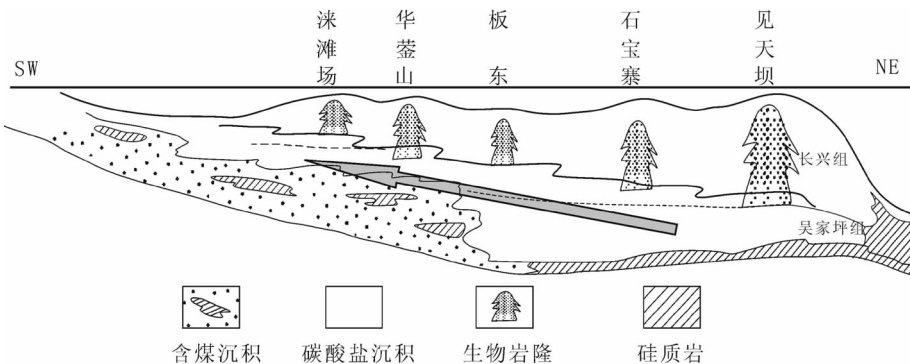


图4 四川盆地长兴期生物礁随海侵纵向、横向迁移图(据王一刚,1999)

Fig.4 Vertical and horizontal movements of Changxingian reefs with transgression in the northern Sichuan basin

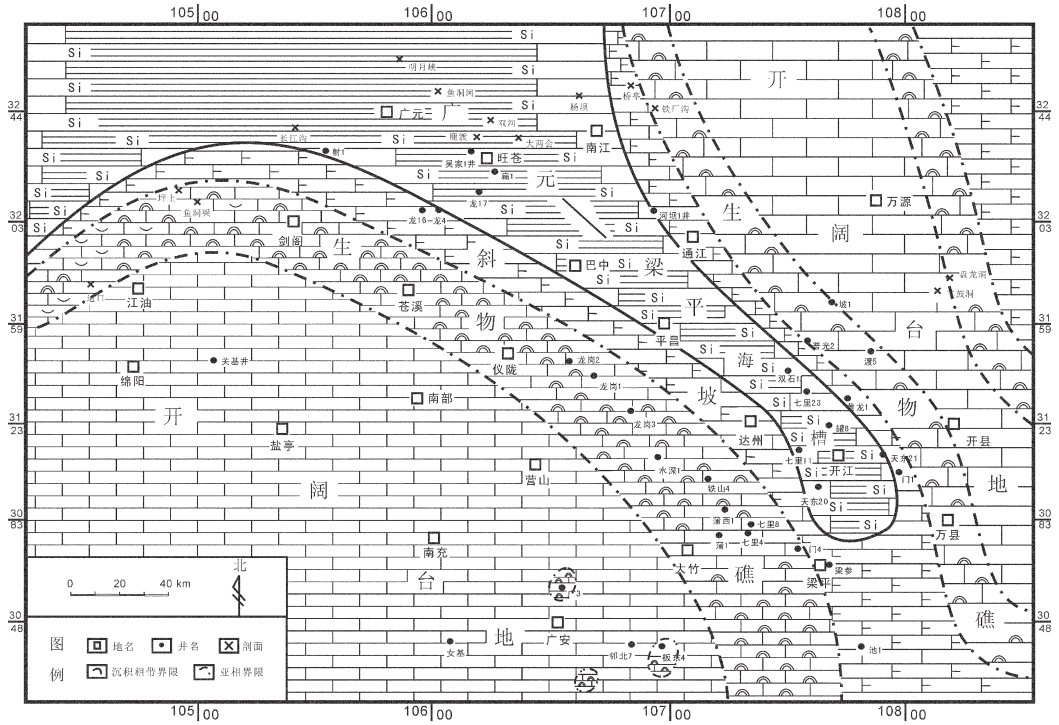


图 5 四川盆地北部地区长兴期沉积相平面展布图

Fig.5 Distribution of sedimentary facies of the Changxing Formation in the northern Sichuan basin

较小型的台内生物礁在川东地区零星分布，但根据其分布与基底断层的分布来看，可能受到台地内部同生小断层的控制，即沿台沟上升盘边缘地带相对集中分布，如板东—椿木坪—冷水溪—卧龙 117—广 3 一带生物礁相对发育，而该区也是基底小断层的相对发育区。

3 鲕粒滩

研究表明，川北地区的生物礁主要发育于长兴组中晚期；而鲕粒滩发育于飞仙关组地层中，长兴组几乎未见。其主要原因可能是二叠纪末发生了地质历史时期中最大的生物灭绝事件，二叠纪时期的大多数生物都未能延续到三叠纪^[6,7]。这使得飞仙关组地层中的高能沉积体的结构组分以鲕粒为主，形成的滩体以鲕粒滩占绝对优势。

3.1 类型和特征

根据区内飞仙关组鲕粒滩发育的环境位置，并结合其规模和结构组分特征将其分为表 4 中的两类。通过野外、钻井剖面观察并结合室内研究表明台地边缘滩和台内点滩在岩石类型、沉积构造、厚度、产状、相组合等方面都有着较为明显的差异，其沉积

特征对比如表 5 所示。

3.2 飞仙关鲕粒滩分布

3.2.1 纵、横向上

从野外和钻井剖面来看^[8,9]，研究区飞仙关组台地边缘鲕粒滩在纵横向上分布有一定的规律。纵向上，台地边缘鲕粒滩在飞一—飞三段地层中均有发育，但优质储层主要位于飞一、飞二段，飞三段台地边缘鲕粒滩的储层质量较差；横向上，受飞仙关期二级海平面下降的影响，由西南向东北（海退）方向，出现的台地边缘滩分布层位有逐渐抬升的趋势（图 6）。

3.2.2 平面上

(1) 飞一时：该时期，川北地区基本继承了长兴

表 4 川北地区下三叠统飞仙关组鲕粒滩分类简表

Table 4 Summary of oolitic beaches of the Lower Triassic Feixianguan Formation in the northern Sichuan basin

鲕粒滩分类	代表性剖面及层位
台地边缘鲕粒滩	江油鱼洞梁—龙岗一带的飞一段 河 12 井—射 1 井—龙 4 井—桥亭一带的飞三段
台地内鲕粒点滩	擂鼓—松花岭一带的飞三段，板东构造的飞二段等

表5 川北地区飞仙关组台内滩和台地边缘滩沉积特征对比表

Table 5 Comparison of sedimentary features of oolitic beaches inside the platform and on platform margins of the Feixianguan Formation in the northern Sichuan basin

滩体类型	台内点滩	台地边缘滩
分布环境	台地内部的局部地貌高地	台地边缘
能量条件	较强	强
岩石类型	鲕粒灰岩为主, 少量砂屑、 生物(屑)灰岩	鲕粒灰岩和鲕粒白云岩为主, 少量核形石、砂屑、生屑灰岩
分选、磨圆	中等—差	中等—好
粒径	较小(0.5~1.5 mm)	较大(1~2 mm)
沉积构造	中、小型交错层理	大、中型交错层理
厚度	较薄(一般0.5~5 m)	较厚(一般大于10 m)
产状	中—薄层状、透镜状	厚层状、块状
分布规律	随机, 无规律	平行台地边缘或海槽边缘分布
储集性能	中等—差	中等—好

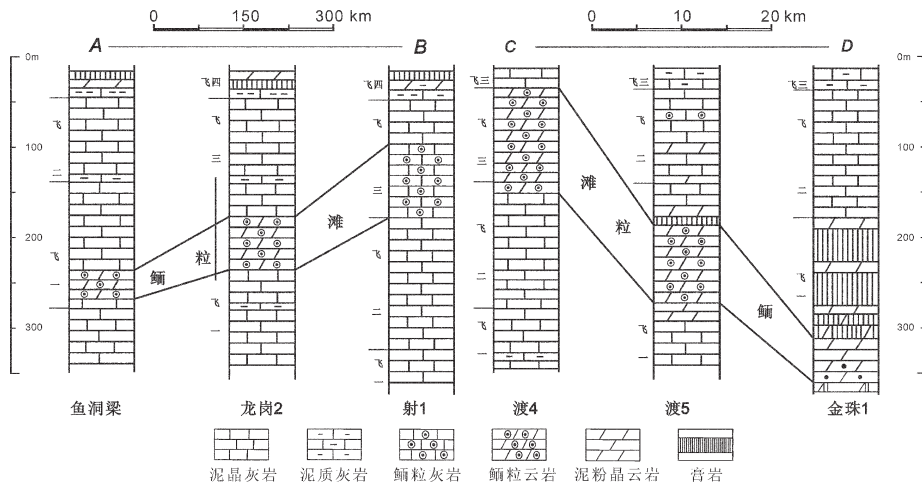


图6 川北地区广元—梁平海槽两侧飞仙关组鲕粒滩横向分布简图

Fig.6 Lateral distribution of oolitic beaches of the Feixianguan Formation on both sides of the Guangyuan-Liangping trough in the northern Sichuan basin

期早期的沉积格架,也属于连陆台地—海槽环境,仅川东北地区的孤立台地更加明显(图2)。深水海槽区主体位于广元明月峡—南江—河坝1井—开江一线,由一套深灰—灰黑色的泥质泥晶灰岩、钙质泥岩和硅质岩组成。海槽西南侧的连陆台地边缘仍在北川通口—江油鱼洞梁—龙岗2—七里4井一线,堆积的主要是鲕粒灰岩,局部地区可发生强烈的白云石化,如鱼洞梁地区;海槽北东侧孤立台地边缘在通江铁厂沟—普光—罗家寨—红花—河口一带呈环带状分布,主要堆积的是厚层块状鲕粒灰岩,后期白云石化强烈,多转变为具或不具鲕粒残余结构的白云

岩,台地内部则为蒸发潟湖环境,沉积了一套膏质白云岩、膏岩夹云质灰岩。海槽与台地边缘之间的过渡地带为斜坡沉积,由深灰色泥质泥晶灰岩夹透镜状重力流成因的颗粒灰岩构成。连陆台地边缘向陆一侧则以开阔台地为主,局部分布有规模较小的台内点滩,如板东4井和大竹附近,由大套灰色泥晶灰岩夹透镜状鲕粒灰岩组成。

(2)飞二时:该段时期,随二级海平面的下降,龙门山岛链的形成。早期川西海槽的通道—鱼洞梁一线及西北侧变为潮坪沉积区,堆积的主要是紫红—暗紫色钙质泥岩;广元—梁平海槽向西北方向迁移

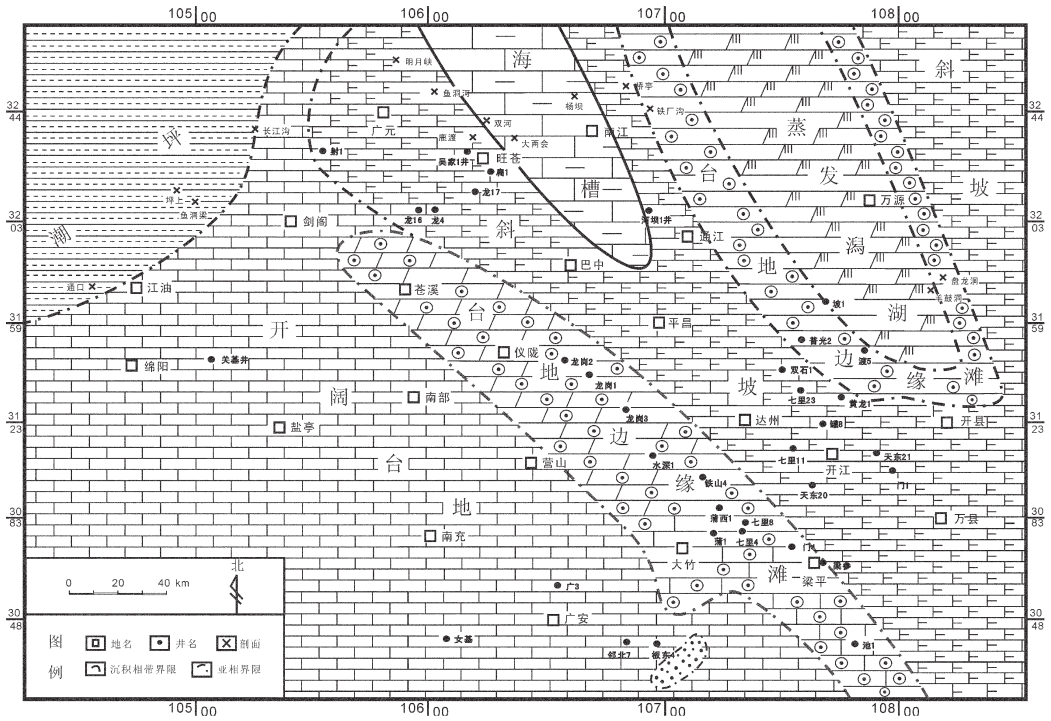


图 7 四川盆地北部地区飞二时沉积相平面展布图

Fig.7 Distribution of sedimentary facies during the deposition of Member 2 of the Feixianguan Formation in the northern Sichuan basin

至旺苍双河—河坝 1 井一线,深度也明显变浅,主要由灰—褐灰色泥晶灰岩和泥质泥晶灰岩组成。连陆台地边缘滩向东南方向迁移至仪陇—水深 1 井—大竹—梁平一线(图 7),主要由鲕粒灰岩和白云岩组成;其西南侧为广阔的开阔台地,由泥晶灰岩夹透镜状鲕粒灰岩构成。东北侧的孤立台地边缘向四周略有扩展,沿通江铁厂沟—普光—罗家寨一线分布,主要由鲕粒白云岩夹膏岩和灰岩组成,台内仍然为蒸发潟湖,由泥晶白云岩、膏岩、泥晶灰岩夹透镜状膏质鲕粒白云岩组成。

(3)飞三时:飞三时,整个广元—梁平海槽基本消失,仅在旺苍大两会—平昌—开江一线的水体相对较深,主要由浅灰色泥晶灰岩夹鲕粒灰岩构成。西南侧连陆台地边缘向北东方向迁移至广元—龙 4 井—铁山 4 井—万县一带(图 8),主要由鲕粒灰岩构成,此时,龙岗 1、2、3 井已经处于台地内部近台地边缘地带;该线的西南部为宽阔的开阔台地环境,局部分布有透镜状分布的台内点滩。北东侧孤立台地边缘进一步向四周扩展,边缘滩迁移至南江—通江—黄龙 1 井一线,主要由鲕粒灰岩构成。

4 礁、滩控制因素

由以上研究表明,该套地层的礁滩在纵、横以及平面上的展布都有一定规律,而控制这些规律的主要因素有以下几个方面。

4.1 海平面升降

在考虑海平面升降对礁、滩的影响时必须把海平面升降、碳酸盐产率、构造沉降速度三者结合起来分析。研究表明,川北地区上二叠统一飞仙关期的这套地层为一次二级海平面升降过程中沉积的产物(图 9)。生物礁为海侵过程中形成的海侵礁,而鲕粒滩是在海退过程中形成的。研究得知广元—梁平海槽两侧的生物礁大多在局部呈透镜状而并未形成链状生物礁。这可能是由于海平面的上升速度、碳酸盐产率和构造沉降未能达到一个较好的平衡而导致生物礁要么被“干死”,要么被“淹死”。从而使得川北地区广泛发育未成熟的生物礁。

4.2 古气候

据古地磁资料,四川盆地位于赤道附近的低纬度区,气候温暖潮湿。这一古气候特征使得研究区

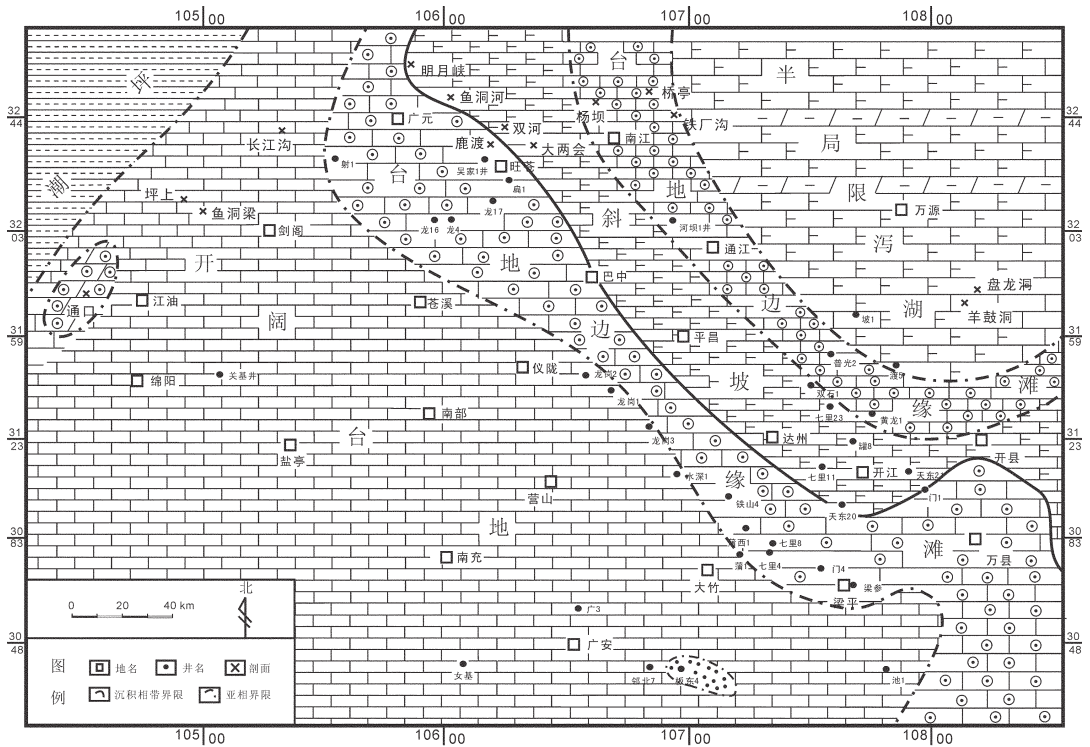


图 8 四川盆地北部地区飞三时沉积相平面展布图

Fig.8 Distribution of sedimentary facies during the deposition of Member 3 of the Feixianguan Formation in the northern Sichuan basin

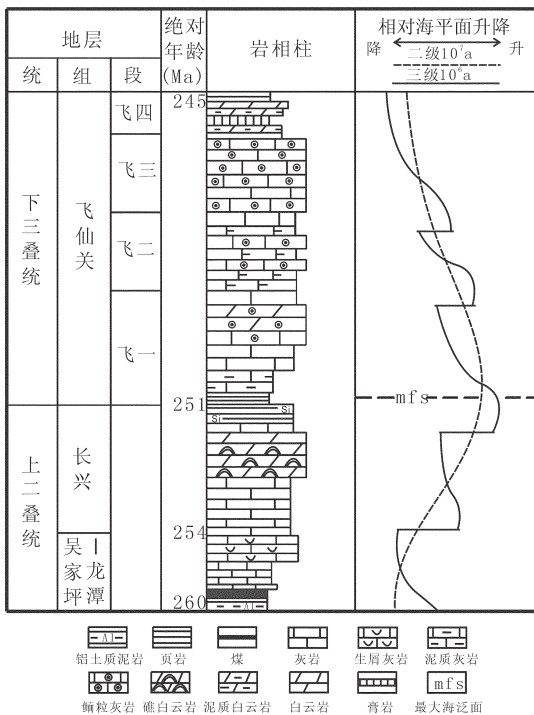


图 9 川北地区晚二叠世—飞仙关期海平面变化
Fig.9 Sea-level changes in the Upper Permian to Feixianguanian period in the northern Sichuan basin

内发育了一套温湿气候条件下的沉积组合和生物组合,如碳酸盐沉积、含煤沉积、生物礁沉积、放射虫硅质沉积广泛发育。这一气候特征也是二叠纪生物礁广泛发育的原因之一。

4.3 古构造

从二叠纪大地构造背景考虑,川北地区靠近扬子板块的北缘,构造作用方式主要受扬子板块北部边缘南秦岭构造带影响,晚二叠峨眉地裂运动达到高潮,以发育大规模峨眉山玄武岩喷溢为标志^[10]。在川东地区沿断裂喷发火山岩,表明源于盆地西南部的地裂运动向东、北方向延伸,但其规模小于盆地西南的康滇地区。据研究^[11]南秦岭在二叠纪裂陷作用最剧烈,到早三叠世裂陷盆地才逐渐由开裂到萎缩,拉张活动仍存在,但明显减弱,总体上以坳陷下沉、填平补齐作用为主。川北地区的海槽相区长兴组沉积薄而飞仙关组沉积厚就充分证明了这一点。南秦岭二叠纪的拉张可能与川滇地裂运动源于同一大地构造背景,其根源可能与古特提斯洋的拉开有关。因此推测川北地区的裂陷作用主要表现为NW向的裂陷(图10)。实际上“广元—梁平海槽”的延伸方向

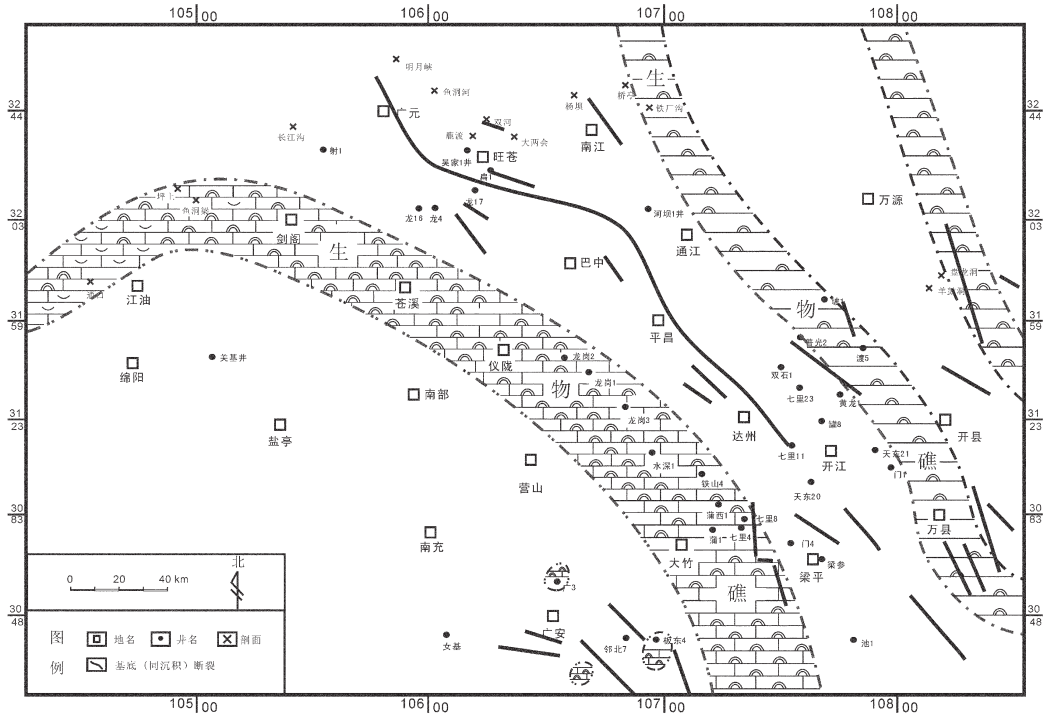


图 10 川北地区长兴期生物礁分布和基底(同沉积)断裂图
 Fig.10 Changxingian reef distribution and basement (syndimentary) fault in the northern Sichuan basin

总体为北西向。从构造作用上讲,上述“海槽”实际上是拉张背景下克拉通内裂陷作用的产物;海槽两侧以发育边缘礁为特征(图 10)。

4.3.1 同沉积断裂

同沉积断裂控制着碳酸盐台地的边缘。在同沉积断裂带上升盘一侧,往往发育一系列的高能生物滩或生物礁,形成碳酸盐台地的边缘;在同沉积断裂带下降盘一侧往往成为深水盆地。川北地区早、晚二叠世碳酸盐台地边缘的继承性可能受同沉积断裂的控制。而这些同沉积断裂同时又受基底断裂的控制。而这些基底断裂的发育又受当时当地的大地构造背景的制约。研究区的基底断裂和同生断裂可能就是峨眉地裂运动高潮期的地壳拉伸不均衡裂陷的产物。

5 结论

由以上研究得知,广元—梁平海槽的形成、发展至消亡控制着生物礁、鲕粒滩的纵横以及平面上的发育。生物礁只发育于长兴期,其在纵向上主要位于长兴中后期,在平面上于广元—梁平海槽两侧呈串珠状透镜状分布;礁体发育在时间上具有东部、东北部早,西部、西南部晚的特点。鲕粒滩只发育于飞仙

关地层中,鲕粒滩随海平面的下降朝海退方向迁移,其层位逐渐抬升。

由于地下的生物礁和鲕粒滩具有隐蔽性,要识别这些礁、滩主要依靠地震手段,而地震的采集、处理和解释技术直接影响着礁滩的识别,目前通过地震预测礁、滩的成功率还很低。十余年来四川盆地生物礁“地震预测”失误的一个重要原因就是复杂的地质问题简单地归结为地震异常解释,在地质认识尚不完善的情况下过于依赖单一的地震手段,其结果偏离了客观规律。要解决这一问题,必须加强地质、测井、地震多学科联合攻关;当前随着三维地震勘探技术的发展和地质认识的深入,有望在川北长兴—飞仙关地层中找到更多的礁、滩型油气藏。

参考文献(References):

[1] 冉隆辉, 陈更生, 张健, 等. 四川盆地东北部飞仙关鲕滩储层分布研究与勘探潜力分析[J]. 中国石油勘探, 2002, 7(1):46-55.
 Ran Longhui, Chen Gengsheng, Zhang Jian, et al. Northeast Sichuan Basin Feixianguan oolitic reservoir distribution of research and exploration potential [J]. Chinese Oil Exploration, 2002, 7(1): 46-55 (in Chinese with English abstract).
 [2] 杨雨, 文应初. 川东北开江—梁平海槽发育对 T_{1f} 鲕粒的预测[J].

- 天然气工业, 2002, 22(增刊):30-32.
- Yang Yu, Wen Yingchu. Northeastern Sichuan Kai Jiang - Liangping Trough development of oolitic forecast [J]. The Natural Gas Industry, 2002, 22(Supp.):30-32(in Chinese with English abstract).
- [3] 杨雨, 王一刚, 文应初, 等. 川东飞仙关组沉积相与鲕滩气藏的分布[J]. 天然气勘探与开发, 2001, 24(3):18-21.
- Yang Yu, Wang Yigang, Wen Yingchu, et al. Eastern Sichuan Basin Feixianguan oolitic sedimentary facies and the distribution of gas reservoir [J]. Natural Gas Exploration and Development, 2001, 24(3):18-21(in Chinese with English abstract).
- [4] 刘划一, 张静, 洪海涛. 四川盆地东北部长兴组飞仙关组气藏形成条件研究[J]. 天然气勘探与开发, 2001, 24(2):30-38.
- Liu Huayi, Zhang Jin, Hong Haitao. Feixianguan and Changxing Group of the Northeast Sichuan Basin gas reservoir formation Conditions[J]. Natural Gas Exploration and Development, 2001, 24(2):30-38(in Chinese with English abstract).
- [5] 王兴志, 张帆, 马青, 等. 四川盆地东部晚二叠世—早三叠世飞仙关期礁、滩特征与海平面变化[J]. 沉积学报, 2002, 20(2):249-254.
- Wang Xingzhi, Zhang Fan, Ma Qing, et al. The eastern part of Sichuan Basin Late Permian - Feixianguan early Triassic period Reef Beach features and sea-level change [J]. Deposition Journal, 2002, 20(2):249-254(in Chinese with English abstract).
- [6] 陈中强. 二叠纪末期的全球淹没事件 [J]. 岩相古地理, 1995, (3): 34-37.
- Chen Zhongqiang. Study on Permian reefs and paleoecology of reef-building organisms[J]. Sedimentary Facies and Palaeogeography, 1995, 3:34-37(in Chinese with English abstract).
- [7] 张维. 我国南方二叠纪生物礁与造礁生物古生态的研究 [J]. 地球科学进展, 1992, 7(6):33-35.
- Zhang Wei. The global submerged events at the end of Permian[J]. Advances in Earth Science, 1992, 7 (6):33-35 (in Chinese with English abstract).
- [8] 雷卞军, 唐楷, 邓超, 等. 四川广安市响水飞仙关组剖面特征及地质意义[J]. 中国地质, 2007, 34(1):66-72.
- Lei Bianjun, Tang Kai, Deng Chao, et al. Characteristics of the section of the Feixianguan Formation at Xiangshui Village, Guang'an, Sichuan, and its geological significance [J]. Geology in China, 2007, 34(1):66-72(in Chinese with English abstract).
- [9] 杨威, 魏国齐, 金惠, 等. 川东北飞仙关组鲕滩储层成岩作用和孔隙演化[J]. 中国地质, 2007, 34(5):822-828.
- Yang Wei, Wei Guoqi, Jin Hui, et al. Diagenesis and pore evolution of the oolitic shoal reservoir in the Feixianguan Formation in northeastern Sichuan [J]. Geology in China, 2007, 34(5):815-821 (in Chinese with English abstract).
- [10] 杜远生, 殷鸿福, 王治平. 秦岭造山带晚加里东—早海西期的盆地格局与构造演化 [J]. 地球科学—中国地质大学学报, 1997, 22(4):403-404.
- Du Yuansheng, Ying Hongfu, Wang Zhiping. Pattern of the basin and tectonic evolution of late Caledonian to as early as Hercynian of Qinling orogenic belt [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1997, 22(4):403-404(in Chinese with English abstract).
- [11] 罗志立. 地裂运动与中国油气分布[M]. 北京:石油工业出版社, 1992:11-78.
- Luo Zhili. The Relationship Between Oil and Gas Distribution and Crack Movement[M]. Beijing:Petroleum Industry Press, 1992:11-78(in Chinese with English abstract).

Distribution and controlling factors of reefs and oolitic beaches for the Changxing to Feixianguan formations in the northern Sichuan basin

JIANG Zhi-bin, WANG Xing-zhi, ZHANG Fan,
ZENG De-ming, ZHANG Jin-you, LU Tie-mei

(School of Resources and Environment, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, Sichuan, China)

Abstract: This paper relatively intensively discusses the characteristics, distribution and controlling factors of reefs of the Changxing Formation and beaches of the Feixianguan Formation in the northern Sichuan basin. It is thought that: the reefs are transgressive reefs formed during the regional sea-level rise and vertically mainly distributed in the middle and upper parts of the Changxing Formation, and the oolitic beaches are mainly regression beaches developed in the process of regional sea-level fall and vertically distributed in Members 1 to 3 of the Feixianguan Formation. In a plan view, reefs and beaches mainly occur in zones on both sides of the Guangyuan-Liangping sea trough. In the period of Changxing, with the rise of sea level reefs moved in the direction of transgression and their horizon was gradually uplifted; in the Feixianguan period, with the fall of sea level the beaches migrated toward the trough and their horizon had a trend of gradual rise. The main factors that controlled the formation and development reefs and beaches of the strata are sea-level fluctuation, tectonics, contemporaneous faults and paleoclimate.

Key words: northern Sichuan basin; Guangyuan-Liangping trough; reef; oolitic beach