

文章编号: 1009-3850(2003)04-0041-05

四川盆地东北部飞仙关组暴露浅滩、 非暴露浅滩与储层关系

曾 萍^{1,2}, 谭钦银³, 余 谦³, 牟传龙³

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 中石化江苏油田分公司, 江苏 扬州 225009; 3. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要: 四川盆地东北部飞仙关组中发育大量浅滩相沉积, 不同地区浅滩形成时的古地理背景及海平面升降情况不同, 导致沉积物岩性及储集性能截然不同。广元、通江、南江、巴中地区浅滩位于下三叠统飞仙关组三段, 形成于海平面上升过程, 沉积物一直处于被海水淹没状态, 未曾暴露, 岩性为灰色亮晶鲕粒灰岩、亮晶砂屑灰岩, 颗粒间全被方解石晶体充填, 岩石孔隙度和渗透率低, 储集性能相对较差。达县-宣汉地区浅滩位于飞仙关组二段中, 沉积基底为一水下高地, 形成于海平面下降过程; 沉积物经常暴露于潮上, 发生白云岩化和大气淡水溶蚀作用, 埋葬后岩石又发生了重结晶作用和进一步溶蚀作用, 岩性为砂屑白云岩、溶孔白云岩、残余鲕粒白云岩夹少量灰岩、鲕粒灰岩, 岩石中晶间孔、粒间孔及溶孔丰富, 孔隙度高, 渗透率好, 储集性能极佳。油气勘探时要注意寻找类似达县-宣汉地区飞仙关组二段中的暴露浅滩型储层。

关 键 词: 下三叠统; 飞仙关组; 浅滩; 四川盆地东北部

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

1 概 述

四川盆地东北部下三叠统飞仙关组中发育大量浅滩相碳酸盐岩^[1], 露头剖面分布于广元明月峡关^[2]、旺苍立溪岩、三江、五权、南江桥亭及通江平溪坝, 钻井剖面龙 4 井、川涪 82 井、扁 1 井、坡 1 井、渡 1-4 井等都有揭示。浅滩相在区域内出露广, 集中分布于两个地区, 一是西北部广元、南江、通江及巴中地区, 位于飞三段地层中, 另一为达县-宣汉地区, 位于飞二段地层中。它们虽同为浅滩沉积, 但是沉积物在岩性、储集性能等方面差别很大: 西北部广元-通南巴地区, 岩性为浅灰色中厚层块状亮晶鲕粒灰岩、亮晶砂屑灰岩, 颗粒间多被亮晶方解石晶体所充填, 岩石孔隙度低、渗透率差, 储集物性不好; 东南

部达县-宣汉地区, 岩性为砂屑白云岩、溶孔白云岩、残余鲕粒白云岩夹少量灰岩、鲕粒灰岩, 岩石中晶间孔、粒间孔及溶孔非常发育, 孔隙度高、渗透率好, 储集物性很好。目前, 中石油及中石化有关部门在达县-宣汉地区飞二段白云岩中已经取得了重大油气突破, 中石化股份有限公司南方勘探开发分公司在普光 1 井发现日产天然气 43 万方的气田。

然而, 通过龙 4 井、扁 1 井及川涪 82 井等揭示, 通南巴地区飞仙关组中油气显示不好。这就给我们提出了一个问题: 为什么同为浅滩相沉积, 广元-通南巴地区与达县-宣汉地区飞仙关组在岩性及储集性能等方面差别如此明显?

笔者认为, 造成上述情况的主要原因是浅滩性质不同。广元-通南巴地区, 浅滩位于飞三段中, 形

成过程中未曾暴露,称之为“非暴露浅滩”达县-宣汉地区,浅滩位于飞二段中,形成过程中经常暴露,发生了白云岩化和溶蚀作用,称之为“暴露浅滩”。浅滩分布见图 1。

2 非暴露浅滩

2.1 飞仙关组剖面结构及三级层序划分

广元-通南巴地区,飞仙关组四分性明显^[3~6]。以南江桥亭剖面为例(图 2),飞一段为灰色薄层状泥晶灰岩、泥灰岩,见少量藻纹层,发育生物钻孔及水平层理,为湖相沉积;飞二段上部为红棕色钙质泥(页)岩夹浅棕灰色泥晶灰岩薄层或条带,发育水平层理、沙纹层理及透镜状层理,为潮坪沉积,下部为棕色薄层状泥灰岩夹少量中厚层状砾屑灰岩,为湖相沉积;飞三段上部为浅灰色厚层块状亮晶鲕粒灰岩、亮晶砂屑灰岩及浅灰色泥晶灰岩,为浅滩相沉积,下部为薄层状泥晶灰岩,为滩间沉积;飞四段为褐红色钙质泥岩与灰色、浅灰色薄层泥晶灰岩、泥灰岩互层夹少量白云岩、鲕粒灰岩透镜体,泥岩中见干裂纹、雨痕,透镜状层理广为发育,为潮坪沉积。

飞仙关组可划分两个三级层序,下部层序由飞一段与飞二段组成,底部层序界面为二叠系与三叠系整合分界面,属 II 类层序界面,飞一段湖相沉积组成海侵体系域,飞二段湖-潮坪相沉积构成高位体系域。上部层序由飞三段与飞四段组成,层序界面为飞二段与飞三段分界面,为一暴露界面,属 II 类层序界面,飞三段滩间-浅滩相沉积构成海侵体系域,飞四段潮坪相沉积构成高位体系域。

2.2 浅滩沉积物岩石特征

飞三段中上部为典型的浅滩相沉积,岩性为浅灰、灰白色厚层一块状亮晶鲕粒灰岩、亮晶砂屑灰岩,具有向上变厚剖面结构。颗粒以内碎屑砂、鲕粒为主含少量生物碎屑,鲕粒个体普遍小,多数 1mm 左右,以薄皮单鲕为主。岩石为颗粒支撑,点式接触为主,颗粒间几乎全被方解石晶体所充填。孔隙度普遍很低,渗透率较差,储集性能不是很好。

2.3 浅滩形成及与海平面升降关系

早三叠世印支期时,区内发生了两次三级海平面升降旋回。飞三早期,海平面快速上升,全区演变为湖环境,沉积飞一段灰色薄层状泥晶灰岩、泥灰

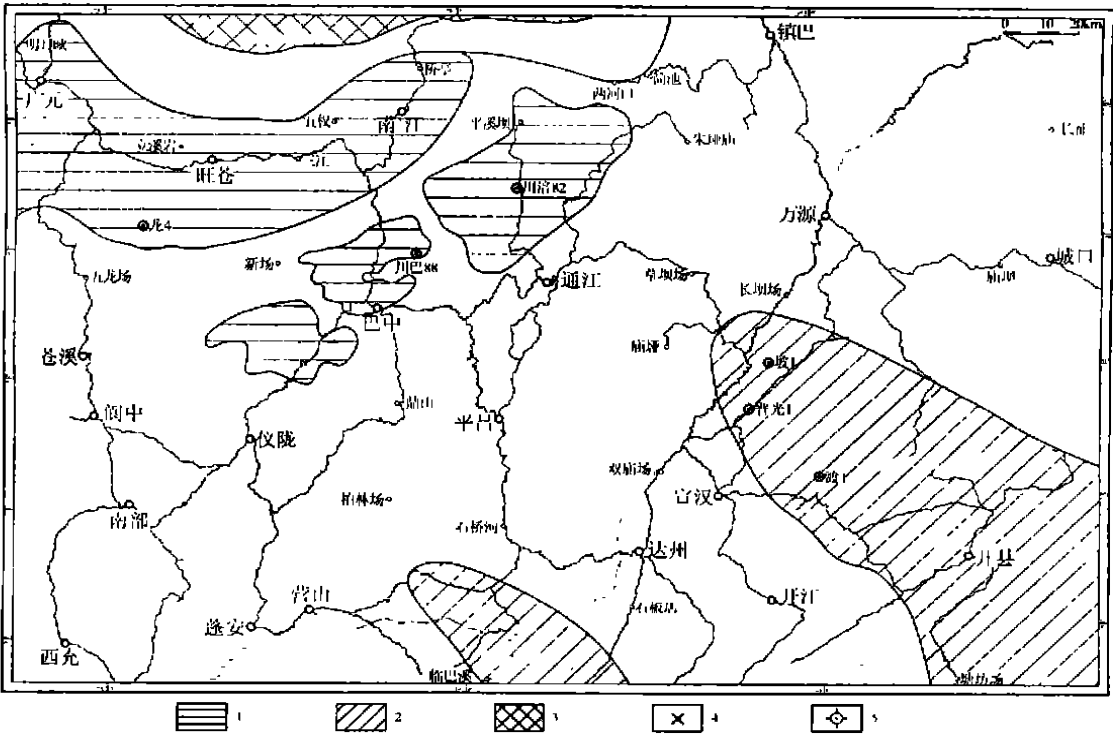


图 1 四川盆地东北部飞仙关组浅滩分布图

1. 非暴露浅滩(T₁f³); 2. 暴露浅滩(T₁f²); 3. 剥蚀区; 4. 露头剖面; 5. 钻井位置

Fig. 1 Distribution of the shoals in the Feixianguan Formation in the northeastern part of the Sichuan Basin

1= unexposed shoal (T₁f³); 2= exposed shoal (T₁f²); 3= denudational area; 4= outcrop section; 5= borehole



图 2 南江桥亭飞仙关组沉积层序地层柱状图

Fig.2 Stratigraphic column through the depositional sequences in the Feixianguan Formation in Qiaoting, Nanjiang

岩,以后海退,又演变为湖坪环境,沉积飞二段以紫红色泥灰岩、钙质泥页岩为主的岩石。飞三早期海平面快速上升,全区演变为开阔台地,沉积深灰色薄层状泥晶灰岩,以后海平面缓慢上升,在浅滩沉积区沉积物堆积速度略快于海平面上升速度,沉积环境向上变浅,当沉积基底上升到浪基面附近时形成浅滩,沉积鲕粒灰岩、砂屑灰岩等颗粒岩,以后沉积物堆积速度与海平面上升速度持平,沉积环境基本不变。飞四期海平面全面下降,全区演变为湖坪环境,沉积紫红色泥岩,迅速掩盖飞三段浅滩沉积物。总之,浅滩形成时海平面一直处于上升过程,沉积物始终被海水淹没,形成后其很快被飞四段沉积物所掩盖,很少暴露发生白云岩化,以后成岩过程中颗粒之间全被方解石晶体所胶结,岩石孔隙度低。

3 暴露浅滩

3.1 飞仙关组剖面结构及三级层序划分

相对于广元及通南巴地区,达县-宣汉地区飞仙关组四分性不很明显^[6,7],除上部飞四段岩性全区能对比可划分出段外,下部分段较为困难,过去统称为飞三一飞一,但是,根据岩性还是可大致分段(图3)。如图所示,飞四段为灰绿色白云岩及紫红色泥岩夹少量石膏及泥质白云岩,为蒸发云坪沉积;飞三一飞一上部(相当于三段)为深灰、褐灰及浅灰色灰岩夹薄层鲕粒灰岩及少量白云岩,粉晶结构为主,泥晶结构次之,局部见瓣鳃及腹足化石,为开阔台地滩间沉积;中部(相当于二段)为褐灰、深灰及浅灰色砂屑白云岩、溶孔白云岩、灰质白云岩夹鲕粒灰岩,上部夹灰岩,下部夹石膏,粉晶结构为主,细晶结构次之,部分达粗—中晶结构,为暴露浅滩沉积;下部(相当于一)段)为深灰、褐灰及灰色灰岩夹灰质白

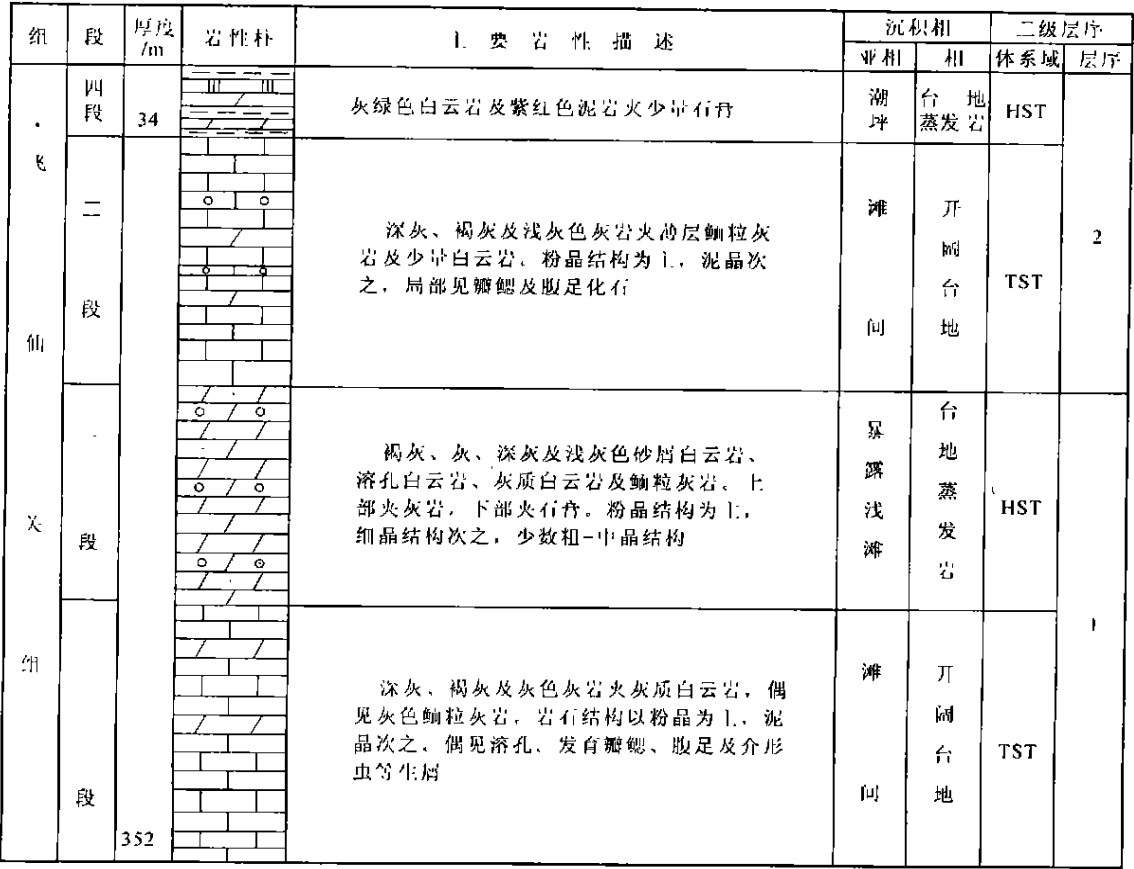


图 3 坡 1 井飞仙关组沉积层序地层柱状图

Fig. 3 Stratigraphic column through the depositional sequences in the Feixianguan Formation in the Po-1 well

云岩，偶见灰色鲕粒灰岩，岩石以粉晶结构为主，泥晶结构次之，偶见溶孔，发育瓣鳃、腹足及介形虫等生屑，为开阔台地滩间沉积。

与通南巴地区相同，达县-宣汉地区飞仙关组也可以划分两个三级层序，下部层序由飞一和飞二组成，底部层序界面为飞仙关组与长兴组整合界面，属Ⅱ类层序界面，海侵体系域由一段滩间相灰岩组成，高水位体系域由二段暴露浅滩相白云岩组成。上部层序由飞三和飞四段组成，层序界面为二段白云岩与三段灰岩分界面，为一暴露不整合面，属Ⅱ类层序界面，海侵体系域由三段滩间相灰岩组成，高位体系域由四段紫红色泥岩夹白色石膏组成。

3.2 浅滩沉积物岩石特征

浅滩相沉积以白云岩为主，夹少量灰岩，灰岩与白云岩组成多个向上变浅序列。白云岩成分有砂屑白云岩、鲕粒白云岩、残余鲕粒白云岩、溶孔白云岩、残余溶孔白云岩等。岩石结晶程度高，以细粉晶结构为主，少量中-粗晶结构。岩石晶间孔、粒间孔及溶孔丰富，储集条件十分理想，已经在该层位中发现

大量工业气流。

3.3 暴露浅滩形成及与海平面升降关系

暴露浅滩主要分布于渡口河构造、毛坝构造、普光构造等地区，沉积时为一地貌上的高地，延伸方向为北西-南东向，其西侧宣汉县、梁平县和开江县及东侧樊哙渡口等地区为地貌上的相对洼地。飞一早期发生海侵时，全区环境差别不大，为开阔台地滩间，沉积以灰色灰岩为主。当飞二期海平面下降时，沉积环境发生分异，隆起区为浅滩环境，以沉积浅灰色砂屑灰岩、鲕粒灰岩等颗粒岩为主，两侧凹陷区为滩间环境，以沉积灰色泥晶灰岩为主。飞二段虽以白云岩为主，但由多个灰岩与白云岩韵律组成，每个韵律中白云岩厚度大，灰岩厚度小。此种剖面结构说明海平面总体下降过程中，又发生了多次小幅震荡。当海平面上升时，主要发生沉积作用，沉积砂屑灰岩、鲕粒灰岩等颗粒岩；当海平面下降时，早期沉积物暴露于潮上，发生大气淡水溶蚀作用及白云岩化，白云岩化使早期砂屑灰岩、鲕粒灰岩等成为砂屑白云岩、鲕粒白云岩，溶蚀作用在岩石中形成溶孔。

后期又发生了埋葬成岩作用和溶蚀作用,使岩石发生重结晶作用及溶蚀孔隙。总之,沉积、成岩过程中白云岩化、重结晶作用和溶蚀作用,使浅滩相沉积物中晶间孔、粒间孔和溶蚀孔隙非常发育,岩石孔隙度高,连通性好,储集物性极佳。

4 结 论

广元-通南巴地区浅滩位于飞三段中,浅滩形成于海平面上升过程,沉积物未曾暴露发生白云岩化,成岩过程中主要发生胶结作用,颗粒间被方解石晶体充填,岩石孔隙度低,渗透率差、储集物性不好。达县-宣汉地区浅滩位于飞二段中,浅滩形成于海平面下降过程,沉积物经常暴露于潮上,发生白云岩化和溶蚀作用,成岩过程中又发生重结晶作用和溶蚀作用,岩石孔隙度极佳,渗透率高,储集物性很好。

在飞仙关组中寻找储层,重点是类似达县-宣汉地区飞二段中的暴露浅滩。

参考文献:

- [1] 吴应林,等.中国南方三叠纪岩相古地理与成矿作用[M].北京:地质出版社,1994.
- [2] 吴应林,等.上扬子台地早中三叠世岩相古地理及沉积矿产的环境控制[M].重庆:重庆出版社,1989.
- [3] 辜学达,刘晓虎,等.四川岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1997.
- [4] 四川省区域地层编写组.西南地区区域地层表·四川省分册[M].北京:地质出版社,1978.5.
- [5] 杨遵仪,等.中国地层典[M].北京:地质出版社,2002.
- [6] 中国地区区域地层表编写组.中国地区区域地表[M].北京:地质出版社,1974.8.
- [7] 董卫平,等.贵州省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1997.

The exposed and unexposed shoals and their bearings on the carbonate reservoirs in the Feixianguan Formation in the northeastern part of the Sichuan Basin

ZENG Ping^{1,2}, TAN Qin-yin³, YU Qian³, MOU Chuan-long³

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Jiangsu Oil Field Branch, SINOPEC, Yangzhou 225009, Jiangsu, China; 3. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China)

Abstract: The shoal deposits crop out over a wide area of the Feixianguan Formation in the northeastern part of the Sichuan Basin. The palaeogeographic settings and sea-level changes during the shoal formation are interpreted to be major controls on the differences of lithology and reservoir quality in different parts of the basin. The shoals in the Guangyuan-Tongjiang-Nanjiang-Bazhong zone are confined to the third member of the Lower Triassic Feixianguan Formation, and formed during the rising phases of sea level. The sediments were always drowned by sea water, and even never cropped out on the surface. The lithologies contain grey oosparite and sparry calcarenite completely filled by calcite crystals. These rocks are characterized by low porosity and permeability and poor reservoir quality. The shoals in the Daxian-Xuanhan zone appear in the second member of the Feixianguan Formation. The sedimentary basement is represented by a subaqueous rise created during the falling phases of sea level. The sediments commonly cropped out in the supratidal zone have been subjected to the dolomitization and dissolution of meteoric water. After burial, the rocks have also been subjected to the recrystallization and further dissolution. The lithologies include dolarenite, porous dolostone and residual oolitic dolostone intercalated with minor amount of limestone and oolitic limestone, which are characterized by abundant intercrystal porosity, interparticle porosity and dissolution openings, high porosity, good permeability and reservoir quality. This kind of reservoir rocks in the second member of the Feixianguan Formation in the Daxian-Xuanhan zone may provide a good example for the future petroleum exploration.

Key words: Lower Triassic; Feixianguan Formation; shoal; northeastern part of the Sichuan Basin