Advances in Geosciences 地球科学前沿, 2019, 9(4), 247-254
Published Online April 2019 in Hans. http://www.hanspub.org/journal/ag
https://doi.org/10.12677/ag.2019.94028

Hans汉斯

Sedimentary Facies Analysis of the Feixianguan Formation in the Wubai Tidong-Mafangba Area

Cong Fu[1], Zhonggui Hu[1], Shilin Li[2], Mingtao Zuo[1], Rui Ling[1]

[1]Sedimentary Basin Research Center, Yangtze University, Wuhan Hubei
[2]Chongqing Gas District, Southwest Oil and Gas Field Co., Ltd., Petro China, Chongqing
Email: xgz1978127@tom.com

Received: Apr. 7th, 2019; accepted: Apr. 22nd, 2019; published: Apr. 29th, 2019

Abstract

According to the comprehensive analysis of petrological characteristics, sedimentary structure and description of coring wells, Feixianguan Formation in the study area is a carbonate platform sedimentary model, which mainly includes seven facies belts: limited platform, open platform, evaporation platform, platform margin beach facies, slope facies and shelf-basin facies. The palaeogeographic pattern of Feixianguan Period continued the palaeogeographic characteristics of the Late Permian and further developed it. At the end of the Changxing period, the reef top of the Changxing Formation was exposed for a short time. The Feixianguan Formation continued the Changxing Formation deposits, which were basically continuous deposits. The Feixianguan Formation deposits had obvious filling-up characteristics. Feixianguan Formation inherited the late Permian sedimentary pattern in the early stage and developed a set of slope-shelf facies deposits. In the late stage, the whole study area is a set of shallow-water carbonate platform facies deposits due to filling-up.

Keywords

Northeast Sichuan Area, Feixianguan Formation, Sedimentary Facies

五百梯东–马槽坝地区飞仙关组沉积相分析

傅　聪[1]，胡忠贵[1]，李世临[2]，左洺滔[1]，凌　睿[1]

[1]长江大学沉积盆地研究中心，湖北 武汉
[2]中国石油西南油气田公司重庆气矿，重庆
Email: xgz1978127@tom.com

文章引用: 傅聪，胡忠贵，李世临，左洺滔，凌睿. 五百梯东–马槽坝地区飞仙关组沉积相分析[J]. 地球科学前沿, 2019, 9(4): 247-254. DOI: 10.12677/ag.2019.94028

收稿日期：2019年4月7日；录用日期：2019年4月22日；发布日期：2019年4月29日

摘　要

根据五百梯东－马槽坝地区内岩石学特征、沉积构造、取芯井段描述等综合分析，研究区飞仙关组为碳酸盐台地沉积模式，主要包括局限台地、开阔台地、蒸发台地、台缘滩相、斜坡相、陆棚－盆地相等七种相带。飞仙关期的古地理格局延续了晚二叠世古地理特征，且对其又有进一步的发展。长兴期末，长兴组礁顶有较为短暂的暴露，飞仙关组延续了长兴组沉积，且基本上是连续沉积的，飞仙关组的沉积具有明显的填平补齐特征。飞仙关组沉积早期基本继承了晚二叠世晚期沉积格局，发育一套斜坡－陆棚相沉积；晚期由于填平补齐作用，整个研究区均为一套浅水碳酸盐台地相沉积。

关键词

川东北地区，飞仙关组，沉积相

1. 引言

近年来，随着油气勘探的不断深入，四川盆地以下三叠统碳酸盐岩为主的海相地层油气勘探取得了突破性的进展，飞仙关组地层厚度大，储集性能好，是良好的油气藏。在五百梯构造东－马槽坝地区先后发现了普光、铁山坡、渡口河及罗家寨等一系列大中型气田，充分说明该地区下三叠统海相碳酸盐岩地层具备良好的勘探前景[1] [2] [3]。国内外针对颗粒滩相碳酸盐岩的研究主要集中在储层主控因素、成藏机理、沉积特征及分布规律的研究方面，对这些颗粒滩储集层勘探实践和相关研究表明，滩控型储集层的孔隙演化受不同构造、沉积背景和成岩演化的联合控制，尤其是不同类型颗粒滩，如存在明显分异情况的台内滩和台缘滩储集层。本文以五百梯构造东－马槽坝构造区下三叠统飞仙关组为研究对象，结合单井、连井沉积相展布图和野外剖面分析，将研究区飞仙关组沉积相划分为局限－蒸发台地相、开阔台地相、台地边缘相、斜坡－陆棚相 4 个相带，在此基础上编制了区域沉积相平面展布图，以利于研究该地区沉积体系，为发现新的油气藏打下基础。

2. 区域地质概况

研究区主要位于川东地区东缘的五百梯构造东－马槽坝构造区，地处川东盆缘－大巴山前缘构造复合带(图 1)，包括五百梯东、天成寺、新兴寺、路阳坝、三岔坪、冯家湾、奉节等地区。研究区飞一~飞四段主要岩性依次为薄层泥晶灰岩与泥质灰岩互层、薄层泥晶灰岩与泥晶泥质灰岩韵律互层、亮晶鲕粒灰岩与泥晶灰岩互层、泥晶白云岩夹石膏及泥岩[4] [5]。研究区飞仙关组自上而下可以划分为两个三级层序，其中第一个三级层序相当于飞一段和飞二段，反映相对海平面由上升到变浅的特征，在鲕滩发育的剖面表现明显，飞二上部往往形成厚层的鲕滩沉积，顶部常白云石化；第二个三级层序相当于飞三段和飞四段，沉积水体持续变浅，常形成由开阔台地向局限-蒸发台地过渡的特征[6] [7] [8]。

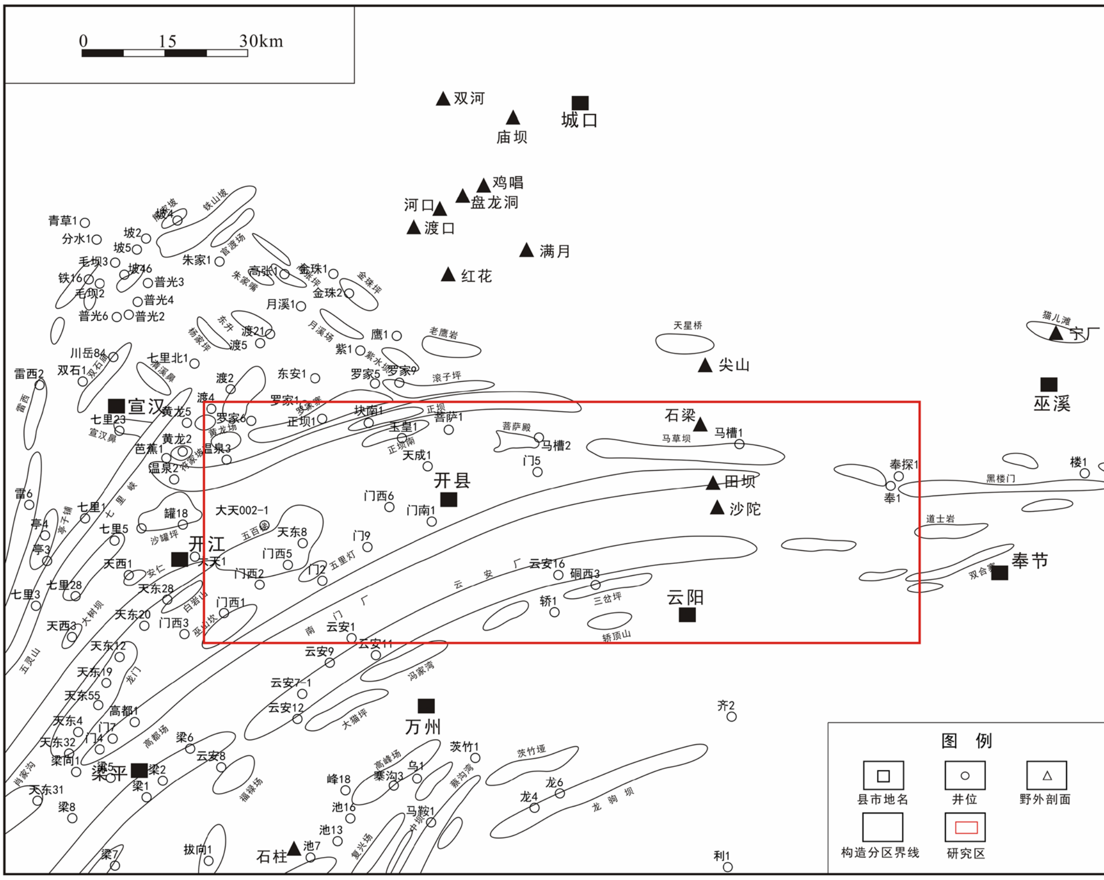


Figure 1. Tectonic location of study area
图 1. 构造位置图

3. 沉积相类型及特征

通过取芯井段精细观察和野外实测剖面分析，认为研究区飞仙关组为碳酸盐台地沉积模式，主要包括局限台地、开阔台地、台缘滩相、斜坡相、陆棚-盆地相等相带(图 2)。

3.1. 局限－蒸发台地相

局限台地发育于台地内部或地台地边缘等起障壁作用的滩体之后，由于海浪推进到陆地过程中受到台缘带和台内高点的制约，当到达台地的近陆侧时，能量被削弱，水体能量较弱，造成水体盐分含量低，古生物种类较单一。沉积物以灰泥为主，在局部地区如潮汐水道可有粗颗粒沉积发育。沉积物主要由灰泥组成，泥质石灰岩、云质灰岩、泥质白云岩和膏岩占主导地位。该亚相主要发育于局部地区飞仙关组的顶部，可进一步划分为泻湖、潮坪微相(图 3(a))。

3.2. 开阔台地相

开阔台地一般位于局限台地与台地边缘之间，主要特征为水体较浅，与广海连通性好，水体循环通畅。沉积物以各种生物骨屑及灰泥为主，水动力高能地带往往富集生屑、砂屑、砾屑、鲕粒等颗粒沉积。岩石类型主要有：鲕粒灰岩、生屑灰岩、砂屑灰岩、残余颗粒(灰质)白云岩、泥晶灰岩、(含)颗粒泥晶灰岩、含泥灰岩、泥灰岩等，常发育水平层理，波状层理，交错层理，生物扰动等沉积构造。开阔台地可划分为潮下、台内礁、台内滩等亚相类型(图 3(b))。

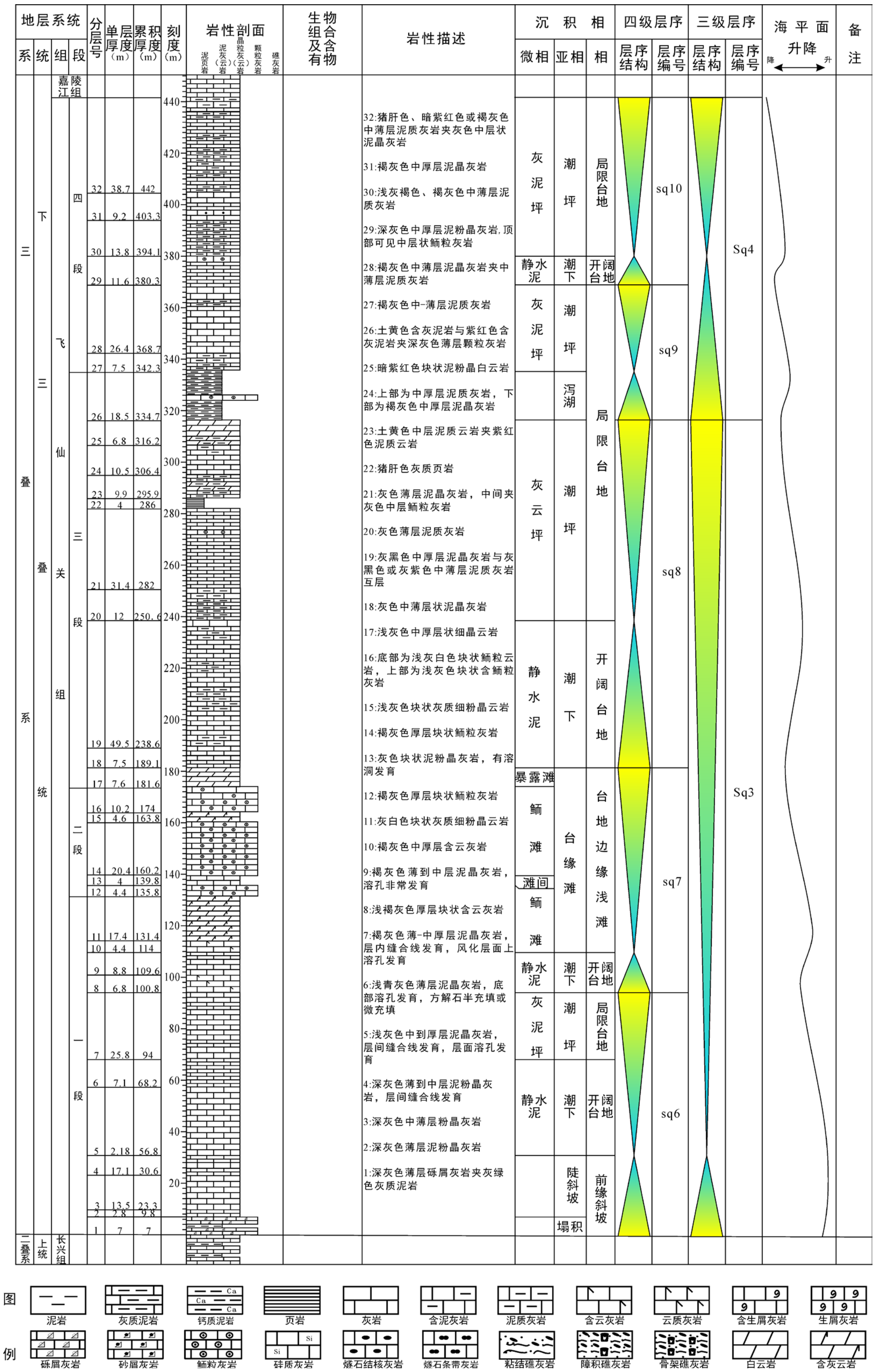
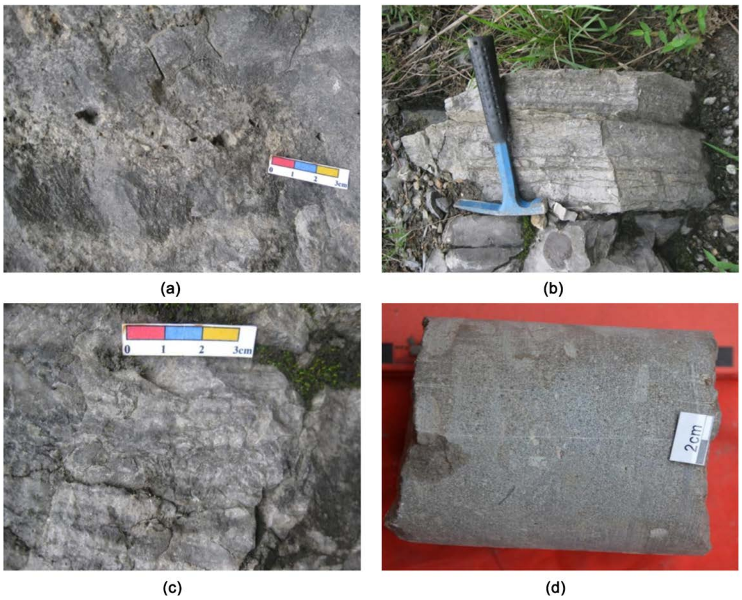


Figure 2. Comprehensive histogram of Feixianguan formation in Yunyang Shashi section

图 2. 云阳沙市剖面飞仙关组综合柱状图

3.3. 台地边缘相

碳酸盐台地与斜坡(或陆棚)相带之间的相带便是台地边缘相带，该相带受到波浪和潮汐作用强烈的改造，属于高能地带。沉积物主要由鲕粒灰岩、粉晶白云岩、鲕粒白云岩等组成。鲕粒通常粒度较大，槽状交错或大型板状层理在台缘滩相中可见。台地边缘相主要沿开阔台地边缘呈条带状或链状断续分布，形成“台地镶边”格局[9]。平面上沿开江－梁平海槽、城口－鄂西海槽及川东北孤立台地周缘呈环带状分布。台地边缘滩水体较浅，或后期海平面下降发生暴露，沉积物(岩)容易遭受白云石化，形成大量的孔隙，成为良好的储集层(图 3(c)、图 3(d))。



图片说明：(a)浅灰色中－厚层状泥晶灰岩，顺层溶孔发育，局限台地，飞仙关组，9 层，沙市剖面；(b)浅灰色中－厚层状泥晶灰岩相，层间缝合线发育，开阔台地，飞仙关组，5 层，沙市剖面；(c)浅灰色块状灰质细粉晶白云岩，飞仙关组，台缘滩，15 层，云阳沙市剖面；(d)浅灰色针孔状粉细晶云岩，鲕粒滩，飞仙关组，4106.99~4107.08，天成 1 井。

Figure 3. Lithofacies characteristics of the study area
图 3. 研究区岩相特征图

3.4. 斜坡－陆棚相

该相带水体较深，水动力条件弱，不受潮汐和波浪的影响，主要由灰色薄层—页状泥灰岩、灰质泥岩组成，发育水平层理，沿层面可见水平虫迹和较丰富的双壳类化石。该相带在纵向上从飞一段到飞二段中晚期均有发育，其中以飞一段最为发育，平面上主要分布在开江—梁平海槽两侧。随着台地的不断扩大、海槽开始收缩，逐渐缩小直至消失。

4. 典型剖面沉积相分析

对研究区飞仙关组沉积相类型进行了分析总结后，下一步需要认识到各类沉积相发育的层段、平面的分布位置和演化规律。下面对典型单剖面沉积相特征进行分析。

云阳沙市剖面位于川东北地区云阳县沙市镇境内，该剖面与下伏长兴组和上覆嘉陵江组均为整合接触，根据该沉积物岩性和沉积相特征，将飞仙关组沉积相带划分开阔台地相和台地边缘相(图 2)。

在剖面 3~10 层发育开阔台地和台地边缘相带，飞一段底界面对应于飞仙关组与长兴组之间的整合面，在该剖面上飞仙关组与长兴组之间为整合接触，缺少暴露，这是因为该区晚二叠世－早三叠世时期海平

面处于主体上升期，短周期的海平面下降被长周期的海平面上升掩盖，所以在海平面下降时没有造成陆上暴露。开阔台地相带发育于 3~5 层，发育薄层泥晶灰岩沉积，台地边缘相带发育于 6~10 层。早期岩性为灰白色中厚层鲕粒灰岩沉积组成，晚期由于海平面下降浅滩暴露到地表形成针孔发育的鲕粒灰岩沉积。

在剖面 11~19 层发育开阔台地和局限台地相带，飞三段底界面对应生物滩顶局部暴露不整合面。11~15 层发育开阔台地沉积相，岩性为浅灰-灰色中层泥晶灰岩、鲕粒灰岩沉积组成。局限台地发育于 16~19 层，岩性为紫红色泥质泥晶灰岩、钙质泥岩沉积组成，顶界面表现为暴露不整合。

总之，云阳沙市剖面下三叠统飞仙关组早期发育台地边缘滩相沉积组合，中～晚期发育一套开阔台地到局限台地沉积组合。

5. 沉积相分布

5.1. 沉积相横向展布

为了说明研究区连井层序格架内沉积相展布及其纵向演化，区域上选取了研究区东西向剖面对连井层序格架内沉积相展布进行解剖(图 4)。该连井剖面呈东西方向展布，飞仙关组分为飞一~飞三段和飞四段，飞仙关组顶底界线明显。从图中可以看出，在飞仙关组时期，纵向上均发育碳酸盐台地相，早期为海侵期，以发育开阔台地相带－台地边缘－局限台地为特征。横向上，早期－中期以西侧发育台地边缘相向东侧发育开阔台地相为特征；晚期沉积相区域分布稳定，以沉积膏岩、泥晶云岩、泥页岩为特征。颗粒滩主要发育于台地边缘带，颗粒类型以砾屑和鲕粒为主[10] [11]。

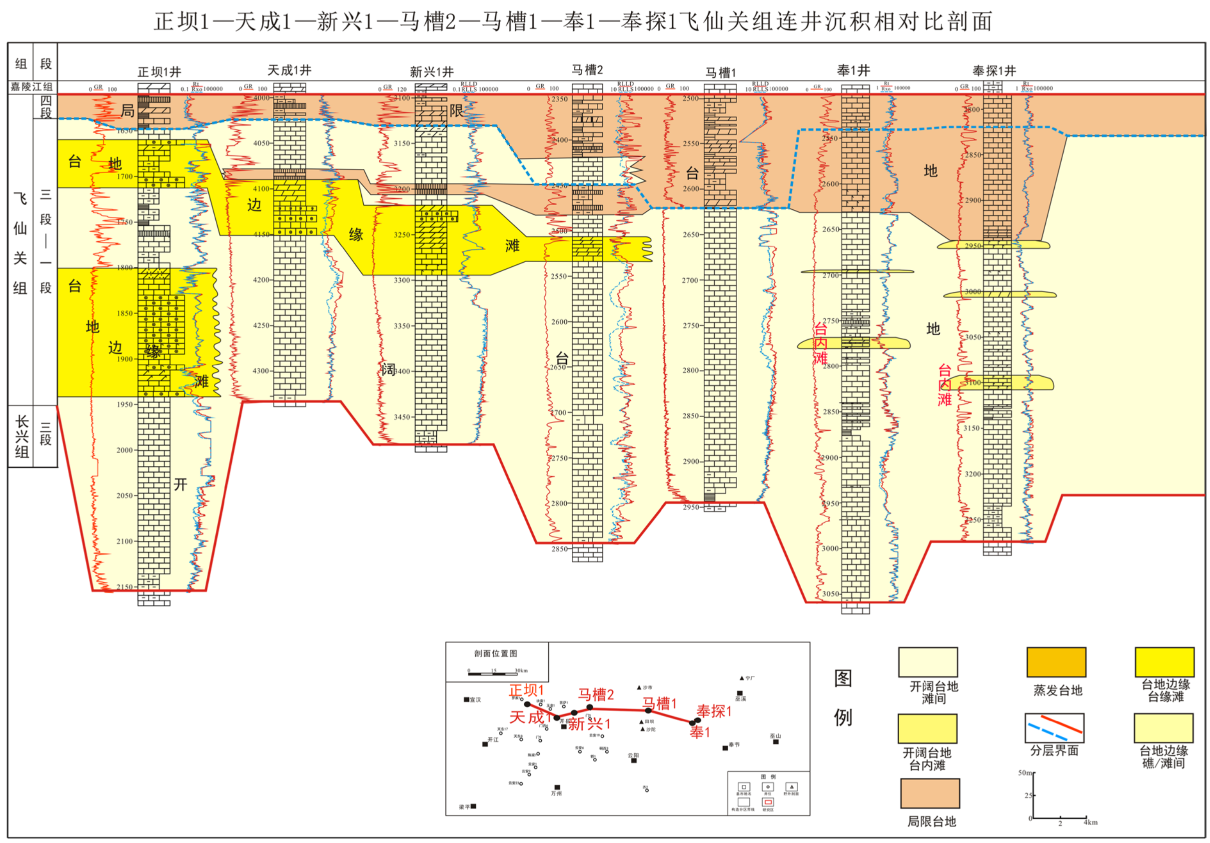


Figure 4. Relative sedimentary profiles of connecting wells of Feixianguan Formation in Zhengba 1 well-Tiancheng 1-Xinxing 1 well-Machang 2-Machang 1-Fengtan 1-Lou 1 well

图 4. 正坝 1 井-天成 1—新兴 1 井-马槽 2—马槽 1—奉 1—奉探 1—楼 1 井飞仙关组连井沉积相对比剖面

5.2. 沉积相平面展布

本次研究考虑飞四段基本为局限–蒸发台地相的低能沉积，储集意义不大，并结合生产应用实际，因而此次研究以飞一~飞三段为编图单元。基于研究区及周缘单井沉积相特征，结合区域沉积背景，分析研究区飞仙关组地层厚度及颗粒岩厚度等值线图，编制了研究区及邻区沉积相平面展布图(图 5)，研究区总体位于开江–梁平海槽和城口–鄂西海槽之间的台地边缘和开阔台地相带。

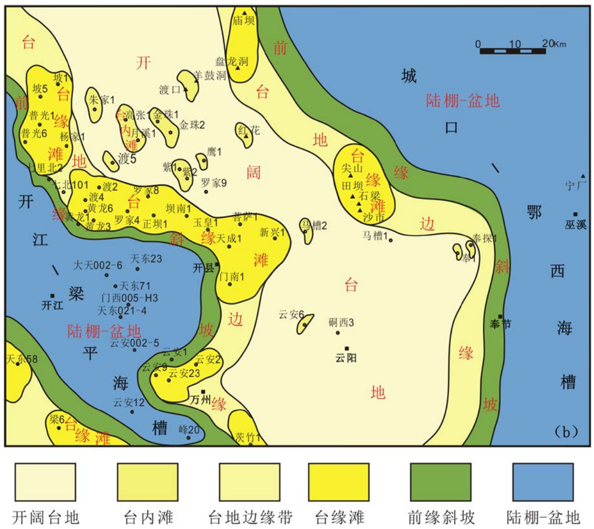


Figure 5. Distribution of sedimentary facies in the Feiyi-Fesan section of the Wubai Tidong-Mafangba area and the surrounding Feixianguan formation

图 5. 五百梯东–马槽坝地区及周缘飞仙关组飞一~飞三段沉积相展布图

飞仙关组沉积早期基本继承了晚二叠世晚期沉积格局，发育一套斜坡–陆棚相沉积，该时期主要由薄层泥晶灰岩沉积组成，发育滑动变形构造以及重力流沉积等。飞二时期，研究区沉积相呈西北向东南展布，发育有斜坡—陆棚、开阔台地、局限台地及台地边缘滩等。由于水体变浅，台地边缘滩相主要沿城口—鄂西海盆和广旺海盆边缘分布，台地边缘滩相沉积分布面积大，滩体顶部由于暴露在大气淡水环境，发生白云岩化作用和溶蚀作用，形成好的储层。飞三时期研究区沉积格局发生重大变化，原广旺海槽不复存在，台地边缘滩相带位于川北江油–旺苍–两河口一带以及宣汉羊鼓洞、盘龙洞等地，研究区发育大面积的开阔台地相沉积[12] [13]。飞四时期研究区由于填平补齐作用整个研究区均为一套浅水碳酸盐台地相沉积，主要发育一套大面积的局限台地相沉积。

6. 结论

根据取芯段描述、野外剖面分析，对飞仙关组进行了沉积相研究。确定研究区总体位于开江–梁平海槽和城口–鄂西海槽之间的台地边缘和开阔台地相带，发育碳酸盐岩台地模式，以镶边台地为主。研究区飞仙关组早期为孤立碳酸盐台地模式，晚期镶边台地沉积模式。飞一~飞二为一套开阔台地相灰岩沉积；飞三时期，由于飞一~飞二的“填平补齐”作用，演化为镶边型台地沉积，发育相对规模的颗粒滩；飞四时期持续海退，发育一套局限泻湖–潮坪沉积。

参考文献

[1] 黎荣, 胡忠贵, 胡明毅, 孟令涛. 川东七里峡–云安厂地区飞仙关组储层特征及主控因素研究[J]. 高校地质学报, 2015, 21(4): 642-652.

[2] 腾飞. 城口–鄂西地区飞仙关组沉积体系研究[D]: [硕士学位论文]. 荆州: 长江大学, 2017.

[3] 王一刚, 刘划, 文应初, 等. 川东飞仙关组鲕滩储层分布规律、勘探方法与远景预测[J]. 天然气工业, 2002, 22(增刊): 14-19.

[4] 杨莹莹, 李国蓉, 郭川, 等. 涪陵地区下三叠统飞仙关组层序地层分析[J]. 岩性油气藏, 2011, 23(3): 35-39.

[5] 杨雨, 曾云贤, 刘微. 川东北部地区飞仙关组沉积相对鲕滩储层分布的控制[J]. 天然气勘探与开发, 2002, 25(3): 1-9.

[6] 张建勇, 周进高, 郝毅, 等. 四川盆地环开江-梁平海槽长兴组–飞仙关组沉积模式[J]. 海相油气地质, 2011, 16(3): 45-54.

[7] 郑荣才, 罗平, 文其兵, 等. 川东北地区飞仙关组层序–岩相古地理特征和鲕滩预测[J]. 沉积学报, 2009, 27(1): 1-8.

[8] 李亚红. 四川盆地东北部三叠系飞仙关组碳酸盐岩储层高分辨率层序地层学分析与储层预测[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国地质大学(北京), 2003.

[9] 马永生, 牟传龙, 郭彤楼, 等. 四川盆地东北部飞仙关组层序地层与储层分布[J]. 矿物岩石, 2005, 25(4): 73-79.

[10] 储昭宏. 川东北长兴组–飞仙关组碳酸盐岩储层研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国地质大学(北京), 2006.

[11] 王兴志, 张帆, 蒋志斌. 四川盆地东北部飞仙关组储层研究[J]. 地学前缘, 2008, 15(1): 117-122.

[12] 王瑞华, 谭钦银, 牟传龙. 川东北地区飞仙关组鲕滩储层的主控因素[J]. 石油天然气学报, 2011, 33(9): 37-42.

[13] 腾飞, 胡忠贵, 刘忠保, 等. 川东奉节及周缘地区下三叠统飞仙关组沉积特征及相带演化[J]. 石油天然气学报, 2016, 38(4): 23-31.