

四川通江—南江—巴中地区 长兴组—飞仙关组沉积模式

牟传龙¹⁾, 马永生²⁾, 谭钦银¹⁾, 余谦¹⁾, 王瑞华¹⁾

1) 成都地质矿产研究所, 610082; 2) 中石化南方勘探开发分公司, 昆明, 650200

内容提要:有关通江—南江—巴中地区长兴组—飞仙关组沉积模式及其空间分布的研究较少, 并且较为粗略。以前认为该区发育开阔台地、缓坡和盆地等沉积相沉积, 但对缓坡相尚未进行详细的划分, 是否存在台地边缘礁滩相带未能提出明确的认识。因此, 利用新的资料, 开展长兴组—飞仙关组沉积相研究对通南巴地区的油气勘探具有非常重要的意义。本文在以往研究的基础上, 利用地表露头 and 地震资料, 初步建立了通南巴地区长兴组—飞仙关组沉积模式, 认为该区存在台地边缘礁滩相带, 建议油气勘探部门给予重视。

关键词: 长兴组—飞仙关组; 台地边缘礁滩相; 沉积模式; 通江—南江—巴中

通(江)南(江)巴(中)地区位于四川盆地东北部, 与达县—宣汉地区属于同一沉积海域。由于普光特大气田的发现(马永生等, 2005a, 2005b), 为向外拓展带来了希望。尤其是普光特大气田的主力层位为长兴组—飞仙关组, 其有利相带为台地边缘礁滩带, 因而沉积相及其沉积模式成为通南巴地区油气勘探非常重要的问题之一, 也是实现该区油气突破的关键。研究区长兴组—飞仙关组地层少数出露于北部地区, 在广元、旺苍、南江及通江地区近东西向展布, 并已在露头区发现了礁滩沉积, 如通江铁厂河林场海绵礁和椒树塘礁滩沉积(牟传龙等, 2001)^①。通过对川东北地区进行沉积学研究之后, 笔者(马永生等, 2006a, 2006b)认为通南巴地区长兴组主要为开阔台地、缓坡和盆地等沉积, 但由于资料所限, 未能对过渡的沉积相进行更为精细的研究(图1)。

最近通过对川东北地区二叠系—三叠系地表露头和地震剖面的研究分析, 建立了通南巴地区长兴组、飞仙关组的沉积模式, 认为该区在台地与盆地或陆棚存在台地边缘礁滩相带, 并为储层的有利相带, 希望有关油气部门给予重视。

1 沉积相划分及其主要特征

长兴组(大隆组)和飞仙关组地层广泛分布于通南巴西部地区。露头区分布于南江桥亭、通江铁厂河林场、平溪坝、两河口及镇巴简池等地; 钻井与地震资料揭示, 覆盖区普遍深埋于地腹。通过对长兴组—飞仙关组地层地震反射影象研究, 结合野外露头地层岩性及沉积特征, 在长兴组—飞仙关组中识别出以下7种沉积相(亚相), 分别为盆地(台盆)相、陆棚(台棚)相、缓斜坡相、台地边缘浅滩相、台地边缘生物礁相、开阔台地相、局限台地相。以下主要简述前5种沉积相的基本特征, 开阔台地相、局限台地相的特征已在相关文献中进行了描述(牟传龙等, 2003a, 2003b, 2004, 2005a, 2005b; 马永生等, 2005c, 2005d, 2006a, 2006b, 2006c, 2007)。

(1) 盆地(台盆)相: 为深灰、灰黑色薄层硅质岩夹泥页岩, 上部夹薄层泥晶灰岩, 发育丰富、形态完整的菊石化石及深水遗迹化石。

(2) 陆棚(台棚)相: 岩性为深灰色泥晶灰岩夹泥质灰岩及泥灰岩。地震剖面上, 陆棚相沉积具有高频—平行的影象特征(图2), 代表一种安静的沉积环境。

(3) 缓斜坡相: 岩性主要为深灰色薄中层状泥晶

注: 本文为中石化南方勘探开发分公司项目“四川盆地沉积演化及其对油气控制作用研究”资助成果。

收稿日期: 2007-01-30; 改回日期: 2007-05-08; 责任编辑: 周健。

作者简介: 牟传龙, 男, 1965年生, 博士, 研究员, 长期从事储层沉积学研究工作。通讯地址: 610082, 成都市一环路北三段2号, 成都地质矿产研究所; 电话: 028-83228504; 传真: 028-83235252; Email: cdmchuanlong@163.com。

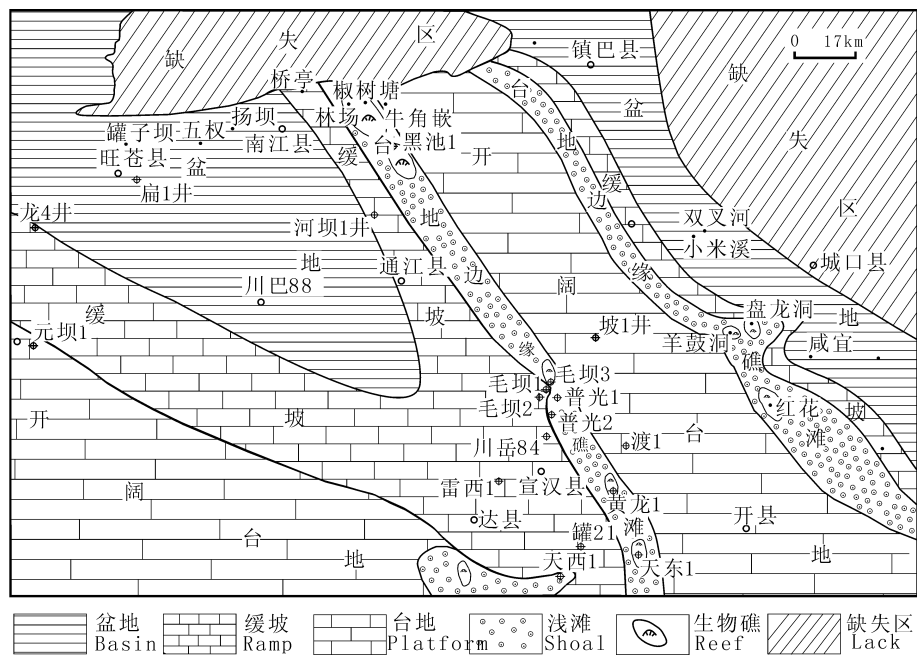


图 1 四川盆地东北部长兴组岩相古地理图(据马永生等,2006a)

Fig. 1 Sedimentary facies ichnography of Changxing Formation in northeastern Sichuan basin

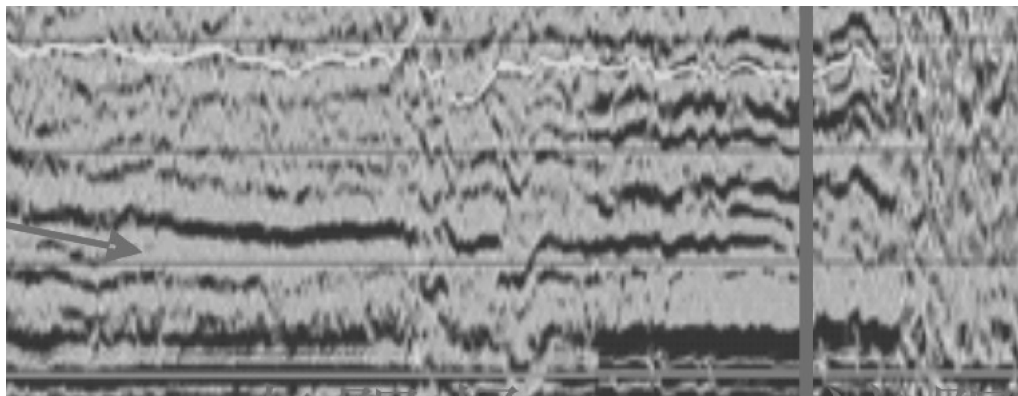


图 2 陆棚相地震反射曲线(过元坝 1 井及黑池 1 井)

Fig. 2 Earthquake reflect curve of shelf facies (by wells Yuanba 1 and Heichi 1)

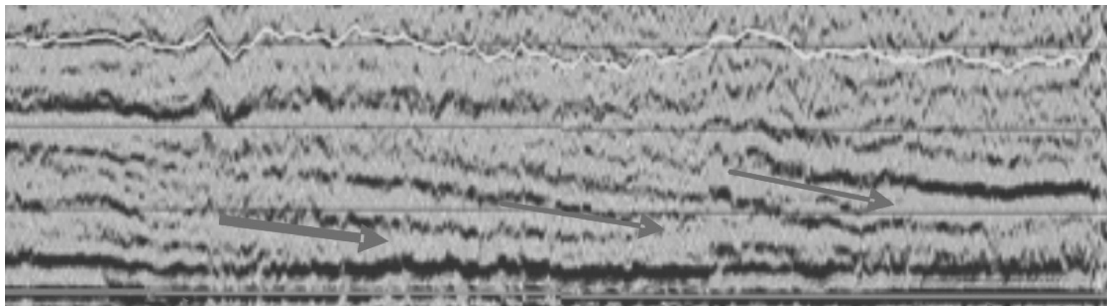


图 3 缓斜坡相地震反射曲线(过元坝 1 井及黑池 1 井)

Fig. 3 Earthquake reflect curve of ramp facies (by Yuanba 1 and Heichi 1)

灰岩、生物扰动灰岩夹瘤状灰岩。地震剖面揭示,缓斜坡具有断续—中振幅—中频—前积的影像特征。

前积结构是缓斜坡最主要的标志(图 3),前积层被顶部一水平反射层所限制,倾向深水区,单层厚度变

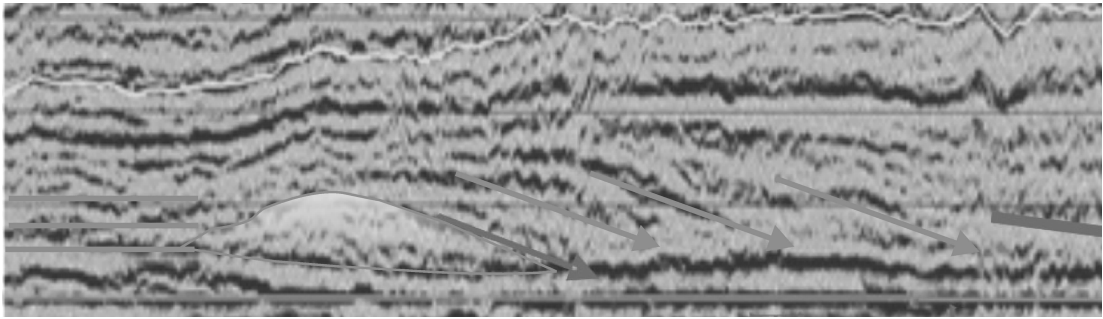


图 4 生物礁地震反射曲线(过元坝 1 井及黑池 1 井)
Fig. 4 Earthquake reflect curve of reef facies (by wells Yuanba 1 and Heichi 1)

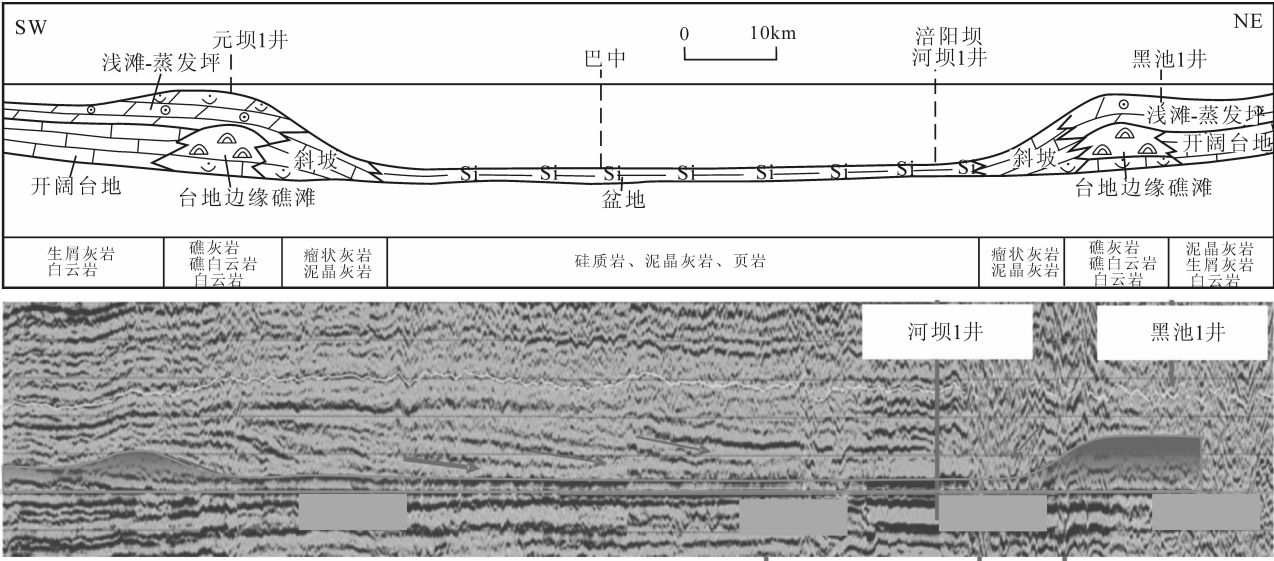


图 5 通南巴地区长兴组沉积模式
Fig. 5 Sedimentary model of Changxing Formation in Tongjiang—Nanjiang—Bazhong

化大,向深水区收敛变薄至消失。由浅水台地向台棚前积界于具透镜状—强振幅—杂乱反射的礁滩与高频平行的台棚相带之间。

(4)台地边缘浅滩相:岩性主要为鲕粒灰岩、鲕粒白云岩和白云岩组成,具有良好的储集性。浅滩位于不同位置,有些位于长兴组生物礁的上部,有些位于生物礁前端。位于生物礁上部的浅滩多数为弱反射或无反射结构,位于生物礁前端的浅滩叠置在前积层的最顶部,推测前积层顶部的水平强反射为浅滩的反射结构。

(5)台地边缘生物礁相:生物礁是一种特殊沉积体,它们生长在台地边缘或台地内部,外型呈透镜状,内部具块状构造。沉积物为生物礁灰岩或生物礁白云岩,与周围地层形成明显区别。地震剖面上,生物礁形态呈向上突起的丘状或透镜状,内部具不连续—弱振幅—中低频—杂乱影像特征(图 4、5)。

在垂直斜坡方向上,生物礁后部与具亚平行结构的开阔台地相连,开阔台地沉积对生物礁有上超作用,前部具有较陡的地形,与具前积结构的斜坡相连。在平行斜坡方向上,生物礁向两侧收敛或前积,被礁间沉积物上超(图 5)。

2 沉积模式及其演化

2.1 长兴组沉积模式

通南巴地区,长兴组为一对称的沉积模式(图 5)。东西部为开阔台地,在台地边缘发育台地边缘鲕粒白云岩为主,生物礁厚大于 45 m,生物礁顶部普遍发育一套礁盖白云岩,厚 40~100 m 不等,是很好的储层。

2.2 飞仙关组一段—二段沉积模式

与长兴组模式不同,通南巴地区飞仙关组一段—二段为不对称模式,东陡西缓。西部为缓坡,地

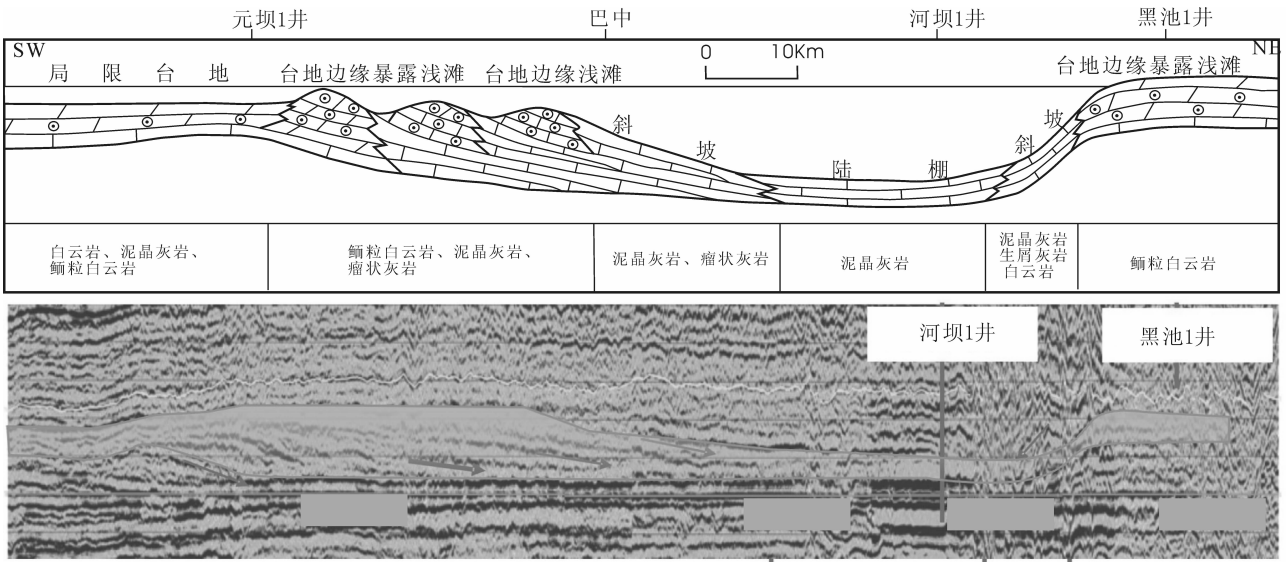


图 6 通南巴地区飞仙关组一段—二段沉积模式
Fig. 6 Sedimentary model of $T_1 f^{1-2}$ in Tongjiang—Nanjiang—Bazhong

震剖面上,前积构造由斜坡及浅滩组成(图 6),中下部代表斜坡,推测岩性为泥晶灰岩、泥质灰岩夹瘤状灰岩,顶部发育浅滩,推测岩性为鲕粒白云岩及鲕粒灰岩,推测浅滩沉积物厚 40~50 m。飞仙关组有两次海平面升降旋回,飞二段形成于早期旋回的海退时期,海退过程中,斜坡及浅滩不断地由西部向东部台棚迁移(图 7)。因此,当东部浅滩形成时,西部浅滩可能已经暴露,发生白云石化及溶蚀作用,岩性由早期鲕粒灰岩转化为鲕粒白云岩,而当飞三段发生海侵时,东部浅滩可能还未发生白云石化。由此推测,西部地区为暴露浅滩,以沉积鲕粒白云岩为主,具有很好的储集性能,东部为浅滩,以沉积鲕粒灰岩为主,储集性能稍差。地震剖面显示,前积构造顶部发育一强相位,由西向东逐渐减弱,所有前积构造都被其限制,推测其为暴露浅滩—蒸发岩沉积,沉积时海平面位于该强相位附近(图 6)。

东部相对西部为陡坡,地震剖面上(图 6),斜坡坡度较陡,分布范围窄,没有前积构造,推测坡度大于 15°。浅滩形态为透镜体,内部杂乱反射,露头区出露于铁厂河椒树塘及稿子坪一带,岩性为溶孔鲕粒白云岩及糖粒状白云岩,由于森林覆盖严重,厚度不详。

2.3 飞仙关组三段—四段沉积模式

因海平面上升,通南巴地区飞三段沉积时期演变为开阔台地(图 8),主要对飞二末期起伏不平的地形进行填平补齐作用。飞三段下部为开阔台地滩间较深水环境,以沉积泥晶灰岩为主,随着沉积物的

不断堆积,沉积环境逐渐变浅,至飞三末期,演变为开阔台地浅滩沉积环境,以沉积亮晶鲕粒灰岩为主。由于浅滩形成于海侵地质背景,从而没有发生白云石化。飞三段浅滩平面分布范围广、连续,厚度稳定,岩性为鲕粒灰岩,多位于飞三段顶部。飞四段沉积时期,通南巴地区转变为台地蒸发岩环境(图 9)。

2.4 沉积模式演化

沉积模式的形成及演化主要受大地构造性质及演化阶段控制。通南巴地区,长兴期—印度期沉积环境及沉积模式演化主要与广旺台盆形成与关闭有关。长兴期,通南巴地区为对称模式,西南巴中地区与东北黑池梁地区在台地边缘发育礁滩相及缓斜坡,中部地区为盆地(台盆)。飞仙关组一段—二段沉积时期,受构造运动影响,发生了向东、向南掀斜作用。向东掀斜作用使巴中地区与东部黑池梁地区形成不对称模式,巴中地区为缓斜坡,黑池梁地区为陡坡;向南掀斜作用使巴中地区沉积基底发生反转,长兴期为南高北低地貌,南部为台地,北部龙四井等地区为盆地,飞仙关期发生反转,地震剖面上出现由北向南前积的特征。飞三段沉积时期发生海侵,全区演变为开阔台地,主要发生填平补齐作用,至飞四段沉积时期基本将早期高低不平的地貌填平,成为台地蒸发岩沉积环境。

3 结论

通过地表露头和地震剖面综合对比研究,表明通南巴地区长兴组—飞仙关组总体上处于碳酸盐台

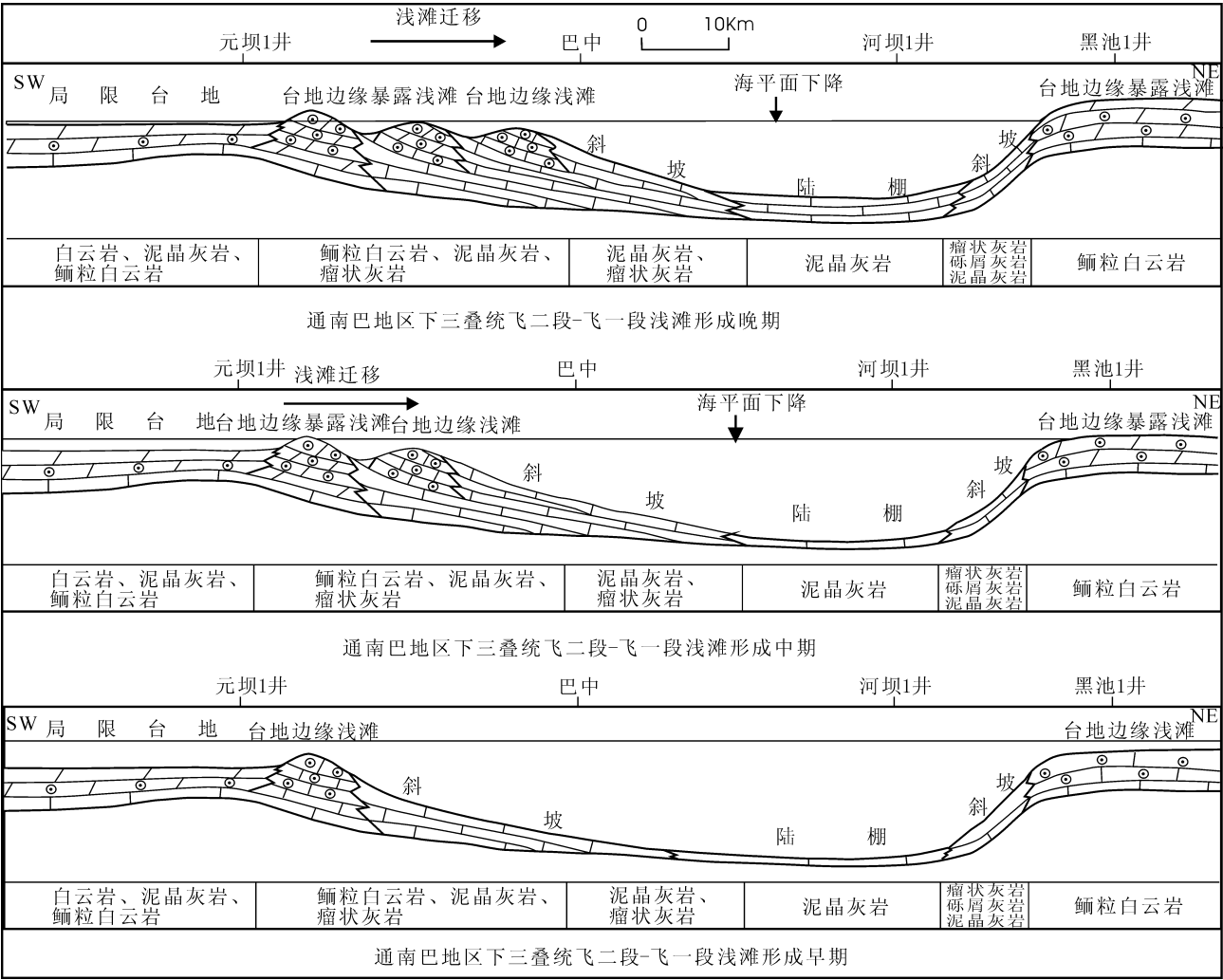


图 7 通南巴地区飞一段一二段浅滩迁移模式

Fig. 7 Moving shoal model of $T_1 f^{1-2}$ in Tongjiang—Nanjiang—Bazhong

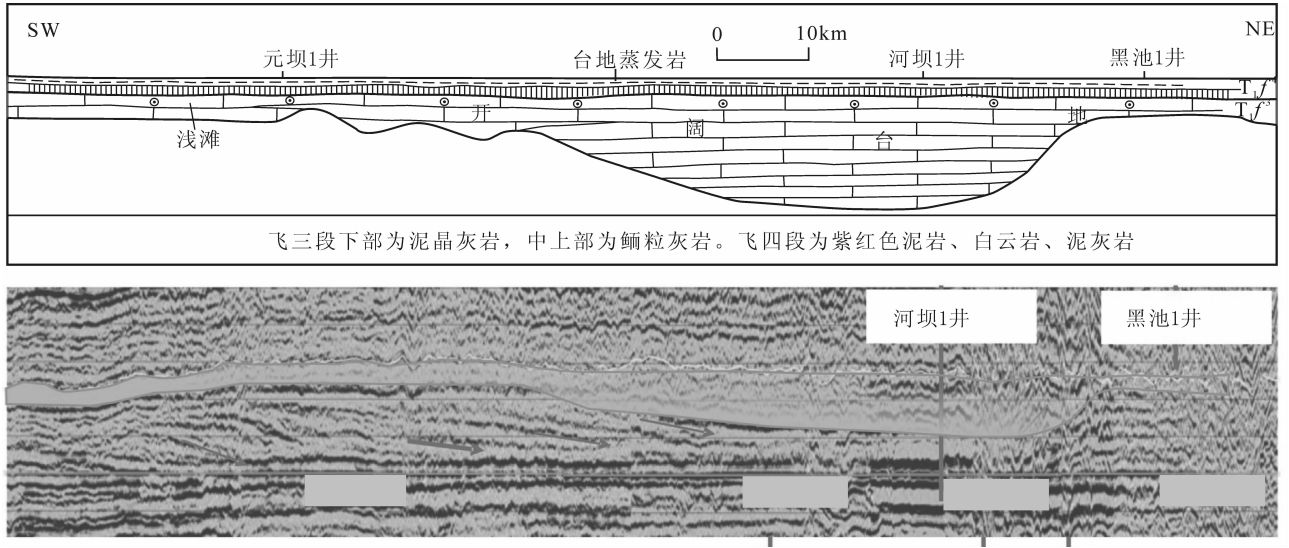


图 8 通南巴地区飞三段一四段沉积模式

Fig. 8 Sedimentary model of $T_1 f^{3-4}$ in Tongjiang—Nanjiang—Bazhong

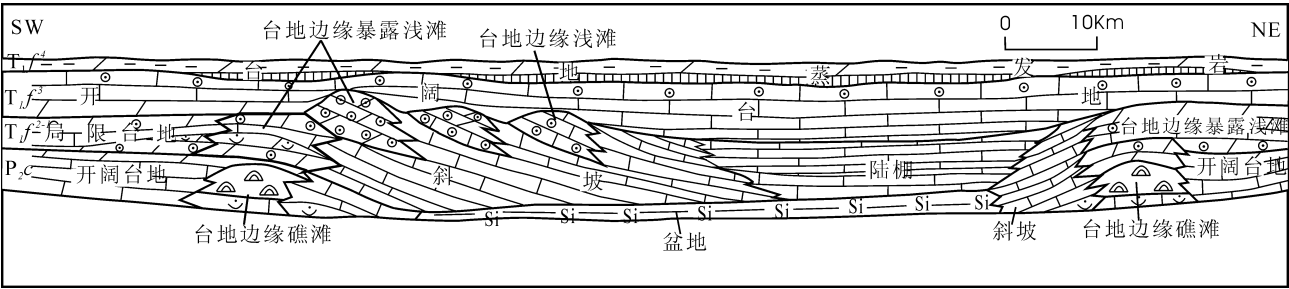


图 9 通南巴地区长兴组—飞仙关组沉积模式

Fig. 9 Sedimentary model of Changxing Formation—Feixianguan Formation in Tongjiang—Nanjiang—Bazhong

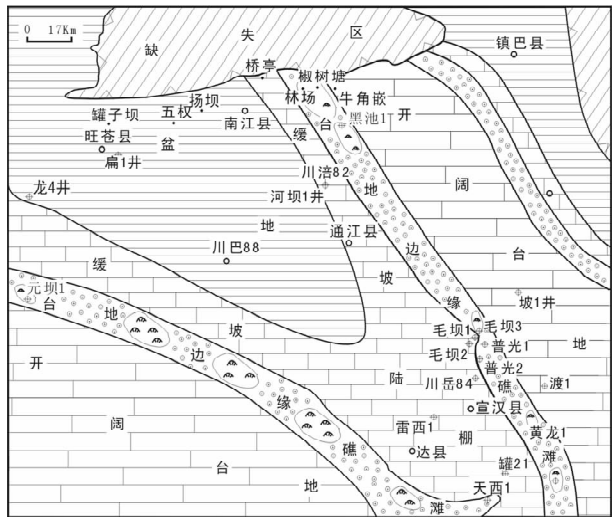


图 10 通南巴地区长兴期岩相古地理图

Fig. 10 Sedimentary facies ichnography of Changxing Formation in Tongjiang—Nanjiang—Bazhong area

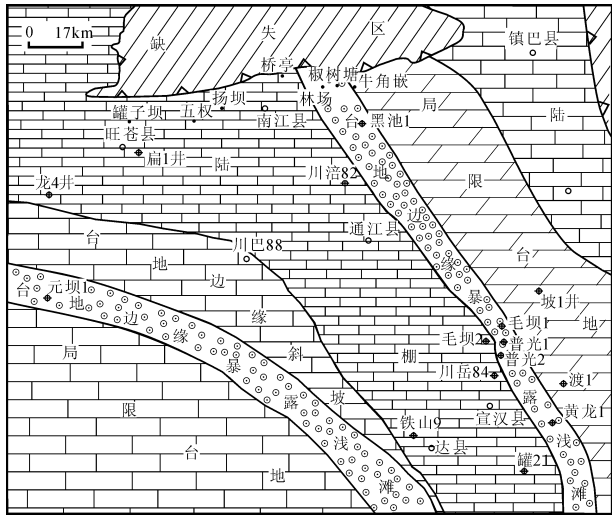


图 11 通南巴地区飞仙关组岩相古地理图

Fig. 11 Sedimentary facies ichnography of Feixianguan Formation in Tongjiang—Nanjiang—Bazhong area

地环境,属于整个四川盆地东北部碳酸盐台地的一部分,存在台地边缘礁滩相带,区域展布稳定(图 10、11)。长兴期,通南巴地区总体为对称模式,由开阔台地—台地边缘礁滩相带—缓斜坡相带—盆地相构成,而为不对称模式,浅滩相带非常发育,由局限台地相—台地边缘浅滩相带—缓斜坡相带—陆棚相构成。与达县—宣汉地区储层有利相带对比,认为通南巴地区长兴组和飞仙关组的台地边缘礁滩相带应做为重点勘探对象。

注 释

① 牟传龙,等. 2001. 四川盆地东北部二叠—侏罗系沉积与层序地层研究. 科研报告.

参 考 文 献

马永生,郭旭升,郭彤楼,黄锐,蔡勋育,李国雄. 2005a. 四川盆地普光大型气田的发现与勘探启示. 地质论评,51(4):477~480.
马永生,蔡勋育,李国雄. 2005b. 四川盆地普光大型气藏基本特征及成藏富集规律. 地质学报,79(6):858~865.
马永生,牟传龙,郭彤楼,等. 2005c. 川东北地区飞仙关组层序地层与储层分布. 矿物岩石,25(4):73~79.
马永生,牟传龙,郭彤楼. 2005d. 四川盆地东北部长兴组层序地层与储层分布. 地学前缘,12(3):179~185.
马永生,牟传龙,郭旭升,等. 2006a. 川东北地区长兴组沉积特征与沉积格局. 地质论评,52(1):25~29.
马永生,牟传龙,谭钦银,余谦. 2006b. 关于开江—梁平海槽的认识. 石油与天然气地质,27(3):326~331.
马永生,牟传龙,谭钦银,余谦,王瑞华. 2007. 达县—宣汉地区长兴组—飞仙关组礁滩相特征及其对储层的制约. 地学前缘,14(1):182~191.
牟传龙,谭钦银,王立全,余谦,等. 2003a. 四川宣汉盘龙洞晚二叠世生物礁古油藏的发现及其重要意义. 地质论评,49(3):315.
牟传龙,谭钦银,王立全,余谦. 2003b. 四川宣汉盘龙洞晚二叠世生物礁古油藏剖面序列. 沉积与特提斯地质,23(3):60~64.
牟传龙,谭钦银,余谦,王立全,王瑞华. 2004. 川东北地区上二叠统长兴组生物礁组成及成礁模式. 沉积与特提斯地质,24(3):56~71.
牟传龙,马永生,余谦,郭旭升,谭钦银,李国雄. 2005a. 四川通江诺水河二叠纪—三叠纪界线地层牙形石的发现. 地层学杂志,

29(4): 372~375.
牟传龙, 马永生, 王瑞华, 等. 2005b. 川东北地区上二叠统盘龙洞
生物礁成岩作用研究. 沉积与特提斯地质, 25(1~2): 198~
202.
Ma Yongsheng, Mou Chuanlong, Guo Xusheng. 2006a.

Sedimentary facies and distribution of the reservoir rocks from
the Feixianguan Formation in the Daxian—Xuanhan region,
northeastern Sichuan. Acta Geologica Sinica(English Edition),
80(1): 137~151.

**Sedimentary Model of the Changxing—Feixianguan Formations
in the Tongjiang—Nanjiang—Bazhong Area, Sichuan**

MOU Chuanlong¹⁾, MA Yongsheng²⁾, TAN Qinyin¹⁾, YU Qian¹⁾, WANG Ruihua¹⁾

1) Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu, Sichuan, 610082
2) Southern Exploration & Development Company; SINOPEC; Kunming, Yunnan, 650200

Abstract

The Tongjiang—Nanjiang—Bazhong area is an important exploration area of SINOPEC, with the main aim formations being the Permian Changxing Formation and the Triassic Feixianguan Formation. Because related geological data are limited, sedimentary model and spatial distributions of these two formations are rarely studied. It is known that sedimentary facies analysis is groundwork in the target selection of oil-gas exploration. Various work indicated that the area was developed with open platform facies, ramp facies and basin facies. However, the ramp facies is not studied in detail, and the reef-bank on the edge of the platform is not confirmed. The paper makes use of outcrop and seismic data to establish a sedimentary model of the Changxing-Feixianguan formations in the Tongjiang—Nanjiang—Bazhong area. As a result, a reef-bank on the edge of platform facies is confirmed in the area, which requires special attention from the oil-gas exploration department.

Key words: Changxing-Feixianguan Formations; reef-bank on the edge of the platform; sedimentary model; Tongjiang—Nanjiang—Bazhong area, Sichuan