

文章编号: 0253-9985(2006)03-0332-08

川东北地区长兴组-飞仙关组礁滩相储层预测

刘殊^{1,2}, 唐建明², 马永生³, 赵爽⁴

(1. 中国地震局地质研究所, 北京 100021; 2. 中国石油化工股份有限公司西南分公司, 四川 德阳 618000; 3. 中国石油化工股份有限公司南方勘探开发分公司, 云南 昆明 650200; 4. 成都理工大学能源学院, 四川 成都 610059)

摘要: 普光气田有典型的台地边缘斜坡相沉积, 在斜坡上沉积大型礁滩相储层, 礁滩相储层出现比较明显的烟囱效应——地震剖面表现为波阻杂乱和中断, 出现下拉。通过对已知气田分析建立起储层预测方法, 在川东北地区进行全面的储层预测应用。研究发现, 通南巴构造带上的马路背构造和苍溪九龙山构造存在典型的台地边缘相层序地层特征。预测的苍溪礁滩相具有典型的进积型层序地层特征, 在地震剖面上并且具有可靠的波组下拉现象。预测苍溪一带有可能存在一个特大型长兴组-飞仙关组礁滩相气田。马路背礁滩相层序地层特征和普光气田基本上相同, 为一个斜坡带, 其上可能发育大型礁滩相储层, 预测可能为一个大型气藏。

关键词: 烟囱效应; 下拉现象; 地震相; 层序地层; 鲕粒滩; 生物礁滩相; 川东北地区

中图分类号: TE111.3 **文献标识码:** A

**Prediction of reef and shoal facies reservoirs in
Changxing- Feixianuan Formations in
northeastern Sichuan basin**

Liu Shu^{1,2}, Tang Jianming², Ma Yongsheng³, Zhao Shuang⁴

(1. Geological Institute of Earthquake Administrative Bureau of China, Beijing 100021; 2. Southwest Division Company, SINOPEC, Deyang, Sichuan 618000; 3. Southern Exploration and Development Division Company, SINOPEC, Kunming, Yunnan 650200; 4. Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan 610059)

Abstract Puguang gas field has typical slope facies on platform margin. Large reef and shoal facies reservoirs have been deposited on the slope with relatively obvious chimney effect, i.e. chaotic and disrupted wave groups with push-down shape. The reservoir prediction method has been developed on the basis of analyzing the known gas fields. It is then used to make a comprehensive prediction of the reservoirs in northeastern Sichuan basin. It is found that the Malubei structure in Tongnanba structural zone and Jiulongshan structure in Cangxi County show the characteristics of typical sequence stratigraphy of platform margin facies. The predicted Cangxi reef and shoal facies show the characteristics of typical progradational sequence stratigraphy with reliable push-down. It is predicted that there would possibly be a super large reef and shoal facies gas field in Changxing- Feixianuan Formations in Cangxi area. The sequence stratigraphic characteristics of the Malubei reef and shoal facies are basically the same with that in Puguang gas field, i.e. a slope zone where large reef and shoal facies reservoirs would have been developed. It is therefore predicted that there would be a large gas reservoir.

收稿日期: 2006-04-26

第一作者简介: 刘殊 (1962-), 男, 高级工程师、博士生, 油气地震勘探

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40472110)

Key words chimney effect; push-down; seismic facies; sequence stratigraphy; oolitic shoal; organic reef and shoal facies; northeastern Sichuan

普光气田为近年来中国南方海相碳酸盐岩油气勘探的重大成果之一,它是一个受构造与岩性双重控制的气田,储层由长兴组生物礁滩相储层与下三叠统飞仙关组鲕滩相储层构成。其岩性为礁、滩型溶孔白云岩,最大厚度达到 200~ 300 m,最高孔隙度为 15%。它是近年来发现的最好储层^[1~ 5]。总结其勘探历程,储层预测技术是区内勘探成功的关键^[6~ 11]。

川东北地区长兴组- 飞仙关组沉积相研究^[12~ 17]表明,区内存在一个 NW 向的“凹槽”(图 1)。王一刚等人将这个凹槽称为广旺海槽- 开江梁平海槽^[13]。在海槽(或者台盆)的东北斜坡区,目前已经发现的礁滩相气藏有普光、黄龙场、云安、天东、黄泥塘、铁山等多个大、中型气藏(图 1)。这些气藏具有明显的层序地层学特征和气烟囱效应及波阻下拉现象。本文总结这些地震响应特征,分析未知的“甜点”,预测新的可能的天然气

勘探目标。

1 长兴组- 飞仙关组礁滩相预测方法

1.1 层序地层学特征及分析方法

碳酸盐岩地层能够发育为孔隙度和渗透率较好的储层,有利的原生沉积类型十分关键。碳酸盐岩储层研究表明^[11],储层的发展受到整个地质历史的控制。其中,早期的溶蚀淋滤作用、白云岩化作用以及油气富集过程的溶蚀作用,对储层都起着重要的建设性作用。一般而言,早期白云岩化、后期溶蚀作用是储层发育的有利因素。因此,台地边缘的鲕粒滩、生物礁建隆最有可能成为比较优质的储层^[11, 15](图 2)。从沉积相带模式分析(图 2a),由于海平面的升降,高能相带容易暴露,白云岩化作用、溶蚀作用都相对发育,地层孔隙度

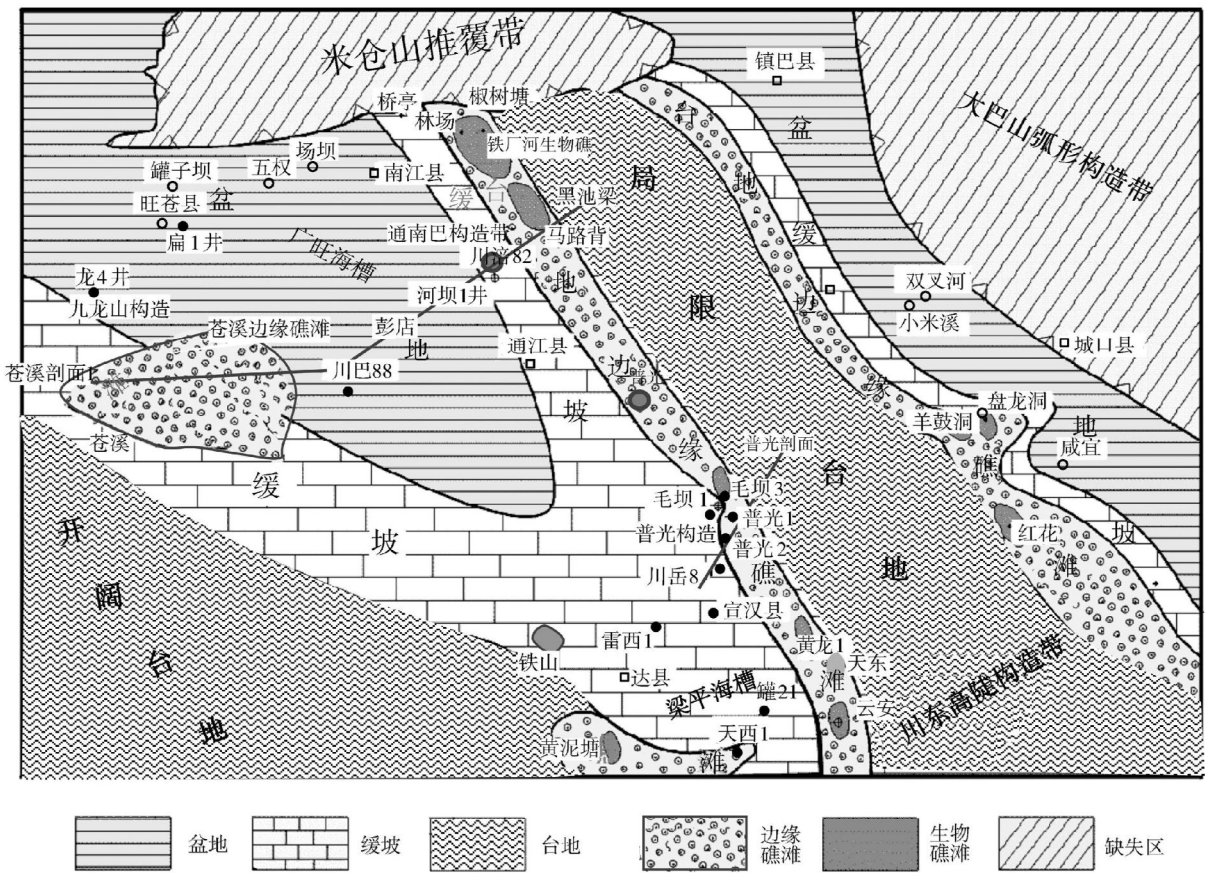


图 1 川东北地区长兴期沉积相^[18]

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

剖面大多是茅口组顶面反射拉平的结果。

1.2 地震响应特征及形成机理

王一刚等人将长兴组生物礁的地震相模式归结为长兴组内加厚型、长兴组顶部反射变异型和长兴组内部反射变异型 3 类^[13]。从理论上分析,除了地震相特征外,礁滩相上方或者下方都应当出现烟囱效应,一般都有下拉现象。应用烟囱效应、下拉现象,结合地震相特征,可以比较可靠地预测到大型气藏的位置。

烟囱效应也称为烟囱构造、气烟囱,是地震剖面上的地震模糊带,在国内外海相盆地大量出现^[20~23],是大型气藏的典型标志。如图 2、图 3 所示,生物礁滩外形为丘形、透镜状,内部具块状构造,礁滩的岩石力学性质与周围灰岩、泥质灰岩形成明显区别。2003 年在铁厂河生物礁做了系统采样,岩石物性测试数据如下:礁灰岩的剪切模量为 33 GPa、杨氏模量为 80 GPa,围岩如果是微晶灰岩,剪切模量为 26 GPa、杨氏模量为 70 GPa,围岩如果是泥质灰岩,剪切模量为 13 GPa、杨氏模量为 42 GPa。从力学性质分析,礁灰岩比围岩,尤其是含泥质的灰岩更“硬”。这样的岩性异常体在构造变形中必然形成力学尖点,在构造运动比较强烈的川东北地区将产生以下几种效果。

1) 生物礁滩内部裂缝非常发育。力学计算以及试验结果表明,在塑性的地层中夹有相对刚

性的岩性体,刚性岩性体内应力得到大幅度增加^[24],增加的幅度和岩性差异有关,同时还和岩性体体积差异有关(长、宽、高比值和体积大小)。这一原因使得礁滩灰岩内部的裂缝比较发育,一般情况下会造成生物礁下方形成一个地震模糊带(如黄龙场)^[18]。

2) 在沉积相比较低的部位,生物礁滩的围岩必然是泥质含量较重的泥质灰岩,这样礁滩相灰岩就比围岩更加“硬”,在构造隆起过程中必然向上顶起,从而形成穿刺效应。这和莺歌海的泥岩底辟作用有些类似^[20]。在礁滩相气藏上方,多数时候能够见到一定幅度的凸起,小断层、裂缝非常发育(如普光构造)。礁滩相上方经常见到烟囱效应。

3) 由于力学性质突变,礁滩相两侧断层非常发育。

以上描述的效果可以用一个模拟试验表述(图 3a)^[25]。模拟试验中,由于较为刚性的地质体的存在,异常体附近的地层首先发生褶皱,异常体两端出现断层、上方凸起;随着挤压增强,在异常体附近褶皱变形最强、断层最发育,异常体上方凸起十分明显。模拟试验的结果和实际生物礁构造演化过程是一致的(图 3b)。生物礁实际的构造演化表明,生物礁通常发育在构造高部位,礁两侧、内部断层特别发育;随着构造发育,生物礁向上顶起,由于生物礁比围岩硬度大,必然形成穿刺现象,在礁的上方形成凸起。

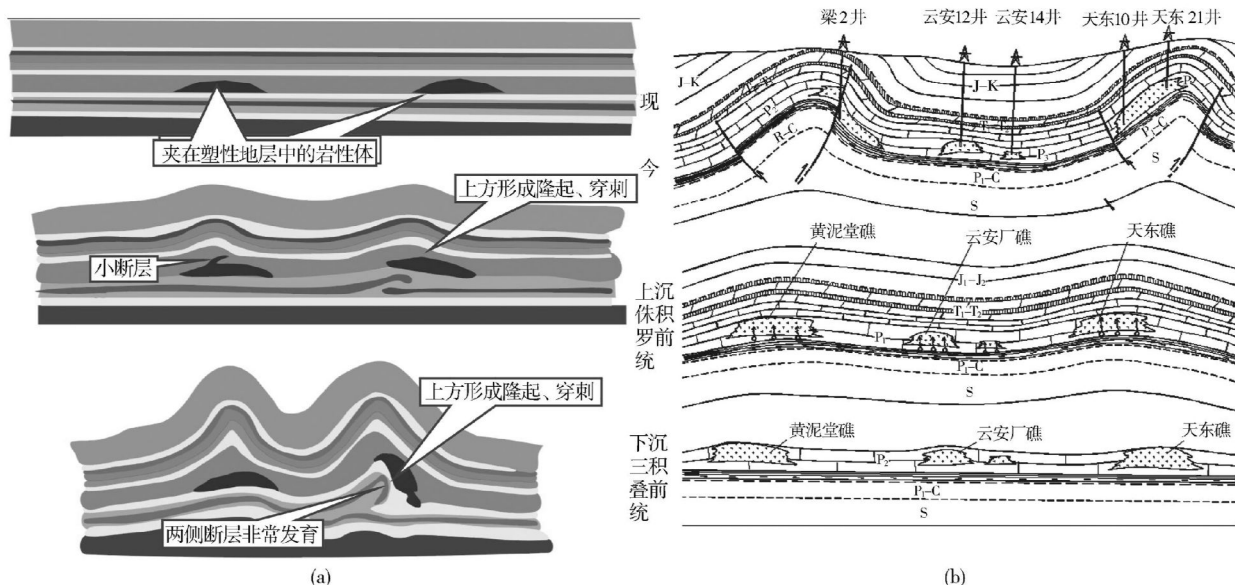


图 3 塑性地层中刚性岩性体构造变形模拟试验 a)和实际生物礁滩构造演化过程 b)对比^[1,25]

Fig. 3 Simulation experiment of structural deformation of rigid lithosome in plastic strata (a) vs real structural evolution of organic reef and shoal facies (b)

黄捍东等人的实验结果证明^[26], 裂缝张开度减小 7 μm , 则地震波速度增加 4%、振幅增加 1 274%。因此裂缝、断层越发育, 必然是振幅越小、速度越低。其中, 振幅变化的程度非常大。川东北构造形变较强, 礁上方和下方小断层、裂缝都必然非常发育, 油、气、水随后充填在这些裂缝断层中, 因此礁滩相气藏易形成烟囱效应。

2 普光气田地震特征

20 世纪 80 年代, 在普光构造高部位钻探有川岳 83、川岳 84 等井, 在长兴组—飞仙关组钻遇泥灰岩, 都没有获得工业性油气流。在此之后的很长时间内, 没有找到储层的分布规律, 钻探活动沉寂了很长时间。近年来普光构造取得重大突破, 其中普光 2 井在飞仙关组钻遇的储层厚度有 331.1 m, 长兴组钻遇的储层有效厚度为 64.4 m, 平均孔隙度为 7.7%。测试获得很高的工业产能。

分析地震剖面, 层序地层特征、烟囱效应都比较明显(图 4)。

a) 烟囱效应明显(图 4a)。由于瞬时振幅对表达断层、波组中断效果突出, 烟囱效应一般都用瞬时振幅表达。从瞬时振幅可以看到, 礁滩下方出现波组下拉现象, 滩体上方地震波组比较杂乱、有很多中断。下拉现象是裂缝发育带造成速度降低形成的; 礁的上方波组中断、杂乱, 这是由于滩体向上穿刺作用造成的。滩体边缘还发育一条较大的断层, 是滩体边缘应力集中形成的。

和滩体相比, 生物礁的烟囱效应更加突出。在黄龙场、云安、铁山坡生物礁滩气藏以及建南生物礁气藏附近, 都能见到气藏形成的烟囱现象^[8 13 27]。在已知的生物礁中, 以黄龙场生物礁^[8]、建南生物礁^[27]烟囱效应最为突出。生物礁在地层中岩石力学性质相差较大、体积突出(图 3), 更容易形成应力集中, 裂缝、断层更加发育, 礁的烟囱效应就更加突出。

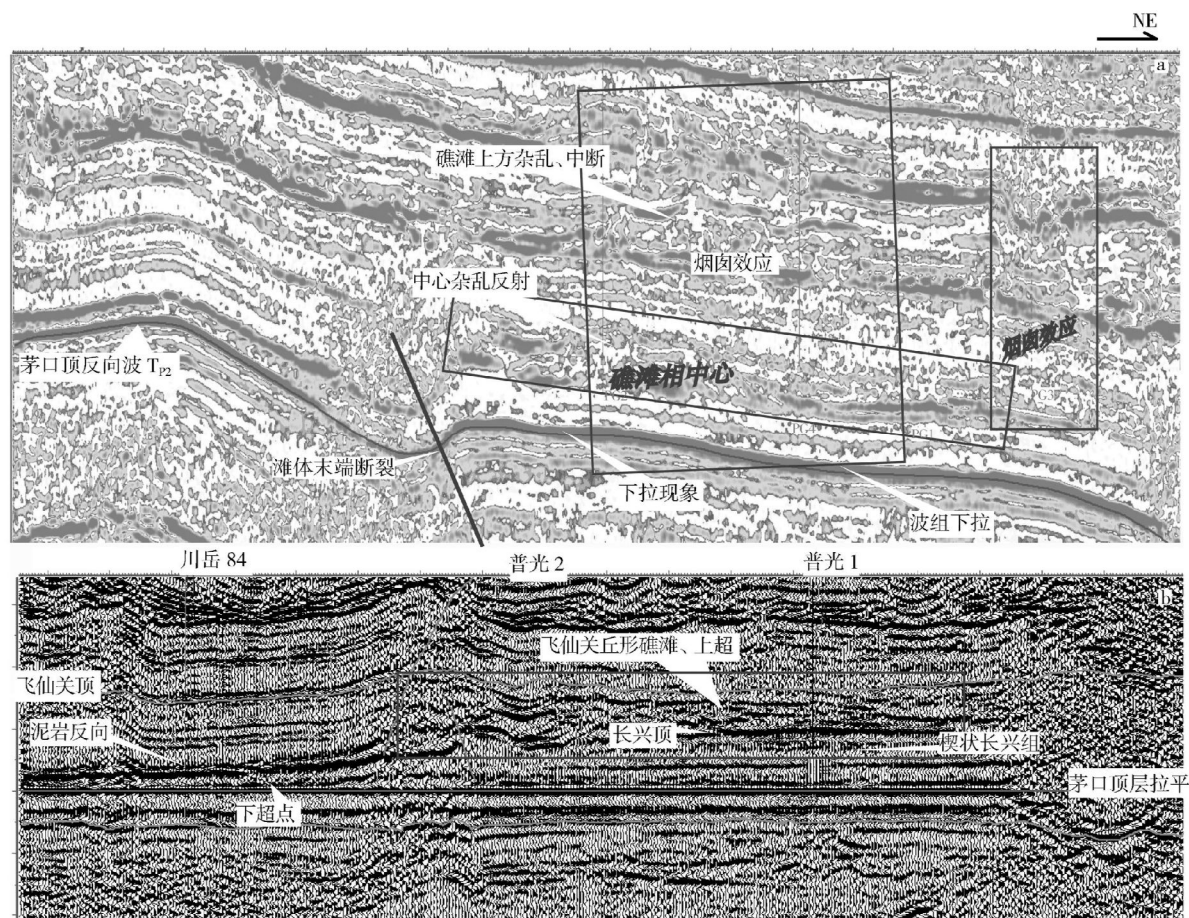


图 4 普光构造的烟囱效应(瞬时振幅剖面) a)和礁滩相层序地层特征(茅口组顶部反射拉平, 位置见图 1) b)

Fig. 4 Chimney effect in Puguang structure (instantaneous amplitude profile) (a) and sequence stratigraphic characteristics of reef and shoal facies (reflection flattening on top of Maokou Formation) (b)

b) 有典型的层序地层学特征 (图 4b)。拉平下二叠统茅口组顶部反射, 长兴组顶面反射是一个斜坡, 长兴组呈现一个楔形, 厚度变化非常明显。长兴组顶部反射是一个亮点, 是高孔隙度礁盖引起的反射。飞仙关组反射呈现丘形, 在长兴组顶面反射上呈现上超现象。

3 一个特大型气藏预测

九龙山构造是一个圈闭幅度达到 1 800 m 以上的大型构造, 构造完整, 保存条件好, 比较容易分析沉积相特征。在构造主体部位 1986 年完钻的龙 4 井, 在上二叠统钻遇地层是大隆组、长兴组和龙潭组 (大隆组和长兴组为同时异相地层)。龙 4 井在长兴组内钻遇 12 m 厚的生物碎屑滩, 其余的泥质灰岩中也夹有生物碎屑, 表明龙 4 井沉积相位于浅滩附近 (图 1), 附近应当存在礁滩相。根据层序地层特征和烟囱效应, 在九龙山构造南侧, 苍溪一带发现一个特大型的具台地边缘相特

征的地震异常体, 在预测的礁滩相上方、下方发现明显的烟囱效应, 并且有下拉现象。图 5 是横穿广旺海槽的地震剖面。各种特征指示, 苍溪一带可能存在一个大型, 甚至特大型气藏 (图 5 图 6)。

a) 层序地层特征明显。基底拉平后的纵向剖面上, 沉积厚度变化非常明显。苍溪 (图 5a)、马路背 (图 5c 局部放大) 对称出现一系列的斜交反射, 其中苍溪礁滩相的顶积层反射非常明显。地震相特征和图 2 表现的层序地层模式特征基本相同, 为典型台地边缘相反射模式。苍溪礁滩相进积反射表明, 长兴组末期可能是一个水退过程。马路背构造上底超现象比较突出 (图 5c), 层序地层特征和普光构造几乎一样 (图 4), 预测礁滩相的中心在黑池梁一带。目前已经有两口探井同时在施工中, 期待见到好的油气显示。

b) 具有典型的烟囱效应。图 5b 是没有拉平的瞬时振幅剖面 (局部放大), 可以见到明显的烟囱效应。礁滩上方、下方都出现强波变弱、中断以及杂乱现象。除了反射波中断、杂乱, 特别明显的

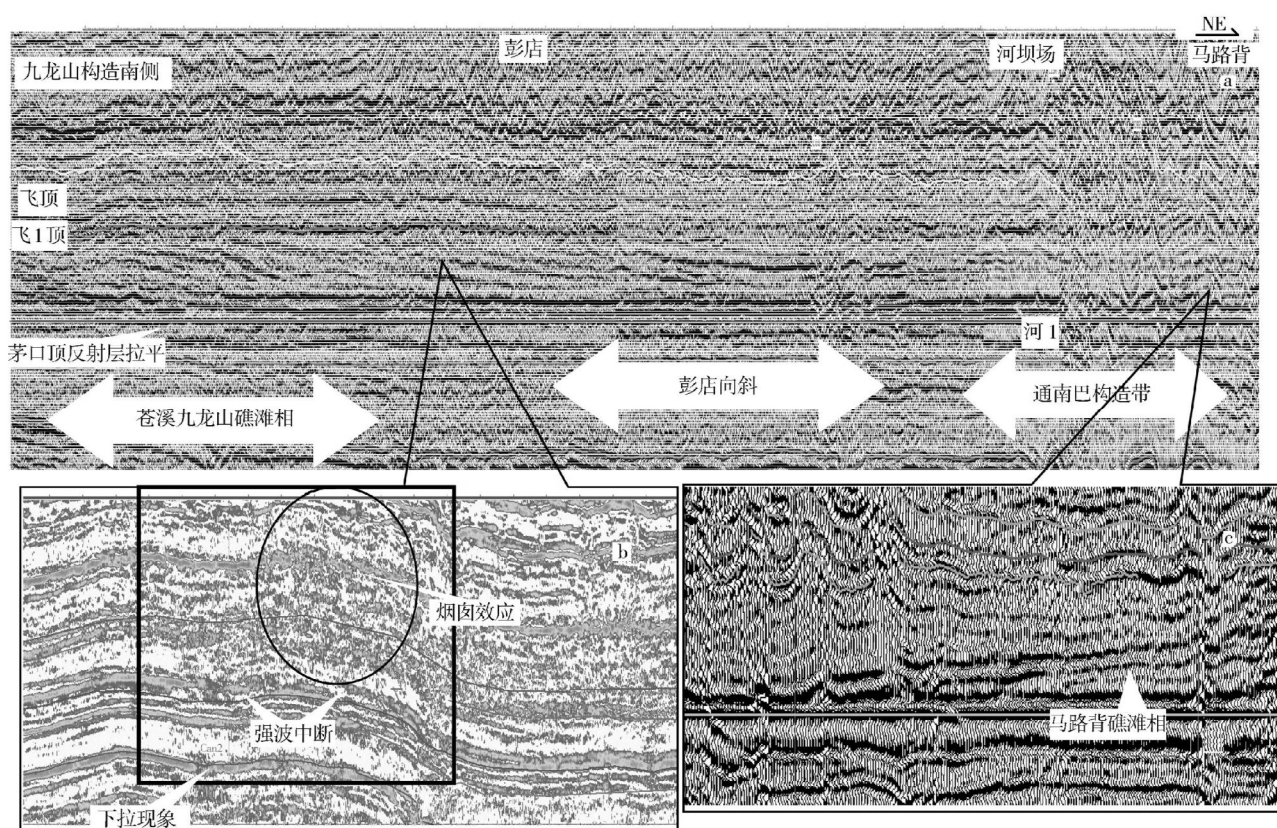


图 5 苍溪九龙山-马路背构造礁滩相层序地层特征 (位置见图 1) a) 礁滩相烟囱效应和下拉现象 (未拉平瞬时振幅) b) 和马路背礁滩相局部放大 c)

Fig. 5 Sequence stratigraphic features of reef and shoal facies in Changxi and Jiulongshan-Malubei structures (a), chimney effect and push-down of reef and shoal facies (instantaneous amplitude before flattening) (b), and local enlarged view of Malubei reef and shoal facies (c)

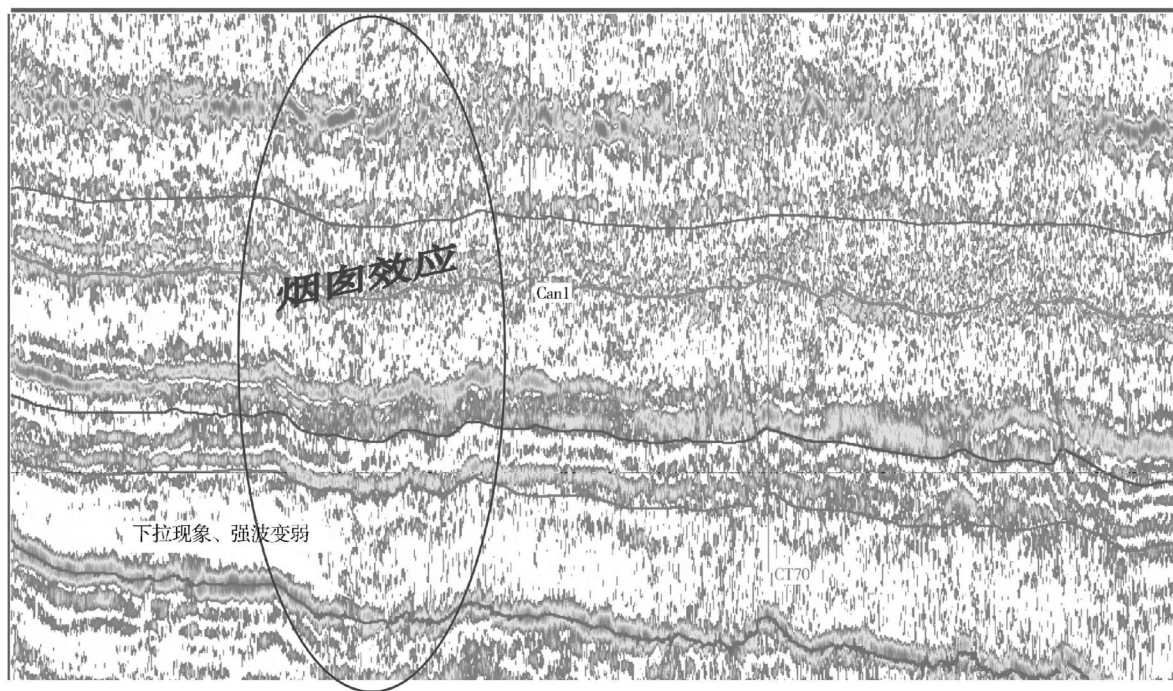


图 6 苍溪礁滩相的下拉现象

Fig 6 Push-down of Changxi reef and shoal facies

是下拉现象,下拉规模超过普光气田。从构造形成机理分析,背斜构造顶部一般都是向上顶起的;而苍溪背斜顶部向下凹。这个下拉现象具有非常好的可靠性,在平行的地震剖面上都能见到,并且下拉幅度相当可观(图 6)。图 6 是一条和图 5 平行的邻线,相距 4 km,下拉现象、烟囱效应更加突出。异常特征都能够互相印证,很可能是真实地质特征的地震响应。

长兴组-飞仙关组气藏的成藏模式较好是比较清楚的^[15 16]。苍溪一带构造完整,几乎没有断层,保存条件较好。苍溪礁滩相更加靠近生烃中心,烃源条件更好。构造幅度巨大,为油气运聚有利指向;有优质储层,就有可能成藏。从目前地震资料分析,马路背构造的礁滩相规模和普光构造的礁滩相规模大致相当,而苍溪礁滩相平面上的规模有 7~8 个普光的异常面积,厚度比普光礁滩相异常的时间厚度厚 2 倍左右。对比图 4 和图 6 可以看到,苍溪礁滩相附近的波阻下拉规模远远超过普光气田,因此预测苍溪可能发现特大型气田。

4 结束语

1) 普光气田发育典型的台地边缘层序地层

样式。通过其层序地层样式,可以预测有利相带。在广旺海槽两侧,对称发育典型的台地边缘相带,预测为大型礁滩相储层发育带。通南巴构造带的马路背构造有可能发现大型礁滩相气藏,苍溪一带有可能发现一个特大型礁滩相气藏。

2) 烟囱效应是礁滩相储层的典型地震响应特征。生物礁和围岩差异大,烟囱效应明显;滩相和围岩相差较小,烟囱效应不如生物礁。在构造形变中,礁滩相控制了构造形变过程,在礁的上方通常形成一个凸起。礁滩相附近通常裂缝、断层都比较发育,必然造成反射波杂乱反射及下拉现象,是礁滩相储层和气藏重要的识别标志。

参 考 文 献

- 1 王一刚,张静,杨雨,等. 四川盆地东部上二叠统长兴组生物礁气藏形成机理[J]. 海相油气地质, 2000 5(1-2): 145~152
Wang Yigang, Zhang Jing, Yang Yu, et al. A formation mechanism of Upper Permian Changxing reef gas reservoirs in the eastern part of Sichuan basin[J]. Marine Origin Petroleum Geology, 2000 5(1-2): 145~152
- 2 吴熙纯,刘效曾,杨仲伦,等. 川东上二叠统长兴组生物礁控储层的形成[J]. 石油与天然气地质, 1990 11(3): 283~297
Wu Xichun, Liu Xiaozeng, Yang Zhonglun, et al. Formation of reef-bound reservoirs of Upper Permian Changxing Formation in East Sichuan[J]. Oil & Gas Geology, 1990 11(3): 283~297
- 3 王一刚,文应初,张帆. 川东地区上二叠统长兴组生物礁分布

- 规律[J]. 天然气工业, 1998, 18(6): 11~15
- Wang Yigang Wen Yingchu Zhang Fan Distribution law of the organic reefs in Changxing Formation of Upper Permian in East Sichuan[J]. Natural Gas Industry, 1998, 18(6): 10~15
- 4 牟传龙, 谭钦银, 余谦, 等. 川东北地区上二叠统长兴组生物礁组成及成礁模式[J]. 沉积与特提斯地质, 2004, 24(3): 65~71
Mou Chuanlong Tan Qinyin Yu Qian et al The organic reefs and their reef-forming model for the Upper Permian Changxing Formation in northeastern Sichuan[J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2004, 24(3): 65~71
 - 5 刘岭山. 川东-鄂西晚二叠世长兴期隐伏礁体预测初议[J]. 石油与天然气地质, 1993, 14(2): 161~163
Liu Lingshan Discussion on prediction of Late Permian Changxing concealed reefs in eastern Sichuan-western Hubei[J]. Oil & Gas Geology, 1993, 14(2): 161~163
 - 6 孙建库, 朱仕军, 沈昭国. 碳酸盐岩储层地震横向预测[M]. 石油工业出版社, 2005, 1~80
Sun Jianku Zhu Shijun Shen Zhaoguo The breadthwise seismic forecasting of carbonate reservoir[M]. Beijing Petroleum Industry Press, 2005, 1~80
 - 7 王罗兴, 谢芳. 川东北飞仙关组鲕滩气藏地震响应特征及勘探展望[J]. 天然气工业, 2000, 20(5): 26~28
Wang Luoxing Xie Fang Seismic response characteristics and exploration prospects of the oolitic beach gas reservoirs in Feixianguan Formation in northeast Sichuan[J]. Natural Gas Industry, 2000, 20(5): 26~28
 - 8 刘海林, 徐明华, 李灿平. 川东黄龙场构造长兴组生物礁分布地震预测研究[J]. 物探化探计算技术, 2002, 24(2): 107~110
Liu Hailin Xu Minghua Li Canping Reef of P_2ch (Changxing Period) of Huanglongchang contitition in eastern Sichuan basin[J]. Computing Techniques for Geophysical and Geochemical Exploration, 2002, 24(2): 107~110
 - 9 刘殊, 甘其刚. 海相及湖相碳酸盐岩储层预测——层序地层学技术在储层预测中的应用[J]. 石油物探, 2003, 42(2): 169~178
Liu Shu Gan Qigang Prediction for carbonate reservoirs of marine or lacustrine facies application of sequence stratigraphy in reservoir prediction[J]. Geophysical Prospecting for Petroleum, 2003, 42(2): 169~178
 - 10 刘殊, 甘其刚. 碳酸盐岩沉积相分析在飞仙关组鲕粒滩储层预测中的应用[J]. 勘探地球物理进展, 2003, 26(3): 190~198
Liu Shu Gan Qigang Application of carbonate sedimentary facies analysis in the prediction of oolitic reservoir of Feixianguan Formation[J]. Progress in Exploration Geophysics, 2003, 26(3): 190~198
 - 11 强子同. 碳酸盐岩储层地质学[M]. 山东东营: 石油大学出版社, 1998, 381~385
Qiang Zitong Carbonate reservoir geology[M]. Dongying Shandong Petroleum University Press, 1998, 381~385
 - 12 魏国齐, 陈更生, 杨威, 等. 四川盆地北部开江-梁平海槽边界及特征初探[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(1): 99~105
Wei Guoqi Chen Gengsheng Yang Wei et al Preliminary study of the boundary of Kaijiang-Liangping trough in northern Sichuan basin and its characteristics[J]. Oil & Gas Geology, 2006, 27(1): 99~105
 - 13 王一刚, 陈盛吉, 徐世琦. 四川盆地古生界-上元古界天然气成藏条件及勘探技术[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001, 67~78
Wang Yigang Chen Shengji Xu Shiqi The formation condition and the prospecting technology of the gas reservoir in Paleozoic and Upper Proterozoic in Sichuan basin[J]. Beijing Petroleum Industry Press, 2001, 67~78
 - 14 四川油气区石油地质志编写组. 中国石油志——四川油气区[M]. 北京: 石油工业出版社, 1989, 96~108
Compiling Group of Petroleum Geology in Sichuan Petroliferous Region Petroleum geology of China—the region of Sichuan basin[M]. Beijing Petroleum Industry Press, 1989, 96~108
 - 15 马永生, 傅强, 郭彤楼. 川东北地区普光气田长兴-飞仙关气藏成藏模式与成藏过程[J]. 石油实验地质, 2005, 27(5): 455~460
Ma Yongsheng Fu Qiang Guo Tonglou Pool forming pattern and process of the Upper Permian to Lower Triassic the Puguang gas field Northeast Sichuan basin, China[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2005, 27(5): 455~460
 - 16 蔡立国, 饶丹, 潘文蕾. 川东北地区普光气田成藏模式研究[J]. 石油实验地质, 2005, 27(5): 462~467
Cai Liguang Rao Dan Pan Wenlei The Evolution model of the Puguang gas field in northeast of Sichuan[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2005, 27(5): 462~467
 - 17 魏国齐, 刘德来, 张林. 四川盆地天然气分布规律与有利勘探领域[J]. 天然气地球科学, 2005, 16(4): 437~442
Wei Guoqi Liu Delai Zhang Lin The exploration region and natural gas accumulation in Sichuan basin[J]. Natural Gas Geoscience, 2005, 16(4): 437~442
 - 18 汪泽成, 赵文智, 张林, 等. 四川盆地构造层序与天然气勘探[M]. 北京: 地质出版社, 2002, 1~140, 220~235
Wang Zecheng Zhao Wenzhi Zhang Lin et al The structure sequence and the gas reservoir prospecting in Sichuan basin[M]. Beijing Geological Publishing House, 2002, 1~140, 220~235
 - 19 许效松, 刘宝珺, 赵玉光. 上扬子西缘二叠纪-三叠纪层序地层与盆山转换耦合[M]. 北京: 地质出版社, 1997, 9~19
Xu Xiaosong Liu Baojun Zhao Yuguang The Permian and Triassic sequence stratigraphy and the basin-mountain transforming in West Yangtze[M]. Beijing Geological Publishing House, 1997, 9~19
 - 20 张为民. 东海陆架盆地西南部烟岗构造与油气运集关系研究[D]. 北京: 中国科学院博士学位论文, 2001, 1~150
Zhang Weinong The gas chimney structure and its relationship with hydrocarbon migration-accumulation in the southwestern shelf basin, East China Sea[D]. Beijing Chinese Academy of Science, 2001, 1~150

- Xie Zengye, Li Jian, Shan Xiuqin, et al. Reservoir process and accumulation efficiency of Feixianguan Formation gas pool in LuoJiazhai northeast Sichuan basin [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(6): 765– 769
- 8 Machell H G, Krouse H R, Sassen R. Products and distinguishing criteria of bacterial and thermochemical sulfate reduction [J]. Applied Geochemistry, 1995, 10(4): 373– 389
- 9 Sofer Z. Stable carbon isotope composition of crude oils application to source depositional environments and petroleum alteration [J]. AAPG Bulletin, 1984, 68(1): 31– 49
- 10 蔡勋育, 韦宝东, 赵培荣. 南方海相烃源岩特征分析 [J]. 天然气工业, 2005, 25(3): 20~ 22
- Cai Xunyu, Wei Baodong, Zhao Peirong. Characteristics of the marine hydrocarbon source rocks in South China [J]. Natural Gas Industry, 2005, 25(3): 20– 22
- 11 沃玉进, 肖开华, 周雁, 等. 中国南方海相层系油气成藏组合类型与勘探前景 [J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(1): 11~ 16
- Wu Yujin, Xiao Kaihua, Zhou Yan, et al. Types of marine plays in southern China and exploration prospects [J]. Oil & Gas Geology, 2006, 27(1): 11– 16
- 12 McCaffrey M A, Moldovan JM, Lipton P A, et al. Paleoenvironmental implications of novel C₃₀ steranes in Precambrian to Cenozoic age petroleum and bitumen [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1994, 58(1): 529– 532
- 13 Blanc P, Connan J. Origin and occurrence of 25-norhopanes: a statistical study [J]. Organic Geochemistry, 1992, 18(6): 813– 828
- 14 范善发, 周中毅, 韩林, 等. 塔里木古地温与油气 [M]. 北京: 科学出版社, 1990, 52~ 55
- Fan Shanfa, Zhou Zhongyi, Han Lin, et al. Paleotemperature and oil & gas in Tarim basin [M]. Beijing Science Press, 1990, 52– 55

(编辑 李 军)

(上接第 339 页)

- 21 解习农, 李思田, 胡祥云, 等. 莺歌海盆地底辟带热流体输导系统及其成因机制 [J]. 中国科学, 1999, 44(7): 247~ 256
- Xie Xinong, Li Sitian, Hu Xiangyun, et al. The hydrothermal conveying system and its formation mechanism of diapiric zone in Yinggehai basin [J]. Science in China, 1999, 44(7): 247– 256
- 22 Calkwell J. Marine multicomponent seismology [J]. The Leading Edge, 1999, 18(11): 1 274– 1 288
- 23 Kommedal J H, Ackers M, Gunnar P. Processing the Hod 3D multicomponent OBS survey: comparing parallel and orthogonal acquisition geometries [J]. The Leading Edge, 2002, 21(8): 795– 802
- 24 周文. 裂缝性油气储集层评价方法 [M]. 成都: 四川科技出版社, 1998, 39~ 60
- Zhou Wen. The evaluation method of fractured reservoirs [M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 1998, 39– 60
- 25 钟嘉猷. 试验构造地质学及其应用 [M]. 北京: 科学出版社, 1998, 201~ 218
- Zhong Jiayou. Experimental tectonic and its application [M]. Beijing Science Press, 1998, 201– 218
- 26 黄捍东. 碳酸盐岩裂缝油气预测的地球物理方法研究 [D]. 成都: 成都理工学院博士学位论文, 2000, 23~ 27
- Huang Handong. Study of geophysical prospecting method for predicting oil and gas in fractured carbonates [D]. Chengdu: Chengdu Technology University, 2000, 23– 27
- 27 刘殊, 杨继友. 一个可能的生物礁预测 [J]. 石油物探, 2004, 43(1): 20~ 25
- Liu Shu, Yang Jiyu. A possible organic reef [J]. Geophysical Prospecting for Petroleum, 2004, 43(1): 20– 25

(编辑 李 军)

“中国西部复杂油气藏地质与勘探技术研讨会”在长沙召开

“中国西部复杂油气藏地质与勘探技术研讨会”于 2006 年 5 月 14 日至 15 日在湖南长沙顺利召开。中国科学院院士王铁冠教授、中国工程院院士康玉柱教授应邀莅临大会, 并就“塔河油田油气成藏地球化学特征”和“新疆前陆盆地构造特征与油气分布”两个学术问题作了精彩发言。

在为期两天的会议上, 共有约 40 名专家、代表进行了大会发言, 就关心的热点问题展开了深入的讨论, 如: 多旋回盆地、前陆盆地演化以及复杂构造变形; 碎屑岩及碳酸盐岩的层序地层学、沉积模式; 二次生烃热模拟与再生烃源、碳酸盐岩生烃、油源对比以及复杂的油气成藏运聚模式; 喜马拉雅运动对油气成藏的影响; 特殊油气储层的成因及预测; 低阻砂岩储层以及碳酸盐岩缝洞型储层描述与评价等。

通过两天的交流和讨论, 本次会议达成了以下共识: 1) 中国西部无论是大型的多旋回叠合盆地、前陆盆地, 还是中、小型的山间盆地、残留盆地, 都蕴藏着丰富的油气资源, 但是资源的分布有待进一步研究落实; 2) 西部诸多盆地具有特色鲜明的成藏特征, 如多套烃源岩、丰富的储集岩石类型和多种类型的圈闭, 具备形成大、中型油气田的优越成藏条件, 但是盆地之间的相互差异较大; 3) 西部油气成藏富集规律虽然已从不同方面、不同层面进行了探讨和总结, 有效地指导了过去的勘探工作, 但理论的滞后性依然存在; 4) 西部的油气勘探评价技术已经成为西部勘探的战略问题, 技术的成功运用不仅有利于油气的发现, 也将促进理论的形成和完善, 但技术的成功运用特别需要跨学科的交流与合作; 5) 西部存在丰富的后备勘探目标, 勘探潜力巨大, 但对勘探风险的认识尚不充分, 圈闭的可靠性与有效性的分析评价都有待加强; 6) 更加清楚认识到西部盆地的复杂性, 也进一步明确了地质理论和勘探技术的努力方向。因此地质理论和勘探技术创新将是西部油气勘探取得重大突破的关键。

(包书景, 徐向华)