

川西新场气田蓬莱镇组有利储集砂体展布研究

李学明

吕正祥 黎从军

(西南石油地质局第二地质大队) (西南石油地质局研究院)

[内容提要] 川西新场气田蓬莱镇组次生气藏为岩性气藏,在蓬莱镇组砂、泥岩中,砂岩为最主要储层。通过对该气藏进行沉积相、储层及气层地震响应等特征的详细研究后,认为控制储层储集性好坏的主要因素是沉积微相。气藏内有利储集砂岩多属三角洲前缘河口砂坝、三角洲平原分流河道砂坝及河流相河道砂坝微相。有利储集砂体展布即与这三种微相展布一致。

关键词 川西 蓬莱镇组 沉积微相 储集性

川西新场气田蓬莱镇组(J_3p)气藏为大型次生气藏,气藏具有纵向上气层多,各气层在横向上分布特征各异等特点。气田内整个蓬莱镇组为陆相砂、泥岩沉积,断层、裂缝不发育,其主要储层为砂岩。要寻找气层,首先必须弄清砂岩的分布规律,然后结合储集性与沉积微相^[1],以及具特殊地震响应特征的含气砂体分布与沉积环境的关系^[2],获取有利储集砂体的展布规律。

1 沉积相

砂岩展布方向受沉积时环境控制,气田内蓬莱镇组属河流相—三角洲相—湖相沉积物。鉴于纵向上气层多,为更准确地认识各气层的展布规律,我们首先据大的相序把蓬莱镇组分为5个含气砂组,然后对主要的13个含气砂体(表1)分别进行沉积微相分析。

表1 新场气田 J_3p 含气砂组、砂体划分简表

Table 1 Division of the gas-bearing sandstone groups and sandstone bodies in the Upper Jurassic Penglaizhen Formation in the Xinchang gas field, western Sichuan

系	侏 罗 系													
统	上 统													
组	蓬 莱 镇 组 (J ₃ p)													
含气层系	J ₃ p ⁴	J ₃ p ³					J ₃ p ²					J ₃ p ¹		
含气砂组	A	B			C		D	E						
含气砂体	A ₁	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	C ₁	C ₂	D ₁	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
厚 度 (m)	223—292.5	155—202.5			64.5—126.5		117—171	125—167						

纵向上E砂组为河流相,到D砂组时水进为湖,在其沉积早期局部存在河流环境。进入C、B砂组后,沉积环境变为三角洲,其中 C_1 、 B_1 以三角洲前缘亚相为主,其它主要为三角洲

平原亚相。B 砂组沉积后,全区水退,沉积了河流相的 A 砂组。

认识了各砂组的环境特征后,工作中主要通过对区内 100 多口钻井进行详细的相序对比,结合砂体测井相、岩心沉积特征观察等,基本认识清楚了 A_1 — E_5 共 13 个砂体沉积时的环境分布特征。 E_5 — D_1 砂体沉积时为河流环境,砂岩主要分布在河道及决口扇中。 C_2 时为三角洲环境,砂体主要分布在三角洲平原分流河道中。从 C_1 — B_1 ,整个气田环境属三角洲,其中 C_1 、 B_1 砂体主要为三角洲前缘环境中的沉积物,从东北到西南,环境从平原亚相逐渐过渡到前缘亚相,到气田西南角为前三角洲泥岩,砂体不发育。这种变化趋势在测井相上反映也十分清晰,如图 1,从东北角 L_{12} 井—西南部 X_{52} 井, C_1 砂体由钟形河道砂岩变为漏斗形河口砂岩;至 Q_6 井时,砂岩粒度偏细,为远砂坝沉积;到 C_{209} 井时,相变为前三角洲粉砂质泥岩和泥岩互层,在测井曲线上表现为锯齿状。B 砂组中的 B_2 、 B_3 、 B_4 沉积时的储集砂岩则以三角洲平原分流河道沉积为主,仅在气田东南部为前缘亚相。进入 A 砂组后,环境水退为河流相,其中 A_1 砂体发育在东部河道中^[3]。

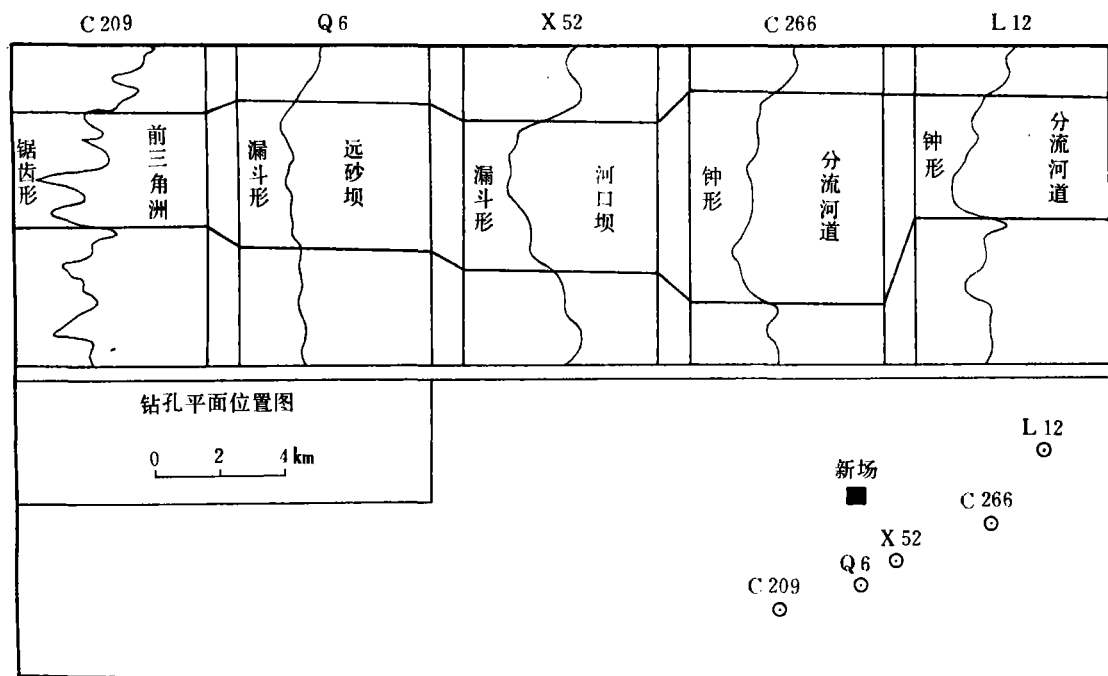


图1 C_1 砂体沉积时沉积环境变化图(测井相特征)

Fig.1 Well logs showing the variations in sedimentary environments during the deposition of the Early Carboniferous sandstone bodies in the Xinchang gas field, western Sichuan

2 含气砂体的地震响应

由于区内已知井多,我们对一些典型井进行了合成地震记录标定和 VSP 标定。从标定结果与已知井含气状况对比可知,含气层位具低频强振幅模式,岩性为砂岩。这种低频强振幅实际上是由于砂岩中含气,导致速度降低,密度变小的反映。据该模式追踪圈定出的含气层位为河道砂坝和河口砂坝。当相变为泥岩或砂泥岩互层时,地震剖面特征也发生明显变化如图 2,浅 19 井 C_1 砂体属分流河道微相,含气性好,其特征为低频强振幅;到川 215 井,地震响应特征为弱振幅,原因是河道砂岩相变为天然堤砂、泥岩互层,含气性变差。

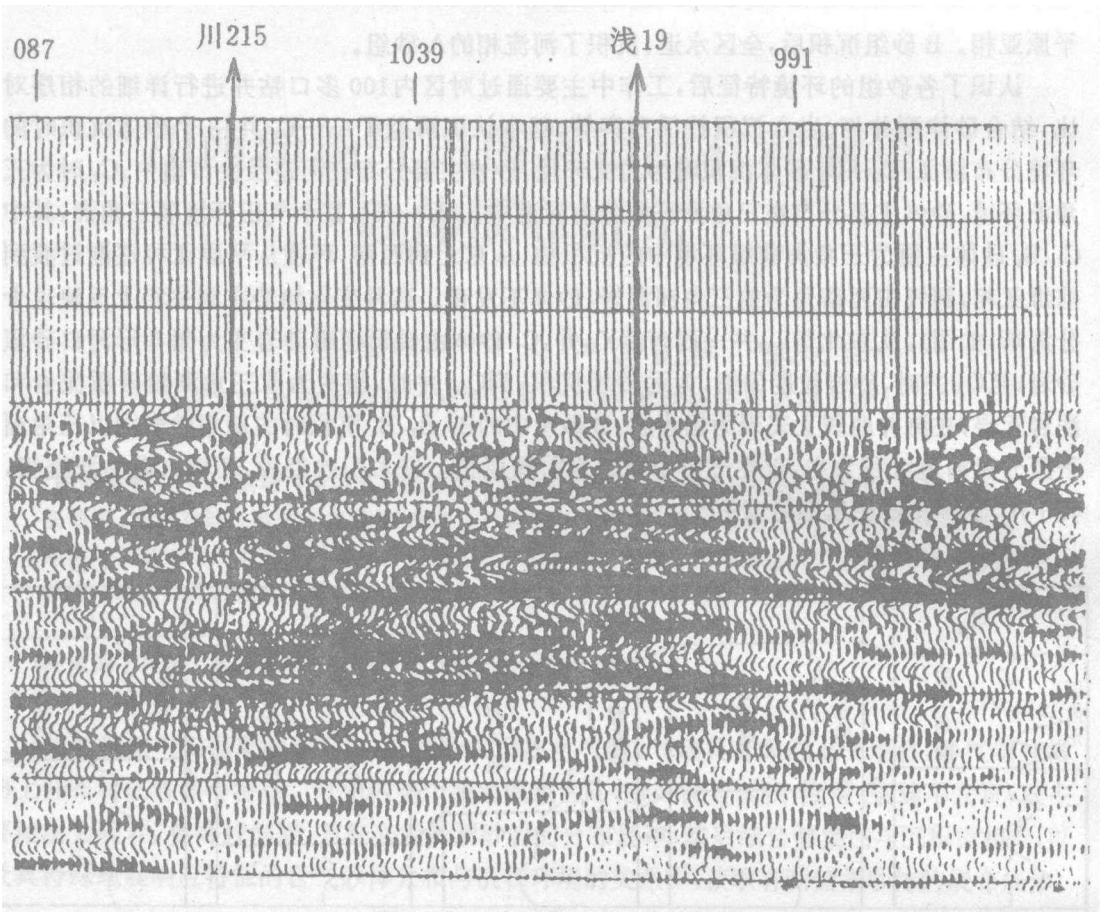


图2 J₃p 含气砂体地震响应特征
Fig. 2 Seismic response of the gas-bearing sandstone bodies in the Upper Jurassic Penglaizhen Formation in western Sichuan

3 砂岩储集性

结合上述沉积相和地震分析,我们已经基本掌握了气田内蓬莱镇组砂体的分布情况,但这些砂岩储集性如何?影响它们的储集性好坏的主要因素是什么呢?这是我们寻找优质储层前必须解决的问题。

孔隙度、渗透率值是反映储层储集性好坏的主要因素。通过对气田内蓬莱镇组已钻井岩心物性值统计(表2),可以看出孔隙度、渗透率值在气田内不同砂体、同一砂体不同钻井中变化较大,其非均质性较强。这种非均质性严重制约了钻获工业气层的成功率,可见认识其变化规律的重要性。

通过储层特征研究,可知蓬莱镇组砂岩储层主要储集空间以残余粒间原生孔为主,少量粒内溶孔,粒间溶孔较为少见。我们知道,残余粒间原生孔主要是受沉积环境控制的,如在河流环境中沉积的河道砂坝、三角洲前缘沉积的

表2 J₃p 储层物性统计
Table 2 Statistics of the physical data on the core samples from the reservoirs of the Upper Jurassic Penglaizhen Formation in western Sichuan

物 性 层 位	φ (%)			K(10 ⁻³ μm ²)		
	最小	最大	平均	最小	最大	平均
J ₃ p ⁴ 、J ₃ p ³	2.24	23.12	13.18	0.01	43.184	3.63
J ₃ p ²	7.34	17.69	11.46	0.122	6.465	0.947

河口砂坝,由于环境水动力条件较强,颗粒分选性较好,杂基和不稳定矿物少,中—大型层理发育,初始孔隙度高,渗透性相对较好。而在决口扇、远砂坝及湖相砂岩中,由于沉积时水动力条件较弱,细粒物质增多,杂基偏高,层理中仅发育水平层理和小型沙纹层理,故物性较差。从本气田各微相砂岩物性特征表(表3)上也可明显看出河道和河口坝砂岩物性优于其它微相砂岩,其中尤以滨湖砂岩储集性最差,即使在同处河道环境的河道边部砂岩中,也常由于其含泥增加,而使物性变差。此外,通过区内取心井段储层砂岩孔隙度与渗透率相关性分析(图3),两者相关系数高达0.9386,说明储集空间是以残余

表3 J₃p 各微相砂体物性特性

Table 3 Physical data on the sandstone bodies of different sedimentary microfacies in the Upper Jurassic Penglaizhen Formation in western Sichuan

沉积相 \ 砂体物性		$\bar{\phi}(\%)$	$\bar{K}(10^{-3}\mu\text{m}^2)$
滨 湖		6.14	0.164
三角洲	分流河道	16.08	10.974
	河口坝	14.28	4.146
	远砂坝	10.24	2.198
河 流	天然堤	4.28	0.225
	决口扇	8.11	0.565
	河 道	11.25	4.426
	河道边部	3.01	0.48

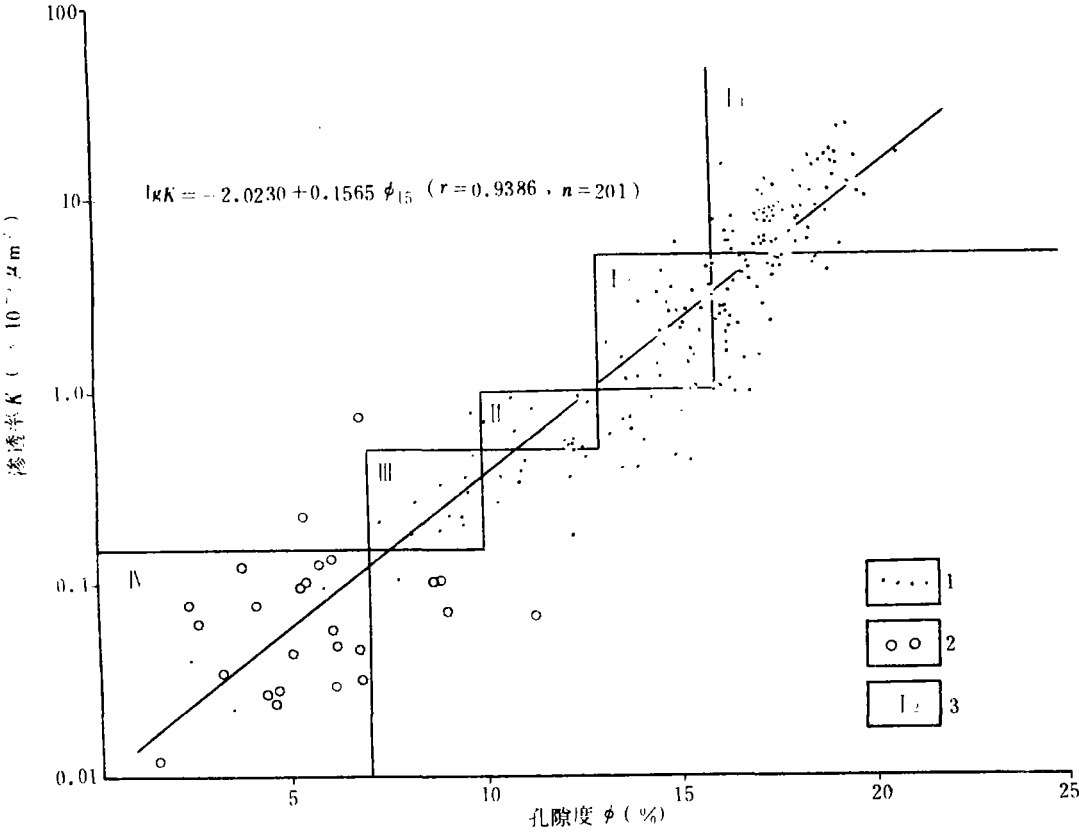


图3 J₃p 储层砂岩孔隙度和渗透率相关关系图

1. 气层或气显示层段样品数据;2. 无气显示层段样品数据;3. 储层分类级别

Fig. 3 Correlation analysis of porosity and permeability of the reservoir sandstones in the Upper Jurassic Penglaizhen Formation in western Sichuan

1=data on the samples from the gas-bearing beds or gas show beds;

2=data on the samples from the barren beds;3=reservoir grade

原生孔为主,它反映出影响区内蓬莱镇组储层砂岩物性的主要因素是砂岩沉积时的古环境。

由于气田内取心井偏少,且取心层段分布不均,为了了解储层物性的横向展布特征,我们采用了神经网络技术对储层参数(孔隙度、渗透率、有效厚度等)作了精细解释。通过解释结果与取心井储层参数值对比,得出两者间相关系数达0.99以上。通过一些取心井物性值与神经网络处理值比较,也可看出两者间吻合程度较高(图4)。可见在本区蓬莱镇组中建立的神经网络模型是适用的。根据神经网络求取得出每个砂体的储层参数值后,便可得出这些参数的平面展布情况。从平面展布图上,可以清晰看出储层有效厚度与河道砂岩、河口坝砂岩厚度等值线分布规律一致,且在河道砂坝砂岩和河口砂坝砂岩中物性值最好,远砂坝、决口扇砂岩次之,席状砂最差。这同样反映出气田中储层物性与沉积微相有极为密切的关系,最有利的储集砂岩为河道砂坝和河口砂坝砂岩。此外,据地震响应圈定的含气砂体范围也位于河道砂岩和河口坝砂岩中。

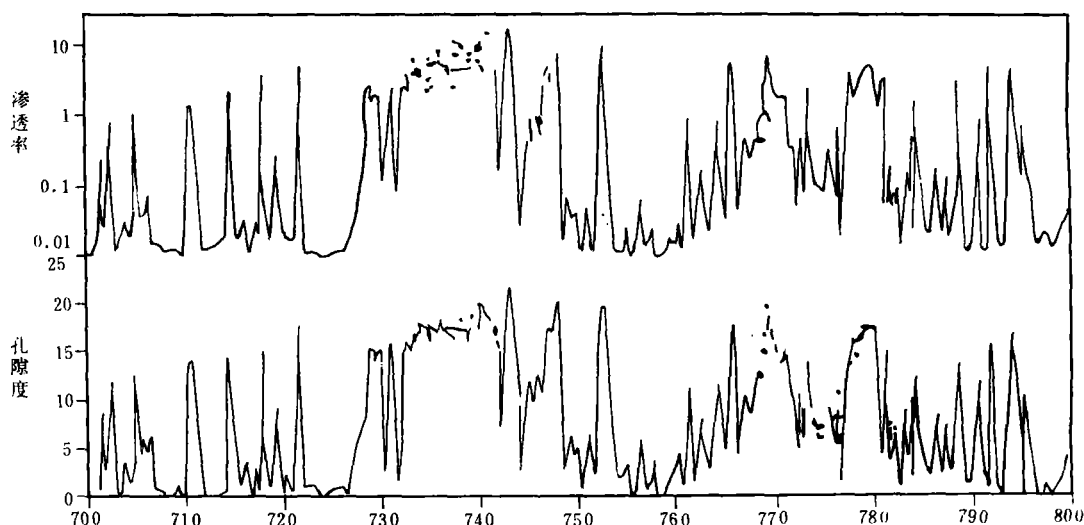


图4 159井学习效果图

Fig. 4 Interpretation of the reservoir parameters for well 159

综上所述可知,在川西新场气田蓬莱镇组气藏中,影响储层砂岩储集性优劣的主要因素是沉积相。在蓬莱镇组河流相—三角洲相砂泥岩沉积序列中,以河流环境中沉积的河道砂坝砂岩、三角洲平原中沉积的分流河道砂坝砂岩以及三角洲前缘沉积的河口砂坝砂岩储集性最好,90%以上的气层分布在以上三种微相砂岩中。通过沉积相分析(结合地震异常圈定的含气砂体范围)得出的河道砂坝、河口砂坝和分流河道砂坝的位置即为新场气田蓬莱镇组有利储集砂体的展布方向。

参 考 文 献

- 1 吴崇筠等. 中国含油气盆地沉积学. 北京: 石油工业出版社, 1993
- 2 张万选等. 陆相地震地层学. 北京: 石油大学出版社, 1993
- 3 W. E. 盖洛韦(美)等. 陆源碎屑沉积体系在石油、煤和铀勘探中的应用. 北京: 石油工业出版社, 1989

DISTRIBUTION OF THE FAVOURABLE RESERVOIR SANDSTONE BODIES IN THE PENGLAIZHEN FORMATION IN THE XINCHANG GAS FIELD, WESTERN SICHUAN

Li Xueming

No. 2 Geological Party, Southwest China Bureau of Petroleum Geology

Lü Zhengxiang Li Congjun

Research Institute of Southwest China Bureau of Petroleum Geology

ABSTRACT

The secondary pools in the Penglaizhen Formation in the Xinchang gas field, western Sichuan are believed to be lithologic gas pools. The sandstones are considered as the main reservoir beds in the sandstones and mudstones of the Penglaizhen Formation. The detailed studies of sedimentary facies of the gas pools, and seismic response of reservoir beds and gas beds indicate that sedimentary microfacies are the main controlling factors on reservoir quality. The favourable reservoir sandstones in these gas pools may broadly be assigned to the deltaic front channel-mouth bar, deltaic plain distributary channel bar and fluvial channel bar microfacies. The distribution of the favourable reservoir sandstone bodies tends to concur with that of the three sedimentary microfacies cited above.

Key words: western Sichuan, Penglaizhen Formation, sedimentary microfacies, reservoir quality