Advances in Geosciences 地球科学前沿, 2019, 9(9), 839-845
Published Online September 2019 in Hans. http://www.hanspub.org/journal/ag
https://doi.org/10.12677/ag.2019.99089

Study on the Multi-Solutions of the Classical Model for Dessert Prediction in Xujiahe Formation

—Taking the Gas Reservoir of the 3rd Member of Xujiahe Formation in Dayi Area as an Example

Yajing Li, Youyi Bi, Huaji Li

Exploration and Development Research Institute of Sinopec Southwest Oil and Gas Branch, Chengdu Sichuan
Email: chamuye@163.com, 281618725@qq.com, 348311220@qq.com

Received: Sep. 9th, 2019; accepted: Sep. 20th, 2019; published: Sep. 27th, 2019

Abstract

The reservoir of the 3rd member Xujiahe Formation in Dayi Area is tight reservoir with ultra-low porosity and permeability. It is generally believed that the impedance of gas-bearing reservoir is very close to the surrounding rock, so a set of weak amplitude reflection zones corresponds to seismic section. For the TX_3^1 sand group, the main producing layer of the 3rd member Xujiahe Formationin Dayi Area, through fine calibration and contrast analysis of typical wells, it is found that: under the comprehensive influence of fracture, physical properties and fluid, compared with the disordered weak reflection inside the reservoir, the interruption or weakening of the top reflection of the reservoir has a better correlation with the gas content of the reservoir. The forward simulation further confirms that the weak amplitude reflected from the top of the reservoir is the seismic response characteristics of the gas reservoir of the 3rd member of Xujiahe Formation. On this basis, the seismic attributes are used to predict the sweetness, which can further guide the well location deployment and exploration and development of the gas reservoir of the 3rd member of Xujiahe Formation.

Keywords

Ultra-Low Porosity and Permeability, Tight Reservoir, Seismic Response Characteristics, Forward Simulation

须家河组甜点预测经典模式多解性探讨

——以大邑地区须家河组三段气藏为例

李亚晶，毕有益，黎华继

文章引用: 李亚晶, 毕有益, 黎华继. 须家河组甜点预测经典模式多解性探讨[J]. 地球科学前沿, 2019, 9(9): 839-845.
DOI: 10.12677/ag.2019.99089

中石化西南油气分公司勘探开发研究院，四川 成都
Email: chamuye@163.com, 281618725@qq.com, 348311220@qq.com

收稿日期：2019年9月9日；录用日期：2019年9月20日；发布日期：2019年9月27日

摘 要

大邑地区须三段储层为超低孔、超低渗的致密储层，前期普遍认为该类储层含气后与围岩波阻抗非常接近，因此在地震剖面上对应一套振幅较弱复合地震反射带。本文针对大邑地区须三段主力产层TX_3^1砂组，通过对典型井精细标定对比分析发现：受裂缝、物性及流体综合影响，相对储层内部的杂乱弱反射，储层的顶部反射发生中断或变弱与储层含气相关性更好。通过正演模拟进一步证实：储层顶部反射的弱振幅为该区须三气藏含气储层地震响应特征。以此为基础利用地震属性对甜点进行预测，进一步指导大邑须三气藏的井位部署及勘探开发工作。

关键词

超低孔超低渗，致密储层，地震响应特征，正演模拟

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

大邑构造处于四川盆地西部的彭州－大邑地区石油天然气勘查区内，是龙门山前缘隐伏构造带内的重点局部构造[1] [2]。研究表明，大邑地区须家河组三段(以下简称大邑须三)气藏的主力含气砂组为TX_3^1砂组，该砂组砂体连片发育、厚度大，平均砂厚 205 米，可进一步划分为三套小砂体(TX_3^{1-1}、TX_3^{1-2}、TX_3^{1-3})。岩性以岩屑砂岩、岩屑石英砂岩为主[3]。该砂组的储层致密，为超低孔、超低渗致密储层。储层孔隙发育程度差，以次生粒间微孔隙，各类微裂缝(如粒内裂隙、粒缘缝、破裂缝等)为主。储层中裂缝普遍发育，以平缝、斜缝为主，并且这些裂缝紧邻断层展布，横向延展性差，400 米以内距离最佳，纵向上有效缝(高角度缝)主要发育于 TX_3^1 砂组上部。裂缝的发育是本区须家河组致密、非均质强的储层获产的关键之一[4]。

针对这种特征的储层，前期普遍认为“杂乱弱反射”是甜点预测的经典模式[5] [6]。但我们通过实钻井对比发现：高产井往往位于杂乱弱反射区域，但仍有部分处于杂乱弱反射区的钻井为干井。也就是说，“杂乱弱反射”这种经典模式在大邑须三气藏甜点预测中具有多解性。因此本文进一步探讨到底什么样的反射模式对应大邑须三气藏的甜点。

2. 储层地震响应特征

2.1. 典型井精细标定

准确标定是做好储层地震响应特征分析和储层预测的基础[7] [8]。选取大邑地区钻遇须三段的典型钻井进行精细标定并对比分析含气储层的地震响应特征。通过高产井 A 井的精细标定(见图 1)可以看出：TX_3^1 砂体顶反射为须三顶同相轴下面的第一个波峰反射，产层段位于砂体上部，测井响应特征为低 GR，

声波时差以及波阻抗较上覆围岩相差不大，从而导致 TX_3^1 顶部反射减弱。同时，由于 TX_3^1 砂体厚大，发育三套小层，所以砂体内部发育 2~3 个波峰同相轴，小层之间阻抗差异小导致这些波峰横向不连续，内部表现为“杂乱弱反射”特征。

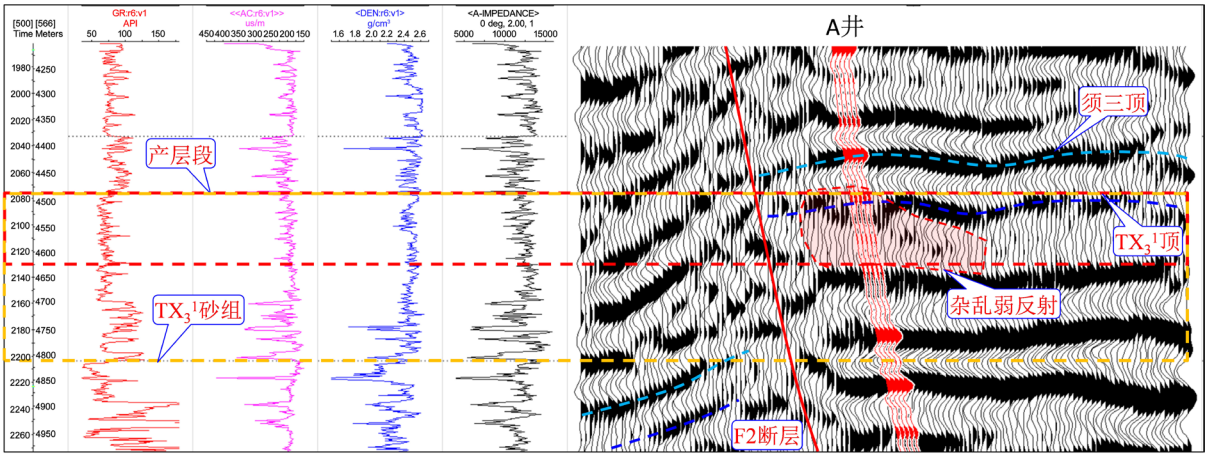

Figure 1. Fine calibration map: TX_3^1 reservoir of well A
图 1. A 井 TX_3^1 储层精细标定图

对比干层井 G 井精细标定(见图 2)发现：储层的测井响应特征仍为低 GR，但声波时差较大，波阻抗较上覆围岩高，从而在 TX_3^1 顶部形成强波峰反射，且在一定范围内稳定连续。同样的由于砂体厚大，内部小层间阻抗相差不大，导致在储层内部仍然存在“杂乱弱反射”。

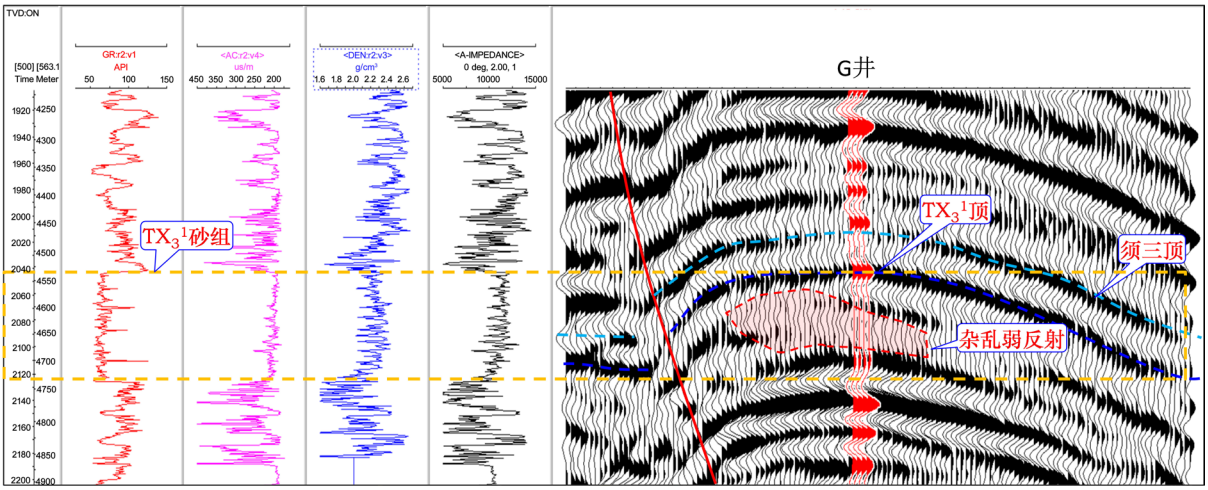

Figure 2. Fine calibration map: TX_3^1 reservoir of well G
图 2. G 井 TX_3^1 储层精细标定图

进一步对比工区内几口典型钻井在剖面(见图 3)上的特征发现：试采获产的三口井(A、C、D 井)不仅须三段内部反射杂乱，储层顶部也对应杂乱弱反射。含气性较差的井(F、G、J 井)须三内部仍存在“杂乱弱反射”特征，但储层顶部的同相轴为一强波峰，反射稳定连续。因此，单纯利用“杂乱弱反射”来描述大邑地区须三段“甜点”的地震响应特征是不准确的，储层顶部的“弱振幅、杂乱反射”应为 TX_3^1“甜点”的地震响应特征，并且这种特征是储层受裂缝、物性及流体综合影响所导致的[9] [10] [11] [12]。

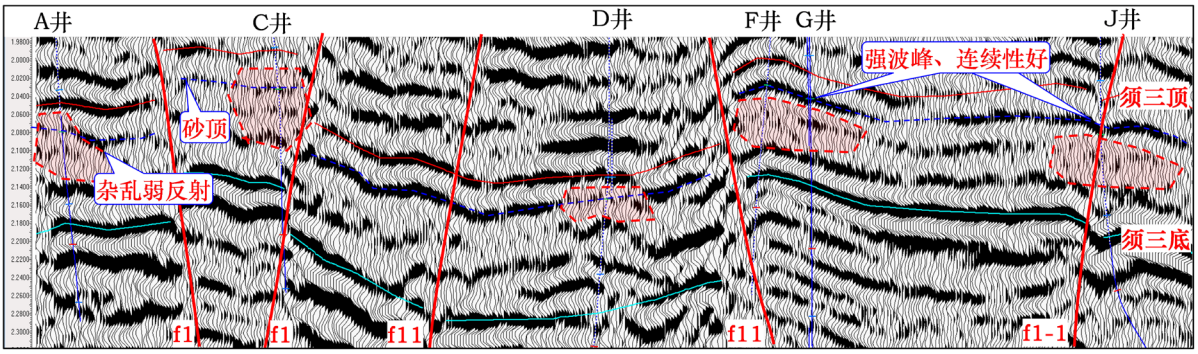

Figure 3. Well tie contrast section: the 3rd member Xujiahe formation in Dayi area
图 3. 大邑须三连井对比地震剖面图

2.2. 正演模拟

结合研究区实际地震、地质以及钻井资料，将二维模型的横向距离设定为 3000m，分别利用高产井、中产井和干层井的储层参数制作三类模型。

模型一高产井模式：在 A 井须三段 TX_3^1 的储层参数(密度、速度)基础上制作正演模型，该模型中包含六套地层，第四套代表 TX_3^1 砂组，一定范围内 TX_3^1 整段含气，正演模拟出的地震剖面上代表 TX_3^1 顶部反射的波峰明显变弱，含气储层内部反射同样减弱(见图 4)。与图 3 中对比可以看出该模型与 A、C 井情况类似。

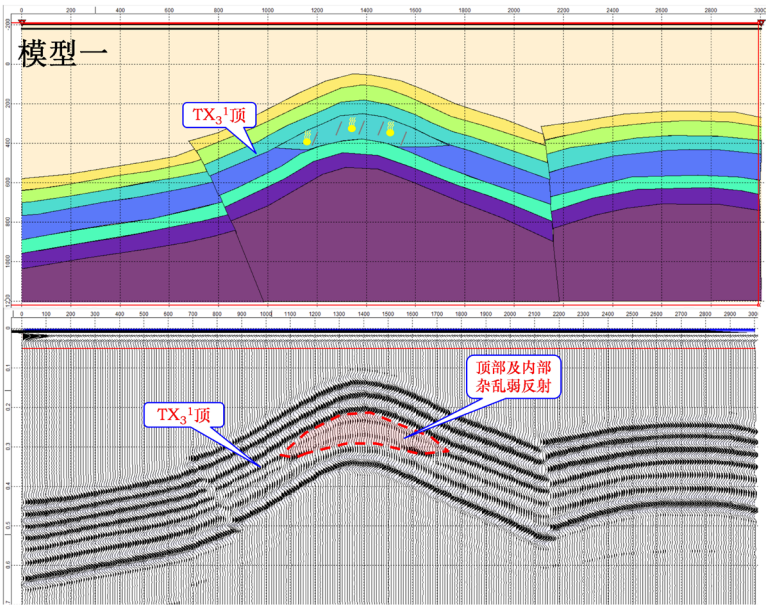

Figure 4. Forward simulation diagram: Model 1
图 4. 模型一正演模拟图

模型二中产井模式：同样在 A 井须三段 TX_3^1 的储层参数基础上制作正演模型，该模型中包含六套地层，第四套代表 TX_3^1 砂组，在该模型中一定范围内 TX_3^1 上段含气，正演模拟出的地震剖面上代表 TX_3^1 顶部反射的强波峰明显变弱，但含气储层底部形成一强波峰反射(见图 5)。与图 3 中对比可以看出该模型与 D 井情况类似。

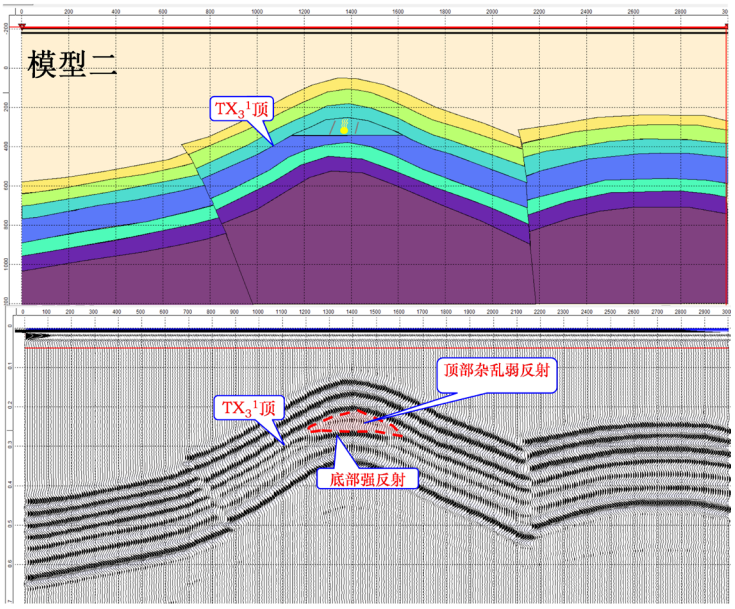

Figure 5. Forward simulation diagram: Model 2
图 5. 模型二正演模拟图

模型三干层井模式：在 G 井须三段 TX_3^1 的储层参数基础上制作正演模型，模型中包含八套地层，第四、五、六套分别对应 TX_3^1 砂组的三套小层 $TX_3^{1\text{-}1}$、$TX_3^{1\text{-}2}$、$TX_3^{1\text{-}3}$，模型中 TX_3^1 不含气，正演模拟出的地震剖面上代表 TX_3^1 顶部反射的强波峰稳定连续。由于 TX_3^1 砂体厚大(平均 205 米)，内部存在三套小层，当内部小层的阻抗差异较小时，TX_3^1 砂组内部仍可形成弱反射(见图 6)。与图 3 中对比可以看出该模型与 F、G、J 井情况类似。

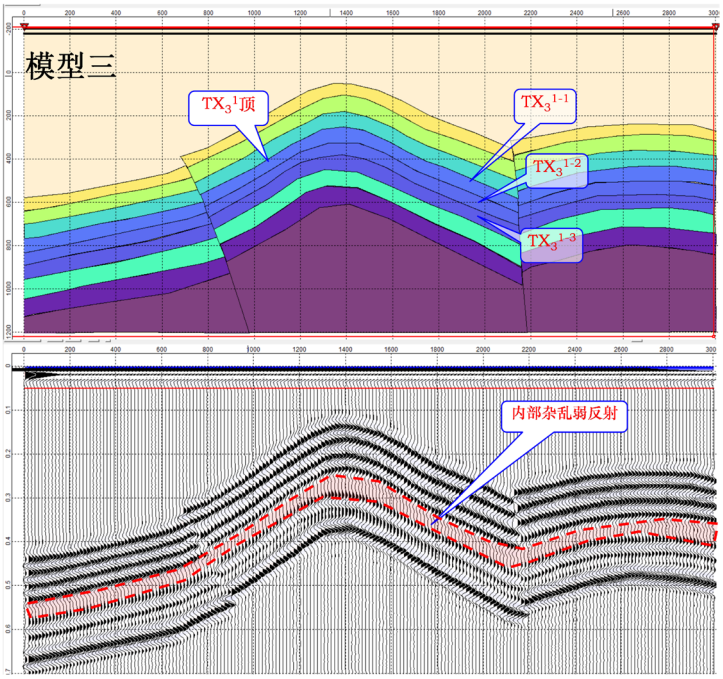

Figure 6. Forward simulation diagram: Model 3
图 6. 模型三正演模拟图

通过三种模型的正演模拟，从理论上分析了大邑地区须三段 TX_3^1 砂组“甜点”对应的地震响应特征为：储层顶部对应“弱振幅、杂乱反射”。同时证实当经典的“杂乱弱反射”特征仅存在于储层内部，而储层顶部振幅强度未减弱时，这种特征是不能与“甜点”对应的。

3. 预测成果及应用

通过典型井剖析及正演模拟确定了大邑地区须三段 TX_3^1 甜点预测的地震响应模式为储层顶部对应“弱振幅、杂乱反射”。这种响应特征为裂缝发育、储层含气的综合响应特征，因此结合构造有利部位，可以利用储层顶部的振幅属性来预测“甜点”的展布，主要发育于断间区及断高区近断层部位，斜坡区紧靠 F1、f12 断裂部位。B 井所在断块、B 井区 f1-1 断层上盘、C 井和大邑 E 井之间靠近断层的弱振幅区为下一步开发评价有利区域(见图 7)。

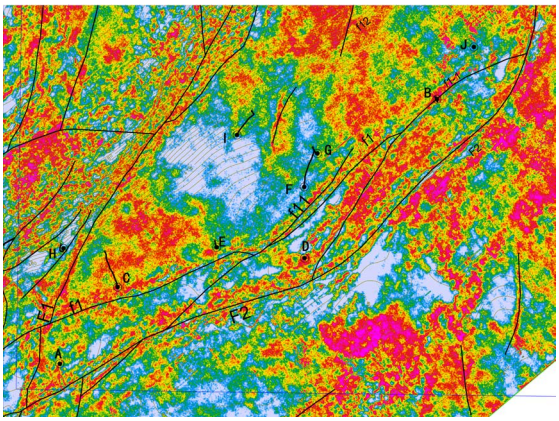

Figure 7. Weak amplitude plane map of TX_3^1 reservoir top
图 7. TX_3^1 储层顶部弱振幅平面图

预测效果对比分析：选取工区内构造有利部位的 10 口钻井，对比分析经典的预测模式和本文提出的储层顶部“弱振幅、杂乱反射”预测模式两种模式的预测结果(见表 1)：

Table 1. Comparisons between two reservoir prediction results and drilling test results
表 1. 两种储层预测结果与钻井测试情况对比表

井号	测试无阻流量 万方/天	储层顶弱振幅预测 振幅值对比结果		经典模式预测 振幅值对比结果	
A	5.89	弱振幅(3036)	吻合	弱振幅	吻合
B	4.21	弱振幅(7398)	吻合	弱振幅	吻合
C	3.4	弱振幅(4642)	吻合	弱振幅	吻合
D	1.94	弱振幅(4325)	吻合	弱振幅	吻合
E	1.86	弱振幅(7719)	吻合	弱振幅	吻合
F	\	中-强振幅(8625)	吻合	弱振幅	不吻合
G	\	中-强振幅(8695)	吻合	弱振幅	不吻合
H	\	中-强振幅(8912)	吻合	中-强振幅	吻合
I	\	强振幅(9918)	吻合	弱振幅	不吻合
J	\	强振幅(9631)	吻合	弱振幅	不吻合

1) 利用经典的“杂乱弱反射”模式预测结果中 5 口测试获产井吻合，但 5 口未获产井中有 4 口未吻合；

2) 利用储层顶部“弱振幅、杂乱反射”的预测结果中 5 口测试获产井的储层预测结果均对应弱振幅，5 口未获产井均对应中-强振幅或强振幅，吻合率达 100%。

因此，利用储层顶部的弱振幅来预测“甜点”是更可靠的。

4. 结论

1) 大邑地区须三段储层是以岩屑砂岩、岩屑石英砂岩为主的超低孔、超低渗致密储层，含气较好的优质储层地震响应特征为储层顶部“弱振幅、杂乱反射”特征。

2) 基于该地震响应特征通过储层顶部振幅属性预测大邑地区须三段含气储层的分布范围，结合构造有利部位，认为 B 井所在断块、B 井区 f1-1 断层上盘、C 井和大邑 E 井之间靠近断层的弱振幅区为下一步开发评价有利区域。

参考文献

[1] 范存辉, 秦启荣, 赵玲, 等. 大邑地区须家河组储层裂缝特征及主控因素[J]. 西南石油大学报: 自然科学版, 2011, 33(6): 55-59.

[2] 尚玲, 秦启荣, 贾丽, 等. 川西大邑构造须 3 段气藏裂缝预测[J]. 石油地质与工程, 2011, 25(5): 23-26.

[3] 熊亮, 康保平, 魏力民, 等. 川西大邑构造须二、三段储层特征及控制因素[J]. 石油天然气学报(江汉石油学院报), 2010, 32(6): 366-369.

[4] 刘崇瑞, 颜丹平, 李书兵. 川西坳陷大邑构造须三段储层裂缝类型及控制因素[J]. 断块油气田, 2014, 21(1): 28-31.

[5] 叶泰然, 张虹. 川西裂缝性致密碎屑岩气藏高渗区成因机理及预测[J]. 现代地质, 2013, 27(2): 339-345.

[6] 唐建明.川西坳陷致密非均质气藏储层空间展布刻画[J]. 天然气工业, 2002, 22(4): 19-23.

[7] 王纯, 吴迪, 罗杰. 薄储层段地震响应特征分析——以大庆西部斜坡区某研究区块为例[J]. 石油勘探与开发, 2017, 63(s1): 107-108.

[8] 李素华. 四川盆地资阳地区龙王庙组优质储层识别与分布预测[J]. 海相油气地质, 2017, 22(1): 55-61.

[9] 余震, 王彦春, 何静, 等. 富含油储层地震响应特征分析[J]. 现代地质, 2012, 26(6): 1251-1257.

[10] 王伟, 吴奎, 何京, 等. 锦州 25-1 油田优质储层地震响应特征与定量预测[J]. 岩性油气藏, 2018, 30(3): 100-111.

[11] 刘洪文. 含油气地层地震响应特征分析[J]. 石油物探, 2008, 47(6): 577-582.

[12] 骆帅兵, 张忠涛, 郭伟, 等. 白云凹陷西南区块中－深层优质砂岩体地震响应特征[J]. 地质学刊, 2017, 41(2): 282-291.