

Application of Forward Modeling in Oil and Gas Prediction of Kirkaya Karatar Group

Junyao Pan^{1,2} Jianhua Xu² Haifeng Li² Yalun Guan^{1,2} Kaiqi Tian^{1,2}

1.School of Earth Science and Engineering, Xi'an Shiyou University, Xi'an, Shaanxi, 710065, China

2.Korla Institute of BGP, CNPC, Korla, Xinjiang, 841000, China

Abstract

Based on high-resolution three-dimensional data, the Kirkaya Karatar group oil and gas enrichment law was re-understood and sorted out, and verified by seismic forward modeling. The Kirkaya Karatar group has undergone many years of development, the reservoir model has ranged from early structural control, fault block control to fracture control, the deployment caused great difficulties, and new ideas were urgently needed to guide the development work, so the idea of wave characteristic parameters was introduced, and the weak wave peak reflection at the top of the dolomite was considered to be an effective response to the oil and gas enrichment area. Therefore, seismic forward modeling is used to verify the correlation between weak wave crest reflection and oil and gas. The test results show that the weak wave peak reflection developed on the top of the dolomite is an effective response to the oil and gas enrichment area, and the seismic response changes with different oil and gas filling levels.

Keywords

Kirkaya Karatar group; dolomite reservoir; wave characteristic parameter

正演模拟在柯克亚卡拉塔组油气预测中的运用

潘俊尧^{1,2} 许建华² 李海丰² 管亚伦^{1,2} 田开琦^{1,2}

1. 西安石油大学地球科学与工程学院, 中国·陕西 西安 710065

2. 中国石油东方地球物理公司研究院库尔勒分院, 中国·新疆 库尔勒 841000

摘要

基于高分辨率三维资料,对柯克亚卡拉塔组油气富集规律重新认识梳理,用地震正演模拟加以验证。柯克亚卡拉塔组历经多年开发,油藏模式从早期的构造控藏、断块控藏到断缝体控藏,工区内油气富集区分布规律还是难以刻画,对后续气藏滚动开发部署造成很大困难,亟需新的思路来指导开发工作,遂引入波性特征参数思路,认为白云岩顶部弱波峰反射是油气富集区有效响应。因此,运用地震正演模拟验证弱波峰反射与油气的相关性。试验结果表明,白云岩顶部发育的弱波峰反射是油气富集区的有效响应,并且油气充注程度不同,地震响应随之改变。

关键词

柯克亚卡拉塔组;白云岩储层;波性特征参数

1 引言

柯克亚背斜历经多年气藏滚动开发,面临上井建产等各种难题,为增储上产,引入波性特征参数思路,对柯克亚卡拉塔组油气富集规律重新认识,并通过正演模拟试验对其验证,证实白云岩顶面发育的弱波峰反射为油气富集区的响应,为后续卡拉塔组高效开发具有重要研究意义,实现气藏高效开发。

2 地质背景

柯克亚背斜发育在叶城凹陷第二排构造带一个大型鼻

状隆起上,此鼻状构造西以鞍部同棋盘鼻状构造相连,组成叶城凹陷第二排构造带。柯克亚背斜深层卡拉塔组顶构造是一个早期受构造运动挤压、张力影响的、被断裂复杂化的短轴背斜构造圈闭,该背斜有一条沿东西向展布,穿过构造核部的南倾逆断裂发育,该断裂把柯克亚背斜分成南北两块,主高点在南块。柯深1、柯深101、柯深102、柯深103等井钻探证实,构造内无通天断层发育,断层向上均在下第三系内即消失,向下多条断层切割深部地层,利于卡拉塔组圈闭内油气的聚集与保存^[1]。

卡拉塔组地层厚度稳定,主要发育颗粒滩、局限海湾、泻湖和潮坪四种沉积亚相,自下而上纵向上呈现出多套颗粒滩、泻湖和局限海湾组合序列。卡拉塔组可分上灰岩段、

【作者简介】潘俊尧(1989-),男,中国山东烟台人,本科,中级工程师,从事库车山前气藏开发生产研究。

白云岩段、下灰岩段，其中下灰岩段纵向上发育两套颗粒滩与局限海湾沉积组合序列，白云岩段纵向上呈现局限海湾、颗粒滩、泻湖、潮坪沉积组合序列，而上灰岩段纵向上发育泻湖与颗粒滩沉积组合序列^[2]。本组储层分布集中，单层厚度较大，储层物性差一好，综合评价为中等储集层。该套碳酸盐岩非均质性严重，碳酸盐岩以泥晶结构为主，局部为细粉晶结构，性脆硬。岩屑呈片状。局部见少许白色它形晶方解石、白云石。处于上盘的白云岩段有效裂缝最为发育，裂缝段厚度较大，测试常获得高产井，处于下盘的白云岩段裂缝充填程度高，油气产出效果差。

3 开发动态及问题

柯克亚卡拉塔组经历多年开发，对已钻井生产动态分析发现，卡拉塔组白云岩整体含气，而下灰岩段局部裂缝发育区有水。证据共有三点：

①白云岩段气测显示活跃，生产纯油，而白云岩段和下灰岩段同时打开，则生产见水（见图1）。②下灰岩段局部裂缝发育，具备储集水体能力，钻井生产见水。③KZ106

井生产特征表明下灰岩段出水可能性大，虽然已知白云岩段油气充足，但局部油气富集区分布的确定才是关键。

柯克亚卡拉塔组经历多年开发，早期的构造控藏、断块控藏，到近期的断缝体控藏，地质认识有了长足的进步，促使很多油气井成功上钻。但是2018年新上钻的两口钻井均失利，说明对卡拉塔组认识还存在缺陷，对卡拉塔组油气富集区分布刻画还是不够，滚动部署风险大^[3]。

采用波形特征参数研究思路，研究发现，高产井的白云岩顶面下多发育一套弱波峰反射。

4 波形特征参数思路验证

4.1 已钻井验证

对柯克亚工区内已钻井重新梳理统计，采用波性特征剖面解释，对已钻井重新认识发现了高产井白云岩顶面发育一套弱波峰反射，而低产井、失利井白云岩顶面未发育弱波峰反射（见图2）^[4]。因此，根据已钻井分析，波形特征参数思路中，白云岩顶面发育的弱波峰反射是对油气富集区的积极响应。该思路符合已钻井的基本规律，但是仍需进一步验证。

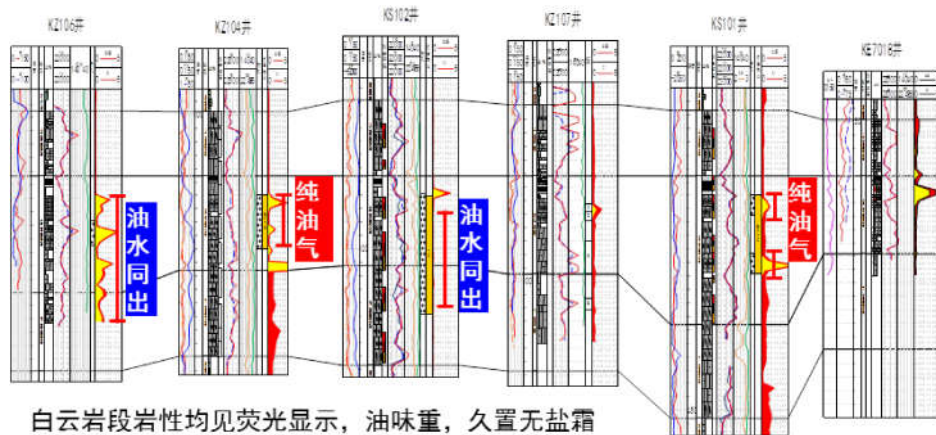


图1 柯克亚卡拉塔组地层对比图

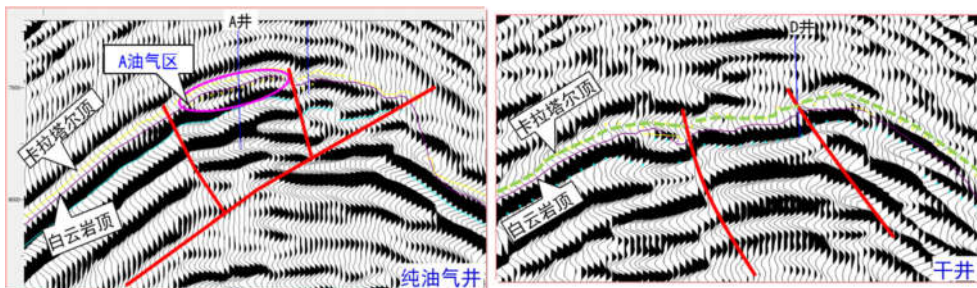


图2 柯克亚卡拉塔组 A 油气井 D 干井波形特征图

4.2 正演模拟分析

要做正演模拟，首先要对各已钻井速度分析。在柯克亚卡拉塔组构造高点选择5口已钻井，已知各井AC、VSP曲线及生产状况。其中，A井获工业油气流，累计产油6.94万吨、气2.38亿方，为纯油气井并以油为主；B井获工业油气流，累计产油1180吨、气490.7万方、水3.32万吨，为气水同出井^[5]；C井获工业油气流，累计产油3.55万吨、气0.72亿方，为纯油气井；D井未获工业油气流为干井；F井未获工业油气流，累计产油9.55万吨、气2.35亿方、水17.6万吨，为油水同出井。

从图3可知，在柯克亚卡拉塔组，干井速度最大、其次为油井，而油水同出井速度较小、气水同出井速度最小，即V干井>V油井>V油水同出>V气水同出。并且各钻井卡拉塔组速度都是由测井曲线换算得来的，各井曲线已标准化，所以速度是可靠真实的。并且发现各类型井速度差异大，能够较好的区别各井不同油气情况，故可用正演模拟来验证。

4.3 正演模拟验证

已知A井累计产油6.94万吨、气2.38亿方、为纯油气井，B井累计产油1180吨、气490.7万方、水3.32万吨，为油

水同出井。并且A井B井的波形特征参数剖面中，A井白云岩顶面存在一套明显的弱波峰反射，而B井不存在弱波峰反射，A井B井差异大（见图4）。故可用过AB井连井剖面作为二维正演模拟的模型基础，查看不同流体时，正演结果与地震剖面对比，以验证白云岩顶部弱波峰反射为哪种流体的响应。

根据钻井生产情况，设置5种正演模型，分别做二维自激自收正演模拟。

模型1：假设A、B井钻遇的白云岩中不含油气、水，即假设A、B井为干井；正演结果表明，白云岩顶部弱波峰反射特征不明显，与实际地震剖面不吻合，即干井的地震响应不为弱波峰反射（见图5）。

模型2：假设A井B井钻遇的白云岩中全部充注水，即假设A井B井中流体为水；正演结果表明，白云岩顶部弱波峰反射特征也不明显，与实际地震剖面不吻合，即水井的地震响应不为弱波峰反射（见图6）。

模型3：假设A井、B井钻遇的白云岩中全部充注油气，即假设A井B井中流体为油；正演结果表明，白云岩顶部弱波峰反射特征较明显，与实钻地震剖面基本吻合，即地震响应中的弱波峰反射为油气的响应（见图7）。



图3 柯克亚卡拉塔组5口井速度规律

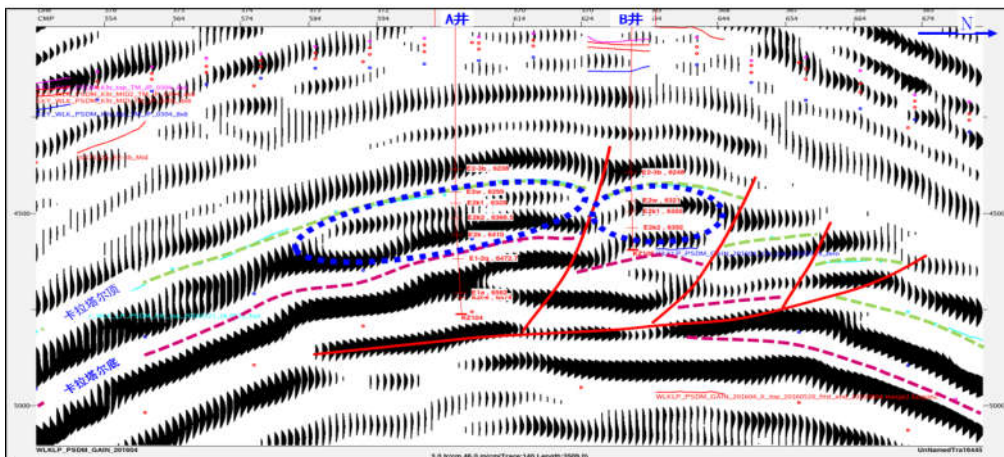


图4 柯克亚卡拉塔组过AB井波形特征剖面

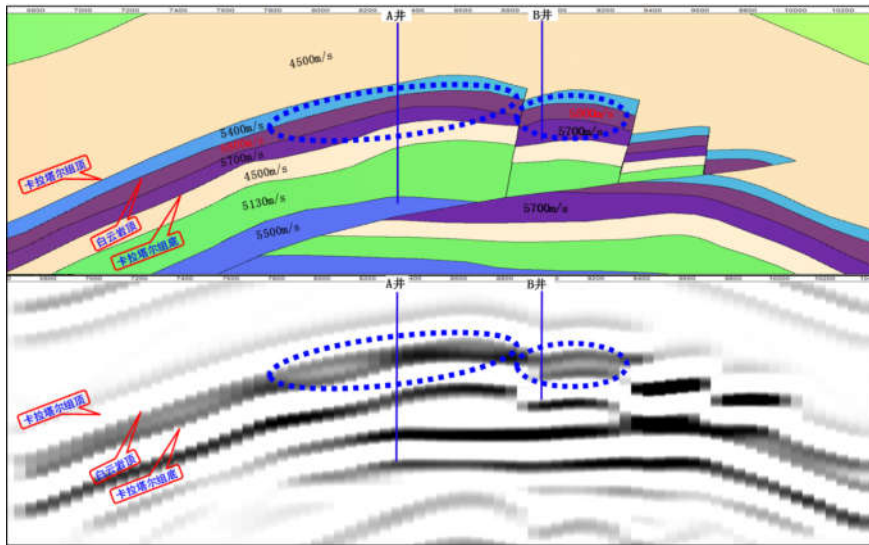


图 5 卡拉塔尔组正演模型 1 与正演结果

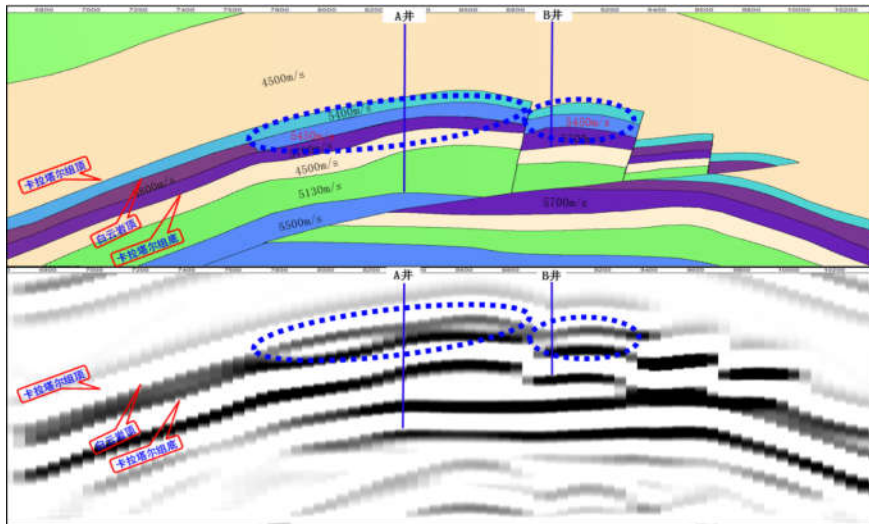


图 6 卡拉塔尔组正演模型 2 与正演结果

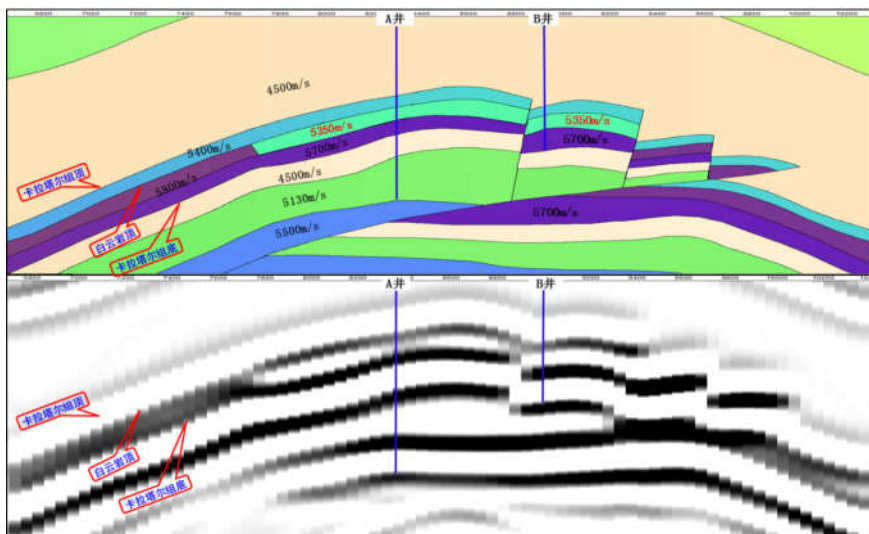


图 7 卡拉塔尔组正演模型 3 与正演结果

模型4: 假设A井B井钻遇的白云岩中全部充注油气, 即假设A井B井中为油、气充注, 且A井、B井下灰岩段有水; 正演结果表明, 白云岩顶部弱波峰反射特征明显, 与实际地震剖面吻合, 地震响应中的弱波峰反射为油气的响应, 且下灰岩是否含水, 对白云岩成像影响较小(见图8)。

5 结语

通过对已钻井波性特征分析及正演模拟论证, 证实了卡拉塔尔组波形正演对油气富集区的相关性, 明确了在波形特征研究思路中, 白云岩顶面发育的弱波峰反射为油气富集区的响应, 为后续卡拉塔尔组高效开发具有重要研究意义。

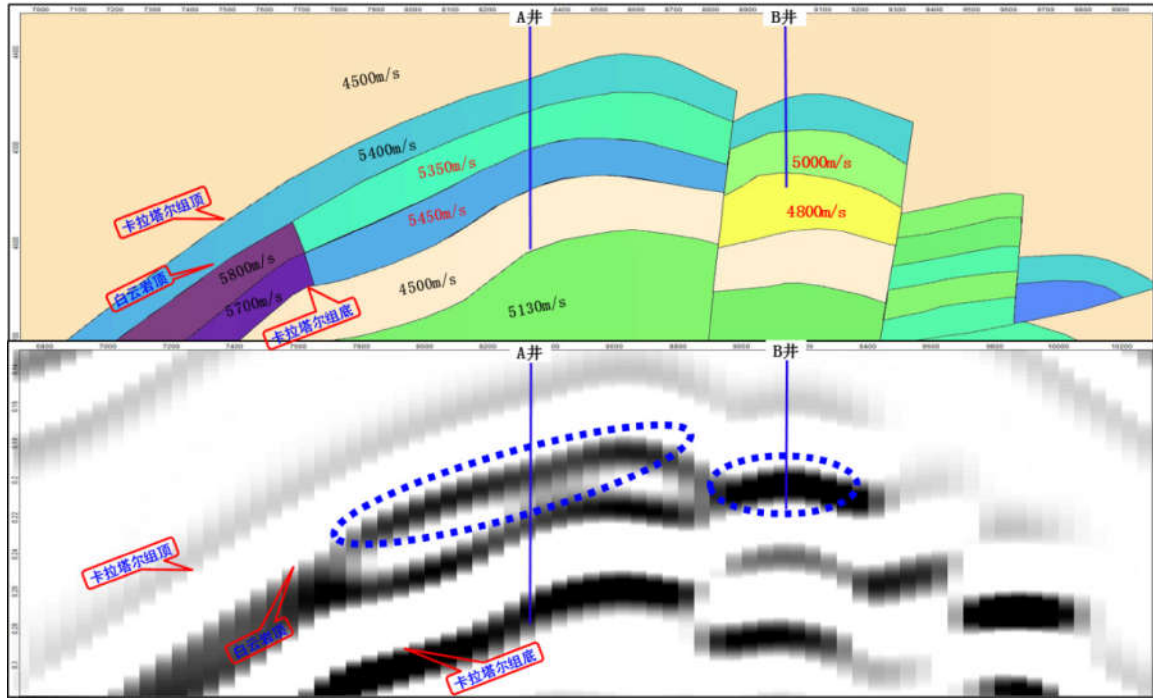


图8 卡拉塔尔组正演模型5与正演结果

参考文献

- [1] 崔永福,彭更新,吴国忱,等.孔洞型碳酸盐岩储层地震正演及叠前深度偏移[J].石油学报,2015,36(7):827-836.
- [2] 李雪英,李庆东,王博运,等.基于波动方程的薄互层正演模拟方法[J].地球物理学进展,2014,29(6):2697-2701.
- [3] 何剑,王振宇,孙崇浩.柯克亚地区卡拉塔尔组沉积特征及演化[J].断块油气田,2009,16(6):13-16.
- [4] 龚洪林,张虎权,王宏斌,等.基于正演模拟的奥陶系潜山岩溶储层地震响应特征[J].天然气地球科学,2015,26(s1):148-153.
- [5] 张强,王鑫,乐幸福,等.正演模拟技术在白云岩薄储层预测研究中的应用[J].物探与化探,2018,42(5):1042-1048.