

吉木萨尔凹陷二叠系芦草沟组上甜点地震预测方法

吴俊军, 周柯全, 赵 龙
新疆油田公司勘探开发研究院, 834000

1 概况

吉木萨尔凹陷位于准噶尔盆地东部隆起, 该区二叠系芦草沟组是一套优质的烃源岩, 2010 年 11 月底, 针对吉木萨尔凹陷芦草沟组的显示特征, 展开了吉木萨尔凹陷致密油的研究工作。通过对吉 25 井二叠系芦草沟组 3403~3408m、3415~3425m 进行射孔作业, 并实施分层压裂, 抽汲试产日产油 18.25t。吉 25 井获工业油流后, 加强了二叠系芦草沟组致密油的勘探研究及整体部署工作。

二叠系芦草沟组钻探证实甜点储层厚度大, 横向展布范围广, 油气显示丰富, 资源量大, 是致密油勘探的现实地区, 预测“甜点体”的分布对确定致密油勘探有利区十分重要。

2 甜点地震预测方法研究

2.1 甜点地质测井响应特征

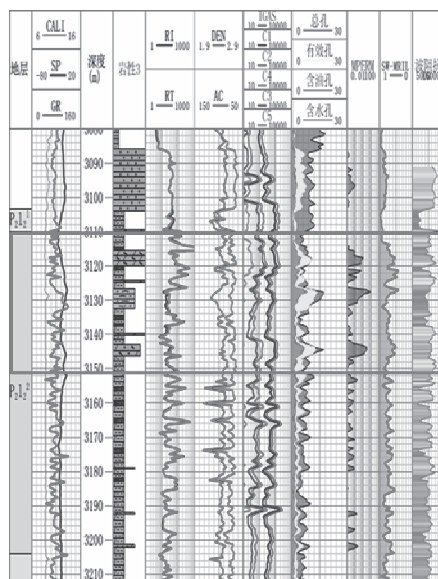
二叠系芦草沟组上“甜点体”主要由砂屑云岩、泥质粉砂岩、云屑砂岩相互叠置而成, 整体厚度约 20~40m, 阻抗特征表明, 该套甜点组合整体表现为中高阻抗 (9000~11000), 甜点上覆泥岩阻抗表现为低阻抗 (<8500), 横向上连井波阻抗对比反映, 上“甜点体”与上覆泥岩组合较稳定(图 1)。

通过吉 174 井合成地震记录得到, 上“甜点体”与上覆泥岩阻抗差异大 (2000~3000), 地震反射形成强反射 (图 2)。

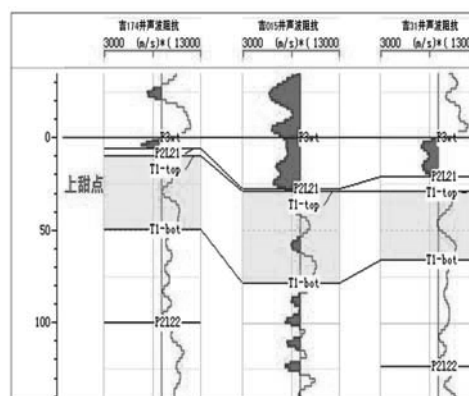
2.2 甜点地震响应特征

在时间域, 当子波的主瓣宽度 (半周期) 和砂层的时间厚度相一致时, 褶积后, 输出振幅达到最强, 否则振幅要变弱, 也就是说, 当储层厚

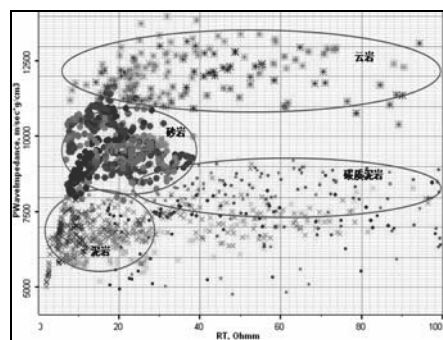
度小于 1/4 视波长时, 振幅强度随厚度的减薄而变弱, 这种效应相当于一种对不同储层厚度的“滤波器”。



吉 174 井柱状图



吉 174-吉 015-吉 31 井连井波阻抗对比



二叠系芦草沟组波阻抗与电阻率交汇图

图 1 甜点声波阻抗特征

显然,被增强的储层厚度大致为 $1/4$ 视波长 (即时间厚度为半周期), 所以有:

$$\Delta H = vT/4 = v/4f$$

式中, ΔH 为被增强的储层厚度, T 为主视周期, f 为主频, v 为层速度。

工区内,共标定了 11 口井,统计了标定时间窗范围内的相关性,整体相关系数较高: 0.54~0.88, 平均 0.78, 井震标定较准确。对井旁道时频分析表明,上“甜点体”频率为 22~30Hz 时,振幅能量最强。所以,根据上“甜点体”的主频和层速度可以得到“甜点体”振幅最强时的厚度;上“甜点体”应用主频为 24Hz,层速度

为 4200m/s, 则:

$$\Delta H_{(\text{上甜点体})} = vT/4 = v/4f_{(\text{上甜点体})} \approx 43\text{m}.$$

统计工区内 22 口井的“甜点体”厚度,上“甜点体”最厚为吉 174 井,厚度 38m,小于最强反射振幅厚度,所以用反射振幅强弱来预测“甜点体”厚度是可行的。

2.3 甜点分布与厚度预测

通过对甜点特征分析,地震振幅、分频地震振幅、阻抗都为刻画甜点的敏感属性。然后对敏感属性进行波形聚类 and 神经网络分析,可以有效的刻画甜点的分布与厚度 (图 4)。

地震波阻抗反演是储层预测的有效手段之一,该区甜点与上覆泥岩阻抗差异较明显,可以通过波阻抗反演预测甜点。制作阻抗量版可以得出门槛值为 8500,阻抗值小于 8500 的为泥岩,阻抗值在 9000~11000 为甜点 (图 5)。用该结果来指导叠后反演。反演剖面上清晰刻画了甜点的横向分布。

吉木萨尔凹陷有两块三维和多条二维地震资料,二维区内甜点的分布与厚度预测采用了三维区同样的思路,结合测井厚度统计,预测了吉木萨尔凹陷甜点的分布范围和厚度 (图 6)。

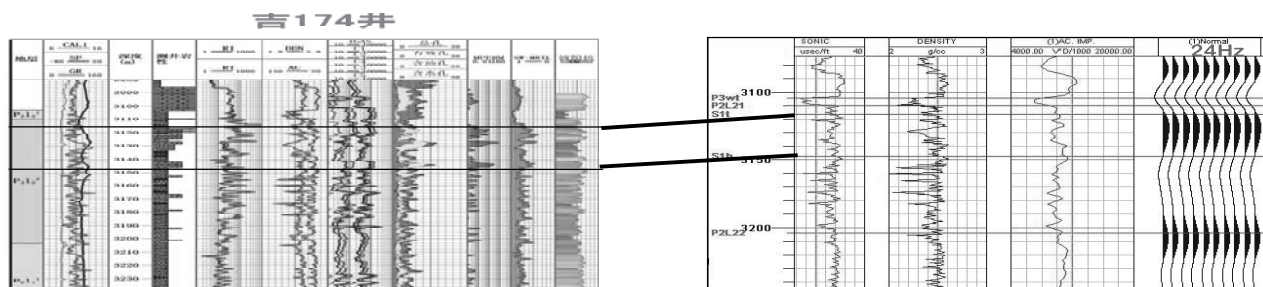


图 2 吉 174 井合成地震记录

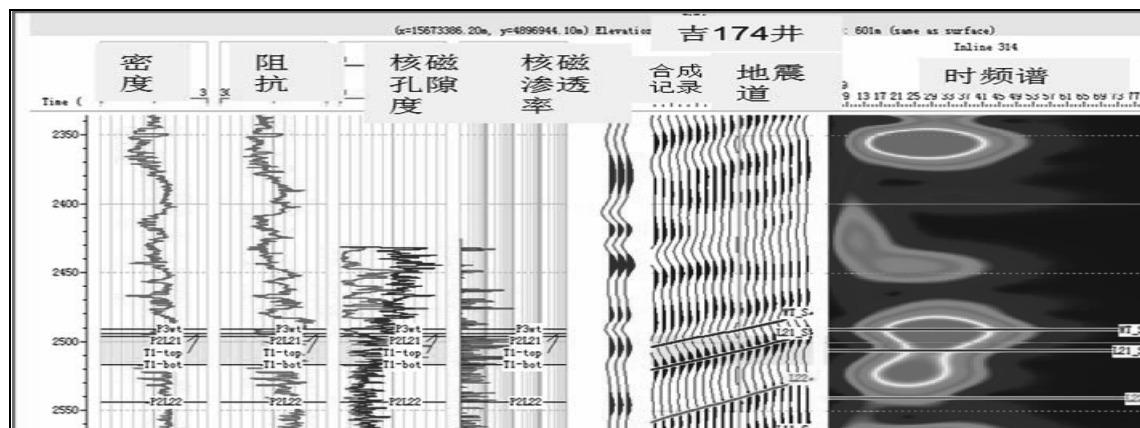


图 3 井震标定

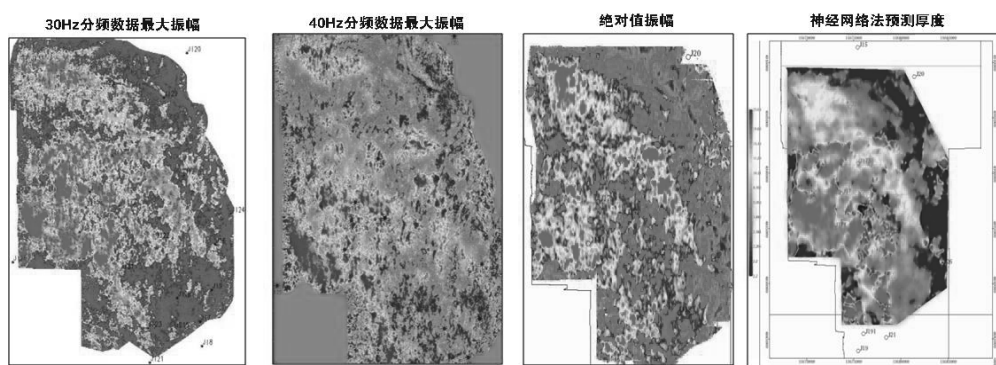


图 4 甜点敏感属性分析及厚度预测

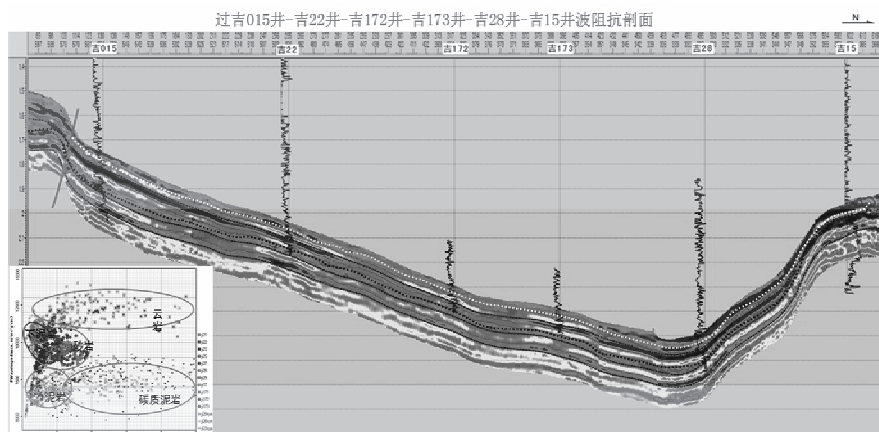


图 5 过吉 015 井-吉 22 井-吉 172 井-吉 173 井-吉 28 井-吉 15 井波阻抗剖面

3 结论与认识

2012 年根据预测结果, 针对上“甜点体”部署井位 4 口、恢复试油井 4 口。目前正在实施的探井见到良好的油气显示, 4 口恢复试油井均获得油流。吉木萨尔凹陷芦草沟组预测“甜点体”符合程度好, 钻探成功率高, 为致密油快速发现、上产增储提供了可靠的依据。

致密油勘探在国内是一个全新的课题, 目前尚无成熟的技术和经验, 具有一定的挑战性。

本文在常规物探技术的基础上, 通过精细分析甜点的测井地震响应, 应用波阻抗反演和多种敏感属性综合分析, 对甜点的分布和厚度预测进行了尝试, 结果表明, 即使面对全新的领域的挑战, 只要对甜点的特征进行全面的分析, 深化地震解释, 不断探索、实践和总结, 是可以在致密油勘探领域有所突破的。

吉木萨尔凹陷致密油甜点预测是首次对非常规油藏的研究, 面临“甜点体”岩性确定困难、边界不好确定、厚度难以预测等难题。为了准确预测

“甜点体”的范围及厚度, 该项目摸索出了一套适合于致密油甜点预测思路及方法, 并取得了以下成果及认识:

1) 根据“甜点体”及其围岩阻抗特征, 通过连井正演方法, 确定“甜点体”的地震反射特征, 上“甜点体”为强反射, 为准确解释“甜点体”顶底层位提供了有力依据;

2) 敏感属性分析和神经网络方法的综合应用, 与“甜点体”的厚度相关性比较好, 结合钻井“甜点体”厚度校正, 得到吉木萨尔凹陷二叠系芦草沟组上“甜点体”的厚度,;

3) 叠后地震反演能够较准确地反映“甜点体”的纵向位置和横向边界, 通过叠后地震反演确定了上“甜点体”的范围;

4) 利用钻井、测井、地震资料, 综合敏感属性分析、叠后反演、裂缝预测等技术方法, 能够较好的预测“甜点体”, 并总结出一套有效、方便、实用的致密油“甜点体”预测的技术流程。

参考文献 / References

略