

文章编号: 1001-1749(2023)03-0299-08

两种叠后裂缝预测技术在 YK 油田应用效果对比

梁志强, 李 弘, 丁 圣

(中国石化 石油物探技术研究院, 南京 211103)

摘要: 裂缝性油气藏在全球的勘探开发中占有重要的地位, 由于裂缝的成因复杂, 类型多样, 地震多解性强, 随着油田的勘探开发越来越深入, 常规的裂缝预测技术往往无法满足精细化开发的要求。面向 YK 油田的裂缝性油气藏, 在传统叠后属性的基础上, 发展了两种面向裂缝精细预测的深化技术: 从常规的曲率体发展到带有倾角、方位角增强的多尺度曲率优选体; 从三维方差蚂蚁体发展到基于曲率计算的多方位高精度融合蚂蚁体。将新发展的叠后数据体与井中的裂缝密度曲线以及产能 PI 对比分析, 吻合率高达 85%, 油田的历史高产井与新建产的高产井均证明了裂缝预测新技术的有效性。

关键词: 裂缝预测; 多尺度曲率; 高精度蚂蚁; 应用研究

中图分类号: P 631.4 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1001-1749.2023.03.03

0 引言

裂缝性储层分布广泛, 储量巨大, 其油气储量和油气产量达全世界油气总产量的 20% 以上, 深刻影响国际石油天然气市场。我国裂缝性储层也具有分布广泛、储量巨大的特点, 但我国储层地质情况相比其他国家和地区更加复杂, 往往面临成因复杂, 裂缝类型多样、采收率低、经济效益较差的问题^[1-2]。传统的叠后裂缝预测技术包括相干、边缘检测、曲率、蚂蚁体等, 近一些又发展了诸如多尺度相干、多尺度曲率、likelihood 等^[3-9], 但是由于裂缝的成因非常复杂, 类型多样, 而且随着油田勘探开发程度越来越高, 常规的叠后裂缝预测技术已经无法满足油田精细化开发的需求, 因此亟需对叠后的裂缝预测技术进行进一步的发展, 以满足油田的勘探开发需求, 提高油田整体的动用率和采收率^[10]。

面向 YK 油田的裂缝性油气藏, 从传统的曲率

体计算属性基础上, 通过在频率波数域进行优选和计算, 发展出带有倾角、方位角增强的多尺度曲率优选技术; 传统蚂蚁体计算大都基于混沌体或者方差体, 基于曲率优选体, 发展出两组方位分别计算大小尺度裂缝的高精度蚂蚁体^[11]。上述叠后裂缝预测新技术在 YK 油田的裂缝性油气藏开展应用研究, 井中的裂缝密度曲线证实了叠后裂缝预测新技术的准确性, 历史高产井和新投产的高产井, 证明了裂缝预测结果对油田的精细化开发起到了重要的支撑作用。

YK 油田的大地构造位于简单褶皱带和推覆构造带的结合部。研究区为背斜构造, 底水油藏, 构造内幕及断裂系统复杂, 研究目标是白垩系碳酸盐岩裂缝型油藏, 自浅至深为 H1 地层、H2 地层、H3 地层。H3 组主要以白云岩为主, 泥质含量低, 裂缝发育, 基质溶蚀孔发育, 层间泥灰质条带发育, 有很强的非均质性; H2 组以灰岩为主, 白云岩次之, 少量泥质含量, 裂缝比较发育, 少量基质溶蚀孔隙, 有效

收稿日期: 2022-10-19

基金项目: 国家自然科学基金项目(U19B6003)

第一作者: 梁志强(1980—), 男, 硕士, 高级工程师, 现主要从事与复杂储层预测及油藏描述相关的研究工作, E-mail: liangzq.swty@sinopec.com。

孔隙度较低,泥灰质条带较为发育,层间非均质性较强;H1 组受造山作用增强,陆源碎屑增多,导致泥质含量增高,主要以泥质灰岩、泥粒灰岩为主,白云岩含量近似为零,少量开放充填裂缝,无基质孔。初期天然能力开发,后期采用水驱方式,考虑电潜泵人工举升,目前有 25 口采油井(其中 2 口水平井,部分井采用丛式井),大井距,控制油藏中部和边部,主要在 H2 和/或 H3 完井,10 口注水井在边部、底部注水,动用地质储量 553 mmbbl(基质 234 mmbbl,裂缝 319 mmbbl)。油田有效裂缝的发育主要与造山运动密切,主要发育 NE—SW(即垂直于背斜轴部)向裂缝,但平行背斜轴部的裂缝组不发育,原因在于工区背斜的褶皱度低,裂缝的发育程度受岩性、泥质含量、基质孔隙度、构造位置等因素有关,其中白云岩裂缝发育程度远高于灰岩和含泥灰岩,背斜的枢纽带和前翼裂缝最发育。常规的相干、曲率、蚂蚁等叠后裂缝预测技术属性技术在 YK 油田的勘探开发早期均已采用和实施,并取得了一定的效果。为了进一步增储上产,提高油田的采收率,以井中的裂缝密度曲线为标准,开展面向油田精细开发的高精度叠后属性裂缝预测研究。

1 基于多尺度曲率优选的裂缝预测技术

1.1 传统的曲率属性

曲率属性在数学上的定义就是指曲线上某个点的切线方向角对弧长的转动率,它表示了曲线偏离直线的程度,曲率越大,表示曲线的弯曲程度越大。地震勘探中的弯曲特征一般用于表述地质体的几何形态特征,其程度主要与地震反射体的曲折程度有关,包括了地层的曲线、褶皱和裂隙、断层等,其中正曲率表示地层突出部分,负曲率表示地层凹陷部分,实际开展地震综合解释中需根据油田的真实地质情况来判别裂缝主要发育于背斜顶部与向斜坳部、或两者都发育来酌情选取。经过综合的地质分析和研究,YK 油田选择最大正曲率来表征裂缝的发育情况最为恰当,具体的计算公式为式(1)。

$$K_{\text{pos}} = (a + b) + [(a - b)^2 + c^2]^{1/2} \quad (1)$$

其中: $a = \frac{1}{2} \frac{\partial p}{\partial x}$; $b = \frac{1}{2} \frac{\partial q}{\partial y}$; $c = \frac{1}{2} \frac{\partial q}{\partial x} + \frac{1}{2} \frac{\partial p}{\partial y}$; p 和 q 分别表示沿着 x 、 y 方向的视倾角分量。计算的 H2 地层顶面的最大正曲率如图 1 所示。

工区发育着几组北西向的主干断裂,在主干断裂的挤压下,背斜的中部发育着大量的次级小断裂

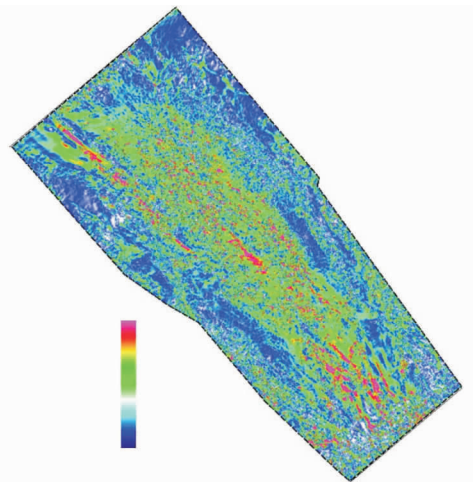


图 1 传统方法计算的最大正曲率(H2 顶)
Fig. 1 Maximum positive curvature calculated by conventional method(H2 top)

和微裂缝,这里的裂缝储层也是油田主要的产油区,布置了大量的高产井(图 1)。从整体曲率发育的特征来看,背斜顶部比翼部发育,顶部比翼部发育;地垒比地堑裂缝发育;断层附近裂缝比较发育,这也符合整体地质上对裂缝的发育规律认知。但是前期的最大正曲率体由于信噪比不高,以及曲率属性在井上对裂缝带的整体吻合程度较低,无法支撑油田下一步精细化开发的需求,需要进一步研究精度更高、吻合程度更好的曲率属性,因此开展了高精度曲率属性的优选与计算技术。

1.2 多尺度优选的曲率属性

YK 油田的整体地质构造为背斜构造,因此在对曲率进行高精度计算时要考虑整体地层的倾角变化,因此需要开展基于逐点倾角导向的窗口扫描技术^[13]。由于不同期次的区域地质运动造成的地层弯曲程度不同,单一的曲率算子对 H1 地层到 H3 地层的曲率计算结果不够精细,因此需要开展基于多尺度空间波数域算子的曲率计算技术^[12-13]。具体做法是:三维体曲率分析算法在时频域分频展开,利用空间波数域的多尺度微分算法实现不同尺度的曲率属性体,同时在计算曲率属性体时基于保持边缘的多窗口扫描技术,在多个不同的频率波数域算子中进行优选,以本征相干裂缝预测结果为约束,优选最佳 α 值得到的曲率属性可以实现储层裂缝信息的高精度展布(图 2)。在图 2 的曲率计算中,影响曲率结果的参数主要有两个:①时窗;②曲率属性。时窗可以控制曲率计算范围的大小,曲率属性即在种类繁多的曲率(如最大曲率、最小曲率、最大正曲

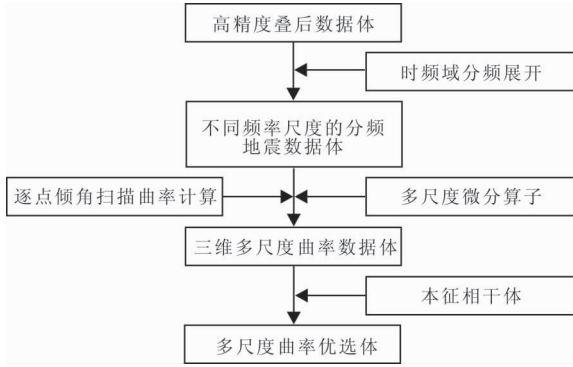


图 2 多尺度曲率优选体计算流程

Fig. 2 Multi-scale curvature preferred body calculation process

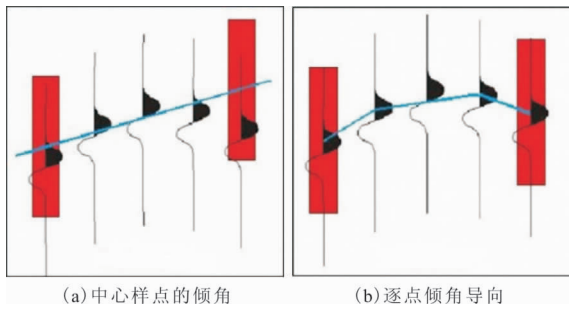


图 3 逐点倾角导向的窗口扫描技术

Fig. 3 Point-by-point dip window scanning technique

率、最小负曲率以及高斯等曲率)中优选出最好的一类,考虑到 YK 工区的倾向背斜构造,在前期的技术研究中已经分析出最大正曲率的效果最好;时窗的选择则需要根据 H1 到 H3 层位的裂缝发育情况来

选择。

1.2.1 逐点倾角导向的窗口扫描技术公式

逐点倾角扫描的主导思想为:在计算样点第一次扫描的倾角基础上,在二次扫描时作为下一个道集的时间偏移量。因此可以刻画任意小幅度的反射界面的起伏,极大地提高了反射点倾角的计算精度,其修正公式为式(2)。

$$C_{\text{oor}}(t, p_x, q_y) = \frac{\sum_{k=-K}^{+K} \left\{ \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J [u_j(t+k\Delta t - p_{j,x}j\Delta x) - q_{j,y}j\Delta y] \right\}^2}{\sum_{k=-K}^{+K} \frac{1}{J} \left\{ \sum_{j=1}^J [u_j(t+k\Delta t - p_{j,x}j\Delta x) - q_{j,y}j\Delta y] \right\}^2} \quad (2)$$

式中:\$(p_{j,x}, q_{j,y})\$为计算的地震道所在局部反射界面处沿着\$(x, y)\$方向的视倾角,在 YK 工区中即为背斜构造面上的地震数据沿着大地坐标方向上的视倾角;\$u\$为三维地震体任一反射点\$R(x, y, t)\$对应的时间标量场;\$J\$为选择的中心点对称分布的平面相邻的计算道数;\$k\$为当前计算的数据点;时窗范围为\$[-K, +K]\$,因此整个时窗的样点数为\$2K+1\$。相关技术的原理示意如图 3 所示。

1.2.2 多尺度曲率算子的计算原理

多尺度曲率算子的计算原理如式(3)所示。

$$D_x = F^{-1} \{ -i(k_x)^\alpha F[u(x)] T(k_x) \} \quad (3)$$

式中:\$u(x)\$为输入的地震信号;\$F(g)\$为傅里叶变换;\$k_x\$为复波数;\$\alpha\$为波数域尺度因子;\$i = \sqrt{-1}\$;即为不同空间波数域尺度因子。

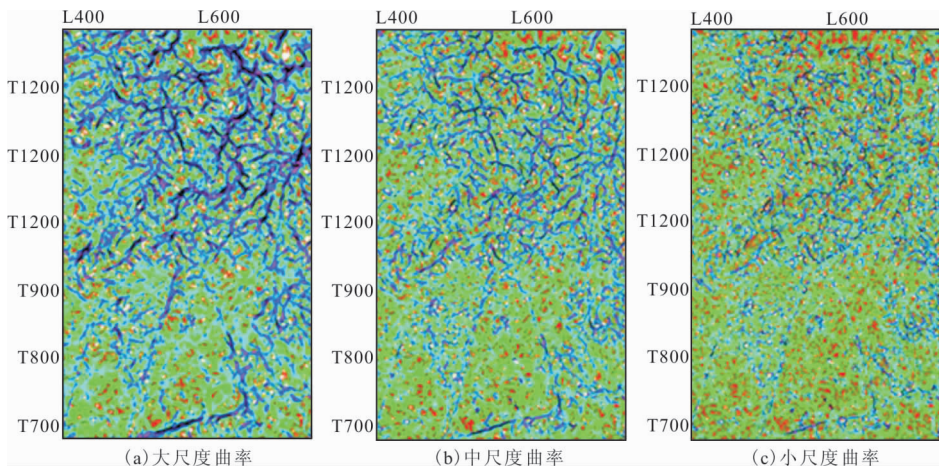


图 4 多尺度曲率计算示意图

Fig. 4 Multi-scale curvature

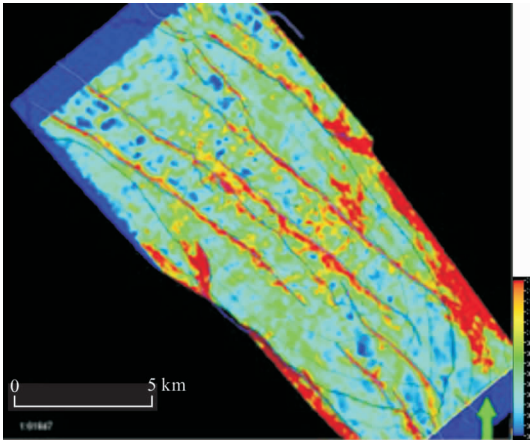


图 5 多尺度优选的高精度曲率展布结果(H2 顶)
Fig. 5 High-precision curvature of multi-scale preferences(H2 top)

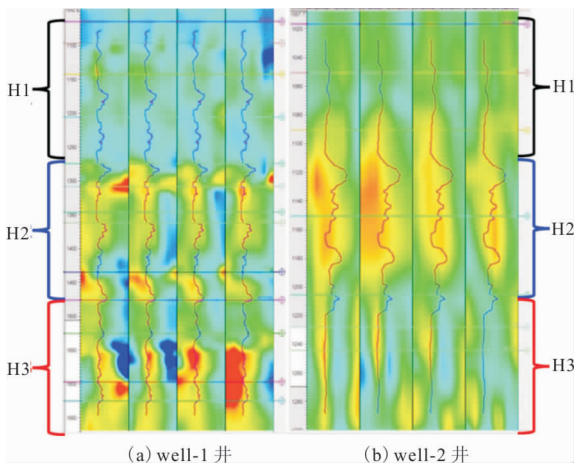


图 6 裂缝密度曲线与多尺度曲率优选体属性的连井线分析图

Fig. 6 Linkage of fracture density curves with multi-scale curvature preferred body

以相干属性计算得到的断裂带的宽度为标准宽度,开展计算 YK 工区不同 α 值的曲率结果(图 4),当某一 α 值计算后的曲率宽度等于相干计算的标准宽度时,此时的曲率结果为多尺度优选后的最优曲率结果。图 5 为沿着 H2 顶面多尺度优选后的高精度最大正曲率计算结果。相比图 5 和图 1,北西向的主干断裂展布更加清晰,断裂的连续性也更好;同时在主干断裂的挤压区,小断裂以及微裂缝的细节刻画也更加清晰。背斜中部的裂缝聚集带与两翼的裂缝相对不发育区区分度更加明显,背斜顶部及北部可见东北向的剪切形变带,与北西向应力条件下北西向裂缝带与微构造特征更加吻合。

选取了工区两口重点高产井的裂缝密度曲线数据,并与上述计算的不同方位的多尺度曲率优选体

开展连井线分析(图 6)。过 well-1 井剖面裂缝预测结果显示(图 6(a)),H3 层、H2 层的裂缝明显优于 H1 层,这个区域是地震剖面上的曲率属性显示是一致的,同时曲率属性的几个高点(红色区域)也与裂缝密度曲线的高值区域相对应。同时该井的 H3 层高产还受到区域主干断裂的影响,断裂沟通井眼了附近裂缝,所以产能高,压降小。过 well-2 井剖面裂缝预测结果显示(图 6(b)),H2 层的裂缝密度曲线并明显优于 H1 层和 H3 层,同时 H3 层层略微优于 H1 层,符合井中的 PI 产能数据;该井的白云岩 H3 层系的裂缝不发育,主要原因是井点位置远离了主干断裂,受工区主干断裂以及主要应力影响较小导致。

对工区 23 口具有裂缝密度曲线的典型井开展了连井线分析,从结果中分析得出 H2 和 H3 的叠后裂缝发育强度体的吻合程度在吻合率 80%左右,由于 H2 层和 H3 层由于裂缝发育程度整体较高,所以曲率属性的裂缝的识别效果更好,H1 层由于发育了大量的泥岩,导致裂缝被充填,裂缝密度相对较不发育,因此整体的吻合率(约为 65%)低于下部的 H2 层和 H3 层,为了进一步增加 H1 层小微裂缝的刻画,需要开展基于高精度蚂蚁体的裂缝预测研究。

2 高精度蚂蚁体裂缝预测技术

2.1 传统的蚂蚁追踪技术

“蚂蚁追踪”技术是斯伦贝谢公司于 1996 年发明的一种裂缝预测技术,传统的蚂蚁体计算大都基于混沌(Chaos)体或者方差体作为输入开展蚂蚁追踪,根据前期的地质分析和属性认识,基于最大正曲率属性的蚂蚁追踪技术能够得到更好地刻画该区的小微裂缝。

图 8 为传统的基于方差体计算的蚂蚁体沿 H2 顶切片。由于该区的裂缝非常发育,因此在计算参数中选择保守的消极蚂蚁(Passive Ant)即可满足需要。由图 8 可以看出,北西向的几条主干断裂都清晰可见,背斜的中部,由于主干断裂的挤压,发育着许多东北向的小微裂缝带,整体裂缝发育趋势与地质认识较为符合,但是主干断裂之间的裂缝联通以及背斜中部的小微裂缝发育区裂缝空间刻画结果较为模糊,这对油藏开发中的裂缝精细描述、裂缝与断裂之间的连通性分析等都是不利的。

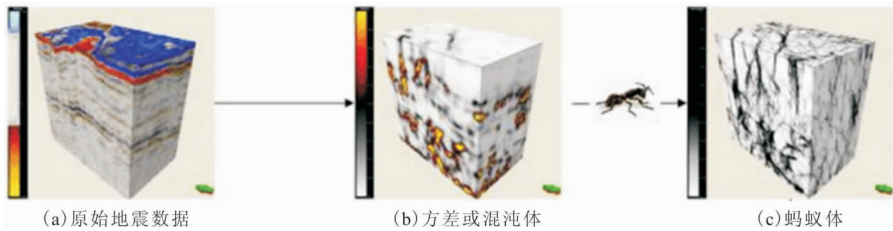


图7 常规蚂蚁体的计算步骤

Fig. 7 Calculation steps of the traditional ant body

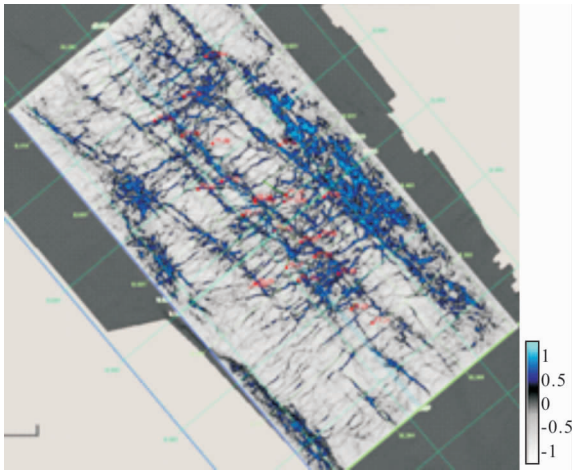


图8 常规的蚂蚁体

Fig. 8 Traditional ant body(H2 top)

2.2 方位融合的高精度蚂蚁体裂缝预测技术

图9为基于方位融合的高精度蚂蚁体计算步骤^[14],与图7中的蚂蚁体计算方法主要有两处不同:①将输入计算的方差体替换为多尺度优选的最大正曲率体;②将蚂蚁体计算分为方位计算和大小蚂蚁体融合两个步骤。常规的蚂蚁体属性通过控制计算参数可以直接计算积极蚂蚁(Aggressive Ant)或者消极蚂蚁(Passive Ant)。在本工区中,大尺度裂缝发育为北西向,小尺度裂缝则大都为北东向发育。将一次计算的蚂蚁体分解为一次大尺度北西向方位计算的积极蚂蚁(Aggressive Ant)加上小尺度北东向方位的消极蚂蚁(Passive Ant),然后将两个近乎垂直的大小蚂蚁体进行融合,形成了改进后的方位融合蚂蚁体计算技术。

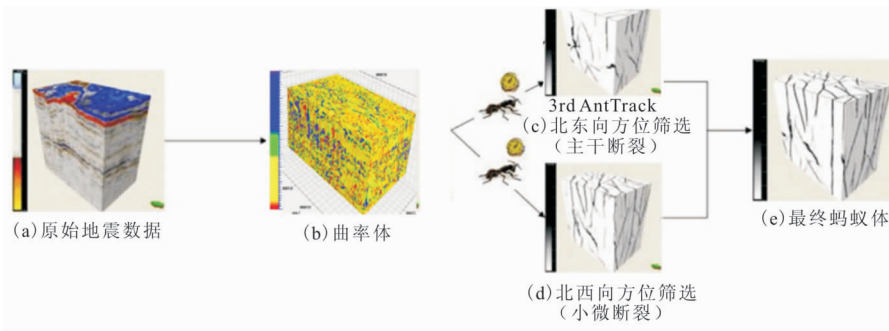


图9 基于方位融合的高精度蚂蚁体计算步骤

Fig. 9 Steps of calculation of ant body based on orientation fusion

对比图8和图10可以发现,高精度蚂蚁体与传统蚂蚁体的裂缝预测结果整体趋势较为吻合,主干断裂与小微裂缝的形态也符合地质认知,但是高精度蚂蚁体在主干断裂之间的连通情况、次级断裂形态以及小微裂缝的发育特征等都具有更加清晰的表征,这对后期裂缝油藏的高效勘探开发都是极为有利的。

well-3井和well-4井为近两年的新开发井(图11)。well-3井位于背斜的顶部,该区域从H1

层位到H3层位的裂缝都很发育。从图11可以看出,蚂蚁体的属性与裂缝密度曲线吻合情况较好,且well-3井的顶部裂缝发育,底部(即H3层)与主干断裂连通,因此井中的产能非常高($PI > 200$),压降小(< 10)。well-4井的H1层位由于裂缝被泥岩充填,因此裂缝预测较为困难,裂缝密度曲线显示有较小的裂缝发育,在蚂蚁体上也有一些微弱的表征,H2段与H3段的裂缝也较为发育,裂缝是由于主干断裂挤压产生,但是底部(H3段)与主干断裂不连

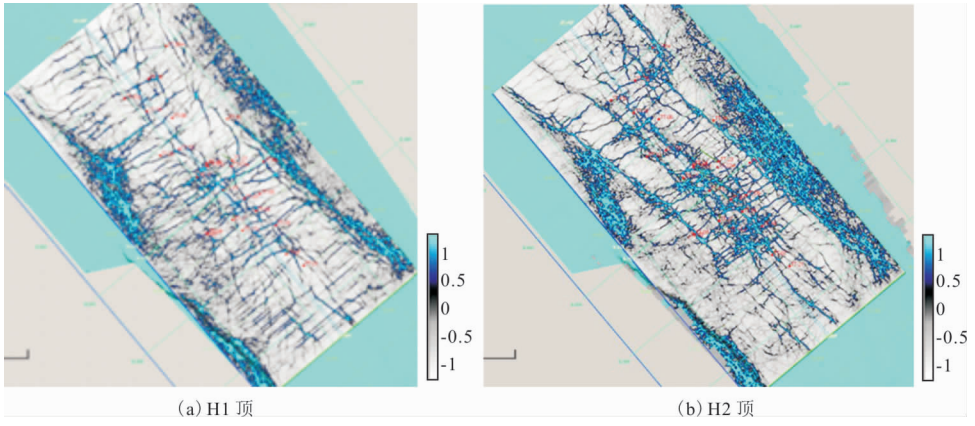


图 10 方位融合的高精度蚂蚁体

Fig. 10 High-precision ant body with orientation fusion (H1 top and H2 top)

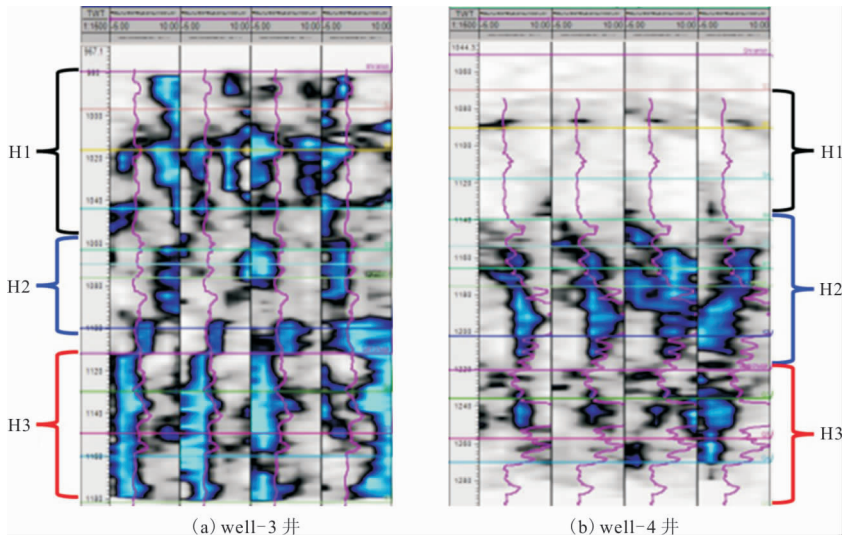


图 11 裂缝密度曲线与高精度蚂蚁体属性的连井线分析图

Fig. 11 Linkage of fracture density curves with high-precision ant body

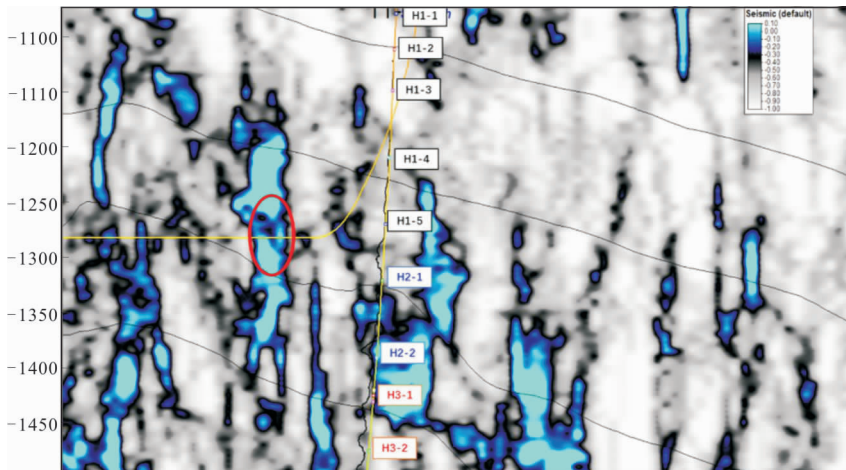


图 12 裂缝密度曲线与高精度蚂蚁体

Fig. 12 Fracture density curve with high precision ant body

通。经过与全区 23 口具有裂缝密度曲线的历史井和新钻井对比分析:高精度蚂蚁体在 H1 段的裂缝密度符合率达到了 85.2%,在 H2、H3 段与产能符合率达到了 88%。

2.3 蚂蚁体裂缝预测结果与勘探前景分析

well-5 井为历史部署的一口高产井,在 H2 段和 H3 段均发育了大量裂缝,产油时间长达 8 年,从投产初期的日产油 7 000 桶降到目前日产油仅为 30 桶,累产油达到了 3.2×10^4 桶。随着开采周期的拉长,油水底面进一步上升,背斜中部的 H2 段和 H3 段已经全部水淹,开采价值进一步降低。2021 年在 well-5 井的 H1 段开展水平井施工,钻井深度为 H1 段的下层,即 H1-4 和 H1-5 小层段,设计钻井轨迹如图 12 所示,在 H1-5 水平段施工到 200 钻遇大量裂缝高产,日产油达到 2 000 桶,如图 12 中红色圆圈中所示位置,水平井钻遇裂缝情况与高精度蚂蚁体的裂缝预测结果一致。

YK 油田作为典型的裂缝性油气藏,其勘探和开发前景仍然拥有较为广阔的空间,虽然背斜中部由于水淹导致了 H2 和 H3 段的传统裂缝发育带(重点产油段)产量降低,但是随着裂缝预测精度的提升,研究区的勘探开发前景已转向了小微尺度裂缝发育带(H1 层段)以及背斜两翼的 H2 和 H3 裂缝发育带,前期钻井已经证明了 well-5 在 H1 段下部裂缝发育带与钻井结果非常吻合,下一步将结合本次裂缝预测的结果,在背斜两翼开展新钻井(曲率优选体或者方位融合蚂蚁体结合使用)以及老钻井的 H1 层段(优先使用方位融合蚂蚁体)开展水平井施工,以便进一步提升油田的整体产量。

3 结论

裂缝性油藏勘探难度大,开发难度大,而且地震解释的多解性又非常强,常规的裂缝预测方法无法满足油田精细化开发的需求。笔者面向 YK 油田的裂缝性油藏,以井中裂缝密度曲线为标准,以产能为唯一解,建立了一套面向油田实际开发的叠后裂缝预测技术系列,对比了两种叠后裂缝预测技术在 YK 油田的应用效果,可以为类似油气田的精细勘探开发提供重要的指导和借鉴意义。其主要成果有:

1)曲率属性的裂缝预测是基于地层同相轴弯曲程度而言的,对于 YK 油田的倾伏背斜构造,开展了基于适应地层倾角变化的逐点倾角导向扫描技术和

相干约束下的多尺度曲率优选技术,提高了工区裂缝高度发育段(H2 层和 H3 层)的叠后定性裂缝预测精度。

2)在曲率优选体数据的基础上,开展了方位融合的高精度蚂蚁体计算技术,具体的手段包括:曲率计算、大尺度方位蚂蚁体、小尺度方位蚂蚁体以及蚂蚁体融合,进一步提高了工区 H1 段的裂缝预测精度:与井中裂缝密度曲线的吻合率达到了 85%以上,产能达到了 88%以上。

参考文献:

- [1] 汪勇,裂缝油气藏储层预测方法及应用研究[D].武汉:中国地质大学,2013.
WANG Y, Prediction method and its application of the fractured oil and gas reservoirs[D]. Wuhan: China University Of Geosciences, 2013. (In Chinese)
- [2] 梁志强. 不同尺度裂缝的叠后地震预测技术研究[J]. 石油物探, 2019, 58(5): 766-772.
LIANG Z Q. Post stack seismic prediction techniques for fractures of different scales [J]. Geophysical Prospecting for Petroleum, 2019, 58(5): 766-772. (In Chinese)
- [3] 张军华,王月英,赵勇. C3 相干体在断层和裂缝识别中的应用[J]. 地震学报, 2004, 26(5): 560-564.
ZHANG J H, WANG Y Y, ZHAO Y. Application of the third generate of coherent cube in recognizing faults and fractures[J]. Acta Seismologica Sinica, 2004, 26(5): 560-564. (In Chinese)
- [4] 靳亚龙. 图像边缘检测算法研究及在地震裂缝检测中的应用[D]. 成都: 成都理工大学, 2013.
JIN Y L. Research and implementation of image edge detection algorithm[D]. Chengdu: Chengdu University of Technology, 2013. (In Chinese)
- [5] 王雷,陈海清,陈国文,等. 应用曲率属性预测裂缝发育带及其产状[J]. 石油地球物理勘探, 2010, 45(6): 885-889.
WANG L, CHEN H Q, CHEN G W, et al. Application of curvature attributes in predicting fracture-developed zone and its orientation[J]. Oil Geophysical Prospecting, 2010, 45(6): 885-889. (In Chinese)
- [6] 龙旭,武林芳. 蚂蚁追踪属性体提取参数对比试验及其在塔河四区裂缝建模中的应用[J]. 石油天然气学报, 2011, 33(5): 76-81.
LONG X, WU L F. Parameter comparative experiments on ant tracking attribute extraction and its application in fracture modeling in region 4 of Tahe oil field [J]. Journal of Oil and Gas Technology, 2011, 33(5):

- 76—81. (In Chinese)
- [7] 郑静静, 印兴耀, 张广智. 基于 Curvelet 变换的多尺度性识别裂缝发育带[J]. 石油地球物理勘探, 2009, 44(5): 543—547.
- ZHENG J J, YIN X Y, ZHANG G Z. Multiscale analysis technique based on Curvelet transform[J]. Oil Geophysical Prospecting, 2009, 44(5): 543—547. (In Chinese)
- [8] CHEN X H, YANG W, HE Z H. The algorithm of 3D multiscale volumetric curvature and its application [J]. Applied Geophysics, 2014, 9(1): 65—72.
- [9] 马德波, 赵一民, 张银涛, 等. 最大似然属性在断裂识别中的应用—以塔里木盆地哈拉哈塘地区热瓦普区块奥陶系走滑断裂的识别为例[J]. 天然气地质学, 2018, 29(6): 817—825.
- MA D B, ZHAO Y M, ZHANG Y T, et al. Application of maximum likelihood attribute to fault identification; a case study of Rewapu block in Halahatang area, Tarism basin, NW China [J]. Natural Gas Geoscience, 2018, 29(6): 817—825. (In Chinese)
- [10] 梁志强, 李弘, 唐金良. 断裂及其裂缝发育带三维空间刻画技术[J]. 断块油气田, 2022, 29(4): 496—501.
- LIANG Z Q, LI H, TANG J L. The description technology of three dimensional space for fault and fracture development zone [J]. Fault — Block oil&-gas field, 2022, 29(4): 496—501. (In Chinese)
- [11] 印兴耀, 高京华, 宗兆云. 基于离心窗倾角扫描的曲率属性提取[J]. 地球物理学报, 2014, 57(10): 3411—3421.
- YIN X Y, GAO J H, ZONG Z Y. Curvature attribute based on dip scan with eccentric window [J]. Chinese Journal of Geophysics, 2014, 57(10): 3411—3421. (In Chinese)
- [12] 王世星. 高精度地震曲率体计算技术与应用[J]. 石油地球物理勘探, 2012, 47(6): 965—972.
- WANG S X. High precision calculation of seismic volumetric curvature attributes and its applications [J]. Oil Geophysical Prospecting, 2012, 47(6): 965—972. (In Chinese)
- [13] ADEL A A OTHMAN, MOHAMED ABDEL AZIZ MOHAMED, MOHAMED FATHI. Improving fault tracing detection applying 3D ant tracking seismic attribute [J]. IOSR Journal of Applied Geology and Geophysics (IOSR—JAGG), 2016, 4(3): 18—25.

Comparison of two post—stack fracture prediction techniques applied in YK oilfield

LIANG Zhiqiang, LI Hong, DING Sheng

(Sinopec Geophysical Research Institute, Nanjing 210014, China)

Abstract: Fractured oil and gas reservoirs are essential in global exploration and development. Due to the complex origin of fractures, various types, and seismic solid multi—resolution, with the deepening of oilfield exploration and development, conventional fracture prediction techniques often cannot meet the requirements of refined development. Requirements. Aiming at fractured oil and gas reservoirs in the YK field, two deepening techniques oriented to fracture refined prediction are developed based on traditional post—stack attributes; from conventional curvature body to multi—scale curvature preferred body with dip and azimuth enhancement, from 3D variance ant body to multi—directional high—precision fusion and body based on curvature calculation. The newly developed post—stack data volume is compared with the well's fracture density curve and productivity PI, and the coincidence rate is as high as 85%. The historical high—yield wells in the oilfield and the newly—produced high—yield wells both prove the effectiveness of the fracture prediction technology.

Keywords: fracture prediction; multi—scale curvature; high—precision ant; applied research