

doi: 10.11720/wtyht.2021.1208

谢清惠, 蒋立伟, 赵春段, 等. 提高蚂蚁追踪裂缝预测精度的应用研究[J]. 物探与化探, 2021, 45(5): 1295-1302. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2021.1208>

Xie Q H, Jiang L W, Zhao C D, et al. Application study of improving the precision of the ant-tracking-based fracture prediction technique[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2021, 45(5): 1295-1302. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2021.1208>

提高蚂蚁追踪裂缝预测精度的应用研究

谢清惠¹, 蒋立伟², 赵春段¹, 王仲达², 唐协华², 罗瑀峰²

(1. 斯伦贝谢中国公司, 北京 100015; 2. 中国石油浙江油田分公司, 浙江 杭州 310023)

摘要: 四川盆地外 YS1 井区经历多期构造演化, 发育的断裂具有多期次、多走向等特征, 在已钻井过程中发生了严重的井漏。利用常规的地震解释方法, 较难达到精细刻画断裂的要求, 也难以捋清断裂期次和展布。针对研究区实际情况, 引进蚂蚁追踪技术来进行裂缝预测, 并通过降噪、增强连续性、突出断层边界、剔除假构造等手段提高裂缝预测的精度。首先对输入的地震数据体进行构造导向滤波和不连续探测等预处理, 之后通过对比优选出蚂蚁追踪参数设置, 最后进行产状控制下的蚂蚁追踪, 得到一套高精度的蚂蚁追踪体。使用该数据体不但能辅助精细刻画断层展布, 还为接下来的断裂期次发育分析和水平井位部署提供数据基础。

关键词: 蚂蚁追踪; 裂缝预测; 构造导向滤波; 不连续性检测; 产状控制

中图分类号: P631.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2021)05-1295-08

0 引言

目前, 随着油气勘探的发展, 断层和裂缝预测技术也在不断地革新, 针对于大、中型尺度的断层识别方法多且较为成熟, 但小尺度的断层和裂缝预测技术仍然是地球物理勘探领域的难点^[1-2]。裂缝的地震预测技术包括叠前预测和叠后预测两大类, 前者主要是利用快、慢横波的差异或纵波的方位各向异性来预测裂缝的方位、发育程度甚至有效性, 该方法要求有昂贵的三维地震采集和处理技术相配套, 例如多波多分量地震采集与处理、高密度宽方位地震采集与处理等; 后者主要利用叠后三维地震属性对裂缝进行识别和预测, 其中很多振幅类、频率类和相位类的属性已被广泛应用, 而较为精细的裂缝地震属性分析则主要是围绕地震反射波形的突变(不连续性)来开展, 例如相干分析和蚂蚁追踪等边界强化探测技术^[3-5]。

对于中、小尺度的断层和裂缝预测, 常用到蚂蚁追踪技术。蚂蚁追踪技术是基于蚂蚁算法的仿生物

学技术, 意大利学者 Dorigo 等提出蚂蚁算法^[6], 其根据蚁群利用分泌物尽快找到食物源的原理, 在地震数据体中寻找裂缝痕迹, 直到完成断层的追踪和识别^[7-8]。这种追踪技术能突出地震数据的不连续性, 强化断裂特征的新属性, 提高断裂预测精度, 并充实地质构造细节^[9-11]。目前该技术已经集成到商业软件 Petrel 中, 得到了广泛的应用。蚂蚁追踪属性对地震资料的变化非常敏感, 因此地震资料品质直接影响到蚂蚁追踪属性结果, 包括地震资料的反射强度、连续性变化、反射界面轻微抬升等都会在蚂蚁追踪属性中得到体现^[12]。

研究区四川盆地外 YS1 井区经历了多期构造演化, 发育多旋回沉积。由于历次构造运动叠加, 区内断裂复杂多样, 具有多期次、多尺度、多类型、多走向等特征^[13]。目的层存在着可钻性差、井壁稳定性差、井漏、固井难度大等钻完井技术难点, 在施工过程中频繁发生井塌、井漏等井壁失稳现象。针对研究区实际情况, 利用常规的地震解释方法, 较难达到精细刻画断层的要求, 也难以捋清断裂期次和展布; 故引进蚂蚁追踪技术, 但若仅使用常规的蚂蚁追踪

收稿日期: 2021-04-26; 修回日期: 2021-06-17

基金项目: 国家科技重大专项“昭通页岩气勘探开发示范工程”(2017ZX05063)、中国石油天然气集团有限公司重大现场试验项目“深层页岩气有效开采关键技术攻关与试验”(2019F-31)

第一作者: 谢清惠(1985-), 女, 博士, 地质工程师, 从事地震解释研究工作。Email: qinghuixie@sina.com

流程,存在对中、小裂缝预测精度不够的问题。因此,急需研究一套适用于本区的高精度蚂蚁追踪流程,提高裂缝预测精度,捋清裂缝发育特征并查明井漏原因,为下一步井位部署提供数据基础。本文正是针对研究区的地质特点,结合现有资料条件,围绕如何提高裂缝预测精度进行探讨,最终通过提高分辨率、降噪、增强连续性、突出断层边界、剔除假构造等手段提高精度,并在实际应用中取得良好效果。

1 方法流程简介

常规蚂蚁追踪主要包括以下几个步骤:

- 1) 构造平滑:对原始地震数据体进行构造平滑、降低噪声影响,增强地震有效反射的连续性;
- 2) 不连续性检测:对地震数据不连续点进行探测,并对这一不连续进行强化;
- 3) 蚂蚁追踪参数设置:蚂蚁追踪的效果受控于

蚂蚁追踪参数设置,主要有 6 个参数,包括初始蚂蚁边界、追踪偏差、搜索步长、允许的非合法步长、必须合法步长以及搜索中的阈值值等。

4) 蚂蚁追踪:得到裂缝预测结果。

针对研究区面临的问题,为了提高裂缝预测精度,依托 Petrel 软件,笔者探索出一套适用于研究区的蚂蚁追踪技术流程(图 1)。首先,对资料进行构造导向滤波,取代了常规蚂蚁追踪第一步中的构造平滑,目的是提高信噪比,增强不连续性;第二步,分别进行了最大曲率、混沌体以及方差体属性计算,对比并分析了 3 种地震属性的不连续性识别能力,选择最优的不连续性探测方法;第三步,通过对比并优选一套适用于研究区的蚂蚁追踪参数得到初始的蚂蚁追踪结果;与常规蚂蚁追踪对比,为了剔除虚假构造,本文增加了第四步中的产状控制下的蚂蚁追踪,并将不同走向的断层分离开,便于下一步的构造期次分析。

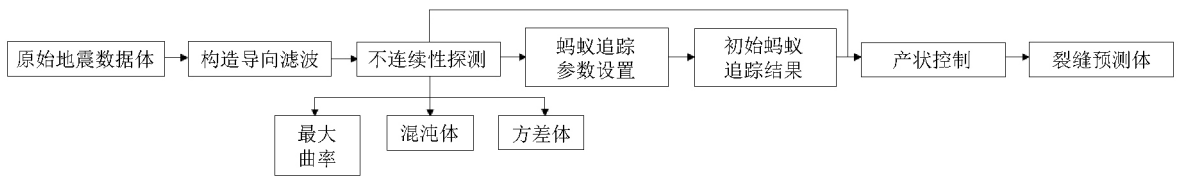


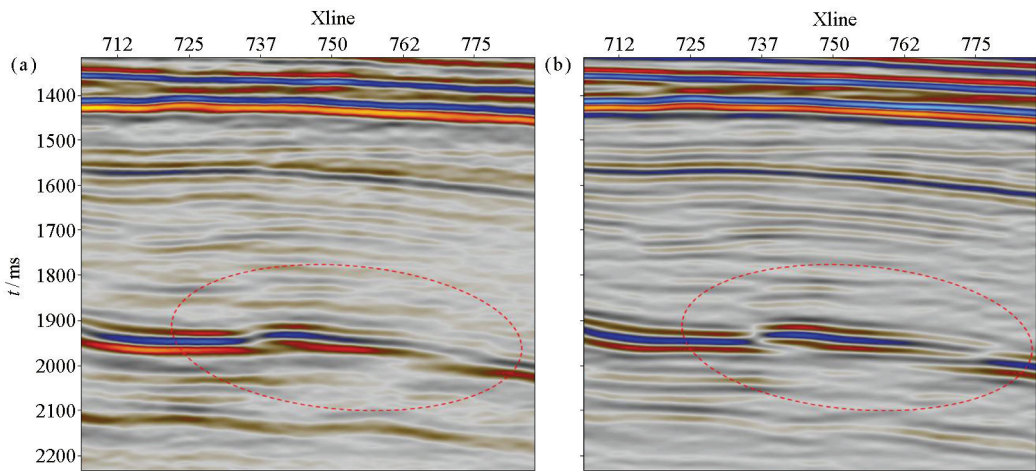
图 1 优化的蚂蚁追踪流程

Fig. 1 Optimized ant tracking workflow

1.1 构造导向滤波

构造导向滤波技术是有效利用地质目标体的倾角和方位角信息提高属性预测精确性和目标探测能力的重要方法,其在提高地震数据体信噪比、保持原地震信号基本状态不变的前提下,更加突出同相轴

的不连续性,提供更强的断层、裂缝影像效果,有助于微小断层的识别^[14-16]。图 2 为研究区构造导向滤波效果,二者对比可以看出,原始地震数据中的随机噪声得到压制,地震同相轴更加连续,虚线框内的断层边界更加突出了。



a—原始地震剖面;b—构造导向滤波之后的地震剖面

a—original seismic profile;b—seismic profile after structure-oriented filtering

图 2 YS1 井区构造导向滤波效果

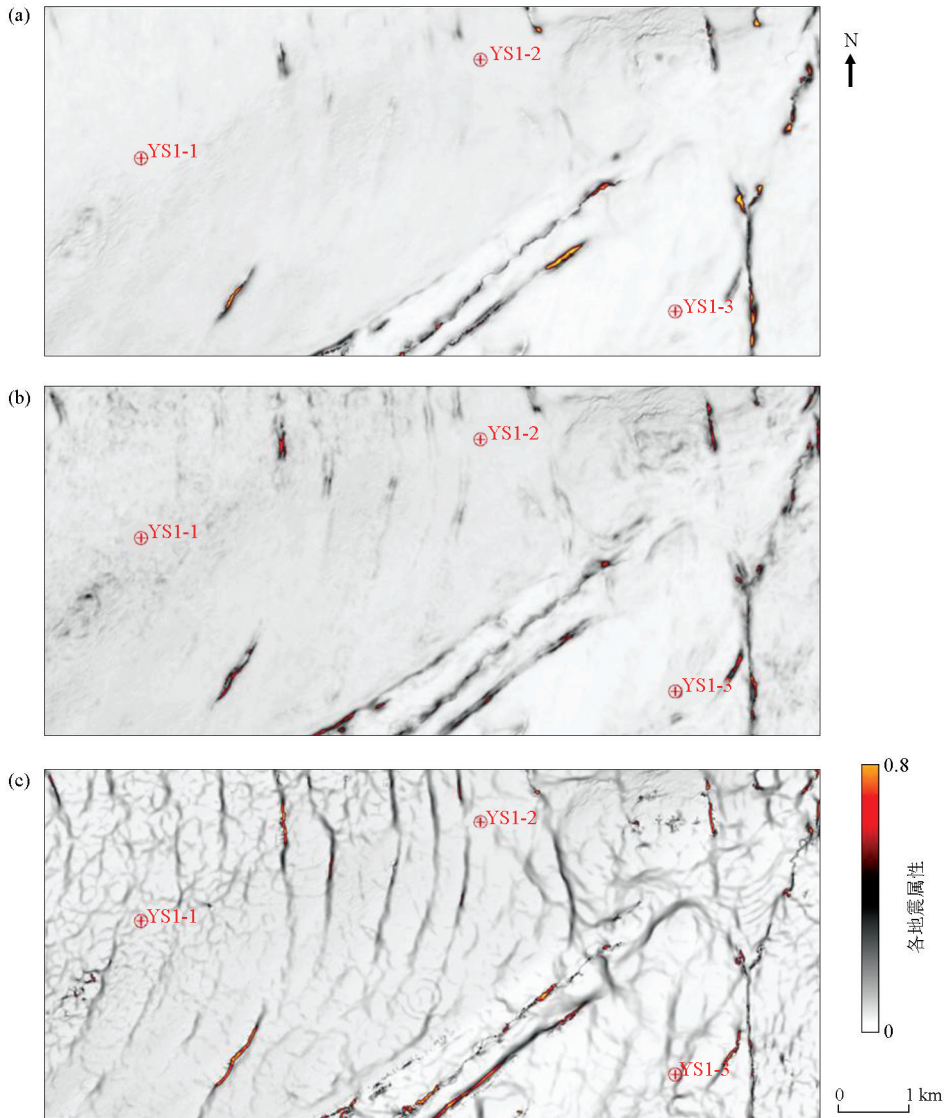
Fig. 2 Structure-oriented filtering maps in YS1 area

1.2 不连续性检测

在构造导向滤波之后,断层的分辨率和清晰度得到了一定的改善,但一些断层依然存在边界不清晰、连续性不强等问题,因此接下来将使用不连续性检测技术来增强断裂的连续性,以突出断层边界。目前常用的方法种类繁多,针对不同研究区的适用性不同,效果也是良莠不齐。其中,较为广泛适用且效果较好的断层边界识别方法有方差体属性、曲率属性、混沌体属性等。方差体技术是一种基于概率方差分析的地层不连续性检测,其通过计算相邻地震道之间的方差来表示各个地震道反射特征的差异,从而达到识别断层的作用。早期的面曲率分析技术主要用于宏观的断裂描述和应力场分析^[17-18],

近期出来的最大正曲率和最小负曲率大幅提高了曲率研究精度,也常被用于裂缝预测中。混沌属性则是通过对地震数据体中层间地震反射波倾角相似性计算,描述地层内地震反射波的反射特征及反射结构的连续性变化,可有效突出特殊地质体的边界,较好地刻画特殊岩性体和小尺度断层^[19-20]。

图 3a、3b 和 3c 分别为方差体、最大曲率以及混沌体的沿目的层切片。相比之下,方差体切片仅为较大尺度的 NE 向断层;最大曲率属性切片比方差体切片多了近 SN 向断层;而混沌体切片对近 SN 向断裂刻画得更为清晰。经过对比,认为混沌体属性能更有效地识别 YS1 井区的断层边界。



a—方差体切片;b—最大曲率切片;c—混沌体切片
a—variance slice;b—max curvature slice;c—chaos slice

图 3 YS1 井区地震属性沿层切片

Fig. 3 Seismic attributes slices in YS1 area

1.3 受参数控制的蚂蚁追踪

蚂蚁追踪的效果受控于蚂蚁追踪参数设置,主要有 6 个参数,各参数含义和特点见表 1。在实际应用中,若对各参数进行分别试验、对比和优选,可能会组合出成千上万种参数组合结果,需要耗费大量的人力和时间。根据试验对比和经验设置, Petrel 软件中已为解释人员提供了两种默认的追踪参数组合模式: Aggressive 主动模式和 Passive 被动模式,具体参数设置见表 1,二者的区别主要在于初始蚂蚁边界和搜索中的门槛值。主动模式的初始蚂蚁边界

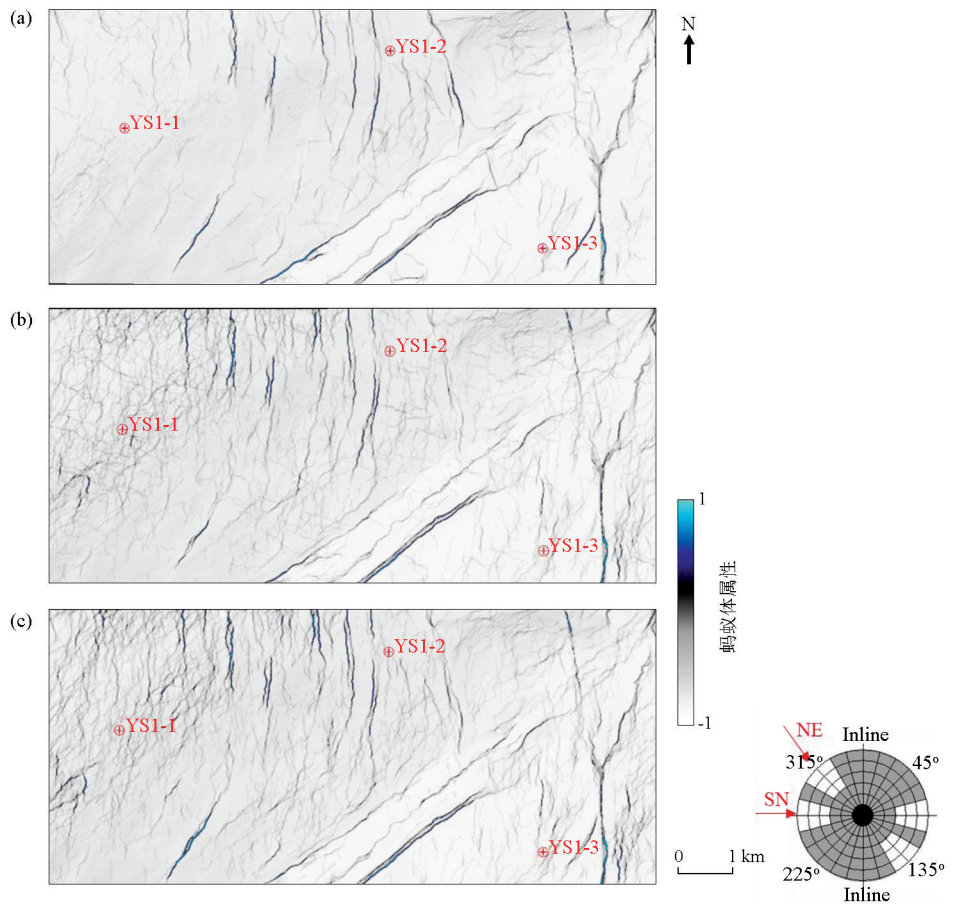
较小,而搜索中的门槛值较大,因此,主动蚂蚁追踪算法类似“勤劳的蚂蚁”,更善于挖掘断层,但由于其“主动性”较强,致使噪声较清晰。被动模式的初始蚂蚁边界较大,而搜索中的门槛值较小,因此被动蚂蚁追踪算法即“懒惰的蚂蚁”,其倾向于追踪极强信号,放弃较弱信号,因此有助于压制噪声,体现大断层趋势,但是易导致局部不清晰的低级别小断层呈断续特征,进而破坏其连续性^[12]。

图 4a 和 4b 分别为 Aggressive 主动蚂蚁追踪和 Passive 被动蚂蚁追踪结果的沿目的层切片。相比

表 1 蚂蚁追踪方法的参数设置及含义

Table 1 Parameters and meanings of ant tracking

参数	含义	特点	主动模式	被动模式
初始蚂蚁边界	定义蚂蚁的初始分布范围	越小越利于识别小尺度断层	5	7
追踪偏差	设置蚂蚁可搜索方向的偏离范围	越大越利于弯曲断层的识别	2	2
搜索步长	蚂蚁每次搜索的步长	越大搜索能力越大,但可能忽略细节	3	3
允许的非合法步长	允许搜索超越定义步长的范围	越大越连续	2	1
合法步长	搜索路径中必须包含的合法步数	越小搜索越受限,越不连续	2	3
搜索中的门槛值	追踪过程中允许非法步长百分比	越大搜索能力越强	10	5



a—被动蚂蚁追踪结果; b—主动蚂蚁追踪结果; c—产状控制下的主动蚂蚁追踪结果

a—passive ant tracking; b—aggressive ant tracking; c—occurrence-controlled aggressive ant tracking

图 4 YS1 井区蚂蚁追踪结果沿层切片

Fig. 4 Ant tracking slices in YS1 area

之下,被动蚂蚁追踪可以识别大、中型断裂;而主动模式更善于追踪中、小型裂缝,其沿层切片断裂数量大增,甚至对于裂缝细节刻画得更为清晰。因此选取 Aggressive 主动蚂蚁追踪算法为研究区裂缝预测的优选方法。

1.4 产状控制的蚂蚁追踪

在优选了蚂蚁追踪的最终参数组合之后,进行初步的蚂蚁追踪。此时的蚂蚁追踪结果搜索到了全方位的裂缝,而实际工区的断裂发育并非在全方位都发育,因此往往存在虚假断裂。产状控制的蚂蚁追踪正是去掉虚假断裂信息的手段。具体做法是:根据生成的地震属性以及初始蚂蚁结果,结合前人研究成果,统计出大断层走向、倾向和倾角等产状参数信息,得到裂缝发育空间展布形态,确定过滤原则。同时考虑层位痕迹一般为低倾角响应,因此需滤去较小的倾角。实际开展蚂蚁追踪时,通过 Petrel 软件内的赤平投影图来控制蚂蚁追踪的搜索方向(图 5):将要过滤掉的断裂倾角和方位选为灰色,则该部分断裂将不会被蚂蚁追踪结果记录到;反之,白色部分则为蚂蚁追踪结果所追踪和记录的。

根据前人研究表明,研究区早期受到近 SN 向挤压,主要形成 NE 向断层;晚期受到 NE 向挤压,主要形成近 SN 向断层。从图 3 的几个地震属性中可以看出,研究区发育有 NE 向和近 SN 向断层,但初步的蚂蚁追踪结果存在其他走向的断层(图 4b),因此需要对此进行虚假构造的剔除,提高裂缝预测精

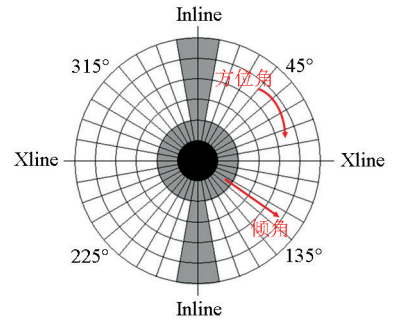


图 5 Petrel 内用于产状控制的赤平投影

Fig. 5 Stereonet map using by occurrence controlled in Petrel

度。结合 YS1 井区实际地质情况,设定参与计算的断层倾角为 $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ (区域内发育走滑断层,近乎垂直,选取最大倾角为 90°)。对于方位角设置,仅将 NE 向和近 SN 向的断裂留下参与计算。具体参数设置见如图 4c 中的赤平投影图,计算得到的沿层切片见如图 4c,与图 4b 蚂蚁追踪切片相比,NW 向断裂被剔除,基本只保留了 NE 向和近 SN 向断裂,更符合研究区断裂发育的实际情况。但是,此时得到的结果是各时期断裂全部交杂在一起。为了捋清各期次的断裂发育特征和展布规律,可将两个不同走向断裂分离开,便于接下来的断裂期次发育分析。图 6a 为 NE 向断裂为主的沿层切片,在 YS1 井区中南部发育几条平行排列的大断层,北部以短、小断裂发育为主。图 6b 为近 SN 向断裂为主的沿层切片,发育中、小尺度裂缝为主,集中在 YS1 井区西北部。

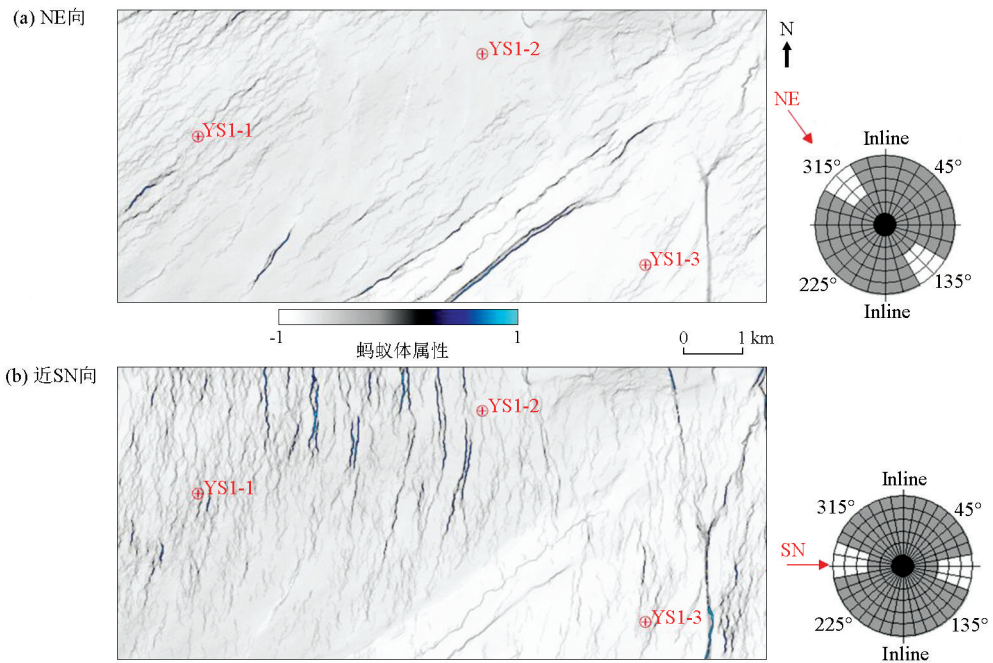


图 6 YS1 井区分走向蚂蚁追踪沿层切片

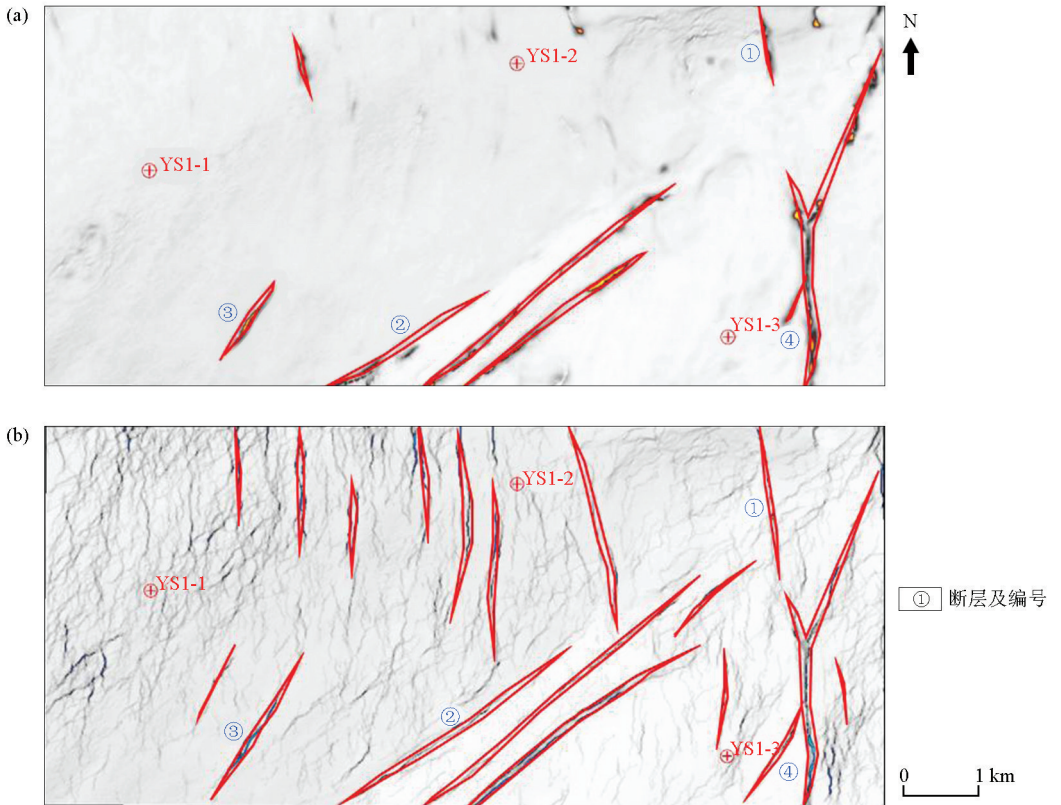
Fig. 6 Ant tracking slices with different trends in YS1 area

2 应用效果

在地震解释工作中,常用到方差体辅助断层解释,其虽然能反映整体大构造趋势,但不能反映中、小尺度构造以及构造内部的复杂关系。图 7 为基于方差体的断层解释多边形,可识别到的断层寥寥无几(图 7a)。而在同一块区域内,基于蚂蚁追踪计算结果的断层解释则精细了许多,它不仅为原来方差

体预测到的几根断层补充了细节(图 7 内的①、②、③、④号断层),而且预测到了许多方差体未识别到的断层,帮助我们认识到 YS1 井区北部发育了因近 SN 向挤压而形成的一系列平行排列的 NE 向断层。

图 8 为过 YS1-3 水平井段拉取的剖面,图上可见水平井段上的蚂蚁追踪结果与泥浆漏失点对应关系良好,说明了裂缝发育是泥浆漏失的主要原因,接下来的水平井部署应避免裂缝发育带。



a—与方差体的叠合图;b—与蚂蚁追踪结果的叠合体

a—overlapping map with variance;b—overlapping map with ant tracking

图 7 YS1 井区断层解释多边形与地震属性的叠合

Fig. 7 Overlapping maps of fault polygons with seismic attributes

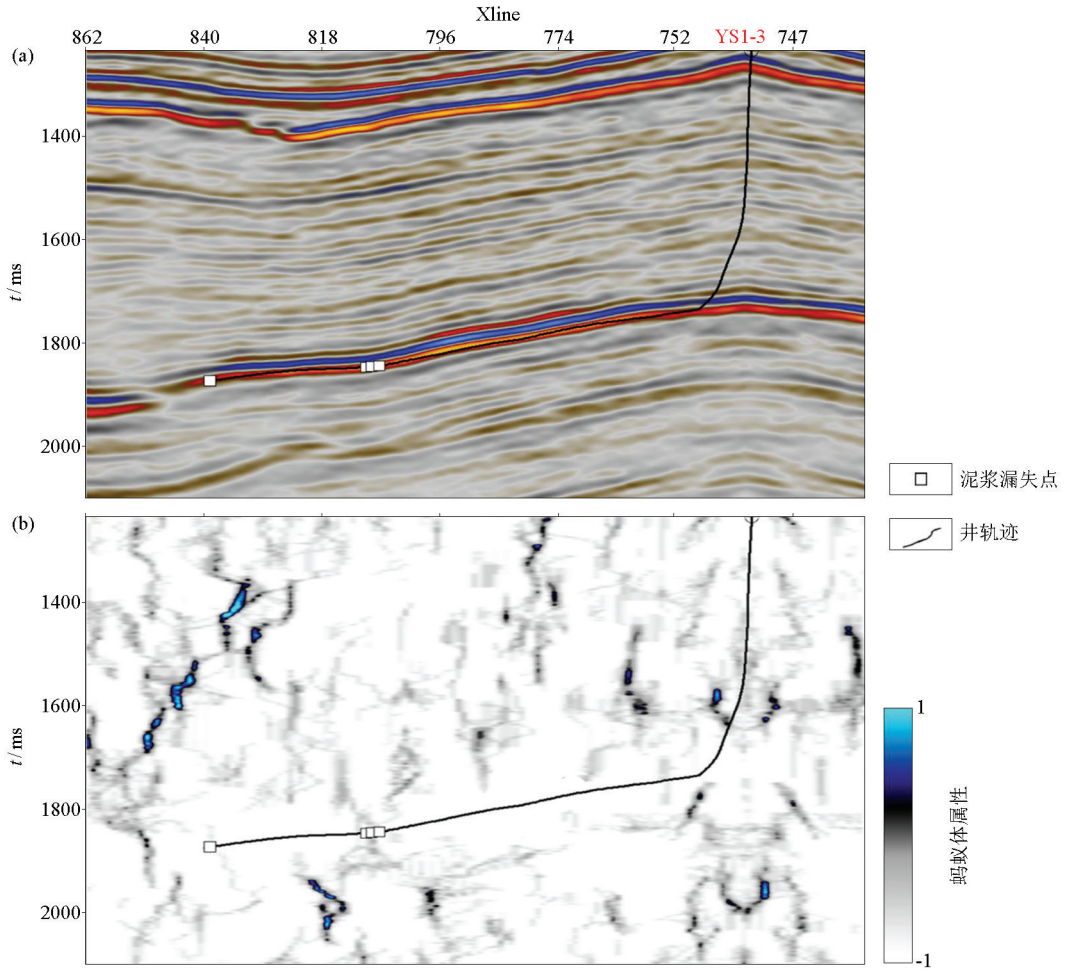
3 结论

1) 不同于常规的蚂蚁追踪流程,本文方法用构造导向滤波取代了普通的构造平滑,意在增强断层不连续性。除此之外,还增加了产状控制下的蚂蚁追踪,不仅从整体上对追踪结果进行产状控制、剔除虚假构造,还将不同走向的断层分离开进行计算。该方法尤其适用于发育多期次、多走向的复杂构造地区。

2) 该方法通过降低噪声、增强连续性、突出断层边界、剔除虚假构造等方面提高裂缝预测精度,使

得裂缝刻画更加精细,断层解释更为准确,并且定位了泥浆漏失的主要原因。这不仅为地震解释提供参考,也能为构造期次分析提供依据,还能为接下来的水平井部署提供数据基础,减小钻井风险。

3) 蚂蚁追踪结果受控于蚂蚁追踪参数设置,但参数数量甚多,不同的解释员进行不同的参数设置会产生成千上万个结果,因此需谨慎选择参数。软件中常设置有主动蚂蚁追踪和被动追踪两种不同的参数组合模式,主动追踪善于挖掘裂缝,大、小裂缝信息都丰富;被动模式善于追踪较强信号,主要预测大断层。主动追踪适用于精细裂缝预测,被动追踪可用于预测大断层以辅助断层解释。



a—原始地震剖面;b—蚂蚁追踪结果
a—original seismic profile;b—ant tracking

图 8 过 YS1-3 井拉取的剖面

Fig. 8 Seismic profile crossing YS1-3

参考文献 (References):

- [1] 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. Poststack seismic prediction techniques for fractures of different scales[J]. Geophysical Prospecting for Petroleum, 2019, 58(5): 766-772.
- [2] 董马超, 吕海涛, 蒲仁海, 等. 塔中东部走滑断裂带特征及油气地质意义[J]. 石油物探, 2016, 55(6): 840-850.
Dong M C, Lyu H T, Pu R H, et al. Characteristics of strike-slip fault and its hydrocarbon geological significance in the eastern of central Tarim Basin[J]. Geophysical Prospecting for Petroleum, 2016, 55(6): 840-850.
- [3] 刘振峰, 曲寿利, 孙建国, 等. 地震裂缝预测技术研究进展[J]. 石油物探, 2012, 51(2): 191-198.
Liu Z F, Qu S L, Sun J G, et al. Progress of seismic fracture characterization technology[J]. Geophysical Prospecting for Petroleum, 2012, 51(2): 191-198.
- [4] 石学文, 佟彦明, 刘文平, 等. 页岩储层地震尺度断裂系统分析及其石油地质意义——以四川盆地长宁地区宁 201 井区为例[J]. 海相油气地质, 2019, 24(4): 87-96.
Shi X W, Tong Y M, Liu W P, et al. Analysis of seismic-scale fracture system of shale reservoir and its petroleum significance: A case study of well Ning 201 area of Changning Block, Sichuan Basin [J]. Marine Origin Petroleum Geology, 2019, 24(4): 87-96.
- [5] 朱宝衡. 改进的蚂蚁追踪裂缝检测算法及其应用研究[J]. 海洋石油, 2019, 39(3): 27-32.
Zhu B H. Improved ant tracking crack detection algorithm and its application[J]. Offshore Oil, 2019, 39(3): 27-32.
- [6] Dorigo M, Maniezzo V, Colomi A. Ant system: Optimization by a colony of cooperating agents[J]. IEEE Transactions on Cybernetics, 1996, 26(1): 29-41.
- [7] 周文, 尹太举, 张宜春, 等. 蚂蚁追踪技术在裂缝预测中的应用——以青西油田下沟组为例[J]. 岩性油气藏, 2015, 27(6): 111-118.
Zhou W, Yin T J, Zhang Y C, et al. Application of ant tracking technology to fracture prediction: A case study from Xiagou Formation in Qingxi Oilfield [J]. Northwest Oil & Gas Exploration, 2015, 27(6): 111-118.
- [8] 王军, 李艳东, 甘利灯. 基于蚂蚁体各向异性的裂缝表征方法[J]. 石油地球物理勘探, 2013, 48(5): 763-769.

- Wang J, Li Y D, Gan L D. Fracture characterization based on azimuthal anisotropy of ant-tracking attribute volumes [J]. *Oil Geophysical Prospecting*, 2013, 48(5): 763 - 769.
- [9] Sait B, Matthew J P. Fault and fracture distribution within a tight-gas sandstone reservoir; Mesaverde Group, Mamm Creek Field, Piceance Basin, Colorado, USA [J]. *Petroleum Geoscience*, 2013, 19(8): 203 - 222.
- [10] Andreas W, Mohamed S S. Integration of surface/subsurface techniques reveals faults in Gulf of Suez oilfields [J]. *Petroleum Geoscience*, 2011, 17(5): 165 - 179.
- [11] 孙乐, 王志章, 李汉林, 等. 基于蚂蚁算法的断裂追踪技术在乌夏地区的应用 [J]. *断块油气田*, 2014, 21(6): 716 - 721.
Sun L, Wang Z Z, Li H L, et al. Application of fault tracking technology based on ant colony algorithm in Wuxia Area [J]. *Fault-Block Oil & Gas Field*, 2014, 21(6): 716 - 721.
- [12] 李楠, 王龙颖, 黄胜兵, 等. 利用高清蚂蚁体精细解释复杂断裂带 [J]. *石油地球物理勘探*, 2019, 54(1): 182 - 190.
Li N, Wang L Y, Huang S B, et al. 3D seismic fine structural interpretation in complex fault zones based on the high-definition ant-tracking attribute volume [J]. *Oil Geophysical Prospecting*, 2019, 54(1): 182 - 190.
- [13] 孙莎莎, 芮昀, 董大忠, 等. 中扬子地区晚奥陶世—早志留世古地理演化及页岩沉积模式 [J]. *石油与天然气地质*, 2018, 39(6): 1087 - 1106.
Sun S S, Rui Y, Dong D Z, et al. Paleogeographic evolution of the late Ordovician-early Silurian in upper and middle Yangtze regions and depositional model of shale [J]. *Oil & Gas Geology*, 2018, 39(6): 1087 - 1106.
- [14] 郑浩, 蔡杰雄, 王静波. 基于构造导向滤波的高斯束层析速度建模方法及其应用 [J]. *物探与化探*, 2020, 44(2): 372 - 380.
Zheng H, Cai J X, Wang J B. Gaussian beam tomography with structure-filtering and its applications [J]. *Geophysical and Geochemical Exploration*, 2020, 44(2): 372 - 380.
- [15] 赵明章, 范雪辉, 刘春芳, 等. 利用构造导向滤波技术识别复杂断块圈闭 [J]. *石油地球物理勘探*, 2011, 46(s1): 128 - 133.
Zhao M Z, Fan X H, Liu C F, et al. Complex fault-block traps identification with structure-oriented filter [J]. *Oil Geophysical Prospecting*, 2011, 46(s1): 128 - 133.
- [16] Fehmers G C, Hocker C F W. Fast Structural interpretation with structure-oriented filtering [J]. *Geophysics*, 2003, 68(4): 1286 - 1293.
- [17] 李培培, 赵汝敏, 杨松岭, 等. 构造曲率与振幅曲率在地震资料解释中的应用 [J]. *物探与化探*, 2013, 37(5): 916 - 920.
Li P P, Zhao R M, Yang S L, et al. The application structural curvature and amplitude curvature attribute to seismic interpretation [J]. *Geophysical and Geochemical Exploration*, 2013, 37(5): 916 - 920.
- [18] 李建雄, 崔全章, 魏小东. 地震属性在微断层解释中的应用 [J]. *石油地球物理勘探*, 2011, 46(6): 925 - 929.
Li J X, Cui Q Z, Wei X D. Application of seismic attributes in micro-fault interpretation [J]. *Oil Geophysical Prospecting*, 2011, 46(6): 925 - 929.
- [19] 张永华, 张悦, 杜伟, 等. 混沌属性预测泌阳凹陷陡坡带小型砂砾岩体 [J]. *特种油气藏*, 2016, 23(3): 11 - 15.
Zhang Y H, Zhang Y, Du W, et al. Application of chaos attributes to predict the small-scale glutenite bodies in the steep-slope zone of Biyang depression [J]. *Special Oil & Gas Reservoirs*, 2016, 23(3): 11 - 15.
- [20] 卢美月, 汤子余, 张永健. 蚂蚁追踪技术在 Plutonio 油田 X 区块中的应用 [J]. *科学技术与工程*, 2020, 20(8): 2992 - 2996.
Lu M Y, Tang Z Y, Zhang Y J. Application of ant tracking technology in X block of Plutonio oilfield [J]. *Science Technology and Engineering*, 2020, 20(8): 2992 - 2996.

Application study of improving the precision of the ant-tracking-based fracture prediction technique

XIE Qing-Hui¹, JIANG Li-Wei², ZHAO Chun-Duan¹, WANG Zhong-Da², TANG Xie-Hua², LUO Yu-Feng²
(1. Schlumberger China, Beijing 100015, China; 2. PetroChina Zhejiang Oilfield, Hangzhou 310023, China)

Abstract: The YS1 area in Sichuan basin has undergone multiple stages of tectonic evolution. The faults are characterized by multiple stages and multiple strikes, and serious mud losses occurred in the drilled well. It is difficult to finely characterize fracture and analyze structural development when the conventional seismic interpretation method is used. In this study, according to the actual situation, ant tracking technology was used to predict fractures, whose accuracy was improved by noise reduction, continuity enhancement, fault boundaries height, and fake structures elimination. The process is as follows: firstly, the input seismic data volume is pre-processed by structure-oriented filtering and discontinuity detection, then the ant tracking parameter settings are optimized, and finally the ant tracking under the occurrence control is performed. The data can not only be used to assist fault interpretation but also provide a data basis for subsequent fault development analysis and horizontal well location deployment.

Key words: ant tracking; fracture prediction; structure-oriented filtering; discontinuity detection; attitude-controlling