

doi: 10.11720/wtyht.2018.1503

聂妍, 范廷恩, 乐靖, 等. 基于地震道匹配的地层空间转换计算方法[J]. 物探与化探, 2018, 42(6): 1264-1271. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2018.1503>

Nie Y, Fan T E, Le J, et al. The computing method of seismic trace matching based on formation space conversion function[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2018, 42(6): 1264-1271. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2018.1503>

基于地震道匹配的地层空间转换计算方法

聂妍, 范廷恩, 乐靖, 张宇焜, 王宗俊

(中海油研究总院有限责任公司, 北京 100028)

摘要: 地震数据是一个空间变化关系的数据载体, 反映了地质体空间中的变化特征。在已知地震数据的前提下, 如何刻画储层空间变化规律是精细储层研究的一个重要问题。笔者通过对地层空间转换函数进行研究, 提出了一种基于地震道匹配求取地层空间转换函数的方法。该方法采用地震道多道匹配求取加权系数, 使用多点的褶积加权的地质空间转换函数取代点对点的地质空间转换函数, 从而准确反映储层物性变化, 减小误差。基于 Q 油田的实际资料, 通过模型测试及实际应用分析, 结果显示: 相对于传统方法, 本方法建立的模型分辨率较高, 包含信息较丰富, 在有砂体分布的地方孔隙度高, 而且高值分布广, 与测井孔隙度的分布基本一致。本方法作为一种地震信息驱动的确定性建模方法, 可以更精确地进行储层表征, 对地质建模有重要意义。

关键词: 地层空间转换函数; 确定性建模方法; 地震道匹配; 储层表征

中图分类号: P631 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2018)06-1264-08

0 引言

地质建模在油田开发阶段对部署井位、储层预测具有重要意义^[1-2]。地质建模的核心是从三维的角度对储层进行定量研究, 对井间储层特征进行预测, 最终根据已有信息预测储层特征的三维分布^[3]。地质建模需要综合大量的测井、地震、生产等方面的资料。国内外学者从不同的角度对地质建模技术做了大量的改进和研究。为了减少地质模型的不确定性, 准确描述油藏的非均质性, 大量学者在地质建模的数学算法、地质约束、地震信息整合等方面作了进一步的研究, 使地质模型能更精细地表征储层的非均质性, 更加逼近地下实际, 从而提高地质建模方法的地质适用性^[4]。

随着计算机技术的不断发展, 地质建模技术也取得了长足的发展, 已经成为油藏描述当中能够有效整合多学科资料的技术。在给定资料的前提下, 地质建模有两种建模方法, 即确定性建模方法和随

机建模方法^[5-6]。地震信息驱动的确定性建模方法利用地震横向预测的优势, 利用地震数据的空间相关性来求取地质体的空间变化规律, 回避了对井数敏感的变差函数的求取, 结合测井信息从地震数据的空间变化规律预测井间储层物性参数。以此为核心形成了一系列有别于其他建模方法的关键技术^[7-8]。此外, 根据建模的作用以及具体步骤的不同, 基于地震数据的地质建模又衍生出多种建模方法。例如, 地震岩石物理建模方法为模拟实际岩石弹性模量提供一个等效介质模型^[9]。多层位约束的地震数据驱动建模方法将地震解释得到的层位建立地层格架, 在层位的约束下对该地层进行网格化, 建立在多层位约束下的模型网格表征油藏模型格架^[10]。

地震数据本身是一个空间变化关系的数据载体, 可以反映地质体在空间上的变化。在已知地震数据的前提下, 可以得到相应的空间变换特征, 从而推导出地质储层可能存在的空间变换规律。地层空间转换函数是不同位置井处的变换函数, 能够携带

收稿日期: 2017-11-06; 修回日期: 2018-09-13

基金项目: 国家科技重大专项(2016ZX05025-001)

作者简介: 聂妍(1986-), 女, 现为中海油研究总院开发地震工程师, 2012年毕业于中国石油大学(北京)地球探测与信息技术专业, 获硕士学位, 研究方向为地震资料解释、储层预测。Email: nieyan3@cnoc.com.cn

地层特征空间变换的信息^[11]。在地质建模过程中,地震属性往往是多维的,从不同的角度刻画地质空间特征,通常以地震信息为主体,以井信息为条件,通过地层空间转换函数表征地震信息具有的确空间变化关系。根据所建立的非均匀采样的模型网格,将地震数据和测井数据重采样之后离散化到模型网格中,作为驱动分层位求取地层空间转换函数,在地层空间转换函数的基础上,可反向推导出储层空间物性的变化特征,从而得出储层物性参数数据,建立储层物性的高分辨率模型。因此,如何计算地层空间转换函数成为地质建模的重要研究课题。

近年来,关于地层空间转换函数的计算主要集中在基于地震属性差异的地层空间转换函数计算方法^[12-14]。文中对地层空间转换函数开展了深入的研究,提出了一种新的基于地震道匹配的地层空间转换计算方法。该方法不同于地震属性差异的地层空间转换函数计算方法,而是采用地震道多道匹配求取加权系数,应用多点褶积加权地层空间转换函数取代点对点求取地层空间转换函数,从而更好地反映储层物性变化,减小模型误差。笔者对其原理及方法进行了详细描述,并通过与基于地震属性差异的地层空间转换进行对比,从模型测试和实际应用等方面均验证了所提出方法的有效性。

1 基本原理

1.1 基于地震属性差异的地层空间转换函数计算方法

在隐蔽油气藏勘探中,地震属性的实际运用使得地震信息的充分利用成为可能。地震属性分析就是以地震属性为载体从地震资料中提取隐含的信息,并结合地质、钻井资料,进行储层岩性及岩相、储层物性和含油气性分析^[17]。地震属性的变化反映了地质体在空间上的变化。在已知的井点位置,测井数据和地震数据反映的是同一地下介质属性信息,只是各自表达数据方式不同^[15-16]。介质属性关系可以用地层空间转换函数来表达,通过求取地层空间转换函数,从而计算出未知点的地质储层空间分布规律^[17-18]。

若地震数据与测井数据相关性好,二者变化保持一致,那么地震属性差异与测井数据差异也有一致性。同理,若待估点和井点地震属性差异性小,那么待估参数与井上参数差异也小,说明待估点和井点的物性较为相似,那么将此井的权系数作为地层空间转换函数,应该设为较大值,反之亦然。基于这

种考虑,相关学者提出通过地震属性差异来表示地层空间转换函数^[19-20]。

通常来说,地层空间转换函数是通过求取不同点处地震信息的差异得到的,其根本就是根据地震数据将空间的变化关系用地层空间转换函数来表达。地震信息可以单独基于地震属性来表征,也可以将井与地震相结合得到。

具体来说,假设已知有 n 口井, L_i 为已知井的物性参数值, S_i 为井旁地震属性。 S_{new} 为待估点的地震属性。为了计算待估点的物性参数值 L_{new} , 根据地震属性差异求取地层空间转换函数。基于地震属性差异的地层空间转换步骤如下。

根据已知井的井点地震数据与待估点的地震数据之间的空间相关性或者地震数据之间的差异性,确定一个权系数作为地层空间转换函数 φ_i 。下面给出一种基于地震属性差异求取地层空间转换函数的算法:

$$\varphi_i = \frac{1}{(S_{new} - S_i)^2} / \left[\sum_{i=1}^n \frac{1}{(S_{new} - S_i)^2} \right] \quad (1)$$

通过计算地震属性 S_{new} 和 S_i 差异,来求取每口井的地层空间转换函数 φ_i ,从而对各井物性参数值加权计算出待估点的物性参数 L_{new} :

$$L_{new} = \sum_{i=1}^n \varphi_i * L_i \quad (2)$$

利用此算法计算出的物性参数值会与待估点地震属性差异较小的井点物性参数相近,从而使模型与地震属性的分布一致。然而,基于地震属性差异的算法是通过点对点的方式来求取地层空间转换函数,由于测井数据和地震数据分辨率的差异,这种方式求取的地层空间转换函数往往不是最优的。基于地震属性差异计算的地层空间转换函数精度受到地震属性与储层物性之间的相关性的影响较大,当地震属性与储层物性的相关度较低时,地层空间转换函数的转换误差增大,精度降低。为此,文中进一步提出了一种新的基于地震道匹配求取地层空间转换函数的方法。

1.2 基于地震道匹配求取地层空间转换函数计算方法

基于地震道匹配求取地层空间转换函数,是根据不同的地震道匹配不同的地层空间转换函数,地震道信息与匹配的地层空间转换函数进行褶积与待估点的地震道信息进行求差,求得的差最小时即可得到与地震道相匹配的地层空间转换函数。理论上,基于地震道匹配的地层空间转换函数能更好地反映储层物性的变化,误差更小、精度更高。不同于

基于地震属性差异的计算方法,基于地震道匹配方法是根据井的对应关系得到地震道的对应关系,以已知点地震信息与待估点地震信息值最小为条件,求得与地震道匹配的地层空间转换函数。

地层空间转换函数求取方法具体介绍如下。首先,采用多点褶积加权的地层空间转换函数 ω_i 来取代单点的地层空间转换函数 φ_i ,则式(2)变为:

$$L_{new} = \sum_{i=1}^n \omega_i * L_i, \quad (3)$$

假设地震属性能够正确反映地下岩性特征,而井点的地震属性与测井物性都是同一岩性特征的反映,于是两者满足相同的地层空间转换函数结构,即有

$$S_{new} = \sum_{i=1}^n \omega_i * S_i, \quad (4)$$

式中, S_{new} 和 S_i 可通过地震数据计算得出,利用多道最小平方误差来求取每道的地层空间转换函数 ω_i 。

下面以两个井旁道为例,介绍如何利用基于地震道匹配方法求取地层空间转换函数的计算方法。

假设有两个加权算子,即地层空间转换函数:

$\omega_1 = [\omega_{10}, \omega_{11}, \omega_{12}, \dots, \omega_{1m}]$ 和 $\omega_2 = [\omega_{20}, \omega_{21}, \omega_{22}, \dots, \omega_{2m}]$ 。那么, k 时刻的误差为:

$$E = S_{new}(k) - \sum_{i=0}^m \omega_{1,i} S_{1,k-i} - \sum_{j=0}^m \omega_{2,j} S_{2,k-j}, \quad (5)$$

平方误差为:

$$E_k^2 = S_{c,k}^2 + \left(\sum_{j=0}^m \omega_{1,j} S_{1,k-j} \right) + \left(\sum_{i=0}^m \omega_{2,i} S_{2,k-i} \right) \left(\sum_{j=0}^m \omega_{2,j} S_{2,k-j} \right) - 2S_{c,k} \left(\sum_{i=0}^m \omega_{1,i} S_{1,k-i} + \sum_{i=0}^m \omega_{2,i} S_{2,k-i} \right) + 2 \left(\sum_{i=0}^m \omega_{1,i} S_{1,k-i} \right) \left(\sum_{i=0}^m \omega_{2,i} S_{2,k-i} \right), \quad (6)$$

于是,总的平方误差:

$$E^2 = \sum_{k=0}^l [S_{c,k}^2 + \left(\sum_{i=0}^m \omega_{1,i} S_{1,k-i} \right) \left(\sum_{j=0}^m \omega_{1,j} S_{1,k-j} \right) +$$

$$\begin{bmatrix} r_{11}(0) & r_{12}(0) & r_{11}(-1) & r_{12}(-1) & \dots & r_{11}(-m) & r_{12}(-m) \\ r_{21}(0) & r_{22}(0) & r_{21}(-1) & r_{22}(-1) & \dots & r_{21}(-m) & r_{22}(-m) \\ r_{11}(1) & r_{12}(1) & r_{11}(0) & r_{12}(0) & \dots & r_{11}(1-m) & r_{12}(1-m) \\ r_{21}(1) & r_{22}(1) & r_{21}(0) & r_{22}(0) & \dots & r_{21}(1-m) & r_{22}(1-m) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{11}(m) & r_{12}(m) & r_{11}(m-1) & r_{12}(m-1) & \dots & r_{11}(0) & r_{12}(0) \\ r_{21}(m) & r_{22}(m) & r_{21}(m-1) & r_{22}(m-1) & \dots & r_{21}(0) & r_{22}(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_{1,0} \\ \omega_{2,0} \\ \omega_{1,1} \\ \omega_{2,1} \\ \vdots \\ \omega_{1,m} \\ \omega_{2,m} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{1c}(0) \\ r_{2c}(0) \\ r_{1c}(1) \\ r_{2c}(1) \\ \vdots \\ r_{1c}(m) \\ r_{2c}(m) \end{bmatrix} \quad (11)$$

解矩阵方程就可以得到加权算子,也就是地层空间转换函数 ω_1 和 ω_2 。

$$S_{new} = \omega_1 * S_1 + \omega_2 * S_2. \quad (12)$$

同理,计算过程可以扩展到多个井旁道的情况,

$$\left(\sum_{i=0}^m \omega_{2,i} S_{2,k-i} \right) \left(\sum_{j=0}^m \omega_{2,j} S_{2,k-j} \right) - 2S_{c,k} \left(\sum_{i=0}^m \omega_{1,i} S_{1,k-i} + \sum_{i=0}^m \omega_{2,i} S_{2,k-i} \right) + 2 \left(\sum_{i=0}^m \omega_{1,i} S_{1,k-i} \right) \left(\sum_{i=0}^m \omega_{2,i} S_{2,k-i} \right), \quad (7)$$

当 E^2 最小时,我们有:

$$\frac{\partial E^2}{\partial \omega_{1,n}} = \frac{\partial E^2}{\partial \omega_{2,n}} = 0, \quad (8)$$

对 ω_1 和 ω_2 分别求偏导,得出:

$$\begin{cases} \sum_{i=0}^m \omega_{1,i} \sum_{k=0}^l S_{1,k-n} S_{1,k-i} + \sum_{i=0}^m \omega_{2,i} \sum_{k=0}^l S_{1,k-n} S_{2,k-i} \\ = \sum_{k=0}^l S_{1,k-n} S_{c,k} \\ \sum_{i=0}^m \omega_{1,i} \sum_{k=0}^l S_{2,k-n} S_{1,k-i} + \sum_{i=0}^m \omega_{2,i} \sum_{k=0}^l S_{2,k-n} S_{2,k-i} \\ = \sum_{k=0}^l S_{2,k-n} S_{c,k} \end{cases} \quad (9)$$

接着,利用互相关和相关计算来化简方程,令

$$\begin{cases} r_{1c}(n) = \sum_{k=0}^l S_{c,k} S_{1,k-n}, \\ r_{2c}(n) = \sum_{k=0}^l S_{c,k} S_{2,k-n}; \\ r_{11}(n-i) = \sum_{k=0}^l S_{1,k-n} S_{1,k-i}, \\ r_{12}(n-i) = \sum_{k=0}^l S_{1,k-n} S_{2,k-i}; \\ r_{22}(n-i) = \sum_{k=0}^l S_{2,k-n} S_{2,k-i}, \\ r_{21}(n-i) = \sum_{k=0}^l S_{2,k-n} S_{1,k-i}; \end{cases} \quad (10)$$

成立,则方程(9)可以化为以下的矩阵方程:

得到式(4)中多个地层空间转换函数 ω_i ,并将多个加权算子应用到井数据。最终,我们可以使用式(3)来估算物性参数值,从而建立整个工区的三维储层物性参数模型。

1.3 基于地震道匹配的确定性建模技术流程

以测井数据、地震数据及地质认识为基础,建立等时地层格架,通过基于地震道匹配来求取反映储层物性变化的地层空间转换关系函数,再利用该函数建立地质模型,构成了一套完整的基于地震道匹配的确定性建模技术流程。其整体技术流程(图1)总结如下:

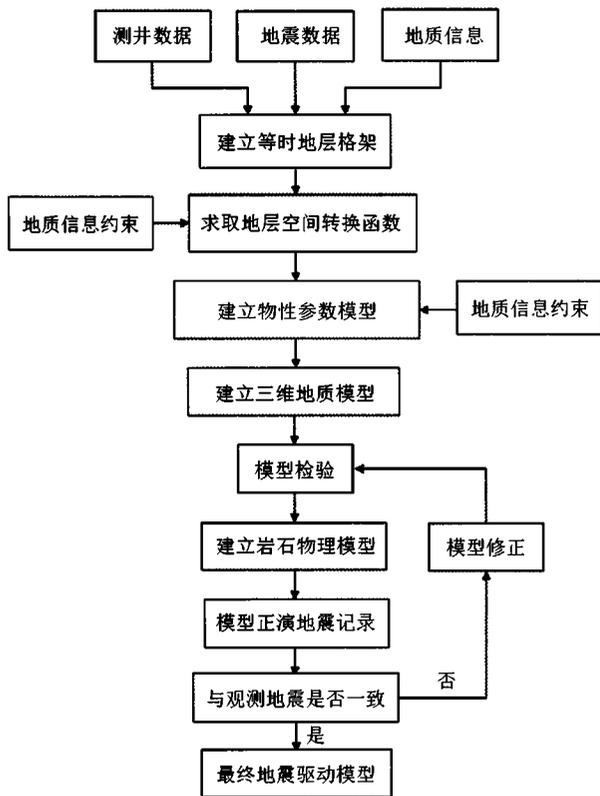


图1 基于地震道匹配的确定性建模技术流程

1) 准备地震驱动确定性建模所需的测井数据、地震数据及地质信息(如沉积相、砂体叠置样式),分析地震数据的储层响应特征,并对数据进行检查。

2) 采用倾角体导向的地层格架构建技术建立等时地层格架。根据地震数据计算倾角体,以地震解释的主要层序界面作为约束,根据倾角导向细分小层,建立与地震同相轴产状一致的细分小层,最终建立等时地层格架。

3) 通过地震数据和已知的测井数据求取地层空间转换关系函数,有沉积相或砂体叠置样式等地质信息约束时,分别在地质信息约束下,基于地震道匹配求取地层空间转换函数。

4) 根据求取的地层空间转换函数,以已知井点的物性参数为基础,估计未知点的物性参数值。

5) 有沉积相或砂体叠置样式等地质信息约束时,要分别在不同的沉积微相或砂体叠置样式中估

计物性参数值,即在同一个沉积微相或砂体叠置样式的范围内,采用范围内的测井数据和地震数据求取地层空间转化函数。

6) 采用该范围内的测井数据和地震数据估计范围内未知点的物性参数值;

7) 对其他沉积微相或砂体叠置样式分别估计未知点的物性参数值,建立三维物性参数模型。

在实际操作中,取得三维地质模型后,还可以进一步把残差属性模型在约束控制下结合到原始地质模型上实现对原模型的修正更新。通过新模型做正演再对比合成地震和观测地震差异大小,重复以上步骤,直到正演结果和观测地震相似度高、差异小,模型参数和真实值接近时就完成模型修正,修改得到的新模型就是修正之后的属性模型。

2 模型测试与分析

为了验证基于地震道匹配的地层空间转换函数求取方法的可行性和准确性,根据实际数据建立一个模型进行试验。模型的横向网格数50,网格步长是20 m,纵向网格数是92,网格步长约为2 m。模型主要由两个砂体组成,其余部分是泥岩,将砂泥岩的分界线作为层位进行约束,并在层位的约束下进行模型网格化,建立了深度域的网格模型,模型的波阻抗分布及孔隙度分布如图2和图3所示。模型参数是根据地区地质实际情况和相关文献作为依据来设定。在模型的不同位置抽取了3口井,井位分布如图3所示。

图4给出了采用基于地震道匹配方法计算地层空间转换函数并建立出的孔隙度模型结果。比较图3和图4,可以看到,基于地震道匹配方法建立的孔隙度模型与理论模型的孔隙度基本一致。同时,我们对比了基于地震属性差异和基于地震道匹配两种地层空间转换方法的误差。从图5可以看出,基于地震道匹配方法建立的孔隙度模型更接近理论模型的孔隙度。主要原因是基于地震道匹配方法计算的地层空间转换函数能更好地反映储层物性的变化,转换误差更小,精度更高;而基于地震属性差异计算的地层空间转换函数精度受到地震属性与储层物性之间的相关性的影响较大,当地震属性与储层物性的相关度较低时,地层空间转换函数的转换误差增大,精度降低。因此,从模型测试结果得出,基于地震道匹配求取加权系数的方法计算地层空间转换函数建立的孔隙度模型精度更高,推荐采用该方法计算地层空间转换函数。

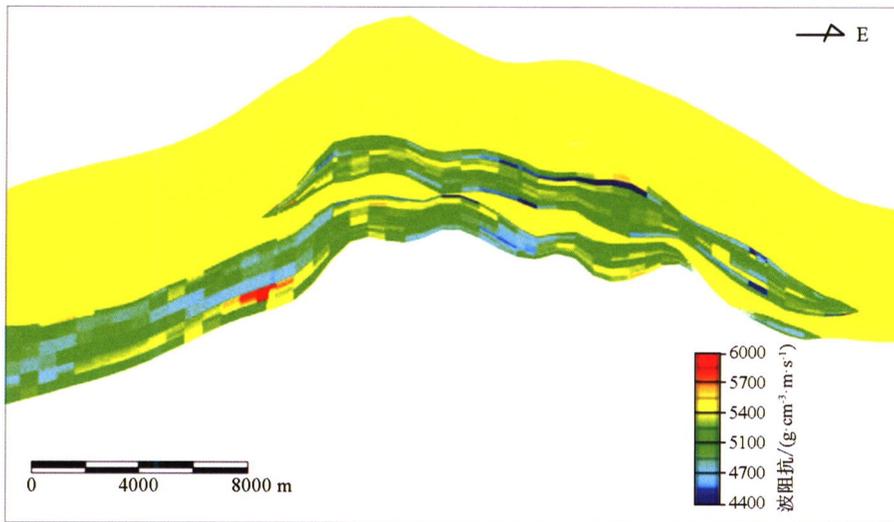


图 2 模型波阻抗分布

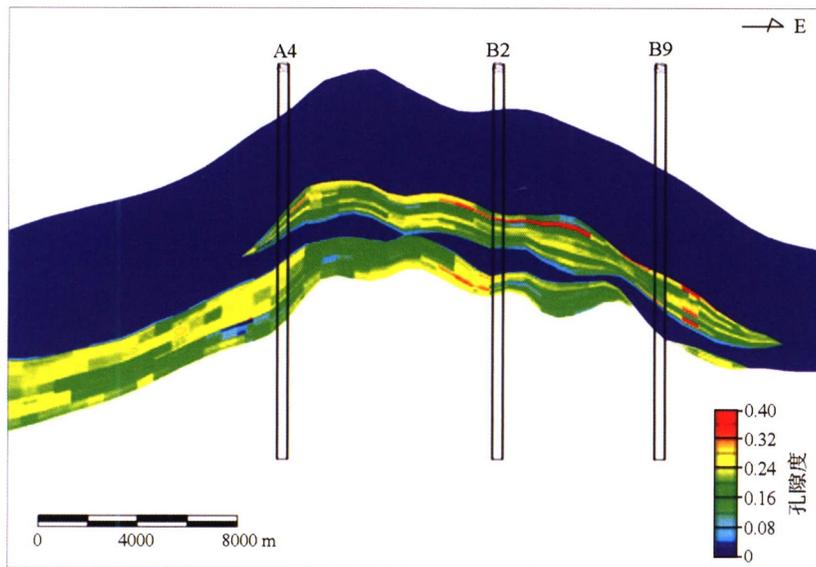


图 3 模型孔隙度分布及井位分布

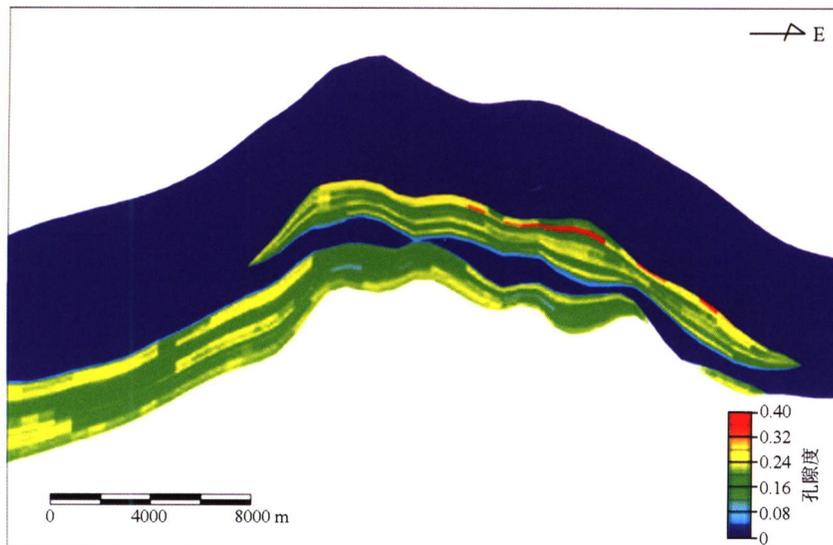


图 4 基于地震道匹配计算地层空间转换函数建立的孔隙度模型

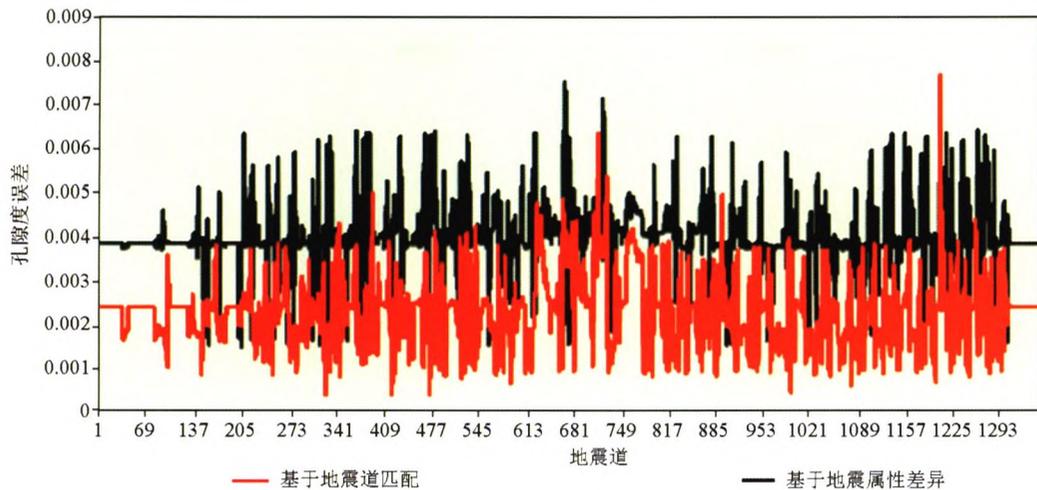


图 5 不同地层空间转换函数计算误差比较

3 实际应用效果

为了评价该方法求取地层空间转换函数并建立孔隙度模型是否合理、稳定,进一步抽取评价井,利用评价井检验方法的合理性,并对其实际应用效果进行分析。

Q 油田位于渤海中部海域,其构造是在古近系古隆起背景上发育并被断层复杂化的大型披覆构造。在南北两侧的近 EW 向基底断裂带,成为 Q 油田构造主体的边界。同时,在油田内发育了一组近 NEE 向次级断层,将油田主体部位分割成多个区块,构成了本区内坳垒相间的基本构造格局。经钻

探证实,Q 油田自上而下沉积的地层分别为:新生界的第四系平原组,新近系明化镇组、馆陶组,古近系东营组,缺失沙河街组地层;同时还沉积古近系中生界、古生界和前寒武系地层。含油层主要发育在明化镇组下段和馆陶组上段。

基于 Q 油田的实际资料,分别采用基于地震属性差异和基于地震道匹配计算地层空间转换函数,并建立孔隙度模型,如图 6 所示。建模过程中以 A4 井作为盲井,即 A4 井不参与建模,利用剩下的井建立孔隙度模型,再将在 A4 井处的模型孔隙度与 A4 井孔隙度进行对比,分析模型孔隙度与测井孔隙度的一致程度有多高并估计两者的误差大小,据此评价该方法求取地层空间转换函数的精度。

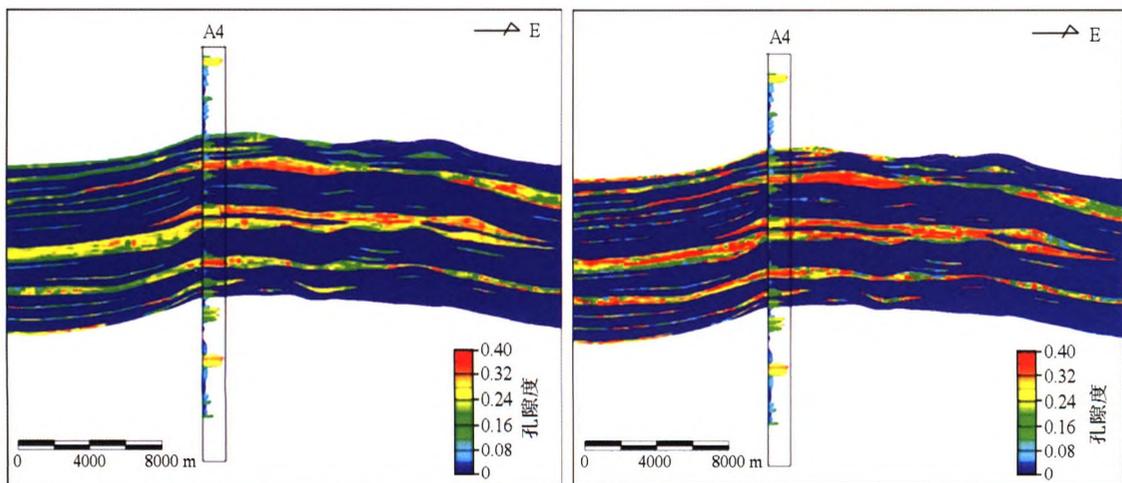


图 6 不同地层空间转换函数建立孔隙度模型对比(基于地震属性差异(左)和基于地震道匹配计算(右))

从图 6 可以看到,基于地震属性差异和基于地震道匹配求取的地层空间转换函数分辨率有较大的不同。基于地震属性差异求取的地层空间转换函数分辨率较低,没有把地下物性参数的空间变化信息完全包含进来,在砂体位置孔隙度值有些偏低,孔隙

度高值的分布不太广,由该函数计算的物性参数准确程度将会有一定程度的下降。图 7 进一步从数值结果上说明基于地震道匹配的地层空间转换方法具有更高的分辨率。基于地震道匹配求取的地层空间转换函数分辨率较高,包含的信息比较丰富,在有砂

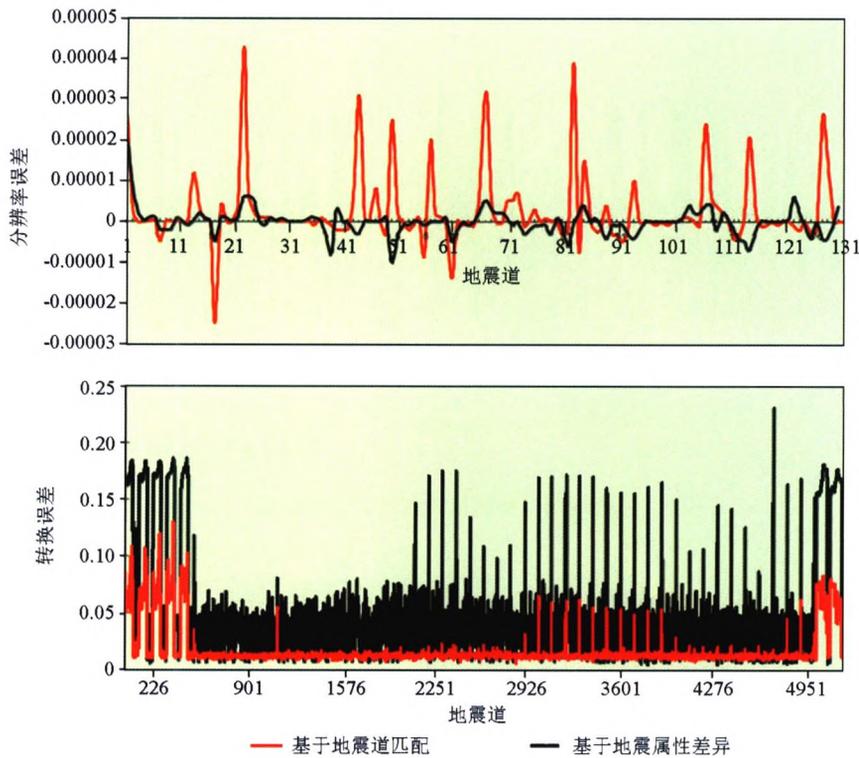


图7 不同地层空间转换函数计算方法分辨率对比(上)及转换误差(下)

体分布的地方孔隙度值较高,而且高值分布也较广,与测井孔隙度的分布更一致,说明该方法能够很好地表征物性参数的空间变化规律。

测井孔隙度与模型孔隙度曲线对比如图8所示。在A4井的井点处基于地震属性差异和基于地震道匹配的模型孔隙度与A4井的测井孔隙度都基本吻合,分辨率较高,证明这两种方法的建模效果都较好,但某些地方仍有一些误差,分辨率也较低。从图中可以看到,基于地震道匹配的模型孔隙度与测井孔隙度的吻合程度要比基于地震属性差异求取的孔隙度更好,由此说明,在实际数据试验中,基于地震道匹配求取地层空间转换函数方法建立的孔隙度模型的准确程度比基于地震属性差异的孔隙度模型有明显提高。

4 结论

通过对地层空间转换函数算法的研究,提出了一种基于地震道匹配的地层空间转换函数计算方法。模型测试及实际应用分析结果表明,与传统方法相比,基于地震道匹配的地层空间转换能更精细地描述储层的非均质性,解决了对井间储层预测不确定性大的问题。

该方法在地震属性与储层参数相关性好的地区具有较好的推广应用价值,在油田开发阶段的建模

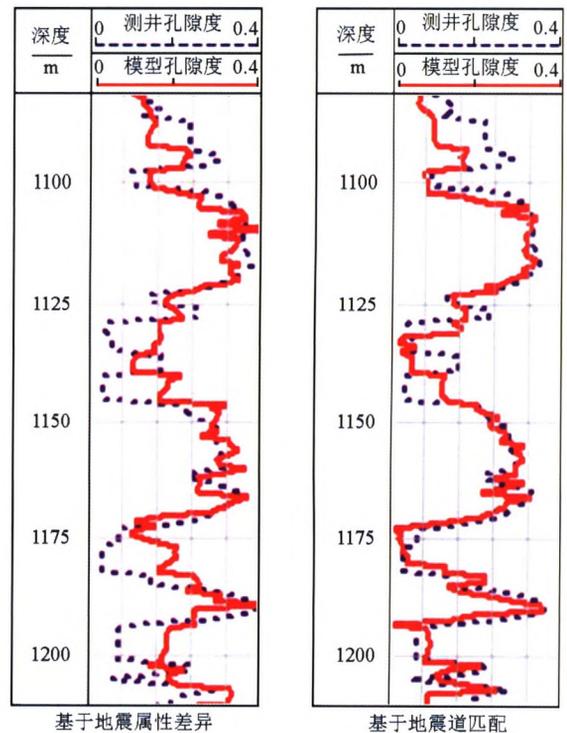


图8 测井孔隙度与模型孔隙度曲线对比
过程中可以采用该方法计算地层空间转换函数。

对于不同地层空间转换函数计算方法和适用范围,通过进一步研究和优化多种地层空间转换函数计算方法,充分利用更多的地震属性来建立更为精确的地质模型。作为地震信息驱动的确定性建模方

法的核心,有效应用该转换函数可以更精确进行储层表征,对地质建模有重要意义。

参考文献:

- [1] 贾跃玮,魏水建,游瑜春,等.兴隆气田长兴组生物礁储层预测研究[J].物探与化探,2017,41(4):605-610.
- [2] 石亚兰,贾曙光,郑求根,等.叠前同时反演在浅层疏松砂岩储层预测中的应用[J].物探与化探,2017,41(1):9-15.
- [3] 张福宏,黄平,黄开伟,等.复杂裂缝地球物理模型制作及地震采集处理研究[J].物探与化探,2018,42(1):87-95.
- [4] 乐靖,王晖,范廷恩,等.基于地震等时格架的倾角导向储层静态建模方法[J].石油物探,2017,56(3):164-173.
- [5] 肖娟.地震资料在三维地质建模中的应用[J].油气地球物理,2011,9(1):28-30.
- [6] 李苗,耿懿,等.地震约束降低储层建模中的不确定性——以委内瑞拉 MPE3 区块超重油油藏 O-11a 为目标层研究[J].西安石油大学学报:自然科学版,2016,31(3):39-56.
- [7] 马琳.地震信息驱动的建模方法初探[D].东营:中国石油大学,2010.
- [8] 左健扬.地震驱动建模和地质统计学建模方法的比较和评价[D].东营:中国石油大学,2011.
- [9] 张佳佳.地震岩石物理建模方法及其在油页岩勘探中的应用[D].青岛:中国海洋大学,2015.
- [10] 乐靖.多层位约束的地震数据驱动建模方法研究[D].东营:中国石油大学,2011.
- [11] 李绪宣,胡光义,范廷恩,等.基于地震驱动的海上油气田储层地质建模方法[J].中国海上油气,2011,23(3):143-147.
- [12] 陈建阳,于兴河,等.多地震属性同位协同储集层地质建模方法[J].新疆石油地质,2008,29(1):106-108.
- [13] 马光克,李达,隋波,等.地震多属性融合曲线重构技术在储层预测中的应用[J].物探与化探,2013,37(6):993-997.
- [14] 聂妍,范廷恩,王宗俊,等.基于地震属性差异的地层空间转换函数计算方法[J].黑龙江大学学报,2017,8(4):19-23.
- [15] 牟中海,尹成.地震地层学[M].北京:石油工业出版社,2013.
- [16] 周建科,印兴耀,曹丹平.井震资料尺度匹配过程中声测井数据的精细分层方法研究[J].物探化探计算技术,2015,37(2):242-247.
- [17] 张义,尹艳树.井震结合精细储层建模方法与实践[J].科技导报,2015,33(19):91-95.
- [18] 刘鸿博,周文,郑军,等.塔河 9 区三叠系下油组油藏精细地质建模[J].物探与化探,2010,34(2):242-245.
- [19] 马光克,李达,隋波,等.地震多属性融合曲线重构技术在储层预测中的应用[J].物探与化探,2013,37(6):993-997.
- [20] 杨李,李瑞,杨滔.测井曲线构建技术在 BMM 地区的应用[J].物探与化探,2013,37(2):333-337.

The computing method of seismic trace matching based on formation space conversion function

NIE Yan, FAN Ting-En, LE Jing, ZHANG Yu-Kun, WANG Zong-Jun

(CNOOC Research Institute Co., Ltd., Beijing 100028, China)

Abstract: Seismic data composite a data carrier of the spatial change relationship, which reflects the characteristics of changes in the geological space. Under the premise of known seismic data, the problem as to how to discover the spatial variation of reservoirs is an important issue in fine reservoir research. Based on the study of the stratigraphic spatial transformation function, this paper proposes a method for obtaining stratigraphic space transformation functions based on seismic trace matching. In this method, multi-channel seismic traces are used to obtain the weighting coefficients, and the multi-point convolution-weighted formation space transformation function is used to replace the point-to-point formation space transformation function, so as to accurately reflect the physical property changes and reduce errors. The actual data of Q oilfield, and the model testing and practical application analysis show that, compared with traditional methods, the proposed method establishes a higher resolution model, contains richer information, and has a high porosity in the distribution of sand bodies. Besides, the distribution of high values is broadly consistent with the distribution of well logging porosity. As a deterministic modeling method driven by seismic information, this method can perform reservoir characterization more accurately and has important significance for geological modeling.

Key words: formation space conversion; deterministic modeling; seismic trace matching; reservoir characterization

(本文编辑:叶佩)