

文章编号: 1009-3850(2009) 01-0092-04

约束稀疏脉冲反演在大庆茂兴地区 泉四段储层研究中的应用

何丽娟¹, 熊 冉², 雷海飞², 程 超²

(1. 中国地质大学, 湖北 武汉 430074 2. 长江大学, 湖北 荆州 434023)

摘要: 笔者从约束稀疏脉冲反演技术的基本原理入手, 重点说明稀疏脉冲反演在大庆茂兴地区泉四段储层的应用, 其基本步骤和方法, 如子波估算、初始模型建立和 λ 取值等, 为约束稀疏脉冲反演技术的合理应用提供参考。

关键词: Jason 软件; 约束稀疏脉冲反演; 子波估算; 初始模型; λ 取值

中图分类号: P631

文献标识码: A

Jason 软件中现有的地震反演方法有约束稀疏脉冲反演 (CSSI), 地震特征参数反演和随机建模及随机反演等。约束稀疏脉冲反演在 Jason 软件中应用比较广泛, 该反演方法是將井资料和地震资料有机结合, 成为油气储层预测的有效手段。约束稀疏脉冲反演在推广应用过程中已取得了大量值得肯定的效果, 目前已经成为约束反演处理中起主导作用的一种反演方法。

1 基本原理

约束稀疏脉冲反演 (CSSI) 是用地震道的振幅所产生波阻抗模型, 采用一个快速的趋势约束脉冲反演算法, 用地震解释层位和测井约束控制波阻抗的趋势和幅值范围, 脉冲算法产生了宽带结果, 恢复了缺失的部分低频和高频成分。约束稀疏脉冲反演最小误差函数 (目标函数) 为:

$$J = \sum |r_i|^p + \lambda \sum (d - s)^q + \alpha \sum (t - z)^2 \quad (1)$$

式中: J 为目标函数; r 为反射系数采样; λ 为实际地震与合成地震记录残差权重因子; d 为地震道数据采样; s 为合成地震道数据采样; α 为趋势

权重因子, 一般取 $\alpha = 1$; t 为根据井资料定义的波阻抗趋势采样; z 为介于井约束的最大和最小波阻抗之间的波阻抗采样; p, q 为 L 模因子, 一般情况下取 $p = 1, q = 2$; 是地震道采样点序号; 第一项为反射系数绝对值求和, 第二项为实际地震道与合成记录道之差平方, 第三项为定义的趋势约束与波阻抗之差的平方和。

2 应用研究

大庆茂兴地区目的层很薄, 最厚部分在 70ms 左右, 全区共有 12 口井, 6 个层位。这 6 个层位从顶至底分别为 $q_1, q_4 s_5, q_4 s_4, q_4 s_3, q_4 s_2, q_4 s_1$ 。研究区 12 口井井名分别为 $aq12, aq14, aq151, aq401, aq403, da420, da421, da422, da423, gk67, gk691$ 和 $gk692$ 。

2.1 子波估算

在 Jason 中, 通过 Modeling 下的 Wavelet 和 Analysis 两个模块完成子波估算和层位标定。通过子波估算和井曲线编辑的交互叠代, 由井旁地震道和井中的阻抗曲线估算出与地震最佳匹配的地震子波, 并实现子波估算, 合成记录的制作和层位标定。

由于研究区的反演是多井反演, 同一个工区地

收稿日期: 2008-10-15 改回日期: 2009-03-10

作者简介: 何丽娟 (1985-), 女, 硕士生, 主要从事地震解释及反演研究工作。Tel 15926222815 E-mail: Helijuan15926@163.com

震资料的相位在时间和空间上的变化不会太大。据此原则,将所有井提取的最终子波进行平均,得到一个平均子波,这个子波就是能够真实反应地震频谱特征的子波,同时也是最后反演主要的子波。该子波的特征是形状规则,旁瓣小。

2.2 初始模型的建立

在本文中,研究区共有 12口井,6个层位。由于 aq12在做合成记录时无声波曲线,文中只选取 11口井作为井约束条件。另外,鉴于研究区的目的层很薄,文中只选用 4个层位做全区初始模型并反演。在 Jason中研究区的全区测网为: line(点距) 160~1 420, trace(道距) 250~1 000。

模型所建立的方法在 Jason软件中,运用 Earth Mode模块建立初始模型。由于在模型的建立过程中会涉及到很多参数的设置,而整个工区的建模容量大且耗时长,为了能一次性得到好的全区模型,先任取一条 line线建一个试用模型,不断修改参数的设置,直到得到最佳试用模型,记录下最终设置的参数,然后运用最终确定的参数建立全区模型(图 1)。

- 相关参数的设置:
- (1)选择多井内插算法。由于有 11口井,研究区的井数算是多井区,即选择多井内插算法;
 - (2)选择 11个不同的井权值。井权值不再是默认值,11口井对应 11个不同的权值,这点不同于以往的建模参数设置。确定权值,先依次记录下 11口井对应目的层的最小厚度(时间域),然后在做合成

记录的模块 Analysis中改变时窗大小,即将起始时间和结束时间改为记录的 11口井对应的目的层起始和结束时间,最后再重新评价 11口井的平均子波相关系数,得到的相关系数即为 11口井的权值。

2.3 反演的应用

在 Jason软件中,运用 Inverttrace/ Inverttrace plus模块做大庆茂兴地区全区 11口井的反演。反演过程中选用平均子波。同样,和建立初始模型一样,由于全区所占空间大和耗时长,先做任意一条 line线的反演,确定值,然后再做全区反演。

根据约束稀疏脉冲反演的原理可知,值得选择直接影响反演结果的好坏。若小,则强调反射系数之和最小,即强调稀疏性,反演剖面的细节就少,分辨率低,残差大;若太大,则过分强调地震残差最小,一味地使合成记录和井旁地震道吻合,其结果是使一些噪声也加入到反演剖面中,同时也忽略了反射系数的稀疏,即忽略了波阻抗变化的低频背景。因此约束稀疏脉冲反演很重要的一环就是寻找一个合适的,使得反演剖面既保持细节又不损失低频背景。值通过合成记录与井旁地震道的吻合程度来确定。经过多次试验,大庆茂兴地区 λ 的值取 35最为合理。

将建立的阻抗模型中的低频成分与来自 CSSI反演的阻抗模型合并形成一个绝对阻抗模型,最终反演结果如图 2所示。

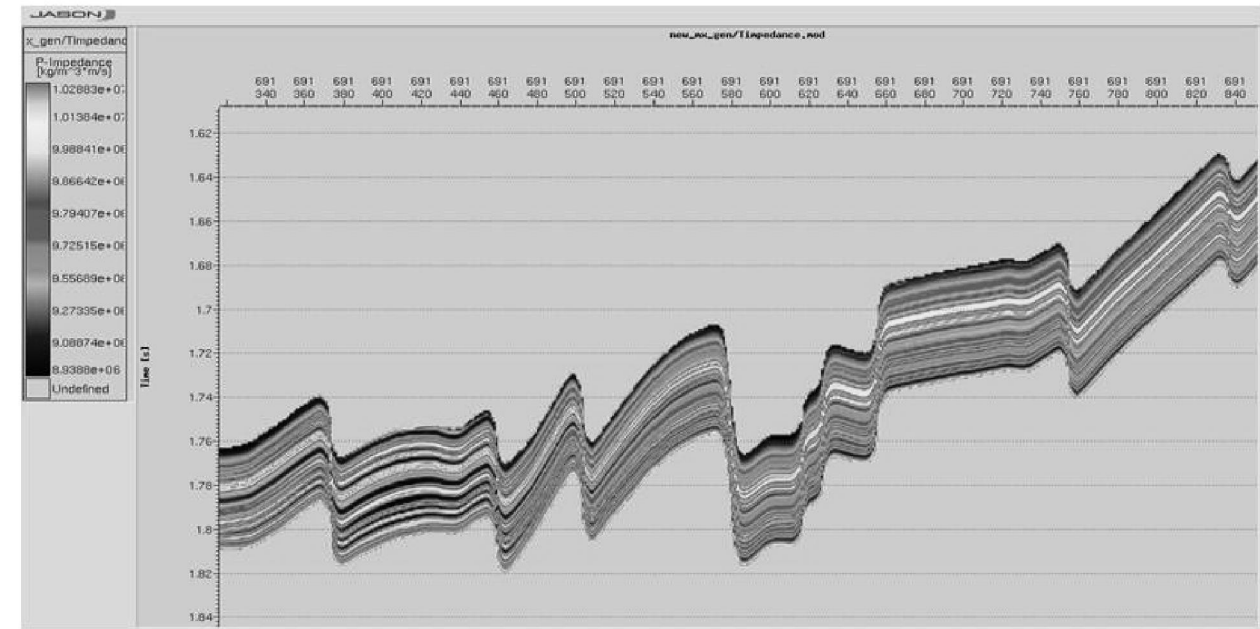


图 1 茂兴工区三维低频模型

Fig 1 Three dimensional low-frequency model for the Maoxing region

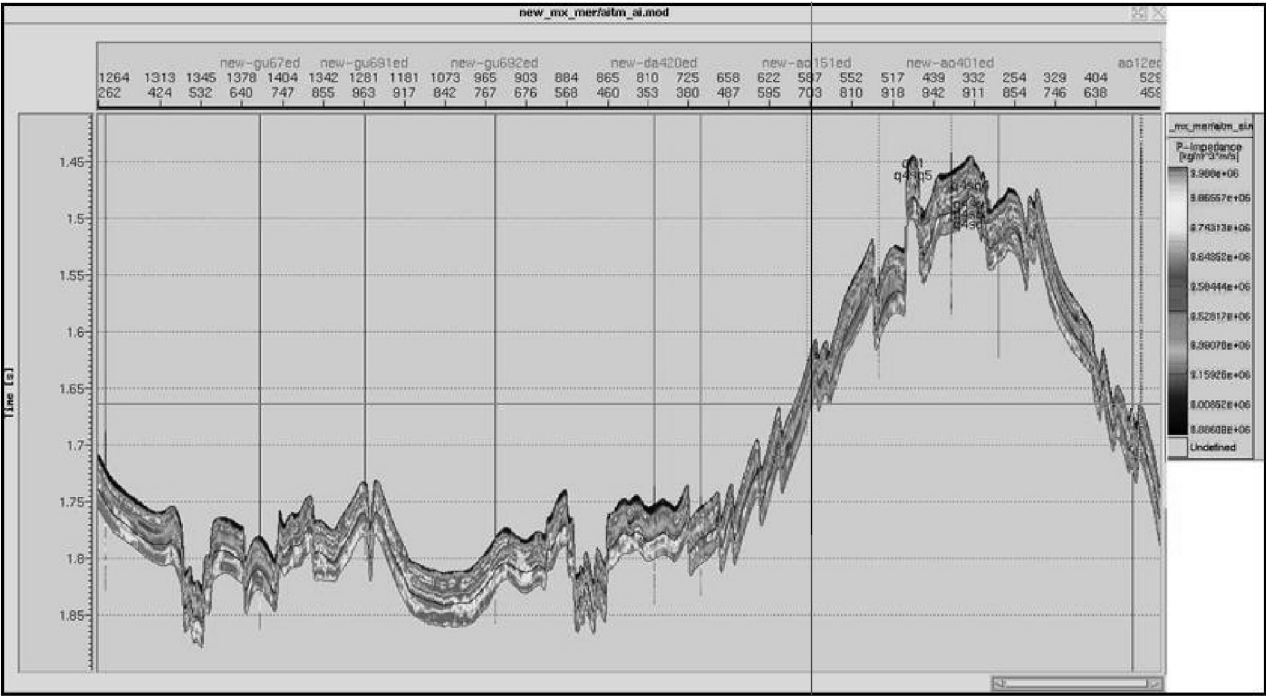


图 2 茂兴工区泉四段波阻抗反演剖面
Fig 2 Profile showing the acoustic impedance inversion in the Maoxing region

3 结 论

(1)本文在建立初始模型和做反演时,都是采取了先做任意一条 line 线的初始模型并反演,确定参数设置,然后再做整个工区的初始模型及反演的原则。采用这种方式既省时间,又可得到最佳初始模型;

(2)在对研究区做反演的过程中,运用平均子波对每口井的标定结果和时深关系进行调整,并且运用平均子波得到 11 口井的不同权值,得到了最佳反演成果;

(3)在运用约束稀疏脉冲反演时,值的选择至关重要,只有通过不断的修改参数,多次试验才可能得到最佳值,从而得到最好反演成果。

参考文献:

[1] 唐湘蓉.地震测井联合反演方法研究及应用 [J].石油物探, 2005 44(5): 21—22

[2] 刘成斋,冉建斌,杨永生,等.稀疏脉冲和基于模型反演在王家岗沙四段砂岩油藏精细勘探中的应用 [J].石油地球物理勘探, 2002 37 (4): 401—406

[3] 安宏伟,李正文,李仁甫,等.稀疏脉冲波阻抗反演在 YX 油田开发中的应用 [J].石油物探, 2002 41(1): 56—60

[4] 王延光.储层地震反演方法及应用中的关键问题与对策 [J].石油物探, 2002 41(3): 299—303

[5] 郭朝斌,杨小波,陈红岳,等.约束稀疏脉冲反演在储层预测中的应用 [J].石油物探, 2006 45 (4): 397—398

Applications of the restricted sparse spike inversion to the exploration of the hydrocarbon reservoirs in the Maoxing region, Daqing, Heilongjiang

HE Lijuan¹, XIONG Ran², LEI Hai fei², CHENG Chao³

(1. China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China; 2. Yangtze University, Jingzhou 434023, Hubei, China)

Abstract: The restricted sparse spike inversion in the Jason software has been widely applied to the oil and gas reservoir prediction. The present paper deals on the basis of basic principles of the restricted sparse spike inversion, with the applications of wavelet estimation, construction of initial model and selection of Lambda values to the exploration of the hydrocarbon reservoirs in the Maoxing region, Daqing, Heilongjiang.

Key words: Jason software; restricted sparse spike inversion; wavelet estimation; initial model; Lambda value