

叠前反演道集质控与优化

郭媛, 操银香

(中国石化西北油田分公司塔河采油二厂, 新疆轮台 841604)

摘要:高质量的部分叠加道集数据是地震叠前反演的基础,然而不同偏移距叠加道集数据之间经常出现时间、振幅等不闭合现象,直接进行叠前反演则会影响反演弹性参数的可信度。因此,有必要对叠前反演道集进行质控及优化,以提高近、中、远偏移距道集的闭合效果。以残差准相关系数阈值为标准对部分叠加道集数据进行有限的调整,同时利用校正量统计图谱分析和递归插值的方法,对校正的时间偏移量和振幅缩放系数进行控制和优化,最终得到闭合效果较好的部分道集叠加数据体。实例表明使用校正及优化后的部分叠加道集数据进行反演能够显著提高叠前反演质量。

关键词:叠前反演;部分道集;数据处理;相关系数

中图分类号:P631.4

文献标识码:A

Quality control and optimization of partial-stack datasets in pre-stack seismic inversion

Guo Yuan, Cao Yinxiang

(No.2 Oil Production Plant, SINOPEC Northwest Company, Luntai, Xingjiang 841604, China)

Abstract: High quality partial-stack seismic data are the foundation of pre-stack inversion; however, the mis-tie and the phase displacement of partial-stack seismic datasets often lead to unconfident elastic parameters. It's very necessary for seismic datasets to control quality in order to improve the reliability of different offset gathers. In the paper, partial-stack seismic could be adjusted based on the standard of threshold value of residual quasi-correlation, and then seismic processing of phase correction and limited time shift would be executed based on the method of static graphs and recursive interpolate. The actual data inversion shows that under the responsible quality control, the partial-stack datasets correction processing could improve the inversion quality obviously.

Key words: pre-stack seismic inversion; partial-stack seismic; data processing; correlation coefficient

地震数据相对振幅是否合理保持、道集数据是否完全拉平、道集入射角计算是否准确是影响部分叠加道集质量的关键三要素^[1]。常规叠加方案提供的部分叠加道集,总有振幅、相位不闭合的情况出现,使用这样的地震数据体进行反演,其结果是不可靠的^[2-4]。虽然重新处理是可选的方案,但是其周期长,效率低,最终结果还是可能出现同样的问题,严重影响了数据处理及后续分析的时效^[5]。所以,在现有条件下直接对部分叠加道集数据集进行校正可能是比较经济和有效的选择^[6-7]。基于此,本文探讨了直接对部分叠加道集数据进行校正与优化的方法及流程,并进行了实例验证。

为了在校正过程中保持 AVO 现象不被掩盖的同时不引起新的 AVO 假象,本文采用了一种基于体数据最优化相关的校正方法,同时使用统计方法对

校正结果进行质量控制,最终得到更佳的部分叠加道集数据,为叠前反演取得良好效果打下了基础。

1 数据校正必要性分析

以过二维测线 Line1 的 X 井为例,结合样品测试数据、测井资料所做的正演模型分析结果表明, X 井 H1 气层是高阻抗含气砂岩,顶部正反射系数、振幅随偏移距增大而减少,属于一类 AVO(图 1)。根据现有的部分叠加道集提取了 X 井 H1 气层顶不同偏移距对应的振幅(图 2)。目的层的振幅变化趋势(图 2)与一类 AVO 的基本趋势不吻合,这样的结果可能是动校正的拉伸效应,或者速度谱不够精确以及其他人为因素或噪音等原因造成的,不能直接应用于叠前反演。所以,必须对原始的部分叠加道集加以调整和优化。

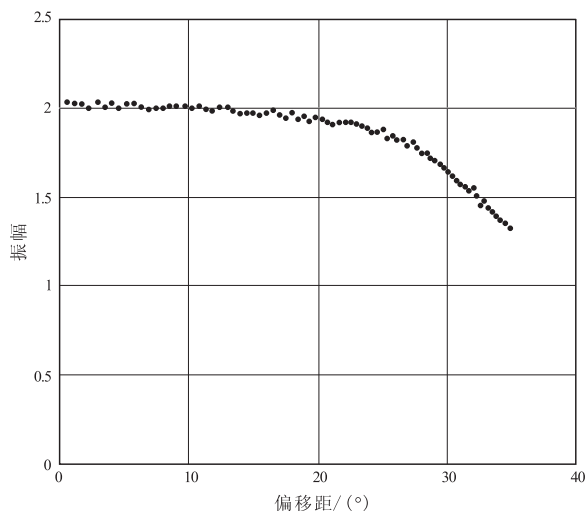


图 1 X 井 H1 气层顶振幅随偏移距变化规律
Fig.1 AVO effect of the top in H1 layer in well X

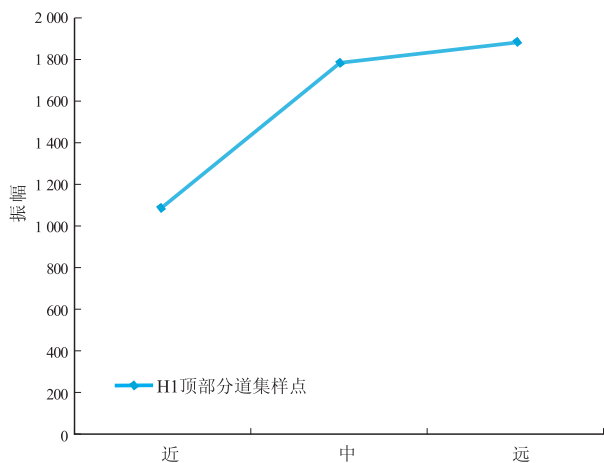


图 2 X 井 H1 气层顶部提取部分叠加数据散点图
Fig.2 Staked amplitude scatter map of the top in H1 layer in well X

2 部分叠加道集校正方法

2.1 最优化准相关下的数据调整

数据基准校正主要是以相关系数作为相关目的函数,相关系数高低与否是数据相关程度的重要指标。本文相关系数判定计算中并没有直接使用原始数据体 a 和 b 进行计算相关系数,而是利用了 a, b 数据的残差值进行相关系数估计,设定 \bar{a}, \bar{b} 是 a, b 的残差,以 a 为例,计算公式如下:

$$\bar{a} = (a_1 - m_a, \dots, a_n - m_a), \text{其中 } m_a = \sum_{i=1}^n a_i \quad (1)$$

根据需要, m_a 可以是单道内期望值或相邻道期望值。再建立准相关系数函数:

$$\delta(\bar{a}, \bar{b}) = \frac{2 \langle \bar{a}, \bar{b} \rangle}{\|\bar{a}\|^2 + \|\bar{b}\|^2}, \quad (2)$$

\bar{a}, \bar{b} 的值域是 $[-1, 1]$, 1 表示数据之间具备最

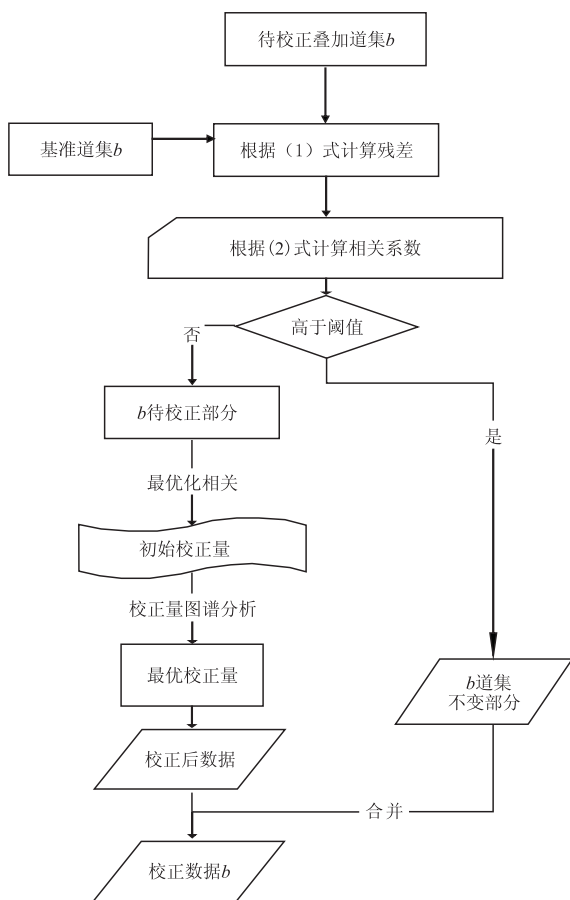


图 3 残差数据最优化校正基本流程

Fig.3 Workflow of residual data correction and optimization

大的相关性, 0 表示无相关性, -1 是最大的负相关。残差数据最优化校正的基本流程见图 3。首先, 计算待校正数据体与基准数据体的相关系数; 然后, 对处于相关系数阈值以下的数据进行时间偏移和比例缩放, 可以获得一个初步的时移量和比例缩放因子; 再通过对初始校正量的图谱分析, 剔除异常部分进行递归插值, 获得更佳的校正量; 最后, 应用这个最优化校正量, 形成最终校正数据。本项技术流程的关键内容是各个偏移距叠加道集数据校正量的优化与控制。优化后的叠加道集数据最终要达到改善叠前反演中的部分叠加道集振幅、时间闭合效果的目的。

2.2 校正量质量控制与调整

根据上述基本流程, 首先得到 Line1 不同偏移距叠加道集初步校正的原始时间偏移与振幅缩放系数剖面图(图 4), 可以看出其校正量始终局限在一个小的范围内, 特别是振幅缩放系数大范围是 1 的附近, 前后变化极小, 基本保持了振幅的原始状态, 不至于有较大的偏差。然后, 通过使用准相关系数和校正量交会图来分析校正量是否合理(图 5), 以准相关系数与时移量为例, 对相关系数差的区域和

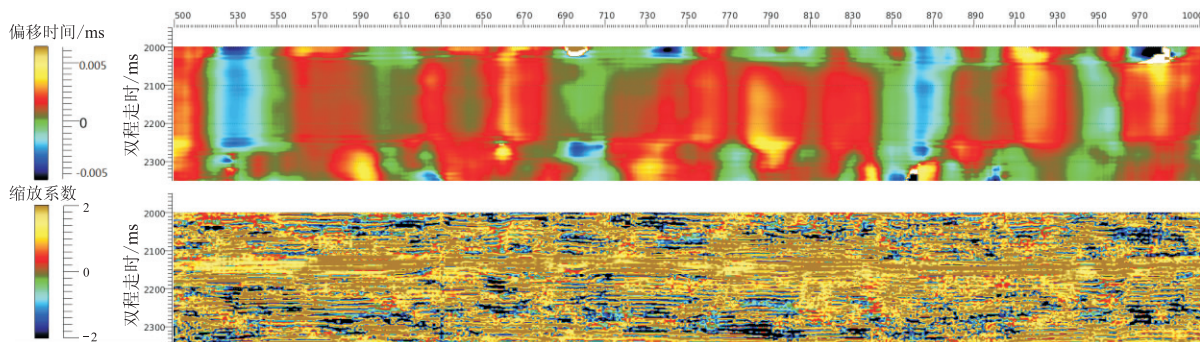


图 4 初始时间偏移量(上)与振幅缩放系数(下)剖面

Fig.4 Time shift (above) and amplitude scaling factor (below) in section

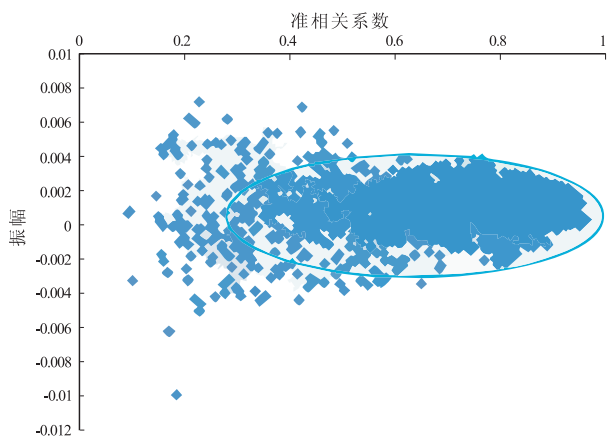


图 5 准相关系数与时间漂移量交会图

Fig.5 Cross map of quasi-correlation versus time shift quantity

偏移时间比较大的区域,即椭圆形区域范围外的数据,将其剔除后,通过道间插值的方式获得一个较小的偏移量与更高的相关度,获得一个相对更优化的校正量,应用这个校正量,最终获得振幅、时间闭合的部分叠加道集。

3 实际效果检验

对Line1测线原始数据进行叠前反演后获得

了的横波阻抗与纵横波速度比剖面,纵向分辨率和连续性都比较差(图 6)。应用上述道集数据校正与优化方法,对近、中、远叠加道集校正后获得了最优化的波形叠加剖面(图 7),从图中可以看出波形叠合显示道集之间的闭合质量明显得到了提高。使用校正后的偏移距道集进行叠前反演得到的横波阻抗与纵横波速度比剖面(图 8),可以看出校正后的叠前反演成果较校正前叠前反演成果效果得到了明显的改善,纵波阻抗与纵横波速度比的纵横向分辨率都得到显著的提高,这对提高流体预测的精度具有十分重要的意义^[8-9]。

4 结论与讨论

(1)数据基准调整与优化方法能够显著提高部分叠加道集质量,为叠前反演取得良好效果打下了基础。

(2)使用调整及优化后的部分叠加道集数据进行叠前反演,所得弹性参数纵向分辨率得到明显提高。

(3)本文提到的方法是在相对较好的地质条件下验证的,没有明显的断裂系统,所以保证了数据之间经过校正过后不易产生 AVO 假象。

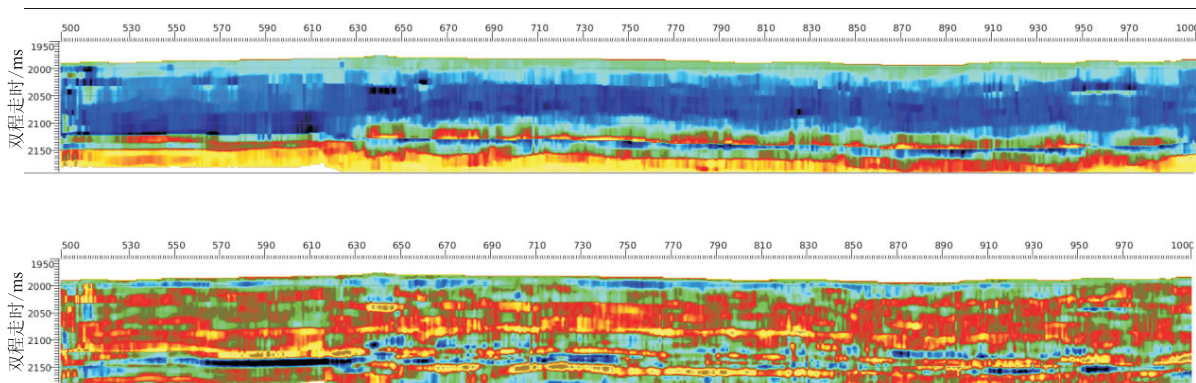


图 6 原始数据叠前反演纵波阻抗(上)、纵横波速度比(下)剖面

Fig.6 P-wave impedance (above) and V_p/V_s (below) of original data in section

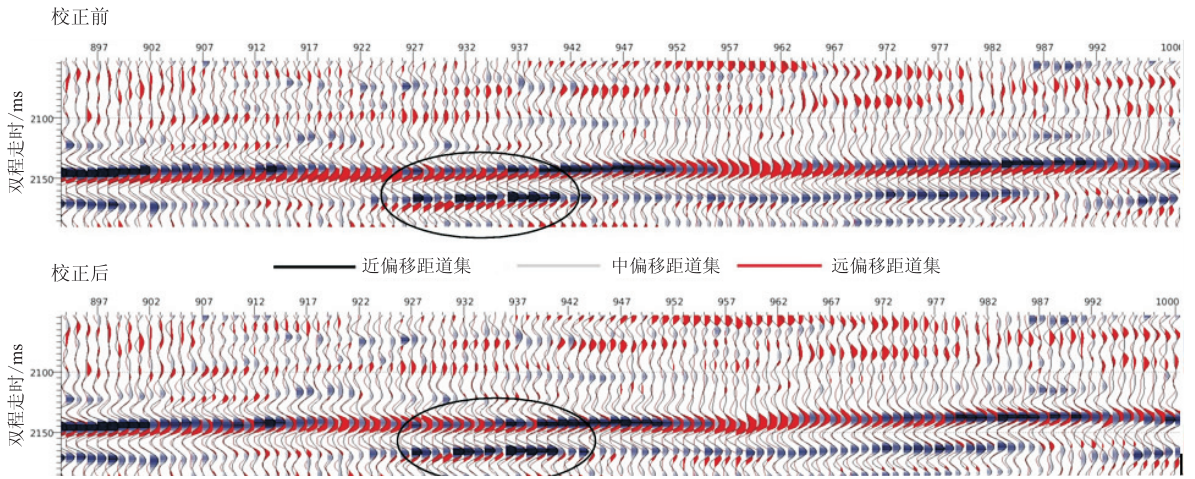


图 7 数据校正前后的波形叠加图对比
Fig.7 Stacking before and after correction

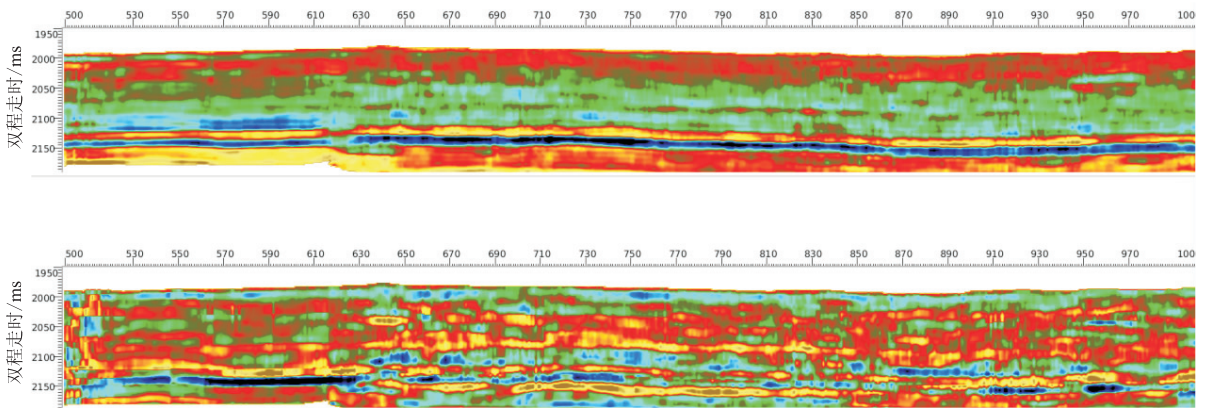


图 8 校正数据叠前反演获得的纵波阻抗(上)与纵横波速度比(下)剖面
Fig.8 P-wave impedance (above) and V_p/V_s (below) based on correction datasets

参考文献:

[1] 王保丽,印兴耀,张繁昌.弹性阻抗反演及应用研究[J].地球物理学进展,2005,20(1):89-92.
 [2] 强敏,周义军,钟艳,等.基于部分叠加数据的叠前同时反演技术的应用[J].石油地球物理勘探,2010,45(6):895-898.
 [3] 黄饶,刘志斌.叠前同时反演在砂岩油藏预测中的应用[J].地球物理学进展,2013,28(1):380-386.
 [4] 李爱山,印兴耀,张繁昌,等.叠前 AVA 多参数同步反演技术在含气储层预测中的应用[J].石油物探,2007,46(1):64-68.

[5] 张广智,王文龙,印兴耀,等.基于射线理论的角度道集提取方法综述[J].地球物理学进展,2011,26(5):1696-1707.
 [6] Avseth P, Mukerji T, Mavko G. Quantitative seismic interpretation[M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2005.
 [7] 陆自清,郭媛.叠前反演中部分叠加道集的优化校正[J].石油地球物理勘探,2015,50(1):67-70.
 [8] Loures L G, Moraes F. Local Porosity Inversion of Multiple Geophysical Data Sets. Part II: Incorporating Elastic Seismic Modeling[C]. 7th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Bahia, Brazil, 2001.
 [9] 李庆忠.岩石的纵、横波速度规律[J].石油地球物理勘探,1992,27(1):1-12.

(编辑 黄娟)