

综合折射静校正方法在柴达木盆地的应用

皮金云¹, 段云卿¹, 康平²

1. 中国地质大学地下信息探测技术与仪器教育部重点实验室, 北京 100083

2. 中国石油青海油田分公司研究院, 甘肃敦煌 736202

摘要: 在表层结构调查资料的约束下, 利用大炮初至折射静校正方法反演出精确、合理的表层结构模型, 进而求取炮点、检波点静校正量。选定柴达木盆地北极星工区 04314 测线进行地震模型数值模拟, 并对模型数据和野外地震资料进行多种静校正方法对比分析研究, 综合折射静校正方法的误差最小, 叠加效果最好。表明综合折射静校正方法结合了模型静校正和折射静校正的优点, 不仅较好地解决了影响剖面信噪比的短波长静校正问题, 同时也能解决产生虚假构造的长波长静校正问题。

关键词: 延迟时; 互换法; 地震模型数值模拟; EGRM 折射静校正。

中图分类号: P631.4

文章编号: 1000-2383(2007)04-0487-04

收稿日期: 2007-04-12

The Application of Comprehensive Refraction Static Correction Method in Qaidam Basin

PI Jin-yun¹, DUAN Yun-qing¹, KANG Ping²

1. *Geo-detection Laboratory of the Ministry of Education, China University of Geosciences, Beijing 100083, China*

2. *Research Institute of Qinghai Oilfield Branch Company, CNPC, Dunhuang 736202, China*

Abstract: Under the constraint of the surface structure investigation data and by using refraction static correction method on seismic reflection records, we can invert accurate and reasonable surface structure model, and furthermore, calculate shot and receiver static correction values. We select survey line 04314 of Beijixing area in Qaidam basin to construct seismic numerical modeling and do seismic processing by using several different static correction methods to deal with the model data and the corresponding raw seismic data. The result is that the error of the comprehensive refraction static correction method is minimal and its overlay effect is the best. The comprehensive refraction static correction method combines the advantages of the model static correction method and the refraction static correction method. It not only solves the short wavelength static correction problem that affects the section signal-to-noise ratio, but also solves the long wavelength static correction problem that generates fictitious structures.

Key words: delay time; reciprocal method; seismic numerical modeling; EGRM refraction static correction.

尽管目前研制和使用的静校正方法多种多样, 但都可以归入以下 3 类: 利用近地表模型数据进行基准面校正即模型静校正、利用地震记录的初至波或初至折射波求取静校正量、利用反射波进行自动剩余静校正(熊翥, 1993)。模型静校正和折射静校正是目前应用于柴达木盆地的两种主要静校正方法。模型静校正正在控制点处能得到较为准确的表层

结构数据, 但其他位置的速度、低降速带厚度数据需要内插或外推得到, 在复杂地区, 尤其是近地表变化剧烈的地区则会存在较大误差(Cox, 1999)。折射波静校正的优点在于利用了大量的折射初至信息, 对每一个炮点或检波点进行了多次覆盖, 具有较好的统计性, 避免了插值引起的误差; 但在复杂地区, 由于近地表的变化对地震波场的改造明显, 使地震波

基金项目: 国家 863 计划重大项目(No. 2001AA602018)。

作者简介: 皮金云(1969—), 男, 博士, 主要从事地震勘探数据处理的方法研究及相关软件的开发工作。E-mail: jinyunpi@163.com

场畸变, 折射层的识别和判断变得较为困难, 因此在一定程度上影响和限制了折射静校正复杂地区的应用效果(宁俊瑞等, 2006). 综合折射静校正方法则是综合以上两种静校正方法的优点, 利用野外表层调查(主要是小折射和微测井)得到的控制点处的表层结构数据来约束, 计算初至折射地表模型, 进而得到炮点和检波点的静校正量.

1 方法原理及实现

1.1 基本折射方程

假设近地表模型如图 1 所示, $V_0(x)$ 是随着空间变化的低降速带速度, $h_0(x)$ 是随着空间变化的低降速带厚度, $V_1(x)$ 是随着空间变化的高速层顶界速度, θ 为临界角.

由 A 点激发、B 点接收的初至时间为:

$$fb(A, B) = t_A + t_B + \int_A^B \frac{dx}{V_1(x)}. \quad (1)$$

其中: $t_A = \frac{h_0(A)}{V_0(A)} \cos \theta_A$, $t_B = \frac{h_0(B)}{V_0(B)} \cos \theta_B$,

$$\theta_A = \arcsin \frac{V_0(A)}{V_1(A)}, \theta_B = \arcsin \frac{V_0(B)}{V_1(B)}.$$

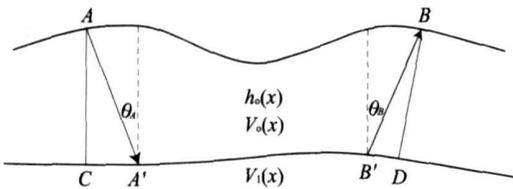


图 1 近地表模型

Fig. 1 Near Surface Model

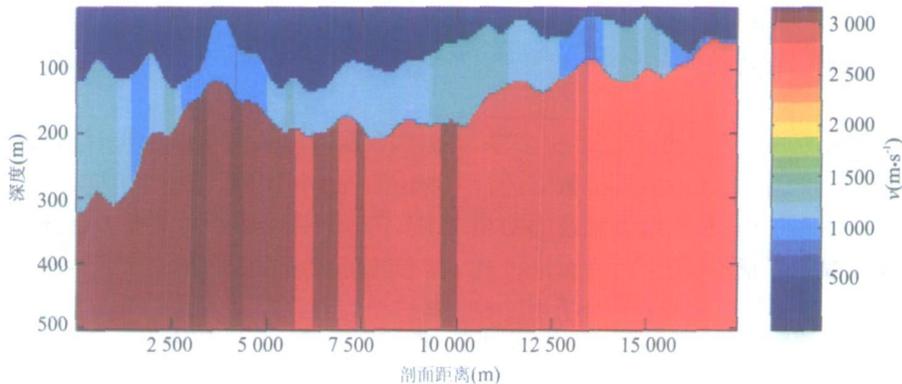


图 2 北极星 04314 测线速度模型

Fig. 2 Velocity model of survey line 04314 in Beijing area

t_A, t_B 称为 A、B 点的延迟时或时间深度(熊翥, 1993).

1.2 延迟时的计算

在多次覆盖观测中, 可分别得到 A 点激发 G 点接收、B 点激发 G 点接收以及 A 点激发 B 点接收的初至折射旅行时 $fb(A, G)$, $fb(B, G)$, $fb(A, B)$, 利用互换法可得到 G 点的延迟时(熊翥, 1993):

$$DT_G = \frac{1}{2} [fb(A, G) + fb(B, G) - fb(A, B)]. \quad (2)$$

1.3 折射层速度模型的建立

设 A、B 为两激发点, G_1, G_2, \dots, G_N 为 N 个公共接收点, 根据基本折射方程(1)可得:

$$fb(A, G_i) - fb(B, G_i) = DT_A - DT_B + \frac{|AG_i| - |BG_i|}{V_r}, \quad (3)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, N.$$

由最小平方线性拟合法求得炮点 A、B 间的高速层顶界折射速度 V_r , 再由小折射和微测井等表层调查方法得到的控制点的折射速度进行约束、平滑, 得到整条测线的折射层速度模型.

1.4 低降速带厚度模型的建立

检波点 G 的折射界面深度 H_G (熊翥, 1993)为:

$$H_G = \frac{T_G v_0}{\cos \theta} = \frac{T_G v_0 v_1}{\sqrt{v_1^2 - v_0^2}}. \quad (4)$$

其中: T_G 为 G 点的延迟时, v_0 为低降速带的速度, 由小折射和微测井等表层调查方法得到, v_1 为折射层的速度.

由方程(4)计算可得每个检波点的折射界面深度, 再由小折射和微测井等表层调查方法得到的控

制点的低降速带厚度进行约束、平滑, 即可建立整条测线的低降速带厚度模型。

2 应用效果分析

我们选定柴达木盆地北极星工区 04314 测线进行了理论模型正演研究以及实际地震资料处理工作。

对 04314 测线进行地震模型数值模拟, 根据小折射和微测井资料所提供的近地表模型来设计地震速度模型。模型剖面长度为 17 400 m, 地表地形起伏最大高程差约 120 m, 速度模型中地表起伏取相对高程。

图 2 所示为北极星 04314 速度模型, 该模型由 2 层地层组成, 第一层为含起伏地表的降速层, 第二层为高速层, 速度模型剖分网格大小取水平方向 5 m, 垂直方向 5 m。

首先使用速度模型数据进行静校正计算, 得到正演静校正量。然后对数值模拟记录分别进行了高程静校正、扩展广义互换法 (EGRM) 折射静校正和综合折射静校正计算, 在运用综合折射静校正方法计算时使用了 30 个控制点的速度、低降速带底界高程数据。以上静校正方法计算所得的静校正量相对

表 1 北极星 04314 模型静校正研究误差分析

Table 1 Comparison of Beijixing 04314 model's static correction errors

	高程静校正	EGRM 折射静校正	综合折射静校正
最大误差值 (ms)	103	48.4	11.4
均方根误差值 (ms)	52.1	19.7	3.3

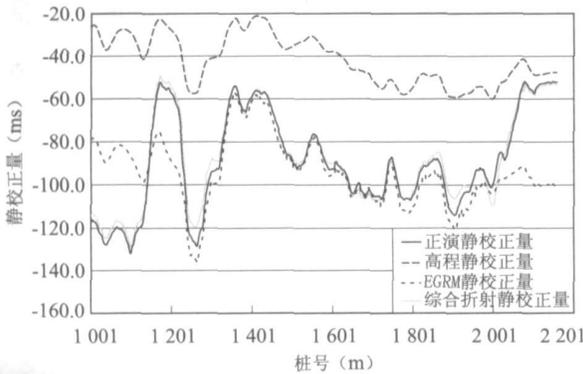


图 3 北极星 04314 模型静校正量对比

Fig. 3 Comparison of Beijixing 04314 model's static correction values

于正演静校正量的误差分析见表 1, 静校正量对比曲线如图 3 示。

从表 1、图 3 来看, 由于模型降速层速度横向、纵向变化的影响, 高程静校正方法的误差最大, 使用了控制点数据的综合折射静校正方法在测线两端的效果明显好于 EGRM 折射静校正。

我们分别运用模型静校正、EGRM 折射静校正和综合折射静校正方法对 04314 测线的野外地震资料进行了处理分析, 在利用综合折射静校正方法计

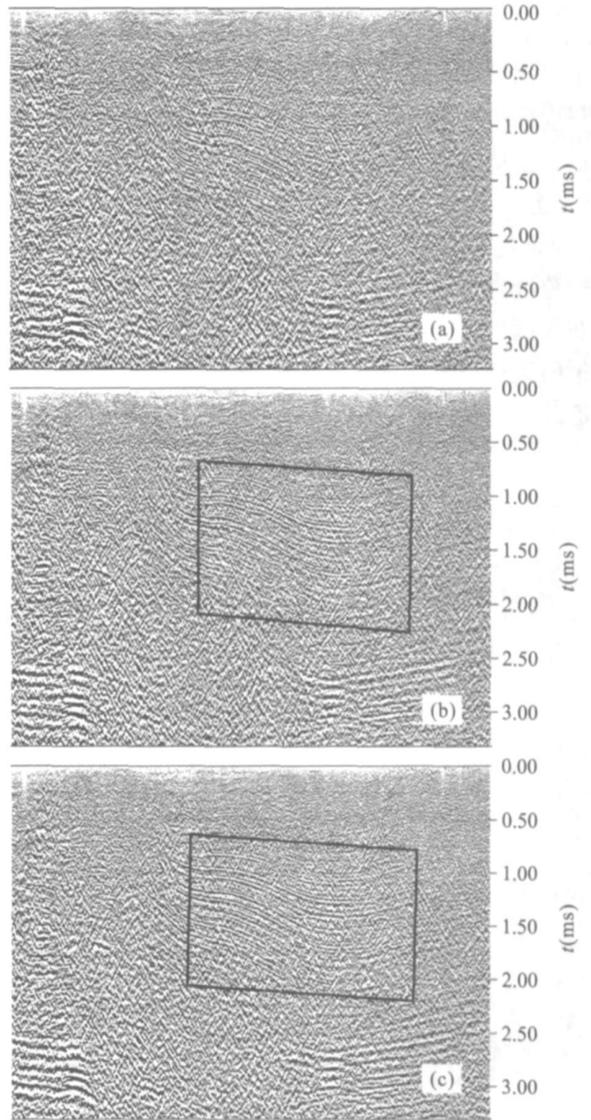


图 4 北极星 04314 测线模型静校正 (a)、EGRM 折射静校正 (b) 和综合折射静校正 (c) 叠加剖面

Fig. 4 Beijixing survey line 04314's model static correction (a), EGRM refraction static correction (b) and comprehensive refraction static correction (c) overlay sections

算时,使用了 24 个点的小折射表层调查数据,叠加剖面对比如图 4 所示.

从图 4 对比分析来看,综合折射静校正和 EGRM 折射静校正叠加剖面整体好于模型静校正,尤其是 1~3 s 的中深层的波组成像有明显改善,综合折射静校正不仅成像好于 EGRM 折射静校正,而且提高了波组的连续性,见图中画框区域.

3 结论及建议

通过对北极星 04314 测线的地震模型数值模拟记录和野外地震资料的静校正对比分析来看,综合折射静校正方法都取得了令人满意的效果,是一种适合于柴达木盆地地震勘探的行之有效的静校正方法.为了提高表层结构模型的反演精度,应注意以下 2 个问题:(1)控制点的布设应该符合以下原则:岩性分区内有足够的控制点,构造转折部位两侧加密布设调查点,地形起伏地段布设调查点.(2)在拾取折射波初至时应选择合适的偏移距范围,而且必须追踪同一高速折射层(张新立等,2002),做好初至的质量监控和交互修改工作.

References

- Cox, M., 1999. Static corrections for seismic reflection surveys. Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, USA.
- Ning, J. R., Wang, S. G., Fan, J. F., et al., 2006. Application of 3-D static correction technology based on correlation refraction method. *Geophysical Prospecting for Petroleum*, 45 (3): 277—284 (in Chinese with English abstract).
- Xiong, Z., 1993. Seismic data processing application technique. Petroleum Industry Press, Beijing (in Chinese).
- Zhang, X. L., Xie, W. M., Man, H. X., et al., 2002. The application research of refraction static correction in Qaidam basin. *Oil Geophysical Prospecting*, 37 (Suppl.): 52—57 (in Chinese).

附中文参考文献

- 宁俊瑞,王顺国,樊佳芳,等,2006.基于对比折射法的三维静校正技术及其应用.石油物探,45(3):277—284.
- 熊翥,1993.地震数据数字处理应用技术.北京:石油工业出版社.
- 张新立,谢卫民,满红霞,等,2002.柴达木盆地折射静校正方法的应用研究.石油地球物理勘探,37(增刊):52—57.