

# 叠前时间偏移技术在松辽盆地应用研究

赵玉莲<sup>1,2</sup>, 成旭波<sup>3</sup>, 鲁烈琴<sup>2</sup>, 丁彩琴<sup>2</sup>

(1. 成都理工大学, 四川 成都 610059;

2. 中国石油勘探开发研究院西北分院, 甘肃 兰州 730020;

3. 浙江省地球物理地球化学勘察院, 浙江 杭州 310005)

**摘要:**针对松辽盆地某区地震资料特点和数据处理难点,进行了针对性的三维静校正、叠前组合去噪和叠前时间偏移处理,取得了比较显著的效果。同时从叠前时间偏移的基本原理和实现过程,讨论了该区叠前偏移的孔径、反假频参数、速度模型优化及射线追踪方法关键参数的选取,通过叠前时间偏移和叠后时间偏移结果的对比与分析可知,叠前时间偏移使地震资料的成像精度得到了较大幅度的提高,剖面上断点清楚,断层清晰,波组特征明显。

**关键词:**松辽盆地;静校正;叠前时间偏移;速度;模型;孔径

**中图分类号:**TE132.1<sup>+</sup>4

**文献标识码:**A

**文章编号:**1672-1926(2010)06-1041-05

## 0 引言

当地层倾角较小时,使用叠后偏移可以取得较好的成像效果;当地层倾角较大时,纵向、横向速度变化较大、反射点偏离较大,正常时差校正叠加得到一个零炮检距剖面的假设,与实际情况相差甚远,叠后时间偏移很难获得较理想的偏移归位效果。三维叠前时间偏移方法从理论上取消了输入数据为零炮检距的假设,避免了正常时差校正叠加所产生的畸变,输入数据包含了各个炮检距的信息,能适应纵向、横向速度变化较大的情况,修正大倾角地层和速度变化产生的地下图像的畸变,是复杂地区地震资料成像较理想的方法<sup>[1]</sup>。我们应用三维叠前偏移技术对松辽盆地地震资料进行了研究处理,取得了令人满意的结果。

## 1 地震地质条件及原始资料情况

研究区位于吉林省镇赉县及大安市境内,地表结构复杂,主要是盐碱地、沼泽、水泡、农田和树林地,表层为灰泥沙、黑色淤泥、黄胶泥和灰胶泥等。地表起伏不大,海拔高程在128~135 m之间,局部海拔在140 m以上,总体为西高东低。地表一般表

现为双层特征:低降速带速度为370~470 m/s,厚度为3~12 m,高速层速度一般为1 600~2 000 m/s。干扰波主要为面波、折射波、线性斜干扰和环境噪声。主要的地震反射层为萨尔图油层、葡萄花油层、高台子油层和扶余油层。

## 2 数据处理难点及处理技术对策

### 2.1 处理难点

(1)地表及地下结构复杂,尤其是水陆衔接部位,静校正问题突出。

(2)对各种干扰波进行高保真去噪,为河道砂预测和叠前时间偏移提供高质量的道集。

(3)研究区断裂发育,构造复杂,速度横向变化大,需努力提高目的层段的成像效果。

### 2.2 处理技术对策

针对上述难点,结合研究区地质任务和目标,笔者主要通过三维静校正、叠前组合去噪及叠前时间偏移等方面进行了反复试验和研究,确定了具有针对性的处理技术和处理参数。

#### 2.2.1 静校正

静校正处理直接影响叠加效果,决定叠加剖面的信噪比和垂向分辨率,同时又影响叠加速度分析

的质量<sup>[2]</sup>。研究区地势平坦,但局部地表条件变化剧烈,低降速带的速度及厚度变化较大,因此本文静校正处理采用野外静校正、三维折射波剩余静校正和地表一致性剩余静校正相结合的处理方法来解决研究区的静校正问题。采用野外静校正解决研究区的长波长静校正问题,而折射波剩余静校正正是来消除研究区的短波长静校正的影响。图 1 是折射波剩余静校正前后单炮对比图,图 2 是应用不同静校正方法得到的叠加剖面对比图。由此,可以看出,在野

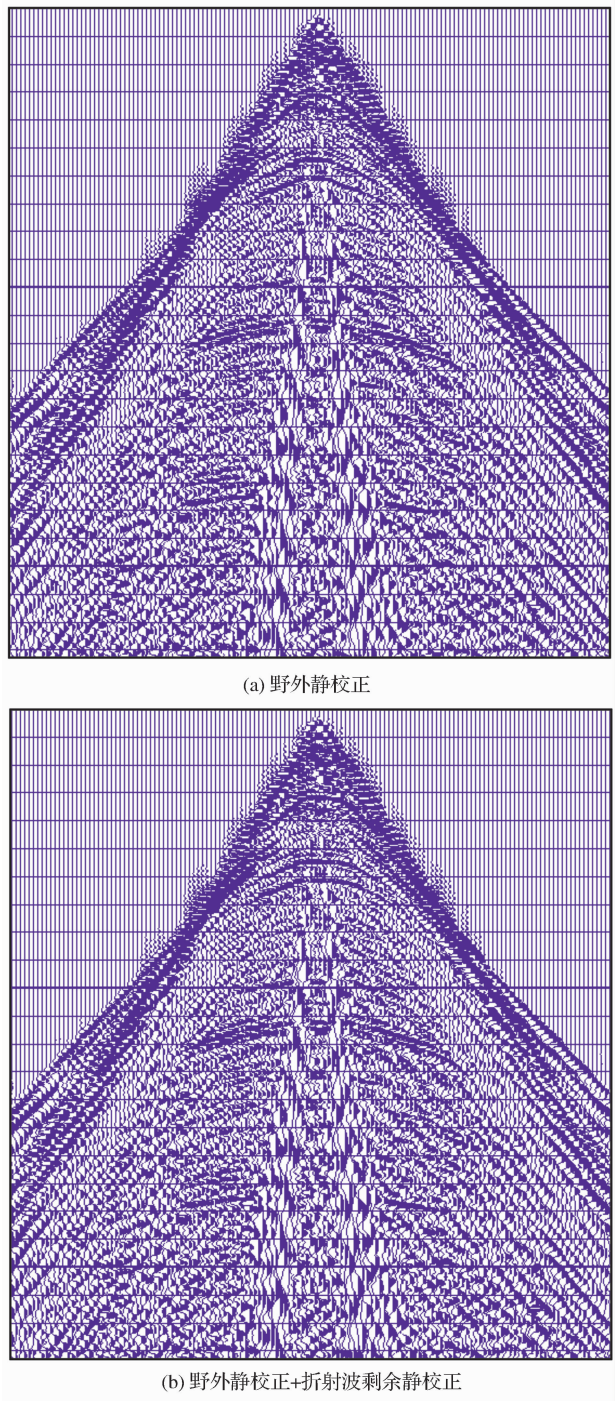


图 1 折射波剩余静校正前后单炮对比

外静校正的基础上,应用折射波剩余静校正方法优于其他方法,静校正效果明显,能够很好地解决研究区的静校正问题。

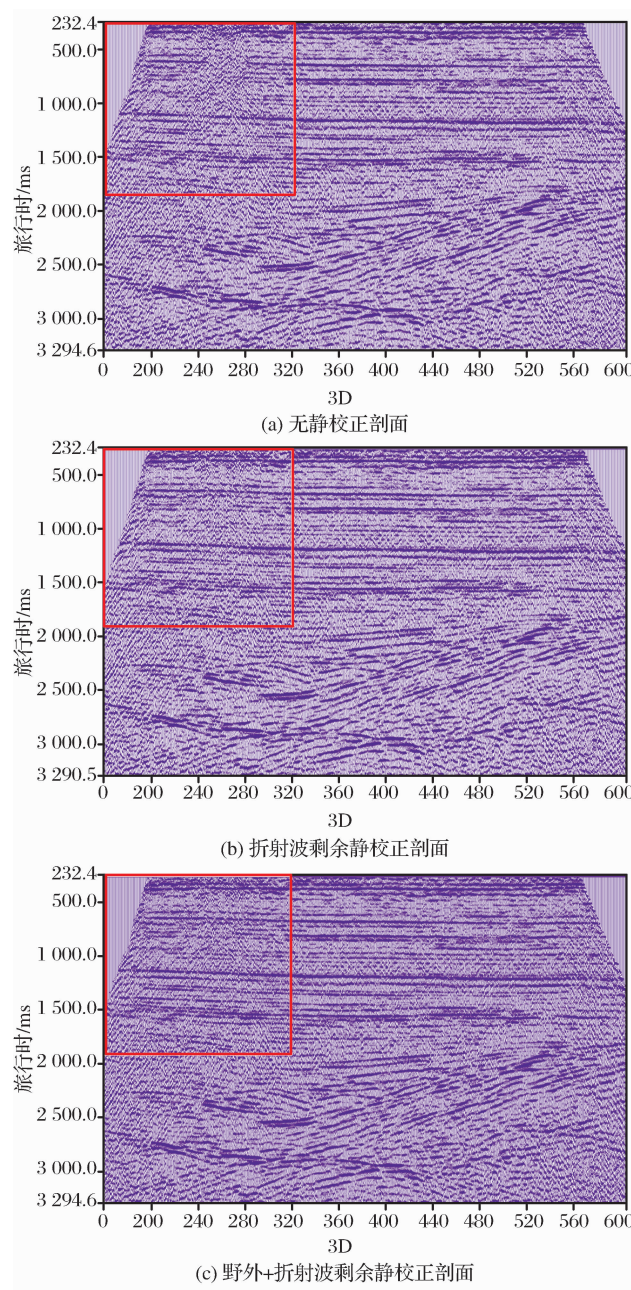


图 2 不同静校正叠加剖面

2.2.2 叠前去噪

针对研究区发育有面波、折射波、线性斜干扰以及随机噪声,采取逐步迭代去噪的方法消除噪声。采用地表一致性能量多域分解和统计来剔除异常噪音的区域异常处理+单频干扰滤波消除环境噪声及强能量干扰。采用时窗内对噪声频率和速度进行统计,估计出噪声,对估计的噪声进行自适应滤波再从地震数据中减去噪音的自适应面波衰减消除面波影



响,采用 t-x 域 relnoi 线性斜干扰去除法消除研究区发育的折射波及其他线性斜干扰。通过逐步多域去噪,获得了高信噪比的地震数据(图 3)。

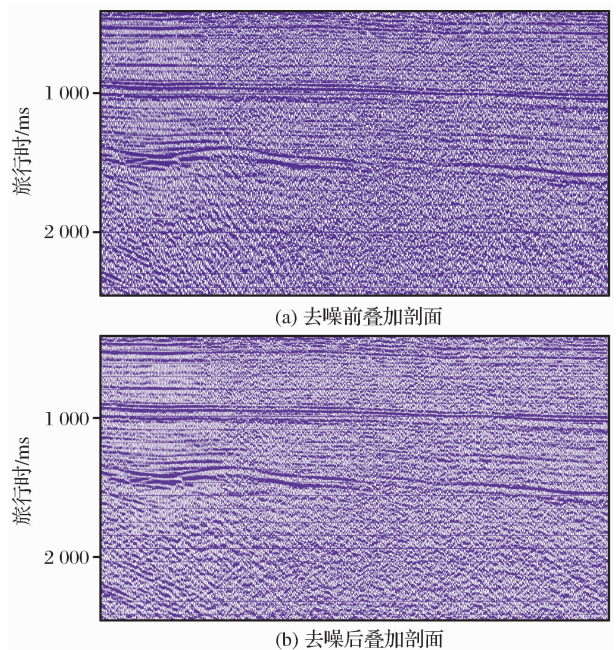


图 3 组合去噪前后叠加剖面对比

2.2.3 叠前时间偏移

2.2.3.1 叠前时间偏移的基本原理

目前,叠前时间偏移常用的算法主要是克希霍夫积分法<sup>[3]</sup>。该方法建立在对反射的非零炮检距方程的基础上,它是沿非零炮检距的绕射双曲线旅行时间轨迹对振幅求和,而不是沿零炮检距绕射双曲线求和。速度场决定求和路径的曲率,因此速度场的准确与否会直接影响偏移效果的优劣。叠前时间偏移通过对每个共炮检距剖面单独成像,最终将所有的结果叠加起来形成偏移剖面。

2.2.3.2 叠前时间偏移的实现方法

在详细了解研究区地质、地震以及测井等资料情况下,对影响偏移成像效果的关键参数都要做充分的实验和分析,确保偏移结果的质量。

(1) 偏移孔径的选择。偏移孔径是偏移过程中的重要参数,偏移孔径过小,不能使深层和大倾角地层正确成像;偏移孔径过大,尽管能够使深层和大倾角地层正确成像,但又会给偏移结果带来大量的噪声,使同相轴连续性变差,信噪比降低,运算时间长<sup>[4-6]</sup>。因此,在选择偏移孔径参数时,既要考虑深层或陡倾角的地层准确成像,又要考虑偏移噪音对地层的影响。从不同孔径偏移效果图(图 4)可以看出,偏移孔径过小,偏移不到位,成像不清楚;偏移孔

径过大,引入大量噪音,降低成像效果。

(2) 反假频因子的选择。反假频因子是 GEODEPTH 处理系统中叠前时间偏移的重要参数之一,该参数的大小直接影响偏移的效果,过大会使剖面的假频严重,剖面呆板,过小使剖面成像不清楚,断点模糊。

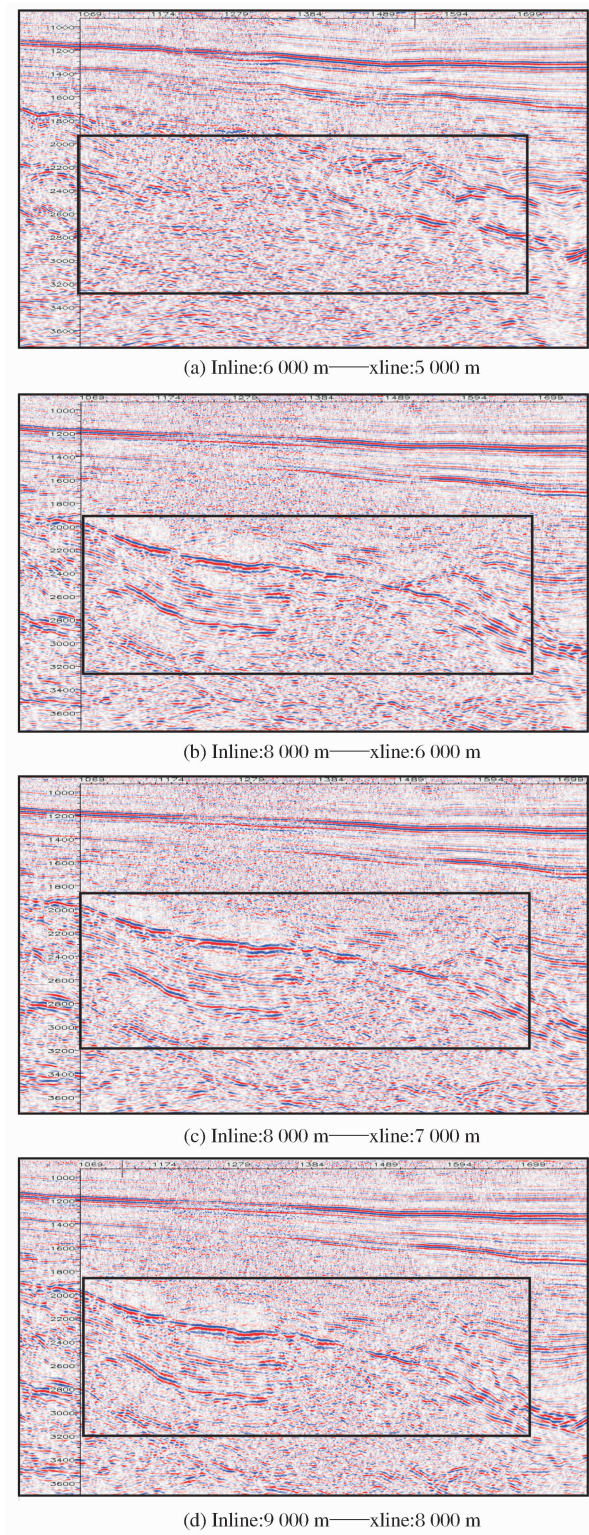


图 4 孔径大小不同偏移效果对比



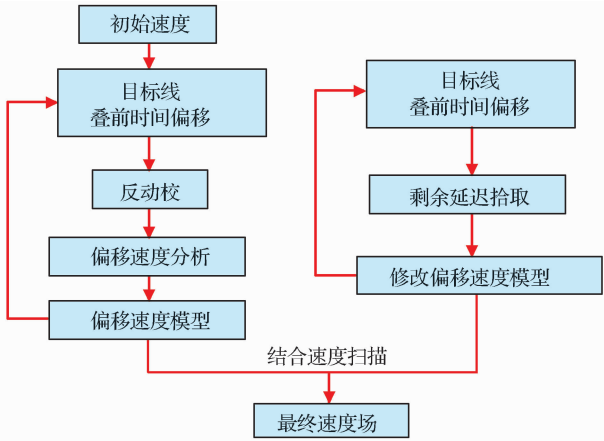
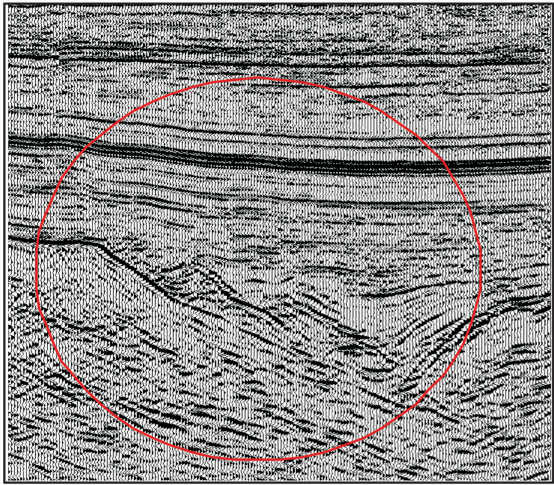
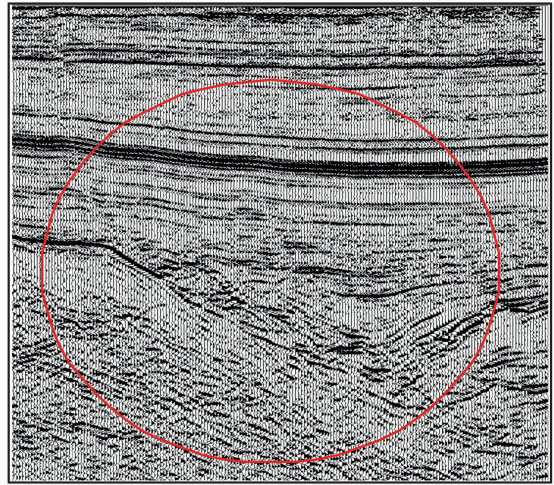


图 5 速度模型调整与优化流程



(a) 叠前时间偏移

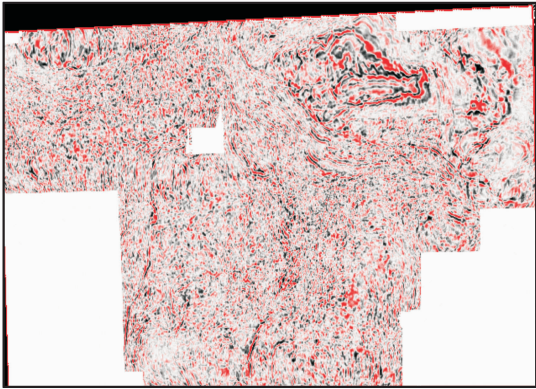


(b) 叠后时间偏移

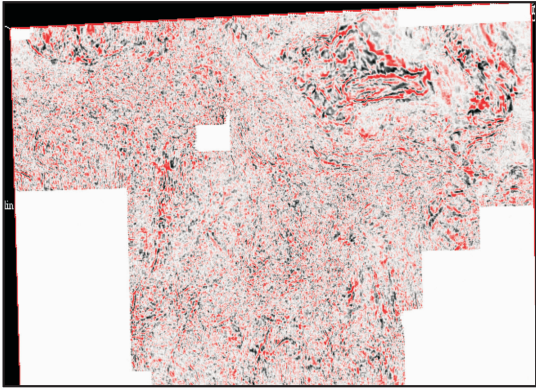
图 6 叠前时间偏移(a)与叠后时间偏移(b)剖面对比

(3)速度的调整与优化。偏移速度是影响叠前时间偏移的主要因素<sup>[7-10]</sup>。偏移速度的精度直接影响偏移成像效果。根据研究区的地震资料特点,通过大量处理试验,以 DMO 叠加速度为初始速度场,采用纵向偏移速度迭代分析、剩余延迟分析与偏移

速度扫描的方法相结合来调整和优化偏移速度,以 CRP 道集是否平直作为偏移速度的正确性的判断标准,对目标线进行反复多次迭代偏移并调整优化速度,速度模型调整与优化的流程图(图 5)。



(a) 叠前时间偏移



(b) 叠后时间偏移

图 7 叠前时间偏移(a)与叠后时间偏移(b)切片对比

(4)射线追踪方法的选择。克希霍夫弯曲射线叠前时间偏移利用层速度模型计算旅行时,而克希霍夫叠前时间偏移利用均方根速度模型计算旅行时,这实际上是弯曲射线叠前时间偏移旅行时计算的一阶近似;并且,对于三维层速度模型,其速度值随着出射点的位置改变而改变,而常规克希霍夫叠前时间偏移则一般取中心点的均方根速度,显然,弯曲射线叠前时间偏移计算方法更加精确,更接近实际地质情况。

### 3 处理效果对比分析

研究区浅层区域地层起伏较小,基本上没有大倾角构造,但是小断块比较发育。在中深层区域,地层以大倾角为主,且存在很多断层。通过本文叠前时间偏移处理,不论是前层还是中深层,剖面成像都有大的改善。与叠后时间偏移相比,叠前时间偏移剖面成像更为清晰,尤其是断面上盘、下盘的成像得到了很大的提高,其断块划分能力有明显提高,为进



一步的地质解释工作提供了更加可靠的依据。

叠前时间偏移与叠后时间偏移成像结果比较如图 6 所示,图 7 是叠前时间偏移与叠后时间偏移的切片比较图。浅层区域叠前时间偏移在小断块区域成像更为清晰。在中深层区域,叠前时间偏移剖面使断面上盘、下盘的成像得到了很大的提高,其断块划分能力有明显提高,为进一步的地质解释工作提供了更加可靠的依据。

## 4 结论

(1)精细处理,提高信噪比,高质量的 CMP 道集是叠前时间偏移准确成像的保证。

(2)偏移参数的选取对偏移的效果起决定性作用。

(3)对于复杂断裂构造的勘探目标,叠后时间偏移很难满足其成像要求,叠前时间偏移才是解决地震成像的最佳方法。

### 参考文献:

- [1] Zhang Yabin, Zheng Zhutang, Du Xian, *et al.* The application of prestack time migration technology in BMZ area[J]. *Petroleum Geophysics*, 2008, 6(3): 25-29. [张亚斌, 郑祝堂, 杜贤, 等. 叠前时间偏移技术在河南 BMZ 地区的应用[J]. *油气地球物理*, 2008, 6(3): 25-29.]
- [2] Xiong Zhu. Complex Seismic Data Processing Ideas[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2002. [熊煮. 复杂地区地震数据处理思路[M]. 北京: 石油工业出版社, 2002.]
- [3] Luo Yinhe, Liu Jiangping, Dong Qiaoliang, *et al.* Kirchhoff curved-ray prestack time migration and its application[J]. *Natural Gas Industry*, 2005, 25(8): 35-37. [罗银河, 刘江平, 董桥梁, 等. Kirchhoff 弯曲射线叠前时间偏移及应用[J]. *天然气工业*, 2005, 25(8): 35-37.]
- [4] Huang Ling, Li Gang, Li Chunyu, *et al.* The application of prestack migration technique in Jilin area[J]. *Natural Gas Industry*, 2007, 27(supplement A): 134-136. [黄棱, 李刚, 李春雨, 等. 叠前偏移处理技术在吉林探区的应用[J]. *天然气工业*, 2007, 27(增刊 A): 134-136.]
- [5] Liu Quanxin, Li Daoshan. Points about land static correction and migration datum[J]. *Natural Gas Geoscience*, 2003, 14(1): 57-59. [刘全新, 李道善. 关于山地静校正和偏移基准面的一些认识[J]. *天然气地球科学*, 2003, 14(1): 57-59.]
- [6] Fan Weihua, Yang Changchun, Sun Chuanwen, *et al.* Application of prestack time migration for three dimensional seismic data[J]. *Progress in Geophysics*, 2007, 20(4): 571-575. [樊卫花, 杨长春, 孙传文, 等. 三维地震资料叠前时间偏移应用研究[J]. *地球物理学进展*, 2007, 20(4): 571-575.]
- [7] Su Qin, He Zhenhua, Tian Yancan, *et al.* Research and application of pre-stack depth migration method in piedmont complex structure imaging[J]. *Natural Gas Geoscience*, 2009, 20(4): 571-575. [苏勤, 贺振华, 田彦灿, 等. 山前带复杂构造成像中叠前深度偏移方法研究及应用[J]. *天然气地球科学*, 2009, 20(4): 571-575.]
- [8] Zhou Chenguang, Shan Gang, Zhang Lihua. Application of prestack time migration in north China area[J]. *Journal of Jilin University: Earth Science Edition*, 2006, 36: 55-57. [周晨光, 单刚, 张丽华. 叠前时间偏移在华北地区的应用[J]. *吉林大学学报: 地球科学版*, 2006, 36: 55-57.]
- [9] Cao Yanjun, You Hongwen, Lin Yuying, *et al.* Prestack time migration technology and its application[J]. *Fault-Block Oil & Gas Field*, 2004, 11(5): 21-22. [曹延军, 游洪文, 林玉英, 等. 叠前时间偏移技术及应用[J]. *断块油气田*, 2004, 11(5): 21-22.]
- [10] Tian Yancan, Su Qin, Wang Xiaowei. Application of 3D prestack depth migration in CX gas field[J]. *Natural Gas Geoscience*, 2005, 16(2): 242-245. [田彦灿, 苏勤, 王小卫. 三维叠前深度偏移在 CX 气田的应用[J]. *天然气地球科学*, 2005, 16(2): 242-245.]

## Application of Prestack Time Migration in Songliao Basin

ZHAO Yu-lian<sup>1,2</sup>, CHENG Xu-bo<sup>3</sup>, LU Lie-qin<sup>2</sup>, DING Cai-qin<sup>2</sup>

(1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;

2. Northwest Branch, Research Institute of Petroleum Exploration & Development, PetroChina, Lanzhou 730020, China;

3. Zhejiang Geophysical and Geochemical Prospecting Academy, Hangzhou 310005, China)

**Abstract:** Here we introduced the application of pre-stack time migration technology in Songliao basin. The 3D static correction, pre-stack combination noise attenuation and pre-stack time migration processing were carried out in this area and made a relatively obvious effect. Meanwhile, we discussed the key parameters such as aperture, aliased factor, velocity model adjusting and ray-tracing method based on the pre-stack time migration principle and realization. By comparing and analyzing the results of pre-stack and post-stack migrations, it indicated that pre-stack time migration of seismic data substantially increased the imaging precision, the breakpoints and faults more clear and wave groups more obvious.

**Key words:** Songliao basin; Static correction; Pre-stack time migration; Velocity; Model; Aperture.