

文章编号: 1671-8585(2007)05-0382-06

基于 SEG 起伏地表模型数据的偏移方法比较

方伍宝, 朱海波, 王汝珍, 潘宏勋

(中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院南京石油物探研究所, 江苏南京 210014)

摘要:介绍了 SEG 起伏地表逆掩断层模型的特点,并以该模型数据为试验的原始地震数据,在理论模型速度和通过道集速度分析得到的速度 2 种条件下,分析对比了常规叠后时间偏移、水平地表叠前时间偏移、起伏地表叠前时间偏移和起伏地表叠前深度偏移的结果。

关键词:起伏地表模型;常规时间偏移;起伏地表偏移;方法对比

中图分类号:P631.443

文献标识码:A

地震偏移成像技术一直是地震勘探领域中的研究热点和难题^[1],其发展经历了从叠后偏移到叠前偏移、从时间偏移到深度偏移、从基于射线的 Kirchhoff 积分法偏移到基于波动方程波场微分法偏移、以及从平基准面偏移到直接从起伏的观测面偏移等一系列的过程。

目前偏移技术研究的重点是地震叠前偏移,按方法主要分为两大类,即 Kirchhoff 积分法和波动方程延拓法。也有将叠前偏移方法分为 Kirchhoff 积分法、频率波数域(FK)方法和有限差分法。地震叠前偏移方法的发展趋势是将 FK 法的计算速度和有限差分法的计算精度结合起来形成新的偏移方法。波动方程延拓法又主要分为相移法、相移加内插法、分步傅里叶法、傅里叶有限差分法、广义屏法和频率空间域有限差分法。

当前偏移技术的另一个研究热点是从地震数据观测面直接进行偏移成像,它能克服常规偏移方法要求对偏移的地震数据先进行地形校正的缺陷(如静校正等会引入一定的误差)。该技术从 20 世纪 90 年代中期逐渐得到发展,1995 年,Rajasekaran 等^[2]利用初至层析成像估算近地表速度,采用相干反演、聚集分析和反射层析等手段建立深层速度模型,运用双程波有限差分逆时偏移法实现从起伏地表的偏移成像;1996 年,Geiger 等^[3]提出了散射点等效偏移距叠前偏移方法;2000 年,Margrave 等^[4]提出了基于 PSPI 的非稳相移算法;2001 年,Mi 等^[5]采用改进的 PSPI 方法实现了起伏地表情况下的叠前深度偏移;2002 年,Gurevich 等^[6]将双聚焦成像技术应用于非规则地形的陆地地震资料的处理中;2003 年,Jager 等^[7]应用真振幅 Kirchhoff 偏移技术,通过偏移加权考虑了地形变化的影响。

尽管常规叠后偏移技术在理论上是从均匀

介质或水平层状介质出发的,只适应简单构造情况下地震资料成像,但是在当前的地震资料处理中仍发挥着较重要的作用。因此,基于各种偏移方法的地球模型及数学物理方法理论,都有适应的范畴。

本文以 SEG 起伏地表逆掩断层模型数据为测试数据,在理论模型速度和通过道集速度分析得到的速度 2 种条件下,分析对比常规叠后时间偏移、水平地表叠前时间偏移、起伏地表叠前时间偏移和起伏地表叠前深度偏移的结果来了解这些偏移方法对复杂构造的适应性。

1 SEG 起伏地表逆掩断层模型简介

本文方法试验采用的是国际上标准的 SEG 起伏地表模型(Amoco 和 BP 公司设计的加拿大起伏地表逆掩断层模型)数据,该数据共 277 炮,每炮 480 道,道距 15 m,中间激发,记录长度 8 s,采样率 4 ms,偏移距 3600-15-3600,地形最大高差 1 237 m,速度 3 600~6 000 m/s。图 1 为速度模型剖面,长度 24.93 km,深度 10 km。从该图上可看到模型横向速度变化大,逆掩断层发育,且设计了几个负向构造,如 CDP600—CDP800,CDP1100—CDP1300 等区域。该模型的一些主要特征(如起伏地表形态、速度横向变化、逆掩断层和负向构造等)与我国南方山区复杂构造很类似(图 2)。图 3 是 3 个共炮记录,可以看出,该模型的波型复杂且受地形影响明显。

收稿日期:2006-06-08;改回日期:2007-06-15。

第一作者简介:方伍宝(1964—),男,教授级高级工程师,现主要从事地震偏移成像方法技术研究工作。

基金项目:复杂地表与复杂地下地震勘探关键技术研究(P05059)。

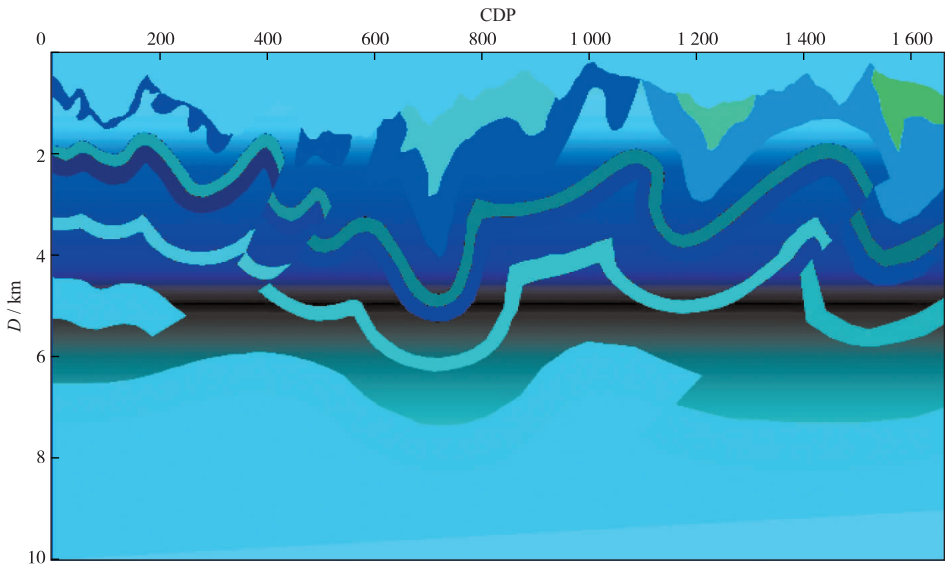


图 1 SEG 起伏地表逆掩断层模型

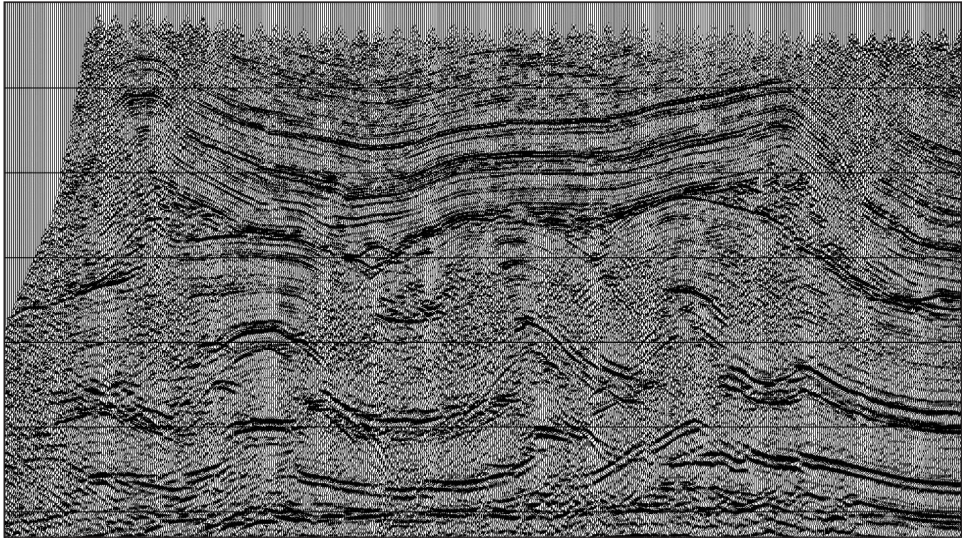


图 2 中国南方某地区地震偏移剖面

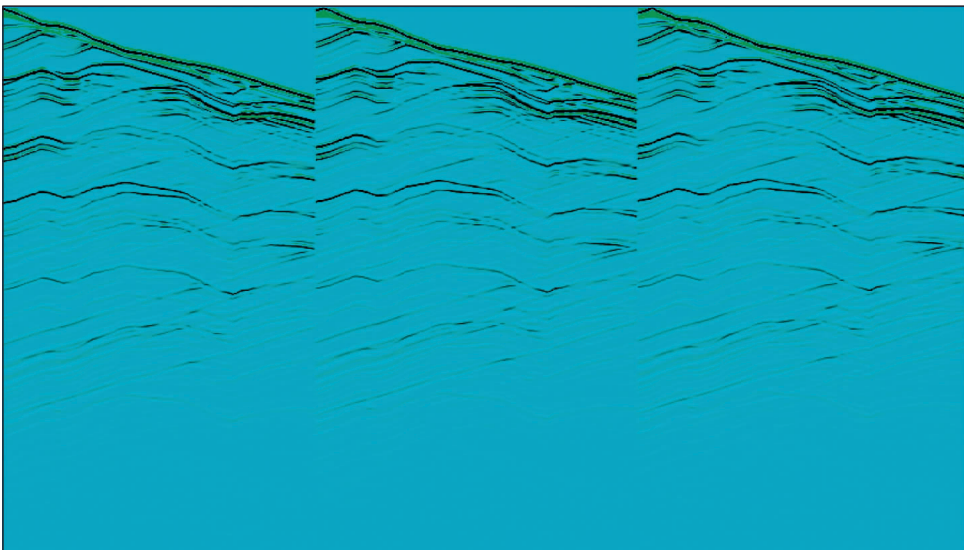


图 3 炮集

2 多种方法偏移结果对比分析

为了了解当前主要偏移方法对复杂地质情况的适应性,分别利用理论速度和道集分析得到的速度,对该模型数据做了叠后时间偏移、平地表叠前时间偏移、起伏地表叠前时间偏移和起伏地表叠前深度偏移处理。图 4 为 CMP 道集。图 5 为叠加剖面。从这些图上可以看到绕射波非常发育,其特征也与我国南方山区叠加剖面类似(图 6)。图 7 是基于理论速度的叠后时间偏移剖面。图 8 是基于道集分析速度的叠后时间偏移剖面。总的来说,图 7 和图 8 显示的成像效果均较差,图 7 的浅部略好一些,但中部偏左的区域成像效果较差,绕射波没有得到很好的收敛。所以说,在复杂构造情况

下,常规的叠后时间偏移即使采用精确的速度也得不到高精度的成像结果。图 9 是基于理论速度的平地表叠前时间偏移剖面。图 10 是基于道集分析速度的平地表叠前时间偏移剖面。从这 2 张剖面看到,理论模型的主要构造特征得到了反映,它们的成像质量较接近,但是断点成像不清晰,负向构造成像也不太清楚,反射波组的形态与标准反射层差异较大。相对图 7 和图 8 而言,其成像精度有较大的提高。图 11 是基于理论速度的起伏地表叠前时间偏移剖面。图 12 是基于道集分析速度的起伏地表叠前时间偏移剖面,该结果与平地表叠前时间偏移剖面类似,但信噪比高一些,断点成像精度也有所提高。图 13 是起伏地表直接叠前深度偏移剖面,该剖面信噪比高,各反射层的成像深度和形态及断层的成像位置与理论模型完全一致。

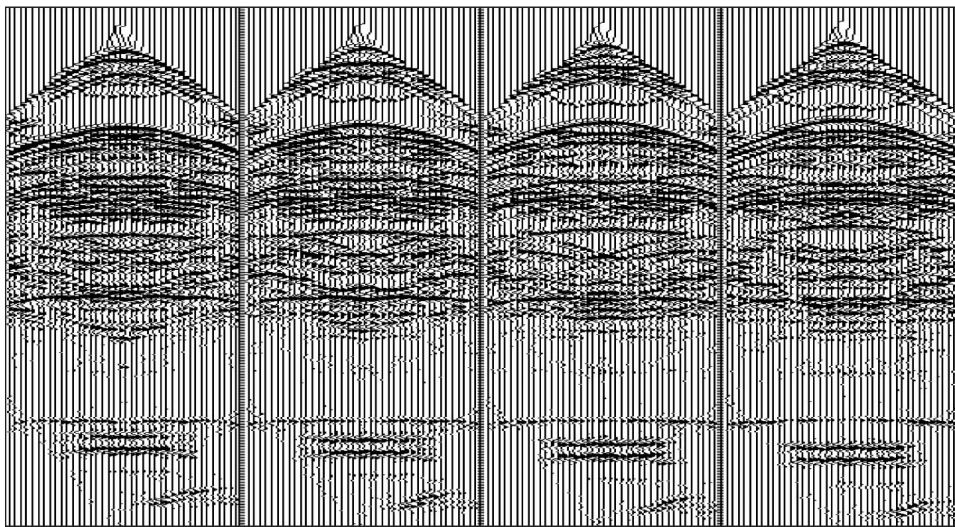


图 4 CMP 道集

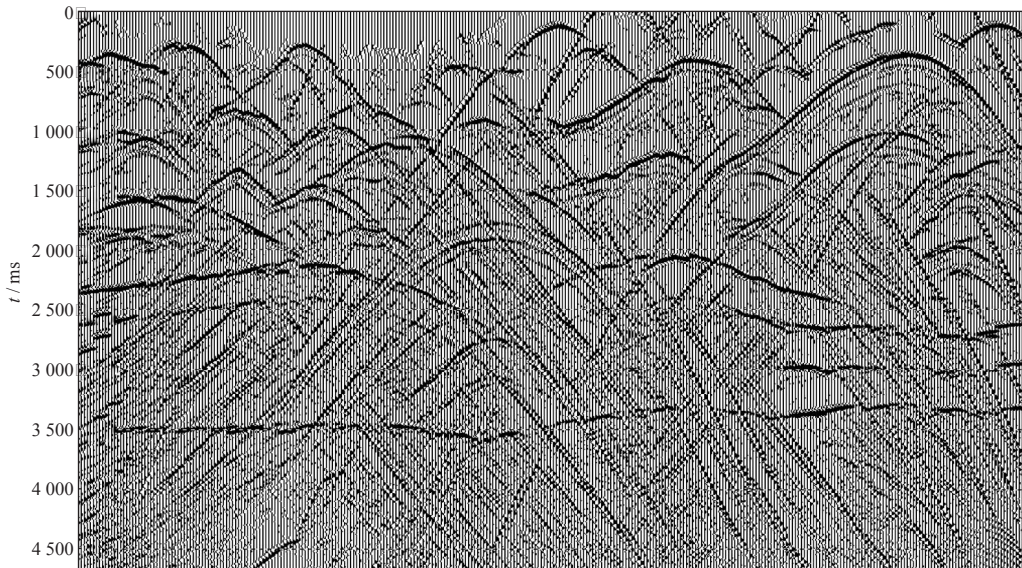


图 5 叠加剖面(CMP 道集分析速度)

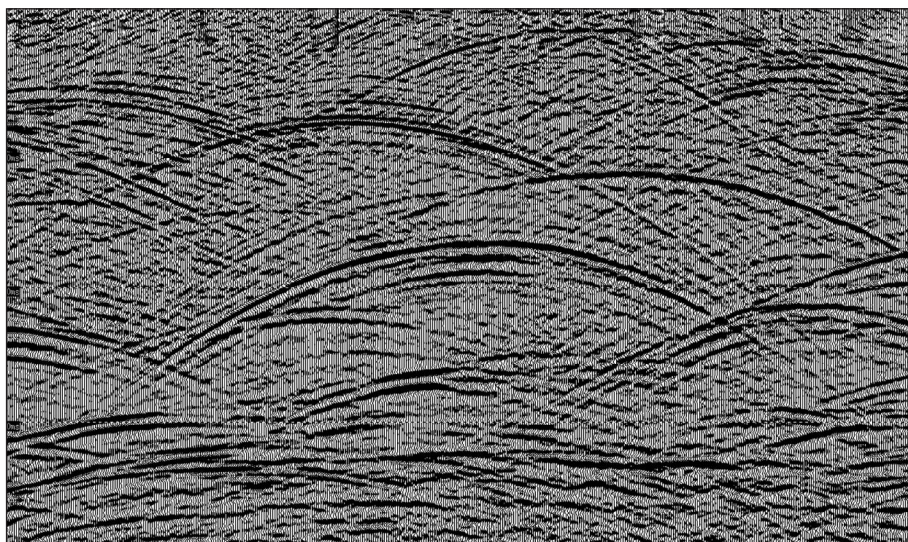


图 6 中国南方某地区地震叠加剖面

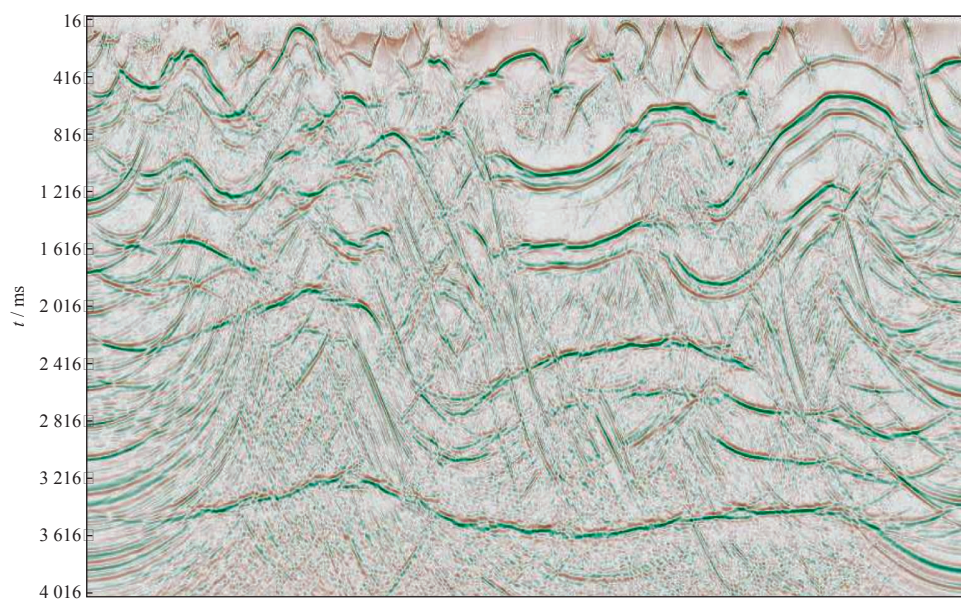


图 7 叠后时间偏移剖面(理论速度)

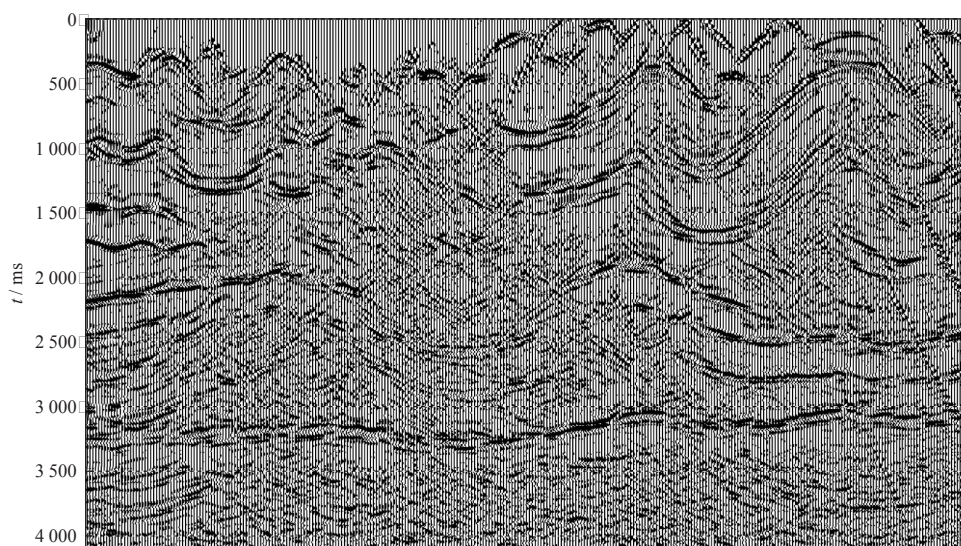


图 8 叠后时间偏移剖面(CMP 道集分析速度)

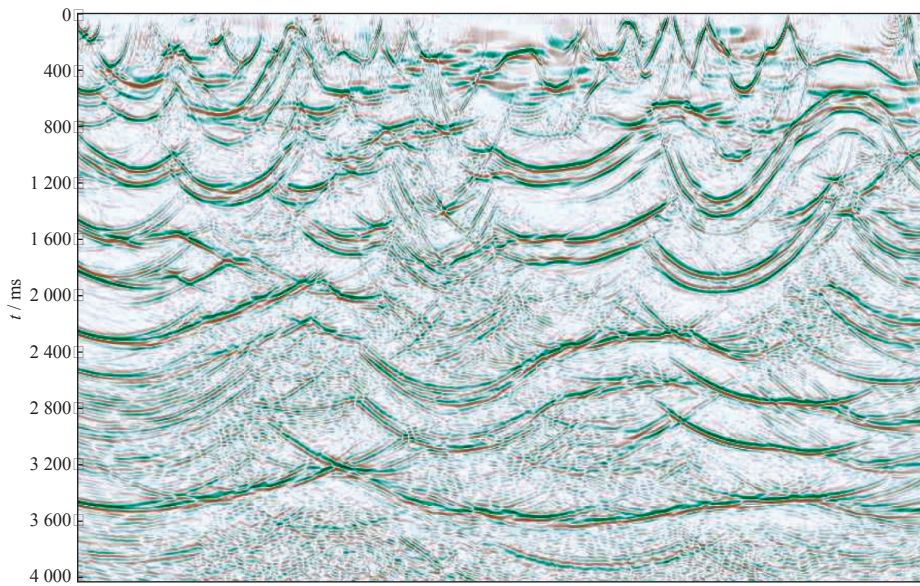


图 9 叠前时间偏移剖面(理论速度)

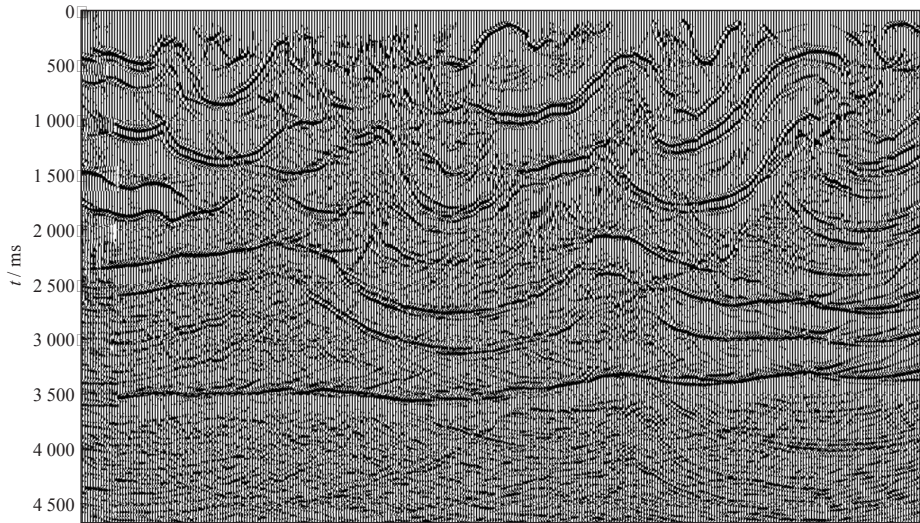


图 10 叠前时间偏移剖面(CMP 道集分析速度)

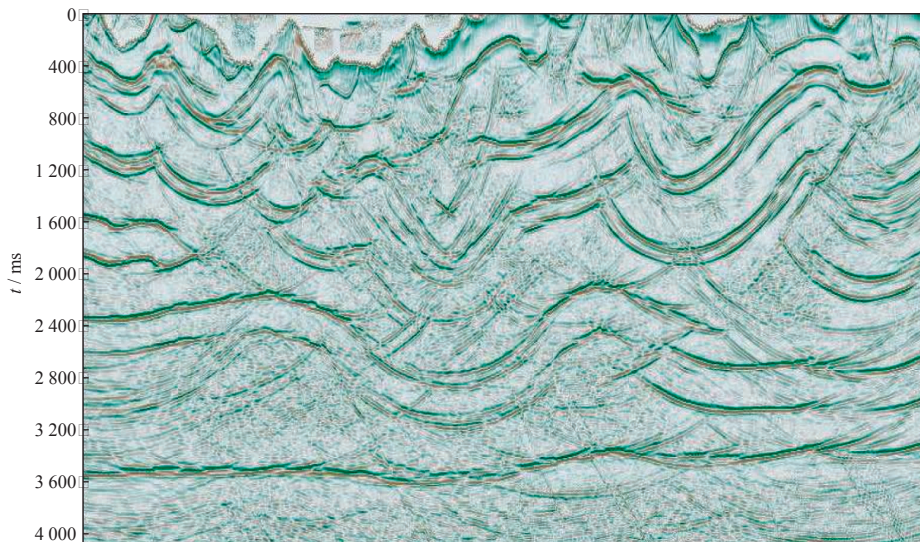


图 11 起伏地表叠前时间偏移剖面(理论速度)

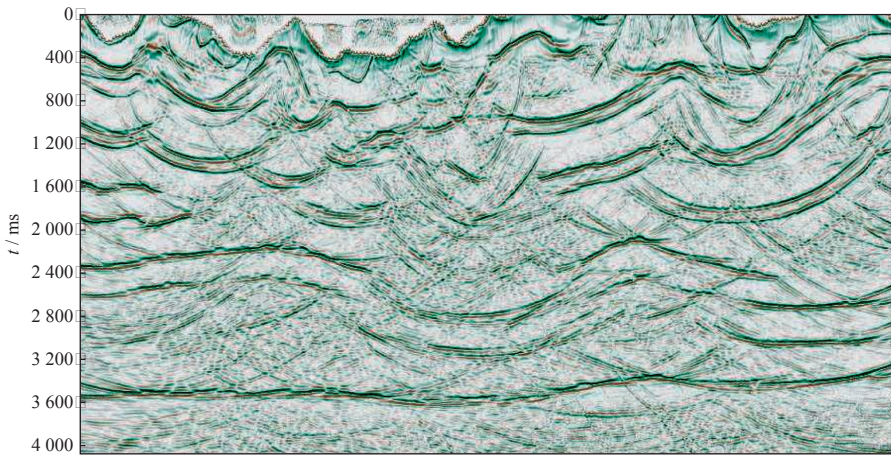


图12 起伏地表叠前时间偏移剖面(起伏地表CMP道集分析速度)

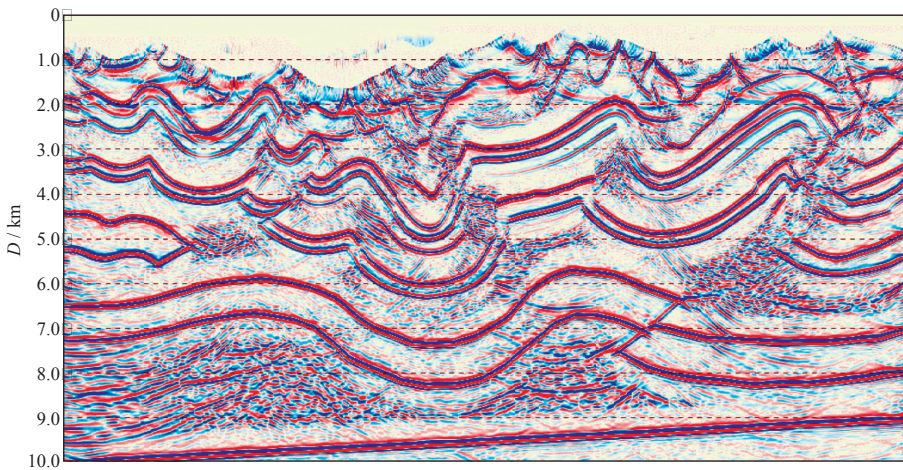


图13 起伏地表叠前深度偏移剖面

3 结束语

采用国际上标准的SEG起伏地表模型数据对几种偏移方法进行成像试验。初步结果表明,叠后时间偏移、平地叠前时间偏移和起伏地表叠前时间偏移基于理论速度和基于道集分析速度的偏移结果较接近,其成像的反射波组形态与标准反射层差异较大,断层断点的成像精度均不高,它们的成像质量有差异。起伏地表叠前时间偏移剖面与平地叠前时间偏移剖面类似,前者的信噪比高,断点成像的清晰度也略高。叠后时间偏移剖面成像质量最差。起伏地表直接叠前深度偏移剖面的成像质量最高,各反射层的成像深度和形态及断层的成像位置与理论模型完全一致。

参 考 文 献

- 1 马在田. 论反射地震勘探成像[J]. 勘探地球物理进展, 2002, 25(3): 1~5
- 2 Rajasekaran S, McMechan G A. Prestack processing

of land data with complex topography[J]. Geophysics, 1995, 60(6): 1875~1886

- 3 Geiger H D, Bancroft J C. Equivalent offset prestack migration for rugged topography[J]. Expanded Abstracts of 66th Annual International SEG Meeting, 1996, 447~450
- 4 Margrave G, Yao Z. Downward extrapolation from topography with a laterally variable depth step[J]. Expanded Abstracts of 70th Annual International SEG Meeting, 2000, 481~484
- 5 Mi Y, Margrave G. Prestack depth imaging from topography with a Fourier method[J]. Expanded Abstracts of 71st Annual International SEG Meeting, 2001, 1045~1048
- 6 Gurevich B, Keydar S, Landa E. Multifocusing imaging over an irregular topography[J]. Geophysics, 2002, 67(2): 639~643
- 7 Jaeger C, Hertweck T, Spinner M. True-amplitude Kirchhoff migration from topography[J]. Expanded Abstracts of 73rd Annual International SEG Meeting, 2003, 909~912