

利用特色叠前深度偏移技术消除崎岖海底影响

——以珠江口盆地番禺—流花地区应用为例

刘道理,汪瑞良,秦成岗,全志臻,刘杰,徐乐意
张忠涛,屈亮,高鹏,徐徽,邢贞贞

(中海石油(中国)有限公司深圳分公司研究院)

摘要 叠前深度偏移技术可有效地进行复杂构造成像,针对不同的地质条件,需要应用不同的处理技术。针对陆架坡折带崎岖海底造成的地震成像差、构造畸变等问题,选择使用了如下叠前深度偏移技术:通过海平面叠前深度偏移技术得到精确的海底成像;通过约束速度反演、加入断层控制建立初始速度模型;采用百分比扫描速度分析对速度模型进行迭代修改,进而快速得到较为收敛的速度体;在此基础上再采用 Kirchhoff 积分法进行偏移。在珠江口盆地番禺—流花地区应用上述技术,基本消除了崎岖海底对下伏地层的影响,改善了断层和地层成像,并落实了该地区的构造圈闭。

关键词 海洋油气勘探;海底地震成像;叠前深度偏移;番禺—流花地区;珠江口盆地

中图分类号: P631.46 **文献标识码:** A

近十多年来,叠前深度偏移技术的研究一直是全球油气地球物理勘探领域的热点,这一技术是目前国际上公认的解决复杂构造成像的一条有效途径^[1]。但是各地的地质条件不同,叠前深度偏移也需要应用不同特点的处理技术。本文针对陆架坡折带的崎岖海底造成地震成像差、构造畸变等问题,选择使用了一系列富于特点的叠前深度偏移处理技术,并在珠江口盆地番禺—流花地区进行了应用尝试,取得了较为理想的效果。

1 番禺—流花地区地震地质概况

珠江口盆地番禺—流花地区位于新近纪陆架坡折带上,这里海水深度变化大,海底崎岖不平(图1),浅层沉积复杂,目的层及之下地层成像较差,构造形态畸变。等 t_0 图和时深转换得到的深度构造图^[2-3](图2)都显示出明显的构造畸变,如在等 t_0 图上,方框1位置是个凹槽,而在深度图上却显示出断背斜隆起构造(图2);在等 t_0 图上,方框2位置是深沟,

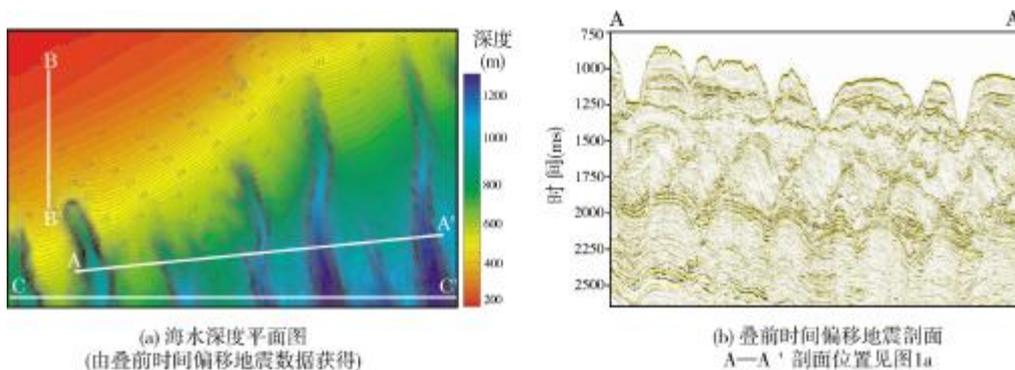


图1 珠江口盆地番禺—流花地区海底地貌特征

收稿日期: 2012-07-23; 改回日期: 2012-12-13

刘道理: 1981年生,工程师,硕士。2003年本科毕业于北京大学地球与空间科学学院,2006年北京地球与空间科学学院硕士研究生毕业,应用地球物理专业。主要从事油气勘探地球物理方法和综合解释研究工作。通讯地址: 510240 广州市海珠区江南大道中168号; 电话: (020)84262170

而在深度图上则是明显的隆起(图2)。这种畸变都是由于海水速度相对地层速度较低所造成的假象。

为了准确落实构造,针对该区复杂的地质情况,笔者采取了一系列叠前深度偏移精细处理技术。

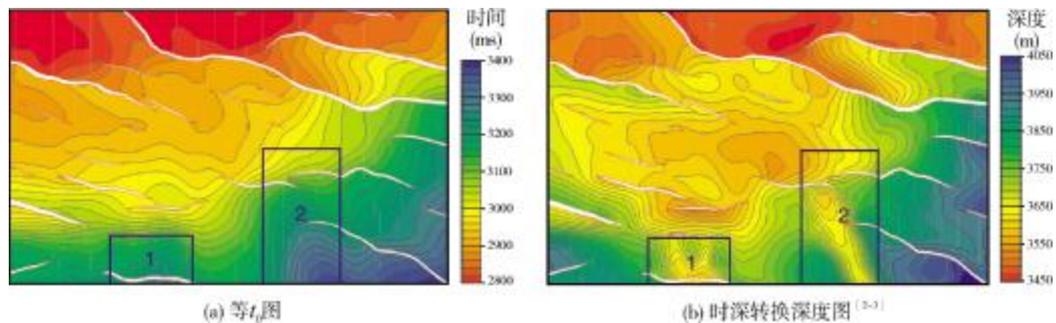


图2 珠江口盆地番禺—流花地区目的层深度资料对比

2 特色叠前深度偏移技术

常规的叠前深度偏移一般用海底反射时间直接乘以海水速度(1 500 m/s)来求取海底深度,但实际上海水速度是随深度变化的,故由此难以得到崎岖海底的准确深度。当使用时间偏移的速度场直接去建立速度模型,之后再手动或者程序控制进行速度模型迭代修改,也难以控制精度和收敛速度。另外,常规叠前深度偏移技术对较大断层两侧的速度差异难以控制,故而也会影响最终的成像效果。

针对上述问题,本研究采用了四项特色技术,包括海平面叠前深度偏移、约束速度反演(CVI)、加入断层控制的速度模型、百分比扫描速度分析。

2.1 海平面叠前深度偏移技术

由于目标区海水深度变化大且海底崎岖不平,从而造成海底之下地层反射形态畸变。针对这些问题,我们采用了以叠前深度偏移为基础的海底建模技术:(1)由于地震波在水中也是以波动的方式传播,故可以直接应用叠前深度偏移技术来代替传统的海底校正技术,从而大幅度减小误差;(2)设计了水速叠前深度偏移建立海底的方法,处理过程中完成了对海底的精细刻画。

2.2 约束速度反演技术

从速度谱中提取叠加速度,并将叠加速度转换为均方根速度,进行目标线叠前时间偏移,再进行速度分析并建立较为准确的均方根速度体,通过约束速度反演的方法,用给定的速度趋势函数来约束速度模型

的横向变化,建立速度模型,这样就减少了建模的迭代次数,并可获得横向变化相对准确的速度场^[4]。

2.3 加入断层控制的速度模型

在较大断层的两盘,速度变化较大,如果没有在速度模型中加入断层控制,会造成断层附近成像不准确,从而影响断层圈闭的评价和落实。通过在速度模型中加入断层控制,可以充分反映速度在断层附近的变化细节,使其成像更加精确。

2.4 百分比扫描速度分析技术

百分比扫描叠前深度偏移速度分析可以在共中心点道集相干函数反演和层析成像之后,进一步改进速度模型的精度,特别是改善标准同相轴之间弱反射成像效果。做法是首先定义一系列百分比值(如-10%~10%,间隔1%),用来调整并得到一系列速度模型;对每个速度模型进行叠前深度偏移,又得到一系列叠前深度偏移剖面;对其从整体上地进行地质解释和分析,选择成像结果最佳所对应的百分比作为修正值,对速度模型进行修正。

3 特色叠前深度偏移技术应用流程

2002年番禺—流花地区采集的深水三维地震资料,采用常规时间偏移处理,一直受崎岖海底(图1)的较大影响,构造难以落实(图2)。2008年,我们进行了针对崎岖海底的特色叠前深度偏移处理。首先进行海平面叠前深度偏移:即把海底作为目的层建立速度模型,进行迭代,调整海水的速度,从而得到精确的海水速度体,进而精细刻画海底成像;再通过约

束速度反演技术建立初始速度模型;对速度差异较大的断层上、下盘,加入断层控制;之后进行百分比扫描速度分析,调整速度模型。通过这些技术,仅迭代4次就得到了足够收敛的速度模型(图3),在此基础上再使用Kirchhoff积分法进行叠前深度偏移^[5-7]。本研究的叠前深度偏移处理流程如图4所示。

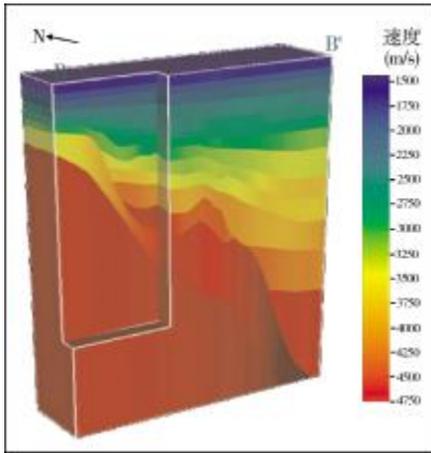


图3 珠江口盆地番禺—流花地区偏移速度模型
该速度模型剖面的大致位置见图1a中的B—B'

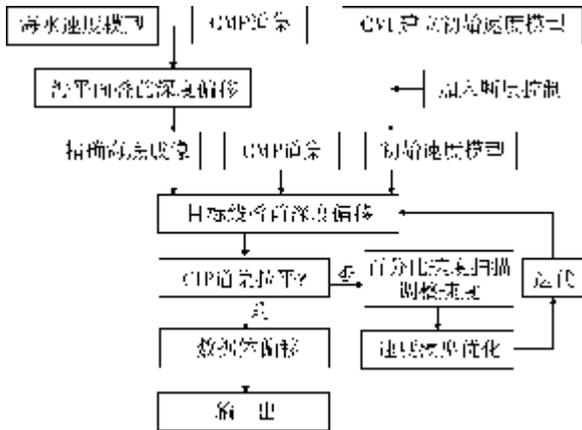


图4 本文所用特色叠前深度偏移处理流程
CMP 共中心点; CVI 约束速度反演; CIP 共成像点

4 应用效果分析

利用上述特色叠前深度偏移技术对研究区的一些常规处理剖面重新作了处理,效果得到了显著提高。由于受崎岖海底的影响,常规处理剖面(图5a)下伏地层成像扭曲,同相轴呈现出上下剧烈跳动的畸变形态^[8];而叠前深度偏移剖面(图5b)基本消除了上述现象,地震同相轴起伏平缓,形态自然。对比图5a

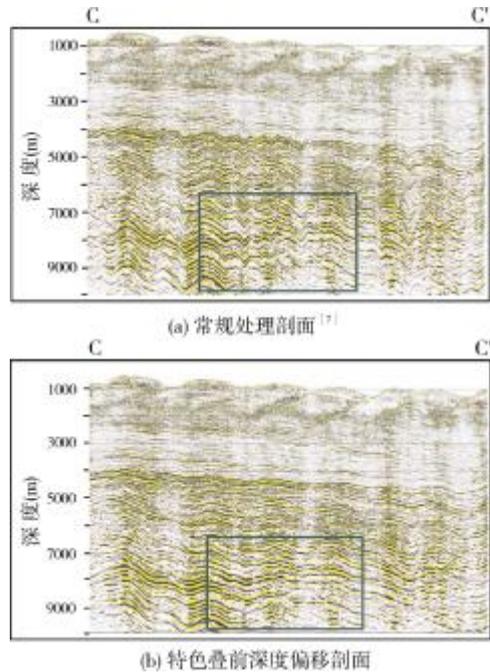


图5 番禺—流花地区地震处理剖面同相轴形态对比
C—C'剖面位置见图1a

与图5b中两个方框所圈位置,可以看出采用本文叠前深度偏移流程的处理效果有明显改善。

用特色叠前深度偏移技术得到的目的层深度图(图6),与前述通过时深转换获得的目的层深度资料(图2b)对比,其效果有了显著提高,构造圈闭得到了落实,消除了崎岖海底造成的隆起假象。

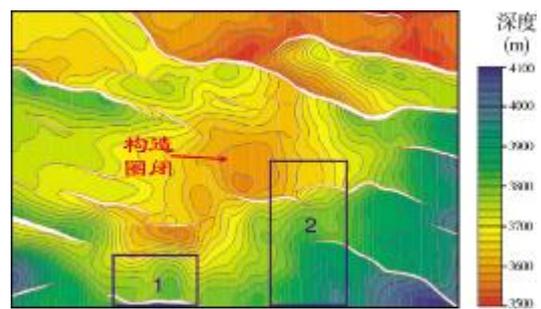


图6 番禺—流花地区目的层深度图
(采用本文叠前深度偏移流程作图)

图7是用常规流程和本文流程所作技术处理的研究区断层成像和同相轴连续性对比图。在特色叠前深度偏移剖面上(图7b),两个黑色箭头指示的断层比起常规处理剖面(图7a)更加清晰,断面干脆,容易解释;红色椭圆所圈和红色箭头所指的同相轴,成

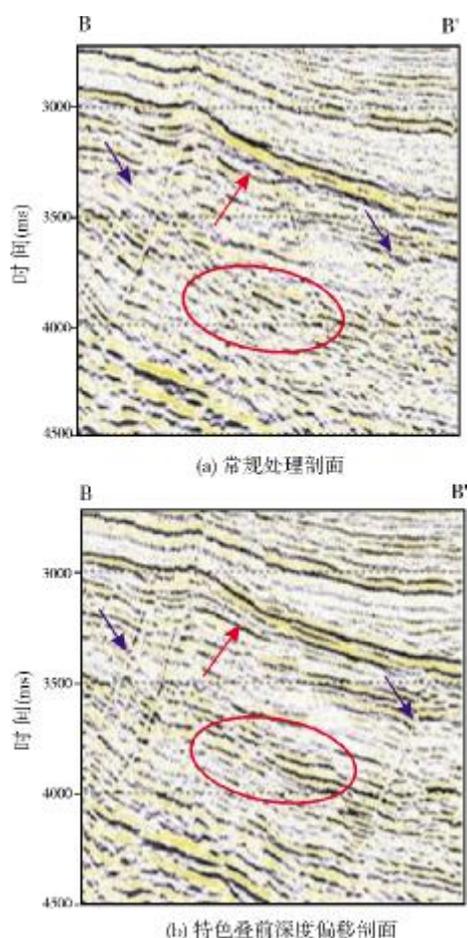


图7 番禺—流花地区新地震处理剖面断层成像和同相轴连续性对比图
B—B'剖面位置见图1a

像也更加清晰连续,易追踪。

5 结束语

特色叠前深度偏移技术在珠江口盆地番禺—流花地区取得了较好的效果:基本消除了崎岖海底引起的成像扭曲和构造形态畸变,消除了常规时深转换时遇到的深度构造中的隆起假象,并改善了断层成像,使得剖面同相轴更加连续,利于后期的地质解释。

深水勘探是未来油气勘探的主战场^[9],叠前深度偏移以及有针对性的处理技术将成为用以改善崎岖海底及复杂沉积地区地震成像的首选技术。

参考文献

- [1] 王喜双,梁奇,曹孟起,等. 叠前深度偏移技术应用与进展[J]. 石油地球物理勘探, 2007, 42(6): 727-732.
- [2] 何敏,朱明,汪瑞良,等. 白云深水崎岖海底区时深转换方法探讨[J]. 地球物理学进展, 2007, 22(3): 966-971.
- [3] 喻英梅,张英德,彭佳勇. 海底峡谷对深部地层时深转换的影响及其消除方法[J]. 中国海上油气, 2008, 20(4): 236-238.
- [4] 吴清岭,李来林,李慧. 约束速度反演在大庆油田复杂构造成像中的应用[J]. 大庆石油地质与开发, 2009, 28(5): 295-298.
- [5] 张钊,李幼铭,刘洪. 几类叠前深度偏移方法的研究现状[J]. 地球物理学进展, 2006, 15(2): 30-39.
- [6] Kehe T H, Beydoun W B. Paraxial ray Kirchhoff migration [J]. Geophysics, 1988, 53(12):1540-1546.
- [7] 杨长春,刘兴材,李幼铭,等. 地震叠前深度偏移方法流程及应用[J]. 地球物理学报, 1996, 39(3): 409-415.
- [8] 陈礼,葛勇. 深水崎岖海底地震资料叠前深度偏移的必要性[J]. 中国海上油气, 2005, 17(1):12-15.
- [9] Pang X, Yang S K, Zhu M, et al. Deep-water fan systems and petroleum resources on the northern slope of the South China Sea[J]. ACTA Geologica Sinica, 2004, 78(3):626-631.

编辑:吴厚松

Special Pre-stack Depth Migration Technology Removing Influences of Rough Seafloor: An Example of Application in Panyu-Liuhua Sea Area, Pearl River Mouth Basin

Liu Daoli, Wang Ruiliang, Qin Chenggang, Quan Zhizhen, Liu Jie, Xu Leyi, Zhang Zhongtao, Qu Liang, Gao Peng, Xu Hui, Xing Zhenzhen

Abstract: The Pre-stack depth migration (PSDM) technology is recognized as the effective way to resolve the seismic imaging of complex geological structures. Different special PSDM technology is needed according to different geological settings. The seafloor is rough with a series of deep canyons and the seismic imaging underlying is distorted. To solve these problems, the special PSDM technologies are used. The pre-stack depth migration from the sea surface is used to get the accurate seafloor images. The initial velocity model is made with the controlled velocity inversion (CVI) technology and the main faults are added to the model. Then a velocity scanning analysis is introduced and the velocity model converges quickly. The Kirchhoff integral migration method is used to perform the PSDM. These researches were applied in Panyu-Liuhua region in Pearl River Mouth Basin and got achievement, which reveals that the influences of rough seafloor are essentially removed and the imaging of faults and seismic layers is improved as a consequence of some structural traps validated.

Key words: Seafloor seismic imaging; Pre-stack depth migration; Panyu-Liuhua sea area; Pearl River Mouth Basin
Liu Daoli; male, Master, Geophysics Engineer. Add: CNOOC Shenzhen Company, 168 Jiangnan Dadao Zhong, Guangzhou, Guangdong, 510240, China