

· 处理技术 ·

三维 SRME 技术及其在深海资料处理中的应用

李宏图* 黄志 李振勇 王永明 于璐

(东方地球物理公司研究院,河北涿州 072751)

李宏图,黄志,李振勇,王永明,于璐. 三维 SRME 技术及其在深海资料处理中的应用. 石油地球物理勘探, 2009,44(增刊1):60~62

摘要 在深海地震数据中常常包含与海水面有关的强能量多次波,从而导致一次波的信息几乎全部被掩盖。为了使一次波的信息得到最大程度的体现,有效的多次波压制是问题的关键。近年出现了多种压制多次波的方法,其中以 SRME 方法更具优势,因为它是完全数据驱动的,不需要速度和层位等地下信息。本文在简要介绍三维 SRME 方法后,基于地震数据实例对二维 SRME 和三维 SRME 技术压制多次波的应用效果进行了展示和对比。

关键词 三维SRME 二维SRME 深海地震勘探 地震数据处理 多次波

1 引言

压制多次波是海上地震数据处理的关键步骤之一。多年来,在地震数据处理实践过程中,人们提出了许多压制多次波的方法,这些方法可被分为两大类^[1]:①利用多次波和一次波在空间上的差异性,如时间差、速度差,这类方法包括 Radon 变换、 $F-K$ 滤波等;②利用多次波的周期性和可预测性,主要以预测反褶积为代表。虽然这些方法已经得到广泛应用,并且发挥了重要作用,但由于受条件限制,这些方法并不能彻底压制多次波,尤其是对近炮检距道的多次波。近年来出现的去除表面多次波(SRME, Surface-Related Multiple Elimination)方法受到业界广泛关注,并被广泛应用,因为这种方法存在以下优点:

(1)不需要速度、构造和层位等地下信息,是完全数据驱动的;

(2)不受人为因素影响;

(3)压制近炮检距道的多次波更具优势。

在实际地震数据处理中,通常采用的方式仍然是二维 SRME 技术,主要原因是三维 SRME 数据量大,耗时长,费用高。然而,随着计算机及相关技术的发展和进步,三维 SRME 技术也逐渐被推广应用。

下文首先简要介绍三维 SRME 技术,然后针对实际地震数据应用三维 SRME 技术进行压制多次波处理。通过与二维 SRME 技术压噪处理结果的对比,证明三维 SRME 技术具有明显优势。

2 三维SRME 技术

SRME 技术是近年来逐渐兴起并在实际地震数据处理中得到广泛应用的一项新技术。理论上,该方法可以预测和衰减所有与表面有关的多次波,同时无需任何地下先验信息,是完全数据驱动的。SRME 技术通常通过模型建模和自适应减去法两步实现。三维 SRME 技术有两条实现途径。

(1)地表一致性褶积法 若地震数据 D 、一次波 P 、震源子波 s 和多次波 M 之间满足关系式

$$M = s^{-1} * D * P \quad (1)$$

即多次波是一次波的褶积^[2](图1)。然而,这种方

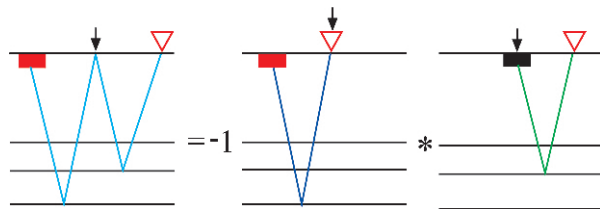


图1 多次波和一次波的关系示意图

* 河北省涿州市东方地球物理公司研究院,072751

本文于2009年6月8日收到。

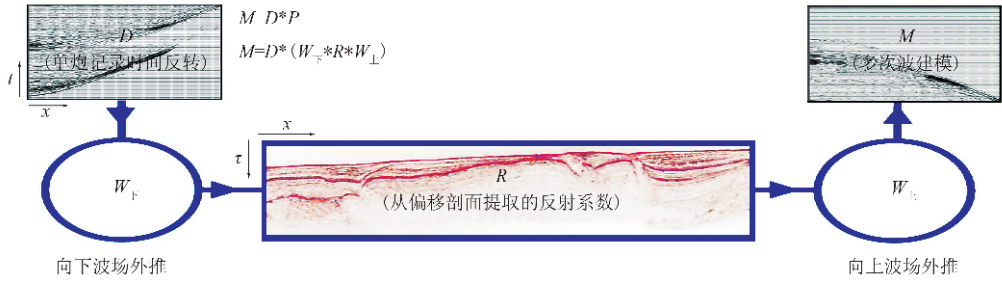


图 2 三维 SRME 波动方程建模原理

法要求在每个检波点位置同时具有炮点位置信息，如此高密度的空间采样，对于三维海洋采集观测系统而言是不切实际的。解决这类问题的有效方法是通过室内插值创建出叠前褶积法需要的缺失炮点和检波点信息。可想而知，其工作量是非常惊人的。

(2)波动方程建模法 这种方法由 Pica 等人 2005 年提出^[3]，它是在地表一致性褶积法基础上改进的，主要是通过波动方程外推实现对多次波的模拟，其最大优势是能够适应任意观测系统，不受炮检点位置的约束。其建模过程如图 2 所示：首先对单炮记录进行时间反转，然后向下外推，与海底反射系数进行褶积，再做向上外推处理，最后完成整个多次波建模。

3 地震数据实例

本文以 A 区深水数据为例，对二维 SRME 和三维 SRME 技术的应用效果进行对比分析。该数据为双源八缆采集，炮间距为 50m，缆间距为 100m，道间距为 12.5m，属稀疏三维采集。图 3 为三维 SRME 处理前、后道集，从中可看出近炮检距道范围内的多次波得到了较好压制，同时远炮检距道范围的多次波也得到了明显衰减，而一次波信息未受损失。图 4 是三维 SRME 处理前、后叠加剖面，从中可看出多次波受到明显压制，而一次波信息得到了很好恢复。图 5 和图 6 分别是二维 SRME 和三维

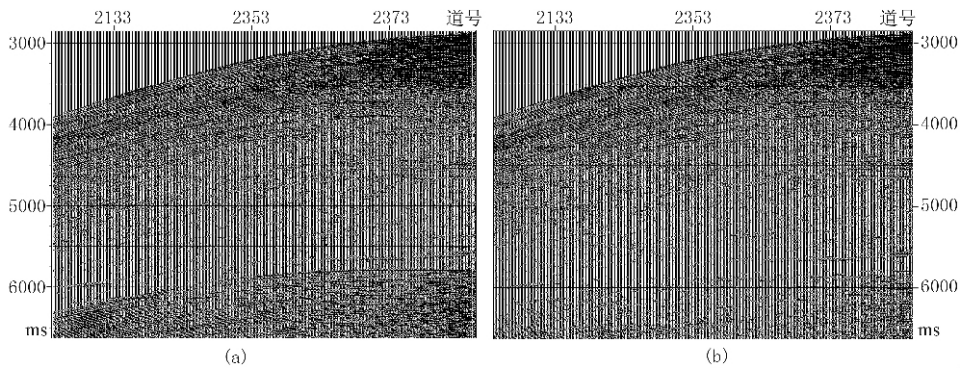


图 3 三维 SRME 处理前(a)、后(b)的道集

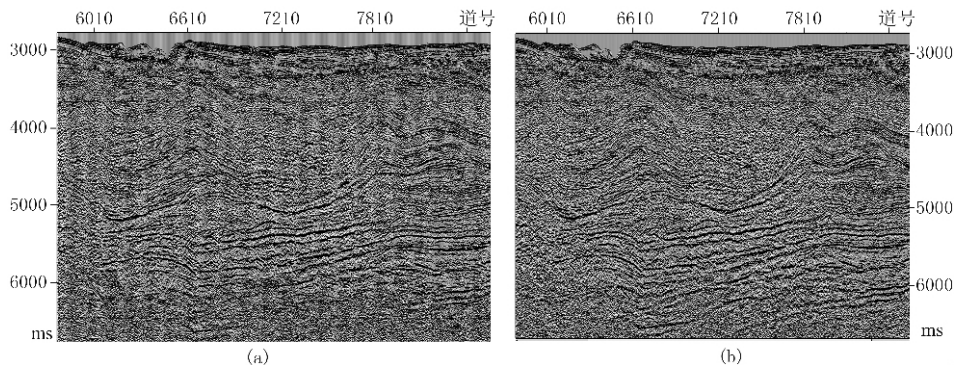


图 4 三维 SRME 处理前(a)、后(b)的叠加剖面

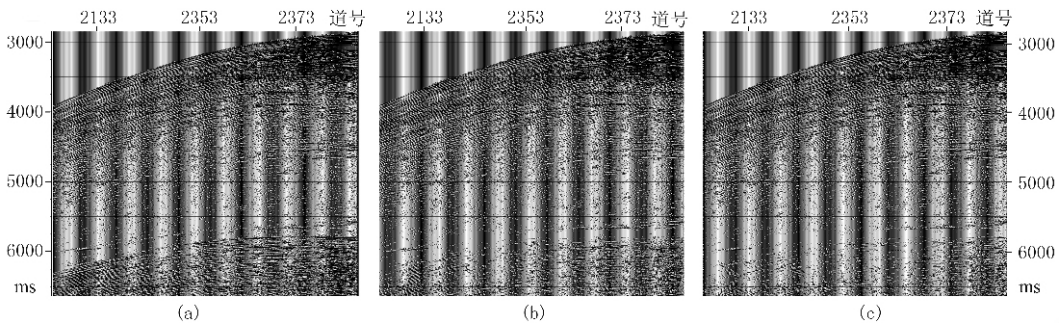


图5 SRME处理前(a)、二维SRME处理后(b)和三维SRME处理后(c)道集

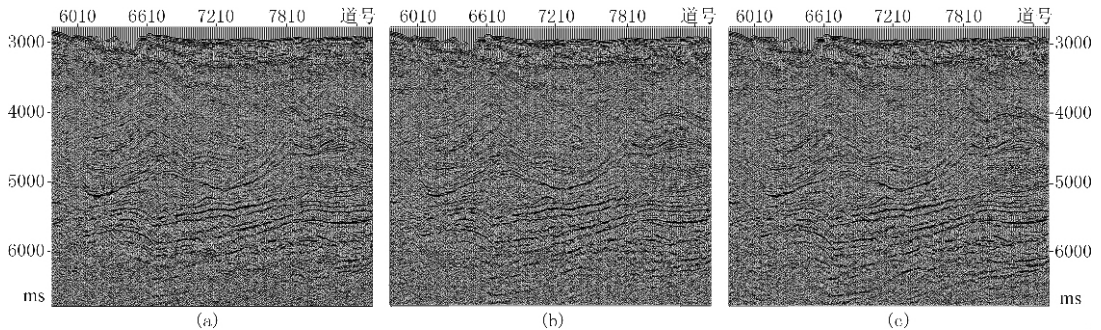


图6 未做SRME处理(a)、二维SRME处理后(b)及三维SRME处理后(c)的叠加剖面

SRME处理前、后的道集和叠加剖面对比,从中可见,相对于二维SRME而言,三维SRME处理压制多次波更彻底,且一次波信息得到了更为明显的恢复。由此可见,对于三维地震数据体,三维SRME是一种更为理想的处理方法。

4 结束语

针对实际深水数据的多次波,尤其是近炮检距范围内的多次波,本文应用了当前最为流行的三维SRME压噪技术。该方法可细分为地表一致性褶积法和波动方程建模法两种,其中褶积法相对较简单,但要求高密度的炮、检点位置信息和统一的空间采样,不适用于当今海洋拖缆采集的情况,即使通过室内处理,其工作量也异常巨大;波动方程建模法规避了褶积法存在的弊端,适用于任意观测系统变化,是实际地震数据处理中一种理想的选择。另外,应用三维SRME技术,基本上可取代以往处理过程中对近炮检距多次波进行的内切除,这样将更好地保留地震数据中的有用信息。对于远炮检距范围的多次波,可在SRME处理后,通过高分辨率拉东变换方法加以衰减。

苏世龙、宁斌和张丽娜等完成了重要工作,在此一并致谢。

参考文献

- [1] Verschuur D J, Berkhout A J and Wapenaar C P A. Adaptive surface-related multiple elimination. *Geophysics*, 57(9): 1166~1177
- [2] Roald van Borselen, Hegge R and Schonewille M. True 3D data-driven multiple removal; acquisition & processing solutions. Offshore Technology Conference, Houston, Texas, USA, 2004
- [3] Meur D L, Pica A. CGG 3D surface-related multiple modelling: a unique approach. CSPG-CSEG-CWLS convention, 2006, 500~504
- [4] Berkhout A J and Verschuur D J. Estimation of multiple scattering by iterative inversion, I: Theoretical considerations. *Geophysics*, 1997, 62(5): 1586~1595
- [5] Berkhout A J and Verschuur D J. Estimation of multiple scattering by iterative inversion, II: Practical aspects and examples. *Geophysics*, 1997, 62(5): 1596~1611
- [6] Hugonnet P, Hardouin D and Lecocq P. Deep water case histories-SRME/HR Radon/diffracted multiple attenuation. Offshore Technology Conference, Houston, Texas, USA, 2004
- [7] Brooymans R et al. A review of current marine de-multiple techniques with examples from the East Coast of Canada. Conference Abstracts, Exploration in Canadian Frontier Basins, Calgary, 2003
- [8] Hugonnet P, Herrmann P and Ribeiro C. High resolution Radon; a review. 63rd EAGE Ann Int Mtg, 2001
- [9] Herrmann P, Mojesky T et al. De-aliased, high-resolution Radon transforms. 2000, 1366~1369
- [10] Yilmaz Ö. *Seismic Data Processing*. SEG, 1987

(本文编辑:朱汉东)