

二维及三维地表一致性相位校正

国九英* 周兴元

(石油地球物理勘探局研究院)

摘 要

国九英,周兴元. 二维及三维地表一致性相位校正. 石油地球物理勘探, 1995, 30(3): 345~350

本文提出了一种地表一致性相位校正的方法,它是基于最大叠加能量法准则,采取迭代法求取炮点、检波点的相位校正算子,对地震记录进行校正。由于该方法同时考虑静校正量及近地表和炮点、检波点耦合的变化对子波相位的影响。所以,此法具有更广泛的适用性。

主题词 地震数据处理 相位校正 地表一致性 迭代法

ABSTRACT

Guo Jiuying and Zhou Xingyuan. Surface-consistent phase correction in 2-D and 3-D domains. *OGP*, 1995, 30(3): 345~350

We advance a new surface-consistent phase correction method, which is used to correct surface seismic data by introducing the shot and receiving-point phase-correction operators which are iteratively calculated on the criterion of maximum stack energy. This method is widely applicable because it considers how both static correction values and varied coupling of surface layer to shot point (or receiving points) influence wavelet phases.

Subject heading: seismic data processing, phase correction, surface consistence, iteration method

引 言

在地震资料数字处理中,近地表的影响是一个不可忽视的问题,尤其对我国西部地区更是如此。这些近地表因素包括近地表低、降速带风化层的横向厚度和速度的变化,以及地震排列上炮点耦合、检波点耦合条件的差异。由于这些因素的影响使得动校正叠加剖面的质量受到严重的影响,直接影响到构造解释的精度及 AVO 分析、储层参数分析等。已有许多人就此问题进行了研究,如 Hileman 等(1968)、Taner 等(1974)、Wiggins 等(1976)、Ronen 和 Claerbout (1985)、Musser 等(1986)都提出了用不同的方法,对近地表等因素造成的反射波传播时间的影响进行校正的方法——静校正。其目的都是对上述各种近地表因素的差异进行地表一致性

* Guo Jiuying, Geophysical Research Institute, Bureau of Oil Geophysical Prospecting, Zhuozhou City, Hebei Province, Postcode: 072750

本文于 1994 年 7 月 26 日收到。

本项目由国家自然科学基金会、中国科学院、中国石油天然气总公司、大庆石油管理局联合资助。

时差校正,力求在 CMP 叠加过程中使得反射波尽可能同相叠加。我们认为,把上述各种影响仅仅归纳为时差,显然是不够的。例如表层变化引起的吸收衰减的差异,就不是单用时差所能描述的,因此,Taner(1981)提出谱分解地表一致性校正方法,对近地表等因素造成的地震记录的振幅影响进行校正。但是到目前为止,还没有见到近地表等因素对子波的相位影响进行校正的方法。

相位问题也是影响叠加剖面质量的重要因素之一,但是,相位问题是比较复杂的。在 CMP 道集叠加过程中,如果各道记录的相位相同,叠加过程不损失能量(即使振幅谱不同),因此可以认为,时间域的平均振幅谱等于振幅谱的平均。从这个意义上说,叠加不损失分辨率。在多数静校正方法中,两道记录(如有模型道的方法)之间的时差拾取方法,多采用互相关的方法,这只有在两道记录的相位相同时才是对的。若记录道间相位不同,叠加时能量将有损失,则会影响叠加结果的分辨率。用互相关方法拾取的时差也仅是一种近似的时差。因此,我们提出一种地表一致性相位校正的方法。

在目前使用比较多的自动剩余静校正方法中,一种是拾取单道记录与模型道的时间差,而另一种是对炮点和检波点的静校正量先作某些统计性的假设,然后用统计迭代算法求取炮点与检波点的静校正量。这两种实现方法,实质上都应用了叠加能量最大的准则。地表一致性相位校正与静校正有一些相似的特性,例如,不改变输入记录的振幅谱。因此,叠加能量最大准则仍然适用,即在地表一致性的约束下,CMP 道集记录之间相位越接近,叠加能量越大。

在具体实现时,我们采用了统计特性假设,用统计迭代的方法计算炮点、检波点的相位校正算子对地震记录进行校正。通过理论试算及实际资料的二维及三维试验,取得了理想的处理效果。

方 法 原 理

我们把近地表变化对地震记录的影响视为纯相位的滤波作用,因此叠前二维及三维地震记录可用下式表示

$$X_{i,j}(t) = F_{i,j}(t) * S_i(t) * G_j(t) \quad (1)$$

其中: $X_{i,j}(t)$ 表示第 i 炮、第 j 个检波点上接收的地震记录; $F_{i,j}(t)$ 表示不存在近地表影响时第 i 炮、第 j 个检波点上的地震记录; $S_i(t)$ 表示第 i 个炮点的近地表相位滤波器的响应; $G_j(t)$ 表示第 j 个检波点的近地表相位滤波器的响应。

假设 $S_i(t)$ 和 $G_j(t)$ 的逆为 $\varphi_i(t)$ 和 $\theta_j(t)$,则 $\varphi_i(t)$ 与 $\theta_j(t)$ 的求解可化为如下目标函数

$$Q = \sum_k \sum_i \left[\sum_{\frac{i+j}{2}=k} X_{i,j}(t) * \varphi_i(t) * \theta_j(t) \right]^2 \quad (2)$$

的极大化问题。其中, k 是 CMP 号。这是一个非线性问题,可采用类似于某些静校正方法的迭代法求解。

因上述过程采用的是多道统计方法,所以本方法具有很强的抗干扰能力。

如果我们假设地震记录满足如下统计性质的假设条件:①反射系数是随机的,其自相关函数为单位脉冲;②反射系数与噪音不相关,噪音与噪音不相关,其互相函数为零。那么,我们可以认为上述过程求取的相位校正算子实际上是对地震子波的相位校正算子,而不是对整个记

录的相位校正算子。由此可知,采用这种相位校正方法,减少了反射系数的相位的影响。

理论及实际效果分析

我们首先用该方法在理论记录上进行了试验。图 1a 为一理论合成记录,子波为零相位子波;图 1b 为图 1a 中的子波经指数衰减后的理论合成记录(衰减系数 $\alpha=0.80$);图 1c 和图 1b 经过一时间延迟后的记录,模拟静校正,该时间延迟为 30ms。也就是说,我们将图 1a 视为模型道,图 1c 视为输入道,则图 1d

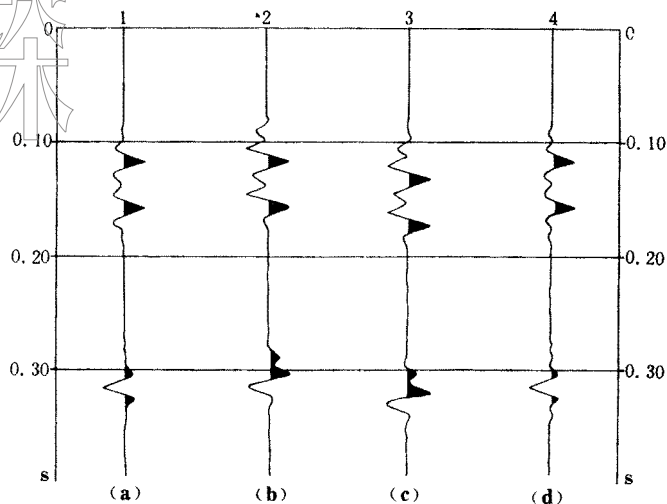


图 1 (a)为理论合成记录(子波为零相位);(b)为图 1a 中的子波经指数衰减的理论合成记录;(c)为图 1b 经时间延迟的记录(延迟为 30ms);(d)为图 1c 经相位校正的结果

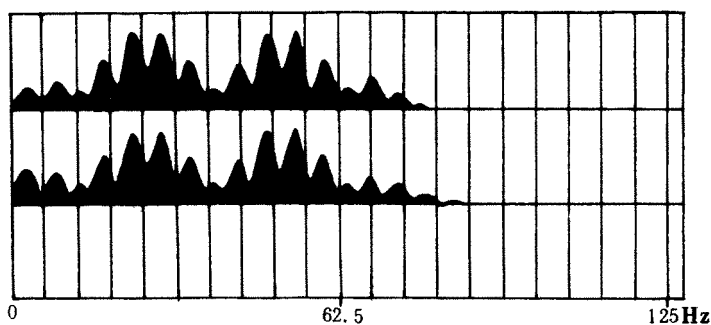


图 2 图 1d(上)和图 1c(下)的振幅谱

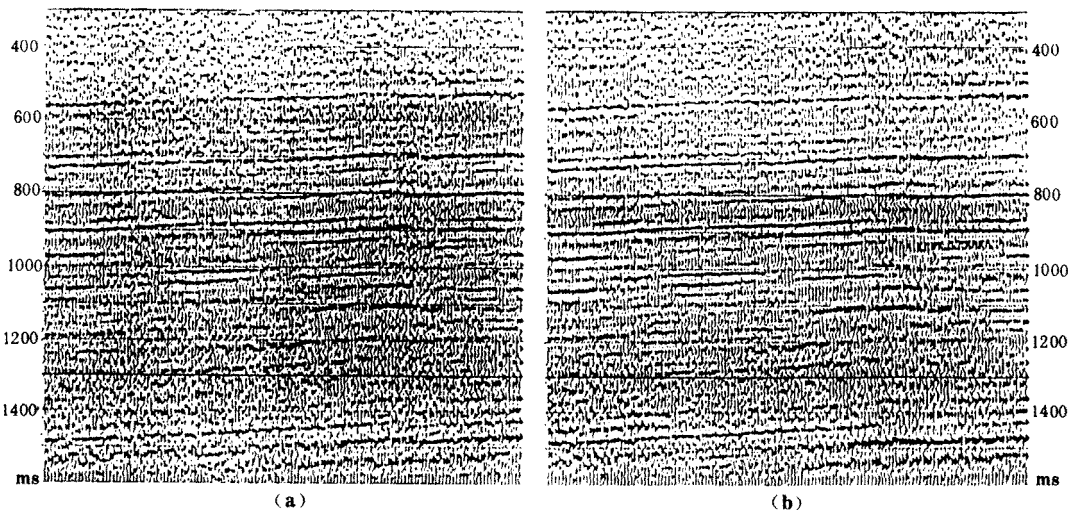


图 3 原始水平叠加剖面(a)和经地表一致性相位校正后的叠加结果(b)的比较

为图 1c 经相位校正后的结果。从中可见,图 1c 得到了很好的校正。

图 2 分别为图 1c 的振幅谱和图 1d 的振幅谱。经相位校正后的振幅谱没有发生大的变化,只在低频和低频部分略有些变化。由于振幅谱是最小平方意义下得到的,这种微小变化可能是误差造成的。但是相位谱发生了很大变化,这与我们方法原理是吻合的。

图 3 为原始水平叠加剖面(6 次覆盖,信噪比很低)和经地表一致性相位校正后的叠加剖面。从图中可以看出,反射层的连续性得到了很好的改进。图 4 为另一测线的原始水平叠加剖面 and 经地表一致性相位校正后的叠加结果,经地表一致性相位校正后反射波的连续性及分辨率都得到了很大的改善。从图 4 右侧 CMP620 道集显示也可看出,经地表一致性相位校正后的 CMP 道集中波形一致性、波形同相性都明显好于原始 CMP 道集。

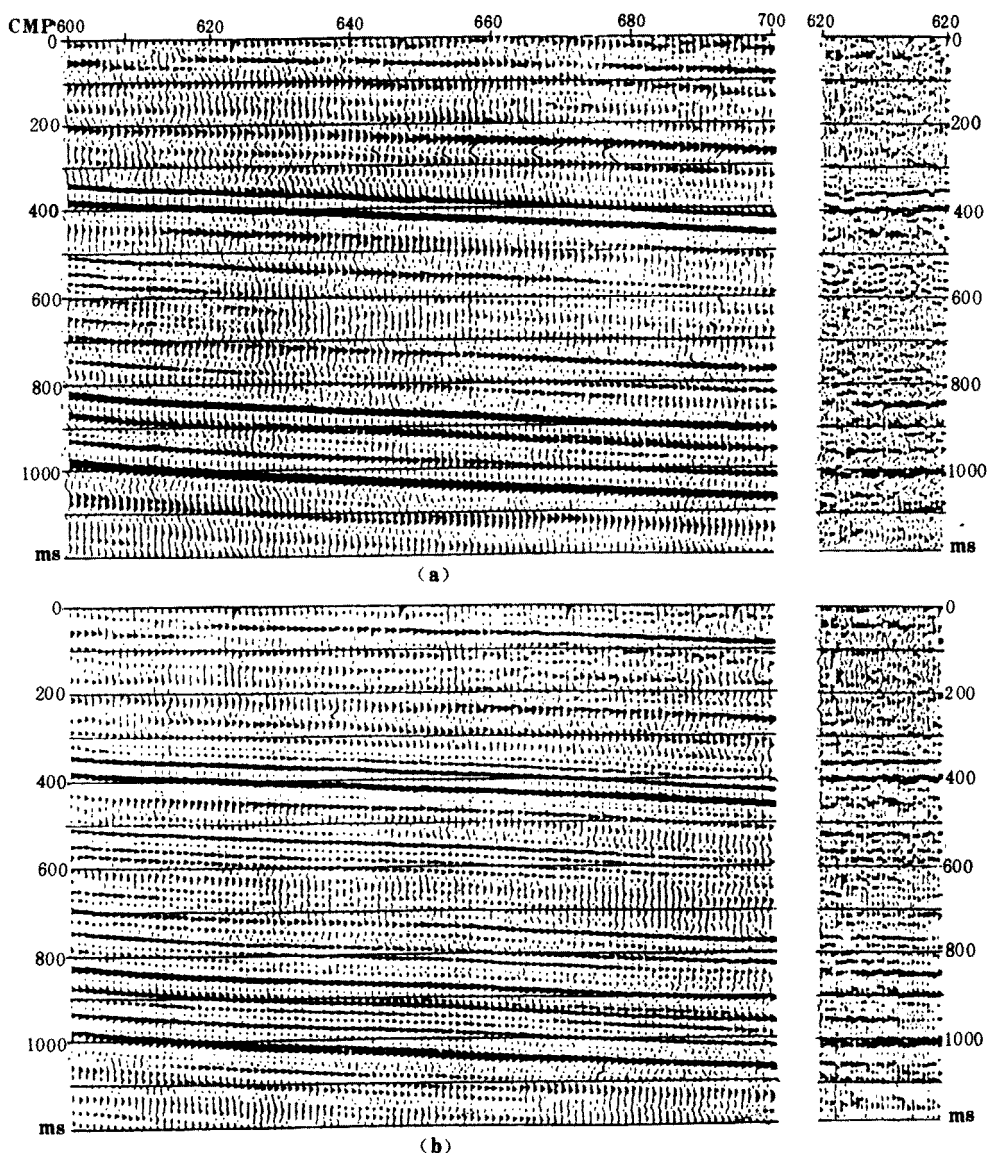


图 4 原始水平叠加剖面(a)和经地表一致性相位校正后的叠加剖面(b)的比较
右侧为 CMP620 道集显示比较

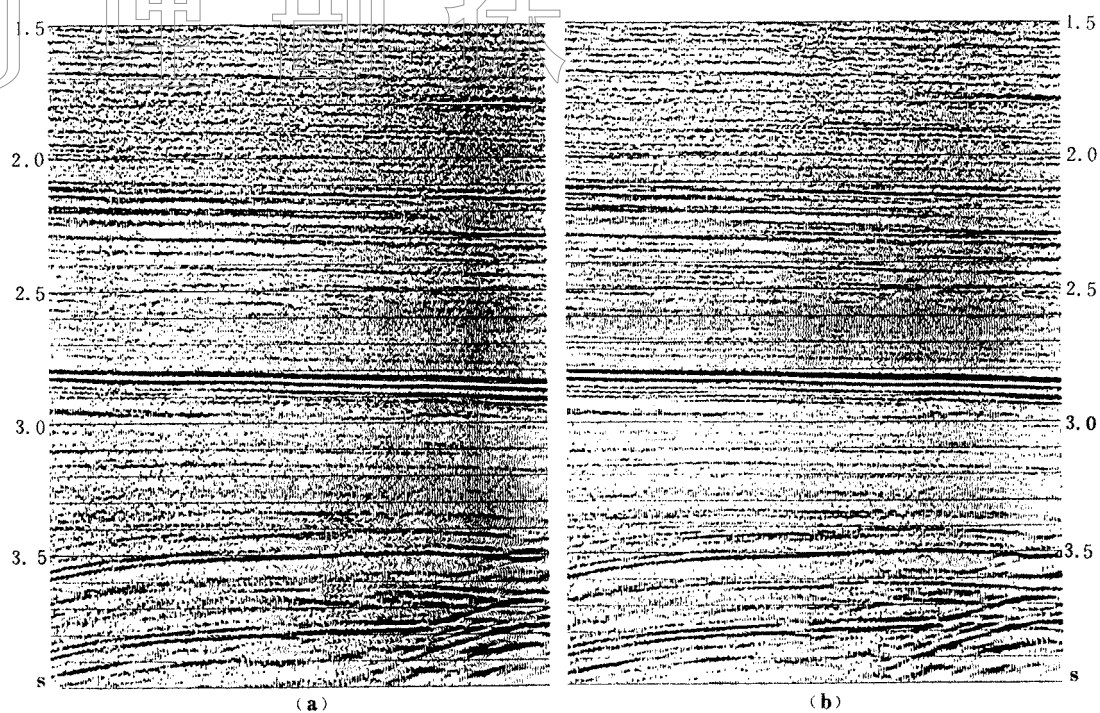


图5 新疆某测线原始水平叠加剖面(a)和经地表一致性相位校正后的叠加剖面(b)

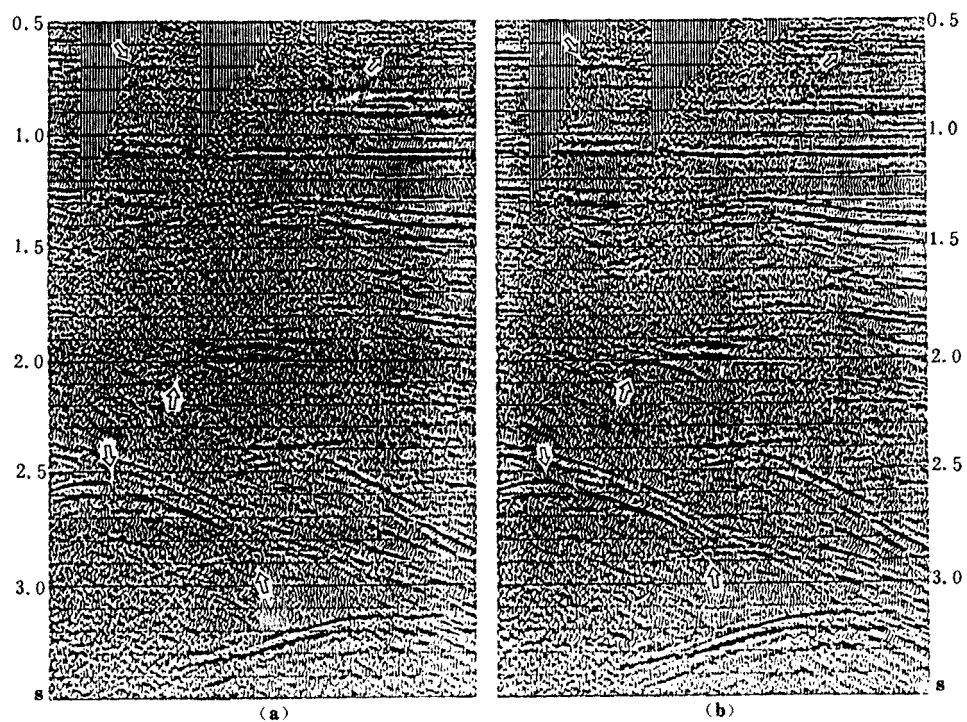


图6 三维数据纵测线原始水平叠加剖面(a)和经三维地表一致性相位校正后的叠加剖面(b)

图 5 为新疆某测线的原始叠加剖面 and 经地表一致性相位校正后的叠加剖面。从图中可明显地看出, 经地表一致性相位校正后, 剖面质量有了很大的改进, 尤其是 2.6s 以下的反射层尤为明显。

图 6 为中原地区三维数据的一条纵测线原始水平叠加剖面 and 经三维地表一致性相位校正的叠加结果。由图中可见, 剖面质量得到了明显改进。

总之, 本文提出的地表一致性相位校正方法的效果是理想的, 无疑对于油田的勘探开发是十分有意义的。

结 束 语

本文提出一种地表一致性相位校正的方法, 该方法同时可对近地表影响造成的记录时间差异以及子波的相位差异进行校正。从理论及实际资料的试验中可以看到, 该方法的效果是理想的。我们建议在用该方法之前最好做一下初步静校正, 这样效果将会更加稳定。

在本项目的研究过程中, 一直得到赵世贤同志的关心和支持, 他提出了一些好的建议。还与李庆忠、俞寿明高级工程师, 傅仲刚同志进行了有益的讨论。处理系统的王广年、梁茂贵在 WGC 模块移植及测试过程中提供了不少的帮助, 在此向他们表示衷心的感谢。

参 考 文 献

- 1 Hileman J A et al. Automated static corrections. *Geophysical Prospecting*, 1968, 16(3): 326~358
- 2 Taner M T et al. Estimation and correction of near surface time anomalies. *Geophysics*, 1974, 39(3): 441~463
- 3 Wiggins R et al. Residual statics analysis as a general linear inverse problem. *Geophysics*, 1976, 41(5): 922~938
- 4 Ronen J and Claerbout J F. Surface-consistent residual statics estimation by stack-power maximization. *Geophysics*, 1985, 50(12): 2759~2767
- 5 Musser J W et al. Total differential statics, 56th SEG Mtg, 1986
- 6 Taner M T, Korhler F. Surface consistent correction, *Geophysics*, 1981, 46(1): 17~22
- 7 国九英, 周兴元. 最大叠加能量法地表一致性相位校正, 93' 北京 SEG/CPS 国际地球物理年会, 1993

(上接第 404 页)

(2) 根据预测的地层压力, 在钻井前配制合适的泥浆比重, 可避免泥浆堵死油气藏。这样, 可提高钻井速度和油气的采收率;

(3) 用获得的地层压力剖面, 可以分析、研究地层岩性的演变情况, 为油田勘探开发提供依据。

此项工作得到吴保珍、曲家璋高级工程师和王正国同志的大力帮助, 在此深表感谢。

参 考 文 献

- 1 Fillipone W R. Estimation of formation parameters and the prediction of overpressure uses from seismic data. 52th SEG Annual Meeting, 1982: 501~502
- 2 韩文功. 利用地震资料预测地层压力. 石油物探技术, 1988, (2)