

文章编号: 0253-9985(2002)01-0055-03

子波反褶积在塔河油田地震解释中的应用

蒋进勇, 樊怀阳, 刘 丽

(中国石化新星公司西北石油局, 新疆乌鲁木齐 830011)

摘要: 在塔河油田联片地震资料解释过程中, 地震子波非零相位化造成的“伴随相位”假象很容易被当成有效反射加以解释。因此须对声波和密度测井资料进行环境校正, 较准确地提取波阻抗反射系数, 进而通过合成地震记录与井旁地震道的对比, 从地震道中提取非零相位的实际地震子波, 并对原地震体进行子波反褶积处理。处理后的地震体基本上消除了地震子波非零相位化引起的假象, 地质反射特征清晰, 分辨率明显提高。塔河油田下奥陶统顶面在未进行处理前, 存在多个副相位, 极易解释为不整合和砂岩透镜体, 但处理后, 喀斯特地貌清晰可见。

关键词: 子波反褶积; 零相位子波; 伴随相位; 环境校正; 塔河油田

第一作者简介: 蒋进勇, 男, 39 岁, 高级工程师, 石油物探

中图分类号: P65

文献标识码: A

在地震资料处理过程中, 很难做到地震子波的零相位化。因而交到解释者手中的地震资料处理成果(地震数据体), 含有地震子波非零相位化引起的“伴随相位”现象, 该“伴随相位”或者压制干扰了主反射, 或者与下面有倾角的正常反射产生干涉, 形成一些假的反射图形, 造成分辨率的降低和多解性的增加。随着勘探程度的不断深入和处理、解释手段的不断提高, 辨别、消除地震子波造成的假象, 已成为提高地震资料分辨率和解释精度的重要任务。

1 地震子波提取

地震子波存在于与反射系数褶积后的地震数据体中, 前波摞后波。因此, 可以通过先计算声波、密度测井反映的波阻抗反射系数, 再从井旁地震道中提取满足褶积关系的最佳逼近地震子波。

利用原始声波、密度资料制作合成地震记录提取的地震子波多井一致性差、离散性大, 不符合地下实际情况和地震勘探的基本原理。其原因是声波、密度测井曲线受测井环境的影响很大, 比较突出的因素有泥岩段井径扩大严重、仪器和地层间的耦合条件差、仪器探测半径小等, 这些因素引起的畸变量虽有一定的规律, 但各井、各井段之间畸变量均不相同, 不能用简单的数学关系来准确表示,

造成这两种曲线的环境校正工作比较困难。

笔者通过多井测井曲线交互绘图、数理统计等发现: 砂岩段和小井径泥岩段的声波、密度与井径基本不相关, 分布函数也较稳定, 说明这些井段没有受到井径扩大的影响; 大井径泥岩段的声波时差曲线受周波跳跃、时差展宽影响, 数值增大畸变, 密度曲线受井壁不规则、仪器与井壁耦合条件差等影响, 数值减小畸变。依据多井分段统计的畸变规律, 编制相应的对系统畸变量进行校正的计算机程序。

合成地震记录与井旁地震道的对比, 说明环境校正可以取得较好效果。以 TK203 井为例, 校正前, 地震道与合成地震道之间的相关系数为 0.376, 地震子波的信噪比为 0.428, 测井曲线畸变造成反射系数十分零乱, 石炭系巴楚组双峰灰岩顶面(C_1k_{11})和奥陶系顶面(O_{2+3})等标志性地质界面对应于地震道的弱相位, 但合成地震道上没有波峰与其对应; 校正后, 地震道与合成地震道之间的相关系数为 0.696, 提取地震子波的信噪比为 1.566, 反射系数零乱现象消失, 合成地震道上有弱振幅与 C_1k_{11} 、 C_1b_1 等标志性地质界面对应(图 1a, b, c)。

从井旁地震道中提取的实际地震子波是非零相位的(图 1b), 主峰后拖着一个不小的尾巴, 而且 23 口井的地震子波具有较好的稳定性, 虽然它不是理想情况下的零相位子波, 但这是符合实际情况的, 因为实际地震子波是混合相位的。

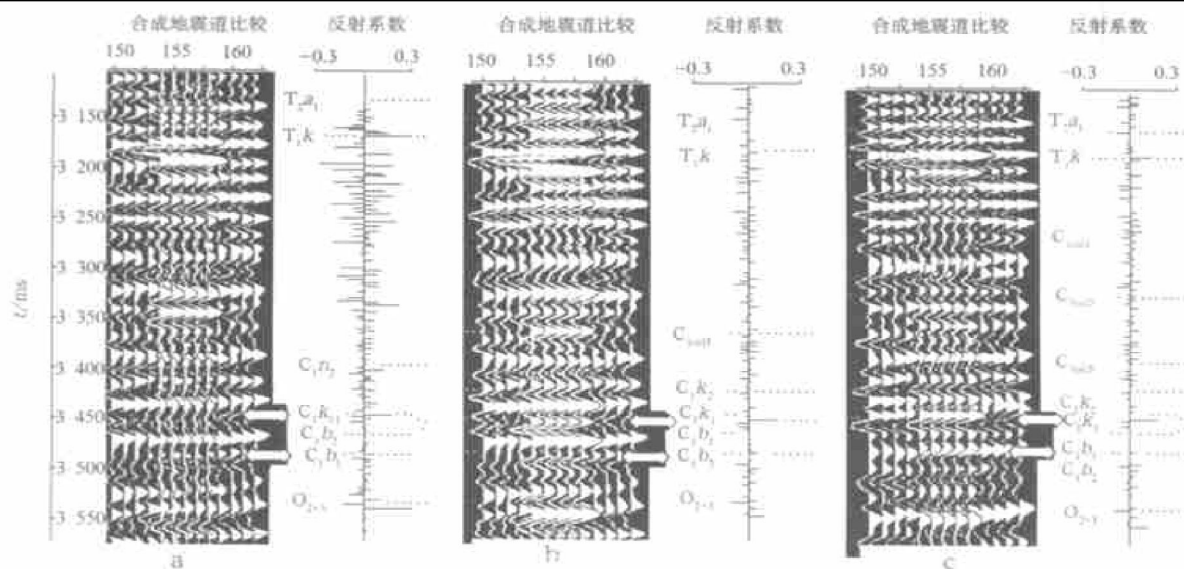


图1 井径校正前后子波反褶积合成地震记录和地震子波比较

Fig. 1 Comparison between synthetic seismographic record and seismic wavelet after wavelet deconvolution and before, after correction of well diameter

a—校正前; b—校正后; c—合成比较

2 应用

塔河油田联片三维 1690 线修饰性处理前, 由于没有实现地震子波的零相位化, 因而在不整合面反射下方伴随一副相位, 该相位与不整合面下有倾角的上部古生界反射波产生干涉, 造成一些反射假象, 极易把副相位标定成不整合面, 把干涉图形解释为砂岩透镜体反射; 并且由于分辨率的降低, 石炭系巴楚组双峰灰岩顶面(C_1k_{11})表

现为不连续的弱反射或空白反射(图 2a, b)。在上述已提取的地震子波的基础上, 利用子波反褶积这一修饰性处理手段对原保幅地震体进行处理, 处理后合成地震道与井旁地震道的相关系数变化不大(由 0.696 至 0.706, 图 1c), 但因地震子波非零相位化引起的副相位已不复存在, 透镜体反射消失, 石炭系巴楚组双峰灰岩顶面(C_1k_{11})表现为连续的强反射(图 2b), 反射结构和剖面品质明显改善。

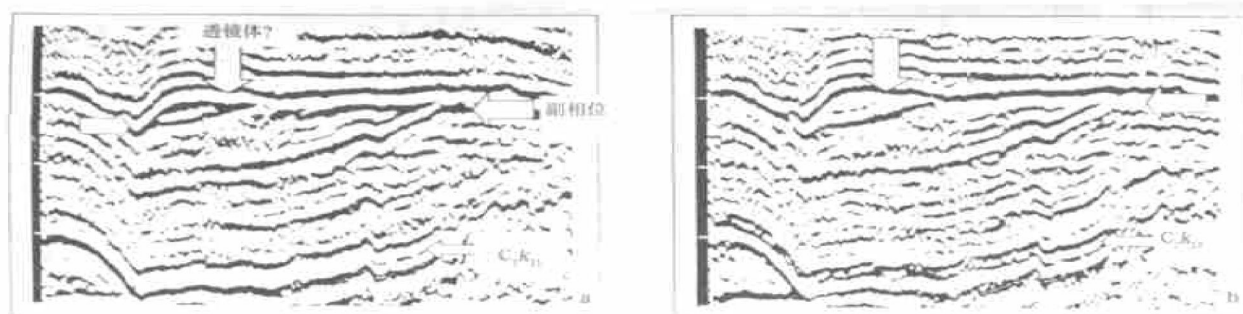


图2 子波反褶积前后地震剖面特征比较

Fig. 2 Comparison of seismic characteristics between before and after of wavelet deconvolution

a—子波反褶积前干涉假象多; b—子波反褶积后反射特征清晰

联片三维与桑东三维东西向连接剖面在子波反褶积处理前, 由于两者的剖面品质(地震子波)不同, 造成前中生界顶面(T_1k)、石炭系双峰灰岩顶面(C_1k_{11})、奥陶系顶面(O_{2+3})反射特征发生变化, 综合解释时常用调整闭合差对两工区进行匹配; 修饰性处理后两工区的地震剖面间不仅没有闭合差, 而

且两者的强弱匹配关系明显改善(图 3a, b), 区域性标志层的标定得到统一, 最大程度地降低了层位标定的不确定性。

子波反褶积处理前, 下奥陶统顶部 30 m 的相关方差属性分辨率较低, 反映不出下奥陶统顶面风化石的古岩溶喀斯特地貌; 而处理后, 相关方差属

性特征明显改善(图 4a, b), 中部-东北部的枝干状溶蚀沟(浅色, 低方差值)的轮廓十分清晰, 反映了古岩溶喀斯特地貌。

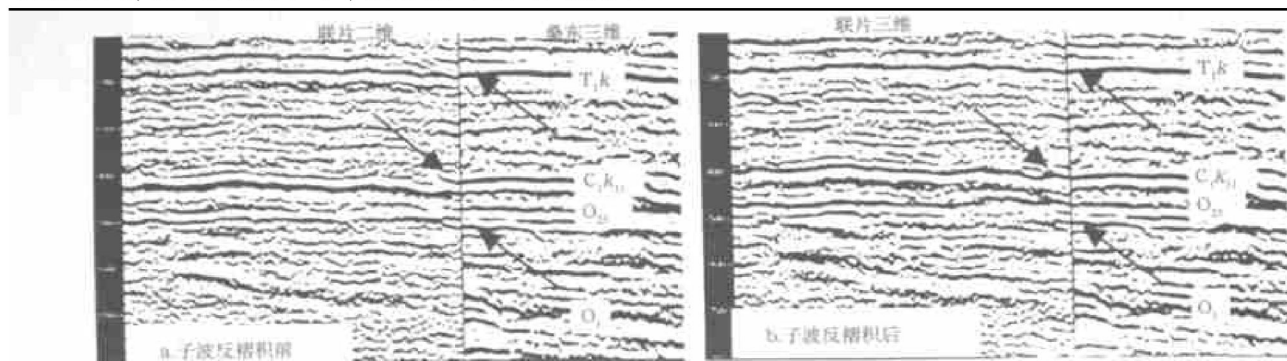


图 3 子波反褶积处理前后联片、桑东三维工区连接剖面反射特征对比

Fig. 3 Comparison reflection characters between before and after wavelet deconvolution in 3D area of Lianpian and Sangdong

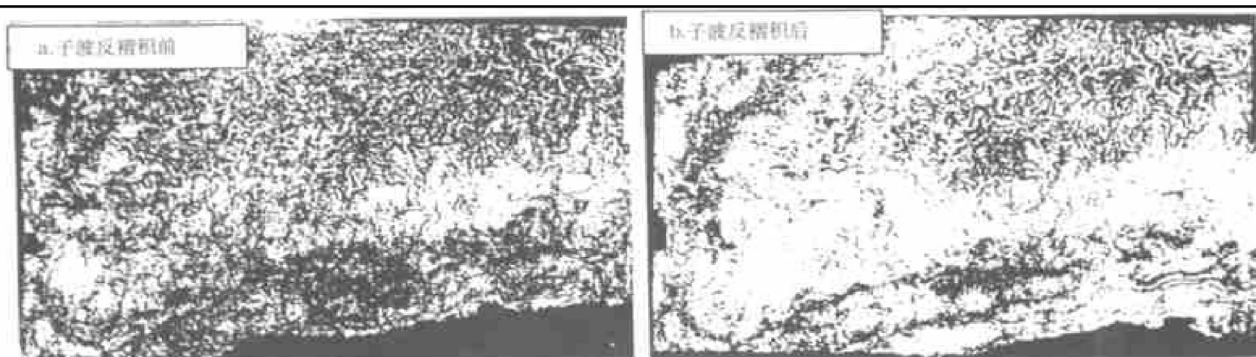


图 4 子波反褶积处理前后提取的相关方差属性比较

Fig. 4 Comparison of correlation variance behaviours between before and after wavelet deconvolution

3 结论

利用多口井的统计结果, 可以提取较准确的波阻抗反射系数, 进而通过合成地震记录实现从井旁地震道中提取非零相位的实际地震子波, 将此实际

子波与原地震体进行子波反褶积处理, 得到的新地震体不仅能消除伴随相位引起的干涉假象, 提高地震资料的分辨率, 而且在此基础上计算的相关方差属性能较好地反映下奥陶统顶面喀斯特地貌, 预测碳酸盐岩有利储层的发育部位。

APPLICATION OF WAVELET DECONVOLUTION TO SEISMIC INTERPRETATION IN TAHE OILFIELD

Jiang Jinyong Fan Huaiyang Liu Li

(Northwest Petroleum Bureau of SINOPEC, Urumqi, Xinjiang)

Abstract: During the processing of seismic data interpretation of Tahe Oilfield, pseudomorphism of adjoint phase caused by non-zero phase wavelet was easily interpreted as effective reflection. It was necessary to extract impedance reflectivity based on environmental correction of sonic and density data, to extract actual non-zero phase wavelet from seismic trace by comparing synthetic seismographic record with seismic trace near wells, and process seismic data with wavelet deconvolution. The processed seismic data had clear reflection character, high resolution and eliminated the pseudomorphism caused by non-zero phase wavelet. The variance of coherency on the basis of processed seismic data showed clearly the characteristics of karst phenomenon on the top of Ordovician.

Key words: wavelet deconvolution; non-zero phase wavelet; adjoint phase; environmental correction; Tahe Oilfield