

Application of Wavelet Matching Filtering Method in Processing Mixed Source Data

Zhiguo Hao Xing Zhao

Shanxi Shandi Geophy-Tech. Co., Ltd., Jinzhong, Shanxi, 030600, China

Abstract

In coalfield seismic exploration, when there are large obstacles in the exploration area and the buried depth of the target layer is shallow (about 200m), it is necessary to use a mixed seismic source (explosive source and vibroseis) to complete the geological task. There is a problem that the seismic data collected by different seismic sources are different in phase, energy and frequency. How to correct this difference is a problem faced by this kind of exploration. By means of ongoing testing, a correlation processing technology centered around wavelet matching filtering has been implemented, successfully addressing variations in energy, phase, timing, and frequency of seismic data. After processing, after wavelet matching processing, the in-phase axis of vibroseis and explosive source is well connected, with uniform energy and consistent frequency. The profiles of the two sources have good consistency, and the characteristics of wave groups are consistent, thus achieving the expected purpose.

Keywords

vibrator; explosive source; minimize phase; seismic data difference; matched filtering; wavelet consistency

子波匹配滤波方法在混合震源资料处理的应用

郝治国 赵兴

山西山地物探技术有限公司, 中国·山西 晋中 030600

摘 要

在煤田地震勘探中, 勘探区域存在大面积障碍物, 目的层埋深较浅(200m左右)的情况下, 必须使用混合震源(炸药震源, 可控震源)才能完成地质任务, 这就存在一个问题, 不同震源采集的地震资料存在相位、能量、频率等差异, 如何修正这种差异是此类勘探面临的难题。通过不断的测试, 我们重点研究了一套以子波匹配滤波法为核心, 在能量、相位、时间差、频率等方面有效消除地震数据差异的相关处理技术。经过处理后, 经过子波匹配的可控震源和炸药震源的同相轴相位连接较为良好, 能量分布均匀, 频率一致, 二者的剖面显示出较好的相似性, 波组特征也保持一致, 实现了预期的目标。

关键词

混合震源; 炸药震源; 最小化相位; 地震资料差异; 匹配滤波; 子波一致性

1 引言

煤田地震勘探中, 由于煤层埋深较浅, 且地面多有诸多障碍物(多是村庄、厂矿等)分布^[1], 通常情况下, 在一个工区内, 一种震源不可能完成全部的激发任务, 需要结合实际情况, 选择2~3种不同的激发震源。由于勘探区内分布有较大村庄, 部分区域不能采用炸药震源激发, 出于安全考虑, 不可能完全使用一种炸药震源来完成激发工作, 须借助于可控震源等非炸药震源来完成障碍物处的工作量。要保证数据的信噪比和有效覆盖次数, 就必须通过炸药的震源和可控制的震源共同进行激发。混合振源激发能够保证整体覆盖次数符合设计要求, 但混合激源在相位、能量以及频率上,

激波振源的激发有很大的不同, 这就造成了两种资料不能做到同相叠加, 使数据的信噪比、分辨率受到严重影响, 从而导致两种资料之间的差异较大, 无法实现同相叠加^[2]。

在地表条件复杂的地区, 利用不同的震源和仪器共同采集地震资料, 采集到的振幅、(或能量)、频率、相位等特征差异较大的地震反射资料, 利用匹配滤波技术, 消除其因不同的震源、检波器和表层岩性所产生的子波差异, 从而使地震资料的连贯性达到最佳程度^[3-7]。

此次, 以山西某煤田利用可控震源(含重锤)、炸药震源等三种震源方式激发所获得的三维地震资料为例, 这些资料在能量、相位、时间差、频率等方面存在一定差异, 是由于可控震源与炸药震源不规则交替施工而产生的地震原始资料。通过这套以子波匹配滤波法为核心的相关处理技术, 可以有效消除地震数据在能量、相位、时间差、频度等方面的区别。

【作者简介】郝治国(1977-), 男, 中国陕西临潼人, 本科, 工程师, 从事煤田地震勘探的生产、科研工作。

2 子波匹配滤波处理技术方法原理

子波匹配滤波处理技术主要是消除地震记录在频率和相位上的差异,引起差异的条件包括地震仪器的多样性,震源,检波器,激发岩性,地表条件和地震地质条件差异等,完成同相叠加^[8-10]。

为了消除炸药震源和可控震源两种激发方式获得的资料在振幅、频率、相位等方面的差异,在不同震源地震资料的重复交接带中选择信噪比较高、位置相同的两组地震道。假定第一组地震道用 $x_i(t)$ 表示 ($i=1, 2, \dots, n$), 则第二组为 $y_i(t)$ ($i=1, 2, \dots, n$), 其中 i 为道号, n 为组数中的道号, 在组数中, i 为道号, n 为道号。

地震道 $x_i(t)$ 上应用设计配滤波的算子 $w_i(t)$, 使配滤波后的 $x_i(t)$ 接近地震道 $y_i(t)$ 。 $*X_i(t)$ 的实际与期望输出的误差为 $E_i(t)$, 假定匹配滤波器的实际输出为

$$e_i(t) = X_i(t) * W_i(t) - Y_i(t) \quad (1)$$

则其总误差能量 E 为:

$$E = \sum e_i(t)^2 = \sum [X_i(t) * W_i(t) - Y_i(t)]^2 \quad (2)$$

应用最小平方原理, 使 E 最小, 可求解配滤波算子的 ToprizMatrix 方程。

$$R_{XX} * W = R_{ZX} \quad (3)$$

在该公式中, R_{XX} 表示输入信号 $X_i(t)$ 的自相关矩阵, R_{ZX} 代表期望输出信号 $Y_i(t)$ 和输入信号 $X_i(t)$ 之间的互相关函数向量, 而 W 则是匹配滤波算子向量。

解 (3) 式可得 I 路配滤波算子 W , 即 $W_i(t)$ 。第一组地震道 $X_i(t)$ 应用匹配滤波算子 W , 即用匹配滤波算法 W 对第 1 组地震道 $X_i(t)$ 进行褶积运算, 将第 1 组地震道的记录转换为第 2 组地震道记录 (t), 即对第 1 组的地震道 $x_i(t)$ 进行折叠运算。

3 子波匹配滤波处理技术的实现

炸药的震源和可控震源的激发方式有很大差异, 采集到的地震数据在震幅、频度、相位等方面都有差异, 所以先消除两种震源数据差异的处理再进行地震资料处理叠加, 具体流程如下:

①相位处理。由于可控震源的相位为零相位, 因此需要校正可控性震源的记录, 使之转化为最小。

②波幅处理。针对炸药震源和可控震源两种激发方式在震幅上取得的数据差异, 对其进行地表一致性处理, 消除由于地表激发和接收条件不一致而导致的地震记录能量参差, 使其振幅值基本相同。

③子波匹配滤波处理。取配滤波算子, 将炸药震源中较高的信噪比目的层段和可控震源的 N 道进行配滤波处理。其处理流程如下: 第一步: 获得匹配滤波算子。炸药震源与可控震源的数据进行相互关联, 以可控震源的资料为参考目标, 提取子波配滤波的算子 $W(T)$ 。其次, 对叠前的地震资料完成匹配滤波处理, 并利用 $W(T)$ 对爆炸物来源的全部地震道 X 进行褶积处理。同理, 也可以用炸药来源的资

料作为参考目标, 求出可控震源的全部地震道 X , 用 $W(T)$ 进行褶积运算, 即取子波配滤波算子 $W(T)$ 。

4 应用实例分析

我公司实施三维探震工作, 在有障碍的 A 区范围内, 如有多个村庄、养殖场和钻井工地, 利用炸药、可控震源、重锤等三种震源, 利用不同的变观方式在障碍物分布区激发接收, 防止地震数据出现缝隙, 尽可能多地获取近地表的折射数据, 最终, 保证了数据的信噪比和有效覆盖数。

混合震源激发能够保证整体覆盖次数符合设计要求, 但混合振源所得到的地震资料在相位、能量和频率上有较大的差别, 使两种资料不能做到同相叠加, 对资料的信噪比、分辨率造成严重影响。对此, 在地震数据处理上, 为了消除这些影响因素, 要先采用相关的技术, 如子波匹配滤波以及一致性处理等。

可控震源预处理的目的是首先消除可控震源激发资料与炸药震源激发资料在相位与起跳时间上的差异。因炸药震源为最小相位子波而可控震源为零相位子波, 在处理时首先对可控振源激发资料做最小相位化处理, 使两种振源激发的资料相位基本相同, 后续可进一步用一致的处理和匹配滤波等手段消除差值, 从而达到同相叠加的目的。

混合震源采集资料经过预处理 (可控震源最小相位化) 与系列一致性处理后资料的相位、子波、能量基本趋于一致, 最后, 在此基础上进行匹配滤波处理, 进一步消除差异实现同相叠加。实现流程为:

①先选取信噪比较高的炸药和可控震源相同的时窗资料作为基础分析资料 (图 1), 以保证一般在叠加资料上求取滤波算子的准确度。

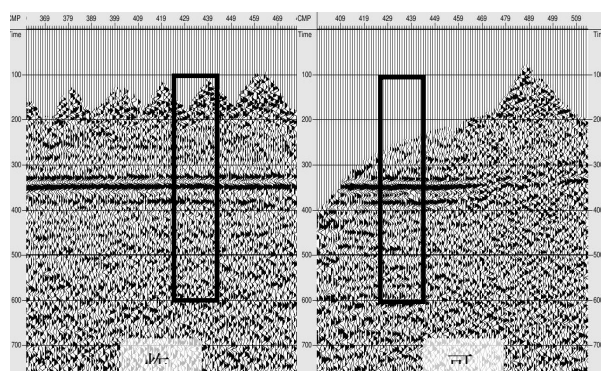


图 1 匹配滤波数据时窗选择图

②以炸药震源的数据为参考对象, 将炸药震源的数据与可控震源的数据相互关联, 并对子波进行提取 (图 2) 配滤波算子。可控震源叠前数据全部采用求取的匹配滤波算子进行褶积运算, 就完成了叠前地震数据的匹配滤波处理。

两种震源剖面一致性较好, 波组特征基本相同, 达到预期目的 (图 3), 可控震源与炸药震源同一相轴相位经子波匹配处理后衔接较好, 能量均匀, 频率一致。

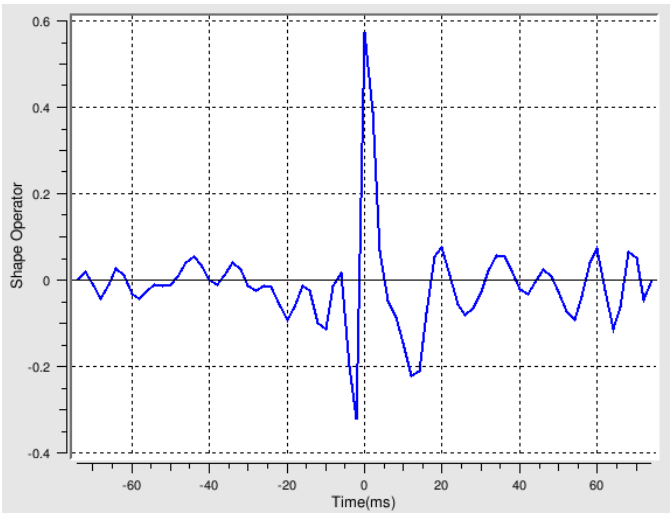


图 2 匹配滤波因子波形显示

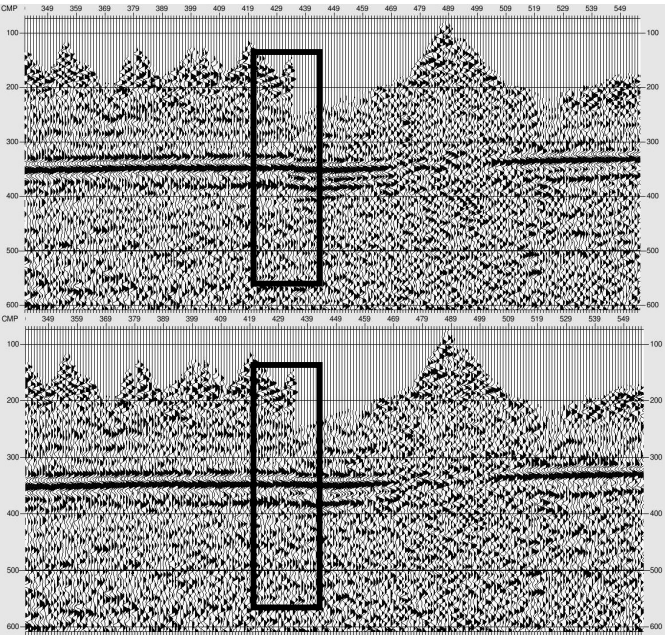


图 3 处理前（上）后（下）剖面拼接效果图前后

5 结论

在同一勘探区内，由于可控震源与炸药等震源完成的不规则交替采集而产生的能量、相位、时间差、频率等方面存在一定差异的地震原始数据。这些差异基本上可通过处理技术进行消除，如地震数据的子波配滤波。最终获得了高品质的地震剖面，为后面的资料解释获得了坚实的基础。

参考文献

[1] 云美厚,丁伟,王开艳,等.地震资料一致性处理方法研究与初步应用[J].石油物探,2006,45(1):65-69.

[2] 葛瑞麟.印尼BINJAI地区资料处理中的一致性问题[J].勘探地球物理进展,2006,29(3):206-210.

[3] 宋玉龙.浅滩海低区地震勘探存在问题及其解决办法[J].石油物探,2005,44(4):343-347.

[4] 段云卿.匹配滤波与子波整形[J].石油地球物理勘探,2006,41(2):156-159.

[5] 唐恩德.多种震源联合激发地震数据的处理方法[J].石油地球物理勘探,1997,32(S1):149-156.

[6] 赵明秋,牛建国.连接不同震源数据的匹配滤波技术[J].石油地球物理勘探,2007,42(S1):136-140.

[7] 王西文,周立宏.三维地震资料拼接中的地震子波处理[J].石油物探,2002,41(4):448-451.

[8] 林必荣,李培基,陈繁勤.三维地震资料的区块拼接方法及效果[J].石油地球物理勘探,1995,30(S1):156-159.

[9] 段云卿.匹配滤波与子波整形[J].石油地球物理勘探,2006,41(2):156-159.

[10] 王元波.三维地震处理连片拼接技术[J].大庆石油地质与开发,2001,20(3):67-68.