



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103901466 B

(45) 授权公告日 2016. 08. 10

(21) 申请号 201210585013. 0

CN 102221708 A, 2011. 10. 19,

(22) 申请日 2012. 12. 28

CN 101201406 A, 2008. 06. 18,

US 4922465 A, 1990. 05. 01,

(73) 专利权人 中国石油天然气集团公司

审查员 邓晓蓓

地址 100007 北京市东城区东直门北大街 9
号中国石油大厦

专利权人 中国石油集团东方地球物理勘探
有限责任公司

(72) 发明人 贾继伟 周兴元 罗国安

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限
公司 11127

代理人 汤在彦

(51) Int. Cl.

G01V 1/28(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102298155 A, 2011. 12. 28,

CN 103325092 A, 2013. 09. 25,

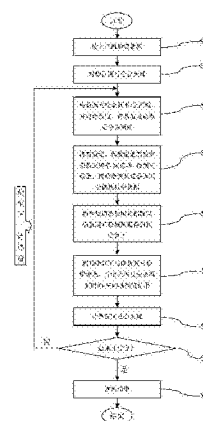
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种三维地震数据插值方法

(57) 摘要

本发明是节约采集成本的三维地震数据插值方法,沿时间方向变换得到频率-空间域数据,将奇数、偶数道地震数据分为两组,变换至频率-波数域得到奇数道、偶数道波数域数据,将奇数道、偶数道波数域数据相除得到预测算子,与偶数频率数据相乘,并将该乘积通过傅立叶反变换得到时间-空间域插值结果,对当前计算窗以及前一计算窗进行均值处理,线性插值或者三次函数插值处理,完成插值。本发明相对于二维频率-波数域插值,插值结果具有更好的一致性,插值结果同相轴清晰、无明显抖动,背景自然;插值结果在信号与背景上均优于二维频率-波数域插值。



1. 一种三维地震数据插值方法,通过如下步骤实现:
 - 1) 采集三维地震数据,做分时间、空间窗处理;
 - 2) 在当前计算窗内沿时间方向做傅立叶变换,得到频率-空间域数据,并将奇数、偶数道地震数据分为两组;
 - 3) 将步骤2)中奇数道、偶数道地震数据变换至频率-波数域,得到奇数道、偶数道波数域数据;将频率-空间域数据变换至频率-波数域得到偶数频率数据;
 - 4) 在频率-波数域中将步骤3)中得到的奇数道、偶数道波数域数据相除得到预测算子;
 - 5) 将步骤4)中得到的预测算子与步骤3)中得到的偶数频率数据相乘得到乘积,并将该乘积通过傅立叶反变换得到时间-空间域插值结果;
 - 6) 对当前计算窗以及前一计算窗进行均值处理,线性插值或者三次函数插值处理;
 - 7) 当前计算窗如果是最末计算窗则完成插值,输出结果;如果不是最末计算窗则跳至下一计算窗并返回步骤2)循环,直至最末计算窗。

一种三维地震数据插值方法

技术领域

[0001] 本发明涉及地球物理勘探技术,属于地震数据处理中用于加密地震数据、提高空间采样率和信噪比、节约采集成本的一种三维地震数据插值方法。

背景技术

[0002] 在地震数据的采集过程中,由于施工环境以及工作量等客观条件的限制,采集得到的地震记录常常存在某些方向上道间距较大的问题,使得空间采样率严重不足,对偏移成像处理等会产生严重影响。解决这个问题最直接的方法自然是在野外采集时通过增加测线数量来减小空间采样间隔;但随之而来的是采集成本的大幅度提高,而且有些工区由于实际地表条件的限制,很难提高野外作业的空间采样率。

[0003] 地震数据道内插值是在不增加采集成本的前提下,减小道间距的理想方法。频率-空间域地震道插值技术利用平面波的可预测性,在频率-空间域利用最小二乘法通过求解埃尔米特线性方程组来求得预测算子进行插值。频率-波数域地震道插值技术将频率-空间域插值技术发展,不需要在频率-空间域求解预测算子,插值过程均在频率-波数域完成,从而可以大幅度提高插值效率。

[0004] 现有频率-波数域插值技术为二维插值,即每次插值时仅处理单个剖面。对于三维数据体应用二维插值时,每次仅利用了单个剖面上的信息,插值过程仅考虑了单一方向上的数据变化,而忽略了地震数据的整体性,容易造成插值结果不稳定。

[0005] 发明目的

[0006] 本发明的目的在于提供一种插值结果稳定、同相轴清晰、背景自然的三维频率-波数域地震数据插值方法。

发明内容

[0007] 本发明通过如下步骤实现:

[0008] 1)采集三维地震数据,做分时间、空间窗处理;

[0009] 2)在当前计算窗内沿时间方向做傅立叶变换,得到频率-空间域数据,并将奇数、偶数道地震数据分为两组;

[0010] 3)将步骤2)中奇数道、偶数道地震数据变换至频率-波数域,得到奇数道、偶数道波数域数据;将频率-空间域数据变换至频率-波数域得到偶数频率数据;

[0011] 4)在频率-波数域中将步骤3)中得到的奇数道、偶数道波数域数据相除得到预测算子;

[0012] 5)将步骤4)中得到的预测算子与步骤3)中得到的偶数频率数据相乘,并将该乘积通过傅立叶反变换得到时间-空间域插值结果;

[0013] 6)对当前计算窗以及前一计算窗进行均值处理,线性插值或者三次函数插值处理;

[0014] 7)当前计算窗如果是最末计算窗则完成插值,输出结果;如果不是最末计算窗则

跳至下一计算窗并返回步骤2)循环,直至最末计算窗。

[0015] 本发明相对于二维频率-波数域插值,插值结果具有更好的一致性,插值结果同相轴清晰、无明显抖动,背景自然;插值结果在信号与背景上均优于二维频率-波数域插值。

附图说明

[0016] 图1:本发明处理流程图。

[0017] 图2:某地区地震数据剖面(300CMP)

[0018] 图3:本发明对该数据插值后所得剖面(300CMP)。

[0019] 图4:二维频率-波数域插值方法对该数据插值后所得剖面(800LINE)。

[0020] 图5:本发明对该数据插值后所得剖面(800LINE)。

具体实施方案

[0021] 本发明按如下步骤实施,根据处理流程图1:

[0022] 1)步骤S1,采集三维地震数据,记为 $s_{m,n}(t)$, $m=0,1,2,\dots,M$, $n=1,2,\dots,N$, N 表示X方向线数, M 表示Y方向道数, t 表示时间。

[0023] 2)步骤S2,按照空间计算窗、时间计算窗参数对步骤S1读入的数据 $s_{m,n}(t)$ 进行分窗处理,记为 $s_{m,n}^{i,j}(t)$, i,j 分别表示空间窗、时间窗编号。

[0024] 3)步骤S3,在当前计算窗内沿时间方向做傅立叶变换,得到频率-空间域数据 $S_{m,n}^{i,j}(f)$, f 表示频率;将频率-空间域数据 $S_{m,n}^{i,j}(f)$ 的奇数道、偶数道分为两组,分别记为 $S_{2m+1,n}^{i,j,odd}(f)$ 和 $S_{2m,n}^{i,j,even}(f)$, $m=0,1,\dots,\frac{M}{2}$; $n=1,2,\dots,N$ 。

[0025] 4)步骤S4,将奇数道、偶数道地震数据 $S_{2m+1,n}^{i,j,odd}(f)$ 和 $S_{2m,n}^{i,j,even}(f)$ 变换至频率-波数域,得到奇数道、偶数道波数域数据,分别记为 $S_{2m+1,n}^{i,j,odd}(f,k_x,k_y)$ 和 $S_{2m,n}^{i,j,even}(f,k_x,k_y)$;将频率-空间域数据 $S_{m,n}^{i,j}(f)$ 变换至频率-波数域得到频率-波数域数据,记为 $S_{m,n}^{i,j}(f,k_x,k_y)$,再沿频率方向间隔取值得到偶数频率数据,记为 $S_{m,n}^{i,j}(2f,k_x,k_y)$, k_x,k_y 分别表示X方向和Y方向的波数。

[0026] 5)步骤S5,将步骤S4中得到的奇数道波数域数据 $S_{2m+1,n}^{i,j,odd}(f,k_x,k_y)$ 除以偶数道波数域数据 $S_{2m,n}^{i,j,even}(f,k_x,k_y)$ 得到预测算子,记为 $P_{m,n}^{i,j}(f,k_x,k_y)$,即

$$[0027] \quad P_{m,n}^{i,j}(f,k_x,k_y) = \frac{S_{2m+1,n}^{i,j,odd}(f,k_x,k_y)}{S_{2m,n}^{i,j,even}(f,k_x,k_y)}$$

[0028] 6)步骤S6,将步骤S5中得到的预测算子 $P_{m,n}^{i,j}(f,k_x,k_y)$ 与步骤S4中得到的偶数频率数据 $S_{m,n}^{i,j}(2f,k_x,k_y)$ 相乘,得到频率-波数域插值结果

$$[0029] \quad S_{m,n}^{i,j,I}(f,k_x,k_y) = P_{m,n}^{i,j}(f,k_x,k_y) \cdot S_{m,n}^{i,j}(2f,k_x,k_y);$$

[0030] 再将频率-波数域插值结果 $S_{m,n}^{i,j,I}(f,k_x,k_y)$ 通过傅立叶反变换得到时间-空间域插值结果,记为 $s_{m,n}^{i,j,I}(t)$ 。

[0031] 7)步骤S7,对当前计算窗插值结果 $s_{m,n}^{i,j,I}(t)$ 以及前一计算窗插值结果 $s_{m,n}^{i-1,j,I}(t)$ 的重叠部分进行处理,将重叠部分结果记为 $s_{m,n}^{i,j,overlap}(t)$,可以采用均值处理,即,

[0032] $s_{m,n}^{i,j,overlap}(t) = (s_{m,n}^{i,j,I}(t) + s_{m,n}^{i-1,j,I}(t)) / 2;$

[0033] 线性插值,即,

[0034] $s_{m,n}^{i,j,overlap}(t) = \alpha \cdot s_{m,n}^{i,j,I}(t) + (1-\alpha) \cdot s_{m,n}^{i-1,j,I}(t);$

[0035] 或者三次函数插值,即,

[0036] $s_{m,n}^{i,j,overlap}(t) = \alpha^3 \cdot s_{m,n}^{i,j,I}(t) + (1-\alpha^3) \cdot s_{m,n}^{i-1,j,I}(t)$

[0037] 这里 α 为比例系数。

[0038] 8)步骤S8,当前计算窗第 i,j 窗如果是最末计算窗则完成插值,至步骤S9输出结果;如果不是最末计算窗则跳至下一计算窗第 $i+1,j$ 窗并返回步骤S3循环,直至最末计算窗。

[0039] 图2、图3、图4和图5为本发明具体实施例。通过图2、图3比较可以看出,本发明插值结果与原始数据具有高度一致性,同相轴清晰,背景自然。

[0040] 通过图4、图5对比可以看出,相对于二维频率-波数域插值,本发明插值结果具有更好的一致性,插值结果同相轴清晰、无明显抖动,背景自然;本发明插值结果在信号与背景上均优于二维频率-波数域插值。

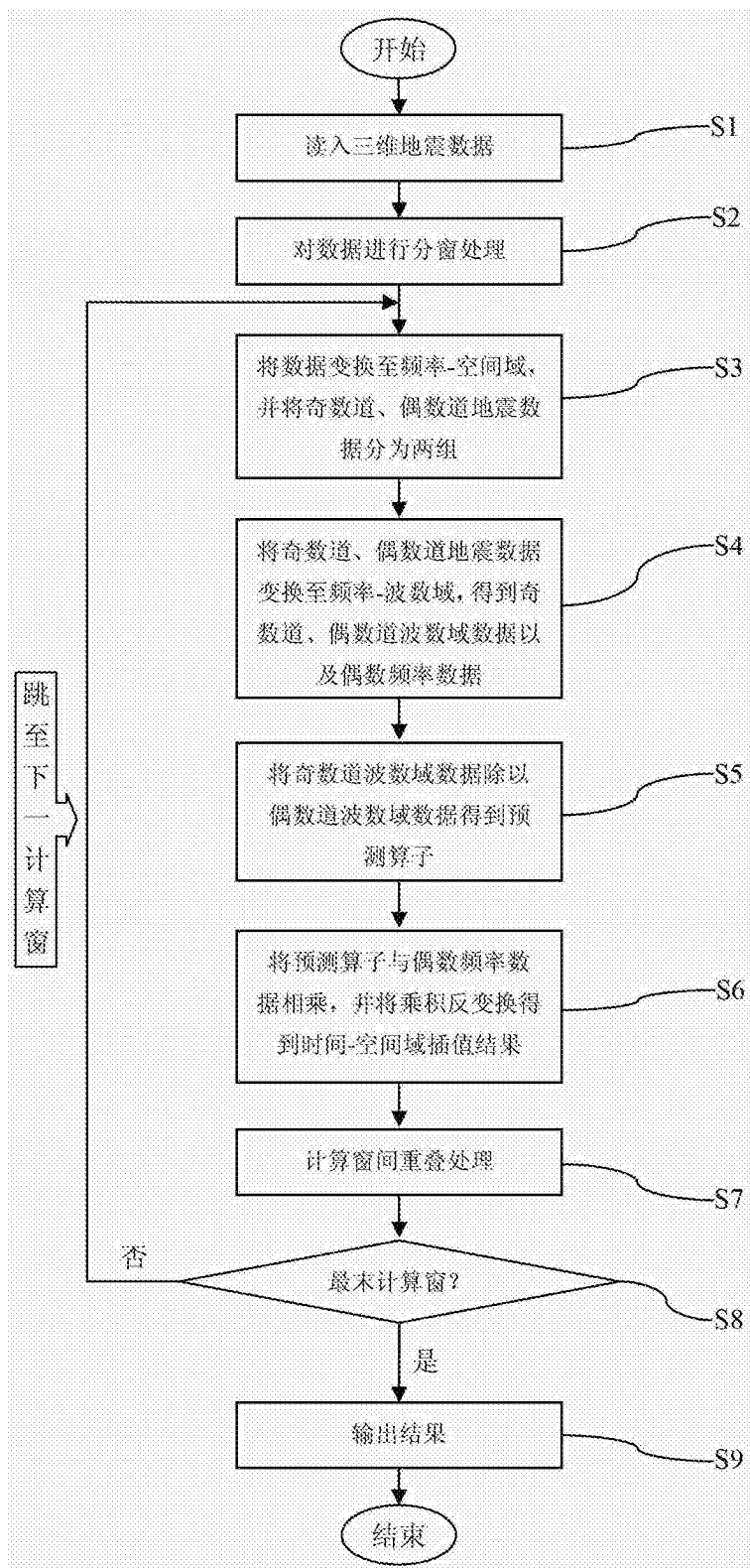


图1

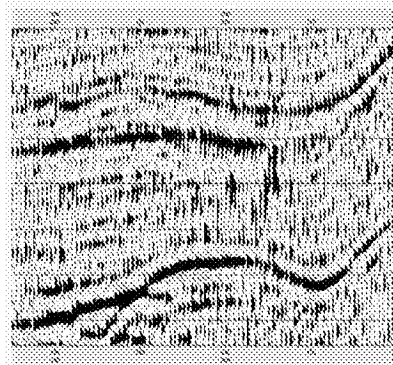


图2

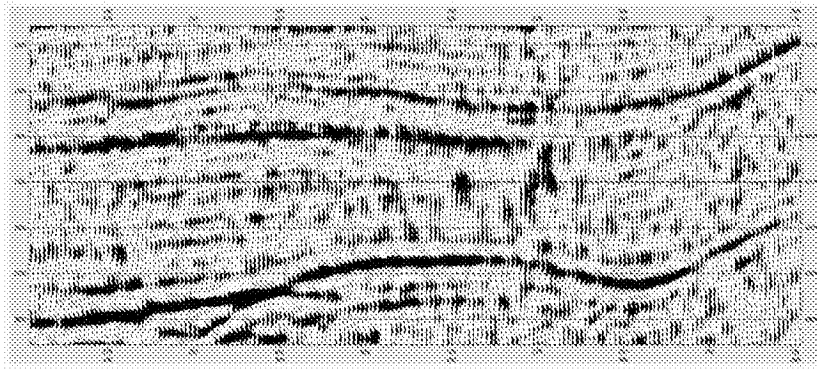


图3

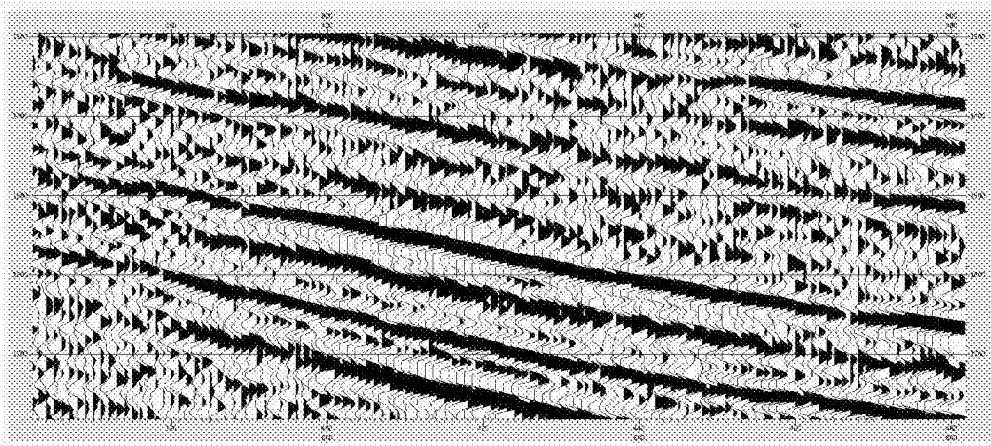


图4

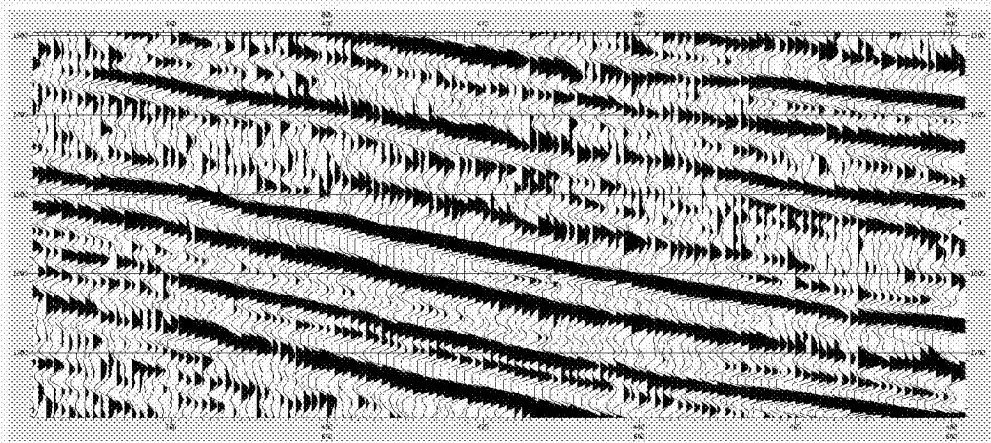


图5