



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104375184 B

(45)授权公告日 2017.04.05

(21)申请号 201310356433.6

(22)申请日 2013.08.15

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104375184 A

(43)申请公布日 2015.02.25

(73)专利权人 中国石油天然气集团公司

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 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 吴贵明 张永明

(51)Int.Cl.

G01V 1/36(2006.01)

(56)对比文件

CN 102819043 A, 2012.12.12,

CN 101598812 A, 2009.12.09,

CN 102841380 A, 2012.12.26,

CN 102998706 A, 2013.03.27,

US 2012/0245851 A1, 2012.09.27,

苏贵士等. 频率空间(三维)F-XYZ域预测去噪技术.《石油地球物理勘探》.1998,第33卷(第1期),

审查员 陈文爽

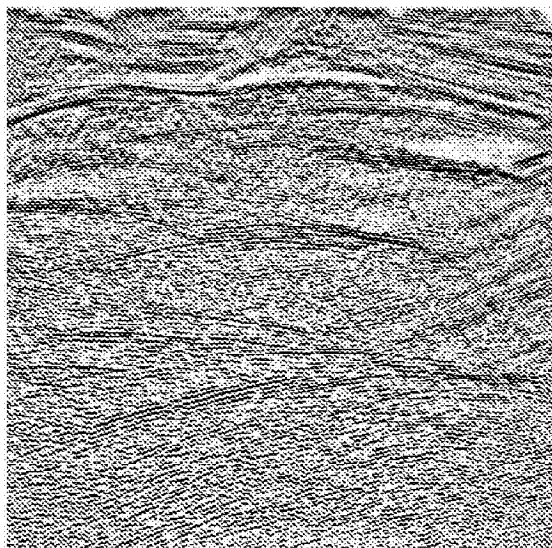
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种高效的地震数据随机噪声衰减方法

(57)摘要

本发明是一种高效的地震数据随机噪声衰减方法,分别给定各方向的预测算子长度,各空间方向计算窗长度和时间窗大小,将数据分成小计算窗,在当前计算窗内沿时间方向做Fourier变换,计算三维预测算子序列,与频率空间域原始数据进行褶积,得到该计算窗随机噪声衰减结果,计算得到权系数,加权得到该计算窗随机噪声衰减加权结果,对当前窗以及前一计算窗进行均值处理,做反变换,得到当前计算窗时间-空间域随机噪声衰减结果,循环直至最末计算窗结束。本发明保持了现有技术去噪效果的显著性,比现有技术效率提升60%以上。



1. 一种高效的地震数据随机噪声衰减方法,特点是采用以下步骤实现:

- 1) 采集三维叠前地震数据;
- 2) 根据地震数据空间各方向反射波复杂程度的不同,分别给定各方向的预测算子长度,根据预测算子长度给定各空间方向计算窗长度,并给定时间窗大小;
- 3) 根据各方向计算窗大小将数据分成小计算窗;
- 4) 在当前计算窗内沿时间方向做Fourier变换得到频率空间域原始数据 $\{s_{i,j,k,f}\}$, 其中 i, j, k 分别表示X、Y、O三个空间方向, f 表示频率;
- 5) 用下式计算三维预测算子序列 $\{x_{l,m,n}\}$:

$$\sum_{l,m,n} \left(\sum_{i,j,k} s_{i-l,j-m,k-n,f} \cdot \bar{s}_{i-p,j-q,k-r,f} \right) x_{l,m,n} = \sum_{i,j,k} s_{i,j,k,f} \cdot \bar{s}_{i-p,j-q,k-r,f}$$

其中, $l, m, n; p, q, r$ 为自然数, 变化范围分别为 $1, \dots, LX; 1, \dots, LY; 1, \dots, LO; LX, LY, LO$ 分别是X、Y、O方向预测算子长度;

6) 利用预测算子序列 $\{x_{l,m,n}\}$ 与频率空间域原始数据 $\{s_{i,j,k,f}\}$ 进行褶积, 得到该计算窗随机噪声衰减结果 $\{s^0_{i,j,k,f}\}$;

7) 利用下式计算得到权系数 θ_f :

$$\theta_f = \sqrt{\sum_{i,j,k} |s_{i,j,k,f}|^2 / \sum_{i,j,k} |s^0_{i,j,k,f}|^2}$$

8) 将计算窗随机噪声衰减结果 $\{s^0_{i,j,k,f}\}$ 进行加权得到该计算窗随机噪声衰减加权结果 $\theta_f \cdot s^0_{i,j,k,f}$;

- 9) 对当前窗以及前一计算窗进行均值处理, 或者线性插值;
- 10) 在该窗内做反Fourier变换, 得到当前计算窗时间-空间域随机噪声衰减结果;
- 11) 当前计算窗如果是最末计算窗则完成随机噪声衰减; 如不是最末计算窗则跳至下一计算窗, 并返回步骤4) 循环, 直至最末计算窗结束。

2. 根据权利要求1的方法, 特点是步骤2) 所述的预测算子长度如果某方向反射波较复杂, 则可适当增加这个方向预测算子长度; 如果某方向反射波较平缓, 则可以适当减少该方向预测算子长度。

3. 根据权利要求1的方法, 特点是步骤2) 所述的预测算子长度为5—8。

4. 根据权利要求1的方法, 特点是步骤2) 所述的给定各空间方向计算窗长度选取各空间预测算子长度的四倍加一。

5. 根据权利要求1的方法, 特点是步骤2) 时间窗为500毫秒一个计算时间窗。

一种高效的地震数据随机噪声衰减方法

技术领域

[0001] 本发明涉及地球物理勘探地震数据处理技术范畴,是一种高效的地震数据随机噪声衰减方法。

背景技术

[0002] 地震数据在采集过程中,不可避免的受到各种噪声的干扰,致使有效信号失真,提高地震数据的信噪比是地震勘探中一项重要而基础的工作。频率-空间域预测随机噪声衰减技术是压制三维叠前地震数据随机噪声的一种行之有效的处理方法,对于提高地震数据的信噪比有着显著的效果。但是,现有的方法计算量巨大,处理效率低下,处理周期很长,严重限制了该技术在石油物探实际生产中的推广应用。

[0003] 现有频率-空间域预测随机噪声衰减技术的一大弊端是对地震资料各方向做一致处理。众所周知,三维叠前地震资料是各向异性的,空间各方向反射波复杂程度不同,各方向间可能存在巨大差异。现有技术忽视了三维叠前地震资料的这一重要特征,没有对不同方向区分处理,在某些空间方向计算量浪费严重,导致这一随机噪声衰减技术难以推广。与此同时,由于各方向一致处理的限制,现有技术难以处理空间分布不均的地震数据,例如宽线数据等。

发明内容

[0004] 本发明目地在于提供一种提高地震数据信噪比、提升处理效率、节约处理成本的一种高效的地震数据随机噪声衰减方法。

[0005] 本发明采用以下步骤实现:

[0006] 1) 采集三维叠前地震数据;

[0007] 2) 根据地震数据空间各方向反射波复杂程度的不同,分别给定各方向的预测算子长度,根据预测算子长度给定各空间方向计算窗长度,并给定时间窗大小;

[0008] 所述的预测算子长度如果某方向反射波较复杂,则可适当增加这个方向预测算子长度;如果某方向反射波较平缓,则可以适当减少该方向预测算子长度。

[0009] 所述的预测算子长度为5—8。

[0010] 所述的给定各空间方向计算窗长度选取各空间预测算子长度的四倍加一。

[0011] 时间窗为500毫秒一个计算时间窗。

[0012] 3) 根据各方向计算窗大小将数据分成小计算窗;

[0013] 4) 在当前计算窗内沿时间方向做Fourier变换得到频率空间域原始数据

[0014] $\{s_{i,j,k};f\}$, 其中*i*, *j*, *k*分别表示X、Y、O三个空间方向, *f*表示频率;

[0015] 5) 用下式计算三维预测算子序列 $\{x_{l,m,n}\}$:

$$[0016] \quad \sum_{l,m,n} \left(\sum_{i,j,k} s_{i-j-m,k-n,f} \cdot \bar{s}_{i-p,j-q,k-r,f} \right) x_{l,m,n} = \sum_{i,j,k} s_{i,j,k};f \cdot \bar{s}_{i-p,j-q,k-r,f}$$

[0017] 其中, *l*, *m*, *n*; *p*, *q*, *r* 为自然数, 变化范围分别为 $1, \dots, LX$; $1, \dots, LY$; $1, \dots, LO$;

[0018] LX、LY、L0分别是X、Y、0方向预测算子长度；

[0019] 6) 利用预测算子序列 $\{x_{l,m,n}\}$ 与频率空间域原始数据 $\{s_{i,j,k,f}\}$ 进行褶积, 得到该计算窗随机噪声衰减结果 $\{s^0_{i,j,k,f}\}$;

[0020] 7) 利用下式计算得到权系数 θ_f :

$$[0021] \quad \theta_f = \sqrt{\sum_{i,j,k} |s_{i,j,k,f}|^2 / \sum_{i,j,k} |s^0_{i,j,k,f}|^2}$$

[0022] 8) 将计算窗随机噪声衰减结果 $\{s^0_{i,j,k,f}\}$ 进行加权得到该计算窗随机噪声衰减加权结果 $\theta_f \cdot s^0_{i,j,k,f}$;

[0023] 9) 对当前窗以及前一计算窗进行均值处理, 或者线性插值;

[0024] 10) 在该窗内做反Fourier变换, 得到当前计算窗时间-空间域随机噪声衰减结果;

[0025] 11) 当前计算窗如果是最末计算窗则完成随机噪声衰减; 如不是最末计算窗则跳至下一计算窗, 并返回步骤4) 循环, 直至最末计算窗结束。

[0026] 本发明保持了现有技术去噪效果的显著性, 本发明与现有技术处理该实验数据对比现有效率提升是十分明显的, 实验数据效率提升60%以上。

附图说明

[0027] 图1: 本发明处理流程图;

[0028] 图2: 本发明实验例某地区地震数据叠加剖面 (818线);

[0029] 图3: 本发明对实验例数据去噪后的叠加剖面 (818线);

[0030] 图4: 现有技术对实验例数据去噪后的叠加剖面 (818线)。

具体实施方式

[0031] 以下结合附图和实例详细说明本发明。

[0032] 本发明按如下步骤实施:

[0033] 1) 根据图1, 步骤S1, 采集三维叠前地震数据;

[0034] 2) 步骤S2, 根据地震数据空间各方向反射波复杂程度的不同, 分别输入各方向的预测算子长度; 在此基础之上给定空间计算窗的大小; 并给定时间窗的大小;

[0035] 3) 步骤S3, 根据各方向计算窗大小将数据分成小计算窗;

[0036] 4) 步骤S4, 在当前计算窗内沿时间方向做Fourier变换, 得到频率空间域原始数据 $\{s_{i,j,k,f}\}$, 其中 i, j, k 分别表示三个空间方向, f 表示频率;

[0037] 5) 步骤S5, 用下式计算三维预测算子序列 $\{x_{l,m,n}\}$:

[0038]

$$\sum_{l,m,n} \left(\sum_{i,j,k} s_{l-i,j-m,k-n,f} \cdot \bar{s}_{l-p,j-q,k-r,f} \right) x_{l,m,n} = \sum_{i,j,k} s_{i,j,k,f} \cdot \bar{s}_{l-p,j-q,k-r,f} \quad (1)$$

[0039] 其中, $l, m, n; p, q, r$ 为自然数, 变化范围分别为 $1, \dots, LX; 1, \dots, LY; 1, \dots, L0$; LX、LY、L0分别是X、Y、0方向预测算子长度;

[0040] 6) 步骤S6, 利用预测算子序列 $\{x_{l,m,n}\}$ 与频率空间域原始数据 $\{s_{i,j,k:f}\}$ 进行褶积, 得到该计算窗随机噪声衰减结果 $\{s^0_{i,j,k:f}\}$;

[0041] 7) 步骤S7, 利用下式计算得到权系数 θ_f :

$$\theta_f = \sqrt{\sum_{i,j,k} |s_{i,j,k:f}|^2 / \sum_{i,j,k} |s^0_{i,j,k:f}|^2} \quad (2)$$

[0043] 8) 步骤S8, 将该计算窗随机噪声衰减结果 $\{s^0_{i,j,k:f}\}$ 进行加权得到该计算窗随机噪声衰减加权结果 $\theta_f \cdot s^0_{i,j,k:f}$;

[0044] 9) 步骤S9, 对当前窗以及前一计算窗进行均值处理, 或者线性插值;

[0045] 10) 步骤S10, 在该窗内做反Fourier变换, 得到当前计算窗时间-空间域随机噪声衰减结果;

[0046] 11) 步骤S11, 当前计算窗如果是最末计算窗则进入步骤S12输出结果, 完成随机噪声衰减; 如不是最末计算窗则跳至下一计算窗, 并返回步骤S4循环, 直至最末计算窗结束。

[0047] 通过图2、图3、图4的对比可以看出, 本发明保持了现有技术去噪效果的显著性; 下表为本发明与现有技术处理该实验数据所需时间对比, 说明本发明对比现有技术效率提升是十分明显的, 实验数据效率提升60%以上。

[0048] 实验数据所需时间对比表

[0049]	单位: 秒	现有技术	本发明
	计算时间	149700 秒	55627 秒
表 1: 计算时间对比			

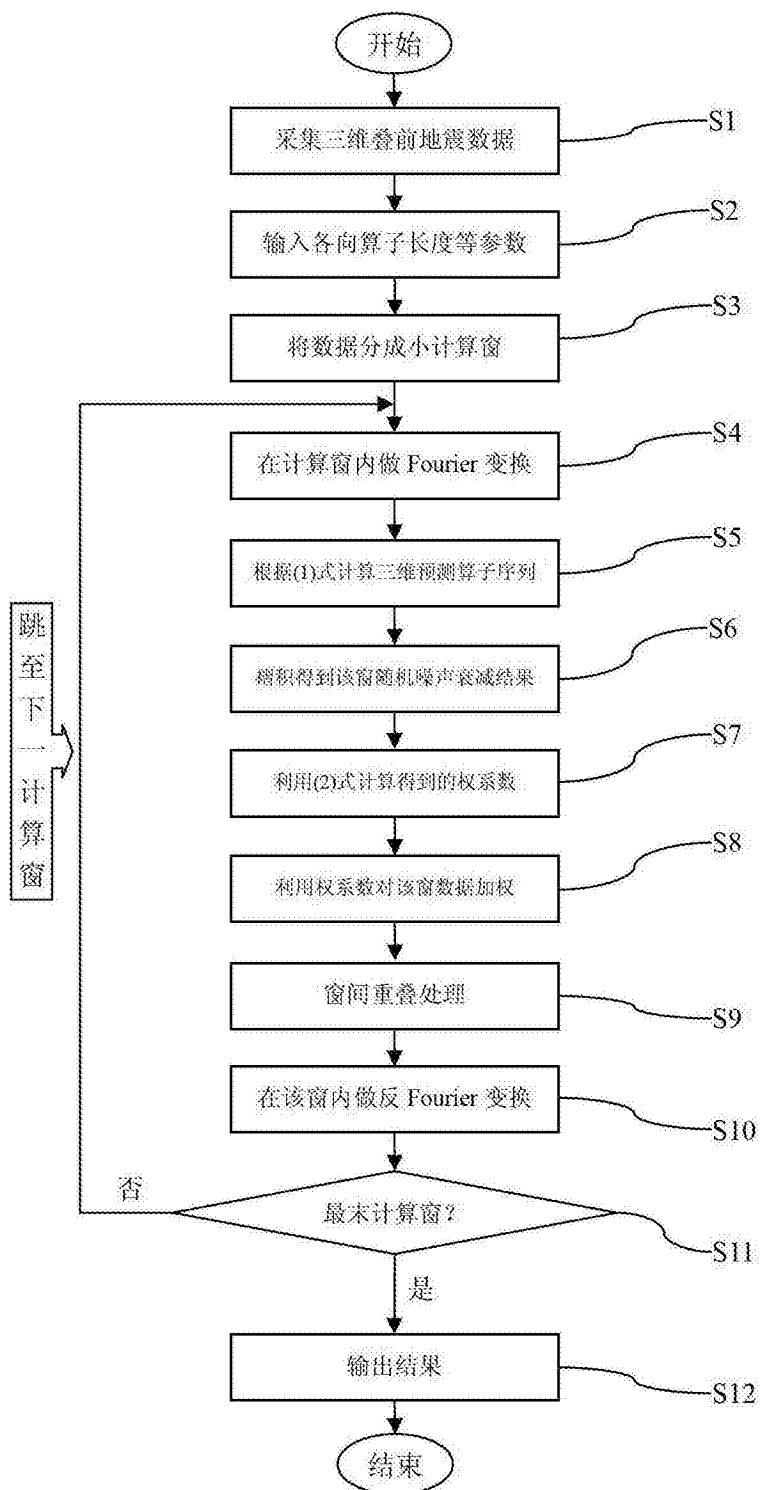


图1

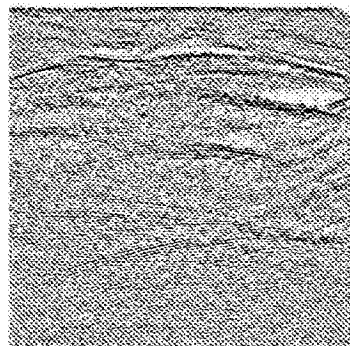


图2

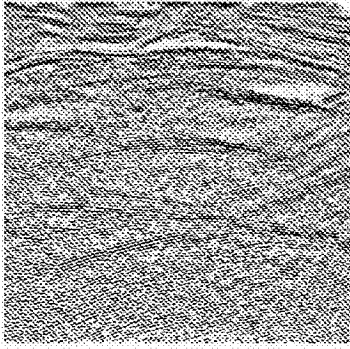


图3

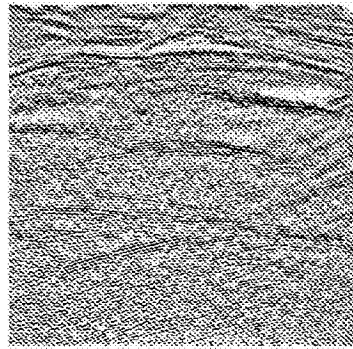


图4