



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107861151 B

(45)授权公告日 2019.08.06

(21)申请号 201711384321.6

(22)申请日 2017.12.20

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107861151 A

(43)申请公布日 2018.03.30

(73)专利权人 吉林大学

地址 130000 吉林省长春市前进大街2699号

(72)发明人 贾继伟 邝昊鹏 孟祥龙 兰傲  
王秀丽 杜蒙(74)专利代理机构 长春市盈创中成知识产权代  
理事务所(普通合伙) 22215  
代理人 季建文

(51)Int.Cl.

G01V 1/28(2006.01)

(56)对比文件

CN 104199087 A,2014.12.10,

CN 202141817 U,2012.02.08,

WO 2016193825 A1,2016.12.08,

李颖灿.“海洋地震检波器深度控制锁故障  
检测器”.《物探装备》.2012,第22卷(第4期),

审查员 夏培

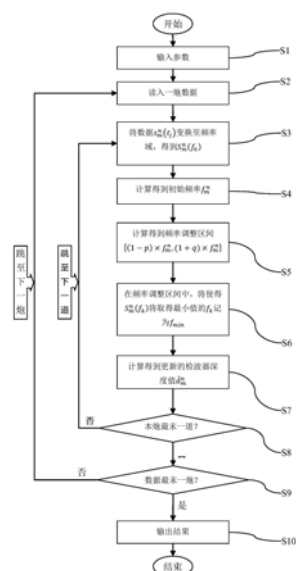
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

一种数据驱动的海上地震勘探检波器深度  
值检测方法

(57)摘要

本发明公开了一种数据驱动的海上地震勘探检波器深度值检测方法,涉及地球物理领域,包括参数输入、数据读取、傅里叶变换得到频率域数据、计算初始频率及频率调整区间、计算更新的检波器深度值、判断地震数据处理的完整性等步骤,本发明以采集得到的地震数据为驱动,利用检波器深度值与频率之间的对应关系,通过技术处理手段最大程度还原真实检波器深度值。



1. 一种数据驱动的海上地震勘探检波器深度值检测方法,其特征在于,具体如下:

设三维炮集地震数据表示为 $s_m^n(t_j)$ ,  $n = 1, 2, \dots, N$ ;  $m = 1, 2, \dots, M$ ;  $j = 1, 2, \dots, J$ , 由N炮组成,每炮包含M道地震数据,时间方向上每道地震数据包含J个采样点,将深度仪记录的每道地震数据的原始检波器深度值记为 $d_m^n$ ;

(1) 输入参数 $p, q$ 以及声波在海水中的传播速度,记为 $v_w$ 米/秒,要求 $0 < p < 1, 0 < q < 1$ ;

(2) 读取一炮地震数据,设为第n炮地震数据;

(3) 对第n炮、第m道地震数据 $s_m^n(t_j)$ 沿时间方向进行傅里叶变换,得到频率域数据:

$$S_m^n(f_k) = \sum_{j=1}^{j=J} s_m^n(t_j) \cdot e^{-i \frac{2\pi}{J} f_k}$$

这里 $i = \sqrt{-1}$ 表示虚数单位;

(4) 利用检波器深度值与频率的对应关系,计算得到初始频率:

$$f_m^n = v_w \div (2 \times d_m^n);$$

(5) 利用给定参数计算得到频率调整区间,记为:

$$[(1-p) \times f_m^n, (1+q) \times f_m^n];$$

(6) 比较第五步得到的频率调整区间中所有 $f_k$ 对应的 $S_m^n(f_k)$ 的值,将取得 $S_m^n(f_k)$ 最小值的 $f_k$ 记为 $f_{\min}$ ;

(7) 利用频率与检波器深度值的反对应关系,计算得到更新的检波器深度值:

$$\tilde{d}_m^n = v_w \div (2 \times f_{\min});$$

(8) 判断当前道是否为当前炮的最后一道地震数据,如果不是,则跳转至当前炮、第m+1道地震数据 $s_{m+1}^n(t_j)$ ,返回第三步循环;如果是,则当前炮处理已经完成,转至下一步;

(9) 判断当前炮是否为最后一炮,如果不是,则跳转至下一炮地震数据,并返回第二步循环;如果是,则已经完成全部数据处理,检波器深度值检测结束。

## 一种数据驱动的海上地震勘探检波器深度值检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及地球物理技术领域,具体涉及一种数据驱动的海上地震勘探检波器深度值检测方法。

### 背景技术

[0002] 海上地震勘探检波器的深度值是地震信号处理过程中十分重要的参数,该深度值直接决定了很多地震数据处理过程结果的优劣,特别是鬼波消除处理过程,鬼波消除处理过程高度依赖检波器的深度值。

[0003] 实际生产过程中,海上地震勘探检波器深度值都依赖于检波器上深度仪记录的深度值,但是由于海浪、潮汐、鱼群等天气、自然因素,深度仪记录的深度值往往存在很大误差,现有技术基本都是通过提高深度仪精度,记录潮汐规律等手段来修正检波器深度值的误差,由于这些手段都是间接的、辅助的,并没有直接利用采集得到的地震数据,所以修正效果有限。

### 发明内容

[0004] 本发明所要解决的问题是提供一种计算高效、处理成本低且效果好的数据驱动的海上地震勘探检波器深度值检测方法。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采取的技术方案为:所提供的一种数据驱动的海上地震勘探检波器深度值检测方法,具体如下:

[0006] 设三维炮集地震数据表示为 $s_m^n(t_j)$ , $n=1,2,\dots,N$ ;  $m=1,2,\dots,M$ ;  $j=1,2,\dots,J$ ,由N炮组成,每炮包含M道地震数据,时间方向上每道地震数据包含J个采样点,将深度仪记录的每道地震数据的原始检波器深度值记为 $d_m^n$ ;

[0007] (1) 输入参数 $p, q$ 以及声波在海水中的传播速度,记为 $v_w$ 米/秒,要求 $0 < p < 1, 0 < q < 1$ ;

[0008] (2) 读取一炮地震数据,设为第 $n$ 炮地震数据;

[0009] (3) 对第 $n$ 炮、第 $m$ 道地震数据 $s_m^n(t_j)$ 沿时间方向进行傅里叶变换,得到频率域数据:

$$[0010] \quad S_m^n(f_k) = \sum_{j=1}^{j=J} s_m^n(t_j) \cdot e^{-i \frac{2\pi}{J} f_k}$$

[0011] 这里 $i = \sqrt{-1}$ 表示虚数单位;

[0012] (4) 利用检波器深度值与频率的对应关系,计算得到初始频率:

$$[0013] \quad f_m^n = v_w \div (2 \times d_m^n);$$

[0014] (5) 利用给定参数计算得到频率调整区间,记为:

$$[0015] \quad [(1-p) \times f_m^n, (1+q) \times f_m^n];$$

[0016] (6) 比较第五步得到的频率调整区间中所有 $f_k$ 对应的 $S_m^n(f_k)$ 的值,将取得 $S_m^n(f_k)$

最小值的 $f_k$ 记为 $f_{\min}$ ;

[0017] (7) 利用频率与检波器深度值的反对应关系, 计算得到更新的检波器深度值:

[0018]  $\tilde{d}_m^n = v_w \div (2 \times f_{\min})$ ;

[0019] (8) 判断当前道是否为当前炮的最后一道地震数据, 如果不是, 则跳转至当前炮、第 $m+1$ 道地震数据 $s_{m+1}^n(t_j)$ , 返回第三步循环; 如果是, 则当前炮处理已经完成, 转至下一步;

[0020] (9) 判断当前炮是否为最后一炮, 如果不是, 则跳转至下一炮地震数据, 并返回第二步循环; 如果是, 则已经完成全部数据处理, 检波器深度值检测结束。

[0021] 优选的, 所述 $N$ 和 $M$ 均为正整数。

[0022] 本发明的有益效果:

[0023] (1) 本发明以采集得到的地震数据为驱动, 利用检波器深度值与频率之间的对应关系, 通过技术处理手段最大程度还原真实检波器深度值。

[0024] (2) 本发明从原始采集得到的炮集地震数据出发, 仅通过离散傅里叶变换等一系列计算就能够检测得到更准确的检波器深度值, 具有计算效率高, 处理成本低的特点。

[0025] (3) 通过鬼波消除处理过程检验 (见图2、图3) 可以看出, 利用更新后的检波器深度值进行鬼波消除处理的效果明显优于更新前, 这一对比清晰的展示了本发明的有效性

## 附图说明

[0026] 图1为本发明的方法流程图。

[0027] 图2、图3为利用深度仪记录的检波器深度值和本发明检测得到的检波器深度值进行鬼波消除处理得到的结果对比图。

## 具体实施方式

[0028] 为了加深对本发明的理解, 下面将结合实施例对本发明作进一步详述, 该实施例仅用于解释本发明, 并不构成对本发明保护范围的限定。

[0029] 实施例1

[0030] 如图1所示, 一种数据驱动的海上地震勘探检波器深度值检测方法, 具体如下:

[0031] 设三维炮集地震数据表示为 $s_m^n(t_j)$ ,  $n=1, 2, \dots, N$ ;  $m=1, 2, \dots, M$ ;  $j=1, 2, \dots, J$ , 由 $N$ 炮组成, 每炮包含 $M$ 道地震数据, 时间方向上每道地震数据包含 $J$ 个采样点, 将深度仪记录的每道地震数据的原始检波器深度值记为 $d_m^n$ ;

[0032] (1) 输入参数 $p, q$ 以及声波在海水中的传播速度, 记为 $v_w$ 米/秒, 要求 $0 < p < 1, 0 < q < 1$ ;

[0033] (2) 读取一炮地震数据, 设为第 $n$ 炮地震数据;

[0034] (3) 对第 $n$ 炮、第 $m$ 道地震数据 $s_m^n(t_j)$ 沿时间方向进行傅里叶变换, 得到频率域数据:

[0035] 
$$S_m^n(f_k) = \sum_{j=1}^{j=J} s_m^n(t_j) \cdot e^{-i \frac{2\pi}{T} f_k}$$

[0036] 这里 $i = \sqrt{-1}$ 表示虚数单位;

[0037] (4) 利用检波器深度值与频率的对应关系, 计算得到初始频率:

[0038]  $f_m^n = v_w \div (2 \times d_m^n)$ ;

[0039] (5) 利用给定参数计算得到频率调整区间, 记为:

[0040]  $[(1-p) \times f_m^n, (1+q) \times f_m^n]$ ;

[0041] (6) 比较第五步得到的频率调整区间中所有  $f_k$  对应的  $S_m^n(f_k)$  的值, 将取得  $S_m^n(f_k)$  最小值的  $f_k$  记为  $f_{\min}$ ;

[0042] (7) 利用频率与检波器深度值的反对应关系, 计算得到更新的检波器深度值:

[0043]  $\tilde{d}_m^n = v_w \div (2 \times f_{\min})$ ;

[0044] (8) 判断当前道是否为当前炮的最后一道地震数据, 如果不是, 则跳转至当前炮、第  $m+1$  道地震数据  $s_{m+1}^n(t_j)$ , 返回第三步循环; 如果是, 则当前炮处理已经完成, 转至下一步;

[0045] (9) 判断当前炮是否为最后一炮, 如果不是, 则跳转至下一炮地震数据, 并返回第二步循环; 如果是, 则已经完成全部数据处理, 检波器深度值检测结束。

[0046] 在本实施例中, 所述  $N$  和  $M$  均为正整数。

[0047] 图2出示了测试数据I, 分别利用深度仪记录的检波器深度值(上图)和本发明检测得到的检波器深度值(下图)进行鬼波消除处理得到的结果。

[0048] 图3出示了测试数据II, 分别利用深度仪记录的检波器深度值(上图)和本发明检测得到的检波器深度值(下图)进行鬼波消除处理得到的结果

[0049] 显然本发明具体实现并不受上述方式的限制, 只要采用了本发明的方法构思和技术方案进行的各种非实质性的改进, 或未经改进将本发明的构思和技术方案直接应用于其它场合的, 均在本发明的保护范围之内。

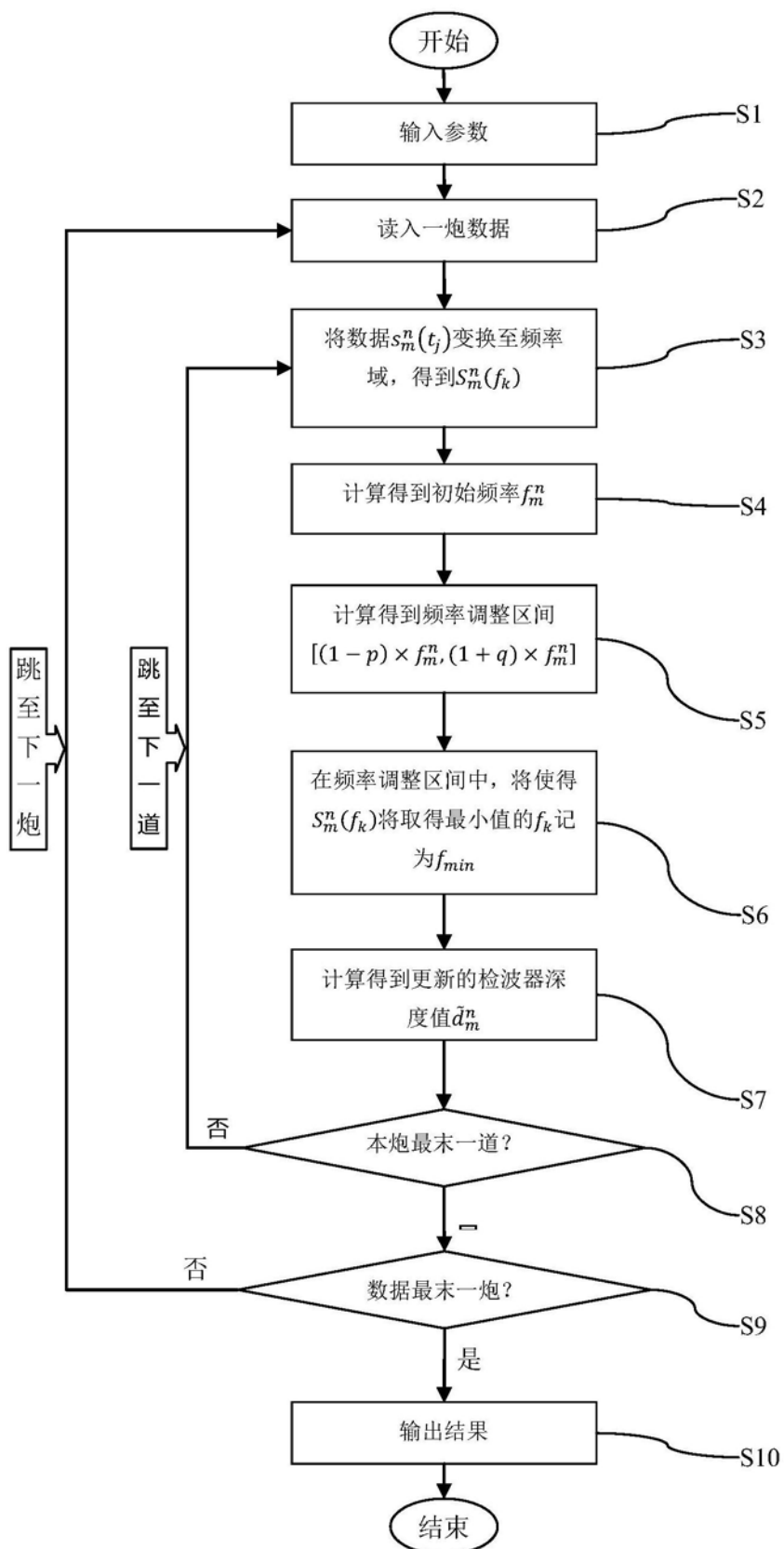


图1

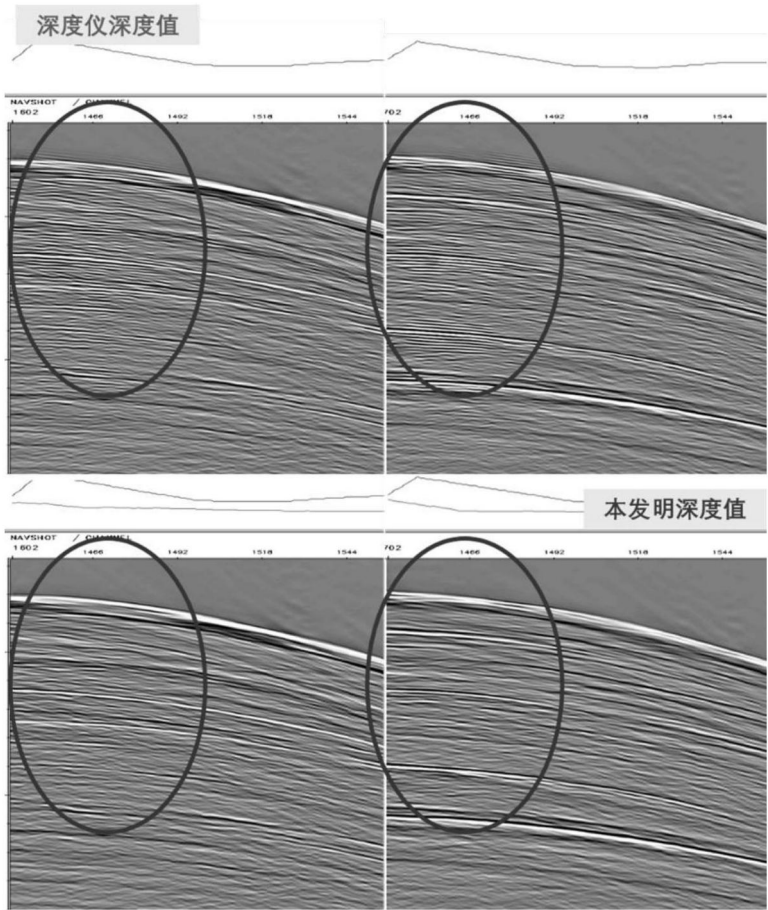


图2

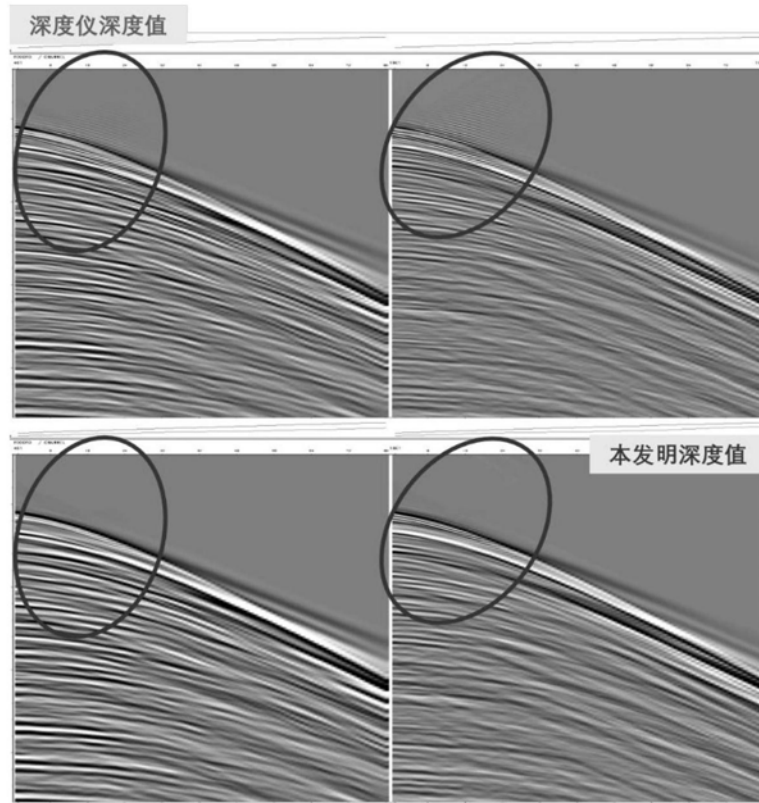


图3