



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105204065 B

(45)授权公告日 2017. 10. 17

(21)申请号 201510649394.8

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.10.09

G01V 1/28(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 苏昊月

申请公布号 CN 105204065 A

(43)申请公布日 2015.12.30

(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

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 许银坡 杨海申 邹雪峰 唐东磊

何永清 徐丽军

(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 党晓林

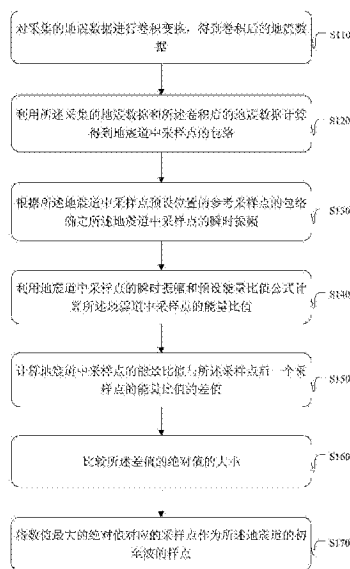
权利要求书3页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

一种拾取初至波的方法和装置

(57)摘要

本申请实施例提供一种拾取初至波的方法和装置。该方法包括对采集的地震数据进行卷积变换,得到卷积后的地震数据;利用所述采集的地震数据和所述卷积后的地震数据计算得到地震道中采样点的包络;根据所述地震道中采样点预设位置的参考采样点的包络确定所述地震道中采样点的瞬时振幅;利用地震道中采样点的瞬时振幅和预设能量比值公式计算所述地震道中采样点的能量比值;计算地震道中采样点的能量比值与所述采样点后一个采样点的能量比值的差值;比较所述差值的绝对值的大小;将数值最大的绝对值对应的采样点作为地震道的初至波的样点。利用本申请实施例提供的技术方案可以大大提高拾取初至波的准确率。



1. 一种拾取初至波的方法,其特征在于,所述方法包括:

对采集的地震数据进行卷积变换,得到卷积后的地震数据;

利用所述采集的地震数据和所述卷积后的地震数据计算得到地震道中采样点的包络;

根据所述地震道中采样点预设位置的参考采样点的包络确定所述地震道中采样点的瞬时振幅;

利用地震道中采样点的瞬时振幅和预设能量比值公式计算所述地震道中采样点的能量比值;

计算地震道中采样点的能量比值与所述采样点后一个采样点的能量比值的差值;

比较所述差值的绝对值的大小;

将数值最大的绝对值对应的采样点作为所述地震道的初至波的样点;

其中,所述预设能量比值公式如下:

$$R_g = \left( \frac{\sum_{r=g}^{g+W-1} H_r^2}{\sum_{r=g-W+1}^g H_r^2} \right)^2 \times \frac{H_g}{g}$$

上式中, $R_g$ 代表所述地震道中第 $g$ 个采样点的能量比值; $1 \leq g \leq n$ , $g \geq W$ , $n$ 代表所述地震道的采样点数量; $H_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的瞬时振幅; $H_g$ 代表第一采样点的瞬时振幅; $W$ 代表时窗采样点数量,为正整数。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述利用所述采集的地震数据和所述卷积后的地震数据计算得到地震道中采样点的包络的计算公式如下:

$$E_r = \sqrt{\tilde{x}_r^2 + x_r^2}$$

上式中, $E_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的包络; $1 \leq r \leq n$ , $n$ 代表所述地震道的采样点数量; $x_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的地震数据; $\tilde{x}_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的卷积后的地震数据。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述地震道中采样点预设位置的参考采样点的包络确定所述地震道中采样点的瞬时振幅包括:

获取所述地震道的时窗采样点数量,将所述时窗采样点数量作为预设数量;

利用所述地震道中第一采样点前的预设数量的采样点的包络计算得到所述第一采样点的能量均值和所述第一采样点的能量标准方差;

利用所述第一采样点的能量均值和所述第一采样点的能量标准方差计算得到所述地震道中采样点的瞬时振幅。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述利用所述地震道中第一采样点前的预设数量的采样点的包络计算得到所述第一采样点的能量均值和所述第一采样点的能量标准方差的计算公式如下:

$$A_g = \frac{\sum_{r=g-W+1}^g E_r}{W}$$

上式中,  $A_g$ 代表所述第一采样点的能量均值;  $1 \leq g \leq n, g \geq W$ ,  $g$ 代表所述第一采样点的点号,  $n$ 代表所述地震道的采样点数量;  $E_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的包络;  $W$ 代表时窗采样点数量, 为正整数;

$$D_g = \sqrt{\frac{\sum_{r=g-W+1}^g (E_r - A_g)^2}{W}}$$

上式中,  $D_g$ 代表所述第一采样点的能量标准方差;  $E_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的包络;  $W$ 代表时窗采样点数量, 为正整数;  $A_g$ 代表所述第一采样点的能量均值。

5. 根据权利要求3所述的方法, 其特征在于, 所述利用所述第一采样点的能量均值和所述第一采样点的能量标准方差计算得到所述地震道中采样点的瞬时振幅的计算公式如下:

$$H_g = \sqrt{A_g^2 + D_g^2}$$

上式中,  $H_g$ 代表所述第一采样点的瞬时振幅;  $A_g$ 代表所述第一采样点的能量均值;  $D_g$ 代表所述第一采样点的能量标准方差。

6. 一种拾取初至波的装置, 其特征在于, 所述装置包括:

卷积变换模块, 用于对采集的地震数据进行卷积变换, 得到卷积后的地震数据;

第一计算模块, 用于利用所述采集的地震数据和所述卷积后的地震数据计算得到地震道中采样点的包络;

确定模块, 用于根据所述地震道中采样点预设位置的参考采样点的包络确定所述地震道中采样点的瞬时振幅;

第二计算模块, 用于利用地震道中采样点的瞬时振幅和预设能量比值公式计算所述地震道中采样点的能量比值;

第三计算模块, 用于计算地震道中采样点的能量比值与所述采样点后一个采样点的能量比值的差值;

比较模块, 用于比较所述差值的绝对值的大小;

数据处理模块, 用于将数值最大的绝对值对应的采样点作为所述地震道的初至波的样点;

其中, 所述预设能量比值公式如下:

$$R_g = \left( \frac{\sum_{r=g}^{g+W-1} H_r^2}{\sum_{r=g-W+1}^g H_r^2} \right)^2 \times \frac{H_g}{g}$$

上式中,  $R_g$ 代表所述地震道中第 $g$ 个采样点的能量比值;  $1 \leq g \leq n, g \geq W$ ,  $n$ 代表所述地震道的采样点数量;  $H_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的瞬时振幅;  $H_g$ 代表第一采样点的瞬时振幅;  $W$ 代表时窗采样点数量, 为正整数。

7. 根据权利要求6所述的装置, 其特征在于, 所述第一计算模块的计算公式如下:

$$E_r = \sqrt{\tilde{x}_r^2 + x_r^2}$$

上式中,  $E_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的包络;  $1 \leq r \leq n$ ,  $n$ 代表所述地震道的采样点数量;  $x_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的地震数据;  $\tilde{x}_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的卷

积后的地震数据。

8. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述确定模块包括:

数据获取单元,用于获取所述地震道的时窗采样点数量,将所述时窗采样点数量作为预设数量;

第一计算单元,用于利用所述地震道中第一采样点前的预设数量的采样点的包络计算得到所述第一采样点的能量均值和所述第一采样点的能量标准方差;

第二计算单元,用于利用所述第一采样点的能量均值和所述第一采样点的能量标准方差计算得到所述地震道中采样点的瞬时振幅。

9. 根据权利要求8所述的装置,其特征在于,所述第一计算单元的计算公式如下:

$$A_g = \frac{\sum_{r=g-W+1}^g E_r}{W}$$

上式中, $A_g$ 代表所述第一采样点的能量均值; $1 \leq g \leq n$ , $g \geq W$ , $g$ 代表所述第一采样点的点号, $n$ 代表所述地震道的采样点数量; $E_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的包络; $W$ 代表时窗采样点数量,为正整数;

$$D_g = \sqrt{\frac{\sum_{r=g-W+1}^g (E_r - A_g)^2}{W}}$$

上式中, $D_g$ 代表所述第一采样点的能量标准方差; $E_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的包络; $W$ 代表时窗采样点数量,为正整数; $A_g$ 代表所述第一采样点的能量均值。

10. 根据权利要求8所述的装置,其特征在于,所述第二计算单元的计算公式如下:

$$H_g = \sqrt{A_g^2 + D_g^2}$$

上式中, $H_g$ 代表所述第一采样点的瞬时振幅; $A_g$ 代表所述第一采样点的能量均值; $D_g$ 代表所述第一采样点的能量标准方差。

## 一种拾取初至波的方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及地球物理勘探数据处理技术领域,尤其涉及一种拾取初至波的方法和装置。

### 背景技术

[0002] 地震勘探中的静校正处理技术可以用来解决地震波在近地表介质旅行时间变化影响反射波叠加成像的问题。在静校正处理技术中,初至是地震资料的一个重要属性。在地震资料处理过程中,通常可以利用初至的属性解决地震数据的静校正问题。当地震发生后,由于各种地震波的传播速度不同,传播到观测点的时间也就有先后。地震观测点最先接收到的波就可以称为初至波。

[0003] 现有技术中拾取初至波的方法主要包括边界能量检测的方法拾取初至波。具体的,可以通过对采集的地震数据进行能量检测,将道集中能量高的采样点对应的波作为所述道集的初至波。但近年来随着可控震源的广泛应用,采集的地震数据一般具有大数据量、低信噪比的特点。这就导致现有技术中通过边界能量检测的方法从大数据量、低信噪比的地震数据中拾取初至波时,地震数据本身具有大量能量干扰信息,比如续至波等。从而降低了初至波拾取的准确率。

[0004] 因此,现有技术中亟需一种有效的拾取初至波的方法,从而为后续利用初至波的属性解决地震数据的静校正问题提供有效的依据。

### 发明内容

[0005] 本申请的目的是提供一种拾取初至波的方法和装置,以提高拾取初至波的准确率,为后续利用初至波的属性解决地震数据的静校正问题提供有效的依据。

[0006] 为了实现上述目的,本申请提供了一种拾取初至波的方法,所述方法包括:

[0007] 对采集的地震数据进行卷积变换,得到卷积后的地震数据;

[0008] 利用所述采集的地震数据和所述卷积后的地震数据计算得到地震道中采样点的包络;

[0009] 根据所述地震道中采样点预设位置的参考采样点的包络确定所述地震道中采样点的瞬时振幅;

[0010] 利用地震道中采样点的瞬时振幅和预设能量比值公式计算所述地震道中采样点的能量比值;

[0011] 计算地震道中采样点的能量比值与所述采样点后一个采样点的能量比值的差值;

[0012] 比较所述差值的绝对值的大小;

[0013] 将数值最大的绝对值对应的采样点作为所述地震道的初至波的样点;

[0014] 其中,所述预设能量比值公式如下:

$$[0015] \quad R_g = \left( \frac{\sum_{r=g}^{g+W-1} H_r^2}{\sum_{r=g-W+1}^g H_r^2} \right)^2 \times \frac{H_g}{g}$$

[0016] 上式中,  $R_g$ 代表所述地震道中第 $g$ 个采样点的能量比值;  $1 \leq g \leq n$ ,  $g \geq W$ ,  $n$ 代表所述地震道的采样点数量;  $H_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 采样点的瞬时振幅;  $H_g$ 代表第一采样点的瞬时振幅;  $W$ 代表时窗采样点数量, 为正整数。

[0017] 在一个优选的实施例中, 所述利用所述采集的地震数据和所述卷积后的地震数据计算得到地震道中采样点的包络的计算公式如下:

$$[0018] \quad E_r = \sqrt{\tilde{x}_r^2 + x_r^2}$$

[0019] 上式中,  $E_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的包络;  $1 \leq r \leq n$ ,  $n$ 代表所述地震道的采样点数量;  $x_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的地震数据;  $\tilde{x}_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的卷积后的地震数据。

[0020] 在一个优选的实施例中, 所述根据所述地震道中采样点预设位置的参考采样点的包络确定所述地震道中采样点的瞬时振幅包括:

[0021] 获取所述地震道的时窗采样点数量, 将所述时窗采样点数量作为预设数量;

[0022] 利用所述地震道中第一采样点前的预设数量的采样点的包络计算得到所述第一采样点的能量均值和所述第一采样点的能量标准方差;

[0023] 利用所述第一采样点的能量均值和所述第一采样点的能量标准方差计算得到所述地震道中采样点的瞬时振幅。

[0024] 在一个优选的实施例中, 所述利用所述地震道中第一采样点前的预设数量的采样点的包络计算得到所述第一采样点的能量均值和所述第一采样点的能量标准方差的计算公式如下:

$$[0025] \quad A_g = \frac{\sum_{r=g-W+1}^g E_r}{W}$$

[0026] 上式中,  $A_g$ 代表所述第一采样点的能量均值;  $1 \leq g \leq n$ ,  $g \geq W$ ,  $g$ 代表所述第一采样点的点号,  $n$ 代表所述地震道的采样点数量;  $E_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的包络;  $W$ 代表时窗采样点数量, 为正整数;

$$[0027] \quad D_g = \sqrt{\frac{\sum_{r=g-W+1}^g (E_r - A_g)^2}{W}}$$

[0028] 上式中,  $D_g$ 代表所述第一采样点的能量标准方差;  $E_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的包络;  $W$ 代表时窗采样点数量, 为正整数;  $A_g$ 代表所述第一采样点的能量均值。

[0029] 在一个优选的实施例中, 所述利用所述第一采样点的能量均值和所述第一采样点的能量标准方差计算得到所述地震道中采样点的瞬时振幅的计算公式如下:

$$[0030] \quad H_g = \sqrt{A_g^2 + D_g^2}$$

[0031] 上式中,  $H_g$ 代表所述第一采样点的瞬时振幅;  $A_g$ 代表所述第一采样点的能量均值;

$D_g$ 代表所述第一采样点的能量标准方差。

[0032] 一种拾取初至波的装置,所述装置包括:

[0033] 卷积变换模块,用于对采集的地震数据进行卷积变换,得到卷积后的地震数据;

[0034] 第一计算模块,用于利用所述采集的地震数据和所述卷积后的地震数据计算得到地震道中采样点的包络;

[0035] 确定模块,用于根据所述地震道中采样点预设位置的参考采样点的包络确定所述地震道中采样点的瞬时振幅;

[0036] 第二计算模块,用于利用地震道中采样点的瞬时振幅和预设能量比值公式计算所述地震道中采样点的能量比值;

[0037] 第三计算模块,用于计算地震道中采样点的能量比值与所述采样点后一个采样点的能量比值的差值;

[0038] 比较模块,用于比较所述差值的绝对值的大小;

[0039] 数据处理模块,用于将数值最大的绝对值对应的采样点作为所述地震道的初至波的样点;

[0040] 其中,所述预设能量比值公式如下:

$$[0041] \quad R_g = \left( \frac{\sum_{r=g}^{g+W-1} H_r^2}{\sum_{r=g-W+1}^g H_r^2} \right)^2 \times \frac{H_g}{g}$$

[0042] 上式中, $R_g$ 代表所述地震道中第 $g$ 个采样点的能量比值; $1 \leq g \leq n$ , $g \geq W$ , $n$ 代表所述地震道的采样点数量; $H_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的瞬时振幅; $H_g$ 代表第一采样点的瞬时振幅; $W$ 代表时窗采样点数量,为正整数。

[0043] 在一个优选的实施例中,所述第一计算模块的计算公式如下:

$$[0044] \quad E_r = \sqrt{\tilde{x}_r^2 + x_r^2}$$

[0045] 上式中, $E_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的包络; $1 \leq r \leq n$ , $n$ 代表所述地震道的采样点数量; $x_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的地震数据; $\tilde{x}_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的卷积后的地震数据。

[0046] 在一个优选的实施例中,所述确定模块包括:

[0047] 数据获取单元,用于获取所述地震道的时窗采样点数量,将所述时窗采样点数量作为预设数量;

[0048] 第一计算单元,用于利用所述地震道中第一采样点前的预设数量的采样点的包络计算得到所述第一采样点的能量均值和所述第一采样点的能量标准方差;

[0049] 第二计算单元,用于利用所述第一采样点的能量均值和所述第一采样点的能量标准方差计算得到所述地震道中采样点的瞬时振幅。

[0050] 在一个优选的实施例中,所述第一计算单元的计算公式可以如下:

$$[0051] \quad A_g = \frac{\sum_{r=g-W+1}^g E_r}{W}$$

[0052] 上式中,  $A_g$ 代表所述第一采样点的能量均值;  $1 \leq g \leq n$ ,  $g \geq W$ ,  $g$ 代表所述第一采样点的点号,  $n$ 代表所述地震道的采样点数量;  $E_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的包络;  $W$ 代表时窗采样点数量, 为正整数;

$$[0053] \quad D_g = \sqrt{\frac{\sum_{r=g-W+1}^g (E_r - A_g)^2}{W}}$$

[0054] 上式中,  $D_g$ 代表所述第一采样点的能量标准方差;  $E_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的包络;  $W$ 代表时窗采样点数量, 为正整数;  $A_g$ 代表所述第一采样点的能量均值。

[0055] 在一个优选的实施例中, 所述第二计算单元的计算公式如下:

$$[0056] \quad H_g = \sqrt{A_g^2 + D_g^2}$$

[0057] 上式中,  $H_g$ 代表所述第一采样点的瞬时振幅;  $A_g$ 代表所述第一采样点的能量均值;  $D_g$ 代表所述第一采样点的能量标准方差。

[0058] 由以上本申请实施例提供的技术方案可见, 本申请实施例利用采集的地震数据和卷积后的地震数据可以计算得到地震道中采样点的包络; 然后, 根据所述地震道中采样点预设位置的参考采样点的包络确定所述地震道中采样点的瞬时振幅, 所述瞬时振幅可以消除初至波到达前的随机干扰。并利用所述地震道中采样点的瞬时振幅和可以识别续至波对初至波的干扰的预设能量比值公式计算所述地震道中采样点的能量比值; 计算出所述地震道中采样点的能量比值与所述采样点后一个采样点的能量比值的差值; 比较所述差值的绝对值的大小; 将数值最大的绝对值对应的采样点作为所述地震道的初至波的样点。利用本申请实施例提供的技术方案可以有效识别续至波对初至波的干扰, 准确拾取初至波。与现有技术相比, 可以大大提高拾取初至波的准确率, 为后续利用初至波的属性解决地震数据的静校正问题提供有效的依据。

## 附图说明

[0059] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案, 下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍, 显而易见地, 下面描述中的附图仅仅是本申请中记载的一些实施例, 对于本领域普通技术人员来讲, 在不付出创造性劳动性的前提下, 还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0060] 图1是本申请一种拾取初至波的方法的实施例的流程图;

[0061] 图2是本申请实施例提供的确定地震道中采样点的瞬时振幅过程的流程图;

[0062] 图3是本申请一种拾取初至波的装置的实施例的示意图;

[0063] 图4是本申请实施例提供的确定模块的示意图。

## 具体实施方式

[0064] 为了使本技术领域的人员更好地理解本申请中的技术方案, 下面将结合本申请实施例中的附图, 对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述, 显然, 所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例, 而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例, 本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例, 都应当属于本申请保护



的范围。

[0065] 下面以几个具体的例子详细说明本申请实施例的具体实现。

[0066] 以下首先介绍本申请一种方法的第一实施例。图1是本申请一种拾取初至波的方法的实施例的流程图,虽然下文描述流程包括以特定顺序出现的多个操作,但是应该清楚了解,这些过程可以包括更多或更少的操作,这些操作可以顺序执行或并行执行。结合附图1,该实施例包括:

[0067] S110:对采集的地震数据进行卷积变换,得到卷积后的地震数据。

[0068] 在实际应用中,可以在激发并采集地震数据之后,可以对采集的地震数据进行卷积变换,得到卷积后的地震数据。具体的,所述卷积变换可以包括希尔伯特变换(Hilbert transform)。

[0069] 在一个具体的实施例中,所述采集的地震数据可以包括单炮地震数据。具体的,所述单炮地震数据可以包括24个排列,道集为7680,采样间隔为2ms,每道采样点数为2000的地震数据。

[0070] 此外,本申请实施例中所述卷积变换并不仅限于上述的希尔伯特变换,在实际应用中,还可以包括其他方法,本申请实施例并不以此为限。

[0071] S120:利用所述采集的地震数据和所述卷积后的地震数据计算得到地震道中采样点的包络。

[0072] 在一些实施例中,在步骤S110之后,可以利用所述采集的地震数据和所述卷积后的地震数据计算得到地震道中采样点的包络。具体的,可以包括利用如下计算公式计算得到所述地震道中采样点的包络:

$$[0073] \quad E_r = \sqrt{\tilde{x}_r^2 + x_r^2}$$

[0074] 上式中, $E_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的包络; $1 \leq r \leq n$ , $n$ 代表所述地震道的采样点数量; $x_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的地震数据; $\tilde{x}_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的卷积后的地震数据。

[0075] S130:根据所述地震道中采样点预设位置的参考采样点的包络确定所述地震道中采样点的瞬时振幅。

[0076] 在一些实施例中,在步骤S120之后,可以根据所述地震道中采样点预设位置的参考采样点的包络确定所述地震道中采样点的瞬时振幅。图2是本申请实施例提供的确定地震道中采样点的瞬时振幅过程的流程图。具体的,结合附图2,可以包括:

[0077] S131:获取所述地震道的时窗采样点数量,将所述时窗采样点数量作为预设数量。

[0078] 在一些实施例中,可以获取所述地震道的时窗采样点数量,将所述时窗采样点数量作为预设数量。

[0079] S132:利用所述地震道中第一采样点前的预设数量的采样点的包络计算得到所述第一采样点的能量均值和所述第一采样点的能量标准方差。

[0080] 在一些实施例中,在步骤S131之后,可以利用所述地震道中第一采样点前的预设数量的采样点的包络计算得到所述第一采样点的能量均值和所述第一采样点的能量标准方差。且当所述第一采样点前的采样点数小于所述预设数量时,利用所述地震道中第一采样点前的采样点的包络计算得到所述第一采样点的能量均值和所述第一采样点的能量标

准方差。具体的,所述第一采样点可以包括所述地震道中任意一个采样点。具体的,可以包括利用如下计算公式计算得到所述第一采样点的能量均值:

$$[0081] \quad A_g = \frac{\sum_{r=g-W+1}^g E_r}{W}$$

[0082] 上式中, $A_g$ 代表所述第一采样点的能量均值; $1 \leq g \leq n$ , $g \geq W$ , $g$ 代表所述第一采样点的点号, $n$ 代表所述地震道的采样点数量; $E_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的包络; $W$ 代表时窗采样点数量,为正整数,在一个具体的实施例中,所述时窗采样点数量可以为20。

[0083] 具体的,可以包括利用如下计算公式计算得到所述第一采样点的能量标准方差:

$$[0084] \quad D_g = \sqrt{\frac{\sum_{r=g-W+1}^g (E_r - A_g)^2}{W}}$$

[0085] 上式中, $D_g$ 代表所述第一采样点的能量标准方差; $E_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的包络; $W$ 代表时窗采样点数量,为正整数,在一个具体的实施例中,所述时窗采样点数量可以为20; $A_g$ 代表所述第一采样点的能量均值。

[0086] S133:利用所述第一采样点的能量均值和所述第一采样点的能量标准方差计算得到所述地震道中采样点的瞬时振幅。

[0087] 在一些实施例中,在步骤S132之后,可以利用所述第一采样点的能量均值和所述第一采样点的能量标准方差计算得到所述地震道中采样点的瞬时振幅。具体的,可以包括利用如下计算公式计算得到所述第一采样点的瞬时振幅:

$$[0088] \quad H_g = \sqrt{A_g^2 + D_g^2}$$

[0089] 上式中, $H_g$ 代表所述第一采样点的瞬时振幅; $A_g$ 代表所述第一采样点的能量均值; $D_g$ 代表所述第一采样点的能量标准方差。

[0090] S140:利用地震道中采样点的瞬时振幅和预设能量比值公式计算所述地震道中采样点的能量比值。

[0091] 在一些实施例中,在步骤S130之后,可以利用地震道中采样点的瞬时振幅和预设能量比值公式计算所述地震道中采样点的能量比值。具体的,所述预设能量比值公式如下:

$$[0092] \quad R_g = \left( \frac{\sum_{r=g}^{g+W-1} H_r^2}{\sum_{r=g-W+1}^g H_r^2} \right)^2 \times \frac{H_g}{g}$$

[0093] 上式中, $R_g$ 代表所述地震道中第 $g$ 个采样点的能量比值; $1 \leq g \leq n$ , $g \geq W$ , $g$ 代表所述第一采样点的点号, $n$ 代表所述地震道的采样点数量; $H_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的瞬时振幅; $H_g$ 代表第一采样点的瞬时振幅; $W$ 代表时窗采样点数量,为正整数,在一个具体的实施例中,所述时窗采样点数量可以为20。

[0094] S150:计算地震道中采样点的能量比值与所述采样点后一个采样点的能量比值的差值。

[0095] 在一些实施例中,在步骤S140之后,可以计算地震道中采样点的能量比值与所述

采样点后一个采样点的能量比值的差值。具体的,可以利用如下计算公式:

$$[0096] \quad U_i = R_i - R_{i+1}$$

[0097] 上式中, $U_i$ 代表所述地震道中第*i*个采样点的能量比值与所述第*i*个采样点后一个采样点(第*i*+1个采样点)的能量比值的差值; $R_i$ 代表所述第*i*个采样点的能量比值; $R_{i+1}$ 代表所述第*i*+1个采样点的能量比值。

[0098] S160:比较所述差值的绝对值的大小。

[0099] 在一些实施例中,在步骤S150之后,可以比较所述差值的绝对值的大小。

[0100] S170:将数值最大的绝对值对应的采样点作为所述地震道的初至波的样点。

[0101] 在一些实施例中,可以将步骤S160比较结果中数值最大的绝对值对应的采样点作为所述地震道的初至波的样点。

[0102] 由此可见,本申请一种拾取初至波的方法实施例提供的技术方案利用采集的地震数据和卷积后的地震数据可以计算得到地震道中采样点的包络;然后,根据所述地震道中采样点预设位置的参考采样点的包络确定所述地震道中采样点的瞬时振幅,所述瞬时振幅可以消除初至波到达前的随机干扰。并利用所述地震道中采样点的瞬时振幅和可以识别续至波对初至波的干扰的预设能量比值公式计算所述地震道中采样点的能量比值;计算出所述地震道中采样点的能量比值与所述采样点后一个采样点的能量比值的差值;比较所述差值的绝对值的大小;将数值最大的绝对值对应的采样点作为所述地震道的初至波的样点。利用本申请实施例提供的技术方案可以有效识别续至波对初至波的干扰,准确拾取初至波。与现有技术相比,可以大大提高拾取初至波的准确率,为后续利用初至波的属性解决地震数据的静校正问题提供有效的依据。

[0103] 本申请另一方面还提供一种拾取初至波的装置,图3是本申请一种拾取初至波的装置的实施例的示意图,结合附图3,所述装置300可以包括:

[0104] 卷积变换模块310,可以用于对采集的地震数据进行卷积变换,得到卷积后的地震数据;

[0105] 第一计算模块320,可以用于利用所述采集的地震数据和所述卷积后的地震数据计算得到地震道中采样点的包络;

[0106] 确定模块330,可以用于根据所述地震道中采样点预设位置的参考采样点的包络确定所述地震道中采样点的瞬时振幅;

[0107] 第二计算模块340,可以用于利用地震道中采样点的瞬时振幅和预设能量比值公式计算所述地震道中采样点的能量比值;

[0108] 第三计算模块350,可以用于计算地震道中采样点的能量比值与所述采样点后一个采样点的能量比值的差值;

[0109] 比较模块360,可以用于比较所述差值的绝对值的大小;

[0110] 数据处理模块370,可以用于将数值最大的绝对值对应的采样点作为所述地震道的初至波的样点。

[0111] 在一个优选的实施例中,所述第一计算模块的计算公式可以如下:

$$[0112] \quad E_r = \sqrt{\bar{x}_r^2 + x_r^2}$$

[0113] 上式中, $E_r$ 代表所述地震道中第*r*个采样点的包络; $1 \leq r \leq n$ , $n$ 代表所述地震道的

采样点数量； $x_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的地震数据； $\tilde{x}_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的卷积后的地震数据。

[0114] 图4是本申请实施例提供的确定模块的示意图。在一个优选的实施例中，结合附图4，所述确定模块330可以包括：

[0115] 数据获取单元331，可以用于获取所述地震道的时窗采样点数量，将所述时窗采样点数量作为预设数量；

[0116] 第一计算单元332，可以用于利用所述地震道中第一采样点前的预设数量的采样点的包络计算得到所述第一采样点的能量均值和所述第一采样点的能量标准方差；

[0117] 第二计算单元333，可以用于利用所述第一采样点的能量均值和所述第一采样点的能量标准方差计算得到所述地震道中采样点的瞬时振幅。

[0118] 在一个优选的实施例中，所述第一计算单元的计算公式可以如下：

$$[0119] \quad A_g = \frac{\sum_{r=g-W+1}^g E_r}{W}$$

[0120] 上式中， $A_g$ 代表所述第一采样点的能量均值； $1 \leq g \leq n$ ， $g \geq W$ ， $g$ 代表所述第一采样点的点号， $n$ 代表所述地震道的采样点数量； $E_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的包络； $W$ 代表时窗采样点数量，为正整数，在一个具体的实施例中，所述时窗采样点数量可以为20；

$$[0121] \quad D_g = \sqrt{\frac{\sum_{r=g-W+1}^g (E_r - A_g)^2}{W}}$$

[0122] 上式中， $D_g$ 代表所述第一采样点的能量标准方差； $E_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的包络； $W$ 代表时窗采样点数量，为正整数，在一个具体的实施例中，所述时窗采样点数量可以为20； $A_g$ 代表所述第一采样点的能量均值。

[0123] 在一个优选的实施例中，所述第二计算单元的计算公式可以如下：

$$[0124] \quad H_g = \sqrt{A_g^2 + D_g^2}$$

[0125] 上式中， $H_g$ 代表所述第一采样点的瞬时振幅； $A_g$ 代表所述第一采样点的能量均值； $D_g$ 代表所述第一采样点的能量标准方差。

[0126] 在一个优选的实施例中，所述预设能量比值公式可以如下：

$$[0127] \quad R_g = \left( \frac{\sum_{r=g}^{g+W-1} H_r^2}{\sum_{r=g-W+1}^g H_r^2} \right)^2 \times \frac{H_g}{g}$$

[0128] 上式中， $R_g$ 代表所述地震道中第 $g$ 个采样点的能量比值； $1 \leq g \leq n$ ， $g \geq W$ ， $g$ 代表所述第一采样点的点号， $n$ 代表所述地震道的采样点数量； $H_r$ 代表所述地震道中第 $r$ 个采样点的瞬时振幅； $H_g$ 代表第一采样点的瞬时振幅； $W$ 代表时窗采样点数量，为正整数，在一个具体的实施例中，所述时窗采样点数量可以为20。

[0129] 由此可见，本申请一种拾取初至波的方法和装置实施例提供的技术方案利用采集的地震数据和卷积后的地震数据可以计算得到地震道中采样点的包络；然后，根据所述地

震道中采样点预设位置的参考采样点的包络确定所述地震道中采样点的瞬时振幅,所述瞬时振幅可以消除初至波到达前的随机干扰。并利用所述地震道中采样点的瞬时振幅和可以识别续至波对初至波的干扰的预设能量比值公式计算所述地震道中采样点的能量比值;计算出所述地震道中采样点的能量比值与所述采样点后一个采样点的能量比值的差值;比较所述差值的绝对值的大小;将数值最大的绝对值对应的采样点作为所述地震道的初至波的样点。利用本申请实施例提供的技术方案可以有效识别续至波对初至波的干扰,准确拾取初至波。与现有技术相比,可以大大提高拾取初至波的准确率,为后续利用初至波的属性解决地震数据的静校正问题提供有效的依据。

[0130] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可。尤其,对于系统实施例而言,由于其基本相似于方法实施例,所以描述的比较简单,相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

[0131] 虽然通过实施例描绘了本申请,本领域普通技术人员知道,本申请有许多变形和变化而不脱离本申请的精神,希望所附的权利要求包括这些变形和变化而不脱离本申请的精神。

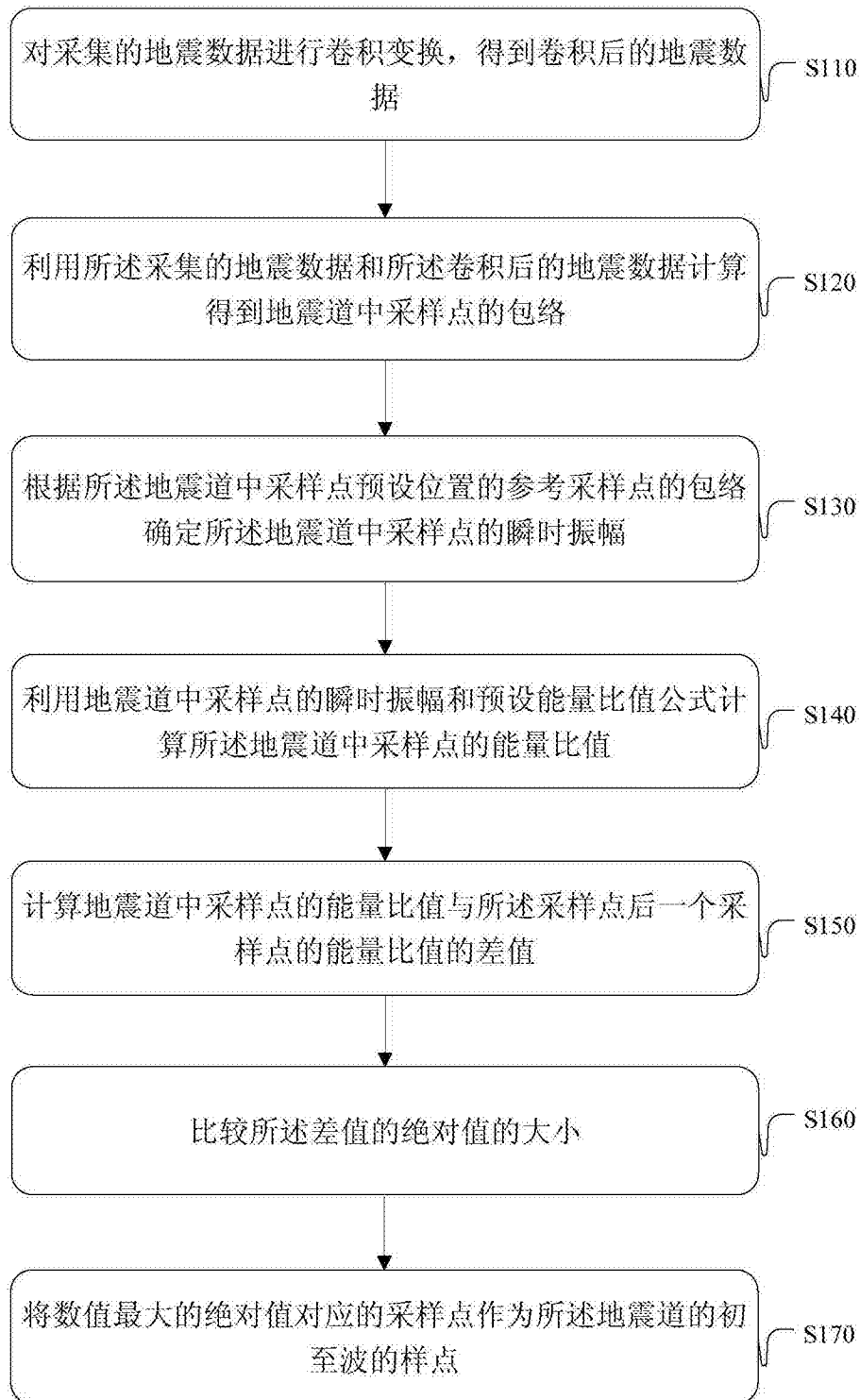


图1

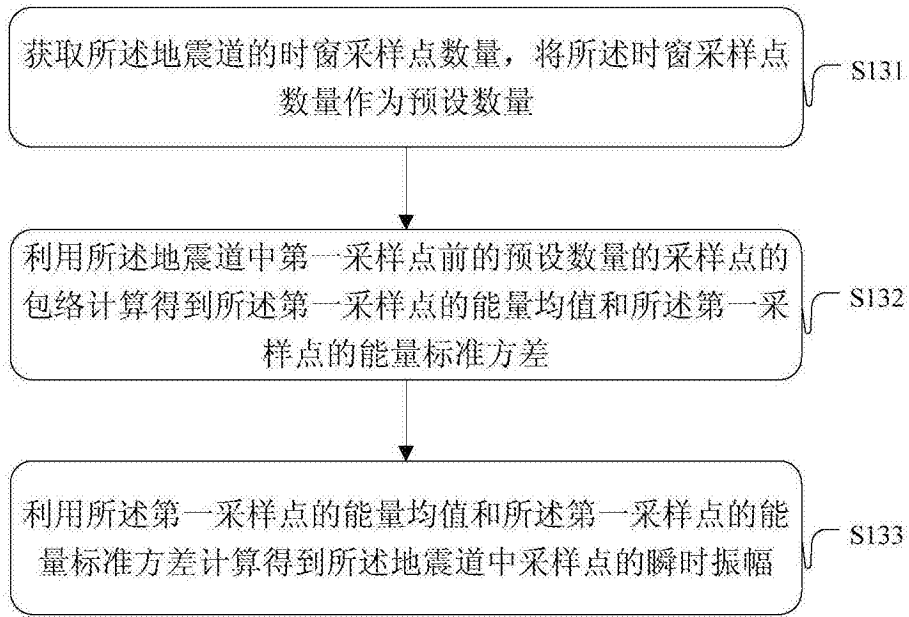


图2

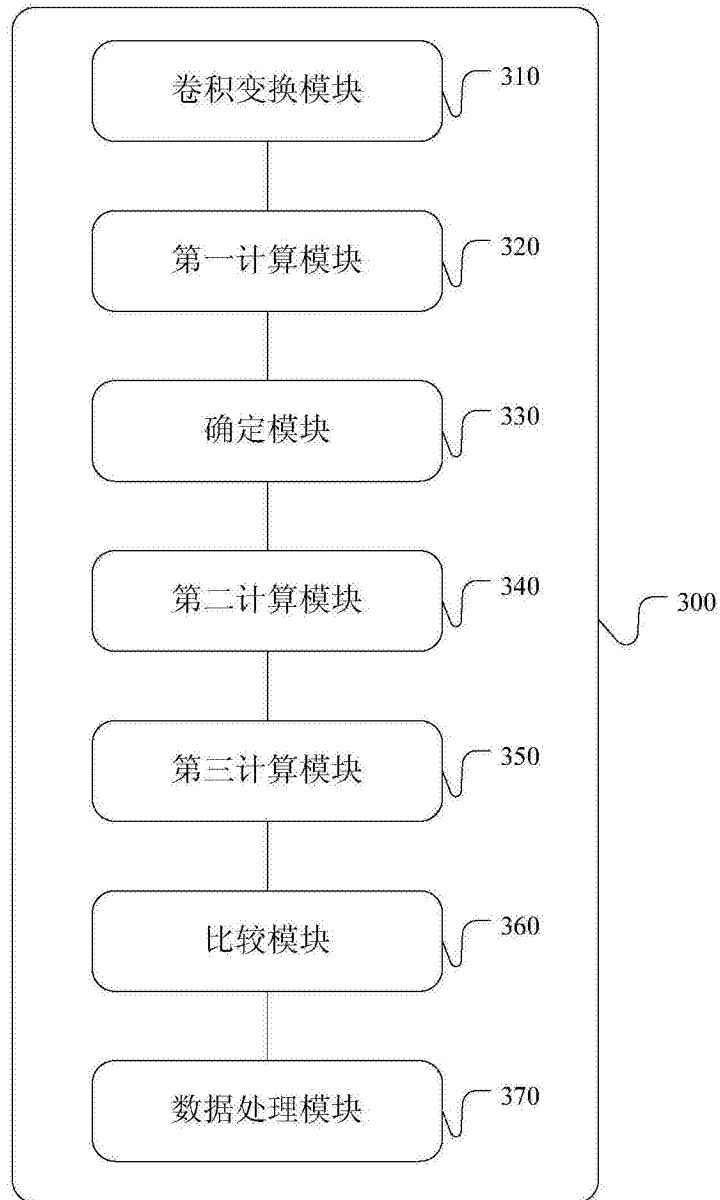


图3



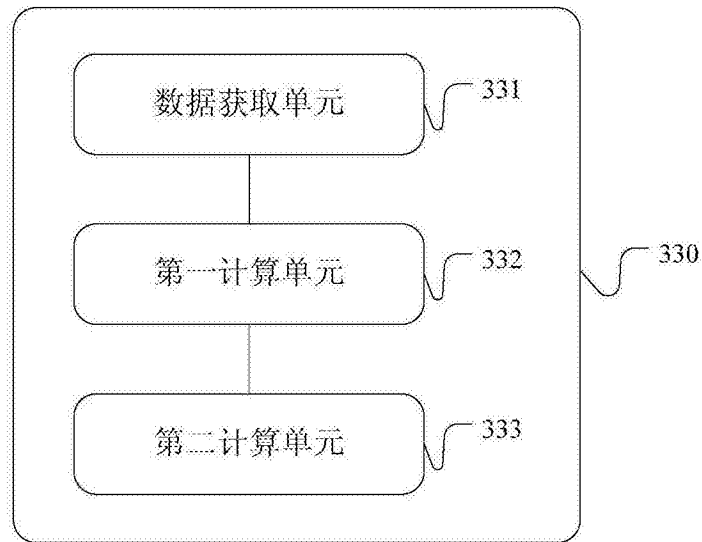


图4