



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105607119 B

(45)授权公告日 2018.01.16

(21)申请号 201510955694.9

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.12.16

G01V 1/28(2006.01)

G01V 1/36(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105607119 A

审查员 蒋健君

(43)申请公布日 2016.05.25

(73)专利权人 中国石油集团川庆钻探工程有限
公司地球物理勘探公司

地址 610213 四川省成都市双流县华阳镇
华阳大道一段216号

(72)发明人 李忠 陈宇 李雪飞 杨智超
张孟 王晓阳 刘维 李敏 杨柳

(74)专利代理机构 成都中玺知识产权代理有限
公司 51233

代理人 安宇宏 谭昌驰

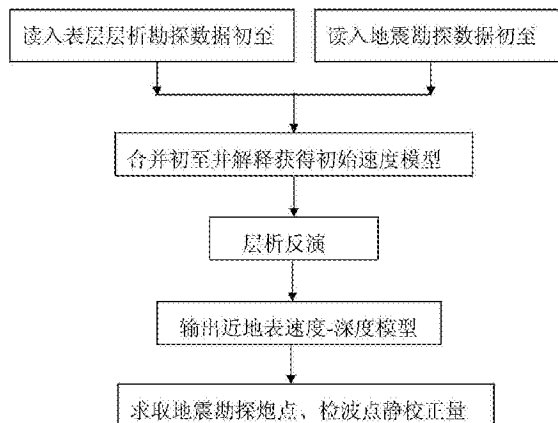
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

近地表模型构建方法与静校正量求取方法

(57)摘要

本发明提供了一种近地表模型构建方法与静校正量求取方法。所述近地表模型构建方法包括：分别拾取表层层析勘探数据和常规地震数据的初至波旅行时；在同一层析反演方法中同时应用表层层析勘探数据和常规地震数据的初至波旅行时，获得高精度的近地表结构模型。所述静校正量求取方法包括：根据所构建的高精度的近地表结构模型，获得表层层析勘探数据和常规地震数据的炮点和接收点的静校正量。本发明的优点包括：简化了应用表层层析勘探数据和常规地震数据建立近地表结构模型以及求取炮点和接收点静校正量的技术流程，提高了静校正处理的效率，提高了近地表结构模型的精度，进而提高了地震数据静校正处理的精度。



1. 一种近地表模型构建方法,其特征在于,所述近地表模型构建方法包括以下步骤:
分别拾取表层层析勘探数据的初至波旅行时和常规地震数据的初至波旅行时;
分别读入两种初至数据集并合并为一个数据集,数据集内各数据的时-距关系保持不变,利用合并后的初至数据集和初始速度-深度模型,进行层析反演,以在同一层析反演方法中同时应用表层层析勘探数据的初至波旅行时和常规地震数据的初至波旅行时,获得高精度的近地表结构模型。

2. 一种静校正量求取方法,其特征在于,所述静校正量求取方法包括以下步骤:
分别拾取表层层析勘探数据的初至波旅行时和常规地震数据的初至波旅行时;
分别读入两种初至数据集并合并为一个数据集,数据集内各数据的时-距关系保持不变,利用合并后的初至数据集和初始速度-深度模型,进行层析反演,以在同一层析反演方法中同时应用表层层析勘探数据的初至波旅行时和常规地震数据的初至波旅行时,获得高精度的近地表结构模型;

根据所述高精度的近地表结构模型进一步获得表层层析勘探数据的炮点的静校正量和接收点的静校正量、以及处理所述常规地震数据时所需的炮点的静校正量和接收点的静校正量。

3. 一种近地表模型构建方法,其特征在于,所述近地表模型构建方法包括以下步骤:
分别拾取第一初至波旅行时和第二初至波旅行时,所述第一初至波旅行时为表层层析勘探数据的初至波旅行时,所述第二初至波旅行时为常规地震数据的初至波旅行时;
读入第一初至波旅行时、第二初至波旅行时、以及给定的初始近地表速度-深度模型,将第一初至波旅行时和第二初至波旅行时合并为一个初至数据集;
采用层析反演技术,通过正演模拟获得第三初至波旅行时,将第三初至波旅行时同时分别与所述第一初至波旅行时和第二初至波旅行时进行对比,通过修正所述初始近地表速度-深度模型,以使第三初至波旅行时与第一、第二初至波旅行时之间的总误差达到精度要求,然后,输出最终的近地表速度-深度模型。

4. 根据权利要求3所述的近地表模型构建方法,其中,所述总误差达到精度要求通过使各个误差的平方和小于某一给定值来实现。

5. 一种静校正量求取方法,其特征在于,所述静校正量求取方法包括以下步骤:
分别拾取第一初至波旅行时和第二初至波旅行时,所述第一初至波旅行时为表层层析勘探数据的初至波旅行时,所述第二初至波旅行时为常规地震数据的初至波旅行时;
读入第一初至波旅行时、第二初至波旅行时、以及给定的初始近地表速度-深度模型,将第一初至波旅行时和第二初至波旅行时合并为一个初至数据集;

采用层析反演技术,通过正演模拟获得第三初至波旅行时,将第三初至波旅行时同时分别与所述第一初至波旅行时和第二初至波旅行时进行对比,通过修正所述初始近地表速度-深度模型,以使第三初至波旅行时与第一、第二初至波旅行时之间的总误差达到精度要求,然后,输出最终的近地表速度-深度模型;

利用所述最终的近地表速度-深度模型和给定的地震数据处理基准面,分别计算出表层层析勘探数据的炮点的静校正量和接收点的静校正量、以及常规地震数据的炮点的静校正量和接收点的静校正量。

6. 根据权利要求5所述的静校正量求取方法,其中,所述总误差达到精度要求通过使各

个误差的平方和小于某一给定值来实现。

近地表模型构建方法与静校正量求取方法

技术领域

[0001] 本发明涉及地球物理勘探技术领域,具体来讲,涉及一种能够提高近地表结构模型构建以及地震数据炮点与接收点静校正量计算精度和效率的方法。

背景技术

[0002] 目前,采用层析反演方法获得近地表速度、厚度信息并建立近地表速度模型,进而求取炮点和接收点静校正量的方法已经成为当前地震勘探的主流技术。

[0003] 现有的层析反演技术方法通常是利用地震单炮记录上的初至波旅行时,估计地下地层速度、厚度结构。在现有技术的常规地震勘探中,地震波激发点间距80~100米,接收点间距一般在30~60米之间,所得的数据即为常规的地震数据。由于常规地震数据空间采样间隔较大,地震波传播的射线密度较为稀疏,对于近地表(例如,10米以内)的浅层地层速度和厚度的反演结果误差较大,降低了静校正处理的精度。因此,现有技术中也有采用表层层析勘探(Surface Tomographic Prospecting,简称STP)方法的初至波信息建立表层模型,即采用小药量、小接收点距(例如,5~10米)和大激发点距(例如,100~300米,为了减少钻井成本),获得表层层析勘探数据,这样能够通过加密接收点采样间隔,即增加地震波传播的射线密度,降低近地表浅层结构模型的反演误差。

[0004] 目前,在现有技术中,为了应用常规地震数据和表层层析勘探数据获得高精度的炮点和接收点静校正量,需要采用以下技术步骤:

[0005] (1) 分别拾取表层层析勘探数据初至波旅行时和常规地震数据初至波旅行时;

[0006] (2) 根据表层层析勘探数据初至波旅行时应用层析反演方法,从表层层析勘探数据中获得高精度的近地表结构模型;

[0007] (3) 根据常规地震数据资料的初至波旅行时,并将上述获得的高精度近地表结构模型作为初始模型用于常规地震数据的层析反演,以获得最终的用于炮点和接收点静校正量计算的近地表模型。

[0008] 然而,现有技术中的上述方法主要存在以下三点不足:一是,需要进行两次层析反演,因为层析反演属于非线性反演方法,故而导致计算量大,耗时多;二是,虽然表层层析勘探获得的高精度模型可以作为初始模型,但是由于常规地震数据空间采样间隔较大,地震波传播的射线密度并没有增加,最终用常规地震数据通过层析反演获得的近地表模型的精度会有所降低;三是,由于常规地震数据采集与表层层析勘探数据采集所用的观测系统不同,两种观测系统的炮点和接收点不会完全重合,因此,仅仅用步骤(2)得到的高精度模型不能获得常规地震数据处理所需的炮点和接收点的静校正量,需要通过上述步骤(3)获得,或者将步骤(2)的结果加载到常规地震数据中,处理过程较为繁琐。

[0009] 为了解决现有技术的上述不足,本发明提出了一种简化而高效的近地表结构模型层析反演与静校正方法。

发明内容

[0010] 本发明的目的在于解决现有技术存在的上述不足中的至少一项。

[0011] 为了实现上述目的,本发明的一方面提供了一种近地表模型构建方法,所述方法包括以下步骤:分别拾取表层层析勘探数据的初至波旅行时和常规地震数据的初至波旅行时;在同一层析反演方法中同时应用表层层析勘探数据的初至波旅行时和常规地震数据的初至波旅行时,获得高精度的近地表结构模型。

[0012] 本发明的另一方面提供了一种近地表模型构建方法,所述方法包括以下步骤:分别拾取第一初至波旅行时和第二初至波旅行时,所述第一初至波旅行时为表层层析勘探数据的初至波旅行时,所述第二初至波旅行时为常规地震数据的初至波旅行时;读入第一初至波旅行时、第二初至波旅行时、以及给定的初始近地表速度-深度模型;采用层析反演技术,通过正演模拟获得第三初至波旅行时,将第三初至波旅行时同时分别与所述第一初至波旅行时和第二初至波旅行时进行对比,通过修正所述初始近地表速度-深度模型,以使第三初至波旅行时与第一、第二初至波旅行时之间的总误差达到精度要求(例如,误差平方和最小或尽量小),然后,输出最终的近地表速度-深度模型。

[0013] 本发明的另一方面提供了一种静校正量求取方法,所述方法包括以下步骤:分别拾取表层层析勘探数据的初至波旅行时和常规地震数据的初至波旅行时;在同一层析反演方法中同时应用表层层析勘探数据的初至波旅行时和常规地震数据的初至波旅行时,获得高精度的近地表结构模型;根据所述高精度的近地表结构模型进一步获得表层层析勘探数据的炮点的静校正量和接收点的静校正量、以及处理所述常规地震数据时所需的炮点的静校正量和接收点的静校正量。

[0014] 本发明的另一方面还提供了一种静校正量求取方法,所述方法包括以下步骤:分别拾取第一初至波旅行时和第二初至波旅行时,所述第一初至波旅行时为表层层析勘探数据的初至波旅行时,所述第二初至波旅行时为常规地震数据的初至波旅行时;读入第一初至波旅行时、第二初至波旅行时、以及给定的初始近地表速度-深度模型;采用层析反演技术,通过正演模拟获得第三初至波旅行时,将第三初至波旅行时同时分别与所述第一初至波旅行时和第二初至波旅行时进行对比,通过修正所述初始近地表速度-深度模型,以使第三初至波旅行时与第一、第二初至波旅行时之间的误差达到精度要求(例如,误差平方和最小或尽量小),然后,输出最终的近地表速度-深度模型;利用所述最终的近地表速度-深度模型和给定的地震数据处理基准面,分别计算出表层层析勘探数据的炮点的静校正量和接收点的静校正量、以及常规地震数据的炮点的静校正量和接收点的静校正量。

[0015] 与现有技术相比,本发明的有益效果包括以下方面:

[0016] 1) 简化了技术流程,将以往两次层析反演改进为一次层析反演,极大地提高了处理效率;

[0017] 2) 在层析反演中同时应用表层层析勘探数据和常规地震数据初至波旅行时,增加了地震波在近地表浅-中层地层中传播的射线密度,显著高于表层层析勘探数据或常规地震数据的射线密度,进而提高了近地表结构模型的反演精度,尤其是对地震数据静校正处理至关重要的10米以内的浅层;

[0018] 3) 同时应用表层层析勘探数据和常规地震数据初至波旅行时,能够同时获得表层层析勘探和常规地震采集的炮点和接收点处的近地表模型数据和静校正量值,也简化了地震数据静校正处理流程。

附图说明

[0019] 图1示出了根据本发明的近地表模型构建方法与静校正量求取方法的一个示意流程图。

[0020] 图2示出了合并数据集的时-距关系图。

具体实施方式

[0021] 在下文中,将结合示例性实施例来详细说明本发明的近地表模型构建方法与静校正量求取方法。

[0022] 在本发明的一个示例性实施例中,本发明的近地表模型构建方法是通过在一次层析反演算法中同时应用表层层析勘探数据的初至波旅行时和常规地震数据的初至波旅行时来构建近地表模型,其步骤可以为:(1)分别拾取表层层析勘探数据初至波旅行时和常规地震数据初至波旅行时;(2)在层析反演方法中同时应用表层层析勘探数据初至波旅行时和常规地震数据初至波旅行时,从而获得高精度的近地表结构模型。

[0023] 本发明的近地表模型构建方法也可通过以下步骤来实现:

[0024] 1、分别拾取表层层析勘探数据和常规地震数据初至波旅行时(直接在两种数据上读取)。

[0025] 2、读入上述两种初至波旅行时数据和给定的初始近地表速度-深度模型。具体而言,可通过解释由上述两种初至波数据合并后的数据集来获得初始近地表速度-深度模型,即使所获得的初始近地表速度-深度模型的精度很低亦可。例如,根据上述两种初至波数据合并后的数据集内各数据的时-距关系图(横坐标为激发点和接收点之间的距离,纵坐标为处置时间),判断出图中的拐点位置及拐点个数为 n ,并沿横坐标以拐点为端点划分出 $n+1$ 层(相当于, $n+1$ 条线段连成的折线),每一层的速度为其线段斜率的倒数,从而以每一层速度与时间的乘积构成每一层的初始近地表速度-深度模型,各层厚度之和即为给定的初始近地表速度-深度模型。

[0026] 3、采用层析反演技术,将通过正演模拟获得的理论初至波旅行时同时与读取的表层层析勘探数据初至波旅行时和常规地震数据初至波旅行时进行对比,通过修正初始近地表速度-深度模型,使正演获得的理论初至波旅行时与表层层析勘探数据初至波旅行时和常规地震数据初至波旅行时之间的误差达到精度要求(例如,误差平方和(即所有误差的平方和)最小或尽可能小,或者小于某一给定值)时,输出最终的近地表速度-深度模型。这里,对初始近地表速度-深度模型的修正属于现有层析反演技术的常规做法,通常可进行多次修正。理论初至波旅行时与表层层析勘探数据初至波旅行时和常规地震数据初至波旅行时之间的误差平方和越小,则表示反演得到的近地表速度-深度模型与实际模型越接近。

[0027] 在本发明的另一个示例性实施例中,本发明的静校正量求取方法是通过在一次层析反演算法中同时应用表层层析勘探数据的初至波旅行时和常规地震数据的初至波旅行时来构建近地表模型,随后获得地震数据的炮点和接收点静校正量,其步骤可以为:(1)分别拾取表层层析勘探数据初至波旅行时和常规地震数据初至波旅行时;(2)在层析反演方法中同时应用表层层析勘探数据初至波旅行时和常规地震数据初至波旅行时,从而获得高精度的近地表结构模型,进一步获得地震数据处理时所需的炮点的静校正量和接收点的静

校正量。

[0028] 本发明的静校正量求取方法也可通过以下步骤来实现：

[0029] 1、分别拾取表层层析勘探数据和常规地震数据初至波旅行时。

[0030] 2、读入上述两种初至波旅行时数据和给定的初始近地表速度-深度模型。

[0031] 3、采用层析反演技术，将通过正演模拟获得的理论初至波旅行时同时与读取的表层层析勘探数据初至波旅行时和常规地震数据初至波旅行时进行对比，通过修正初始近地表速度-深度模型，使正演获得的理论初至波旅行时与表层层析勘探数据初至波旅行时和常规地震数据初至波旅行时之间的误差达到精度要求（例如，误差平方和（即所有误差的平方和）最小或尽可能小）时，输出最终的近地表速度-深度模型。

[0032] 4、利用输出的近地表速度-深度模型和给定的地震数据处理基准面及替换速度，分别计算出表层层析勘探数据的炮点和接收点静校正量、以及地震勘探数据的炮点和接收点静校正量。例如，给定处理基准面和替换速度属于本领域普通技术人员的常规技能。通过输出的近地表速度-深度模型，计算静校正量的过程是属于本领域普通技术人员的基本技能。

[0033] 下文将结合附图对本发明的一个实施例进行详细描述。

[0034] 图1示出了本发明的一个示例性实施例的示意流程图。图2示出了合并数据集的时-距关系图，其中，横坐标为激发点和接收点之间的距离，纵坐标为初至时间。

[0035] 第一步，以本领域公知的方法进行表层层析勘探采集，获得表层层析勘探数据，并以相同的方法获取该数据的初至数据集，该数据集特征是由表层层析勘探激发点到接收点之间的距离和地震波传播时间（简称为时-距关系）来描述。

[0036] 第二步，以本领域公知的方法进行野外地震勘探采集，获得地震勘探数据，并以本领域公知的方法获取该数据的初至数据集，该数据集特征由地震勘探激发点到接收点之间的距离和地震波传播时间（简称为时-距关系）来描述。表层层析勘探与常规地震勘探采用不同的观测方式，通常只有部分接收点和激发点重合。与常规地震勘探技术相比，表层层析勘探通常采用较稀疏的炮点激发和较密集的检波点接收，表层层析勘探的初至波含有更多近地表浅层结构的信息，常规地震勘探初至波含有更多深层结构信息。由于地震勘探和表层层析勘探均采用多次覆盖技术（即，采用多点激发多道接收技术），因此，每一个初至数据集的数据量非常大，一般可达十万-百万道级。

[0037] 第三步，分别读入两种初至数据集并合并为一个数据集，数据集内各数据的时-距关系保持不变，合并数据集更全面地反映了近地表浅层-深层地层结构，使处理人员更容易识别出拐点位置（图2中的A点）。处理人员根据拐点解释出折线AB和AC，AB的斜率的倒数表示近地表第一层的速度 V_1 ，AC的斜率的倒数表示近地表第二层的速度 V_2 ，第一层的厚度 H_1 可由B点时间 T_1 与第一层的速度 V_1 相乘获得。至此，建立了初始的近地表速度-深度模型，该模型为水平层状均匀速度模型，不能真实地反应变化剧烈的近地表速度结构。图2中有一个拐点，初始模型为两层结构，如有2个拐点，则可以解释成3层结构模型，3个拐点，可获得4层结构模型，……，以此类推。

[0038] 第四步，利用合并后的初至数据集和初始速度-深度模型，即可进行层析反演。层析反演能够精细估计地质模型，是地震勘探领域常用的技术。反演结果具有多解性是层析反演算法的固有问题。在本发明中通过输入合并的初至数据集和初始模型来增加层析反演

的输入数据(或信息),从而有利于降低反演结果的多解性。采用层析反演技术,将通过正演模拟获得的理论初至波旅行时同时与读取的表层层析勘探数据初至波旅行时和常规地震数据初至波旅行时进行对比,通过修正初始近地表速度-深度模型,使正演获得的理论初至波旅行时与表层层析勘探数据初至波旅行时和常规地震数据初至波旅行时之间的误差达到精度要求(例如,误差平方和(即所有误差的平方和)最小或尽可能小)时,输出最终的近地表速度-深度模型。

[0039] 第五步,层析反演结果是获得了近地表速度-深度模型,该模型能够精细描述近地表速度的纵横向变化规律,划分近地表较浅处的低降速层和较深处的高速层,更加符合实际的地质情况。处理人员输入模型中低降速层的速度值(比如,800米/秒),即可获得低降速层底界面的深度。表层层析勘探和常规地震勘探的所有激发点和接收点在该模型的相应位置处均有速度和深度值。

[0040] 第六步,求取地震勘探炮点、检波点静校正量是地震数据处理的必需环节,也是本领域的常规技术。处理人员根据近地表模型,输入低降速层的速度、低降速层底界面的深度以及给定的处理基准面、替换速度,即可获得地震勘探和表层层析勘探所有炮点与接收点的静校正量。

[0041] 综上所述,本发明不仅简化了应用表层层析勘探数据和常规地震数据建立近地表结构模型以及求取炮点和接收点静校正量的技术流程,而且提高了近地表结构模型的精度,进而提高了地震数据静校正处理的效率。本发明的适用范围包括但不限于表层层析勘探数据和常规地震数据的层析反演与静校正应用,还可适用于多种不同观测系统的地震数据的联合应用,建立近地表结构模型,求取所有参与反演的地震数据的炮点和接收点静校正量。本发明可广泛用于需要对近地表和深层地层结构进行精细了解的地震勘探、矿山开采、建筑、水利等工程物探领域。

[0042] 尽管上面已经结合附图和示例性实施例描述了本发明,但是本领域普通技术人员应该清楚,在不脱离权利要求的精神和范围的情况下,可以对上述实施例进行各种修改。

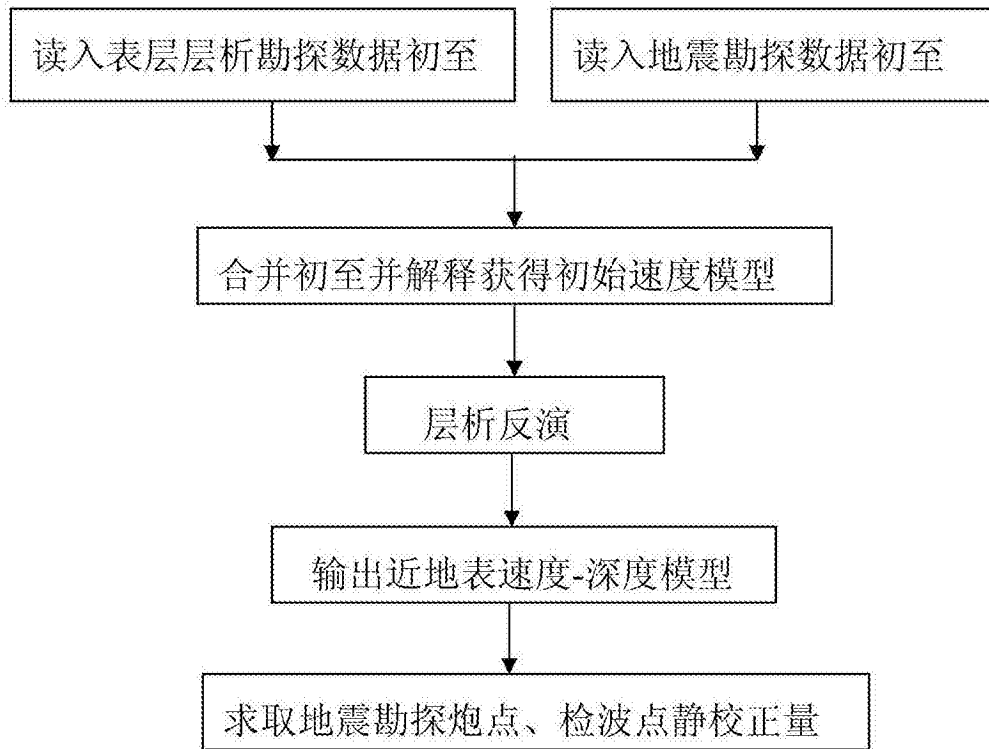


图1

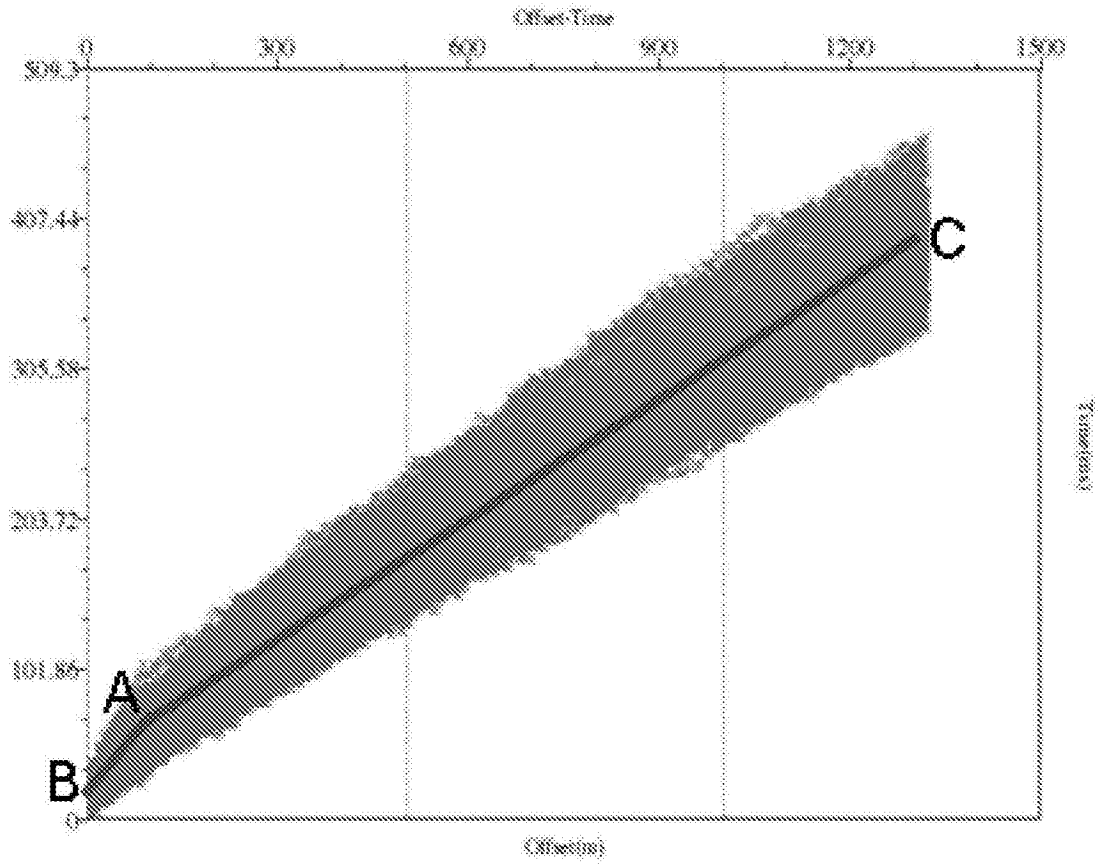


图2