



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106610506 A

(43) 申请公布日 2017. 05. 03

(21) 申请号 201510703106. 2

(22) 申请日 2015. 10. 26

(71) 申请人 中国石油天然气股份有限公司
地址 100007 北京市东城区东直门北大街9号中国石油大厦

(72) 发明人 金凤鸣 易远元 李晓燕 肖伯勋
汪剑 谷文彬 唐传章 王鑫
祖志勇 窦连彬 刘淑贞 付亮亮
王泽丹 叶秋焱

(74) 专利代理机构 北京三高永信知识产权代理
有限责任公司 11138
代理人 周静

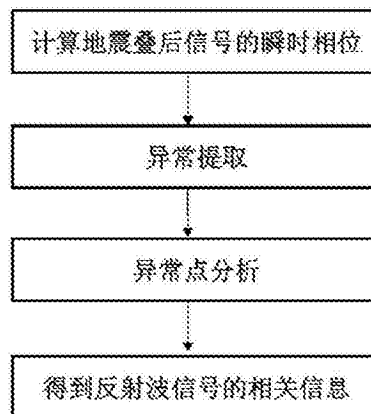
(51) Int. Cl.
G01V 1/36(2006. 01)

权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称
地震勘探薄层识别方法

(57) 摘要

本发明公开了一种地震勘探薄层识别方法，属于油气物探工程领域。该地震勘探薄层识别方法包括下列步骤 (1) 将地震叠后信号进行希尔伯特变换以获得该地震叠后信号的瞬时相位；(2) 基于该瞬时相位以获得该地震叠后信号的时间-相位关系图；(3) 基于该地震叠后信号的时间-相位关系图进行小波变换以获得时间-尺度关系图；(4) 基于该时间-尺度关系图进行异常点提取；(5) 基于该异常点获得反射波信号的信息。本发明提供的地震勘探薄层识别方法能够基于相位准则利用希尔伯特变化对地震相位数据重新解释处理以进行层位识别研究，这样能够很好地提高对薄层的识别能力；同时能够在一定程度上可消除余震对结果造成的干扰。



1. 一种地震勘探薄层识别方法,所述地震勘探薄层识别方法包括下列步骤:
 - (1) 将地震叠后信号进行希尔伯特变换以获得所述地震叠后信号的瞬时相位;
 - (2) 基于所述瞬时相位以获得所述地震叠后信号的时间-相位关系图;
 - (3) 基于所述地震叠后信号的时间-相位关系图进行小波变换以获得地震叠后信号重构时间-尺度关系图;
 - (4) 基于所述地震叠后信号重构时间-尺度关系图进行异常点提取;
 - (5) 基于所述异常点获得反射波信号的信息。
2. 根据权利要求 1 所述的地震勘探薄层识别方法,其特征在于,在步骤 (3) 中,所述小波变换包括以下步骤:
 - a1 将小波函数的小波曲线与所述地震叠后信号的时间-相位关系图中的曲线的起始点对齐;
 - a2 计算在所述起始点对齐时所述地震叠后信号的时间-相位关系图中的曲线与所述小波函数的小波曲线的逼近程度,以获得第一平移小波变换系数;
 - a3 将所述小波曲线沿时间轴正向方向移动一个单位时间,然后重复步骤 a1-a2 获得第二平移小波变换系数;
 - a4 将所述小波曲线沿所述时间轴正向方向再移动一个单位时间,然后重复步骤 a1-a2 获得第三小波变换系数,以此类推,直到所述小波曲线覆盖完整个所述地震叠后信号的时间-相位关系图的波形的整个长度为止,获得所有的平移小波变换系数;
 - a5 将所述小波曲线在尺度上伸缩,然后重复步骤 a1-a4,获得所有尺度的平移小波变换系数;
 - a6 基于所述所有的平移小波变换系数和所述所有尺度的平移小波变换系数获得所述地震叠后信号重构时间-尺度关系图。
3. 根据权利要求 2 所述的地震勘探薄层识别方法,其特征在于,在步骤 a5 中,获得所有的尺度平移小波变换系数还包括以下步骤:
 - b1 将所述小波曲线在第一尺度上伸缩一个单位,然后重复步骤 a1-a4 获得在时间轴上所有的第一尺度的第一平移小波变换系数;
 - b2 将所述小波曲线在所述第一尺度上伸缩两个单位,然后重复步骤 a1-a4 获得在时间轴上所有的第一尺度的第二平移小波变换系数,以此类推,获得所述小波曲线在第一尺度上伸缩不同单位的所有的平移小波变换系数;
 - b3 将所述小波曲线在所述第二尺度上伸缩一个单位,然后重复步骤 a1-a4 获得在时间轴上所有的第二尺度的第一平移小波变换系数;
 - b4 将所述小波曲线在所述第二尺度上伸缩两个单位,然后重复步骤 a1-a4 获得在时间轴上所有的第二尺度的第二平移小波变换系数,以此类推,将所有的尺度分别伸缩不同单位获得所述所有尺度的平移小波变换系数。
4. 根据权利要求 3 所述的地震勘探薄层识别方法,其特征在于,在步骤 b4 中,所述所有尺度为预设的伸缩阈值中的所有的取值。
5. 根据权利要求 4 所述的地震勘探薄层识别方法,其特征在于,在所述地震叠后信号重构时间-尺度关系图上基于预先设定的判断阈值获得所述异常点。

6. 根据权利要求 5 所述的地震勘探薄层识别方法,其特征在于,所述反射波信号的信息包括反射波信号的时间信息和反射波信号的方向信息。
7. 根据权利要求 6 所述的地震勘探薄层识别方法,其特征在于,所述反射波信号的时间信息为所述反射波信号到达的时间信息。
8. 根据权利要求 7 所述的地震勘探薄层识别方法,其特征在于,所述地震叠后信号重构时间-尺度关系图与所述地震叠后信号的时间-能量关系图在时间轴上的数据彼此为一一对应关系。
9. 根据权利要求 8 所述的地震勘探薄层识别方法,其特征在于,基于所述地震叠后信号重构时间-尺度关系图通过数学分析方法提取所述反射波信号的方向信息。
10. 根据权利要求 1-9 中任一项所述的地震勘探薄层识别方法,其特征在于,在步骤(1)中,获得所述瞬时相位的方法包括下列步骤:
将所述地震叠后信号进行所述希尔伯特变换,获得所述地震叠合信号的解析信号;
基于所述解析信号获得所述瞬时相位。
11. 根据权利要求 10 所述的地震勘探薄层识别方法,其特征在于,所述瞬时相位的表达式为:

$$\phi(t) = \arctan \left[\frac{\hat{f}(t)}{f(t)} \right]$$

其中, $\phi(t)$ 为所述瞬时相位;

$f(t)$ 为所述地震叠后信号;

$\hat{f}(t)$ 为所述地震叠后信号对应的希尔伯特变换。

地震勘探薄层识别方法

技术领域

[0001] 本发明涉及油气物探工程领域,特别涉及地震勘探薄层识别方法。

背景技术

[0002] 地震资料解释是将地震信息转换成地质信息,核心就是依据地震剖面的反射特征和地震信息,应用地震勘探原理和地质基础理论,赋予其明确的地质意义和概念模型。目前,在地震资料处理与解释中,对于厚度较大的储层有着较好的显示方式,一般可以根据地震反射信号与测井曲线做合成记录,能够把厚度较大的地层清晰的显示出来。

[0003] 在地震勘探中,薄层的概念是相对的。因为地震勘探中定义薄层是以它的纵向分辨率为依据的,即对地震子波而言,不能分辨出顶、底反射面的地层称为薄层,地震波在薄层中传播的双程旅行时小于半个周期或半个视周期。对于薄层区域,由于薄层反射的振幅与岩性关系是一种复杂而多变的关系,薄层组合的结构信息与岩性信息一起包含在地震反射特征中,而通过做井震合成记录以及其他技术手段都很难识别出薄层。

[0004] 随着勘探目标由寻找构造圈闭转向岩性圈闭或地层圈闭,使得人们的注意力越来越集中在规模较小的油藏上,薄层储层所蕴含的巨大的油气储量也越来越受到人们的重视,因此勘探开发的重点转向至对薄储层的研究。由于常规地震资料分辨率的限制,薄层识别一直是地震勘探所面临的挑战,因而对地震剖面的分辨率的要求也越来越高。

[0005] 在原始地震剖面中,由于地震频率和信号的吸收衰减等因素的影响,使得薄层信号难以识别,而传统的分析方法在识别薄层的能力上往往具有较强的局限性。

发明内容

[0006] 为了解决现有技术中存在的上述问题和缺陷的至少一个方面,本发明提供了一种地震勘探薄层识别方法。所述技术方案如下:

[0007] 本发明的一个目的是提供了一种地震勘探薄层识别方法。

[0008] 根据本发明的一个方面,提供了一种地震勘探薄层识别方法,所述地震勘探薄层识别方法包括下列步骤:

[0009] (1) 将地震叠后信号进行希尔伯特变换以获得所述地震叠后信号的瞬时相位;

[0010] (2) 基于所述瞬时相位以获得所述地震叠后信号的时间-相位关系图;

[0011] (3) 基于所述地震叠后信号的时间-相位关系图进行小波变换以获得地震叠后信号重构时间-尺度关系图;

[0012] (4) 基于所述地震叠后信号重构时间-尺度关系图进行异常点提取;

[0013] (5) 基于所述异常点获得反射波信号的信息。

[0014] 具体地,在步骤(3)中,所述小波变换包括以下步骤:

[0015] a1 将小波函数的小波曲线与所述地震叠后信号的时间-相位关系图中的曲线的起始点对齐;

[0016] a2 计算在所述起始点对齐时所述地震叠后信号的时间-相位关系图中的曲线与

所述小波函数的小波曲线的逼近程度,以获得第一平移小波变换系数;

[0017] a3 将所述小波曲线沿时间轴正向方向移动一个单位时间,然后重复步骤 a1-a2 获得第二平移小波变换系数;

[0018] a4 将所述小波曲线沿所述时间轴正向方向再移动一个单位时间,然后重复步骤 a1-a2 获得第三小波变换系数,以此类推,直到所述小波曲线覆盖完整个所述地震叠后信号的时间-相位关系图的波形的整个长度为止,获得所有的平移小波变换系数;

[0019] a5 将所述小波曲线在尺度上伸缩,然后重复步骤 a1-a4,获得所有尺度的平移小波变换系数;

[0020] a6 基于所述所有的平移小波变换系数和所述所有尺度的平移小波变换系数获得所述地震叠后信号重构时间-尺度关系图。

[0021] 进一步地,在步骤 a5 中,获得所有的尺度平移小波变换系数还包括以下步骤:

[0022] b1 将所述小波曲线在第一尺度上伸缩一个单位,然后重复步骤 a1-a4 获得在时间轴上所有的第一尺度的第一平移小波变换系数;

[0023] b2 将所述小波曲线在所述第一尺度上伸缩两个单位,然后重复步骤 a1-a4 获得在时间轴上所有的第一尺度的第二平移小波变换系数,以此类推,获得所述小波曲线在第一尺度上伸缩不同单位的所有的平移小波变换系数;

[0024] b3 将所述小波曲线在所述第二尺度上伸缩一个单位,然后重复步骤 a1-a4 获得在时间轴上所有的第二尺度的第一平移小波变换系数;

[0025] b4 将所述小波曲线在所述第二尺度上伸缩两个单位,然后重复步骤 a1-a4 获得在时间轴上所有的第二尺度的第二平移小波变换系数,以此类推,将所有的尺度分别伸缩不同单位获得所述所有尺度的平移小波变换系数。

[0026] 具体地,在步骤 b4 中,所述所有尺度为预设的伸缩阈值中的所有的取值。

[0027] 进一步地,在所述地震叠后信号重构时间-尺度关系图上基于预先设定的判断阈值获得所述异常点。

[0028] 进一步地,所述反射波信号的信息包括反射波信号的时间信息和反射波信号的方向信息。

[0029] 进一步地,所述地震叠后信号重构时间-尺度关系图与所述地震叠后信号的时间-能量关系图在时间轴上的数据彼此为一一对应关系。

[0030] 进一步地,基于地震叠后信号重构时间-尺度关系图通过数学分析方法提取所述反射波信号的方向信息。

[0031] 具体地,在步骤 (1) 中,获得所述瞬时相位的方法包括下列步骤:

[0032] 将所述地震叠后信号进行所述希尔伯特变换,获得所述地震叠合信号的解析信号;

[0033] 基于所述解析信号获得所述瞬时相位。

[0034] 具体地,所述瞬时相位的表达式为:

$$[0035] \quad \phi(t) = \arctan \left[\frac{\hat{f}(t)}{f(t)} \right]$$

[0036] 其中, $\phi(t)$ 为所述瞬时相位;

[0037] $f(t)$ 为所述地震叠后信号；

[0038] $\hat{f}(t)$ 为所述地震叠后信号对应的希尔伯特变换。

[0039] 本发明提供的技术方案的有益效果是：

[0040] (1) 本发明提供的地震勘探薄层识别方法能解决在勘探地球物理中，薄层常常无法分辨的问题；

[0041] (2) 本发明提供的地震勘探薄层识别方法基于相位准则利用希尔伯特变化，对地震相位数据重新解释处理，进行层位识别研究，能够很好地提高对薄层的识别能力；

[0042] (3) 本发明提供的地震勘探薄层识别方法利用相位信息加上傅里叶变换，就可以减小一个波在时间轴上所占的空间，而将其分离开来；

[0043] (4) 本发明提供的地震勘探薄层识别方法在一定程度上可消除余震对结果造成的干扰。

附图说明

[0044] 图 1 是根据本发明的一个实施例的地震勘探薄层识别方法的流程图；

[0045] 图 2 是图 1 所示的地震叠后信号的时间 - 能量关系图；

[0046] 图 3 是图 1 所示的瞬时相位的时间 - 相位关系图；

[0047] 图 4 是图 1 所示的异常点提取的时间 - 尺度关系图；

[0048] 图 5 是图 1 所示的异常分析的时间 - 尺度关系图；

[0049] 图 6 是图 1 所示的反射波信号信息的时间 - 尺度关系图。

具体实施方式

[0050] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0051] 参见图 1，其示出了根据本发明的一个实施例的地震勘探薄层识别方法的流程。地震勘探薄层识别方法包括下列步骤：

[0052] (1) 将地震叠后信号进行希尔伯特变换以获得地震叠后信号的瞬时相位；

[0053] (2) 基于瞬时相位以获得地震叠后信号的时间 - 相位关系图；

[0054] (3) 基于地震叠后信号的时间 - 相位关系图进行小波变换以获得地震叠后信号重构时间 - 尺度关系图；

[0055] (4) 基于地震叠后信号重构时间 - 尺度关系图进行异常点提取；

[0056] (5) 基于异常点获得反射波信号的信息。

[0057] 薄层反射的振幅与岩性的关系是一种复杂多变的关系，薄层组合的结构信息与岩性信息一起包含在地震反射的特征中，在利用振幅信息研究薄层结构时，频率信息是一种重要补充，当偶极厚度不同时，其反射波函数频谱曲线特征不同，通过反射信息的频谱分析，可以借助其反射波主频与入射子波主频间的差别，发现薄层并估算出其厚度。但是当当地层环境复杂的情况下，利用一般振幅频谱分析法难以分辨。

[0058] 为了克服现有技术中的不足，本发明提供的地震勘探薄层识别方法能够基于相位准则同时利用离散希尔伯特变化和其它数学手段对地震资料进行分析和解释以供勘探地球物理使用实现薄层探测。基于相位准则来识别和提取反射波信号是通过相位对地震叠后

信号进行分析和进一步的处理,同时利用 Hilbert (希尔伯特) 变换和小波变换的有机结合的处理方法来处理所接收到的反射波信号,以进行弱信号的识别和提取。

[0059] 利用相位准则来识别反射波信号的相关信息,实质上就是研究信号的瞬时相位特征,其数学工具是 Hilbert 变换。具体做法是到复频中去研究 $f(t)$,即构造一个关于 $f(t)$ 的复变函数,同时又必须满足解析条件。由此本发明提供的地震勘探薄层识别方法能够解决地震资料的分辨率达不到对薄层进行识别的问题。

[0060] 在步骤 (1) 中,对地震叠后信号 (如图 2 所示) 进行希尔伯特变换,并获得地震叠后信号的解析信号,该解析信号的表达式为:

$$[0061] \quad Z(t) = f(t) + j\hat{f}(t)$$

[0062] 其中, $Z(t)$ 为地震叠后信号的解析信号;

[0063] $f(t)$ 为地震叠后信号;

[0064] $\hat{f}(t)$ 为地震叠后信号对应的希尔伯特变换。

[0065] 在获得地震叠后信号的解析信号之后,通过卷积定理可以获得地震叠后信号的瞬时相位,该瞬时相位的表达式为:

$$[0066] \quad \phi(t) = \arctan \left[\frac{\hat{f}(t)}{f(t)} \right]$$

[0067] 其中, $\phi(t)$ 为所述瞬时相位;

[0068] $f(t)$ 为地震叠后信号;

[0069] $\hat{f}(t)$ 为地震叠后信号对应的希尔伯特变换。

[0070] 在获得瞬时相位以后,基于该瞬时相位可以获得地震波 (即地震叠后信号) 的时间与相位域的关系图 (如图 3 所示)。在获得地震叠后信号的时间 - 相位关系图之后,基于该图进行小波变换,该小波变换包括以下步骤:

[0071] a1 将小波函数的小波曲线与地震叠后信号的时间 - 相位关系图中的曲线的起始点对齐;

[0072] a2 计算在起始点对齐时地震叠后信号的时间 - 相位关系图中的曲线与小波函数的小波曲线的逼近程度,以获得第一平移小波变换系数;

[0073] a3 将小波曲线沿时间轴正向方向移动一个单位时间,然后重复步骤 a1-a2 获得第二平移小波变换系数;

[0074] a4 将小波曲线沿时间轴正向方向再移动一个单位时间,然后重复步骤 a1-a2 获得第三小波变换系数,以此类推,直到小波曲线覆盖完整个地震叠后信号的时间 - 相位关系图的波形的整个长度为止,由此就获得了所有的平移小波变换系数;

[0075] a5 将小波曲线在尺度上伸缩,然后重复步骤 a1-a4,以获得所有尺度的平移小波变换系数;

[0076] a6 基于所有的平移小波变换系数和所有尺度的平移小波变换系数获得地震叠后信号重构时间 - 尺度关系图。

[0077] 在步骤 a5 中,获得所有的尺度平移小波变换系数还包括以下步骤:

[0078] b1 将小波曲线在第一尺度上伸缩一个单位,然后重复步骤 a1-a4 获得在时间轴上

所有的第一尺度的第一平移小波变换系数；

[0079] b2 将小波曲线在第一尺度上伸缩两个单位，然后重复步骤 a1-a4 获得在时间轴上所有的第一尺度的第二平移小波变换系数，以此类推，获得小波曲线在第一尺度上伸缩不同单位的所有的平移小波变换系数；

[0080] b3 将小波曲线在第二尺度上伸缩一个单位，然后重复步骤 a1-a4 获得在时间轴上所有的第二尺度的第一平移小波变换系数；

[0081] b4 将小波曲线在第二尺度上伸缩两个单位，然后重复步骤 a1-a4 获得在时间轴上所有的第二尺度的第二平移小波变换系数，以此类推，将所有的尺度分别伸缩不同单位获得所有尺度的平移小波变换系数。

[0082] 在本发明的一个示例中，在步骤 b4 中，所有尺度为预设的伸缩阈值中的所有的取值。即小波曲线在尺度上进行伸缩，该尺度是有一定范围的，而进行伸缩的尺度范围为在进行小波变换前已经预先设定的一个尺度范围。而进行伸缩的单位也是一个范围，这个需要根据实际情况进行调整，不同的小波在同一尺度进行伸缩的单位个数是不同的，本领域技术人员可以根据需要进行相应的选择和调整。在本发明的另一示例中，对小波曲线进行伸长或者缩短，需要根据获得的地震叠后信号的时间 - 相位关系图以确定在小波变换的过程中选择伸长还是缩短，本领域技术人员应当根据实际情况进行相应的选择。

[0083] 小波变换是一种能同时在时间域或频率域内进行局部化分析的新的信号分析方法。在使用中通常采用一种特殊的小波——零通小波，它是一个光滑函数的二阶导数。因此在每个尺度下的小波变换的零点位置，对应的便是在该尺度下光滑化后的信号变化剧烈的点（即是拐点位置）。而通常情况下，变化剧烈的位置往往包含着丰富的信息。基于这一点考虑，在地震勘探资料处理中可以用小波变换进行滤波和去噪处理，把零通小波变换应用于地震勘探的薄层识别中。推断出用相位个数的增加来判别薄层存在的标准，但是这种办法存在较大的误差。

[0084] 而广义 S 变换作为一种时频分析方法结合了短时傅立叶变换与小波变换的优点，能够获得较好的时-频分析效果，同时兼顾时间分辨率和频率分辨率。可根据实际地震资料，选取合适的小波基函数进行计算。运用广义 S 变换提取的单频剖面，可以清晰刻画出薄层的顶底界面，具有较高的分辨能力，随着提取的单频剖面频率的提高，可以识别薄层的能力大大提高，但同时也会出现假地质薄层。

[0085] 而本发明提供的地震勘探薄层识别方法是复杂的数学计算和软件处理彼此有机结合的一种方法，能够较好地识别薄层产生的反射波信号并提取出反射波信号的时间、方向等有意义的信息。

[0086] 小波变换可以简单的描述为一种函数，这种函数在有限时间范围内变化，并且平均值为 0。这种定性的描述意味着小波具有两种性质：A、具有有限的持续时间和突变的频率和振幅；B、在有限时间范围内平均值为 0。在能量有限的信号空间里，小波变换满足“容许”条件，即：

$$[0087] \quad C_x = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{|X(\omega)|^2}{|\omega|} d\omega(\infty)$$

[0088] 并且满足条件：

$$[0089] \quad X(0) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau) d\tau = 0$$

[0090] 其中, C_x 为地震叠后信号的第 x 个小波变换系数;

[0091] $X(\omega)$ 为地震叠后信号对应的希尔伯特变换;

[0092] $x(\tau)$ 为地震叠后信号。

[0093] 由于经过小波变换后的地震叠后信号重构时间-尺度关系图能够完全不含有直流趋势成分,因此对于非平稳的信号能够得到有效的分析,并且能够提取信号的局部特征。

[0094] 在本发明的还一示例中,在进行异常点提取时,在地震叠后信号重构时间-尺度关系图上基于预先设定的判断阈值获得异常点。在地震叠后信号重构时间-尺度关系图中所表示的数据在判断阈值范围内时为正常点,当地震叠后信号重构时间-尺度关系图中所表示的数据在判断阈值范围外时为异常点,即地震反射界面。

[0095] 对于地震信号而言,由于地震余震信号的瞬时相位是相同的。当原始地震信号中有新的反射信号(每个反射界面都会有一个新的反射信号)到来时,通过小波变换后的瞬时相位是有变化的,通过瞬时相位的变化可以判断地震信息中的异常点,之后通过该异常点找出地震反射界面,即使在信噪比小于 1 时,瞬时相位的特征变化也是十分明显的。在石油勘探现阶段中,由于砂体薄、散等特点使得分辨率低,因而地震资料通过常规的振幅显示很难对砂体进行精细描述,而本发明通过用对相位的提取获得的数据能够有效地对薄砂层进行描述。

[0096] 在小波变换后获得的地震叠后信号重构时间-尺度关系图中,横向坐标值(即时间轴上的数据),与地震叠后信号的时间-能量关系图中的时间轴上的数据是一一对应关系,因此可以通过对异常点的提取得到反射波信号到达的时间信息或者说走时信息,之后还能通过数学分析的方法,提取出反射波信号的信号方向信息。

[0097] 在传统的分析方法中,傅里叶变换是信号数字处理中的重要手段,其在信号处理中得到了普遍应用。在通过傅里叶变换处理信号时,无论在时间域或频率域中,其采样间隔均是常数。这样使得在信号的某些处理中,如果需提高分辨率,那么就需要缩小采样间隔。而采用这样的方法总是回避不了由此带来的平均效应问题。而且傅立叶变换只能将信号从时域变换到频域,故不能有效地检测非平稳信号频率随时间的变化信息,进而难以分析信号的局部特性。

[0098] 而短时傅立叶变换是传统傅立叶变换的改进,其能够从时-频域对信号分析,然而由于短时傅立叶变换所使用窗函数为固定的窗函数,由此短时傅立叶变换用作时频分析的分辨率为固定的,这样就会造成短时傅立叶变换窗函数的时间与频率分辨率不能同时达到最优。

[0099] 下面通过实际应用对本发明所提供的地震勘探的识别方法的步骤和原理做进一步的说明。

[0100] 结合图 2 至图 6 所示,选取 RY 凹陷中某道地震信号作为研究对象,进行薄层识别的工作。

[0101] 运用地震叠后信号的相位信息,然后对相位信息进行异常提取及分析,得到反射波信号的相关信息,对地震叠后信号重新提取显示,能较好的识别薄层产生的反射波信号并提取出反射波信号的时间、方向等有意义的信息。在对地震信号处理过程中在对原信号进行离散希尔伯特转换,重新提取地震信号相位信息并分步显示,如图 3 至图 6 所示。可以

看出在对地震叠后信号进行分步处理后,图 2 所示的地震叠后信号不能识别的地方通过处理后(如图 5 和图 6 所示)明显地能把异常点显示出来且对薄层的识别有明显的效果。

[0102] 本发明提供的技术方案的有益效果是:

[0103] (1) 本发明提供的地震勘探薄层识别方法能解决在勘探地球物理中,薄层常常无法分辨的问题;

[0104] (2) 本发明提供的地震勘探薄层识别方法基于相位准则利用希尔伯特变化,对地震相位数据重新解释处理,进行层位识别研究,能够很好地提高对薄层的识别能力;

[0105] (3) 本发明提供的地震勘探薄层识别方法利用相位信息加上傅里叶变换,就可以减小一个波在时间轴上所占的空间,而将其分离开来;

[0106] (4) 本发明提供的地震勘探薄层识别方法在一定程度上可消除余震对结果造成的干扰。

[0107] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

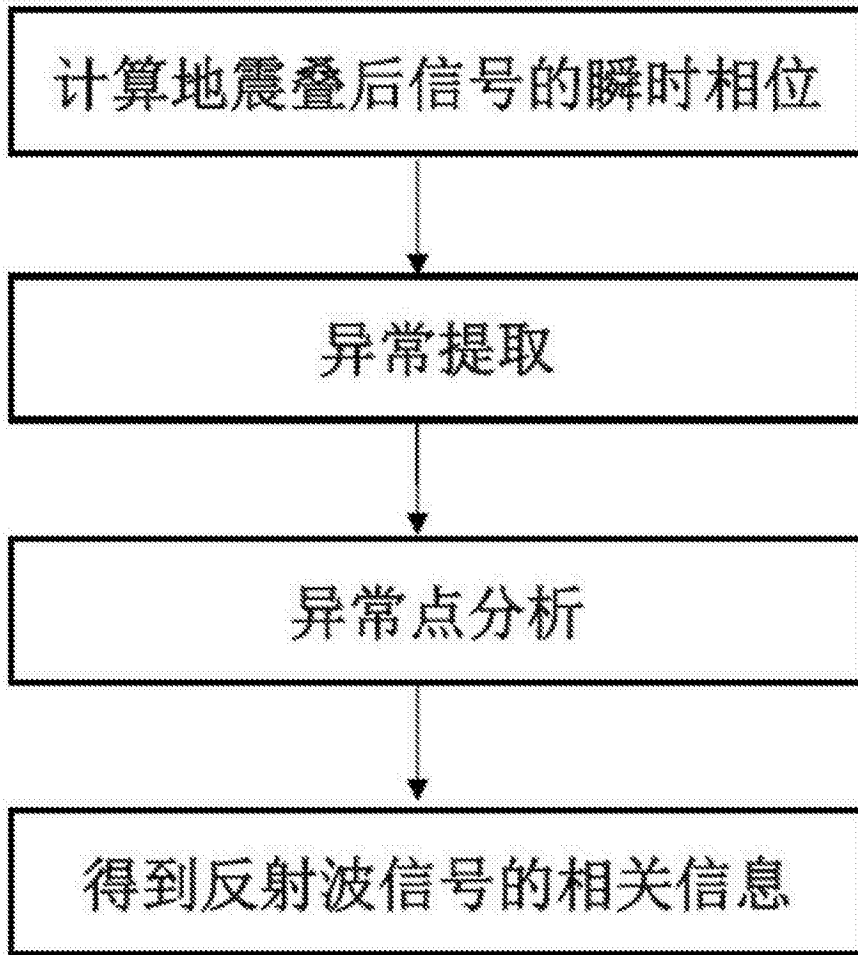


图 1

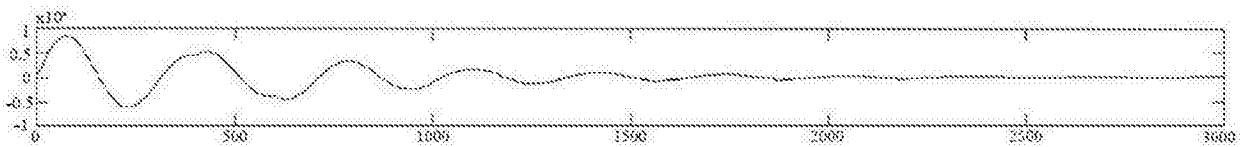


图 2

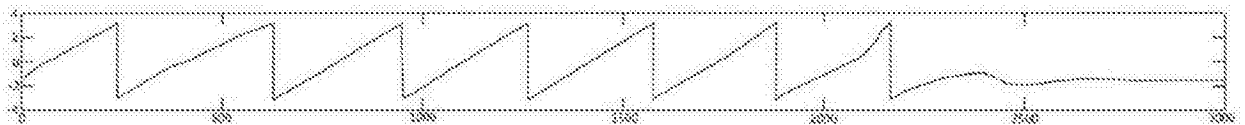


图 3

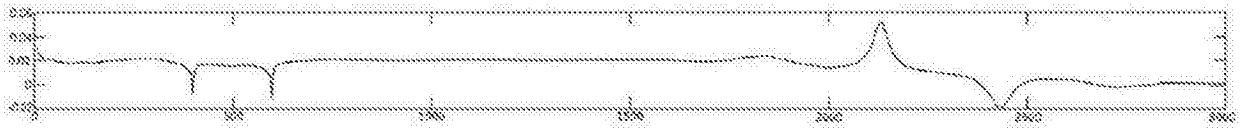


图 4

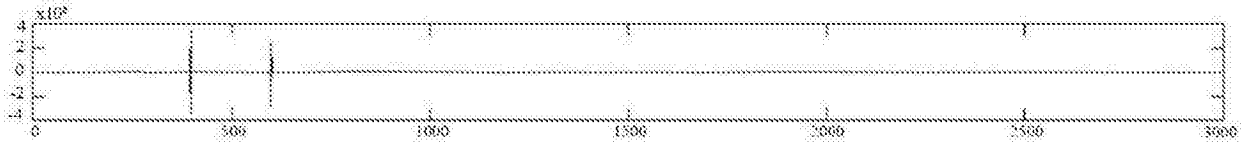


图 5

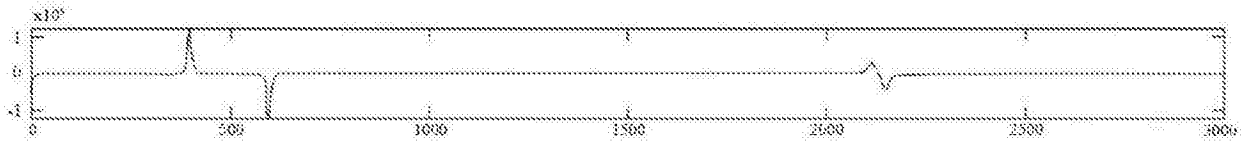


图 6