



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112198552 B

(45) 授权公告日 2022. 02. 18

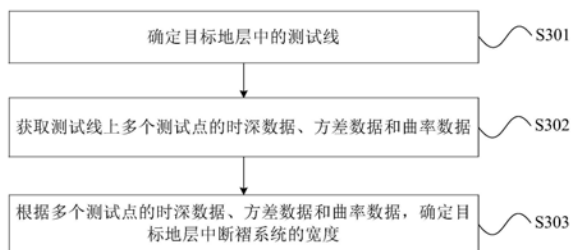
(21) 申请号 202011023917.5
 (22) 申请日 2020.09.25
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 112198552 A
 (43) 申请公布日 2021.01.08
 (73) 专利权人 中国石油大学(北京)
 地址 102249 北京市昌平区府学路18号
 (72) 发明人 廖宗湖 黄小娟
 (74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理
 有限公司 11205
 代理人 罗英 黄健
 (51) Int. Cl.
 G01V 1/30 (2006.01)

(56) 对比文件
 CN 106014369 A, 2016.10.12
 CN 111948709 A, 2020.11.17
 US 10295686 B2, 2019.05.21
 CN 111399049 A, 2020.07.10
 刘辉. 基于地震属性对Anadarko盆地E1-Reno地下走滑断裂带精细刻画.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 基础科学辑》.2020,(第01期),
 审查员 魏冬

权利要求书2页 说明书12页 附图6页

(54) 发明名称
 断褶系统的宽度确定方法和装置

(57) 摘要
 本申请提供一种断褶系统的宽度确定方法和装置,该方法包括:确定目标地层中的测试线,获取测试线上多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据,根据多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据,确定目标地层中断褶系统的宽度。因此,本申请能够确认地层中断褶系统的宽度,有助于分析和判断构造型油气储层的油气的运移和储存状况,对油气开采具有指导意义。



1. 一种断褶系统的宽度确定方法,其特征在于,包括:
 - 确定目标地层中的测试线;
 - 获取所述测试线上多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据;
 - 根据所述多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据,确定所述目标地层中断褶系统的宽度;
 - 所述根据所述测试线上多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据,确定所述目标地层中断褶系统的宽度,包括:
 - 根据所述多个测试点的时深数据,获得时深特征图,所述时深特征图用于表示所述测试线中距离参考测试点不同距离处的时深;
 - 根据所述多个测试点的方差数据,获得方差特征图,所述方差特征图用于表示所述测试线中距离参考测试点不同距离处的方差;
 - 根据所述多个测试点的曲率数据,获得曲率特征图,所述曲率特征图用于表示所述测试线中距离参考测试点不同距离处的曲率;
 - 根据所述时深特征图、方差特征图以及曲率特征图,确定所述目标地层中断褶系统的宽度;
 - 所述根据所述时深特征图、方差特征图以及曲率特征图,确定所述目标地层中断褶系统的宽度,包括:
 - 根据所述时深特征图,确定所述目标地层中包括所述断褶系统的第一距离范围;
 - 根据所述方差特征图以及所述曲率特征图,从所述第一距离范围内确定所述断褶系统的宽度。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述方差特征图以及所述曲率特征图,从所述第一距离范围内确定所述断褶系统的宽度,包括:
 - 根据所述方差特征图,从所述第一距离范围内确定方差变化差异大于预设变化差异的第二距离范围;
 - 根据所述曲率特征图,从所述第二距离范围中确定存在曲率正负变化的第三距离范围;
 - 根据所述第三距离范围,确定所述断褶系统的宽度。
3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述根据所述第三距离范围,确定所述断褶系统的宽度,包括:
 - 将所述第三距离范围内的距离长度,确定为所述断褶系统的宽度。
4. 根据权利要求1-3任一项所述的方法,其特征在于,所述多个测试点分别为所述测试线上的等间距的测试点。
5. 根据权利要求1-3任一项所述的方法,其特征在于,所述测试线的方向与所述目标地层中断褶系统的走向垂直。
6. 一种断褶系统的宽度确定装置,其特征在于,包括:
 - 确定模块,用于确定目标地层中的测试线;
 - 获取模块,用于获取所述测试线上多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据;
 - 处理模块,用于根据所述多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据,确定所述目标地层中断褶系统的宽度;

所述处理模块具体用于：根据所述多个测试点的时深数据，获得时深特征图，所述时深特征图用于表示所述测试线中距离参考测试点不同距离处的时深；根据所述多个测试点的方差数据，获得方差特征图，所述方差特征图用于表示所述测试线中距离参考测试点不同距离处的方差；根据所述多个测试点的曲率数据，获得曲率特征图，所述曲率特征图用于表示所述测试线中距离参考测试点不同距离处的曲率；根据所述时深特征图、方差特征图以及曲率特征图，确定所述目标地层中断褶系统的宽度；以及根据所述时深特征图，确定所述目标地层中包括所述断褶系统的第一距离范围；根据所述方差特征图以及所述曲率特征图，从所述第一距离范围内确定所述断褶系统的宽度。

7. 一种断褶系统的宽度确定装置，其特征在于，包括：存储器和处理器；

所述存储器用于存储程序指令；

所述处理器用于调用所述存储器中的程序指令执行如权利要求1-5任一项所述的断褶系统的宽度确定方法。

8. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质中存储有计算机程序指令，所述计算机程序指令被执行时，实现如权利要求1至5任一项所述的断褶系统的宽度确定方法。

断褶系统的宽度确定方法和装置

技术领域

[0001] 本申请涉及地质勘探技术领域,尤其涉及一种断褶系统的宽度确定方法和装置。

背景技术

[0002] 地质构造中的岩石沿断裂面位移会产生断层,断层在挤压过程中会转变为多种类型的褶皱,褶皱在发育过程中在枢纽带、背斜顶部也可以形成次级断层,形成褶皱还是断层与环境有关。对断褶系统进行研究可以判断研究地区是以断层还是褶皱为主导,若地层中存在断褶系统,断褶系统会影响构造型油气储层的油气的运移和储存。在进行油气开采前,需要先识别地层内是否存在断褶系统。

[0003] 目前,对断褶系统的识别方式是,根据地层的地震破碎带厚度和地震破碎密度衰减,来识别地层内是否存在断褶系统。其中,断褶系统的宽度会影响油气储层的运移和储存的力度,对油气开采具有指导意义。因此,目前亟需确认断褶系统的宽度。

发明内容

[0004] 本申请提供一种断褶系统的宽度确定方法和装置,以确认断褶系统的宽度。

[0005] 第一方面,本申请提供一种断褶系统的宽度确定方法,包括:

[0006] 确定目标地层中的测试线;

[0007] 获取测试线上多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据;

[0008] 根据多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据,确定目标地层中断褶系统的宽度。

[0009] 可选的,根据测试线上多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据,确定目标地层中断褶系统的宽度,包括:

[0010] 根据多个测试点的时深数据,获得时深特征图,时深特征图用于表示测试线中距离参考测试点不同距离处的时深;

[0011] 根据多个测试点的方差数据,获得方差特征图,方差特征图用于表示测试线中距离参考测试点不同距离处的方差;

[0012] 根据多个测试点的曲率数据,获得曲率特征图,曲率特征图用于表示测试线中距离参考测试点不同距离处的曲率;

[0013] 根据时深特征图、方差特征图以及曲率特征图,确定目标地层中断褶系统的宽度。

[0014] 可选的,根据时深特征图、方差特征图以及曲率特征图,确定目标地层中断褶系统的宽度,包括:

[0015] 根据时深特征图,确定目标地层中包括断褶系统的第一距离范围;

[0016] 根据方差特征图以及曲率特征图,从第一距离范围内确定断褶系统的宽度。

[0017] 可选的,根据方差特征图以及曲率特征图,从第一距离范围内确定断褶系统的宽度,包括:

[0018] 根据方差特征图,从第一距离范围内确定方差变化差异大于预设变化差异的第二

距离范围；

[0019] 根据曲率特征图,从第二距离范围中确定存在曲率正负变化的第三距离范围；

[0020] 根据第三距离范围,确定断褶系统的宽度。

[0021] 可选的,根据第三距离范围,确定断褶系统的宽度,包括:

[0022] 将第三距离范围内的距离长度,确定为断褶系统的宽度。

[0023] 可选的,多个测试点分别为测试线上的等间距的测试点。

[0024] 可选的,测试线的方向与目标地层中断褶系统的走向垂直。

[0025] 第二方面,本申请提供一种断褶系统的宽度确定装置,包括:

[0026] 确定模块,用于确定目标地层中的测试线;

[0027] 获取模块,用于获取测试线上多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据;

[0028] 处理模块,用于根据多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据,确定目标地层中断褶系统的宽度。

[0029] 可选的,处理模块,具体用于:

[0030] 根据多个测试点的时深数据,获得时深特征图,时深特征图用于表示测试线中距离参考测试点不同距离处的时深;

[0031] 根据多个测试点的方差数据,获得方差特征图,方差特征图用于表示测试线中距离参考测试点不同距离处的方差;

[0032] 根据多个测试点的曲率数据,获得曲率特征图,曲率特征图用于表示测试线中距离参考测试点不同距离处的曲率;

[0033] 根据时深特征图、方差特征图以及曲率特征图,确定目标地层中断褶系统的宽度。

[0034] 可选的,处理模块,具体用于:

[0035] 根据时深特征图,确定目标地层中包括断褶系统的第一距离范围;

[0036] 根据方差特征图以及曲率特征图,从第一距离范围内确定断褶系统的宽度。

[0037] 可选的,处理模块,具体用于:

[0038] 根据方差特征图,从第一距离范围内确定方差变化差异大于预设变化差异的第二距离范围;

[0039] 根据曲率特征图,从第二距离范围中确定存在曲率正负变化的第三距离范围;

[0040] 根据第三距离范围,确定断褶系统的宽度。

[0041] 可选的,处理模块,具体用于:

[0042] 将第三距离范围内的距离长度,确定为断褶系统的宽度。

[0043] 可选的,多个测试点分别为测试线上的等间距的测试点。

[0044] 可选的,测试线的方向与目标地层中断褶系统的走向垂直。

[0045] 第三方面,本申请提供一种断褶系统的宽度确定装置,包括:存储器和处理器;

[0046] 存储器用于存储程序指令;

[0047] 处理器用于调用存储器中的程序指令执行如本申请第一方面的断褶系统的宽度确定方法。

[0048] 第四方面,本申请提供一种计算机可读存储介质,计算机可读存储介质中存储有计算机程序指令,计算机程序指令被执行时,实现如本申请第一方面任一项的断褶系统的宽度确定方法。

[0049] 本申请提供的断褶系统的宽度确定方法和装置,通过确定目标地层中的测试线,获取测试线上多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据,根据多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据,确定目标地层中断褶系统的宽度,通过上述方式,能够确认地层中断褶系统的宽度,有助于分析和判断构造型油气储层的油气的运移和储存状况,对油气开采具有指导意义。

附图说明

[0050] 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一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本申请的一些实施例,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。

- [0051] 图1为本申请一实施例提供的曲率的定义的示意图;
- [0052] 图2a为本申请一实施例提供的褶皱的曲率特征的示意图;
- [0053] 图2b为本申请一实施例提供的断层的曲率特征的示意图;
- [0054] 图3为本申请一实施例提供的断褶系统的宽度确定方法的流程图;
- [0055] 图4为本申请一实施例提供的目标地层中的测试线示意图;
- [0056] 图5为本申请一实施例提供的获取方差数据的示意图;
- [0057] 图6为本申请另一实施例提供的断褶系统的宽度确定方法的流程图;
- [0058] 图7为本申请一实施例提供的断褶系统的宽度确定的示意图;
- [0059] 图8为本申请一实施例提供的断褶系统的宽度确定装置的结构示意图;
- [0060] 图9为本申请另一实施例提供的断褶系统的宽度确定装置的结构示意图;
- [0061] 图10为本申请另一实施例提供的断褶系统的宽度确定装置的结构示意图。

具体实施方式

[0062] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0063] 方差地震属性的定义为:在数学中,方差主要是用来衡量某一组随机变量偏离其平均值的情况,可以用来表征一组数据的离散程度。设有一组数据: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots, x_n$,其平均值为 \bar{x} ,则该组数据的方差 D^2 可以通过公式一计算得到。由公式一可知,若此组数据越离散(差异大),则方差值越大,反之越小。

$$[0064] \quad D^2 = \frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})^2}{n} \quad \text{公式一}$$

[0065] 其中, D^2 为一组数据的方差, x_i 为待确定方差的一组数据中的单个数据值, \bar{x} 为待确定方差的一组数据的平均值, n 为一组数据的数据总个数。

[0066] 方差属性是基于该度量值发展而来的检测地层不连续性的一种技术。若反射界面发育有断层、裂缝、溶洞等异常的地质构造,相邻地震道之间的波形理论上就会存在比较大的差异,方差技术就是通过一定的方式计算这些地震道波形之间方差来形容道与道之间的

差异程度。

[0067] 曲率地震属性的定义为:可以用来形容在曲线某处偏离直线(即弯曲)的情况,其在数学上定义为曲线上某点的角度变化量与弧长变化量的比值。图1为本申请一实施例提供的曲率的定义的示意图,如图1所示,若求曲线L在P点处的曲率,可在P点处画一个密切圆,若该密切圆的半径为R,则在P处的曲率K可以通过公式二计算得到。

$$[0068] \quad K = \frac{dw}{ds} = \frac{2\pi}{2\pi R} = \frac{1}{R} \quad \text{公式二}$$

[0069] 其中,K为曲线上某点的曲率,dw为曲线上待确定曲率的某点的角度变化量,ds为曲线上待确定曲率的某点的弧长变化量,R为曲线上待确定曲率的某点的密切圆的半径, π 为圆周率。

[0070] 从公式二可知,直线上某点的曲率大小等于该点所作密切圆半径的倒数,该半径通常称为该点的曲率半径。向量T与内切圆、曲线L相切与P点,若N垂直于T,N为P点的法向量。则N与N在Y方向上分向量Ny的夹角 θ 为P点的局部倾角。由于公式二无法在实际情况下用于计算,曲率还可以用公式三沿x方向的导数形式求解。

$$[0071] \quad K = \frac{\frac{d^2y}{dx^2}}{[1+(\frac{dy}{dx})^2]^{\frac{3}{2}}} \quad \text{公式三}$$

[0072] 其中,K为曲线上某点的曲率,x为曲线上待确定曲率的某点的横坐标的值,y为曲线上待确定曲率的某点的纵坐标的值。

[0073] 在地震解释中,计算层位的每条解释线曲率值,然后根据求取的具体曲率值就能定量地表征层面地弯曲形态。图2a为本申请一实施例提供的褶皱的曲率特征的示意图,如图2a所示,背斜的曲率值为正、向斜的曲率值为负,单斜和平层均为零曲率。图2b为本申请一实施例提供的断层的曲率特征的示意图,如图2b所示,有断层发育的层位解释线经构造平滑处理后曲率值也呈现正负交替变化的特征。曲率属性作为一种二阶导数属性,可以更有效的识别地震数据上的褶皱、断层以及裂缝等构造,并对地层产状的变化十分敏感。曲率属性可以揭示一些未被其它方式识别出的构造细节,以及低于地震分辨率的图像特征。其主要用来表征曲面在空间里的弯曲程度,当岩层受到应力作用发生弯曲时,理论上,构造应力强的区域,岩层越弯曲(形成褶皱),曲率值越高。而该地区由于受到较强的应力作用,也极易形成断层和裂缝。特别地,过曲面上任意一点有无数曲率值,在实际分析过程中,应综合多种曲率属性对比分析,以取得对地下地质构造的最佳解释结果。

[0074] 时间深度属性定义为:是显示目的层深度的地震属性图。首先要制作井控的深度等高线的地图,其次选择地震层位,接着在存在井和地震时间选择的位置计算深度转换速度,再将时间结构图和深度转换速度图相乘,将时间转换为深度。最后绘制出完整的时间结构图。

[0075] 随着三维地震技术的发展,通过地球物理数据可以使地下的地质构造和地层特征等信息以类似于地表的方式进行可视化展示和分析。地震属性作为地震数据的组成部分,可以通过测量、计算或者其他方式从地震数据中提取。地震属性分为几何和物理两大类。几何地震属性是和地下地层的几何形态有关的属性,物理地震属性则是和动力和运动学相关

的属性。

[0076] 相干属性是用来表征地下地层间的连续性,多用于识别地下构造中的断层和裂缝。相干值是通过一定的算法计算相邻地震道波形的相似程度而获得,断层或裂缝发育的地方地层不连续,相干系数低。通过算法来解释地下地质体几何特征的相干体技术经历了几代的变化。第一代相干算法由Bahorich等人(1995年)提出,这种算法计算速度快但其对噪声十分敏感。第二代相干算法由Marfurt(1998年)提出,第二代相干算法相较于第一代相干算法明显提高了抗噪性且计算速度较快,但第一代相干算法和第二代相干算法都存在精度较低的缺陷。Gersztenkorn等人(1999年)提出了第三代相干算法,第三代相干算法和第一代相干算法、第二代相干算法相比具有更高的精度,但其运算时间较长。方差属性和相干属性相似,其基本原理都是假设在均匀连续的地层当中,相邻地震道反射波的波形相似;而有断层、裂缝发育或岩性突变等情况造成地层不均匀、不连续时地震波形具有差异性,通过检测这种差异性达到提取断层等特殊构造发育信息。

[0077] 地震的方差属性是通过计算地震道波形之间方差来形容道与道之间的差异程度,以此检测地下断层的发育情况。且这种方差属性的方差值是定量的,通过加权归一化处理后方差值介于0到1之间,在断层发育区,构造变形越强烈的地方,相邻道之间的波形差异越大,方差越高,其值越接近于1。

[0078] 曲率属性是20世纪90年代中期引入的,用来衡量地层表面在特定点上变形程度,表面变形程度越大,曲率越大,并且研究表明其与裂缝发育密切相关。最近曲率属性已经被广泛用来刻画一些小的弯曲、褶皱、丘体以及对断层、裂缝等进行识别。Lisle(1994年)首次将曲率应用到地质构造研究领域,并通过野外测量数据论述了高斯曲率与张开裂缝之间的关系;Roberts(2001年)对二维曲率属性进行了系统的分类,并给出了每种曲率的计算公式,Marfurt等(2006年)基于Roberts研究,提出三维空间的体曲率,赋予了曲率属性实际的地质含义。

[0079] 二维曲面曲率由于人工层面解释以及不同软件插值影响,对断层识别效果不稳定,准确性一般,在实践中,通常在三维地震数据体上,根据一定的比例尺寸在选定的层面上拟合二次曲面,然后根据二次曲面系数计算实际的曲率属性值,包括最大曲率、最小曲率、正曲率、负曲率等。体曲率属性是以二维曲率算法为基础,在地震体中提取地震数据的曲率变化,具有较强的地质意义。

[0080] 在进行油气开采时,若地层中存在断褶系统,断褶系统会影响构造型油气储层的油气的运移和储存,因此,在进行开采油气前,需要先识别地层内是否存在断褶系统。目前,对断褶系统的识别方式是,根据地层的地震破碎带厚度和地震破碎密度衰减,来识别地层内是否存在断褶系统。其中,断褶系统的宽度会影响油气储层的运移和储存的力度,对油气开采具有指导意义。因此,目前亟需确认断褶系统的宽度。

[0081] 本申请提供了一种断褶系统的宽度确定方法和装置,通过确定目标地层中的测试线,获取测试线上多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据,根据多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据,确定目标地层中断褶系统的宽度,通过上述方式,能够确认地层中断褶系统的宽度,在一定尺度上有助于识别煤层断褶系统的空间形态,通过时深、方差以及曲率三种属性叠加的方式识别出断褶系统的位置以及量化断褶带的宽度,直接利用在图中得出阴影部分宽度作为断褶区的宽度。这个基础构造问题对构造型油气储层的油气运移

和储存起关键作用,如断层的形成位于疏导层利于油气运输;断层在储层可能会导致油气散失,断褶带的宽度可以进一步影响油气散失或运聚。

[0082] 图3为本申请一实施例提供的断褶系统的宽度确定方法的流程图,本实施例的方法可以应用于电子设备中,该电子设备可以是终端设备、服务器等,终端设备又例如可以是手机、平板电脑、笔记本电脑、台式电脑等。如图3所示,本实施例的方法包括:

[0083] S301、确定目标地层中的测试线。

[0084] 本实施例中,目标地层中存在断褶系统。可选的,断褶系统可以为断裂地质结构,或者,断层地质结构,或者,褶皱地质结构。因此,根据目标地层中存在的断褶系统,确定目标地层的测试线。例如:图4为本申请一实施例提供的目标地层中的测试线示意图,如图4所示,目标地层中至少存在一处断褶系统,比如断褶系统100,拉取至少一条测试线,比如拉取了C1、C2、C3、C4、C5共5条测试线,测试线间隔为1km左右,每条测试线长约4km,每条测试线至少横穿一处断褶系统,每条测试线的起点位于同一基准线上,基准线的方向平行于断褶系统的走向。

[0085] 可选的,测试线的方向与目标地层中断褶系统的走向垂直。

[0086] 本实施例中,例如:如图4所示,C1、C2、C3、C4、C5这5条测试线的方向与断褶系统100的走向垂直。

[0087] 下面各申请实施例中,以图4中的C1测试线为例进行说明。

[0088] S302、获取测试线上多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据。

[0089] 本实施例中,已经确定了目标地层中的测试线,在测试线上取多个测试点,每个测试点对应不同的地震道数据,从而确定每个测试点对应的时深数据、方差数据和曲率数据。可选的,每个测试点的地震道数据的具体获取方式为:根据目标地层所在区域的具体情况确定三维地震观测系统采用的系统(如8线8炮束状系统)、激发方式(如中间点激发)以及覆盖次数,比如:某项目的设置为当沙土覆盖层小于20m时,井深打至高速层界面,单井激发,且井深大于12m。当沙土覆盖层大于20m时,单井激发,井深20m。采用12线4炮48道正交束状观测系统,中点激发,覆盖次数为24次。具体操作为项目依据具体情况实施。由此可获取目标地层的地震道数据,其中,地震道数据(利用地震子波从地下地层界面(或岩性界面)反射回地面时带回的双程旅行时信息和幅度(振幅数据、形状等)中至少包括两个相邻震道。

[0090] 根据每个测试点的地震道数据,获得对应的时深数据。

[0091] 根据每个测试点的地震道数据获取对应的方差数据,具体步骤包括如下五步:

[0092] 第一步,获取目标地层的地震道数据,选定合适的时窗长度和采样间隔(比如采样间隔1ms,时窗长度30ms)。应根据测区的实际情况慎重选择相邻道数和时窗长度:一般情况下,时窗长度的选择范围为 $T/2-3T/2$ (T 为剖面上反射波的视周期)。当相关时窗长度小于 $T/2$ 时,看不到一个完整的波峰或波谷,由此计算的小数值的区带可能反映噪声,而不只是反映小断层或存在岩性差异的位置;当相关时窗长度大于 $3T/2$ 时,多个反射同相轴同时出现,由此计算出的小的差分数值区带可能反映同相轴连续,而不是反映断层或存在岩性差异的位置。所以如确定较大的断层和地质异常体,应选用较多的相邻道数和较宽的时窗长度;在确定较小的断层和地质异常体时,应选用较少的相邻道数和较窄的时窗长度。地层的倾角越大,则选择的时窗要大些;反之,选择的时窗要小些。总之,想要地质体内部细节刻画清楚参与计算的道数和时窗宜选择大些。

[0093] 第二步,以当前采样点为中心,按照采样间隔在其上下均取二分之一时窗长度的样点,即当前采样点在剖面上位于一个时窗长度的中心位置,如图5所示,图5为本申请一实施例提供的获取方差数据的示意图。

[0094] 第三步,计算每个时窗长度内各地震道内样点的振幅平均值。

[0095] 第四步,基于该振幅平均值算出各道在所选时窗长度内的方差之和。

[0096] 第五步,通过公式四得到单个采样点的方差 D_t^2 ,公式六为加权函数,通过公式六和公式五对单个采样点的方差 D_t^2 归一化处理得到的单个采样点的方差值 D_w^2 ,加权函数通常为三角函数,其目的是将方差值控制在0到1之间,从而获得方差地震属性。

$$[0097] \quad D_t^2 = \frac{\sum_{j=t-L/2}^{j=t+L/2} \sum_{i=1}^T (u_i - \bar{u})^2}{\sum_{j=t-L/2}^{j=t+L/2} \sum_{i=1}^t u_i^2} \quad \text{公式四}$$

$$[0098] \quad D_w^2 = D_t^2 \sum_{j=t-L/2}^{j=t+L/2} w_{j-t} \quad \text{公式五}$$

$$[0099] \quad w = \sin\theta \quad (0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ) \quad \text{公式六}$$

[0100] 其中, D_t^2 为单个采样点的方差, D_w^2 为归一化处理得到的单个采样点的方差, u_i 为第*i*地震道的振幅值,单位是米, \bar{u} 为所有地震道的振幅平均值,单位是米,L为时窗长度,单位是ms,t和T为计算方差时涉及的相邻地震道数, w_{j-t} 为某时窗内某采样点的三角加权函数,对应公式六中的w,最大是1,最小是0,求和运算中作为公式参与(方差和乘上正弦三角函数的加权值并做归一化),不用判断具体取值。j为某段时间,单位为ms。

[0101] 根据每个测试点的地震道数据,获得对应的曲率数据。

[0102] 本实施例中,例如:图4中的C1测试线取了50个测试点,每个测试点对应不同的地震道数据,从而确定每个测试点对应的时深数据、方差数据和曲率数据。

[0103] 可选的,多个测试点分别为测试线上的等间距的测试点。

[0104] 本实施例中,测试线上的多个测试点间的距离相等,例如:图4中的C1测试线上有50个测试点,每两个相邻测试点间的距离相等。

[0105] 其中,上述测试线、测试线上多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据可以是用户向执行本方法实施例的电子设备输入的,或者是其它设备向执行本方法实施例的电子设备发送的。

[0106] S303、根据多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据,确定目标地层中断褶系统的宽度。

[0107] 本实施例中,已经获得了目标地层中测试线上多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据,因此,根据目标地层中测试线上多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据,确定目标地层中断褶系统的宽度。

[0108] 可选的,还可以根据目标地层中断褶系统的宽度,确定目标地层所在地区的油气开采策略。本实施例中,已经确定了目标地层中断褶系统的宽度,因此,可以确定目标地层所在地区的油气开采策略,例如:断层的形成位于疏导层,利于油气运输,断褶系统的宽度越宽,越利于油气的运聚,适合油气的开采;断层在储层,可能会导致油气散失,断褶系统的宽度越宽,可能会导致油气散失越严重,不适合油气的开采。

[0109] 可选的,获得目标地层中断褶系统的宽度后,还可以输出上述的宽度。具体输出方式例如:可以是执行本方法实施例的电子设备通过显示屏显示目标地层中断褶系统的宽度,或者是执行本方法实施例的电子设备向其它设备发送目标地层中断褶系统的宽度。

[0110] 另外,确定油气开采策略后,还可以输出油气开采策略。具体输出方式例如:可以是执行本方法实施例的电子设备通过显示屏显示油气开采策略,或者是执行本方法实施例的电子设备向其它设备发送油气开采策略。

[0111] 本申请提供的断褶系统的宽度确定方法,通过确定目标地层中的测试线,获取测试线上多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据,根据多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据,确定目标地层中断褶系统的宽度,通过上述方式,能够快速、直观且直接地确认地层中断褶系统的宽度,有助于分析和判断构造型油气储层的油气的运移和储存状况,对油气开采具有指导意义。

[0112] 在图3所示实施例的基础上,在一些实施例中,图6为本申请另一实施例提供的断褶系统的宽度确定方法的流程图,如图6所示,本实施例的方法可以包括:

[0113] S601、确定目标地层中的测试线。

[0114] S602、获取测试线上多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据。

[0115] 本实施例中,S601和S602的具体实现过程可以参见图3所示实施例的相关描述,此处不再赘述。

[0116] S603、根据多个测试点的时深数据,获得时深特征图,时深特征图用于表示测试线中距离参考测试点不同距离处的时深。

[0117] 本实施例中,已经获得了目标地层中测试线上多个测试点的时深数据,将测试线上的第一个测试点作为参考测试点,参考测试点的横坐标作为零点。其他测试点根据每个测试点距离参考测试点的不同距离,确定对应的横坐标。例如:表1为图4中的C1测试线的测试数据,其中,将第一个测试点的x坐标 $x=19627600$ 作为参考测试点的横坐标,即得到横坐标的零点 $x_0=0$,其他测试点的横坐标,比如第二个测试点的横坐标 $x=19627896$,与参考测试点的横坐标 $x=19627600$ 之间的差值为 296.444811 ,则作为这个测试点的横坐标 $x_0=296.444811$,依此类推,可以得到测试线上所有测试点的横坐标。根据多个测试点中每个测试点的横坐标、时深数据,例如表1中的横坐标 x_0 以及时深数据,获得时深特征图,时深特征图表示测试线中距离参考测试点不同距离处的时深。

[0118] 表1图4中的C1测试线的测试数据

[0119]

x (m)	x_0 (m)	时深数据 (ms)	方差数据	曲率数据
19627600	0	-815.98636	0.027634	16.245401
19627896	296.444811	-804.009772	0.046729	8.076325
19628193	592.889621	-781.625124	0.520329	-2.538692
19628489	889.334431	-767.164797	0.12692	-29.104653
19628786	1185.779242	-777.794552	0.131441	4.164358
19629082	1482.224052	-782.922381	0.065244	-13.499835
19629379	1778.668862	-803.157067	0.127671	8.640011
19629675	2075.113672	-812.527542	0.265908	-1.149947
19629972	2371.558483	-813.354109	0.088573	9.09978

19630268	2668.003293	-805.101052	0.019317	0.633998
----------	-------------	-------------	----------	----------

[0120] S604、根据多个测试点的方差数据,获得方差特征图,方差特征图用于表示测试线中距离参考测试点不同距离处的方差。

[0121] 本实施例中,已经获得了目标地层中测试线上多个测试点的方差数据,以及对应的横坐标,根据多个测试点中每个测试点的横坐标、方差数据,例如表1中的横坐标x0以及方差数据,获得方差特征图,方差特征图表示测试线中距离参考测试点不同距离处的方差。

[0122] S605、根据多个测试点的曲率数据,获得曲率特征图,曲率特征图用于表示测试线中距离参考测试点不同距离处的曲率。

[0123] 本实施例中,已经获得了目标地层中测试线上多个测试点的曲率数据,以及对应的横坐标,根据多个测试点中每个测试点的横坐标、曲率数据,例如表1中的横坐标x0以及曲率数据,获得曲率特征图,曲率特征图表示测试线中距离参考测试点不同距离处的曲率。

[0124] S606、根据时深特征图,确定目标地层中包括断褶系统的第一距离范围。

[0125] 本实施例中,已经获得了时深特征图、方差特征图以及曲率特征图。例如,图7为本申请一实施例提供的断褶系统的宽度确定的示意图,如图7所示,对应同一横坐标,纵坐标从下往上分别为时深、方差以及曲率,分别对应时深特征图、方差特征图以及曲率特征图。图7对应的时深数据、方差数据以及曲率数据如表1所示。根据图7的时深特征图中的时深特征曲线,确定目标地层中包括断褶系统的第一距离范围,具体为:横坐标从750米到1800米之间有一个波峰,确定有断褶系统,750米处对应褶皱左翼转折处的断层开始点,1800米处对应褶皱右翼断层的结束点。

[0126] S607、根据方差特征图,从第一距离范围内确定方差变化差异大于预设变化差异的第二距离范围。

[0127] 本实施例中,已经确定了第一距离范围,再根据方差特征图,从第一距离范围内确定方差变化差异大于预设变化差异的第二距离范围。例如:如图7所示,已经确定了第一距离范围为:从横坐标750米到横坐标1800米,根据图7的方差特征图中的方差特征曲线,从第一距离范围内确定方差变化差异大于预设变化差异的第二距离范围。具体地,预设变化差异例如为0.3。在第一距离范围内,根据方差特征图中方差变化差异大于预设变化差异0.3,确定从横坐标750米到横坐标1100米处对应褶皱左翼转折处的断层范围;根据方差特征图,确定从横坐标1400米到横坐标1800米处对应褶皱右翼断层范围。据此,确定的第二距离范围包括:从横坐标750米到横坐标1100米,从横坐标1400米到横坐标1800米。

[0128] S608、根据曲率特征图,从第二距离范围中确定存在曲率正负变化的第三距离范围。

[0129] 本实施例中,已经确定了第二距离范围,再根据曲率特征图,从第二距离范围中确定存在曲率正负变化的第三距离范围。例如:如图7所示,根据图7的曲率特征图中的曲率特征曲线,从第二距离范围中确定存在曲率正负变化的第三距离范围,具体为:在横坐标750米到横坐标1100米的第二距离范围内,根据曲率特征图中曲率的正负交替变化,确定从横坐标750米到横坐标1100米处对应褶皱左翼转折处的断层范围为第三距离范围;在横坐标1400米到横坐标1800米的第二距离范围内,根据曲率特征图,确定从横坐标1400米到横坐标1800米处对应褶皱右翼转折处的断层范围为第三距离范围。据此,确定的第三距离范围包括:从横坐标750米到横坐标1100米处,从横坐标1400米到横坐标1800米。

[0130] S609、根据第三距离范围，确定断褶系统的宽度。

[0131] 本实施例中，可以根据第三距离范围的距离长度，确定断褶系统的宽度，第三距离范围的距离长度可以由第三距离范围的起始点和结束点来确定。在一种可选的例子中，可以将第三距离范围内的距离长度，确定为断褶系统的宽度。

[0132] 本实施例中，根据第三距离范围起始点和结束点的横坐标，两者之间的距离差，确定为断褶系统的宽度。如图7所示，具体为：在横坐标750米到横坐标1100米的第三距离范围内，根据两者横坐标的差值，确定对应褶皱左翼转折处的断层的宽度为350米，对应图7中左侧的灰色矩形阴影；在横坐标1400米到横坐标1800米的第二距离范围内，根据两者横坐标的差值，确定对应褶皱右翼转折处的断层的宽度为400米，对应图7中右侧的灰色矩形阴影。

[0133] 在上述实施例的基础上，可以获得图4中除C1测试线之外的其余4条测试线对应的时深特征图、方差特征图以及曲率特征图，进而确定该地层的断层在不同位置上的破碎宽度。

[0134] 本申请提供的断褶系统的宽度确定方法，通过确定目标地层中的测试线，获取测试线上多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据，根据多个测试点的时深数据，获得时深特征图，时深特征图用于表示测试线中距离参考测试点不同距离处的时深，根据多个测试点的方差数据，获得方差特征图，方差特征图用于表示测试线中距离参考测试点不同距离处的方差，根据多个测试点的曲率数据，获得曲率特征图，曲率特征图用于表示测试线中距离参考测试点不同距离处的曲率，根据时深特征图，确定目标地层中包括断褶系统的第一距离范围，根据方差特征图，从第一距离范围内确定方差变化差异大于预设变化差异的第二距离范围，根据曲率特征图，从第二距离范围中确定存在曲率正负变化的第三距离范围，根据第三距离范围，确定断褶系统的宽度。因此，通过上述时深特征图、方差特征图以及曲率特征图的展示，能够快速、直观且直接地确认地层中断褶系统的宽度，有助于分析和判断构造型油气储层的油气的运移和储存状况，对油气开采具有指导意义。

[0135] 图8为本申请一实施例提供的断褶系统的宽度确定装置的结构示意图，如图8所示，本实施例的断褶系统的宽度确定装置800包括：确定模块801、获取模块802、处理模块803。

[0136] 确定模块801，用于确定目标地层中的测试线。

[0137] 获取模块802，用于获取测试线上多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据。

[0138] 处理模块803，用于根据多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据，确定目标地层中断褶系统的宽度。

[0139] 在上述任一所示实施例的基础上，处理模块803具体用于：

[0140] 根据多个测试点的时深数据，获得时深特征图，时深特征图用于表示测试线中距离参考测试点不同距离处的时深；根据多个测试点的方差数据，获得方差特征图，方差特征图用于表示测试线中距离参考测试点不同距离处的方差；根据多个测试点的曲率数据，获得曲率特征图，曲率特征图用于表示测试线中距离参考测试点不同距离处的曲率；根据时深特征图、方差特征图以及曲率特征图，确定目标地层中断褶系统的宽度。

[0141] 在上述任一所示实施例的基础上，处理模块803具体用于：

[0142] 根据时深特征图，确定目标地层中包括断褶系统的第一距离范围；根据方差特征图以及曲率特征图，从第一距离范围内确定断褶系统的宽度。

- [0143] 在上述任一所示实施例的基础上,处理模块803具体用于:
- [0144] 根据方差特征图,从第一距离范围内确定方差变化差异大于预设变化差异的第二距离范围;根据曲率特征图,从第二距离范围中确定存在曲率正负变化的第三距离范围;根据第三距离范围,确定断褶系统的宽度。
- [0145] 在上述任一所示实施例的基础上,处理模块803具体用于:
- [0146] 将第三距离范围内的距离长度,确定为断褶系统的宽度。
- [0147] 在上述任一所示实施例的基础上,多个测试点分别为测试线上的等间距的测试点。
- [0148] 在上述任一所示实施例的基础上,测试线的方向与目标地层中断褶系统的走向垂直。
- [0149] 本实施例的装置,可以用于执行上述任一所示方法实施例的技术方案,其实现原理和技术效果类似,此处不再赘述。
- [0150] 图9为本申请另一实施例提供的断褶系统的宽度确定装置的结构示意图,如图9所示,本实施例的断褶系统的宽度确定装置900包括:存储器901和处理器902。其中,存储器901、处理器902通过总线连接。
- [0151] 存储器901用于存储程序指令。
- [0152] 处理器902用于调用存储器中的程序指令执行:
- [0153] 确定目标地层中的测试线;获取测试线上多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据;根据多个测试点的时深数据、方差数据和曲率数据,确定目标地层中断褶系统的宽度。
- [0154] 在上述任一所示实施例的基础上,处理器902具体用于:
- [0155] 根据多个测试点的时深数据,获得时深特征图,时深特征图用于表示测试线中距离参考测试点不同距离处的时深;根据多个测试点的方差数据,获得方差特征图,方差特征图用于表示测试线中距离参考测试点不同距离处的方差;根据多个测试点的曲率数据,获得曲率特征图,曲率特征图用于表示测试线中距离参考测试点不同距离处的曲率;根据时深特征图、方差特征图以及曲率特征图,确定目标地层中断褶系统的宽度。
- [0156] 在上述任一所示实施例的基础上,处理器902具体用于:
- [0157] 根据时深特征图,确定目标地层中包括断褶系统的第一距离范围;根据方差特征图以及曲率特征图,从第一距离范围内确定断褶系统的宽度。
- [0158] 在上述任一所示实施例的基础上,处理器902具体用于:
- [0159] 根据方差特征图,从第一距离范围内确定方差变化差异大于预设变化差异的第二距离范围;根据曲率特征图,从第二距离范围中确定存在曲率正负变化的第三距离范围;根据第三距离范围,确定断褶系统的宽度。
- [0160] 在上述任一所示实施例的基础上,处理器902具体用于:
- [0161] 将第三距离范围内的距离长度,确定为断褶系统的宽度。
- [0162] 在上述任一所示实施例的基础上,多个测试点分别为测试线上的等间距的测试点。
- [0163] 在上述任一所示实施例的基础上,测试线的方向与目标地层中断褶系统的走向垂直。

[0164] 本实施例的装置,可以用于执行上述任一所示方法实施例的技术方案,其实现原理和技术效果类似,此处不再赘述。

[0165] 图10为本申请另一实施例提供的断褶系统的宽度确定装置的结构示意图,如图10所示,例如,断褶系统的宽度确定装置1000可以被提供为一服务器或计算机。参照图10,装置1000包括处理组件1001,其进一步包括一个或多个处理器,以及由存储器1002所代表的存储器资源,用于存储可由处理组件1001的执行的指令,例如应用程序。存储器1002中存储的应用程序可以包括一个或一个以上的每一个对应于一组指令的模块。此外,处理组件1001被配置为执行指令,以执行上述任一方法实施例。

[0166] 装置1000还可以包括一个电源组件1003被配置为执行装置1000的电源管理,一个有线或无线网络接口1004被配置为将装置1000连接到网络,和一个输入输出(I/O)接口1005。装置1000可以操作基于存储在存储器1002的操作系统,例如Windows Server™,Mac OS X™,Unix™,Linux™,FreeBSD™或类似。

[0167] 本申请还提供一种计算机可读存储介质,计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令,当处理器执行计算机执行指令时,实现如上断褶系统的宽度确定方法。

[0168] 上述的计算机可读存储介质,上述可读存储介质可以是由任何类型的易失性或非易失性存储设备或者它们的组合实现,如静态随机存取存储器(SRAM),电可擦除可编程只读存储器(EEPROM),可擦除可编程只读存储器(EPROM),可编程只读存储器(PROM),只读存储器(ROM),磁存储器,快闪存储器,磁盘或光盘。可读存储介质可以是通用或专用计算机能够存取的任何可用介质。

[0169] 一种示例性的可读存储介质耦合至处理器,从而使处理器能够从该可读存储介质读取信息,且可向该可读存储介质写入信息。当然,可读存储介质也可以是处理器的组成部分。处理器和可读存储介质可以位于专用集成电路(Application Specific Integrated Circuits,简称:ASIC)中。当然,处理器和可读存储介质也可以作为分立组件存在于断褶系统的宽度确定装置中。

[0170] 本领域普通技术人员可以理解:实现上述各方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成。前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中。该程序在执行时,执行包括上述各方法实施例的步骤;而前述的存储介质包括:ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0171] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本申请的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本申请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的范围。

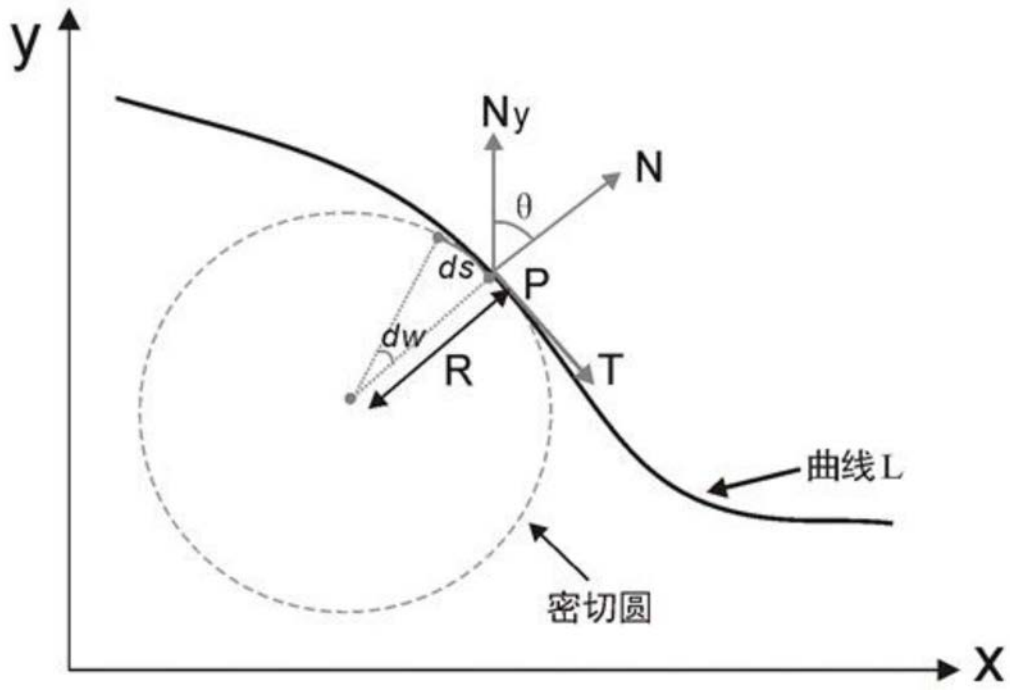


图1

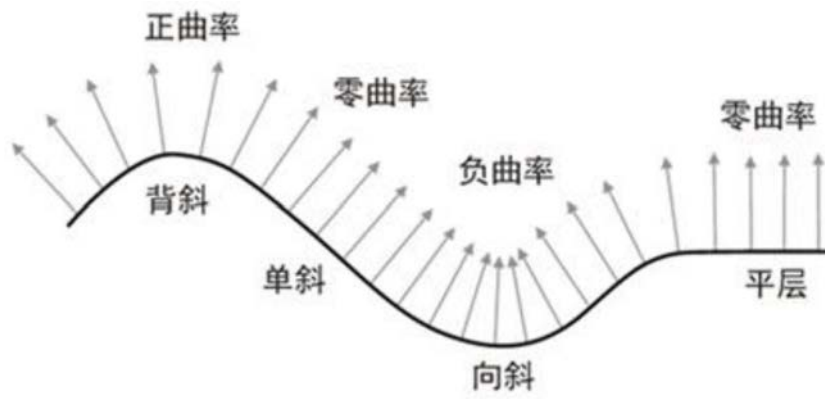


图2a

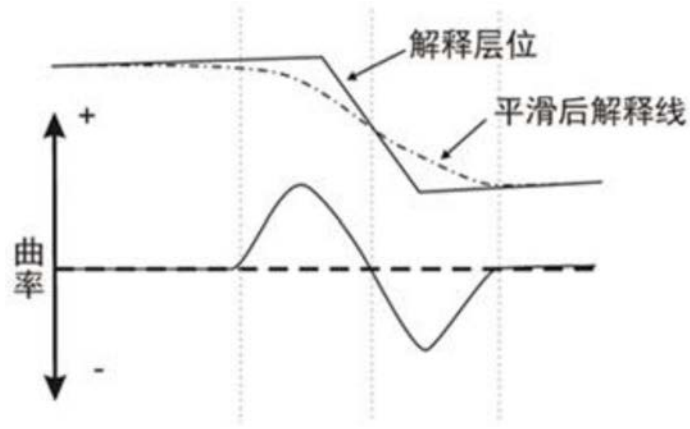


图2b

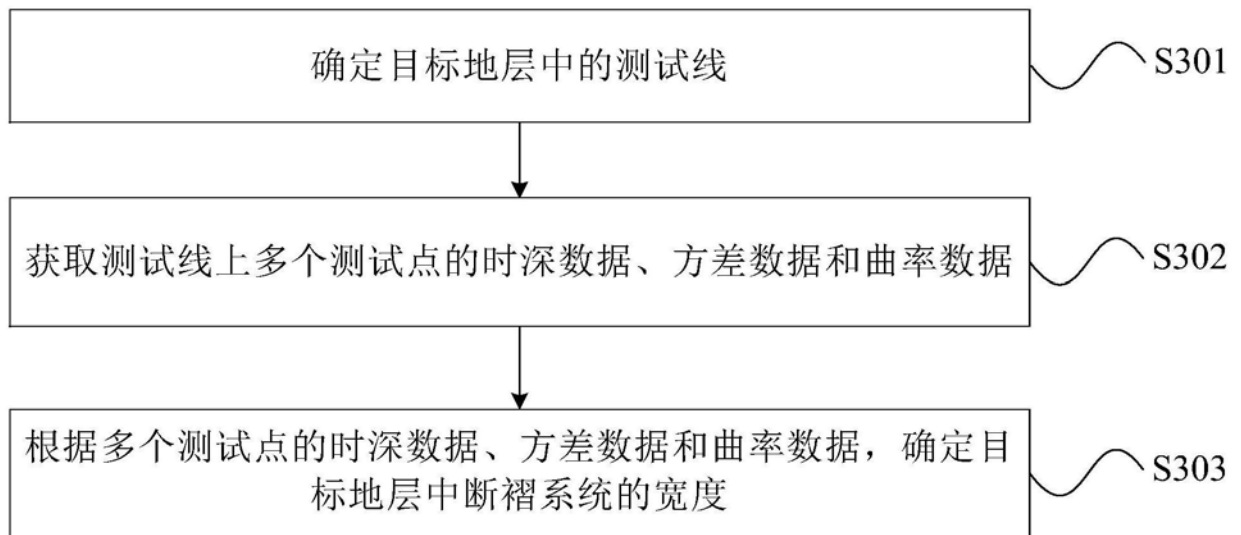


图3

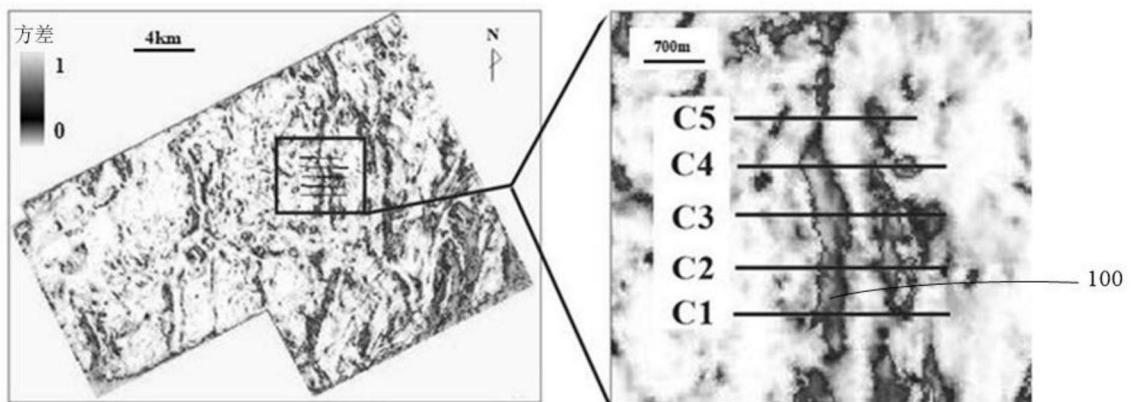


图4

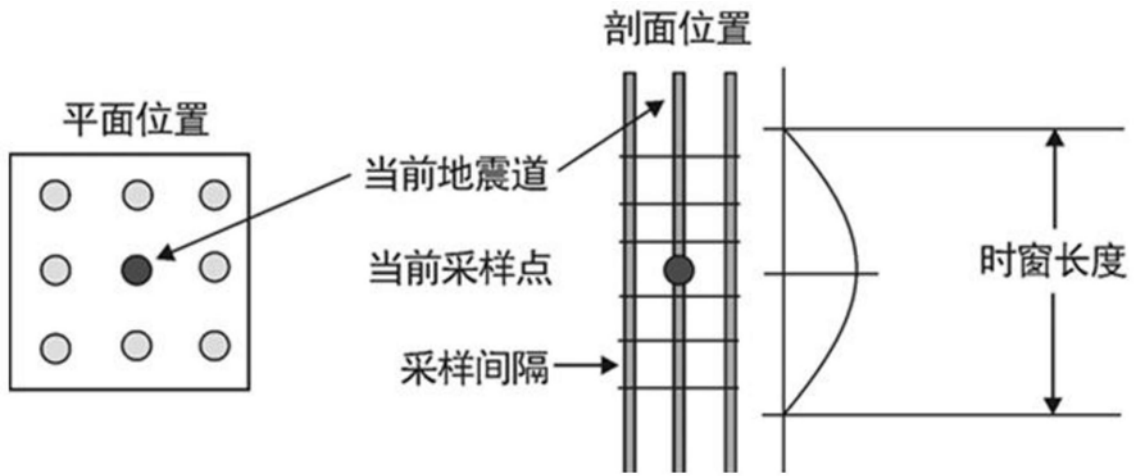


图5

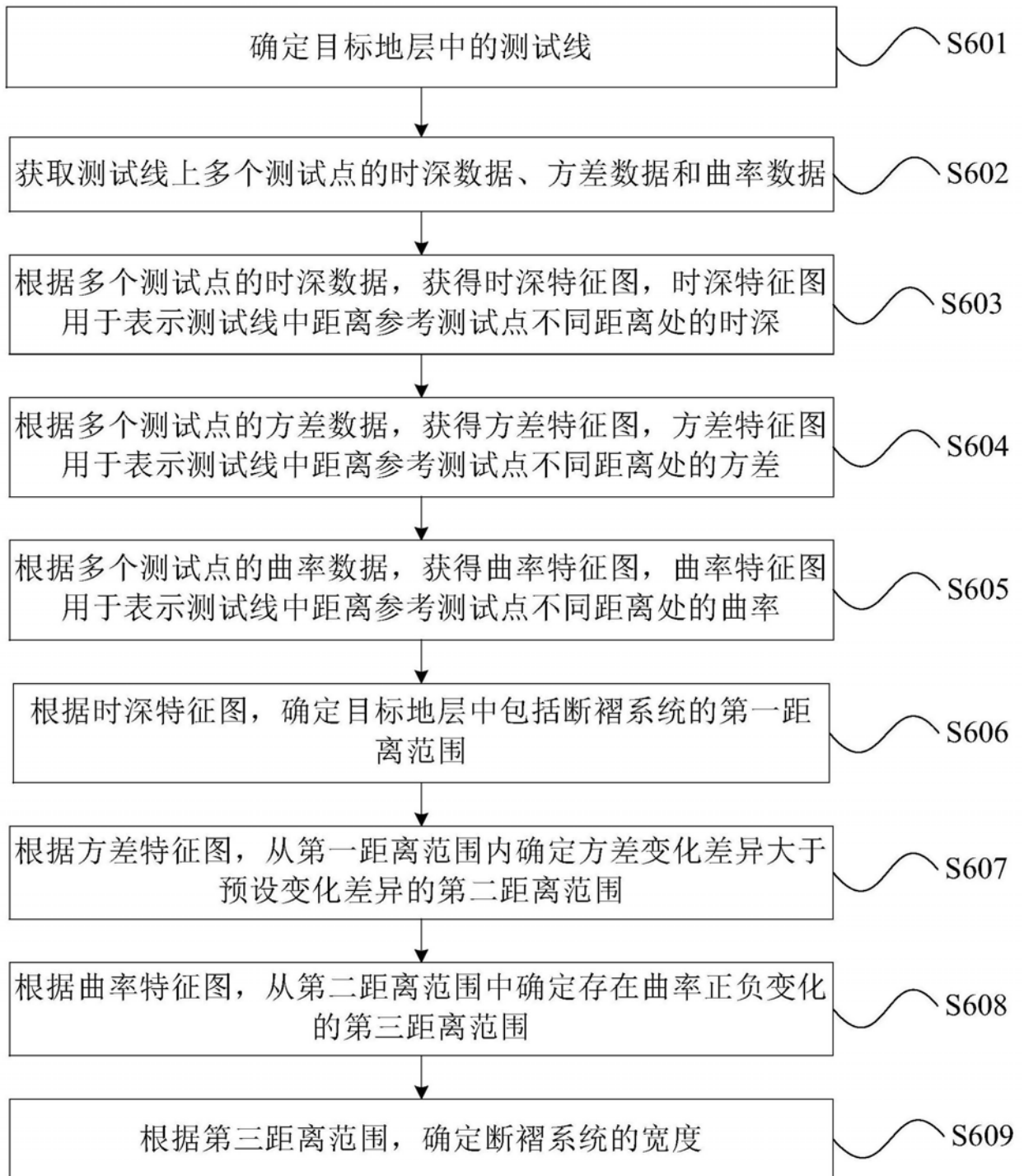


图6

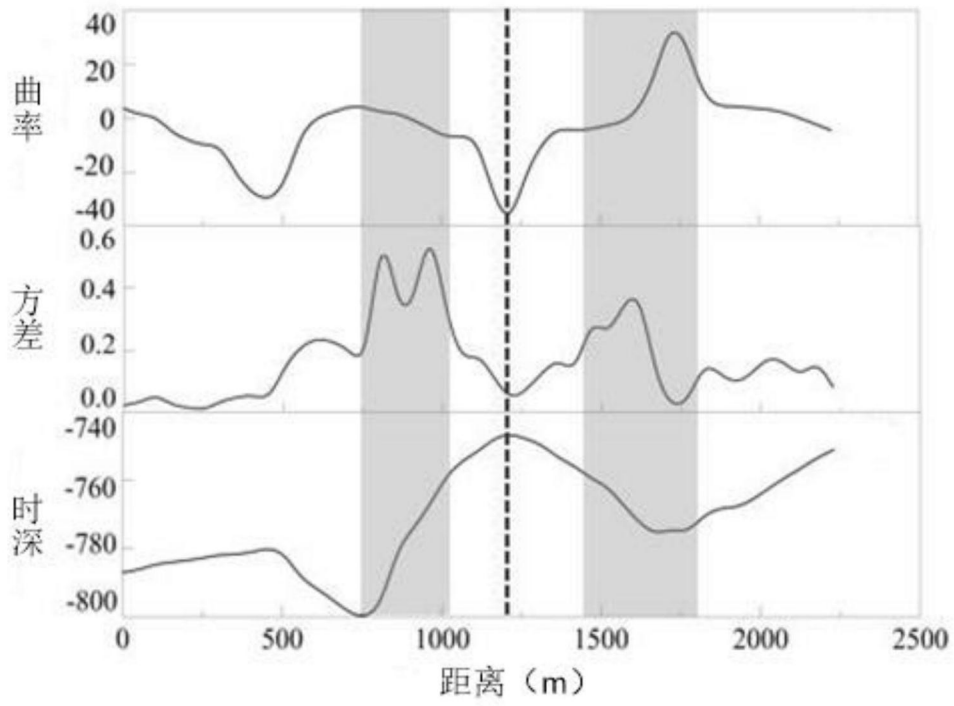


图7

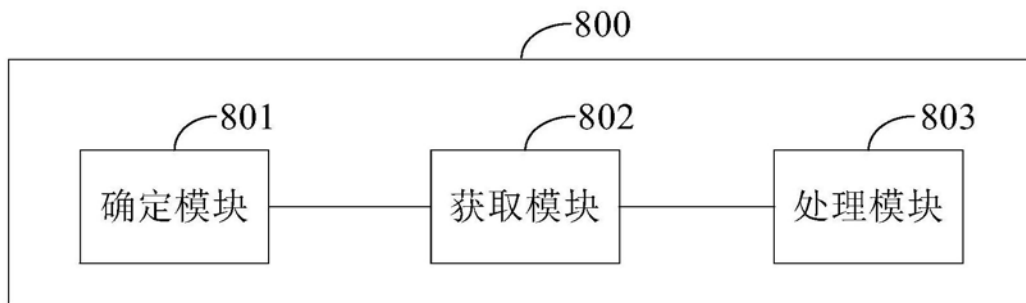


图8

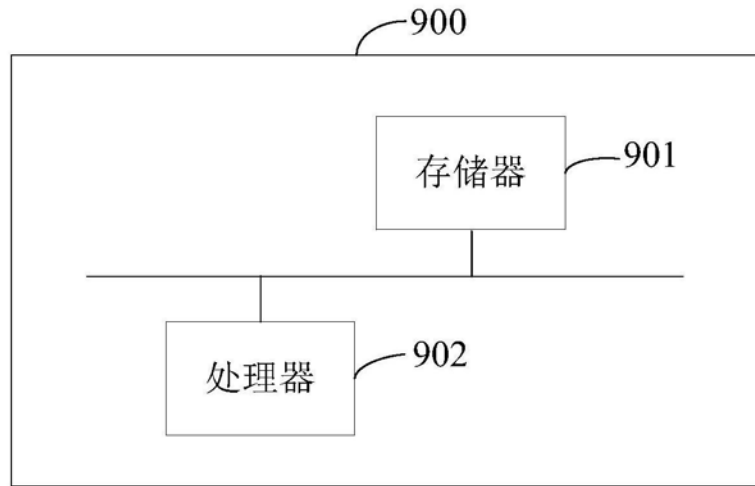


图9

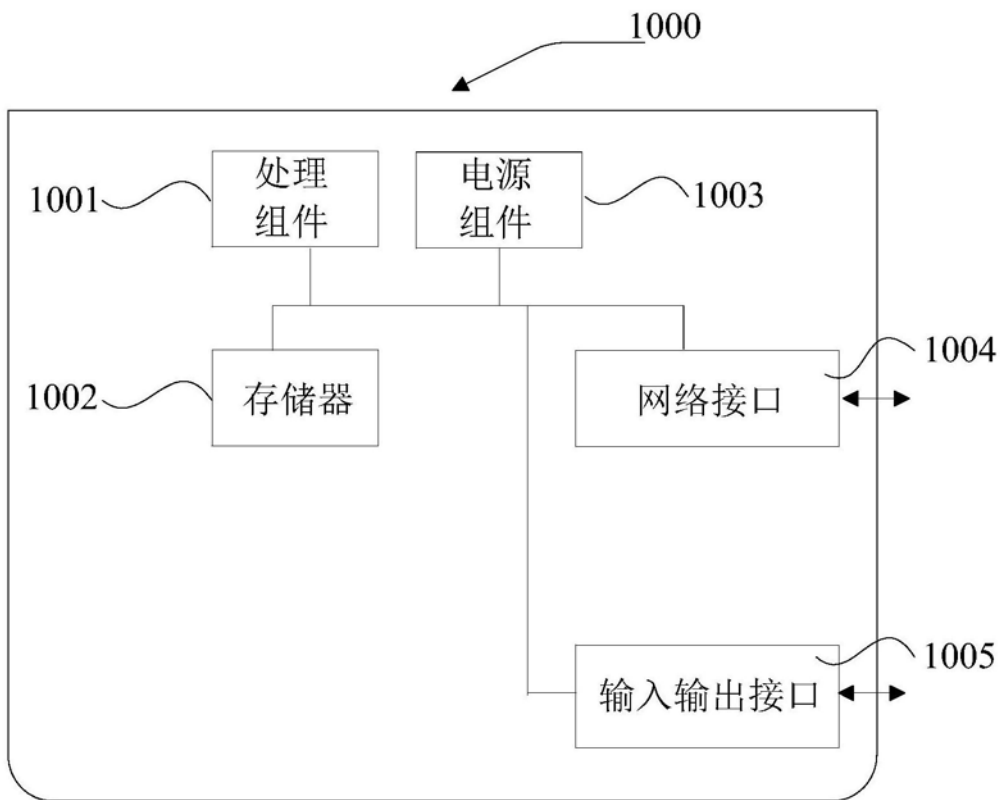


图10