



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109991663 A

(43)申请公布日 2019.07.09

(21)申请号 201711478060.4

(22)申请日 2017.12.29

(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 陈猛 王兴军 陈阳阳 王川  
左安鑫 杜禹 顾成龙 赖敬容  
李文燕 张耀堂

(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 胡艾青 黄健

(51)Int.Cl.  
G01V 1/36(2006.01)

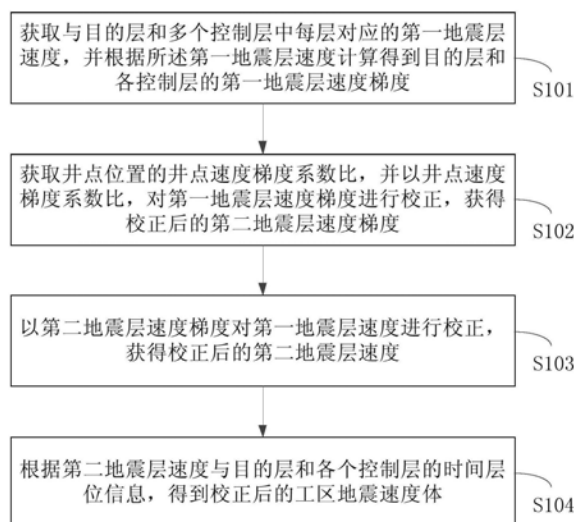
权利要求书3页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称

工区地震速度体校正方法和装置

(57)摘要

本发明提供一种工区地震速度体校正方法和装置,通过获取与目的层和多个控制层中每层对应的第一地震层速度,并根据第一地震层速度计算得到目的层和各控制层的第一地震层速度梯度;然后获取井点位置的井点速度梯度系数比,对第一地震层速度梯度进行校正,获得校正后的第二地震层速度梯度;接着,以第二地震层速度梯度对第一地震层速度进行校正,获得校正后的第二地震层速度;最后,根据第二地震层速度与目的层和各个控制层的时间层位信息,得到校正后的工区地震速度体,结合了目的层和各控制层的井点参考速度,确定地震速度数据体平面梯度分布规律,有效地校正地震层速度平面趋势,提高台盆区地震工区速度体精度。



1. 一种工区地震速度体校正方法,其特征在于,包括:

获取与目的层和多个控制层中每层对应的第一地震层速度,并根据所述第一地震层速度计算得到所述目的层和各控制层的第一地震层速度梯度;

获取井点位置的井点速度梯度系数比,并以所述井点速度梯度系数比,对所述第一地震层速度梯度进行校正,获得校正后的第二地震层速度梯度,其中,所述井点速度梯度系数比为所述第一地震层速度梯度与井点参考速度梯度之比,所述井点参考速度梯度为根据各井点在所述目的层和各控制层的井点参考速度确定的速度梯度;

以所述第二地震层速度梯度对所述第一地震层速度进行校正,获得校正后的第二地震层速度;

根据所述第二地震层速度与所述目的层和各个控制层的时间层位信息,得到校正后的工区地震速度体。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据第一地震层速度计算得到所述目的层和各控制层的第一地震层速度梯度,包括:

根据所述目的层和各控制层的第一地震层速度,得到同一个层速度平面各点位置处的地震速度值;

根据以下公式一得到目的层和各控制层的第一地震层速度梯度;

$$\nabla v_{\text{地震}} = dv_{\text{地震}} / dl \quad \text{公式一}$$

其中, $\nabla v_{\text{地震}}$ 为一个层速度平面的第一地震层速度梯度, $dv_{\text{地震}}$ 为所述层速度平面各点之间的地震速度值变化量, $dl$ 为所述层速度平面各点的位置距离。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述获取井点位置的井点速度梯度系数比,包括:

获取各井点在所述目的层和各控制层的井点参考速度;

根据以下公式二确定井点参考速度梯度;

$$\nabla v_{\text{井}} = dv_{\text{井}} / dl \quad \text{公式二}$$

其中, $\nabla v_{\text{井}}$ 为一个层速度平面的井点参考速度梯度, $dv_{\text{井}}$ 为所述层速度平面各井点之间的所述井点参考速度的变化量, $dl$ 为所述层速度平面各井点的位置距离;

根据以下公式三得到井点位置的井点速度梯度系数比;

$$r = (\nabla v_{\text{地震}} / \nabla v_{\text{井}}) \quad \text{公式三}$$

其中, $r$ 为井点位置的井点速度梯度系数比, $\nabla v_{\text{地震}}$ 为所述井点位置的第一地震层速度梯度, $\nabla v_{\text{井}}$ 为所述井点位置的井点参考速度梯度。

4. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述以所述井点速度梯度系数比,对所述第一地震层速度梯度进行校正,获得校正后的第二地震层速度梯度,包括:

对各井点的所述井点速度梯度系数比在所述目的层和各控制层上进行插值处理,得到与所述目的层和各控制层对应的速度梯度系数比平面,所述梯度系数比平面中的值为所述目的层和各控制层的对应点的速度梯度系数比;

用所述目的层和各控制层对应的第一地震层速度梯度,除以所述目的层和各控制层对应的速度梯度系数比平面中的值,得到所述目的层和各控制层对应的速度梯度校正平面;

将在井点处的所述第一地震层速度梯度,确定为所述井点处的第二地震层速度梯度,并将非井点处的所述速度梯度校正平面对应的速度梯度,确定为所述非井点处的第二地震层速度梯度;

以所述第二地震层速度梯度对所述第一地震层速度进行校正,获得校正后的第二地震层速度。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述以所述第二地震层速度梯度对所述第一地震层速度进行校正,获得校正后的第二地震层速度,包括:

根据所述第二地震层速度梯度和各井点处的所述第一地震层速度,获得所述目的层和各控制层对应的速度校正平面;

将在井点处的所述第一地震层速度,确定为所述井点处的第二地震层速度;

将在非井点处的所述速度校正平面的地震层速度,确定为所述非井点处的第二地震层速度。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在所述获取井点位置的井点速度梯度系数比之前,还包括:

获取所述第一地震层速度在各井点处的地震速度值;

获取各井点在所述目的层和各控制层的井点参考速度

判断所述地震速度值与所述井点参考速度在所述各井点处的变化趋势是否一致,若不一致,则执行所述获取井点位置的井点速度梯度系数比。

7. 根据权利要求3或6所述的方法,其特征在于,所述井点参考速度包括测井速度值,或垂直地震剖面VSP速度值,或钻井分层速度值;

所述获取各井点在所述目的层和各控制层的井点参考速度,包括:

以声波测井法获得各井点在所述目的层和各控制层的测井速度值;或者

从VSP资料中获得各井点在所述目的层和各控制层的VSP速度值;或者

从钻井分层资料获得钻井分层深度值 $\Delta h$ ,获取所述目的层和各控制层的的双程旅行时 $T_0$ ,获得各井点在所述目的层和各控制层的钻井分层速度值 $v = \Delta h / \Delta t_0 * 2000$ 。

8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述获取与目的层和多个控制层中每层对应的第一地震层速度,包括:

在工区内确定目的层和位于所述目的层之上的多个控制层;

获取与目的层和多个控制层中每层对应的深度域的原始速度体;

对所述深度域的原始速度体进行深时转换,得到时间域的原始速度体以及用于指示所述目的层和各个所述控制层的时间层位信息的等 $T_0$ 图;

从所述时间域的原始速度体中,得到与目的层和多个控制层中每层对应的第一地震层速度。

9. 一种工区地震速度体校正装置,其特征在于,包括:

第一地震层速度梯度获得模块,用于获取与目的层和多个控制层中每层对应的第一地震层速度,并根据所述第一地震层速度计算得到所述目的层和各控制层的第一地震层速度梯度;

第一校正模块,用于获取井点位置的井点速度梯度系数比,并以所述井点速度梯度系数比,对所述第一地震层速度梯度进行校正,获得校正后的第二地震层速度梯度,其中,所

述井点速度梯度系数比为所述第一地震层速度梯度与井点参考速度梯度之比,所述井点参考速度梯度为根据各井点在所述目的层和各控制层的井点参考速度确定的速度梯度;

第二校正模块,用于以所述第二地震层速度梯度对所述第一地震层速度进行校正,获得校正后的第二地震层速度;

工区地震速度体建立模块,用于根据所述第二地震层速度与所述目的层和各个控制层的时间层位信息,得到校正后的工区地震速度体。

10.根据权利要求9所述的装置,其特征在于,所述第一地震层速度梯度获得模块具体用于:

根据所述目的层和各控制层的第一地震层速度,得到同一个层速度平面各点位置处的地震速度值;

根据以下公式一得到目的层和各控制层的第一地震层速度梯度;

$$\nabla v_{\text{地震}} = dv_{\text{地震}} / dl \quad \text{公式一}$$

其中, $\nabla v_{\text{地震}}$ 为一个层速度平面的第一地震层速度梯度, $dv_{\text{地震}}$ 为所述层速度平面各点之间的地震速度值变化量, $dl$ 为所述层速度平面各点的位置距离。

## 工区地震速度体校正方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及石油地震勘探技术,尤其涉及一种工区地震速度体校正方法和装置。

### 背景技术

[0002] 在石油地震勘探过程中,台盆区的低幅度构造落实具有幅度低、面积小、埋藏深等特点,随着勘探开发的深入,构造落实难度加大,精度要求越来越高。

[0003] 目前对速度体的各速度平面误差校正的方法,主要是利用各种网格算法对离散不规则分布的井点地震速度误差点进行网格化,得到误差平面图进行地震速度平面的校正。

[0004] 由于井间及无井区地区的校正量随着不同网格算法变化而变化,在非井点地区的地震速度规律往往存在异常,导致非井点地区速度梯度的校正量准确不高。

### 发明内容

[0005] 本发明提供一种工区地震速度体校正方法和装置,在保证井点处速度梯度准确的基础上提高了非井点处的速度梯度的准确性,从而提高了工区地震速度体的校正准确性。

[0006] 根据本发明的第一方面,提供一种工区地震速度体校正方法,包括:

[0007] 获取与目的层和多个控制层中每层对应的第一地震层速度,并根据所述第一地震层速度计算得到所述目的层和各控制层的第一地震层速度梯度;

[0008] 获取井点位置的井点速度梯度系数比,并以所述井点速度梯度系数比,对所述第一地震层速度梯度进行校正,获得校正后的第二地震层速度梯度,其中,所述井点速度梯度系数比为所述第一地震层速度梯度与井点参考速度梯度之比,所述井点参考速度梯度为根据各井点在所述目的层和各控制层的井点参考速度确定的速度梯度;

[0009] 以所述第二地震层速度梯度对所述第一地震层速度进行校正,获得校正后的第二地震层速度;

[0010] 根据所述第二地震层速度与所述目的层和各个控制层的时间层位信息,得到校正后的工区地震速度体。

[0011] 作为一种实现方式,所述根据第一地震层速度计算得到所述目的层和各控制层的第一地震层速度梯度,包括:

[0012] 根据所述目的层和各控制层的第一地震层速度,得到同一个层速度平面各点位置处的地震速度值;

[0013] 根据以下公式一得到目的层和各控制层的第一地震层速度梯度;

[0014] 
$$\nabla v_{\text{地震}} = dv_{\text{地震}} / dl \quad \text{公式一}$$

[0015] 其中, $\nabla v_{\text{地震}}$ 为一个层速度平面的第一地震层速度梯度, $dv_{\text{地震}}$ 为所述层速度平面各点之间的地震速度值变化量, $d1$ 为所述层速度平面各点的位置距离。

[0016] 作为一种实现方式,所述获取井点位置的井点速度梯度系数比,包括:

[0017] 获取各井点在所述目的层和各控制层的井点参考速度;

[0018] 根据以下公式二确定井点参考速度梯度；

[0019]  $\nabla v_{\text{井}} = dv_{\text{井}} / dl$  公式二

[0020] 其中,  $\nabla v_{\text{井}}$  为一个层速度平面的井点参考速度梯度,  $dv_{\text{井}}$  为所述层速度平面各井点之间的所述井点参考速度的变化量,  $dl$  为所述层速度平面各井点的位置距离；

[0021] 根据以下公式三得到井点位置的井点速度梯度系数比；

[0022]  $r = (\nabla v_{\text{地震}} / \nabla v_{\text{井}})$  公式三

[0023] 其中,  $r$  为井点位置的井点速度梯度系数比,  $\nabla v_{\text{地震}}$  为所述井点位置的第一地震层速度梯度,  $\nabla v_{\text{井}}$  为所述井点位置的井点参考速度梯度。

[0024] 作为一种实现方式, 所述以所述井点速度梯度系数比, 对所述第一地震层速度梯度进行校正, 获得校正后的第二地震层速度梯度, 包括：

[0025] 对各井点的所述井点速度梯度系数比在所述目的层和各控制层上进行插值处理, 得到与所述目的层和各控制层对应的速度梯度系数比平面, 所述梯度系数比平面中的值为所述目的层和各控制层的对应点的速度梯度系数比；

[0026] 用所述目的层和各控制层对应的第一地震层速度梯度, 除以所述目的层和各控制层对应的速度梯度系数比平面中的值, 得到所述目的层和各控制层对应的速度梯度校正平面；

[0027] 将在井点处的所述第一地震层速度梯度, 确定为所述井点处的第二地震层速度梯度, 并将在非井点处的所述速度梯度校正平面对应的速度梯度, 确定为所述非井点处的第二地震层速度梯度；

[0028] 以所述第二地震层速度梯度对所述第一地震层速度进行校正, 获得校正后的第二地震层速度。

[0029] 作为一种实现方式, 所述以所述第二地震层速度梯度对所述第一地震层速度进行校正, 获得校正后的第二地震层速度, 包括：

[0030] 根据所述第二地震层速度梯度和各井点处的所述第一地震层速度, 获得所述目的层和各控制层对应的速度校正平面；

[0031] 将在井点处的所述第一地震层速度, 确定为所述井点处的第二地震层速度；

[0032] 将在非井点处的所述速度校正平面的地震层速度, 确定为所述非井点处的第二地震层速度。

[0033] 作为一种实现方式, 在所述获取井点位置的井点速度梯度系数比之前, 还包括：

[0034] 获取所述第一地震层速度在各井点处的地震速度值；

[0035] 获取各井点在所述目的层和各控制层的井点参考速度

[0036] 判断所述地震速度值与所述井点参考速度在所述各井点处的变化趋势是否一致, 若不一致, 则执行所述获取井点位置的井点速度梯度系数比。

[0037] 作为一种实现方式, 所述井点参考速度包括测井速度值, 或垂直地震剖面VSP速度值, 或钻井分层速度值；

[0038] 所述获取各井点在所述目的层和各控制层的井点参考速度, 包括：

[0039] 以声波测井法获得各井点在所述目的层和各控制层的测井速度值；或者

[0040] 从VSP资料中获得各井点在所述目的层和各控制层的VSP速度值；或者

[0041] 从钻井分层资料获得钻井分层深度值  $\Delta h$ , 获取所述目的层和各控制层的的双程旅行时  $T_0$ , 获得各井点在所述目的层和各控制层的钻井分层速度值  $v = \Delta h / \Delta t_0 * 2000$ 。

[0042] 作为一种实现方式, 所述获取与目的层和多个控制层中每层对应的第一地震层速度, 包括:

[0043] 在工区内确定目的层和位于所述目的层之上的多个控制层;

[0044] 获取与目的层和多个控制层中每层对应的深度域的原始速度体;

[0045] 对所述深度域的原始速度体进行深时转换, 得到时间域的原始速度体以及用于指示所述目的层和各个所述控制层的时间层位信息的等  $T_0$  图;

[0046] 从所述时间域的原始速度体中, 得到与目的层和多个控制层中每层对应的第一地震层速度。

[0047] 根据本发明的第二方面, 提供一种工区地震速度体校正装置, 包括:

[0048] 第一地震层速度梯度获得模块, 用于获取与目的层和多个控制层中每层对应的第一地震层速度, 并根据所述第一地震层速度计算得到所述目的层和各控制层的第一地震层速度梯度;

[0049] 第一校正模块, 用于获取井点位置的井点速度梯度系数比, 并以所述井点速度梯度系数比, 对所述第一地震层速度梯度进行校正, 获得校正后的第二地震层速度梯度, 其中, 所述井点速度梯度系数比为所述第一地震层速度梯度与井点参考速度梯度之比, 所述井点参考速度梯度为根据各井点在所述目的层和各控制层的井点参考速度确定的速度梯度;

[0050] 第二校正模块, 用于以所述第二地震层速度梯度对所述第一地震层速度进行校正, 获得校正后的第二地震层速度;

[0051] 工区地震速度体建立模块, 用于根据所述第二地震层速度与所述目的层和各个控制层的时间层位信息, 得到校正后的工区地震速度体。

[0052] 作为一种实现方式, 所述第一地震层速度梯度获得模块具体用于:

[0053] 根据所述目的层和各控制层的第一地震层速度, 得到同一个层速度平面各点位置处的地震速度值;

[0054] 根据以下公式一得到目的层和各控制层的第一地震层速度梯度;

[0055] 
$$\nabla v_{\text{地震}} = dv_{\text{地震}} / dl \quad \text{公式一}$$

[0056] 其中,  $\nabla v_{\text{地震}}$  为一个层速度平面的第一地震层速度梯度,  $dv_{\text{地震}}$  为所述层速度平面各点之间的地震速度值变化量,  $dl$  为所述层速度平面各点的位置距离。

[0057] 本发明提供一种工区地震速度体校正方法和装置, 通过获取与目的层和多个控制层中每层对应的第一地震层速度, 并根据第一地震层速度计算得到目的层和各控制层的第一地震层速度梯度, 从而得到一个待校正的对象; 然后, 获取井点位置的井点速度梯度系数比, 并以井点速度梯度系数比, 对第一地震层速度梯度进行校正, 提高了校正的准确性, 获得校正后的第二地震层速度梯度, 其中, 井点速度梯度系数比为第一地震层速度梯度与井点参考速度梯度之比, 井点参考速度梯度为根据各井点在目的层和各控制层的井点参考速度确定的速度梯度; 接着, 以第二地震层速度梯度对第一地震层速度进行校正, 获得校正后的第二地震层速度, 能够在井点处以及非井点处都获得较准确的第二地震层速度; 最后, 根

据第二地震层速度与目的层和各个控制层的时间层位信息,得到校正后的工区地震速度体,结合了目的层和各控制层的井点参考速度,确定地震速度数据体平面梯度分布规律,有效地校正地震层速度平面趋势,提高台盆区地震工区速度体精度。

### 附图说明

[0058] 为了更清楚地说明本发明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做简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0059] 图1为本发明实施例提供的一种工区地震速度体校正方法流程示意图;

[0060] 图2为本发明实施例提供的一种目的层的第一地震层速度示意图;

[0061] 图3为本发明实施例提供的一种控制层的第一地震层速度梯度示意图;

[0062] 图4为本发明实施例提供的一种控制层的第二地震层速度梯度示意图;

[0063] 图5为本发明实施例提供的一种目的层的第二地震层速度示意图;

[0064] 图6为本发明实施例提供的一种地震速度值与井点参考速度在多个井点处的趋势进行比较示例;

[0065] 图7为本发明实施例提供的一种工区地震速度体校正装置结构示意图。

### 具体实施方式

[0066] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明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发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,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,都属于本发明保护的范围。

[0067] 本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”“第四”等(如果存在)是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。

[0068] 应当理解,在本申请的各种实施例中,各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后,各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定,而不应对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

[0069] 应当理解,在本申请中,“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0070] 应当理解,在本申请中,“多个”是指两个或两个以上。“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

[0071] 应当理解,在本申请中,“与A相应的B”表示B与A相关联,根据A可以确定B。根据A确定B并不意味着仅仅根据A确定B,还可以根据A和/或其他信息确定B。A与B的匹配,是A与B的

相似度大于或等于预设的阈值。

[0072] 取决于语境,如在此所使用的“若”可以被解释成为“在……时”或“当……时”或“响应于确定”或“响应于检测”。

[0073] 下面以具体地实施例对本发明的技术方案进行详细说明。下面这几个具体的实施例可以相互结合,对于相同或相似的概念或过程可能在某些实施例不再赘述。

[0074] 图1为本发明实施例提供的一种工区地震速度体校正方法流程示意图。图1所示的方法流程可以是由工区地震速度体校正装置实现的,该装置可以是专门的校正设备,也可以是包含于工区管理系统中的内置模块。其获取参数的方式可以从预存储的资料中获取,也可以是通过相关的探测仪器、采集模块进行测量获取的。图1所示方法可以包括以下步骤:

[0075] S101,获取与目的层和多个控制层中每层对应的第一地震层速度,并根据所述第一地震层速度计算得到目的层和各控制层的第一地震层速度梯度。

[0076] 地震层速度是在层状地层中,地震波在每一个划分层中传播的速度。不同结构的地层具有不同的地震层速度,它直接反映地层的岩性,还能通过地震层速度来划分地层。例如本实施例中的目的层和多个控制层。相应地,与目的层和多个控制层中每层对应的第一地震层速度,具体可以理解为分别是目的层中地震波的传播速度,和多个控制层中地震波的传播速度。

[0077] 图2为本发明实施例提供的一种目的层的第一地震层速度示意图。图2中圆圈均表示井点,并以字符A、B、C、D、E和F进行区别。其中,在A和B井点左侧测得的第一地震层速度为3358m/s,在E井点左侧测得的第一地震层速度为3301m/s。图2中的曲线用于示意速度等值线。图2中由多条速度等值线构成了目的层的层速度平面。黑色箭头指示了第一地震层速度的减小方向。

[0078] 目的层可以理解为需要进行油气开采的地层,多个控制层可以理解为位于目的层之上的比较重要的地层。为了给油气开采做准备,不仅仅需要对目的层进行分析,还需要考虑控制层的结构情况。

[0079] 第一地震层速度的一种获取途径,可以从预先存储的地层资料中获取,例如,预先通过地震测井或声波测井,测量得到包含地层速度谱的测量结果,并根据地震层速度将地层解释为目的层、多个控制层以及不重要的其他层,每层对应第一地震层速度。预先测量的信息都存储于资料库中,在进行工区地震速度体校正时,直接从资料库中预存储的资料中获取与目的层和多个控制层中每层对应的第一地震层速度。

[0080] 第一地震层速度的另一种获取途径,可以是实地测量。例如向测量子模块发送测量指令,以使得测量子模块开始对工区地层进行地震测井或声波测井测得与目的层和多个控制层中每层对应的第一地震层速度。

[0081] 图3为本发明实施例提供的一种控制层的第一地震层速度梯度示意图。

[0082] 在获得第一地震层速度后,通过预设的公式可以计算得到目的层和各控制层的第一地震层速度梯度。第一地震层速度梯度反映了在各层中不同位置点处第一地震层速度的变化快慢。例如图3示出的一个控制层的第一地震层速度梯度示意图中,圆圈均表示井点,并以字符A、B、C、D、E和F进行区别,曲线用于示意速度梯度等值线。

[0083] S102,获取井点位置的井点速度梯度系数比,并以井点速度梯度系数比,对第一地

震层速度梯度进行校正,获得校正后的第二地震层速度梯度。

[0084] 其中,井点速度梯度系数比为第一地震层速度梯度与井点参考速度梯度之比,井点参考速度梯度为根据各井点在目的层和各控制层的井点参考速度确定的速度梯度。

[0085] 具体地,先根据各井点在目的层和各控制层的井点参考速度,确定井点参考速度梯度,然后用第一地震层速度梯度与井点参考速度梯度之比,作为井点速度梯度系数比。井点速度梯度系数比仍然是由井点数据得到的速度梯度比。由于第一地震层速度梯度是连续的梯度平面数据,不是离散的点值。因此,在以井点速度梯度系数比,对第一地震层速度梯度进行校正之前,还需要对井点速度梯度系数比使用最小二乘法等网格算法进行距离加权网格,进行插值和平滑,从离散的数据变为连续的数据。得到与第一地震层速度梯度类似分布的梯度平面后,再对第一地震层速度梯度进行校正。

[0086] 井点参考速度可以理解为是测井速度值,或垂直地震剖面(VerticalSeismicProfiling,简称VSP)速度值,或者钻井分层速度值。

[0087] 测井速度值是在测井过程中获取的各井点在目的层和各控制层的井点参考速度。石油钻井时,在钻到设计井深深度后都必须进行测井,以获得各种石油地质及工程技术资料,作为完井和开发油田的原始资料。

[0088] 在一种实现方式中,井点参考速度为测井速度值,获取各井点在所述目的层和各控制层的井点参考速度可以理解为:以声波测井法获得各井点在所述目的层和各控制层的测井速度值。

[0089] 在另一种实现方式中,井点参考速度为钻井分层速度值,获取各井点在所述目的层和各控制层的井点参考速度可以理解为:从钻井分层资料中获得各井点在所述目的层和各控制层之间的钻井分层深度值 $\Delta h$ ,与从地震资料解释过程中得到的目的层和各控制层的双程旅行时值 $\Delta t_0$ ,获得钻井分层速度值 $v = \Delta h / \Delta t_0 * 2000$ 。

[0090] 在再一种实现方式中,井点参考速度为VSP速度值,获取各井点在所述目的层和各控制层的井点参考速度可以理解为:从VSP资料中获得各井点在所述目的层和各控制层的VSP速度值。VSP速度值是通过VSP获得的各井点在目的层和各控制层的井点参考速度。VSP与通常地面观测的地震剖面相对应,是在地表附近的一些点上激发地震波,在沿井孔不同深度布置的一些多级多分量的检波点上观测。

[0091] 图4为本发明实施例提供的一种控制层的第二地震层速度梯度示意图。图4中,圆圈均表示井点,并以字符A、B、C、D、E和F进行区别,曲线用于示意速度梯度等值线。图4是图3所示梯度示意图校正后的示例。

[0092] S103,以第二地震层速度梯度对第一地震层速度进行校正,获得校正后的第二地震层速度。

[0093] 第二地震层速度梯度是经过校正的梯度,以校正后的梯度结合井点处的第一地震层速度对非井点处的第一地震层速度进行校正,可以得到校正后的速度。具体地,以每个井点处的第一地震层速度作为定值,以第二地震层速度梯度作为速度变化率,可以得到非井点处的第二地震层速度。井点处的第二地震层速度与其第一地震层速度一致。

[0094] 图5为本发明实施例提供的一种目的层的第二地震层速度示意图。图5中,圆圈均表示井点,并以字符A、B、C、D、E和F进行区别,曲线用于示意速度梯度等值线。图5是图2所示速度示意图校正后的示例。

[0095] S104,根据第二地震层速度与目的层和各个控制层的时间层位信息,得到校正后的工区地震速度体。

[0096] 时间层位信息可以理解为等T0图。等T0图可由时间剖面的数据直接绘制出,可以反映构造的基本形态,其偏移也小。等T0图也是由野外地震采集及室内地震数据处理后的深度数据进行深时转换得到的。

[0097] 第二地震层速度是与目的层和各个控制层对应的速度平面,而结合目的层和各个控制层的时间层位信息,可以得到工区地震速度体。

[0098] 本发明实施例提供一种工区地震速度体校正方法,通过获取与目的层和多个控制层中每层对应的第一地震层速度,并根据第一地震层速度计算得到目的层和各控制层的第一地震层速度梯度,从而得到一个待校正的对象;然后,获取井点位置的井点速度梯度系数比,并以井点速度梯度系数比,对第一地震层速度梯度进行校正,提高了校正的准确性,获得校正后的第二地震层速度梯度,其中,井点速度梯度系数比为第一地震层速度梯度与井点参考速度梯度之比,井点参考速度梯度为根据各井点在目的层和各控制层的井点参考速度确定的速度梯度;接着,以第二地震层速度梯度对第一地震层速度进行校正,获得校正后的第二地震层速度,能够在井点处以及非井点处都获得较准确的第二地震层速度;最后,根据第二地震层速度与目的层和各个控制层的时间层位信息,得到校正后的工区地震速度体,结合了目的层和各控制层的井点参考速度,确定地震速度数据体平面梯度分布规律,有效地校正地震层速度平面趋势,提高台盆区地震工区速度体精度。

[0099] 图6是本发明实施例提供的一种地震速度值与井点参考速度在多个井点处的趋势进行比较示例。以下结合图6,对地震速度分布是否精确,是否需要校正提供了一种评价和判断的手段。在图1所示实施例的基础上,在获取井点位置的井点速度梯度系数比之前,还可以先执行是否需要校正的判断步骤,具体地:首先获取第一地震层速度在各井点处的地震速度值,并获取各井点在目的层和各控制层的井点参考速度,由此得到的地震速度值和井点参考速度都是在井点处的点值,以使得相同维度的数值可以进行比较。判断地震速度值与井点参考速度在各井点处的变化趋势是否一致,例如以图5所示的直方图对地震速度值与井点参考速度在多个井点处的趋势进行比较。每一组柱体从左至右依次表示在一处井点的地震速度值、测井速度值和VSP速度值。其中,在第四组合第五组未加入VSP速度值。两条虚线表示变化趋势,Q1为测井速度值的变化趋势,Q2为地震速度值的变化趋势。从图上可以看出,在第一组至第三组之间,Q1呈现先下降后上升的变化趋势,而Q2仅呈现上升的变化趋势。可见,图5所示地震速度值与井点参考速度在各井点处的变化趋势不一致。

[0100] 若地震速度值与井点参考速度在各井点处的变化趋势不一致,表明工区地震速度体的误差较大,则执行获取井点位置的井点速度梯度系数比;若地震速度值与井点参考速度在各井点处的变化趋势一致,表明工区地震速度体的误差可以忽略不计,则无需对工区地震速度体进行校正。

[0101] 在上述实施例的基础上,根据第一地震层速度计算得到所述目的层和各控制层的第一地震层速度梯度的过程,可以是:

[0102] 首先,根据目的层和各控制层的第一地震层速度,得到同一个层速度平面各点位置处的地震速度值。

[0103] 然后,根据以下公式一得到目的层和各控制层的第一地震层速度梯度;

$$[0104] \quad \nabla v_{\text{地震}} = dv_{\text{地震}} / dl \quad \text{公式一}$$

[0105] 其中,  $\nabla v_{\text{地震}}$  为一个层速度平面的第一地震层速度梯度,  $dv_{\text{地震}}$  为层速度平面各点之间的地震速度值变化量,  $dl$  为层速度平面各点的位置距离。

[0106] 由于一个工区内地下地质情况从整体上变化不是十分剧烈, 各地层岩性变化的平缓程度决定着地层层速度的变化梯度, 结合构造地质因素, 在已钻井点分布合理和断层断裂强度较小的情况下, 本实施例用已知井点的速度梯度规律对地层的层速度梯度变化进行约束。

[0107] 又因为造成目前井控处理使用的地震速度数据体分布异常的原因, 在一定程度上体现在目的层以上的控制层的层速度在无井处的地震层速度梯度分布异常导致, 本发明实施例采用体现井上速度梯度分布规律的井点速度梯度系数比, 对地震速度梯度分布规律进行校正, 得到更为精确的三维地震速度场。

[0108] 在上述实施例的基础上, 在得到第一地震层速度梯度之后, 获取井点位置的井点速度梯度系数比的过程, 可以是:

[0109] 第一步, 获取各井点在目的层和各控制层的井点参考速度。

[0110] 第二步, 根据以下公式二确定井点参考速度梯度。

$$[0111] \quad \nabla v_{\text{井}} = dv_{\text{井}} / dl \quad \text{公式二}$$

[0112] 其中,  $\nabla v_{\text{井}}$  为一个层速度平面的井点参考速度梯度,  $dv_{\text{井}}$  为层速度平面各井点之间的井点参考速度的变化量,  $dl$  为层速度平面各井点的位置距离。

[0113] 第三步, 根据以下公式三得到井点位置的井点速度梯度系数比。

$$[0114] \quad r = (\nabla v_{\text{地震}} / \nabla v_{\text{井}}) \quad \text{公式三}$$

[0115] 其中,  $r$  为井点位置的井点速度梯度系数比,  $\nabla v_{\text{地震}}$  为井点位置的第一地震层速度梯度,  $\nabla v_{\text{井}}$  为井点位置的井点参考速度梯度。

[0116] 在上述实施例的基础上, 以井点速度梯度系数比, 对第一地震层速度梯度进行校正, 获得校正后的第二地震层速度梯度的过程, 可以是:

[0117] 首先, 对各井点的井点速度梯度系数比在目的层和各控制层上进行插值处理, 得到与目的层和各控制层对应的速度梯度系数比平面, 梯度系数比平面中的值为目的层和各控制层的对应点的速度梯度系数比。其中, 插值处理可以在规则网格处理, 或非规则网格处理的基础上, 用距离加权法、方位法、趋势面法、叠加法、加权最小二乘法和克里金法等进行网格数值化, 最后生成等值线形成速度梯度系数比平面。非规则网格处理例如可以是三角网格处理、任意四边形网格处理等。插值处理例如可以是最小二乘法等网格算法进行距离加权网格计算, 从而对各井点的井点速度梯度系数比平滑处理得到速度梯度系数比平面。各井点的井点速度梯度系数比是在各井点处的离散的数据点, 而梯度系数比平面是在目的层和各控制层上的连续的数据平面。

[0118] 然后, 用目的层和各控制层对应的第一地震层速度梯度, 除以目的层和各控制层对应的速度梯度系数比平面中的值, 得到目的层和各控制层对应的速度梯度校正平面。具体地, 目的层和各控制层对应的第一地震层速度梯度和目的层和各控制层对应的速度梯度系数比平面都是由连续数据构成的平面, 相处之后得到目的层和各控制层对应的速度梯度

校正平面。

[0119] 再然后,将在井点处的第一地震层速度梯度,确定为井点处的第二地震层速度梯度,并将在非井点处的速度梯度校正平面对应的速度梯度,确定为非井点处的第二地震层速度梯度。

[0120] 最后,以第二地震层速度梯度对第一地震层速度进行校正,获得校正后的第二地震层速度。具体地,可以是根据第二地震层速度梯度和各井点处的所述第一地震层速度,获得目的层和各控制层对应的速度校正平面。例如以各井点处的所述第一地震层速度为定点,并以第二地震层速度梯度作为速度变化率,则可以从定点向外推算出非井点处的地震速度。将在井点处的第一地震层速度,确定为井点处的第二地震层速度,并将在非井点处的速度校正平面的地震层速度,确定为非井点处的第二地震层速度。由此,获得了校正后的第二地震层速度。

[0121] 在上述实施例的基础上,获取与目的层和多个控制层中每层对应的第一地震层速度的过程,具体可以是:经过野外地震采集及室内地震数据处理后,再经过地震解释人员根据实际生产情况解释,首先,在工区内确定目的层和位于目的层之上的多个控制层。然后,获取与目的层和多个控制层中每层对应的深度域的原始速度体,通常最初的原始数据都是深度域数据。再然后,对深度域的原始速度体进行深时转换,得到时间域的原始速度体以及用于指示目的层和各个控制层的时间层位信息的等T0图。最后,从时间域的原始速度体中,得到与目的层和多个控制层中每层对应的第一地震层速度。

[0122] 深时转换,是将地震数据从深度域转换到时间域的过程,依靠速度信息展示地层的构造情况。

[0123] 本发明实施例分析了基于井控处理的速度场速度梯度分布异常情况,结合地下地层构造因素,利用已知井点的测井、VSP、分层资料得到的速度梯度对地震速度梯度进行校正,从而科学有效地校正原始地震速度梯度分布,切实提高构造落实精度。本发明实施例利用了井点处的测井、VSP、及钻井分层数据的速度梯度信息对地震速度进行校正,在校正中不仅利用了井点处的速度信息,还在井间及远离井的区域获得了控制手段,提高了速度体的精度。

[0124] 图7是本发明实施例提供的一种工区地震速度体校正装置结构示意图。如图7所示的装置主要包括:

[0125] 第一地震层速度梯度获得模块11,用于获取与目的层和多个控制层中每层对应的第一地震层速度,并根据所述第一地震层速度计算得到所述目的层和各控制层的第一地震层速度梯度。

[0126] 第一校正模块12,用于获取井点位置的井点速度梯度系数比,并以所述井点速度梯度系数比,对所述第一地震层速度梯度进行校正,获得校正后的第二地震层速度梯度,其中,所述井点速度梯度系数比为所述第一地震层速度梯度与井点参考速度梯度之比,所述井点参考速度梯度为根据各井点在所述目的层和各控制层的井点参考速度确定的速度梯度。

[0127] 第二校正模块13,用于以所述第二地震层速度梯度对所述第一地震层速度进行校正,获得校正后的第二地震层速度。

[0128] 工区地震速度体建立模块14,用于根据所述第二地震层速度与所述目的层和各个

控制层的时间层位信息,得到校正后的工区地震速度体。

[0129] 图7所示实施例的工区地震速度体校正装置对应地可用于执行图1所示方法实施例中的步骤,其实现原理和技术效果类似,此处不再赘述。

[0130] 在上述实施例的基础上,第一地震层速度梯度获得模块具体用于:

[0131] 根据所述目的层和各控制层的第一地震层速度,得到同一个层速度平面各点位置处的地震速度值;

[0132] 根据以下公式一得到目的层和各控制层的第一地震层速度梯度;

$$[0133] \quad \nabla v_{\text{地震}} = dv_{\text{地震}} / dl \quad \text{公式一}$$

[0134] 其中, $\nabla v_{\text{地震}}$ 为一个层速度平面的第一地震层速度梯度, $dv_{\text{地震}}$ 为所述层速度平面各点之间的地震速度值变化量, $dl$ 为所述层速度平面各点的位置距离。

[0135] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,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发明各实施例技术方案的范围。

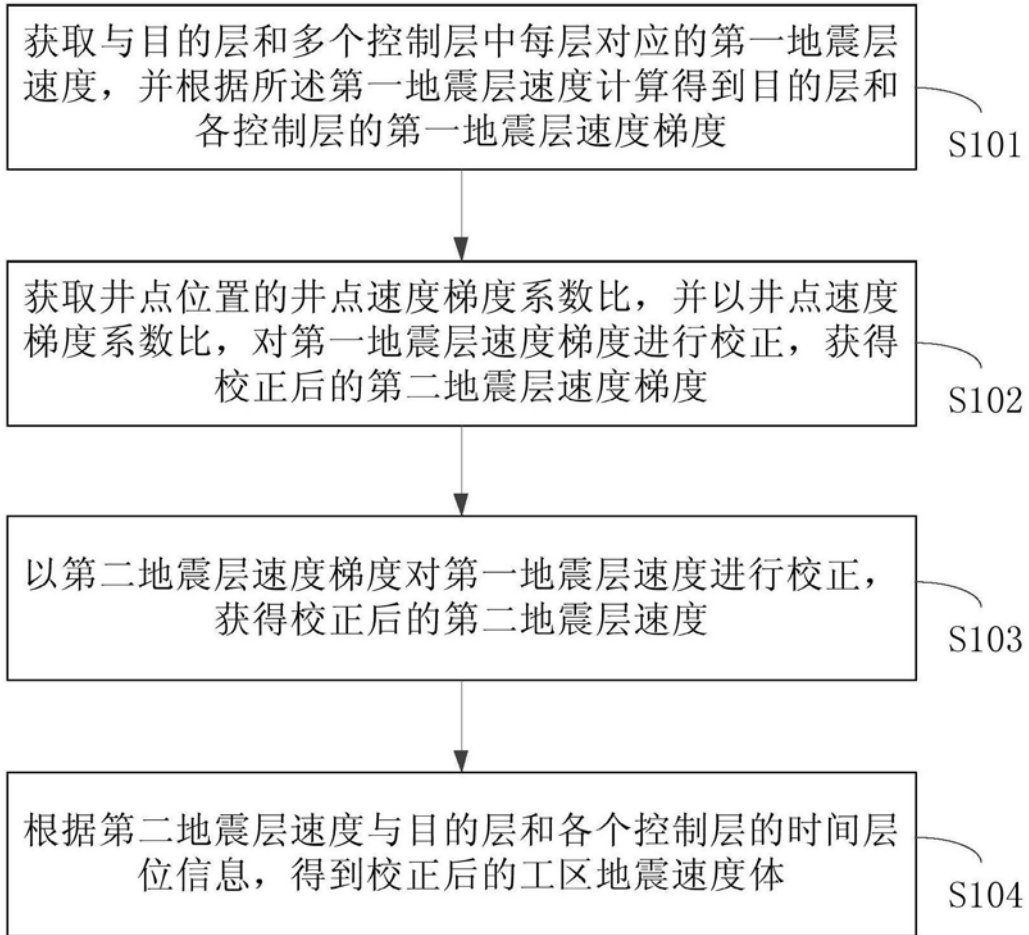


图1

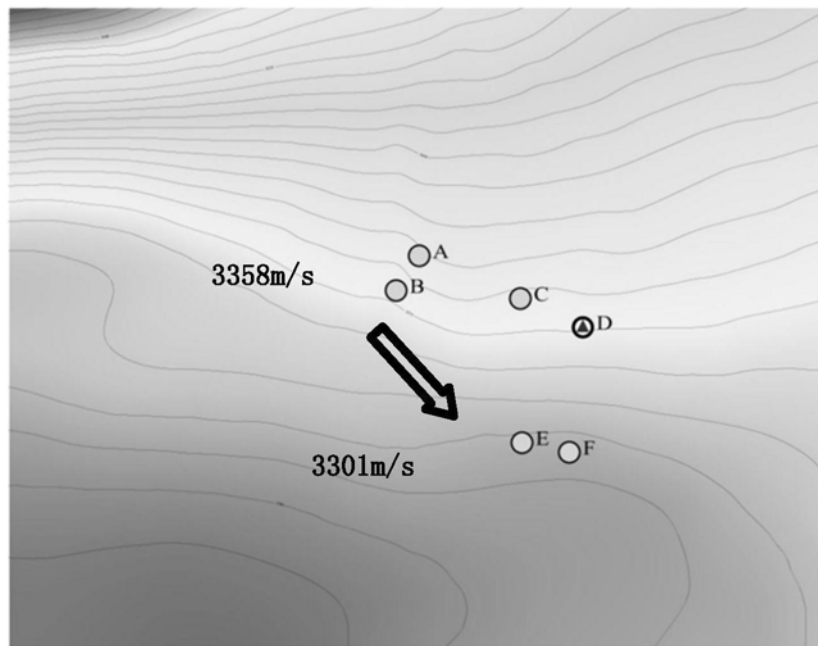


图2

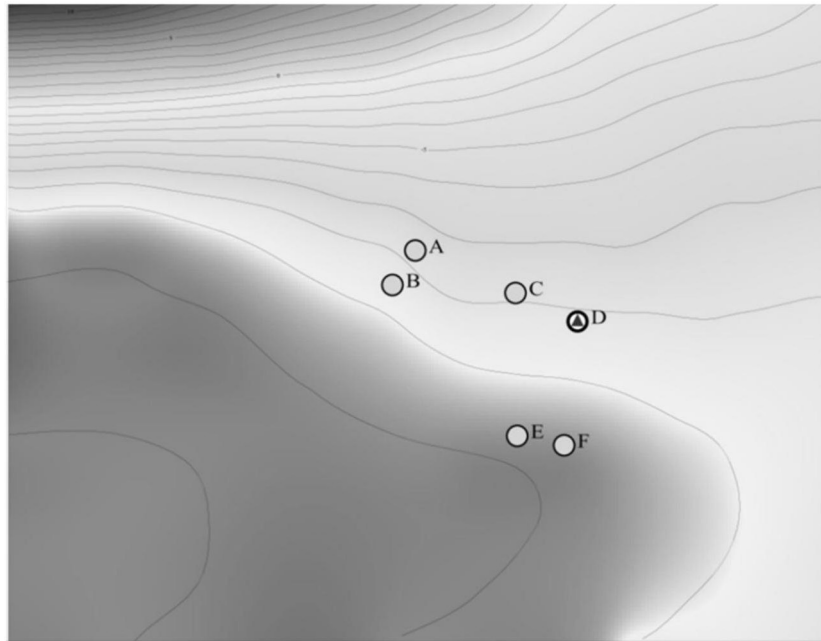


图3

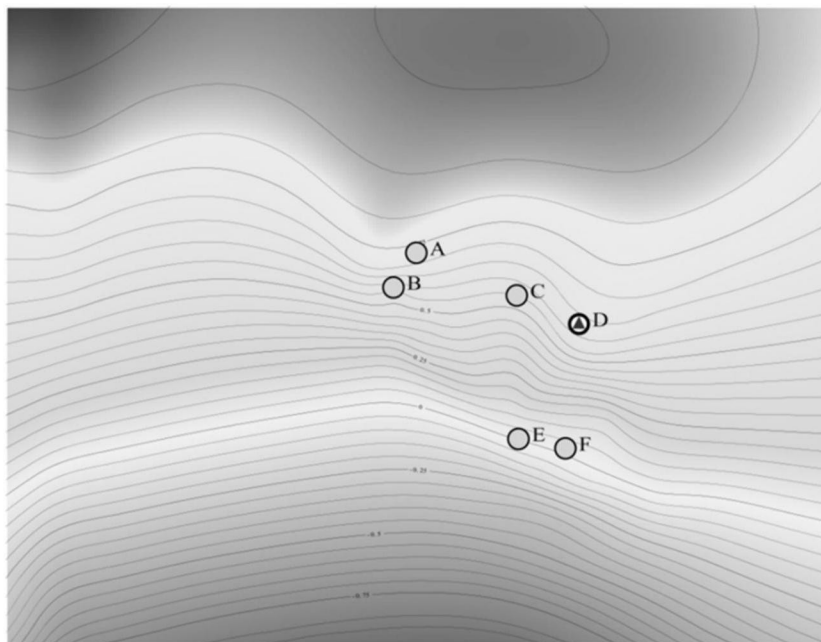


图4

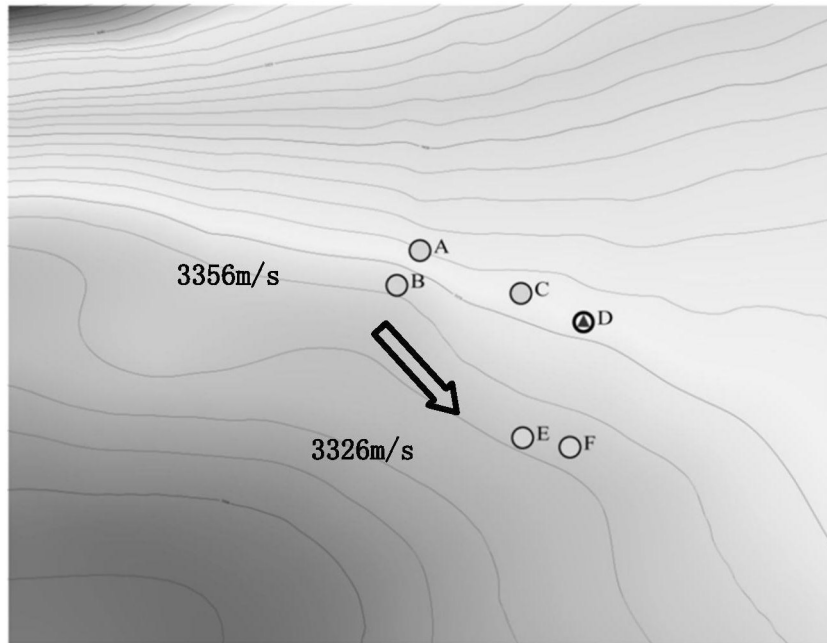


图5

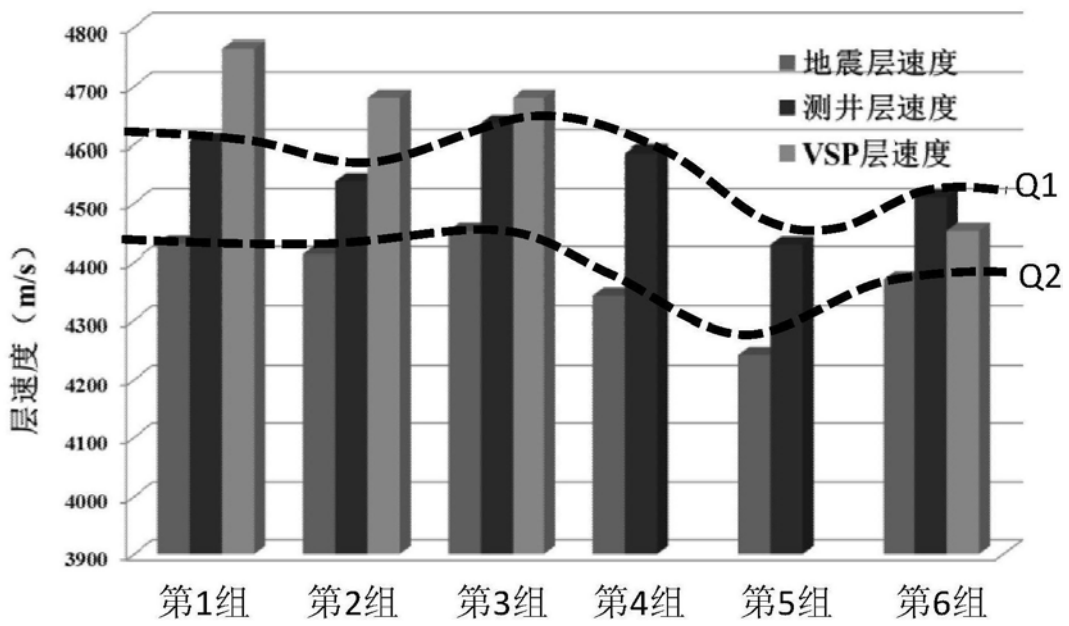


图6

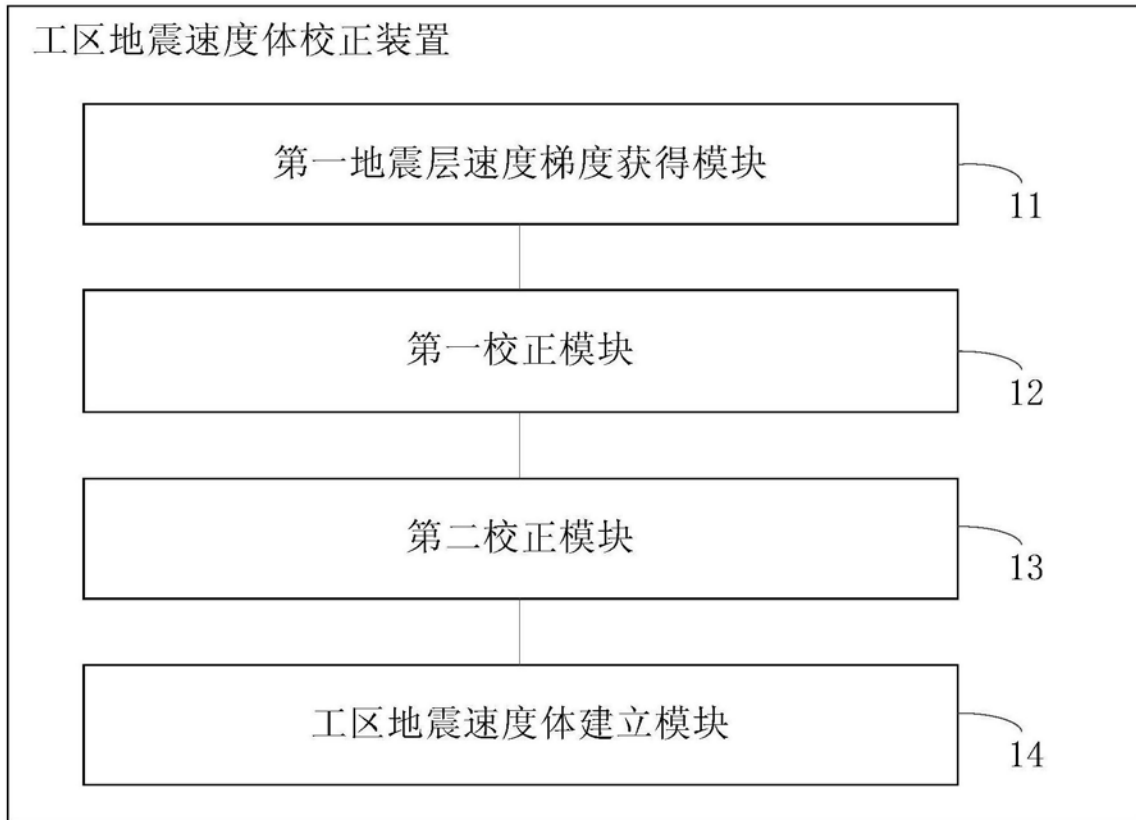


图7