



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114723155 B

(45) 授权公告日 2024.09.27

(21) 申请号 202210409696.8

(22) 申请日 2022.04.19

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 114723155 A

(43) 申请公布日 2022.07.08

(73) 专利权人 中海油田服务股份有限公司  
地址 300459 天津市滨海新区塘沽海洋科  
技园海川路1581号

(72) 发明人 李春雷 周秘 谢涛 刘洪星  
赵汗青 王征 焦叙明 王旭谦  
石孟常 董水利 殷学鑫 朱金强

(74) 专利代理机构 北京市浩天知识产权代理事  
务所(普通合伙) 11276  
专利代理师 宋菲

(51) Int.Cl.

G06Q 10/04 (2023.01)

G01V 11/00 (2006.01)

G06Q 10/0639 (2023.01)

G06N 20/00 (2019.01)

G06Q 50/02 (2024.01)

(56) 对比文件

CN 104181585 A, 2014.12.03

CN 109667573 A, 2019.04.23

审查员 蔡腾腾

权利要求书2页 说明书9页 附图5页

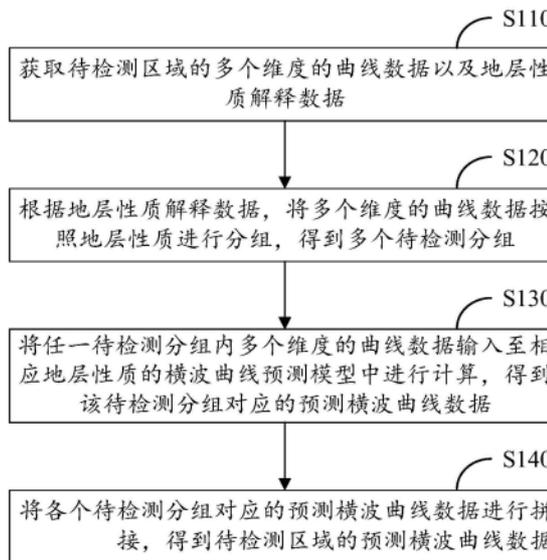
(54) 发明名称

横波曲线预测方法、装置、计算设备及存储  
介质

(57) 摘要

本发明公开了一种横波曲线预测方法、装  
置、计算设备及存储介质,方法包括:获取待检测  
区域的多个维度的曲线数据以及地层性质解释  
数据;根据地层性质解释数据,将多个维度的曲  
线数据按照地层性质进行分组;将任一待检测分  
组内多个维度的曲线数据输入至相应地层性质  
的横波曲线预测模型中进行计算,得到该待检测  
分组对应的预测横波曲线数据;横波曲线预测模  
型是预先训练得到的;将各个待检测分组对应  
的预测横波曲线数据进行拼接,得到待检测区域  
的预测横波曲线数据。通过上述方式,预测横波  
曲线仅需要基础的测井曲线和地层性质解释数据,  
且充分考虑地层性质对预测结果的影响,分地层  
性质进行预测,能够高效预测横波曲线,能够提  
高预测结果精准性。

CN 114723155 B



1. 一种横波曲线预测方法,其特征在于,方法包括:
  - 获取样本井段的多个维度的曲线数据、横波曲线数据以及地层性质解释数据;
  - 根据所述样本井段的地层性质解释数据,将所述样本井段的多个维度的曲线数据按照地层性质进行分组,得到多个样本分组;
  - 根据任一样本分组内的多个维度的曲线数据及对应的横波曲线数据,形成样本数据集;
  - 根据所述样本数据集,训练得到该样本分组对应的地层性质的横波曲线预测模型;
  - 获取待检测区域的多个维度的曲线数据以及地层性质解释数据;
  - 根据所述待检测区域的地层性质解释数据,将所述待检测区域的多个维度的曲线数据按照地层性质进行分组,得到多个待检测分组;
  - 将任一待检测分组内多个维度的曲线数据输入至相应地层性质的横波曲线预测模型中进行计算,得到该待检测分组对应的预测横波曲线数据;
  - 将各个待检测分组对应的预测横波曲线数据进行拼接,得到所述待检测区域的预测横波曲线数据。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述地层性质解释数据包括:岩性解释数据以及油气解释数据。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述样本数据集,训练得到该样本分组对应的地层性质的横波曲线预测模型进一步包括:
  - 将所述样本数据集划分为训练数据集和验证数据集;
  - 根据所述训练数据集对初始横波曲线预测模型进行训练,并根据所述验证数据集对所述初始横波曲线预测模型进行误差评估,循环迭代训练直至误差评估结果满足迭代停止条件,得到该样本分组对应的地层性质的横波曲线预测模型。
4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述迭代停止条件根据以下中的任一因素而确定:回归误差变化情况、误差分布形态、预测值和实测值曲线交会图形态。
5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法执行之前,进一步包括:
  - 根据筛选信息筛选得到所述样本井段;
  - 其中,所述筛选信息包括以下中的一种或多种:井眼环境信息、井径曲线平滑度信息、横波记录可靠性信息。
6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述多个维度的曲线数据包括以下中的多个:声波测井曲线数据、密度测井曲线数据、伽马测井曲线数据、中子测井曲线数据、电阻率测井曲线数据、自然电位测井曲线数据、孔隙度解释曲线数据、含水饱和度解释曲线数据。
7. 一种横波曲线预测装置,其特征在于,装置包括:
  - 第二数据获取模块,适于获取样本井段的多个维度的曲线数据、横波曲线数据以及地层性质解释数据;
  - 第二分组模块,适于根据样本井段的地层性质解释数据,将样本井段的多个维度的曲线数据按照地层性质进行分组,得到多个样本分组;
  - 模型训练模块,适于根据任一样本分组内的多个维度的曲线数据及对应的横波曲线数据,形成样本数据集;根据样本数据集,训练得到该样本分组对应的地层性质的横波曲线预测模型;

第一数据获取模块,适于获取待检测区域的多个维度的曲线数据以及地层性质解释数据;

第一分组模块,适于根据所述待检测区域的地层性质解释数据,将所述待检测区域的多个维度的曲线数据按照地层性质进行分组,得到多个待检测分组;

预测模块,适于将任一待检测分组内多个维度的曲线数据输入至相应地层性质的横波曲线预测模型中进行计算,得到该待检测分组对应的预测横波曲线数据;

拼接模块,适于将各个待检测分组对应的预测横波曲线数据进行拼接,得到所述待检测区域的预测横波曲线数据。

8. 一种计算设备,包括:处理器、存储器、通信接口和通信总线,所述处理器、所述存储器和所述通信接口通过所述通信总线完成相互间的通信;

所述存储器用于存放至少一可执行指令,所述可执行指令使所述处理器执行如权利要求1-6中任一项所述的横波曲线预测方法对应的操作。

9. 一种计算机存储介质,所述存储介质中存储有至少一可执行指令,所述可执行指令使处理器执行如权利要求1-6中任一项所述的横波曲线预测方法对应的操作。

## 横波曲线预测方法、装置、计算设备及存储介质

### 技术领域

[0001] 本发明涉及石油地球物理勘探技术领域,具体涉及一种横波曲线预测方法、装置、计算设备及存储介质。

### 背景技术

[0002] 横波测井曲线在储层预测、油气检测等工作中至关重要,实际工作中经常会遇到研究区域缺少横波测井曲线或者横波测井曲线质量不可靠的情况。当前常用的横波测井曲线预测方法有经验公式法、多属性拟合法、岩石物理建模法。但是,经验公式法受区域影响较大,不同盆地、不同工区参数存在差异,难以确定合适的经验参数;多属性拟合法采用其他测井曲线对横波曲线进行线性拟合,存在标准层段不好选择的问题,不同层段拟合得到的结果相差较大;岩石物理建模法需要的参数较多,预测过程较为繁杂,而且部分岩石物理参数难以获得。总之,现有技术存在参数难以获得、预测结果不易监控等缺陷,导致横波测井曲线预测工作存在一定难度。

### 发明内容

[0003] 鉴于上述问题,提出了本发明以便提供一种克服上述问题或者至少部分地解决上述问题的横波曲线预测方法、装置、计算设备及存储介质。

[0004] 根据本发明的一个方面,提供了一种横波曲线预测方法,方法包括:

[0005] 获取待检测区域的多个维度的曲线数据以及地层性质解释数据;

[0006] 根据地层性质解释数据,将多个维度的曲线数据按照地层性质进行分组,得到多个待检测分组;

[0007] 将任一待检测分组内多个维度的曲线数据输入至相应地层性质的横波曲线预测模型中进行计算,得到该待检测分组对应的预测横波曲线数据;

[0008] 其中,横波曲线预测模型是预先根据样本数据训练得到的;

[0009] 将各个待检测分组对应的预测横波曲线数据进行拼接,得到待检测区域的预测横波曲线数据。

[0010] 可选地,方法进一步包括:

[0011] 获取样本井段的多个维度的曲线数据、横波曲线数据以及地层性质解释数据;

[0012] 根据样本井段的地层性质解释数据,将样本井段的多个维度的曲线数据按照地层性质进行分组,得到多个样本分组;

[0013] 根据任一样本分组内的多个维度的曲线数据及对应的横波曲线数据,形成样本数据集;

[0014] 根据样本数据集,训练得到该样本分组对应的地层性质的横波曲线预测模型。

[0015] 可选地,地层性质解释数据包括:岩性解释数据以及油气解释数据。

[0016] 可选地,根据样本数据集,训练得到该样本分组对应的地层性质的横波曲线预测模型进一步包括:

- [0017] 将样本数据集划分为训练数据集和验证数据集；
- [0018] 根据训练数据集对初始横波曲线预测模型进行训练,并根据验证数据集对初始横波曲线预测模型进行误差评估,循环迭代训练直至误差评估结果满足迭代停止条件,得到该样本分组对应的地层性质的横波曲线预测模型。
- [0019] 可选地,迭代停止条件根据以下中的任一因素而确定:回归误差变化情况、误差分布形态、预测值和实测值曲线交会图形态。
- [0020] 可选地,方法执行之前,进一步包括:
- [0021] 根据筛选信息筛选得到样本井段;
- [0022] 其中,筛选信息包括以下中的一种或多种:井眼环境信息、井径曲线平滑度信息、横波记录可靠性信息。
- [0023] 可选地,多个维度的曲线数据包括以下中的一个或多个:声波测井曲线数据、密度测井曲线数据、伽马测井曲线数据、中子测井曲线数据、电阻率测井曲线数据、自然电位测井曲线数据、孔隙度解释曲线数据、含水饱和度解释曲线数据。
- [0024] 根据本发明的另一方面,提供了一种横波曲线预测装置,装置包括:
- [0025] 第一数据获取模块,适于获取待检测区域的多个维度的曲线数据以及地层性质解释数据;
- [0026] 第一分组模块,适于根据地层性质解释数据,将多个维度的曲线数据按照地层性质进行分组,得到多个待检测分组;
- [0027] 预测模块,适于将任一待检测分组内多个维度的曲线数据输入至相应地层性质的横波曲线预测模型中进行计算,得到该待检测分组对应的预测横波曲线数据;其中,横波曲线预测模型是预先根据样本数据训练得到的;
- [0028] 拼接模块,适于将各个待检测分组对应的预测横波曲线数据进行拼接,得到待检测区域的预测横波曲线数据。
- [0029] 可选地,装置进一步包括:
- [0030] 第二数据获取模块,适于获取样本井段的多个维度的曲线数据、横波曲线数据以及地层性质解释数据;
- [0031] 第二分组模块,适于根据样本井段的地层性质解释数据,将样本井段的多个维度的曲线数据按照地层性质进行分组,得到多个样本分组;
- [0032] 模型训练模块,适于根据任一样本分组内的多个维度的曲线数据及对应的横波曲线数据,形成样本数据集;根据样本数据集,训练得到该样本分组对应的地层性质的横波曲线预测模型。
- [0033] 可选地,地层性质解释数据包括:岩性解释数据以及油气解释数据。
- [0034] 可选地,模型训练模块进一步适于:将样本数据集划分为训练数据集和验证数据集;根据训练数据集对初始横波曲线预测模型进行训练,并根据验证数据集对初始横波曲线预测模型进行误差评估,循环迭代训练直至误差评估结果满足迭代停止条件,得到该样本分组对应的地层性质的横波曲线预测模型。
- [0035] 可选地,迭代停止条件根据以下中的任一因素而确定:回归误差变化情况、误差分布形态、预测值和实测值曲线交会图形态。
- [0036] 可选地,装置还包括:筛选模块,适于根据筛选信息筛选得到样本井段;

[0037] 其中,筛选信息包括以下中的一种或多种:井眼环境信息、井径曲线平滑度信息、横波记录可靠性信息。

[0038] 可选地,多个维度的曲线数据包括以下中的一个或多个:声波测井曲线数据、密度测井曲线数据、伽马测井曲线数据、中子测井曲线数据、电阻率测井曲线数据、自然电位测井曲线数据、孔隙度解释曲线数据、含水饱和度解释曲线数据。

[0039] 根据本发明的又一方面,提供了一种计算设备,包括:处理器、存储器、通信接口和通信总线,所述处理器、所述存储器和所述通信接口通过所述通信总线完成相互间的通信;

[0040] 所述存储器用于存放至少一可执行指令,所述可执行指令使所述处理器执行上述横波曲线预测方法对应的操作。

[0041] 根据本发明的再一方面,提供了一种计算机存储介质,所述存储介质中存储有至少一可执行指令,所述可执行指令使处理器执行如上述横波曲线预测方法对应的操作。

[0042] 根据本发明的横波曲线预测方法、装置、计算设备及存储介质,方法包括:获取待检测区域的多个维度的曲线数据以及地层性质解释数据;根据地层性质解释数据,将多个维度的曲线数据按照地层性质进行分组;将任一待检测分组内多个维度的曲线数据输入至相应地层性质的横波曲线预测模型中进行计算,得到该待检测分组对应的预测横波曲线数据;横波曲线预测模型是预先训练得到的;将各个待检测分组对应的预测横波曲线数据进行拼接,得到待检测区域的预测横波曲线数据。通过上述方式,预测横波曲线仅需要基础的测井曲线和地层性质解释数据,且充分考虑地层性质对预测结果的影响,分地层性质进行预测,能够高效预测横波曲线,能够提高预测结果精准性。

[0043] 上述说明仅是本发明技术方案的概述,为了能够更清楚了解本发明的技术手段,而可依照说明书的内容予以实施,并且为了让本发明的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂,以下特举本发明的具体实施方式。

## 附图说明

[0044] 通过阅读下文优选实施方式的详细描述,各种其他的优点和益处对于本领域普通技术人员将变得清楚明了。附图仅用于示出优选实施方式的目的,而并不认为是对本发明的限制。而且在整个附图中,用相同的参考符号表示相同的部件。在附图中:

[0045] 图1示出了本发明实施例提供的横波曲线预测方法的流程图;

[0046] 图2示出了本发明另一实施例提供的横波曲线预测方法的流程图;

[0047] 图3示出了本发明另一实施例中神经网络的结构示意图;

[0048] 图4a示出了本发明另一实施例中迭代停止条件的示意图;

[0049] 图4b示出了本发明另一实施例中迭代停止条件的示意图;

[0050] 图4c示出了本发明另一实施例中迭代停止条件的示意图;

[0051] 图5示出了本发明实施例提供的横波曲线预测装置的结构示意图;

[0052] 图6示出了本发明实施例提供的计算设备的结构示意图。

## 具体实施方式

[0053] 下面将参照附图更详细地描述本发明的示例性实施例。虽然附图中显示了本发明的示例性实施例,然而应当理解,可以以各种形式实现本发明而不应被这里阐述的实施例

所限制。相反,提供这些实施例是为了能够更透彻地理解本发明,并且能够将本发明的范围完整的传达给本领域的技术人员。

[0054] 图1示出了本发明实施例提供的横波曲线预测方法的流程图,如图1所示,该方法包括以下步骤:

[0055] 步骤S110,获取待检测区域的多个维度的曲线数据以及地层性质解释数据。

[0056] 其中,待检测区域也就是需要预测横波曲线的区域,进行横波曲线预测需要的数据包括多个维度的曲线数据以及地层性质解释数据,多个维度的曲线数据都是测井相关的曲线数据,具体包括常规的测井曲线数据及测井解释数据,地层性质解释数据包括岩性解释数据以及油气性解释数据,使用地层性质解释数据将多个维度的曲线数据按照地层性质进行分组。

[0057] 步骤S120,根据地层性质解释数据,将多个维度的曲线数据按照地层性质进行分组,得到多个待检测分组。

[0058] 由于横波曲线与其他测井相关的曲线之间的函数关系会因为地层性质的不同而具有差异,基于此,为了提升预测准确性,按照地层性质对多个维度的曲线数据进行分组,例如,将泥岩所在的井段的多个维度的曲线数据划分成一个待检测分组,将油层所在的井段的多个维度的曲线数据划分成一个待检测分组,也即,一个待检测分组对应一个地层性质,且待检测分组包含该地层性质所对应的井段的多个维度的曲线数据。

[0059] 步骤S130,将任一待检测分组内多个维度的曲线数据输入至相应地层性质的横波曲线预测模型中进行计算,得到该待检测分组对应的预测横波曲线数据。

[0060] 其中,横波曲线预测模型是预先通过样本数据训练得到的,针对于每一种地层性质,预先通过深度学习算法不断学习多个维度的曲线数据与横波曲线数据之间的函数关系,构建得到该地层性质的横波曲线预测模型。在正式预测横波曲线时,将待检测区域的多个维度的曲线数据按照地层性质进行分组,将每一个分组所包含的曲线数据输入到相应地层性质的横波曲线预测模型中进行计算,横波曲线预测模型输出该待检测分组对应的预测横波曲线数据。

[0061] 步骤S140,将各个待检测分组对应的预测横波曲线数据进行拼接,得到待检测区域的预测横波曲线数据。

[0062] 按照地层深度将各个待检测分组对应的预测横波曲线数据进行拼接,即得到待检测区域的预测横波曲线数据。

[0063] 根据本实施例所提供的横波曲线预测方法,获取待检测区域的多个维度的曲线数据以及地层性质解释数据,从而获得进行横波曲线预测的基础数据,这些基础数据都是实测数据且容易获得;根据地层性质解释数据,将多个维度的曲线数据按照地层性质进行分组,得到多个待检测分组,从而将不同地层性质的层段的曲线数据区分开;将任一待检测分组内多个维度的曲线数据输入至相应地层性质的横波曲线预测模型中进行计算,横波曲线预测模型是预先根据样本数据训练得到的,得到该待检测分组对应的预测横波曲线数据,从而达到分地层性质预测横波曲线的效果;将各个待检测分组对应的预测横波曲线数据进行拼接,得到待检测区域的预测横波曲线数据。通过上述方式,预测横波曲线仅需要基础的测井曲线和地层性质解释数据,预测所需要的数据容易获得且数据量小,预测方法更加方便、快速、高效;并且,充分考虑地层性质对预测结果的影响,分地层性质进行预测,能够提

高预测结果精准性。

[0064] 图2示出了本发明另一实施例提供的横波曲线预测方法的流程图,如图2所示,该方法包括以下步骤:

[0065] 步骤S210,获取样本井段的多个维度的曲线数据、横波曲线数据以及地层性质解释数据。

[0066] 其中,多个维度的曲线数据具体包括以下中的一种或多种:声波测井曲线数据、密度测井曲线数据、伽马测井曲线数据、中子测井曲线数据、电阻率测井曲线数据、自然电位测井曲线数据、孔隙度解释曲线数据、含水饱和度解释曲线数据。优选的,多个维度的曲线数据包括上述列举的所有曲线数据。地层性质解释数据包括:岩性解释数据以及油气解释数据,还获取样本井段的横波曲线数据,本步骤中获取到的数据可以是实测值。

[0067] 在一种可选的方式中,根据筛选信息筛选得到样本井段;其中,筛选信息包括以下中的一种或多种:井眼环境信息、井径曲线平滑度信息、横波记录可靠性信息。比如,选择井眼环境较好、井径曲线比较平滑、横波记录可靠的测井的井段作为样本,通过根据筛选信息筛选样本,有助于提升横波曲线预测模型的准确性。

[0068] 在一种可选的方式中,在筛选出样本测井的样本井段之后,对其记录异常的层段进行矫正处理或者直接剔除,避免引入异常数据影响模型预测的准确性。

[0069] 步骤S220,根据样本井段的地层性质解释数据,将样本井段的多个维度的曲线数据按照地层性质进行分组,得到多个样本分组。

[0070] 其中,地层性质包括岩性和油气性,对于一个层段而言,若该层段为单纯的岩层,则其地层性质仅包含岩性;若该层段为单纯的油层,则其地层性质仅包含油气性;若该层段为岩石和油气的混合层段,则其地层性质既包含岩性又包含油气性。

[0071] 根据样本井段的岩性解释数据以及油气解释数据,确定样本井段的各个深度的地层的性质,根据地层性质对样本井段的多个维度的曲线数据进行分组,将具有同一地层性质对应的层段的多个维度的测井曲线数据划分成一个样本分组,也即,一个样本分组对应一种地层性质,且包含该地层性质所对应的层段的多个维度的曲线数据。举例来说,若500米深度到600米深度的层段具有同样的地层性质,则将500米深度到600米深度对应的多个维度的曲线数据划分成一个样本分组。

[0072] 步骤S230,根据任一样本分组内的多个维度的曲线数据及对应的横波曲线数据,形成样本数据集,根据样本数据集,训练得到该样本分组对应的地层性质的横波曲线预测模型。

[0073] 对于任一样本分组,根据其包含的多个维度的曲线数据及其相应的横波曲线数据,形成样本数据集,采用神经网络构建横波曲线预测模型,神经网络模型的输入为多个维度的曲线数据,输出为相应的横波曲线数据。

[0074] 图3示出了本发明另一实施例中神经网络的结构示意图,如图3所示,神经网络为顺序模型,整体包含输入层、隐藏层和输出层,输入层的神经节点数为上述多个维度的曲线数据的类型数量,输出层神经节点数为一个,隐藏层的层数和节点数可以根据实际业务需要进行设定。

[0075] 在一种可选的方式中,根据样本数据集,训练得到该样本分组对应的地层性质的横波曲线预测模型进一步包括:将样本数据集划分为训练数据集和验证数据集;根据训练

数据集对初始横波曲线预测模型进行训练,并根据验证数据集对初始横波曲线预测模型进行误差评估,循环迭代训练直至误差评估结果满足迭代停止条件,得到该样本分组对应的地层性质的横波曲线预测模型。

[0076] 比如,将80%的数据作为训练数据集,剩下的20%的数据作为验证数据集。使用训练数据集对初始横波曲线预测模型不断进行训练、不断更新初始横波曲线预测模型的参数,具体将样本数据集中一组多个维度的曲线数据输入到模型中,会得到一个横波曲线数据预测值,将横波曲线数据预测值和相应的横波曲线数据实测值作差,并反馈给初始横波曲线预测模型进行调参,同时,使用验证数据集对初始横波曲线预测模型进行误差评估,不断迭代训练直至误差评估结果满足迭代停止条件,此时得到经过训练的该样本分组对应的地层性质的横波曲线预测模型。

[0077] 具体地,迭代停止条件可根据回归误差变化情况而确定,具体地,迭代停止条件为训练误差和验证误差不再变化或者开始出现过拟合;或者,迭代停止条件根据误差(预测值和实测值之间的差值)分布形态而确定,具体地,迭代停止条件为误差分布接近正态分布;或者,迭代停止条件根据预测值和实测值曲线交会图形态而确定,具体地,迭代停止条件为预测值和实测值曲线交会图形态接近直线。

[0078] 图4a示出了本发明另一实施例中迭代停止条件的示意图,横坐标表示epoch次数,纵坐标表示平均绝对误差,该迭代停止条件根据回归误差变化而确定,即当训练误差和验证误差不再变化时则确定满足迭代停止条件;图4b示出了本发明另一实施例中迭代停止条件的示意图,横坐标表示预测误差(Prediction error),纵坐标表示数量(count),该迭代停止条件根据预测误差分布形态而确定,即预测误差分布形态呈正态分布时满足迭代停止条件;图4c示出了本发明另一实施例中迭代停止条件的示意图,横坐标表示实测值(True values),纵坐标表示预测值(Predictions),当实测值和预测值曲线交会图形态接近直线时,确定满足迭代停止条件。

[0079] 步骤S240,获取待检测区域的多个维度的曲线数据以及地层性质解释数据。

[0080] 需要预测待检测区域的横波曲线时,获取待检测区域的多个维度的曲线数据以及地层性质解释数据,多个维度的曲线数据具体包括以下中的一个或多个:声波测井曲线数据、密度测井曲线数据、伽马测井曲线数据、中子测井曲线数据、电阻率测井曲线数据、自然电位测井曲线数据、孔隙度解释曲线数据以及含水饱和度解释曲线数据。优选的,多个维度的曲线数据包括上述列举的所有曲线数据,地层性质解释数据包括:岩性解释数据以及油气解释数据。

[0081] 步骤S250,根据地层性质解释数据,将多个维度的曲线数据按照地层性质进行分组,得到多个待检测分组。

[0082] 同样地,地层性质包括岩性和油气性,根据待检测区域的岩性解释数据以及油气解释数据,确定待检测区域各个深度的地层的性质,根据地层性质对待检测区域的多个维度的曲线数据进行分组,将具有同一地层性质对应的层段的多个维度的曲线数据划分成一个待检测分组,也即,一个待检测分组对应一种地层性质,且包含该地层性质所对应的层段的多个维度的曲线数据。

[0083] 步骤S260,将任一待检测分组内多个维度的曲线数据输入至相应地层性质的横波曲线预测模型中进行计算,得到该待检测分组对应的预测横波曲线数据。

[0084] 其中,地层性质的横波曲线预测模型是通过前述步骤训练得到的。针对于每一个待检测分组,将该待检测分组包含的多个维度的曲线数据输入到相应地层性质的横波曲线预测模型中进行计算,其中,横波曲线预测模型的输入神经节点的数量与用于预测的曲线数据的种类数量一致,每一个维度的曲线数据通过对应的输入神经节点输入到横波曲线预测模型中,横波曲线预测模型输出该待检测分组对应的预测横波曲线数据。

[0085] 步骤S270,将各个待检测分组对应的预测横波曲线数据进行拼接,得到待检测区域的预测横波曲线数据。

[0086] 按照深度将各个待检测分组对应的预测横波曲线进行拼接,得到待检测区域的预测横波曲线数据。

[0087] 根据本实施例所提供的横波曲线预测方法,该预测方法仅需基础的测井曲线和测井解释数据即可实现横波曲线预测,需要的数据量小且数据容易获得,该预测方法方便、快速且高效;采用人工神经网络深度学习进行建模,分岩性、分油气层进行预测,充分考虑了因岩性、含油气性造成的曲线关系不同,使得横波曲线预测结果更加准确;在模型训练过程中对误差进行监控,设定合适的迭代终止条件,保证预测结果质量可控。

[0088] 图5示出了本发明实施例提供的横波曲线预测装置的结构示意图,如图5所示,该装置包括:

[0089] 第一数据获取模块51,适于获取待检测区域的多个维度的曲线数据以及地层性质解释数据;

[0090] 第一分组模块52,适于根据地层性质解释数据,将多个维度的曲线数据按照地层性质进行分组,得到多个待检测分组;

[0091] 预测模块53,适于将任一待检测分组内多个维度的曲线数据输入至相应地层性质的横波曲线预测模型中进行计算,得到该待检测分组对应的预测横波曲线数据;其中,横波曲线预测模型是预先根据样本数据训练得到的;

[0092] 拼接模块54,适于将各个待检测分组对应的预测横波曲线数据进行拼接,得到待检测区域的预测横波曲线数据。

[0093] 可选地,装置进一步包括:

[0094] 第二数据获取模块,适于获取样本井段的多个维度的曲线数据、横波曲线数据以及地层性质解释数据;

[0095] 第二分组模块,适于根据样本井段的地层性质解释数据,将样本井段的多个维度的曲线数据按照地层性质进行分组,得到多个样本分组;

[0096] 模型训练模块,适于根据任一样本分组内的多个维度的曲线数据及对应的横波曲线数据,形成样本数据集;根据样本数据集,训练得到该样本分组对应的地层性质的横波曲线预测模型。

[0097] 可选地,地层性质解释数据包括:岩性解释数据以及油气解释数据。

[0098] 可选地,模型训练模块进一步适于:将样本数据集划分为训练数据集和验证数据集;根据训练数据集对初始横波曲线预测模型进行训练,并根据验证数据集对初始横波曲线预测模型进行误差评估,循环迭代训练直至误差评估结果满足迭代停止条件,得到该样本分组对应的地层性质的横波曲线预测模型。

[0099] 可选地,迭代停止条件根据以下中的任一因素而确定:回归误差变化情况、误差分

布形态、预测值和实测值曲线交会图形态。

[0100] 可选地,装置还包括:筛选模块,适于根据筛选信息筛选得到样本井段;

[0101] 其中,筛选信息包括以下中的一种或多种:井眼环境信息、井径曲线平滑度信息、横波记录可靠性信息。

[0102] 可选地,多个维度的曲线数据包括以下中的一个或多个:声波测井曲线数据、密度测井曲线数据、伽马测井曲线数据、中子测井曲线数据、电阻率测井曲线数据、自然电位测井曲线数据、孔隙度解释曲线数据、含水饱和度解释曲线数据。

[0103] 本发明实施例提供了一种非易失性计算机存储介质,所述计算机存储介质存储有至少一可执行指令,该计算机可执行指令可执行上述任意方法实施例中的横波曲线预测方法。

[0104] 图6示出了本发明计算设备实施例的结构示意图,本发明具体实施例并不对计算设备的具体实现做限定。

[0105] 如图6所示,该计算设备可以包括:处理器(processor)602、通信接口(Communications Interface)604、存储器(memory)606、以及通信总线608。

[0106] 其中:处理器602、通信接口604、以及存储器606通过通信总线608完成相互间的通信。通信接口604,用于与其它设备比如客户端或其它服务器等的网元通信。处理器602,用于执行程序610,具体可以执行上述用于计算设备的横波曲线预测方法实施例中的相关步骤。

[0107] 具体地,程序610可以包括程序代码,该程序代码包括计算机操作指令。

[0108] 处理器602可能是中央处理器CPU,或者是特定集成电路ASIC(Application Specific Integrated Circuit),或者是被配置成实施本发明实施例的一个或多个集成电路。计算设备包括的一个或多个处理器,可以是同一类型的处理器,如一个或多个CPU;也可以是不同类型的处理器,如一个或多个CPU以及一个或多个ASIC。

[0109] 存储器606,用于存放程序610。存储器606可能包含高速RAM存储器,也可能还包括非易失性存储器(non-volatile memory),例如至少一个磁盘存储器。

[0110] 在此提供的算法或显示不与任何特定计算机、虚拟系统或者其它设备固有相关。各种通用系统也可以与基于在此的示教一起使用。根据上面的描述,构造这类系统所要求的结构是显而易见的。此外,本发明实施例也不针对任何特定编程语言。应当明白,可以利用各种编程语言实现在此描述的本发明的内容,并且上面对特定语言所做的描述是为了披露本发明的最佳实施方式。

[0111] 在此处所提供的说明书中,说明了大量具体细节。然而,能够理解,本发明的实施例可以在没有这些具体细节的情况下实践。在一些实例中,并未详细示出公知的方法、结构和技术,以便不模糊对本说明书的理解。

[0112] 类似地,应当理解,为了精简本发明并帮助理解各个发明方面中的一个或多个,在上面对本发明的示例性实施例的描述中,本发明实施例的各个特征有时被一起分组到单个实施例、图、或者对其的描述中。然而,并不应将该公开的方法解释成反映如下意图:即所要求保护的本发明要求比在每个权利要求中所明确记载的特征更多的特征。更确切地说,如下面的权利要求书所反映的那样,发明方面在于少于前面公开的单个实施例的所有特征。因此,遵循具体实施方式的权利要求书由此明确地并入该具体实施方式,其中每个权利要

求本身都作为本发明的单独实施例。

[0113] 本领域那些技术人员可以理解,可以对实施例中的设备中的模块进行自适应性地改变并且把它们设置在与该实施例不同的一个或多个设备中。可以把实施例中的模块或单元或组件组合成一个模块或单元或组件,以及此外可以把它分成多个子模块或子单元或子组件。除了这样的特征和/或过程或者单元中的至少一些是相互排斥之外,可以采用任何组合对本说明书(包括伴随的权利要求、摘要和附图)中公开的所有特征以及如此公开的任何方法或者设备的所有过程或单元进行组合。除非另外明确陈述,本说明书(包括伴随的权利要求、摘要和附图)中公开的每个特征可以由提供相同、等同或相似目的的替代特征来代替。

[0114] 此外,本领域的技术人员能够理解,尽管在此的一些实施例包括其它实施例中所包括的某些特征而不是其它特征,但是不同实施例的特征的组合意味着处于本发明的范围之内并且形成不同的实施例。例如,在下面的权利要求书中,所要求保护的实施例的任意之一都可以以任意的组合方式来使用。

[0115] 本发明的各个部件实施例可以以硬件实现,或者以在一个或者多个处理器上运行的软件模块实现,或者以它们的组合实现。本领域的技术人员应当理解,可以在实践中使用微处理器或者数字信号处理器(DSP)来实现根据本发明实施例的一些或者全部部件的一些或者全部功能。本发明还可以实现为用于执行这里所描述的方法的一部分或者全部的设备或者装置程序(例如,计算机程序和计算机程序产品)。这样的实现本发明的程序可以存储在计算机可读介质上,或者可以具有一个或者多个信号的形式。这样的信号可以从因特网网站上下下载得到,或者在载体信号上提供,或者以任何其他形式提供。

[0116] 应该注意的是上述实施例对本发明进行说明而不是对本发明进行限制,并且本领域技术人员在不脱离所附权利要求的范围的情况下可设计出替换实施例。在权利要求中,不应将位于括号之间的任何参考符号构造成对权利要求的限制。单词“包含”不排除存在未列在权利要求中的元件或步骤。位于元件之前的单词“一”或“一个”不排除存在多个这样的元件。本发明可以借助于包括有若干不同元件的硬件以及借助于适当编程的计算机来实现。在列举了若干装置的单元权利要求中,这些装置中的若干个可以是通过同一个硬件项来具体体现。单词第一、第二、以及第三等的使用不表示任何顺序。可将这些单词解释为名称。上述实施例中的步骤,除有特殊说明外,不应理解为对执行顺序的限定。

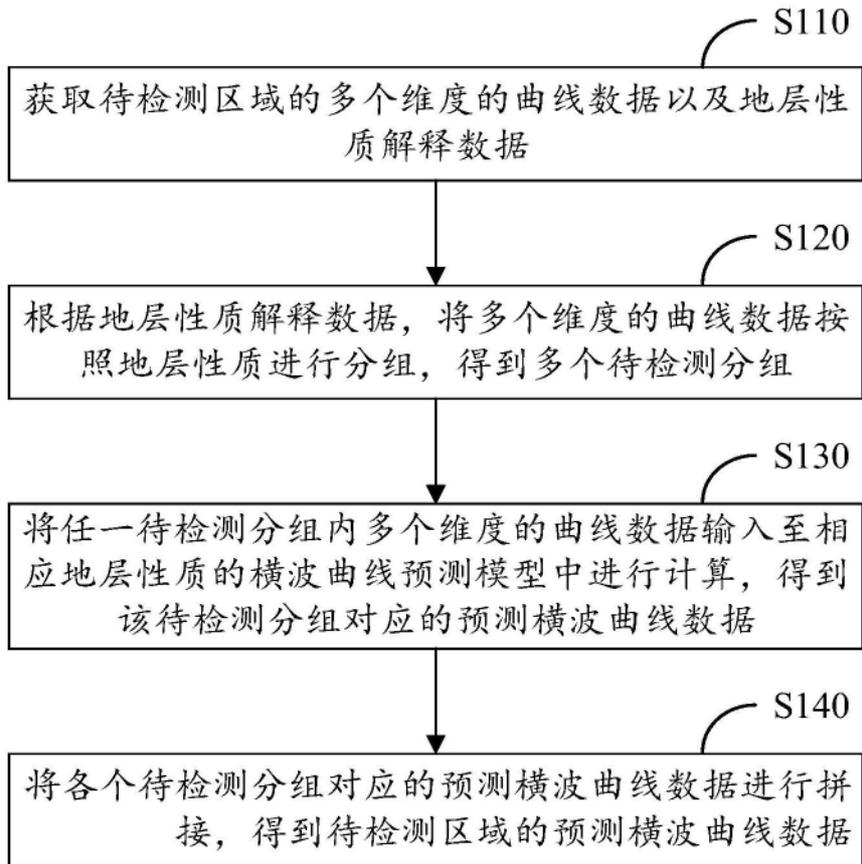


图1

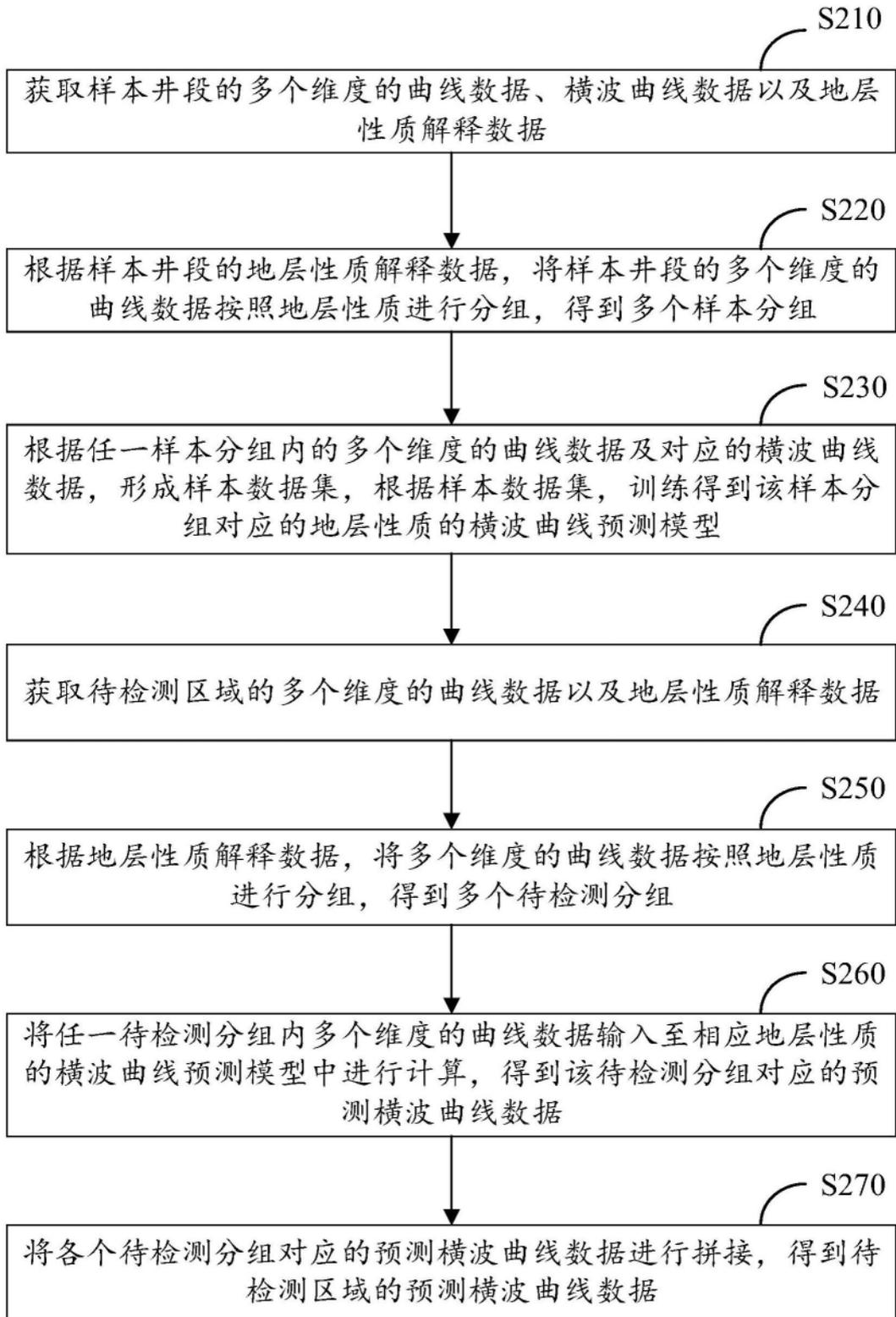


图2

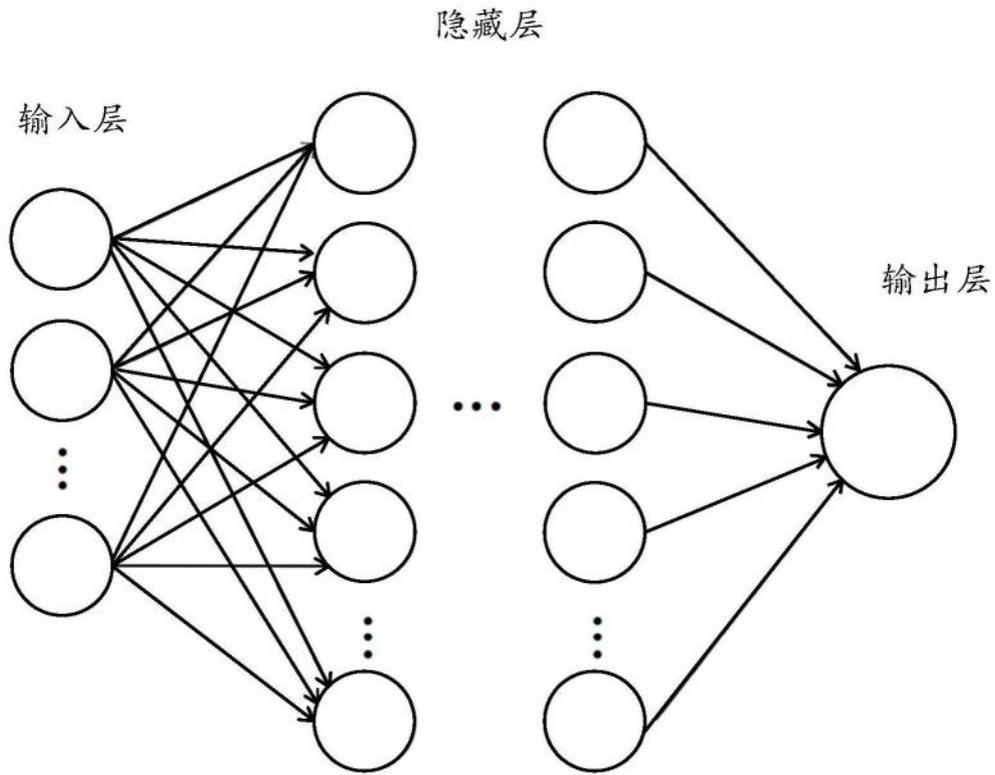


图3

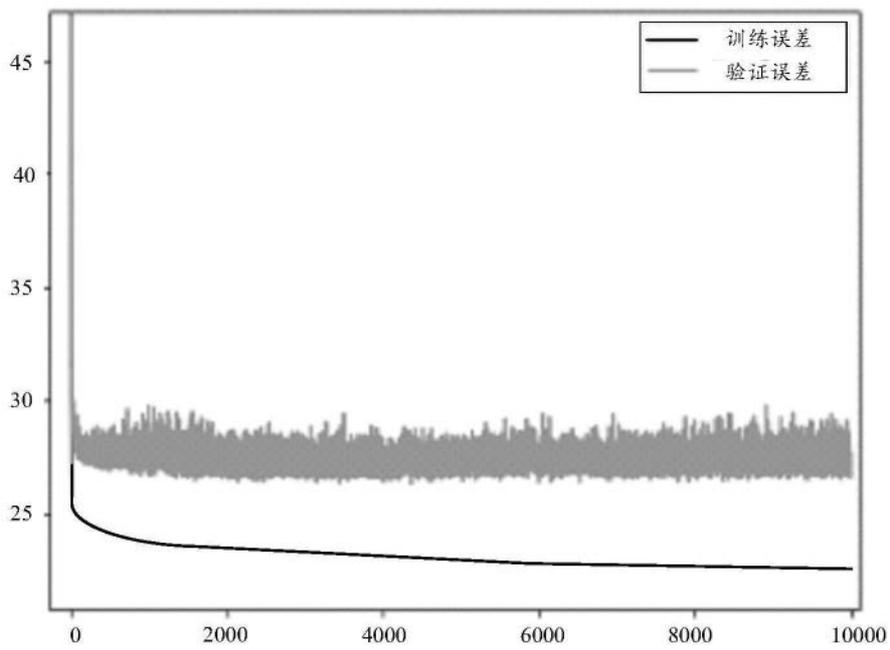


图4a

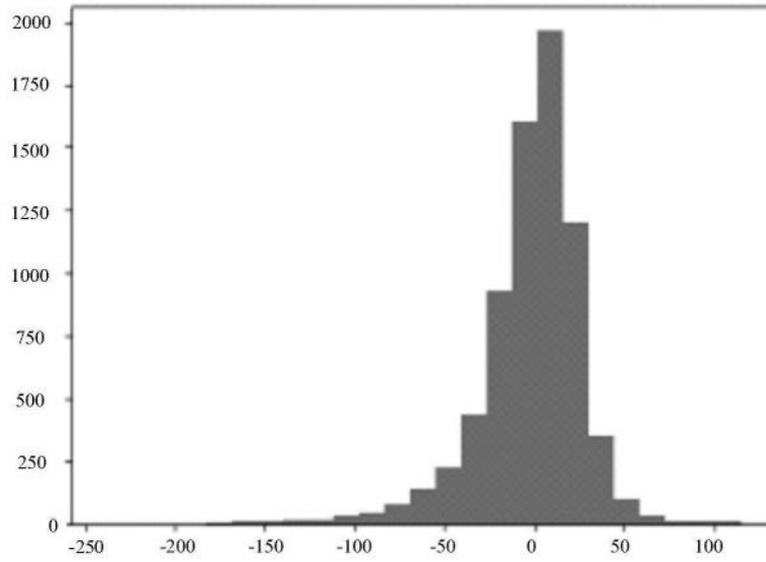


图4b

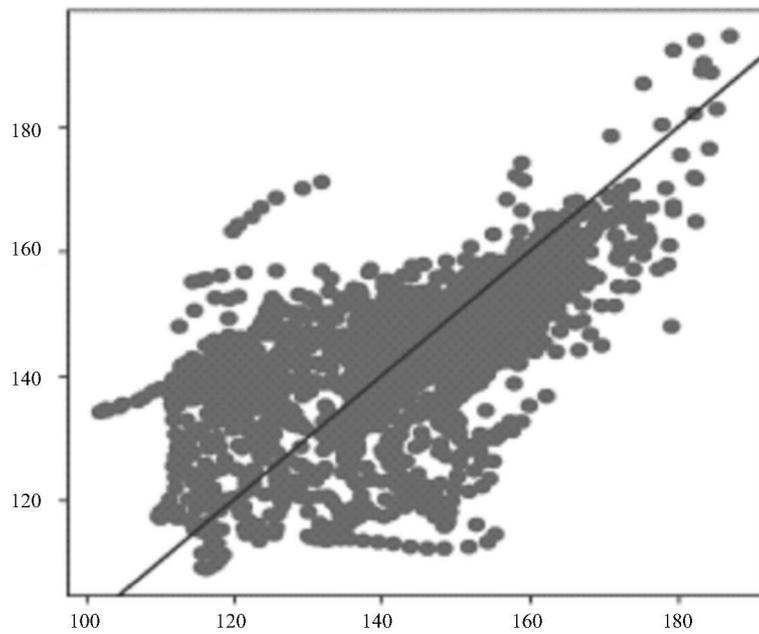


图4c



图5

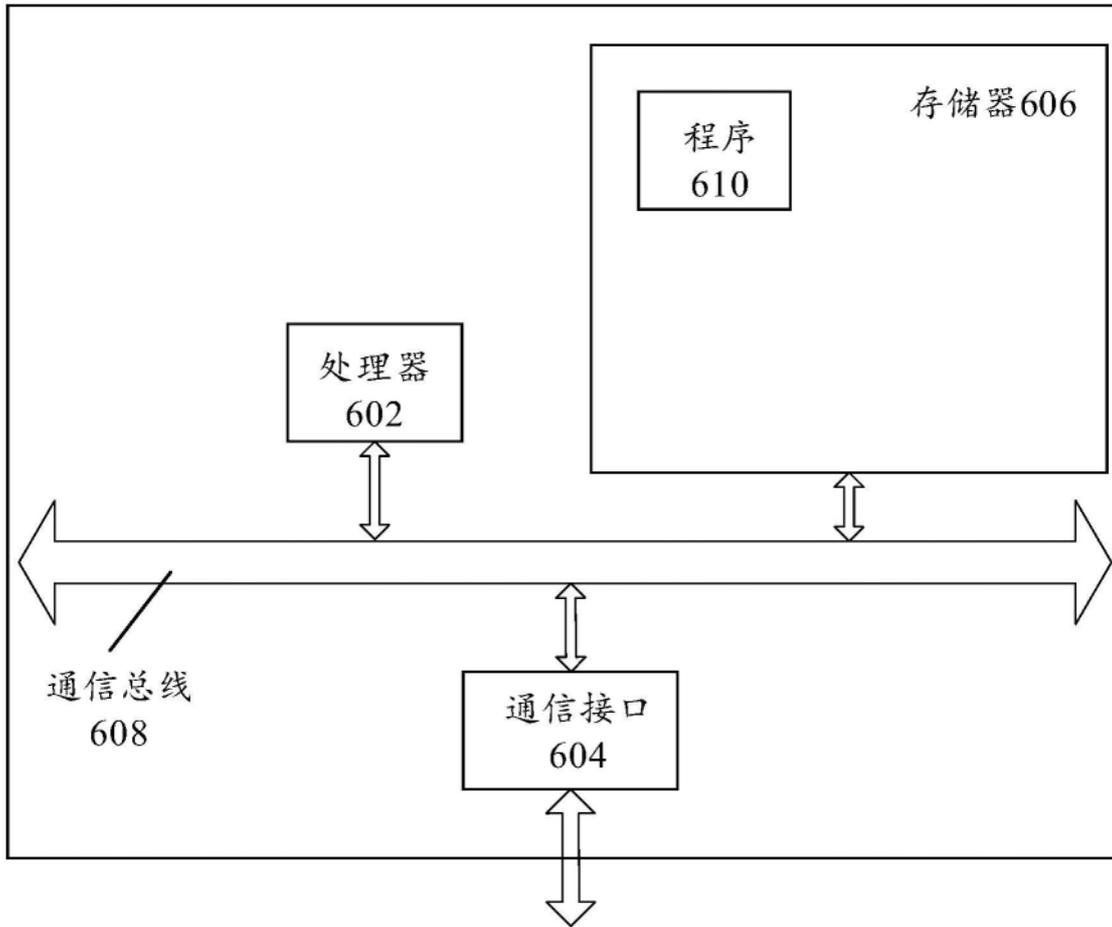


图6