

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024 年 1 月 25 日 (25.01.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/017302 A1

(51) 国际专利分类号:

E21B 49/00 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2023/108194

(22) 国际申请日:

2023 年 7 月 19 日 (19.07.2023)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(30) 优先权:

202210846348.7 2022年7月19日 (19.07.2022) CN

(71) 申请人: 中国石油天然气股份有限公司

(**PETROCHINA COMPANY LIMITED**) [CN/CN];

中国北京市东城区东直门北大街 9

号, Beijing 100007 (CN)。

(72) 发明人: 梁瀚(**LIANG, Han**); 中国北京市西城区六

铺炕街六号 316 室, Beijing 100724 (CN)。冉崎

(**RAN, Qi**); 中国北京市西城区六铺炕街六号 316 室,

Beijing 100724 (CN)。张晨(**ZHANG, Chen**); 中国

北京市西城区六铺炕街六号 316 室, Beijing 100724

(CN)。狄贵东(**DI, Guidong**); 中国北京市西城区

六铺炕街六号 316 室, Beijing 100724 (CN)。龙隆

(**LONG, Long**); 中国北京市西城区六铺炕街六号

316 室, Beijing 100724 (CN)。许翔(**XU, Xiang**); 中

国北京市西城区六铺炕街六号 316 室, Beijing

100724 (CN)。夏青(**XIA, Qing**); 中国北京市西城

区六铺炕街六号 316 室, Beijing 100724 (CN)。

(74) 代理人: 北京三友知识产权代理

有限公司 (**BEIJING SANYOU INTELLECTUAL**

PROPERTY AGENCY LTD.); 中国北京市西城

区金融街 35 号国际企业大厦 A 座 16

层, Beijing 100033 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家

保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,

CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,

GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ,

IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ,

LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN,

MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA,

PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,

(54) Title: MODELING METHOD AND APPARATUS FOR HORIZONTAL WELL

(54) 发明名称: 一种水平井的建模方法及装置

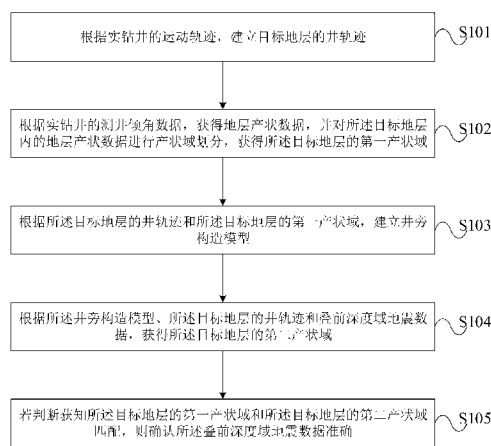


图1

- S101 Establish a well trajectory of a target stratum according to a motion trajectory of an actual well
- S102 Obtain stratum occurrence data according to logging inclination angle data of the actual well, and perform occurrence domain division on the stratum occurrence data in the target stratum, so as to obtain a first occurrence domain of the target stratum
- S103 Establish a near-well construction model according to the well trajectory of the target stratum and the first occurrence domain of the target stratum
- S104 Obtain a second occurrence domain of the target stratum according to the near-well construction model, the well trajectory of the target stratum and pre-stack depth domain seismic data
- S105 If it is determined that the first occurrence domain of the target stratum matches the second occurrence domain of the target stratum, confirm that the pre-stack depth domain seismic data is accurate

(57) Abstract: A modeling method and apparatus for a horizontal well, and an electronic device and a computer-readable storage medium. The method comprises: establishing a well trajectory of a target stratum according to a motion trajectory of an actual well; obtaining stratum occurrence data according to logging inclination angle data of the actual well, and performing occurrence domain division on the stratum occurrence data in the target stratum, so as to obtain a first occurrence domain of the target stratum; establishing a near-well construction model according to the well trajectory of the target stratum and the first occurrence domain of the target stratum; obtaining a second occurrence domain of the target stratum according to the near-well construction model, the well trajectory of the target stratum and pre-stack depth domain seismic data; and if it is determined that the first occurrence domain of the target stratum matches the second occurrence domain of the target stratum, confirming that the pre-stack depth domain seismic data is accurate. The modeling apparatus is used for executing the modeling method. By means of the modeling method and apparatus for a horizontal well, the drilling rate in an individual well reservoir is improved.

SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚
(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,
HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO,
PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN,
TD, TG)。

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种水平井的建模方法及装置和电子设备及计算机可读存储介质, 该方法包括: 根据实钻井的运动
轨迹, 建立目标地层的井轨迹; 根据实钻井的测井倾角数据, 获得地层产状数据, 并对目标地层内的地层产
状数据进行产状域划分, 获得目标地层的第一产状域; 根据目标地层的井轨迹和目标地层的第一产状域,
建立井旁构造模型; 根据井旁构造模型、目标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据, 获得目标地层的第二
产状域; 若判断获知目标地层的第一产状域和目标地层的第二产状域匹配, 则确认叠前深度域地震数据准
确。该建模装置用于执行该建模方法。该水平井的建模方法及装置, 提高了单井储层钻遇率。

一种水平井的建模方法及装置

技术领域

本发明涉及石油开采技术领域，具体涉及一种水平井的建模方法及装置。

5 背景技术

随着石油工业的发展，为降低勘探和开发成本，提高油气藏产量和采收率，水平井、大斜度井的钻探技术得到广泛推广。

现有技术中，为提高水平井或大斜度井构造模型的准确性和可靠性，分别从三维可视化地层对比和地震解释深度域断层模型出发来构建地质模型，但由于对地震数据的约束不够精确，导致存在井轨迹出靶、不能钻遇储层的风险。

因此，如何提出一种水平井的建模方法，以确定钻井过程中叠前深度域地震数据的可靠性成为本领域需要解决的重要课题。

发明内容

15 针对现有技术中的问题，本发明实施例提供一种水平井的建模方法及装置，至少能够部分地解决现有技术中存在的问题。

一方面，本发明提出一种水平井的建模方法，包括：

根据实钻井的运动轨迹，建立目标地层的井轨迹；

20 根据实钻井的测井倾角数据，获得地层产状数据，并对所述目标地层内的地层产状数据进行产状域划分，获得所述目标地层的第一产状域；

根据所述目标地层的井轨迹和所述目标地层的第一产状域，建立井旁构造模型；

根据所述井旁构造模型、所述目标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据，获得所述目标地层的第二产状域；

25 若判断获知所述目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二产状域匹配，则确认所述叠前深度域地震数据准确。

另一方面，本发明提供一种水平井的建模装置，包括：

第一建立模块，用于根据实钻井的运动轨迹，建立目标地层的井轨迹；

第一获得模块，用于根据实钻井的测井倾角数据，获得地层产状数据，并对所述目标地层内的地层产状数据进行产状域划分，获得所述目标地层的第一产状域；

第二建立模块，用于根据所述目标地层的井轨迹和所述目标地层的第一产状域，建立井旁构造模型；

第二获得模块，用于根据所述井旁构造模型、所述目标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据，获得所述目标地层的第二产状域；

5 判断模块，用于在判断获知所述目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二产状域匹配之后，确认所述叠前深度域地震数据准确。

再一方面，本发明提供一种电子设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，所述处理器执行所述程序时实现上述任一实施例所述的水平井的建模方法。

10 又一方面，本发明提供一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现上述任一实施例所述的水平井的建模方法。

本发明实施例提供的水平井的建模方法及装置，根据实钻井的运动轨迹，建立目标地层的井轨迹，根据实钻井的测井倾角数据，获得地层产状数据，并对目标地层内的地层产状数据进行产状域划分，获得目标地层的第一产状域，根据目标地层的井轨迹和目标地层的第一产状域，建立井旁构造模型，根据井旁构造模型、目标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据，获得目标地层的第二产状域，若判断获知目标地层的第一产状域和目标地层的第二产状域匹配，则确认叠前深度域地震数据准确，能够验证叠前深度域地震数据的可靠性，提高了单井储层钻遇率。

20 附图说明

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简单的介绍，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的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

25 图 1 是本发明第一实施例提供的水平井的建模方法的流程示意图。

图 2 是本发明第二实施例提供的水平井的建模方法的流程示意图。

图 3 是本发明第三实施例提供的倾向与井深的交汇图。

图 4 是本发明第四实施例提供的倾角与井深的交汇图。

图 5 是本发明第五实施例提供的水平井的建模方法的流程示意图。

30 图 6 是本发明第六实施例提供的水平井的建模方法的流程示意图。

图 7 是本发明第七实施例提供的三维空间的井轨迹的示意图。

图 8 是本发明第八实施例提供的井旁构造模型的示意图。

图 9 是本发明第九实施例提供的井旁构造模型与叠前深度域地震数据匹配示意图。

图 10 为本发明第十实施例提供的预测的下一产状域段的示意图。

5 图 11 是本发明第十一实施例提供的水平井的建模装置的结构示意图。

图 12 是本发明第十二实施例提供的水平井的建模装置的结构示意图。

图 13 是本发明第十三实施例提供的水平井的建模装置的结构示意图。

图 14 是本发明第十四实施例提供的水平井的建模装置的结构示意图。

图 15 是本发明第十五实施例提供的水平井的建模装置的结构示意图。

10 图 16 是本发明第十六实施例提供的电子设备的实体结构示意图。

具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚明白，下面结合附图对本发明实施例做进一步详细说明。在此，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，但
15 并不作为对本发明的限定。需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互任意组合。

本发明实施例提供的水平井的建模方法的执行主体包括但不限于计算机。

为了便于理解本申请提供的技术方案，下面先对本申请技术方案的相关内容进行说明。
20

在本发明实施例中水平井是指最大井斜角达到或接近 90° ，并在目的层中维持一定长度的水平井段的特殊井。水平井的最大井斜角一般不小于 86° 。大斜度井是指钻井斜长与垂深之比大于 2，井斜角在 55° 至 86° 之间的定向井。

为准确建立大斜度井或水平井，需要在实钻井过程中核对叠前深度域地震数据的准确性，如果叠前深度域地震数据不准确，将会导致大斜度井或水平井没有准确钻到油气
25 目的层，造成脱靶，导致开发失利。所以，在叠前深度域地震数据不准确时，需要重新做地震数据工作。在叠前深度域地震数据准确可靠的情况下，可以将叠前深度域地震数据用于确定井轨迹下一步的钻探轨迹，以提高单井储层钻遇率和单井产量。

因此，本发明提供一种水平井的建模方法，通过建立水平井或大斜度井的井旁构造模型，然后将井旁构造模型投影到叠前深度域地震剖面上，与叠前深度域地震数据进行
30 匹配，以验证叠前深度域地震数据的准确性和可靠性。在叠前深度域地震数据准确的情

况下，利用叠前深度域地震数据指导水平井或大斜度井的随钻跟踪及靶体方位调整，能够提高单井储层钻遇率和单井产量。

图 1 是本发明第一实施例提供的水平井的建模方法的流程示意图，如图 1 所示，本发明实施例提供的水平井的建模方法，包括：

5 S101、根据实钻井的运动轨迹，建立目标地层的井轨迹；

具体地，实钻井在钻井的过程中会产生运动轨迹，运动轨迹中的每个点由位于大地坐标系中的坐标值及其对应的深度值表示，用于表示钻井的垂直深度和水平偏移量。目标地层是包含要钻探的储层的层段，具有深度范围。获取所述实钻井的运动轨迹在所述目标地层内的部分，作为所述目标地层的井轨迹。井轨迹的每个点对应的坐标可以表示为 (x, y, z) ，其中， x 、 y 代表该点在大地坐标系中的坐标值， z 代表该点的深度值。

例如，目标地层的深度范围为 7000 至 8000m，那么实钻井的运动轨迹在 7000 至 8000m 的部分构成了目标地层的井轨迹。

15 S102、根据实钻井的测井倾角数据，获得地层产状数据，并对所述目标地层内的地层产状数据进行产状域划分，获得所述目标地层的第一产状域；

具体地，通过实钻井的测井倾角数据可以获得在钻井钻穿地层过程中，一系列的地层的倾向数据和倾角数据，再对地层的倾向数据和倾角数据在深度方向上进行采样，即可获得地层产状数据。在所述目标地层深度范围内的地层产状数据作为所述目标地层内的地层产状数据，对所述目标地层内的地层产状数据进行产状域划分，可以获得所述目标地层的第一产状域。所述目标地层的第一产状域包括至少一个产状域段，每个产状域段的倾向和倾角在对应的范围内，不同的产状域段的倾向和倾角具有明显差别。

25 例如，通过测井仪器可以测量获得实钻井时井内的原始数据，再通过相关软件对井内的原始数据进行分析计算，可以获得实钻井的测井倾角数据和测井分层数据。所述测井分层数据为地层分层的井深值，需要指出的是，该井深值不是垂直深度，而是井轨迹本身的相对深度。

通过实钻井的测井倾角数据，获得一系列地层的倾向数据和倾角数据，然后以 4m 或者 10m 的深度为一个间隔获取样本点，能够获得各个样本点地层的倾向数据和倾角数据，各个样本点地层的倾向数据和倾角数据构成地层产状数据。

30 S103、根据所述目标地层的井轨迹和所述目标地层的第一产状域，建立井旁构造模型；

具体地，将所述目标地层的第一产状域对应的测井倾角数据和测井分层数据，投影到所述目标地层的井轨迹上，即将所述目标地层的第一产状域对应的测井倾角数据和测井分层数据沿井深值对应到所述目标地层的井轨迹，从而建立井旁构造模型。

5 S104、根据所述井旁构造模型、所述目标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据，获得所述目标地层的第二产状域；

具体地，基于所述目标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据，可以将所述目标地层的井轨迹投影到叠前深度域地震数据中，并沿所述目标地层的井轨迹切分所述叠前深度域地震数据，获得叠前深度域地震反射剖面，再将所述井旁构造模型投影到所述叠前深度域地震反射剖面上，获得所述目标地层的第二产状域。

10 例如，将三维地震数据输入到相关专业软件中，可以输出叠前深度域地震数据，叠前深度域地震数据中的数据可以以 (x, y, Z) ， Z 为海拔值。将井轨迹和叠前深度域地震数据输入到相关专业软件中，可以获得叠前深度域地震数据和井轨迹在空间域的同比例和同深度的数据。由于叠前深度域地震数据可以沿任意方向切出垂向的二维地震剖面，因此，对叠前深度域地震数据沿井轨迹方向切出二维地震剖面，得到叠前深度域地震反射剖面，即实现井轨迹与叠前深度域地震数据的匹配。再将所述井旁构造模型投影到叠前深度域地震反射剖面上，即可获得所述目标地层的第二产状域。

S105、若判断获知所述目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二产状域匹配，则确认所述叠前深度域地震数据准确。

20 具体地，将所述目标地层的第一产状域与所述目标地层的第二产状域进行比较，如果所述目标地层的第一产状域与所述目标地层的第二产状域匹配，说明叠前深度域地震数据的误差在能够接受的范围内，那么确认所述叠前深度域地震数据准确。如果所述第一产状域与所述第二产状域不匹配，说明叠前深度域地震数据不准确，可以提示所述叠前深度域地震数据不符合要求。

25 例如，将第一产状域和第二产状域对应的产状域段的倾角进行比较，如果倾角的误差在对应的预设范围内，那么第一产状域和第二产状域匹配，如果倾角的误差超出对应的预设范围，那么第一产状域和第二产状域不匹配。

30 本发明实施例提供的水平井的建模方法，根据实钻井的运动轨迹，建立目标地层的井轨迹，根据实钻井的测井倾角数据，获得地层产状数据，并对目标地层内的地层产状数据进行产状域划分，获得目标地层的第一产状域，根据目标地层的井轨迹和目标地层的第一产状域，建立井旁构造模型，根据井旁构造模型、目标地层的井轨迹和叠前深度

域地震数据，获得目标地层的第二产状域，若判断获知目标地层的第一产状域和目标地层的第二产状域匹配，则确认叠前深度域地震数据准确，能够验证叠前深度域地震数据的可靠性，提高了单井储层钻遇率。

在上述各实施例的基础上，进一步地，本发明实施例提供的水平井的建模方法还包

5 括：

若判断获知所述目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二产状域不匹配，则输出所述叠前深度域地震数据不符合要求的提示信息。

具体地，将所述目标地层的第一产状域与所述目标地层的第二产状域进行比较，如果所述第一产状域与所述第二产状域不匹配，说明叠前深度域地震数据不够准确，输出
10 所述叠前深度域地震数据不符合要求的提示信息，以便获取准确的叠前深度域地震数据进行钻井。

图 2 是本发明第二实施例提供的水平井的建模方法的流程示意图，如图 2 所示，在上述各实施例的基础上，进一步地，所述对所述目标地层内的地层产状数据进行产状域划分，获得所述目标地层的第一产状域包括：

15 S201、基于所述目标地层内的地层产状数据绘制所述目标地层的倾向与井深的交汇图和倾角与井深的交汇图；其中，所述地层产状数据包括倾向数据和倾角数据；

具体地，所述地层产状数据包括倾向数据和倾角数据，基于所述目标地层内的倾向数据能够绘制出所述目标地层的倾向与井深的交汇图，基于所述目标地层内的倾角数据可以绘制出所述目标地层的倾角与井深的交汇图。

20 例如，表 1 是目标地层段内的地层产状数据，基于表 1 中的地层产状数据绘制出图 3 所示的倾向与井深的交汇图和图 4 所示的倾角与井深的交汇图。在如图 3 中，横坐标表示倾向，纵坐标表示深度。在图 4 中，横坐标表示倾角，纵坐标表示深度。

表 1 目标地层段内的地层产状数据

深度（m）	倾向（dega）	倾角（dega）	深度（m）	倾向（dega）	倾角（dega）
7853.21	62.97	6.87	8054.96	338.19	5.52
7856.10	66.78	10.09	8057.79	30.87	8.51
7871.51	31.44	9.23	8063.97	20.36	9.65
7875.48	74.66	10.68	8128.48	114.61	26.40
7890.94	315.22	3.27	8133.38	143.13	20.69
7894.99	63.86	11.69	8147.98	164.96	16.86
7922.18	8.33	9.13	8150.11	165.79	21.74
7934.36	60.24	7.67	8176.19	122.46	32.98
7935.06	16.31	10.05	8179.49	167.18	18.35
7957.59	26.82	10.97	8185.17	160.65	17.23

7996.17	56.72	8.49	8189.41	140.19	17.49
7999.59	69.28	13.99	8211.21	171.39	19.98
8002.88	51.32	6.80	8239.39	146.12	20.84
8007.62	29.05	10.11	8250.32	150.02	21.70
8012.69	48.52	8.68	8260.64	154.48	36.12
8025.18	59.59	16.33	8263.48	166.95	29.66
8028.02	71.05	15.23	8271.04	172.49	38.64
8033.85	53.20	8.73	8291.84	163.88	17.33
8037.95	33.66	5.61	8297.41	154.76	17.51
8048.00	331.41	3.92	8301.19	167.77	27.26

S202、基于所述目标地层内的倾角数据和预设数量的划分阈值，获得所述目标地层的第一产状域；其中，所述预设数量的划分阈值是基于所述目标地层的倾向与井深的交汇图和倾角与井深的交汇图设置的；

具体地，可以从所述目标地层的起始深度开始，计算所述目标地层内的倾角数据中
5 相邻两个倾角的差值的绝对值，然后将上述相邻两个倾角的差值的绝对值与划分阈值进行比较，如果差值的绝对值大于划分阈值，说明发生了产状突变，取上述相邻两个倾角对应的深度值之间的深度值作为两个产状域段的分界，上述相邻两个倾角中对应深度值较小的倾角以及深度值小于该倾角对应的深度值且相邻两个倾角的差值的绝对值小于等于划分阈值的倾角对应的地层产状数据构成一个产状域段。所述目标地层的第一产状域
10 包括的产状域段的数量等于预设数量加 1，如果只有一个划分阈值，那么在获得上述产状域段之后，剩余的所述目标地层内的地层产状数据构成另一个产状域段。

如果有多个划分阈值，那么从上述相邻两个倾角对应的较大深度值开始，继续计算所述目标地层内的倾角数据中相邻两个倾角的差值的绝对值，然后将上述相邻两个倾角的差值的绝对值与下一个划分阈值进行比较，以确定是否发生了产状突变，直到所有的
15 划分阈值都使用过，并获得预设数量加 1 个产状域段。其中，在进行产状突变的判断时，通过划分阈值确定出一个产状域段之后，该划分阈值不再使用，继续使用下一个划分阈值。

可理解的是，在利用所述目标地层内的地层产状数据之前，可以对所述目标地层内的地层产状数据进行数据清洗，以去除所述目标地层内的地层产状数据中的异常数据。
20 比如可以设置异常倾向阈值和异常倾角阈值，如果地层产状数据包括的倾向大于异常倾向阈值，则将大于异常倾向阈值的倾向对应的数据从地层产状数据中剔除；如果地层产状数据包括的倾角大于异常倾角阈值，则将大于异常倾角阈值的倾角对应的数据从地层产状数据中剔除。

例如，基于图 3 和图 4 可以设置一个划分阈值 10，图 3 中明显出现三个异常倾向，

设置倾向阈值为 200，将三个异常倾向对应的倾角目标地层内的倾角数据中去除。从深度 7853.21 开始，依次计算相邻两个倾角之间的差值的绝对值，并将差值的绝对值与划分阈值 10 进行比较，深度 8063.97 对应的倾角 9.65 与 8128.48 对应的倾角 26.4 之间的差值的绝对值为 16.75，大于 10，那么深度 7853.21 至深度 8063.97 之间去除异常数据后的目标地层内的地层产状数据构成目标地层的第一产状域中的第一个产状域段，目标地层内的剩余的地层产状数据构成目标地层的第一产状域中的第二个产状域段。计算深度 8063.97 与深度 8128.48 的平均值为 8096.23，取整为 8100，作为第一个产状域段和第二个产状域段的分界。可以计算出第一个产状域段内各个倾角的平均值 9 作为第一个产状域段的倾角，可以计算出第二个产状域段内各个倾角的平均值 22 作为第二个产状域段的倾角。

图 5 是本发明第五实施例提供的水平井的建模方法的流程示意图，如图 5 所示，所述根据所述井旁构造模型、所述目标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据，获得所述目标地层的第二产状域包括：

S501、根据所述目标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据，获得所述目标地层的叠前深度域地震反射剖面；

具体地，将所述目标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据输入到相关专业软件中，可以获得叠前深度域地震数据和井轨迹在空间域的同比例和同深度的数据。由于叠前深度域地震数据可以沿任意方向切出垂向的二维地震剖面，因此，对叠前深度域地震数据能够沿井轨迹方向切出二维地震剖面，得到叠前深度域地震反射剖面。叠前深度域地震反射剖面实现了井轨迹与叠前深度域地震数据的匹配。

S502、将所述井旁构造模型投影到所述目标地层的叠前深度域地震反射剖面上，获得所述目标地层的第二产状域。

具体地，由于井旁构造模型是根据所述目标地层的井轨迹和所述目标地层的第一产状域获得的，包括所述目标地层的井轨迹的数据和第一产状域的数据，将井旁构造模型沿井轨迹投影到所述目标地层的叠前深度域地震反射剖面上，第一产状域的数据也会投影到所述目标地层的叠前深度域地震反射剖面上，构成所述目标地层的第二产状域。

在上述各实施例的基础上，进一步地，所述若判断获知所述目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二产状域匹配包括：

若判断获知所述第一产状域中每个产状域段的倾角与在所述第二产状域中对应的产状域段的倾角满足倾角匹配规则，则所述目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二

产状域匹配；其中，所述第一产状域和所述第二产状域包括相同数量的产状域段并且一一对应。

具体地，所述目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二产状域具有相同数量的产状域段，并且产状域段一一对应。可以根据每个产状域段的各个倾角，计算出每个产状域段的各个倾角的平均值作为每个产状域段的倾角。计算所述第一产状域中每个产状域段的倾角与在第二产状域中对应的产状域段的倾角的误差的绝对值，然后判断所述第一产状域中每个产状域段的倾角与在第二产状域中对应的产状域段的倾角，以及计算获得的每个误差的绝对值是否满足倾角匹配规则，如果满足倾角匹配规则，那么所述目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二产状域匹配，如果不满足倾角匹配规则，那么目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二产状域不匹配。其中，所述倾角匹配规则是预设的。

在上述各实施例的基础上，进一步地，所述倾角匹配规则包括：

所述第一产状域中每个产状域段的倾角与在所述第二产状域中对应的产状域段的倾角属于对应的阈值范围，且所述第一产状域中每个产状域段的倾角与在所述第二产状域中对应的产状域段的倾角的误差的绝对值小于对应的设定值。

具体地，计算出所述第一产状域中每个产状域段的倾角与在所述第二产状域中对应的产状域段的倾角的误差的绝对值，并判断所述第一产状域中每个产状域段的倾角与在所述第二产状域中对应的产状域段的倾角是否属于对应的预设范围，如果属于对应的预设范围，那么将上述误差的绝对值对应的设定值进行比较，上述误差的绝对值小于对应的设定值，那么所述第一产状域中每个产状域段的倾角与在所述第二产状域中对应的产状域段的倾角满足倾角匹配规则。其中，预设范围和设定值根据实际需要进行设置，本发明实施例不做限定。

例如，所述目标地层的第一产状域包括两个产状域段，所述目标地层的第二产状域也会包括两个产状域段。对应的倾角匹配规则为：

所述第一产状域中的第一个产状域段的倾角与在所述第二产状域中对应的产状域段的倾角属于第一阈值范围，且所述第一产状域中的第一个产状域段的倾角与在所述第二产状域中对应的产状域段的倾角的误差的绝对值小于第一设定值；

所述第一产状域中的第二个产状域段的倾角与在所述第二产状域中对应的产状域段的倾角属于第二阈值范围，且所述第一产状域中的第二个产状域段的倾角与在所述第二产状域中对应的产状域段的倾角的误差的绝对值小于第二设定值。

例如，目标地层的第一产状域包括产状域段 A 和产状域段 B，目标地层的第二产状域包括产状域段 a 和产状域段 b，产状域段 A 与产状域段 a 对应，产状域段 B 与产状域段 b 对应。设置第一阈值范围为 $(p_1, p_2]$ ，第一阈值范围对应第一设定值 k_1 ；第二阈值范围为 $(p_3, p_4]$ ，第二阈值范围对应第二设定值 k_2 。计算产状域段 A 内的各个倾角的平均值，作为产状域段 A 的倾角，同理计算出产状域段 B 的倾角。产状域段 a 的倾角和产状域段 b 的倾角可以通过测量获得。计算产状域段 A 的倾角与产状域段 a 的倾角的误差的绝对值，获得第一数值，并计算产状域段 B 的倾角与产状域段 b 的倾角的误差的绝对值，获得第二数值。判断产状域段 A 的倾角和产状域段 a 的倾角是否大于 p_1 且小于等于 p_2 ，如果产状域段 A 的倾角和产状域段 a 的倾角大于 p_1 且小于等于 p_2 ，那么产状域段 A 的倾角和产状域段 a 的倾角属于第一阈值范围，再判断第一数值是否小于 k_1 。判断产状域段 B 的倾角和产状域段 b 的倾角是否大于 p_3 且小于等于 p_4 ，如果产状域段 B 的倾角和产状域段 b 的倾角大于 p_3 且小于等于 p_4 ，那么产状域段 B 的倾角和产状域段 b 的倾角属于第二阈值范围，再判断第二数值是否小于 k_2 。如果第一数值小于 k_1 ，第二数值小于 k_2 ，那么目标地层的第一产状域中产状域段 A 和产状域段 B 的倾角与在第二产状域中对应的产状域段 a 和产状域段 b 的倾角满足倾角匹配规则。

在上述各实施例的基础上，进一步地，所述根据实钻井的运动轨迹，建立目标地层的井轨迹包括：

以纵横比 1:1 建立所述目标地层的井轨迹。

具体地，在建立所述目标地层的井轨迹时，以纵横比 1:1 建立所述目标地层的井轨迹，以保持井轨迹在垂向上的深度与横向上的偏移量在同一个比例，从而使后续建立的井旁构造模型不会由于拉伸或者压缩而产生畸变，有利于保证测量的倾角的真实可靠。

图 6 是本发明第六实施例提供的水平井的建模方法的流程示意图，如图 6 所示，在上述各实施例的基础上，进一步地，本发明实施例提供的水平井的建模方法还包括：

S601、根据所述目标地层的第二产状域和目标层层位，获得井轨迹延拓后地震数据产状；

具体地，在确认所述叠前深度域地震数据准确之后，需要确认下一步井轨迹是否需要修正。通过所述目标地层的第二产状域和目标层层位，可以测量获得井轨迹延拓后地震数据产状，所述井轨迹延拓后地震数据产状包括倾角。其中，目标层层位是预先获得的，能够钻到石油储层的层位。

S602、根据所述井轨迹延拓后地震数据产状对应的倾角和所述目标地层的第一产状

域的最后一个产状域段的倾角，确定是否调整井轨迹的倾向。

具体地，将所述井轨迹延拓后地震数据产状对应的倾角与所述目标地层的第一产状与的最后一个产状域段的倾角进行比较，如果所述井轨迹延拓后地震数据产状对应的倾角与所述目标地层的第一产状域的最后一个产状域段的倾角一致，说明井轨迹延拓可以
5 钻到目标地层内的储层，那么不需要调整井轨迹的倾向。如果所述井轨迹延拓后地震数据产状对应的倾角与所述目标地层的第一产状域的最后一个产状域段的倾角不一致，说明井轨迹直接延拓钻不到目标地层内的储层，那延拓的井轨迹是无效的，会带来经济损失，那么需要调整井轨迹的倾向。其中，所述井轨迹延拓后地震数据产状对应的倾角是计算所述井轨迹延拓后地震数据产状中各个倾角的平均值获得的。

10 例如，所述井轨迹延拓后地震数据产状对应的倾角与所述目标地层的第一产状域的最后一个产状域段的倾角的差值的绝对值小于等于预设值，那么所述井轨迹延拓后地震数据产状对应的倾角与所述目标地层的第一产状域的最后一个产状域段的倾角一致。如果所述井轨迹延拓后地震数据产状对应的倾角与所述目标地层的第一产状域的最后一个产状域段的倾角的差值的绝对值大于预设值，那么所述井轨迹延拓后地震数据产状对应
15 的倾角与所述目标地层的第一产状域的最后一个产状域段的倾角不一致。其中，预设值根据实际经验进行设置，本发明实施例不做限定。

下面本发明实施例提供的水平井的建模方法在大斜度井 S6 井上的应用为例，说明本发明实施例提供的水平井的建模方法的具体实现过程。

第一步、通过 S6 井的运动轨迹，获得目标地层的井轨迹。将 S6 井的运动轨迹投影
20 到带大地坐标的三维空间中，建立三维空间的井轨迹。S6 井的井深 8301 多米，井深的每个点（按照采样点间隔取点）都有一个坐标值（x、y、z），其中，x 和 y 是大地坐标的值，为该采样点投影到地表的坐标值，z 值为井深值。三维空间的井轨迹如图 7 所示，图 7 中 E、S、N 依次代表东、南、北方向，指示大地坐标系，图 7 中黑色曲线线条即为建立的三维空间实际的井轨迹。基于目标地层的深度范围可以获得目标地层的井轨迹，S6 井的目标地层的深度范围为 7853.21~8301.19 米，即在深度范围为 7853.21~
25 8301.19 米的地层段存在含油储层。

第二步、通过 S6 井的测井倾角数据，获得深度范围为 7853.21~8301.19 米的目标地层的
30 第一产状域。表 1 为 S6 井的产状实测表，记录了深度范围为 7853.21~8301.19 米的目标地层的地质产状数据。每个井深的样本点有两个值，倾向和倾角，分别对倾向和倾角对应井深深度做交汇图，获得的倾向与井深的交汇图如图 3 所示，获得的倾角与井深

5 的交汇图如图 4 所示。如图 3 所示，井深 8100 以浅倾向主要位于 0~80° 的倾向域区间内，另外有三个畸样点需要剔除；井深 8100 以深倾向主要位于 110~180° 的倾向域区间内。同样，如图 4 所示，8100 米井深作为分界线，分为两个倾角域，8100 米以浅倾角小于 18°，8100 米以深倾角大于 18°。因此，S6 井的造斜段以 8100 米的井深为界，可分为两个产状域段，表 2 为 S6 井的产状分区表，8100 米井深以浅的产状域段一的倾角平均值为 9°，8100 米井深以深的产状域段二的倾角平均值为 22°。

表 2 S6 井产状分区表

深度 (m)	倾向 (dega)	倾角 (dega)	平 均 倾 角	深度 (m)	倾向 (dega)	倾角 (dega)	平 均 倾 角	
7853.21	62.97	6.87	9	8128.48	114.61	26.40	22	
7856.10	66.78	10.09		8133.38	143.13	20.69		
7871.51	31.44	9.23		8147.98	164.96	16.86		
7875.48	74.66	10.68		8150.11	165.79	21.74		
7894.99	63.86	11.69		8176.19	122.46	32.98		
7922.18	8.33	9.13		8179.49	167.18	18.35		
7934.36	60.24	7.67		8185.17	160.65	17.23		
7935.06	16.31	10.05		8189.41	140.19	17.49		
7957.59	26.82	10.97		8211.21	171.39	19.98		
7996.17	56.72	8.49		8239.39	146.12	20.84		
7999.59	69.28	13.99		8250.32	150.02	21.70		
8002.88	51.32	6.80		8260.64	154.48	36.12		
8007.62	29.05	10.11		8263.48	166.95	29.66		
8012.69	48.52	8.68		8271.04	172.49	38.64		
8025.18	59.59	16.33		8291.84	163.88	17.33		
8028.02	71.05	15.23		8297.41	154.76	17.51		
8033.85	53.20	8.73		8301.19	167.77	27.26		
8037.95	33.66	5.61						
8057.79	30.87	8.51						
8063.97	20.36	9.65						

10 第三步、以 7853.21~8301.19 米的目标地层的产状域段一和产状域段二，以及目标地层的井轨迹，构建井旁构造模型。建立的井旁构造模型如图 8 所示，井旁构造模型包括产状域段一和产状域段二，产状域段一从斜深 7853~8060m，产状域段一的倾角为 9°，产状域段二从斜深 8100~8300m，产状域段一的倾角为 22°。

15 第四步、通过 S6 井的叠前深度域地震数据，上述井旁构造模型以及 S6 井的井轨迹，获得目标地层的第二产状域。将 S6 井的井轨迹按照同样的大地坐标系统投影到叠前深度域地震数据中，沿井轨迹延伸方向切出叠前深度域地震反射剖面，如图 9 所示。将井旁构造模型投影到叠前深度域地震反射剖面上，将井轨迹沿井深 7853m 及 8100 米

分段，分为①和②两段，其中①段对应井轨迹划分的产状域段一，②段对应井轨迹划分的产状域段二。三叠前深度域地震数据的 x 、 y 、 z 比例一致，都是“米”为单位，没有相对拉伸、压缩的情况，可以直接量取①段的层位 2 的倾角为 8.1° ，②段的层位 2 的倾角为 19.7° 。倾角匹配规则为：产状域段一的倾角和产状域段一对应的①段的倾角属于 $0\sim 20^\circ$ ，且倾角误差小于 20%；产状域段二的倾角和产状域段二对应的②段的倾角属于 $20^\circ\sim 40^\circ$ ，且倾角误差小于 15%。

计算获得①段的倾角与产状域段一的倾角的误差为 10%，即 $(9-8.1)/9=10\%$ ，并计算获得②段的倾角 19.7° 和产状域段二的倾角 22° 的误差为 10.4%，即 $(22-19.7)/22=10.4\%$ 。可以判断出产状域段一的倾角和①段的倾角属于 $0\sim 20^\circ$ ，且倾角误差 10% 小于 20%；产状域段二的倾角和②段的倾角属于 $20^\circ\sim 40^\circ$ ，倾角误差 10.4% 小于 15%。因此，第一产状域和所述目标地层的第二产状域匹配，叠前深度域地震数据准确。

第五步、确定是否调整井轨迹的倾向。由于叠前深度域地震数据准确，可以通过深度域地震数据确定井轨迹下一步的钻探轨迹。基于②段和目标层层位在叠前深度域地震反射剖面上划分③段，如图 10 所示，测量③段层位 2 的倾角为 23.2° ，与实测的产状域段二的 22° 倾角基本一致，保证井轨迹延拓可以钻到储层上，下一步钻井可以沿原井轨迹继续钻进，不需要调整井轨迹的倾向。如果③段层位 2 的倾角与实测的产状域段二的倾角不一致，那么井轨迹直接延拓钻不到储层，那延拓的井轨迹是无效的，会带来经济损失，需要进行修正。

图 11 是本发明第十一实施例提供的水平井的建模装置的结构示意图，如图 11 所示，本发明实施例提供的水平井的建模装置包括第一建立模块 1101、第一获得模块 1102、第二建立模块 1103、第二获得模块 1104 和判断模块 1105，其中：

第一建立模块 1101 用于根据实钻井的运动轨迹，建立目标地层的井轨迹；第一获得模块 1102 用于根据实钻井的测井倾角数据，获得地层产状数据，并对所述目标地层内的地层产状数据进行产状域划分，获得所述目标地层的第一产状域；第二建立模块 1103 用于根据所述目标地层的井轨迹和所述目标地层的第一产状域，建立井旁构造模型；第二获得模块 1104 用于根据所述井旁构造模型、所述目标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据，获得所述目标地层的第二产状域；判断模块 1105 用于在判断获知所述目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二产状域匹配之后，确认所述叠前深度域地震数据准确。

具体地，实钻井在钻井的过程中会产生运动轨迹，运动轨迹中的每个点由位于大地

坐标系中的坐标值及其对应的深度值表示，用于表示钻井的垂直深度和水平偏移量。目标地层是包含要钻探的储层的层段，具有深度范围。第一建立模块 1101 获取所述实钻井的运动轨迹在所述目标地层内的部分，作为所述目标地层的井轨迹。井轨迹的每个点对应的坐标可以表示为 (x, y, z) ，其中， x 、 y 代表该点在大地坐标系中的坐标值， z 代表该点的深度值。

第一获得模块 1102 通过实钻井的测井倾角数据可以获得在钻井钻穿地层过程中，一系列的地层的倾向数据和倾角数据，再对地层的倾向数据和倾角数据在深度方向上进行采样，即可获得地层产状数据。在所述目标地层深度范围内的地层产状数据作为所述目标地层内的地层产状数据，对所述目标地层内的地层产状数据进行产状域划分，可以获得所述目标地层的第一产状域。所述目标地层的第一产状域包括至少一个产状域段，每个产状域段的倾向和倾角在对应的范围内，不同的产状域段的倾向和倾角具有明显差别。

第二建立模块 1103 将所述目标地层的第一产状域对应的测井倾角数据和测井分层数据，投影到所述目标地层的井轨迹上，即将所述目标地层的第一产状域对应的测井倾角数据和测井分层数据沿井深值对应到所述目标地层的井轨迹，从而建立井旁构造模型。

第二获得模块 1104 基于所述目标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据，可以将所述目标地层的井轨迹投影到叠前深度域地震数据中，并沿所述目标地层的井轨迹切分所述叠前深度域地震数据，获得叠前深度域地震反射剖面，再将所述井旁构造模型投影到所述叠前深度域地震反射剖面上，获得所述目标地层的第二产状域。

判断模块 1105 将所述目标地层的第一产状域与所述目标地层的第二产状域进行比较，如果所述目标地层的第一产状域与所述目标地层的第二产状域匹配，说明叠前深度域地震数据的误差在能够接受的范围内，那么确认所述叠前深度域地震数据准确。如果所述第一产状域与所述第二产状域不匹配，说明叠前深度域地震数据不准确，可以提示所述叠前深度域地震数据不符合要求。

本发明实施例提供的水平井的建模装置，根据实钻井的运动轨迹，建立目标地层的井轨迹，根据实钻井的测井倾角数据，获得地层产状数据，并对目标地层内的地层产状数据进行产状域划分，获得目标地层的第一产状域，根据目标地层的井轨迹和目标地层的第一产状域，建立井旁构造模型，根据井旁构造模型、目标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据，获得目标地层的第二产状域，若判断获知目标地层的第一产状域和目标地层的第二产状域匹配，则确认叠前深度域地震数据准确，能够验证叠前深度域地震数据

的可靠性，提高了单井储层钻遇率。

图 12 是本发明第十二实施例提供的水平井的建模装置的结构示意图，如图 12 所示，在上述各实施例的基础上，进一步地，本发明实施例提供的水平井的建模装置还包括输出模块 1106，其中：

- 5 输出模块 1106 用于在判断获知所述目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二产状域不匹配之后，输出所述叠前深度域地震数据不符合要求的提示信息。

图 13 是本发明第十三实施例提供的水平井的建模装置的结构示意图，如图 13 所示，在上述各实施例的基础上，进一步地，第一获得模块 1102 包括绘制单元 11021 和第一获得单元 11022，其中：

- 10 绘制单元 11021 用于基于所述目标地层内的地层产状数据绘制所述目标地层的倾向与井深的交汇图和倾角与井深的交汇图；其中，所述地层产状数据包括倾向数据和倾角数据；第一获得单元 11022 用于基于所述目标地层内的倾角数据和预设数量的划分阈值，获得所述目标地层的第一产状域；其中，所述预设数量的划分阈值是基于所述目标地层的倾向与井深的交汇图和倾角与井深的交汇图设置的；

- 15 图 14 是本发明第十四实施例提供的水平井的建模装置的结构示意图，如图 14 所示，在上述各实施例的基础上，进一步地，第二获得模块 1104 包括第二获得单元 11041 和第三获得单元 11042，其中：

- 20 第二获得单元 11041 用于根据所述目标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据，获得所述目标地层的叠前深度域地震反射剖面；第三获得单元 11042 用于将所述井旁构造模型投影到所述目标地层的叠前深度域地震反射剖面上，获得所述目标地层的第二产状域。

在上述各实施例的基础上，进一步地，判断模块 1105 具体用于：

- 25 若判断获知所述第一产状域中每个产状域段的倾角与在所述第二产状域中对应的产状域段的倾角满足倾角匹配规则，则所述目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二产状域匹配；其中，所述第一产状域和所述第二产状域包括相同数量的产状域段并且一一对应。

在上述各实施例的基础上，进一步地，所述倾角匹配规则包括：

- 30 所述第一产状域中每个产状域段的倾角与在所述第二产状域中对应的产状域段的倾角属于对应的阈值范围，且所述第一产状域中每个产状域段的倾角与在所述第二产状域中对应的产状域段的倾角的误差的绝对值小于对应的设定值。

在上述各实施例的基础上，进一步地，第一建立模块 1101 具体用于：

以纵横比 1:1 建立所述目标地层的井轨迹。

图 15 是本发明第十五实施例提供的水平井的建模装置的结构示意图，如图 15 所示，在上述各实施例的基础上，进一步地，本发明实施例提供的水平井的建模装置还包

5 括第三获得模块 1107 和确定模块 1108，其中：

第三获得模块 1107 用于根据所述目标地层的第二产状域和目标层层位，获得井轨迹延拓后地震数据产状；确定模块 1108 用于根据所述目标地层的下一段钻探轨迹对应的倾角和所述目标地层的第二产状域中最后一个产状域段的倾角，确定是否调整井轨迹的倾向。

10 本发明实施例提供的装置的实施例具体可以用于执行上述各方法实施例的处理流程，其功能在此不再赘述，可以参照上述方法实施例的详细描述。

图 16 是本发明第十九实施例提供的电子设备的实体结构示意图，如图 16 所示，电子设备 600 可以包括：处理器 100 和存储器 140。存储器 140 耦合到处理器 100。处理器 100 可以调用存储器 140 中的逻辑指令，以执行如下方法：根据实钻井的运动轨迹，建立目标地层的井轨迹；根据实钻井的测井倾角数据，获得地层产状数据，并对所述目标地层内的地层产状数据进行产状域划分，获得所述目标地层的第一产状域；根据所述目标地层的井轨迹和所述目标地层的第一产状域，建立井旁构造模型；根据所述井旁构造模型、所述目标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据，获得所述目标地层的第二产状域；若判断获知所述目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二产状域匹配，则确认
15 所述叠前深度域地震数据准确。
20

本实施例公开一种计算机程序产品，所述计算机程序产品包括存储在非暂态计算机可读存储介质上的计算机程序，所述计算机程序包括程序指令，当所述程序指令被计算机执行时，计算机能够执行上述各方法实施例所提供的方法，例如包括：根据实钻井的运动轨迹，建立目标地层的井轨迹；根据实钻井的测井倾角数据，获得地层产状数据，
25 并对所述目标地层内的地层产状数据进行产状域划分，获得所述目标地层的第一产状域；根据所述目标地层的井轨迹和所述目标地层的第一产状域，建立井旁构造模型；根据所述井旁构造模型、所述目标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据，获得所述目标地层的第二产状域；若判断获知所述目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二产状域匹配，则确认所述叠前深度域地震数据准确。

30 本实施例提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储计算机程

序，所述计算机程序使所述计算机执行上述各方法实施例所提供的方法，例如包括：根据实钻井的运动轨迹，建立目标地层的井轨迹；根据实钻井的测井倾角数据，获得地层产状数据，并对所述目标地层内的地层产状数据进行产状域划分，获得所述目标地层的第一产状域；根据所述目标地层的井轨迹和所述目标地层的第一产状域，建立井旁构造模型；根据所述井旁构造模型、所述目标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据，获得所述目标地层的第二产状域；若判断获知所述目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二产状域匹配，则确认所述叠前深度域地震数据准确。

如图 16 所示，电子设备 600 还可以包括：通信模块 110、输入单元 120、音频处理单元 130、显示器 160、电源 170。值得注意的是，电子设备 600 也并不是必须要包括图 16 中所示的所有部件；此外，电子设备 600 还可以包括图 16 中没有示出的部件，可以参考现有技术。值得注意的是，该图是示例性的；还可以使用其他类型的结构，来补充或代替该结构，以实现电信功能或其他功能。

如图 16 所示，处理器 100 有时也称为控制器或操作控件，可以包括微处理器或其他处理器装置和/或逻辑装置，处理器 100 接收输入并控制电子设备 600 的各个部件的操作。

其中，存储器 140，例如可以是缓存器、闪存、硬驱、可移动介质、易失性存储器、非易失性存储器或其它合适装置中的一种或更多种。可储存上述与失败有关的信息，此外还可存储执行有关信息的程序。并且处理器 100 可执行存储器 140 存储的该程序，以实现信息存储或处理等。

输入单元 120 向处理器 100 提供输入。输入单元 120 例如为按键或触摸输入装置。电源 170 用于向电子设备 600 提供电力。显示器 160 用于进行图像和文字等显示对象的显示。显示器 160 例如可为 LCD 显示器，但并不限于此。

存储器 140 可以是固态存储器，例如，只读存储器（ROM）、随机存取存储器（RAM）、SIM 卡等。还可以是这样的存储器，其即使在断电时也保存信息，可被选择性地擦除且设有更多数据，存储器 140 的示例有时被称为 EPROM 等。存储器 140 还可以是某种其它类型的装置。存储器 140 包括缓冲器 141（有时被称为缓冲存储器）。存储器 140 可以包括应用/功能存储部 142，应用/功能存储部 142 用于存储应用程序和功能程序或用于通过处理器 100 执行电子设备 600 的操作的流程。

存储器 140 还可以包括数据存储部 143，该数据存储部 143 用于存储数据，例如联系人、数字数据、图片、声音和/或任何其他由电子设备使用的数据。存储器 140 的驱动

程序存储部 144 可以包括电子设备的用于通信功能和/或用于执行电子设备的其他功能（如消息传送应用、通讯录应用等）的各种驱动程序。

通信模块 110 包括经由天线 111 发送和接收信号的发送机/接收机。通信模块 110 耦合到处理器 100，以提供输入信号和接收输出信号，这可以和常规移动通信终端的情况相同。

基于不同的通信技术，在同一电子设备中，可以设置有多个通信模块 110，如蜂窝网络模块、蓝牙模块和/或无线局域网模块等。通信模块 110 还经由音频处理器 130 耦合到扬声器 131 和麦克风 132，以经由扬声器 131 提供音频输出，并接收来自麦克风 132 的音频输入，从而实现通常的电信功能。音频处理器 130 可以包括任何合适的缓冲器、解码器、放大器等。另外，音频处理器 130 还耦合到处理器 100，从而使得可以通过麦克风 132 能够在本机上录音，且使得可以通过扬声器 131 来播放本机上存储的声音。

本领域内的技术人员应明白，本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一

个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一个具体实施例”、“一些实施例”、“例如”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

以上所述的具体实施例，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本发明的具体实施例而已，并不用于限定本发明的保护范围，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权利要求书

1. 一种水平井的建模方法，其特征在于，包括：

根据实钻井的运动轨迹，建立目标地层的井轨迹；

根据实钻井的测井倾角数据，获得地层产状数据，并对所述目标地层内的地层产状

5 数据进行产状域划分，获得所述目标地层的第一产状域；

根据所述目标地层的井轨迹和所述目标地层的第一产状域，建立井旁构造模型；

根据所述井旁构造模型、所述目标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据，获得所述
目标地层的第二产状域；

若判断获知所述目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二产状域匹配，则确认
10 所述叠前深度域地震数据准确。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，还包括：

若判断获知所述目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二产状域不匹配，则输
出所述叠前深度域地震数据不符合要求的提示信息。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述对所述目标地层内的地层产状数
15 据进行产状域划分，获得所述目标地层的第一产状域包括：

基于所述目标地层内的地层产状数据绘制所述目标地层的倾向与井深的交汇图和倾
角与井深的交汇图；其中，所述地层产状数据包括倾向数据和倾角数据；

基于所述目标地层内的倾角数据和预设数量的划分阈值，获得所述目标地层的第一
产状域；其中，所述预设数量的划分阈值是基于所述目标地层的倾向与井深的交汇图和
20 倾角与井深的交汇图设置的。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述根据所述井旁构造模型、所述目
标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据，获得所述目标地层的第二产状域包括：

根据所述目标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据，获得所述目标地层的叠前深度
域地震反射剖面；

25 将所述井旁构造模型投影到所述目标地层的叠前深度域地震反射剖面上，获得所述
目标地层的第二产状域。

5. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述若判断获知所述目标地层的第一
产状域和所述目标地层的第二产状域匹配包括：

若判断获知所述第一产状域中每个产状域段的倾角与在所述第二产状域中对应的产
30 状域段的倾角满足倾角匹配规则，则所述目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二

产状域匹配；其中，所述第一产状域和所述第二产状域包括相同数量的产状域段并且一一对应。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述倾角匹配规则包括：

5 所述第一产状域中每个产状域段的倾角与在所述第二产状域中对应的产状域段的倾角属于对应的阈值范围，且所述第一产状域中每个产状域段的倾角与在所述第二产状域中对应的产状域段的倾角的误差的绝对值小于对应的设定值。

7. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述根据实钻井的运动轨迹，建立目标地层的井轨迹包括：

以纵横比 1: 1 建立所述目标地层的井轨迹。

10 8. 根据权利要求 1 至 7 任一项所述的方法，其特征在于，还包括：

根据所述目标地层的第二产状域和目标层层位，获得井轨迹延拓后地震数据产状；

根据所述目标地层的下一段钻探轨迹对应的倾角和所述目标地层的第二产状域中最后一个产状域段的倾角，确定是否调整井轨迹的倾向。

9. 一种水平井的建模装置，其特征在于，包括：

15 第一建立模块，用于根据实钻井的运动轨迹，建立目标地层的井轨迹；

第一获得模块，用于根据实钻井的测井倾角数据，获得地层产状数据，并对所述目标地层内的地层产状数据进行产状域划分，获得所述目标地层的第一产状域；

第二建立模块，用于根据所述目标地层的井轨迹和所述目标地层的第一产状域，建立井旁构造模型；

20 第二获得模块，用于根据所述井旁构造模型、所述目标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据，获得所述目标地层的第二产状域；

判断模块，用于在判断获知所述目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二产状域匹配之后，确认所述叠前深度域地震数据准确。

10. 根据权利要求 9 所述的装置，其特征在于，还包括：

25 输出模块，用于在判断获知所述目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二产状域不匹配之后，输出所述叠前深度域地震数据不符合要求的提示信息。

11. 根据权利要求 9 所述的装置，其特征在于，所述第一获得模块包括：

绘制单元，用于基于所述目标地层内的地层产状数据绘制所述目标地层的倾向与井深的交汇图和倾角与井深的交汇图；其中，所述地层产状数据包括倾向数据和倾角数

30 据；

第一获得单元，用于基于所述目标地层内的倾角数据和预设数量的划分阈值，获得所述目标地层的第一产状域；其中，所述预设数量的划分阈值是基于所述目标地层的倾向与井深的交汇图和倾角与井深的交汇图设置的。

12. 根据权利要求 9 所述的装置，其特征在于，所述第二获得模块包括：

5 第二获得单元，用于根据所述目标地层的井轨迹和叠前深度域地震数据，获得所述目标地层的叠前深度域地震反射剖面；

第三获得单元，用于将所述井旁构造模型投影到所述目标地层的叠前深度域地震反射剖面上，获得所述目标地层的第二产状域。

13. 根据权利要求 9 所述的装置，其特征在于，所述判断模块具体用于：

10 若判断获知所述第一产状域中每个产状域段的倾角与在所述第二产状域中对应的产状域段的倾角满足倾角匹配规则，则所述目标地层的第一产状域和所述目标地层的第二产状域匹配；其中，所述第一产状域和所述第二产状域包括相同数量的产状域段并且一一对应。

14. 根据权利要求 13 所述的装置，其特征在于，所述倾角匹配规则包括：

15 所述第一产状域中每个产状域段的倾角与在所述第二产状域中对应的产状域段的倾角属于对应的阈值范围，且所述第一产状域中每个产状域段的倾角与在所述第二产状域中对应的产状域段的倾角的误差的绝对值小于对应的设定值。

15. 根据权利要求 9 所述的装置，其特征在于，所述第一建立模块具体用于：

以纵横比 1:1 建立所述目标地层的井轨迹。

20 16. 根据权利要求 9 至 15 任一项所述的装置，其特征在于，还包括：

第三获得模块，用于根据所述目标地层的第二产状域和目标层层位，获得井轨迹延拓后地震数据产状；

确定模块，用于根据所述目标地层的下一段钻探轨迹对应的倾角和所述目标地层的第二产状域中最后一个产状域段的倾角，确定是否调整井轨迹的倾向。

25 17. 一种电子设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，其特征在于，所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求 1 至 8 任一项所述的方法。

18. 一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求 1 至 8 任一项所述的方法。

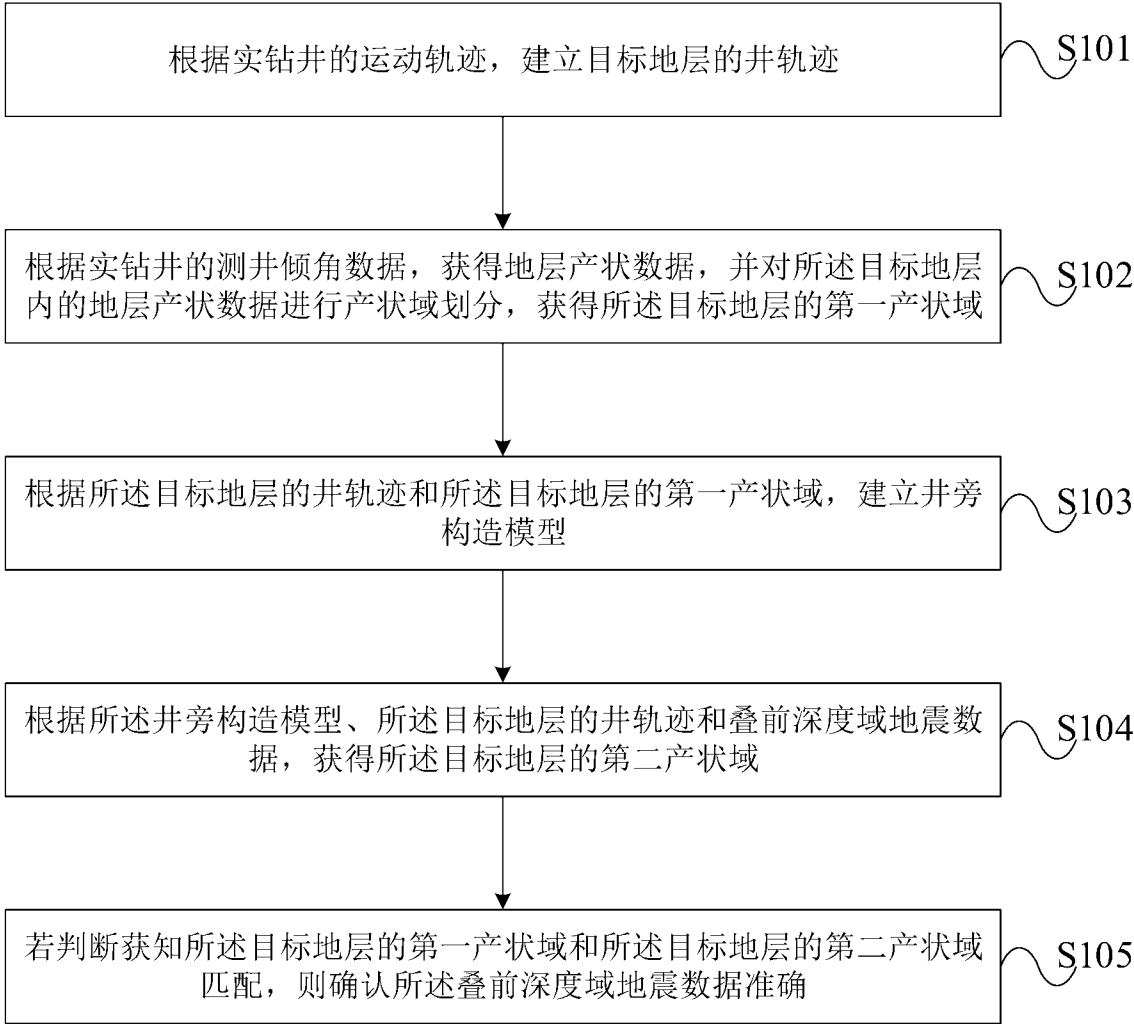


图1

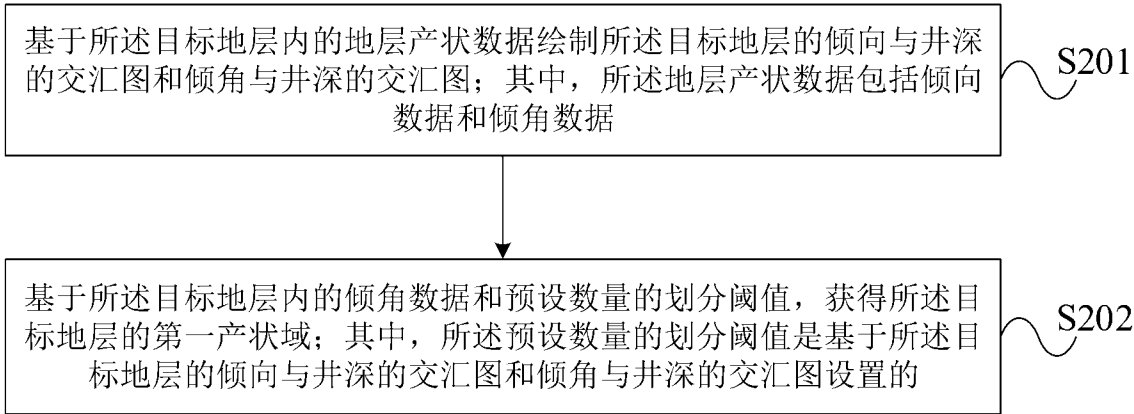


图 2

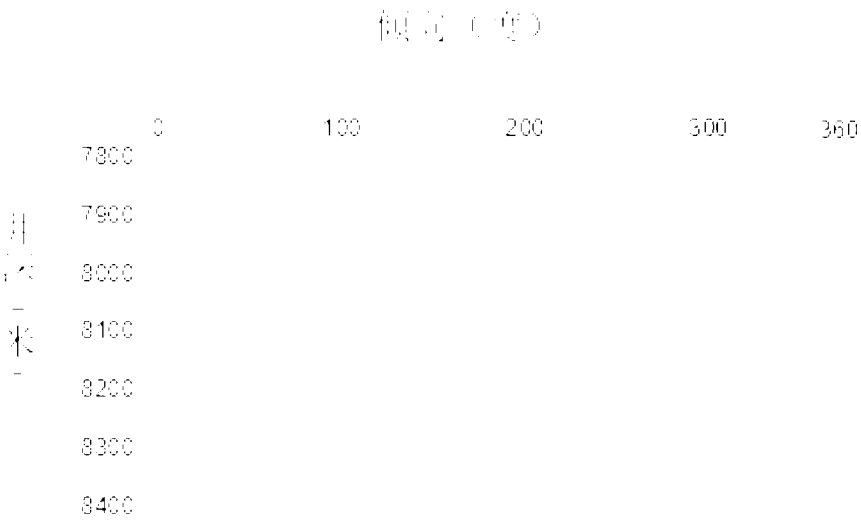


图 3

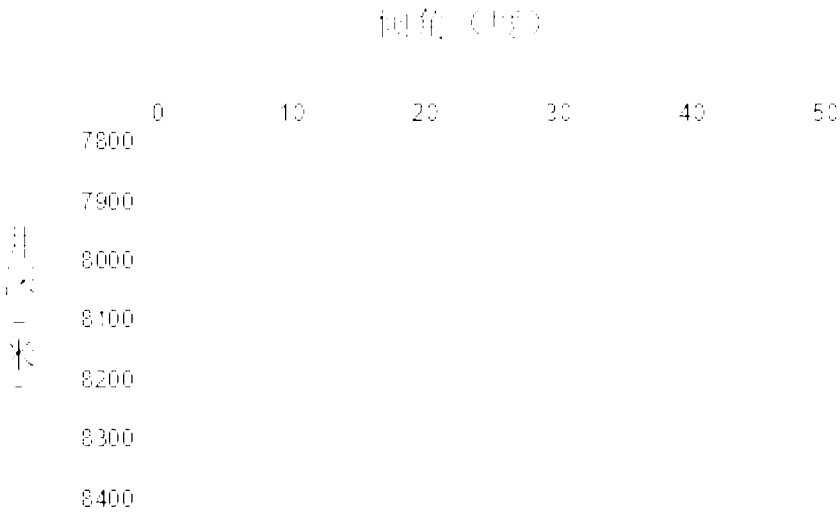


图 4

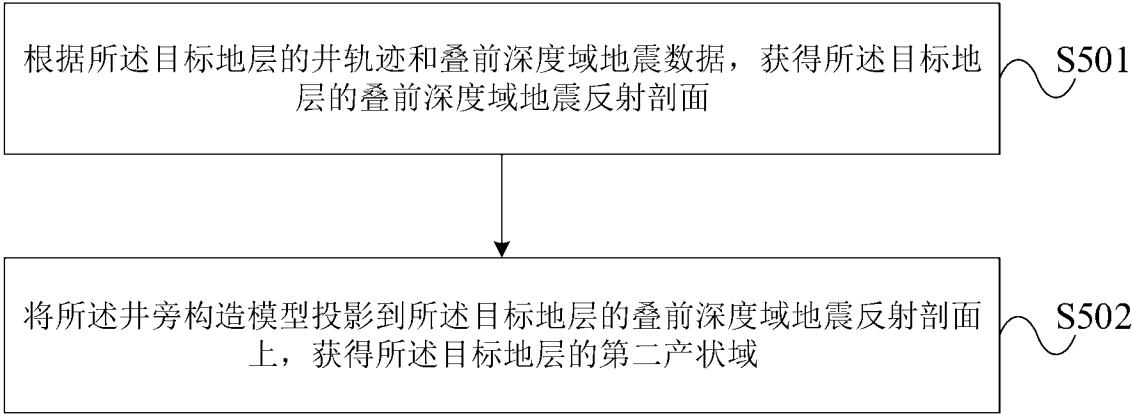


图 5

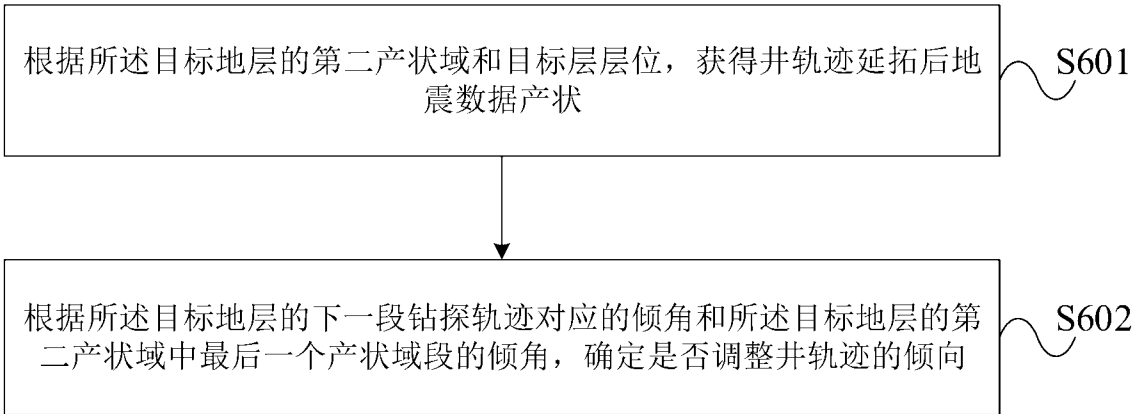


图 6

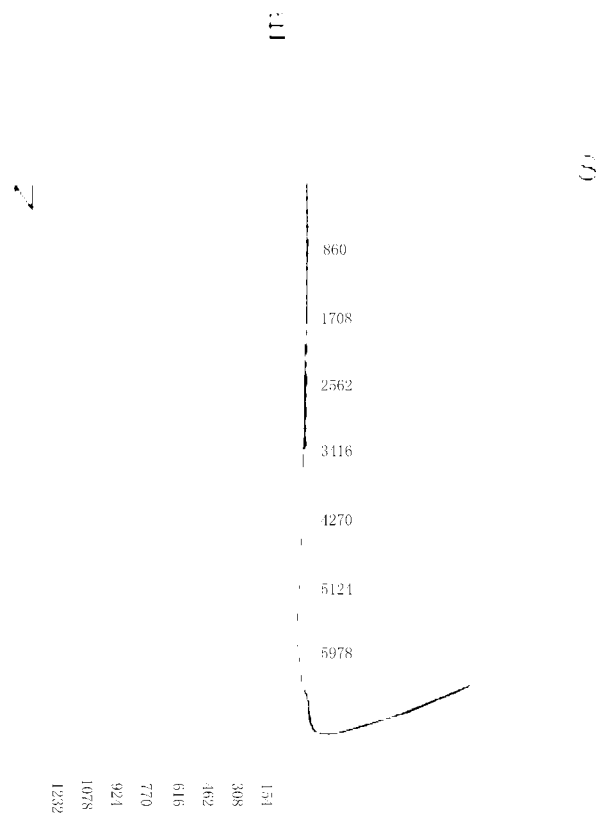


图 7

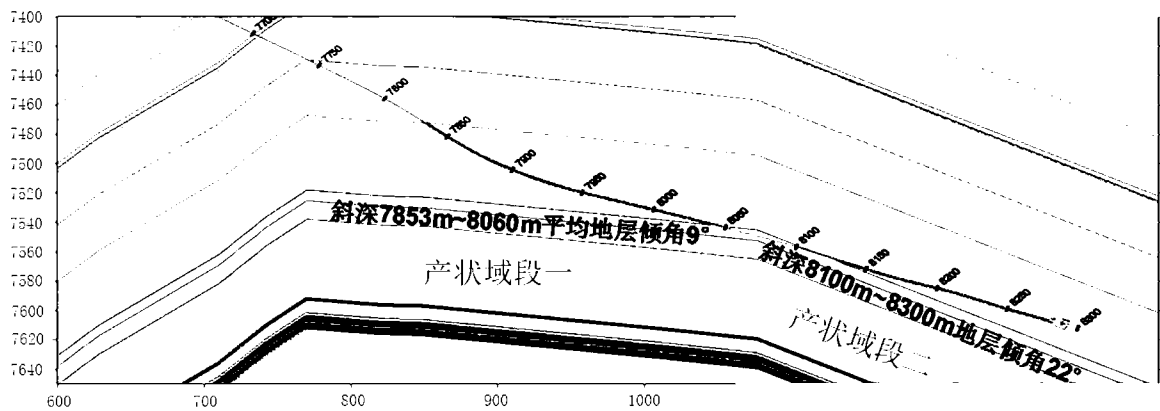


图 8

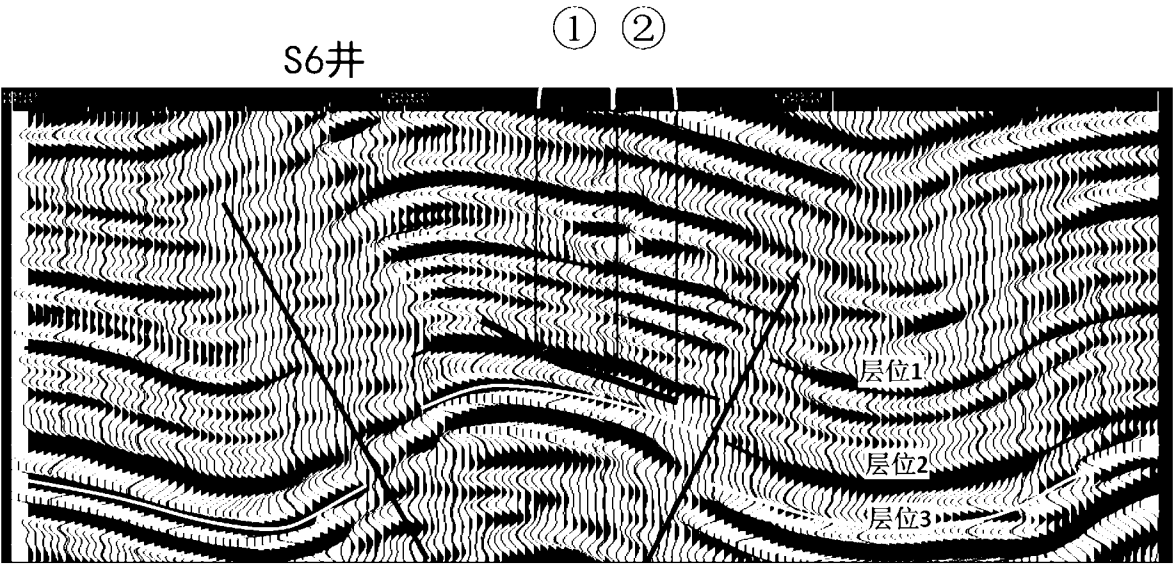


图 9



图 10

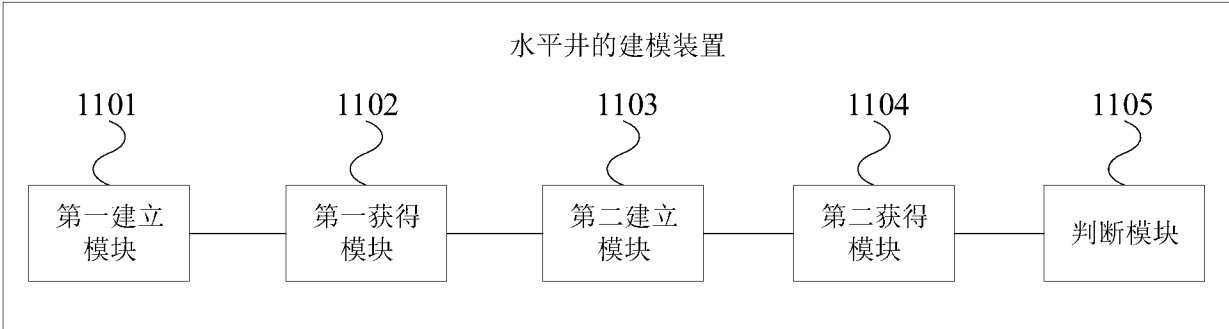


图 11

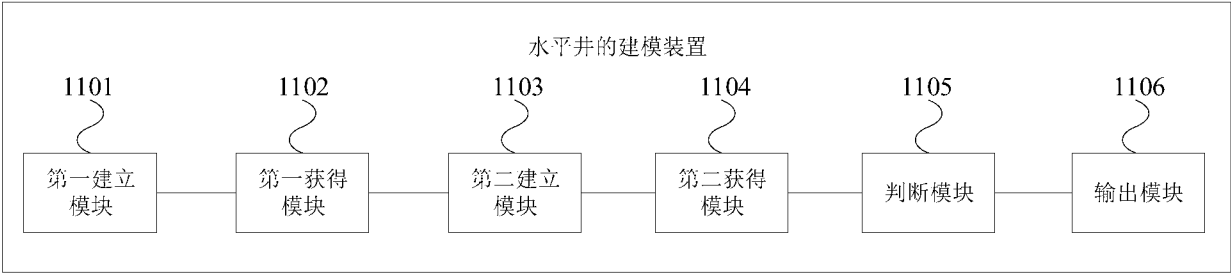


图 12

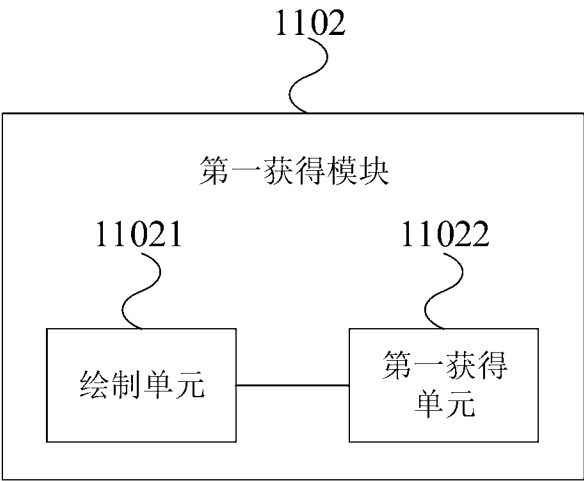


图 13

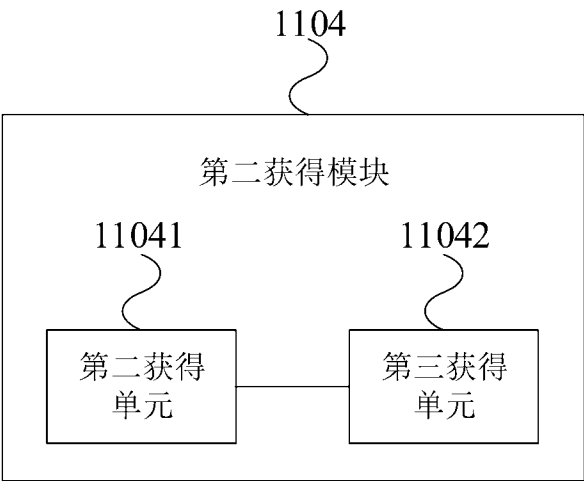


图 14

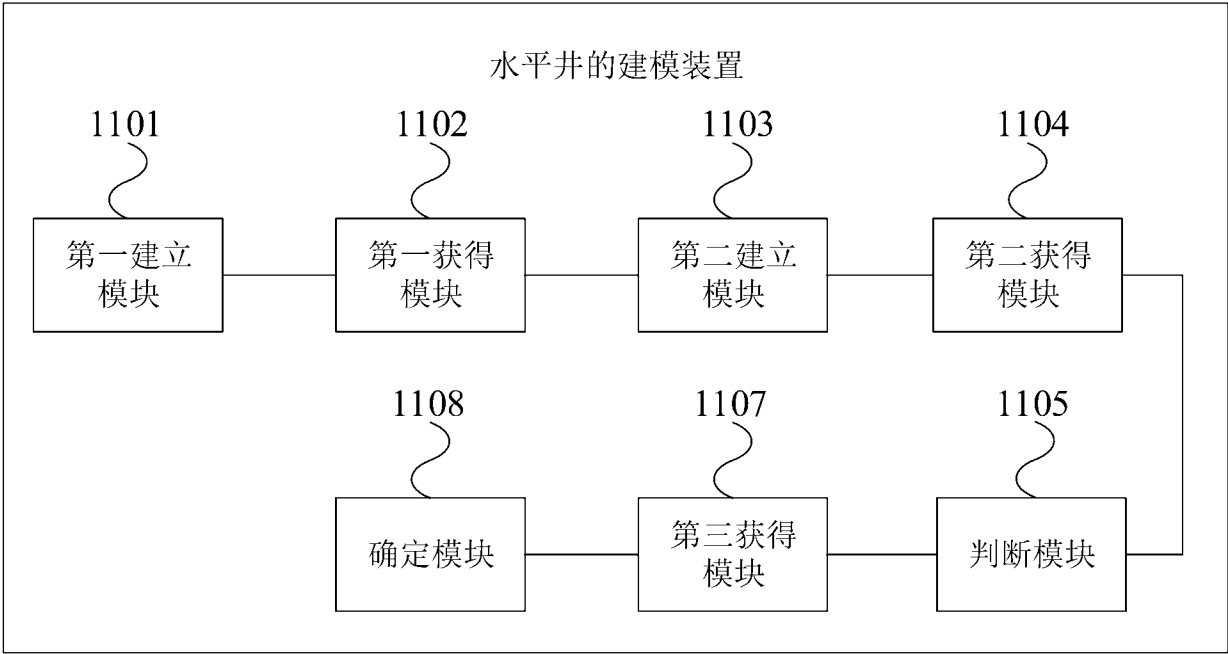


图 15

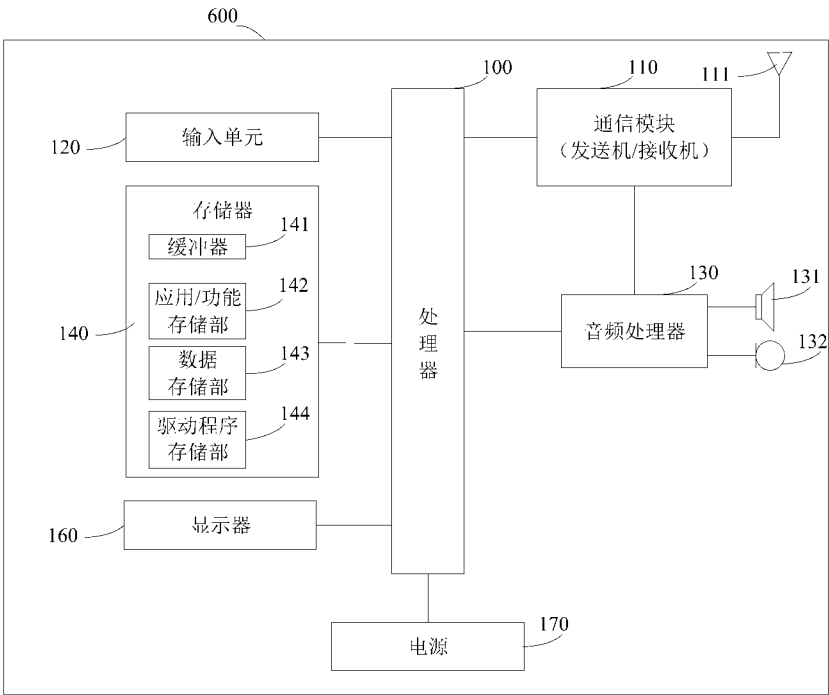


图 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/108194

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E21B49/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC:E21B,G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, SIPOABS, DWPI, CNKI, VEN: 水平井, 建模, 轨迹, 地震, 可靠, horizontal, well, model, trajectory, seismic, reliable

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103510854 A (CNPC BOHAI DRILLING ENGINEERING CO., LTD.) 15 January 2014 (2014-01-15) description, specific embodiments, and drawings	1-18
A	CN 105631753 A (CHINA NATIONAL PETROLEUM CORP. et al.) 01 June 2016 (2016-06-01) entire description	1-18
A	CN 113847019 A (CNPC AOBO (CHENGDU) TECHNOLOGY CO., LTD.) 28 December 2021 (2021-12-28) entire description	1-18
A	CN 114542056 A (CHINA NATIONAL PETROLEUM CORP.) 27 May 2022 (2022-05-27) entire description	1-18
A	CN 105064990 A (SOUTHWEST PETROLEUM UNIVERSITY) 18 November 2015 (2015-11-18) entire description	1-18
A	US 2012059639 A1 (FUNG LARRY S K et al.) 08 March 2012 (2012-03-08) entire description	1-18



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 September 2023

Date of mailing of the international search report

21 September 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/108194

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2018230781 A1 (HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.) 16 August 2018 (2018-08-16) entire description	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/108194

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	103510854	A	15 January 2014	None			
CN	105631753	A	01 June 2016	None			
CN	113847019	A	28 December 2021	None			
CN	114542056	A	27 May 2022	None			
CN	105064990	A	18 November 2015	None			
US	2012059639	A1	08 March 2012	WO	2012033693	A2	15 March 2012
				EP	2614218	A2	17 July 2013
US	2018230781	A1	16 August 2018	WO	2017039676	A1	09 March 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2023/108194

A. 主题的分类

E21B49/00 (2006.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

IPC:E21B, G06F

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNABS, SIPOABS, DWPI, CNKI, VEN: 水平井, 建模, 轨迹, 地震, 可靠, horizontal, well, model, trajectory, seismic, reliable

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 103510854 A (中国石油集团渤海钻探工程有限公司) 2014年1月15日 (2014 - 01 - 15) 说明书具体实施方式及全部附图	1-18
A	CN 105631753 A (中国石油天然气集团公司 等) 2016年6月1日 (2016 - 06 - 01) 说明书全文	1-18
A	CN 113847019 A (中油奥博 (成都) 科技有限公司) 2021年12月28日 (2021 - 12 - 28) 说明书全文	1-18
A	CN 114542056 A (中国石油天然气股份有限公司) 2022年5月27日 (2022 - 05 - 27) 说明书全文	1-18
A	CN 105064990 A (西南石油大学) 2015年11月18日 (2015 - 11 - 18) 说明书全文	1-18
A	US 2012059639 A1 (FUNG LARRY S K 等) 2012年3月8日 (2012 - 03 - 08) 说明书全文	1-18

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2023年9月12日

国际检索报告邮寄日期

2023年9月21日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

程晓盛

电话号码 (+86) 010-62085256

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	US 2018230781 A1 (HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC) 2018年8月16日 (2018 - 08 - 16) 说明书全文	1-18

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/108194

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	103510854	A	2014年1月15日	无			
CN	105631753	A	2016年6月1日	无			
CN	113847019	A	2021年12月28日	无			
CN	114542056	A	2022年5月27日	无			
CN	105064990	A	2015年11月18日	无			
US	2012059639	A1	2012年3月8日	WO	2012033693	A2	2012年3月15日
				EP	2614218	A2	2013年7月17日
US	2018230781	A1	2018年8月16日	WO	2017039676	A1	2017年3月9日