(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 10 月 10 日 (10.10.2024)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2024/207705 A1

(51) 国际专利分类号:
E21B 47/00 (2012.01) *G06F 30/20* (2020.01)
E21B 7/04 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/123358

(22) 国际申请日: 2023 年 10 月 8 日 (08.10.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310347500.1 2023年4月3日 (03.04.2023) CN

(71) 申请人: 中国石油天然气集团有限公司 (**CHINA NATIONAL PETROLEUM CORPORATION**) [CN/CN]; 中国北京市东城区东直门北大街 9 号, Beijing 100007 (CN)。中国石油集团川庆钻探工程有限公司(**CNPC CHUANQING DRILLING ENGINEERING COMPANY LIMITED**) [CN/CN]; 中国四川省成都市成华区猛追湾街6号, Sichuan 610051 (CN)。

(72) 发明人:万夫磊(**WAN, Fulei**); 中国北京市西城区六铺炕街六号316室, Beijing 100724 (CN)。肖啟福(**XIAO, Qifu**); 中国北京市西城区六铺炕街六号316室, Beijing 100724 (CN)。许期聪(**XU, Qicong**); 中国北京市西城区六铺炕街六号316室, Beijing 100724 (CN)。乔李华(**QIAO, Lihua**); 中国北京市西城区六铺炕街六号316室, Beijing 100724 (CN)。周长虹(**ZHOU, Changhong**); 中国北京市西城区六铺炕街六号316室, Beijing 100724 (CN)。刘素君(**LIU, Sujun**); 中国北京市西城区六铺炕街六号316室, Beijing 100724 (CN)。余来洪(**YU, Laihong**); 中国北京市西城区六铺炕街六号316室, Beijing 100724 (CN)。范生林(**FAN, Shenglin**); 中国北京市西城区六铺炕街六号316室, Beijing 100724

(54) **Title:** CLUSTER WELL BOREHOLE OBSTACLE AVOIDANCE PATH DETERMINATION METHOD AND APPARATUS

(54) 发明名称: 丛式井井眼绕障轨迹确定方法及装置

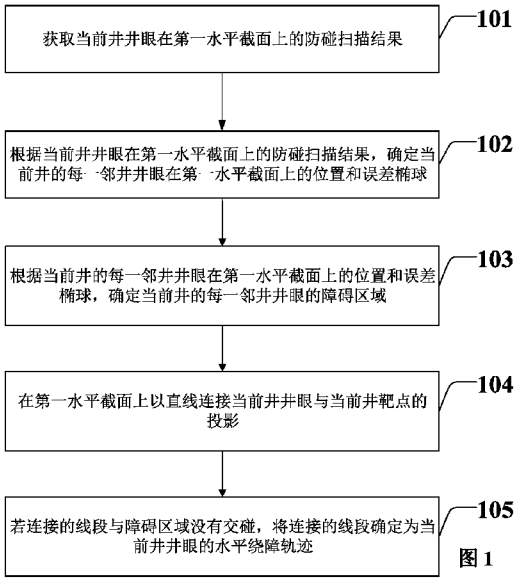


图 1

101 Acquire an anti-collision scanning result of a current well borehole on a first horizontal cross-section

102 According to the anti-collision scanning result of the current well borehole on the first horizontal cross-section, determine the position and an error ellipsoid of each adjacent well borehole of the current well on the first horizontal cross-section

103 According to the position and the error ellipsoid of each adjacent well borehole of the current well on the first horizontal cross-section, determine an obstacle area of each adjacent well borehole of the current well

104 Connect projections of the current well borehole and a current well target point in a straight line on the first horizontal cross-section

105 If the connected line segment does not intersect with the obstacle areas, determine the connected line segment as a horizontal obstacle avoidance path of the current well borehole

(57) **Abstract:** The present invention relates to the field of petroleum drilling engineering, and provided thereby are a cluster well borehole obstacle avoidance path determination method and apparatus. The method comprises: acquiring an anti-collision scanning result of a current well borehole on a first horizontal cross-section; according to the anti-collision scanning result of the current well borehole on the first horizontal cross-section, determining the position and an error ellipsoid of each adjacent well borehole of the current well on the first horizontal cross-section; according to the position and the error ellipsoid of each adjacent well borehole of the current well on the first horizontal cross-section, determining an obstacle area of each adjacent well borehole of the current well;

WO 2024/207705 A1

[见续页]

(CN)。乔雨(**QIAO, Yu**); 中国北京市西城区六铺炕街六号316室, Beijing 100724 (CN)。雷俨卜(**LEI, Yanbo**); 中国北京市西城区六铺炕街六号316室, Beijing 100724 (CN)。李兰鹏(**LI, Lanpeng**); 中国北京市西城区六铺炕街六号316室, Beijing 100724 (CN)。王楠(**WANG, Nan**); 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, 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))。

connecting projections of the current well borehole and a current well target point in a straight line on the first horizontal cross-section; and if the connected line segment does not intersect with the obstacle areas, determining the connected line segment as a horizontal obstacle avoidance path of the current well borehole. The present invention can improve borehole path anti-collision obstacle avoidance design efficiency and accuracy.

(57) 摘要: 本发明提供了丛式井井眼绕障轨迹确定方法及装置，涉及石油钻井工程领域，该方法包括：获取当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果；根据当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球；根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域；在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影；若连接的线段与障碍区域没有交碰，将连接的线段确定为当前井井眼的水平绕障轨迹。本发明可以提高井眼轨迹防碰绕障设计效率和准确率。

丛式井井眼绕障轨迹确定方法及装置

技术领域

本发明涉及石油钻井工程领域，尤指一种丛式井井眼绕障轨迹确定方法及装置。

背景技术

本部分旨在为权利要求书中陈述的本发明实施例提供背景或上下文。此处的描述不因为包括在本部分中就承认是现有技术。

石油与天然气资源是工业快速发展的重要能源支撑，加大油气资源的开发力度，对满足能源需求具有重要意义。为实现油气资源低成本高效益开发，目前大量采用常规丛式井组开发模式，对于大平台的丛式井，在钻井设计过程中受环境、地形地貌、周边环境等条件限制，地面井眼与地下靶区不规则对应，导致设计单位设计绕障井眼轨迹难度大，井眼轨迹防碰绕障设计准确率低，此外，防碰绕障设计依赖个人经验，井眼轨迹防碰绕障设计输出效率低。

发明内容

在本发明实施例提出了一种丛式井井眼绕障轨迹确定方法，用以提高井眼轨迹防碰绕障设计效率和准确率，包括：

获取当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果；

根据当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球；

根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域；

在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影；

若连接的线段与障碍区域没有交碰，将连接的线段确定为当前井井眼的水平绕障轨迹。

在本发明实施例提出了一种丛式井井眼绕障轨迹确定装置，用以提高井眼轨迹防碰绕障设计效率和准确率，包括：

结果获取模块，用于获取当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果；

位置确定模块，用于根据当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球；

障碍确定模块，用于根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域；

直线连接模块，用于在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影；

第一轨迹确定模块，用于若连接的线段与障碍区域没有交碰，将连接的线段确定为当前井井眼的水平绕障轨迹。

在本发明实施例提出了一种计算机设备，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计算机程序时实现丛式井井眼绕障轨迹确定方法。

在本发明实施例提出了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现丛式井井眼绕障轨迹确定方法。

在本发明实施例提出了一种计算机程序产品，所述计算机程序产品包括计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现丛式井井眼绕障轨迹确定方法。

本发明实施例提出的丛式井井眼绕障轨迹确定方法及装置可以解决现有技术中设计绕障井眼轨迹难度大，防碰绕障设计依赖个人经验，防碰绕障设计输出效率和准确率低的问题；本发明实施例通过获取当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果；根据当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球；根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域；在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影；若连接的线段与障碍区域没有交碰，将连接的线段确定为当前井井眼的水平绕障轨迹。本发明实施例实现了自动防碰绕障设计，绕障设计不依赖个人经验，提高井眼轨迹防碰绕障设计效率和准确率。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，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的前提下，还可以根据这些附图获得其它的附图。

图 1 是本发明实施例的丛式井井眼绕障轨迹确定方法的流程示意图；

图 2 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定方法的具体实例图；

图 3 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定方法的具体实例图；

图 4 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定方法的具体实例图；

图 5 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定方法的具体实例图；

图 6 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定方法的具体实例图；

图 7 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定方法的具体实例图；

图 8 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定方法的具体实例图；

图 9 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定装置的示意图；

图 10 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定装置的具体实例图；

图 11 是本发明实施例中计算机设备的示意图；

图 12 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定方法的具体实例图；

图 13 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定方法的具体实例图。

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，但并不作为对本发明的限定。

本文中术语“和/或”，仅仅是描述一种关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 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。另外，本文中术语“至少一种”表示多种中的任意一种或多种中的至少两种的任意组合，例如，包括 A、B、C 中的至少一种，可以表示包括从 A、B 和 C 构成的集合中选择的任意一个或多个元素。

在本说明书的描述中，所使用的“包含”、“包括”、“具有”、“含有”等，均为开放性的用语，即意指包含但不限于。参考术语“一个实施例”、“一个具体实施例”、“一些实施例”、“例如”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构或者特点包含于本申请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。各实施例中涉及的步骤顺序用于示意性说明本申请的实施，其中的步骤顺序不作限定，可根据需要作适当调整。

下面参考本发明的若干代表性实施方式，详细阐释本发明的原理和精神。

图 1 是本发明实施例的丛式井井眼绕障轨迹确定方法的流程示意图。如图 1 所示，该方法包括：

步骤 101，获取当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果；

步骤 102，根据当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球；

步骤 103，根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域；

步骤 104，在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影；

步骤 105，若连接的线段与障碍区域没有交碰，将连接的线段确定为当前井井眼的水平绕障轨迹。

由于丛式井组具有井口间距小、空间有限等特点，导致在轨道设计和实钻过程中，存在以下技术难点：受地形地貌、周边环境等条件限制，地面井口与地下靶区不规则对应，三维空间井眼剖面设计难度高；平台井口间距小(5m)，单井数多，轨迹空间交叉，防碰调整需要靠人工，轨迹设计牵一发而动全身，一口井轨迹变化导致同平台所有井重新调整设计参数，严重影响设计效率。页岩气平台水平井井数 5-8 口井轨迹设计耗时约 3 天，平台水平井井数 9-13 口井轨迹设计耗时约 6 天。目前，井眼轨迹设计方法都是针对单井轨迹设计开发，对于平台多口井轨迹设计，无法在兼顾防碰的情况下自动优化设计轨迹，需人工调整，费时、费力。本发明实施例实现了自动防碰绕障设计，绕障设计不依赖个人经验，提高井眼轨迹防碰绕障设计效率和准确率。

由图 1 所示流程可以得知，本发明实施例通过获取当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果；根据当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置，并确定当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的误差椭球；根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域；在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影；若连接的线段与障碍区域没有交碰，将连接的线段确定为当前井井眼的水平绕障轨迹，实现了自动防碰绕障设计。

图 2 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定方法的具体实例图。

本发明一实施例中，参考图 2，在第一水平截面上，从当前井井眼向四周发散一组射线，如果能找到不与障碍区域发生交碰、且与当前井靶点的投影相连的射线，将连接当前井井眼与当前井靶点的投影的线段确定为当前井井眼的水平绕障轨迹。

可选的，在第一水平截面上，将障碍区域使用红绿蓝（RGB）三原色中的任一种或任意组合进行填充，在计算机图形学中，模拟人眼寻找物体的过程，如果能从当前井井眼看到当前井靶点投影，模拟的视线轨迹即为当前井井眼的水平绕障轨迹。

本发明一实施例中，根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的误差椭球的三轴长度，确定当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的误差椭球的最长轴和最短轴；根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球的最长轴和最短轴，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域；为保证钻井安全，当前井井眼轨迹不能与当前井的每一邻井井眼的障碍区域发生交碰。应注意的是，二维平面上的误差椭球即为误差椭圆，在二维平面上二者表达含义相同。

由于在三维空间中，搜索井眼绕障轨迹的难度很高，为降低搜索井眼绕障轨迹的难度，提高搜索效率，本发明实施例在将三维空间中划分出多个二维平面，在每一二维平面中搜索井眼到井靶点投影的绕障路径，对每一二维截面的绕障路径按预设长度进行截取，将连接截取的绕障路径确定为三维空间的绕障轨迹，利用曲线优化算法将绕障路径优化成易于施工的曲线。

图 3 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定方法的具体实例图。如图 3 所示，确定垂直绕障轨迹的方法包括：

步骤 301，若连接的线段与障碍区域发生交碰，将当前井井眼按预设深度划分成多层第二水平截面；

步骤 302，将每一第二水平截面按预设网格进行划分；

步骤 303，对每一第二水平截面的当前井井眼进行防碰扫描；

步骤 304，根据当前井井眼在每一第二水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的位置和误差椭球；

步骤 305，根据当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的障碍区域；

步骤 306，沿预设网格顶点的两边和对角线方向，搜索每一第二水平截面上当前井井眼到当前井靶点投影的绕障路径；

步骤 307，筛选每一第二水平截面的最短绕障路径；

步骤 308，对每一第二水平截面的最短绕障路径按预设长度进行截取，连接截取的绕障路径；其中，在第一层第二水平截面上截取绕障路径的起始位置是第一层第二水平

截面上的当前井井眼，在最后一层第二水平截面上截取绕障路径的末端位置是当前井靶点在最后一层第二水平截面的投影；

步骤 309，将连接的绕障路径确定为当前井井眼的垂直绕障轨迹。应注意的是，在本发明实施例中，所述垂直绕障轨迹、绕障轨迹、三维绕障轨迹的表述意义相同，本发明不以上述名称为限。

图 4 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定方法的具体实例图。

本发明一实施例中，将当前井井眼按预设深度划分成多层第二水平截面，将每一第二水平截面按预设网格进行划分，例如：参考图 4，将当前井井眼按预设深度划分成 4 层第二水平截面，每一第二水平截面的垂深为 D_1、D_2、D_3、D_4，对每一第二水平截面按预设边长的网格进行划分；例如，预设边长为 0.5 米；对每一第二水平截面的当前井井眼进行防碰扫描，根据当前井井眼在每一第二水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的位置，并确定当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的误差椭球，根据当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的位置和误差椭球的最长轴和最短轴，确定当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的障碍区域。

图 5 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定方法的具体实例图。

本发明一实施例中，参考图 5，沿预设网格顶点的两边和对角线方向，即路径 1、路径 2、路径 3 的方向，搜索每一第二水平截面上当前井井眼到当前井靶点投影的绕障路径，例如：网格边长为 a，沿着路径 1、路径 3 进行搜索的路径长度为 a，沿着路径 2 进行搜索的路径长度为$\sqrt{2}a$；以搜索的绕障路径最短为目标函数，在搜索绕障路径时，可构建两个集合{A}和{B}分别存储可选点和不可选点；通过沿着路径 1、路径 2、路径 3 的方向不断搜索，在每一第二水平截面可搜索到多条到达当前井靶点投影的路径，筛选出每一第二水平截面的最短绕障路径。

图 6 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定方法的具体实例图。

本发明一实施例中，参考图 6，对每一第二水平截面的最短绕障路径按预设长度进行截取，连接截取的绕障路径；其中，在第一层第二水平截面上截取绕障路径的起始位置是第一层第二水平截面上的当前井井眼，在最后一层第二水平截面上截取绕障路径的末端位置是当前井靶点在最后一层第二水平截面的投影；根据连接的绕障路径确定绕障轨迹，将连接的绕障路径确定为当前井井眼的垂直绕障轨迹，并将连接的绕障路径利用曲线优化算法进行平滑处理；以将当前井井眼按预设深度划分成 4 层第二水平截面为例：

以第一层第二水平截面上的当前井井眼为起点 O，在第一层第二水平截面上截取预设长度 L 的绕障路径 OA，在第二层第二水平截面上截取预设长度 L 的绕障路径为 A'B，在第三层第二水平截面上截取预设长度 L 的绕障路径为 B'C，直至到达当前井靶点在第四层第二水平截面的投影，第四层第二水平截面上截取绕障路径 C'T，将 AA'，BB'，CC'用直线连接，得到绕障路径 OT，根据绕障路径 OT 确定绕障轨迹垂直剖面，即在垂直方向上的绕障路径剖面，在绕障轨迹垂直剖面上的绕障路径 OT 即为垂直绕障轨迹，由于垂直绕障轨迹不平滑，不利于现场施工，从第一层第二水平截面上的当前井井眼开始，对每三个点 OAA'、A'BB'、B'CC'分别使用曲线优化算法优化垂直绕障轨迹；曲线优化算法包括：贝塞尔曲线、最小二乘法、样条曲线法等。

图 7 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定方法的具体实例图。

本发明一实施例中，在北（N）、东（E）坐标系中，每一第二水平截面上的预设网格都能通过 N、E 坐标标识，根据当前井井眼的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的位置和误差椭球的最长轴和最短轴，对当前井井眼的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的障碍区域占据的网格进行标识，参考图 7，图中的（N_1、E_1）是当前井井眼的一邻井井眼在当前水平截面的坐标位置；a 为误差椭球的最长轴的长度；b 为误差椭球的最短轴的长度，本发明实施例可通过坐标标识描述障碍区域的位置和大小。

图 8 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定方法的具体实例图。

本发明一实施例中，为使连接的绕障路径平滑便于施工，将连接的绕障路径利用贝塞尔曲线进行平滑处理，从第一层第二水平截面上的当前井井眼开始，每相邻三点采用二阶贝塞尔曲线优化，二阶贝塞尔曲线优化公式如下：

$$B_{2(t)} = (1-t)^2 P_0 + 2t(1-t)P_1 + t^2 P_2,\ t \in [0,1];$$

当 t 取 0.5 时，二阶贝塞尔曲线参考图 8，t 与 AB、BD、AC、AF、DE、DF 各线段的关系如下：

$$t = \frac{BD}{AB} = \frac{AF}{AC} = \frac{DE}{DF};$$

其中，P_0、P_1、P_2分别为相邻三点的位置；t 为等比例点，可根据井眼绕障轨迹的曲率要求进行设定；$B_{2(t)}$为描述随着 t 变化而变化的二阶贝塞尔曲线。

图 12 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定方法的具体实例图。

本发明一实施例中，参考图 12，获取当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果；根据当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球；根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和

误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域；在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影；判断是否能找到一条与障碍区域没有交碰的连接线段，若可以找到，将连接的线段确定为当前井井眼的水平绕障轨迹；若没有找到该线段，将当前井井眼按预设宽度划分成多层垂直截面；将每一垂直截面按预设网格进行划分；对每一垂直截面的当前井井眼进行防碰扫描，确定当前井的每一邻井井眼在每一垂直截面上的位置和误差椭球；根据当前井的每一邻井井眼在每一垂直截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼在每一垂直截面上的障碍区域；搜索每一垂直截面上当前井井眼到当前井靶点投影的绕障路径；对每一垂直截面的最短绕障路径按预设长度进行截取，按次序连接截取的绕障路径，利用曲线优化算法将绕障路径优化成易于施工的曲线。

图 13 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定方法的具体实例图。

本发明一实施例中，在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影之后，若连接的线段与障碍区域发生交碰，参考图 13，将当前井井眼按预设宽度划分成多层垂直截面；将每一垂直截面按预设网格进行划分；对每一垂直截面的当前井井眼进行防碰扫描；根据当前井井眼在每一垂直截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在每一垂直截面上的位置和误差椭球；根据当前井的每一邻井井眼在每一垂直截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼在每一垂直截面上的障碍区域；沿预设网格顶点的两边和对角线方向，搜索每一垂直截面上当前井井眼到当前井靶点投影的绕障路径；筛选每一垂直截面的最短绕障路径；对每一垂直截面的最短绕障路径按预设长度 L 进行截取，连接截取的绕障路径；其中，在第一层垂直截面上截取绕障路径的起始位置是第一层垂直截面上的当前井井眼，在最后一层垂直截面上截取绕障路径的末端位置是当前井靶点在最后一层垂直截面的投影；将连接的绕障路径确定为当前井井眼的垂直绕障轨迹。

本发明一实施例中，在将连接的绕障路径确定为当前井井眼的垂直绕障轨迹之前，将连接的绕障路径利用曲线优化算法进行平滑处理；其中，曲线优化算法包括：贝塞尔曲线、最小二乘法、样条曲线法。

需要说明的是，尽管在上述实施例及附图中以特定顺序描述了本发明方法的操作，但是，这并非要求或者暗示必须按照该特定顺序来执行这些操作，或是必须执行全部所示的操作才能实现期望的结果。附加地或备选地，可以省略某些步骤，将多个步骤合并为一个步骤执行，和/或将一个步骤分解为多个步骤执行。

丛式井井眼绕障轨迹确定装置的实施可以参见上述方法的实施，重复之处不再赘述。以下所使用的术语“模块”或者“单元”，可以是实现预定功能的软件和/或硬件的组合。尽管以下实施例所描述的装置较佳地以软件来实现，但是硬件，或者软件和硬件的组合的实现也是可能并被构想的。

基于同一发明构思，本发明还提出了一种丛式井井眼绕障轨迹确定装置，如图 9 所示，该装置包括：

结果获取模块 901，用于获取当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果；

位置确定模块 902，用于根据当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球；

障碍确定模块 903，用于根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域；

直线连接模块 904，用于在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影；

第一轨迹确定模块 905，用于若连接的线段与障碍区域没有交碰，将连接的线段确定为当前井井眼的水平绕障轨迹。

本发明一实施例中，障碍确定模块 903 具体用于：

根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的误差椭球的三轴长度，确定当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的误差椭球的最长轴和最短轴；

根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球的最长轴和最短轴，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域。

图 10 是本发明实施例中丛式井井眼绕障轨迹确定装置的具体实例图。如图 10 所示，本发明一实施例中，图 9 所示的丛式井井眼绕障轨迹确定装置还包括：

第二轨迹确定模块 1001，用于若连接的线段与障碍区域发生交碰，将当前井井眼按预设深度划分成多层第二水平截面；

将每一第二水平截面按预设网格进行划分；

对每一第二水平截面的当前井井眼进行防碰扫描；

根据当前井井眼在每一第二水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的位置和误差椭球；

根据当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的障碍区域；

沿预设网格顶点的两边和对角线方向，搜索每一第二水平截面上当前井井眼到当前井靶点投影的绕障路径；

筛选每一第二水平截面的最短绕障路径；

对每一第二水平截面的最短绕障路径按预设长度进行截取，连接截取的绕障路径；其中，在第一层第二水平截面上截取绕障路径的起始位置是第一层第二水平截面上的当前井井眼，在最后一层第二水平截面上截取绕障路径的末端位置是当前井靶点在最后一层第二水平截面的投影；

将连接的绕障路径确定为当前井井眼的垂直绕障轨迹。

本发明一实施例中，第二轨迹确定模块 1001 还用于：

对当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的障碍区域占据的网格进行标识。

本发明一实施例中，第二轨迹确定模块 1001 还用于：

将连接的绕障路径利用曲线优化算法进行平滑处理。

本发明一实施例中，还包括：

第三轨迹确定模块，用于在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影之后，若连接的线段与障碍区域发生交碰，将当前井井眼按预设宽度划分成多层垂直截面；

将每一垂直截面按预设网格进行划分；

对每一垂直截面的当前井井眼进行防碰扫描；

根据当前井井眼在每一垂直截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在每一垂直截面上的位置和误差椭球；

根据当前井的每一邻井井眼在每一垂直截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼在每一垂直截面上的障碍区域；

沿预设网格顶点的两边和对角线方向，搜索每一垂直截面上当前井井眼到当前井靶点投影的绕障路径；

筛选每一垂直截面的最短绕障路径；

对每一垂直截面的最短绕障路径按预设长度进行截取，连接截取的绕障路径；其中，在第一层垂直截面上截取绕障路径的起始位置是第一层垂直截面上的当前井井眼，在最后一层垂直截面上截取绕障路径的末端位置是当前井靶点在最后一层垂直截面的投影；

将连接的绕障路径利用曲线优化算法进行平滑处理；

将平滑处理后连接的绕障路径确定为当前井井眼的垂直绕障轨迹。

应当注意，尽管在上文详细描述中提及了丛式井井眼绕障轨迹确定装置的若干模块，但是这种划分仅仅是示例性的并非强制性的。实际上，根据本发明的实施方式，上文描述的两个或更多模块的特征和功能可以在一个模块中具体化。反之，上文描述的一个模块的特征和功能可以进一步划分为由多个模块来具体化。

基于前述发明构思，如图 11 所示，本发明还提出了一种计算机设备 1100，包括存储器 1101、处理器 1102 及存储在存储器 1101 上并可在处理器 1102 上运行的计算机程序 1103，所述处理器 1102 执行所述计算机程序 1103 时实现前述丛式井井眼绕障轨迹确定方法。

基于前述发明构思，本发明提出了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现前述丛式井井眼绕障轨迹确定方法。

基于前述发明构思，本发明提出了一种计算机程序产品，所述计算机程序产品包括计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现丛式井井眼绕障轨迹确定方法。

本发明实施例提出的丛式井井眼绕障轨迹确定方法及装置可以解决现有技术中设计绕障井眼轨迹难度大，防碰绕障设计依赖个人经验，防碰绕障设计输出效率和准确率低的问题；本发明实施例通过获取当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果；根据当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球；根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域；在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影；若连接的线段与障碍区域没有交碰，将连接的线段确定为当前井井眼的水平绕障轨迹。本发明实施例实现了自动防碰绕障设计，绕障设计不依赖个人经验，提高井眼轨迹防碰绕障设计效率和准确率。

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。

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. 一种丛式井井眼绕障轨迹确定方法，其特征在于，包括：

获取当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果；

根据当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球；

根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域；

在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影；

若连接的线段与障碍区域没有交碰，将连接的线段确定为当前井井眼的水平绕障轨迹。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域，包括：

根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的误差椭球的三轴长度，确定当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的误差椭球的最长轴和最短轴；

根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球的最长轴和最短轴，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影之后，还包括：

若连接的线段与障碍区域发生交碰，将当前井井眼按预设深度划分成多层第二水平截面；

将每一第二水平截面按预设网格进行划分；

对每一第二水平截面的当前井井眼进行防碰扫描；

根据当前井井眼在每一第二水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的位置和误差椭球；

根据当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的障碍区域；

沿预设网格顶点的两边和对角线方向，搜索每一第二水平截面上当前井井眼到当前井靶点投影的绕障路径；

筛选每一第二水平截面的最短绕障路径；

对每一第二水平截面的最短绕障路径按预设长度进行截取，连接截取的绕障路径；其中，在第一层第二水平截面上截取绕障路径的起始位置是第一层第二水平截面上的当前井井眼，在最后一层第二水平截面上截取绕障路径的末端位置是当前井靶点在最后一层第二水平截面的投影；

将连接的绕障路径确定为当前井井眼的垂直绕障轨迹。

4. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，在根据当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的障碍区域之后，还包括：

对当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的障碍区域占据的网格进行标识。

5. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，在将连接的绕障路径确定为当前井井眼的垂直绕障轨迹之前，还包括：

将连接的绕障路径利用贝塞尔曲线进行平滑处理。

6. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影之后，还包括：

若连接的线段与障碍区域发生交碰，将当前井井眼按预设宽度划分成多层垂直截面；

将每一垂直截面按预设网格进行划分；

对每一垂直截面的当前井井眼进行防碰扫描；

根据当前井井眼在每一垂直截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在每一垂直截面上的位置和误差椭球；

根据当前井的每一邻井井眼在每一垂直截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼在每一垂直截面上的障碍区域；

沿预设网格顶点的两边和对角线方向，搜索每一垂直截面上当前井井眼到当前井靶点投影的绕障路径；

筛选每一垂直截面的最短绕障路径；

对每一垂直截面的最短绕障路径按预设长度进行截取，连接截取的绕障路径；其中，在第一层垂直截面上截取绕障路径的起始位置是第一层垂直截面上的当前井井眼，在最后一层垂直截面上截取绕障路径的末端位置是当前井靶点在最后一层垂直截面的投影；

将连接的绕障路径确定为当前井井眼的垂直绕障轨迹。

7. 一种计算机设备，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如下方法：

获取当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果；

根据当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球；

根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域；

在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影；

若连接的线段与障碍区域没有交碰，将连接的线段确定为当前井井眼的水平绕障轨迹。

8. 根据权利要求 7 所述的计算机设备，其特征在于，根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域，包括：

根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的误差椭球的三轴长度，确定当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的误差椭球的最长轴和最短轴；

根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球的最长轴和最短轴，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域。

9. 根据权利要求 7 所述的计算机设备，其特征在于，所述处理器执行所述计算机程序时还实现如下方法：

在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影之后，若连接的线段与障碍区域发生交碰，将当前井井眼按预设深度划分成多层第二水平截面；

将每一第二水平截面按预设网格进行划分；

对每一第二水平截面的当前井井眼进行防碰扫描；

根据当前井井眼在每一第二水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的位置和误差椭球；

根据当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的障碍区域；

沿预设网格顶点的两边和对角线方向，搜索每一第二水平截面上当前井井眼到当前井靶点投影的绕障路径；

筛选每一第二水平截面的最短绕障路径；

对每一第二水平截面的最短绕障路径按预设长度进行截取，连接截取的绕障路径；其中，在第一层第二水平截面上截取绕障路径的起始位置是第一层第二水平截面上的当

前井井眼，在最后一层第二水平截面上截取绕障路径的末端位置是当前井靶点在最后一层第二水平截面的投影；

将连接的绕障路径确定为当前井井眼的垂直绕障轨迹。

10. 根据权利要求 9 所述的计算机设备，其特征在于，所述处理器执行所述计算机程序时还实现如下方法：

在根据当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的障碍区域之后，对当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的障碍区域占据的网格进行标识。

11. 根据权利要求 9 所述的计算机设备，其特征在于，所述处理器执行所述计算机程序时还实现如下方法：

在将连接的绕障路径确定为当前井井眼的垂直绕障轨迹之前，将连接的绕障路径利用贝塞尔曲线进行平滑处理。

12. 根据权利要求 7 所述的计算机设备，其特征在于，所述处理器执行所述计算机程序时还实现如下方法：

在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影之后，若连接的线段与障碍区域发生交碰，将当前井井眼按预设宽度划分成多层垂直截面；

将每一垂直截面按预设网格进行划分；

对每一垂直截面的当前井井眼进行防碰扫描；

根据当前井井眼在每一垂直截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在每一垂直截面上的位置和误差椭球；

根据当前井的每一邻井井眼在每一垂直截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼在每一垂直截面上的障碍区域；

沿预设网格顶点的两边和对角线方向，搜索每一垂直截面上当前井井眼到当前井靶点投影的绕障路径；

筛选每一垂直截面的最短绕障路径；

对每一垂直截面的最短绕障路径按预设长度进行截取，连接截取的绕障路径；其中，在第一层垂直截面上截取绕障路径的起始位置是第一层垂直截面上的当前井井眼，在最后一层垂直截面上截取绕障路径的末端位置是当前井靶点在最后一层垂直截面的投影；

将连接的绕障路径确定为当前井井眼的垂直绕障轨迹。

13. 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存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现如下方法：

获取当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果；

根据当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球；

根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域；

在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影；

若连接的线段与障碍区域没有交碰，将连接的线段确定为当前井井眼的水平绕障轨迹。

14. 根据权利要求 13 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域，包括：

根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的误差椭球的三轴长度，确定当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的误差椭球的最长轴和最短轴；

根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球的最长轴和最短轴，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域。

15. 根据权利要求 13 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时还实现如下方法：

在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影之后，若连接的线段与障碍区域发生交碰，将当前井井眼按预设深度划分成多层第二水平截面；

将每一第二水平截面按预设网格进行划分；

对每一第二水平截面的当前井井眼进行防碰扫描；

根据当前井井眼在每一第二水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的位置和误差椭球；

根据当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的障碍区域；

沿预设网格顶点的两边和对角线方向，搜索每一第二水平截面上当前井井眼到当前井靶点投影的绕障路径；

筛选每一第二水平截面的最短绕障路径；

对每一第二水平截面的最短绕障路径按预设长度进行截取，连接截取的绕障路径；其中，在第一层第二水平截面上截取绕障路径的起始位置是第一层第二水平截面上的当前井井眼，在最后一层第二水平截面上截取绕障路径的末端位置是当前井靶点在最后一层第二水平截面的投影；

将连接的绕障路径确定为当前井井眼的垂直绕障轨迹。

16. 根据权利要求 15 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时还实现如下方法：

在根据当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的障碍区域之后，对当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的障碍区域占据的网格进行标识。

17. 根据权利要求 15 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时还实现如下方法：

在将连接的绕障路径确定为当前井井眼的垂直绕障轨迹之前，将连接的绕障路径利用贝塞尔曲线进行平滑处理。

18. 根据权利要求 13 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时还实现如下方法：

在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影之后，若连接的线段与障碍区域发生交碰，将当前井井眼按预设宽度划分成多层垂直截面；

将每一垂直截面按预设网格进行划分；

对每一垂直截面的当前井井眼进行防碰扫描；

根据当前井井眼在每一垂直截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在每一垂直截面上的位置和误差椭球；

根据当前井的每一邻井井眼在每一垂直截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼在每一垂直截面上的障碍区域；

沿预设网格顶点的两边和对角线方向，搜索每一垂直截面上当前井井眼到当前井靶点投影的绕障路径；

筛选每一垂直截面的最短绕障路径；

对每一垂直截面的最短绕障路径按预设长度进行截取，连接截取的绕障路径；其中，在第一层垂直截面上截取绕障路径的起始位置是第一层垂直截面上的当前井井眼，在最后一层垂直截面上截取绕障路径的末端位置是当前井靶点在最后一层垂直截面的投影；

将连接的绕障路径确定为当前井井眼的垂直绕障轨迹。

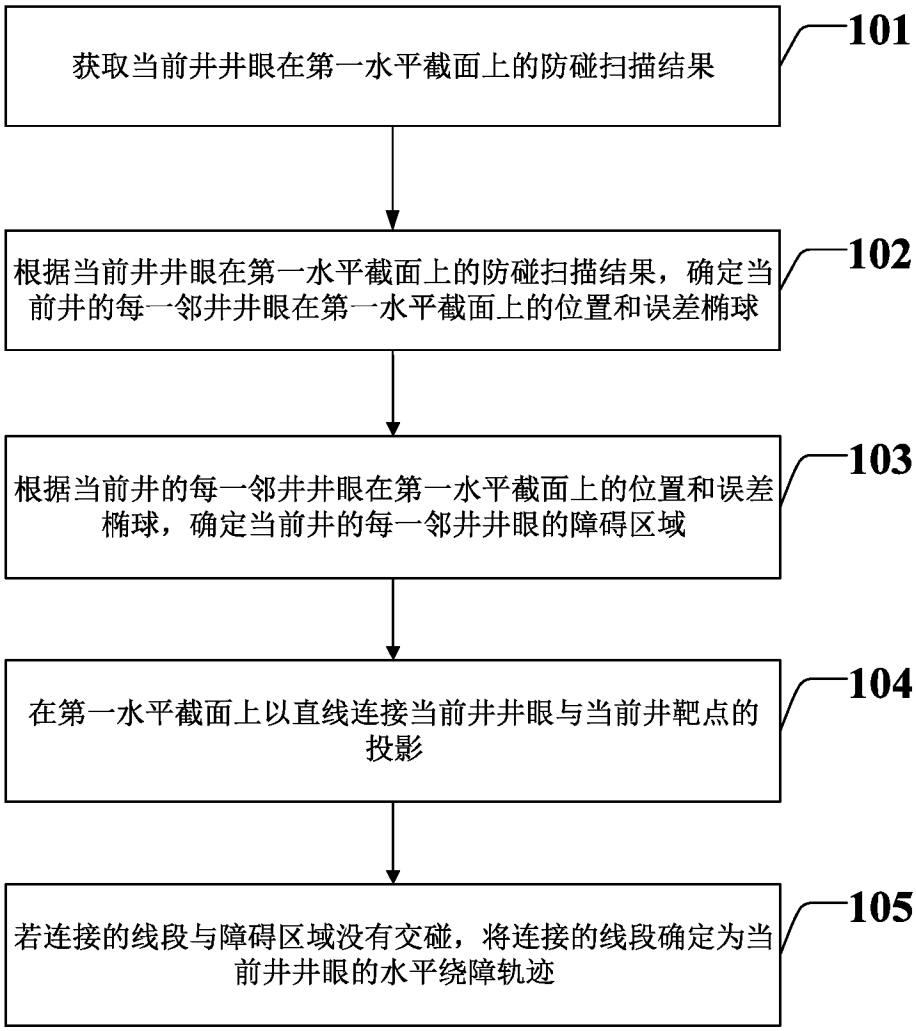

获取当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果
101
根据当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球
102
根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域
103
在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影
104
若连接的线段与障碍区域没有交碰，将连接的线段确定为当前井井眼的水平绕障轨迹
105

图 1

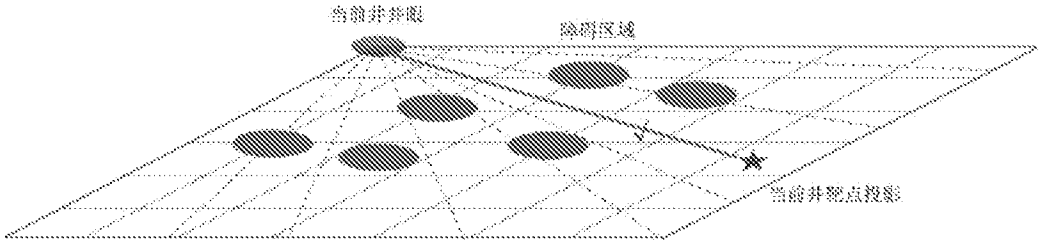


图 2


若连接的线段与障碍区域发生交碰，将当前井井眼按预设深度划分成多层第二水平截面
301
将每一第二水平截面按预设网格进行划分
302
对每一第二水平截面的当前井井眼进行防碰扫描
303
根据当前井井眼在每一第二水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的位置和误差椭球
304
根据当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼在每一第二水平截面上的障碍区域
305
沿预设网格顶点的两边和对角线方向，搜索每一第二水平截面上当前井井眼到当前井靶点投影的绕障路径
306
筛选每一第二水平截面的最短绕障路径
307
对每一第二水平截面的最短绕障路径按预设长度进行截取，连接截取的绕障路径
308
将连接的绕障路径确定为当前井井眼的垂直剖面轨迹
309

图 3

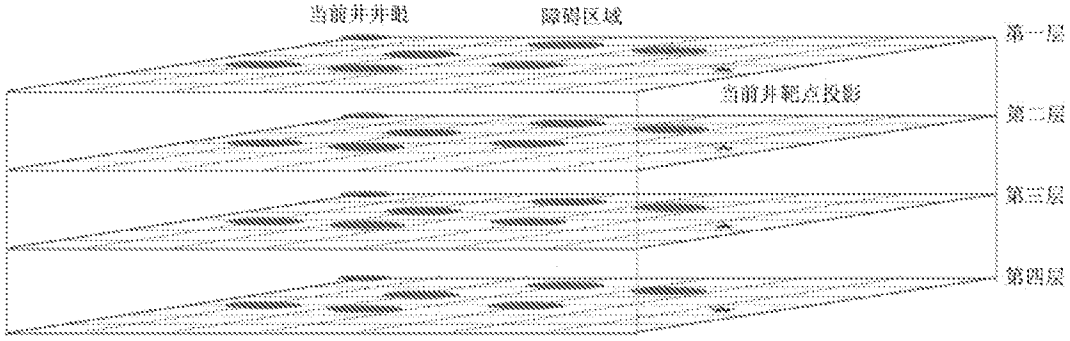


图 4

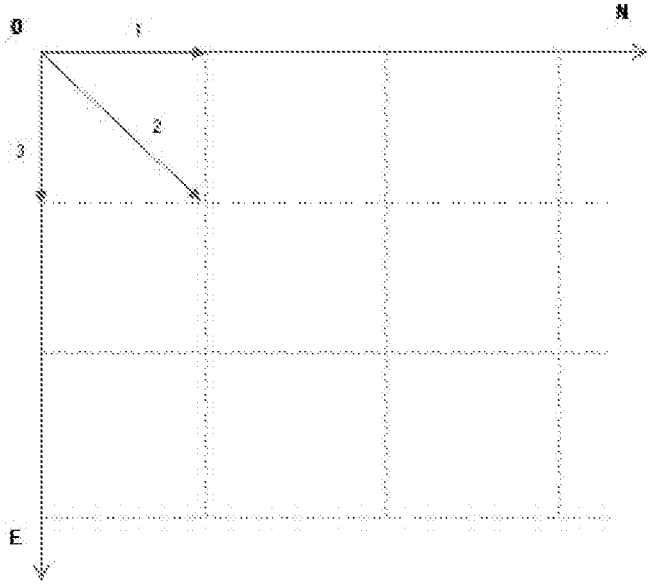


图 5

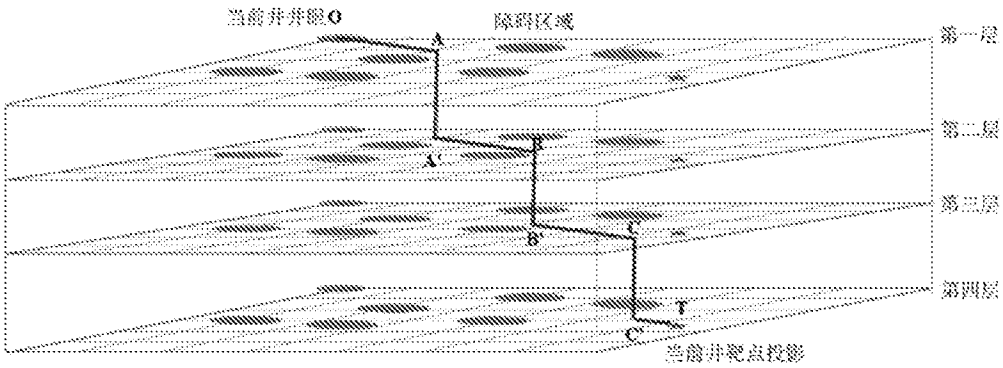

当前井井眼O
A
险情区域
第一层
第二层
第三层
第四层
C
当前井靶点投影

图 6

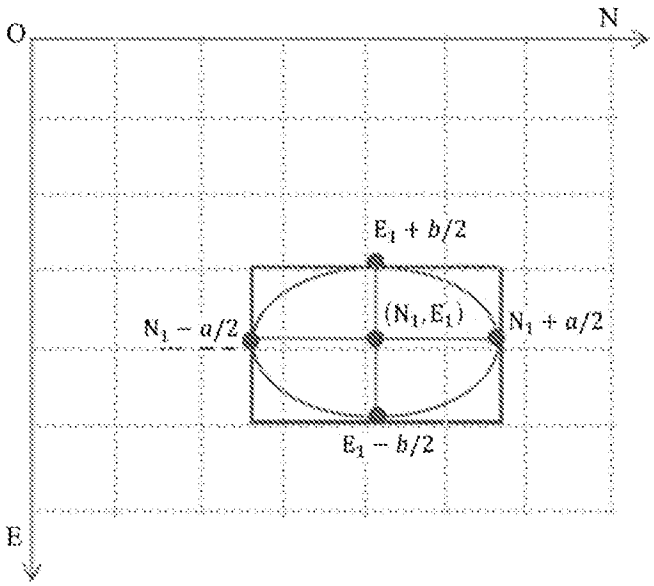

O
N
E
$E_1 + b/2$
$N_1 - a/2$
(N_1, E_1)
$N_1 + a/2$
$E_1 - b/2$

图 7

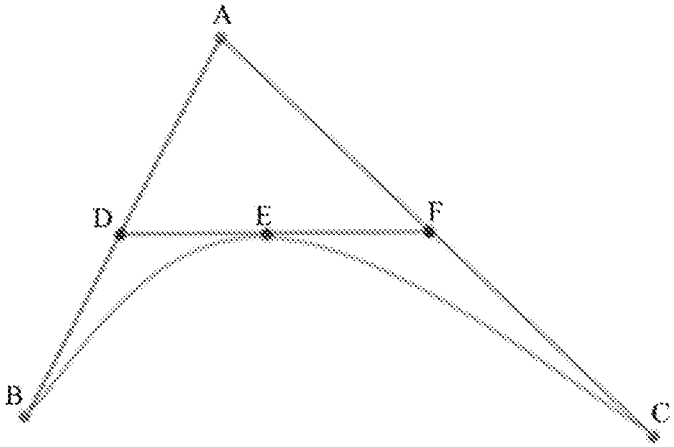

A
D
E
F
B
C

图 8

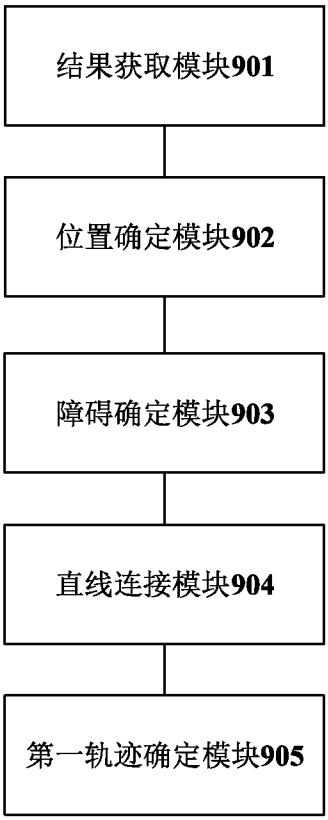

结果获取模块901
位置确定模块902
障碍确定模块903
直线连接模块904
第一轨迹确定模块905

图 9

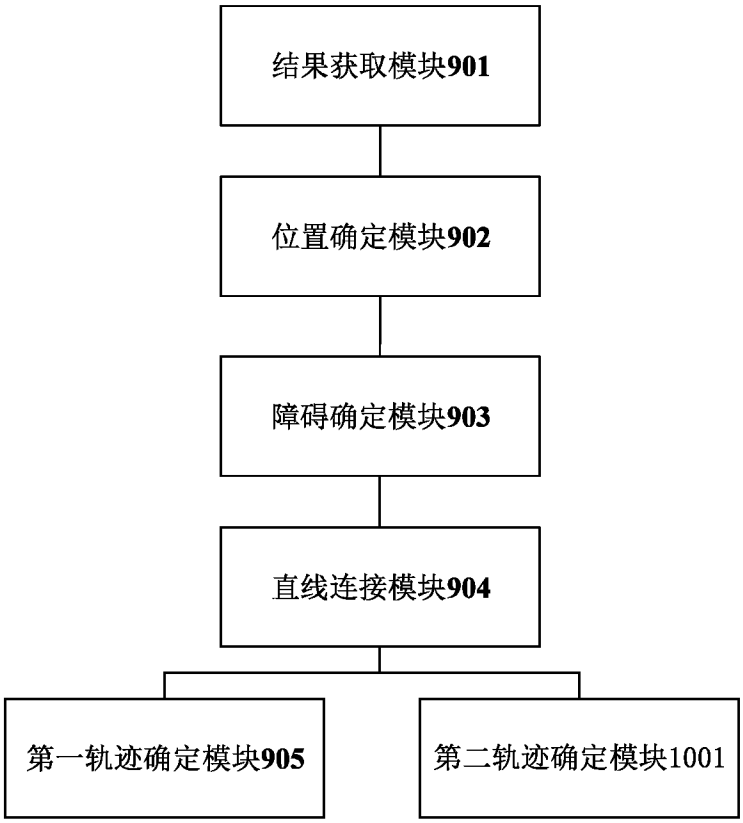

结果获取模块901
位置确定模块902
障碍确定模块903
直线连接模块904
第一轨迹确定模块905
第二轨迹确定模块1001

图 10

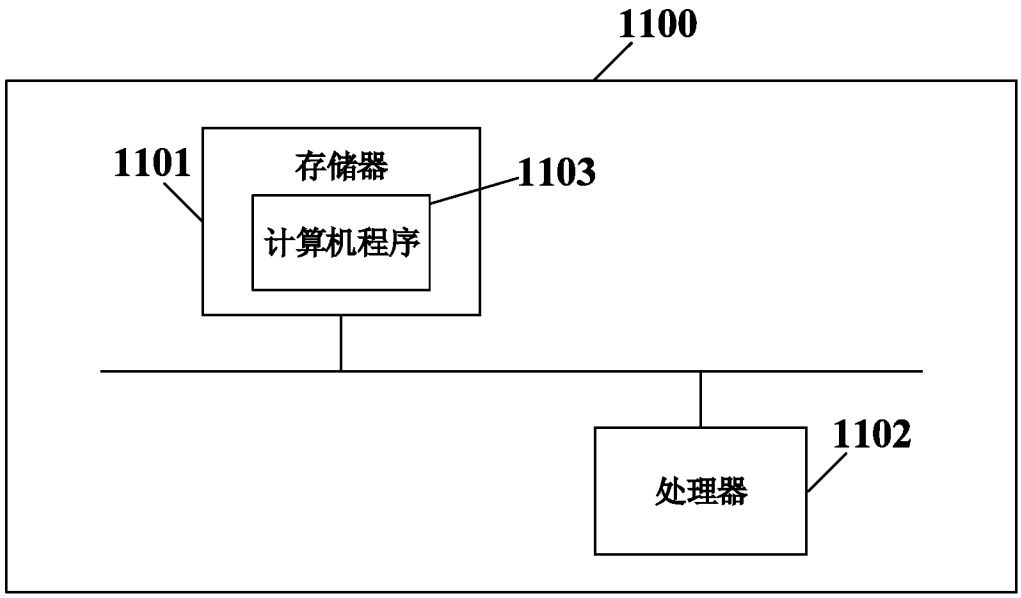


图 11

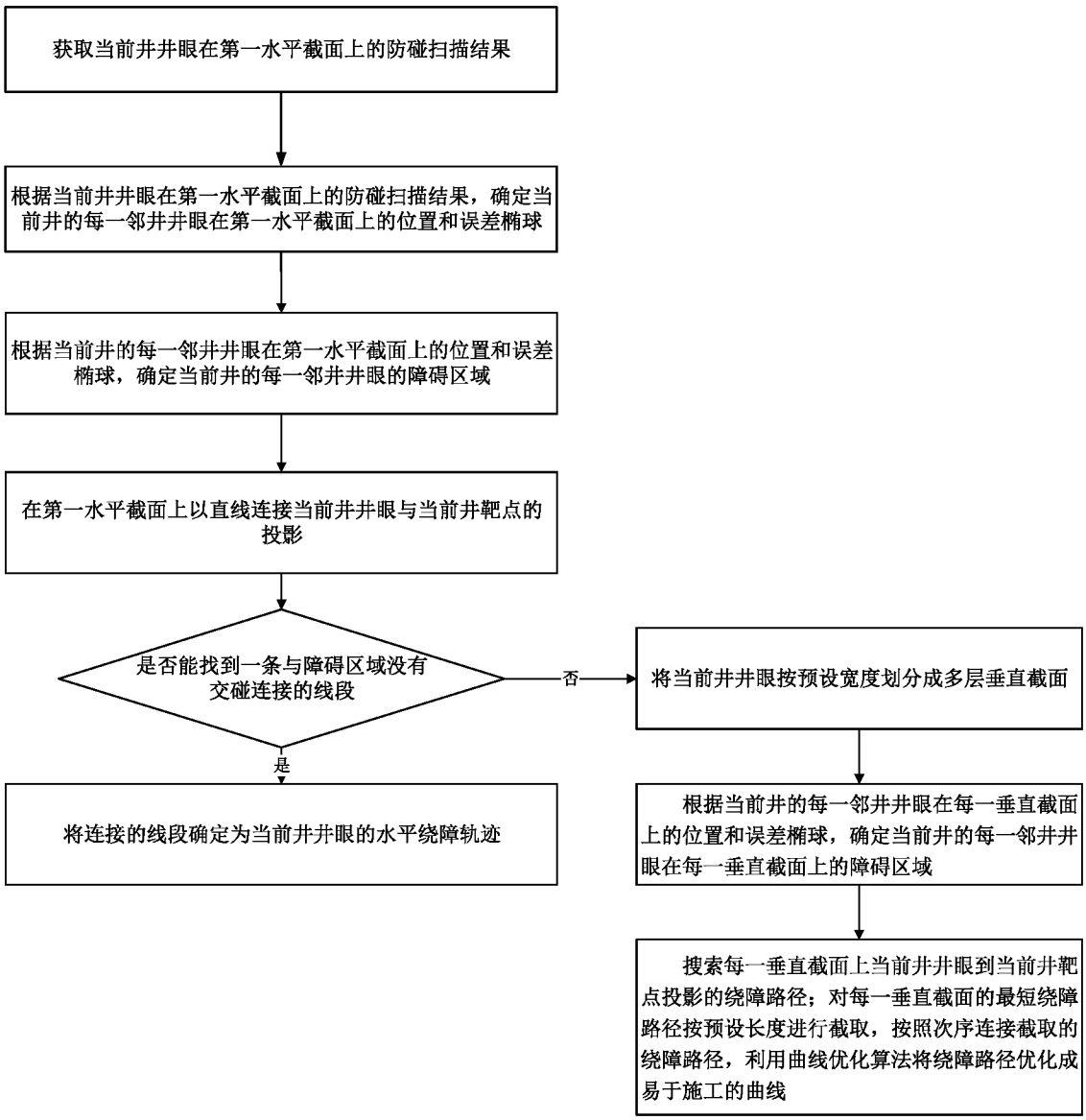

获取当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果
根据当前井井眼在第一水平截面上的防碰扫描结果，确定当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球
根据当前井的每一邻井井眼在第一水平截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼的障碍区域
在第一水平截面上以直线连接当前井井眼与当前井靶点的投影
是否能找到一条与障碍区域没有交碰连接的线段
否
是
将当前井井眼按预设宽度划分成多层垂直截面
将连接的线段确定为当前井井眼的水平绕障轨迹
根据当前井的每一邻井井眼在每一垂直截面上的位置和误差椭球，确定当前井的每一邻井井眼在每一垂直截面上的障碍区域
搜索每一垂直截面上当前井井眼到当前井靶点投影的绕障路径；对每一垂直截面的最短绕障路径按预设长度进行截取，按照次序连接截取的绕障路径，利用曲线优化算法将绕障路径优化成易于施工的曲线

图 12

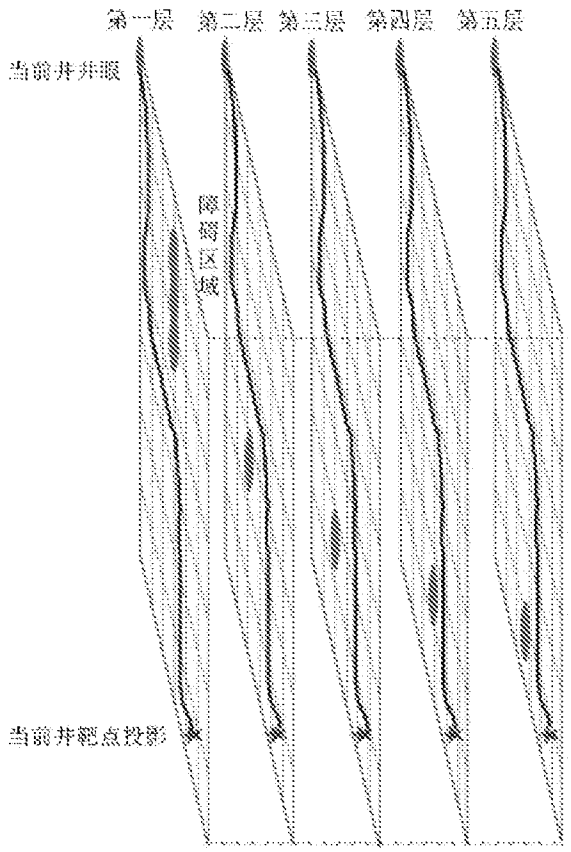


图 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2023/123358

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E21B 47/00(2012.01)i; E21B7/04(2006.01)i; G06F30/20(2020.01)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)

CNTXT, CJFD, WPABSC, ENTXTC, VEN: 中国石油天然气集团有限公司, 中国石油集团川庆钻探工程有限公司, 丛式井, 井网, 邻井, 绕障, 避障, 轨迹, 防碰, 椭球, 椭圆, 靶点, 连线, 直线, 线段, 交碰, 水平面, 截面, cluster, well, adjacency, barrier, collision, trajectory, error, ellipsoid, connecting, line, horizontal, section

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 115310178 A (CHINA NATIONAL PETROLEUM CORP. et al.) 08 November 2022 (2022-11-08) description, paragraphs 36-178, and figures 1-12	1-18
Y	CN 115249293 A (YANGTZE UNIVERSITY) 28 October 2022 (2022-10-28) description, paragraphs 63-112, and figures 1-12	1-18
A	CN 115238348 A (CHINA NATIONAL PETROLEUM CORP. et al.) 25 October 2022 (2022-10-25) entire document	1-18
A	CN 110593852 A (SOUTHWEST PETROLEUM UNIVERSITY) 20 December 2019 (2019-12-20) entire document	1-18
A	CN 106940742 A (XI'AN SHIYOU UNIVERSITY) 11 July 2017 (2017-07-11) entire document	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	Date of mailing of the international search report
16 November 2023	**20 December 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.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 111046515 A (CHINA PETROLEUM & CHEMICAL CORP. et al.) 21 April 2020 (2020-04-21) entire document	1-18
A	CN 111173450 A (CHINA NATIONAL PETROLEUM CORP.) 19 May 2020 (2020-05-19) entire document	1-18
A	CN 112554861 A (CHINA PETROLEUM & CHEMICAL CORP. et al.) 26 March 2021 (2021-03-26) entire document	1-18
A	CN 113935095 A (SOUTHWEST PETROLEUM UNIVERSITY) 14 January 2022 (2022-01-14) entire document	1-18
A	US 2014209300 A1 (SCHLUMBERGER TECHNOLOGY CORP.) 31 July 2014 (2014-07-31) entire document	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2023/123358

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 115310178 A	08 November 2022	None	
CN 115249293 A	28 October 2022	None	
CN 115238348 A	25 October 2022	None	
CN 110593852 A	20 December 2019	None	
CN 106940742 A	11 July 2017	None	
CN 111046515 A	21 April 2020	None	
CN 111173450 A	19 May 2020	CN 111173450 B	31 August 2021
CN 112554861 A	26 March 2021	CN 112554861 B	15 July 2022
CN 113935095 A	14 January 2022	None	
US 2014209300 A1	31 July 2014	WO 2014116948 A1	31 July 2014
		US 9388682 B2	12 July 2016
		EP 2948884 A1	02 December 2015
		EP 2948884 A4	20 April 2016
		EP 2948884 B1	30 November 2016

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2023/123358

A. 主题的分类

E21B 47/00(2012.01)i；E21B7/04(2006.01)i；G06F30/20(2020.01)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））

CNTXT, CJFD, WPABSC, ENTXTC, VEN: 中国石油天然气集团有限公司，中国石油集团川庆钻探工程有限公司，丛式井，井网，邻井，绕障，避障，轨迹，防碰，椭球，椭圆，靶点，连线，直线，线段，交碰，水平面，截面，cluster, well, adjacency, barrier, collision, trajectory, error, ellipsoid, connecting, line, horizontal, section

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
Y	CN 115310178 A (中国石油天然气集团有限公司等) 2022年11月8日 (2022 - 11 - 08) 说明书第36-178段、图1-12	1-18
Y	CN 115249293 A (长江大学) 2022年10月28日 (2022 - 10 - 28) 说明书第63-112段、图1-12	1-18
A	CN 115238348 A (中国石油天然气集团有限公司等) 2022年10月25日 (2022 - 10 - 25) 全文	1-18
A	CN 110593852 A (西南石油大学) 2019年12月20日 (2019 - 12 - 20) 全文	1-18
A	CN 106940742 A (西安石油大学) 2017年7月11日 (2017 - 07 - 11) 全文	1-18
A	CN 111046515 A (中国石油化工股份有限公司等) 2020年4月21日 (2020 - 04 - 21) 全文	1-18
A	CN 111173450 A (中国石油天然气股份有限公司) 2020年5月19日 (2020 - 05 - 19) 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	国际检索报告邮寄日期
2023年11月16日	2023年12月20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	受权官员 高立虎 电话号码 (+86) 010-53961013

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 112554861 A (中国石油化工股份有限公司等) 2021年3月26日 (2021 - 03 - 26) 全文	1-18
A	CN 113935095 A (西南石油大学) 2022年1月14日 (2022 - 01 - 14) 全文	1-18
A	US 2014209300 A1 (SCHLUMBERGER TECHNOLOGY CORP.) 2014年7月31日 (2014 - 07 - 31) 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/CN2023/123358

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	115310178	A	2022年11月8日	无			
CN	115249293	A	2022年10月28日	无			
CN	115238348	A	2022年10月25日	无			
CN	110593852	A	2019年12月20日	无			
CN	106940742	A	2017年7月11日	无			
CN	111046515	A	2020年4月21日	无			
CN	111173450	A	2020年5月19日	CN	111173450	B	2021年8月31日
CN	112554861	A	2021年3月26日	CN	112554861	B	2022年7月15日
CN	113935095	A	2022年1月14日	无			
US	2014209300	A1	2014年7月31日	WO	2014116948	A1	2014年7月31日
				US	9388682	B2	2016年7月12日
				EP	2948884	A1	2015年12月2日
				EP	2948884	A4	2016年4月20日
				EP	2948884	B1	2016年11月30日