



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113482533 B

(45) 授权公告日 2022. 08. 30

(21) 申请号 202110963506.2

E21B 7/04 (2006.01)

(22) 申请日 2021.08.20

E21B 7/20 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

E21B 43/08 (2006.01)

申请公布号 CN 113482533 A

E21B 19/00 (2006.01)

E21B 44/00 (2006.01)

(43) 申请公布日 2021.10.08

E21B 17/00 (2006.01)

(73) 专利权人 大庆辰平钻井技术服务有限公司

E21B 23/00 (2006.01)

地址 163000 黑龙江省大庆市开发区新凤路6-1号大庆服务外包产业园C1、C2、C3座1506、1507室

E21B 47/00 (2012.01)

E21B 47/02 (2012.01)

(72) 发明人 李富国

(56) 对比文件

US 10544666 B1, 2020.01.28

(74) 专利代理机构 重庆卓茂专利代理事务所

审查员 尹浚羽

(普通合伙) 50262

专利代理师 许冲

(51) Int. Cl.

E21B 7/06 (2006.01)

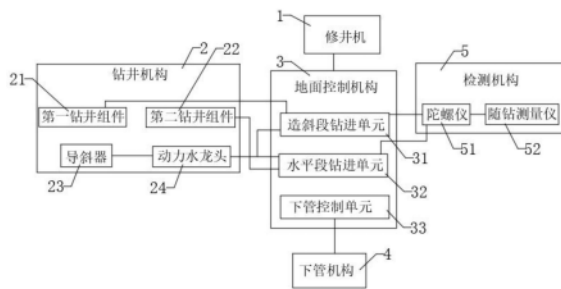
权利要求书4页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

超短半径水平井万向打孔筛管完井系统及完井方法

(57) 摘要

本发明提供超短半径水平井万向打孔筛管完井系统及完井方法,所述完井系统包括修井机、钻井机构、检测机构、下管机构以及地面控制机构,所述修井机、钻井机构、检测机构以及下管机构分别与地面控制机构电连接,所述修井机用于带动钻井机构进行钻井作业,所述检测机构用于获取钻井过程中的钻井数据,所述下管机构用于钻井后送入筛管,所述地面控制机构用于对预设的钻井数据和实时获取的钻井过程中的钻井数据进行处理,并通过修井机及时调整钻井机构的钻井作业,本发明能够提高造斜段的钻进精度,同时提高下管的灵活性,以解决现有的超短半径水平井造斜段完井质量不高且下管方式较为单一的问题。



1. 超短半径水平井万向打孔筛管完井系统,所述水平井包括直井段(61)、造斜段(62)以及水平段(63),其特征在于,所述完井系统包括修井机(1)、钻井机构(2)、检测机构(5)、下管机构(4)以及地面控制机构(3),所述修井机(1)、钻井机构(2)、检测机构(5)以及下管机构(4)分别与地面控制机构(3)电连接,所述修井机(1)用于带动钻井机构(2)进行钻井作业,所述检测机构(5)用于获取钻井过程中的钻井数据,所述下管机构(4)用于钻井后送入筛管,所述地面控制机构(3)用于对预设的钻井数据和实时获取的钻井过程中的钻井数据进行处理,并通过修井机(1)及时调整钻井机构(2)的钻井作业;

所述钻井机构(2)包括第一钻井组件(21)和第二钻井组件(22),所述第一钻井组件(21)和第二钻井组件(22)的底部分别设置有导斜器(23)以及动力水龙头(24),所述导斜器(23)用于打磨套管窗口,所述动力水龙头(24)用于打磨井壁;所述第一钻井组件(21)用于水平井的直井段(61)和造斜段(62)的钻进;所述第二钻井组件(22)用于水平井的水平段(63)的钻进;

所述第一钻井组件(21)包括第一钻杆和第一钻具,所述第一钻杆与修井机(1)的转盘面可拆卸连接,所述第一钻具安装在第一钻杆底部;

所述第二钻井组件(22)包括第二钻杆和第二钻具,所述第二钻杆与修井机(1)的转盘面可拆卸连接,所述第二钻具安装在第二转杆底部;

所述检测机构(5)包括陀螺仪(51)和随钻测量仪(52),所述陀螺仪(51)用于检测并确定钻具的第一指向方位,所述随钻测量仪(52)用于检测具钻进路径的第二指向方位;

所述下管机构(4)包括牛鼻导头、若干万向筛管(41)、若干反扣接头(42)以及若干反扣丢手(43),所述万向筛管(41)上开设有若干开孔(411),且万向筛管(41)外部包裹有绕丝层,所述下管机构(4)的最底部一组的连接顺序为牛鼻导头、万向筛管(41)、反扣接头(42)以及反扣丢手(43),所述反扣接头(42)和反扣丢手(43)万向连接;

所述地面控制机构(3)配置有造斜段钻进单元(31)、水平段钻进单元(32)以及下管控制单元(33);

所述造斜段钻进单元(31)配置有造斜段(62)钻进策略,所述造斜段(62)钻进策略包括:将第一钻具由工作管柱送至窗口;采用陀螺仪(51)多次定位测量并确定第一钻具的马达方向,按照预设的设计方向,开始造斜滑动钻进;同时下入随钻测量仪(52)进行实时监测,并以随钻测量仪(52)采集到不受磁性干扰的数据作为正确的数据;根据随钻测量仪(52)实时监测的数据和陀螺仪(51)测量的数据进行处理,准确预测造斜段(62)终点的井斜和方位,完成造斜段(62)的作业;

所述水平段钻进单元(32)配置有水平段(63)钻进策略,所述水平段(63)钻进策略包括:使用第二钻具钻水平段(63),同时使用的第二钻杆的长度根据设计的水平段(63)的长度进行调整;下钻到套管窗口之上5-10米,下入随钻测量仪(52)并坐挂到钻杆里;继续下钻到底,根据造斜段(62)结束点的井斜和方位,以及根据随钻测量仪(52)实时监测的数据和陀螺仪(51)测量的数据,调整井斜和方位到预测值;使用动力水龙头(24)旋转钻进,确保井眼平滑;根据实时的井眼轨迹和岩屑录井情况,精确控制井眼在油层里钻进;按照设计钻达完钻井深,起出钻具;

所述下管控制单元(33)配置有下管控制策略,所述下管控制策略包括:组合万向筛管(41),组合方式自下而上为:牛鼻导头、万向筛管(41)、反扣接头(42)、反扣丢手(43)以及钻

杆,钻杆连接转盘面;滑动下放上述万向筛管(41)组合通过造斜段(62)并送达设计深度;提起钻杆柱至正常悬重;缓慢转动工作管柱,从反扣丢手(43)中退出;起钻,甩下钻杆和上部的反扣接头(42);

所述造斜段(62)钻进策略还包括:每隔第一时间获取一次陀螺仪(51)以及随钻测量仪(52)检测的数据,陀螺仪(51)的检测数据包括钻具的第一指向方位,所述随钻测量仪(52)的检测数据包括第一钻具钻进路径的第二指向方位;

根据第一指向方位和第二指向方位建立三维坐标系,设定X、Y、Z轴,分别选取第一单位量的第一指向方位和第二指向方位并记作第一指向单位向量和第二指向单位向量;分别将第一指向单位向量和第二指向单位向量置于三维坐标系中;

获取第一指向单位向量的起点坐标( $X_{1q}, Y_{1q}, Z_{1q}$ )和终点坐标( $X_{1z}, Y_{1z}, Z_{1z}$ ),获取第二指向单位向量的起点坐标( $X_{2q}, Y_{2q}, Z_{2q}$ )和终点坐标( $X_{2z}, Y_{2z}, Z_{2z}$ );

获取若干次获取的第一指向单位向量的起点坐标和终点坐标以及第二指向单位向量的起点坐标和终点坐标,再分别将X轴的起点坐标、Y轴的起点坐标以及Z轴的起点坐标带入第一算法计算出X轴起点偏差值、Y轴起点偏差值以及Z轴起点偏差值,分别将X轴的终点坐标、Y轴的终点坐标以及Z轴的终点坐标带入第一算法计算出X轴终点偏差值、Y轴终点偏差值以及Z轴终点偏差值;

将X轴起点偏差值、Y轴起点偏差值以及Z轴起点偏差值分别带入第二算法中求得X轴起点矫正坐标为 $X_{qj}$ 、Y轴起点矫正坐标为 $Y_{qj}$ 以及Z轴起点矫正坐标为 $Z_{qj}$ ,将X轴终点偏差值、Y轴终点偏差值以及Z轴终点偏差值带入第三算法中求得X轴终点矫正坐标为 $X_{zj}$ 、Y轴终点矫正坐标为 $Y_{zj}$ 以及Z轴终点矫正坐标为 $Z_{zj}$ ;

获取起点矫正坐标( $X_{qj}, Y_{qj}, Z_{qj}$ )以及终点矫正坐标( $X_{zj}, Y_{zj}, Z_{zj}$ ),连接起点矫正坐标和终点矫正坐标形成矫正方位向量,根据矫正方位向量及时调整第一钻具的方位;

所述第一算法配置为: $P_i = (A_1 - B_1) + (A_2 - B_2) \dots + (A_i - B_i)$ ;所述第二算法配置为: $P_{jq} = \alpha (P_{1q} + P_i)$ ;所述第三算法配置为: $P_{jz} = \beta (P_{1z} + P_i)$ ;其中,在第一算法中, $P_i$ 为X轴起点偏差值、Y轴起点偏差值、Z轴起点偏差值、X轴终点偏差值、Y轴终点偏差值以及Z轴终点偏差值中的一种,A为第一指向单位向量的起点坐标或终点坐标,B为第二指向单位向量的起点坐标或终点坐标,i为获取的第一指向单位向量或第二指向单位向量的数量;通过第一算法进行计算时,需要进行坐标对应,具体为第一指向单位向量的起点坐标和第二指向单位向量的起点坐标一一对应带入,第一指向单位向量的终点坐标和第二指向单位向量的终点坐标一一对应带入;在第二算法中, $P_{jq}$ 为X轴起点矫正坐标为 $X_{qj}$ 、Y轴起点矫正坐标为 $Y_{qj}$ 以及Z轴起点矫正坐标为 $Z_{qj}$ 中的一个, $P_{1q}$ 为第一指向单位向量的起点坐标中的一个, $\alpha$ 为起点转换系数;在第三算法中, $P_{jz}$ 为X轴终点矫正坐标为 $X_{zj}$ 、Y轴终点矫正坐标为 $Y_{zj}$ 以及Z轴终点矫正坐标为 $Z_{zj}$ 中的一个, $P_{1z}$ 为第一指向单位向量的终点坐标中的一个, $\beta$ 为终点转换系数。

2.根据权利要求1所述的超短半径水平井万向打孔筛管完井系统的完井方法,其特征在于,所述完井方法包括如下步骤:

步骤S1、启动修井机(1)带动钻杆将导斜器(23)下入井筒内的设计深度;

步骤S2、使用动力水龙头(24)进行套管开窗;根据导斜器(23)的斜面长度和设计需要,钻井到预设井深,并同时完成对套管窗口的抛光打磨;

步骤S3、将底部钻具由工作管柱送至窗口;采用陀螺仪(51)多次定位测量并确定钻具

的马达方向,按照预设的设计方向,开始造斜滑动钻进;同时下入随钻测量仪(52)进行实时监测,并以随钻测量仪(52)采集到不受磁性干扰的数据作为正确的数据;根据随钻测量仪(52)实时监测的数据和陀螺仪(51)测量的数据进行处理,准确预测造斜段(62)终点的井斜和方位,完成造斜段(62)的作业;

步骤S4、使用小角度的泥浆马达钻具钻水平段(63),同时使用的钻杆的长度根据设计的水平段(63)的长度进行调整;下钻到套管窗口之上5-10米,下入随钻测量仪(52)并坐挂到钻杆里;继续下钻到底,根据造斜段(62)结束点的井斜和方位,以及根据随钻测量仪(52)实时监测的数据和陀螺仪(51)测量的数据,调整井斜和方位到预测值;使用动力水龙头(24)旋转钻进,确保井眼平滑;根据实时的井眼轨迹和岩屑录井情况,精确控制井眼在油层里钻进;按照设计钻达完钻井深,起出钻具;

步骤S5、组合万向筛管(41),组合方式自下而上为:牛鼻导头、万向筛管(41)、反扣接头(42)、反扣丢手(43)以及钻杆,钻杆连接转盘面;

步骤S6、滑动下放上述筛管完井组合通过造斜段(62)并送达设计深度;

步骤S7、提起钻杆柱至正常悬重;

步骤S8、缓慢转动工作管柱,从反扣丢手(43)中退出;

步骤S9、起钻,甩下钻杆和上部的反扣接头(42)。

3. 根据权利要求2所述的超短半径水平井万向打孔筛管完井系统的完井方法,其特征在于,所述S3还包括:每隔第一时间获取一次陀螺仪(51)以及随钻测量仪(52)检测的数据,陀螺仪(51)的检测数据包括钻具的第一指向方位,所述随钻测量仪(52)的检测数据包括钻具钻进路径的第二指向方位;

根据第一指向方位和第二指向方位建立三维坐标系,设定X、Y、Z轴,分别选取第一单位量的第一指向方位和第二指向方位并记作第一指向单位向量和第二指向单位向量;分别将第一指向单位向量和第二指向单位向量置于三维坐标系中;

获取第一指向单位向量的起点坐标(X1q,Y1q,Z1q)和终点坐标(X1z,Y1z,Z1z),获取第二指向单位向量的起点坐标(X2q,Y2q,Z2q)和终点坐标(X2z,Y2z,Z2z);

获取若干次获取的第一指向单位向量的起点坐标和终点坐标以及第二指向单位向量的起点坐标和终点坐标,再分别将X轴的起点坐标、Y轴的起点坐标以及Z轴的起点坐标带入第一算法计算出X轴起点偏差值、Y轴起点偏差值以及Z轴起点偏差值,分别将X轴的终点坐标、Y轴的终点坐标以及Z轴的终点坐标带入第一算法计算出X轴终点偏差值、Y轴终点偏差值以及Z轴终点偏差值;

将X轴起点偏差值、Y轴起点偏差值以及Z轴起点偏差值分别带入第二算法中求得X轴起点矫正坐标为Xqj、Y轴起点矫正坐标为Yqj以及Z轴起点矫正坐标为Zqj,将X轴终点偏差值、Y轴终点偏差值以及Z轴终点偏差值带入第三算法中求得X轴终点矫正坐标为Xzj、Y轴终点矫正坐标为Yzj以及Z轴终点矫正坐标为Zzj;

获取起点矫正坐标(Xqj,Yqj,Zqj)以及终点矫正坐标(Xzj,Yzj,Zzj),连接起点矫正坐标和终点矫正坐标形成矫正方位向量,根据矫正方位向量及时调整钻具的方位;

所述第一算法配置为: $P_i = (A_1 - B_1) + (A_2 - B_2) \dots + (A_i - B_i)$ ;所述第二算法配置为: $P_{jq} = \alpha (P_{1q} + P_i)$ ;所述第三算法配置为: $P_{jz} = \beta (P_{1z} + P_i)$ ;其中,在第一算法中, $P_i$ 为X轴起点偏差值、Y轴起点偏差值、Z轴起点偏差值、X轴终点偏差值、Y轴终点偏差值以及Z轴终点偏差值中的一

种,A为第一指向单位向量的起点坐标或终点坐标,B为第二指向单位向量的起点坐标或终点坐标,i为获取的第一指向单位向量或第二指向单位向量的数量;通过第一算法进行计算时,需要进行坐标对应,具体为第一指向单位向量的起点坐标和第二指向单位向量的起点坐标一一对应带入,第一指向单位向量的终点坐标和第二指向单位向量的终点坐标一一对应带入;在第二算法中, $P_{jq}$ 为X轴起点矫正坐标为 $X_{qj}$ 、Y轴起点矫正坐标为 $Y_{qj}$ 以及Z轴起点矫正坐标为 $Z_{qj}$ 中的一个, $P_{1q}$ 为第一指向单位向量的起点坐标中的一个, $\alpha$ 为起点转换系数;在第三算法中, $P_{jz}$ 为X轴终点矫正坐标为 $X_{zj}$ 、Y轴终点矫正坐标为 $Y_{zj}$ 以及Z轴终点矫正坐标为 $Z_{zj}$ 中的一个, $P_{1z}$ 为第一指向单位向量的终点坐标中的一个, $\beta$ 为终点转换系数。

## 超短半径水平井万向打孔筛管完井系统及完井方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及钻井技术领域,尤其涉及超短半径水平井万向打孔筛管完井系统及完井方法。

### 背景技术

[0002] 水平井是最大井斜角达到或接近 $90^{\circ}$ (一般不小于 $86^{\circ}$ ),并在目的层中维持一定长度的水平井段的特殊井。有时为了某种特殊的需要,井斜角可以超过 $90^{\circ}$ ，“向上翘”。一般来说,水平井适用于薄的油气层或裂缝性油气藏,目的在于增大油气层的裸露面积。

[0003] 超短半径侧钻水平井造斜段或水平段存在易坍塌地层井,需要具有对井壁支撑作用的完井技术,保持井眼长期的通畅性。但由于超短半径水平井造斜率大、曲率半径小、通常水平段在100-200米,常规套管、筛管不能下入,难以通过超高造斜率的造斜段,因此需研究可顺利通过超高造斜段、不受狗腿度(狗腿度:从井眼内的一点到另一个点,井眼前进方向变化的角度。该角度既反映了井斜角度的变化,又反映了方位角度的变化,通常又叫全角变化率或井眼曲率)影响,在水平段长距离下入的筛管完井技术。

[0004] 超短半径水平井是指造斜段的造斜率在 $100-230^{\circ}/30\text{m}$ ( $3.3-7.7^{\circ}/\text{m}$ )之间的水平井,筛管完井技术的难点是如何使筛管顺利通过上述超高造斜率井段,进而进入水平裸眼内,以实现造斜段及水平段的有效支撑,现有的技术中对于造斜段的井段在钻进时容易产生偏差,最终会影响下管的效果,同时现有的下管的方式单一,较长的管难以通过造斜段。

### 发明内容

[0005] 针对现有技术存在的不足,本发明目的是提供超短半径水平井万向打孔筛管完井系统及完井方法,能够提高造斜段的钻进精度,同时提高下管的灵活性,以解决现有的超短半径水平井造斜段完井质量不高且下管方式较为单一的问题。

[0006] 为了实现上述目的,本发明是通过如下的技术方案来实现:超短半径水平井万向打孔筛管完井系统,所述水平井包括直井段、造斜段以及水平段,所述完井系统包括修井机、钻井机构、检测机构、下管机构以及地面控制机构,所述修井机、钻井机构、检测机构以及下管机构分别与地面控制机构电连接,所述修井机用于带动钻井机构进行钻井作业,所述检测机构用于获取钻井过程中的钻井数据,所述下管机构用于钻井后送入筛管,所述地面控制机构用于对预设的钻井数据和实时获取的钻井过程中的钻井数据进行处理,并通过修井机及时调整钻井机构的钻井作业。

[0007] 进一步地,所述钻井机构包括第一钻井组件和第二钻井组件,所述第一钻井组件和第二钻井组件的底部分别设置有导斜器以及动力水龙头,所述导斜器用于打磨套管窗口,所述动力水龙头用于打磨井壁;所述第一钻井组件用于水平井的直井段和造斜段的钻进;所述第二钻井组件用于水平井的水平段的钻进;

[0008] 所述第一钻井组件包括第一钻杆和第一钻具,所述第一钻杆与修井机的转盘面可拆卸连接,所述第一钻具安装在第一转杆底部;

[0009] 所述第二钻井组件包括第二钻杆和第二钻具,所述第二钻杆与修井机的转盘面可拆卸连接,所述第二钻具安装在第二转杆底部。

[0010] 进一步地,所述检测机构包括陀螺仪和随钻测量仪,所述陀螺仪用于检测并确定钻具的第一指向方位,所述随钻测量仪用于检测具钻进路径的第二指向方位。

[0011] 进一步地,所述下管机构包括牛鼻导头、若干万向筛管、若干反扣接头以及若干反扣丢手,所述万向筛管上开设有若干开孔,且万向筛管外部包裹有绕丝层,所述下管机构的最底部一组的连接顺序为牛鼻导头、万向筛管、反扣接头以及反扣丢手,所述反扣接头和反扣丢手万向连接。

[0012] 进一步地,所述地面控制机构配置有造斜段钻进单元、水平段钻进单元以及下管控制单元;

[0013] 所述造斜段钻进单元配置有造斜段钻进策略,所述造斜段钻进策略包括:将第一钻具由工作管柱送至窗口;采用陀螺仪多次定位测量并确定第一钻具的马达方向,按照预设的设计方向,开始造斜滑动钻进;同时下入随钻测量仪进行实时监测,并以随钻测量仪采集到不受磁性干扰的数据作为正确的数据;根据随钻测量仪实时监测的数据和陀螺仪测量的数据进行处理,准确预测造斜段终点的井斜和方位,完成造斜段的作业;

[0014] 所述水平段钻进单元配置有水平段钻进策略,所述水平段钻进策略包括:使用第二钻具钻水平段,同时使用的第二钻杆的长度根据设计的水平段的长度进行调整;下钻到套管窗口之上5-10米,下入随钻测量仪并坐挂到钻杆里;继续下钻到底,根据造斜段结束点的井斜和方位,以及根据随钻测量仪实时监测的数据和陀螺仪测量的数据,调整井斜和方位到预测值;使用动力水龙头旋转钻进,确保井眼平滑;根据实时的井眼轨迹和岩屑录井情况,精确控制井眼在油层里钻进;按照设计钻达完钻井深,起出钻具;

[0015] 所述下管控制单元配置有下管控制策略,所述下管控制策略包括:组合万向筛管,组合方式自下而上为:牛鼻导头、万向筛管、反扣接头、反扣丢手以及钻杆,钻杆连接转盘面;滑动下放上述万向筛管组合通过造斜段并送达设计深度;提起钻杆柱至正常悬重;缓慢转动工作管柱,从反扣丢手中退出;起钻,甩下钻杆和上部的反扣接头。

[0016] 进一步地,所述造斜段钻进策略还包括:每隔第一时间获取一次陀螺仪以及随钻测量仪检测的数据,陀螺仪的检测数据包括钻具的第一指向方位,所述随钻测量仪的检测数据包括第一钻具钻进路径的第二指向方位;

[0017] 根据第一指向方位和第二指向方位建立三维坐标系,设定X、Y、Z轴,分别选取第一单位量的第一指向方位和第二指向方位并记作第一指向单位向量和第二指向单位向量;分别将第一指向单位向量和第二指向单位向量置于三维坐标系中;

[0018] 获取第一指向单位向量的起点坐标 $(X1q, Y1q, Z1q)$ 和终点坐标 $(X1z, Y1z, Z1z)$ ,获取第二指向单位向量的起点坐标 $(X2q, Y2q, Z2q)$ 和终点坐标 $(X2z, Y2z, Z2z)$ ;

[0019] 获取若干次获取的第一指向单位向量的起点坐标和终点坐标以及第二指向单位向量的起点坐标和终点坐标,再分别将X轴的起点坐标、Y轴的起点坐标以及Z轴的起点坐标带入第一算法计算出X轴起点偏差值、Y轴起点偏差值以及Z轴起点偏差值,分别将X轴的终点坐标、Y轴的终点坐标以及Z轴的终点坐标带入第一算法计算出X轴终点偏差值、Y轴终点偏差值以及Z轴终点偏差值;

[0020] 将X轴起点偏差值、Y轴起点偏差值以及Z轴起点偏差值分别带入第二算法中求得X

轴起点矫正坐标为 $X_{qj}$ 、Y轴起点矫正坐标为 $Y_{qj}$ 以及Z轴起点矫正坐标为 $Z_{qj}$ ,将X轴终点偏差值、Y轴终点偏差值以及Z轴终点偏差值带入第三算法中求得X轴终点矫正坐标为 $X_{zj}$ 、Y轴终点矫正坐标为 $Y_{zj}$ 以及Z轴终点矫正坐标为 $Z_{zj}$ ;

[0021] 获取起点矫正坐标( $X_{qj}, Y_{qj}, Z_{qj}$ )以及终点矫正坐标( $X_{zj}, Y_{zj}, Z_{zj}$ ),连接起点矫正坐标和终点矫正坐标形成矫正方位向量,根据矫正方位向量及时调整第一钻具的方位。

[0022] 进一步地,所述第一算法配置为: $P_i = (A_1 - B_1) + (A_2 - B_2) \dots + (A_i - B_i)$ ;所述第二算法配置为: $P_{jq} = \alpha (P_{1q} + P_i)$ ;所述第三算法配置为: $P_{jz} = \beta (P_{1z} + P_i)$ ;其中,在第一算法中, $P_i$ 为X轴起点偏差值、Y轴起点偏差值、Z轴起点偏差值、X轴终点偏差值、Y轴终点偏差值以及Z轴终点偏差值中的一种,A为第一指向单位向量的起点坐标或终点坐标,B为第二指向单位向量的起点坐标或终点坐标,i为获取的第一指向单位向量或第二指向单位向量的数量;通过第一算法进行计算时,需要进行坐标对应,具体为第一指向单位向量的起点坐标和第二指向单位向量的起点坐标一一对应带入,第一指向单位向量的终点坐标和第二指向单位向量的终点坐标一一对应带入;在第二算法中, $P_{jq}$ 为X轴起点矫正坐标为 $X_{qj}$ 、Y轴起点矫正坐标为 $Y_{qj}$ 以及Z轴起点矫正坐标为 $Z_{qj}$ 中的一个, $P_{1q}$ 为第一指向单位向量的起点坐标中的一个, $\alpha$ 为起点转换系数;在第三算法中, $P_{jz}$ 为X轴终点矫正坐标为 $X_{zj}$ 、Y轴终点矫正坐标为 $Y_{zj}$ 以及Z轴终点矫正坐标为 $Z_{zj}$ 中的一个, $P_{1z}$ 为第一指向单位向量的终点坐标中的一个, $\beta$ 为终点转换系数。

[0023] 超短半径水平井万向打孔筛管完井系统的完井方法,所述完井方法包括如下步骤:

[0024] 步骤S1、启动修井机带动钻杆将导斜器下入井筒内的设计深度;

[0025] 步骤S2、使用动力水龙头进行套管开窗;根据导斜器的斜面长度和设计需要,钻井到预设井深,并同时完成对套管窗口的抛光打磨;

[0026] 步骤S3、将底部钻具由工作管柱送至窗口;采用陀螺仪多次定位测量并确定钻具的马达方向,按照预设的设计方向,开始造斜滑动钻进;同时下入随钻测量仪进行实时监测,并以随钻测量仪采集到不受磁性干扰的数据作为正确的数据;根据随钻测量仪实时监测的数据和陀螺仪测量的数据进行处理,准确预测造斜段终点的井斜和方位,完成造斜段的作业;

[0027] 步骤S4、使用小角度的泥浆马达钻具钻水平段,同时使用的钻杆的长度根据设计的水平段的长度进行调整;下钻到套管窗口之上5-10米,下入随钻测量仪并坐挂到钻杆里;继续下钻到底,根据造斜段结束点的井斜和方位,以及根据随钻测量仪实时监测的数据和陀螺仪测量的数据,调整井斜和方位到预测值;使用动力水龙头旋转钻进,确保井眼平滑;根据实时的井眼轨迹和岩屑录井情况,精确控制井眼在油层里钻进;按照设计钻达完钻井深,起出钻具;

[0028] 步骤S5、组合万向筛管,组合方式自下而上为:牛鼻导头、万向筛管、反扣接头、反扣丢手以及钻杆,钻杆连接转盘面;

[0029] 步骤S6、滑动下放上述筛管完井组合通过造斜段并送达设计深度;

[0030] 步骤S7、提起钻杆柱至正常悬重;

[0031] 步骤S8、缓慢转动工作管柱,从反扣丢手中退出;

[0032] 步骤S9、起钻,甩下钻杆和上部的反扣接头。



[0033] 进一步地,所述S3还包括:每隔第一时间获取一次陀螺仪以及随钻测量仪检测的数据,陀螺仪的检测数据包括钻具的第一指向方位,所述随钻测量仪的检测数据包括钻具钻进路径的第二指向方位;

[0034] 根据第一指向方位和第二指向方位建立三维坐标系,设定X、Y、Z轴,分别选取第一单位量的第一指向方位和第二指向方位并记作第一指向单位向量和第二指向单位向量;分别将第一指向单位向量和第二指向单位向量置于三维坐标系中;

[0035] 获取第一指向单位向量的起点坐标  $(X1q, Y1q, Z1q)$  和终点坐标  $(X1z, Y1z, Z1z)$ , 获取第二指向单位向量的起点坐标  $(X2q, Y2q, Z2q)$  和终点坐标  $(X2z, Y2z, Z2z)$ ;

[0036] 获取若干次获取的第一指向单位向量的起点坐标和终点坐标以及第二指向单位向量的起点坐标和终点坐标,再分别将X轴的起点坐标、Y轴的起点坐标以及Z轴的起点坐标带入第一算法计算出X轴起点偏差值、Y轴起点偏差值以及Z轴起点偏差值,分别将X轴的终点坐标、Y轴的终点坐标以及Z轴的终点坐标带入第一算法计算出X轴终点偏差值、Y轴终点偏差值以及Z轴终点偏差值;

[0037] 将X轴起点偏差值、Y轴起点偏差值以及Z轴起点偏差值分别带入第二算法中求得X轴起点矫正坐标为 $Xqj$ 、Y轴起点矫正坐标为 $Yqj$ 以及Z轴起点矫正坐标为 $Zqj$ ,将X轴终点偏差值、Y轴终点偏差值以及Z轴终点偏差值带入第三算法中求得X轴终点矫正坐标为 $Xzj$ 、Y轴终点矫正坐标为 $Yzj$ 以及Z轴终点矫正坐标为 $Zzj$ ;

[0038] 获取起点矫正坐标  $(Xqj, Yqj, Zqj)$  以及终点矫正坐标  $(Xzj, Yzj, Zzj)$ , 连接起点矫正坐标和终点矫正坐标形成矫正方位向量,根据矫正方位向量及时调整钻具的方位。

[0039] 本发明的有益效果:本发明通过采用陀螺仪多次定位测量并确定钻具的马达方向,按照预设的设计方向,开始造斜滑动钻进;同时下入随钻测量仪进行实时监测,并以随钻测量仪采集到不受磁性干扰的数据作为正确的数据;根据随钻测量仪实时监测的数据和陀螺仪测量的数据进行处理,能够准确预测造斜段终点的井斜和方位,提高造斜段的钻进精准度,从而提高完井的质量。

[0040] 本发明设置多组万向筛管且万向筛管上均匀设置钻孔,万向筛管每节之间由万向节连接,柔韧性好,对不规则井眼可通过性高,不受狗腿度影响,长度可按需要直接下到井底,抗压强度高,不易变形,有效支撑井壁、防塌防砂防垢;筛管外部可以采用绕丝结构,防砂效果更好。

## 附图说明

[0041] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0042] 图1为本发明的系统原理框图;

[0043] 图2为本发明的方法流程图;

[0044] 图3为万向筛管、反扣接头和反扣丢手的结构示意图;

[0045] 图4为水平井的结构示意图。

[0046] 图中:1、修井机;2、钻井机构;21、第一钻井组件;22、第二钻井组件;23、导斜器;24、动力水龙头;3、地面控制机构;31、造斜段钻进单元;32、水平段钻进单元;33、下管控制单元;4、下管机构;41、万向筛管;411、开孔;42、反扣接头;43、反扣丢手;5、检测机构;51、陀

螺仪;52、随钻测量仪;61、直井段;62、造斜段;63、水平段。

### 具体实施方式

[0047] 为使本发明实现的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解,下面结合具体实施方式,进一步阐述本发明。

[0048] 请参阅图1、图3和图4,超短半径水平井万向打孔筛管完井系统,所述水平井包括直井段61、造斜段62以及水平段63,所述完井系统包括修井机1、钻井机构2、检测机构5、下管机构4以及地面控制机构3,所述修井机1、钻井机构2、检测机构5以及下管机构4分别与地面控制机构3电连接,所述修井机1用于带动钻井机构2进行钻井作业,所述检测机构5用于获取钻井过程中的钻井数据,所述下管机构4用于钻井后送入筛管,所述地面控制机构3用于对预设的钻井数据和实时获取的钻井过程中的钻井数据进行处理,并通过修井机1及时调整钻井机构2的钻井作业,修井机1利用350及以上型号。

[0049] 所述钻井机构2包括第一钻井组件21和第二钻井组件22,所述第一钻井组件21和第二钻井组件22的底部分别设置有导斜器23以及动力水龙头24,所述导斜器23用于打磨套管窗口,所述动力水龙头24用于打磨井壁;所述第一钻井组件21用于水平井的直井段61和造斜段62的钻进;所述第二钻井组件22用于水平井的水平段63的钻进;导斜器23的外径为114mm。导斜器23也叫斜向器或造斜器。它是引导磨铣工具从一侧磨铣套铣管形成窗口的专用工具。

[0050] 所述第一钻井组件21包括第一钻杆和第一钻具,所述第一钻杆与修井机1的转盘面可拆卸连接,所述第一钻具安装在第一转杆底部;第一钻杆采用G105钻杆。

[0051] 所述第二钻井组件22包括第二钻杆和第二钻具,所述第二钻杆与修井机1的转盘面可拆卸连接,所述第二钻具安装在第二转杆底部。

[0052] 所述检测机构5包括陀螺仪51和随钻测量仪52,所述陀螺仪51用于检测并确定钻具的第一指向方位,所述随钻测量仪52用于检测具钻进路径的第二指向方位。随钻测量仪52采用MWD测量仪。随钻测量仪52包括探测管、脉冲器以及压力传感器,探测管测量信号通过脉冲器发出泥浆脉冲,通过压力传感器将信号传输至地面控制机构3进行信号转化。

[0053] 所述下管机构4包括牛鼻导头、若干万向筛管41、若干反扣接头42以及若干反扣丢手43,所述万向筛管41上开设有若干开孔411,且万向筛管41外部包裹有绕丝层,所述下管机构4的最底部一组的连接顺序为牛鼻导头、万向筛管41、反扣接头42以及反扣丢手43,所述反扣接头42和反扣丢手43万向连接。万向筛管41的单根长度1.0米、外径为60.3mm,采用不锈钢材质(或CrMo材质),万向筛管41设置有若干开孔411,开孔411孔径 $10 \pm 0.5$ mm,开孔411采用每圈4孔、孔间距50.8mm、每尺48孔以及孔隙率6.5%;孔隙率,是指块状材料中孔隙体积与材料在自然状态下总体积的百分比。孔隙率包括真孔隙率,闭孔隙率和先孔隙率。反扣接头42采用不锈钢材质(或CrMo材质),适配2-3/8油管;牛鼻导头的开孔411内径为75mm。

[0054] 所述地面控制机构3配置有造斜段钻进单元31、水平段钻进单元32以及下管控制单元33;

[0055] 所述造斜段钻进单元31配置有造斜段62钻进策略,所述造斜段62钻进策略包括:将第一钻具由工作管柱送至窗口;采用陀螺仪51多次定位测量并确定第一钻具的马达方向,按照预设的设计方向,开始造斜滑动钻进;同时下入随钻测量仪52进行实时监测,并以

随钻测量仪52采集到不受磁性干扰的数据作为正确的数据;根据随钻测量仪52实时监测的数据和陀螺仪51测量的数据进行处理,准确预测造斜段62终点的井斜和方位,完成造斜段62的作业;

[0056] 所述水平段钻进单元32配置有水平段63钻进策略,所述水平段63钻进策略包括:使用第二钻具钻水平段63,同时使用的第二钻杆的长度根据设计的水平段63的长度进行调整;下钻到套管窗口之上5-10米,下入随钻测量仪52并坐挂到钻杆里;继续下钻到底,根据造斜段62结束点的井斜和方位,以及根据随钻测量仪52实时监测的数据和陀螺仪51测量的数据,调整井斜和方位到预测值;使用动力水龙头24旋转钻进,确保井眼平滑;根据实时的井眼轨迹和岩屑录井情况,精确控制井眼在油层里钻进;按照设计钻达完钻井深,起出钻具;

[0057] 所述下管控制单元33配置有下管控制策略,所述下管控制策略包括:组合万向筛管41,组合方式自下而上为:牛鼻导头、万向筛管41、反扣接头42、反扣丢手43以及钻杆,钻杆连接转盘面;滑动下放上述万向筛管41组合通过造斜段62并送达设计深度;提起钻杆柱至正常悬重;缓慢转动工作管柱,从反扣丢手43中退出;起钻,甩下钻杆和上部的反扣接头42。

[0058] 所述造斜段62钻进策略还包括:每隔第一时间获取一次陀螺仪51以及随钻测量仪52检测的数据,陀螺仪51的检测数据包括钻具的第一指向方位,所述随钻测量仪52的检测数据包括第一钻具钻进路径的第二指向方位;

[0059] 根据第一指向方位和第二指向方位建立三维坐标系,设定X、Y、Z轴,分别选取第一单位量的第一指向方位和第二指向方位并记作第一指向单位向量和第二指向单位向量;分别将第一指向单位向量和第二指向单位向量置于三维坐标系中;

[0060] 获取第一指向单位向量的起点坐标  $(X1q, Y1q, Z1q)$  和终点坐标  $(X1z, Y1z, Z1z)$ , 获取第二指向单位向量的起点坐标  $(X2q, Y2q, Z2q)$  和终点坐标  $(X2z, Y2z, Z2z)$ ;

[0061] 获取若干次获取的第一指向单位向量的起点坐标和终点坐标以及第二指向单位向量的起点坐标和终点坐标,再分别将X轴的起点坐标、Y轴的起点坐标以及Z轴的起点坐标带入第一算法计算出X轴起点偏差值、Y轴起点偏差值以及Z轴起点偏差值,分别将X轴的终点坐标、Y轴的终点坐标以及Z轴的终点坐标带入第一算法计算出X轴终点偏差值、Y轴终点偏差值以及Z轴终点偏差值;

[0062] 将X轴起点偏差值、Y轴起点偏差值以及Z轴起点偏差值分别带入第二算法中求得X轴起点矫正坐标为 $Xqj$ 、Y轴起点矫正坐标为 $Yqj$ 以及Z轴起点矫正坐标为 $Zqj$ ,将X轴终点偏差值、Y轴终点偏差值以及Z轴终点偏差值带入第三算法中求得X轴终点矫正坐标为 $Xzj$ 、Y轴终点矫正坐标为 $Yzj$ 以及Z轴终点矫正坐标为 $Zzj$ ;

[0063] 获取起点矫正坐标  $(Xqj, Yqj, Zqj)$  以及终点矫正坐标  $(Xzj, Yzj, Zzj)$ , 连接起点矫正坐标和终点矫正坐标形成矫正方位向量,根据矫正方位向量及时调整第一钻具的方位。

[0064] 所述第一算法配置为: $P_i = (A_1 - B_1) + (A_2 - B_2) \dots + (A_i - B_i)$ ; 所述第二算法配置为: $P_{jq} = \alpha (P_{1q} + P_i)$ ; 所述第三算法配置为: $P_{jz} = \beta (P_{1z} + P_i)$ ; 其中,在第一算法中, $P_i$ 为X轴起点偏差值、Y轴起点偏差值、Z轴起点偏差值、X轴终点偏差值、Y轴终点偏差值以及Z轴终点偏差值中的一种, $A$ 为第一指向单位向量的起点坐标或终点坐标, $B$ 为第二指向单位向量的起点坐标或终点坐标, $i$ 为获取的第一指向单位向量或第二指向单位向量的数量;通过第一算法进行

计算时,需要进行坐标对应,具体为第一指向单位向量的起点坐标和第二指向单位向量的起点坐标一一对应带入,第一指向单位向量的终点坐标和第二指向单位向量的终点坐标一一对应带入;在第二算法中, $P_{jq}$ 为X轴起点矫正坐标为 $X_{qj}$ 、Y轴起点矫正坐标为 $Y_{qj}$ 以及Z轴起点矫正坐标为 $Z_{qj}$ 中的一个, $P_{1q}$ 为第一指向单位向量的起点坐标中的一个, $\alpha$ 为起点转换系数;在第三算法中, $P_{jz}$ 为X轴终点矫正坐标为 $X_{zj}$ 、Y轴终点矫正坐标为 $Y_{zj}$ 以及Z轴终点矫正坐标为 $Z_{zj}$ 中的一个, $P_{1z}$ 为第一指向单位向量的终点坐标中的一个, $\beta$ 为终点转换系数。

[0065] 如获取的第一指向单位向量或第二指向单位向量的数量为十次,此时*i*为10。

[0066] 请参阅图2,超短半径水平井万向打孔筛管完井系统的完井方法,所述完井方法包括如下步骤:

[0067] 步骤S1、启动修井机1带动钻杆将导斜器23下入井筒内的设计深度;

[0068] 步骤S2、使用动力水龙头24进行套管开窗;根据导斜器23的斜面长度和设计需要,钻井到预设井深,并同时完成对套管窗口的抛光打磨;

[0069] 步骤S3、将底部钻具由工作管柱送至窗口;采用陀螺仪51多次定位测量并确定钻具的马达方向,按照预设的设计方向,开始造斜滑动钻进;同时下入随钻测量仪52进行实时监测,并以随钻测量仪52采集到不受磁性干扰的数据作为正确的数据;根据随钻测量仪52实时监测的数据和陀螺仪51测量的数据进行处理,准确预测造斜段62终点的井斜和方位,完成造斜段62的作业;

[0070] 每隔第一时间获取一次陀螺仪51以及随钻测量仪52检测的数据,陀螺仪51的检测数据包括钻具的第一指向方位,所述随钻测量仪52的检测数据包括钻具钻进路径的第二指向方位;

[0071] 根据第一指向方位和第二指向方位建立三维坐标系,设定X、Y、Z轴,分别选取第一单位量的第一指向方位和第二指向方位并记作第一指向单位向量和第二指向单位向量;分别将第一指向单位向量和第二指向单位向量置于三维坐标系中;

[0072] 获取第一指向单位向量的起点坐标( $X_{1q}, Y_{1q}, Z_{1q}$ )和终点坐标( $X_{1z}, Y_{1z}, Z_{1z}$ ),获取第二指向单位向量的起点坐标( $X_{2q}, Y_{2q}, Z_{2q}$ )和终点坐标( $X_{2z}, Y_{2z}, Z_{2z}$ );

[0073] 获取若干次获取的第一指向单位向量的起点坐标和终点坐标以及第二指向单位向量的起点坐标和终点坐标,再分别将X轴的起点坐标、Y轴的起点坐标以及Z轴的起点坐标带入第一算法计算出X轴起点偏差值、Y轴起点偏差值以及Z轴起点偏差值,分别将X轴的终点坐标、Y轴的终点坐标以及Z轴的终点坐标带入第一算法计算出X轴终点偏差值、Y轴终点偏差值以及Z轴终点偏差值;

[0074] 将X轴起点偏差值、Y轴起点偏差值以及Z轴起点偏差值分别带入第二算法中求得X轴起点矫正坐标为 $X_{qj}$ 、Y轴起点矫正坐标为 $Y_{qj}$ 以及Z轴起点矫正坐标为 $Z_{qj}$ ,将X轴终点偏差值、Y轴终点偏差值以及Z轴终点偏差值带入第三算法中求得X轴终点矫正坐标为 $X_{zj}$ 、Y轴终点矫正坐标为 $Y_{zj}$ 以及Z轴终点矫正坐标为 $Z_{zj}$ ;

[0075] 获取起点矫正坐标( $X_{qj}, Y_{qj}, Z_{qj}$ )以及终点矫正坐标( $X_{zj}, Y_{zj}, Z_{zj}$ ),连接起点矫正坐标和终点矫正坐标形成矫正方位向量,根据矫正方位向量及时调整钻具的方位;

[0076] 步骤S4、使用小角度的泥浆马达钻具钻水平段63,同时使用的钻杆的长度根据设计的水平段63的长度进行调整;下钻到套管窗口之上5-10米,下入随钻测量仪52并坐挂到钻杆里;继续下钻到底,根据造斜段62结束点的井斜和方位,以及根据随钻测量仪52实时监

测的数据和陀螺仪51测量的数据,调整井斜和方位到预测值;使用动力水龙头24旋转钻进,确保井眼平滑;根据实时的井眼轨迹和岩屑录井情况,精确控制井眼在油层里钻进;按照设计钻达完钻井深,起出钻具;

[0077] 步骤S5、组合万向筛管41,组合方式自下而上为:牛鼻导头、万向筛管41、反扣接头42、反扣丢手43以及钻杆,钻杆连接转盘面;

[0078] 步骤S6、滑动下放上述筛管完井组合通过造斜段62并送达设计深度;

[0079] 步骤S7、提起钻杆柱至正常悬重;

[0080] 步骤S8、缓慢转动工作管柱,从反扣丢手43中退出;

[0081] 步骤S9、起钻,甩下钻杆和上部的反扣接头42。

[0082] 最后应说明的是:以上所述实施例,仅为本发明的具体实施方式,用以说明本发明的技术方案,而非对其限制,本发明的保护范围并不局限于此,尽管参照前述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:任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改或可轻易想到变化,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改、变化或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例技术方案的精神和范围,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

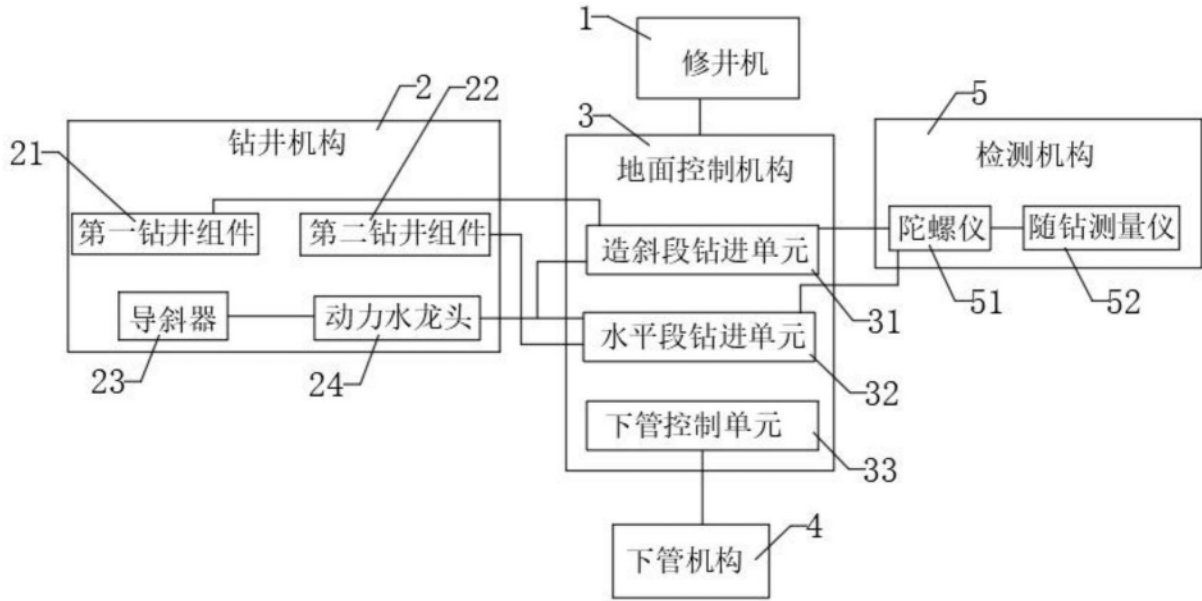


图1

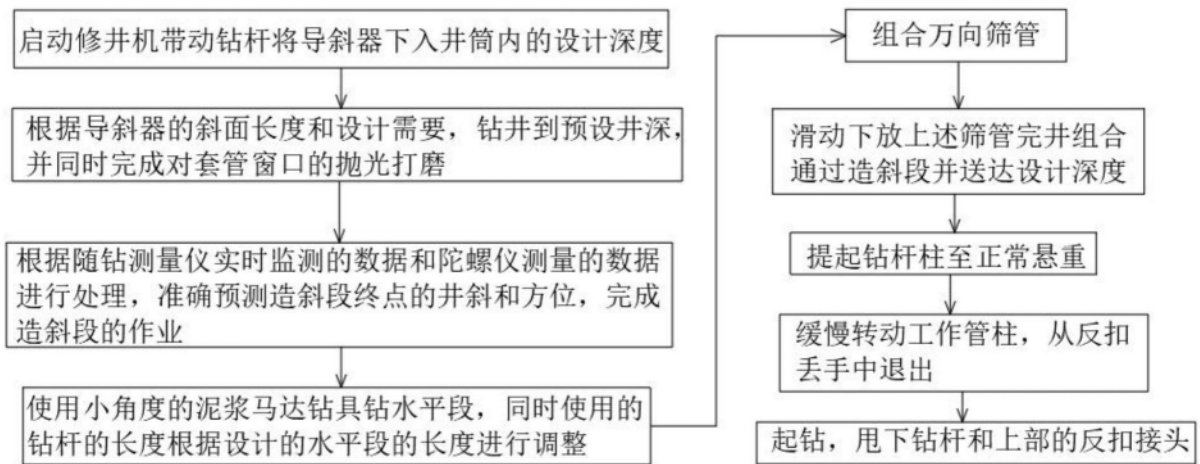


图2

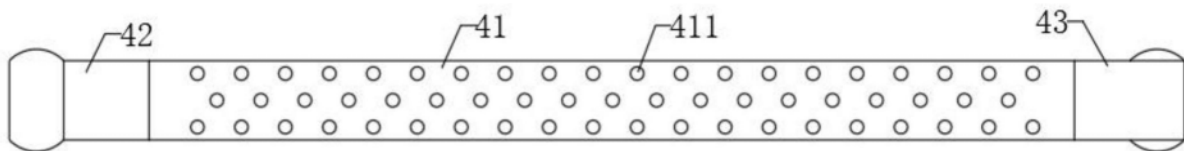


图3

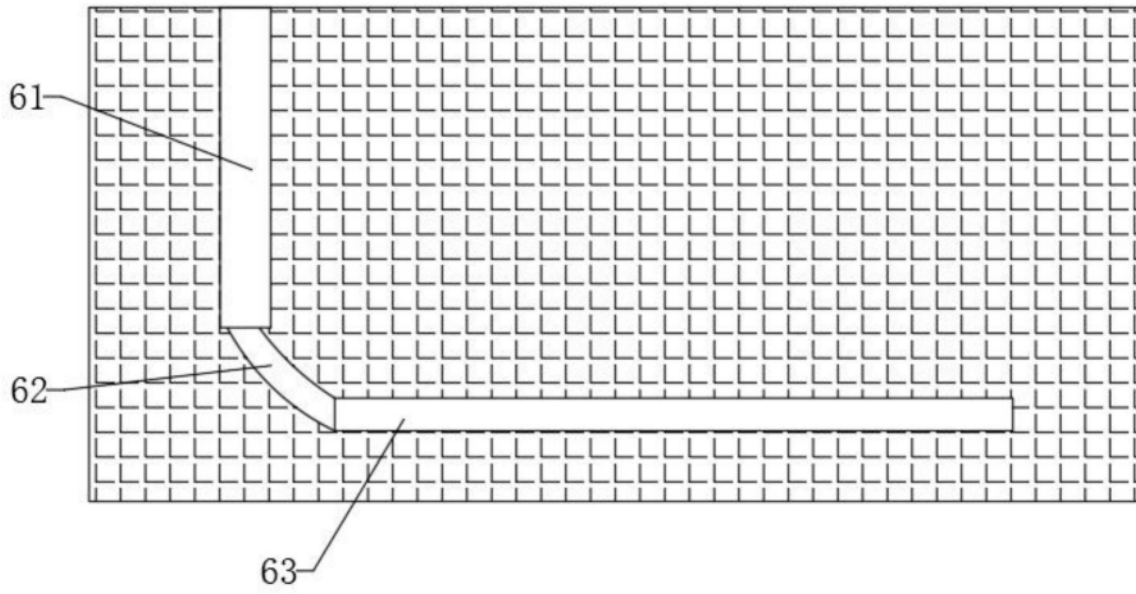


图4