



(21) 申请号 202411051064.4

(22) 申请日 2024.08.01

(71) 申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路92号

(72) 发明人 何理 张福斌 孙同 程楷文

(74) 专利代理机构 宜昌市三峡专利事务所

42103

专利代理师 余山

(51) Int. Cl.

G01N 1/08 (2006.01)

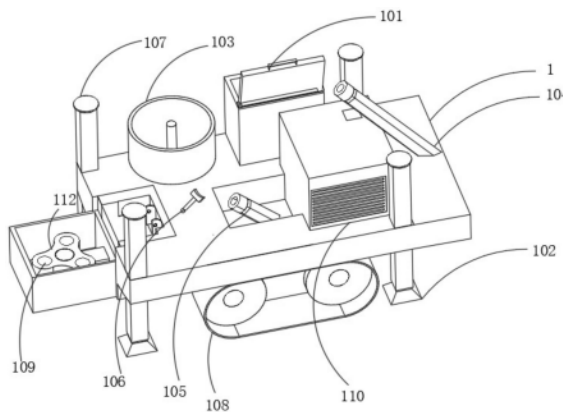
权利要求书6页 说明书17页 附图9页

(54) 发明名称

一种污染场地高保真采样装置及方法

(57) 摘要

一种污染场地高保真采样装置及方法,其装置包括车体组块,在车体组块上安装有动力组块,动力组块包括驱座、转轴、升降滑块、主控组件、固定架、卷扬机、桅杆、第一液压杆、第二液压杆、升降导轨;在车体组块上倾斜设置有第一液压杆、第二液压杆,第一液压杆、第二液压杆的下端通过第一支撑液压缸、第二支撑液压缸与车体组块的支架连接,第一液压杆、第二液压杆的上端与固定架固定连接,固定架顶部设有卷扬机和桅杆。本发明的目的是为了解决现有土壤样品采集技术中存在的装置的密封性不足以及结构单一、不对称,在复杂土层和深层土层中取样时样本保真性不足的技术问题,而提出的一种污染场地高保真采样技术。



1. 一种污染场地高保真采样装置,其特征在于:包括车体组块(1),在车体组块(1)上安装有动力组块(4),动力组块(4)包括驱座(401)、转轴(402)、升降滑块(403)、主控组件(404)、固定架(405)、卷扬机(406)、桅杆(407)、第一液压杆(408)、第二液压杆(409)、升降导轨(410);

在车体组块(1)上倾斜设置有第一液压杆(408)、第二液压杆(409),第一液压杆(408)、第二液压杆(409)的下端通过第一支撑液压缸(104)、第二支撑液压缸(105)与车体组块(1)的支架连接,第一液压杆(408)、第二液压杆(409)的上端与固定架(405)固定连接,固定架(405)顶部设有卷扬机(406)和桅杆(407),桅杆(407)的底端安装固定在固定架(405)的顶端,卷扬机(406)安装固定在固定架(405)顶端的两侧,卷扬机(406)内设有钢丝绳,钢丝绳与安装固定在桅杆(406)上的滑轮组滑动连接,在固定架(405)内部安装有升降导轨(410),升降滑块(403)滑动连接在升降导轨(410)上,主控组件(404)的一端与升降滑块(403)的自由端固定连接,主控组件(404)的另一端固定连接在竖向设置的转轴(402)的上端,转轴(402)的下端与驱座(401)的上端旋转式连接。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,动力组块(4)与钻具组块(3)连接,钻具组块(3)包括液压直推钻具(302)、螺旋直推钻具(303)、振动螺旋钻具(304)其中的一种或多种;

钻具通过第一钻具夹(44)安装固定在驱座(401)上,驱座(401)水平向布置,驱座(401)的上端中部与竖向设置的转轴(402)的底端旋转式连接;驱座(401)包括3个用于安装液压直推钻具(302)、螺旋直推钻具(303)、振动螺旋钻具(304)的安装单元,安装单元包括内部的圆形开口,3个安装单元的圆形开口的中心的连线可形成等边三角形;每个安装单元均包括伺服电机(41),伺服电机(41)的电机轴水平设置,且电机轴的自由端与齿轮(42)的中心固定连接,齿轮(42)的齿与转轮(43)的齿啮合,转轮(43)的内壁安装固定有可伸缩的第一钻具夹(44)。

3. 根据权利要求2所述的装置,其特征在于,安装单元内的第一钻具夹(44)由上下排列的多个圆弧状夹片和圆弧状凹槽底座组成,工作时第一钻具夹片伸展弹出用于固定夹紧钻具,可保证转轮(43)在旋转时可同时带动钻具的旋转,夹片不工作时收缩于凹槽底座中,保证钻具能自由穿过驱座(401);转轮(43)在被伺服电机(41)驱动和齿轮(42)的传动后通过第一钻具夹(44)夹紧带动整个钻具旋转。

4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,车体组块(1)的一侧且位于钻具模块(3)的下方设置有定位框(111),定位框(111)的内部固定设置有定位架(112),定位架(112)上设置有多组圆形钻具定位固定孔(109),多个钻具定位固定孔(109)的中心的连线可形成等边三角形,多个钻具定位固定孔(109)的圆心与驱座(401)安装单元的多个圆形开口的圆心分别对应的连线均垂直于地面;钻具定位固定孔(109)的内壁安装固定有可伸缩的第二钻具夹,钻具定位固定孔(109)内的第二钻具夹由上下排列的多个圆弧状夹片和圆弧状凹槽底座组成,精确控制钻具固定或放松;工作时第二钻具夹伸展弹出用于固定钻具,不工作时夹片收缩于凹槽底座中,可保证钻具自由穿过钻具定位固定孔(109),同时在钻进过程中,钻具穿过钻具定位固定孔(109),钻具定位固定孔(109)可通过限制钻具的横向位移从而精确保持钻具垂直向下不发生偏移。

5. 根据权利要求2所述的装置,其特征在于,液压直推钻具(302)、螺旋直推钻具(303)、

振动螺旋钻具(304)的内部垂向均设有密封保真装置(31),密封保真装置(31)为中空圆柱体状,样品内管(33)从密封保真装置(31)的中空部分穿入并与其紧密贴合,成为组合套管;密封保真装置(31)底端与样品内管(33)管壁的底端抵在钻头(301)的上方,使得钻头(301)的开口与样品内管(33)中空部分相对合,钻头(301)的开口与样品内管(33)中空部分的横截面大小相同;密封保真装置(31)上端与两个可伸缩的卡块(30)的一端固定连接,卡块(30)伸展后置于钻具内壁相应位置的卡槽,使钻具与密封保真装置(31)稳定连接,保证在向下钻进或旋转过程中不会出现相对位移;样品内管(33)用于钻具在向下钻进的过程中进行土壤样品的采集。

6.根据权利要求5所述的装置,其特征在于,密封保真装置(31)与样品内管(33)组合后在纵向可分为多个样品储存单元(311),样品储存单元与样品储存单元之间设有空心夹层(34),且空心夹层(34)设在密封保真装置(31)的管壁(35)内部,空心夹层(34)内设有切割密封机构,在土样样品采集结束后,切割密封机构对样品内管(33)及其内部土样进行分段切割并密封储存。

7.根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述切割密封机构包括导轨组件(37)、切割密封组件,导轨组件(37)包括在空心夹层(34)中对称设置的第一导轨、第二导轨;切割密封组件包括在空心夹层(34)中的第一切割密封片、第二切割密封片,对称设置的第一导轨、第二导轨的外端与密封保真装置(31)内部管壁(35)固定连接,第一导轨的滑轨端与第一伸缩杆的固定端连接,第一伸缩杆的伸缩端与第一切割密封片的外侧固定连接;第二导轨的滑轨端与第二伸缩杆的固定端连接,第二伸缩杆的伸缩端与第二切割密封片的外侧固定连接;通过第一伸缩杆、第二伸缩杆的伸缩,可使第一切割密封片、第二切割密封片做相互接近或远离的运动,在两者相对运动过程中,第一切割密封片、第二切割密封片完成对土壤的切割,当两刀片重合时可实现紧密对齐,进而完成样品内管(33)的分段密封,从而使土壤样品留在对应的样品储存单元(311)中。

8.根据权利要求7所述的装置,其特征在于,使用密封保真装置(31)与样品内管(33)对目标土壤进行样品的采集时,采用以下步骤:

步骤1:将样品内管(33)从密封保真装置(31)中间穿入并紧密贴合,使其成为组合套管,再将组合套管内置于内部设有套管容纳腔、且底端开口的钻具中;

步骤2:使钻具缓慢钻进目标土壤,此时土壤会从样品内管(33)的土壤采集口进入;

步骤3:土壤样品从最下端的样品储存单元(311)的入口进入,然后从下至上依次填满各个样品储存单元(311);

步骤4:在土壤样品填满组合套管的各个样品储存单元(311)内部之后,使空心夹层(34)内部的第一伸缩杆、第二伸缩杆伸缩,使得第一切割密封片、第二切割密封片做相互接近的运动,进而使第一切割密封片、第二切割密封片对样品内管(33)及其内部土壤切割并分段密封;

步骤5:在密封完成后,将钻具从土壤中抽出,从钻具中取出组合套管,并依次取出各样品储存单元(311)内的土样;

通过以上步骤实现不同深度土壤在多个样品储存单元(311)中的分段密封储存。

9.根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述车体组块(1)上方布置有置物箱(101),置物箱(101)旁安装有监控升降台(103),监控升降台(103)为空心柱体形,车体组块

(1) 下四角安装有液压升降腿 (102), 车体组块 (1) 尾部安装有第一支撑液压缸 (104), 第一支撑液压缸 (104) 前端安装有动力系统箱 (110), 动力系统箱 (110) 前部安装有第二支撑液压缸 (105), 第二支撑液压缸 (105) 前端安装有支撑杆 (106), 支撑杆 (106) 前端安装有钻具定位固定孔 (109), 液压升降腿顶部 (102) 安装有小监控台 (107), 车体组块 (1) 下部安装有履带 (108);

车体组块 (1) 上部安装有视觉组块 (2), 视觉组块 (2) 包括主监控护盖 (201)、升降组件 (202)、小监控组 (203), 升降组件 (202) 监控升降台 (103) 内部, 升降组件 (202) 由3节伸缩杆纵向布置构成, 升降组件 (202) 顶部旋转连接有视觉监控头 (204), 主监控护盖 (201) 安装固定在视觉监控头 (204) 顶部, 小监控台 (107) 上端旋转连接有小监控组 (203)。

10. 一种污染场地采样方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

步骤1: 启动采样装置, 激活视觉组块 (2), 通过小监控组 (203) 精确定位采样位置及监测周围环境情况, 视觉监控头 (204) 升起, 为监测采样过程做准备, 确保各项操作符合规范;

步骤2: 车体组块 (1) 根据视觉组块 (2) 定位信息, 进行移动, 定位到采样点的上方, 液压升降腿 (102) 工作抬高设备, 确保整体水平稳定;

步骤3: 动力系统提供能源, 第一支撑液压缸 (104) 和第二支撑液压缸 (105) 开始工作, 推出第一液压杆 (408) 和第二液压杆 (409), 同时支撑杆 (106) 支撑第二液压杆 (409), 确保设备整体结构稳定, 并支撑起整个动力组块 (4), 使动力组块 (4) 的固定架 (405) 垂直于地面, 并确保与钻具定位固定孔 (109) 对应;

步骤4: 动力组块 (4) 的升降滑块 (403) 沿着固定架 (405) 中的升降导轨 (410) 向下移动, 固定连接在升降滑块 (403) 上的主控组件 (404) 同时跟随其向下移动, 驱座 (401) 中的伺服电机 (41) 准备工作;

步骤5: 采样装置判断土壤类型和确定采样深度:

若待采样土壤类型为软粘土或砂土层, 则使用液压直推钻具;

若待采样土壤类型为中度混合土层, 则使用螺旋直推钻具;

若待采样土壤类型为坚硬岩层, 则使用振动螺旋钻具;

若采样深度小于一个钻具长度, 则采用一次式采样, 进入步骤6;

若采样深度大于一个钻具长度, 则采用旋转切换式采样, 进入步骤7;

步骤6、判断是否需要多次取样:

若需要多次取样, 则安装两个或三个钻具, 钻具类型根据步骤5所选, 同时取多个土样, 套入组合套管, 进入步骤8;

若不需多次取样, 则安装一个钻具, 钻具类型根据步骤5所选, 一次取一个土样, 套入组合套管, 进入步骤8;

步骤7、针对不同类型土壤, 不同的钻进深度, 选择不同的钻具, 进行旋转切换式采样, 并对采样过程进行智能优化, 以使用三种钻具钻进为例 (可组合不同类型钻具进行采样), 包括以下子步骤:

步骤7-1、将液压直推钻具、螺旋直推钻具和振动螺旋钻具内部套入内管, 并安装至驱座上, 驱座内部的第一钻具夹夹紧三个钻具;

步骤7-2、液压直推钻具在动力组块驱动下, 向下运动, 同时驱座内部夹住螺旋直推钻具和振动螺旋钻具的第一钻具夹放松, 钻具定位固定孔中的第二钻具夹工作, 夹紧螺旋直

推钻具和振动螺旋钻具,液压直推钻具透过钻具定位固定孔对土壤进行取样,同时进入步骤7-3;

步骤7-3、在采样过程智能控制系统中进行实时优化及反馈,包括以下子步骤:

步骤7-3-1:钻进过程中,传感系统实时将钻进采样情况上传并保存至状态空间数据库;

步骤7-3-2:判定器1判断当前土壤钻进类型是否发生变化,若土壤类型改变,通过旋转切换至合适钻具继续取样;

若土壤类型未改变,则不断迭代优化钻进速度、旋转速度、振动频率等参数,进入步骤7-3-3;

步骤7-3-3:将当前钻进状态输入至状态空间优化模型,迭代优化钻进速度、振动频率这些参数,并将优化参数以信号形式反馈给主控组件,主控组件对钻进参数进行调控;

具体优化过程如下,以采样装置消耗总成本 $C(w)$ 之和最低,以及采样效率最高,即采样时间 $T(s)$ 最短和土样扰动影响函数 I 最小,建立多目标优化方程:

$$\begin{cases} \text{Min } C(w) = \sum_{i=1}^n p_i(r, g, z) t_i(h_i) + \sum_{i=1}^n n_i q_i \\ \text{Min } T = \sum_{i=1}^n t_i(h_i) \\ \text{Min } I = I(P_r, P_g, P_z, \min \Delta V) \end{cases}$$

其中, n 为三种钻具类型, $n=1$ 为液压直推钻具, $n=2$ 为螺旋直推钻具, $n=3$ 为液压直推钻具; $p_i(r, g, z)$ 为第 i 种类型钻具单位时间所消耗的能源成本, r, g, z 分别为液压、螺旋、振动类型; $t_i(h_i)$ 为第 i 种类型钻具钻进所用的时间; n_i 为第 i 种类型钻具的个数; q_i 为第 i 种类型钻具的单位成本造价; $I(P_r, P_g, P_z, \Delta V)$ 为土壤扰动影响函数, P_r, P_g, P_z 分别为液压、螺旋、振动的运行功率, $\min \Delta V$ 为土体取样前后体积变化最小值;

优化模型的约束条件为:

$\sum_{i=1}^n h_i \leq h_{total}$, h_{total} 为目标采样总深度;

$t_i(h_i) \leq t_i(h_i)_m$, $t_i(h_i)_m$ 为额定功率行功率下为第 i 种类型钻具钻进所用的时间;

$P_r, P_g, P_z \leq P_{rm}, P_{gm}, P_{zm}$, P_{rm}, P_{gm}, P_{zm} 分别为液压、螺旋、振动的额定运行功率;

上述优化模型的求解方法可不限定使用多目标粒子群算法在内的多种算法;

步骤7-4、取样结束,动力组块提升至初始位置并取出样品,随后驱座内部的第一钻具夹工作,夹紧螺旋直推钻具和振动螺旋钻具,钻具定位固定孔中相应的第二钻具夹放松,动力组块继续提升,直至所有钻具脱离钻具定位固定孔,取出液压直推钻具中的土样,并将钻具重新安装至驱座,随后主控组件下的转轴工作,驱动驱座旋转,使得螺旋直推钻具对准直推钻具取样后的孔位;

步骤7-5、螺旋直推钻具在动力组块驱动下,向下运动,同时驱座内部夹紧液压直推钻具和振动螺旋钻具的第一钻具夹放松,钻具定位固定孔中相应的第二钻具夹工作,夹紧液压直推钻具和振动螺旋钻具,螺旋直推钻具透过钻具定位固定孔进入到先前的取样孔中,随后钻具定位固定孔中夹住螺旋直推钻具的第二钻具夹放松,使得螺旋直推钻具落入孔中;

步骤7-6、动力组块提升,提升至液压直推钻具和振动螺旋钻具的顶端,随后驱座内部的第一钻具夹工作,钻具定位固定孔中的第二钻具夹放松,动力组块继续提升,直至液压直推钻具和振动螺旋钻具脱离钻具定位固定孔,随后主控组件下的转轴工作,驱动驱座旋转,

使得液压直推钻具对准螺旋直推钻具；

步骤7-7、液压直推钻具在动力组块驱动下，向下运动，同时驱座内部夹住振动螺旋钻具的第一钻具夹放松，钻具定位固定孔中相应的第二钻具夹工作，夹紧振动螺旋钻具，使得液压直推钻具与螺旋直推钻具顶部对接，对接后驱座中的第一钻具夹工作，伺服电机驱动转轮也开始工作，使得整个对接后的钻具开始旋转直推进行取样，并在取样过程中进行步骤7-3的优化过程；

步骤7-8、取样结束，动力组块提升，将组合钻具提升，人工将组合钻具拿出，取出土样，并替换成一个与对接后钻具等长的螺旋空钻具，防止振动破坏取样好的土样，重复上述动作，让振动螺旋钻具与空钻具对接，主控组件控制钻具组块的声波发生装置进行高频振动，伺服电机带动旋转，驱动振动螺旋钻具进行深层或坚硬岩石的取样，并在取样过程中进行步骤7-3的优化过程；

步骤7-9、每次旋转切换钻具时，判断是否需要更换并安装新的钻具：

若需要更换钻具，则安装新的空钻具，继续重复步骤7-1至7-8；

若不需要更换钻具，则继续进行旋转切换钻进取样；

步骤7-10、每次采样后需判断是否达到采样深度：

若达到采样深度，进入步骤9，结束采样；

若未达到采样深度，继续旋转切换钻具进行采样，并进入步骤7-9；

步骤8、将钻具分别安装至驱座上，驱座内部第一钻具夹夹紧，钻具定位固定孔内的第二钻具夹放松，进行一次式取样，包括以下子步骤：

步骤8-1、在动力组块作用下，钻具透过钻具定位固定孔向下运动取样；

步骤8-2、取样后，主控组件控制并驱动阴阳鱼切割组件工作，对土样进行切割封存并阻隔；

步骤8-3、切割封存后，动力组块向上运动，分别取出采样内管内各组土壤，进入步骤9；

步骤9、样品采集完毕，结束采样，将样品送至检测中心进行理化性质分析。

11. 一种用于土壤样品采集的装置，其特征在于，包括密封保真装置(31)，密封保真装置(31)为中空柱体状，样品内管(33)从密封保真装置(31)的中空部分穿入并与其紧密贴合，成为组合套管；

密封保真装置(31)与样品内管(33)组合后在纵向可分为多个样品储存单元(311)，样品储存单元与样品储存单元之间设有空心夹层(34)，且空心夹层(34)设在密封保真装置(31)的管壁(35)内部，空心夹层(34)内设有切割密封机构，在土样样品采集结束后，切割密封机构对样品内管(33)及其内部土样进行分段切割，样品内管(33)被切割成若干段，被分段切割后每段样品内管中的土壤样品储存于对应的样品储存单元(311)中。

12. 根据权利要求11所述的装置，其特征在于，所述切割密封机构包括导轨组件(37)、切割密封组件，导轨组件(37)包括在空心夹层(34)中对称设置的第一导轨、第二导轨；切割密封组件包括在空心夹层(34)中的第一切割密封片、第二切割密封片，对称设置的第一导轨、第二导轨的外端与密封保真装置(31)内部管壁(35)固定连接，第一导轨的滑轨端与第一伸缩杆的固定端连接，第一伸缩杆的伸缩端与第一切割密封片的外侧固定连接；第二导轨的滑轨端与第二伸缩杆的固定端连接，第二伸缩杆的伸缩端与第二切割密封片的外侧固定连接；通过第一伸缩杆、第二伸缩杆的伸缩，可使第一切割密封片、第二切割密封片做相

互接近或远离的运动,在两者相对运动过程中,第一切割密封片、第二切割密封片完成对土壤的切割,当两刀片重合时可实现紧密对齐,进而完成样品内管(33)的分段密封,从而使土壤样品留在对应的样品储存单元(311)中。

13.根据权利要求12所述的装置,其特征在于,使用密封保真装置(31)与样品内管(33)对目标土壤进行样品的采集时,采用以下步骤:

步骤1:将样品内管(33)从密封保真装置(31)中间穿入并紧密贴合,使其成为组合套管,再将组合套管内置于内部设有套管容纳腔、且底端开口的钻具中;

步骤2:使钻具缓慢钻进目标土壤,此时土壤会从样品内管(33)的土壤采集口进入;

步骤3:土壤样品从最下端的样品储存单元(311)的入口进入,然后从下至上依次填满各个样品储存单元(311);

步骤4:在土壤样品填满组合套管的各个样品储存单元(311)内部之后,使空心夹层(34)内部的第一伸缩杆、第二伸缩杆伸缩,使得第一切割密封片、第二切割密封片做相互接近的运动,进而使第一切割密封片、第二切割密封片对样品内管(33)及其内部土壤切割并分段密封;

步骤5:在密封完成后,将钻具从土壤中抽出,从钻具中取出组合套管,并依次取出各样品储存单元(311)内的土样;

通过以上步骤实现不同深度土壤在多个样品储存单元(311)中的分段密封储存。

14.根据权利要求11至13其中之一所述的装置,其特征在于,组合套管与钻头配合安装,具体为:密封保真装置(31)的底端与样品内管(33)管壁的底端抵在钻头(301)的上方,使得钻头(301)的开口与样品内管(33)中空部分相对合,钻头(301)的开口与样品内管(33)中空部分的横截面大小相同;密封保真装置(31)上端与两个可伸缩的卡块(30)的一端固定连接,卡块(30)伸展后置于钻具内壁相应位置的卡槽,使钻具与密封保真装置(31)稳定连接,保证在向下钻进或旋转过程中不会出现相对位移;样品内管(33)用于钻具在向下钻进的过程中进行土壤样品的采集。

一种污染场地高保真采样装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及地质勘探技术领域,尤其涉及污染场地的采样技术,具体涉及一种污染场地高保真采样装置及方法。

背景技术

[0002] 近年来,随着工业迅速发展和产业结构调整,我国场地污染问题日益严峻,深入开展污染场地土壤调查是全面精准掌握场地污染状况、系统构建污染场地整体修复战略、科学制定场地修复技术方案的必要前提,土壤高保真、多功能采样技术及装备是开展污染场地土壤精准调查极为重要的支撑。

[0003] 授权公告号为CN219369168U的专利文献,公开了一种分层取样土壤取样装置,其包括外筒和同所述外筒同轴设置的取样筒,取样筒置于所述外筒内,于取样筒内侧设置有用于将试样多层分隔的分层结构。该装置具有提高可分层取样土壤的取样装置分层结构的密封性及结构紧凑性的效果,但是它存在以下技术缺陷:

[0004] 1) 装置结构单一、不对称,不能完成复杂土层和深层土层中取样任务;

[0005] 2) 没有形成具体的采样体系及方法;

[0006] 公开号为CN116448624A的专利文献公开了一种土壤地层污染物监测系统及方法,包括钻具,用于打孔,建立测井并获取土壤样品;监测单元,位于测井内,包括交替布置的多组封隔器和多组筛管,位于末端的筛管用于与钻具的贯入头抵接,位于首端的封隔器连接保护管;每一组筛管内部均设有采样器,采样器通过对应的采样管线与地面站连接,地面站通过封隔器控制管与封隔器连接;地面站,通过封隔器控制管向封隔器输入或抽出介质,接收监测单元获取的液位、流量和污染物信息,根据测井位置和高程信息,输出污染物流向、流速信息和预测的污染物扩散结果。但是该技术未考虑到装置的密封性,试样在采样和取样过程中难以避免受到外界环境影响,易使VOCs等有机污染物挥发,样本保真性不足;

[0007] 针对以上不足,申请人提出了一种污染场地高保真采样装置及方法。

发明内容

[0008] 本发明的目的是为了解决现有土壤样品采集技术中存在的装置的密封性不足以及结构单一、不对称,在复杂土层和深层土层中取样时样本保真性不足的技术问题,而提出的一种污染场地高保真采样技术。

[0009] 为了解决上述技术问题,本发明采用的技术方案为:

[0010] 一种污染场地高保真采样装置,包括车体组块,在车体组块上安装有动力组块,动力组块包括驱座、转轴、升降滑块、主控组件、固定架、卷扬机、桅杆、第一液压杆、第二液压杆、升降导轨;

[0011] 在车体组块上倾斜设置有第一液压杆、第二液压杆,第一液压杆、第二液压杆的下端通过第一支撑液压缸、第二支撑液压缸与车体组块的支架连接,第一液压杆、第二液压杆的上端与固定架固定连接,固定架顶部设有卷扬机和桅杆,桅杆的底端安装固定在固定架

的顶端,卷扬机安装固定在固定架顶端的两侧,卷扬机内设有钢丝绳,钢丝绳与安装固定在桅杆上的滑轮组滑动连接,在固定架内部安装有升降导轨,升降滑块滑动连接在升降导轨上,主控组件的一端与升降滑块的自由端固定连接,主控组件的另一端固定连接在竖向设置的转轴的上端,转轴的下端与驱座的上端旋转式连接。

[0012] 动力组块与钻具组块连接,钻具组块包括液压直推钻具、螺旋直推钻具、振动螺旋钻具其中的一种或多种;

[0013] 钻具通过第一钻具夹安装固定在驱座上,驱座水平向布置,驱座的上端中部与竖向设置的转轴的底端旋转式连接;驱座包括3个用于安装液压直推钻具、螺旋直推钻具、振动螺旋钻具的安装单元,安装单元包括内部的圆形开口,3个安装单元的圆形开口的中心的连线可形成等边三角形;每个安装单元均包括伺服电机,伺服电机的电机轴水平设置,且电机轴的自由端与齿轮的中心固定连接,齿轮的齿与转轮的齿啮合,转轮的内壁安装固定有可伸缩的第一钻具夹。

[0014] 安装单元内的第一钻具夹由上下排列的多个圆弧状夹片和圆弧状凹槽底座组成,工作时第一钻具夹片伸展弹出用于固定夹紧钻具,可保证转轮在旋转时可同时带动钻具的旋转,夹片不工作时收缩于凹槽底座中,保证钻具能自由穿过驱座;转轮在被伺服电机驱动和齿轮的传动后通过第一钻具夹夹紧带动整个钻具旋转。

[0015] 车体组块的一侧且位于钻具模块的下方设置有定位框,定位框的内部固定设置有定位架,定位架上设置有多个圆形钻具定位固定孔,多个钻具定位固定孔的中心的连线可形成等边三角形,多个钻具定位固定孔的圆心与驱座安装单元的多个圆形开口的圆心分别对应的连线均垂直于地面;钻具定位固定孔的内壁安装固定有可伸缩的第二钻具夹,钻具定位固定孔内的第二钻具夹由上下排列的多个圆弧状夹片和圆弧状凹槽底座组成,精确控制钻具固定或放松;工作时第二钻具夹伸展弹出用于固定钻具,不工作时夹片收缩于凹槽底座中,可保证钻具自由穿过钻具定位固定孔,同时在钻进过程中,钻具穿过钻具定位固定孔,钻具定位固定孔可通过限制钻具的横向位移从而精确保持钻具垂直向下不发生偏移。

[0016] 液压直推钻具、螺旋直推钻具、振动螺旋钻具的内部垂向均设有密封保真装置,密封保真装置为中空圆柱体状,样品内管从密封保真装置的中空部分穿入并与其紧密贴合,成为组合套管;密封保真装置底端与样品内管管壁的底端抵在钻头的上方,使得钻头的开口与样品内管中空部分相对合,钻头的开口与样品内管中空部分的横截面大小相同;密封保真装置上端与两个可伸缩的卡块的一端固定连接,卡块伸展后置于钻具内壁相应位置的卡槽,使钻具与密封保真装置稳定连接,保证在向下钻进或旋转过程中不会出现相对位移;样品内管用于钻具在向下钻进的过程中进行土壤样品的采集。

[0017] 密封保真装置与样品内管组合后在纵向可分为多个样品储存单元,样品储存单元与样品储存单元之间设有空心夹层,且空心夹层设在密封保真装置的管壁内部,空心夹层内设有切割密封机构,在土样样品采集结束后,切割密封机构对样品内管及其内部土样进行分段切割并密封储存。

[0018] 所述切割密封机构包括导轨组件、切割密封组件,导轨组件包括在空心夹层中对称设置的第一导轨、第二导轨;切割密封组件包括在空心夹层中的第一切割密封片、第二切割密封片,对称设置的第一导轨、第二导轨的外端与密封保真装置内部管壁固定连接,第一导轨的滑轨端与第一伸缩杆的固定端连接,第一伸缩杆的伸缩端与第一切割密封片的外侧

固定连接；第二导轨的滑轨端与第二伸缩杆的固定端连接，第二伸缩杆的伸缩端与第二切割密封片的外侧固定连接；通过第一伸缩杆、第二伸缩杆的伸缩，可使第一切割密封片、第二切割密封片做相互接近或远离的运动，在两者相对运动过程中，第一切割密封片、第二切割密封片完成对土壤的切割，当两刀片重合时可实现紧密对齐，进而完成样品内管的分段密封，从而使土壤样品留在对应的样品储存单元中。

[0019] 使用密封保真装置与样品内管对目标土壤进行样品的采集时，采用以下步骤：

[0020] 步骤1：将样品内管从密封保真装置中间穿入并紧密贴合，使其成为组合套管，再将组合套管内置于内部设有套管容纳腔、且底端开口的钻具中；

[0021] 步骤2：使钻具缓慢钻进目标土壤，此时土壤会从样品内管的土壤采集口进入；

[0022] 步骤3：土壤样品从最下端的样品储存单元的入口进入，然后从下至上依次填满各个样品储存单元；

[0023] 步骤4：在土壤样品填满组合套管的各个样品储存单元内部之后，使空心夹层内部的第一伸缩杆、第二伸缩杆伸缩，使得第一切割密封片、第二切割密封片做相互接近的运动，进而使第一切割密封片、第二切割密封片对样品内管及其内部土壤切割并分段密封；

[0024] 步骤5：在密封完成后，将钻具从土壤中抽出，从钻具中取出组合套管，并依次取出各样品储存单元内的土样；

[0025] 通过以上步骤实现不同深度土壤在多个样品储存单元中的分段密封储存。

[0026] 所述车体组块上方布置有置物箱，置物箱旁安装有监控升降台，监控升降台为空心柱体形，车体组块下四角安装有液压升降腿，车体组块尾部安装有第一支撑液压缸，第一支撑液压缸前端安装有动力系统箱，动力系统箱前部安装有第二支撑液压缸，第二支撑液压缸前端安装有支撑杆，支撑杆前端安装有钻具定位固定孔，液压升降腿顶部安装有小监控台，车体组块下部安装有履带；

[0027] 车体组块上部安装有视觉组块，视觉组块包括主监控护盖、升降组件、小监控组，升降组件监控升降台内部，升降组件由3节伸缩杆纵向布置构成，升降组件顶部旋转连接有视觉监控头，主监控护盖安装固定在视觉监控头顶部，小监控台上端旋转连接有小监控组。

[0028] 一种污染场地采样方法，包括以下步骤：

[0029] 步骤1：启动采样装置，激活视觉组块，通过小监控组精确定位采样位置及监测周围环境情况（地形、障碍物、环境参数等），视觉监控头升起，为监测采样过程（土壤类型、钻进速度、振动频率等）做准备，确保各项操作符合规范；

[0030] 步骤2：车体组块根据视觉组块定位信息，进行移动，定位到采样点的上方，液压升降腿工作抬高设备，确保整体水平稳定；

[0031] 步骤3：动力系统提供能源，第一支撑液压缸和第二支撑液压缸开始工作，推出第一液压杆和第二液压杆，同时支撑杆支撑第二液压杆，确保设备整体结构稳定，并支撑起整个动力组块，使动力组块的固定架垂直于地面，并确保与钻具定位固定孔对应；

[0032] 步骤4：动力组块的升降滑块沿着固定架中的升降导轨向下移动，固定连接在升降滑块上的主控组件同时跟随其向下移动，驱座中的伺服电机准备工作；

[0033] 步骤5：采样装置判断土壤类型和确定采样深度：

[0034] 若待采样土壤类型为软粘土或砂土层，则使用液压直推钻具；

[0035] 若待采样土壤类型为中度混合土层，则使用螺旋直推钻具；

- [0036] 若待采样土壤类型为坚硬岩层,则使用振动螺旋钻具;
- [0037] 若采样深度小于一个钻具长度,则采用一次式采样,进入步骤6;
- [0038] 若采样深度大于一个钻具长度,则采用旋转切换式采样,进入步骤7;
- [0039] 步骤6、判断是否需要多次取样;
- [0040] 若需要多次取样,则安装两个或三个钻具,钻具类型根据步骤5所选,同时取多个土样,套入组合套管,进入步骤8;
- [0041] 若不需多次取样,则安装一个钻具,钻具类型根据步骤5所选,一次取一个土样,套入组合套管,进入步骤8;
- [0042] 步骤7、针对不同类型土壤,不同的钻进深度,选择不同的钻具,进行旋转切换式采样,并对采样过程进行智能优化,以使用三种钻具钻进为例(可组合不同类型钻具进行采样),包括以下子步骤:
- [0043] 步骤7-1、将液压直推钻具、螺旋直推钻具和振动螺旋钻具内部套入内管,并安装至驱座上,驱座内部的第一钻具夹夹紧三个钻具;
- [0044] 步骤7-2、液压直推钻具在动力组块驱动下,向下运动,同时驱座内部夹住螺旋直推钻具和振动螺旋钻具的第一钻具夹放松,钻具定位固定孔中的第二钻具夹工作,夹紧螺旋直推钻具和振动螺旋钻具,液压直推钻具透过钻具定位固定孔对土壤进行取样,同时进入步骤7-3;
- [0045] 步骤7-3、在采样过程智能控制系统中进行实时优化及反馈,包括以下子步骤:
- [0046] 步骤7-3-1:钻进过程中,传感系统实时将钻进采样情况上传并保存至状态空间数据库;
- [0047] 步骤7-3-2:判定器1判断当前土壤钻进类型是否发生变化,若土壤类型改变,通过旋转切换至合适钻具继续取样;
- [0048] 若土壤类型未改变,则不断迭代优化钻进速度、旋转速度、振动频率等参数,进入步骤7-3-3;
- [0049] 步骤7-3-3:将当前钻进状态输入至状态空间优化模型,迭代优化钻进速度、振动频率这些参数,并将优化参数以信号形式反馈给主控组件,主控组件对钻进参数进行调控;
- [0050] 具体优化过程如下,以采样装置消耗总成本 $C(w)$ 之和最低,以及采样效率最高,即采样时间 $T(s)$ 最短和土样扰动影响函数 I 最小,建立多目标优化方程:

$$[0051] \quad \begin{cases} \text{Min } C(w) = \sum_{i=1}^n p_i(r, g, z) t_i(h_i) + \sum_{i=1}^n n_i q_i \\ \text{Min } T = \sum_{i=1}^n t_i(h_i) \\ \text{Min } I = I(P_r, P_g, P_z, \min \Delta V) \end{cases}$$

[0052] 其中, n 为三种钻具类型, $n=1$ 为液压直推钻具, $n=2$ 为螺旋直推钻具, $n=3$ 为液压直推钻具; $p_i(r, g, z)$ 为第 i 种类型钻具单位时间所消耗的能源成本, r, g, z 分别为液压、螺旋、振动类型; $t_i(h_i)$ 为第 i 种类型钻具钻进所用的时间; n_i 为第 i 种类型钻具的个数; q_i 为第 i 种类型钻具的单位成本造价; $I(P_r, P_g, P_z, \Delta V)$ 为土壤扰动影响函数, P_r, P_g, P_z 分别为液压、螺旋、振动的运行功率, $\min \Delta V$ 为土体取样前后体积变化最小值;

[0053] 优化模型的约束条件为:

[0054] $\sum_{i=1}^n h_i \leq h_{total}$, h_{total} 为目标采样总深度;

[0055] $t_i(h_i) \leq t_i(h_i)_m$, $t_i(h_i)_m$ 为额定功率行功率下为第 i 种类型钻具钻进所用的时间;

[0056] $P_r, P_g, P_z \leq P_{rm}, P_{gm}, P_{zm}$, P_{rm}, P_{gm}, P_{zm} 分别为液压、螺旋、振动的额定运行功率;

[0057] 上述优化模型的求解方法可不限定使用多目标粒子群算法在内的多种算法;

[0058] 步骤7-4、取样结束,动力组块提升至初始位置并取出样品,随后驱座内部的第一钻具夹工作,夹紧螺旋直推钻具和振动螺旋钻具,钻具定位固定孔中相应的第二钻具夹放松,动力组块继续提升,直至所有钻具脱离钻具定位固定孔,取出液压直推钻具中的土样,并将钻具重新安装至驱座,随后主控组件下的转轴工作,驱动驱座旋转,使得螺旋直推钻具对准直推钻具取样后的孔位;

[0059] 步骤7-5、螺旋直推钻具在动力组块驱动下,向下运动,同时驱座内部夹紧液压直推钻具和振动螺旋钻具的第一钻具夹放松,钻具定位固定孔中相应的第二钻具夹工作,夹紧液压直推钻具和振动螺旋钻具,螺旋直推钻具透过钻具定位固定孔进入到先前的取样孔中,随后钻具定位固定孔中夹住螺旋直推钻具的第二钻具夹放松,使得螺旋直推钻具落入孔中;

[0060] 步骤7-6、动力组块提升,提升至液压直推钻具和振动螺旋钻具的顶端,随后驱座内部的第一钻具夹工作,钻具定位固定孔中的第二钻具夹放松,动力组块继续提升,直至液压直推钻具和振动螺旋钻具脱离钻具定位固定孔,随后主控组件下的转轴工作,驱动驱座旋转,使得液压直推钻具对准螺旋直推钻具;

[0061] 步骤7-7、液压直推钻具在动力组块驱动下,向下运动,同时驱座内部夹住振动螺旋钻具的第一钻具夹放松,钻具定位固定孔中相应的第二钻具夹工作,夹紧振动螺旋钻具,使得液压直推钻具与螺旋直推钻具顶部对接,对接后驱座中的第一钻具夹工作,伺服电机驱动转轮也开始工作,使得整个对接后的钻具开始旋转直推进行取样,并在取样过程中进行步骤7-3的优化过程;

[0062] 步骤7-8、取样结束,动力组块提升,将组合钻具提升,人工将组合钻具拿出,取出土样,并替换成一个与对接后钻具等长的螺旋空钻具,防止振动破坏取样好的土样,重复上述动作,让振动螺旋钻具与空钻具对接,主控组件控制钻具组块的声波发生装置进行高频振动,伺服电机带动旋转,驱动振动螺旋钻具进行深层或坚硬岩石的取样,并在取样过程中进行步骤7-3的优化过程;

[0063] 步骤7-9、每次旋转切换钻具时,判断是否需要更换并安装新的钻具:

[0064] 若需要更换钻具,则安装新的空钻具,继续重复步骤7-1至7-8;

[0065] 若不需要更换钻具,则继续进行旋转切换钻进取样;

[0066] 步骤7-10、每次采样后需判断是否达到采样深度:

[0067] 若达到采样深度,进入步骤9,结束采样;

[0068] 若未达到采样深度,继续旋转切换钻具进行采样,并进入步骤7-9;

[0069] 步骤8、将钻具分别安装至驱座上,驱座内部第一钻具夹夹紧,钻具定位固定孔内的第二钻具夹放松,进行一次式取样,包括以下子步骤;

[0070] 步骤8-1、在动力组块作用下,钻具透过钻具定位固定孔向下运动取样;

[0071] 步骤8-2、取样后,主控组件控制并驱动阴阳鱼切割组件工作,对土样进行切割封存并阻隔;

[0072] 步骤8-3、切割封存后,动力组块向上运动,分别取出采样内管内各组土壤,进入步骤9;

[0073] 步骤9、样品采集完毕,结束采样,将样品送至检测中心进行理化性质分析。

[0074] 一种用于土壤样品采集的装置,包括密封保真装置,密封保真装置为中空柱体状,样品内管从密封保真装置的中空部分穿入并与其紧密贴合,成为组合套管;

[0075] 密封保真装置与样品内管组合后在纵向可分为多个样品储存单元,样品储存单元与样品储存单元之间设有空心夹层,且空心夹层设在密封保真装置的管壁内部,空心夹层内设有切割密封机构,在土样样品采集结束后,切割密封机构对样品内管及其内部土样进行分段切割,样品内管被切割成若干段,被分段切割后每段样品内管中的土壤样品储存于对应的样品储存单元中。

[0076] 所述切割密封机构包括导轨组件、切割密封组件,导轨组件包括在空心夹层中对称设置的第一导轨、第二导轨;切割密封组件包括在空心夹层中的第一切割密封片、第二切割密封片,对称设置的第一导轨、第二导轨的外端与密封保真装置内部管壁固定连接,第一导轨的滑轨端与第一伸缩杆的固定端连接,第一伸缩杆的伸缩端与第一切割密封片的外侧固定连接;第二导轨的滑轨端与第二伸缩杆的固定端连接,第二伸缩杆的伸缩端与第二切割密封片的外侧固定连接;通过第一伸缩杆、第二伸缩杆的伸缩,可使第一切割密封片、第二切割密封片做相互接近或远离的运动,在两者相对运动过程中,第一切割密封片、第二切割密封片完成对土壤的切割,当两刀片重合时可实现紧密对齐,进而完成样品内管的分段密封,从而使土壤样品留在对应的样品储存单元中。

[0077] 使用密封保真装置与样品内管对目标土壤进行样品的采集时,采用以下步骤:

[0078] 步骤1:将样品内管从密封保真装置中间穿入并紧密贴合,使其成为组合套管,再将组合套管内置于内部设有套管容纳腔、且底端开口的钻具中;

[0079] 步骤2:使钻具缓慢钻进目标土壤,此时土壤会从样品内管的土壤采集口进入;

[0080] 步骤3:土壤样品从最下端的样品储存单元的入口进入,然后从下至上依次填满各个样品储存单元;

[0081] 步骤4:在土壤样品填满组合套管的各个样品储存单元内部之后,使空心夹层内部的第一伸缩杆、第二伸缩杆伸缩,使得第一切割密封片、第二切割密封片做相互接近的运动,进而使第一切割密封片、第二切割密封片对样品内管及其内部土壤切割并分段密封;

[0082] 步骤5:在密封完成后,将钻具从土壤中抽出,从钻具中取出组合套管,并依次取出各样品储存单元内的土样;

[0083] 通过以上步骤实现不同深度土壤在多个样品储存单元中的分段密封储存。

[0084] 组合套管与钻头配合安装,具体为:密封保真装置的底端与样品内管管壁的底端抵在钻头的上方,使得钻头的开口与样品内管中空部分相对合,钻头的开口与样品内管中空部分的横截面大小相同;密封保真装置上端与两个可伸缩的卡块的一端固定连接,卡块伸展后置于钻具内壁相应位置的卡槽,使钻具与密封保真装置稳定连接,保证在向下钻进或旋转过程中不会出现相对位移;样品内管用于钻具在向下钻进的过程中进行土壤样品的采集。

[0085] 与现有技术相比,本发明具有如下技术效果:

[0086] 1) 多功能采样技术:动力组块集成了液压直推钻具、螺旋直推钻具和振动螺旋钻具,能够应对不同土质和深度的采样需求,并且还能根据采样需求任意组合不同类型钻具。液压直推钻具适用于较软的土壤,螺旋直推钻具适用于中等硬度的土壤,振动螺旋钻具则

能有效取样坚硬的岩层,提高了采样装置的适用性和效率,且可同时采三次样,大大提高了采样效率和操作安全性;

[0087] 2) 高保真采样:通过内管分层切割封存采样的方法,设备能够实现对土壤的高效采样,提升时保持土样的原始状态。尤其适用于污染场地的高保真采样,有效防止了有机污染物挥发,确保污染物分布和浓度的真实反映。

[0088] 3) 精准采样能力:配套的视觉组块和监控系统通过主监控护盖、升降组件和小监控组,可以实现对采样位置及周围环境的精确监控与定位,确保采样点的精确性,提高采样数据的可靠性,同时定位架可保证采样过程中钻具不偏斜;

[0089] 4) 智能化与模块化:动力组块的设计包括驱座、升降滑块、主控组件和液压杆,通过自动化的机械结构,可以精确控制钻具的运动和定位,大大减少了人工操作,且智能系统对采样过程实时优化;装置采用模块化设计,各组件可以独立更换和维护,并能根据不同采样需求进行灵活调整。

附图说明

[0090] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明:

[0091] 图1为本发明中车体组块结构图;

[0092] 图2为本发明中视觉组块结构图;

[0093] 图3为本发明中钻具组块结构图;

[0094] 图4为本发明中动力组块结构图;

[0095] 图5为本发明中驱座纵剖面视图;

[0096] 图6为本发明中驱座横剖面视图;

[0097] 图7为本发明中驱座一个安装单元结构图;

[0098] 图8为图7的A处放大图;

[0099] 图9为本发明中空螺旋钻具、密封保真装置与样品内管配合纵向剖面视图;

[0100] 图10为本发明的钻具内管结构及剖面图;

[0101] 图11为图10的B处放大图;

[0102] 图12为图9中结构34的横向剖面图;

[0103] 图13为本发明采样方法流程图;

[0104] 图14为本发明采样过程智能优化流程图;

具体实施方式

[0105] 如图1、图2、图3所示,一种污染场地高保真采样装置,包括车体组块1,在车体组块1上安装有动力组块4,动力组块4包括驱座401、转轴402、升降滑块403、主控组件404、固定架405、卷扬机406、桅杆407、第一液压杆408、第二液压杆409、升降导轨410;

[0106] 如图3、图4、图5所示,在车体组块1上倾斜设置有第一液压杆408、第二液压杆409,第一液压杆408、第二液压杆409的下端通过第一支撑液压缸104、第二支撑液压缸105与车体组块1的支架连接,第一液压杆408、第二液压杆409的上端与固定架405固定连接,固定架405顶部设有卷扬机406和桅杆407,桅杆407的底端安装在固定架405的顶端,卷扬机406安装在固定架405顶端的两侧,卷扬机406内设有钢丝绳,钢丝绳与安装在桅杆

406上的滑轮组滑动连接,在固定架405内部安装有升降导轨410,升降滑块403滑动连接在升降导轨410上,主控组件404的一端与升降滑块403的自由端固定连接,主控组件404的另一端固定连接在竖向设置的转轴402的上端,转轴402的下端与驱座401的上端旋转式连接。

[0107] 动力组块4与钻具组块3连接,钻具组块3包括液压直推钻具302、螺旋直推钻具303、振动螺旋钻具304其中的一种或多种;

[0108] 如图6、图7、图8所示,钻具通过第一钻具夹44安装固定在驱座401上,驱座401水平向布置,驱座401的上端中部与竖向设置的转轴402的底端旋转式连接;驱座401包括3个用于安装液压直推钻具302、螺旋直推钻具303、振动螺旋钻具304的安装单元,安装单元包括内部的圆形开口,3个安装单元的圆形开口的中心的连线可形成等边三角形;每个安装单元均包括伺服电机41,伺服电机41的电机轴水平设置,且电机轴的自由端与齿轮42的中心固定连接,齿轮42的齿与转轮43的齿啮合,转轮43的内壁安装固定有可伸缩的第一钻具夹44。

[0109] 安装单元内的第一钻具夹44由上下排列的多个圆弧状夹片和圆弧状凹槽底座组成,工作时第一钻具夹片伸展弹出用于固定夹紧钻具,可保证转轮43在旋转时可同时带动钻具的旋转,夹片不工作时收缩于凹槽底座中,保证钻具能自由穿过驱座401;转轮43在被伺服电机41驱动和齿轮42的传动后通过第一钻具夹44夹紧带动整个钻具旋转。

[0110] 车体组块1的一侧且位于钻具模块3的下方设置有定位框111,定位框111的内部固定设置有定位架112,定位架112上设置有多个圆形钻具定位固定孔109,多个钻具定位固定孔109的中心的连线可形成等边三角形,多个钻具定位固定孔109的圆心与驱座401安装单元的多个圆形开口的圆心分别对应的连线均垂直于地面;钻具定位固定孔109的内壁安装固定有可伸缩的第二钻具夹,钻具定位固定孔109内的第二钻具夹由上下排列的多个圆弧状夹片和圆弧状凹槽底座组成,精确控制钻具固定或放松;工作时第二钻具夹伸展弹出用于固定钻具,不工作时夹片收缩于凹槽底座中,可保证钻具自由穿过钻具定位固定孔109,同时在钻进过程中,钻具穿过钻具定位固定孔109,钻具定位固定孔109可通过限制钻具的横向位移从而精确保持钻具垂直向下不发生偏移。

[0111] 如图9、图10、图11所示,液压直推钻具302、螺旋直推钻具303、振动螺旋钻具304的内部垂向均设有密封保真装置31,密封保真装置31为中空圆柱体状,样品内管33从密封保真装置31的中空部分穿入并与其紧密贴合,成为组合套管;密封保真装置31底端与样品内管33管壁的底端抵在钻头301的上方,使得钻头301的开口与样品内管33中空部分相对合,钻头301的开口与样品内管33中空部分的横截面大小相同;密封保真装置31上端与两个可伸缩的卡块30的一端固定连接,卡块30伸展后置于钻具内壁相应位置的卡槽,使钻具与密封保真装置31稳定连接,保证在向下钻进或旋转过程中不会出现相对位移;样品内管33用于钻具在向下钻进的过程中进行土壤样品的采集。

[0112] 密封保真装置31与样品内管33组合后在纵向可分为多个样品储存单元311,样品储存单元与样品储存单元之间设有空心夹层34,且空心夹层34设在密封保真装置31的管壁35内部,空心夹层34内设有切割密封机构,在土样样品采集结束后,切割密封机构对样品内管33及其内部土样进行分段切割并密封储存。

[0113] 如图12所示,所述切割密封机构包括导轨组件37、切割密封组件,导轨组件37包括在空心夹层34中对称设置的第一导轨、第二导轨;切割密封组件包括在空心夹层34中的第一切割密封片、第二切割密封片,对称设置的第一导轨、第二导轨的外端与密封保真装置31

内部管壁35固定连接,第一导轨的滑轨端与第一伸缩杆的固定端连接,第一伸缩杆的伸缩端与第一切割密封片的外侧固定连接;第二导轨的滑轨端与第二伸缩杆的固定端连接,第二伸缩杆的伸缩端与第二切割密封片的外侧固定连接;通过第一伸缩杆、第二伸缩杆的伸缩,可使第一切割密封片、第二切割密封片做相互接近或远离的运动,在两者相对运动过程中,第一切割密封片、第二切割密封片完成对土壤的切割,当两刀片重合时可实现紧密对齐,进而完成样品内管的分段密封,从而使土壤样品留在对应的样品储存单元中。

[0114] 使用密封保真装置31与样品内管33对目标土壤进行样品的采集时,采用以下步骤:

[0115] 步骤1:将样品内管33从密封保真装置31中间穿入并紧密贴合,使其成为组合套管,再将组合套管内置于内部设有套管容纳腔、且底端开口的钻具中;

[0116] 步骤2:使钻具缓慢钻进目标土壤,此时土壤会从样品内管33的土壤采集口进入;

[0117] 步骤3:土壤样品从最下端的样品储存单元311的入口进入,然后从下至上依次填满各个样品储存单元311;

[0118] 步骤4:在土壤样品填满组合套管的各个样品储存单元311内部之后,使空心夹层34内部的第一伸缩杆、第二伸缩杆伸缩,使得第一切割密封片、第二切割密封片做相互接近的运动,进而使第一切割密封片、第二切割密封片对样品内管33及其内部土壤切割并分段密封;=

[0119] 步骤5:在密封完成后,将钻具从土壤中抽出,从钻具中取出组合套管,并依次取出各样品储存单元311内的土样;

[0120] 通过以上步骤实现不同深度土壤在多个样品储存单元311中的分段密封储存。

[0121] 所述车体组块1上方布置有置物箱101,置物箱101旁安装有监控升降台103,监控升降台103为空心柱体形,车体组块1下四角安装有液压升降腿102,车体组块1尾部安装有第一支撑液压缸104,第一支撑液压缸104前端安装有动力系统箱110,动力系统箱110前部安装有第二支撑液压缸105,第二支撑液压缸105前端安装有支撑杆106,支撑杆106前端安装有钻具定位固定孔109,液压升降腿顶部102安装有小监控台107,车体组块1下部安装有履带108;

[0122] 车体组块1上部安装有视觉组块2,视觉组块2包括主监控护盖201、升降组件202、小监控组203,升降组件202监控升降台103内部,升降组件202由3节伸缩杆纵向布置构成,升降组件202顶部旋转连接有视觉监控头204,主监控护盖201安装固定在视觉监控头204顶部,小监控台107上端旋转连接有小监控组203。

[0123] 本发明还提供了一种污染场地采样方法,包括以下步骤:

[0124] 步骤1:启动采样装置,激活视觉组块2,通过小监控组203精确定位采样位置及监测周围环境情况(地形、障碍物、环境参数等),视觉监控头204升起,为监测采样过程(土壤类型、钻进速度、振动频率等)做准备,确保各项操作符合规范;

[0125] 步骤2:车体组块1根据视觉组块2定位信息,进行移动,定位到采样点的上方,液压升降腿102工作抬高设备,确保整体水平稳定;

[0126] 步骤3:动力系统提供能源,第一支撑液压缸104和第二支撑液压缸105开始工作,推出第一液压杆408和第二液压杆409,同时支撑杆106支撑第二液压杆409,确保设备整体结构稳定,并支撑起整个动力组块4,使动力组块4的固定架405垂直于地面,并确保与钻具

定位固定孔109对应；

[0127] 步骤4:动力组块4的升降滑块403沿着固定架405中的升降导轨410向下移动,固定连接在升降滑块403上的主控组件404同时跟随其向下移动,驱座401中的伺服电机41准备工作;

[0128] 步骤5:采样装置判断土壤类型和确定采样深度:

[0129] 若待采样土壤类型为软粘土或砂土层,则使用液压直推钻具;

[0130] 若待采样土壤类型为中度混合土层,则使用螺旋直推钻具;

[0131] 若待采样土壤类型为坚硬岩层,则使用振动螺旋钻具;

[0132] 若采样深度小于一个钻具长度,则采用一次式采样,进入步骤6;

[0133] 若采样深度大于一个钻具长度,则采用旋转切换式采样,进入步骤7;

[0134] 步骤6、判断是否需要多次取样:

[0135] 若需要多次取样,则安装两个或三个钻具,钻具类型根据步骤5所选,同时取多个土样,套入组合套管,进入步骤8;

[0136] 若不需多次取样,则安装一个钻具,钻具类型根据步骤5所选,一次取一个土样,套入组合套管,进入步骤8;

[0137] 步骤7、针对不同类型土壤,不同的钻进深度,选择不同的钻具,进行旋转切换式采样,并对采样过程进行智能优化,以使用三种钻具钻进为例(可组合不同类型钻具进行采样),包括以下子步骤:

[0138] 步骤7-1、将液压直推钻具、螺旋直推钻具和振动螺旋钻具内部套入内管,并安装至驱座上,驱座内部的第一钻具夹夹紧三个钻具;

[0139] 步骤7-2、液压直推钻具在动力组块驱动下,向下运动,同时驱座内部夹住螺旋直推钻具和振动螺旋钻具的第一钻具夹放松,钻具定位固定孔中的第二钻具夹工作,夹紧螺旋直推钻具和振动螺旋钻具,液压直推钻具透过钻具定位固定孔对土壤进行取样,同时进入步骤7-3;

[0140] 步骤7-3、在采样过程智能控制系统中进行实时优化及反馈,包括以下子步骤:

[0141] 步骤7-3-1:钻进过程中,传感系统实时将钻进采样情况上传并保存至状态空间数据库;

[0142] 步骤7-3-2:判定器1判断当前土壤钻进类型是否发生变化,若土壤类型改变,通过旋转切换至合适钻具继续取样;

[0143] 若土壤类型未改变,则不断迭代优化钻进速度、旋转速度、振动频率等参数,进入步骤7-3-3;

[0144] 步骤7-3-3:将当前钻进状态输入至状态空间优化模型,迭代优化钻进速度、振动频率这些参数,并将优化参数以信号形式反馈给主控组件,主控组件对钻进参数进行调控;

[0145] 具体优化过程如下,以采样装置消耗总成本 $C(w)$ 之和最低,以及采样效率最高,即采样时间 $T(s)$ 最短和土样扰动影响函数 I 最小,建立多目标优化方程:

$$[0146] \quad \begin{cases} \text{Min } C(w) = \sum_{i=1}^n p_i(r, g, z) t_i(h_i) + \sum_{i=1}^n n_i q_i \\ \text{Min } T = \sum_{i=3}^n t_i(h_i) \\ \text{Min } I = I(P_r, P_g, P_z, \min \Delta V) \end{cases}$$

[0147] 其中, n 为三种钻具类型, $n=1$ 为液压直推钻具, $n=2$ 为螺旋直推钻具, $n=3$ 为液压

直推钻具; $p_i(r, g, z)$ 为第*i*种类型钻具单位时间所消耗的能源成本, r, g, z 分别为液压、螺旋、振动类型; $t_i(h_i)$ 为第*i*种类型钻具钻进所用的时间; n_i 为第*i*种类型钻具的个数; q_i 为第*i*种类型钻具的单位成本造价; $I(P_r, P_g, P_z, \Delta V)$ 为土壤扰动影响函数, P_r, P_g, P_z 分别为液压、螺旋、振动的运行功率, $\min \Delta V$ 为土体取样前后体积变化最小值;

[0148] 优化模型的约束条件为:

[0149] $\sum_{i=1}^n h_i \leq h_{total}$, h_{total} 为目标采样总深度;

[0150] $t_i(h_i) \leq t_i(h_i)_m$, $t_i(h_i)_m$ 为额定功率行功率下为第*i*种类型钻具钻进所用的时间;

[0151] $P_r, P_g, P_z \leq P_{rm}, P_{gm}, P_{zm}$, P_{rm}, P_{gm}, P_{zm} 分别为液压、螺旋、振动的额定运行功率;

[0152] 上述优化模型的求解方法可不限定使用多目标粒子群算法在内的多种算法;

[0153] 步骤7-4、取样结束,动力组块提升至初始位置并取出样品,随后驱座内部的第一钻具夹工作,夹紧螺旋直推钻具和振动螺旋钻具,钻具定位固定孔中相应的第二钻具夹放松,动力组块继续提升,直至所有钻具脱离钻具定位固定孔,取出液压直推钻具中的土样,并将钻具重新安装至驱座,随后主控组件下的转轴工作,驱动驱座旋转,使得螺旋直推钻具对准直推钻具取样后的孔位;

[0154] 步骤7-5、螺旋直推钻具在动力组块驱动下,向下运动,同时驱座内部夹紧液压直推钻具和振动螺旋钻具的第一钻具夹放松,钻具定位固定孔中相应的第二钻具夹工作,夹紧液压直推钻具和振动螺旋钻具,螺旋直推钻具透过钻具定位固定孔进入到先前的取样孔中,随后钻具定位固定孔中夹住螺旋直推钻具的第二钻具夹放松,使得螺旋直推钻具落入孔中;

[0155] 步骤7-6、动力组块提升,提升至液压直推钻具和振动螺旋钻具的顶端,随后驱座内部的第一钻具夹工作,钻具定位固定孔中的第二钻具夹放松,动力组块继续提升,直至液压直推钻具和振动螺旋钻具脱离钻具定位固定孔,随后主控组件下的转轴工作,驱动驱座旋转,使得液压直推钻具对准螺旋直推钻具;

[0156] 步骤7-7、液压直推钻具在动力组块驱动下,向下运动,同时驱座内部夹住振动螺旋钻具的第一钻具夹放松,钻具定位固定孔中相应的第二钻具夹工作,夹紧振动螺旋钻具,使得液压直推钻具与螺旋直推钻具顶部对接,对接后驱座中的第一钻具夹工作,伺服电机驱动转轮也开始工作,使得整个对接后的钻具开始旋转直推进行取样,并在取样过程中进行步骤7-3的优化过程;

[0157] 步骤7-8、取样结束,动力组块提升,将组合钻具提升,人工将组合钻具拿出,取出土样,并替换成一个与对接后钻具等长的螺旋空钻具,防止振动破坏取样好的土样,重复上述动作,让振动螺旋钻具与空钻具对接,主控组件控制钻具组块的声波发生装置进行高频振动,伺服电机带动旋转,驱动振动螺旋钻具进行深层或坚硬岩石的取样,并在取样过程中进行步骤7-3的优化过程;

[0158] 步骤7-9、每次旋转切换钻具时,判断是否需要更换并安装新的钻具:

[0159] 若需要更换钻具,则安装新的空钻具,继续重复步骤7-1至7-8;

[0160] 若不需要更换钻具,则继续进行旋转切换钻进取样;

[0161] 步骤7-10、每次采样后需判断是否达到采样深度:

[0162] 若达到采样深度,进入步骤9,结束采样;

[0163] 若未达到采样深度,继续旋转切换钻具进行采样,并进入步骤7-9;

[0164] 步骤8、将钻具分别安装至驱座上,驱座内部第一钻具夹夹紧,钻具定位固定孔内的第二钻具夹放松,进行一次式取样,包括以下子步骤;

[0165] 步骤8-1、在动力组块作用下,钻具透过钻具定位固定孔向下运动取样;

[0166] 步骤8-2、取样后,主控组件控制并驱动阴阳鱼切割组件工作,对土样进行切割封存并阻隔;

[0167] 步骤8-3、切割封存后,动力组块向上运动,分别取出采样内管内各组土壤,进入步骤9;

[0168] 步骤9、样品采集完毕,结束采样,将样品送至检测中心进行理化性质分析。

[0169] 本发明还提供了一种用于土壤样品采集的装置,包括密封保真装置31,密封保真装置31为中空柱体状,样品内管33从密封保真装置31的中空部分穿入并与其紧密贴合,成为组合套管;

[0170] 密封保真装置31与样品内管33组合后在纵向可分为多个样品储存单元311,样品储存单元与样品储存单元之间设有空心夹层34,且空心夹层34设在密封保真装置31的管壁35内部,空心夹层34内设有切割密封机构,在土样样品采集结束后,切割密封机构对样品内管33及其内部土样进行分段切割,样品内管33被切割成若干段,被分段切割后每段样品内管中的土壤样品储存于对应的样品储存单元311中。

[0171] 所述切割密封机构包括导轨组件37、切割密封组件,导轨组件37包括在空心夹层34中对称设置的第一导轨、第二导轨;切割密封组件包括在空心夹层34中的第一切割密封片、第二切割密封片,对称设置的第一导轨、第二导轨的外端与密封保真装置31内部管壁35固定连接,第一导轨的滑轨端与第一伸缩杆的固定端连接,第一伸缩杆的伸缩端与第一切割密封片的外侧固定连接;第二导轨的滑轨端与第二伸缩杆的固定端连接,第二伸缩杆的伸缩端与第二切割密封片的外侧固定连接;通过第一伸缩杆、第二伸缩杆的伸缩,可使第一切割密封片、第二切割密封片做相互接近或远离的运动,在两者相对运动过程中,第一切割密封片、第二切割密封片完成对土壤的切割,当两刀片重合时可实现紧密对齐,进而完成样品内管33的分段密封,从而使土壤样品留在对应的样品储存单元311中。

[0172] 使用密封保真装置31与样品内管33对目标土壤进行样品的采集时,采用以下步骤:

[0173] 步骤1:将样品内管33从密封保真装置31中间穿入并紧密贴合,使其成为组合套管,再将组合套管内置于内部设有套管容纳腔、且底端开口的钻具中;

[0174] 步骤2:使钻具缓慢钻进目标土壤,此时土壤会从样品内管33的土壤采集口进入;

[0175] 步骤3:土壤样品从最下端的样品储存单元311的入口进入,然后从下至上依次填满各个样品储存单元311;

[0176] 步骤4:在土壤样品填满组合套管的各个样品储存单元311内部之后,使空心夹层34内部的第一伸缩杆、第二伸缩杆伸缩,使得第一切割密封片、第二切割密封片做相互接近的运动,进而使第一切割密封片、第二切割密封片对样品内管33及其内部土壤切割并分段密封;步骤5:在密封完成后,将钻具从土壤中抽出,从钻具中取出组合套管,并依次取出各样品储存单元311内的土样;

[0177] 通过以上步骤实现不同深度土壤在多个样品储存单元311中的分段密封储存。

[0178] 组合套管与钻头配合安装,具体为:密封保真装置31的底端与样品内管33管壁的

底端抵在钻头301的上方,使得钻头301的开口与样品内管33中空部分相对合,钻头301的开口与样品内管33中空部分的横截面大小相同;密封保真装置31上端与两个可伸缩的卡块30的一端固定连接,卡块30伸展后置于钻具内壁相应位置的卡槽,使钻具与密封保真装置31稳定连接,保证在向下钻进或旋转过程中不会出现相对位移;样品内管33用于钻具在向下钻进的过程中进行土壤样品的采集。

[0179] 实施例:

[0180] 一种污染场地高保真采样装置,包括车体组块1,在车体组块1上安装有动力组块4,动力组块4包括驱座401、转轴402、升降滑块403、主控组件404、固定架405、卷扬机406、桅杆407、第一液压杆408、第二液压杆409、升降导轨410;

[0181] 在车体组块1上安装固定有第一支撑液压缸104、第二支撑液压缸105;第一液压杆408和第二液压杆409的一端别与第一支撑液压缸104、第二支撑液压缸105滑动连接,第一液压杆408的另一端与固定架405一侧的第一铰支座通过横向销钉铰接,第二液压杆409的另一端端部与固定架405一侧的第二铰支座通过横向销钉铰接,工作时第一液压杆408和第二液压杆409分别受到第一支撑液压缸104和第二支撑液压缸105斜向上的推动进而传递给固定架405,使固定架405整体立起并垂直于地面,立起后第一液压杆408和第二液压杆409斜向保持紧固状态,从而能稳固的支撑固定架405和保证钻进过程的稳定;固定架405顶部安装有卷扬机406和桅杆407,在采样后,可通过桅杆407上的滑轮组、导向轮和钢丝绳,由卷扬机406提供向上的动力将地面下的钻具进行稳定的提升;固定架405内部安装有升降导轨410,升降滑块403滑动连接在升降导轨410上,主控组件404与升降滑块403固定连接,主控组件404主要由CPU主控板组成,通过与装置各组件的信号传递并给予反馈进而控制整个系统运转;主控组件404的下端固定连接在竖向设置的转轴402的上端,驱座401上端中部通过圆形法兰式轴承座和环形滚动轴承旋转式连接在转轴402底端,驱座上端中心内部留有圆形凹槽,轴承座通过螺栓水平固定在驱座内部,滚动轴承安装在轴承座内部;

[0182] 动力组块4与钻具组块3连接,钻具组块3包括钻头301、液压直推钻具302、螺旋直推钻具303、振动螺旋钻具304,液压直推钻具302、螺旋直推钻具303、振动螺旋钻具304均通过第一钻具夹44安装固定在驱座401上,振动螺旋钻具304在每次使用前需搭载声波发生装置3041,声波发生装置3041的上端通过螺纹连接安装在驱座401圆形开口下端,振动螺旋钻具303从声波发生装置3041中空部分穿过,声波发生装置3041下端的内部安装固定有呈水平向布置的环状声波传递器,钻具穿过声波传递器且与其间隙配合,声波发生装置3041内部的振动器产生的振动波向下传播,并被声波传递装置收集传递给钻具,当振动波与钻具自然谐振频率叠合时会产生共振,并将能量传递给钻头,能够高效钻进坚硬土层;钻头301安装固定在液压直推钻具302、螺旋直推钻具303、振动螺旋钻具304底端。

[0183] 所述驱座401水平向布置,驱座401的上端中部与竖向设置的转轴402的底端旋转式连接;驱座401包括3个用于安装液压直推钻具302、螺旋直推钻具303、振动螺旋钻具304的安装单元,其安装的钻具种类可根据取样要求和地质条件任意组合;安装单元包括内部的圆形开口,3个安装单元的圆形开口的中心的连线可形成等边三角形;每个安装单元均包括伺服电机41,伺服电机41的电机轴水平设置,且电机轴的自由端与齿轮42的中心固定连接,齿轮42的齿与转轮43的齿啮合,转轮43的内壁安装固定有可伸缩的第一钻具夹44,一个安装单元内的第一钻具夹44由上下排列的4个圆弧状夹片和圆弧状凹槽底座组成,并呈水

平向布置,工作时第一钻具夹片伸展弹出用于固定夹紧钻具,可保证转轮43在旋转时可同时带动钻具的旋转,夹片不工作时收缩于凹槽底座中,保证钻具能自由穿过驱座401;所述转轮43在被伺服电机41驱动和齿轮42的传动后通过第一钻具夹44夹紧带动整个钻具旋转。

[0184] 车体组块1的一侧且位于钻具模块3的下方设置有定位框111,定位框111的内部固定设置有定位架112,定位架112上设置有3个圆形钻具定位固定孔109,3个钻具定位固定孔109的中心的连线可形成等边三角形,3个钻具定位固定孔109的圆心与驱座401安装单元的3个圆形开口的圆心分别对应的连线均垂直于地面;钻具定位固定孔109的内壁安装固定有可伸缩的第二钻具夹,一个钻具定位固定孔109内的第二钻具夹由上下排列的4个圆弧状夹片和圆弧状凹槽底座组成,并呈水平向布置,精确控制钻具固定或放松,工作时第二钻具夹伸展弹出用于固定钻具,不工作时夹片收缩于凹槽底座中,可保证钻具自由穿过钻具定位固定孔109,同时在钻进过程中,钻具穿过钻具定位固定孔109,钻具定位固定孔109可通过限制钻具的横向位移从而精确保持钻具垂直向下不发生偏移。

[0185] 所述液压直推钻具302、螺旋直推钻具303、振动螺旋钻具304的内部垂向均设有密封保真装置31,,密封保真装置31为中空圆柱体状,样品内管33从密封保真装置31的中空部分穿入并与其紧密贴合,成为组合套管;密封保真装置31底端与样品内管33管壁的底端抵在钻头301的上方,使得钻头301的开口与样品内管33中空部分相对合,钻头301的开口与样品内管33中空部分的横截面大小相同;密封保真装置31上端与两个可伸缩的卡块30的一端固定连接,卡块30伸展后置于钻具内壁相应位置的卡槽,使钻具与密封保真装置31稳定连接,保证在向下钻进或旋转过程中不会出现相对位移;密封保真装置31与样品内管33组合后在纵向可分为多个样品储存单元311,样品储存单元与样品储存单元之间设有空心夹层34,且空心夹层34设在密封保真装置31的管壁35内部,空心夹层34内设有切割密封机构,在土样样品采集结束后,切割密封机构对样品内管33及其内部土样进行分段切割并密封储存。切割密封机构包括导轨组件37和阴阳鱼切割组件36,导轨组件37与密封保真装置31内部管壁35固定连接。导轨组件37的一端(滑轨端)分别与两个移动滑块391的一端滑动连接,与固定滑块392的一端固定连接;导轨组件37的另一端与管壁35固定连接;导轨组件37之间由两根水平向横杆固定连接,可以使导轨组件37在工作中保持稳定,并保证移动滑块391在导轨组件37上稳定的滑动;移动滑块391的另一端与一个组合伸缩杆393的一端固定连接,组合伸缩杆393由两个伸缩杆通过销钉铰接组成,组合伸缩杆393的另一端与阴阳鱼切割组件36的非切割侧固定连接;固定滑块392的另一端与一个水平伸缩杆394的一端固定连接,水平伸缩杆394的另一端与阴阳鱼切割组件36的非切割侧固定连接;阴阳鱼切割组件36为阴阳鱼形状结构且由两部分组成,导轨组件37、滑块和伸缩杆均受主控组件404控制,同时配合驱动阴阳鱼切割组件36的两部分水平向心运动,而后阴阳鱼切割组件36两部分的切割侧对接,合成一个圆形,对套管内部空腔33内的土样进行分段切割并密封储存;

[0186] 所述土壤样品采集器在工作时,采用以下步骤:

[0187] 步骤1) 将样品内管33从密封保真装置31中间穿入并紧密贴合,使其成为组合套管,再将组合套管内置于内部设有套管容纳腔、且底端开口的钻具中;

[0188] 步骤2) 使钻具缓慢钻进目标土壤,此时土壤会从样品内管33的土壤采集口进入;

[0189] 步骤3) 土壤样品从最下端的样品储存单元311的入口进入,然后从下至上依次填满各个样品储存单元311;

[0190] 步骤4) 在土壤样品填满组合套管的各个样品储存单元311内部之后,使空心夹层34内部的第一伸缩杆、第二伸缩杆伸缩,使得阴阳鱼切割组件36的两部分做相互接近的运动,进而第对样品内管33及其内部土壤切割并分段密封;

[0191] 步骤5) 在密封完成后,将钻具从土壤中抽出,从钻具中取出组合套管,并依次取出各样品储存单元311内的土样;阴阳鱼切割组件36表面安装固定有监测传感器38,在切割后传感器会对每个样品储存单元311的土壤样品温度、湿度、氧浓度、压力等进行监测并显示在监测显示屏32上;监测显示屏32为椭圆形,设置于每个样品储存单元311外表面,可实时显示土样的环境监测状况。

[0192] 所述车体组块1上方布置有置物箱101,置物箱101旁安装有监控升降台103,所述监控升降台103为空心柱体形,车体组块1下四角安装有液压升降腿102,车体组块1尾部安装有第一支撑液压缸104,第一支撑液压缸104前端安装有动力系统箱110,动力系统箱110前部安装有第二支撑液压缸105,第二支撑液压缸105前端安装有支撑杆106,支撑杆106前端安装有钻具定位固定孔109,液压升降腿顶部102安装有小监控台107,车体组块1下部安装有履带108;

[0193] 车体组块1上部安装有视觉组块2,视觉组块2包括主监控护盖201、升降组件202、小监控组203,升降组件202监控升降台103内部,升降组件202由3节伸缩杆纵向布置构成,升降组件202顶部旋转连接有视觉监控头204,主监控护盖201安装固定在视觉监控头204顶部,小监控台107上端旋转连接有小监控组203。

[0194] 采用本发明中的装置、方法对北京某废弃储油站污染场地开展污染水文地质详细调查,该场地废弃时间超过十年,地下土层情况主要为粉质粘土-砂质粉土-卵砾石层,石油烃污染物顺着石油管道产生了优势渗透,地球物理探测初步估计渗透深度近30米,需要进行详细调查,考虑到石油烃的挥发性,常规采样装置难以保证样品的原始性质不被干扰,采用本发明的高保真采样装置及采样方法对0-30m以内地层进行了采样。

[0195] 其中,采用的高保真采样装置的主要元件的规格如表1所示:

[0196]

元件	型号/品牌
电源	三菱R61P
压力传感器	PT4624
温度传感器	ZRN-WZP-P
电机	MR-J4-700B+HG-SR702BJ
CPU主控板	6SR0900-0CB00-0AM0/GH180
传动轴	ELBE双关节传动轴0.500
卷扬机	蜀南大方
液压缸	YOZECE
车载云台摄像机	LY-TW10640
振动螺旋钻具	山东祥恒(直径根据需求定制)
直推钻具	宏煤(直径根据需求定制)
钻头	M22/南宁铁配

[0197] 针对该污染场地对所采集的土样(土层深0~30m)的部分分析检测结果如表2所示:粘土层

[0198]	物理性质分析项目	结果	单位
	实测孔隙度	48.3	%
	干密度	1.79	g/cm ³
	温度	26.8	℃
[0199]	化学分析分析项目	结果	单位
	甲苯	0.254	mg/kg
	PH 值	7.19	-
	苯并(a)蒽	0.265	mg/kg
	石油烃 (C10-C40)	3427	mg/kg
	采样评价项目	结果	单位
	土壤样品压缩率	3.12	%
[0200]	样品交叉污染率	<5	%
	VOCs 采样损失率	6.02	%
砂土层			
[0201]	物理性质分析项目	结果	单位
	实测孔隙度	41.0	%
	干密度	1.66	g/cm ³
	温度	26.1	℃
	化学分析分析项目	结果	单位
	甲苯	0.0139	mg/kg
	PH 值	7.02	-
	苯并(a)蒽	0.51	mg/kg
	石油烃 (C10-C40)	815.2	mg/kg
	采样评价项目	结果	单位
	土壤样品压缩率	<3	%
	样品交叉污染率	6.47	%
[0202]	VOCs 采样损失率	<5	%
	卵砾石层		

[0203]	物理性质分析项目	结果	单位
	实测孔隙度	28	%
	干密度	2.21	g/cm ³
	样本温度	24.9	°C
	化学分析分析项目	结果	单位
	甲苯	ND	mg/kg
	PH 值	6.98	-
	苯并(a)蒽	0.0198	mg/kg
	石油烃 (C10-C40)	445	mg/kg
	采样评价项目	结果	单位
[0204]	土壤样品压缩率	3.7	%
	样品交叉污染率	<5	%
	VOCs 采样损失率	<5	%

[0205] 经过理化性质分析本装置采集的土壤样品及采样结果评价,压缩率较小,样品交叉污染率和VOCs采样损失率均在5%左右,效果较好。结果说明了本装置具有物理结构稳定,采样密封性较好,保真度较高的特点,同时也证明了本采样装置及方法在复杂污染场地各类污染地层的适用性及灵活性。

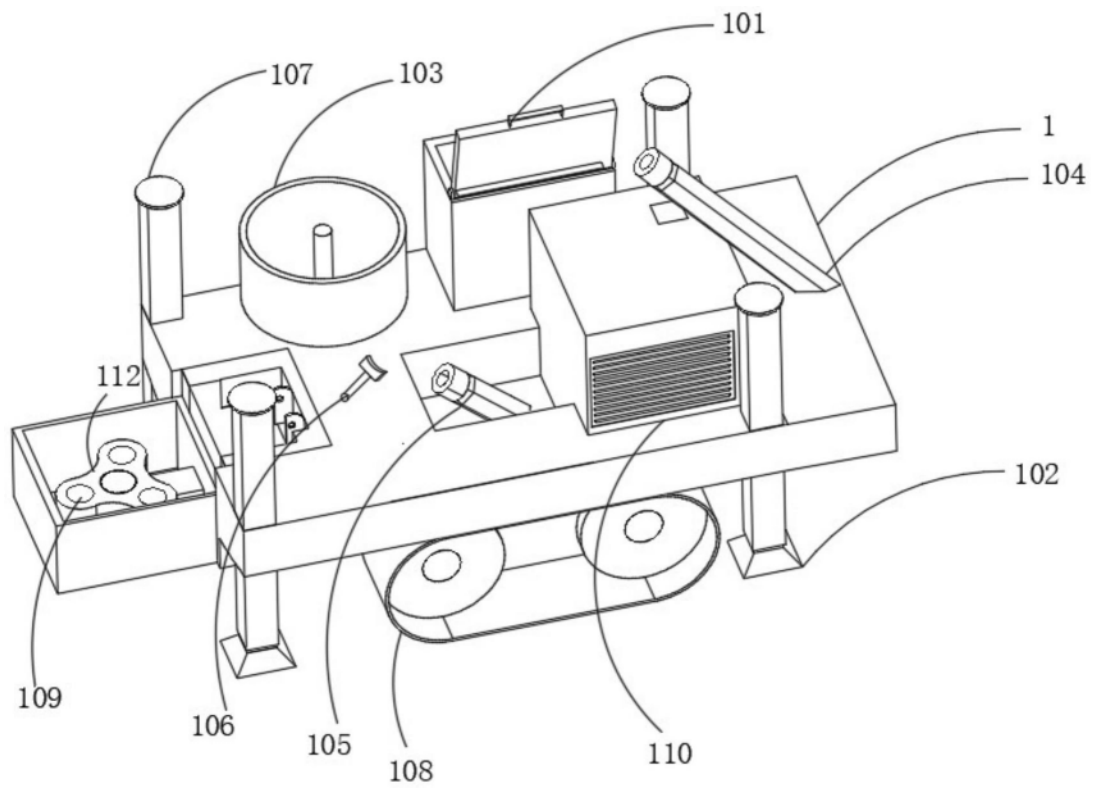


图1

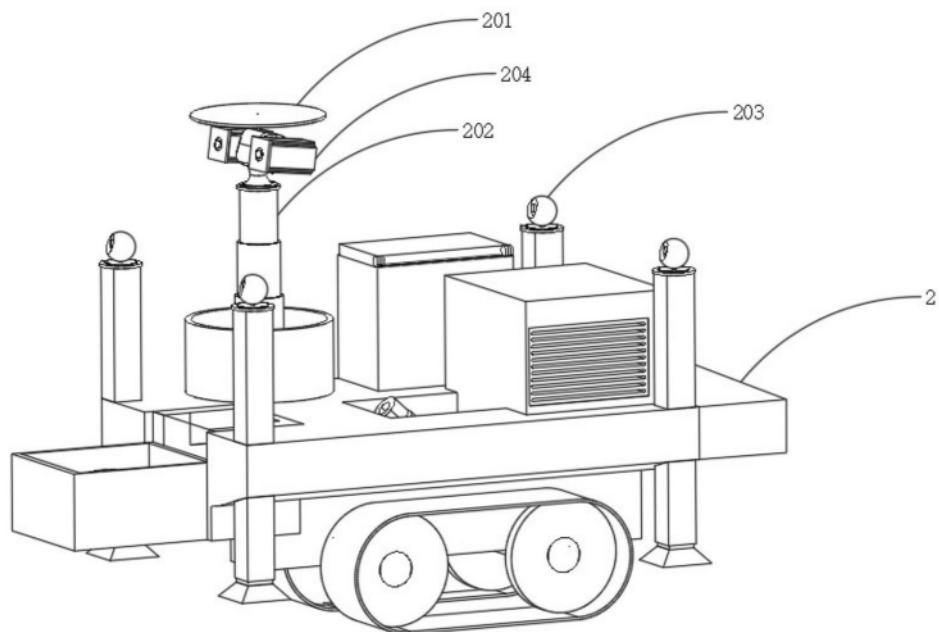


图2

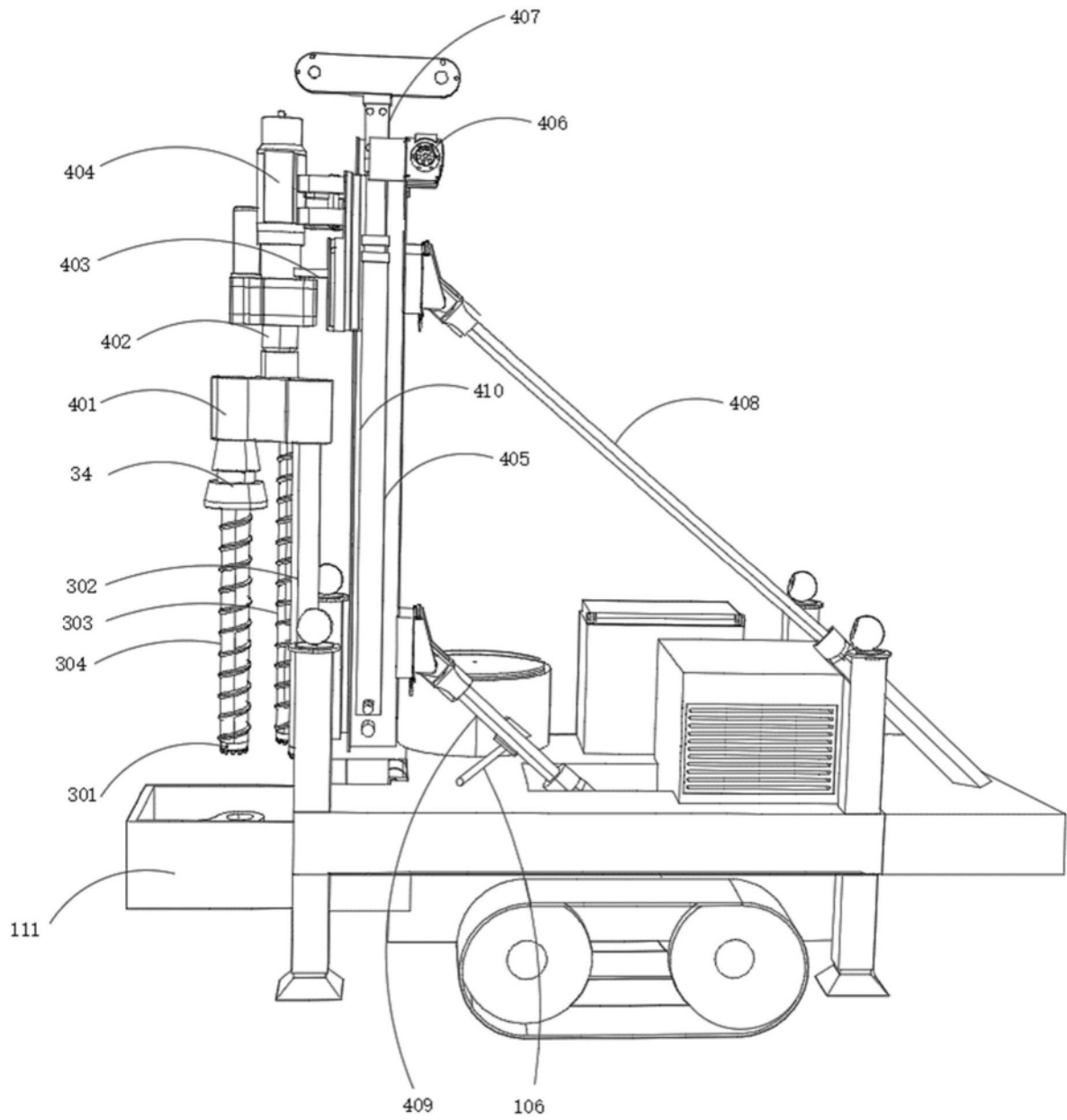


图3

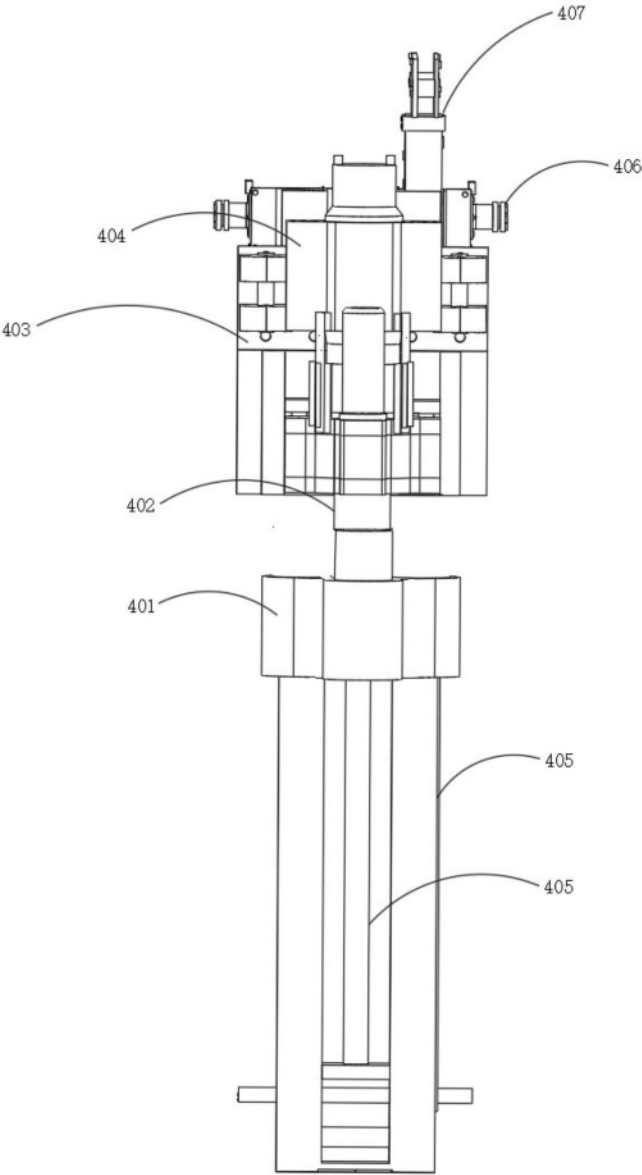


图4

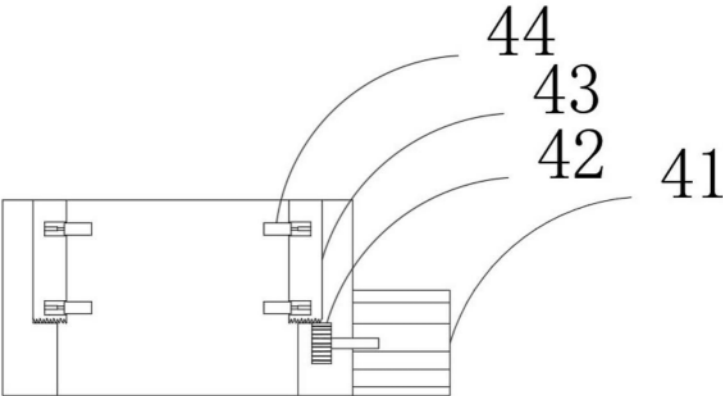


图5

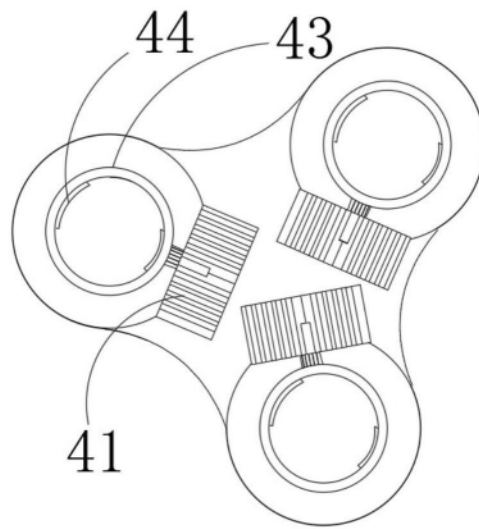


图6

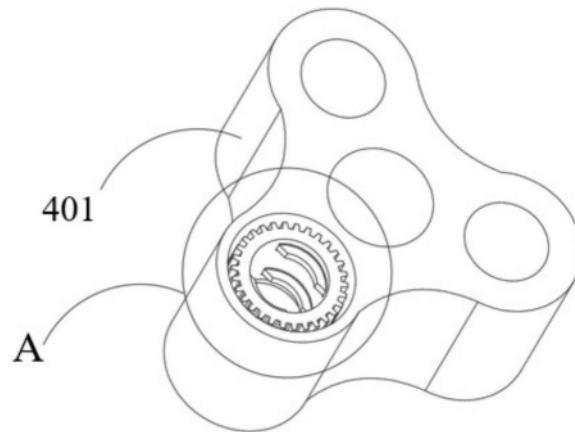


图7

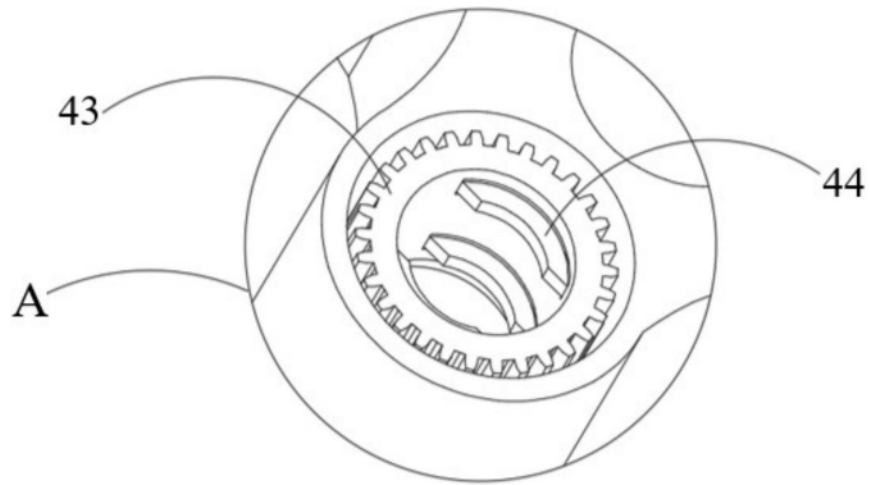


图8

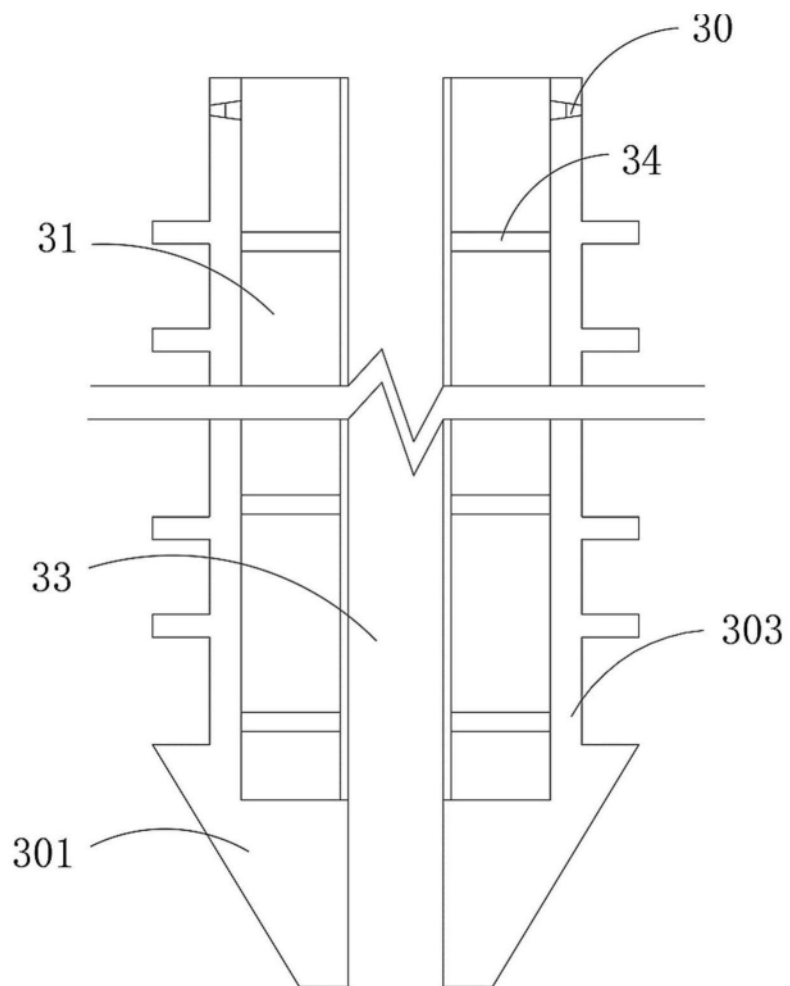


图9

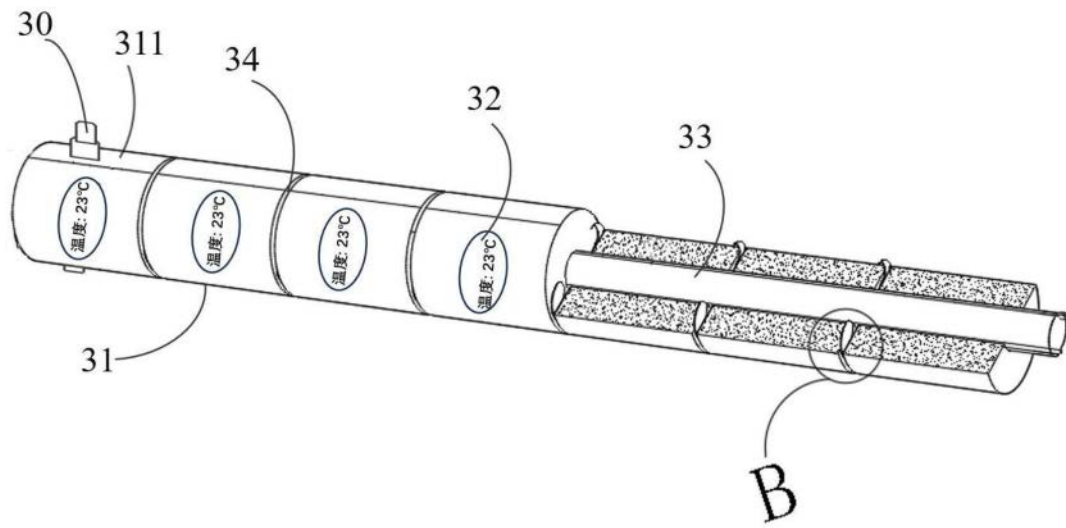


图10

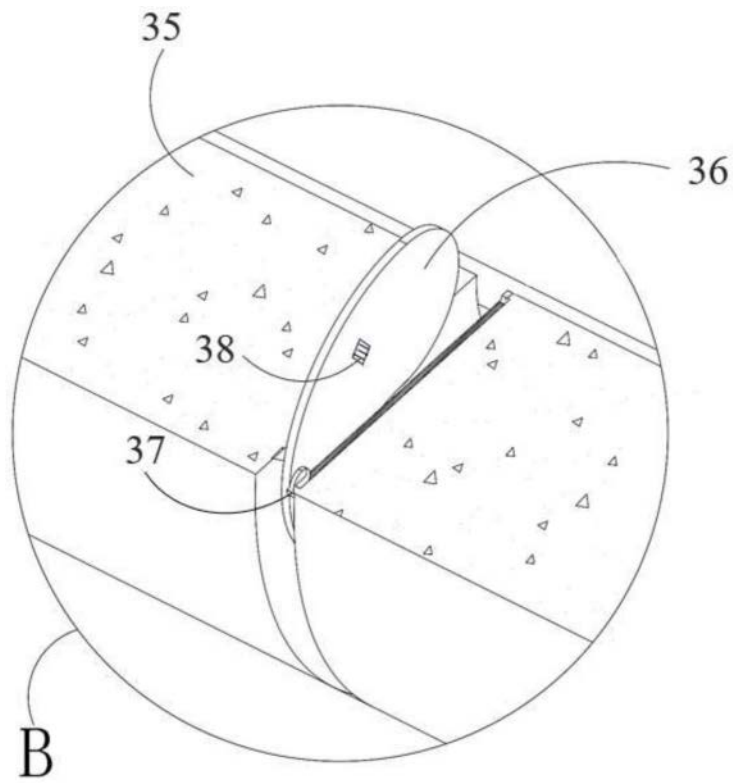


图11

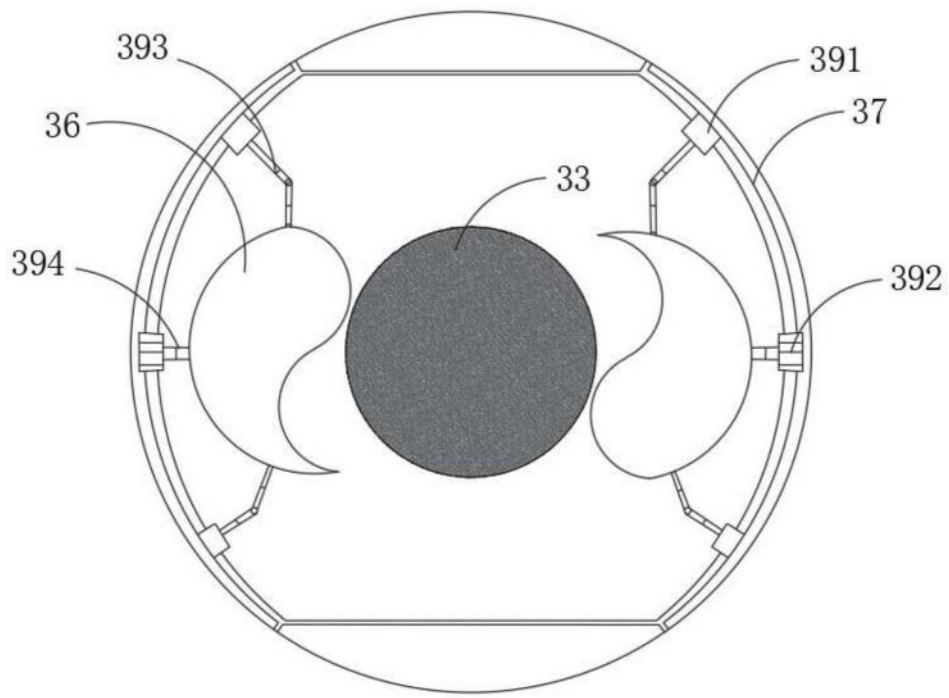


图12

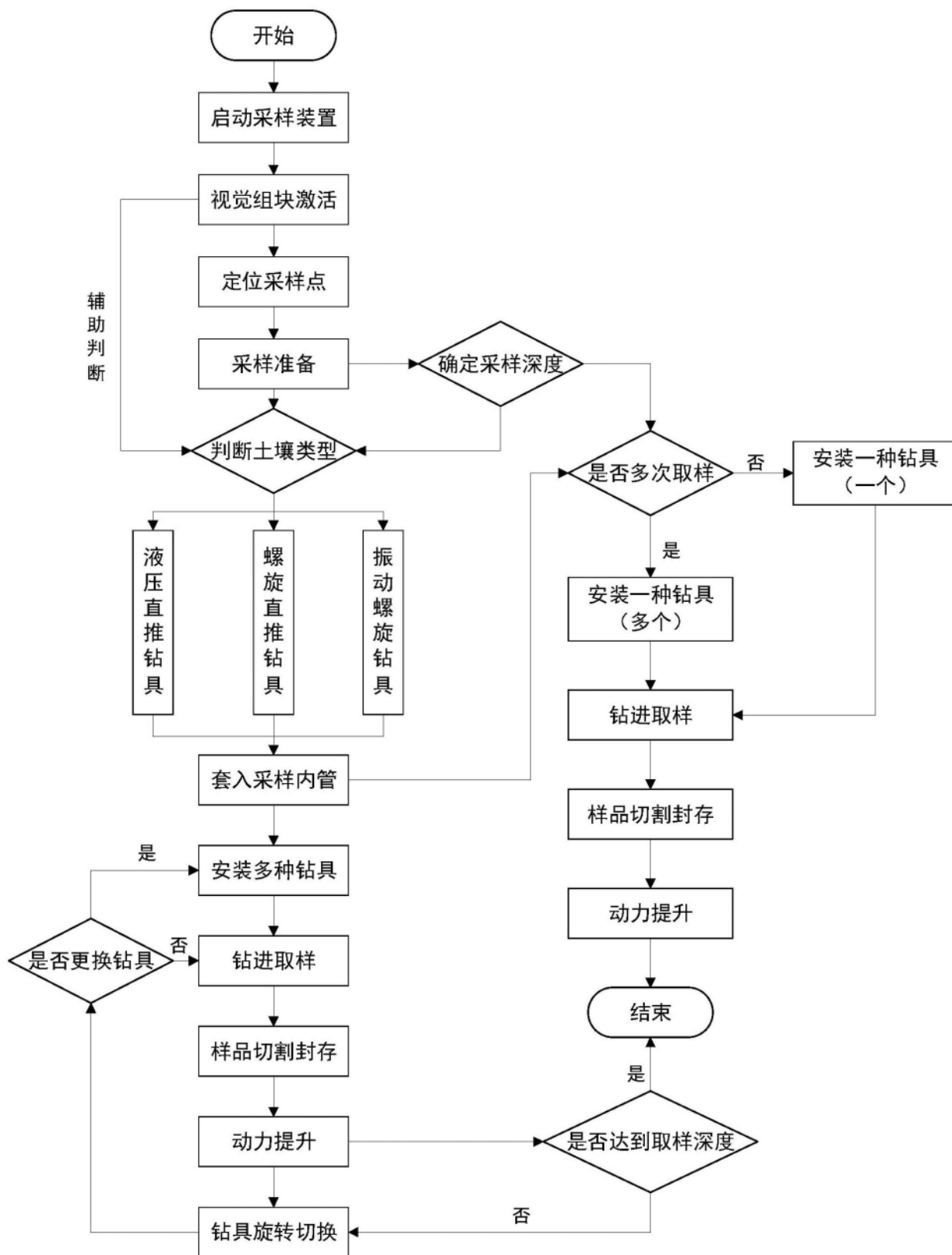


图13

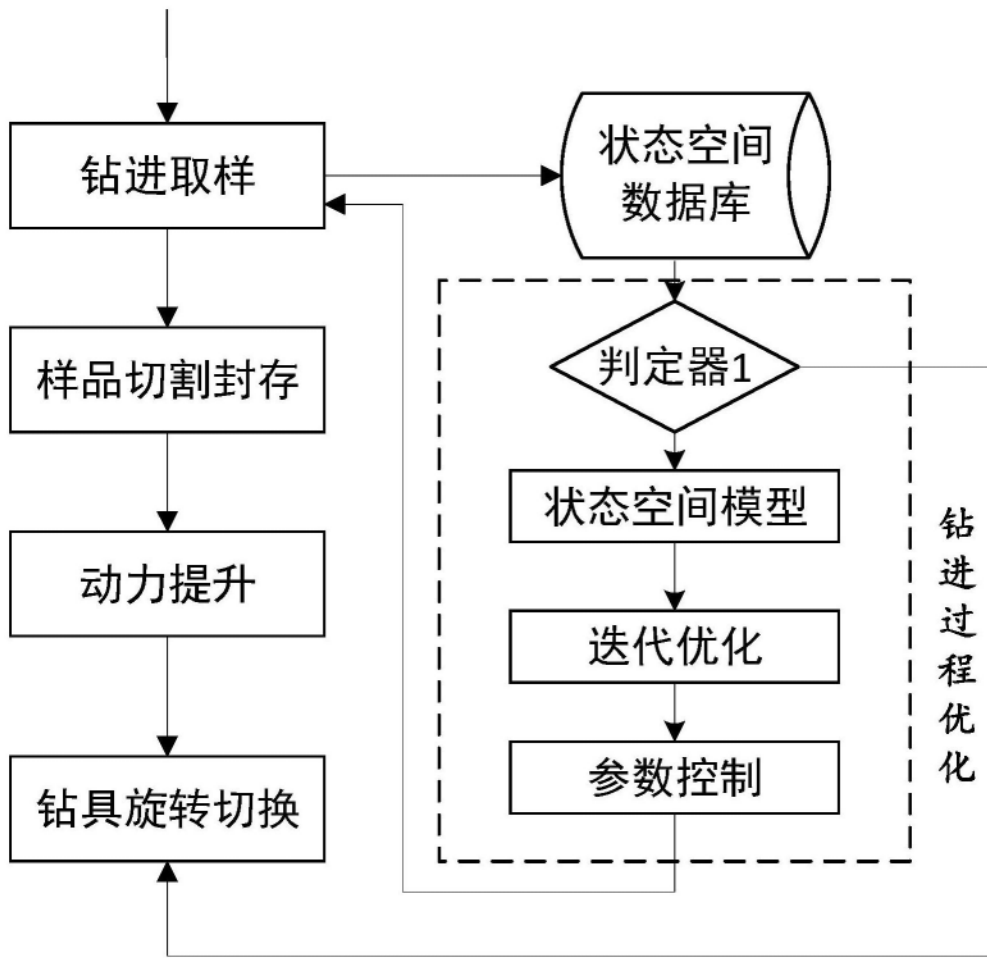


图14