



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112901074 A

(43) 申请公布日 2021.06.04

(21) 申请号 202110260768.2

E21B 10/08 (2006.01)

(22) 申请日 2021.03.10

E21B 17/046 (2006.01)

E21B 21/00 (2006.01)

(71) 申请人 中交第三航务工程局有限公司宁波分公司

地址 315200 浙江省宁波市镇海区沿江东路462号

(72) 发明人 杜天旦 史干 陈炳 李强
徐国彬 郑先野 陈侃 张一鸣

(74) 专利代理机构 上海互顺专利代理事务所
(普通合伙) 31332

代理人 成秋丽

(51) Int. Cl.

E21B 7/04 (2006.01)

E21B 7/12 (2006.01)

E21B 3/00 (2006.01)

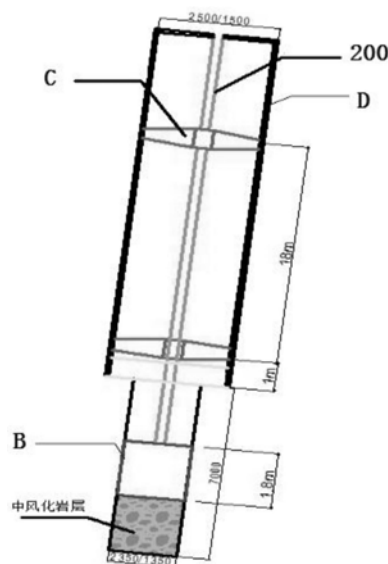
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种海上大直径斜桩旋挖机嵌岩钻进成孔工艺

(57) 摘要

本发明提供了一种海上大直径斜桩旋挖机嵌岩钻进成孔工艺,包括:在旋挖钻机的每节钻杆安装导向圆盘;旋挖钻机就位旋转加压,并在钢管桩和导向圆盘的导向作用下,采用先钻导向孔再进行成孔钻进,利用导向圆盘和钢管桩的导向限位,利用多个钻头进行钻孔。本发明能够保证海上大直径斜向嵌岩桩施工中钻头斜率与钢套管斜率保持一致,提高成孔质量和效率,满足施工设计要求。



1. 一种海上大直径斜桩旋挖机嵌岩钻进成孔工艺,其特征在于,包括:

在旋挖钻机的每节钻杆安装导向圆盘;

旋挖钻机就位旋转加压,并在钢管桩和导向圆盘的导向作用下,采用先钻导向孔再进行成孔钻进,利用导向圆盘和钢管桩的导向限位,利用多个钻头进行钻孔。

2. 根据权利要求1所述的一种海上大直径斜桩旋挖机嵌岩钻进成孔工艺,其特征在于,所述导向圆盘装配于所述钻杆的底部位置。

3. 根据权利要求2所述的一种海上大直径斜桩旋挖机嵌岩钻进成孔工艺,其特征在于,所述导向圆盘的直径与钢管桩内径相同,导向圆盘始终位于钢管桩内部。

4. 根据权利要求1-3任意一项所述的一种海上大直径斜桩旋挖机嵌岩钻进成孔工艺,其特征在于,所述钻头包括截齿钻头或牙轮筒钻头,所述截齿钻头主要针对粉质粘土层、抛填块石层和强风化熔结凝灰岩层的钻进施工,所述牙轮筒钻头主要针对中分化岩层的钻进施工。

5. 根据权利要求4所述的一种海上大直径斜桩旋挖机嵌岩钻进成孔工艺,其特征在于,采用分级钻进的方式完成中风化岩层的嵌岩成孔,首先采用 $\varnothing$ 1350mm牙轮筒钻头进行钻进并取出岩芯,若无法直接取出则采用截齿钻头将岩芯搅碎取出,再采用 $\varnothing$ 1850mm和 $\varnothing$ 2350mm牙轮筒钻头重复上述步骤直至完成嵌岩段施工。

6. 根据权利要求5所述的一种海上大直径斜桩旋挖机嵌岩钻进成孔工艺,其特征在于,采用已准备完毕的 Φ 1350牙轮筒钻头,下放钻头,利用取芯原理钻进并取出岩芯,在钻进过程中时刻注意钻头钻进速度和仪表盘上显示的扭力值的变化,钻头进入中风化时会产生较大的扭力值突变,此时动力头每分钟转动圈数控制在4.5~9圈之间,最大扭力约为240KN;根据牙轮钻的起钻面,当钻进1.8m,即一个筒身长度,后停止钻进,提钻更换 Φ 1850牙轮筒钻头,进入中风化动力头每分钟转动圈数控制在3.5~7圈之间,最大扭力约为320KN,同样钻进1.8m后提钻更换 Φ 2350牙轮钻头,继续钻进1.8m后提钻更换截齿钻头,利用截齿钻头将未取出的岩芯捣碎清理,截齿钻头清理完成后,继续采用牙轮钻头钻进,如此循环,直至到达设计要求孔深,至此完成旋挖机嵌岩成孔。

7. 根据权利要求4所述的一种海上大直径斜桩旋挖机嵌岩钻进成孔工艺,其特征在于,所述导向圆盘包括若干导向单元,若干所述导向单元沿钻杆的长度方向依次排布;

每个所述导向单元,均为带有穿孔的环体结构,所述导向单元通过所述穿孔穿过并套设于钻杆上;

紧固单元,沿所述穿孔的外周,设有紧固单元,所述导向单元通过紧固单元与所述钻杆固定连接;

使用时,导向单元带动钻杆的杆体和杆头,沿直线方向,实现斜率恒定的斜线钻孔。

8. 根据权利要求7所述的一种海上大直径斜桩旋挖机嵌岩钻进成孔工艺,其特征在于,所述导向单元中,所述环体结构包括若干个横截面面积相等的扇形结构,若干个扇形结构之间,相邻的扇形结构通过固定件进行连接。

9. 根据权利要求8所述的一种海上大直径斜桩旋挖机嵌岩钻进成孔工艺,其特征在于,从所述钻杆至所述导向单元边缘,所述导向单元的上下表面分别形成以导向单元为对称轴对称的引导结构;沿所述导向单元的主视图看,所述引导结构为厚度逐渐变薄的斜面结构,

且与所述钻杆相距最远处的斜面结构最薄。

一种海上大直径斜桩旋挖机嵌岩钻进成孔工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及施工领域,尤其涉及一种海上大直径斜桩旋挖机嵌岩钻进成孔工艺。

背景技术

[0002] 目前国内直桩嵌岩在建筑工程、桥梁工程及港口工程等已较为普遍,但斜向嵌岩桩在港口工程的应用实例较少,而旋挖钻机在国内外公路、铁路及各类工程桩基中的应用不断普及,应用范围不断扩大,但在码头桩基施工中却很少见。特别是码头地质情况相对复杂、斜桩桩径大、海上施工条件复杂,不同于陆地及一般概念上的桩基施工。

[0003] 钻进成孔工艺是斜嵌岩桩施工最重要的一环,由于海上大直径斜向嵌岩桩采用冲击钻进施工容易发生偏位,卡锤等问题,如采用现有回旋钻机施工过程中,在回旋钻机施工过程中,钻具的自重将造成钻具下垂弯曲,钻头的导向性和钻头的轴线会产生较大的偏差,使得钻头斜率与钢套管斜率无法保持一致,影响成孔质量,特别是在嵌岩桩嵌岩深度大于10m,且斜率较大时,易出现成孔倾斜不顺直的问题,施工难度较大,现有的钻进成孔工艺无法满足施工的要求。

[0004] 且海上施工对施工过程中的环保要求很大,很多陆地及概念上的桩基施工的方式,如采用现有回旋钻机施工过程中,产生大量泥浆,污染海上环境

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种海上大直径斜桩旋挖机嵌岩钻进成孔工艺,能够保证海上大直径斜向嵌岩桩施工中钻头斜率与钢套管斜率保持一致,提高成孔质量和效率,满足施工设计要求。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明提供的技术方案如下:

[0007] 一种海上大直径斜桩旋挖机嵌岩钻进成孔工艺,包括以下步骤:

[0008] 在旋挖钻机的每节钻杆安装导向圆盘;

[0009] 旋挖钻机就位旋转加压,并在钢管桩和导向圆盘的导向作用下,采用先钻导向孔再进行成孔钻进,利用导向圆盘和钢管桩的导向限位,利用多个钻头进行钻孔。

[0010] 在本发明一个优选实施例中,所述导向圆盘装配于所述钻杆的底部位置。

[0011] 在本发明一个优选实施例中,所述钻头包括截齿钻头或牙轮筒钻头,所述截齿钻头主要针对粉质粘土层、抛填块石层和强风化熔结凝灰岩层的钻进施工,所述牙轮筒钻头主要针对中分化岩层的钻进施工。

[0012] 在本发明一个优选实施例中,定位完成后,旋挖机下放钻杆,所述钻进分多次施工完成,所述钻头的顺序:使用牙轮筒钻头破碎岩面进行钻进,再利用截齿钻头将破碎岩面产生的石块或石粉从孔中掏出。

[0013] 在本发明一个优选实施例中,所述导向圆盘的直径与钢管桩内径相同,导向圆盘始终位于钢管桩内部。

[0014] 在本发明一个优选实施例中,采用分级钻进的方式完成中风化岩层的嵌岩成孔,

首先采用 $\Phi 1350\text{mm}$ 牙轮筒钻头进行钻进并取出岩芯,若无法直接取出则采用截齿钻头将岩芯搅碎取出,再采用 $\Phi 1850\text{mm}$ 和 $\Phi 2350\text{mm}$ 牙轮筒钻头重复上述步骤直至完成嵌岩段施工。

[0015] 在本发明一个优选实施例中,采用已准备完毕的 $\Phi 1350$ 牙轮筒钻头,下放钻头,利用取芯原理钻进并取出岩芯,在钻进过程中时刻注意钻头钻进速度和仪表盘上显示的扭力值的变化,钻头进入中风化时会产生较大的扭力值突变,此时动力头每分钟转动圈数控制在 $4.5\sim 9$ 圈之间,最大扭力约为 240KN ;根据牙轮钻的起钻面,当钻进 1.8m ,即一个筒身长度,后停止钻进,提钻更换 $\Phi 1850$ 牙轮筒钻头,进入中风化动力头每分钟转动圈数控制在 $3.5\sim 7$ 圈之间,最大扭力约为 320KN ,同样钻进 1.8m 后提钻更换 $\Phi 2350$ 牙轮钻头,继续钻进 1.8m 后提钻更换截齿钻头,利用截齿钻头将未取出的岩芯捣碎清理,截齿钻头清理完成后,继续采用牙轮钻头钻进,如此循环,直至到达设计要求孔深,至此完成旋挖机嵌岩成孔。

[0016] 在本发明一个优选实施例中,所述导向圆盘包括若干导向单元,若干所述导向单元沿钻杆的长度方向依次排布;

[0017] 每个所述导向单元,均为带有穿孔的环体结构,所述导向单元通过所述穿孔穿过并套设于钻杆上;

[0018] 紧固单元,沿所述穿孔的外周,设有紧固单元,所述导向单元通过紧固单元与所述钻杆固定连接;

[0019] 使用时,导向单元带动钻杆的杆体和杆头,沿直线方向,实现斜率恒定的斜线钻孔。

[0020] 在本发明一个优选实施例中,所述导向单元中,所述环体结构包括若干个横截面积相等的扇形结构,若干个扇形结构之间,相邻的扇形结构通过固定件进行连接。

[0021] 在本发明一个优选实施例中,从所述钻杆至所述导向单元边缘,所述导向单元的上下表面分别形成以导向单元为对称轴对称的引导结构;沿所述导向单元的主视图看,所述引导结构为厚度逐渐变薄的斜面结构,且与所述钻杆相距最远处的斜面结构最薄。

[0022] 本发明具有以下有益效果:

[0023] 本发明的钻进成孔工艺,对无钢管桩嵌岩段采用先钻导向孔再进行成孔钻进的方式,利用导向孔和钢管桩的导向限位,并配合导向圆盘、牙轮筒钻头导向器的使用,能够很好地保证斜向嵌岩桩施工中钻头斜率与钢套管斜率保持一致,提高了成孔质量,使孔壁光滑完整,满足施工要求,提高了施工效率,具有较好的经济效益。

附图说明

[0024] 图1是本发明的其中一个实施例(钢管桩内成孔);

[0025] 图2是本发明的另外一个实施例(钢管桩外成孔);

[0026] 图3是本发明的分段施工的尺寸示意图;

[0027] 图4是本发明的分段施工中的参数调整示意图;

[0028] 图5是本发明的导向圆盘的装配示意图;

[0029] 图6是本发明的导向圆盘的局部放大图;

[0030] 图7是本发明的导向圆盘的俯视图;

[0031] 图中:A截齿钻头;C、导向圆盘;200、旋挖钻杆;D、钢管桩;B、牙轮筒钻头;

[0032] 100、导向单元;110、引导结构;200、钻杆;300、穿孔;400、紧固单元;500、扇形结

构;510、第一扇形结构;520、第二扇形结构;600、固定件;700、泄水孔。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图所示的各实施方式对本发明进行详细说明,但应当说明的是,这些实施方式并非对本发明的限制,本领域普通技术人员根据这些实施方式所作的功能、方法、或者结构上的等效变换或替代,均属于本发明的保护范围之内。

[0034] 实施例1:

[0035] 如图1,图2所示,一种海上大直径斜桩旋挖机嵌岩钻进成孔工艺,包括:在旋挖钻机的每节钻杆安装导向圆盘;旋挖钻机就位旋转加压,并在钢管桩和导向圆盘的导向作用下,采用先钻导向孔再进行成孔钻进,利用导向圆盘和钢管桩的导向限位,利用多个钻头进行钻孔。

[0036] 采用斜向嵌岩桩旋挖钻机施工导向圆盘,一方面能够实现降低成本、简化工序、缩短工期、增加施工可靠性,一方面能够适应多种直径尺寸的斜桩断面,有效保证钻机臂架、已沉钢套筒和成孔路线在同一直线,确保成孔斜率与钢套筒斜率一致,同时提高钻进效率。

[0037] 进一步地,导向圆盘装配于所述钻杆的底部位置,由于钻杆较长,设置底部方便装配,以及方便钻杆整体的稳定。在施工过程中,导向圆盘的直径与钢管桩内径相同,导向圆盘始终位于钢管桩内部。

[0038] 本方案中采用的钻头包括截齿钻头或牙轮筒钻头,所述截齿钻头主要针对粉质粘土层、抛填块石层和强风化熔结凝灰岩层的钻进施工,其主要以类似掏渣工艺将覆盖层掏出成孔,并在每节钻杆及钻头上方装配导向架,防止钻头偏离钢管桩斜度而挂住钢管桩底。所述牙轮筒钻头主要针对中分化岩层的钻进施工。

[0039] 实施例2:

[0040] 进一步地,定位完成后,旋挖机下放钻杆,所述钻进分多次施工完成,所述钻头的顺序:使用牙轮筒钻头破碎岩面进行钻进,再利用截齿钻头将破碎岩面产生的石块或石粉从孔中掏出。

[0041] 如图3,图4所示,采用分级钻进的方式完成中风化岩层的嵌岩成孔,具体本方案中海上大直径($\Phi 2500\text{mm}$)斜桩嵌岩桩分三级进行钻孔施工,首先采用 $\Phi 1350\text{mm}$ 牙轮筒钻头进行钻进并取出岩芯,若无法直接取出则采用截齿钻头将岩芯搅碎取出,再采用 $\Phi 1850\text{mm}$ 和 $\Phi 2350\text{mm}$ 牙轮筒钻头重复上述步骤直至完成嵌岩段施工。

[0042] 具体地详细施工过程如下:

[0043] 定位完成后,旋挖机下放钻杆,针对简单施工:首先使用截齿钻对孔内碎石及覆盖层进行清理,控制截齿钻钻进速度,时刻关注仪表盘变化,避免由于孔内异物或护筒卷边情况导致卡钻等异常情况发生。利用截齿钻的掏渣能力,覆盖层钻进速度可达 $5\sim 8\text{m/h}$ 。截齿钻进入强风化后开始减慢钻速,并放缓钻进速度,强风化钻进速度约为 1m/h 。当钻进速度小于 30cm/h 时,停止使用截齿钻,并根据出渣情况和地质勘探资料初步判定岩层。

[0044] 若截齿钻钻进困难后,提升钻杆,更换牙轮筒钻,采用分级钻进的方式完成中风化岩层的嵌岩成孔。首先采用已准备完毕的 $\Phi 1350$ 牙轮筒钻,钻头与钻杆采用销子连接,因其连接便捷性,整个钻头更换过程控制在半小时左右。下放钻头,利用取芯原理钻进并取出岩芯,旋挖钻机操作员在钻进过程中时刻注意钻头钻进速度和仪表盘上显示的扭力值的变

化,钻头进入中风化时会产生较大的扭力值突变,此时动力头每分钟转动圈数控制在4.5~9圈之间,最大扭力约为240KN。根据牙轮钻的起钻面,当钻进1.8m(即一个筒身长度)后停止钻进,提钻更换 $\Phi 1850$ 牙轮筒钻,进入中风化动力头每分钟转动圈数控制在3.5~7圈之间,最大扭力约为320KN,同样钻进1.8m后提钻更换 $\Phi 2350$ 牙轮钻,继续钻进1.8m后提钻更换截齿钻,利用截齿钻将未取出的岩芯捣碎清理。截齿钻清理完成后,继续采用牙轮钻钻进,如此循环,直至到达设计要求孔深,至此完成旋挖机嵌岩成孔。

[0045] 不同直径的钻孔动力头控制圈数与压力值参见图4,该图示为经过大量现场施工获得实验数据,故根据现场情况采用上述三级施工以及不同的施工方式。

[0046] 实施例3:

[0047] 参照图5,图6以及图7所示,导向圆盘包括若干导向单元100,若干所述导向单元100沿钻杆200的长度方向依次排布;具体地,设置至少2个导向单元100,当钻杆长度增加或者钻孔深度过大时,可以根据实际需要,增加导向单元的数量。

[0048] 具体地,每个所述导向单元100,均为带有穿孔300的环体结构,所述导向单元100通过所述穿孔300穿过并套设于所述钻杆200上;为了实现连接,还包括紧固单元400,沿所述穿孔300的外周,设有紧固单元400,所述导向单元100通过紧固单元400固定于所述钻杆200外周;使用时,导向单元100带动钻杆200,沿着直线方向,实现斜率恒定的斜线钻孔。

[0049] 本发明中,通过环体结构的导向单元,围设在钻杆外周,使得钻杆外周形成导向结构,相比于传统中的导向器,大多仅仅只能实现杆体处的导向,无法确保钻杆杆体上的引导,导致钻孔容易倾斜,而本发明中,在钻杆长度方向均设置,故能确保整个钻杆使用中的引导作用。

[0050] 本发明中,设置多个独立的导向单元,能够确保钻杆本体的斜率恒定,而导向单元,就像套管一样,确保了钻杆深挖中的晃动,以及钻孔成品斜率的一致,如果没有导向单元,则钻杆乱晃,导致钻孔成品歪扭,无法实现很好的钻孔施工。

[0051] 现有技术中,当钻孔的深度比较大时,且斜率较大时,容易出现孔倾斜不顺直的问题,而导向单元的增加,很好的克服了这个问题的,多个导向单元,使得钻杆外周处于较直的线结构,进而无需钻头导向器,通过相应现有的施工工艺钻进,钻孔单元起引导以及保护的作用,使得整个孔的外周,形成较为顺直的结构,尤其是多个导向单元的时候,更能确保钻杆外周的环境。

[0052] 进一步地,所述导向单元100中,所述环体结构包括若干个横截面面积相等的扇形结构500,若干个扇形结构500之间,相邻的扇形结构500通过固定件600进行连接。

[0053] 本实施例中,设置若干个扇形结构,便于调整导向单元的容纳空间,进而匹配不同直径的钻杆,提高使用率。

[0054] 本实施例中,固定件包括螺栓和两个螺母,沿所述扇形的圆周方向,所述螺栓依次穿过所述扇形的侧壁,两个所述螺母分别紧固于所述螺栓的两侧。通过螺栓调整扇形结构之间的间距,进而实现不同导向单元大小的调节。

[0055] 上述扇形结构500包括第一扇形结构510以及第二扇形结构520,沿与钻杆200垂直的方向,所述第一扇形结构510以及第二扇形结构520对称设置。本实施例中,采用两个对称的扇形结构,能够增加导向单元的厚度,钻杆使用中,会多次摩擦,而对称的扇形结构,能够增强整个导向单元的强度,提升其使用寿命。

[0056] 沿所述环体结构的周向,设有若干的泄水孔700。设置泄水孔,目的在于,可保证从桩顶补充的冲洗液,能够经过这些泄水孔,快速进入孔底,保证反循环清孔时清孔吸渣的顺利进行。所述泄水孔700为沿钻杆100长度方向,贯穿所述环体结构的贯穿孔。设置贯穿孔,冲洗液会通过贯穿孔,经由顶部,通过若干个长度方向的贯穿孔,贯穿进入底部,相比于侧面,流通速度更快。

[0057] 从所述钻杆200至所述导向单元100边缘,所述导向单元100的上下表面分别形成以导向单元100为对称轴对称的引导结构110。本实施例中,还可以在引导结构110上设置通孔,便于排水以及泄水。本实施例中,引导结构对称设置,进而在进行钻孔时,引导单元能够促使整个钻杆的导向单元,上下同时引导进行钻孔,提升整个的工作效率。

[0058] 进一步地,沿所述钻杆200的长度方向,所述引导结构110为厚度逐渐变薄的斜面结构,且所述引导结构110中,与所述钻杆200最远处的斜面结构最薄。

[0059] 本实施例中,越边缘处,厚度越薄,使用起来越尖锐,能够实现侧面的辅助钻孔,即在钻孔的周向,也有辅助的钻孔引导结构,帮助钻杆实现外周的钻孔。

[0060] 本导向圆盘的使用性能优点如下:

[0061] (1) 安装简单,效率高

[0062] 相对于传统的导向器,采用导向圆盘具有安装效率高,安装简单;本桩基施工完成后,无需更换可随旋挖钻机快速移动到下一根桩基。

[0063] (2) 适用性强

[0064] 由于现场施工实际情况,能够适用多种直径尺寸的桩基断面形式。

[0065] (3) 安全性好

[0066] 圆盘导向采用螺母连接成一个整体,稳定性好,施工现场安全文明管控容易。

[0067] 本发明采用导向圆盘具有安装简单,效率高,适用性强,通过改变导向圆盘的直径能够适用多种直径尺寸的桩基工程。

[0068] 综上所述,本发明采用海上大直径斜桩旋挖机嵌岩钻进成孔工艺具有施工效率高,钻进速度快,可以大大缩短工期。旋挖钻机在海上使用清水钻孔施工,不使用泥浆护壁,对环境污染小。旋挖钻机占用空间小、具有机动性强,可以调整钻机桩架的斜率,可以适应多种桩径和复杂地质条件。

[0069] 为保证旋挖钻杆能按一定斜率钻孔,在钻杆位置加导向圆盘,保证钻杆在同一直线上,同时也保证成孔斜率。钻杆为17m一节,可接长。旋挖钻机配备截齿钻头和牙轮筒钻两种钻头,分别针对粘土块石覆盖层和强风化、中风化岩层。

[0070] 旋挖钻孔采用动力头形式,利用强大的扭矩直接将土或砂砾等钻渣旋转挖掘。旋挖钻机采用清水钻孔,不使用泥浆钻孔(钻孔过程中使用泥浆护壁:泥浆护壁就是用泥土和水以及膨润土以及CMC等其他外加剂混合而成的半流体对槽壁的静压力和泥浆在槽壁上形成的泥皮,可以有效地防止槽、孔壁坍塌。清水护壁则是注入清水后与泥土混合而成的泥水,同样对槽壁的静压力和泥浆在槽壁上形成的泥皮,而防止槽、孔壁坍塌),有利于施工区域的环境保护。考虑环保等其他因素,采用泵吸反循环清孔工艺,这种泵吸反循环工艺可以具备清水携渣的能力,代替以往使用的泥浆。试桩完成后,采用水下摄像头拍摄和探孔器检测,检查孔壁是否完整、是否有泥浆附着,底部有无沉渣。根据同期使用冲击钻机、旋挖钻机钻进海上大直径(Φ 2500mm)的直桩嵌岩桩和斜桩嵌岩桩的基桩情况,直桩采用冲击钻施

工,斜桩采用旋挖钻机施工,直桩成孔时间基本为6~9天,斜桩成孔时间为 2~3天,旋挖钻机比冲击钻机在功效要高近300%,成孔效率非常高,大大加快了施工进度。

[0071] 上文所列出的一系列的详细说明仅仅是针对本发明的可行性实施方式的具体说明,它们并非用以限制本发明的保护范围,凡未脱离本发明技艺精神所作的等效实施方式或变更均应包含在本发明的保护范围之内。

[0072] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0073] 此外,应当理解,虽然本说明书按照实施方式加以描述,但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施例中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

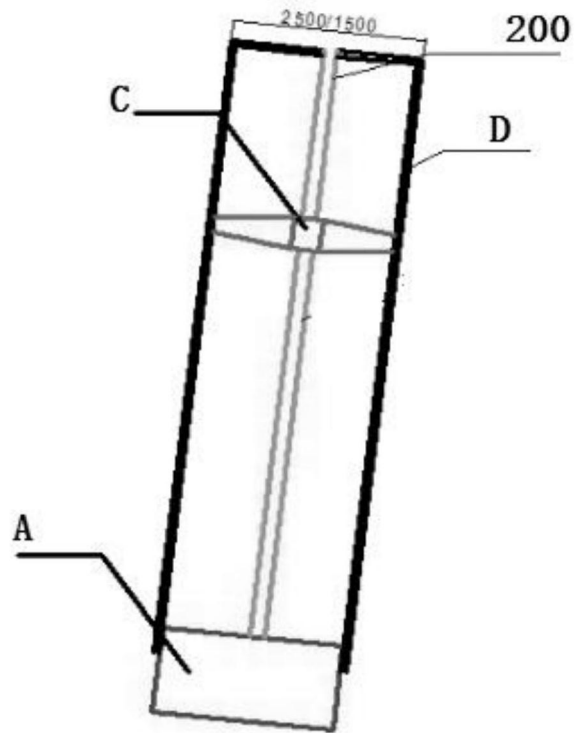


图1

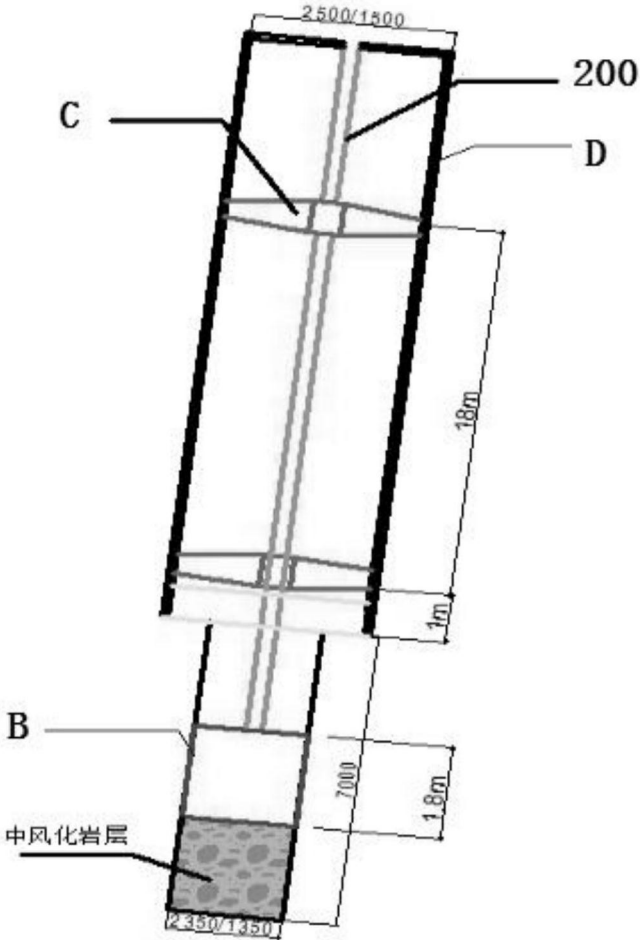


图2

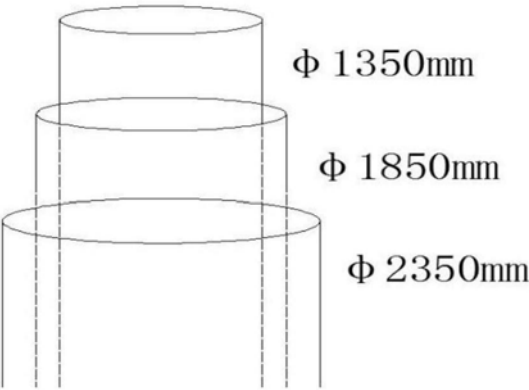


图3

孔径	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2500
圈数下限 (r/min)	8	6.5	5.5	4.5	4	3.5	3.2	3.0
圈数上限 (r/min)	16	13	11	9	8	7	6.5	6
最大扭矩 (KN)	120	160	160	240	280	320	360	360

图4

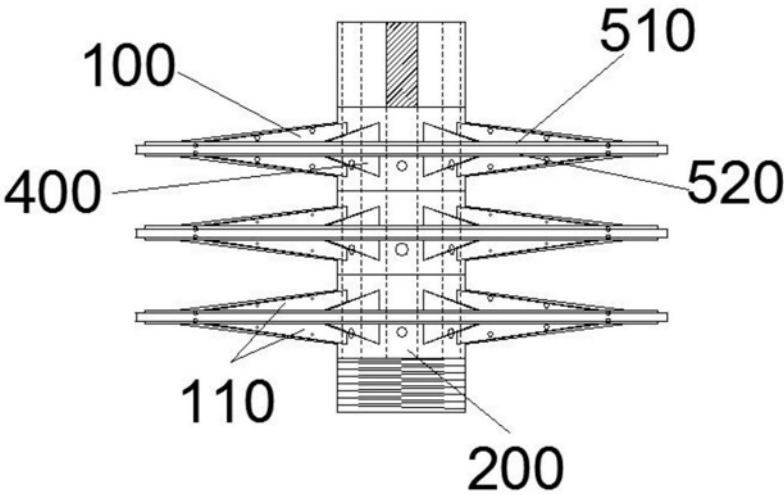


图5

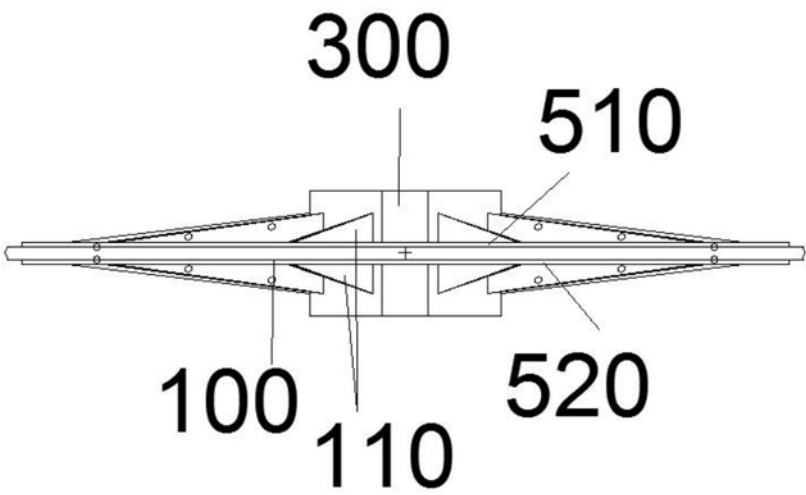


图6

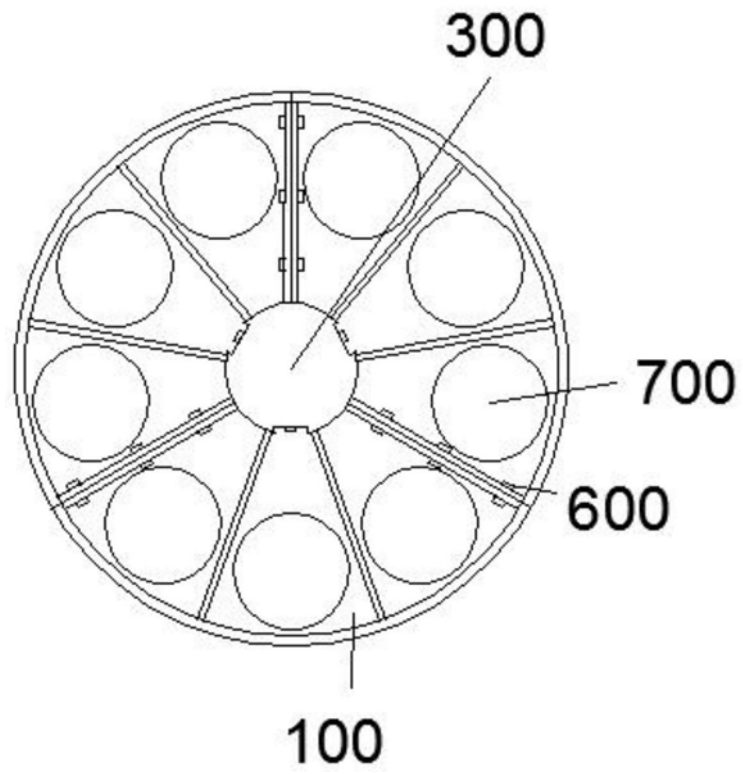


图7