



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116220095 B

(45) 授权公告日 2024. 12. 24

(21) 申请号 202310296257.5

(22) 申请日 2023.03.22

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 116220095 A

(43) 申请公布日 2023.06.06

(73) 专利权人 中国地质大学(武汉)

地址 430074 湖北省武汉市洪山区鲁磨路
388号

(72) 发明人 吴文兵 马美玲 李立辰 陈力博

罗仑博 刘浩 刘鑫 张云鹏

王凤喜

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限

公司 42102

专利代理师 许美红 陶洪

(51) Int.Cl.

E02D 27/42 (2006.01)

E02D 27/52 (2006.01)

E02D 27/12 (2006.01)

E02D 5/56 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 112627222 A, 2021.04.09

CN 210341974 U, 2020.04.17

审查员 李莉会

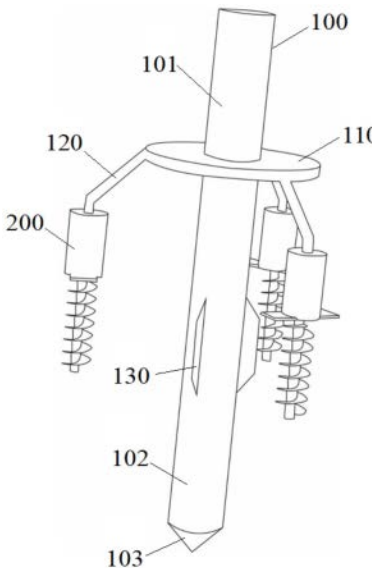
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种海上风电组合基础及其施工方法

(57) 摘要

一种海上风电组合基础及其施工方法,涉及风力发电领域。海上风电组合基础包括单桩基础及至少三个沿单桩基础周向间隔布置的辅助螺旋桩,辅助螺旋桩连接于单桩基础,辅助螺旋桩包括辅助螺旋桩外壳、设于辅助螺旋桩外壳内的顶板、用于驱动顶板沿辅助螺旋桩轴向移动的驱动机构、顶部抵压顶板的滚珠丝杠螺杆、通过螺纹套设于滚珠丝杠螺杆上的滚珠丝杠螺母及顶部与滚珠丝杠螺杆底部连接的螺旋钻进杆,螺旋钻进杆的底部伸出至辅助螺旋桩外壳下方。本申请提供的海上风电组合基础及其施工方法具有承载力高、抗拔能力强、稳定性和可靠性好、施工和维护方便的优点,能够节约安装时间并降低作业和维护成本。



1. 一种海上风电组合基础,其特征在于,其包括单桩基础及至少三个沿所述单桩基础周向间隔布置的辅助螺旋桩,所述辅助螺旋桩连接于所述单桩基础,所述辅助螺旋桩包括辅助螺旋桩外壳、设于所述辅助螺旋桩外壳内的顶板、用于驱动所述顶板沿所述辅助螺旋桩轴向移动的驱动机构、顶部抵压所述顶板的滚珠丝杠螺杆、通过螺纹套设于所述滚珠丝杠螺杆上的滚珠丝杠螺母及顶部与所述滚珠丝杠螺杆底部连接的螺旋钻进杆,所述螺旋钻进杆的底部伸出至所述辅助螺旋桩外壳下方,所述辅助螺旋桩外壳的下方设有至少一个用于抵压地面的辅助螺旋桩基座。

2. 根据权利要求1所述的海上风电组合基础,其特征在于,所述辅助螺旋桩外壳内的所述滚珠丝杠螺母与对应所述辅助螺旋桩基座分别通过基座传压杆连接。

3. 根据权利要求1所述的海上风电组合基础,其特征在于,所述单桩基础上固定套设有平台,所述辅助螺旋桩外壳顶部通过连接管与所述平台连接。

4. 根据权利要求1所述的海上风电组合基础,其特征在于,所述单桩基础的外壁连接有多个沿其周向间隔布置的侧翼。

5. 根据权利要求4所述的海上风电组合基础,其特征在于,所述侧翼为下底边连接所述单桩基础外壁的等腰梯形板。

6. 根据权利要求4所述的海上风电组合基础,其特征在于,所述侧翼的上底边和下底边的长度比为0.8-0.9,所述侧翼的下底边长度为所述单桩基础长度的 $1/5-1/4$,所述侧翼的高度与下底边长度的比值为0.2-0.25。

7. 根据权利要求1所述的海上风电组合基础,其特征在于,所述螺旋钻进杆包括转杆本体及连接于所述转杆本体外壁的螺旋叶片,所述螺旋叶片的外径随着向下延伸逐渐减小,所述螺旋叶片的最小直径在30cm以上。

8. 根据权利要求1所述的海上风电组合基础,其特征在于,所述单桩基础包括依次连接的露出段、埋入段和倒圆锥段。

9. 如权利要求1所述的海上风电组合基础的施工方法,其特征在于,包括以下步骤:

确定安装位置后,将单桩基础垂直地面向下打入;将单桩基础垂直地面向下打入之前,在所述辅助螺旋桩外壳的下方设有至少一个用于抵压地面的辅助螺旋桩基座;

当各个辅助螺旋桩的螺旋钻进杆接触地面后,控制驱动机构驱动对应所述顶板沿所述辅助螺旋桩轴向向下移动,推动所述螺旋钻进杆旋转并沿所述辅助螺旋桩轴向向下移动钻进至预定深度。

10. 根据权利要求9所述的海上风电组合基础的施工方法,其特征在于,所述辅助螺旋桩基座连接于对应所述辅助螺旋桩外壳内的所述滚珠丝杠螺母。

一种海上风电组合基础及其施工方法

技术领域

[0001] 本申请涉及风力发电领域,具体而言,涉及一种海上风电组合基础及其施工方法。

背景技术

[0002] 我国已建成的海上风电项目中,超过60%全部或部分使用单桩基础,但是随着单桩基础向“大直径、超长、深贯入”的方向发展,其原有的施工便捷、承载力高等特点相较于高昂的建造成本已不再具备优势。因此组合基础已逐渐成为风机基础结构的新选择。

[0003] 组合基础由单桩基础与浅基础组成,常见的浅基础有桶型基础、箱型基础和螺旋桩等。桶型基础由于能够有效抵抗水平荷载且具有良好的抗倾覆能力而多被采用,但是安装此类组合基础需要大型设备对海床进行整平处理,并且需要准确预测复杂土质条件下施工过程中的下沉阻力、施工临界吸力以及可能发生的结构变形。浅基础采用螺旋桩时能大幅度增加基础的抗拔能力来应对复杂的海洋环境,但是安装此类螺旋桩时不仅需要在水下作业而且施工难度依旧高,例如要有相当高的精度来保证螺旋桩安装座的插销和插销孔对接,这增加了施工难度且提高了安装费用,虽然螺旋桩的使用能够很好的应对复杂地质条件,却带来了水下安装螺旋桩施工工艺复杂和成本高等多种问题。

[0004] 因此,需要一种承载力高、施工工艺简单、施工成本低的海上风电组合基础及其施工方法。

发明内容

[0005] 本申请的目的在于提供一种海上风电组合基础及其施工方法,其具有承载力高、抗拔能力强、稳定性和可靠性好、施工和维护方便的优点,能够节约安装时间并降低作业和维护成本。

[0006] 本申请是这样实现的:

[0007] 本申请提供一种海上风电组合基础,其包括单桩基础及至少三个沿单桩基础周向间隔布置的辅助螺旋桩,辅助螺旋桩连接于单桩基础,辅助螺旋桩包括辅助螺旋桩外壳、设于辅助螺旋桩外壳内的顶板、用于驱动顶板沿辅助螺旋桩轴向移动的驱动机构、顶部抵压顶板的滚珠丝杠螺杆、通过螺纹套设于滚珠丝杠螺杆上的滚珠丝杠螺母及顶部与滚珠丝杠螺杆底部连接的螺旋钻进杆,螺旋钻进杆的底部伸出至辅助螺旋桩外壳下方。

[0008] 在一些可选的实施方案中,辅助螺旋桩外壳的下方设有至少一个用于抵压地面的辅助螺旋桩基座,辅助螺旋桩外壳内的滚珠丝杠螺母与对应辅助螺旋桩基座分别通过基座传压杆连接。

[0009] 在一些可选的实施方案中,单桩基础上固定套设有平台,辅助螺旋桩外壳顶部通过连接管与平台连接。

[0010] 在一些可选的实施方案中,单桩基础的外壁连接有多个沿其周向间隔布置的侧翼。

[0011] 在一些可选的实施方案中,侧翼为下底边连接单桩基础外壁的等腰梯形板。

[0012] 在一些可选的实施方案中,侧翼的上底边和下底边的长度比为0.8-0.9,侧翼的下底边长度为单桩基础长度的1/5-1/4,侧翼的高度与下底边长度的比值为0.2-0.25。

[0013] 在一些可选的实施方案中,螺旋钻进杆包括转杆本体及连接于转杆本体外壁的螺旋叶片,螺旋叶片的外径随着向下延伸逐渐减小,螺旋叶片的最小直径在30cm以上。

[0014] 在一些可选的实施方案中,单桩基础包括依次连接的露出段、埋入段和倒圆锥段。

[0015] 本申请还提供一种海上风电组合基础的施工方法,其是使用上述海上风电组合基础进行的,包括以下步骤:

[0016] 确定安装位置后,将单桩基础垂直地面向下打入;

[0017] 当各个辅助螺旋桩的螺旋钻进杆接触地面后,控制驱动机构驱动对应顶板沿辅助螺旋桩轴向向下移动,推动螺旋钻进杆旋转并沿辅助螺旋桩轴向向下移动钻进至预定深度。

[0018] 在一些可选的实施方案中,将单桩基础垂直地面向下打入之前,在辅助螺旋桩外壳的下方设有至少一个用于抵压地面的辅助螺旋桩基座,辅助螺旋桩基座连接于对应辅助螺旋桩外壳内的滚珠丝杠螺母。

[0019] 本申请的有益效果是:本申请提供的海上风电组合基础包括单桩基础及至少三个沿单桩基础周向间隔布置的辅助螺旋桩,辅助螺旋桩连接于单桩基础,辅助螺旋桩包括辅助螺旋桩外壳、设于辅助螺旋桩外壳内的顶板、用于驱动顶板沿辅助螺旋桩轴向移动的驱动机构、顶部抵压顶板的滚珠丝杠螺杆、通过螺纹套设于滚珠丝杠螺杆上的滚珠丝杠螺母及顶部与滚珠丝杠螺杆底部连接的螺旋钻进杆,螺旋钻进杆的底部伸出至辅助螺旋桩外壳下方。本申请提供的海上风电组合基础及其施工方法具有承载力高、抗拔能力强、稳定性和可靠性好、施工和维护方便的优点,能够节约安装时间并降低作业和维护成本。

附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本申请的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0021] 图1为本申请实施例提供的海上风电组合基础的第一视角的结构示意图;

[0022] 图2为本申请实施例提供的海上风电组合基础的第二视角的结构示意图;

[0023] 图3为本申请实施例提供的海上风电组合基础中单桩基础的结构示意图;

[0024] 图4为本申请实施例提供的海上风电组合基础中辅助螺旋桩的局部剖视结构示意图。

[0025] 图中:100、单桩基础;101、露出段;102、埋入段;103、倒圆锥段;110、平台;120、连接管;130、侧翼;200、辅助螺旋桩;210、辅助螺旋桩外壳;220、顶板;230、千斤顶;240、滚珠丝杠螺杆;250、滚珠丝杠螺母;260、螺旋钻进杆;261、转杆本体;262、螺旋叶片;270、辅助螺旋桩基座;280、基座传压杆;290、承压板。

具体实施方式

[0026] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施例

中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本申请实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0027] 因此,以下对在附图中提供的本申请的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本申请的范围,而是仅仅表示本申请的选定实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0028] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0029] 在本申请的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,或者是该申请产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0030] 此外,术语“水平”、“竖直”、“悬垂”等术语并不表示要求部件绝对水平或悬垂,而是可以稍微倾斜。如“水平”仅仅是指其方向相对“竖直”而言更加水平,并不是表示该结构一定要完全水平,而是可以稍微倾斜。

[0031] 在本申请的描述中,还需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0032] 在本申请中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征之“上”或之“下”可以包括第一和第二特征直接接触,也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”包括第一特征在第二特征正下方和斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0033] 以下结合实施例对本申请的海上风电组合基础及其施工方法的特征和性能作进一步的详细描述。

[0034] 如图1、图2、图3和图4所示,本申请提供一种海上风电组合基础,其包括中空圆柱形的单桩基础100及三个沿单桩基础100周向间隔布置的辅助螺旋桩200;辅助螺旋桩200包括中空圆柱形的辅助螺旋桩外壳210、设于辅助螺旋桩外壳210内的顶板220、用于驱动顶板220沿辅助螺旋桩200轴向移动的驱动机构、顶部抵压顶板220的滚珠丝杠螺杆240、通过螺纹套设于滚珠丝杠螺杆240上的滚珠丝杠螺母250及顶部与滚珠丝杠螺杆240底部连接的螺旋钻进杆260,螺旋钻进杆260的底部伸出至辅助螺旋桩外壳210下方,每个辅助螺旋桩外壳210的下方设有一对相对布置用于抵压地面的辅助螺旋桩基座270,辅助螺旋桩外壳210内的滚珠丝杠螺母250与一对对应的辅助螺旋桩基座270分别通过基座传压杆280连接,本实

施例中,辅助螺旋桩外壳210顶部内壁连接有两个承压板290,驱动机构为两个千斤顶230,每个千斤顶230的一端分别与一个承压板290连接,另一端与顶板220连接。螺旋钻进杆260包括转杆本体261及连接于转杆本体261外壁的螺旋叶片262,螺旋叶片262的外径随着向下延伸逐渐减小,螺旋叶片262的最小直径为30cm。

[0035] 单桩基础100外壁固定套设有环形的平台110,每个辅助螺旋桩外壳210顶部通过连接管120与平台110连接;单桩基础100包括依次连接的露出段101、埋入段102和倒圆锥段103,单桩基础100的埋入段102外壁连接有三个沿其周向间隔布置的侧翼130,侧翼130为下底边连接单桩基础100外壁的等腰梯形板,侧翼130的上底边和下底边的长度比为0.8,侧翼130的下底边长度为单桩基础100长度的1/5,侧翼130的高度与下底边长度的比值为0.25。

[0036] 本申请提供一种海上风电组合基础的施工方法,其是使用上述海上风电组合基础进行的,包括以下步骤:

[0037] 确定安装位置后,将单桩基础100垂直地面向下打入;将单桩基础100垂直地面向下打入时使用锤击装置,锤击装置可以为液压装置、气动装置、电驱动装置、摩尔驱动装置等。

[0038] 当各个辅助螺旋桩200的螺旋钻进杆260接触地面后,控制驱动机构驱动对应顶板220沿辅助螺旋桩200轴向向下移动,推动螺旋钻进杆260旋转并沿辅助螺旋桩200轴向向下移动钻进,直至每个辅助螺旋桩外壳210的下方设有的辅助螺旋桩基座270抵压地面。

[0039] 本申请实施例提供的海上风电组合基础及其施工方法包括单桩基础100及三个沿单桩基础100周向间隔布置的辅助螺旋桩200;其中单桩基础100采用中空圆柱结构,在保证结构强度的同时节约成本,单桩基础100包括依次连接的露出段101、埋入段102和倒圆锥段103,倒圆锥段103的外径尺寸向下逐渐减小可以减少单桩基础100的用料,降低制造成本,并降低位于海床面之下的埋入段102承受的弯矩,从而在保证单桩基础100的结构强度的同时节约成本。

[0040] 单桩基础100的埋入段102外壁连接有三个等腰梯形的侧翼130,在单桩基础100的埋入段102埋入地基土中时,三个侧翼130也同时进入,使侧翼130的梯形斜边底部压强更大部分先与土层接触更容易突破土层,后使侧翼130的梯形顶部和底部直线部分增大与土层接触面的同时减少了材料的使用,在单桩基础100的埋入段102到达指定深度稳定后,三个侧翼130承受来自土层水平方向上的应力并将作用在侧翼130上的水平荷载传递到单桩基础100上,使单桩基础100的埋入段102受到更大的水平应力提高稳定性。

[0041] 辅助螺旋桩200中的千斤顶230作为驱动机构,在辅助螺旋桩200到达指定位置时,千斤顶230收到控制指令开始向下施加压力推动顶板220沿辅助螺旋桩200轴向向下移动,顶板220向下移动时推动滚珠丝杠螺杆240及其连接的螺旋钻进杆260沿辅助螺旋桩200轴向向下移动,并通过滚珠丝杠螺母250内壁的螺纹驱动沿辅助螺旋桩200轴向向下移动的滚珠丝杠螺杆240带动连接的螺旋钻进杆260旋转实现向下钻进作业,从而针对于不同深度和复杂程度的海洋环境进行灵活的调整,降低建设成本和运维成本。

[0042] 螺旋钻进杆260包括转杆本体261及连接于转杆本体261外壁的螺旋叶片262,螺旋叶片262的外径随着向下延伸逐渐减小,螺旋叶片262的最小直径为30cm,使螺旋钻进杆260具有扭矩大、不易卡钻的特点,钻进更为稳定且能够更为牢固的固定在土层中。

[0043] 每个辅助螺旋桩外壳210的下方设有一对相对布置用于抵压地面的辅助螺旋桩基

座270,辅助螺旋桩外壳210内的滚珠丝杠螺母250与一对对应的辅助螺旋桩基座270分别通过基座传压杆280连接,在将单桩基础100垂直地面向下打入使辅助螺旋桩基座270接触地面收到冲击力时,作用于辅助螺旋桩基座270的冲击力通过基座传压杆280传递到滚珠丝杠螺母250部分,从而将作用于基础的力进行转移,进而减轻冲击力对辅助螺旋桩基座270和辅助螺旋桩外壳210的损伤,同时基座传压杆280在将接收到的来自辅助螺旋桩基座270的冲击力时,其会将冲击力作用到滚珠丝杠螺母250,滚珠丝杠螺母250收到向上的冲击力会产生向上移动的趋势,给予滚珠丝杠螺杆240向上移动的力,滚珠丝杠螺杆240产生的向上移动的趋势将作用力作用于顶板220,并使顶板220受到来自千斤顶230的阻挡,使其将力传递给千斤顶230,从而缓解冲击力对基础的作用。

[0044] 在进一步的实施方案中,单桩基础100外壁套设有可拆卸的环形的平台110,每个辅助螺旋桩外壳210顶部通过可拆卸的连接管120与平台110连接;平台110和连接管120可以从单桩基础100上拆下,单桩基础100和辅助螺旋桩200也可以拆除进行回收利用。

[0045] 在进一步的实施方案中,用于驱动顶板220沿辅助螺旋桩200轴向移动的驱动机构还可以为液压装置、气动装置、电驱动装置、摩尔驱动装置。

[0046] 以上所描述的实施例是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。本申请的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本申请的范围,而是仅仅表示本申请的选定实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

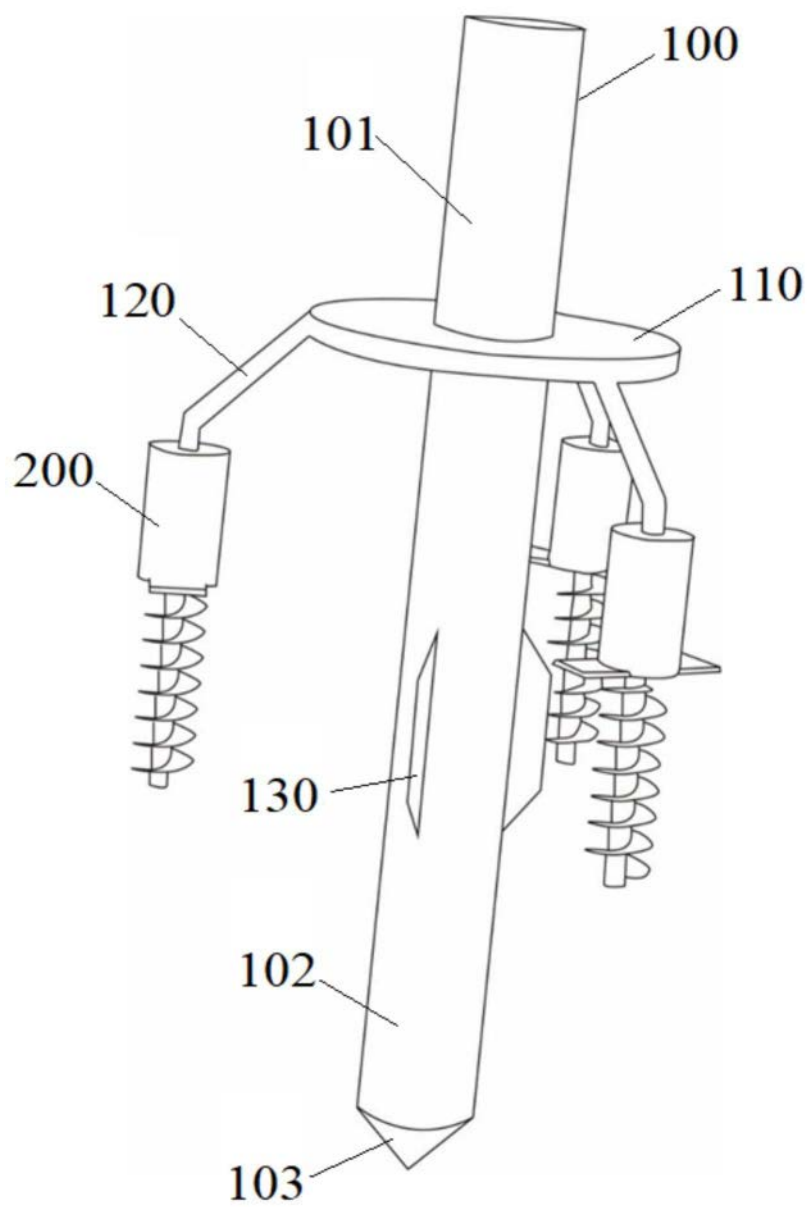


图1

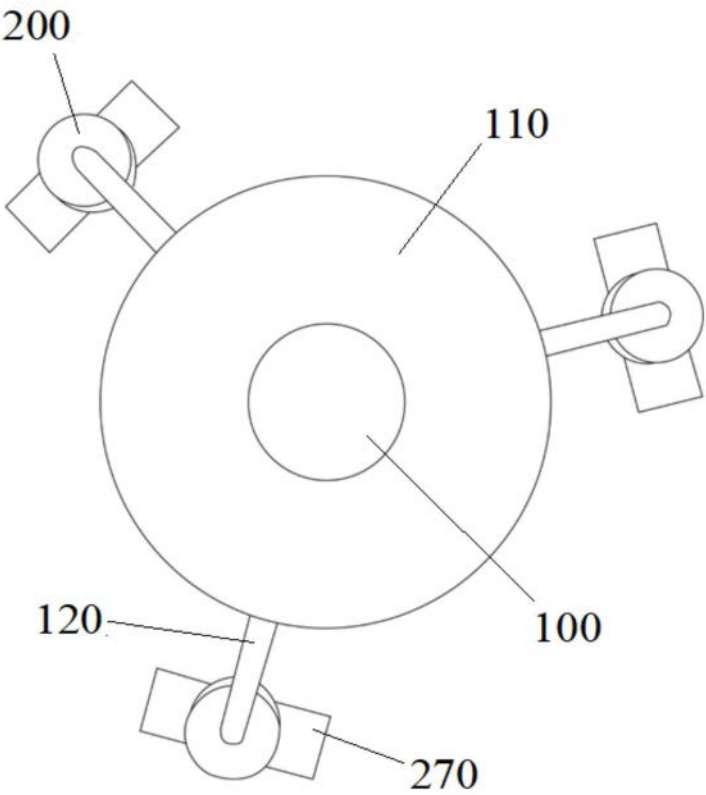


图2

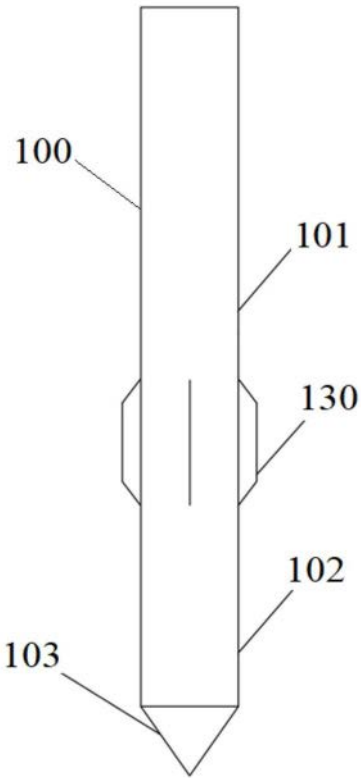


图3

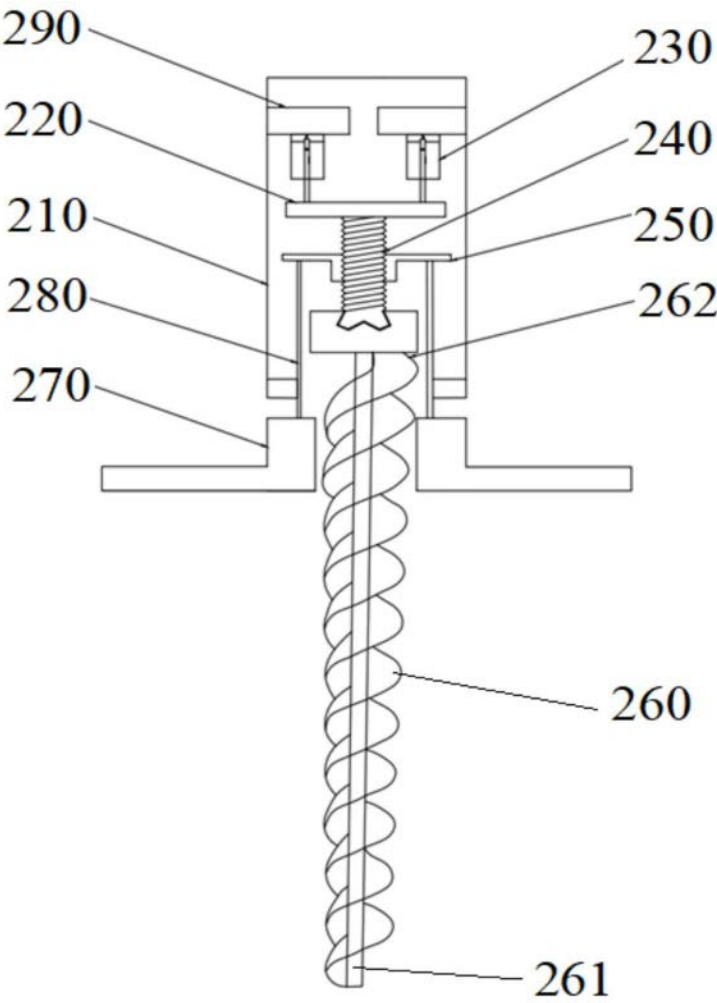


图4