



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110144924 A

(43)申请公布日 2019.08.20

(21)申请号 201910425908.X

F03D 13/25(2016.01)

(22)申请日 2019.05.21

(71)申请人 中交第四航务工程局有限公司

地址 510000 广东省广州市海珠区振兴大街18号广州之窗总部大厦

(72)发明人 卢普伟 李汉渤 王伟智 程巧建
廖雄飞 黄金龙 陈楚生 何志敏
刘慧

(74)专利代理机构 广州新诺专利商标事务所有
限公司 44100

代理人 刘菁菁

(51)Int.Cl.

E02D 27/42(2006.01)

E02D 27/52(2006.01)

F03D 13/20(2016.01)

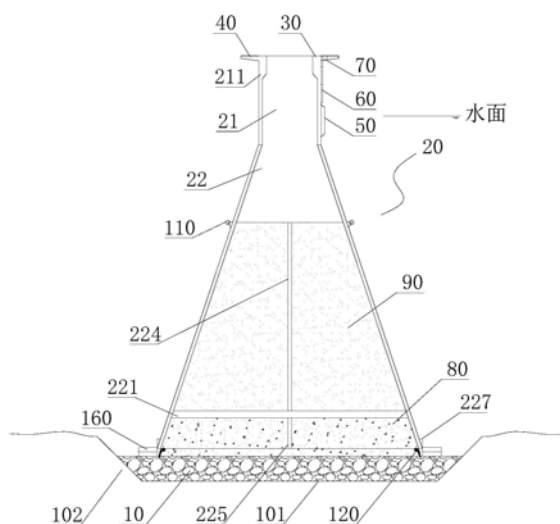
权利要求书2页 说明书7页 附图7页

(54)发明名称

一种圆锥筒形海上风力发电机组基础结构及其施工方法

(57)摘要

本发明属于水工建筑物领域,具体公开一种圆锥筒形海上风力发电机组基础结构,包括基础、及安放在其上的圆锥筒形混凝土重件,所述圆锥筒形混凝土重件包括上部圆柱端和下部圆锥端,所述下部圆锥端的上端部直径与上端部圆柱端的直径一致,所述下部圆锥端的内部从下至上依次分层的填充有水下自密实混凝土和回填砂。该圆锥筒形混凝土重件结构能在陆上整体预制,浮运至现场能快速安装,填充水下自密实混凝土和回填砂后稳定性好,结构简单且施工垂直精度高,减少了海上施工作业时间,对周围区域环境影响小。



1. 一种圆锥筒形海上风力发电机组基础结构,其特征在于:包括基础、及安放在其上的圆锥筒形混凝土重件,所述圆锥筒形混凝土重件包括上部圆柱端和下部圆锥端,所述下部圆锥端的上端部直径与上端部圆柱端的直径一致,所述下部圆锥端的内部从下至上依次分层的填充有水下自密实混凝土和回填砂。

2. 根据权利要求1所述的圆锥筒形海上风力发电机组基础结构,其特征在于:所述上部圆柱端和下部圆锥端均设有预应力锚孔,锚索从上部圆柱端的上部锚固端依次穿过上部圆柱端外墙和下部圆锥端的外墙后到达底部锚固端,锚索施加一定的预张力后锚固在上部锚固端和底部锚固端,锚孔内通过高压灌注的方法充满水泥浆,使得锚索与锚孔壁接合紧密。

3. 根据权利要求1所述的圆锥筒形海上风力发电机组基础结构,其特征在于:所述上部圆柱端顶部安装有用于连接海上风电机组塔筒的法兰盘,以及用于安装塔筒和运营维护操作的外扩平台,所述上部圆柱端的顶部设有内壁厚在适当的位置向内扩大,形成用于预埋法兰盘锚固螺栓和安装预应力锚索固定的上部锚固端,所述上部圆柱端的直径与海上风电机组塔筒的法兰盘直径相适应。

4. 根据权利要求1所述的圆锥筒形海上风力发电机组基础结构,其特征在于:所述上部圆柱端外侧安装有靠船橡胶护舷,所述靠船橡胶护舷上方安装有供操作人员上下的人行爬梯,所述人行爬梯穿过外扩平台的位置设置平台人孔。

5. 根据权利要求1所述的圆锥筒形海上风力发电机组基础结构,其特征在于:所述下部圆锥端的内部设有隔舱底板,所述隔舱底板将下部圆锥端的内部分为上舱和下舱,所述下舱内设有从圆心均匀辐射的若干条下舱纵隔板,或/和设置同心圆柱内隔板将下舱分成若干下隔舱,所述下舱内部填充有水下自密实混凝土;所述上舱由从圆心均匀辐射的若干条上舱纵隔板分成若干个上隔舱,上舱内填充有回填砂。

6. 根据权利要求1所述的圆锥筒形海上风力发电机组基础结构,其特征在于:所述上部圆柱端和下部圆锥端的内部侧壁安装有从上至下贯穿的灌浆管道,所述隔舱底板上均匀设置有若干预留孔,上述灌浆管道穿过所述预留孔至块石基础面以上30~50cm位置。

7. 根据权利要求1所述的圆锥筒形海上风力发电机组基础结构,其特征在于:所述圆锥筒形混凝土重件的外表面预埋若干拉环;所述圆锥筒形混凝土重件外墙和下舱纵隔板底部均设置止浆橡胶,通过预埋螺栓固定。

8. 根据权利要求1所述的圆锥筒形海上风力发电机组基础结构,其特征在于:在圆锥筒形混凝土重件底部外墙的外侧沿圆周均匀布置若干调平千斤顶,所述调平千斤顶的油缸端通过预埋螺栓固定在底部外墙的外侧,所述调平千斤顶的伸缩杆末端连接一块防沉钢板,所述防沉钢板支撑在块石基础的顶面。

9. 根据权利要求1所述的圆锥筒形海上风力发电机组基础结构,其特征在于:所述下舱的高度为1~2m,所述圆锥筒形混凝土重件安放在块石基础上,块石基础的厚度为1~3m,块石基础设置在海底基槽内,基槽是在海底开挖形成的一个倒圆台形的凹槽,基槽的周边是原状土边坡;在圆锥筒形混凝土重件外侧的踢脚处安放一圈的栅栏板。

10. 一种根据权利要求1至9任一项所述的圆锥筒形海上风力发电机组基础结构的施工方法,其具体步骤是:

- (1) 圆锥筒形混凝土重件预制;
- (2) 预应力张位施工;

(3) 圆锥筒形混凝土重件舾装: 安装调平千斤顶、拉环、靠船橡胶护舷、人行爬梯、法兰盘等附属设施;

(4) 基槽开挖: 将回填块石基础位置表面的软弱地基土挖除;

(5) 块石基础抛石及整平: 块石由水面抛至海底基槽内, 抛填至相应标高后, 需对块石基础的顶面进行整平;

(6) 圆锥筒形混凝土重件起浮;

(7) 圆锥筒形混凝土重件运输;

(8) 圆锥筒形混凝土重件定位下沉;

(9) 圆锥筒形混凝土重件调平;

(10) 下舱灌注水下自密实混凝土;

(11) 上舱回填砂;

(12) 拆除调平千斤顶;

(13) 水下安装栅栏板。

一种圆锥筒形海上风力发电机组基础结构及其施工方法

技术领域

[0001] 本发明属于水工建筑物领域,特别是涉及一种圆锥筒形海上风力发电机组预制混凝土构件重力式基础及其施工方法。

背景技术

[0002] 现有技术中,目前,海上风电机组基础种类比较多,但是可以概括为以下三种类型:漂浮式基础、桩基础、重力式基础,对于上述三种桩基础,以下进行具体说明:

[0003] 第一种,漂浮式基础适应于水深超大的海域,海上风电机组安装在空腔结构的基础上,漂浮在水中,由浮力来支撑整个基础和海上风电机组的重量。由于风浪的作用基础存在晃动,因此相比其他固定式的基础,漂浮式基础较不稳定,对海上风电机组的运行不利,相关技术条件尚不成熟,目前仍处于样机试验阶段。

[0004] 第二种,桩基础又可分为单桩基础、多桩承台基础、导管架基础等。桩基础是依靠打入土层中的桩提供承载力支撑海上风电机组的重量和运行时的稳定力,适应于土层覆盖层较厚、土质较好的建设场址。但是我国沿海地质基岩发达,许多地方基岩面埋深浅,不适用打入桩基础,目前普遍采用嵌岩桩基础,施工工期长、施工风险大,造价成本高。

[0005] 第三种,重力式基础适用于地质条件较好,特别适合于基岩面埋深浅的风电场,但是风力发电机组对塔筒的垂直度要求很高,不大于千分之三。由于常规重力式基础安装方法无法满足基础垂直度的要求,以及完工后可能存在不均匀沉降等原因,重力式基础并没有在海上风电领域得到广泛应用。

[0006] 因此,研发一种能够在陆上预制、减少海上施工作业时间、现场快速安装、对周围区域环境影响小、结构简单且施工垂直精度高的圆锥筒形海上风力发电机组基础及其施工方法迫在眉睫。

发明内容

[0007] 本发明的目的是克服现有技术的不足,具体公开圆锥筒形海上风力发电机组基础结构,该基础主体结构能在陆上预制减少海上施工作业时间,在现场能快速安装,对周围区域环境影响小,填充水下自密实混凝土和回填砂后稳定性好,结构简单且施工垂直精度高。

[0008] 为了达到上述技术目的,本发明是按以下技术方案实现的:

[0009] 本发明所述的圆锥筒形海上风力发电机组基础结构,包括基础、及安放在其上的圆锥筒形混凝土重件,所述圆锥筒形混凝土重件包括上部圆柱端和下部圆锥端,所述下部圆锥端的上端部直径与上端部圆柱端的直径一致,所述下部圆锥端的内部从下至上依次分层的填充有水下自密实混凝土和回填砂。所述上部圆柱端的直径根据海上风电机组塔筒法兰盘直径来确定的,上部圆柱端顶标高根据场址高水位及浪高确定,保证顶端不受海浪影响,下部圆锥端的直径根据基础承载力确定,直径越大,基础所受的应力越小,且下部圆锥端高度由海上风电机组对基础重量要求确定,重量要求大,下部圆锥端越高。

[0010] 作为上述技术的进一步改进,所述上部圆柱端和下部圆锥端均设有预应力锚孔,

锚索从上部圆柱端的上部锚固端依次穿过上部圆柱端外墙和下部圆锥端的外墙后到达底部锚固端,锚索施加一定的预张力后锚固在上部锚固端和底部锚固端,锚孔内通过高压灌注的方法充满水泥浆,使得锚索与锚孔壁接合紧密。

[0011] 作为上述技术的更进一步改进,所述上部圆柱端顶部安装有用于连接海上风电机组塔筒的法兰盘,以及用于安装塔筒和运营维护操作的外扩平台,所述上部圆柱端的顶部设有内壁厚在适当的位置向内扩大,形成用于预埋法兰盘锚固螺栓和安装预应力锚索固定的上部锚固端,所述上部圆柱端的直径与海上风电机组塔筒的法兰盘直径相适应。

[0012] 作为上述技术的更进一步改进,所述上部圆柱端外侧安装有靠船橡胶护舷,所述靠船橡胶护舷上方安装有供操作人员上下的人行爬梯,所述人行爬梯穿过外扩平台的位置设置平台人孔。人员可穿过外扩平台人孔爬上至外扩平台进行作业。

[0013] 作为上述技术的更进一步改进,所述下部圆锥端的内部设有隔舱底板,所述隔舱底板将下部圆锥端的内部分为上舱和下舱,所述下舱内设有从圆心均匀辐射的若干条下舱纵隔板,或/和设置同心圆柱内隔板将下舱分成若干下隔舱,所述下舱内部填充有水下自密实混凝土;所述上舱由从圆心均匀辐射的若干条上舱纵隔板分成若干个上隔舱,上舱内填充有回填砂。

[0014] 其中:下舱的分舱目的,一是使水下自密实混凝土更容易充满整个下舱;二是为了保证圆锥圆筒混凝土重件在下舱灌注过程中的垂直度,可根据需要调节各个下隔舱灌注水下自密实混凝土的顺序。而上舱的分舱目的,一是运输过程中避免舱内压载水向同一侧倾覆造成失稳;二是为了保证圆锥圆筒混凝土重件在上舱回填砂过程中的垂直度,可根据需要调节各个隔舱回填砂的填充顺序。

[0015] 作为上述技术的更进一步改进,所述上部圆柱端和下部圆锥端的内部侧壁安装有从上至下贯穿的灌浆管道,所述隔舱底板上均匀设置有若干预留孔,上述灌浆管道穿过所述预留孔至块石基础面以上30~50cm位置。

[0016] 所述预留孔的数量与水下自密实混凝土的性能有关,以保证水下自密实混凝土能充满整个隔舱为准,开预留孔数量越少,施工越简单,但水下自密实混凝土需要充满整个下隔舱,对其性能要求越高。

[0017] 作为上述技术的更进一步改进,上舱回填砂的高度根据风机对圆锥筒形混凝土基础重量要求确定,下舱的高度由基础的承载力确定,所述下舱的高度为1~2m。

[0018] 作为上述技术的更进一步改进,所述圆锥筒形混凝土重件的外表面预埋若干拉环;该拉环用于圆锥筒形混凝土重件浮运安装定位时系缆使用,拉环的安装标高根据圆锥筒形混凝土重件浮运定位时吃水深度确定。

[0019] 作为上述技术的更进一步改进,所述圆锥筒形混凝土重件外墙和下舱纵隔板底部均设置止浆橡胶,通过预埋螺栓固定,所述止浆橡胶的作用是防止下舱灌注水下自密实混凝土时漏浆。

[0020] 作为上述技术的更进一步改进,在圆锥筒形混凝土重件底部外墙的外侧沿圆周均匀布置若干调平千斤顶,所述调平千斤顶的油缸端通过预埋螺栓固定在底部外墙的外侧,所述调平千斤顶的伸缩杆末端连接一块防沉钢板,所述防沉钢板支撑在块石基础的顶面。防沉钢板的面积和厚度由块石基础顶面承载能力和千斤顶传递下来的荷载来确定。

[0021] 作为上述技术的更进一步改进,所述圆锥筒形混凝土重件安放在块石基础上,所

述块石基础的厚度一般为1~3m,块石基础设置在海底基槽内,基槽是在海底开挖形成的一个倒圆台形的凹槽,基槽的周边是原状土边坡,边坡的角度与土的性质有关,所述块石基础支撑于海底原状土之上,基槽开挖的深度与块石基础的底部应力及原状土的承载力性质有关。

[0022] 作为上述技术的更进一步改进,在圆锥筒形混凝土重件外侧的踢脚处安放一圈的栅栏板,以防止水流冲刷掏空块石基础。

[0023] 本发明还公开上述圆锥筒形海上风力发电机组基础结构的施工方法,其具体步骤是:

[0024] (1)圆锥筒形混凝土重件预制:在陆上岸边工厂坞内依次施工下舱纵隔板和下舱外墙、底板、上舱纵隔板和上舱外墙、上部圆柱端外墙、锚固端、外扩平台,优选爬模工艺由下而上逐层绑扎钢筋、浇筑混凝土、提升模板,周而复始,最终完成整个圆锥筒形混凝土重件;

[0025] (2)预应力张位施工:将锚索依次穿入每个锚孔内,利用锚固千斤顶依次对每个锚孔内的每股锚索进行张拉,施加一定的预应力并保持,利用锚具将张拉后的锚索锚固在锚固端,拆除锚固千斤顶,在锚孔内高压灌入水泥浆;

[0026] (3)圆锥筒形混凝土重件舾装:安装调平千斤顶、拉环、靠船橡胶护舷、人行爬梯、法兰盘等附属设施;

[0027] (4)基槽开挖:将回填块石基础位置表面的软弱地基土挖除,优选采用抓斗挖泥船开挖;

[0028] (5)块石基础抛石及整平:块石由水面抛至海底基槽内,优选采用开底驳抛填,抛填至相应标高后,需对块石基础的顶面进行整平,优选采用水下整平机;

[0029] (6)圆锥筒形混凝土重件起浮:一批圆锥筒形混凝土重件预制完成满足龄期后,坞内灌水,圆锥筒形混凝土重件在浮力的作用下脱离坞底板并处于漂浮状态,为满足浮运稳定性的要求,可能需要往上舱注入一定量的压载水,压载水的体积由浮运稳定性计算确定;

[0030] (7)圆锥筒形混凝土重件运输:打开坞门,将拖轮的拖缆系在圆锥筒形混凝土重件的拉环上,圆锥筒形混凝土重件在拖轮拉力作用下离开预制坞,前往安装地点,为了圆锥筒形混凝土重件运输过程中可靠的操作性,优选两条拖轮拖带,前面一条主拖轮,后面一条溜尾拖轮;

[0031] (8)圆锥筒形混凝土重件定位下沉:将圆锥筒形混凝土重件运输到指定地点后,增加一条拖轮,将拖缆系于位环上,三条拖轮依次均匀摆开,圆锥筒形混凝土重件在三条拖轮的作用下精确定位于指定的坐标位;往上舱内灌水,圆锥筒形混凝土重件逐步下沉,直至坐落于块石基础上,下沉过程中同步监测圆锥筒形混凝土重件的位置坐标,如有偏差则立即进行调整;

[0032] (9)圆锥筒形混凝土重件调平:测量法兰盘的水平度,不满足要求时,启动底部的四台调平千斤顶,通过调平千斤顶的伸缩调整圆锥筒形混凝土重件的垂直度,进而调整法兰盘的水平度,直至法兰盘的水平度符合要求;

[0033] (10)下舱灌注水下自密实混凝土:将泵送水下自密实混凝土输出管道依次与灌浆管道连接,开启设备,往下舱隔舱灌注水下自密实混凝土,并实时监测下舱隔舱内混凝土的灌注标高,填满后换另一隔舱,一般按顺序对称灌注,灌注过程应实时监测法兰盘的水平

度,如出现偏差,应调整隔舱的灌注顺序,直至全部隔舱灌注完成;

[0034] (11) 上舱回填砂:下舱水下自密实混凝土达到龄期,开始上舱回填砂,优选采用皮带上料将砂料通过圆柱端落入上舱隔舱内,回填砂时应保持各个隔舱内砂顶面基本一致,并实时监测法兰盘的水平度,如出现偏差,应调整各个隔舱回填砂顶面标高,直至回填砂顶面标高达到要求;

[0035] (12) 拆除调平千斤顶:再次确认法兰盘面水平度符合要求,拆除调平千斤顶;

[0036] (13) 水下安装栅栏板:在圆锥筒形混凝土重件踢脚外围一周安装栅栏板,优选起重船安装。

[0037] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0038] 1、本发明所述的圆锥筒形海上风力发电机组基础结构,能在陆上预制以减少海上施工作业时间,在现场能做到快速安装,施工方便,易于实现;

[0039] 2、本发明所述的圆锥筒形海上风力发电机组基础结构,由于将圆锥筒形混凝土重件设置为上部圆柱端和下部圆锥端,所述上部圆柱端的直径根据海上风电机组塔筒法兰盘直径来确定的,上部圆柱端顶标高根据场址高水位及浪高确定,能较好地保证顶端不受海浪影响,此外,下部圆锥端的直径根据基础承载力确定,直径越大,基础所受的应力越小,且下部圆锥端高度由海上风电机组对基础重量要求确定,重量要求大,下部圆锥端越高,可以根据周围区域环境需要进行定制,且其对周围区域环境影响小,结构简单;

[0040] 3、本发明所述的圆锥筒形海上风力发电机组基础结构,在下部圆锥端设有上舱和下舱,且上下舱内均对应分隔成若干隔舱,上舱内填充砂料,下舱灌注水下自密实混凝土,大大提高了圆锥筒形混凝土重件基础结构的平稳性和垂直度;

[0041] 4、本发明所述的圆锥筒形海上风力发电机组基础结构,在圆锥筒形混凝土重件底部外墙的外侧沿圆周均匀布置若干调平千斤顶,调平千斤顶的油缸端通过预埋螺栓固定在底部外墙的外侧,可以通过调平千斤顶的伸缩精确调整圆锥筒形混凝土重件的垂直度,进而调整法兰盘的水平度,大大提高了圆锥筒形混凝土重件的安装精度;

[0042] 5、本发明所述的圆锥筒形海上风力发电机组基础结构,在圆锥筒形混凝土重件外墙和下舱纵隔板底部均设置止浆橡胶,能防止下舱灌注水下自密实混凝土时漏浆。

附图说明

[0043] 下面结合附图和具体实施例对本发明做详细的说明:

[0044] 图1是实施例一所述的圆锥筒形海上风电基础结构示意图;

[0045] 图2是实施例一所述的圆锥筒形混凝土重件结构示意图;

[0046] 图3是上述图2中A-A剖视图;

[0047] 图4是上述图2中B-B剖视图;

[0048] 图5是实施例一的止浆橡胶安装图;

[0049] 图6是实施例一的调平千斤顶安装示意图;

[0050] 图7是本发明所述的圆锥筒形海上风电基础结构的施工方法流程图;

[0051] 图8是实施例二所述的圆锥筒形混凝土重件结构示意图;

[0052] 图9是上述图8中C-C剖视图。

具体实施方式

[0053] 实施例一

[0054] 如图1、图2所示,本发明所述的圆锥筒形海上风力发电机组基础结构,包括块石基础10、及安放在其上的圆锥筒形混凝土重件20,所述圆锥筒形混凝土重件20包括上部圆柱端21和下部圆锥端22,所述下部圆锥端22的上端部直径与上部圆柱端21的直径一致,所述上部圆柱端21的直径根据海上风电机组塔筒法兰盘直径来确定的,所述上部圆柱端21顶标高根据场址高水位及浪高确定,保证顶端不受海浪影响,下部圆锥端22的直径根据基础承载力确定,直径越大,基础所受的应力越小,且下部圆锥端22高度由海上风电机组对基础重量要求确定,重量要求大,下部圆锥端22越高。

[0055] 所述上部圆柱端21和下部圆锥端22均设有预应力锚孔,锚索从上部圆柱端21的上部锚固端211依次穿过上部圆柱端21的外墙和下部圆锥端22的外墙后到达底部锚固端227,锚索施加一定的预张力后锚固在上部锚固端211、底部锚固端227上,锚孔内通过高压灌注的方法充满水泥浆,使得锚索与锚孔壁接合紧密。

[0056] 所述上部圆柱端21顶部安装有用于连接海上风电机组塔筒的法兰盘30,以及用于安装塔筒和运营维护操作的外扩平台40,所述上部圆柱端21的顶部设有内壁厚在适当的位置向内扩大、用于预埋法兰盘30锚固螺栓和安装预应力锚索固定的上部锚固端211,所述上部圆柱端21的直径与海上风电机组塔筒的法兰盘30直径相适应。

[0057] 所述上部圆柱端21外侧安装有靠船橡胶护舷50,所述靠船橡胶护舷50上方安装有供操作人员上下的人行爬梯60,所述人行爬梯60穿过外扩平台40的位置设置平台人孔70,人员可穿过外扩平台人孔70爬上至外扩平台40进行作业。

[0058] 如图1、图3、图4所示,所述下部圆锥端22的内部设有隔舱底板221,所述隔舱底板221将下部圆锥端22的内部分为上舱222和下舱223,所述下舱223内设有从圆心均匀辐射的若干条下舱纵隔板225将下舱223分成若干下隔舱2231,所述下隔舱2231内部填充有水下自密实混凝土80;所述上舱222由从圆心均匀辐射的若干条上舱纵隔板224分成若干个上隔舱2221,上隔舱2221内填充有回填砂90。

[0059] 其中,

[0060] 下舱223的分舱目的:第一,是使水下自密实混凝土80更容易充满整个下舱223;第二,是为了保证圆锥圆筒混凝土重件在下舱灌注过程中的垂直度,可根据需要调节各个下隔舱2231灌注水下自密实混凝土80的顺序。

[0061] 而上舱222分舱目的:第一,是运输过程中避免舱内压载水向同一侧倾覆造成失稳;第二,是为了保证圆锥圆筒混凝土重件在上舱回填砂过程中的垂直度,可根据需要调节各个上隔舱2221回填砂90的填充顺序。

[0062] 如图2所示,所述上部圆柱端21和下部圆锥端22的内部侧壁安装有从上至下贯穿的灌浆管道100,所述隔舱底板221上均匀设置有若干预留孔2211,上述灌浆管道100穿过所述预留孔2211至基础面以上30~50cm位置。

[0063] 所述预留孔2211的数量与水下自密实混凝土80的性能有关,以保证水下自密实混凝土80能充满整个下隔舱2231为准,开预留孔2211数量越少,施工越简单,但水下自密实混凝土80需要充满整个下隔舱2231,对其性能要求越高。

[0064] 上舱222回填砂90的高度根据风机对圆锥筒形混凝土基础重量要求确定,下舱223

的高度由基础的承载力确定,所述下舱223的高度为1~2m。

[0065] 所述圆锥筒形混凝土重件20的外表面预埋若干拉环110;该拉环110用于圆锥筒形混凝土重件20浮运安装定位时系缆使用,拉环110的安装标高根据圆锥筒形混凝土重件20浮运定位时吃水深度确定。

[0066] 如图1、图5所示,所述圆锥筒形混凝土重件20外墙2232和下舱纵隔板225底部均设置止浆橡胶120,通过预埋螺栓130固定,所述止浆橡胶120的作用是防止下舱223灌注水下自密实混凝土80时漏浆。

[0067] 如图2、图3、图6所示,在圆锥筒形混凝土重件20底部外墙外侧沿圆周均匀布置若干有一面是垂直的凸台226,每个凸台226安装一个调平千斤顶140,所述调平千斤顶140的油缸端141通过预埋螺栓143固定在底部外墙的外侧凸台226,所述调平千斤顶140的伸缩杆142末端连接一块防沉钢板150,所述防沉钢板150支撑在块石基础10的顶面,防沉钢板150的面积和厚度由块石基础10顶面承载能力和调平千斤顶140传递下来的荷载来确定。

[0068] 如图1所示,所述圆锥筒形混凝土重件20安放在块石基础10上,该块石基础10的厚度一般为1~3m,块石基础10设置在海底基槽101内,所述海底基槽101是在海底开挖形成的一个倒圆台形的凹槽,基槽101的周边是原状土边坡102,边坡102的角度与土的性质有关,所述块石基础10支撑于海底原状土之上,基槽101开挖的深度与块石基础10的底部应力及原状土的承载力性质有关。

[0069] 在圆锥筒形混凝土重件20外侧的踢脚处安放一圈的栅栏板160,以有效地防止水流的冲刷掏空块石基础10。

[0070] 如图7所示,本发明还公开上述圆锥筒形海上风力发电机组基础结构的施工方法,其具体步骤是:

[0071] (1)圆锥筒形混凝土重件20预制:在陆上岸边工厂坞内依次施工下舱纵隔板225和下舱223外墙、底板221、上舱纵隔板224和上舱222外墙、上部圆柱端21的外墙、锚固端、外扩平台40,优选爬模工艺由下而上逐层绑扎钢筋、浇筑混凝土、提升模板,周而复始,最终完成整个圆锥筒形混凝土重件20;

[0072] (2)预应力张位施工:将锚索依次穿入每个锚孔内,利用锚固千斤顶依次对每个锚孔内的每股锚索进行张拉,施加一定的预应力并保持,利用锚具将张拉后的锚索锚固在上部锚固端221和底部锚固端227,拆除锚固千斤顶,在锚孔内高压灌入水泥浆;

[0073] (3)圆锥筒形混凝土重件20舾装:安装调平千斤顶140、拉环110、靠船橡胶护舷50、人行爬梯60、法兰盘30等附属设施;

[0074] (4)基槽开挖:将回填块石基础10位置表面的软弱地基土挖除,优选采用抓斗挖泥船开挖;

[0075] (5)块石基础10抛石及整平:块石由水面抛至海底基槽内,优选采用开底驳抛填,抛填至相应标高后,需对块石基础10的顶面进行整平,优选采用水下整平机;

[0076] (6)圆锥筒形混凝土重件20起浮:一批圆锥筒形混凝土重件20预制完成满足龄期后,坞内灌水,圆锥筒形混凝土重件20在浮力的作用下脱离坞底板并处于漂浮状态,为满足浮运稳定性的要求,可能需要往上舱222注入一定量的压载水,压载水的体积由浮运稳定性计算确定;

[0077] (7)圆锥筒形混凝土重件20运输:打开坞门,将拖轮的拖缆系在圆锥筒形混凝土重

件20的拉环110上,圆锥筒形混凝土重件20在拖轮拉力作用下离开预制坞,前往安装地点,为了圆锥筒形混凝土重件20运输过程中可靠的操作性,优选两条拖轮拖带,前面一条主拖轮,后面一条溜尾拖轮;

[0078] (8) 圆锥筒形混凝土重件20定位下沉:将圆锥筒形混凝土重件20运输到指定地点后,增加1条拖轮,将拖缆系于拉环110上,三条拖轮依次均匀摆开,圆锥筒形混凝土重件20在三条拖轮的作用下精确定位于指定的坐标位;往上舱222内灌水,圆锥筒形混凝土重件20逐步下沉,直至坐落于块石基础10上,下沉过程中同步监测圆锥筒形混凝土重件20的位置坐标,如有偏差则立即进行调整;

[0079] (9) 圆锥筒形混凝土重件20调平:测量法兰盘30的水平度,不满足要求时,启动底部的4台调平千斤顶140,通过调平千斤顶140的伸缩调整圆锥筒形混凝土重件20的垂直度,进而调整法兰盘30的水平度,直至法兰盘30的水平度符合要求;

[0080] (10) 下舱223灌注水下自密实混凝土80:将泵送水下自密实混凝土输出管道依次与灌浆管道100连接,开启设备,往下舱223隔舱灌注水下自密实混凝土80,并实时监测下舱223隔舱内混凝土的灌注标高,填充满后换另一隔舱,一般按顺序对称灌注,灌注过程应实时监测法兰盘30的水平度,如出现偏差,应调整隔舱的灌注顺序,直至全部隔舱灌注完成;

[0081] (11) 上舱222回填砂90:下舱223水下自密实混凝土80达到龄期,开始上舱222回填砂90,优选采用皮带上料将砂料通过圆柱端落入上舱222隔舱内,回填砂90时应保持各个隔舱内砂顶面基本一致,并实时监测法兰盘30的水平度,如出现偏差,应调整各个隔舱回填砂90顶面标高,直至回填砂90顶面标高达到要求;

[0082] (12) 拆除调平千斤顶140:再次确认法兰盘30面水平度符合要求,拆除调平千斤顶140;

[0083] (13) 水下安装栅栏板160:在圆锥筒形混凝土重件20踢脚外围一周安装栅栏板160,优选起重船安装。

[0084] 实施例二:

[0085] 本实施例与实施例一基本相同,其不同之处在于:如图8、图9所示,所述下舱223内除了设有从圆心均匀辐射的若干条下舱纵隔板225,还设有与隔舱底板221同心圆筒内隔板228将下舱223分成下隔舱2231,此实施例中,下隔舱2231为十六个,所述下舱223内部填充有水下自密实混凝土80。

[0086] 本发明所述的圆锥筒形海上风力发电机组基础结构,该基础主体结构能在陆上预制减少海上施工作业时间,在现场能快速安装,对周围区域环境影响小,填充水下自密实混凝土和回填砂后稳定性好,结构简单且施工垂直精度高,能做到均匀沉降,使用安全可靠。

[0087] 本发明并不局限于上述实施方式,凡是对本发明的各种改动或变型不脱离本发明的精神和范围,倘若这些改动和变型属于本发明的权利要求和等同技术范围之内,则本发明也意味着包含这些改动和变型。

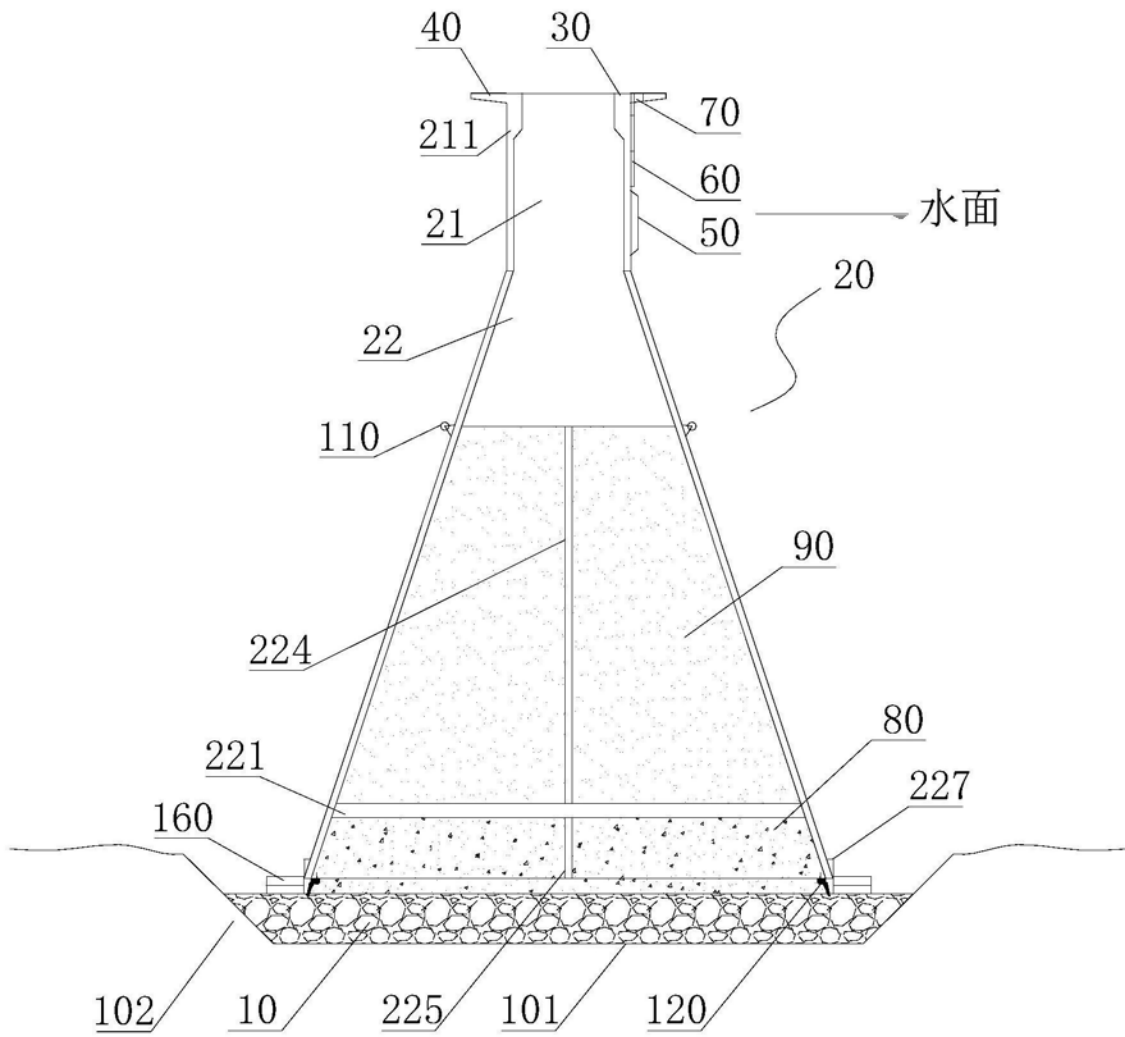


图1

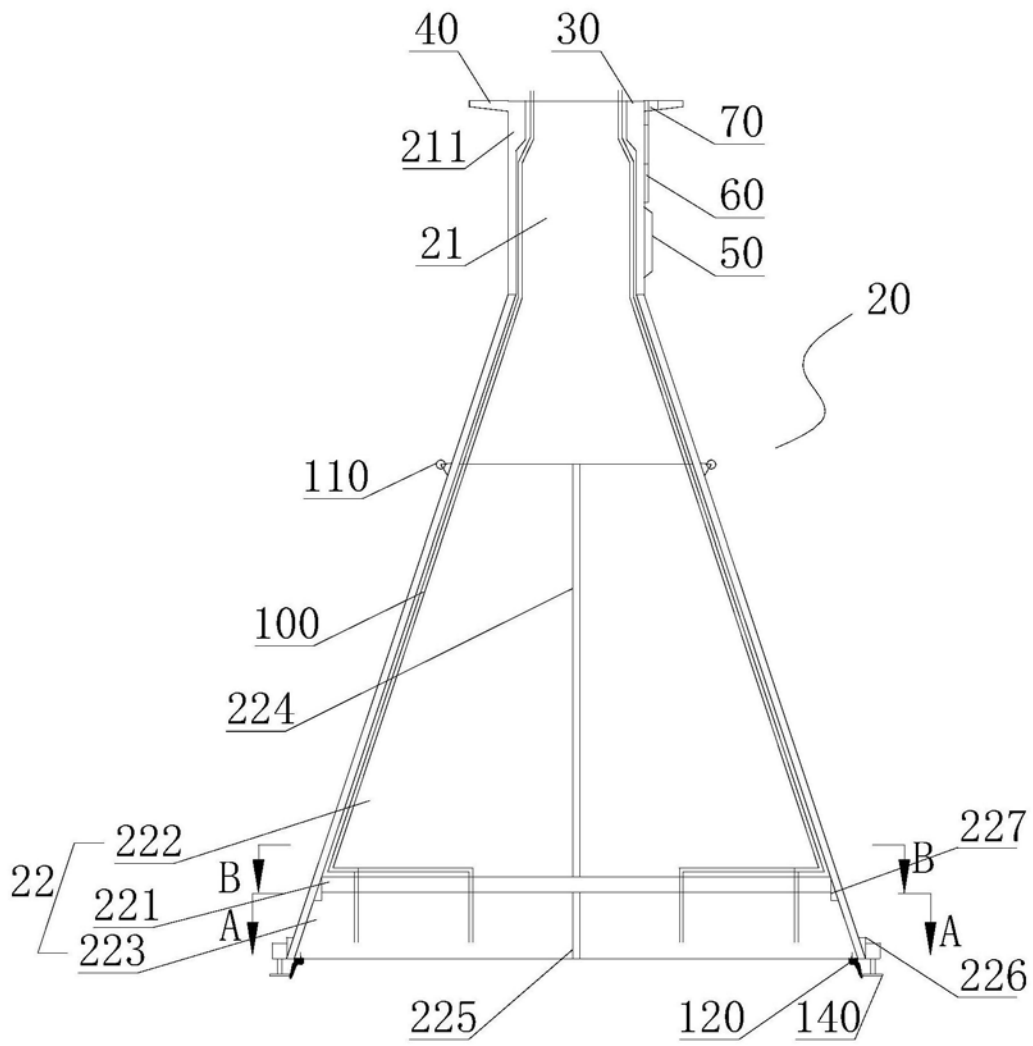


图2

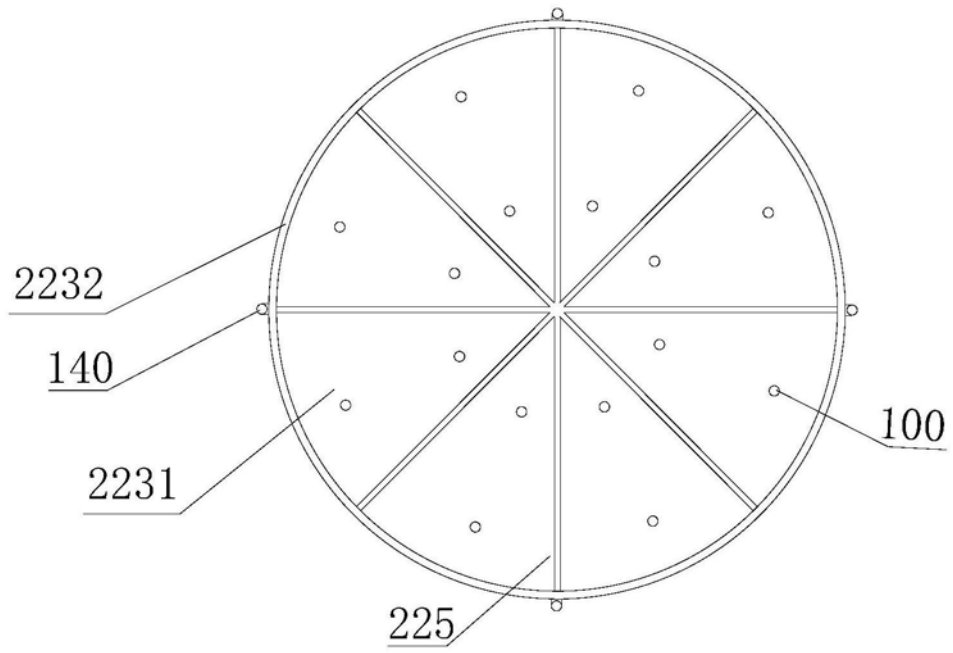


图3

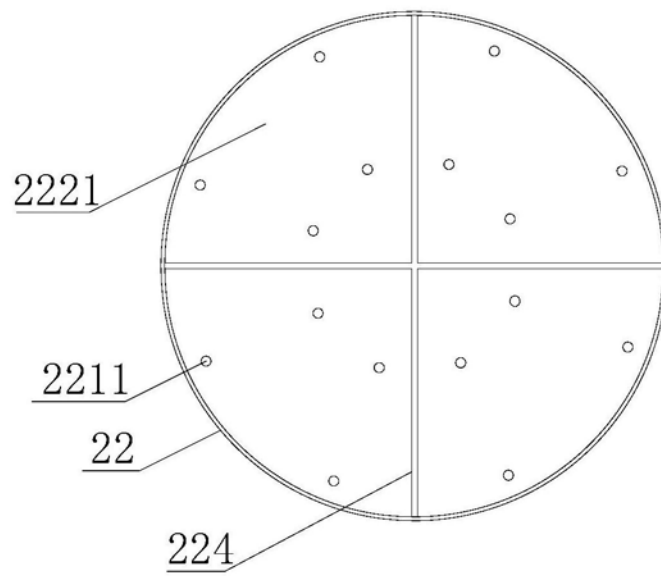


图4

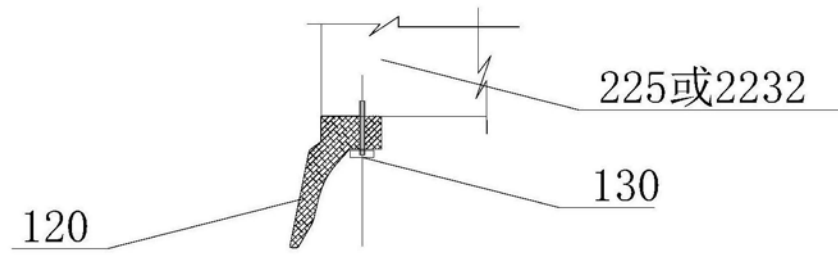


图5

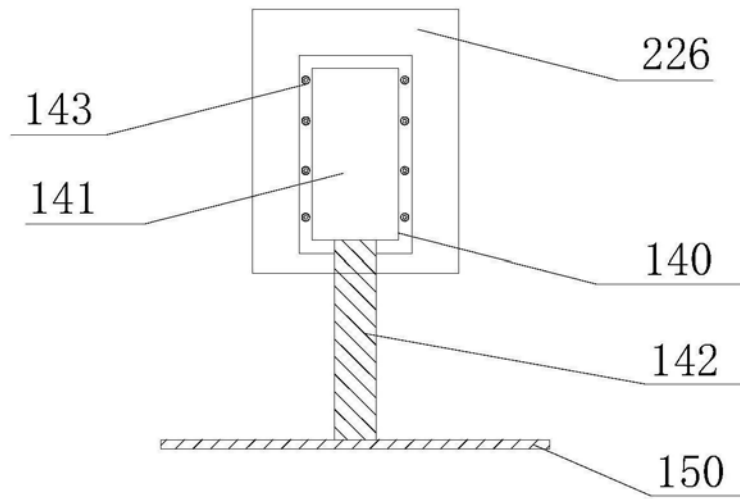


图6

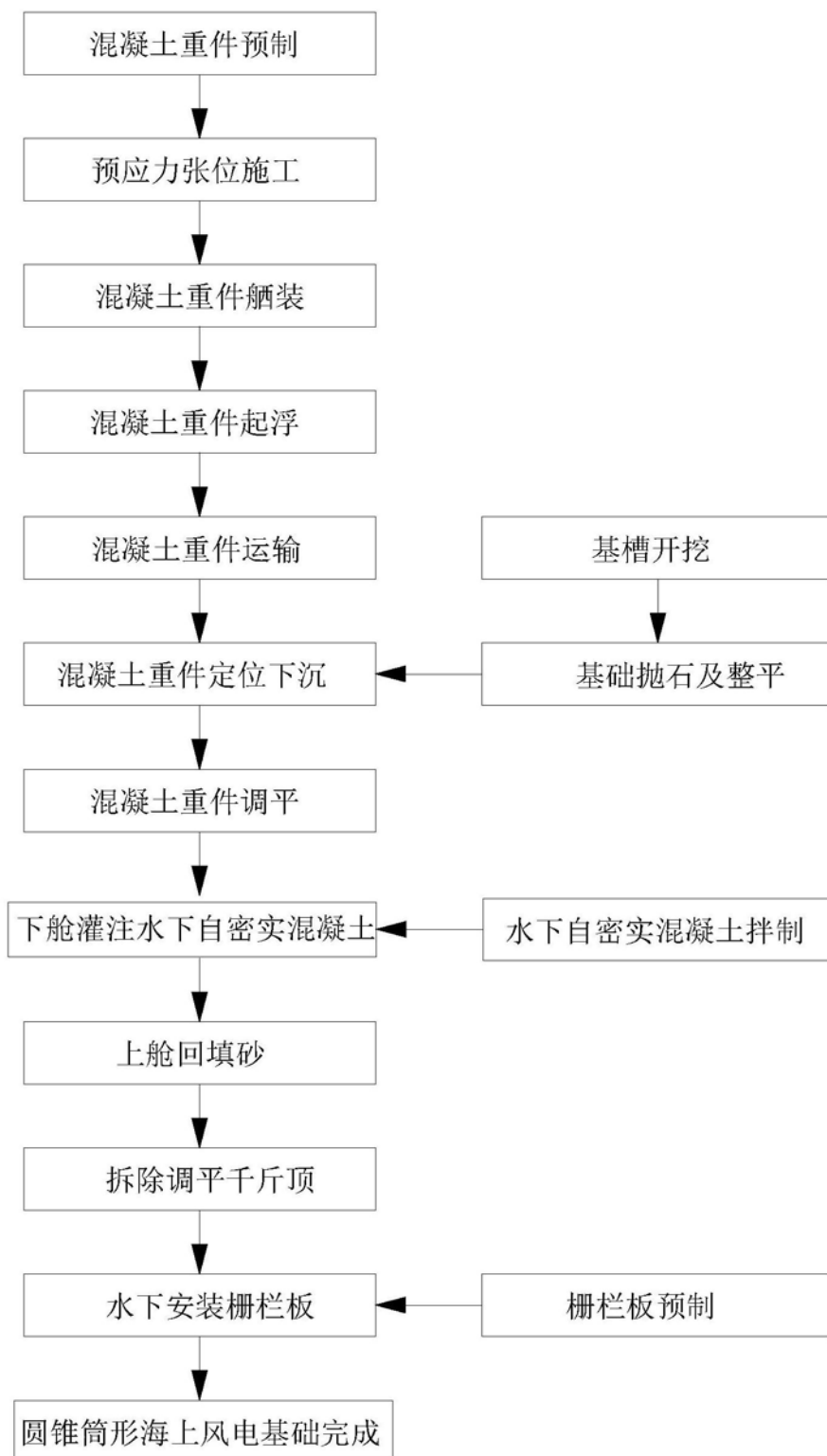


图7

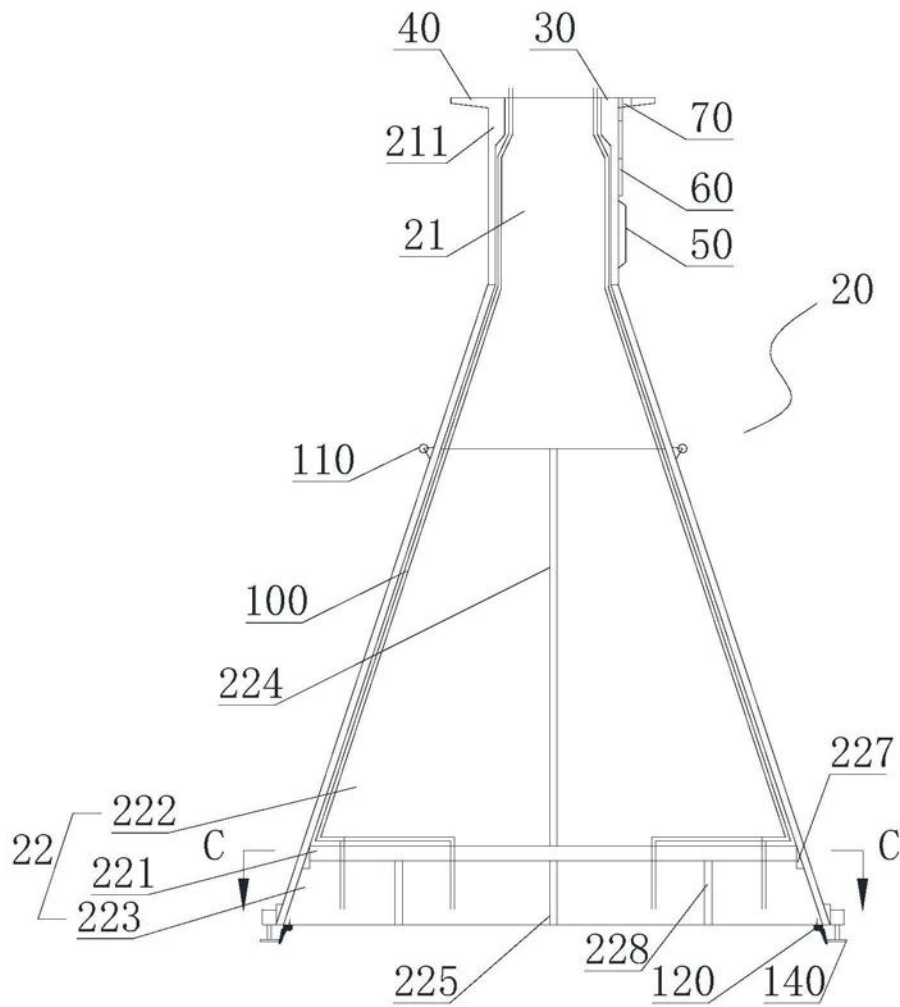


图8

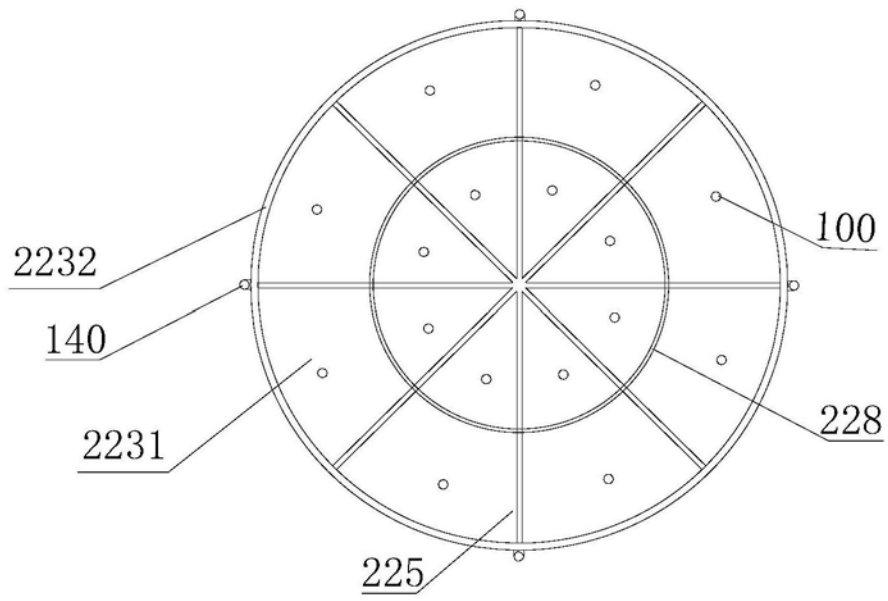


图9