



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 214530754 U

(45) 授权公告日 2021. 10. 29

(21) 申请号 202022207782.X

E02D 27/52 (2006.01)

(22) 申请日 2020.09.30

(73) 专利权人 长江勘测规划设计研究有限责任公司

地址 430010 湖北省武汉市汉口解放大道1863号

(72) 发明人 程卫民 汪顺吉 刘海波 陶铁铃 喻飞 邹尤 曾斌 甘乐 马鹏程 付文军

(74) 专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104

代理人 陈家安 田辉云

(51) Int. Cl.

E02D 27/42 (2006.01)

E02D 27/44 (2006.01)

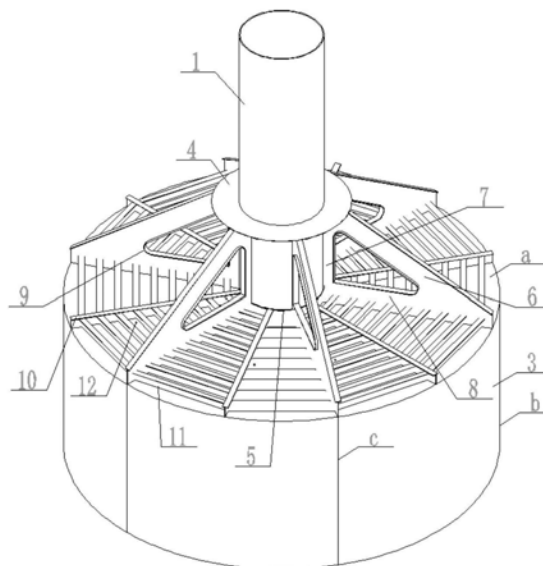
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 实用新型名称

筒顶密梁筒内分仓单柱负压筒海上风电基础

(57) 摘要

本实用新型涉及一种筒顶密梁筒内分仓单柱负压筒海上风电基础,该风电基础包括单柱和负压筒,单柱底部通过T型环梁与负压筒顶板连接,单柱与负压筒之间设有斜支撑;斜支撑包括多根沿环向均匀布置的斜柱、竖板和水平梁,斜柱、竖板和水平梁间两两通过直段相交或圆弧过渡连接;相邻水平梁之间设有主梁,主梁沿着径向焊接在顶板上,主梁与水平梁之间设有次梁,次梁沿顶板环向布置。斜支撑与负压筒顶板连接构成一个整体,将单柱承受的荷载有效传递到负压筒。本实用新型结合了单桩基础施工简单、传力明确和筒型基础稳定性好、海上安装方便等优点,解决了传统桩式基础需要大型设备海上打桩作业以及嵌岩施工难度大、工期长、造价高等问题。



1. 一种筒顶密梁筒内分仓单柱负压筒海上风电基础,包括竖直设置的单柱(1)和设置在单柱(1)底部的负压筒(3),所述单柱(1)顶部和风机底法兰连接,其特征在于:所述单柱(1)底部通过T型环梁(5)与负压筒(3)顶板(a)连接,所述单柱(1)与负压筒(3)之间设有斜支撑(2);

所述斜支撑(2)包括多根沿环向均匀布置的斜柱(6)、竖板(7)和水平梁(8),所述斜柱(6)上部均通过圆形环板和单柱(1)连接;所述水平梁(8)沿着负压筒(3)径向贯通,和负压筒(3)顶板(a)连接;所述竖板(7)沿单柱高度方向与单柱相连,所述斜柱(6)、竖板(7)和水平梁(8)间两两通过直段相交或圆弧过渡连接;相邻所述水平梁(8)之间设有主梁(10),所述主梁(10)沿着径向焊接在顶板(a)上,一端焊接于T型环梁(5)上,另一端焊接在负压筒(3)的外筒壁(b)上;所述主梁(10)与水平梁(8)之间设有次梁(11),所述次梁(11)沿顶板(a)环向布置。

2. 根据权利要求1所述的筒顶密梁筒内分仓单柱负压筒海上风电基础,其特征在于:所述斜柱(6)截面为工字型、箱型或十字型,高度为1.0~5m;所述竖板(7)截面为T型;所述水平梁(8)截面为T型,高度为0.3~2m。

3. 根据权利要求1所述的筒顶密梁筒内分仓单柱负压筒海上风电基础,其特征在于:所述单柱(1)外径与连接环板(4)内径相等,所述连接环板(4)与斜柱(6)上部连接处通过直段相交或圆弧过渡连接。

4. 根据权利要求1所述的筒顶密梁筒内分仓单柱负压筒海上风电基础,其特征在于:所述主梁(10)和次梁(11)截面为工字型或T型,高度为0.3~2m。

5. 根据权利要求1所述的筒顶密梁筒内分仓单柱负压筒海上风电基础,其特征在于:所述负压筒(3)包括顶板(a)、外筒壁(b)、外分仓板(c)和内分仓板(d),所述外分仓板(c)和内分仓板(d)与顶板(a)和外筒壁(b)围合成多个舱室。

6. 根据权利要求5所述的筒顶密梁筒内分仓单柱负压筒海上风电基础,其特征在于:所述顶板上设有与舱室一一对应连通的排水排气阀(12)。

7. 根据权利要求6所述的筒顶密梁筒内分仓单柱负压筒海上风电基础,其特征在于:所述排水排气阀(12)的直径为20mm~300mm。

8. 根据权利要求1所述的一种筒顶密梁筒内分仓单柱负压筒海上风电基础,其特征在于:所述单柱(1)为等径圆形截面。

9. 根据权利要求1所述的筒顶密梁筒内分仓单柱负压筒海上风电基础,其特征在于:所述负压筒顶板(a)上铺设有碎石和混凝土;或所述单柱(1)内充水。

## 筒顶密梁筒内分仓单柱负压筒海上风电基础

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种海上风电基础结构,具体涉及一种筒顶密梁筒内分仓单柱负压筒海上风电基础。

### 背景技术

[0002] 基于我国近海区域较大部分是淤泥、淤泥质土、黏土、砂土等地质条件,为满足地基承载力和基础变形要求,通常采用单桩和导管架等桩式基础,需要大型吊装船和打桩船辅助施工,通过锤击,将桩底打入较好的持力层,这种传统桩式基础造价较高且工期较长,如在福建、广东等海域多为覆盖层较浅的岩石地基,如采用桩式基础需要进行嵌岩施工,难度大、工期长、工程造价高。

[0003] 随着海上风电机组单机容量的增大,采用传统单桩及导管架基础需要增大基础的尺寸和材料用量,大直径单桩和嵌岩均受大型海上施工设备限制成为不可逾越的问题,且风险大、工期长、工程造价高。

[0004] 随着技术的不断进步,为解决以上问题,行业内进行了不断的探索。如:

[0005] 复合筒型基础(专利CN107761755A、CN106759445)已用于海上风电和筒型基础的负压下沉安装方式(专利CN105926661A)可避免海上打桩和嵌岩作业,但所述基础适用水深浅、重量达5000吨,可利用的施工设备资源少,制作、运输和吊装难度大。

[0006] 一种海上风电复合筒型基础(专利CN207567801U)可避免海上打桩和嵌岩作业,但所述基础中部单柱和钢管斜撑连接处应力集中非常明显,不利于基础的疲劳和冲切,耗钢量大;筒顶板需要设置钢筋混凝土,斜撑内部需要灌注混凝土,施工工序多且复杂,基础重量大,不利于基础制作、运输和吊装;工程造价高。

[0007] 海上风机单桩-吸力筒组合基础及其施工方法(专利CN 110016930A)可避免海上打桩和嵌岩作业,所述基础由上下两个筒组成,施工复杂,变形协调难度大,且中部单桩和筒连接处太薄弱,筒顶板无有效支撑体系,刚度较弱,不能将中部单桩承受的风机荷载有效传递到筒。

[0008] 一种用于单柱和复合筒组合基础的连接工装(CN 110607802 A)可避免海上打桩和嵌岩作业,所述基础斜撑和中部单柱连接处仅设置了上环板,此处应力集中会很明显,不利疲劳,耗钢量大;中部单柱直径伸入筒内形成中间舱室,由于其直径和筒相比较小,在负压下沉过程中容易产生土塞效应,可能导致下沉失败;由于中部单柱直径较小,从而使筒内其他分仓板长度大大增加,在运输和下沉过程中容易产生屈曲破坏;工程造价高。

### 实用新型内容

[0009] 为解决以上问题,本实用新型提供一种筒顶密梁筒内分仓单柱负压筒海上风电基础。

[0010] 本实用新型采用的技术方案是:一种筒顶密梁筒内分仓单柱负压筒海上风电基础,包括竖直设置的单柱和设置在单柱底部的负压筒,所述单柱顶部和风机底法兰连接,其

特征在于:所述单柱底部通过T型环梁与负压筒顶板连接,所述单柱与负压筒之间设有斜支撑;

[0011] 所述斜支撑包括多根沿环向均匀布置的斜柱、竖板和水平梁,所述斜柱上部均通过圆形环板和单柱连接;所述水平梁沿着负压筒径向贯通,和负压筒顶板连接;所述竖板沿单柱高度方向与单柱相连,所述斜柱、竖板和水平梁间两两通过直段相交或圆弧过渡连接;相邻所述水平梁之间设有主梁,所述主梁沿着径向焊接在顶板上,一端焊接于T型环梁上,另一端焊接在负压筒的外筒壁上;所述主梁与水平梁之间设有次梁,所述次梁沿顶板环向布置。斜支撑与负压筒顶板连接构成一个整体,将单柱承受的荷载有效传递到负压筒。

[0012] 作为优选,所述斜柱截面为工字型、箱型或十字型,高度为1.0~5m;所述竖板截面为T型;所述水平梁截面为T型,高度为0.3~2m。

[0013] 作为优选,所述连接环板内径与单柱外径相等,所述连接环板与斜柱上部连接处通过直段相交或圆弧过渡连接。

[0014] 作为优选,所述主梁和次梁截面为工字型或T型,高度为0.3~2m。

[0015] 作为优选,所述负压筒包括顶板、外筒壁、外分仓板和内分仓板,所述外分仓板和内分仓板与顶板和外筒壁围合成多个舱室。

[0016] 进一步的,所述顶板上设有与舱室一一对应连通的排水排气阀。

[0017] 更进一步的,所述排水排气阀的直径为20mm~300mm。

[0018] 作为优选,所述单柱为等径圆形截面。

[0019] 作为优选,所述负压筒顶板上铺设有碎石和混凝土;或在所述单柱内充水,增加基础重量,利于基础下沉。

[0020] 本实用新型取得的有益效果是:

[0021] 1、斜支撑底部水平梁贯通筒顶,筒顶部采用密梁结构,设置主梁和次梁,缩短筒顶板计算跨度,筒顶钢板厚度可由40mm降低至20mm,降低耗钢量,提高基础整体刚度,增大基础频率。

[0022] 2、单柱不伸入筒内,底部通过T型环梁与筒顶板连接,筒内中部采用空间更大的多边形或圆形舱室,筒内分仓更均匀,在下沉过程中不会形成土塞,同时可减小筒内其他分仓板的计算长度,增强抵抗屈曲失稳的能力,分仓板厚度由度由35mm降低至20mm,降低耗钢量。

[0023] 以广东海域某海上风电项目为计算背景,本实用新型的风电基础相比现有的风电基础,可节省钢材用量30%以上,同时可降低海上浮吊施工船舶的起重量等级,减少施工设备使用费,综合考虑本实用新型技术可降低基础工程造价25%以上。

[0024] 综上所述,本实用新型风电基础可适用水深5~50m,且构造简单、制作方便,可避免海上打桩和嵌岩作业,可缩短工期;耗钢量少,重量轻,对海上施工设备要求相对较低,可降低基础工程造价25%以上。

## 附图说明

[0025] 图1为本实用新型的结构示意图;

[0026] 图2为图1的立面图;

[0027] 图3为图1的俯视图;

[0028] 图4为斜支撑的结构示意图；

[0029] 图5为图4的立面图；

[0030] 图6为负压筒顶板梁系分布示意图；

[0031] 图7为负压筒内部分仓结构示意图；

[0032] 附图标记:1、单柱;2、斜撑体系;3、负压筒(a、顶板;b、外筒壁;c、外分仓板;d、内分仓板);4、连接环板;5、T型环梁;6、斜柱;7、竖板;8、水平梁;9、圆弧过渡;10、主梁;11、次梁;12、排水排气阀;13、水平梁相交过渡连接构件;14、厚壁钢管;15、实心铸件。

## 具体实施方式

[0033] 下面结合附图和具体实施例对本实用新型作更进一步的说明。

[0034] 如图1-7所示,本实用新型的一种筒顶密梁筒内分仓单柱负压筒海上风电基础,包括单柱1和负压筒3,单柱1竖直设置,单柱1顶部和风机底法兰连接,底部与负压筒3的顶板a固定连接。单柱1通过斜支撑2与负压筒3固定连接,斜支撑2与负压筒3顶板a固定连接构成一个整体,将单柱1承受的荷载有效传递到负压筒3上。本实用新型利用负压系统排出负压筒3内的水和气体,形成负压,将基础下沉安装至表层土中,负压筒3筒顶与海床面接触,如遇表层厚度大的软土层,也可先清除一定深度的软土,然后再安装基础,本实用新型结合了单桩基础施工简单、传力明确和筒型基础稳定性好、海上安装方便等优点,解决了传统桩式基础需要大型设备海上打桩作业以及嵌岩施工难度大、工期长、造价高等问题。

[0035] 本实施例中,单柱1为钢管,由等截面钢管卷制焊接而成,直径5~20m,壁厚30~200mm,上部直径与塔筒底部直径匹配,中部通过连接环板4和斜支撑2焊接,底部通过T型环梁9与负压筒3顶板a焊接。

[0036] 结合图2-5所示,本实施例中,斜支撑2包括多根沿环向均匀布置的斜柱6、竖板7和水平梁8,单根斜柱6与对应的竖板7和水平梁8间两两通过圆弧过渡9连接,形成一个类三角形结构;多个类三角形结构相互之间通过水平梁8连接在一起,形成一个镂空型斜撑体系,水平梁8之间通过水平梁相交过渡连接构件13(实心铸件15或厚壁钢管14)过渡连接。斜柱6上部均通过圆形连接环板4和单柱1固定连接,斜柱6底端既可设置于负压筒3顶板a边缘,也可缩进,设置于负压筒3顶板a直径范围内;水平梁8沿着负压筒3径向贯通,和负压筒3顶板a固定连接;竖板7沿单柱1高度方向与单柱1相连。本实施例中,斜柱6为H型钢,高度1.0~5m;水平梁14为H型钢,高度0.3~2m。

[0037] 结合图3-6,本实施例中,相邻水平梁8之间设有主梁10,主梁10沿着径向焊接在顶板a上,主梁10一端焊接于T型环梁5上,另一端焊接在负压筒3的外筒壁b上;主梁10与水平梁8之间设有多根次梁11,次梁11沿顶板a环向布置,同一主梁10与水平梁8之间的相邻两根次梁11之间的间距为0.5~4.0m。主梁11和次梁10均采用高度为0.3~2m的T型钢。主梁10、次梁11以及水平梁8相互之间固定连接组成负压筒3顶部梁系。

[0038] 本实施例中,连接环板4与斜柱6通过直段相交或圆弧过渡连接,连接环板4沿着环向与斜柱6顶部焊接,连接环板4由厚度20~150mm的环形钢板制成。

[0039] 结合图7,本实施例中,负压筒3包括顶板a、外筒壁b、外分仓板c和内分仓板d,外分仓板c和内分仓板d与顶板a和外筒壁b围合成多个舱室(5~11个舱室)。外筒壁b由钢管卷制焊接而成,筒直径10~50m,筒高5~30m;外分仓板c和内分仓板d由厚度为10~60mm的钢

板制成,焊接于外筒壁b内侧,将负压筒3内部分割成7个舱室;顶板a由多块钢板组成,焊接于外分仓板c、内分仓板d和外筒壁b 顶部,形成负压筒3,顶板a上设有与各舱室一一对应连通的排水排气阀12。

[0040] 上述基础的施工方法,包括如下步骤:

[0041] a、工厂完成基础预制;

[0042] 基础预制的步骤如下:

[0043] (1)、由等截面钢管卷制焊接形成单柱1;

[0044] (2)、斜柱6为H型钢,竖板7为T型钢,水平梁8为T型钢,水平梁8相交处用实心铸件或厚壁钢管14过渡连接,分散焊接点,斜柱6、竖板7和水平梁8通过圆弧过渡9连接,形成斜支撑2;

[0045] (3)、外筒壁b由钢管卷制焊接而成,外分仓板c和内分仓板d 由钢板组成焊接于外筒壁b内侧,将负压筒3内部分割成为7个舱室,顶板a由多块钢板组成,焊接于外分仓板c、内分仓板d和外筒壁b 顶部,形成负压筒3;

[0046] (4)、连接环板4沿着环向与斜柱6顶部焊接;

[0047] (5)、将斜支撑2体系吊装到负压筒3顶部与顶板a焊接;

[0048] (6)、将底部T型环梁9与顶板a焊接;

[0049] (7)、单柱1从斜支撑2中间预留孔洞穿过,底部与T型环梁9 焊接,中部与斜柱6和连接环板4焊接;

[0050] (8)、顶板a与各舱室对应处开孔设置一处排气排水阀12;

[0051] b、基础通过驳船或浮运将基础运到指定安装地点;

[0052] c、通过浮吊将基础吊离驳船(浮运通过排出负压筒内的水 and 气) 沉放至海床面;

[0053] d、通过基础自重下沉至海床面以下一定深度;

[0054] e、通过排出负压筒内的水 and 气,形成向下负压,基础通过负压下沉将筒顶面沉放至与海床面紧密接触,下沉过程中可通过调整筒内各舱室的负压将基础的安装倾斜率控制在合理范围。

[0055] 以上显示和描述了本实用新型的基本原理和主要结构特征。本实用新型不受上述实例的限制,在不脱离本实用新型精神和范围的前提下,本实用新型还会有各种变化和改进,这些变化和进步都落入要求保护的本实用新型的范围内。本实用新型要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

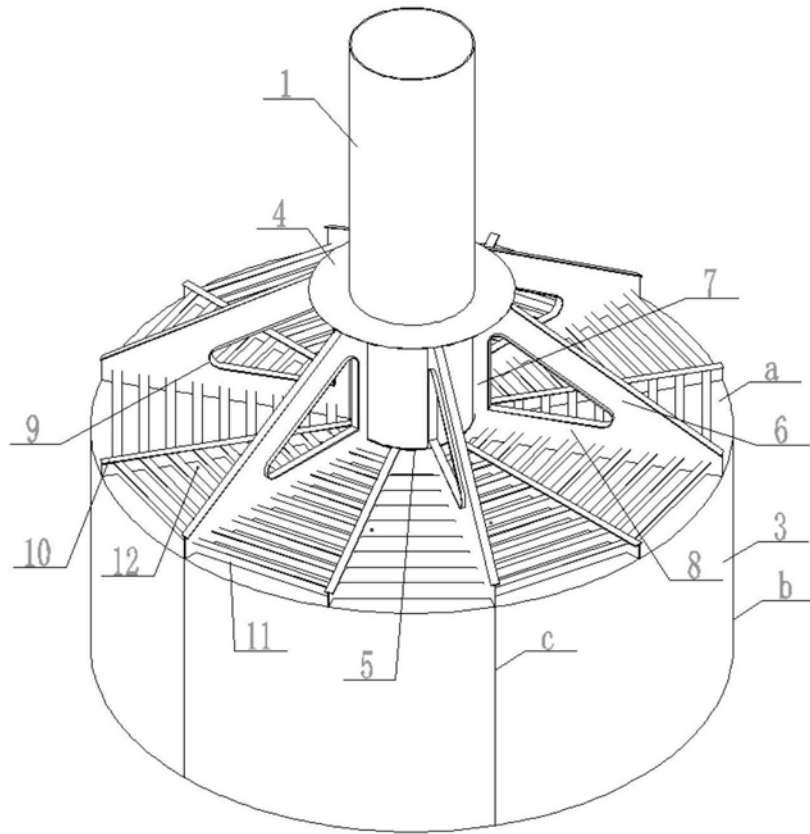


图1

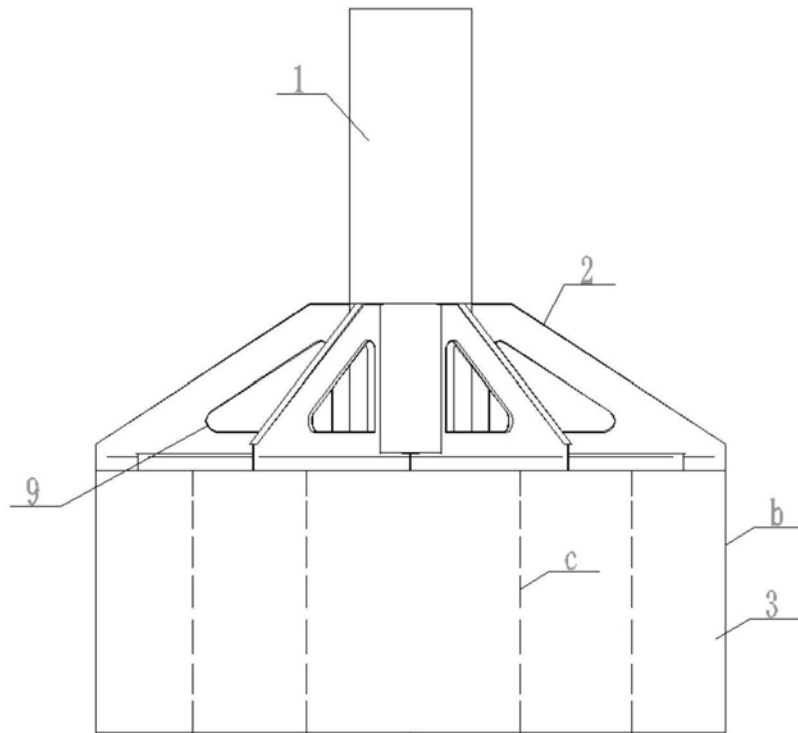


图2

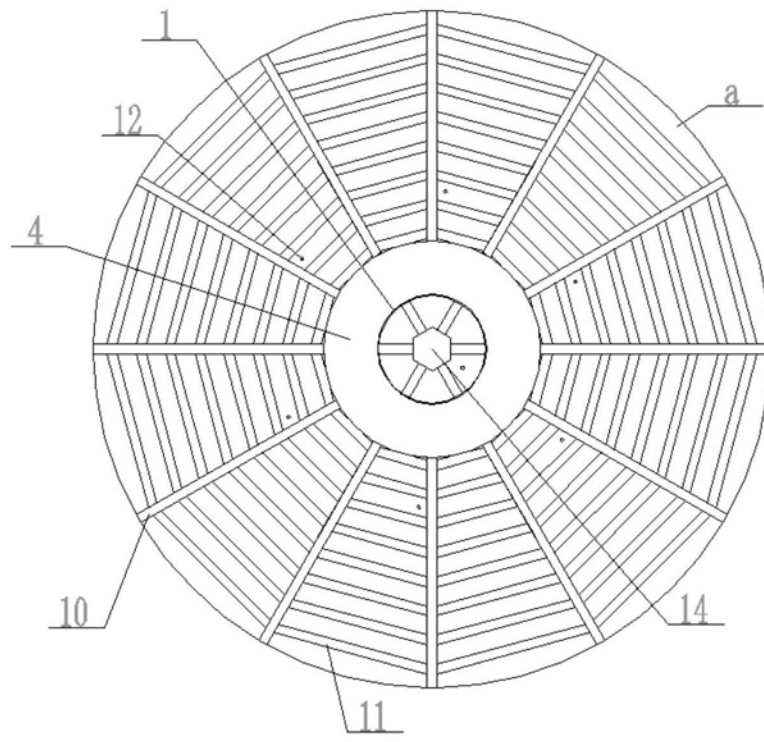


图3

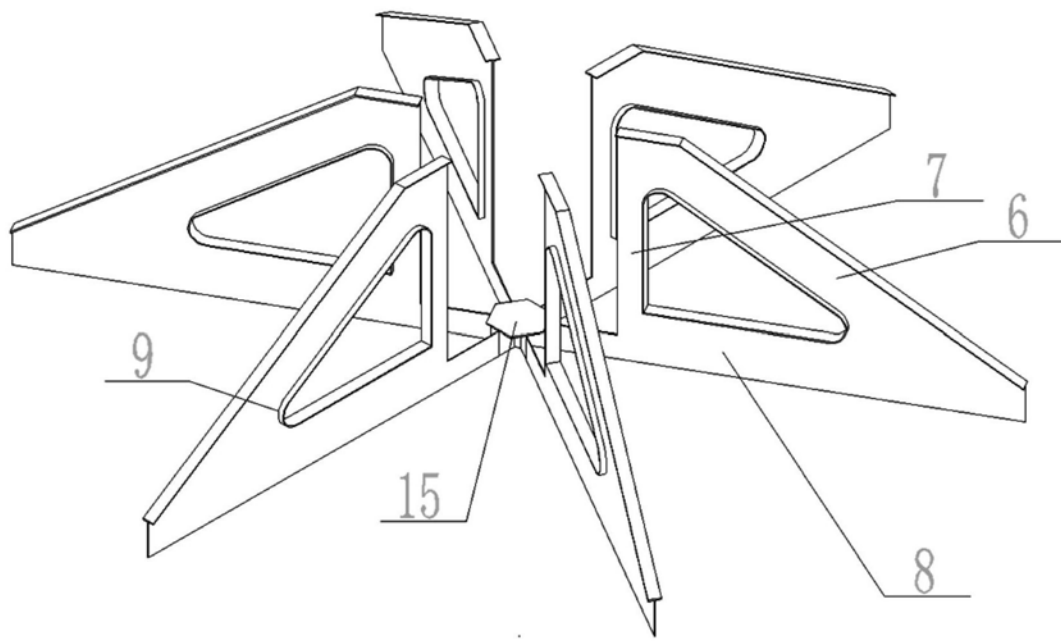


图4



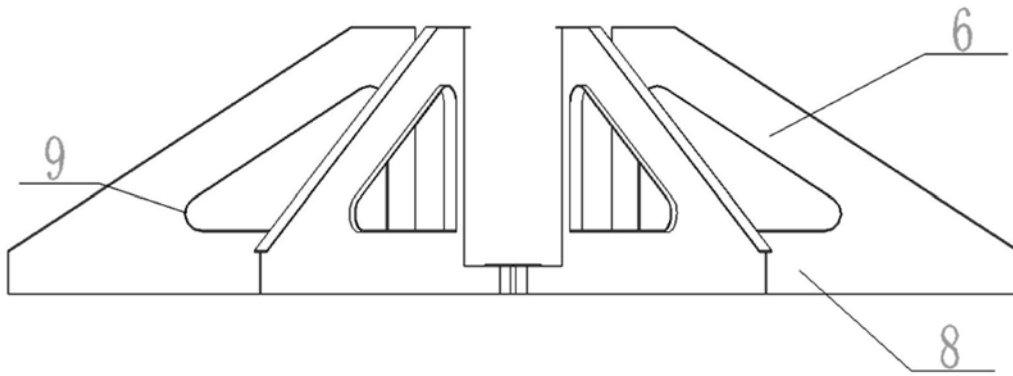


图5

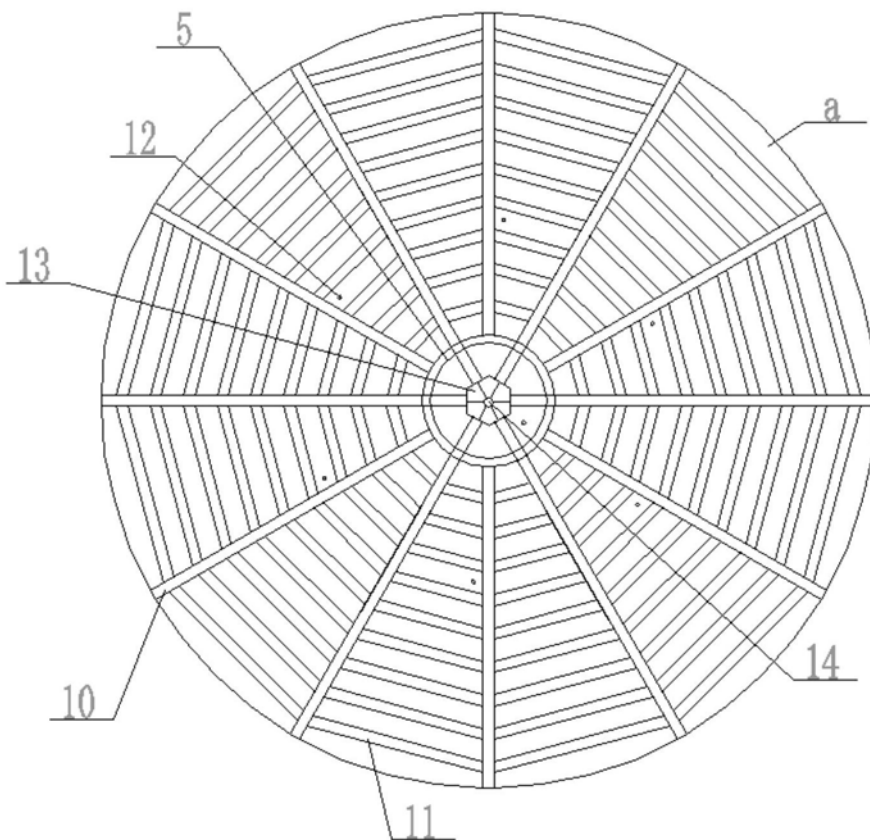


图6

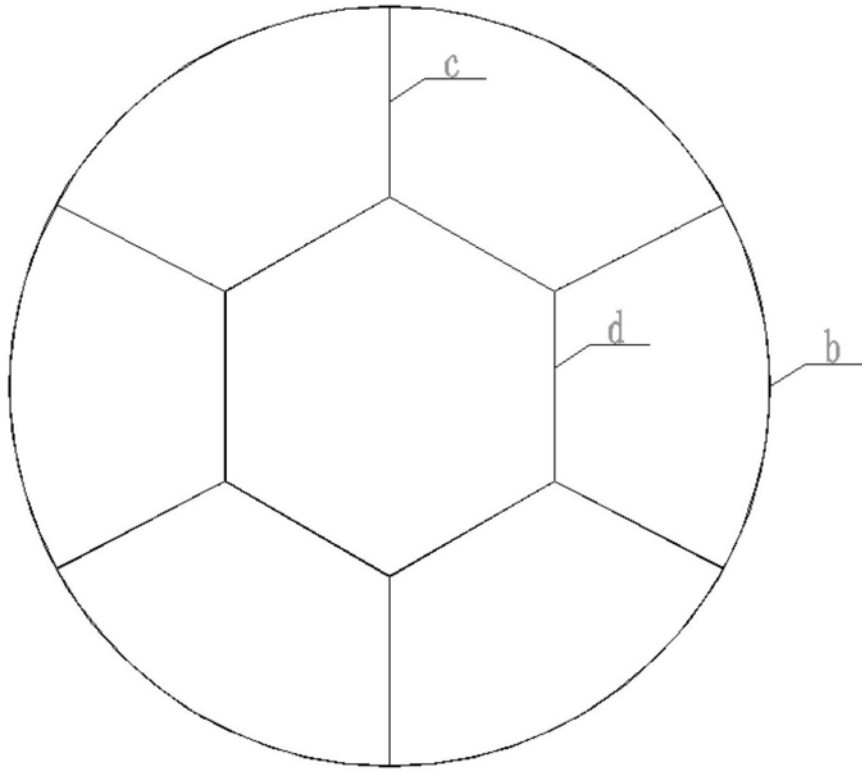


图7