



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 216041286 U

(45) 授权公告日 2022. 03. 15

(21) 申请号 202121780992.6

E02D 27/12 (2006.01)

(22) 申请日 2021.08.02

E02D 27/52 (2006.01)

(73) 专利权人 长江勘测规划设计研究有限责任公司

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

地址 430010 湖北省武汉市解放大道1863号

(72) 发明人 钮新强 吴司洲 刘海波 邹尤
付文军 马鹏程 汪顺吉 曾斌
张成 李宇飞

(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)

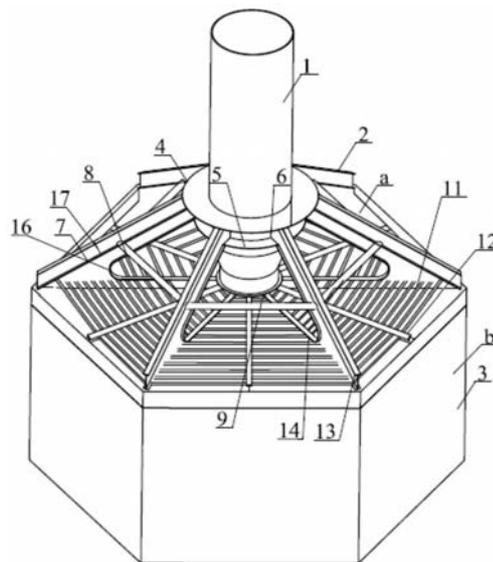
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 实用新型名称

海上风电单柱变截面钢混负压筒基础

(57) 摘要

本实用新型涉及一种海上风电单柱变截面钢混负压筒基础,该基础,包括单柱和多边形负压筒,多边形负压筒的筒壁由多个相同结构的钢桁架混凝土组合筒壁模块拼装而成,筒顶钢板封闭筒型空腔的上端,外分舱板和内分舱板设置在筒型空腔内,将筒型空腔沿轴线分割成多个分舱腔;角点钢管混凝土柱设置在外分舱板和内分舱板的连接点处。多边形负压筒的筒壁采用钢桁架混凝土组合筒壁模块的拼焊而成,解决了钢筒壁易屈曲、筒壁与外分舱板连接节点受力大等弊端;且在外分舱板和内分舱板的连接点处设置角点钢管混凝土柱,降低了外舱板屈曲的风险,减小底板跨度,方便支模,优化了运输和下沉施工工艺。



1. 一种海上风电单柱变截面钢混负压筒基础,包括竖直设置的单柱(1)和设置在单柱(1)底部的多边形负压筒(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)采用上宽下窄的变截面,所述单柱(1)通过斜支撑(2)与多边形负压筒(3)连接;所述斜支撑(2)上端通过上环板(4)和下环板(5)与单柱(1)柱壁固定连接,下端与多边形负压筒(3)筒顶钢板(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多边形负压筒(3);

所述多边形负压筒(3)为一个上端封闭、下端开口的筒型空腔结构,包括筒顶钢板(a)、钢桁架混凝土组合筒壁模块(b)、外分舱板(c)、内分舱板(d)和角点钢管混凝土柱(e),多个相同所述钢桁架混凝土组合筒壁模块(b)拼装成筒型空腔的筒壁,所述筒顶钢板(a)封闭筒型空腔的上端,所述外分舱板(c)和内分舱板(d)设置在筒型空腔内,将筒型空腔沿轴线分割成多个分舱腔;所述角点钢管混凝土柱(e)设置在外分舱板(c)和内分舱板(d)的连接点处;

所述钢桁架混凝土组合筒壁模块(b)包括筒裙竖向加劲肋(18)、筒裙横向加劲肋(19)、斜向加劲肋(20)、对拉支撑(21)、模块内包钢(24)、模块外包钢(23)和筒壁内填充的混凝土,所述模块内包钢(24)和模块外包钢(23)形成筒壁主体结构,所述筒裙竖向加劲肋(18)、筒裙横向加劲肋(19)、斜向加劲肋(20)和对拉支撑(21)均作为加强结构设置在模块内包钢(24)和模块外包钢(23)之间。

2. 根据权利要求1所述的海上风电单柱变截面钢混负压筒基础,其特征在于:所述斜支撑(2)包括沿单柱(1)周向均匀布置的多根斜柱(13)和与斜柱(13)连接的水平梁(14),多根所述斜柱(13)上部均通过上环板(4)和下环板(5)与单柱(1)连接,多根所述斜柱(13)下部和水平梁(14)之间通过直段相交或圆弧过渡连接;所述水平梁(14)沿着多边形负压筒(3)径向贯通,和多边形负压筒(3)的筒顶钢板(a)筒顶钢板连接。

3. 根据权利要求1所述的海上风电单柱变截面钢混负压筒基础,其特征在于:所述负压筒(3)的筒顶钢板(a)上沿周向均匀布置有多根主梁(12),每根所述主梁(12)均沿筒顶钢板(a)径向设置,所述主梁(12)与斜支撑(2)之间设有多根次梁(11),多根所述次梁(11)均沿筒顶钢板(a)环向布置。

4. 根据权利要求2所述的海上风电单柱变截面钢混负压筒基础,其特征在于:每根所述斜柱(13)沿长度方向均设有纵向加劲肋(7),所述纵向加劲肋(7)一端连接于上环板(4)和单柱(1)相交处,另一端延伸至斜柱(13)边缘;所述斜柱(13)和水平梁(14)相交处设有横向加劲肋(17),所述横向加劲肋(17)垂直于斜柱(13)。

5. 根据权利要求4所述的海上风电单柱变截面钢混负压筒基础,其特征在于:相邻两根斜柱(13)之间均设有水平支撑(8),防止平面外失稳破坏。

6. 根据权利要求2所述的海上风电单柱变截面钢混负压筒基础,其特征在于:所述上环板(4)和下环板(5)与斜柱(13)通过直段相交或圆弧过渡连接。

7. 根据权利要求1所述的海上风电单柱变截面钢混负压筒基础,其特征在于:所述单柱(1)底部通过T型环梁(9)与负压筒(3)的筒顶钢板(a)连接。

8. 根据权利要求1所述的海上风电单柱变截面钢混负压筒基础,其特征在于:所述筒顶钢板上设有与分舱腔的舱室一一对应连通的排水排气阀(10)。

9. 根据权利要求1所述的海上风电单柱变截面钢混负压筒基础,其特征在于:所述多边形

形负压筒(3)为正六边形结构,多个所述分仓腔也均为正六边形结构。

海上风电单柱变截面钢混负压筒基础

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种海上风电基础结构,具体涉及一种海上风电单柱变截面钢混负压筒基础。

背景技术

[0002] 目前,海上风电基础结构采用最多的是单桩基础,约占海上风电基础形式的60%,其主要优点是结构相对简单、制造工艺成熟。对于深水区和大容量机组,需采用大直径单桩基础,其直径可达10m,桩长超过100m,桩重近2000t;若遇上深厚软弱地基、复杂嵌岩地基,大直径单桩基础施工难度急增,极限荷载作用下的倾斜率控制难度大,造成单桩基础总体造价居高不下。导管架(含多脚架)基础结构型式在30m~50m水深海域有广泛的适用性,但其制作、施工和安装难度相对较大,总体造价高。

[0003] 为解决以上问题,专利(CN 110016930 A)公开了一种海上风机单桩-吸力筒组合基础及其施工方法,可避免海上打桩和嵌岩作业,所述基础由上下两个筒组成,中部单桩和筒连接;专利(CN 110607802 A)公开了一种用于单柱和复合筒组合基础的连接工装,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。上述专利公开的基础结构存在以下几个弊端:(1)、下部筒体采用薄壁钢板,在其上制造过渡段时为避免筒壁屈曲,在基础的制造、运输、安装、下沉期间均有一定风险;(2)、过渡段和筒顶钢板荷载传力方式复杂,无法充分运用筒基础下部结构承载;(3)、钢筒壁易屈曲、筒壁与外分舱板连接节点受力大;(4)、重量大,可利用的施工设备资源少,制作、运输和吊装难度大;(5)、内置胎架,运输和下沉需要水下拆除,有一定危险性。

实用新型内容

[0004] 为解决以上问题,本实用新型提供一种海上风电单柱变截面钢混负压筒基础。

[0005] 本实用新型采用的技术方案是:一种海上风电单柱变截面钢混负压筒基础,包括竖直设置的单柱和设置在单柱底部的多边形负压筒,所述单柱顶部和风机底法兰连接,其特征在于:所述单柱采用上宽下窄的变截面,所述单柱通过斜支撑与多边形负压筒连接;所述斜支撑上端通过上环板和下环板与单柱柱壁固定连接,下端与多边形负压筒的筒顶钢板固定连接,构成一个整体,将单柱承受的荷载有效传递到多边形负压筒;

[0006] 所述多边形负压筒为一个上端封闭、下端开口的筒型空腔结构,包括筒顶钢板、钢桁架混凝土组合筒壁模块、外分舱板、内分舱板和角点钢管混凝土柱,多个相同所述钢桁架混凝土组合筒壁模块拼装成筒型空腔的筒壁,所述筒顶钢板封闭筒型空腔的上端,所述外分舱板和内分舱板设置在筒型空腔内,将筒型空腔沿轴线分割成多个分舱腔;所述角点钢管混凝土柱设置在外分舱板和内分舱板的连接点处;

[0007] 所述钢桁架混凝土组合筒壁模块包括筒裙竖向加劲肋、筒裙横向加劲肋、斜向加劲肋、对拉支撑、模块内包钢、模块外包钢和筒壁内填充的混凝土,所述模块内包钢和模块外包钢形成筒壁主体结构,所述筒裙竖向加劲肋、筒裙横向加劲肋、斜向加劲肋和对拉支撑

均作为加强结构设置在模块内包钢和模块外包钢之间。

[0008] 作为优选,所述斜支撑包括沿单柱周向均匀布置的多根斜柱和与斜柱连接的水平梁,多根所述斜柱上部均通过上环板和下环板与单柱连接,多根所述斜柱下部和水平梁之间通过直段相交或圆弧过渡连接;所述水平梁沿着多边形负压筒径向贯通,和多边形负压筒的筒顶钢板连接。

[0009] 作为优选,所述负压筒的筒顶钢板上沿周向均匀布置有多根主梁,每根所述主梁沿筒顶钢板径向设置,所述主梁与斜支撑之间设有多根次梁,多根所述次梁均沿筒顶钢板环向布置。

[0010] 进一步的,每根所述斜柱沿长度方向均设有纵向加劲肋,所述纵向加劲肋一端连接于上环板和单柱相交处,另一端延伸至斜柱边缘;所述斜柱和水平梁相交处设有横向加劲肋,所述横向加劲肋垂直于斜柱。

[0011] 更进一步的,相邻两根斜柱之间均设有水平支撑,防止平面外失稳破坏。

[0012] 进一步的,所述上环板和下环板与斜柱通过直段相交或圆弧过渡连接。

[0013] 作为优选,所述单柱底部通过T型环梁与吸力筒的筒顶钢板连接。

[0014] 作为优选,所述筒顶钢板上设有与分仓腔的舱室一一对应连通的排水排气阀。

[0015] 作为优选,所述多边形负压筒为正六边形结构,多个所述分仓腔也均为正六边形结构。

[0016] 一种海上风电单柱变截面钢混负压筒基础的施工方法,其特征在于:包括如下步骤:

[0017] a、船厂或船坞内完成基础预制;

[0018] b、基础通过湿拖或浮运或半潜驳将基础运到指定安装地点;

[0019] c、通过浮吊将基础吊离驳船,沉放至海床面;

[0020] d、通过基础抽气注水下沉至泥面以下;

[0021] e、通过排出吸力筒内的水和气,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控制基础的安装倾斜率。

[0022] 本实用新型取得的有益效果是:

[0023] 1、多边形负压筒的筒壁采用钢桁架混凝土组合筒壁模块的拼焊而成,解决了传统筒型基础钢筒壁易屈曲、筒壁与外分舱板连接节点受力大等弊端;且在外分舱板和内分舱板的连接点处设置角点钢管混凝土柱,降低了外舱板屈曲的风险,减小底板跨度,方便支模,优化了运输和下沉施工工艺,解决了传统复合筒胎架海上拆除问题,节省了胎架费用;

[0024] 2、基础主体为全钢单柱筒,单柱采用上宽下窄的变截面,斜支撑以下单柱直径可由8m变为4m,减小耗钢量170吨,同时可减小基础浮力150t;全钢单柱与传统混凝土过渡段相比重量减少了3/4,大大降低了结构重心,提高了基础浮运稳定性;

[0025] 3、斜支撑底部水平梁贯通筒顶,筒顶部外缘环梁、内环梁、主梁、次梁和连接件高度相同,高度均为0.2~3.0m,外缘环梁、内环梁和主梁的宽度为0.2~3.0m;内环梁和连接件均为圆形,连接件的直径为2~10m;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;

[0026] 4、单柱不伸入筒内,底部通过T型环梁与顶板连接,外筒壁的钢板厚度为10~30mm,外筒壁边数为4~12,边长为10~30m;内舱板合围成正多边形结构,多边形内分舱板

与多边形筒壁对应方向相差一定角度而非简单的平行,解决了原有多边形筒型基础的筒壁与外仓板连接节点受力大易产生破坏问题,使外仓板达到最小长度,减小了钢材用量,增大了外仓板的刚度,解决了外仓板充气下沉时易屈曲问题;

[0027] 5、斜支撑和单柱连接处增加纵向加劲肋,可大幅减小节点处应力集中现象,斜支撑和单柱连接处增加下环板,节点刚度增大,可大幅减小节点处应力集中现象,有利疲劳计算。

[0028] 本实用新型的单柱采用变截面结构,减轻了筒体重量及用钢量,其重量约是传统同直径复合筒25%,降低了结构重心,运输浮稳性有巨大优势;多边形筒壁与传统圆形筒壁相比筒的面积将减小,相应减小了材料用量,增加了模板重复利用次数;筒顶部采用密梁结构,设置主梁和次梁,缩短筒筒顶钢板计算跨度,降低耗钢量;单柱不伸入筒内,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;斜支撑和单柱连接处增加纵向加劲肋,可大幅减小节点处应力集中现象,结构稳定性大大增加;筒裙内设置立柱解决了底板跨度过大无法支模、需要设置胎架等问题;与传统复合筒适用5~30米水深相比,基础可适用水深5~50米,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。该基础不仅兼有重量轻、制造运输及安装便捷、在位时稳定性佳等传统筒型基础的优点,且独有筒壁不易屈曲、筒壁与外分舱板连接节点受力小、上部结构重量小、筒壁与外仓板连接节点受力小、外仓板长度大量减小、运输的稳性提高、不需要内置胎架、下沉时筒体不会屈曲等优势,,适用于淤泥、淤泥质土、粉土等软弱地基。

附图说明

[0029] 图1为本实用新型的结构示意图;

[0030] 图2为图1的立面图;

[0031] 图3为图1的俯视图;

[0032] 图4为斜支撑的结构示意图;

[0033] 图5为吸力筒内部分仓结构示意图;

[0034] 图6为上环板或下环板的结构示意图;

[0035] 附图标记:1、单柱;2、斜支撑;3、多边形负压筒(a、筒顶钢板;b、钢桁架混凝土组合筒壁模块;c、外分舱板;d、内分舱板;e、角点钢管混凝土柱);4、上环板;5、下环板;6、圆弧板过渡;7、纵向加劲肋;8、水平支撑;9、T型环梁;10、排水排气阀11、次梁;12、主梁13、斜柱;14、水平梁;15、水平梁相交过渡连接构件;16、圆弧过渡;17、横向加劲肋;18、筒裙竖向加劲肋;19、筒裙横向加劲肋;20、筒壁角点;21、筒裙斜向加劲肋;22、对拉支撑;23、模块外包钢;24、模块内包钢。

具体实施方式

[0036] 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。

[0037] 如图1-6所示,本实用新型的一种海上风电单柱变截面钢混负压筒基础,包括单柱1和多边形负压筒3,单柱1竖直设置,单柱1顶部和风机底部法兰连接,底部与多边形负压筒3的筒顶钢板a固定连接。单柱1通过斜支撑2与多边形负压筒3固定连接,斜支撑2上端通过上环板4和下环板5与单柱1柱壁固定连接,下端与多边形负压筒3筒顶钢板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多边形负压筒3上。本实用新型利用负压系统排出多边形负压筒3内的水和气体,形成负压,将基础下沉安装至表层土中,多边形负压筒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。

[0038] 结合图5,本实施例中,多边形负压筒3包括钢桁架混凝土组合筒壁模块b、筒顶钢板a、角点钢管混凝土柱e、外分舱板c和内分舱板d,多边形负压筒3由筒壁由多个相同的钢桁架混凝土组合筒壁模块b拼装成型,合围成正六边形结构,边长为18.5m,正六边形相对边距离为32.0m;多边形负压筒为一个上端封闭、下端开口的筒型空腔结构,外分舱板c和内分舱板d设置在筒型空腔内,将筒型空腔沿轴线分割成多个分舱腔;筒壁六条边的中点设置外分舱板c(共六个外分舱板),相邻外分舱板c之间设置内分舱板d(共六个内分舱板),外分舱板c、内分舱板d和钢桁架混凝土组合筒壁模块b相互之间围合的多个分舱腔也均为正六边形结构,边长7.5m;相邻内分舱板d连接线与外分舱板c连接线的交点设置角点钢管混凝土柱e;筒顶钢板a、外分舱板c和内分舱板d厚度均为100mm,角点钢管混凝土柱e直径500mm,壁厚16mm。筒顶钢板a上设有与各分舱腔舱室一一对应连通的排水排气阀12。

[0039] 结合图6,本实施例中,钢桁架混凝土组合筒壁模块b是由筒裙竖向加劲肋18、筒裙横向加劲肋19、斜向加劲肋20、对拉支撑21、模块内包钢24、模块外包钢23以及筒壁内填充的混凝土共同组成,模块内包钢24和模块外包钢23形成筒壁主体结构,筒裙竖向加劲肋18、筒裙横向加劲肋19、斜向加劲肋20和对拉支撑21均作为加强结构设置在模块内包钢24和模块外包钢23之间。筒裙竖向加劲肋18的截面为L型钢,长1.6m;筒裙横向加劲肋19的截面为L型钢,长1.85m;斜向加劲肋20的截面为L型钢,连接竖向加劲肋18与横向加劲肋19,长度0.36m;对拉支撑21的截面为L型钢,连接模块内外包钢,长0.3m。

[0040] 本实施例中,单柱1为钢管,由上大下小的钢管卷制焊接形成,直径10~30m,壁厚20~250mm,中部通过上环板4及下环板5与斜支撑2焊接,底部通过T型环梁9与筒顶钢板a焊接。

[0041] 结合图1-5所示,本实施例中,斜支撑2包括多根斜柱13和与斜柱13连接的水平梁14,多根斜柱13沿单柱1周向均匀布置(图4中,单柱1四周均匀布置有6根斜柱13),多根斜柱13上部均通过上环板4和下环板5与单柱1固定连接,多根斜柱13下部和水平梁14之间通过直段相交或圆弧过渡16连接,斜柱13底端既可设置于多边形负压筒3筒顶钢板a边缘,也可缩进,设置于多边形负压筒3筒顶钢板a直径范围内。水平梁14沿着多边形负压筒3径向贯通,和多边形负压筒3的筒顶钢板a固定连接,水平梁14一端斜柱13下部衔接,构成一个类似“U”形结构,另一端均固定在中间的水平梁相交过渡连接构件15上,形成一个整体的斜支撑2结构。本实施例中,斜柱13为H型钢,高度1.0~5m;水平梁14为H型钢,高度0.3~2m。

[0042] 本实施例中,每根斜柱13沿长度方向均设有纵向加劲肋7,纵向加劲肋7一端连接于上环板4和单柱1相交处,另一端延伸至斜柱13边缘。纵向加劲肋7由钢板制成,宽度0.5~1.0m,厚度30~150mm,纵向加劲肋7以上环板4、单柱1和斜柱13相交处为起点,沿着斜柱13焊接于斜柱腹板上,延伸至斜柱13端头。

[0043] 斜柱13和水平梁14相交处设有横向加劲肋17,横向加劲肋17垂直于斜柱13。横向

加劲肋17由钢板制成,宽度0.3~1.0m,厚度30~150mm,横向加劲肋17沿斜柱腹板两侧对称设置,与斜柱13三面槽型焊接。

[0044] 本实施例中,相邻两根斜柱13之间均设有水平支撑8,水平支撑8将所有斜柱13相互连接在一起,防止其平面外失稳破坏。水平支撑8为钢管(本实施例采用直径0.3~1.2m的钢管)、工字型、十字型或箱型等截面。当斜柱13平面外稳定计算满足要求时,水平支撑18可取消。

[0045] 结合图2,本实施例中,上环板4和下环板5与斜柱13通过直段相交或圆弧过渡连接6,上环板5和下环板5沿着环向与斜柱13顶部焊接,上环板5和下环板5均由厚度30~180mm的波浪形钢板制成。

[0046] 结合图3,多边形负压筒3的筒顶钢板a上沿周向均匀布置有多根主梁12,每根主梁12均沿筒顶钢板a径向设置,主梁12与斜支撑2的水平梁14之间设有多根次梁11,多根次梁11均沿筒顶钢板a环向布置。主梁12沿径向焊接于筒顶钢板a上,一端与单柱1底部的T型环梁9焊接,另一端与钢桁架混凝土组合筒壁模块b焊接,次梁11沿着环向焊接于筒顶钢板a上,间距0.5~4.0m。主梁12和次梁11均采用高度为0.3~2m的T型钢。

[0047] 上述基础的施工方法,包括如下步骤:

[0048] a、船厂或船坞内完成基础预制;

[0049] b、基础通过湿拖或浮运或半潜驳将基础运到指定安装地点;

[0050] c、通过浮吊将基础吊离驳船(浮运通过向吸力筒内打气上浮,调节各分舱负压保持浮稳性)沉放至海床面;

[0051] d、通过基础抽气注水下沉至泥面以下;

[0052] e、通过排出吸力筒内的水和气,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。

[0053] 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。

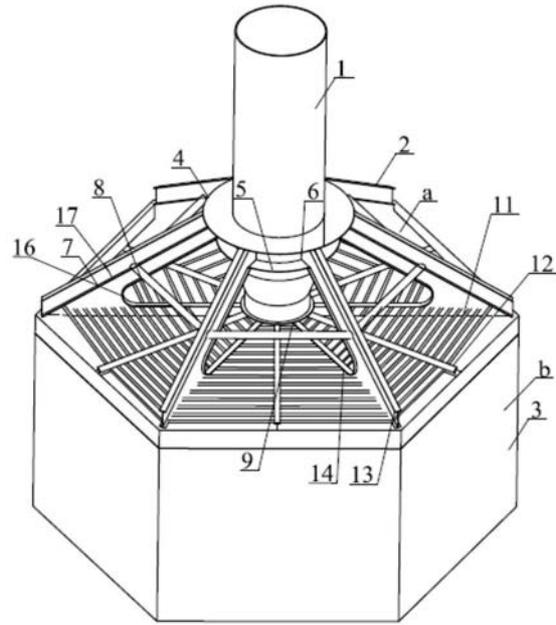


图1

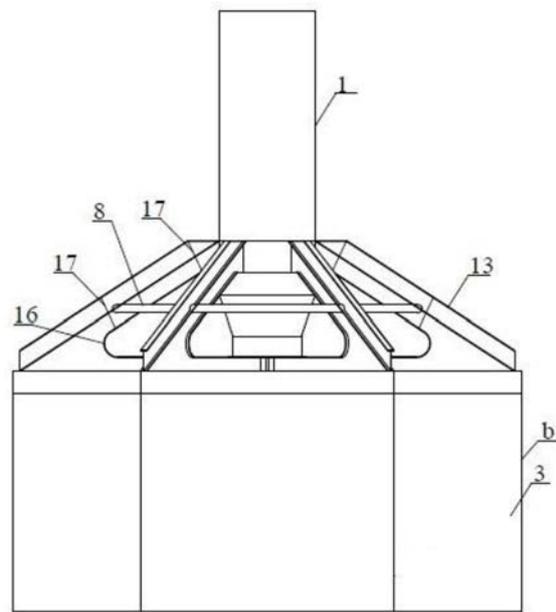


图2

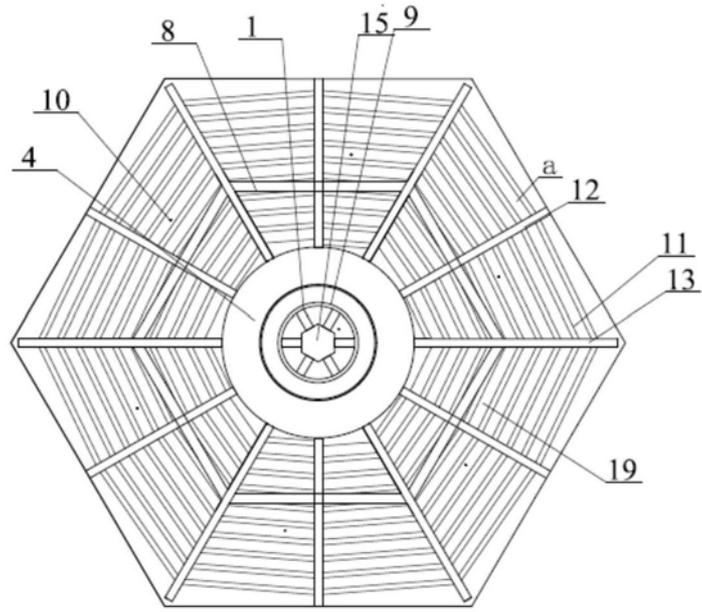


图3

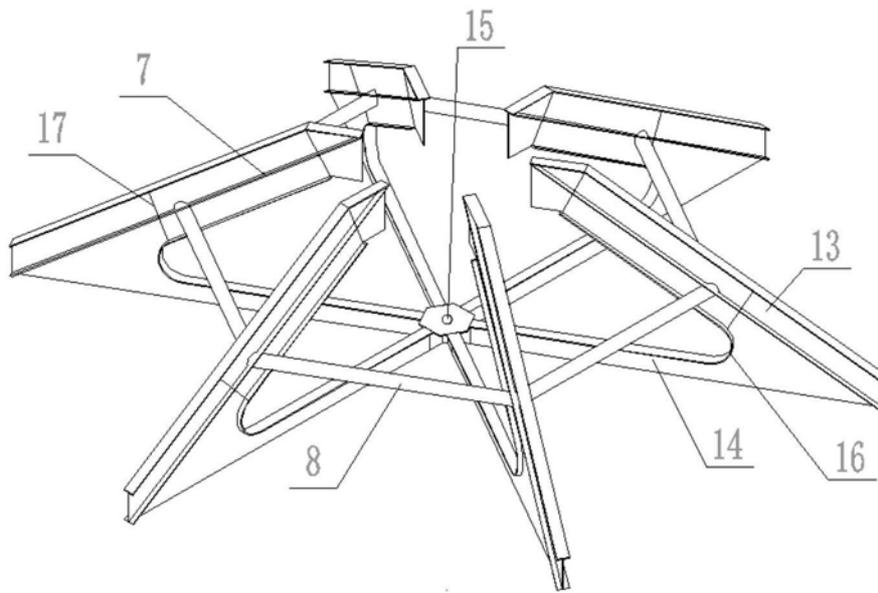


图4

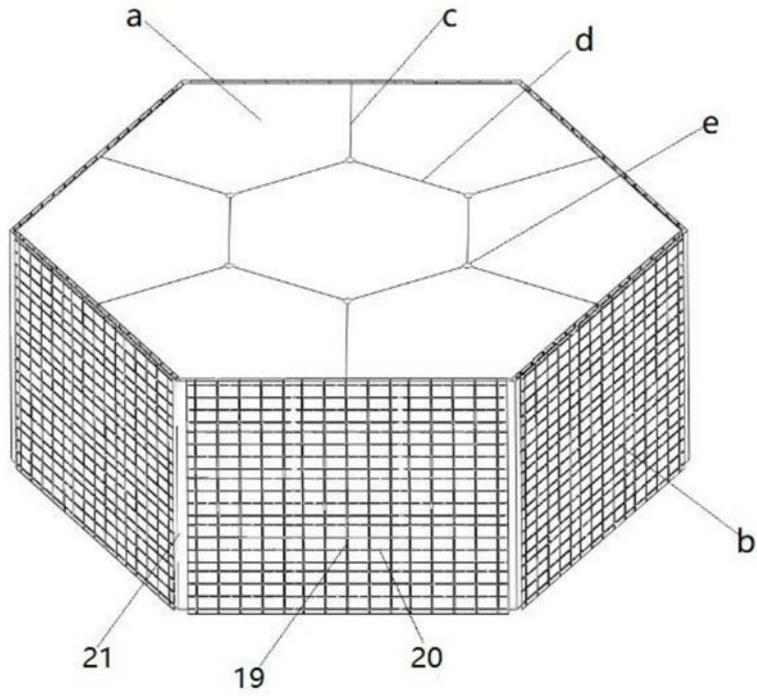


图5

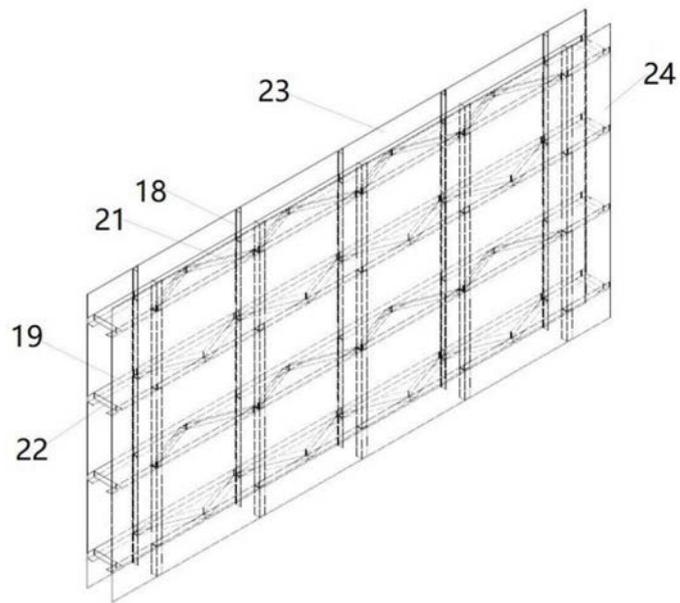


图6