



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208472751 U

(45)授权公告日 2019.02.05

(21)申请号 201820760042.9

(22)申请日 2018.05.21

(73)专利权人 上海勘测设计研究院有限公司

地址 200434 上海市虹口区逸仙路388号

(72)发明人 张权 杨威 黄俊 林毅峰

(74)专利代理机构 上海光华专利事务所(普通合伙) 31219

代理人 雷绍宁

(51)Int.Cl.

E02D 27/42(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

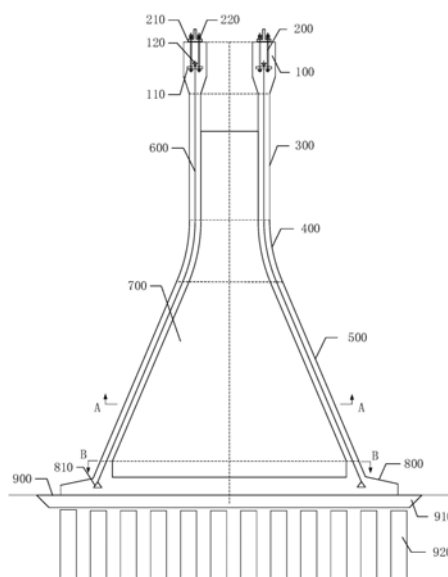
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)实用新型名称

海上风力发电机组预应力重力式基础

(57)摘要

本实用新型涉及一种海上风力发电机组预应力重力式基础。该重力式基础包括底板、混凝土预制壳体和加强圈梁；混凝土预制壳体内设置有预应力孔道，预应力筋穿入预应力孔道，下端锚固于底板内，上端锚固于加强圈梁内；混凝土预制壳体内部空腔填充压载填料。本实用新型的重力式基础，采用混凝土预制壳体结构，对壳体进行后张法预应力张拉，大幅提高了重力式基础的强度和刚度，显著降低了重力式基础的尺寸和重量，防海水腐蚀效果好，节省钢材，陆上预制方式建造，海上现场安装工作量小，节省施工时间和费用，结构整体受波浪和海流作用较小，重心较低，具有良好的稳定性，能够应用于深水海域、大容量风电机组和地质条件为浅覆盖层的海上风电场。



1. 一种海上风力发电机组预应力重力式基础,其特征在于:

所述预应力重力式基础包括底板、位于底板上的混凝土预制壳体和位于混凝土预制壳体顶部的加强圈梁;

所述混凝土预制壳体内设置有预应力孔道,预应力筋穿入所述预应力孔道,下端锚固于底板内,上端锚固于加强圈梁内;

所述混凝土预制壳体内部空腔填充有压载填料。

2. 根据权利要求1所述的重力式基础,其特征在于:

所述混凝土预制壳体包括上部的圆柱段壳体、下部的圆锥段壳体以及在圆柱段壳体和圆锥段壳体之间光滑过渡的圆弧过渡段壳体。

3. 根据权利要求1所述的重力式基础,其特征在于:

所述底板内埋设有预应力筋的固定端锚具;

所述加强圈梁内部埋设有预应力锚栓、环形锚垫板和预应力筋的张拉端锚具;

所述预应力锚栓沿所述环形锚垫板的圆周中心线均匀布置内外两圈;

所述张拉端锚具沿所述环形锚垫板的圆周中心线均匀布置一圈,用于将所述预应力筋锚固在所述环形锚垫板上;

所述环形锚垫板开设有与所述预应力锚栓和所述张拉端锚具位置和数目对应的通孔;

所述预应力锚栓的上端通过螺母与风机塔筒底法兰连接,下端通过螺母与所述环形锚垫板连接。

4. 根据权利要求1所述的重力式基础,其特征在于:

所述加强圈梁的壁厚大于混凝土预制壳体的壁厚。

5. 根据权利要求1所述的重力式基础,其特征在于:

所述底板为带有悬挑的圆形钢筋混凝土板。

6. 根据权利要求1所述的重力式基础,其特征在于:

所述压载填料为砂石填料。

7. 根据权利要求1所述的重力式基础,其特征在于:

所述重力式基础安装在铺设碎石垫层的海床面上,所述碎石垫层下设置有挤密砂桩。

海上风力发电机组预应力重力式基础

技术领域

[0001] 本实用新型涉及海上风力发电机组的基础结构技术领域,尤其是涉及一种海上风力发电机组预应力重力式基础。

背景技术

[0002] 目前我国海上风电场大部分建设在台风多发海域,所采用的风力发电机组功率越来越大,台风多发区大功率风力发电机组所受到的荷载量级巨大,对基础的刚度和强度要求更高,风机单机容量的增加以及深水域海床地质条件的多样性对海上风电机组的基础结构型式提出新的要求和挑战。

[0003] 单桩基础是海上风力发电机组基础结构中的主要基础型式之一,但目前单桩基础设计的桩径越来越大,钢材消耗大,我国福建、广东沿海地区存在大范围浅覆盖层岩石地基海床,海域水深超过30米,大直径钢管桩嵌岩施工周期长,成本高,不确定性因素大,单桩基础难以得到应用。

[0004] 重力式基础是海上风力发电机组基础结构中的另一种主要基础型式,它主要依靠基础及压载物重量抵抗上部风机荷载和外部环境荷载产生的倾覆力矩和滑动力,使基础和风机塔架结构保持稳定。重力式基础结构部分通常为钢筋混凝土结构物,节省钢材,经济效果好,采用陆上预制方式建造,不需要海上打桩作业,海上现场安装工作量小,节省施工时间和费用。

[0005] 但传统的重力式基础由于体积和自重庞大,波浪和海流对基础产生的荷载占比显著,导致传统的重力式基础一般只适用于水深不超过10米的浅水海域;同时,传统的重力式基础对天然地基承载力要求较大,一般只适用于坚硬的砂土或岩石地基,无法应用于浅覆盖层地质条件的海域。

实用新型内容

[0006] 针对现有技术存在的上述问题,本实用新型的目的至少在于提供一种具有适用大容量风机和深水海域、施工简便、成本低等优点的海上风力发电机组预应力重力式基础。

[0007] 为实现上述目的及其他相关目的,本实用新型的一个实施方式提供一种海上风力发电机组预应力重力式基础,包括底板、位于底板上的混凝土预制壳体和位于混凝土预制壳体顶部的加强圈梁;所述混凝土预制壳体内设置有预应力孔道,预应力筋穿入所述预应力孔道,下端锚固于底板内,上端锚固于加强圈梁内;所述混凝土预制壳体内部空腔填充有压载填料。

[0008] 在一个实施方式中,所述混凝土预制壳体包括上部的圆柱段壳体、下部的圆锥段壳体以及在圆柱段壳体和圆锥段壳体之间光滑过渡的圆弧过渡段壳体。

[0009] 在一个实施方式中,所述底板内埋设有预应力筋的固定端锚具;所述加强圈梁内部埋设有预应力锚栓、环形锚垫板和预应力筋的张拉端锚具;所述预应力锚栓沿所述环形锚垫板的圆周中心线均匀布置内外两圈;所述张拉端锚具沿所述环形锚垫板的圆周中心线

均匀布置一圈,用于将所述预应力筋锚固在所述环形锚垫板上;所述环形锚垫板开设有与所述预应力锚栓和所述张拉端锚具位置和数目对应的通孔;所述预应力锚栓的上端通过螺母与风机塔筒底法兰连接,下端通过螺母与所述环形锚垫板连接。

[0010] 在一个实施方式中,所述加强圈梁的壁厚大于混凝土预制壳体的壁厚。

[0011] 在一个实施方式中,所述底板为带有悬挑的圆形钢筋混凝土板。

[0012] 在一个实施方式中,所述压载填料为砂石填料。

[0013] 在一个实施方式中,所述重力式基础安装在铺设碎石垫层的海床面上,所述碎石垫层下设置有挤密砂桩。

[0014] 本实用新型实施方式提供的海上风力发电机组预应力重力式基础,采用混凝土预制壳体结构,对壳体进行后张法预应力张拉,大幅提高了重力式基础的强度和刚度,显著降低了重力式基础预制结构的尺寸和重量,基础结构防海水腐蚀效果好,节省钢材,陆上预制方式建造,海上现场安装工作量小,节省施工时间和费用,结构整体受波浪和海流作用较小,重心较低,具有良好的稳定性,能够应用于深水海域、大容量风电机组和地质条件为浅覆盖层的海上风电场。

附图说明

[0015] 图1显示为本实用新型一个实施例中海上风力发电机组预应力重力式基础的结构示意图;

[0016] 图2显示为图1所示重力式基础的加强圈梁结构示意图;

[0017] 图3显示为图1所示重力式基础的环形锚垫板结构示意图;

[0018] 图4显示为图1所示重力式基础的A-A剖面示意图;

[0019] 图5显示为图1所示重力式基础的底板B-B剖面示意图;

[0020] 图6显示为图1所示重力式基础的挤密砂桩俯视示意图。

[0021] 元件标号说明

[0022]	100	加强圈梁
[0023]	110	环形锚垫板
[0024]	120	张拉端锚具
[0025]	200	预应力锚栓
[0026]	210	风机塔筒底法兰
[0027]	300	圆柱段壳体
[0028]	400	圆弧过渡段壳体
[0029]	500	圆锥段壳体
[0030]	600	预应力筋
[0031]	610	预应力孔道
[0032]	700	压载填料
[0033]	800	底板
[0034]	810	固定端锚具
[0035]	900	海床面
[0036]	910	碎石垫层

[0037] 920

挤密砂桩

具体实施方式

[0038] 以下由特定的具体实施例说明本实用新型的实施方式,熟悉此技术的人士可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本实用新型的其他优点及功效。

[0039] 须知,本说明书附图中所绘示的结构、比例、大小等,均仅用以配合说明书所揭示的内容,以供熟悉此技术的人士了解与阅读,并非用以限定本实用新型可实施的限定条件,故不具技术上的实质意义,任何结构的修饰、比例关系的改变或大小的调整,在不影响本实用新型所能产生的功效及所能达成的目的下,均应仍落在本实用新型所揭示的技术内容所能涵盖的范围内。同时,本说明书中所引用的如“上”、“下”、“左”、“右”、“中间”及“一”等的用语,亦仅为便于叙述的明了,而非用以限定本实用新型可实施的范围,其相对关系的改变或调整,在无实质变更技术内容下,当亦视为本实用新型可实施的范畴。

[0040] 图1-6示出本实用新型海上风力发电机组预应力重力式基础的一个实施例。

[0041] 如图1所示,该预应力重力式基础包括混凝土预制壳体和底板800,混凝土预制壳体包括从上至下依次相连的三段,即圆柱段壳体300、圆弧过渡段壳体400和圆锥段壳体500。圆柱段壳体300顶部还包括加强圈梁100,加强圈梁100内埋设有预应力锚栓200。混凝土预制壳体采用后张法进行预应力张拉,预应力筋600下端锚固于底板800内,上端锚固于加强圈梁100内。混凝土预制壳体内部空腔填充压载填料700作为压载物。整个重力式基础安装在铺设碎石垫层910的海床面900上,当海床面900以下地质条件不满足承载力要求时,可打设水下挤密砂桩920进行地基加固处理。本实用新型提供的上述重力式基础采用混凝土预制壳体结构,对壳体进行后张法预应力张拉,大幅提高了重力式基础的强度和刚度,并且使得混凝土预制壳体能够采用薄壁结构,显著降低了重力式基础预制结构的尺寸和重量,节约了材料成本,与传统的重力式基础相比,能够应用于深水海域和大容量海上风电机组。

[0042] 如图1、图2和图3所示,加强圈梁100位于圆柱段壳体300顶部,内部埋设有预应力锚栓200、环形锚垫板110和张拉端锚具120。锚垫板110埋设于加强圈梁100之内,形状为圆环形,预应力锚栓200沿锚垫板110圆周中心线均匀布置内外两圈。预应力锚栓200的上端通过螺母220与风机塔筒底法兰210连接,下端通过螺母220与锚垫板110连接,螺母220优选采用高强螺母。张拉端锚具120沿锚垫板110圆周中心线均匀布置一圈。锚垫板110根据预应力锚栓200和张拉端锚具120的布置情况沿圆周均匀开设相应的尺寸和数量的通孔。锚垫板110作为承上启下的结构,向上连接预应力锚栓200,向下连接预应力筋600。作为连接风机塔筒底法兰210与重力式基础的关键部位,加强圈梁100的壁厚优选大于混凝土预制壳体的厚度,并且可采用高强灌浆材料浇筑成型,以进一步保证加强圈梁100的结构可靠性。为提高预应力锚栓200的抗拉性能,优选为大六角型高强度螺栓,其数量和规格可根据上部传递过来的风机荷载计算确定。通过预应力锚栓200对风机塔筒底法兰210施加预紧力,能够保证加强圈梁100的结构始终处于受压状态,显著提高了加强圈梁100部位混凝土的疲劳寿命,通过调节螺母220的安装位置,还可对风机塔筒底法兰210进行调平,从而使本实用新型提供的上述重力式基础能够很好地满足风机塔筒吊装对法兰盘平整度的要求,锚垫板110能够均匀地直接将预应力锚栓200的荷载传递到预应力筋600和混凝土中,不会产生局部应

力集中的现象。

[0043] 如图1、图4和图5所示,混凝土预制壳体中的圆柱段壳体300与圆锥段壳体500之间通过圆弧过渡段壳体400光滑过渡,三段壳体均可为钢筋混凝土预制结构,优选采用高强度混凝土预制而成。沿混凝土预制壳体的圆周均匀预留用于穿入预应力筋600的预应力孔道610,该孔道610与锚垫板110圆周中心线上的通孔对应。在预应力孔道610内穿入预应力筋600后,采用后张法对混凝土预制壳体进行预应力张拉,预应力筋600贯穿圆柱段壳体300、圆弧过渡段壳体400和圆锥段壳体500上预留的预应力孔道610,下端锚固于底板800内的固定锚具810上,上端通过张拉端锚具120锚固于加强圈梁100内的锚垫板110上。预应力筋600可选用高强低松弛预应力钢绞线。底板800优选为带有悬挑的圆形钢筋混凝土板,内部预埋有预应力筋600的固定端锚具810,底板800可直接安放在铺设有碎石垫层910的海床面900上。采用依次连接的圆柱段壳体300、圆弧过渡段壳体400、圆锥段壳体500的预应力结构形式,风机荷载传递至基础底部的受力明确,荷载传递路径简单直接,采用后张法预应力混凝土结构,结构强度和刚度大,防海水腐蚀效果好,压载物填充作业一次性完成,施工方便,无需分仓多次填充;圆柱段壳体300截面尺寸较小,受到的波浪和海流作用较小;圆弧过渡段壳体400结构能够减少预应力损失,有效传递预应力筋600张拉对混凝土产生的预压力;圆锥段壳体500能够提供足够的空间保证压载物重量,降低结构重心,有利于基础整体稳定。底板800带有悬挑,且可设置较长的悬挑,能够有效减少圆锥段壳体500的尺寸,扩散基础应力。

[0044] 压载填料700优选为砂石填料,例如海砂、碎石或海水的级配填充物,填充于所述的圆柱段壳体300、圆弧过渡段壳体400、圆锥段壳体500的空腔内作为压载物。重力式基础对压载物需求量非常大,沿海地区海砂、碎石等压载物供应量充足,价格便宜,有利于降低工程成本。

[0045] 如图6所示,挤密砂桩920为利用灌桩设备将砂料,优选中粗砂,压入水下浅覆盖地基形成的密实散体桩,可对浅层土体进行加固,提高地基承载力,减少地基沉降。浅覆盖层海域的大直径钢管桩嵌岩施工周期长,成本高,采用挤密砂桩920对浅层土体进行加固处理可避免嵌岩施工,解决了传统重力式基础无法应用于浅覆盖层海域的问题。

[0046] 本实施例的海上风力发电机组预应力重力式基础的安装方法,包括以下步骤:

[0047] 1) 利用混凝土浇筑底板800,并在底板800内预埋固定锚具810,例如通过浇筑前先将固定锚具810与底板800内的钢筋固定连接的方式实现固定锚具810与底板800的预先固定;

[0048] 2) 浇筑混凝土预制壳体,并在混凝土预制壳体内预留预应力孔道610;

[0049] 3) 利用混凝土浇筑加强圈梁100,预应力锚栓200下端通过螺母220与环形锚垫板110固定连接后预埋在加强圈梁100内,并在加强圈梁100内留出环形槽空间,该环形槽空间用于预应力筋600向下穿过环形锚垫板110、穿入预应力孔道610和后张拉操作;预应力锚栓200和环形锚垫板110在加强圈梁100内的预埋例如通过浇筑前预先将环形锚垫板110与加强圈梁100内的钢筋固定连接的方式实现预应力锚栓200和环形锚垫板110与加强圈梁100的预先固定;

[0050] 4) 将预应力筋600经上述环形槽空间穿入预应力孔道610,预应力筋600下端锚固于底板800内的固定锚具810上,上端通过张拉端锚具120锚固于加强圈梁100内的环形锚垫

板110上,预应力筋600上端通过张拉端锚具120进行张拉施工;

[0051] 5) 张拉施工结束后对预应力孔道610进行灌浆,使预应力筋600与混凝土预制壳体固定连接;

[0052] 6) 对加强圈梁100的环形槽空间进行灌浆,使环形锚垫板110、预应力锚栓200与加强圈梁100固定连接;

[0053] 7) 将预应力重力式基础整体运输至海上安装位置,采用起重船扶正,拖轮辅助定位,在混凝土预制壳体的空腔内注水进行下沉,安装在铺设碎石垫层910的海床面900上;当海床面900以下地质条件不满足承载力要求时,可预先打设水下挤密砂桩920进行地基加固处理;

[0054] 8) 将压载填料700填充于混凝土预制壳体的空腔内作为压载物;

[0055] 9) 预应力锚栓200的上端通过螺母220与风机塔筒底法兰210连接,通过调节螺母220的安装位置,对风机塔筒底法兰210进行调平,满足风机塔筒吊装对法兰盘平整度的要求。

[0056] 如上所述,本实用新型的有益效果是:

[0057] 1. 与现有的重力式基础结构相比,本实用新型采用混凝土材料,特别是采用高强度混凝土材料预制壳体结构,并且对壳体进行后张法预应力张拉,大幅提高了重力式基础的强度和刚度,同时显著降低了重力式基础结构的尺寸和重量,使得重力式基础能够应用于深水海域和大容量风电机组。

[0058] 2. 与现有大直径单桩基础相比,本实用新型能够适用于坚硬的砂土或岩石地基海床,具有陆上建造、无需打桩、海上作业量小、节约钢材、减少海上施工时间和费用等优点。

[0059] 3. 风机塔筒与基础顶部连接方式采用预应力锚栓连接技术,使得整个截面受力始终处于受压状态,有效提高了连接部位的混凝土疲劳寿命。

[0060] 4. 采用水下挤密砂桩处理浅覆盖层地基,解决了大直径钢管桩嵌岩施工周期长,成本高,不确定性因素大的问题,使得重力式基础能够应用于浅覆盖层地质海域。

[0061] 5. 采用圆柱段壳体、圆弧过渡段壳体、圆锥段壳体结构形式,能够提供足够的空间保证压载物重量,同时结构整体上细下粗,有利于减小波浪和海流作用,降低重心高度,保证基础整体稳定;压载物填充作业一次性完成,施工方便,无需分仓多次填充。

[0062] 6. 海上风力发电机组预应力重力式基础结构便于安装与拆除,大大减少了海上施工作业量,既节约了工期,提高了施工效率,又降低了工程造价,具有良好的经济性。

[0063] 上述实施例仅例示性说明本实用新型的原理及其功效,而非用于限制本实用新型。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本实用新型的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰或改变。因此,举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本实用新型所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本实用新型的权利要求所涵盖。

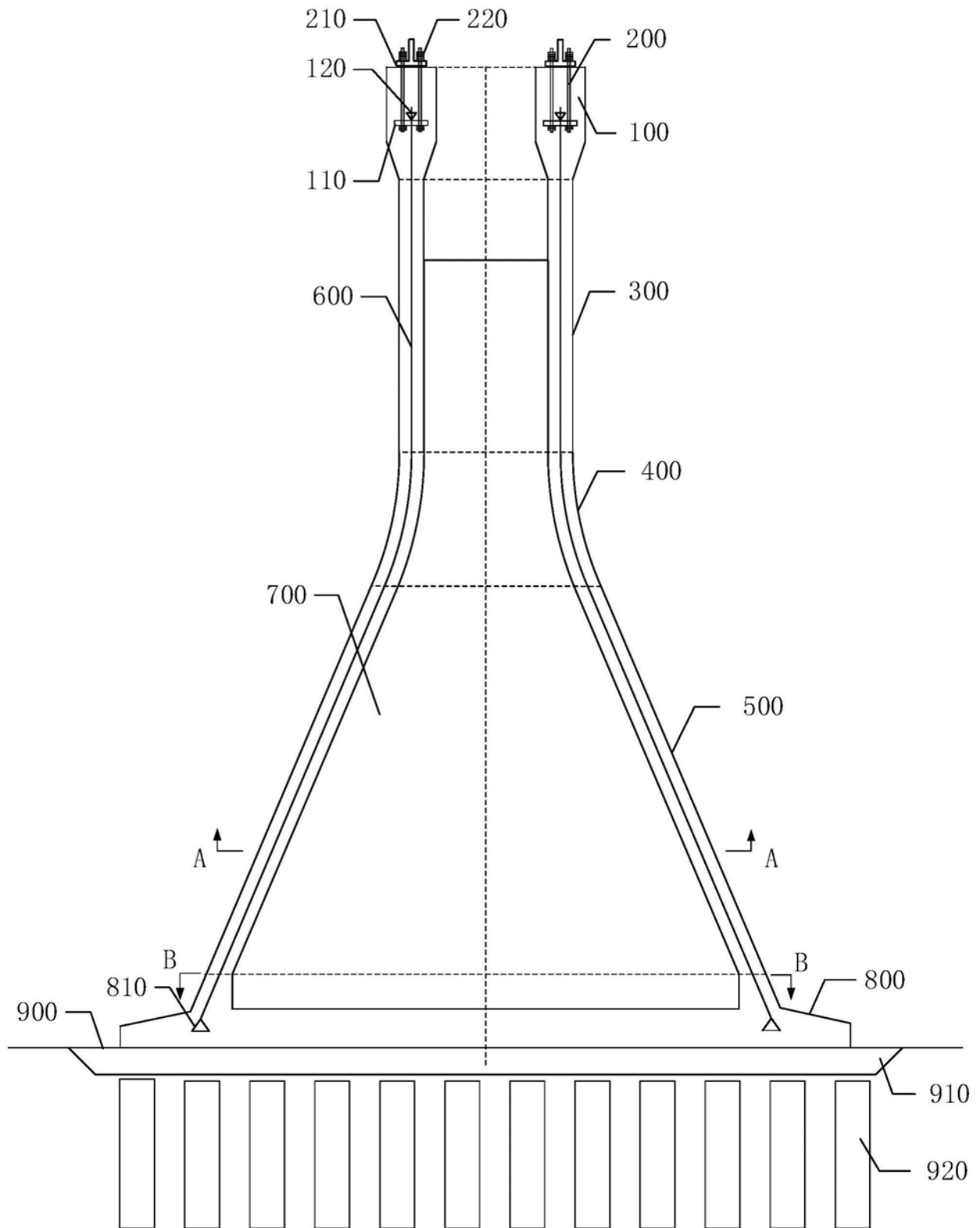


图1

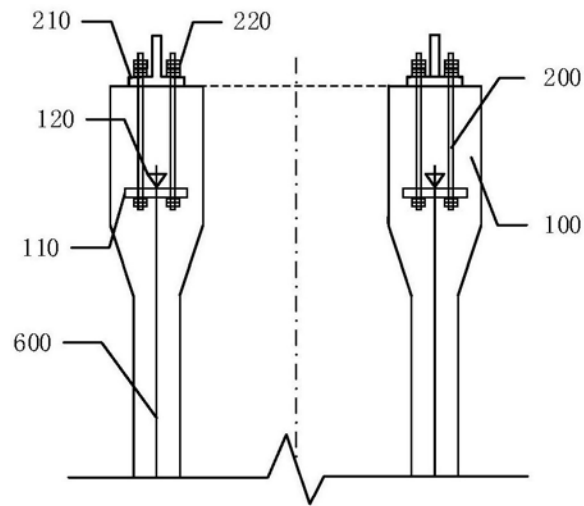


图2

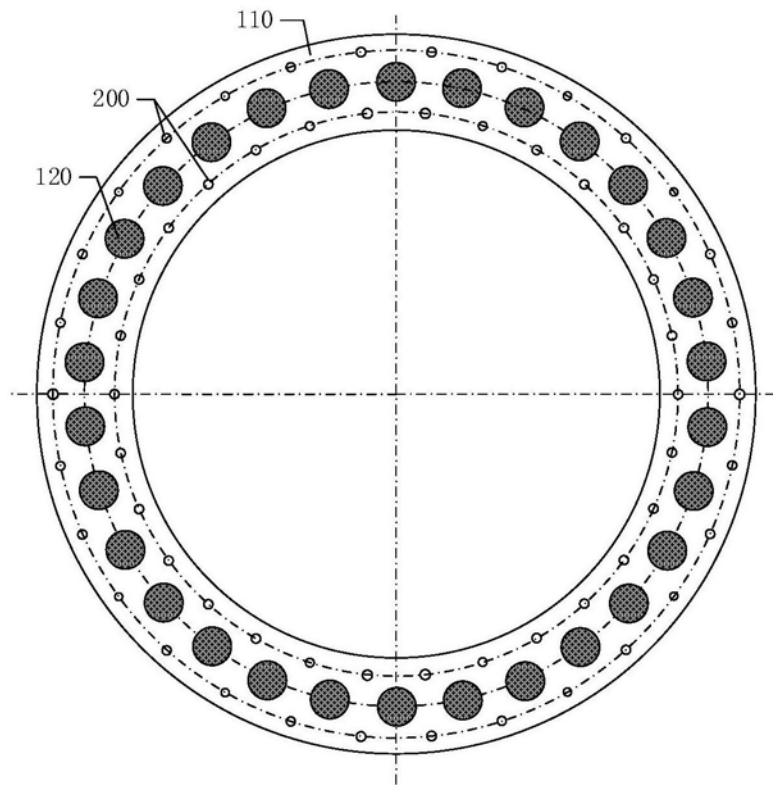


图3

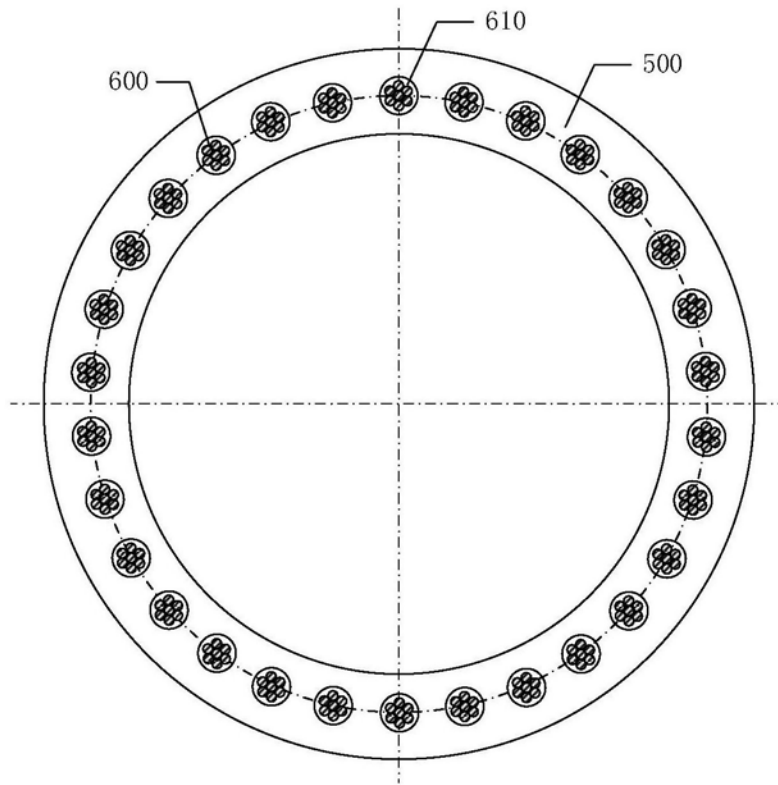


图4

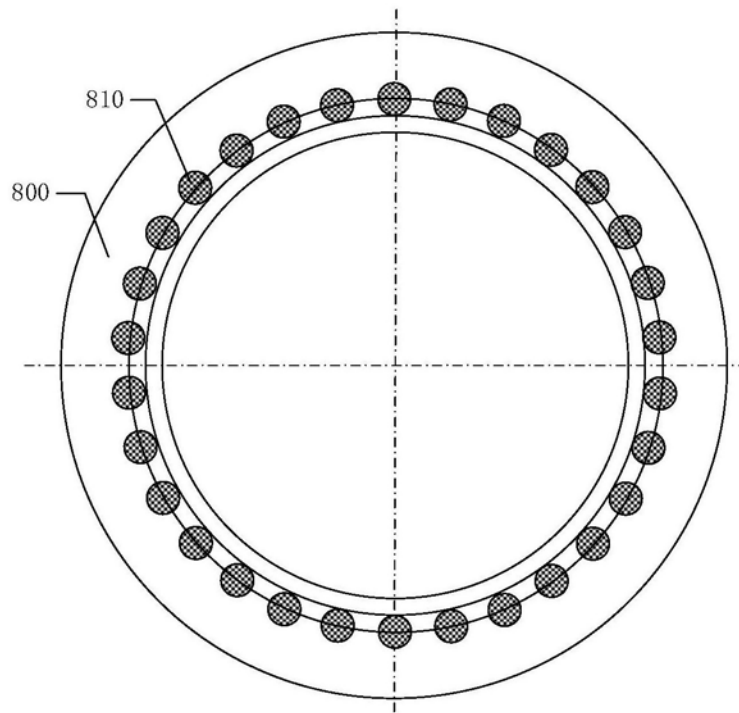


图5

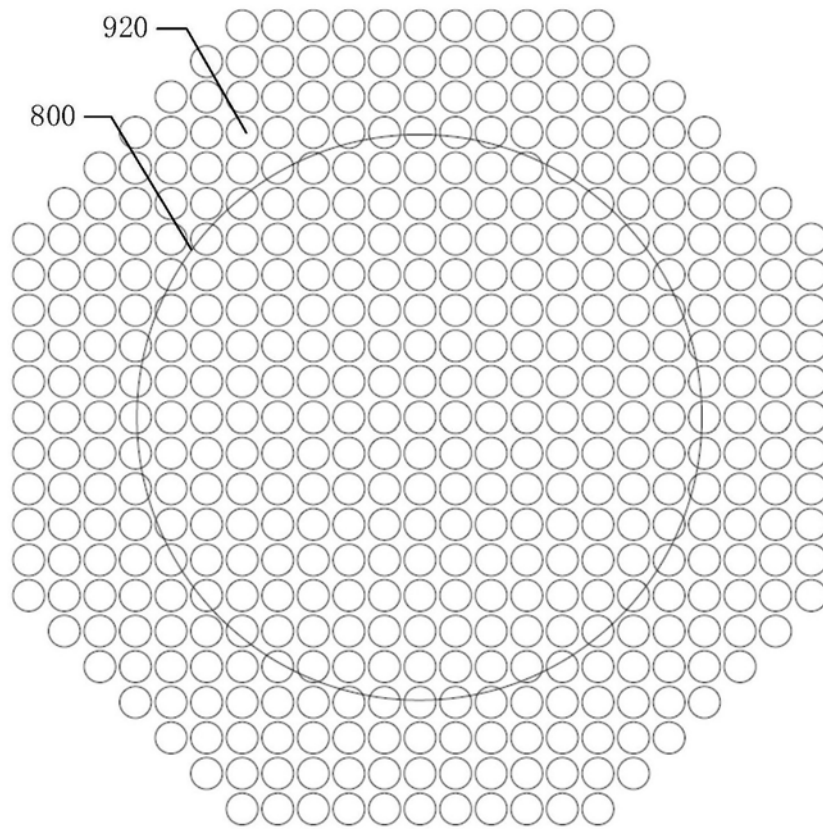


图6