



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108867688 A

(43)申请公布日 2018. 11. 23

(21)申请号 201810792009.9

(22)申请日 2018.07.18

(71)申请人 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 杨威 林毅峰 张权 黄俊

(74)专利代理机构 上海光华专利事务所(普通合伙) 31219

代理人 夏怡珺

(51)Int. Cl.

E02D 27/44(2006.01)

E02D 5/28(2006.01)

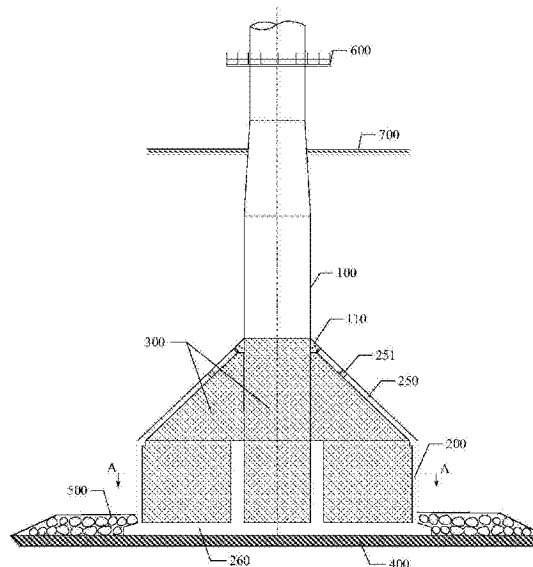
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种海上风力发电机组重力式基础及其安装方法

(57)摘要

本发明涉及一种海上风力发电机组重力式基础及其安装方法,该重力式基础包括钢管桩、混凝土沉箱和压载填料,钢管桩为变截面大直径钢管,在钢管桩与混凝土沉箱盖板连接部位沿桩周设有剪力键,混凝土沉箱的隔舱内填充压载填料,重力式基础安装在铺设碎石垫层的海床面上。本发明采用钢管桩-混凝土沉箱组合重力式结构,钢管桩为基础结构提供足够的强度和刚度,降低了结构重量,采用浮运-下沉的海上运输安装方法,无需重型浮吊设备,海上作业简单方便,陆上预制建造,节省施工时间和费用,结构受波浪和海流作用小,稳定性好,能够用于深水海域、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重力式基础,其特征在于:所述重力式基础包括混凝土沉箱(200),位于混凝土沉箱(200)中间部位的钢管桩(100)以及混凝土沉箱(200)隔舱内的压载填料(300)。

2. 根据权利要求1所述的海上风力发电机组重力式基础,其特征在于:所述混凝土沉箱(200)包括外壁(210)、肋板(220)、内壁(230)、隔舱(240)、盖板(250)和底板(260),采用高强度混凝土预制;所述外壁(210)为圆柱形薄壁混凝土结构。

3. 根据权利要求2所述的海上风力发电机组重力式基础,其特征在于:所述钢管桩(100)为变截面钢管,由从上至下截面直径依次变大的几个管段连接而成,所述钢管桩(100)沿桩周设有剪力键(110),所述钢管桩(100)与混凝土沉箱盖板(250)采用高强灌浆连接,所述钢管桩(100)的下端插入混凝土沉箱内壁(230)并采用高强灌浆连接。

4. 根据权利要求2所述的海上风力发电机组重力式基础,其特征在于:所述剪力键(110)由高强度钢板制成,钢板上开设有若干个圆孔,在钢管桩(100)与混凝土沉箱盖板(250)连接部位沿钢管桩(100)桩身均匀焊接一圈所述剪力键(110),所述圆孔内穿设环向钢筋,与混凝土沉箱盖板(250)的端部钢筋连接,并在连接部位浇筑高强灌浆料。

5. 根据权利要求2所述的海上风力发电机组重力式基础,其特征在于:所述外壁(210)为圆柱形薄壁混凝土结构;所述内壁(230)为圆筒形厚壳混凝土结构,连接固定所述钢管桩(100)以及传递荷载至所述肋板(220)上。

6. 根据权利要求2所述的海上风力发电机组重力式基础,其特征在于:所述肋板(220)包括8~10个呈辐射状分布的混凝土板,两端分别与混凝土沉箱(200)的内壁(230)和外壁(210)连接。

7. 根据权利要求2所述的海上风力发电机组重力式基础,其特征在于:所述隔舱(240)由8~10个均匀分布的扇形区域组成,所述隔舱内填充压载填料(300)。

8. 根据权利要求2所述的海上风力发电机组重力式基础,其特征在于:所述盖板(250)为由预制的扇形混凝土板拼接成的锥形结构,盖板(250)上开设有用于装填压载填料的填料孔(251),所述盖板(250)上下两端分别与钢管桩(100)和外壁(210)连接。

9. 根据权利要求2所述的海上风力发电机组重力式基础,其特征在于:所述压载填料(300)为砂石填料;所述重力式基础安装在铺设碎石垫层(400)的海床面上,基础周围设有防止冲刷的抛石防护层(500)。

10. 一种安装如权利要求1~9中任一所述的海上风力发电机组重力式基础的方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 利用混凝土浇筑混凝土沉箱(200)的底板(260)、外壁(210)、肋板(220)、内壁(230)和盖板(250),将盖板(250)的下端与外壁(210)的上端浇筑为一体;

2) 将预制的钢管桩(100)与混凝土沉箱内壁(230)采用高强灌浆连接;

3) 在钢管桩(100)与混凝土沉箱盖板(250)连接部位沿钢管桩桩身均匀焊接一圈剪力键(110),圆孔内穿设环向钢筋与混凝土沉箱盖板(250)的端部钢筋连接,并在连接部位浇筑高强灌浆料;

4) 将重力式基础浮运至海上安装位置,通过盖板(250)上的填料孔(251)往混凝土沉箱(200)的隔舱(240)内注水进行下沉,直到基础接触铺设碎石垫层(400)的海床面上;

5) 将压载填料(300)通过填料孔(251)填充于混凝土沉箱(200)的隔舱(240)内;

6) 在完成填料压载后的重力式基础周围设置防止冲刷的抛石防护层(500)。

## 一种海上风力发电机组重力式基础及其安装方法

### 技术领域

[0001] 本发明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重力式基础及其安装方法。

### 背景技术

[0002] 目前,风力发电已成为可再生能源领域技术最成熟、成本最低、对环境破坏力最小的能源利用方式,是最具经济竞争力的新能源类型。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] 塔架是风力发电机组的重要组成部分,起到支撑整机、为风轮提供足够高度的作用,其重要性更为突出。塔架是整个风力发电机组的性能,所以必须保证其足够的安全性,因而,其设计、制造水平将直接影响风力发电机组的性能。随着机组整体价格的下降、塔架制造材料价格的不断上升,塔架成本所占比例进一步增大。

[0004] 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。

[0005] 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。但传统的沉箱多为钢筋混凝土结构,重力式基础由于体积和自重庞大,海上运输和安装需要借助大型起吊设备,同时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。

### 发明内容

[0006] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本发明的目的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重力式基础及其安装方法。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0008] 一种海上风力发电机组重力式基础,其特征在于:所述重力式基础包括混凝土沉箱,位于混凝土沉箱中间部位的钢管桩以及混凝土沉箱隔舱内的压载填料。

[0009] 进一步地,所述混凝土沉箱包括外壁、肋板、内壁、隔舱、盖板和底板,采用高强度混凝土预制。

[0010] 进一步地,所述外壁为圆柱形薄壁混凝土结构。

[0011] 进一步地,所述钢管桩为变截面钢管,由从上至下截面直径依次变大的几个管段

连接而成,所述钢管桩沿桩周设有剪力键,所述钢管桩与混凝土沉箱盖板采用高强灌浆连接,所述钢管桩的下端插入混凝土沉箱内壁并采用高强灌浆连接。

[0012] 进一步地,所述剪力键由高强度钢板制成,钢板上开设有若干个圆孔,在钢管桩与混凝土沉箱盖板连接部位沿钢管桩桩身均匀焊接一圈所述剪力键,所述圆孔内穿设环向钢筋,与混凝土沉箱盖板的端部钢筋连接,并在连接部位浇筑高强灌浆料。

[0013] 进一步地,所述外壁为圆柱形薄壁混凝土结构;所述内壁为圆筒形厚壳混凝土结构,连接固定所述钢管桩以及传递荷载至所述肋板上。

[0014] 进一步地,所述肋板包括8~10个呈辐射状分布的混凝土板,两端分别与混凝土沉箱的内壁和外壁连接。

[0015] 进一步地,所述隔舱由8~10个均匀分布的扇形区域组成,所述隔舱内填充压载填料。

[0016] 进一步地,所述盖板为由预制的扇形混凝土板拼接成的锥形结构,盖板上开设有用于装填压载填料的填料孔,所述盖板上下两端分别与钢管桩和外壁连接。

[0017] 进一步地,所述压载填料为砂石填料。

[0018] 进一步地,所述重力式基础安装在铺设碎石垫层的海床面上,基础周围设有防止冲刷的抛石防护层。

[0019] 本发明还提供一种前述海上风力发电机组重力式基础的安装方法,包括以下步骤:

[0020] 1) 利用混凝土浇筑混凝土沉箱的底板、外壁、肋板、内壁和盖板,将盖板的下端与外壁的上端浇筑为一体;

[0021] 2) 将预制的钢管桩与混凝土沉箱内壁采用高强灌浆连接;

[0022] 3) 在钢管桩与混凝土沉箱盖板连接部位沿钢管桩桩身均匀焊接一圈剪力键,圆孔内穿设环向钢筋与混凝土沉箱盖板的端部钢筋连接,并在连接部位浇筑高强灌浆料;

[0023] 4) 将重力式基础浮运至海上安装位置,通过盖板上的填料孔往混凝土沉箱的隔舱内注水进行下沉,直到基础接触铺设碎石垫层的海床面上;

[0024] 5) 将压载填料通过填料孔填充于混凝土沉箱的隔舱内;

[0025] 6) 在完成填料压载后的重力式基础周围设置防止冲刷的抛石防护层。

[0026] 本发明提供的海上风力发电机组重力式基础,与现有技术相比,具有以下有益效果:

[0027] 1. 与现有的重力式基础结构相比,本发明采用钢管桩-混凝土沉箱组合重力式基础结构,大直径钢管桩能够为基础结构提供足够大的强度和刚度,有效降低了重力式基础结构的尺寸和重量,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。

[0028] 2. 采用浮运-下沉安装方法,基础无需重型浮吊设备运输和安装,海上作业简单方便。

[0029] 3. 与现有与导管架基础、大直径单桩基础相比,本发明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。

[0030] 4. 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。

### 附图说明

[0031] 图1显示为本发明一个实施例中海上风力发电机组重力式基础的结构示意图;

[0032] 图2显示为图1所示重力式基础的A-A剖面示意图。

[0033] 元件标号说明

[0034]	100	钢管桩
[0035]	110	剪力键
[0036]	200	混凝土沉箱
[0037]	210	外壁
[0038]	220	肋板
[0039]	230	内壁
[0040]	240	隔舱
[0041]	250	盖板
[0042]	251	填料孔
[0043]	260	底板
[0044]	300	压载填料
[0045]	400	碎石垫层
[0046]	500	抛石防护层
[0047]	600	工作平台
[0048]	700	海平面

### 具体实施方式

[0049] 以下由特定的具体实施例说明本发明的实施方式,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发明的其他优点及功效。

[0050] 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,并非用以限定本发明可实施的限定条件,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,在不影响本发明所能产生的功效及所能达成的目的下,均应仍落在本发明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,而非用以限定本发明可实施的范围,其相对关系的改变或调整,在无实质变更技术内容下,当亦视为本发明可实施的范畴。

[0051] 图1-2示出本发明一种海上风力发电机组重力式基础结构及其安装方法的一个实施例。

[0052] 如图1所示,该重力式基础包括钢管桩100、混凝土沉箱200和压载填料300。钢管桩100为变截面大直径钢管,由从上至下截面直径依次变大的几个管段连接而成,位于混凝土沉箱中200中间部位,钢管桩100沿桩周设有剪力键110,与混凝土沉箱200的盖板250采用高强灌浆连接,下端与混凝土沉箱200的内壁230采用高强灌浆连接。所述剪力键110由高强度钢板制成,钢板上开设有多个圆孔,在钢管桩100与混凝土沉箱200的盖板250连接部位,沿

钢管100桩身均匀焊接一圈剪力键110,圆孔内穿设环向钢筋与盖板250的端部钢筋连接,并在连接部位浇筑高强灌浆料。混凝土沉箱200的隔舱240内部空腔填充压载填料300作为压载物。整个重力式基础安装在铺设碎石垫层400的海床面上。本发明提供的上述重力式基础采用钢管桩-混凝土沉箱组合结构,大直径钢管桩能够为基础结构提供足够大的强度和刚度,同时有效降低了结构重量,与传统的重力式基础相比,海上作业简单方便,节省施工时间和费用,能够应用于深水海域和大容量海上风电机组。

[0053] 如图1和图2所示,混凝土沉箱200由外壁210、肋板220、内壁230、隔舱240、盖板250和底板260组成,优选采用高强度混凝土预制而成。外壁210为圆柱形薄壁混凝土结构,主要起到承载内部压载填料和抵挡外部波浪和海流的作用。肋板220包括8个呈辐射状分布的混凝土板,两端分别与混凝土沉箱200的外壁210和内壁230连接,将钢管桩100承受弯矩传递至底板260。内壁230为圆筒形厚壳混凝土结构,起到连接固定钢管桩100以及传递荷载至8个呈辐射状分布的肋板220上的作用。钢管桩100的下端插在内壁230所限定的中心孔中,且位于底板260的上方。隔舱240内填充压载填料300,盖板250为由预制的扇形混凝土板拼接成的锥形结构,盖板250上开设有用于装填压载填料的填料孔251,上端与钢管桩100采用剪力键110连接并灌注高强灌浆料,将盖板250的下端与外壁210的上端浇筑为一体,这样锥形的盖板250就在钢管桩100周围形成一圈斜撑结构,这种连接方式能够有效将钢管桩100的荷载传递至外壁210。底板260直接安放在铺设有碎石垫层40的海床面上。采用上述结构形式使得风机荷载传递至基础底部的受力明确,钢管桩100尺寸较小,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。

[0054] 压载填料300优选为砂石填料,例如海砂、碎石或海水的级配填充物,填充于混凝土沉箱200的隔舱240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。

[0055] 本实施例的海上风力发电机组重力式基础的安装方法,包括以下步骤:

[0056] 1) 利用混凝土浇筑混凝土沉箱200的底板260、外壁210、肋板220、内壁230和盖板250,然后将盖板250的下端与外壁210的上端浇筑为一体;

[0057] 2) 将钢管桩100与混凝土沉箱200的内壁230采用高强灌浆连接;

[0058] 3) 在钢管桩100与混凝土沉箱200的盖板250连接部位,沿钢管桩100桩身均匀焊接一圈剪力键110,圆孔内穿设环向钢筋与盖板250的端部钢筋连接,并在连接部位浇筑高强灌浆料;

[0059] 4) 将重力式基础浮运至海上安装位置,通过盖板250上的填料孔251往混凝土沉箱200的隔舱240内注水进行下沉,直到基础接触铺设碎石垫层400的海床面上;

[0060] 5) 通过盖板250上的填料孔251将压载填料300填充于混凝土沉箱200的隔舱内240;

[0061] 6) 在重力式基础周围设置防止冲刷的抛石防护层500。

[0062] 本发明采用钢管桩-混凝土沉箱组合重力式基础结构,大直径钢管桩能够为基础结构提供足够大的强度和刚度,同时有效降低了结构重量,采用浮运-下沉的海上运输安装方法,无需重型浮吊设备,海上作业简单方便,陆上预制建造,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。

[0063] 综上,本发明有效克服了现有技术中的种种缺点而具高度产业利用价值。

[0064] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和替换,这些改进和替换也应视为本发明的保护范围。



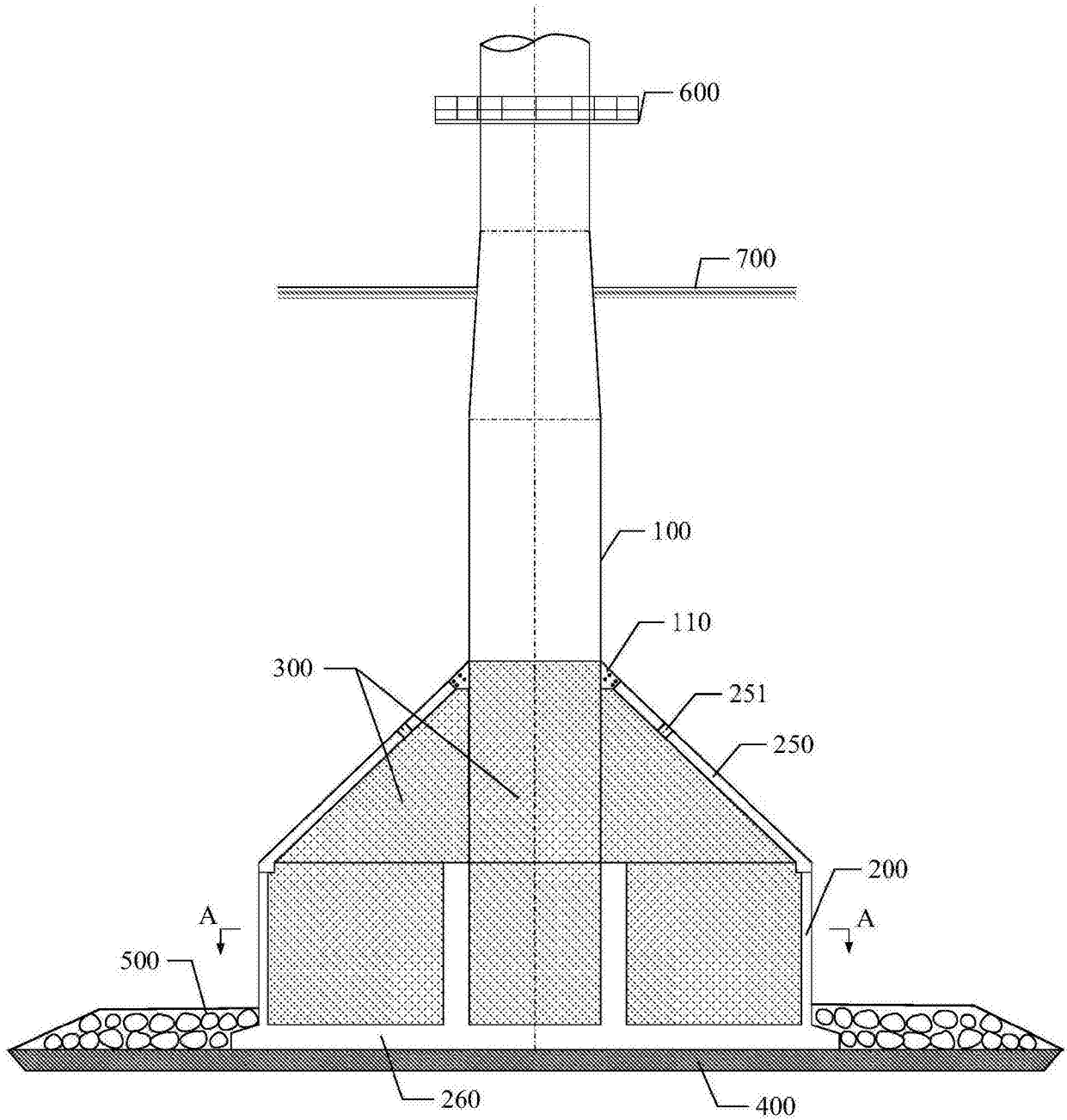


图1

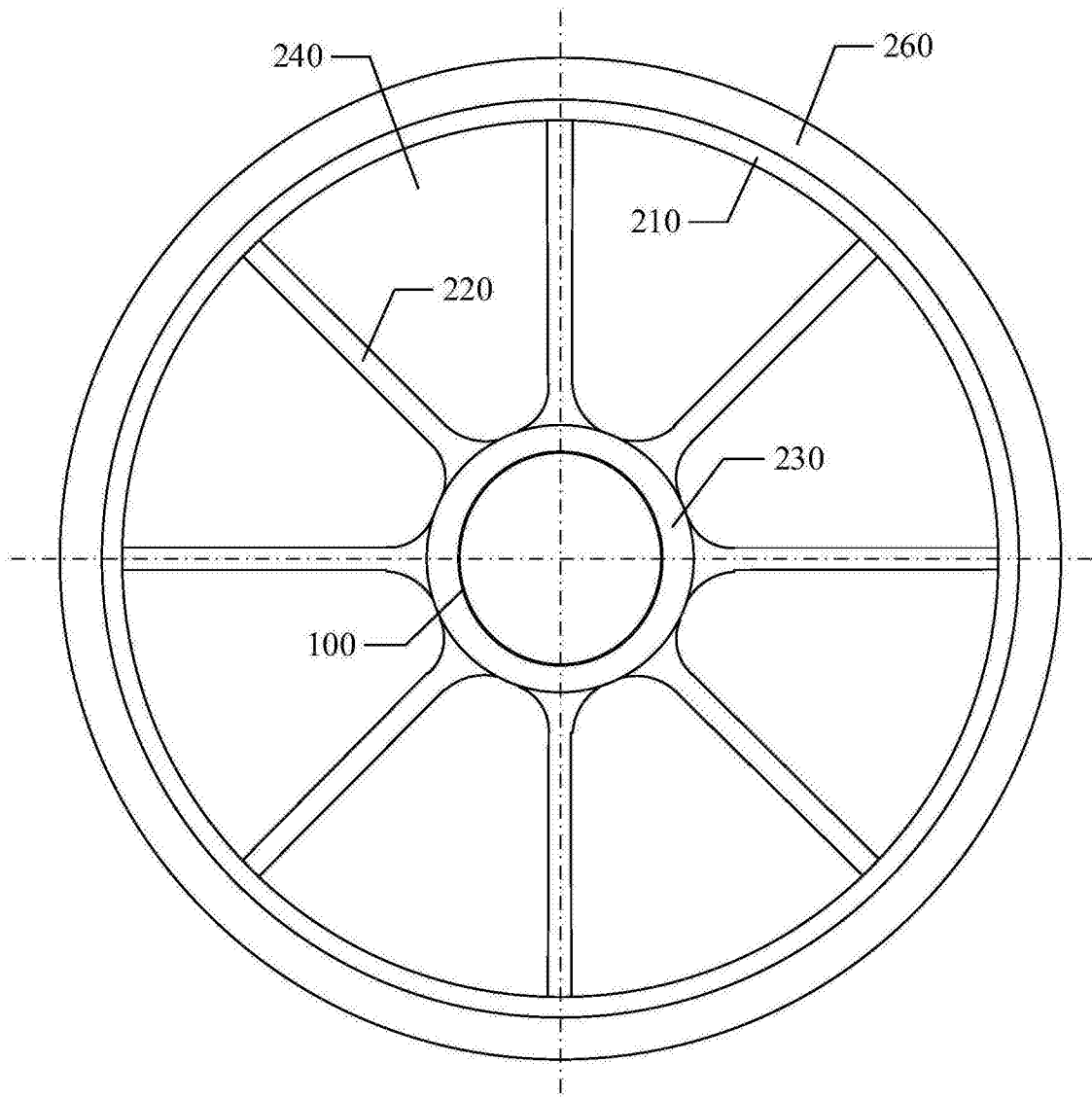


图2