



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116001999 B

(45) 授权公告日 2024.03.01

(21) 申请号 202211598261.9

(22) 申请日 2022.12.12

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 116001999 A

(43) 申请公布日 2023.04.25

(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 王朝晖 桂青 陆祥炜

(74) 专利代理机构 上海光华专利事务所(普通
合伙) 31219
专利代理师 雷绍宁

(51) Int. Cl.

B63B 35/44 (2006.01)

B63B 21/50 (2006.01)

B63B 75/00 (2020.01)

B63B 77/10 (2020.01)

F03D 13/25 (2016.01)

F03D 13/10 (2016.01)

(56) 对比文件

CN 211918946 U, 2020.11.13

CN 217893155 U, 2022.11.25

JP 2016016811 A, 2016.02.01

US 2009072544 A1, 2009.03.19

US 2020307745 A1, 2020.10.01

WO 2021219739 A1, 2021.11.04

AU 2018372057 A1, 2020.05.21

CN 106882336 A, 2017.06.23

CN 108583795 A, 2018.09.28

CN 109737014 A, 2019.05.10

CN 111907642 A, 2020.11.10

CN 113819001 A, 2021.12.21

CN 115158549 A, 2022.10.11

CN 208102275 U, 2018.11.16

CN 209964974 U, 2020.01.21

CN 216809972 U, 2022.06.24

DE 102012007613 A1, 2013.10.17

KR 101957037 B1, 2019.03.11

(续)

审查员 李创兰

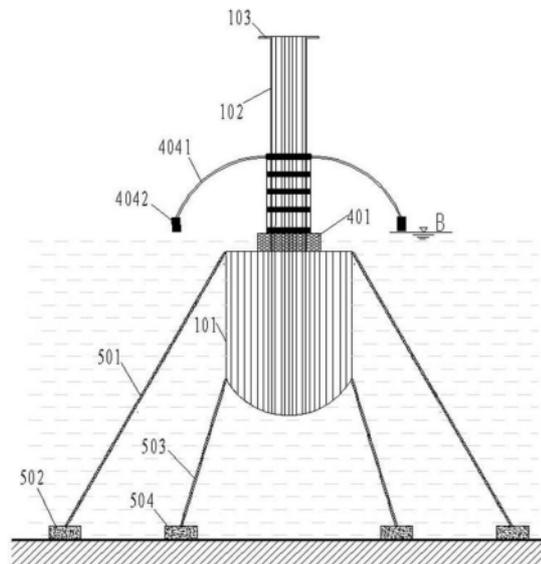
权利要求书2页 说明书9页 附图15页

(54) 发明名称

一种海上浮式平台装置以及施工方法和工
作方法

(57) 摘要

本发明公开了一种海上浮式平台装置以及
施工方法和工作方法,海上浮式平台装置,包括
浮筒载体部件,所述浮筒载体部件包括浮筒,所
述浮筒底端设有配重体且顶端设有中心筒,所述
浮筒外圆面上设有锚链部件,用于使所述浮筒载
体部件在海里的高程保持不变,所述中心筒顶面
边缘一周设有平台,所述中心筒顶面上设有塔筒
基座,用于安装风机的塔筒,所述中心筒外圆面
上设有浮力支撑部件,所述浮力支撑部件随水位
升降可沿中心筒外圆面滚动。本发明中的浮筒载
体部件通过浮力支撑部件的浮力支撑作用能自
动抵抗风浪并保持平衡状态,从而能保证风力发
电设备的稳定性。



CN 116001999 B

[接上页]

(56) 对比文件

KR 102437203 B1, 2022.09.01

WO 2013040871 A1, 2013.03.28

WO 2013120264 A1, 2013.08.22

WO 2022236677 A1, 2022.11.17

杨欣.海上风电机组与支撑结构一体化疲劳

分析.绿色科技.2022,第35-43页.

王悦;付茜雅;何文坤;李鹏飞;韩粟宇.装配式SEMI型浮式筒型基础抗波浪稳定性.船舶与海洋工程.2021,第45-48页.

陈嘉豪;裴爱国;马兆荣;庞程燕.海上漂浮式风机关键技术研究进展.南方能源建设.2020,(第01期),第14-26页.

1. 一种海上浮式平台装置,其特征在于:包括浮筒载体部件,所述浮筒载体部件包括浮筒(101),所述浮筒(101)底端设有配重物且顶端设有中心筒(102),所述浮筒(101)外圆面上设有锚链部件,用于使所述浮筒载体部件在海里的高程保持不变,所述中心筒(102)顶面边缘一周设有平台(103),所述中心筒(102)顶面上设有塔筒基座(104),用于安装风机(2)的塔筒(3),所述中心筒(102)外圆面上设有浮力支撑部件,所述浮力支撑部件随水位升降沿中心筒(102)外圆面滚动而升降;

所述浮力支撑部件包括两个相对称的半圆环形浮箱(401),两个所述浮箱(401)环抱设置于中心筒(102)外侧并拼接形成浮箱本体,所述浮箱本体处于海面下,每个所述浮箱(401)顶面内边缘处均匀分布有多个立柱(4021),多个所述立柱(4021)从上到下依次通过水平的弧形梁(4022)连接并形成传力框架(402),两个所述传力框架(402)环抱设置于中心筒(102)外侧并拼接形成传力框架本体,所述弧形梁(4022)内侧设有相适配的弧形槽(4031),所述弧形槽(4031)内设有多个滚珠(4032),所述滚珠(4032)与中心筒(102)外圆面滚动接触,所述立柱(4021)顶端处的弧形梁(4022)外侧沿中心筒(102)的圆周方向设有多个浮力支撑组件;

所述浮力支撑组件沿中心筒(102)的圆周方向均匀分布,包括弧面朝下的弧形杆(4041),所述弧形杆(4041)上端固定于弧形梁(4022)外侧相应位置处且下端设有空心的浮柱(4042),所述浮柱(4042)底端高于静水位。

2. 根据权利要求1所述的一种海上浮式平台装置,其特征在于:所述浮筒(101)直径大于中心筒(102)直径,所述中心筒(102)处于浮筒(101)顶面中部,所述塔筒(3)基座(104)处于中心筒(102)顶面一周;所述浮筒(101)内一周均匀分布有多个竖向隔板(1011),各所述竖向隔板(1011)之间从上到下依次通过水平隔板(1021)相连,形成多个浮筒腔室(1013);所述中心筒(102)内从上到下依次设有多个水平隔板(1021),形成多个中心筒腔室(1022),所述中心筒(102)内侧壁上设有爬梯;所述浮筒腔室(1013)与中心筒腔室(1022)之间相互连通,部分所述浮筒腔室(1013)内设有锚链舱(1014)和锚机,用于安装所述锚链部件。

3. 根据权利要求1所述的一种海上浮式平台装置,其特征在于:所述配重物包括弧形配重(105)和平衡配重;所述弧形配重(105)与浮筒(101)的轴线重合,所述弧形配重(105)包括弧形钢筋网(1051),所述弧形钢筋网(1051)顶端开口且开口直径与浮筒(101)直径相等,所述弧形钢筋网(1051)顶端与浮筒(101)底端固定连接,所述弧形钢筋网(1051)内表面粘结土工布并形成弧形空腔,所述弧形空腔内设有多个吊筋(1052),所述吊筋(1052)一端所述弧形钢筋网(1051)固定连接,另一端与浮筒(101)底端固定连接,所述浮筒(101)的底板上设有多个注料孔(1017),用于向所述弧形空腔内浇筑混凝土;所述平衡配重(106)设置在浮筒(101)内底部,用于调整安装风机(2)后所述浮筒载体部件的平衡。

4. 根据权利要求1所述的一种海上浮式平台装置,其特征在于:所述浮箱(401)两端分别设有竖直且向外延伸的浮箱对接板(4011),两个所述浮箱(401)相应一端的浮箱对接板(4011)之间通过螺栓连接;所述传力框架(402)两端的立柱(4021)处均设有竖直且向外延伸的框架对接板(4023),两个所述传力框架(402)相应一端的框架对接板(4023)之间通过螺栓连接。

5. 根据权利要求1所述的一种海上浮式平台装置,其特征在于:所述锚链部件包括均匀设置于浮筒(101)外圆面上端一周处的多个上锚链组件,还包括均匀设置于浮筒(101)外圆

面下端一周处的多个下锚链组件,所述上锚链组件包括向外侧下方倾斜的上锚链(501),所述上锚链(501)的上端固定于浮筒(101)外圆面上端相应位置处且下端与处于海底的上锚定(502)固定连接,所述下锚链组件包括向外侧下方倾斜的下锚链(503),所述下锚链(503)的上端固定于浮筒(101)外圆面下端相应位置处且下端与处于海底的下锚定(504)固定连接;所述上锚链(501)与下锚链(503)交错布置。

6.根据权利要求1-5任一项所述的一种海上浮式平台装置的施工方法,其特征在于包括以下步骤:

S1、工厂制作所述浮筒(101)、配重体、中心筒(102)和平台(103),并制作所述浮力支撑部件和锚链部件;

S2、将所述配重体和中心筒(102)分别与浮筒(101)组装在一起,将所述平台(103)与中心筒(102)组装在一起,得到所述浮筒载体部件,并将所述浮筒载体部件水中拖运至现场水域;

S3、在所述浮筒(101)顶面上将浮力支撑部件安装于中心筒(102)外圆面上;

S4、当现场水域达到最低水位时,在所述平台(103)顶面堆沙袋加载,使所述平台(103)顶面高程达到安装风机(2)后的设计高程,将所述锚链部件安装于浮筒(101)外圆面上,使所述浮筒(101)处于海面下;

S5、在所述中心筒(102)顶面上安装塔筒(3),同时将所述平台(103)上的沙袋逐渐卸载,并在塔筒(3)顶端安装风机(2)。

7.根据权利要求6所述的一种海上浮式平台装置的施工方法,其特征在于:

步骤S1中,工厂制作所述配重体,具体是工厂制作所述配重体的弧形钢筋网(1051),在弧形钢筋网(1051)内表面粘结土工布,并工厂制作所述配重体的平衡配重(106);

步骤S2中,在船上将所述中心筒(102)底端与浮筒(101)顶端对接后焊接,将所述平台(103)套设于中心筒(102)顶端外侧并焊接,将弧形钢筋网(1051)顶端与所述浮筒(101)底端固定连接,将各吊筋(1052)的另一端固定于浮筒(101)底端相应位置处,将所述浮筒(101)浮于水面,通过所述浮筒(101)底板上的注料孔(1017)向弧形空腔内浇筑混凝土,得到所述浮筒载体部件;

步骤S5中,安装风机(2)后,观测所述浮筒载体部件是否平衡,若不平衡,将所述配重体的平衡配重(106)安装在浮筒(101)内底部,使所述浮筒载体部件在静水中处于平衡状态。

8.根据权利要求1-5任一项所述的一种海上浮式平台装置的工作方法,其特征在于包括以下方式:

(1)、所述浮筒载体部件比较平稳时,所述浮力支撑部件处于非工作状态;

(2)、所述浮筒载体部件在风浪作用下发生倾斜时,所述浮力支撑部件中的浮柱(4042)浸入水中产生浮力,对所述浮筒载体部件产生支撑作用,抵抗所述浮筒载体部件的倾覆力矩,使所述浮筒载体部件恢复到平衡状态。

一种海上浮式平台装置以及施工方法和工作方法

技术领域

[0001] 本发明属于海上风力发电技术领域,具体涉及一种海上浮式平台装置以及施工方法和工作方法。

背景技术

[0002] 海上风能开发已成为全球电力科技竞争的热点,中国拥有1.8万多公里大陆海岸线和300万平方公里海洋国土面积,海上风能资源丰富,开发潜能巨大,50米左右水深的海上风电,预计可开发资源达5亿千瓦。随着近海岸资源的开发趋于饱和,海上风电开发逐步走向深远海,水深也随之增加,如果在几十米深的海洋中再使用固定平台即桩基平台,则投资大、施工难度大,并且运行管理也不方便,将风机安装在浮式平台上是解决上述问题的较佳选择。

[0003] 由于海上风力发电机组的塔筒及安装在塔筒上的风机的总重量较大,因此对浮式平台的结构强度和所能够提供的浮力要求较高,目前海上风力发电机组的浮式平台,大体上有立柱式、张力腿式、半潜式、驳船式等类型,其共同的不足之处都是在海浪中,均不能自主动态平衡,只能随海浪摇摆,影响风机的运行和安全,从而影响风机的发电量。

发明内容

[0004] 鉴于上述现有技术的缺陷,本发明提供一种海上浮式平台装置以及施工方法和工作方法,该浮筒载体部件通过浮力支撑部件的浮力支撑作用能自动抵抗风浪并保持平衡状态,从而能保证风力发电设备的稳定性。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0006] 一种海上浮式平台装置,包括浮筒载体部件,所述浮筒载体部件包括浮筒,所述浮筒底端设有配重体且顶端设有中心筒,所述浮筒外圆面上设有锚链部件,用于使所述浮筒载体部件在海里的高程保持不变,所述中心筒顶面边缘一周设有平台,所述中心筒顶面上设有塔筒基座,用于安装风机的塔筒,所述中心筒外圆面上设有浮力支撑部件,所述浮力支撑部件随水位升降沿中心筒外圆面滚动而升降。

[0007] 进一步地,所述浮筒直径大于中心筒直径,所述中心筒处于浮筒顶面中部,所述塔筒基座处于中心筒顶面一周;所述浮筒内一周均匀分布有多个竖向隔板,各所述竖向隔板之间从上到下依次通过水平隔板相连,形成多个浮筒腔室;所述中心筒内从上到下依次设有多个水平隔板,形成多个中心筒腔室,所述中心筒内侧壁上设有爬梯;所述浮筒腔室与中心筒腔室之间相互连通,部分所述浮筒腔室内设有锚链舱和锚机,用于安装所述锚链部件。

[0008] 进一步地,所述配重体包括弧形配重和平衡配重;所述弧形配重与浮筒的轴线重合,所述弧形配重包括弧形钢筋网,所述弧形钢筋网顶端开口且开口直径与浮筒直径相等,所述弧形钢筋网顶端与浮筒底端固定连接,所述弧形钢筋网内表面粘结土工布并形成弧形空腔,所述弧形空腔内设有多个吊筋,所述吊筋一端所述弧形钢筋网固定连接,另一端与浮筒底端固定连接,所述浮筒的底板上设有多个注料孔,用于向所述弧形空腔内浇筑混凝土;

所述平衡配重设置在浮筒内底部,用于调整安装风机后所述浮筒载体部件的平衡。

[0009] 进一步地,所述浮力支撑部件包括两个相对称的半圆环形浮箱,两个所述浮箱环抱设置于中心筒外侧并拼接形成浮箱本体,所述浮箱本体处于海面下,每个所述浮箱顶面内边缘处均匀分布有多个立柱,多个所述立柱从上到下依次通过水平的弧形梁连接并形成传力框架,两个所述传力框架环抱设置于中心筒外侧并拼接形成传力框架本体,所述弧形梁内侧设有相适配的弧形槽,所述弧形槽内设有多个滚珠,所述滚珠与中心筒外圆面滚动接触,所述立柱顶端处的弧形梁外侧沿中心筒的圆周方向设有多个浮力支撑组件。

[0010] 进一步地,所述浮力支撑组件沿中心筒的圆周方向均匀分布,包括弧面朝下的弧形杆,所述弧形杆上端固定于弧形梁外侧相应位置处且下端设有空心的浮柱,所述浮柱底端高于静水位。

[0011] 进一步地,所述浮箱两端分别设有竖直且向外延伸的浮箱对接板,两个所述浮箱相应一端的浮箱对接板之间通过螺栓连接;所述传力框架两端的立柱处均设有竖直且向外延伸的框架对接板,两个所述传力框架相应一端的框架对接板之间通过螺栓连接。

[0012] 进一步地,所述锚链部件包括均匀设置于浮筒外圆面上端一周处的多个上锚链组件,还包括均匀设置于浮筒外圆面下端一周处的多个下锚链组件,所述上锚链组件包括向外侧下方倾斜的上锚链,所述上锚链的上端固定于浮筒外圆面上端相应位置处且下端与处于海底的上锚定固定连接,所述下锚链组件包括向外侧下方倾斜的下锚链,所述下锚链的上端固定于浮筒外圆面下端相应位置处且下端与处于海底的下锚定固定连接;所述上锚链与下锚链交错布置。

[0013] 一种海上浮式平台装置的施工方法,包括以下步骤:

[0014] S1、工厂制作所述浮筒、配重体、中心筒和平台,并制作所述浮力支撑部件和锚链部件;

[0015] S2、将所述配重体和中心筒分别与浮筒组装在一起,将所述平台与中心筒组装在一起,得到所述浮筒载体部件,并将所述浮筒载体部件水中拖运至现场水域;

[0016] S3、在所述浮筒顶面上将浮力支撑部件安装于中心筒外圆面上;

[0017] S4、当现场水域达到最低水位时,在所述平台顶面堆沙袋加载,使所述平台顶面高程达到安装风机后的设计高程,将所述锚链部件安装于浮筒外圆面上;

[0018] S5、在所述中心筒顶面上安装塔筒,同时将所述平台上的沙袋逐渐卸载,并在塔筒顶端安装风机。

[0019] 进一步地,

[0020] 步骤S1中,工厂制作所述配重体,具体是工厂制作所述配重体的弧形钢筋网和各吊筋,在弧形钢筋网内表面粘结土工布,将各吊筋的一端固定于弧形钢筋网上,并工厂制作所述配重体的平衡配重;

[0021] 步骤S2中,在船上将所述中心筒底端与浮筒顶端对接后焊接,将所述平台套设于中心筒顶端外侧并焊接,将弧形钢筋网顶端与所述浮筒底端固定连接,将各吊筋的另一端固定于浮筒底端相应位置处,将所述浮筒浮于水面,通过所述浮筒底板上的注料孔向弧形空腔内浇筑混凝土,得到所述浮筒载体部件;

[0022] 步骤S5中,安装风机后,观测所述浮筒载体部件是否平衡,若不平衡,将所述配重体的平衡配重安装在浮筒内底部,使所述浮筒载体部件在静水中处于平衡状态。

[0023] 一种海上浮式平台装置的工作方法,包括以下方式:

[0024] (1)、所述浮筒载体部件比较平稳时,所述浮力支撑部件处于非工作状态;

[0025] (2)、所述浮筒载体部件在风浪作用下发生倾斜至设定倾斜值时,所述浮力支撑部件中的浮柱浸入水中产生浮力,对所述浮筒载体部件产生支撑作用,抵抗所述浮筒载体部件的倾覆力矩,使所述浮筒载体部件恢复到平衡状态。

[0026] 相对于现有技术,本发明的有益效果为:

[0027] 本发明中,通过中心筒外圆面上设置的浮力支撑部件,浮筒载体部件能自动抵抗风浪冲击并自主保持平衡状态,能防止中心筒顶端的平台发生倾斜而影响人员操作,能保证风力发电的稳定性;通过浮筒外圆面上设置的锚链部件,使浮筒载体部件在各种竖向荷载作用下,在海中的高程保持不变,并能抵抗浮筒的旋转力矩,避免产生旋转;通过浮筒底端设置的配重体,降低浮筒载体部件的重心,提高浮筒载体部件的稳定性。

[0028] 本发明中,由于浮筒直径大于中心筒直径,这样浮筒与中心筒形成上细下粗的结构,竖向布置的中心筒作为塔筒的立柱,为塔筒提供支撑,能将风机的荷载传递于浮筒,而小直径的中心筒在与风浪接触时的体积较小,进而能减小风浪的冲击力,并且中心筒呈圆筒形,迎风面呈弧线形,能有效降低风浪荷载;由于中心筒内从上到下依次设有多个水平隔板,这样水平隔板的设置能提高中心筒的强度和刚度。

[0029] 本发明中,由于中心筒处于浮筒顶面中部,弧形配重与浮筒的轴线重合,这样该浮筒载体部件在未安装风机时,重心与浮心处于同一竖直线上,而弧形配重的设置能降低浮筒载体部件的重心,这样将浮筒载体部件水中拖运至现场水域的过程中,能提高拖运时的稳定性。

[0030] 本发明中,两个浮箱环抱设置于中心筒外侧并拼接形成浮箱本体,浮箱本体处于海面下,每个浮箱顶面内边缘处均匀分布有多个立柱,多个立柱从上到下依次通过水平的弧形梁连接并形成传力框架,两个传力框架环抱设置于中心筒外侧并拼接形成传力框架本体,弧形梁内侧设有相适配的弧形槽,弧形槽内设有多个滚珠,滚珠与中心筒外圆面滚动接触,立柱顶端处的弧形梁外侧沿中心筒的圆周方向均匀分布有多个浮力支撑组件,浮力支撑组件包括弧形杆和浮柱,浮柱底端高于静水位;这样浮箱本体和传力框架本体随着水位的升降,利用水的浮力依靠滚珠沿着中心筒外圆面上上下滚动行走,使浮柱始终处于静水位上方,即浮柱高度随着水位高度同步升降,从而实现动态的浮力支撑,沿中心筒圆周方向均匀分布的多个浮力支撑组件使得该浮筒载体部件对不同方向风浪冲击荷载的瞬时变化响应速度快,能抵抗不同方向的风荷载与海浪冲击荷载,能化解平台顶面上任何位置的不均匀的竖向荷载,以免平台发生倾斜,利用浸入水中的浮柱产生的支撑浮力抵抗风浪对浮筒载体部件的倾覆力矩,使得浮筒载体部件的摇摆周期短,从而能有效抵抗风浪,提高浮筒载体部件上风机的稳定性。

[0031] 本发明中,锚链部件包括均匀设置于浮筒外圆面上端一周处的多个上锚链组件,还包括均匀设置于浮筒外圆面下端一周处的多个下锚链组件,上锚链组件包括向外侧下方倾斜的上锚链,上锚链的上端固定于浮筒外圆面上端相应位置处且下端与处于海底的上锚定固定连接,下锚链组件包括向外侧下方倾斜的下锚链,下锚链的上端固定于浮筒外圆面下端相应位置处且下端与处于海底的下锚定固定连接,上锚链与下锚链交错布置;这样多个上锚链组件和多个下锚链组件对浮筒形成上下两层约束,能抵抗浮筒载体部件的旋转力

矩,对浮筒施加预拉力,能降低浮筒载体部件所受风浪荷载,为风机提供稳定环境,并且对浮筒施加的预拉力使得浮筒载体部件始终被多个上锚链和多个下锚链拉住而以半潜式立于水中,无论水位如何变化,浮筒载体部件中平台顶面的高程始终不变。

附图说明

- [0032] 图1为浮筒载体部件的主视剖面结构示意图;
- [0033] 图2为图1中I-I方向的剖面结构示意图;
- [0034] 图3为图1中II-II方向的剖面结构示意图;
- [0035] 图4为图1中III-III方向的剖面结构示意图;
- [0036] 图5为图1中平台的俯视结构示意图;
- [0037] 图6为各浮力支撑组件沿中心筒的圆周方向均匀分布的俯视结构示意图;
- [0038] 图7为各浮力支撑组件沿中心筒的圆周方向不均匀分布的俯视结构示意图;
- [0039] 图8为浮力支撑部件在中心筒外圆面布置的主视剖面结构示意图;
- [0040] 图9为图8中两个浮箱沿IV-IV方向的剖面结构分开状态示意图;
- [0041] 图10为图8中两个传力框架沿V-V方向的剖面结构分开状态示意图;
- [0042] 图11为锚链部件在浮筒外圆面布置的俯视结构示意图;
- [0043] 图12为锚链部件在浮筒外圆面布置的主视结构示意图;
- [0044] 图13为海上浮式平台装置的主视结构示意图;
- [0045] 图14为海上浮式平台装置上安装风机后的主视结构示意图;
- [0046] 图15为安装风机后的海上浮式平台装置在最低水位和最高水位时的主视结构示意图;
- [0047] 图16为浮筒载体部件在水中拖运时的主视结构示意图;
- [0048] 图17为安装风机后的海上浮式平台装置受波浪影响的示意图;
- [0049] 图18为安装风机后的海上浮式平台装置的浮力支撑示意图。
- [0050] 图中附图标记说明:101、浮筒,1011、竖向隔板,水平隔板1013、浮筒腔室,1014、锚链舱,1015、门洞,1016、进入孔,1017、注料孔,102、中心筒,1021、水平隔板,1022、中心筒腔室,103、平台,1031、栏杆,104、塔筒基座,105、弧形配重,1051、弧形钢筋网,1052、吊筋,106、平衡配重,2、风机,3、塔筒,401、浮箱,4011、浮箱对接板,402、传力框架,4021、立柱,4022、弧形梁,4023、框架对接板,4031、弧形槽,4032、滚珠,4041、弧形杆,4042、浮柱,501、上锚链,502、上锚定,503、下锚链,504、下锚定,A、主导风向,B、最低水位,C、最高水位,D、静水位,E、集中于水体表层的波浪,F、风浪荷载合力, F_f 、浮柱浸入水中产生的浮力。

具体实施方式

[0051] 如图1、2、3、4、5、13和14所示,一种海上浮式平台装置,包括浮筒载体部件,浮筒载体部件包括浮筒101,浮筒101底端设有配重体且顶端设有中心筒102,浮筒101外圆面上设有锚链部件,用于使浮筒载体部件在海里的高程保持不变,中心筒102顶面边缘一周设有圆环形的平台103,中心筒102与平台103的轴线重合,平台103边缘一周设有栏杆1031,平台103主要作为风机2的安装维修场地,中心筒102顶面上设有塔筒基座104,用于安装风机2的塔筒3,中心筒102外圆面上设有浮力支撑部件,浮力支撑部件随水位升降沿中心筒102外圆

面滚动而升降,其中浮筒101、中心筒102与平台103的材质相同。这样通过中心筒102外圆面上设置的浮力支撑部件,浮筒载体部件能自动抵抗风浪冲击并保持平衡状态,能防止中心筒102顶端的平台103发生倾斜而影响人员操作,能保证风力发电的稳定性;通过浮筒101外圆面上设置的锚链部件,使浮筒载体部件在各种竖向荷载作用下,在海中的高程保持不变,并能抵抗浮筒101的旋转力矩,避免产生旋转;通过浮筒101底端设置的配重体,降低浮筒载体部件的重心,提高浮筒载体部件的稳定性。

[0052] 在一个实施例中,

[0053] 如图1和2所示,浮筒101直径大于中心筒102直径,中心筒102处于浮筒101顶面中部,中心筒102底部插设于浮筒101内且中心筒102底端处于浮筒101内底面上,塔筒基座104处于中心筒102顶面一周,塔筒3安装在塔筒基座104上,塔筒3的轴线与中心筒102的轴线重合,中心筒102的直径由塔筒3直径确定;浮筒101内一周均匀分布有多个竖向隔板1011,各竖向隔板1011之间从上到下依次通过水平隔板1021相连,形成多个浮筒腔室1013,其中竖向隔板1011上设有门洞1015,水平隔板1021上设有进入孔1016,各浮筒腔室1013之间相互连通,竖向隔板1011和水平隔板1021的设置提高了浮筒101的强度和刚度,其中浮筒101的材质为钢材或高强度塑钢,另外浮筒101直径较大时浮筒101整体陆运不方便,可分块在工厂制作,按照浮筒101的对称划分为两个或四个等分体构件,分块运至海岸边,现场焊接拼装,完成整个浮筒101的拼装;中心筒102内从上到下依次设有多个水平隔板1021,形成多个中心筒腔室1022,其中水平隔板1021上也设有进入孔1016,中心筒102侧壁底部也设有门洞1015,各中心筒腔室1022之间相互连通,且浮筒腔室1013与中心筒腔室1022之间相互连通,中心筒102内侧壁上设有爬梯,爬梯底端通到浮筒101内底部,水平隔板1021的设置能提高中心筒102的强度和刚度,另外塔筒3为中空圆柱,塔筒3侧壁上设置门洞1015,以便于进入塔筒3内部空间,然后由中心筒102的进入孔1016进行中心筒102内部空间,再进入浮筒101的内部空间,其中部分浮筒腔室1013内设有锚链舱1014和锚机,用于安装锚链部件,另外平台103尺寸较大时可对称分为两块,两者对接后焊接,并与中心筒102套接后焊接,而且平台103和中心筒102外部均呈弧线形,能减少平台103在海浪运动时所受到的阻力,所受到的风荷载和冲击力最小,使得风荷载和海浪荷载对平台103的影响最小。

[0054] 如图1所示,配重体包括弧形配重105和平衡配重106;弧形配重105与浮筒101的轴线重合,弧形配重105包括弧形钢筋网1051,弧形钢筋网1051顶端开口且开口直径与浮筒101直径相等,弧形钢筋网1051顶端与浮筒101底端固定连接,弧形钢筋网1051内表面粘结土工布并形成弧形空腔,弧形空腔内设有多个吊筋1052,吊筋1052一端与弧形钢筋网1051固定连接,另一端与浮筒101底端固定连接,浮筒101的底板上设有多个注料孔1017,用于向弧形空腔内浇筑混凝土,弧形配重105的竖直高度根据配重需要确定;平衡配重106为多块混凝土预制块且设置在浮筒101内底部,用于调整安装风机2后浮筒载体部件的平衡。

[0055] 由于浮筒101直径大于中心筒102直径,这样浮筒101与中心筒102形成上细下粗的结构,大直径的浮筒101主要提供浮力并作为承载体,浮筒101的尺寸由所提供的浮力计算确定,通常以最低水位确定浮筒101的尺寸,其中由于浮力支撑部件产生的浮力用于抵抗海浪、风荷载或不平衡荷载,是独立的浮动部件,浮力支撑部件的浮力不计入浮筒载体部件的浮力中,而且大直径浮筒101的顶面会受到压载水荷载,使得浮筒101的受力更均匀,竖向布置的中心筒102作为塔筒3的立柱,为塔筒3提供支撑,能将风机2的荷载传递于浮筒101,

中心筒102是受波能的主要构件,中心筒102直径越小,在与风浪接触时的体积越小,从而受波能的影响越小,即小直径的中心筒102能减小风浪的冲击力,见图17,图17中,D表示静水位,E表示集中于水体表层的波浪,并且中心筒102呈圆筒形,迎风面呈弧线形,能有效降低风浪荷载,另外小直径的中心筒102减少了用钢量和自重。

[0056] 由于中心筒102处于浮筒101顶面中部,弧形配重105与浮筒101的轴线重合,这样该浮筒载体部件在未安装风机2时,重心与浮心处于同一竖直线上,而弧形配重105的设置能降低浮筒载体部件的重心,这样将浮筒载体部件水中拖运至现场水域的过程中,能提高拖运时的稳定性。

[0057] 在一个实施例中,

[0058] 如图8-10所示,浮力支撑部件包括两个相对称的半圆环形浮箱401,两个浮箱401环抱设置于中心筒102外侧并拼接形成浮箱本体,浮箱本体处于海面下,每个浮箱401顶面内边缘处均匀分布有多个立柱4021,多个立柱4021从上到下依次通过水平的弧形梁4022连接并形成传力框架402,两个传力框架402环抱设置于中心筒102外侧并拼接形成传力框架本体,弧形梁4022内侧设有相适配的不锈钢弧形槽4031,弧形槽4031内设有多个滚珠4032,滚珠4032与中心筒102外圆面滚动接触,另外,浮箱401内侧下端处也设置带滚珠4032的弧形槽4031,立柱4021顶端处的弧形梁4022外侧沿中心筒102的圆周方向设有多个浮力支撑组件。

[0059] 如图6和8所示,浮力支撑组件沿中心筒102的圆周方向均匀分布,包括弧面朝下的弧形杆4041,弧形杆4041为钢管,弧形杆4041上端固定于弧形梁4022外侧相应位置处且下端设有空心的浮柱4042,浮柱4042的材质为钢材,浮柱4042底端高于静水位,一般浮柱4042底端比静水位高50mm即可,浮柱4042底端与静水位之间的竖直间距由风机2的塔筒3倾斜度决定,其中图8中D表示静水位,即任意一个高程的静水位,弧形杆4041为圆弧构件,浮柱4042产生的浮力以轴向传递于弧形杆4041,再以轴向传递于传力框架402和中心筒102,对中心筒102产生横向支撑,其中弧形杆4041下端也可以设置空心的浮球,另外,弧形杆4041的水平长度与抵抗倾覆弯矩成正比,浮柱4042的尺寸由抗倾斜所需的浮力确定,浮柱4042的浮力与抵抗倾覆弯矩成正比,在最低水位时,浮柱4042对浮筒载体部件的支撑点在中心筒102下部,力臂最小,要克服浮筒载体部件同样的倾斜度,所需要的浮柱4042的浮力最大,据此计算浮柱4042的尺寸。

[0060] 当所处水域主导风向明确时,浮力支撑组件也可沿中心筒102的圆周方向不均匀分布,即在中心筒102的背风侧多布置浮力支撑组件,以抵抗较大和较多的海浪,见图7,图7中A表示主导风向。

[0061] 其中浮箱本体为浮力支撑组件提供沿着中心筒102竖向移动的浮力,按照弧形杆4041、浮柱4042、传力框架402的重力,以及滚珠4032的滚动摩擦力等荷载,计算所需要的浮力,根据所需要的浮力确定浮箱401尺寸。

[0062] 浮箱本体和传力框架本体随着水位的升降,利用水的浮力依靠滚珠4032沿着中心筒102外圆面上上下下滚动行走,使浮柱4042始终处于静水位上方,即浮柱4042高程随着水位高程同步升降,实现动态的浮力支撑,沿中心筒102圆周方向均匀分布的多个浮力支撑组件使得该浮筒载体部件对不同方向风浪冲击荷载的瞬时变化响应速度快,能抵抗不同方向的风荷载与海浪冲击荷载,能化解平台103顶面上任何位置的不均匀的竖向荷载,以免平台103

发生倾斜,利用浸入水中的浮柱4042产生的支撑浮力抵抗风浪对浮筒载体部件的倾覆力矩,使得浮筒载体部件的摇摆周期短,从而能有效抵抗风浪,提高浮筒载体部件上风机2的稳定性,并且浮力支撑部件的结构简单,具有较强的可控性和可操作性,便于安装和维护。

[0063] 由于中心筒102作为浮力支撑部件的支座,浮力支撑部件随着水位升降沿着中心筒102外圆面上下移动,进而浮箱本体的吃水深度不变,适用于各种水深的水域,适用范围广泛,见图15,图15中B表示最低水位,C表示最高水位,由于浮力支撑部件随水位升降可沿中心筒102外圆面上下移动,这样中心筒102高度需满足浮力支撑部件上下移动的位移量,中心筒102高度可按如下方式确定,即中心筒102高度=最高水位-最低水位+弧形杆4041竖直高度,另外,由于海浪形成于水面,当中心筒102高度与海浪高度相等时,海浪对中心筒102的影响最小,因此中心筒102高度可按所在水域的设计浪高确定,综上,将“最高水位-最低水位+弧形杆4041竖直高度”与“所在水域的设计浪高”进行比较,两者比较后取大值作为中心筒102高度。

[0064] 另外,由于两个浮箱401环抱设置于中心筒102外侧并拼接形成浮箱本体,两个传力框架402环抱设置于中心筒102外侧并拼接形成传力框架本体;这样小直径的中心筒102使得浮箱401内侧的直径较小,并使得传力框架402的直径较小。

[0065] 优选地,如图9所示,浮箱401两端分别设有竖直且向外延伸的浮箱对接板4011,两个浮箱401相应一端的浮箱对接板4011之间通过螺栓连接;如图10所示,传力框架402两端的立柱4021处均设有竖直且向外延伸的框架对接板4023,两个传力框架402相应一端的框架对接板4023之间通过螺栓连接。

[0066] 在一个实施例中,如图11-13所示,锚链部件包括均匀设置于浮筒101外圆面上端一周处的多个上锚链501组件,还包括均匀设置于浮筒101外圆面下端一周处的多个下锚链503组件,上锚链501组件包括向外侧下方倾斜的上锚链501,上锚链501的上端固定于浮筒101外圆面上端相应位置处且下端与处于海底的上锚定502固定连接,下锚链503组件包括向外侧下方倾斜的下锚链503,下锚链503的上端固定于浮筒101外圆面下端相应位置处且下端与处于海底的下锚定504固定连接;上锚链501与下锚链503交错布置。倾斜布置的上锚链501和下锚链503对浮筒101既能产生竖向约束,同时也能产生横向约束。其中浮筒腔室1013内的锚机可以调节上锚链501或下锚链503的长度。优选地,上锚链501和下锚链503均为三个,三个上锚链501的上端围成等边三角形,三个下锚链503的上端围成等边三角形,以保证浮筒载体部件的稳定性。

[0067] 其中,上锚链501和下锚链503的长度是按照最低水位进行设置的,在最低水位时浮筒载体部件的浮力最小,则上锚链501和下锚链503对浮筒101施加的拉力最小,随着水位升高,浮筒载体部件的浮力逐渐增大,上锚链501和下锚链503对浮筒101施加的拉力逐渐增大,在任何状况下,该浮筒载体部件的浮力始终大于重力,该浮筒载体部件始终处于被约束状态,即均受到上锚链501和下锚链503的拉力作用;另外,在最高水位时计算浮筒载体部件的最大浮力,以确定上锚链501和下锚链503的最大拉力,并确定上锚定502和下锚定504的锚定力。

[0068] 这样多个上锚链501组件和多个下锚链503组件对浮筒101形成上下两层多角度的约束,能抵抗浮筒载体部件的旋转力矩,对浮筒101施加预拉力,能降低浮筒载体部件所受风浪荷载,为风机2提供稳定环境,并且对浮筒101施加的预拉力使得浮筒载体部件始终被

多个上锚链501和多个下锚链503拉住而以半潜式立于水中,无论水位如何变化,浮筒载体部件中平台103顶面的高程始终不变,能减小浮筒载体部件的垂荡运动,另外,弧形配重105的表面呈弧线形,能部分化解竖向洋流作用,锚链部件与弧形配重105共同作用使浮筒载体部件在某一频率的海浪作用下,其垂荡运动接近于零,因而在一定程度上抑制了浮筒载体部件在海浪下的运动响应,极大地提高了浮筒载体部件的稳定性和安全性。

[0069] 一种海上浮式平台装置的施工方法,包括以下步骤:

[0070] S1、按照设计尺寸,工厂制作浮筒101、中心筒102和平台103,并制作弧形钢筋网1051、各吊筋1052以及平衡配重106,在弧形钢筋网1051内表面粘结土工布,将各吊筋1052的一端固定于弧形钢筋网1051上;按照设计尺寸,工厂制作两个浮箱401和两个传力框架402,并制作各弧形槽4031、各滚珠4032、各弧形杆4041和各浮柱4042;按照设计尺寸,工厂制作各上锚定502、各上锚链501、各下锚定504和各下锚链503;

[0071] S2、在船上将中心筒102底端与浮筒101顶端对接后焊接,将平台103套设于中心筒102顶端外侧并焊接,将弧形钢筋网1051顶端与浮筒101底端固定连接,将各吊筋1052的另一端固定于浮筒101底端相应位置处,将浮筒101浮于水面,通过浮筒101底板上的注料孔1017向弧形空腔内浇筑混凝土,得到浮筒载体部件,其中浇筑完混凝土后对注料孔1017进行封孔,之后将浮筒载体部件水中拖运至现场水域,见图16;

[0072] S3、将滚珠4032装入弧形槽4031,将弧形槽4031与相应弧形梁4022焊接,将浮柱4042与相应弧形杆4041的下端固定连接,其中浮筒载体部件运至现场水域后,由于尚未安装风机2,因此浮筒载体部件处于漂浮状态,吃水较浅,此时可在浮筒101顶面上安装浮力支撑部件,即将两个浮箱401环抱设置于中心筒102外侧,其中两个浮箱401相应一端的浮箱对接板4011之间通过螺栓连接,将两个传力框架402环抱设置于中心筒102外侧,其中两个传力框架402相应一端的框架对接板4023之间通过螺栓连接,并且每个传力框架402上的各立柱4021固定于相应侧浮箱401顶面内边缘相应位置处,再将各弧形杆4041的上端固定于立柱4021顶端处的弧形梁4022外侧相应位置处;

[0073] S4、当现场水域达到最低水位时,在平台103顶面堆沙袋加载,使平台103顶面高程达到安装风机2后的设计高程,然后在浮筒腔室1013的锚链舱1014内抛锚定位,并通过锚机调节上锚链501和下锚链503的长度,以将锚链部件安装于浮筒101外圆面上;

[0074] S5、在中心筒102顶面上安装塔筒3,同时将平台103上的沙袋逐渐卸载,并在塔筒3顶端安装风机2,之后观测浮筒载体部件是否平衡,若不平衡,将平衡配重106布置在浮筒101内底部,使浮筒载体部件在静水中处于平衡状态,之后安装风机2的监控设备和电气设备,并进行设备调试,完成单个浮式发电风机2的建设。

[0075] 其中,本发明的浮筒载体部件为全对称结构,无方向性,方便浮力支撑部件以及风机2的安装,且全对称的浮筒载体部件的荷载分布较均匀,但安装风机2后可能会出现荷载不均匀,可采用浮筒101内底部设置平衡配重106予以调整,以使海上浮式平台装置在静水中处于平衡状态。

[0076] 一种海上浮式平台装置的工作方法,包括以下方式:

[0077] (1)、浮筒载体部件比较平稳时,浮力支撑部件处于非工作状态;

[0078] (2)、在风浪作用下,或平台103顶面有人员活动时,浮筒载体部件向一侧倾斜,倾斜达到设定倾斜值时,该倾斜侧的浮柱4042浸入水中并产生浮力,自动对浮筒载体部件进

行反向的动态支撑,抵抗浮筒载体部件的倾覆力矩,浮筒载体部件倾斜的角度越大,倾斜侧的浮柱4042浸入水中的体积越大,产生的浮力越大,能有效控制浮筒载体部件的摇摆,使浮筒载体部件恢复到平衡状态,见图18,图18中B表示最低水位,F表示风浪荷载合力, F_f 表示浮柱4042浸入水中产生的浮力。

[0079] 其中,浮筒载体部件在外荷载作用下,满足平衡条件: $\Sigma Q=0$, $\Sigma M=0$; ΣQ 表示作用在浮筒载体部件上的竖向外荷载之和, ΣM 表示外荷载对浮筒载体部件任一点的力矩之和。

[0080] 其中,浮筒载体部件在风浪作用下或平台103顶面有人员活动时,按下式进行稳定计算:

$$[0081] \quad K = \frac{\Sigma M_q}{\Sigma M_k} ;$$

[0082] 其中, ΣM_q 表示外荷载对浮筒载体部件任一点的倾覆力矩之和,包括海浪的水平荷载、风荷载以及平台103顶面人员活动产生的竖向荷载对浮筒载体部件的倾覆力矩之和; ΣM_k 表示外荷载对浮筒载体部件任一点的抗倾覆力矩之和,即各浮柱4042产生的浮力对浮筒载体部件的抗倾覆力矩之和;K应小于等于1。

[0083] 本发明的海上浮式平台装置中的浮筒101、中心筒102、平台103、浮箱401、传力框架402、弧形槽4031、滚珠4032、弧形杆4041、浮柱4042均是在工厂制作,之后进行组装,相同构件便于通用。当风机2的塔筒3高度相同时,所需要的浮筒载体部件相同,对于不同的水深,只需要调整上锚定502和下锚定504的大小以及上锚链501和下锚链503的长度。本发明按照不同高度的塔筒3可以将浮筒载体部件做成系列化,例如塔筒3高40m、50m、60m等,不同高度的塔筒3所受到的荷载不同,因此所需要的浮筒载体部件也不同,根据不同的塔筒3高度设计相对应的浮筒载体部件,并根据风机2的塔筒3高度选择浮筒载体部件,之后进行安装。

[0084] 其中,海洋环境恶劣,台风频发,漂浮式风电机组起步晚,需抵抗台风,空气动力和水动力耦合作用下漂浮式风机平台分析计算难度大,在海浪的作用下,或在平台103顶面荷载不均匀的情况下,要减小风机2的摇摆,达到风机2的基本稳定,则浮筒101的体积需要很大,并加设多道锚链,这样既增大投资,效果又不显著,针对目前漂浮式风机平台存在的缺陷,本发明设置的浮力支撑部件可以起到利用浮力调整平衡,减少浮筒载体部件因风浪冲击而发生的摇摆,自动控制浮筒载体部件的稳定性;另外,传统的漂浮式风机平台在复杂的海洋环境下,在不同的吃水、风向角、风速等工况下,漂浮式风机平台的稳定性无法准确计算,本发明无需进行复杂的计算,在最低水位时根据多年风向最大风速计算所需支撑的浮力,以计算浮柱4042的尺寸,即可最大化消减风浪的影响。

[0085] 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。

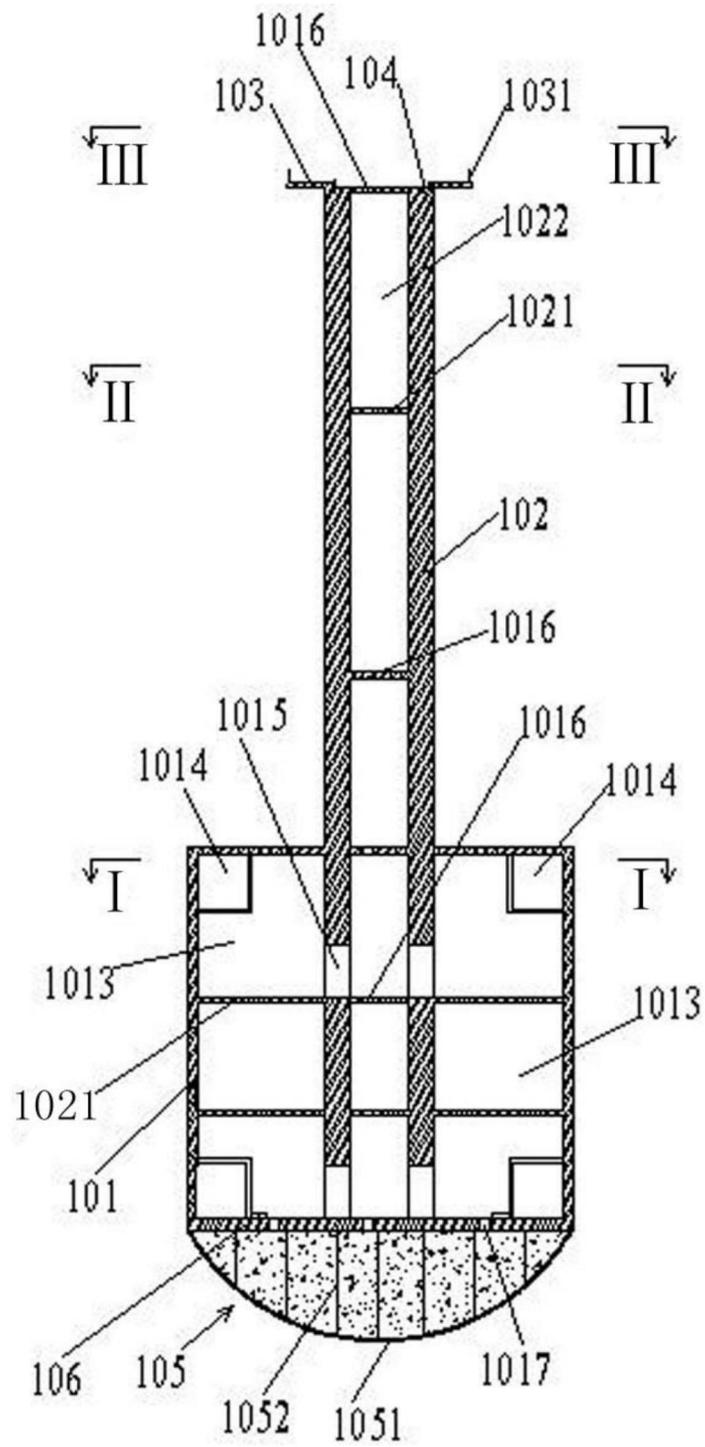


图1

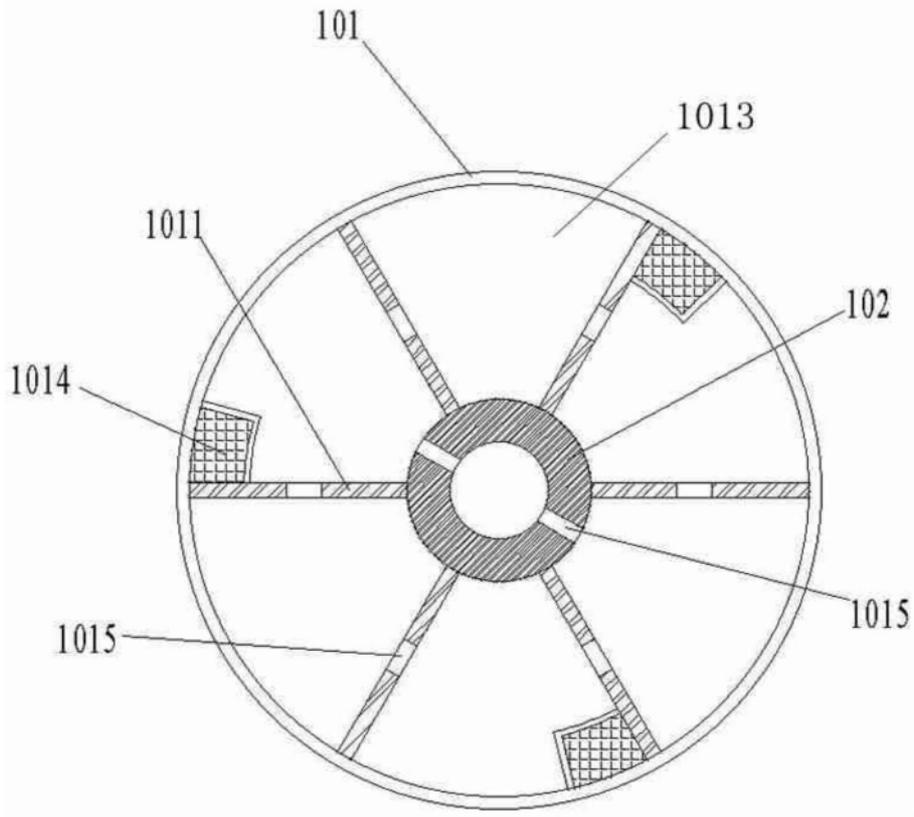


图2

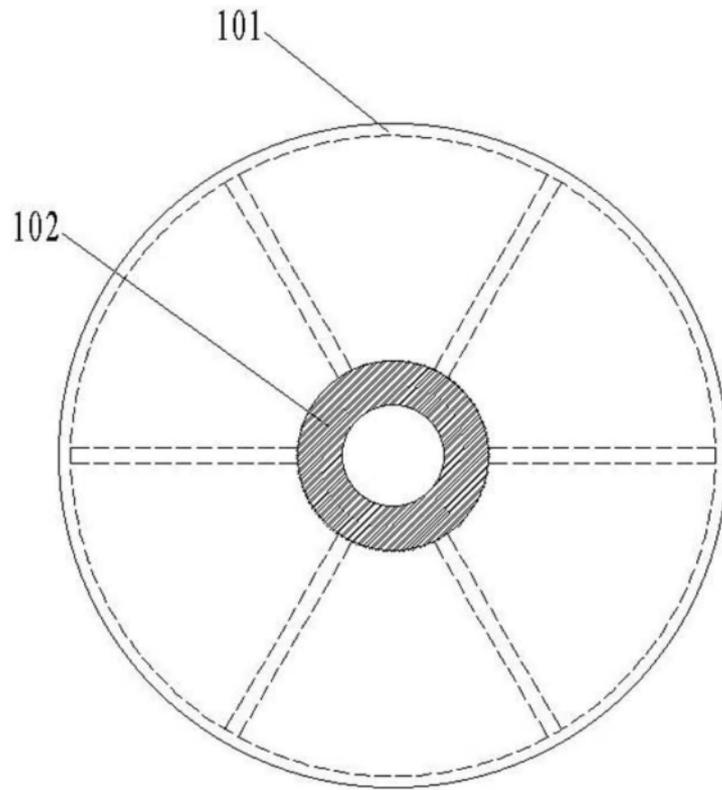


图3

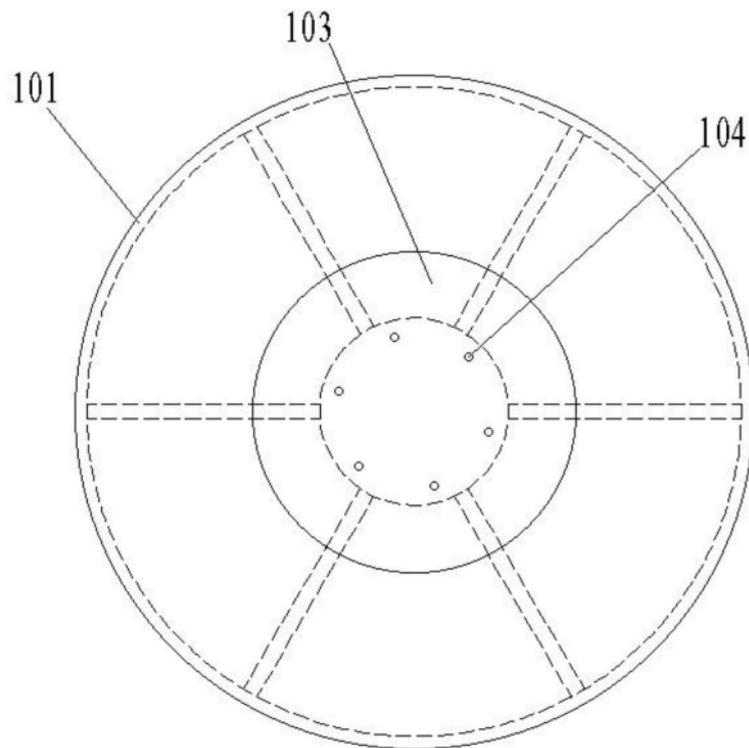


图4

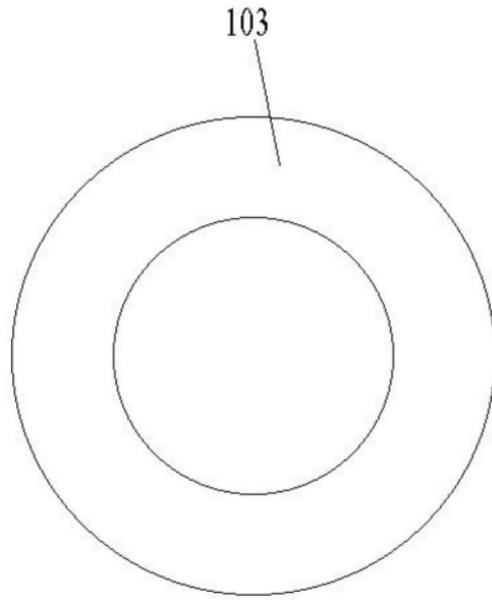


图5

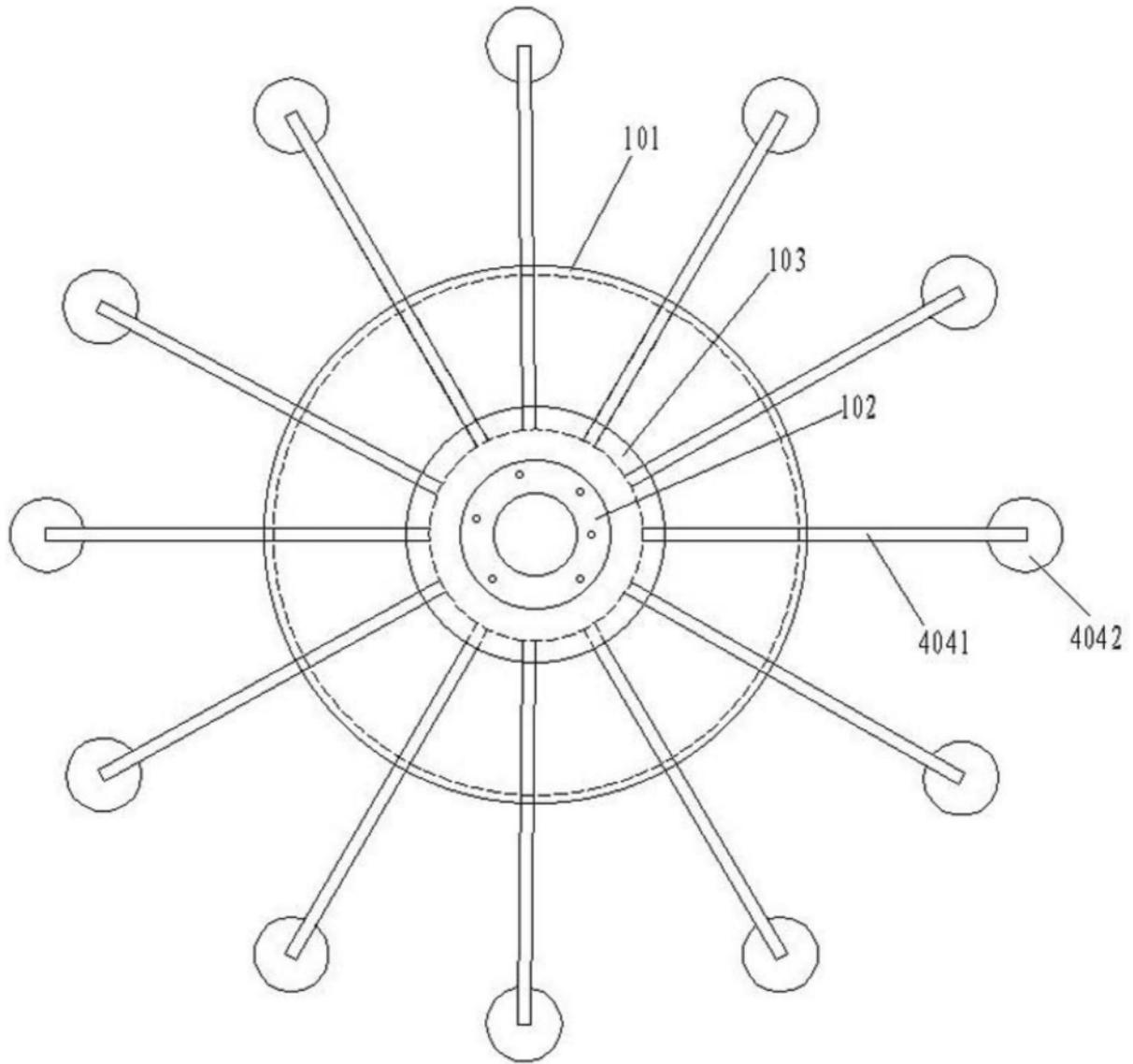


图6

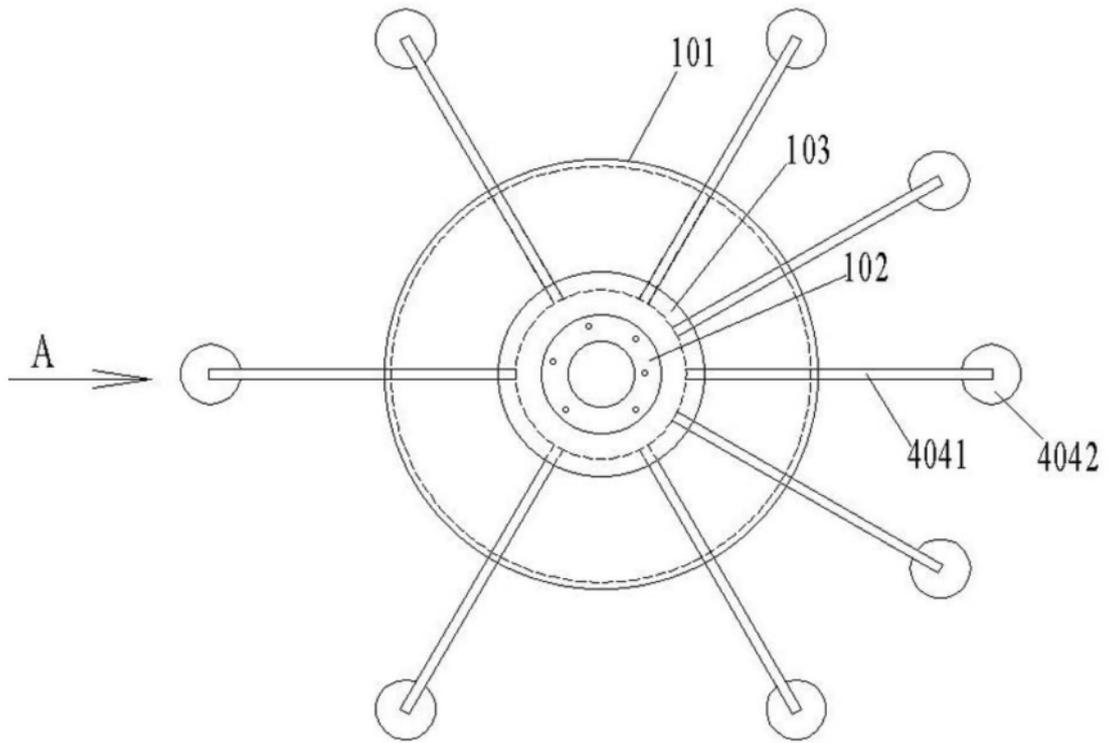


图7

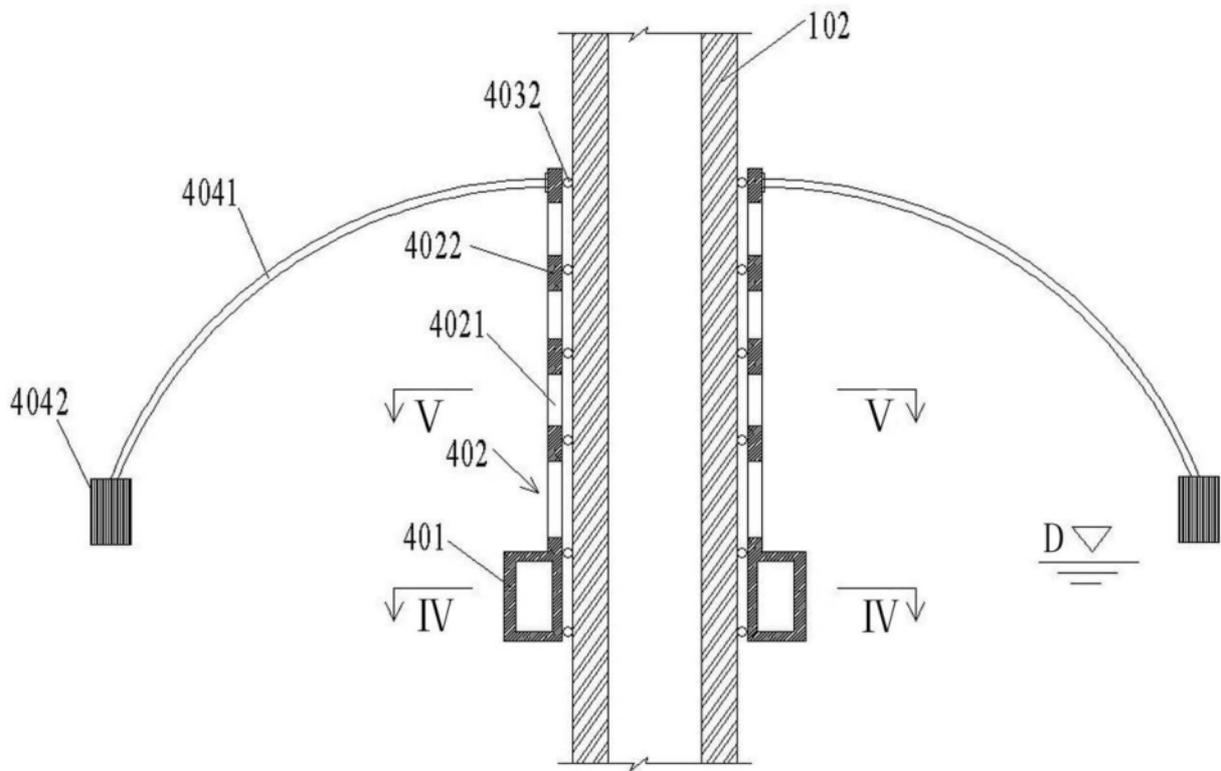


图8

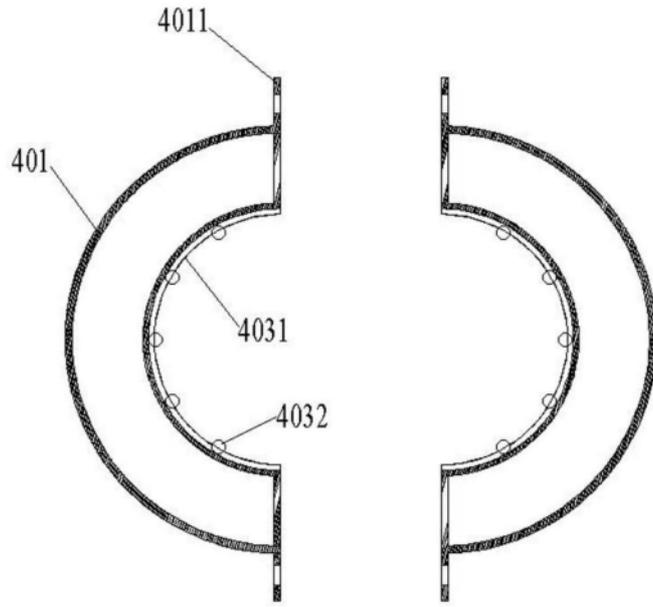


图9

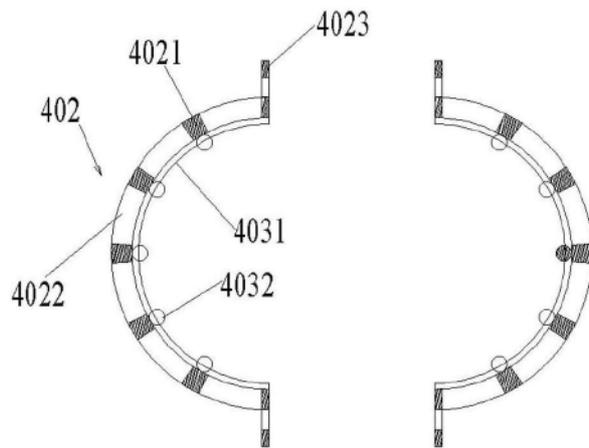


图10

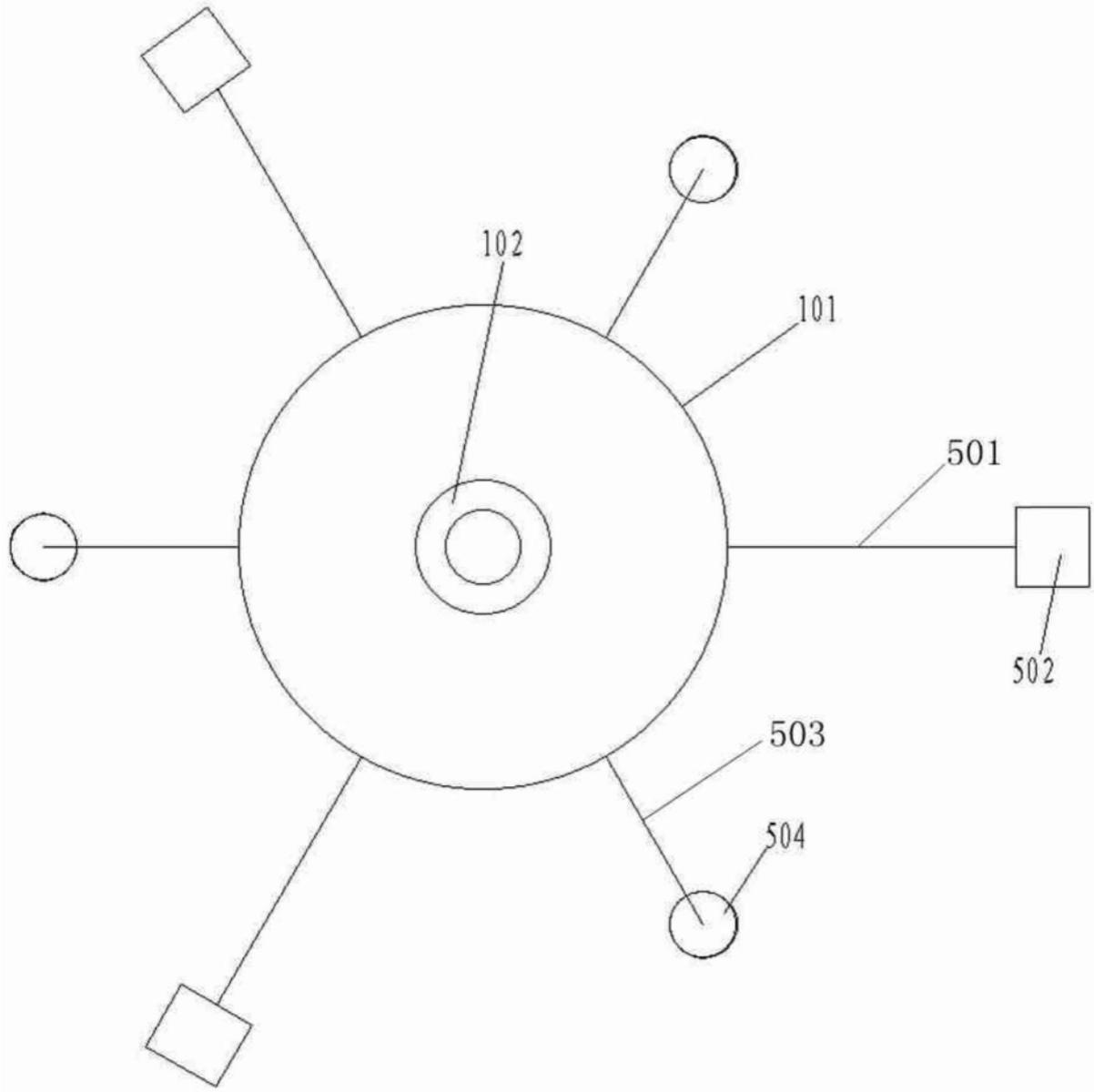


图11

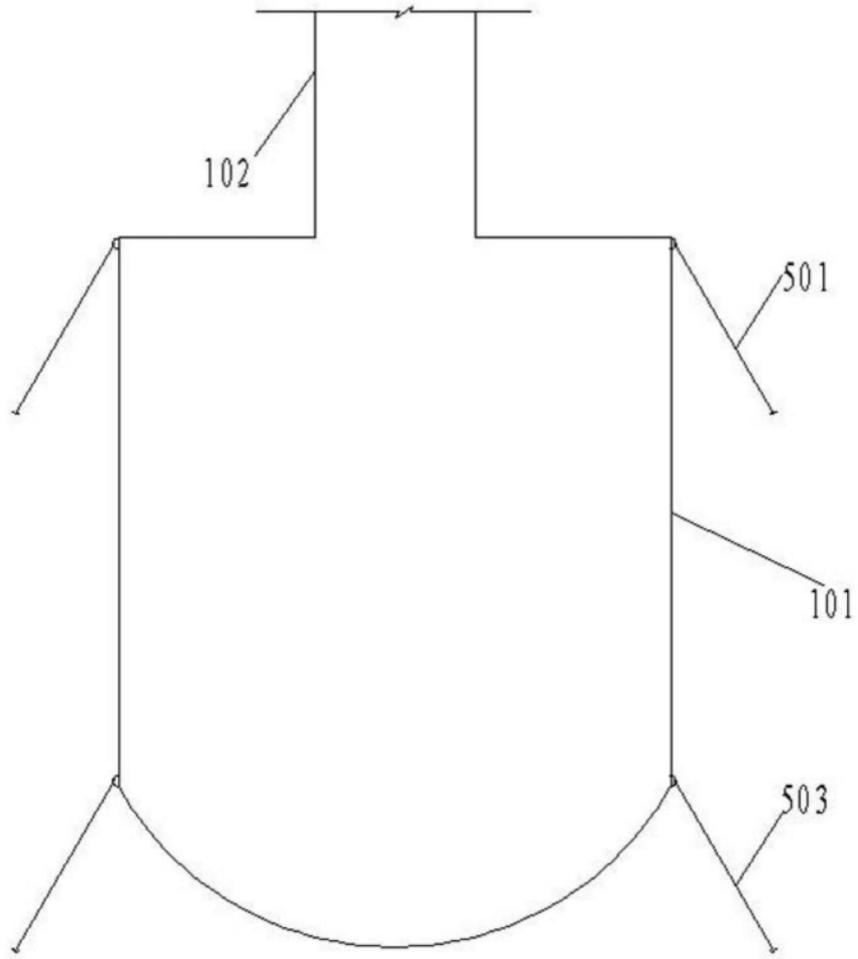


图12

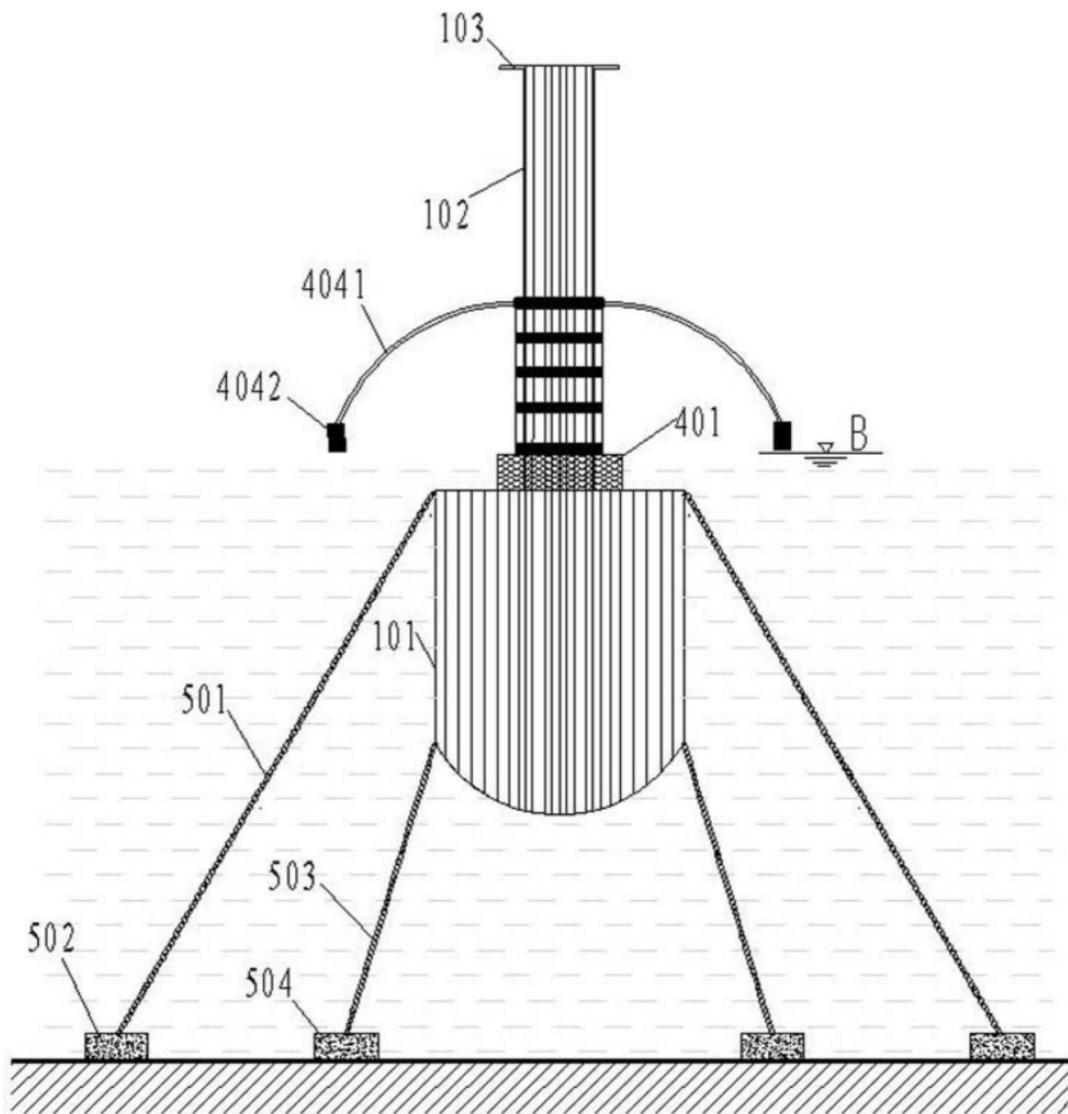


图13

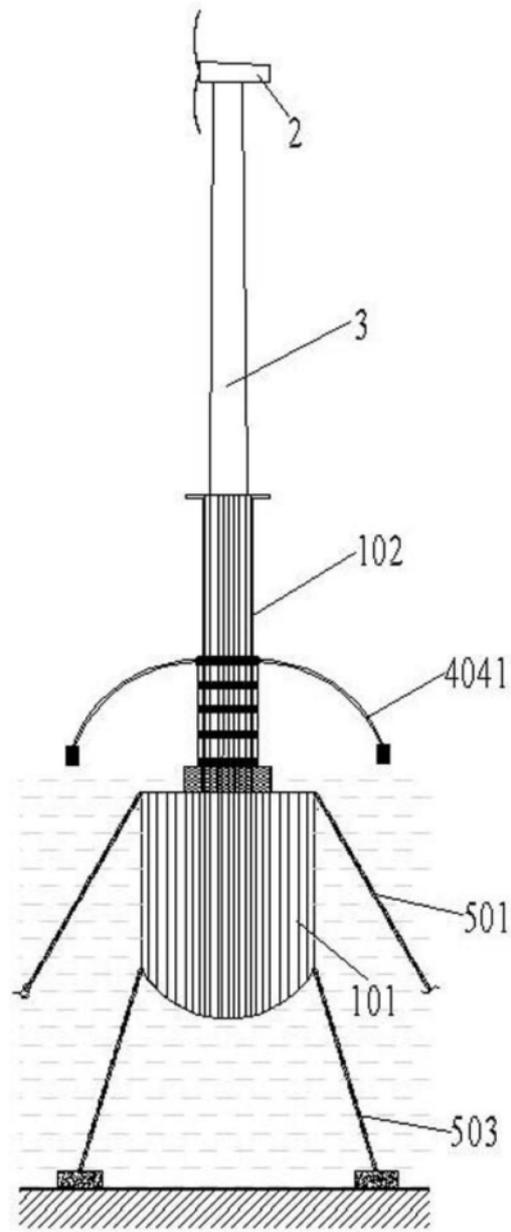


图14

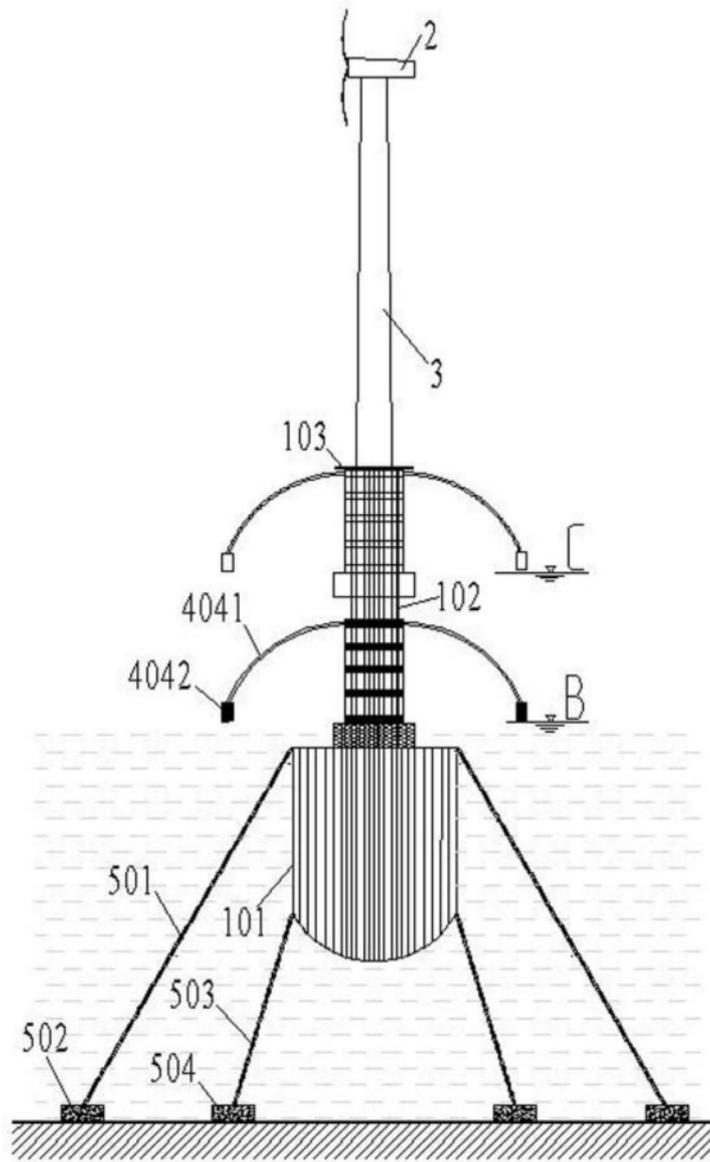


图15

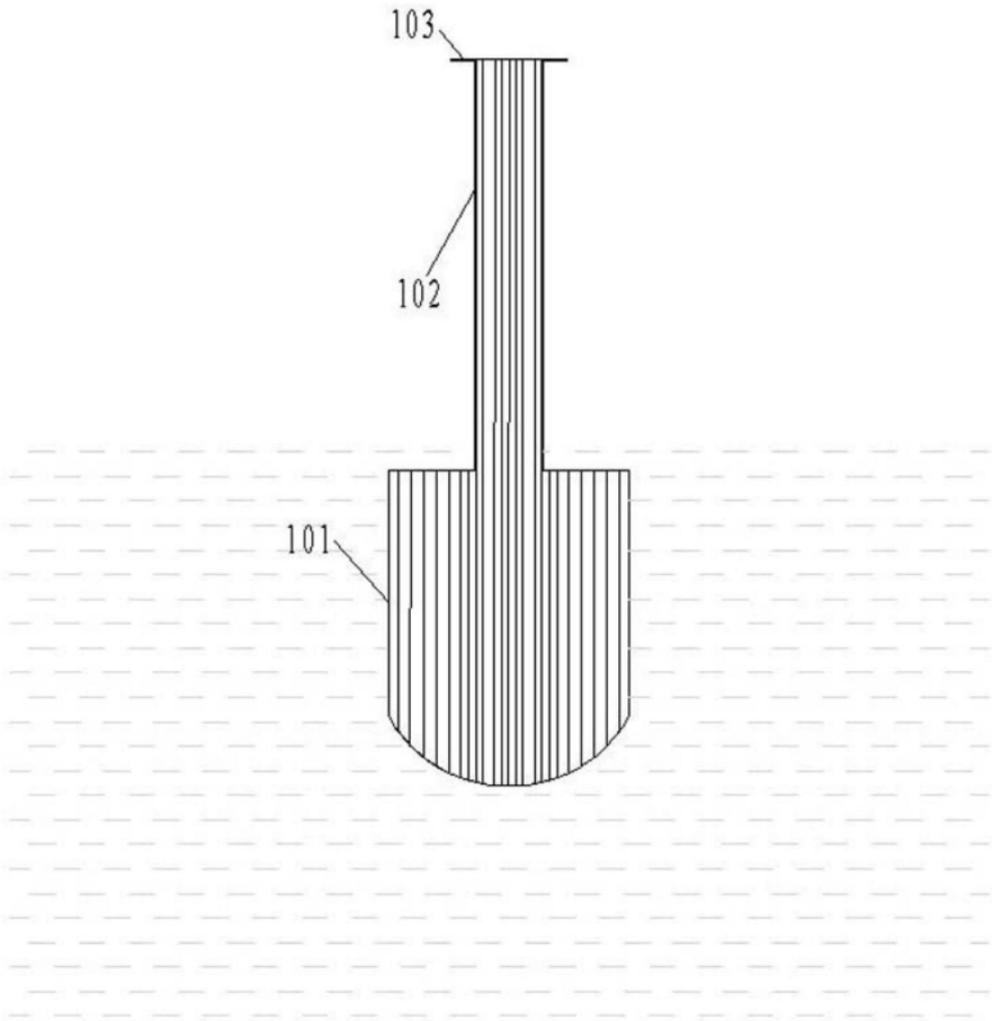


图16

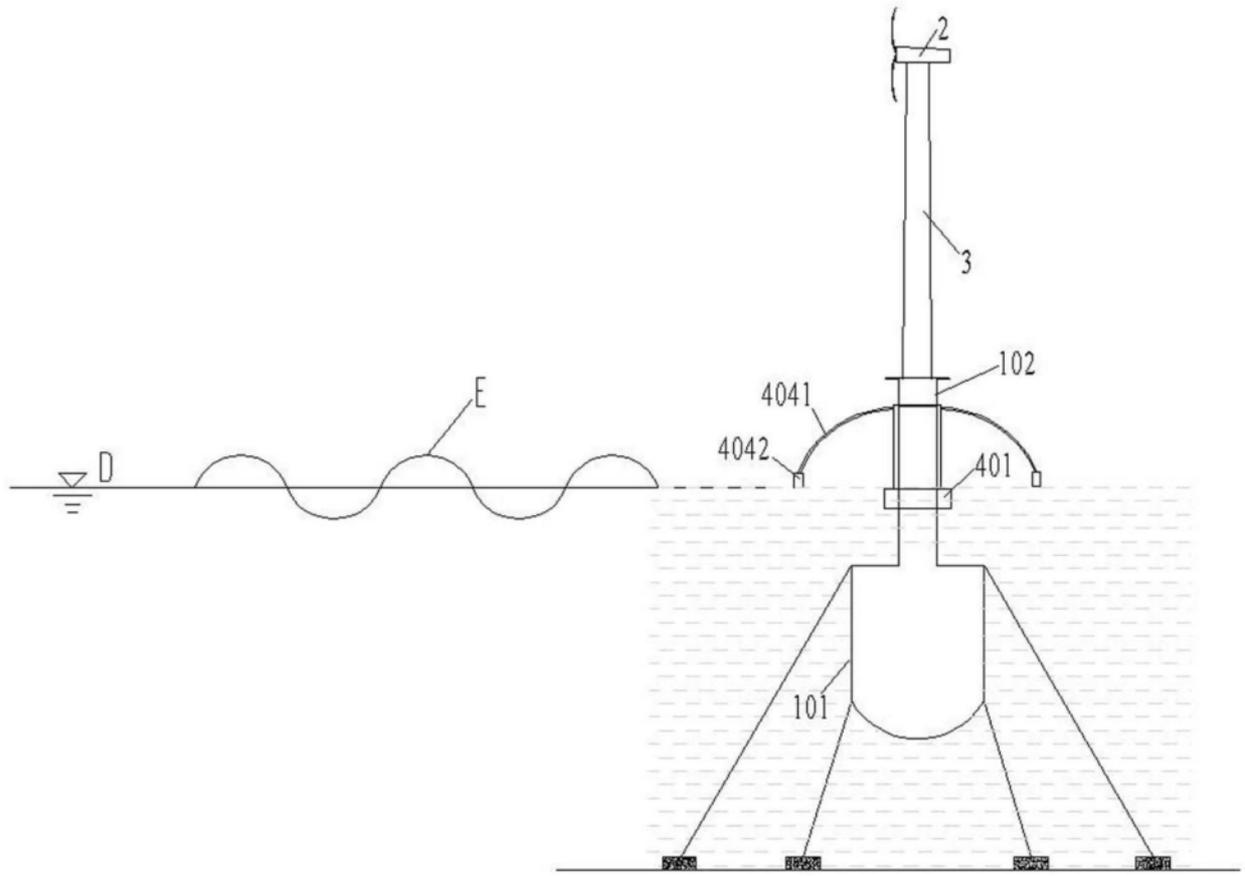


图17

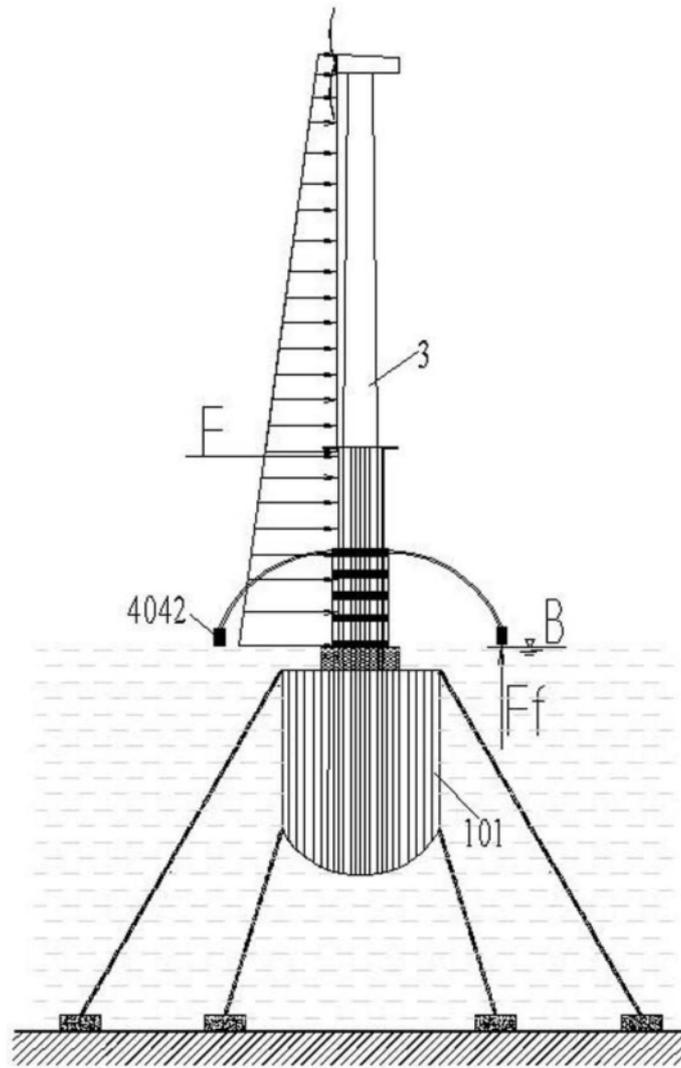


图18