



(21) 申请号 202210269544.2

(22) 申请日 2022.03.18

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115434354 A

(43) 申请公布日 2022.12.06

(73) 专利权人 水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院

地址 210024 江苏省南京市鼓楼区广州路223号

(72) 发明人 蔡正银 范开放 关云飞 朱洵
张晨 韩迅 陈元义 简富献
马登辉 王硕

(74) 专利代理机构 北京天达知识产权代理事务
所有限公司 11386

专利代理师 吴利芳

(51) Int.Cl.

E02D 27/42 (2006.01)

E02D 31/08 (2006.01)

E02D 31/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 113090702 A, 2021.07.09

CN 106351217 A, 2017.01.25

CN 204199334 U, 2015.03.11

CN 111236297 A, 2020.06.05

WO 2019075959 A1, 2019.04.25

CN 108049437 A, 2018.05.18

CN 112161018 A, 2021.01.01

CN 209741893 U, 2019.12.06

审查员 康骁

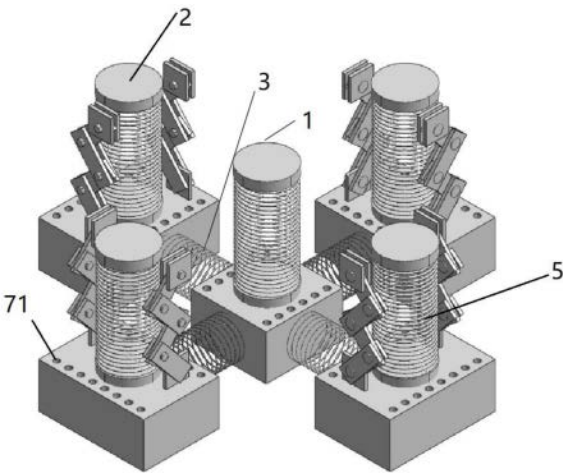
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

一种用于海上风电筒型基础的筒内减振、抗倾覆装置

(57) 摘要

本发明公开了一种用于海上风电筒型基础的筒内减振、抗倾覆装置,属于海上风电筒型基础抗倾覆领域,解决了现有技术筒型基础抗拔力提升装置结构复杂、施工难度大以及成本高,且无法满足筒型接触的抗倾覆要求的技术问题。该筒型基础包括过渡段、基础盖板和中空钢筒;过渡段设于基础盖板的上方,中空钢筒设于基础盖板的下方,筒内减振、抗倾覆装置设于中空钢筒内部且与基础盖板的底面固定连接;筒内减振、抗倾覆装置包括A类减振器、多个B类减振器和多个横向弹簧,A类减振器位于筒型基础中心正下方,B类减振器位于A类减振器的四周,A类减振器与多个B类减振器通过横向弹簧连接。本发明实现了增加筒型基础抗拔力,降低了基础倾覆风险。



1. 一种用于海上风电筒型基础的筒内减振、抗倾覆装置,其特征在于,

所述筒型基础包括依次连接的过渡段、基础盖板和中空钢筒;所述过渡段设于基础盖板的上方,所述过渡段用于连接风机塔筒,所述风机塔筒顶部连接有风机叶片;

所述中空钢筒设于基础盖板的下方,所述筒内减振、抗倾覆装置设于中空钢筒内部且与基础盖板的底面固定连接;

所述基础盖板和中空钢筒均下沉入海水中,并与海床土层直接接触;

所述筒内减振、抗倾覆装置包括A类减振器、多个B类减振器和多个横向弹簧,所述A类减振器位于筒型基础中心正下方,所述B类减振器位于A类减振器的四周,所述A类减振器与多个B类减振器通过所述横向弹簧连接;

所述A类减振器包括顶部钢套筒、底部钢套筒、竖向弹簧及下部基座;

所述顶部钢套筒和底部钢套筒通过所述竖向弹簧连接;所述顶部钢套筒与筒型基础的基础盖板固定相连;所述底部钢套筒与所述下部基座固定连接;

所述顶部钢套筒和底部钢套筒的结构相同,均为底面封底且其内设有第一橡胶内芯的钢套筒;

所述顶部钢套筒和底部钢套筒的钢套筒侧壁上均设有若干螺旋状刻槽,所述螺旋状刻槽用于与竖向弹簧连接;所述竖向弹簧的两端通过螺旋状刻槽与钢套筒内的橡胶内芯连接;

多个所述B类减振器的结构和作用均相同;所述B类减振器在A类减振器的基础上增加两组钢铰链;

所述两组钢铰链位于B类减振器的竖向弹簧的两侧,两组钢铰链结构相同、相互平行且均与所述B类减振器的竖向弹簧平行,所述两组钢铰链的一端与筒型基础的基础盖板固定连接,另一端与对应的下部基座固定连接;

所述横向弹簧的数量等于B类减振器的数量,所述横向弹簧的一端与所述A类减振器连接,另一端与所述B类减振器连接,所述横向弹簧用于筒型基础的横向振动荷载的吸收和传递。

2. 根据权利要求1所述的用于海上风电筒型基础的筒内减振、抗倾覆装置,其特征在于,定义A类减振器的下部基座为A类下部基座,B类减振器的下部基座为B类下部基座;

所述A类下部基座和B类下部基座均为由五面钢板构成的、底面开口的正方体状,所述A类下部基座和B类下部基座内均设有中空腔,所述中空腔内设有第二橡胶内芯;

所述A类下部基座的四个侧面钢板中心处开有孔洞,所述B类下部基座靠近A类减振器的一个侧面钢板中心处同样开有孔洞;所述孔洞直径等于所述横向弹簧的外直径;所述横向弹簧的一端穿过A类下部基座的孔洞并嵌入其内的第二橡胶内芯中,所述横向弹簧的另一端穿过B类下部基座的孔洞并嵌入其内的第二橡胶内芯中,所述第二橡胶内芯用于固定所述横向弹簧以及起到横向减振作用。

3. 根据权利要求2所述的用于海上风电筒型基础的筒内减振、抗倾覆装置,其特征在于,任意高度处的所述两组钢铰链间的连线垂直于所对应的B类减振器与A类减振器间的连线;

所述两组钢铰链均包括多块尺寸和厚度均相同的矩形钢板;所述矩形钢板之间通过销钉连接;两组钢铰链的上端设有顶部连接耳,下端设有底部连接耳,所述顶部连接耳通过焊

接固定于所述基础盖板的底面上,所述底部连接耳通过焊接固定于对应的B类下部基座上。

4.根据权利要求3所述的用于海上风电筒型基础的筒内减振、抗倾覆装置,其特征在于,对于同一所述B类减振器,所述钢铰链极限压缩后的高度要小于对应的竖向弹簧极限压缩后的高度。

5.根据权利要求4所述的用于海上风电筒型基础的筒内减振、抗倾覆装置,其特征在于,对于同一所述B类减振器,钢铰链极限拉伸后的长度要小于竖向弹簧极限拉伸后的长度。

6.根据权利要求5所述的用于海上风电筒型基础的筒内减振、抗倾覆装置,其特征在于,对于所述B类减振器,所述钢铰链及竖向弹簧在自然状态下的高度为 $0.1\sim 0.2h$,其中, h 为筒型基础的高度。

7.根据权利要求1至6任一项所述的用于海上风电筒型基础的筒内减振、抗倾覆装置,其特征在于,所述B类减振器的空间布置分为单层布置和双层布置;

当所述B类减振器为单层布置时,所述B类减振器到所述A类减振器的直线距离为 $0.15\sim 0.4d$,其中, d 为筒型基础直径;

当所述B类减振器双层布置时,B类减振器形成以A类减振器为中心的内环和外环;组成内环的所述B类减振器到所述A类减振器的直线距离为 $0.15\sim 0.4d$,其中, d 为筒型基础直径。

一种用于海上风电筒型基础的筒内减振、抗倾覆装置

技术领域

[0001] 本发明涉及海上风电筒型基础抗倾覆技术领域,尤其涉及一种用于海上风电筒型基础的筒内减振、抗倾覆装置。

背景技术

[0002] 当前世界各国对能源的消耗和需求日益增加,能源问题逐渐成为制约社会发展的突出问题。风能资源,尤其海上风能作为一种清洁可再生能源,为缓解世界能源紧张形势提供了新的方向。我国作为海洋大国,海上风能资源的储量十分丰富。据海上资源调查,我国水深5~25m、高度50m的海上风电开发潜力200GW,水深5~50m、高度70m的海上风电开发潜力500GW,大力发展海上风电也已成为我国能源结构转型的重要一环。

[0003] 近年来,结合我国近海风力条件和地质特点,一种方便建造施工、抗倾覆能力强、适合多种地基土质的新型海上风电筒型基础被研发及广泛应用于我国沿海的风电开发中。

[0004] 然而,大型的风机结构在长期风-浪-流的动力荷载作用下将产生极大振动。筒型基础材质多为纯钢结构或者钢混结构,近似刚体,上部结构的振动直接通过筒型基础传递给下部柔性地基土。地基土在长期振动环境下将发生力学强度衰减,造成筒型基础抗拔力的下降。而当筒型基础抗拔力不足时,上部风机结构有产生倾斜甚至倾覆的风险。

[0005] 针对上述问题,学界及工程界开展了多项研究,目前的加固措施主要思路为以下两种:

[0006] 思路一:进行上部风电结构优化,减少风电结构振动;但是,随着海上风电的迅速发展,风机容量及尺寸越来越大,仅靠上部风电结构形式的优化来进行减振是远远不够的。

[0007] 思路二:进行基础抗拔力提升,增加基础抗倾覆能力;现有技术中有的虽增强了基础的抗拔力,但其存在着基础结构形式复杂,施工难度及成本较高等问题;又有的通过固定于筒型基础筒壁外侧的承力环提升抗拔力,但承力环会增大筒型基础下沉过程的下沉阻力,增大筒型基础的下沉难度;还有的通过抗拔钢管桩提升抗拔力,但该方法并未改善地基土振动环境,未降低地基土的力学强度衰减速度,且海上施工困难,造价较高。

发明内容

[0008] 鉴于上述的分析,本发明旨在提供一种用于海上风电筒型基础的筒内减振、抗倾覆装置,用以解决现有技术中,在提升筒型基础抗拔力时,方案一只进行上部风电机构优化,减少风电结构振动,而无法满足筒型基础减振要求;方案二只进行基础抗拔力提升,但抗拔装置结构复杂,施工难度大及成本高。

[0009] 本发明的目的主要是通过以下技术方案实现的:

[0010] 本发明提供了一种用于海上风电筒型基础的筒内减振、抗倾覆装置,其中,筒型基础包括依次连接的过渡段、基础盖板和中空钢筒;过渡段设于基础盖板的上方,过渡段用于连接风机塔筒,风机塔筒顶部连接有风机叶片;

[0011] 中空钢筒设于基础盖板的下方,筒内减振、抗倾覆装置设于中空钢筒内部且与基

础盖板的底面固定连接；

[0012] 基础盖板和中空钢筒均下沉入海水中，并与海床土层直接接触；

[0013] 筒内减振、抗倾覆装置包括A类减振器、多个B类减振器和多个横向弹簧，A类减振器位于筒型基础中心正下方，B类减振器位于A类减振器的四周，A类减振器与多个B类减振器通过横向弹簧连接；

[0014] 筒内减振、抗倾覆装置用于改善地基土体振动荷载环境，增加筒型基础的抗拔力，降低筒型基础的抗倾覆风险。

[0015] 在一种可能的设计中，A类减振器包括顶部钢套筒、底部钢套筒、竖向弹簧及下部基座；

[0016] 顶部钢套筒和底部钢套筒通过竖向弹簧连接；顶部钢套筒与筒型基础的基础盖板固定相连；底部钢套筒与下部基座固定连接。

[0017] 在一种可能的设计中，顶部钢套筒和底部钢套筒的结构相同，均为底面封底且其内设有第一橡胶内芯的钢套筒；

[0018] 顶部钢套筒和底部钢套筒的钢套筒侧壁上均设有若干螺旋状刻槽，螺旋状刻槽用于与竖向弹簧连接；竖向弹簧的两端通过螺旋状刻槽与钢套筒内的橡胶内芯连接。

[0019] 在一种可能的设计中，多个B类减振器的结构和作用均相同；B类减振器在A类减振器的基础上增加两组钢铰链；

[0020] 两组钢铰链位于B类减振器的竖向弹簧的两侧，两组钢铰链结构相同、相互平行且均与B类减振器的竖向弹簧平行，两组钢铰链的一端与筒型基础的基础盖板固定连接，另一端与对应的下部基座固定连接；

[0021] 横向弹簧的数量等于B类减振器的数量，横向弹簧的一端与A类减振器连接，另一端与B类减振器连接，横向弹簧用于筒型基础的横向振动荷载的吸收和传递。

[0022] 在一种可能的设计中，定义A类减振器的下部基座为A类下部基座，B类减振器的下部基座为B类下部基座；

[0023] A类下部基座和B类下部基座均为由五面钢板构成的、底面开口的正方体状，A类下部基座和B类下部基座内均设有中空腔，中空腔内设有第二橡胶内芯；

[0024] A类下部基座的四个侧面钢板中心处开有孔洞，B类下部基座靠近A类减振器的一个侧面钢板中心处同样开有孔洞；孔洞直径等于横向弹簧的外直径；横向弹簧的一端穿过A类下部基座的孔洞并嵌入其内的第二橡胶内芯中，横向弹簧的另一端穿过B类下部基座的孔洞并嵌入其内的第二橡胶内芯中，第二橡胶内芯用于固定横向弹簧以及起到横向减振作用。

[0025] 在一种可能的设计中，任意高度处的两组钢铰链间的连线垂直于所对应的B类减振器与A类减振器间的连线；

[0026] 两组钢铰链均包括多块尺寸和厚度均相同的矩形钢板；矩形钢板之间通过销钉连接；两组钢铰链的上端设有顶部连接耳，下端设有底部连接耳，顶部连接耳通过焊接固定于基础盖板的底面上，底部连接耳通过焊接固定于对应的B类下部基座上。

[0027] 在一种可能的设计中，对于同一B类减振器，钢铰链极限压缩后的高度要小于对应的竖向弹簧极限压缩后的高度。

[0028] 在一种可能的设计中，对于同一B类减振器，钢铰链极限拉伸后的长度要小于竖向

弹簧极限拉伸后的长度。

[0029] 在一种可能的设计中,对于B类减振器,钢铰链及竖向弹簧在的高度为 $0.1\sim 0.2h$,其中, h 为筒型基础的高度。

[0030] 在一种可能的设计中,B类减振器的空间布置分为单层布置和双层布置;

[0031] 当B类减振器为单层布置时,B类减振器到A类减振器的直线距离为 $0.15\sim 0.4d$,其中, d 为筒型基础直径;

[0032] 当B类减振器双层布置时,B类减振器形成以A类减振器为中心的内环和外环;组成内环的B类减振器到A类减振器的直线距离为 $0.15\sim 0.4d$,其中, d 为筒型基础直径。

[0033] 与现有技术相比,本发明至少可实现如下有益效果之一:

[0034] (1) 现有技术改进的思路一为:进行上部风电结构优化,减少风电结构振动;但是,随着海上风电的迅速发展,风机容量及尺寸越来越大,仅靠上部风电结构形式的优化来进行减振是远远不足的。现有技术中改进的思路二为:进行基础抗拔力提升,增加基础抗倾覆能力;有的虽增强了基础的抗拔力,但其存在着基础结构形式复杂,施工难度及成本较高等问题;又有的通过固定于筒型基础筒壁外侧的承力环提升抗拔力,但承力环会增大筒型基础下沉过程的下沉阻力,增大筒型基础的下沉难度;还有的通过抗拔钢管桩提升抗拔力,但该方法并未改善地基土振动环境,未降低地基土的力学强度衰减速度,且海上施工困难,造价较高。

[0035] 与现有技术相比,本发明与现有技术的设计思路不同,本发明提出了一种新思路,本发明首次提出在海上风电筒型基础内侧加装减振设备(即筒内减振、抗倾覆装置),从优化筒型基础与地基土之间振动荷载传递的角度,改善地基土的振动荷载环境,进而达到减振、提升抗倾覆能力的效果。

[0036] (2) 一方面,本发明通过设置A类减振器和B类减振器的竖向弹簧能够对筒型基础在竖直方向上的振动载荷进行减振;本发明通过设置A类减振器与B类减振器连接的横向弹簧,能够对筒型基础在水平方向上的振动载荷进行减振。另一方面,由于本发明的筒内减振、抗倾覆装置与海床土层直接接触,当遭遇极端载荷条件时,筒内减振、抗倾覆装置与海床土层之间能够产生摩擦,两者之间的摩擦力能够增加筒型基础的抗拔力,在一定基础上能够降低筒型基础的倾覆风险。

[0037] 本发明中,上述各技术方案之间还可以相互组合,以实现更多的优选组合方案。本发明的其他特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分优点可从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过说明书实施例以及附图中所特别指出的内容中来实现和获得。

附图说明

[0038] 附图仅用于示出具体实施例的目的,而并不认为是对本发明的限制,在整个附图中,相同的参考符号表示相同的部件。

[0039] 图1为本发明的筒内减振、抗倾覆装置安装位置示意图;

[0040] 图2为本发明提供的筒内减振、抗倾覆装置结构示意图;

[0041] 图3本发明公布的A类减振器的结构示意图;

[0042] 图4本发明公布的B类减振器的结构示意图;

- [0043] 图5本发明公布的B类减振器的正视图；
- [0044] 图6本发明公布的B类减振器的左视图；
- [0045] 图7本发明公布的钢套筒的结构示意图；
- [0046] 图8本发明公布的下部基座的结构示意图；
- [0047] 图9本发明公布的横向弹簧与橡胶内芯连接示意图；
- [0048] 图10本发明实施例1公布的筒内减振、抗倾覆装置布置方案的俯视图；
- [0049] 图11本发明实施例2公布的筒内减振、抗倾覆装置布置方案的俯视图。
- [0050] 附图标记：
- [0051] 1-A类减振器；2-B类减振器；3-横向弹簧；4-顶部钢套筒；41-钢套筒侧壁；42-螺旋状刻槽；43-钢套筒封底；5-竖向弹簧；6-下部基座；7-孔洞；71-泄压孔；8-第二橡胶内芯；9-钢铰链；91-第四钢板；92-顶部连接耳；93-销钉；94-底部连接耳；95-第一钢板；96-第二钢板；97-第三钢板；98-第五钢板；99-第六钢板；10-第一橡胶内芯；11-过渡段；12-基础盖板；13-海床土层；14-筒内减振、抗倾覆装置；15-海水；16-底部钢套筒；17-中空钢筒。

具体实施方式

[0052] 下面结合附图来具体描述本发明的优选实施例，其中，附图构成本发明的一部分，并与本发明的实施例一起用于阐释本发明的原理，并非用于限定本发明的范围。

[0053] 本发明提供了一种用于海上风电筒型基础的筒内减振、抗倾覆装置14，如图1至图11所示，其中，筒型基础包括依次连接的过渡段11、基础盖板12和中空钢筒17；过渡段11设于基础盖板12的上方，过渡段11用于连接风机塔筒，风机塔筒顶部连接有风机叶片；中空钢筒17设于基础盖板12的下方，筒内减振、抗倾覆装置14设于中空钢筒17内部且与基础盖板12的底面固定连接；基础盖板12和中空钢筒17均下沉入海水中，并与海床土层13直接接触；筒内减振、抗倾覆装置14包括A类减振器1、多个B类减振器2和多个横向弹簧3，A类减振器1位于筒形基础中心正下方，B类减振器2位于A类减振器1的四周，A类减振器1与多个B类减振器2通过横向弹簧3连接；筒内减振、抗倾覆装置14用于减少筒形基础与地基土之间的载荷，增加筒形基础的抗拔力，降低筒形基础的抗倾覆风险。

[0054] 与现有技术相比，本发明通过在筒型基础与海床土层13之间设置A类减振器1和多个B类减振器2，能够吸收筒型基础与海床土层13之间的横向振动载荷和纵向振动载荷，增加筒型基础的抗拔力，降低筒形基础的抗倾覆风险。

[0055] 为了保证该筒内减振、抗倾覆装置14在竖直方向上的减振作用，本发明的横向弹簧3为高弹性模量的弹簧，弹性模量为：150~200GPa，屈服强度：1.5~1.8GPa。

[0056] 为了固定本发明的装置，以减少筒形基础与地基土之间的竖向振动载荷，本发明的A类减振器1包括顶部钢套筒4、底部钢套筒16、竖向弹簧5及下部基座6；顶部钢套筒4和底部钢套筒16通过竖向弹簧5连接；顶部钢套筒4与筒形基础的基础盖板12固定相连；底部钢套筒16与下部基座6固定连接。

[0057] 具体地，如图2、3、7所示，该A类减振器1包括高弹性模量的竖向弹簧5，竖向弹簧5的顶端与顶部钢套筒4固定连接，竖向弹簧5的底端与底部钢套筒16固定连接，底部钢套筒16与其下方的下部基座6固定连接，该下部基座6能够为A类减振器1的其它部件提供支持力。另外，顶部钢套筒4的顶面与筒形基础的底面固定连接，例如，两者通过焊接的方式固定

连接。底部钢套筒16的底面与下部基座6的顶面固定连接,例如,两者通过焊接的方式固定连接。

[0058] 与现有技术相比,本发明通过设置竖向弹簧5以及利用顶部钢套筒4和底部钢套筒16固定竖向弹簧5,能够实现纵向振动载荷的减振作用。

[0059] 需要注意的是,为了提高筒内减振、抗倾覆装置14的竖向方向上的抗振动性能,本发明的竖向弹簧5的弹性模量为:175~225GPa,屈服强度:1.7~2.0GPa;

[0060] 为了更好的固定竖向弹簧5,本发明的顶部钢套筒4和底部钢套筒16的结构相同,均为底面封底且其内设有第一橡胶内芯10的钢套筒;顶部钢套筒4和底部钢套筒16内侧壁(即钢套筒侧壁41的内侧)均设有若干螺旋状刻槽42,螺旋状刻槽42用于与竖向弹簧5连接;竖向弹簧5的两端通过螺旋状刻槽42与钢套筒内的第一橡胶内芯10连接。

[0061] 具体地,如图4-7所示,本发明的顶部钢套筒4和底部钢套筒16结构相同,两者均为一端开口、另一端封底的圆柱状钢套筒,在圆柱状钢套筒的内壁上设有若干螺旋状刻槽42,螺旋状刻槽42用于与竖向弹簧5连接。

[0062] 与现有技术相比,在圆柱状的顶部钢套筒4和底部钢套筒16内同时嵌有一定厚度的第一橡胶内芯10作为缓冲,配合竖向弹簧5共同起到竖向振动荷载的吸收和传递作用;同时,第一橡胶内芯10还可以减少顶部钢套筒4和底部钢套筒封底43与竖向弹簧5间摩擦造成的磨损,延长其使用寿命。

[0063] 为了保证筒内减振、抗倾覆装置14在下沉过程中不会发生扭转,本发明的B类减振器2的结构和作用均相同;B类减振器2在A类减振器1的基础上增加两组钢铰链9;两组钢铰链9位于B类减振器2的竖向弹簧5的两侧,两组钢铰链结构相同、相互平行且均与B类减振器2的竖向弹簧5平行,两组钢铰链9的一端与筒形基础的基础盖板12固定连接,另一端与对应的下部基座6固定连接;横向弹簧3的数量等于B类减振器2的数量,横向弹簧3的一端与A类减振器1连接,另一端与B类减振器2连接,横向弹簧3用于筒形基础的横向振动荷载的吸收和传递。

[0064] 具体地,参加图2和图4-6,两组钢铰链包括第一组钢铰链和第二组钢铰链,第一组钢铰链和第二组钢铰链相互平行,且设于B类减振器2的竖向弹簧5的两侧,三者平行设置。

[0065] 与现有技术相比,本发明通过设置第一组钢铰链和第二组钢铰链,以及将两组钢铰链的顶部与基础盖板12固定连接,底部与下部基座6固定连接,能够保证筒内减振、抗倾覆装置14在下沉过程中不发生扭转。

[0066] 为了更好的固定A类减振器1和B类减振器2,在本发明中,定义A类减振器1的下部基座6为A类下部基座6,B类减振器2的下部基座6为B类下部基座6;A类下部基座6和B类下部基座6均为由五面钢板构成的、底面开口的正方体状,A类下部基座6和B类下部基座6内均设有中空腔,中空腔内设有第二橡胶内芯8;A类下部基座6的四个侧面钢板中心处开有孔洞7,B类下部基座6靠近A类减振器1的一个侧面钢板中心处同样开有孔洞7;孔洞7直径等于横向弹簧3的外直径;横向弹簧3的一端穿过A类下部基座6的孔洞7并嵌入其内的第二橡胶内芯8中,横向弹簧3的另一端穿过B类下部基座6的孔洞7并嵌入其内的第二橡胶内芯8中,第二橡胶内芯8用于固定横向弹簧3以及起到横向减振作用。

[0067] 需要注意的是,对于同一B类减振器2,任意高度处的两组钢铰链9间的连线垂直于所对应的B类减振器2与A类减振器1间的连线;两组钢铰链9均包括多块尺寸和厚度均相同

的矩形钢板;矩形钢板之间通过销钉93连接;两组钢铰链9的上端设有顶部连接耳92,下端设有底部连接耳94,顶部连接耳92通过焊接固定于基础盖板12的底面上,底部连接耳94通过焊接固定于对应的B类下部基座6上。

[0068] 具体地,如图4-图6所示,本发明的顶部连接耳92和底部连接耳94的形状均为矩形的钢板,矩形的钢板上设有第一销孔,顶部连接耳92的顶面通过焊接的方式与基础盖板12固定连接,底部连接耳94的底面通过焊接与对应的下部基座6固定连接。两组钢铰链9的结构和组成相同,以第一组刚铰链为例,第一组刚铰链包括第一钢板95、第二钢板96、第三钢板97、第四钢板91、第五钢板98和第六钢板99,第一钢板95至第六钢板99均为矩形钢板,该矩形钢板的两端上设有第二销孔,第一钢板95和第二钢板96平行设置且两者的一端与底部连接耳94销接,另一端与第三钢板97的一端销接,第三钢板97的另一端与互相平行的第四钢板91和第五钢板98的一端销接,第四钢板91和第五钢板98的另一端与第六钢板99的一端销接,第六钢板99的另一端与顶部连接耳92销接。

[0069] 与现有技术相比,本发明通过设置上述的两组结构相同的铰链,能够保证筒内减振、抗倾覆装置14在下沉过程中不发生扭转,增强筒型基础的稳定性,减缓筒型基础在振动荷载下的扭转变形。

[0070] 需要强调的是,对于同一B类减振器2,钢铰链9极限压缩后的高度要小于对应的竖向弹簧5极限压缩后的高度,以保证减振器在下沉过程中,钢铰链9不会发生过量压缩变形而锁死。对于同一B类减振器2,钢铰链9极限拉伸后的长度要小于竖向弹簧5极限拉伸后的长度,以保证当钢铰链9发挥抗拔作用时,竖向弹簧5不会因发生过量拉伸变形而断裂。

[0071] 不同钢铰链9及竖向弹簧5的长度依据地基土泥面起伏进行调整,对于B类减振器2,钢铰链9及竖向弹簧5在自然状态下的高度为 $0.1\sim 0.2h$,其中, h 为筒形基础的高度。

[0072] 与现有技术相比,本发明通过将刚铰链和竖向弹簧5控制在上述范围内既可以保证减振效果,又不会对筒形基础增加很大的下沉阻力,从而减小了筒形基础施工的难度。如果刚铰链和竖向弹簧5在自然状态下的高度超过 $0.2h$,则筒形基础在安装施工过程中下沉阻力会较大,可能造成A类减振器1和B类减振器在安装过程中发生失稳,比如扭转变形过大、发生倾斜等等,不利于施工;如果刚铰链和竖向弹簧5在自然状态下的高度低于 $0.1h$,则起不到减振效果。

[0073] 需要说明的是,B类减振器2的空间布置分为单层布置和双层布置,布置数量主要视地基土工程地质条件增减,当地基土工程地质条件较差时应增加B类减振器2布置数量;B类减振器2到A类减振器1直线距离为 $0.15\sim 0.4d$, d 为筒形基础直径;视场地荷载条件增减,当以风荷载为主时,增加B类减振器2到A类减振器1直线距离;当以浪荷载为主时,可减少B类减振器2到A类减振器1直线距离。

[0074] 为减少用于海上风电筒形基础的筒内减振、抗倾覆装置14下沉过程中的阻力,本发明的A类下部基座6和B类下部基座6的设于设有两排平行的泄压孔71,如本发明的图2、图8和图10所示。

[0075] 具体地,本发明的A类下部基座6和B类下部基座6均为矩形体状,在A类下部基座6和B类下部基座6的长度方向上,在下部钢套筒4的两侧设有两排泄压孔71,其中,一排泄压孔71的数量为4-10个,例如,一排泄压孔71的数量为8个。

[0076] 与现有技术相比,本发明通过在A类下部基座6和B类下部基座6上设置泄压孔71,

当筒内减振、抗倾覆装置14下沉时,泥沙和水泥工能够通过泄压孔71,进而减少装置的下沉阻力。

[0077] 需要注意的是,本发明的筒内减振、抗倾覆装置14涉及的钢材均经过防腐处理。

[0078] 本发明的筒型基础的内直径为30-40m,筒型基础的设计高度为12-15m。

[0079] 实施例1

[0080] 在本实例中,场地工程地质条件较好,砂层分布较为稳定,砂层与上覆粉土及粉质黏土互层间的地质界面较为稳定,砂层界面位于泥面下约6.5m,筒形基础设计内直径为30m,筒形基础设计高度为12m。

[0081] 结合图1-10,本实施例用于海上风电筒形基础的筒内减振、抗倾覆装置14,该装置安装于筒形基础内部,固定于基础盖板12下方,包括:A类减振器1、B类减振器2和横向弹簧3。

[0082] 其中,A类减振器1位于筒形基础中心正下方,布置数量为1个。包括两个钢套筒(顶部钢套筒4和底部钢套筒16)、竖向弹簧5及下部基座6;两个钢套筒通过高弹性模量的竖向弹簧5相连;顶部钢套筒4与筒形基础盖板通过焊接相连;底部钢套筒16与下部基座6通过焊接相连;下部基座6由五面钢板及橡胶内芯组成;A类减振器1下部基座6四周的钢板中心均开有孔洞7,B类减振器2下部基座6靠近A类减振器1的一侧钢板中心开有孔洞7;孔洞7直径等于或略大于横向弹簧3的外直径;横向弹簧3穿过孔洞7嵌入橡胶内芯;橡胶内芯除可以固定横向弹簧3外,还起到横向减振作用。

[0083] B类减振器2位于A类减振器1的四周,布置数量为4个,该减振器中心距离A类减振器1中心的直线距离为10m。在A类减振器1部件基础上,增加两组钢铰链9;钢铰链9位于竖向弹簧5两侧,通过焊接分别与上部筒形基础盖板、下部基座6相连;同一个B类减振器2内,钢铰链9极限压缩后的高度要小于竖向弹簧5极限压缩后的高度,且钢铰链9极限拉伸后的长度要小于竖向弹簧5极限拉伸后的长度;每组钢铰链9由6块矩形钢板组成,钢板尺寸相同,为25mm×200mm×900mm;矩形钢板通过铰链相连;钢铰链9上下分别布有连接耳,顶部连接耳92通过焊接固定于筒形基础盖板底部,底部连接耳94通过焊接固定于下部基座6,以保证减振器在下沉过程中不会发生扭转。

[0084] 横向弹簧3高弹性模量的弹簧,其两端分别固定在A类减振器1和B类减振器2,用于横向振动荷载的吸收和传递;布置数量为4个。

[0085] 装置内所有钢材均应做防腐处理。

[0086] 实施例2

[0087] 相较于实施例1中,本实施例中场地工程地质条件较差,设计筒形基础深度内均为强度较低的淤泥质粉质黏土及粉土;场地荷载以风荷载为主,且风荷载值大于实例1;筒形基础设计内直径为60m,筒形基础设计高度为18m。

[0088] 结合图2-9及图11,本实施例与实施例1的区别为:

[0089] 所述B类减振器2内组成钢铰链9的矩形钢板尺寸为25mm×300mm×1500mm;相应竖向弹簧5长度调整至与钢铰链9长度匹配。

[0090] 所述B类减振器2布置数量为8个,围绕着A类减振器1在水平方向上双层布置,即B类减振器2绕A类减振器1形成两个环状;外层的B类减振器2中心到内侧的B类减振器2中心的直线距离为11m,内层的B类减振器2中心距离A类减振器1中心的直线距离为10m;所述高

弹性模量的横向弹簧3布置数量为8个。

[0091] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

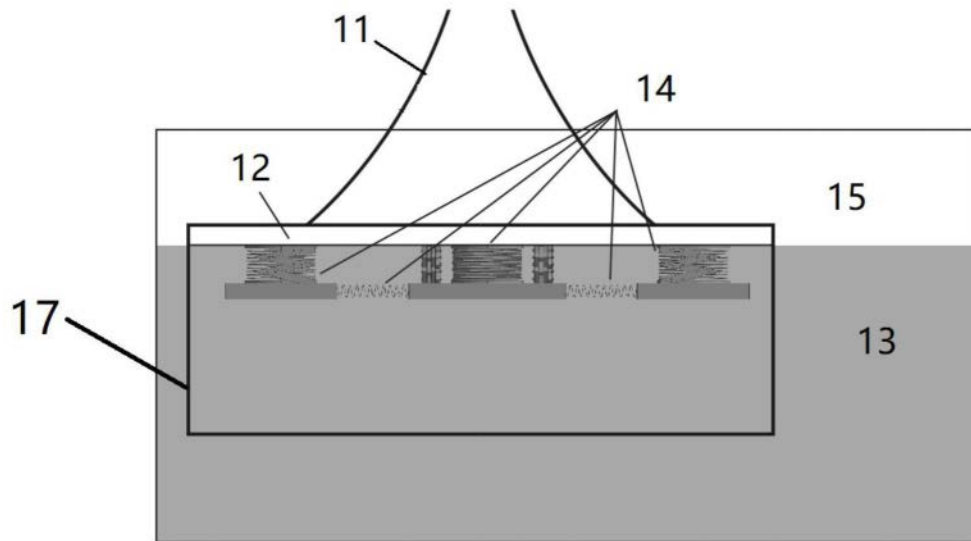


图1

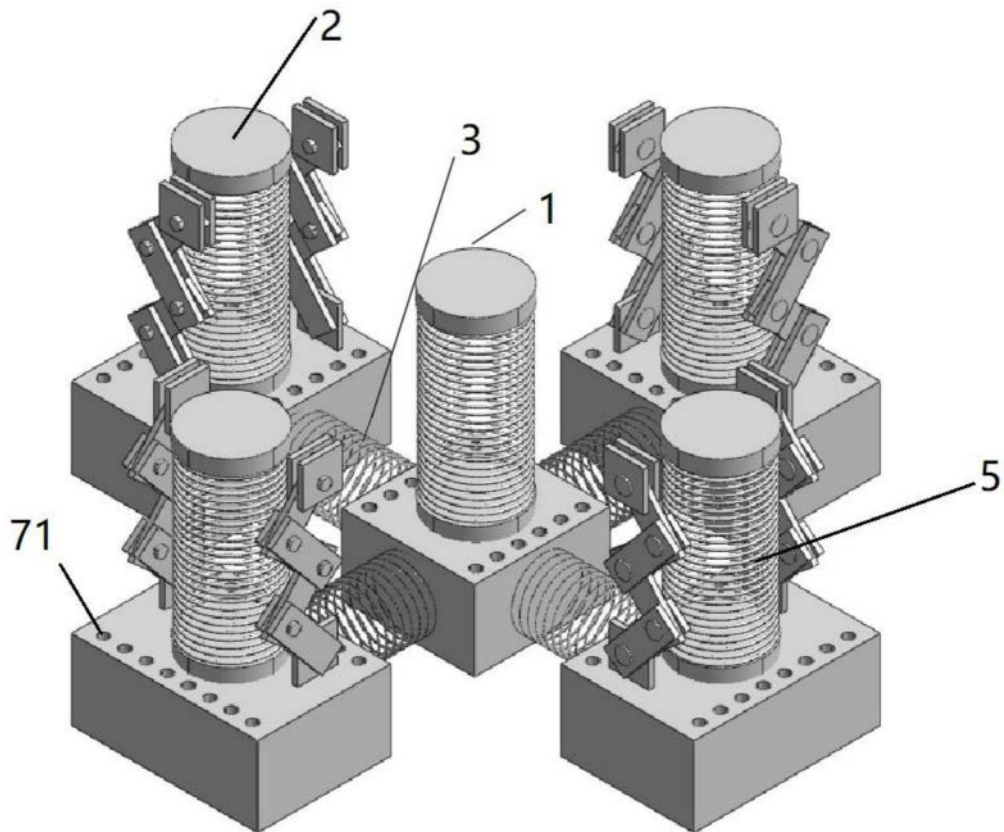


图2

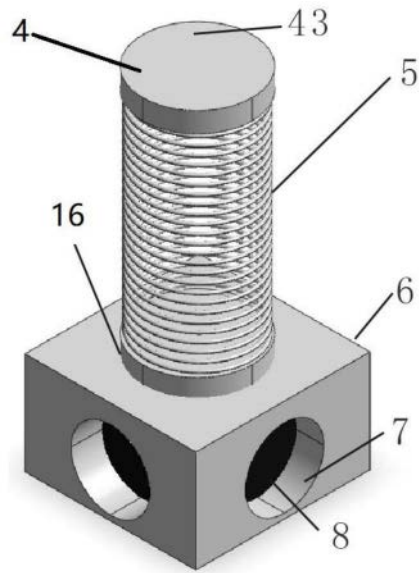


图3

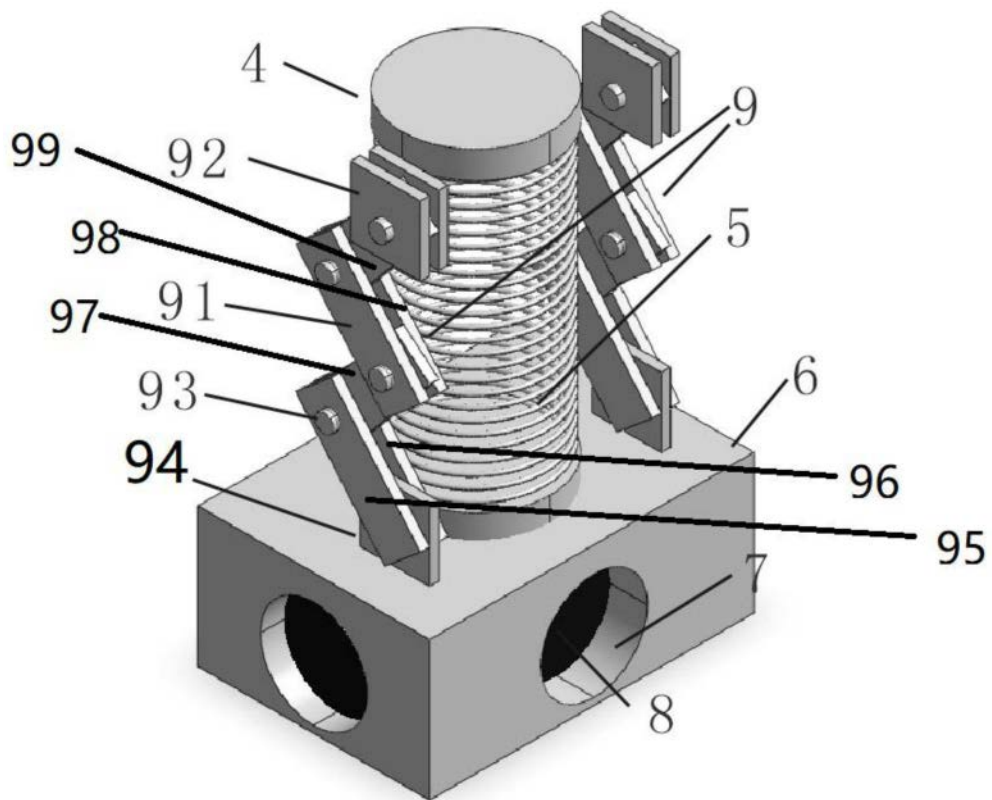


图4

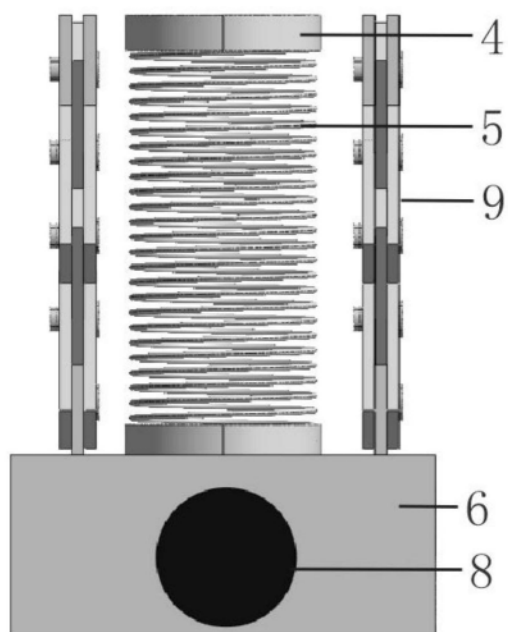


图5

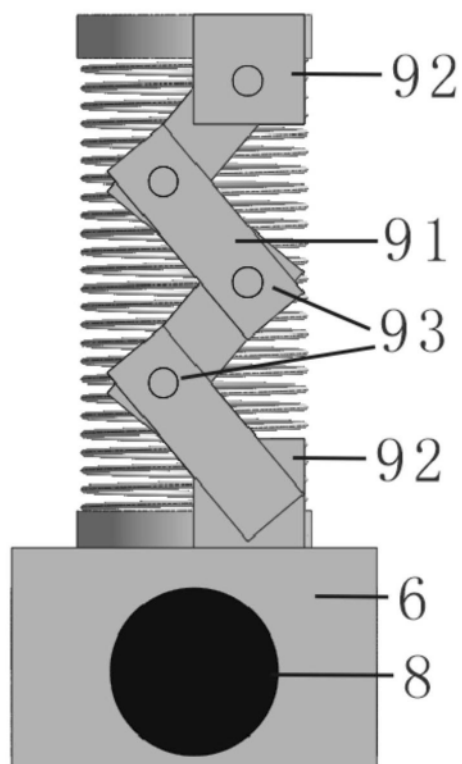


图6

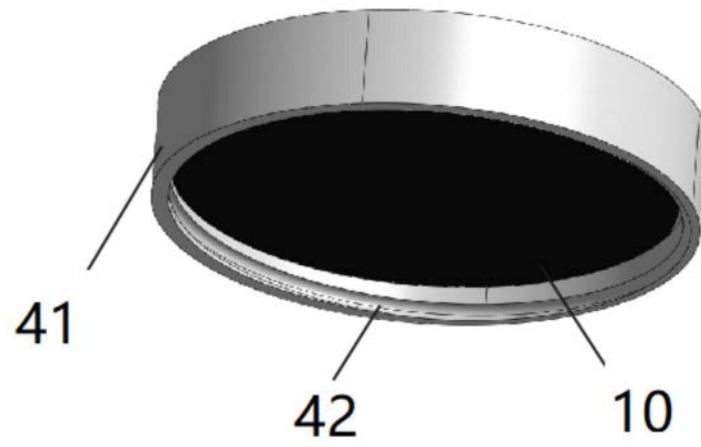


图7

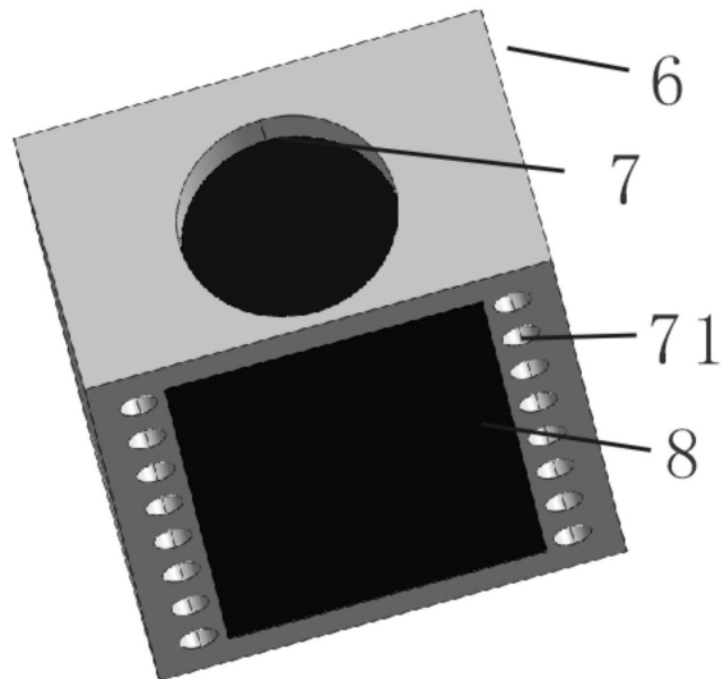


图8

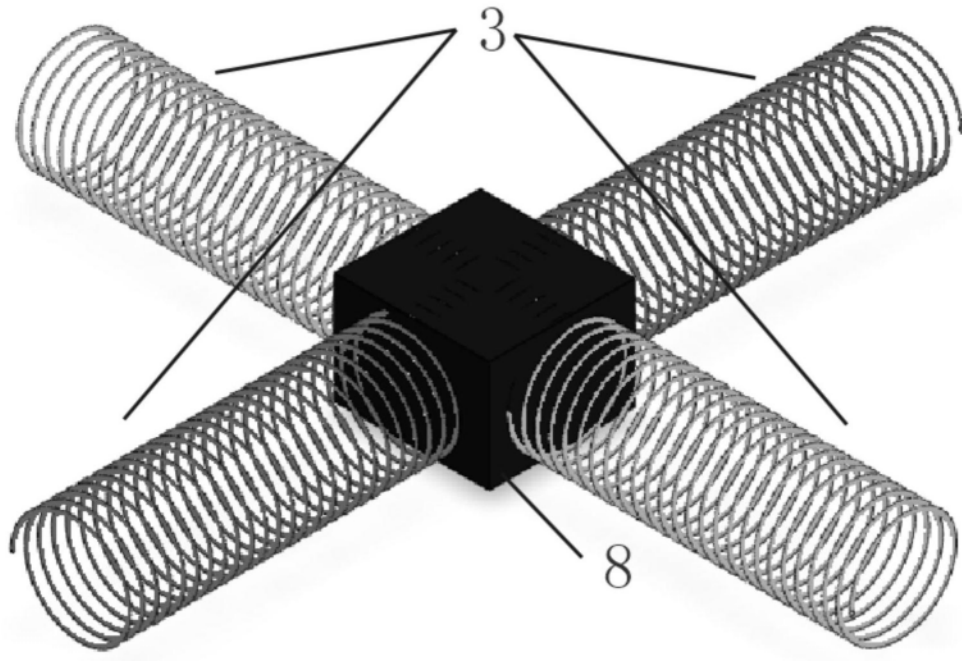


图9

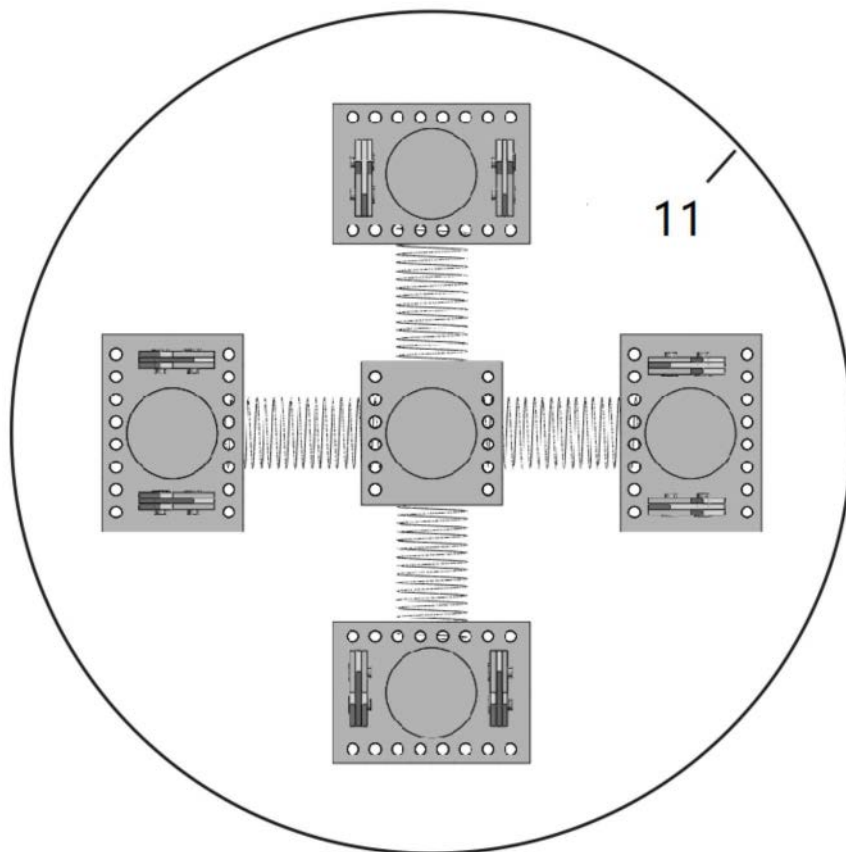


图10

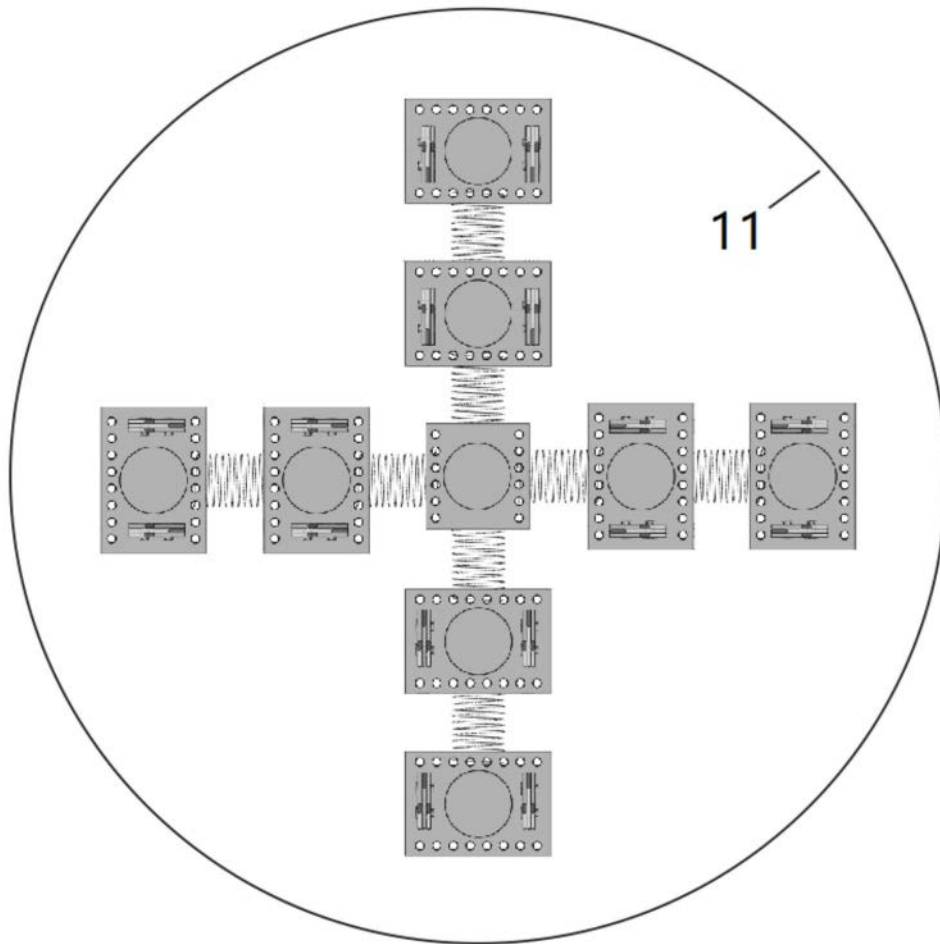


图11