



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115585220 A

(43) 申请公布日 2023. 01. 10

(21) 申请号 202211175739.7

(22) 申请日 2022.09.26

(71) 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72) 发明人 温斌荣 张航 田新亮 彭志科

程正顺 彭棠 骆光进

(74) 专利代理机构 上海旭诚知识产权代理有限公司 31220

专利代理师 郑立

(51) Int. Cl.

F16F 15/06 (2006.01)

F16F 15/28 (2006.01)

F16F 15/03 (2006.01)

F03D 13/20 (2016.01)

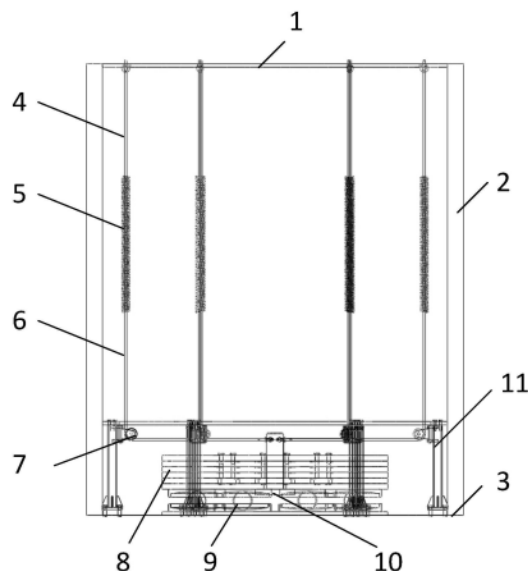
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器

(57) 摘要

本发明公开了一种用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器,包括质量块、至少2个弹性件、电涡流阻尼装置、滚珠装置,所述质量块的一个端面设有牵引杆,每一个所述弹性件的一端与所述牵引杆连接,每一个所述弹性件的另一端与风机塔筒上层平台连接,所述弹性件沿着所述牵引杆的周向均匀设置,所述质量块上与所述牵引杆相对的端面设有所述滚珠装置和所述电涡流阻尼装置,所述滚珠装置、所述电涡流阻尼装置被配置为对所述质量块进行振动能量耗散。本发明可实现对塔筒受任意方向激励入射的全向控制,提升阻尼器在随机的风、海浪载荷作用下的振动控制能力,保证结构稳定性和可靠性。



1. 一种用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器,其特征在于,包括质量块、至少2个弹性件、电涡流阻尼装置、滚珠装置,所述质量块的一个端面设有牵引杆,每一个所述弹性件的一端与所述牵引杆连接,每一个所述弹性件的另一端与风机塔筒上层平台连接,所述弹性件沿着所述牵引杆的周向均匀设置,所述质量块上与所述牵引杆相对的端面设有所述滚珠装置和所述电涡流阻尼装置,所述滚珠装置、所述电涡流阻尼装置被配置为对所述质量块进行振动能量耗散。

2. 如权利要求1所述的用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器,其特征在于,所述质量块包括若干个钢制质量片,所述钢制质量片堆叠,所述钢制质量片通过螺钉紧固。

3. 如权利要求1所述的用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器,其特征在于,所述电涡流装置包括磁钢和阻尼板,所述磁钢通过隔磁钢板固设在所述质量块相对于所述牵引杆的端面上,所述阻尼板相对于所述磁钢沿着远离所述质量块的方向与所述磁钢保持间隙。

4. 如权利要求3所述的用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器,其特征在于,所述阻尼板为具有导电性的合金板。

5. 如权利要求3所述的用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器,其特征在于,所述滚珠装置包括上槽道、滚珠、下槽道,所述上槽道固设在所述质量块相对于所述牵引杆的端面上,所述下槽道固设在所述阻尼板上,所述上槽道与所述下槽道中心对齐,所述滚珠置于所述下槽道内,所述滚珠还与所述上槽道滑动接触。

6. 如权利要求5所述的用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器,其特征在于,所述下槽道内侧具有向所述下槽道中心倾斜的斜度。

7. 如权利要求5所述的用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器,其特征在于,所述下槽道上表面设有环形限位装置,所述限位装置材料为橡胶。

8. 如权利要求5所述的用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器,其特征在于,所述磁钢位于所述质量块的端面的中心,所述上槽道沿所述质量块的端面的圆周方向均匀设置。

9. 如权利要求1所述的用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器,其特征在于,还包括安装支架,所述安装支架包括若干个支撑柱和环肋,所述支撑柱与所述弹性件一一对应设置,所述支撑柱之间通过环肋连接,所述支撑柱被配置为改变所述弹性件的走向。

10. 如权利要求9所述的用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器,其特征在于,所述弹性件包括第一钢丝绳、弹簧、第二钢丝绳,所述支撑柱上设有滑轮,所述弹簧的两端分别连接所述第一钢丝绳、所述第二钢丝绳,所述第一钢丝绳与所述风机塔筒上层平台连接,所述第二钢丝绳与所述牵引杆连接,所述第一钢丝绳或所述第二钢丝绳绕过所述滑轮。

一种用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器

技术领域

[0001] 本发明涉及风电技术领域,尤其涉及一种用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器。

背景技术

[0002] 调谐质量阻尼器(TMD)是一种装入结构内用以减少结构在外部激励作用下结构振动的装置,其工作原理与动力吸振器类似,调谐质量阻尼器由质量块、弹簧以及阻尼组成,结合待减振结构的模态特性,通过对阻尼器构型和各特征参数进行设计,可实现更优的减振效果,现已被广泛应用到高楼、桥梁等建筑结构物中。

[0003] 风机塔筒作为风力发电机的重要结构构件之一,其高耸、细长的结构特征使得环境荷载对塔筒的作用更加显著,通过对风机塔筒安装调谐质量阻尼器可有效控制塔筒结构的振动水平。然而,风力发电机内部空间非常有限,且塔筒的一阶固有频率通常相对较低,若需对一阶振型进行控制将对质量块的总重和摆幅提出较高要求,故传统的摆式调谐质量阻尼器受体积、布放空间等影响不再适用于风机塔筒的振动控制,需提供一种更适用于风机塔架狭小空间的阻尼装置。除此之外,现有的风机调谐质量阻尼器大多通过设置导轨,将振子受力分解到了正交轨道上实现在轨道上的运动,而通常风机塔架受到的激励载荷是任意的,此设计将降低阻尼器对风机受非正交方向上的激励载荷的控制。因此,针对风机塔架结构特征,提供一种适用于风电机组的具有高减振效率的调谐质量阻尼器具有重要意义。

[0004] 现有技术中,公开号为CN113802712A的中国发明专利公开了一种风电用单自由度电涡流调谐质量阻尼器及阻尼系统,该阻尼器包括质量块、电涡流导体板、直线导轨等,将两个所述阻尼器的直线导轨正交设置,能够对风电发电塔水平面两个方向的振动均进行减振,且通过将两个阻尼器的竖向间隔布置,可节省安装空间。但是,上述阻尼器质量块仅可在制定的正交滑轨上运动,当塔架受到正交方向上的激励载荷时,使得质量块所受载荷需被分解至导轨两个方向,于是就降低了阻尼器的减振效率,无法实现全向控制,而两套阻尼系统的安装也增加了阻尼器的制造成本。

[0005] 因此,本领域的技术人员致力于提供一种用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器,适用于风机塔架内部的狭小空间,具有全向控制能力,提升风机塔架的稳定性。

发明内容

[0006] 有鉴于现有技术上的缺陷,本发明所要解决的技术问题是如何提供一种提升风机塔架稳定性的全向控制调谐质量阻尼器。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供了一种用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器,包括质量块、至少2个弹性件、电涡流阻尼装置、滚珠装置,所述质量块的一个端面设有牵引杆,每一个所述弹性件的一端与所述牵引杆连接,每一个所述弹性件的另一端与风机塔筒上层平台连接,所述弹性件沿着所述牵引杆的周向均匀设置,所述质量块上与所述牵引杆相对的端面设有所述滚珠装置和所述电涡流阻尼装置,所述滚珠装置、所述电涡流阻尼装

置被配置为对所述质量块进行振动能量耗散。

[0008] 优选地,所述质量块包括若干个钢制质量片,所述钢制质量片堆叠,所述钢制质量片通过螺钉紧固。

[0009] 进一步地,所述电涡流装置包括磁钢和阻尼板,所述磁钢通过隔磁钢板固设在所述质量块相对于所述牵引杆的端面上,所述阻尼板相对于所述磁钢沿着远离所述质量块的方向与所述磁钢保持间隙。

[0010] 优选地,所述阻尼板为具有导电性的合金板。

[0011] 进一步地,所述滚珠装置包括上槽道、滚珠、下槽道,所述上槽道固设在所述质量块相对于所述牵引杆的端面上,所述下槽道固设在所述阻尼板上,所述上槽道与所述下槽道中心对齐,所述滚珠置于所述下槽道内,所述滚珠还与所述上槽道滑动接触。

[0012] 进一步地,所述下槽道内侧具有向所述下槽道中心倾斜的斜度。

[0013] 优选地,所述下槽道上表面设有环形限位装置,所述限位装置材料为橡胶。

[0014] 优选地,所述磁钢位于所述质量块的端面的中心,所述上槽道沿所述质量块的端面的圆周方向均匀设置。

[0015] 优选地,还包括安装支架,所述安装支架包括若干个支撑柱和环肋,所述支撑柱与所述弹性件一一对应设置,所述支撑柱之间通过环肋连接,所述支撑柱被配置为改变所述弹性件的走向。

[0016] 进一步地,所述弹性件包括第一钢丝绳、弹簧、第二钢丝绳,所述支撑柱上设有滑轮,所述弹簧的两端分别连接所述第一钢丝绳、所述第二钢丝绳,所述第一钢丝绳与所述风机塔筒上层平台连接,所述第二钢丝绳与所述牵引杆连接,所述第一钢丝绳或所述第二钢丝绳绕过所述滑轮。

[0017] 本发明至少具有如下有益技术效果:

[0018] 1、本发明提供的用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器,可实现对塔筒受任意方向激励入射的全向控制,进而提升阻尼器在随机的风、海浪载荷作用下的振动控制能力,保证结构稳定性和可靠性。

[0019] 2、本发明提供的用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器,通过设置滚珠装置,当塔筒发生动力学响应时,质量块可向各个方向发生滑动,提高了阻尼器的减振效率。

[0020] 3、本发明提供的用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器,弹簧可横向或竖向设置,充分适应风机内部的狭小空间;支架均为可拆卸结构,方便阻尼器的安装与更换。

[0021] 以下将结合附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果作进一步说明,以充分地了解本发明的目的、特征和效果。

附图说明

[0022] 图1是本发明的用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器的主视图;

[0023] 图2是本发明的用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器的俯视图;

[0024] 图3是本发明的用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器的质量块结构示意图;

[0025] 图4是本发明的用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器的电涡流阻尼装置结构示意图;

[0026] 图5是本发明的用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器的安装支架示意图;

[0027] 图6是本发明的用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器的支撑柱示意图;

[0028] 图7是本发明的用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器的弹性件等效刚度示意图。

[0029] 图中,1-塔筒上层平台,2-塔壁,3-塔筒阻尼器安装平台,4-第一钢丝绳,5-弹簧,6-第二钢丝绳,7-定滑轮,8-质量块,9-滚珠装置,10-电涡流阻尼装置,11-安装支架,12-牵引杆,13-吊环螺钉,14-质量片,15-紧固螺钉,16-上槽道,17-下槽道,18-滚珠,19-隔磁钢板,20-磁钢,21-阻尼板,22-环肋,23-支撑柱,24-肋板,25-第一螺钉,26-第二螺钉。

具体实施方式

[0030] 以下介绍本发明的优选实施例,使其技术内容更加清楚和便于理解。本发明可以通过许多不同形式的实施例来得以体现,本发明的保护范围并非仅限于文中提到的实施例。

[0031] 在附图中,结构相同的部件以相同数字标号表示,各处结构或功能相似的组件以相似数字标号表示。附图所示的每一组件的尺寸和厚度是任意示出的,本发明并没有限定每个组件的尺寸和厚度。为了使图示更清晰,附图中有些地方适当夸大了部件的厚度。

[0032] 本发明提供了一种用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器,安装在风机塔筒内部,用于控制但不限于塔筒一阶结构振动,当风机塔筒受到实际风载荷或海浪载荷作用时,风机塔筒发生动力学响应,进而偏移平衡位置发生振动,此时本发明的阻尼器内的质量块将随着塔筒运动,通过滚珠装置在槽道内发生相对于塔筒的运动,在质量块运动过程中,质量块偏移平衡位置,各弹性件将发生变形,并为质量块共同提供了弹性力,同时当质量块运动时,质量块底部磁钢与阻尼板间发生相对运动,阻尼板内能够产生涡流并为质量块提供阻尼力,当质量块重量、所受弹性力以及阻尼力达到最优化控制参数,阻尼器固有频率与塔筒一阶振动频率保持一致时,可实现对风机塔筒结构的一阶振动控制。

[0033] 如图1和图2所示,本实施例的用于风电机组的全向控制调谐质量阻尼器包括质量块8、弹性件、电涡流阻尼装置10、滚珠装置9。弹性件的一端与质量块8的上端面连接,弹性件的另一端与塔筒上层平台1连接,电涡流阻尼装置10和滚珠装置9设于质量块8的底部,由电涡流阻尼装置10为质量块8提供阻尼力,由弹性件为质量块8和风机塔筒提供弹性力,由滚珠装置9支撑质量块8,实现质量块8的相对运动。

[0034] 具体地,如图3和图4所示,质量块8由多块质量片14相互叠加而成,整体呈圆柱体状,其截面与风机塔筒截面保持一致,以提高空间利用率。质量片14的材质为高碳钢板或其他高密度合金,以保证质量块8具有大质量的同时而体积较小,节省阻尼器布置空间。质量片14之间不发生相对运动,各质量片14之间通过紧固螺钉15紧固连接,可根据实际需要调整质量片14的数量,以调整质量块8的质量。质量块8的上表面设有牵引杆12,牵引杆12的周向设有吊环螺钉13,通过吊环螺钉13实现质量块8与弹性件的连接。

[0035] 如图1所示,弹性件包括第一钢丝绳4、弹簧5、第二钢丝绳6,弹簧5的两端分别与第一钢丝绳4、第二钢丝绳6连接,第二钢丝绳6的另一端连接至牵引杆12上的吊环螺钉13,第一钢丝绳4的另一端连接至塔筒上层平台1。

[0036] 弹性件的数量为多个,牵引杆12上的吊环螺钉13的数量与弹性件的数量相同,使每一个弹性件均与牵引杆12连接,并且弹性件沿着牵引杆12的圆周方向均匀分布。如图2所

示,本实施例中,弹性件的数量为6个,在牵引杆12的圆周方向,相邻的两个弹性件之间的间隔为 60° ,且6个弹性件的参数均相同。

[0037] 如图3和图4所示,电涡流阻尼装置10包括磁钢20、阻尼板21,质量块8的最下层为隔磁钢板19,磁钢20固定在隔磁钢板19的下表面,阻尼板21位于磁钢20的下方,并且与磁钢20保持一定的间隙,阻尼板21通过螺钉固定在塔筒阻尼器安装平台3上。通过调整磁钢20与阻尼板21之间的间隙,可以调整质量块8所受的阻尼力大小。阻尼板21为具有导电性的合金板,当磁钢20随质量块8与阻尼板21产生相对运动时,阻尼板21中将产生感应电涡流,电涡流与原磁场相互作用,产生阻碍磁钢20与阻尼板21相对运动的阻尼力,同时,阻尼板21由于电磁感应产生的电能通过阻尼板21的电阻转换为热能耗散,从而将发电塔的振动速度和振动位移有效降低。

[0038] 滚珠装置9包括上槽道16、下槽道17、滚珠18,上槽道16设在质量块8的下表面,下槽道17设在阻尼板21上,上槽道16和下槽道17中心对齐,滚珠18置于下槽道17内,并且能够相对于上槽道16滑动,由此实现质量块8在滚珠18作用下在上槽道16、下槽道17内发生全向运动。当塔筒受到任意方向激励时,质量块8在滚珠18作用下的全向运动对振动进行全向控制。下槽道17内设有向中心凹陷的弧度,使得质量块8具备向槽道中心运动的恢复力,保证质量块8在受激后回复到平衡位置;下槽道17的弧度可根据塔筒振动控制需求进行调整。

[0039] 本实施例中,磁钢20位于质量块8的下表面中心,上槽道16、下槽道17沿着质量块8的下表面的圆周方向均匀分布。下槽道17的上表面设置有环形限位装置,环形限位装置的材料为橡胶。磁钢20选择钕铁硼永磁材料,滚珠18选择高强度合金材料,上槽道16、下槽道17与滚珠18接触的一侧保持光滑,减少滚珠18滑动时的摩擦力。

[0040] 如图1和图5所示,本实施例中还包括安装支架11,安装支架11由多个支撑柱23和环肋22连接而成,安装支架11位于塔壁2的内侧。支撑柱23的数量与弹性件的数量相同,支撑柱23通过第二螺钉26固设在塔筒阻尼器安装平台3上。如图6所示,支撑柱23的上端通过第一螺钉25连接有定滑轮7,弹性件的第一钢丝绳4或者第二钢丝绳6绕过定滑轮7,使弹性件呈现水平和竖直的两段,并且可以使弹簧5呈水平或者竖直状态。

[0041] 本实施例中,环肋22可以由风机塔筒自身环肋改装或加建;支撑柱23的下端设置有肋板24,以提高支撑柱23的强度和结构稳定性。通过螺钉连接,使安装支架11为可拆卸结构,方便阻尼器整体的安装与拆卸维护。

[0042] 如图7所示为当质量块8上布设6个弹性件时阻尼器受到的等效弹簧力,为了实现振动的全向控制,通过在多方向加装弹簧以实现在各个方向上受到更为均匀的弹簧力,经计算无阻尼情况下,运动归一化后,幅值0.2范围内,刚度变化范围不超过设计刚度的10%,参数变化相对稳定,可实现任意方向上的刚度设计。

[0043] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解,本领域的普通技术无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到。

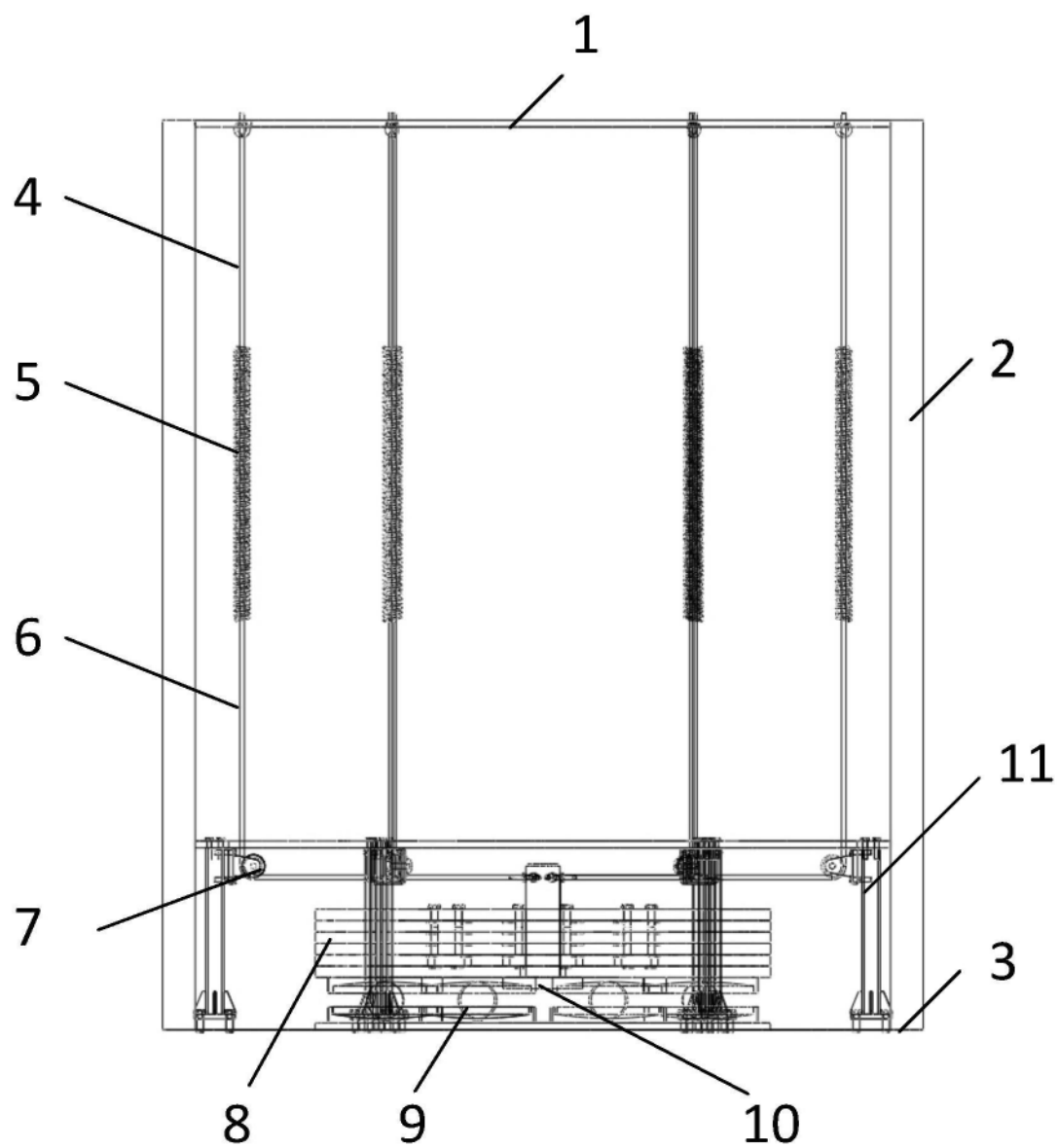


图1

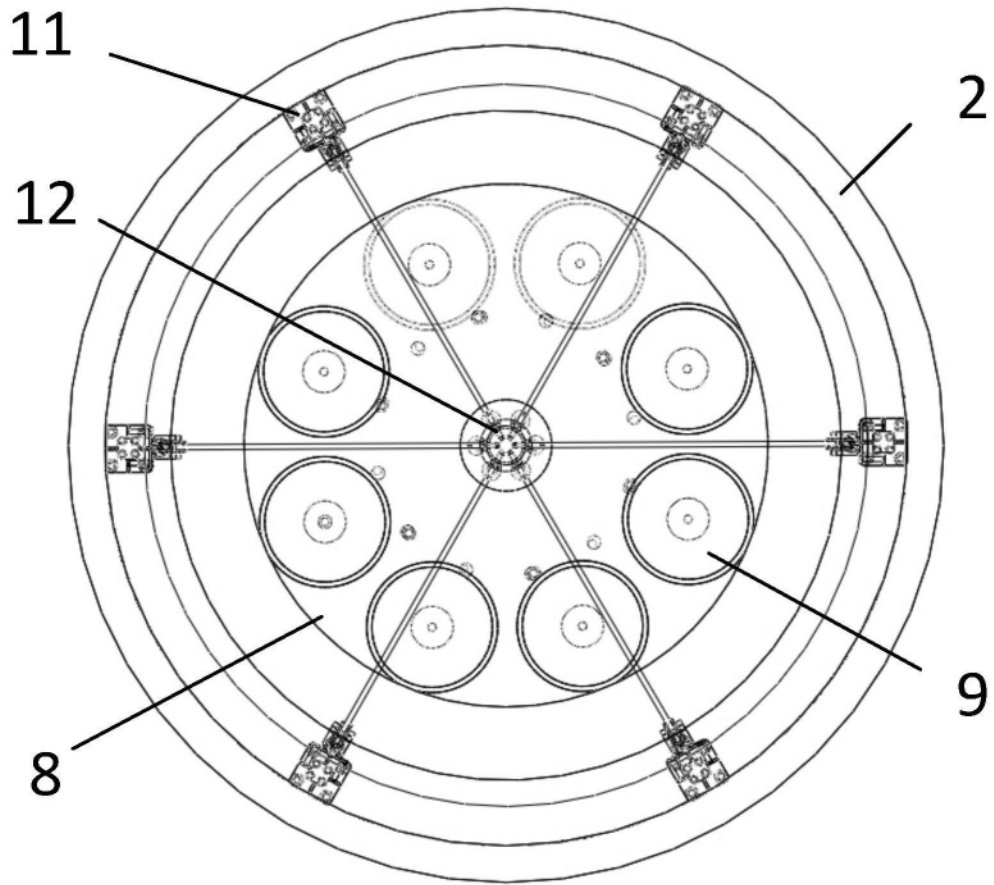


图2

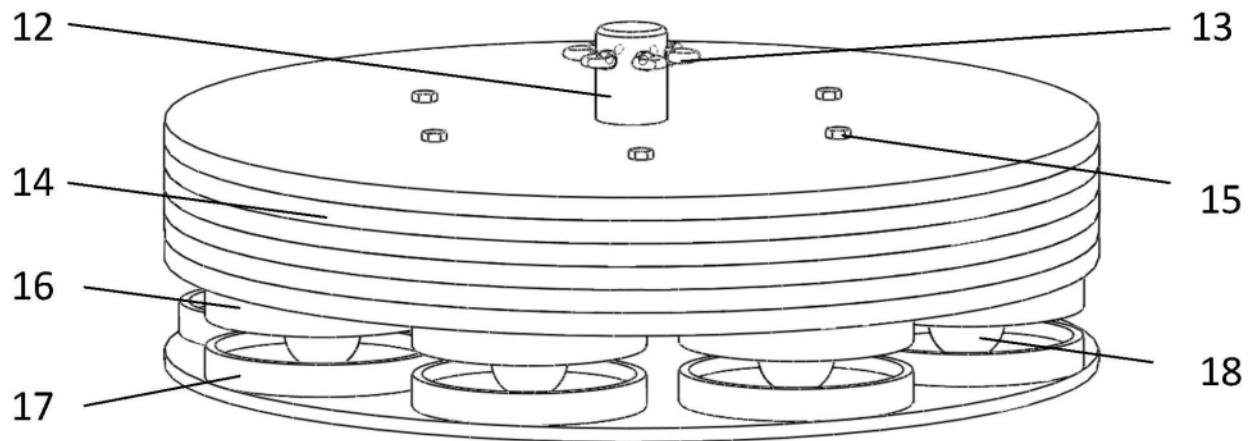


图3

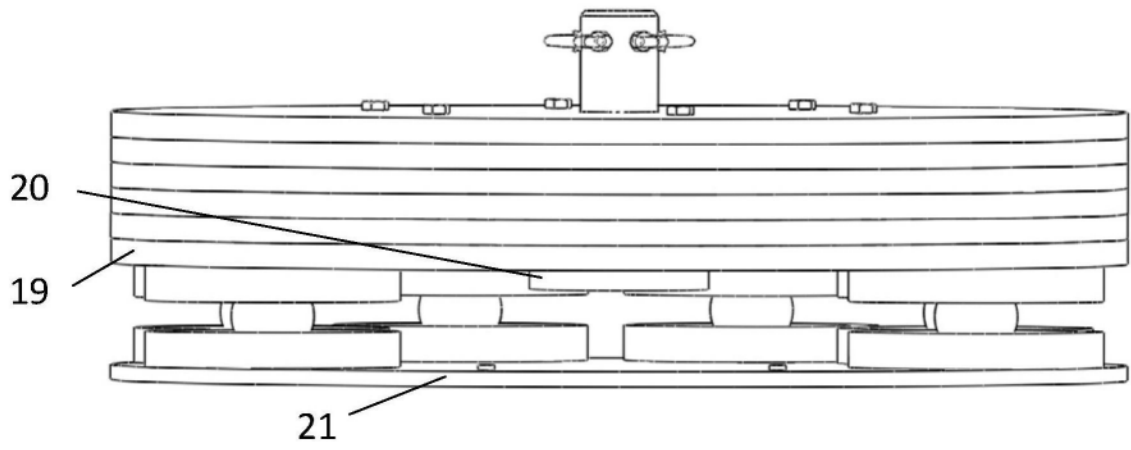


图4

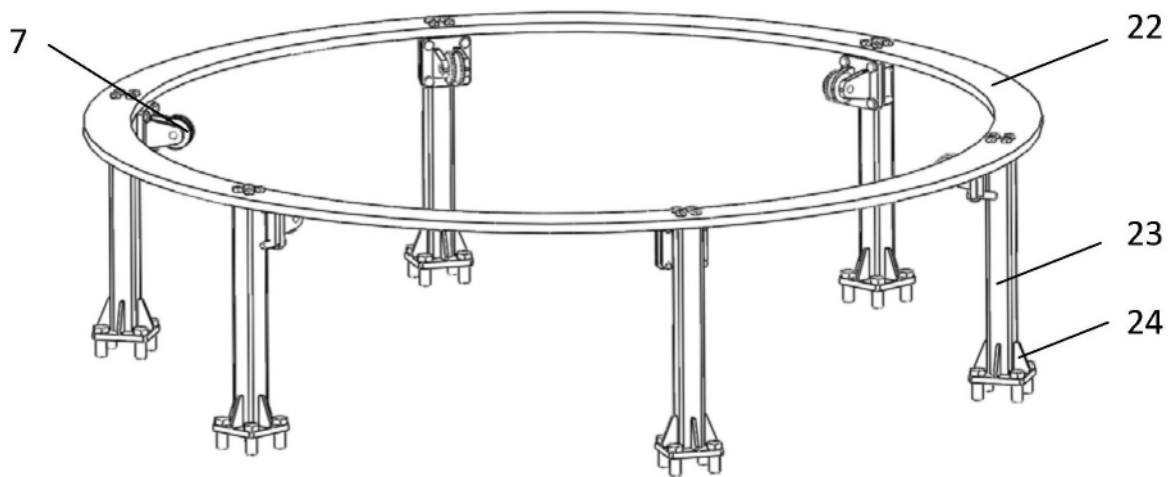


图5

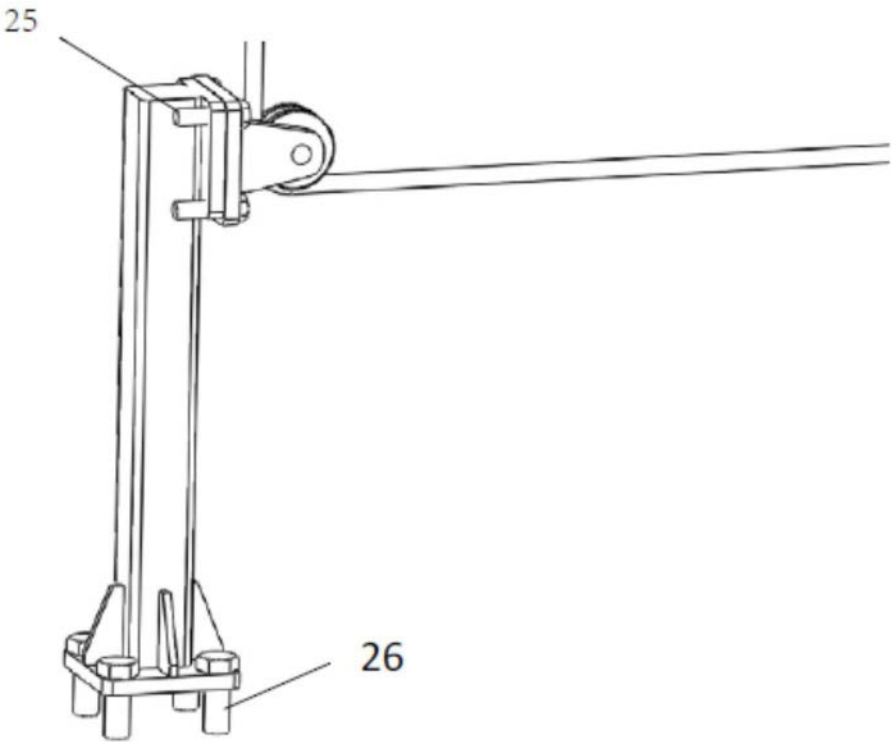


图6

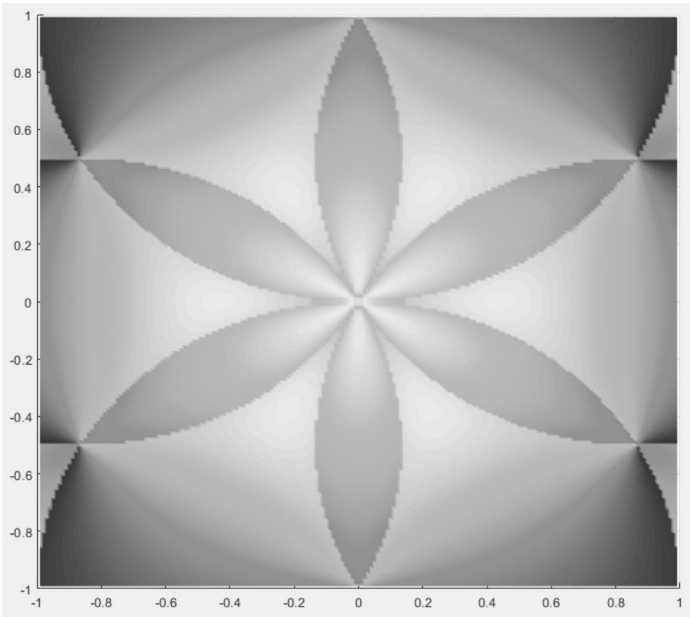


图7