



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110528949 A

(43)申请公布日 2019.12.03

(21)申请号 201910738237.2

(22)申请日 2019.08.12

(71)申请人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

(72)发明人 鲁正 荣坤杰 汪晏

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 顾艳哲

(51)Int.Cl.

E04H 9/02(2006.01)

E04B 1/98(2006.01)

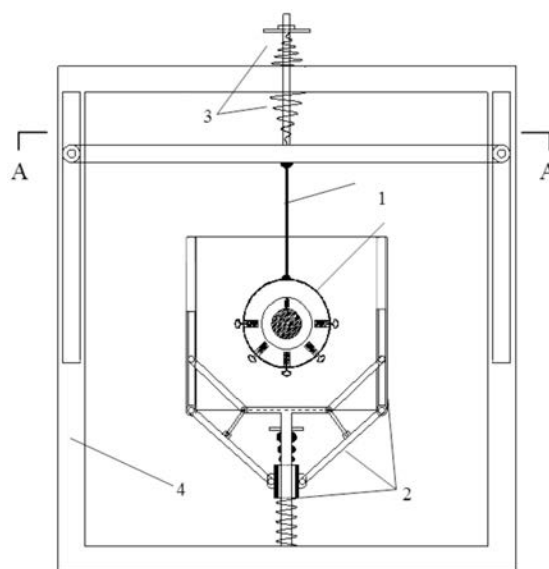
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54)发明名称

一种多重耗能碰撞型调谐质量阻尼器

(57)摘要

本发明涉及一种多重耗能碰撞型调谐质量阻尼器,包括:外围支撑单元,该外围支撑单元为设有容置空腔的壳体结构;竖向振动单元,固定设于所述外围支撑单元的上端;及悬挂调谐质量阻尼单元,位于所述容置空腔内,包括:一外质量球,中心设有球形空腔,其上端通过连接件连接于所述竖向振动单元下部;一内质量球,通过弹性件悬挂于所述外质量球的球形空腔内;及多个碰撞耗能头,活动设于所述外质量球上,所述碰撞耗能头与外质量球之间设置弹性耗能件。本发明具有多重碰撞非线性耗能特点,对高层建筑结构在地震与风荷载作用下动力响应的抑制效果显著,适用于具有空间局限性的结构,抑振效果显著,具有良好的经济与社会效益。



1. 一种多重耗能碰撞型调谐质量阻尼器,其特征在于,包括:
外围支撑单元,该外围支撑单元为设有容置空腔的壳体结构;
竖向振动单元,固定设于所述外围支撑单元的上端;及
悬挂调谐质量阻尼单元,位于所述容置空腔内,包括:
一外质量球,中心设有球形空腔,其上端通过连接件连接于所述竖向振动单元下部;
一内质量球,通过弹性件悬挂于所述外质量球的球形空腔内;及
多个碰撞耗能头,活动设于所述外质量球上,所述碰撞耗能头与外质量球之间设置弹性耗能件。
2. 根据权利要求1所述的一种多重耗能碰撞型调谐质量阻尼器,其特征在于,所述竖向振动单元包括支撑杆和套设于所述支撑杆上的竖向弹簧组件,所述支撑杆下端活动套设一悬挂连接板,所述外质量球通过摆线与所述悬挂连接板铰接。
3. 根据权利要求2所述的一种多重耗能碰撞型调谐质量阻尼器,其特征在于,所述容置空腔的内壁设有滑槽,所述悬挂连接板的端部设有滑块,所述悬挂连接板端部设于所述滑槽内并沿所述滑槽上下滑动。
4. 根据权利要求3所述的一种多重耗能碰撞型调谐质量阻尼器,其特征在于,所述悬挂连接板为十字型连接板。
5. 根据权利要求1所述的一种多重耗能碰撞型调谐质量阻尼器,其特征在于,所述的外质量球和内质量球的总质量占主结构质量的1%~5%。
6. 根据权利要求1所述的一种多重耗能碰撞型调谐质量阻尼器,其特征在于,所述外围支撑单元为圆柱形筒体结构。
7. 根据权利要求1所述的一种多重耗能碰撞型调谐质量阻尼器,其特征在于,所述碰撞耗能头的外端呈蘑菇状,外包一层橡胶材料。
8. 根据权利要求1所述的一种多重耗能碰撞型调谐质量阻尼器,其特征在于,所述弹性件及弹性耗能件均为弹簧,由形状记忆合金材料制成。
9. 根据权利要求1所述的一种多重耗能碰撞型调谐质量阻尼器,其特征在于,所述碰撞耗能头间隔30-60度均匀布置在所述外质量球表面。

一种多重耗能碰撞型调谐质量阻尼器

技术领域

[0001] 本发明属于土木工程结构振动控制领域,具体涉及一种多重耗能碰撞型调谐质量阻尼器。

背景技术

[0002] 随着社会经济的高速发展,建筑结构体型日益增大,由高层建筑向超高层建筑结构方向不断延伸。与此同时,地震作用和风荷载等对高层建筑的威胁与日俱增。近年来,历次大地震与风灾中,结构发生倒塌破坏的事故时有发生,经济损失难以估量。因此,结构减振技术的研发与应用是必然的趋势。

[0003] 被动控制技术具有成熟、性价比高、可靠度高且易于维护的特点,被广泛应用于结构减振。其中,碰撞阻尼器和悬挂质量摆阻尼器是两种常见的减振控制装置,实践检验中发现存在诸多明显的缺陷:1)碰撞阻尼器本身质量过大,对主体结构产生不利的影响;2)碰撞过程中存在噪声污染问题;3)悬挂质量摆阻尼器单一调谐功能缺乏能量耗散机制;4)单一调谐装置对控制频率的精确度要求极高,减振频带窄。

[0004] 专利CN206681188U公开了一种悬吊式调谐质量阻尼器,包括悬吊管和阻尼器体,悬吊管的上端铰接在建筑主体结构上,悬吊管的下端连接阻尼器体,建筑主体结构上固定有限位套,阻尼器体置于位于限位套内,阻尼器体呈球形,且悬吊管的上端固定阻尼器体的顶部,阻尼器体设置有阻尼器内腔,阻尼器内腔内设置有若干个用于消能的耗能颗粒,但该阻尼器无法进行多重碰撞非线性耗能,对高层建筑结构在地震与风荷载作用下动力响应的抑制效果作用有限。

发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了解决上述问题而提供一种多重耗能碰撞型调谐质量阻尼器,本发明阻尼器具有多重碰撞非线性耗能特点,对高层建筑结构在地震与风荷载作用下动力响应的抑制效果显著,在传统调谐质量阻尼器的基础之上引入非线性,从而增加耗能,大幅度提高阻尼器的减振效率。

[0006] 本发明的目的通过以下技术方案实现:

[0007] 一种多重耗能碰撞型调谐质量阻尼器,包括:

[0008] 外围支撑单元,该外围支撑单元为设有容置空腔的壳体结构;

[0009] 竖向振动单元,固定设于所述外围支撑单元的上端;及

[0010] 悬挂调谐质量阻尼单元,位于所述容置空腔内,包括:

[0011] 一外质量球,中心设有球形空腔,其上端通过连接件连接于所述竖向振动单元下部;

[0012] 一内质量球,通过弹性件悬挂于所述外质量球的球形空腔内;及

[0013] 多个碰撞耗能头,活动设于所述外质量球上,所述碰撞耗能头与外质量球之间设置弹性耗能件。

[0014] 进一步地,所述竖向振动单元包括支撑杆和套设于所述支撑杆上的竖向弹簧组件,所述支撑杆下端活动套设一悬挂连接板,所述外质量球通过摆线与所述悬挂连接板铰接。

[0015] 进一步地,所述容置空腔的内壁设有滑槽,所述悬挂连接板的端部设有滑块,所述悬挂连接板端部设于所述滑槽内并沿所述滑槽上下滑动。

[0016] 进一步地,所述悬挂连接板为十字型连接板。

[0017] 进一步地,所述的外质量球和内质量球的总质量占主结构质量的1%~5%。

[0018] 进一步地,所述外围支撑单元为圆柱形筒体结构。

[0019] 进一步地,所述碰撞耗能头的外端呈蘑菇状,外包一层橡胶材料。

[0020] 进一步地,所述弹性件及弹性耗能件均为弹簧,由形状记忆合金材料制成。

[0021] 进一步地,所述碰撞耗能头间隔30-60度均匀布置在所述外质量球表面。

[0022] 本发明具体工作原理为:

[0023] 对于结构竖向振动,阻尼器通过竖向振动单元发挥作用,此时悬挂调谐质量阻尼单元上下运动,当运动幅度足够大时,质量球表面的碰撞耗能头碰撞外部限位装置,通过碰撞将输入到结构的竖向振动能量耗散;

[0024] 对于结构水平方向的振动,引起阻尼器的水平运动,此时悬挂调谐质量阻尼单元水平方向摆动,当激励较小时,外质量球摆动幅度较小,仅引起内质量球的摆动,通过“球中球”双重调谐单一碰撞来耗散能量;当激励较大时,外质量球的摆幅增大,内外质量球碰撞的同时,外质量球与外部的限位装置发生碰撞,此时双重碰撞与双重调谐共同作用,减振效果进一步提高。

[0025] 与现有技术相比,本发明提供了一种碰撞型调谐质量阻尼器,一方面悬挂调谐质量阻尼器结合竖向振动单元实现空间减振功能;另一方面,借助“球中球”实现双重调谐,利用球与球之间和球与限位装置之间的碰撞实现多重耗能功能。

[0026] 本发明的阻尼器具有多重碰撞非线性耗能特点,对高层建筑结构在地震与风荷载作用下动力响应的抑制效果显著,具体优点为:

[0027] 1、本发明通过竖向振动单元与悬挂调谐质量阻尼器单元实现空间减振,全方位的控制结构动力响应,且空间减振仅使用一个质量单元,有效减轻结构的负担;

[0028] 2、本发明借助“球中球”实现双重质量调谐机制,内球与外球碰撞,外球与限位装置之间通过消能装置的碰撞耗能,进而实现多重非线性碰撞耗能功能,大幅提高阻尼器的减振效果;

[0029] 3、本发明装置工作行程较传统调谐质量阻尼器更小,适用于具有空间局限性的结构,工作原理明确,抑振效果显著,具有良好的经济与社会效益。

附图说明

[0030] 图1为实施例阻尼器的整体结构示意图;

[0031] 图2为图1的A-A剖面图;

[0032] 图3实施例悬挂调谐质量阻尼单元的结构示意图;

[0033] 图4为图3的B-B剖面图;

[0034] 图5为限位装置的结构示意图;

[0035] 图6为图5的C-C剖面图；

[0036] 图7为限位板的连接示意图；

[0037] 图8为竖向振动单元的结构示意图；

[0038] 图中：1-悬挂调谐质量阻尼单元、2-限位装置，2-1-限位板、2-2-固定底盘、2-3-扇形活动边缘板、2-4-复位滑块、2-5-支撑构件、2-6-转换杆件、2-7-复位弹簧、2-8-固定杆件、2-9-阻挡件，3-竖向振动单元、4-外围支撑单元；1-1-外质量球、1-2-内质量球、1-3-内球悬挂弹簧、1-4-碰撞耗能头、1-5-消能弹簧、1-6-十字型悬挂连接板，3-1-竖向弹簧组件，4-1-外围保护筒体。

具体实施方式

[0039] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0040] 实施例

[0041] 一种多重耗能碰撞型调谐质量阻尼器，如图1，由悬挂调谐质量阻尼单元1，竖向振动单元3及外围支撑单元4组成，主要包括外质量球1-1、内质量球1-2、内球悬挂弹簧1-3、碰撞耗能头1-4、消能弹簧1-5、十字型悬挂连接板1-6，竖向弹簧组件3-1，外围保护筒体4-1。

[0042] 参照图2-4，本实施例中，外质量球1-1为厚球壳，壳体内质量球1-2通过悬挂弹簧1-3连接，球壳下半部分间隔45度位置安装碰撞耗能头1-4，其通过消能弹簧1-5与球壳内部连接，质量球整体通过铰链与十字型悬挂连接板1-6连接，组成悬挂调谐质量摆阻尼单元，主要控制水平方向的振动。外质量球1-1和内质量球1-2，两者总质量取主结构质量的1%~5%，各自单一质量具体分配；碰撞耗能头1-4外包一层橡胶材料，提高碰撞耗能能力。

[0043] 本实施例中，内质量球1-2绕悬挂点摆动，内球悬挂弹簧1-3可确保内质量球在竖向的运动，当内质量球运动幅度较大时，将与外质量球发生碰撞，通过碰撞耗散输入的能量。

[0044] 本实施例中，碰撞耗能头1-4一端与消能弹簧1-5连接，一端外伸与外质量球1-1，其蘑菇状消能头包裹一层橡胶材料，进一步增强碰撞后能量的耗散，而消能弹簧1-5由形状记忆合金材料制作，具有超弹性形状记忆效应，增强其耗能与复位能力。

[0045] 本实施例中，十字型悬挂连接板1-6下方悬挂质量球，十字端部与外围保护筒体4-1接触，通过滑轮与滑轨可沿筒体上下自由活动，上方通过竖向弹簧组件3-1与外筒体顶部连接，竖向弹簧组件提供竖向刚度，组成竖向振动单元，主要用于控制结构的竖向振动。

[0046] 限位装置2可采用如图5、6、7所示结构：限位板2-1为质量球水平运动碰撞区域，限位板2-1为弧形板，通过设置4块限位板2-1围成筒状结构，相邻两限位板2-1之间通过上、中、下三道弹簧软连接，每个限位板下端通过支撑构件2-5连接于复位滑块2-4，复位滑块2-4嵌套在固定杆件2-8上，下端设有复位弹簧2-7，固定杆件上部设有阻挡件2-9，支撑构件2-5中间位置设有转向板，通过转换杆件2-6连接于固定底盘2-2，限位板内部设有滑轨，主要为扇形活动边缘板2-3在限位板水平向运动时提供相对自由滑动变形，扇形活动边缘板2-3由四部分组成，与限位板配套使用，扇形活动边缘板2-3采用软质橡胶卷材，当限位板2-1因撞击而向外扩张时，橡胶卷材可以提供足够的变形能力，同固定底盘2-2连接且平缓舒展。支撑构件2-5和转换杆件2-6组成转动机构，类似“雨伞”的扩张机制，灵活快捷，可确保阻尼器实现激励强度自适应功能。阻挡件2-9位于固定杆件2-8，主要由不同高度的凸起和端部

阻挡版组成,提供不同激励强度下复位滑块的阻尼力,复位滑块2-4可沿固定杆件2-8上下滑动,受复位弹簧2-7和阻挡件2-9阻碍作用。

[0047] 具体使用时,将该阻尼器安装在减振结构上,地震与风荷载作用下引起受控结构在竖向及水平方向的振动,此时阻尼器充分发挥吸振耗能作用,具体过程为:

[0048] 首先,对于结构竖向振动,阻尼器通过竖向振动单元中的弹簧组件3-1发挥作用,此时悬挂调谐质量阻尼单元通过十字型悬挂连接板1-6沿外围保护筒体4-1的滑轨上下运动,当运动幅度足够大时,质量球表面的碰撞耗能头1-4接触到固定底盘2-2,进而通过碰撞将输入到结构的竖向振动能量耗散。

[0049] 其次,对于结构水平方向的振动,引起阻尼器的水平运动,此时悬挂调谐质量阻尼单元水平方向摆动。当激励较小时,外质量球1-1摆动幅度较小,未曾碰到四周的限位板2-1,仅引起内质量球1-2的摆动,通过“球中球”双重调谐单一碰撞来耗散能量;当激励较大时,外质量球1-1的摆幅增大,内外质量球碰撞的同时,外质量球与限位板2-1发生碰撞,此时双重碰撞与双重调谐共同作用,减振效果进一步提高。

[0050] 随激励增大,初始碰撞间隙不能得到最优碰撞效果,外球的碰撞力增大,撞击限位板2-1往外扩张,扇形活动边缘板2-3沿滑轨向下移动,支撑构件2-5绕转换杆件2-6旋转,同时带动复位滑块2-4向上运动,此时呈现激励较大时,碰撞间隙变大,阻尼器发挥最佳减振效果,当激励逐渐减小时,复位滑块受到复位弹簧2-7的拉力以及阻挡件2-9的阻碍作用逐渐恢复原位,碰撞间隙变小,根据激励载荷的大小实现碰撞间隙自协调功能,从而有效的减小结构在水平方向的不良振动。

[0051] 上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和使用发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改,并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于上述实施例,本领域技术人员根据本发明的揭示,不脱离本发明范畴所做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

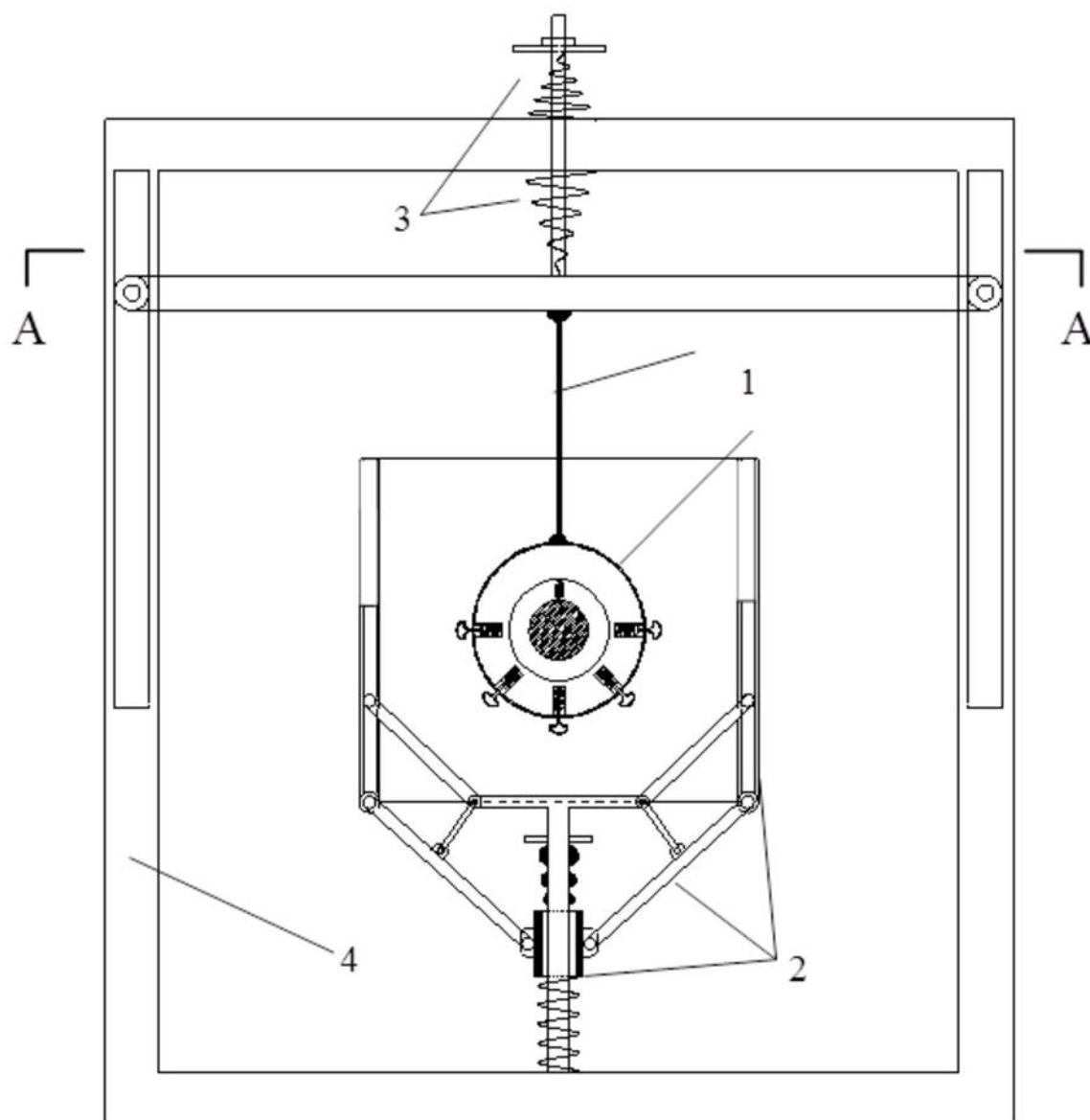


图1

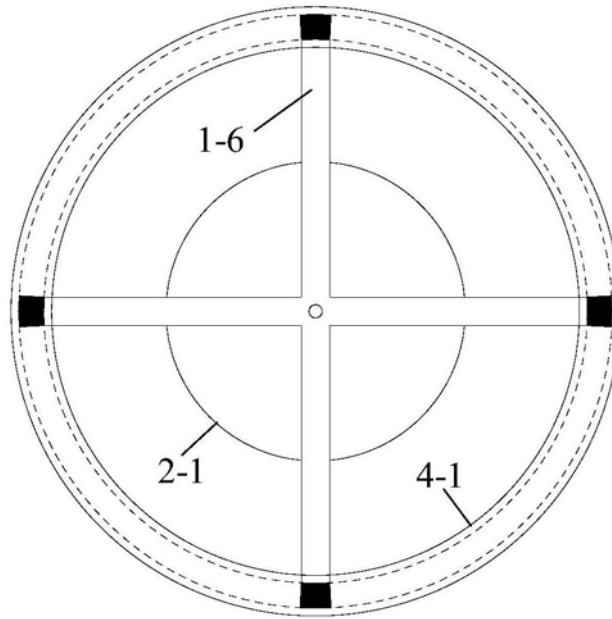


图2

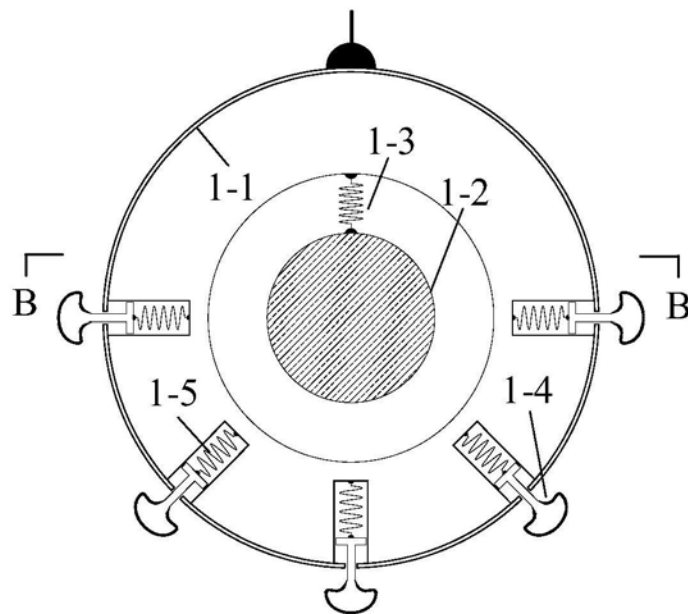


图3

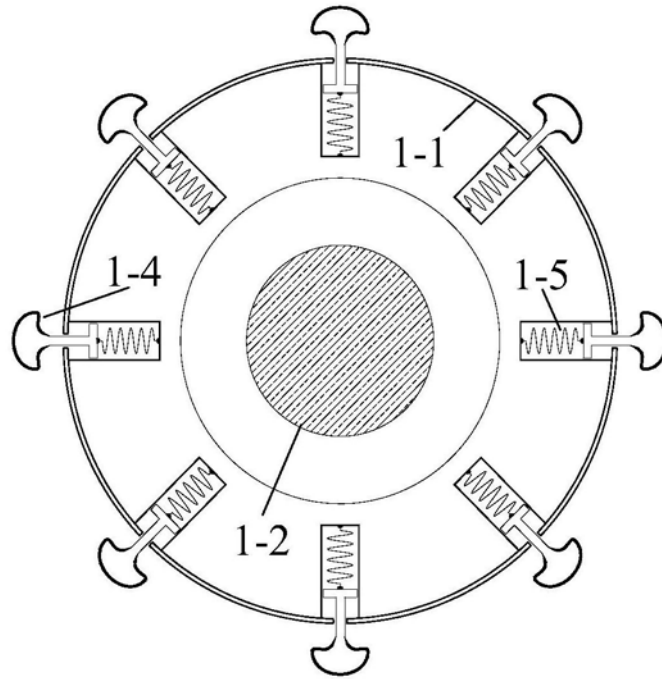


图4

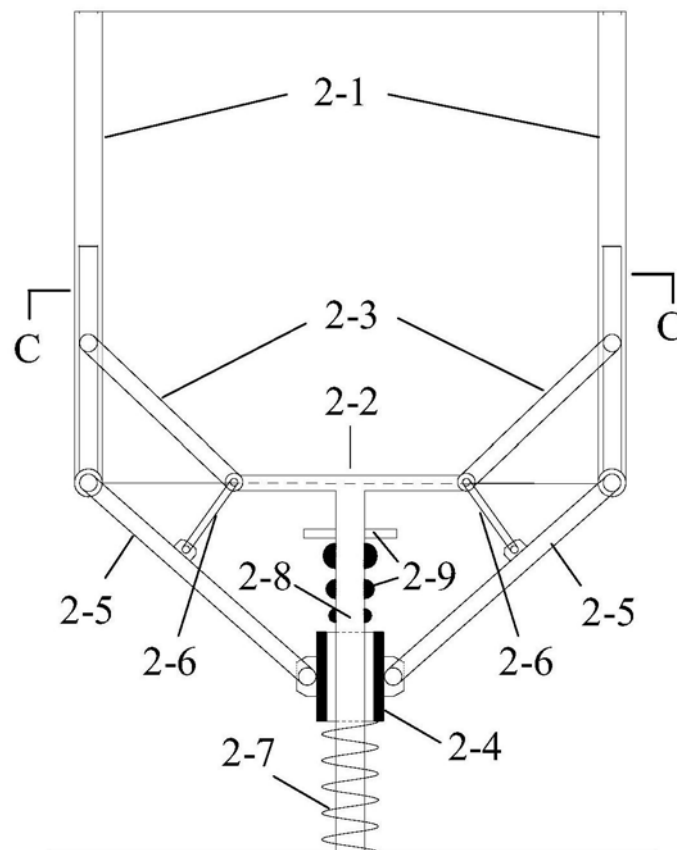


图5

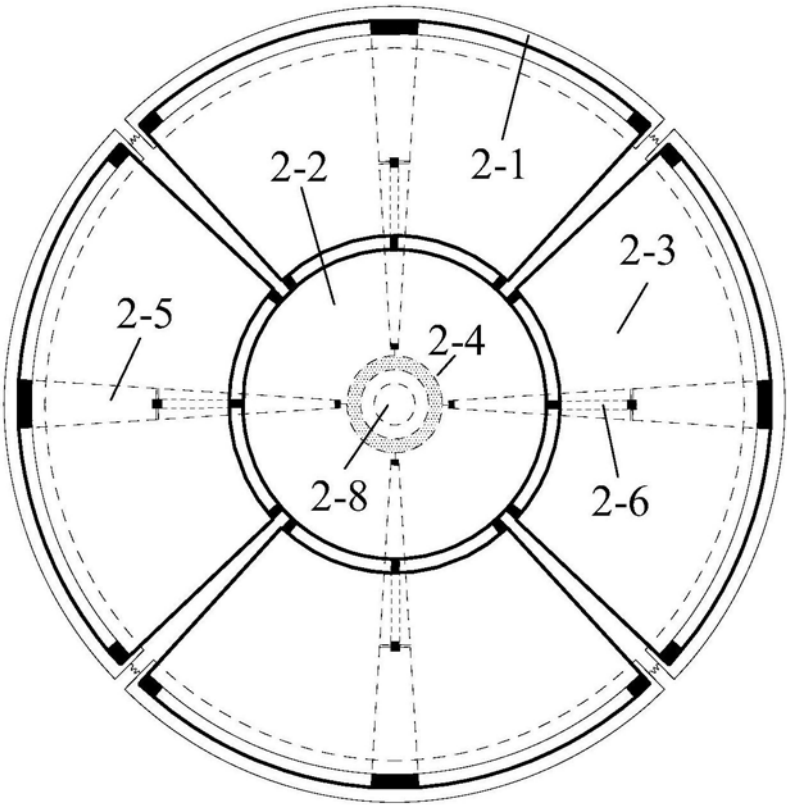


图6

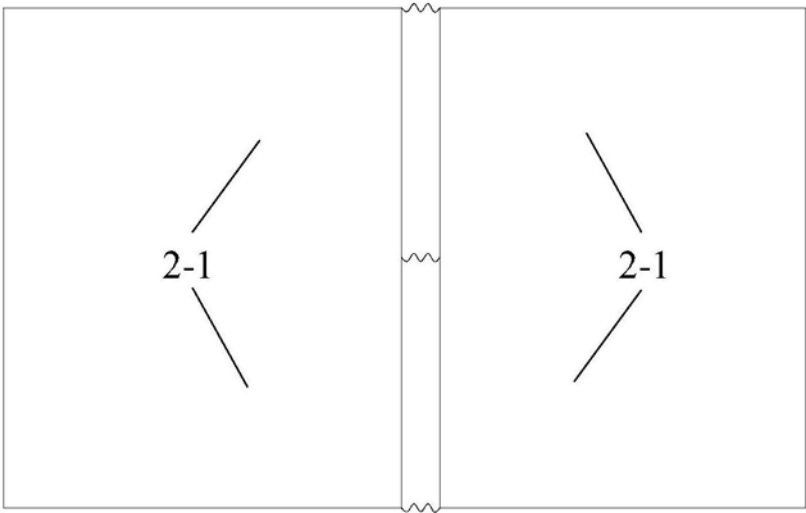


图7

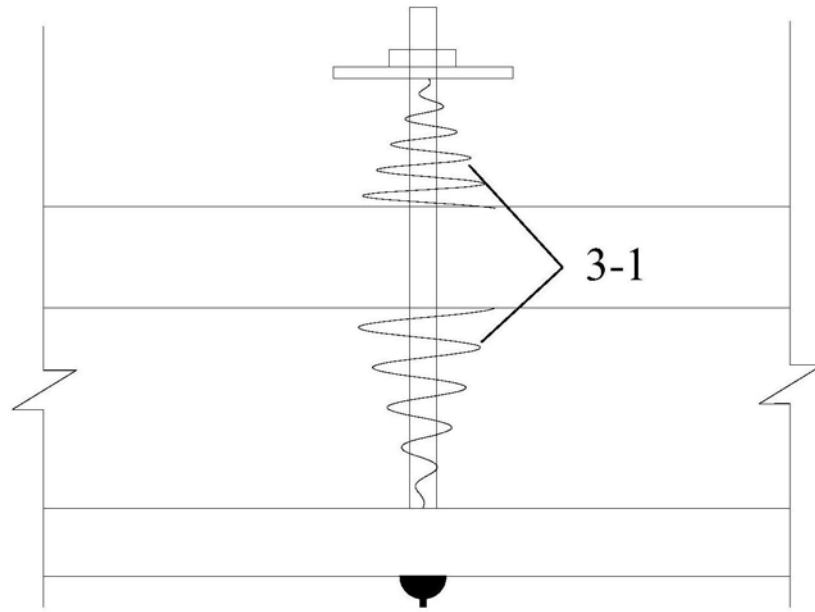


图8