(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 114033062 B
(45)授权公告日 2024.07.12

(21)申请号 202111453503.0
(22)申请日 2021.11.30
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114033062 A
(43)申请公布日 2022.02.11
(73)专利权人 深圳大学
地址 518061 广东省深圳市南山区南海大道3688号
(72)发明人 管民生 沙蒙 陈湘生
(74)专利代理机构 北京海虹嘉诚知识产权代理有限公司 11129
专利代理师 吕小琴
(51)Int.Cl.
E04B 1/98(2006.01)
E04B 1/36(2006.01)
E04H 9/02(2006.01)

(56)对比文件
CN 216552506 U,2022.05.17
CN 209429306 U,2019.09.24
CN 113293697 A,2021.08.24
CN 104831622 A,2015.08.12

审查员 韩佳月

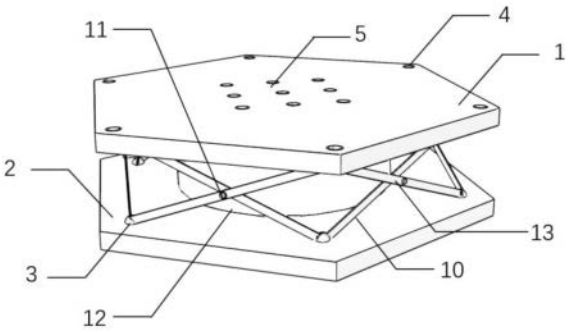
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

自复位多向隔震支座

(57)摘要

本发明公开了一种自复位多向隔震支座,包括上连接板、下连接板、竖向设置于上连接板和下连接板之间的SMA复合中心阻尼器、以及沿SMA复合中心阻尼器周向分布于上连接板和下连接板之间的至少3个SMA剪刀撑阻尼器;可提供在水平方向上近似各向同性的力学性能,同时可很好的抵抗竖向地震,起到多维的复合隔震作用,有利于支座应对来自不同方向的地震作用,同时具有一定震后自复位能力,可以更好的应对复杂的地震作用。



CN 114033062 B

1.一种自复位多向隔震支座,其特征在于:包括上连接板、下连接板、竖向设置于上连接板和下连接板之间的SMA复合中心阻尼器、以及沿SMA复合中心阻尼器周向分布于上连接板和下连接板之间的至少3个SMA剪刀撑阻尼器;所述SMA剪刀撑阻尼器之间通过设置于上连接板和下连接板上的球铰支座相互连接;

所述SMA剪刀撑阻尼器包括两个交叉连接成剪刀撑结构的SMA板,两个SMA板的轴向两端分别与设置于上连接板和下连接板上的双向球铰支座连接并能在两双向球铰支座组成的平面内自由转动,所述双向球铰支座与SMA复合中心阻尼器的距离相等;所述SMA剪刀撑阻尼器为6个并沿SMA复合中心阻尼器周向排布连接呈六边形状,所述上连接板和下连接板上的双向球铰支座位置呈竖向对应关系,所述SMA复合中心阻尼器包括由内向外形成覆合层结构的中心SMA棒、铅芯夹层和橡胶外层,所述中心阻尼器的轴向两端设置有与上连接板和下连接板连接的内连接板,上连接板下表面位于6个角部的对称部位用螺栓连接有双向球铰支座,双向球铰支座用于固定SMA板,并提供SMA板在空间内转动的能力,下连接板上表面相对于上连接板下表面对称位置安装有同样的双向球铰支座用于SMA板的另一端固定,一块SMA板从一个角部上的双向球铰支座出发,固定于这条边所在的位于下连接板上表面的双向球铰支座;同时,位于平行平面的另一SMA板对称从同一条边的下连接板上表面的双向球铰支座出发,固定于这条边的位于上连接板的下表面的双向球铰支座,受到水平地震作用时,SMA剪刀撑阻尼器主要提供水平向隔震能力,上下连接板在水平方向上发生错动,从而导致组成SMA剪刀撑阻尼器的SMA板在水平方向上发生变形,此时SMA板的变形能够发生弯曲变形并消耗能量;在多向水平地震作用下六个方向设置的SMA剪刀撑阻尼器协同变形,共同消耗地震作用产生的能量。

2.根据权利要求1所述的自复位多向隔震支座,其特征在于:所述内连接板与SMA复合中心阻尼器硫化连接。

3.根据权利要求2所述的自复位多向隔震支座,其特征在于:所述内连接板与上连接板和下连接板为螺栓固定连接。

4.根据权利要求3所述的自复位多向隔震支座,其特征在于:所述上连接板和下连接板均为正六边形结构,所述双向球铰支座位于正六边形的内角位置附近。

5.根据权利要求4所述的自复位多向隔震支座,其特征在于:所述上连接板和下连接板均为钢板。

自复位多向隔震支座

技术领域

[0001] 本发明涉及建筑隔震领域,具体涉及一种自复位多向隔震支座。

背景技术

[0002] 地震是一种具有突发性和破坏性的自然灾害。在地震作用下,建筑结构出现弯曲、剪切以及扭转等多种形式的破坏,并产生过大的塑性变形。通常,建筑结构因变形能力不足而倒塌。隔震技术是实现避免或者减轻建筑结构遭受地震破坏的有效途径,通过在基础与上部结构之间设置隔震层或者安装隔震支座来减少地震能量传输到上部结构中,从而减少结构的地震作用。橡胶支座作为传统的隔震支座已经在工程中得到应用,并被证实能够在一定程度上减轻地震作用。通过对橡胶支座进行改良的复合橡胶支座具有相对于前者更为优良的隔震能力。

[0003] 然而,目前国内外隔震支座仅对互相垂直的二维水平向地震有效,缺少对于竖向地震与多向水平地震共同作用的隔震能力。大量研究表明,地震作用十分复杂,竖向地震动加速度峰值能够达到水平加速度的1/3-1/2,因此竖向地震作用对建筑结构抗震性能有着重要的影响;此外,地震波监测数据显示,地震对建筑结构的作用呈现多向性的特点。另一方面,韧性抗震设计理念的提出需要隔震支座具备可恢复能力。然而,目前工程中广泛应用的橡胶支座存在变形能力有限、弹性范围小的缺点,在强震作用下易发生过大的塑性变形,由于缺少自复位能力,给震后修复工作带来了很大的困难,有时甚至引起建筑结构倾覆破坏。因此发明一种具有自复位与多向隔震能力的隔震支座很有必要。

[0004] 公开号为CN108625655A的中国发明专利公开了一种内置式滑移摩擦型橡胶支座组合隔震装置,该隔震装置将摩擦材料和下连接板相结合,将大直径橡胶支座和小直径橡胶支座进行联合应用,通过大直径橡胶支座实现了变形控制,通过小直径橡胶支座实现了竖向力承载以及滑移或摩擦耗能;多遇地震作用时发挥小刚度确保隔震结构整体减震效果,在罕遇地震作用下小直径橡胶支座可以发生滑动或摩擦,确保小直径橡胶支座不发生位移超限破坏;大变形时小直径橡胶支座滑动受阻,可提供后期刚度,确保隔震层整体刚度的稳定性;罕遇地震作用下本装置摩擦滑动可以增加耗能,提高隔震结构减震效果。但是,这种隔震支座仅用于水平方向隔震,没有考虑竖向地震作用,存在一定的不足。

[0005] 公开号为CN210032111U的中国实用新型专利公开了一种具有抗拉功能的隔震橡胶支座装置,包括上导轨系统、下导轨系统、上隔震橡胶支座、下隔震橡胶支座,上导轨系统、下导轨系统分别与上隔震橡胶支座、下隔震橡胶支座相互解耦,互不牵连,此外上导轨系统和下导轨系统通过其上设置的导轨和滑块能相互垂直的滑动,既能保证上隔震橡胶支座和下隔震橡胶支座发生任意的水平运动,有效减轻隔震结构的地震作用,同时还能提供较大的抗拉强度,防止结构因上隔震橡胶支座或下隔震橡胶支座被拉坏而提供一定的安全储备。虽然这种隔震支座考虑了竖向隔震,但是没有考虑多向水平地震作用的影响。此外该支座缺乏自复位能力,震后不易修复。

[0006] 公开号为CN111395568A的中国发明专利公开了一种可更换的形状记忆合金复合

隔震支座,包括上连接板、下连接板,叠层橡胶支座和形状记忆合金绞线即SMA绞线,所述上连接板和下连接板分别通过固定螺栓与叠层橡胶支座上下表面固定在一起;所述叠层橡胶支座前后两侧的上连接板、下连接板内侧沿纵向焊接有高强螺母,形状记忆合金绞线依次穿过上连接板、下连接板上的一个高强螺母后固定,使形状记忆合金绞线构成“M”型。形状记忆合金绞线具有更高的耗能能力和自复位能力,能有效控制支座、结构震后的残余变形;较传统橡胶支座,抗拉能力明显提高,能抵抗较大的竖向变形,且安装、拆卸方便。这种隔震支座能同时考虑水平与竖向隔震,隔震能力好,但该支座不能用于多向水平地震作用的隔震,此外该支座采用SMA金属丝作为变形耗能材料,在强震作用下易发生损伤,工作能力有限。

[0007] 综上所述,目前隔震技术存在下列缺陷与不足:1.目前已有的隔震支座大多缺乏对竖向地震作用行之有效的隔震措施,而竖向地震作用在真实地震作用中不可忽略,也需要对其隔震措施加以考虑;2.目前已有的隔震支座大多针对互相垂直的双向水平地震作用进行隔震考虑,但由于地震的复杂性,建筑结构往往会受到多向地震作用,因此应考虑多向隔震;3.传统橡胶隔震支座存在变形能力差、自复位能力弱的缺点,在强震下容易出现较大塑性形变,导致工程结构倾覆破坏;此外自复位能力弱也会使得隔震支座的使用寿命降低,给震后修复也带来了很大的困难,因此需要具有强自复位能力的新型隔震支座。

发明内容

[0008] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种自复位多向隔震支座,可提供在水平方向上近似各向同性的力学性能,同时可很好的抵抗竖向地震,起到多维的复合隔震作用,有利于支座应对来自不同方向的地震作用,可以更好的应对复杂的地震作用。

[0009] 本发明的一种自复位多向隔震支座,包括上连接板、下连接板、竖向设置于上连接板和下连接板之间的SMA复合中心阻尼器、以及沿SMA复合中心阻尼器周向分布于上连接板和下连接板之间的至少3个SMA剪刀撑阻尼器;

[0010] 进一步,所述SMA剪刀撑阻尼器之间通过设置于上连接板和下连接板上的球铰支座相互连接;

[0011] 进一步,所述SMA剪刀撑阻尼器包括两个交叉连接成剪刀撑结构的SMA板,两个SMA板的轴向两端分别与设置于上连接板和下连接板上的双向球铰支座连接并能在两双向球铰支座组成的平面内自由转动,所述双向球铰支座与SMA复合中心阻尼器的距离相等;

[0012] 进一步,所述上连接板和下连接板上的双向球铰支座位置呈竖向对应关系;

[0013] 进一步,所述SMA剪刀撑阻尼器为6个并沿SMA复合中心阻尼器周向排布连接呈六边形状;

[0014] 进一步,所述SMA复合中心阻尼器包括由内向外形成覆合层结构的中心SMA棒、铅芯夹层和橡胶外层,所述中心阻尼器的轴向两端设置有与上连接板和下连接板连接的内连接板;

[0015] 进一步,所述内连接板与SMA复合中心阻尼器硫化连接;

[0016] 进一步,所述内连接板与上连接板和下连接板为螺栓固定连接;

[0017] 进一步,所述上连接板和下连接板均为正六边形结构,所述双向球铰支座位于正六边形的内角位置附近;

[0018] 进一步,所述上连接板和下连接板均为钢板。

[0019] 本发明的有益效果是:本发明公开的自复位多向隔震支座,可提供在水平方向上近似各向同性的力学性能,同时可很好的抵抗竖向地震,起到多维的复合隔震作用,有利于支座应对来自不同方向的地震作用,可以更好的应对复杂的地震作用,同时提供一定震后自复位能力。

附图说明

[0020] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步描述:

[0021] 图1为本发明的结构示意图);

[0022] 图2为本发明的正视图;

[0023] 图3为本发明的侧视图;

[0024] 图4为A-A剖面图;

[0025] 图5为B-B剖面图;

[0026] 图6为C-C剖面图。

[0027] 其中,1-上连接板;2-下连接板;3-双向球铰支座;4-连接螺栓孔;5-固定螺栓孔;6-内连接板;7-橡胶外层;8-铅芯夹层;9-中心SMA棒;10-SMA板;11-连接销栓孔;12-SMA复合阻尼器;13-SMA剪刀撑阻尼器。

具体实施方式

[0028] 图1为本发明的立面图;图2为本发明的正视图;图3为本发明的侧视图;图4为1-1剖面图;图5为2-2剖面图;图6为3-3剖面图。如图所示:本实施例的一种自复位多向隔震支座,包括上连接板1、下连接板2、竖向设置于上连接板1和下连接板2之间的SMA复合中心阻尼器、以及沿SMA复合中心阻尼器周向分布于上连接板1和下连接板2之间的至少3个SMA剪刀撑阻尼器13;上连接板1和下连接板2与墙体连接,在上连接板1和下连接板2之间安装SMA复合中心阻尼器,SMA剪刀撑阻尼器13与上连接板1和下连接板2连接并位于SMA复合中心阻尼器的周边的上连接板1和下连接板2形成的空间内。SMA复合中心阻尼器可以提供更大的竖向支撑力,更有利于安装支座后结构物的稳定,此外SMA复合中心阻尼器可以用于抵抗竖向地震作用,相比于传统支座只能抵抗水平作用而言,能够提供多维的复合隔震能力,有利于应对复杂的地震作用。SMA具有两大物理力学特征:形状记忆效应与超弹性效应,能够在地震下提供较大的弹性形变能力和自复位能力,相比与传统隔震支座,能够提供更大的弹性区域与耗能能力,可实现震后自复位。SMA剪刀撑阻尼器13主要提供水平向隔震能力,可提供在水平方向上近似各向同性的力学性能。

[0029] 本实施例中,所述SMA剪刀撑阻尼器13之间通过设置于上连接板1和下连接板2上的球铰支座相互连接;采用球铰连接的方式,安装和拆卸较为方便,因此损坏后可以在地震后修复时通过更换球铰支座进行修复,大大提高了隔震支座的稳固性。

[0030] 本实施例中,所述SMA剪刀撑阻尼器13包括两个交叉连接成剪刀撑结构的SMA板10,两个SMA板10的轴向两端分别与设置于上连接板1和下连接板2上的双向球铰支座3连接并能在两双向球铰支座3组成的平面内自由转动,所述双向球铰支座3与SMA复合中心阻尼器的距离相等;双向球铰支座33用于固定SMA板10,并提供SMA板10在空间内转动的能力,下

连接板2上表面相对于上连接板1下表面对称位置安装有同样的双向球铰支座3,用于SMA板10的另一端固定,一块SMA板10从上连接板1的一个双向球铰支座3出发,固定于与之对应的位于下连接板2上表面的双向球铰支座3;同时,位于平行平面的另一SMA板10对称从同一条边的下连接板2上表面的双向球铰支座3出发,固定于这条边的位于上连接板1的下表面的双向球铰支座3,两SMA板10重叠部分设有连接销栓孔11,用螺栓进行连接,形成剪刀撑SMA阻尼器。剪刀撑SMA阻尼器沿着SMA复合中心阻尼器外围分布呈多边形结构。当地震作用发生时,新型隔震支座会发生水平变形及扭转作用,沿着多个方向布置的SMA剪刀撑阻尼器13也发生相应变形,此时,由于SMA剪刀撑阻尼器13所采用的形状记忆合金具有的超弹性及形状记忆效应,就可以起到地震下耗能的作用,保持上部结构不被破坏,从而达到消能减震的作用。此外由于SMA还有较强的恢复能力,能够使得新型隔震支座具有自复位能力。SMA剪刀撑阻尼器13主要提供水平向隔震能力,上下连接板2在水平方向上发生错动,从而导致组成SMA剪刀撑阻尼器13的SMA板10在水平方向上发生变形,此时SMA板10的变形能够发生弯曲变形并消耗能量,此外,由于同时进行了多边形支座方向的SMA剪刀撑阻尼器13的设置,使得隔震支座面对多向水平地震作用仍然具有隔震的可靠性多向,在多向水平地震作用下多个方向设置的SMA剪刀撑阻尼器13协同变形,共同消耗地震作用产生的能量,由于地震作用产生的能量被SMA板10的变形消耗,所以可以使上部结构达到对水平地震作用的隔震效应,在水平地震下有效的保护了上部结构。

[0031] 本实施例中,所述上连接板1和下连接板2上的双向球铰支座3位置呈竖向对应关系;所述SMA剪刀撑阻尼器13为6个并沿SMA复合中心阻尼器周向排布连接呈六边形状;SMA剪刀撑阻尼器13可以沿着六个方向布置,相比于常见的四边形的布置方法,六边形布置为支座提供了在水平方向上近似各向同性的力学性能,更有利于支座应对来自不同方向的地震作用,可以更好的应对复杂的地震作用。当地震作用发生时,新型隔震支座会发生水平变形及扭转作用,沿着6个方向布置的SMA剪刀撑阻尼器13也发生相应变形。由于同时进行了六边形支座方向的SMA剪刀撑阻尼器13的设置,使得隔震支座面对多向水平地震作用仍然具有隔震的可靠性多向,在多向水平地震作用下六个方向设置的SMA剪刀撑阻尼器13协同变形,共同消耗地震作用产生的能量,由于地震作用产生的能量被SMA板10的变形消耗,所以可以使上部结构达到对水平地震作用的隔震效应,在水平地震下有效的保护了上部结构。

[0032] 本实施例中,所述SMA复合中心阻尼器包括由内向外形成覆合层结构的中心SMA棒9、铅芯夹层8和橡胶外层7,所述中心阻尼器的轴向两端设置有与上连接板1和下连接板2的内连接板6;所述内连接板6与SMA复合中心阻尼器硫化连接;所述内连接板6与上连接板1和下连接板2为螺栓固定连接;SMA复合中心阻尼器由内连接板6,橡胶外层7,内部铅芯夹层8与中心SMA棒9组成,由外至内依次为橡胶外层7,铅芯夹层8,SMA棒,复合层的上下两端分别用内连接板6连接,两者通过硫化作用连接,内连接板6上开有与上下连接板2上相同位置的固定螺栓孔5,用于与上下连接板2连接。上连接板1的上表面与下连接板2的下表面开有连接螺栓孔4与固定螺栓孔5,其中,连接螺栓孔4用于与结构墙体连接,固定螺栓孔5用于上下连接板2与SMA复合阻尼器12连接。受到竖向地震作用时,SMA复合中心阻尼器主要提供竖向隔震能力,组成SMA复合中心阻尼器的橡胶外层7与内部铅芯夹层8提供足够竖向支撑能力,保证了在竖向地震作用下隔震支座的支撑有效性,在此基础上,中心SMA棒9发生竖向拉压

变形来消耗竖向地震作用导致的地震动能量,以此减小上部结构的动力响应和相应的破坏,以此方式实现了竖向地震作用下的隔震能力。

[0033] 本实施例中,所述上连接板1和下连接板2均为正六边形结构,所述双向球铰支座3位于正六边形的内角位置附近;本实施例中,所述上连接板1和下连接板2均为钢板。上连接板1下表面位于6个角部的对称部位用螺栓连接有双向球铰支座3,双向球铰支座3用于固定SMA板10,并提供SMA板10在空间内转动的能力,下连接板2上表面相对于上连接板1下表面对称位置安装有同样的双向球铰支座3,用于SMA板10的另一端固定,一块SMA板10从一个角部上的双向球铰支座3出发,固定于这条边所在的位于下连接板2上表面的双向球铰支座3;同时,位于平行平面的另一SMA板10对称从同一条边的下连接板2上表面的双向球铰支座3出发,固定于这条边的位于上连接板1的下表面的双向球铰支座3。采用的上下连接板2为六边形钢板,六边形为支座提供了在水平方向上近似各向同性的力学性能,更有利于支座应对来自不同方向的地震作用。

[0034] 上述实施例采用SMA剪刀撑可以根据不同的工程结构灵活设计,并且采用螺栓连接和球铰连接的方式,安装和拆卸较为方便,因此损坏后可以在地震后修复时通过更换连接销栓或者更换球铰支座以及SMA复合阻尼器12的方式进行修复,大大提高了隔震支座的稳固性。

[0035] 本发明的自复位多向隔震支座的减震方法,以某安装该支座的某高层建筑结构为例,具体实施步骤分为安装,隔震,复位三部分进行,下对三部分内容分别叙述。

[0036] 1)安装

[0037] 本过程可具体分为以下两部分进行:

[0038] 1.利用螺栓连接的方式将隔震支座各部分组合,组合方法参考上述具体实施方式内容,组合时应确保下连接板2和下连接板2保持在同一平面,在上两连接板上下表面的连接螺栓孔4与连接销栓孔11处涂润滑油,以保证螺栓连接顺利并且对位进行。连接完成后利用水准尺检测上下连接板2是否水平布置。确保水平连接后在基础顶面预制连接螺栓孔4处预先对位隔震支座,为隔震支座的安装做好准备。

[0039] 2.利用螺栓连接的方式将组合好的隔震支座安装于上部结构与下部基础之间,安装时应确保隔震支座与上部结构外墙中心线位于同一平面内。

[0040] 具体而言,在基础顶面设置高强度混凝土垫块以提供支撑能力,然后在混凝土垫块表面利用石膏找平,确保隔震支座为水平安置。然后当上部结构安装时,再利用螺栓分别连接上连接板1上表面与下连接板2的下表面的连接螺栓孔4。

[0041] 总体而言,支座施工与安装可参考普通橡胶支座的安装步骤辅助进行,在安装过程中全程应确保隔震支座各组成部分与上部结构及基础保持水平。

[0042] 2)隔震

[0043] 受到水平地震作用时,SMA剪刀撑阻尼器13主要提供水平向隔震能力,上下连接板2在水平方向上发生错动,从而导致组成SMA剪刀撑阻尼器13的SMA板10在水平方向上发生变形,此时SMA板10的变形能够发生弯曲变形并消耗能量,此外,由于同时进行了六边形支座方向的SMA剪刀撑阻尼器13的设置,使得隔震支座面对多向水平地震作用仍然具有隔震的可靠性多向,在多向水平地震作用下六个方向设置的SMA剪刀撑阻尼器13协同变形,共同消耗地震作用产生的能量,由于地震作用产生的能量被SMA板10的变形消耗,所以可以使上

部结构达到对水平地震作用的隔震效应,在水平地震下有效的保护了上部结构。

[0044] 受到竖向地震作用时,SMA复合阻尼器12主要提供竖向隔震能力,组成SMA复合阻尼器12的内部橡胶层与内部铅芯提供足够竖向支撑能力,保证了在竖向地震作用下隔震支座的支撑有效性,在此基础上,SMA棒发生竖向拉压变形来消耗竖向地震作用导致的地震动能量,以此减小上部结构的动力响应和相应的破坏,以此方式实现了竖向地震作用下的隔震能力。

[0045] 3)复位

[0046] SMA复合阻尼器12中的中心SMA棒和SMA剪刀撑阻尼器13中的SMA板10由于具有超弹性与形状记忆效应,从而保证了隔震支座的自复位能力。因此在地震作用结束后,隔震支座能够实现自复位,减少了传统隔震中容易产生的过量残余变形,有利于工程结构的长期抗震使用。

[0047] 最后说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的宗旨和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

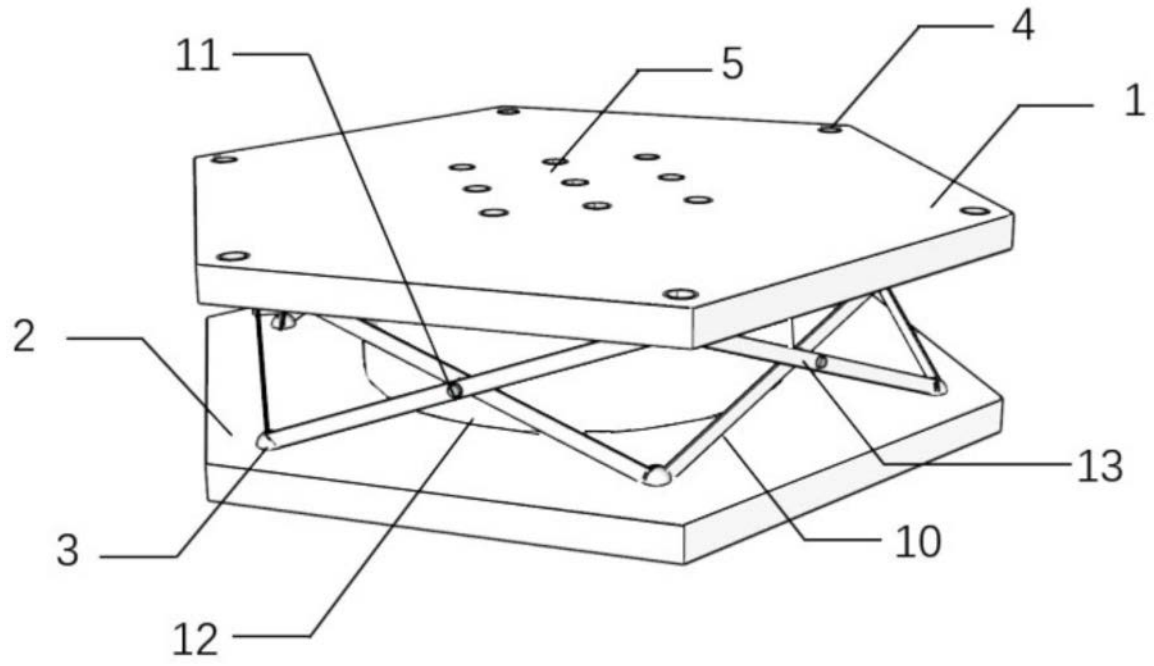


图1

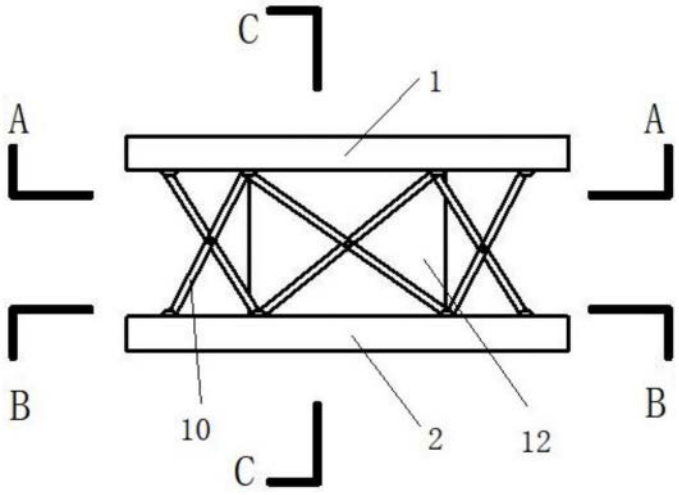


图2

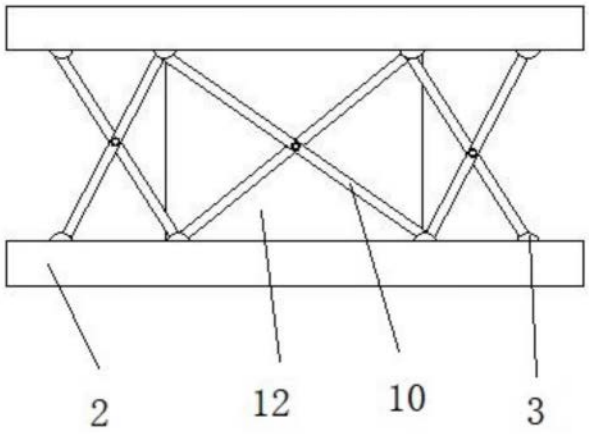


图3

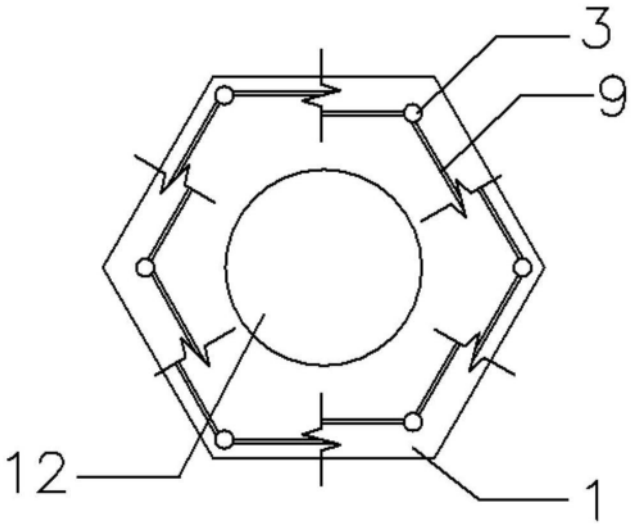


图4

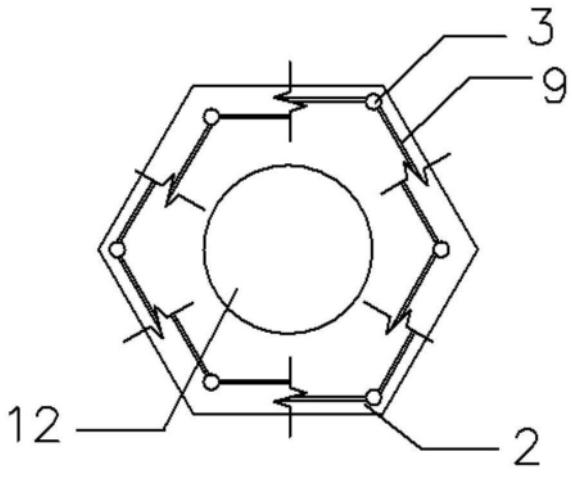


图5

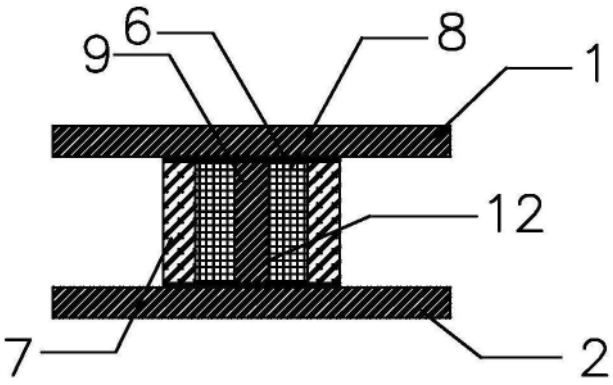


图6