



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110258813 A

(43)申请公布日 2019.09.20

(21)申请号 201910581634.3

(22)申请日 2019.06.30

(71)申请人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037号

(72)发明人 周方圆 冯欢 资道铭 朱宏平
周乐木 王菲菲 何家荣 徐鸿飞
韦胜顺

(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心
42201
代理人 尚威 李智

(51)Int.Cl.

E04B 1/36(2006.01)

E04B 1/98(2006.01)

E04H 9/02(2006.01)

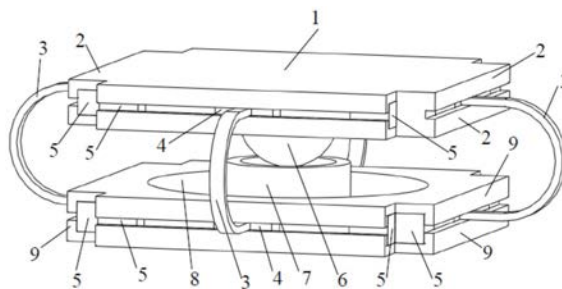
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置

(57)摘要

本发明公开了一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置,属于土木工程结构隔震技术领域。该装置包括上部支撑板、上部水平滑移槽、U型支撑、支撑滑移块、滑移槽限位器、曲面滑移球、曲面滑移槽、下部滑移面、下部水平滑移槽和下部支撑板。曲面滑移球与上部支撑板同步运动。曲面滑移槽能够围绕曲面滑移球进行旋转与摆动。曲面滑移球的底部滑移面与曲面滑移槽的底部滑移面之间的竖向距离等同于多个规格相同的U型支撑上下两肢的竖向相对位移。水平滑移槽与下部水平滑移槽能够保证U型支撑发生平面内屈曲耗能,而不发生平面外扭转屈曲,使得U型支撑使用寿命更长。本隔震装置具有高承载力、良好水平隔震以及高抗拉耗能特性,经济耐用,绿色环保。



1. 一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置,用于设置在结构体系的底部或者支撑结构的顶部进行隔震,其特征在于,包括:上部支撑板(1)、上部水平滑移槽(2)、U型支撑(3)、曲面滑移球(6)、曲面滑移槽(7)、下部滑移面(8)、下部水平滑移槽(9)以及下部支撑板(10);

上部支撑板(1)的外边缘设置有上部水平滑移槽(2);上部支撑板(1)的下表面固结设置有曲面滑移球(6);

下部支撑板(10)的外边缘设置有下部水平滑移槽(9);下部支撑板(10)的上表面设置下部滑移面(8),下部滑移面(8)与下部支撑板(10)一体化成型;

在上部水平滑移槽(2)与下部水平滑移槽(9)之间设置多个规格相同的U型支撑(3);U型支撑(3)具有平行设置的上肢和下肢,以及连接上肢和下肢的弯曲部;U型支撑(3)的上肢与上部水平滑移槽(2)滑动配合;U型支撑(3)的下肢与下部水平滑移槽(9)滑动配合;

在下部滑移面(8)上放置曲面滑移槽(7);曲面滑移槽(7)的底部滑移面曲率半径与下部滑移面(8)的曲率半径相同;曲面滑移槽(7)上端设有下凹的内部滑移面,内部滑移面的曲率半径与曲面滑移球(6)的底部滑移面曲率半径相同;曲面滑移球(6)的底部滑移面与曲面滑移槽(7)底部滑移面保持一预设距离,以使曲面滑移球(6)与上部支撑板(1)能够上下浮动。

2. 如权利要求1所述的一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置,其特征在于,上部水平滑移槽(2)和下部水平滑移槽(9)的两端均分别设置有滑移槽限位器(5),且内部均设有支撑滑移块(4)固连;U型支撑(3)的上肢和下肢分别与对应的支撑滑移块(4)固连。

3. 如权利要求2所述的一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置,其特征在于,滑移槽限位器(5)的位置可调,以用于调节U型支撑(3)的滑动范围。

4. 如权利要求2所述的一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置,其特征在于,上部水平滑移槽(2)与内部的支撑滑移块(4)之间涂有用于调节滑移面之间摩擦力的涂抹材料;下部水平滑移槽(9)与内部的支撑滑移块(4)之间涂有用于调节滑移面之间摩擦力的涂抹材料。

5. 如权利要求1~4任意一项所述的一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置,其特征在于,曲面滑移槽(7)的尺寸小于曲面滑移槽(7)在下部滑移面(8)上的运动耗能半径;在平衡状态下,曲面滑移球(6)的中心轴线、曲面滑移槽(7)的中心轴线以及下部滑移面(8)的中心轴线重合。

6. 如权利要求1~4任意一项所述的一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置,其特征在于,多个规格相同的U型支撑(3)沿上部水平滑移槽(2)与下部水平滑移槽(9)的周围均匀分布。

7. 如权利要求1~4任意一项所述的一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置,其特征在于,上部支撑板(1)和下部支撑板(10)的材料为高强钢、铝合金或记忆合金;U型支撑(3)的材料为软钢、铝合金或记忆合金;曲面滑移球(6)与曲面滑移槽(7)的材料为高强钢、铝合金或记忆合金。

8. 如权利要求1~4任意一项所述的一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置,其特征在于,曲面滑移球(6)的底部滑移面与曲面滑移槽(7)的内部滑移面之间,涂有用于调节滑移面之间摩擦力的涂抹材料;下部滑移面(8)与曲面滑移槽(7)的底部滑移面之间,

涂有用于调节滑移面之间摩擦力的涂抹材料。

9. 如权利要求1~4任意一项所述的一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置,其特征在于,曲面滑移球(6)的球面直径与上部支撑板(1)的长宽的比值范围为1:5~1:50;曲面滑移球(6)的球面直径与曲面滑移槽(7)的凹槽球面直径相同;曲面滑移槽(7)的凹槽深度与凹槽球面直径的比值范围为1:2~1:1;下部滑移面(8)的底部深度范围为0.02m~0.15m;下部滑移面(8)的球面直径与曲面滑移球(6)的球面直径比值范围为5:1~50:1;曲面滑移球(6)的高度与曲面滑移球(6)的球面直径的比值范围为1:1~2:1;U型支撑(3)上下两肢的相对距离范围为0.05m~0.5m。

10. 如权利要求1~4任意一项所述的一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置,其特征在于,该隔震装置在外界荷载作用下应满足如下条件:

$$G_y \geq G_0$$

$$G_y = G_{y1} + G_{y2}$$

$$G_{y1} \leq f_y \cdot A_y$$

$$G_{y2} = nK_{y2} \cdot u_y$$

$$F = \left[\frac{G_0}{R_0} + \frac{n\alpha BEt^3}{12R_1^2(\pi R_1 + 4L)} \right] D + \frac{G_{y2}}{n} \mu_1 + \mu_2 W \operatorname{sgn}(\theta)$$

其中, G_y 为该隔震装置的竖向承载力; G_0 为隔震支座所受的竖向荷载; G_{y1} 为曲面滑移球(6)与曲面滑移(7)槽共同承担的竖向承载力; G_{y2} 为U型支撑(3)共同承担的竖向承载力; f_y 为曲面滑移球(6)与曲面滑移槽(7)的抗压强度设计值; A_y 为曲面滑移槽(7)与下部滑移面(8)之间的接触面积; K_{y2} 为U型支撑(3)的竖向刚度; u_y 为U型支撑(3)的竖向变形量; n 为配置U型支撑(3)的个数; F 为该隔震装置的所受到的水平荷载; R_0 为下部滑移面(8)的曲率半径; D 为上部支撑板(1)与下部支撑板(10)的水平相对位移; α 为U型支撑(3)的侧向刚度修正系数; B 为U型支撑(3)截面的宽度; E 为U型支撑(3)的弹性模量; t 为U型支撑(3)截面的厚度; R_1 为U型支撑(3)圆弧段的弯曲半径; L 为U型支撑(3)水平段的长度; μ_1 为支撑滑移块(4)与上部水平滑移槽(2)或者下部水平滑移槽(9)之间的摩擦系数; μ_2 为曲面滑移槽(7)与下部滑移面(8)之间的摩擦系数; θ 为曲面滑移槽(7)的中心轴线偏离垂直方向的夹角; $\operatorname{sgn}(\theta)$ 为 θ 的符号函数,当 θ 增大时, $\operatorname{sgn}(\theta)$ 为1,当 θ 减小时, $\operatorname{sgn}(\theta)$ 为-1。

一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置

技术领域

[0001] 本发明属于土木工程结构隔震领域,更具体地,涉及一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置。

背景技术

[0002] 土木工程结构隔震技术主要通过隔离装置将地震动与上部结构隔离开来,以达到降低结构地震动响应的效果。现有的隔震装置类型主要包括天然橡胶隔震支座(LNR)、铅芯橡胶隔震支座(LRB)、高阻尼橡胶支座(HDR)等。这些隔震支座在许多土木结构中被普遍使用,特别是对地震作用、风荷载、爆炸冲击荷载等比较敏感的建筑结构。然而,随着当代土木结构向着大跨度、超高层、大型化综合体、高面压等结构形式发展,传统隔震支座可能存在支座承载能力不足,抗拉能力弱,使得隔震支座无法正常工作等问题。

[0003] 因此,寻找一种兼具高承载力特性、良好隔震性能以及抗拉耗能作用的新型隔震装置已成为土木工程领域亟待解决的关键技术问题。

发明内容

[0004] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本发明提供了一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置,其目的在于,通过双向滑移支撑以及摩擦滑移面承载机构的结构设计,提升隔震装置的承载力及隔震性能,从而获得一种兼具高承载力特性、良好水平隔震性能以及抗拉耗能作用的具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供了一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置,用于设置在结构体系的底部或者支撑结构的顶部进行隔震,包括:上部支撑板、上部水平滑移槽、U型支撑、曲面滑移球、曲面滑移槽、下部滑移面、下部水平滑移槽以及下部支撑板;

[0006] 上部支撑板的外边缘设置有上部水平滑移槽;上部支撑板的下表面固结设置有曲面滑移球;

[0007] 下部支撑板的外边缘设置有下部水平滑移槽;下部支撑板的上表面设置下部滑移面,下部滑移面与下部支撑板一体化成型;

[0008] 在上部水平滑移槽与下部水平滑移槽之间设置多个规格相同的U型支撑;U型支撑具有平行设置的上肢和下肢,以及连接上肢和下肢的弯曲部;U型支撑的上肢与上部水平滑移槽滑动配合;U型支撑的下肢与下部水平滑移槽滑动配合;

[0009] 在下部滑移面上放置曲面滑移槽;曲面滑移槽的底部滑移面曲率半径与下部滑移面的曲率半径相同;曲面滑移槽上端设有下凹的内部滑移面,内部滑移面的曲率半径与曲面滑移球的底部滑移面曲率半径相同;曲面滑移球的底部滑移面与曲面滑移槽底部滑移面保持一预设距离,以使曲面滑移球与上部支撑板能够上下浮动。

[0010] 进一步地,上部水平滑移槽和下部水平滑移槽的两端均分别设置有滑移槽限位器,且内部均设有支撑滑移块固连;U型支撑的上肢和下肢分别与对应的支撑滑移块固连。

[0011] 进一步地, 滑移槽限位器的位置可调, 以用于调节U型支撑的滑动范围。

[0012] 进一步地, 上部水平滑移槽与内部的支撑滑移块之间涂有用于调节滑移面之间摩擦力的涂抹材料; 下部水平滑移槽与内部的支撑滑移块之间涂有用于调节滑移面之间摩擦力的涂抹材料。

[0013] 进一步地, 曲面滑移槽的尺寸小于曲面滑移槽在下部滑移面上的运动耗能半径; 在平衡状态下, 曲面滑移球的中心轴线、曲面滑移槽的中心轴线以及下部滑移面的中心轴线重合。

[0014] 进一步地, 多个规格相同的U型支撑沿上部水平滑移槽与下部水平滑移槽的周围均匀分布。

[0015] 进一步地, 上部支撑板和下部支撑板的材料为高强钢、铝合金或记忆合金; U型支撑的材料为软钢、铝合金或记忆合金; 曲面滑移球与曲面滑移槽的材料为高强钢、铝合金或记忆合金。

[0016] 进一步地, 曲面滑移球的底部滑移面与曲面滑移槽的内部滑移面之间, 涂有用于调节滑移面之间摩擦力的涂抹材料; 下部滑移面与曲面滑移槽的底部滑移面之间, 涂有用于调节滑移面之间摩擦力的涂抹材料。

[0017] 进一步地, 曲面滑移球的球面直径与上部支撑板的长宽的比值范围为1:5~1:50; 曲面滑移球的球面直径与曲面滑移槽的凹槽球面直径相同; 曲面滑移槽的凹槽深度与凹槽球面直径的比值范围为1:2~1:1; 下部滑移面的底部深度范围为0.02m~0.15m; 下部滑移面的球面直径与曲面滑移球的球面直径比值范围为5:1~50:1; 曲面滑移球的高度与曲面滑移球的球面直径的比值范围为1:1~2:1; U型支撑上下两肢的相对距离范围为0.05m~0.5m。

[0018] 进一步地, 该隔震装置在外界荷载作用下应满足如下条件:

$$[0019] \quad G_y \geq G_0$$

$$[0020] \quad G_y = G_{y1} + G_{y2}$$

$$[0021] \quad G_{y1} \leq f_y \cdot A_y$$

$$[0022] \quad G_{y2} = nK_{y2} \cdot u_y$$

$$[0023] \quad F = \left[\frac{G_0}{R_0} + \frac{n\alpha BEt^3}{12R_1^2(\pi R_1 + 4L)} \right] D + \frac{G_{y2}}{n} \mu_1 + \mu_2 W \operatorname{sgn}(\theta)$$

[0024] 其中, G_y 为该隔震装置的竖向承载力; G_0 为隔震支座所受的竖向荷载; G_{y1} 为曲面滑移球与曲面滑移槽共同承担的竖向承载力; G_{y2} 为U型支撑共同承担的竖向承载力; f_y 为曲面滑移球与曲面滑移槽的抗压强度设计值; A_y 为曲面滑移槽与下部滑移面之间的接触面积; K_{y2} 为U型支撑的竖向刚度; u_y 为U型支撑的竖向变形量; n 为配置U型支撑的个数; F 为该隔震装置所受到的水平荷载; R_0 为下部滑移面的曲率半径; D 为上部支撑板与下部支撑板的水平相对位移; α 为U型支撑的侧向刚度修正系数; B 为U型支撑截面的宽度; E 为U型支撑的弹性模量; t 为U型支撑截面的厚度; R_1 为U型支撑圆弧段的弯曲半径; L 为U型支撑水平段的长度; μ_1 为支撑滑移块与上部水平滑移槽或者下部水平滑移槽之间的摩擦系数; μ_2 为曲面滑移槽与下部滑移面之间的摩擦系数; θ 为曲面滑移槽的中心轴线偏离竖直方向的夹角; $\operatorname{sgn}(\theta)$ 为 θ 的符号函数, 当 θ 增大时, $\operatorname{sgn}(\theta)$ 为1, 当 θ 减小时, $\operatorname{sgn}(\theta)$ 为-1。

[0025] 总体而言, 本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比, 能够取得下列有益效

果：

[0026] 1、本发明能够有效地提供一种兼具高承载力特性、良好水平隔震性能以及抗拉耗能作用的隔震装置，解决传统隔震支座在大跨度、超高层、大型化综合体、高面压等结构中存在支座承载能力不足或者竖向不抗拉的问题。

[0027] 2、本发明的U型支撑，不仅能够提供竖向刚度，在水平方向上消能减振，限制隔震装置在大震下的过大位移，也能够起到隔震装置的抗拉作用，解决传统隔震装置不抗拉的缺陷，保证隔震装置的正常工作，经济实用，绿色环保。

[0028] 3、本发明的曲面滑移球与曲面滑移槽能够相互协调工作，还能够一起提供竖向刚度；曲面滑移球以及曲面滑移槽在所受合力作用下，能够自然地回到平衡状态；而且曲面滑移球能够在曲面滑移槽的内部滑移面上摇摆旋转，不仅能够耗散外部能量、防止隔震层的上部结构扭转与摆动，还能够有效地调节曲面滑移球与下部滑动面的竖向相对位移，保证该隔震装置的上部支撑板与下部支撑板只发生水平运动，从而有效降低大跨度、超高层、大型化综合体、高面压等结构的复杂运动状态下的动力响应。

[0029] 4、上部水平滑移槽与下部水平滑移槽能够保证U型支撑发生平面内屈曲耗能，而不发生平面外扭转屈曲，不仅可以耗能，还能使的U型支撑使用寿命更长。而且，支撑滑移块与上部水平滑移槽或者下部水平滑移槽之间的摩擦作用，也能起到消耗能量的作用，使得该隔震装置消耗能量更明显。

附图说明

[0030] 图1是一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置的示意图1。

[0031] 图2是一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置的主视图、A-A剖切位置示意图以及B-B剖切位置示意图。

[0032] 图3是一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置的A-A剖切示意图。

[0033] 图4是一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置的B-B剖切示意图。

[0034] 图5是一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置数值模型的滞回曲线。

[0035] 在所有附图中，相同的附图标记用来表示相同的元件或结构，其中：

[0036] 1-上部支撑板、2-上部水平滑移槽、3-U型支撑、4-支撑滑移块、5-滑移槽限位器、6-曲面滑移球、7-曲面滑移槽、8-下部滑移面、9-下部水平滑移槽、10-下部支撑板。

具体实施方式

[0037] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。此外，下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0038] 本发明提供了一种具有双向滑移支撑的高承载力抗拉隔震装置，用于设置在结构体系的底部或者支撑结构的顶部进行隔震，包括：上部支撑板1、上部水平滑移槽2、U型支撑3、支撑滑移块4、滑移槽限位器5、曲面滑移球6、曲面滑移槽7、下部滑移面8、下部水平滑移槽9以及下部支撑板10。

[0039] 上部支撑板1与上部结构接触；上部支撑板1上可设置抗剪抗拉连接件，能够与上

部结构进行紧密连接。上部支撑板1的周围,设置有上部水平滑移槽2。上部水平滑移槽2的内部设置有支撑滑移块4。上部水平滑移槽2的两端设置有滑移槽限位器5。滑移槽限位器5可以根据设计要求来调节支撑滑移块4在上部水平滑移槽2内部的水平滑移距离。不仅如此,在上部支撑板1的下表面设置有曲面滑移球6。曲面滑移球6与上部支撑板1之间固结,保证曲面滑移球6与上部支撑板1同步运动。

[0040] 下部支撑板10与下部结构接触;下部支撑板10上可设置抗剪抗拉连接件,能够与下部结构进行紧密连接。下部支撑板10的周围,设置有下部水平滑移槽9。下部水平滑移槽9的内部设置有支撑滑移块4。下部水平滑移槽9的两端设置有滑移槽限位器5。滑移槽限位器5可以根据设计要求来调节支撑滑移块4在下部水平滑移槽9内部的水平滑移距离。不仅如此,在下部支撑板10的上表面设置下部滑移面8,下部滑移面8与下部支撑板10一体化成型。

[0041] 在上部水平滑移槽2与下部水平滑移槽9之间设置多个规格相同的U型支撑3;U型支撑3具有平行设置的上肢和下肢,以及连接上肢和下肢的弯曲部;U型支撑3的上肢与支撑滑移块可以焊接在一起,也可一体化成型;U型支撑3的下肢与支撑滑移块4可以焊接在一起,也可一体化成型。

[0042] 在下部滑移面8上放置曲面滑移槽7。曲面滑移槽7的底部滑移面曲率半径与下部滑移面8的曲率半径相同。曲面滑移槽7内部滑移面的曲率半径与曲面滑移球6的底部滑移面曲率半径相同。曲面滑移球6的底部滑移面与曲面滑移槽7底部滑移面保持一定距离,该距离要根据设计要求来确定。

[0043] 曲面滑移球6的底部与曲面滑移槽7底部之间的竖向距离等同于多个规格相同的U型支撑3上下两肢的竖向相对位移,也等同于上部水平滑移槽2与下部水平滑移槽9之间的竖向相对位移。

[0044] 曲面滑移槽7的尺寸要小于曲面滑移槽7在下部滑移面8上的运动耗能半径;在平衡状态下,曲面滑移球6的中心轴线、曲面滑移槽7的中心轴线以及下部滑移面8的中心轴线重合。当该隔震装置上部结构或者下部结构受到外界荷载作用下,曲面滑移槽7在合力的作用下,具有回到平衡状态的能力。

[0045] 当该隔震装置运动时,曲面滑移槽7能够围绕曲面滑移球6进行旋转与摆动,不仅能保证上部连接板1水平运动,还能够依靠摩擦力来削弱能量,保护隔震结构不受到破坏。

[0046] 多个规格相同的U型支撑3沿上部水平滑移槽2与下部水平滑移槽9的周围均匀分布。当隔震结构受到风荷载或者地震作用下,U型支撑3不仅能够运动耗能,还能够为结构提供一定的自复位能力。上部水平滑移槽2与下部水平滑移槽9能够保证U型支撑3发生平面内屈曲耗能,而不发生平面外扭转屈曲,使得U型支撑3使用寿命更长。而且U型支撑3与支撑滑移块4的尺寸,可以根据设计要求来进行调整。

[0047] 上部支撑板1和下部支撑板10的材料为高强钢、铝合金或记忆合金。U型支撑3的材料为软钢、铝合金或记忆合金。曲面滑移球6与曲面滑移槽7的材料为高强钢、铝合金或记忆合金。

[0048] 通过改变曲面滑移球6的底部滑移面的涂抹材料,来调节滑移面之间的摩擦力的大小。通过改变曲面滑移槽7的内部滑移面与底部滑移面的涂抹材料,来调节滑移面之间的摩擦力的大小。通过改变下部滑移面8的涂抹材料,来调节滑移面之间的摩擦力的大小。通过改变支撑滑移块4与上部水平滑移槽2的涂抹材料,来调节滑移面之间的摩擦力的大小。

通过改变支撑滑块4与下部水平滑移槽9的涂抹材料,来调节滑移面之间的摩擦力的大小。

[0049] 该隔震装置在外界荷载作用下应满足如下条件:

$$[0050] \quad G_y \geq G_0$$

$$[0051] \quad G_y = G_{y1} + G_{y2}$$

$$[0052] \quad G_{y1} \leq f_y \cdot A_y$$

$$[0053] \quad G_{y2} = nK_{y2} \cdot u_y$$

$$[0054] \quad F = \left[\frac{G_0}{R_0} + \frac{n\alpha BEt^3}{12R_1^2(\pi R_1 + 4L)} \right] D + \frac{G_{y2}}{n} \mu_1 + \mu_2 W \operatorname{sgn}(\theta)$$

[0055] 其中, G_y 为该隔震装置的竖向承载力; G_0 为隔震支座所受的竖向荷载; G_{y1} 为曲面滑移球6与曲面滑移槽7共同承担的竖向承载力; G_{y2} 为U型支撑3共同承担的竖向承载力; f_y 为曲面滑移球6与曲面滑移槽7的抗压强度设计值; A_y 为曲面滑移槽7与下部滑移面8之间的接触面积; K_{y2} 为U型支撑3的竖向刚度; u_y 为U型支撑3的竖向变形量; n 为配置U型支撑3的个数; F 为该隔震装置所受到的水平荷载; R_0 为下部滑移面8的曲率半径; D 为上部支撑板1与下部支撑板10的水平相对位移; α 为U型支撑3的侧向刚度修正系数; B 为U型支撑3截面的宽度; E 为U型支撑3的弹性模量; t 为U型支撑3截面的厚度; R_1 为U型支撑3圆弧段的弯曲半径; L 为U型支撑3水平段的长度; μ_1 为支撑滑块4与上部水平滑移槽2或者下部水平滑移槽9之间的摩擦系数; μ_2 为曲面滑移槽7与下部滑移面8之间的摩擦系数; θ 为曲面滑移槽7的中心轴线偏离垂直方向的夹角; $\operatorname{sgn}(\theta)$ 为 θ 的符号函数,当 θ 增大时, $\operatorname{sgn}(\theta)$ 为1,当 θ 减小时, $\operatorname{sgn}(\theta)$ 为-1。

[0056] 下面结合该隔震装置的一个数值模型及其滞回曲线对本发明的效果进行说明:

[0057] 该隔震装置的一个数值模型选用四个U型支撑3布置于隔震装置的前后左右四侧。该隔震装置所受到的竖向荷载为40MPa,上部支撑板1和下部支撑板10截面尺寸:长0.8m,宽0.8m,厚度0.2m;上部支撑板1和下部支撑板10材料为高强钢,弹性模量为 2.1×10^{11} Pa,泊松比为0.3,密度为7850Kg/m³;U型支撑3的上下肢水平段的长度为0.2m,宽度为0.06m,厚度为0.02m;U型支撑3的弯曲段为半圆环,圆环厚度为0.02m,圆环外半径为0.22m,圆环内半径为0.2m;U型支撑3材料为软钢,弹性模量为 1.9×10^{11} Pa,泊松比为0.3,密度为7800Kg/m³;下部滑移面6的曲率半径为1m;曲面滑移球8底部滑移面的曲率半径为0.2m;曲面滑移槽7内部滑移面的曲率半径为0.2m,曲面滑移槽7底部滑移面的曲率半径为1m;曲面滑移球8与曲面滑移槽7材料为高强钢,弹性模量为 2.1×10^{11} Pa,泊松比为0.3,密度为7850Kg/m³。

[0058] 如图5所示,该隔震装置的一个数值模型的滞回曲线非常饱满,证明该隔震装置具有良好的隔震消能作用。在其他实施例中,可以根据实际使用环境下的工况要求、场地类别以及地震强度等情况,对该隔震装置的各个部件的尺寸参数、材料,以及U型支撑3的数量进行调整。

[0059] 本发明能够有效地提供一种兼具高承载力特性、良好水平隔震性能以及抗拉耗能作用的隔震装置,解决传统隔震支座在大跨度、超高层、大型化综合体、高面压等结构中存在支座承载能力不足或者竖向不抗拉的问题。

[0060] 而且,本发明的U型支撑3,不仅能够提供竖向刚度,在水平方向上消能减振,限制隔震装置在大震下的过大位移,也能够起到隔震装置的抗拉作用,解决传统隔震装置不抗

拉的缺陷,保证隔震装置的正常工作,经济实用,绿色环保。

[0061] 本发明的曲面滑移球6与曲面滑移槽7能够相互协调工作,还能够一起提供竖向刚度;曲面滑移球6以及曲面滑移槽7在所受合力作用下,能够自然地回到平衡状态;而且曲面滑移球6能够在曲面滑移槽7的内部滑移面上摇摆旋转,不仅能够耗散外部能量、防止隔震层的上部结构扭转与摆动,还能够有效地调节上部支撑板1与下部支撑板10的竖向相对位移,保证该隔震装置的上部支撑板1与下部支撑板10只发生水平运动,从而有效降低大跨度、超高层、大型化综合体、高面压等结构的复杂运动状态下的动力响应。

[0062] 不仅如此,本发明的上部水平滑移槽2与下部水平滑移槽9能够保证U型支撑3发生平面内屈曲耗能,而不发生平面外扭转屈曲,不仅可以耗能,还能使的U型支撑3使用寿命更长。而且,支撑滑移块4与上部水平滑移槽2或者下部水平滑移槽9之间的摩擦作用,也能起到消耗能量的作用,使得该隔震装置消耗能量更明显。

[0063] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

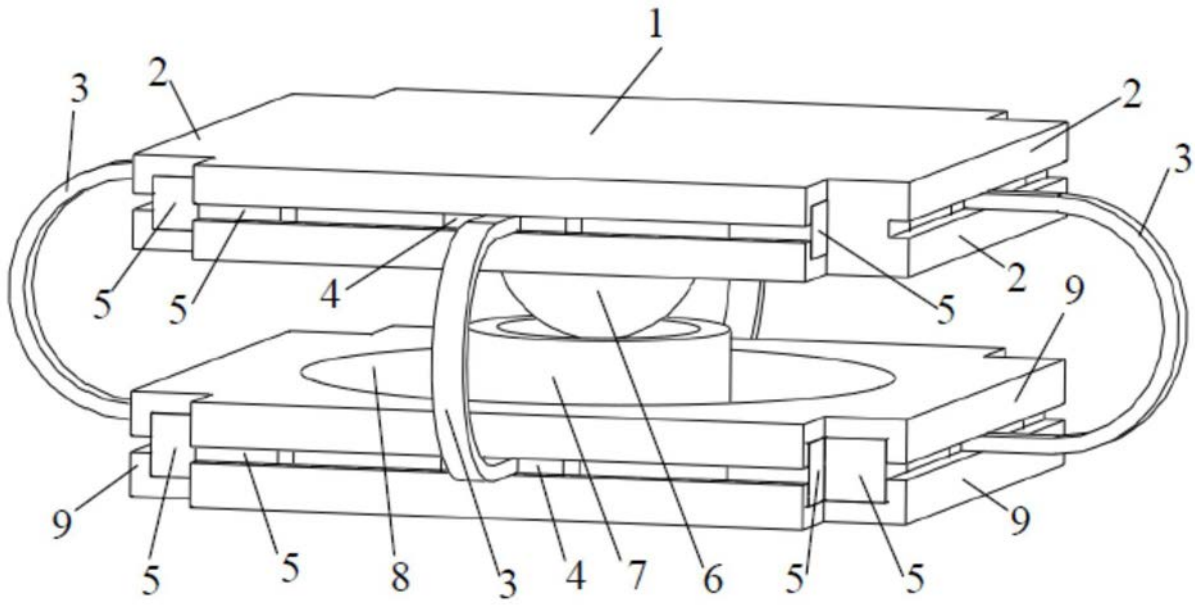


图1

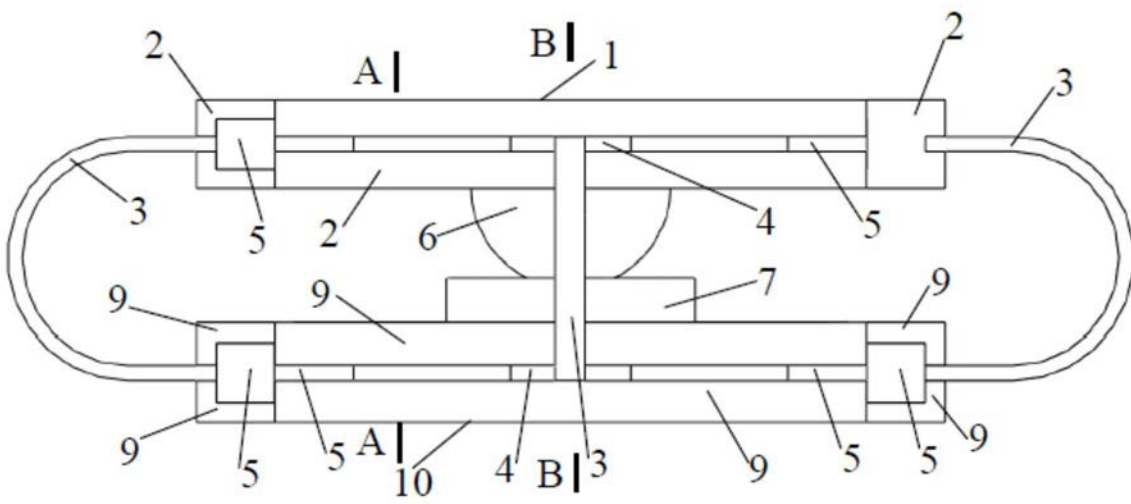


图2

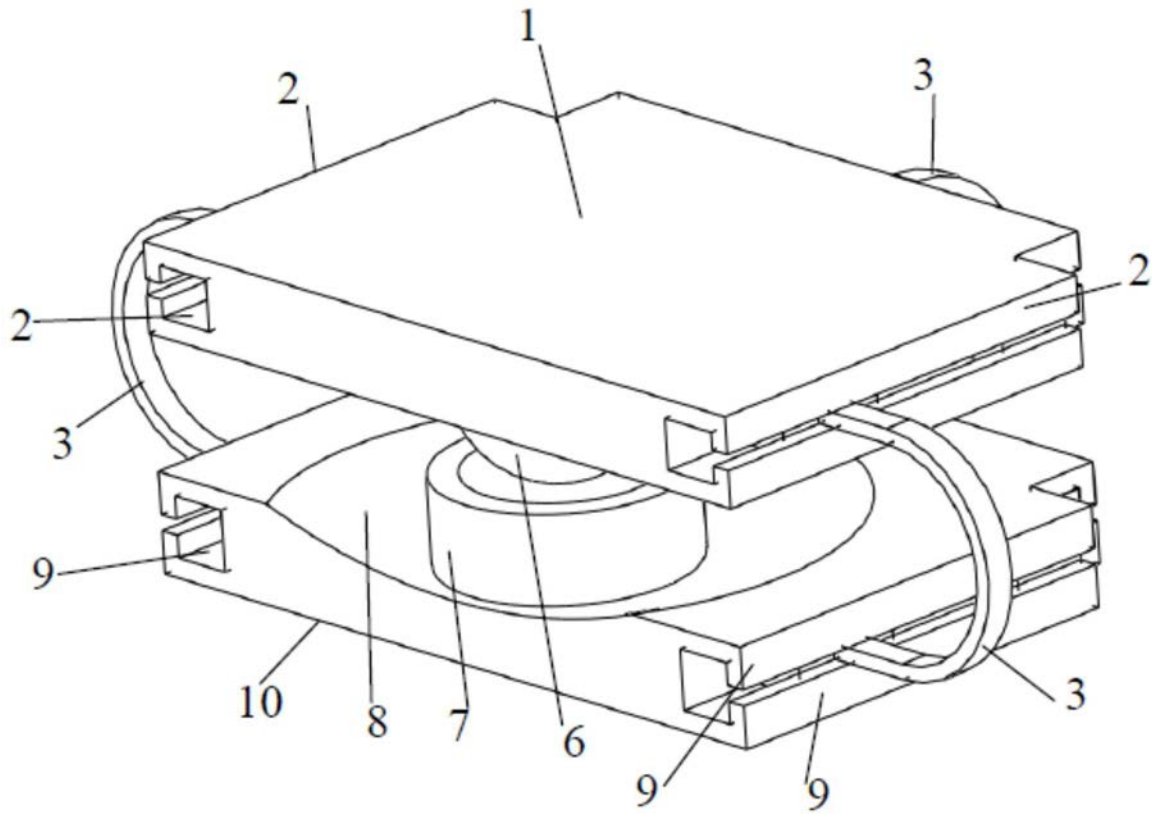


图3

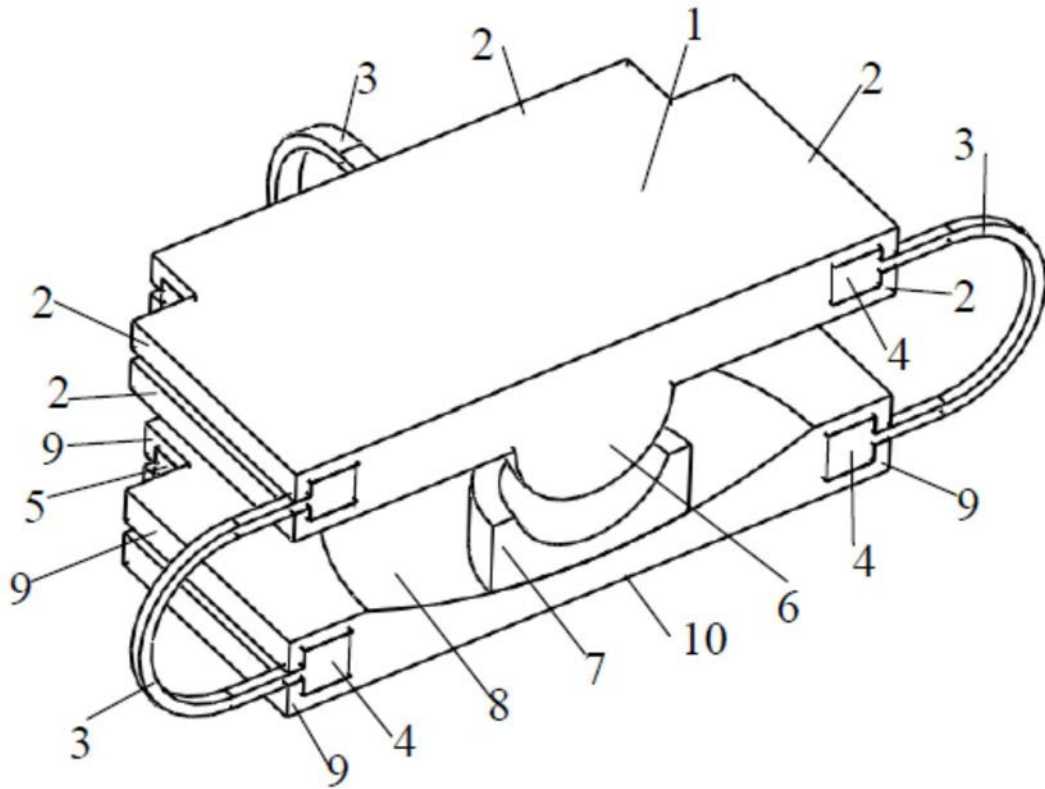


图4

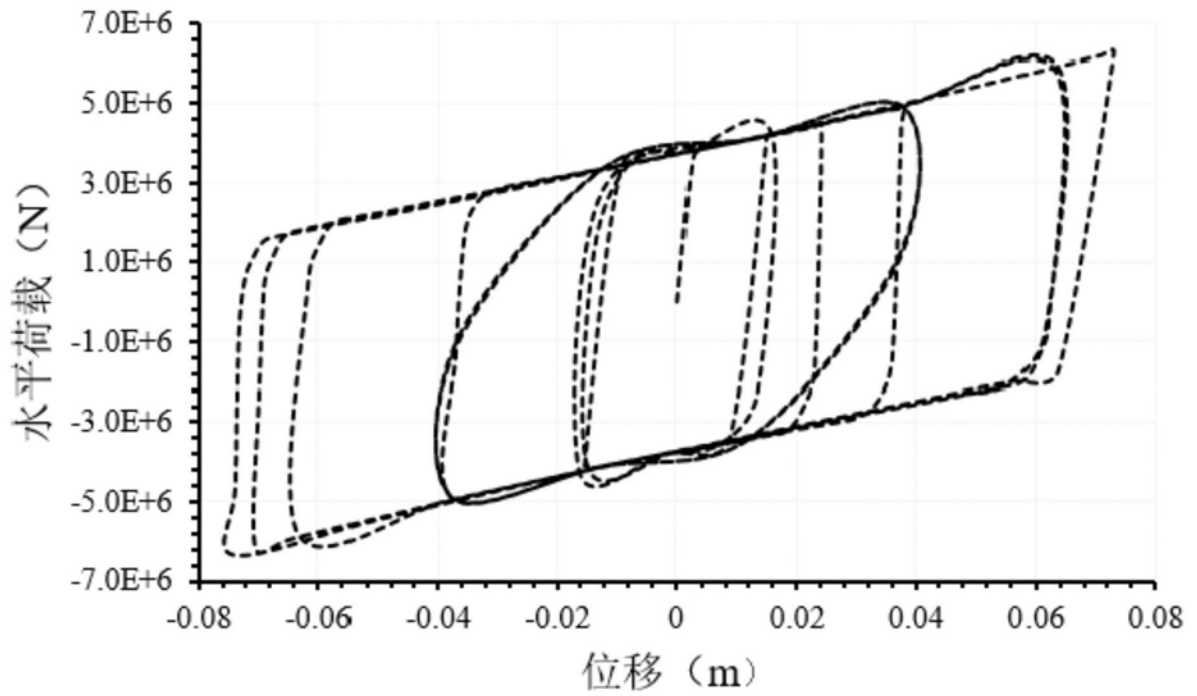


图5