



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109403494 A

(43)申请公布日 2019.03.01

(21)申请号 201811494311.2

(22)申请日 2018.12.07

(71)申请人 河北建筑工程学院

地址 075000 河北省张家口市朝阳西大街
13号

(72)发明人 谢军 阎杰 胡英飞 倪雅静

包淑贤 王倩 张恒 段龙

杨永竹 林德忠

(74)专利代理机构 沈阳之华益专利事务所有限

公司 21218

代理人 黄英华

(51)Int.Cl.

E04B 1/98(2006.01)

E04H 9/02(2006.01)

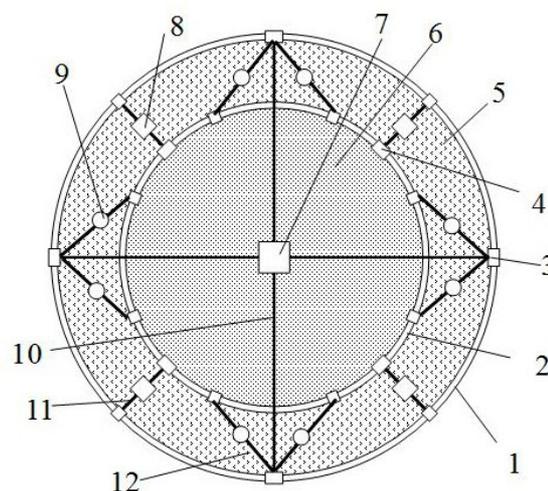
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

多维调谐质量复合阻尼器

(57)摘要

本发明提供一种多维调谐质量复合阻尼器，屋面结构上设置外弧形槽、内圆弧形槽，并分别采用外支架和内支架支撑，分别设置1个第一类质量块、4个第二类质量块和8个第三类质量块，并分别采用第一类弹簧、第二类弹簧和第三类弹簧与外支架、内支架、外软钢环和内软钢环连接。本发明的优点是通过弹簧与质量块的协同工作实现对多方向和多频率的风振和地震反应控制。在风振、地震作用下，系统的受力均匀、稳定、节省材料，又保证耗能体系稳固、有效，构造简单，经济实用。



1. 多维调谐质量复合阻尼器,设置在屋面结构(13)上方,其特征在于:包括外软钢环(1)、内软钢环(2)、外支架(3)、内支架(4)、外弧形槽(5)、内圆弧形槽(6)、第一类质量块(7)、第二类质量块(8)、第三类质量块(9)、第一类弹簧(10)、第二类弹簧(11)、第三类弹簧(12);

所述外支架(3)的底端与屋面结构(13)连接,外支架(3)的顶端与外软钢环(1)连接,内支架(4)的底端与屋面结构(13)连接,内支架(4)的顶端与内软钢环(2)连接;屋面结构(13)上部中间设置有结构承台(14),结构承台(14)的上部设置内圆弧形槽(6),内圆弧形槽(6)的圆形开口与内软钢环(2)连接,内软钢环(2)的外部一圈设置外弧形槽(5),外弧形槽(5)的内侧与内圆弧形槽(6)连接,外弧形槽(5)的内侧边缘与内软钢环(2)连接,外弧形槽(5)的外侧边缘与外支架(3)连接;

在内圆弧形槽(6)内设置一个第一类质量块(7),第一类质量块(7)位于内圆弧形槽(6)的圆心;第一类质量块(7)的四侧面均与第一类弹簧(10)连接,第一类弹簧(10)的另一端均分别与外软钢环(1)和外支架(3)的连接点连接;

在外弧形槽(5)内设置四个第二类质量块(8),第二类质量块(8)分别位于与内支架(4)相对应的位置,第二类质量块(8)其中的两个对侧面分别与第二类弹簧(11)连接,其中一根第二类弹簧(11)的另一端与内软钢环(2)和内支架(4)的连接点连接,另一根第二类弹簧(11)的另一端与外软钢环(1)连接,第二类弹簧(11)的水平投影均为外软钢环(1)、内软钢环(2)的法线方向;

在外弧形槽(5)内设置八个第三类质量块(9),第三类质量块(9)的对称侧面分别与第三类弹簧(12)连接,其中一根第三类弹簧(12)的另一端与外软钢环(1)和外支架(3)的连接点连接,另一根第三类弹簧(12)的另一端与内软钢环(2)连接;第三类质量块(9)两两一组并分别位于第一类弹簧(10)的两侧。

2. 根据权利要求1所述的多维调谐质量复合阻尼器,其特征在于:所述外软钢环(1)、内软钢环(2)为同心圆,从圆心出发,相邻的外支架(3)和内支架(4)之间的夹角为 45° ,第三类弹簧(12)与内软钢环(2)的连接点和相邻的外支架(3)、内支架(4)之间的夹角均为 22.5° 。

3. 根据权利要求1所述的多维调谐质量复合阻尼器,其特征在于:所述外支架(3)的高度为内支架(4)高度的1.5-2.5倍,外支架(3)的数量与内支架(4)的数量相等,且外支架(3)与内支架(4)相互交错设置。

4. 根据权利要求1所述的多维调谐质量复合阻尼器,其特征在于:所述外弧形槽(5)俯视为圆环,横截面为半圆弧形槽,内表面设置摩擦阻尼材料层;外弧形槽(5)的上部开口齐平,且与内圆弧形槽(6)的顶面齐平;内圆弧形槽(6)的直径为外弧形槽(5)直径的3~6倍。

5. 根据权利要求1所述的多维调谐质量复合阻尼器,其特征在于:所述内圆弧形槽(6)的圆形开口与圆形的内软钢环(2)连接,并采用四个内支架(4)均匀支撑连接于内软钢环(2)上;内圆弧形槽(6)的高度为四分之一到三分之一球面壳体高度,顶部为水平的圆形开口,内表面设置摩擦阻尼材料层;在屋面结构(13)和内圆弧形槽(6)之间设置结构承台(14),结构承台(14)为圆形台,结构承台(14)直径为内圆弧形槽(6)开口直径的三分之一至二分之一。

6. 根据权利要求1所述的多维调谐质量复合阻尼器,其特征在于:所述第一类质量块(7)俯视为正方形,第二类质量块(8)俯视为正方形,第三类质量块(9)俯视为圆形。

7. 根据权利要求1所述的多维调谐质量复合阻尼器,其特征在于:所述第一类质量块(7)的质量大于第二类质量块(8)的质量,第二类质量块(8)的质量大于第三类质量块(9)的质量。

8. 根据权利要求1所述的多维调谐质量复合阻尼器,其特征在于:所述第一类弹簧(10)的刚度大于第二类弹簧(11)的刚度,第二类弹簧(11)的刚度大于第三类弹簧(12)的刚度。

多维调谐质量复合阻尼器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种建筑结构震动控制装置,特别是涉及一种多维调谐质量复合阻尼器。

背景技术

[0002] 调谐质量阻尼器(tuned mass damper,简称TMD)系统是在结构顶层加上惯性质量,并配以弹簧和阻尼器与主结构相连,应用共振原理,对结构的某一振型加以控制。通常惯性质量可以是高层或高耸结构的水箱、机房或旋转餐厅。它对结构进行振动控制的机理是:原结构体系由于加入TMD,其动力特性发生变化,原结构承受动力作用而剧烈振动时,由于TMD质量块的惯性而向原结构施加反方向作用力,其阻尼也发挥耗能作用,从而达到使原结构的振动反应明显衰减的目的。

[0003] 调谐质量阻尼器结构应用的现代思想的最早来源是早在1909年Frahm(Frahm, 1909;Den Hartog,1956)研究动力吸振器。Frahm的吸振器由一个小质量 m 和一个刚度为 A 的弹簧连接于弹簧刚度为 K 的主质量 M 。在简谐荷载作用下,可显示出当所连接的吸振器的固有频率被确定为(或调谐为)激励频率时,主质量 M 能保持完全静止。Den Hartog(Ormondroyd and Den Hartog,1928)最早研究了主系统中没有阻尼时的无阻尼和有阻尼动力吸振器理论,他们提出了吸振器的基本原理及确定适当参数的过程。主系统的阻尼包含在Bishop(1952)提出的动力吸振器的分析中。紧接在上述工作之后,Falcon等(1967)设计了一个优化过程以获得主系统的最小峰值响应和最大有效阻尼。Jennlge和Frohrib(1977)数值计算厂控制建筑物结构中弯曲和扭转模式的移动—转动吸振器系统。Ioi和Ikeda(1978)提出了主系统在小阻尼情况下这些优化吸振器参数修正因子的经验公式。Randall等(1981)提出了在系统中考虑阻尼影响的这些参数的设计图表。Warburton和Ayorinde(1980)进一步用表列出了最大动力放大因子、调谐频率比及特定质量比和主系统阻尼比的吸振器阻尼比的优化值。

[0004] TMD在土木工程中有较早的应用历史,前苏联于20世纪50年代初就在钢电视塔及烟囱上安装了撞击式摆锤,使得风荷载作用下的振动得到较大的衰减。由于TMD能有效地衰减结构的动力反应,安全、经济、对建筑功能影响小、便于安装、维修和更换,已被广泛用作高层建筑、高耸结构及大跨桥梁的抗震抗风装置。TMD不仅可用于新建建筑,而且通过“加层减震”技术可以改善已有房屋的耐震性能。大量的试验和数值分析研究表明,这种控制装置无论对风振和地震引起的振动都有明显的减振效果。但TMD受频率限制比较大,当激励为窄带或结构的响应以基频控制时,其控制效果比较理想,当激励为宽带激励或结构的响应是多个振型都起作用时,控制效果不明显,即TMD的控制频域宽度很窄。

[0005] 为了增强用于减小主系统最大动力响应的吸振器的效果,研究者们尝试了通过引入非线性吸振器弹簧来加宽调谐频率范围,Roberson(1962)研究了将动力吸振器支承于一个没有阻尼的线性加三次方弹簧(即Duffing型弹簧)之上的主系统的动力响应。他将“消除带”定义为规格化主系统幅值小于1的共振峰值之间的频率带。非线性吸振器的这个带宽很

清楚地表明了比线性吸振器要宽得多,Pipes (1953) 研究了一个有双曲正弦特征的强化弹簧,并得出弹簧中非线性的影响是要阻止尖锐共振峰的出现,并将相对小幅值的奇次谱分量引入吸振器和主系统的运动中。

[0006] 为了改进动力吸振器的性能,Snowdon (1960) 研究了固体型吸振器对减小主系统响应的性能,表明采用刚度正比于频率和恒定阻尼系数材料的动力吸振器能显著减小主系统的共振振动,其性能明显优于弹簧—阻尼筒型吸振器。Srinivasan (1969) 分析了平行阻尼动力吸振器,即一个辅助无阻尼质量平行加装于一个吸振器。在这种情况下,当阻尼频率被精确调谐到激励频率时,主系统将保持静止,但在该情况下,消除带变小了。Snowdon (1974) 研究了其他可能的吸振器形式,如三一单元吸振器的,显示如果第三类单元(即辅助弹簧)与阻尼器串联,主系统幅值能减小15%~30%,但这种减小对频率非常敏感,在实际中它将影响吸振器的性能。

[0007] 但建筑结构所受到的如风和地震的环境荷载的作用来自不同方向,传统的TMD无法对不同方向的风振和地震进行控制,因此需要开发一种能够对不同方向的风振和地震进行控制的TMD;另外,结构在不同方向上的自振频率各有差异,因此传统的TMD也无能为力。因此需要解决来自不同方向的风振和地震反应以及不同方向的结构自振频率的问题。

发明内容

[0008] 为了解决上述技术问题,本发明的目的在于为高层、高耸结构以及核电站等重要结构提供一种多维调谐质量复合阻尼器,不仅能对来自不同方向的风振和地震进行控制,也能针对结构不同方向的自振频率进行风振和地震反应的控制。该阻尼系统构造简单,实用性强。在风振地震作用下,系统的受力均匀、稳定、节省材料,又保证耗能体系稳固有效,对建筑结构起到很好的保护作用。

[0009] 本发明的技术方案如下:

多维调谐质量复合阻尼器,设置在屋面结构上方,包括外软钢环、内软钢环、外支架、内支架、外弧形槽、内圆弧形槽、第一类质量块、第二类质量块、第三类质量块、第一类弹簧、第二类弹簧、第三类弹簧,所述外支架的底端与屋面结构连接,外支架的顶端与外软钢环连接,内支架的底端与屋面结构连接,内支架的顶端与内软钢环连接;屋面结构上部中间设置有结构承台,结构承台的上部设置内圆弧形槽,内圆弧形槽的圆形开口与内软钢环连接,内软钢环的外部一圈设置外弧形槽,外弧形槽的内侧与内圆弧形槽连接,外弧形槽的内侧边缘与内软钢环连接,外弧形槽的外侧边缘与外支架连接;

在内圆弧形槽内设置一个第一类质量块,第一类质量块位于内圆弧形槽的圆心;第一类质量块的四侧面均与第一类弹簧连接,第一类弹簧的另一端均分别与外软钢环和外支架的连接点连接;

在外弧形槽内设置四个第二类质量块,第二类质量块分别位于与内支架相对应的位置,第二类质量块其中的两个对侧面分别与第二类弹簧连接,其中一根第二类弹簧的另一端与内软钢环和内支架的连接点连接,另一根第二类弹簧的另一端与外软钢环连接,第二类弹簧的水平投影均为外软钢环、内软钢环的法线方向;

在外弧形槽内设置八个第三类质量块,第三类质量块的对称侧面分别与第三类弹簧连接,其中一根第三类弹簧的另一端与外软钢环和外支架的连接点连接,另一根第三类弹簧

的另一端与内软钢环连接;第三类质量块两两一组并分别位于第一类弹簧的两侧。

[0010] 进一步地,所述外软钢环、内软钢环为同心圆,从圆心出发,相邻的外支架和内支架之间的夹角为 45° ,第三类弹簧与内软钢环的连接点和相邻的外支架、内支架之间的夹角均为 22.5° 。

[0011] 进一步地,所述外支架的高度为内支架高度的1.5-2.5倍,外支架的数量与内支架的数量相等,且外支架与内支架相互交错设置。

[0012] 进一步地,所述外弧形槽俯视为圆环,横截面为半圆弧形槽,内表面设置摩擦阻尼材料层;外弧形槽的上部开口齐平,且与内圆弧形槽的顶面齐平;内圆弧形槽的直径为外弧形槽直径的3~6倍。

[0013] 进一步地,所述内圆弧形槽的圆形开口与圆形的内软钢环连接,并采用四个内支架均匀支撑连接于内软钢环上;内圆弧形槽的高度为四分之一到三分之一球面壳体高度,顶部为水平的圆形开口,内表面设置摩擦阻尼材料层;在屋面结构和内圆弧形槽之间设置结构承台,结构承台为圆形台,结构承台直径为内圆弧形槽开口直径的三分之一至二分之一。

[0014] 进一步地,所述第一类质量块俯视为正方形,第二类质量块俯视为正方形,第三类质量块俯视为圆形。

[0015] 进一步地,所述第一类质量块的质量大于第二类质量块的质量,第二类质量块的质量大于第三类质量块的质量。

[0016] 进一步地,所述第一类弹簧的刚度大于第二类弹簧的刚度,第二类弹簧的刚度大于第三类弹簧的刚度。

[0017] 本发明的有益效果:本发明的优点是通过弹簧与质量块的协同工作实现对多方向和多频率的风振和地震反应控制。在风振、地震作用下,系统的受力均匀、稳定、节省材料,又保证耗能体系稳固、有效,构造简单,经济实用。可以适用于在高层、高耸建筑以及核电站等重要结构,减少建筑结构的地震反应,对建筑结构起到很好的保护作用,能够产生较大的经济效益和社会效益。耗能效果好、钢材利用率高,同时安装简单、使用方便,既可以用于新建建筑工程的抗震设计,也可以用于已有工程的加固维修。

附图说明

[0018] 图1为多维调谐质量复合阻尼器俯视示意图;

图2为多维调谐质量复合阻尼器的结构侧视示意图。

[0019] 图中,1为外软钢环;2为内软钢环;3为外支架;4为内支架;5为外弧形槽;6为内圆弧形槽;7为第一类质量块;8为第二类质量块;9为第三类质量块;10为第一类弹簧;11为第二类弹簧;12为第三类弹簧;13为屋面结构;14为结构承台。

具体实施方式

[0020] 下面结合具体实施例和参照附图对本发明进行详细说明。

[0021] 实施例:本发明提出的多维调谐质量复合阻尼器如图1~图2所示。屋面结构13上设置外弧形槽5、内圆弧形槽6,并分别采用外支架3和内支架4支撑,分别设置1个第一类质量块7、4个第二类质量块8和8个第三类质量块9,并分别采用第一类弹簧10、第二类弹簧11和

第三类弹簧12与外支架3、内支架4、外软钢环1和内软钢环2连接。

[0022] 多维调谐质量复合阻尼器,设置在屋面结构13上方,包括外软钢环1、内软钢环2、外支架3、内支架4、外弧形槽5、内圆弧形槽6、第一类质量块7、第二类质量块8、第三类质量块9、第一类弹簧10、第二类弹簧11、第三类弹簧12;屋面结构13上设置内圆弧形槽6,内圆弧形槽6高度为四分之一到三分之一球面壳体的高度,顶部为水平的圆形开口,内表面设置摩擦阻尼材料层;在屋面结构13和内圆弧形槽6之间设置结构承台14,结构承台14为圆形台,直径为内圆弧形槽6开口直径的三分之一至二分之一;

内圆弧形槽6的圆形开口与圆形的内软钢环2连接,并采用4个内支架4均匀支撑连接于内软钢环2上;外弧形槽5俯视为圆环,内侧与内圆弧形槽6连接;横截面为半圆弧形槽,内表面设置摩擦阻尼材料层;外弧形槽5的上部开口齐平,且与内圆弧形槽6的顶面齐平;内圆弧形槽6的直径为外弧形槽5直径的3~6倍;外弧形槽5的内侧边缘与内软钢环2连接,外侧边缘与外支架3连接;外支架3的顶端安装圆形的外软钢环1;外软钢环1、内软钢环2为同心圆;外支架3的高度为内支架4高度的1.5~2.5倍,外支架3的高度为内支架4数量相等,且外支架3与内支架4相互交错,二者在圆弧上相差45度角;

在内圆弧形槽6内设置一个与结构第一阵型对应的第一类质量块7,第一类质量块7位于内圆弧形槽6的圆心;第一类质量块7俯视为正方形,四侧面均连接一根第一类弹簧10,第一类弹簧10的另一端均分别连接在外软钢环1和外支架3的连接处;

在外弧形槽5内设置4个第二类质量块8,分别位于与内支架4相对应的位移,第二类质量块8俯视为正方形,在其中的两个对侧面分别连接第二类弹簧11,其中一根弹簧的另一端连接在内软钢环2和内支架4的连接点,另一根弹簧的另一端连接在外软钢环1,弹簧的水平投影均为外软钢环1、内软钢环2的法线方向;

在外弧形槽5内设置8个第三类质量块9,第三类质量块9的水平投影为圆形,在对称侧面分别与第三类弹簧12连接;第三类质量块9两两一组并分别位于第一类弹簧10的两侧,第三类质量块9的其中一根第三类弹簧12的另一端均与外软钢环1和外支架3的连接处连接;相邻外支架3和内支架4之间的内软钢环2中间弧段弧段上,相邻外支架3和内支架4交错 45° ,第三类质量块9的另外一根第三类弹簧12的另一端的连接点与相邻的外支架3、内支架4均交错 22.5° ;

第一类质量块7的质量最大,第二类质量块8的质量次之,第三类质量块9的质量最小;第一类弹簧10的刚度最大,第二类弹簧11的刚度次之,第三类弹簧12的刚度最小。

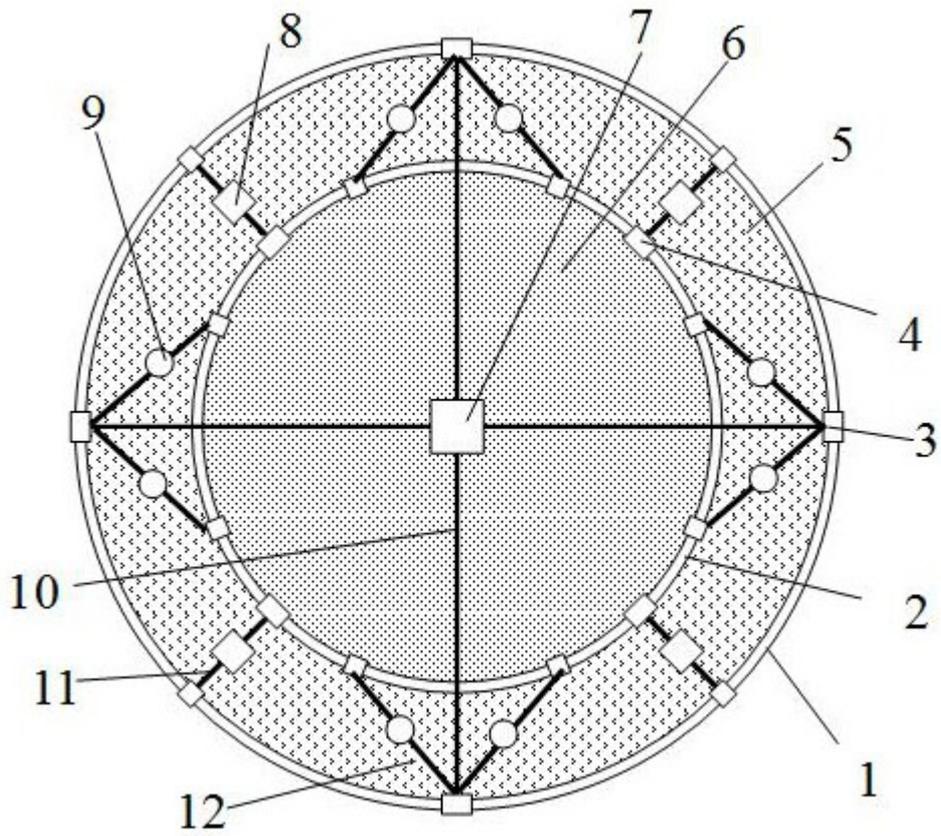


图1

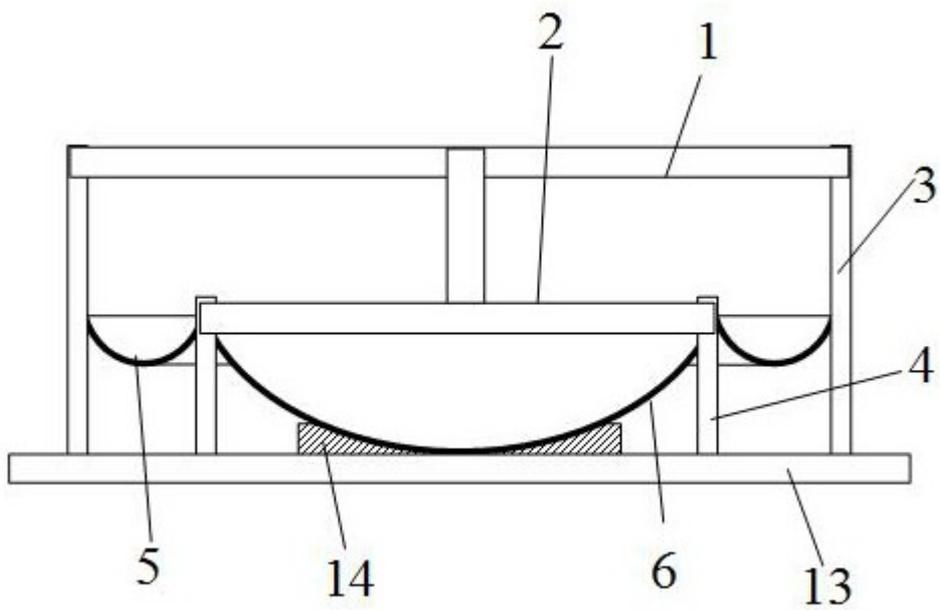


图2