



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101812879 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 25

(21) 申请号 201010136256. 7

US 5115615 A, 1992. 05. 26, 全文 .

(22) 申请日 2010. 03. 26

审查员 许艺

(73) 专利权人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园 100 号

(72) 发明人 何浩祥 闫维明 陈彦江 李勇

(74) 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203

代理人 张慧

(51) Int. Cl.

E04B 1/98 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101021089 A, 2007. 08. 22, 全文 .

JP 2002155991 A, 2002. 05. 31, 全文 .

CN 101413295 A, 2009. 04. 22, 全文 .

JP 2002021917 A, 2002. 01. 23, 全文 .

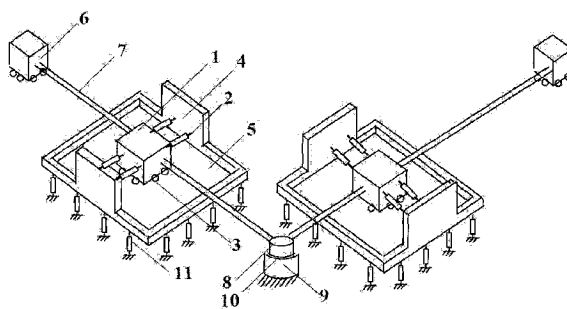
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

控制建筑结构三维平动及水平扭转的调谐质量阻尼器及其制作方法

(57) 摘要

本发明涉及一种控制建筑结构三维平动及水平扭转的调谐质量阻尼器及其制作方法,属于结构工程抗震与减震技术领域。包括沿建筑结构两水平轴线方向运动的调谐质量块、与调谐质量块相连的水平粘滞阻尼器、安装于调谐质量块底部的万向滚动球铰、与水平粘滞阻尼器相连的限位挡板、水平隔板、扭转质量块、扭转杠杆、抗扭转轴、抗扭固定轴、扭转阻尼弹簧及安装于水平隔板底部的竖向粘滞阻尼器。本发明的制建筑结构三维平动及水平扭转的调谐质量阻尼器可以在建筑结构的水平两向、竖向及水平扭转方向进行调谐耗能减震。



1. 一种控制建筑结构三维平动及水平扭转的调谐质量阻尼器,其特征在于:包括沿建筑结构两水平轴线方向运动的调谐质量块(1)、与调谐质量块(1)相连的水平粘滞阻尼器(2)、安装于调谐质量块(1)底部的万向滚动球铰(3)、与水平粘滞阻尼器(2)相连的限位挡板(4)、水平隔板(5)、扭转质量块(6)、扭转杠杆(7)、抗扭转轴(8)、抗扭固定轴(9)、扭转阻尼弹簧(10)及安装于水平隔板(5)底部的竖向粘滞阻尼器(11);其中,所述的调谐质量块(1)沿建筑结构两水平轴线方向分别布置,每个方向至少一块,且布置在建筑结构质心附近,所述调谐质量块(1)通过具有适当刚度的水平粘滞阻尼器(2)与限位挡板(4)相连,保证调谐质量块(1)能够快速往复振动,调谐质量块(1)通过万向滚动球铰(3)安装在水平隔板(5)上,确保调谐质量块(1)能够水平滑动并能够绕扭转杠杆(7)进行平面内转动;所述的扭转质量块(6)通过扭转杠杆(7)与调谐质量块(1)及抗扭转轴(8)和抗扭固定轴(9)相连,形成的整体机构能够在水平面内自由转动;扭转质量块(6)通过万向滚动球铰(3)与建筑结构楼板连接,保证扭转杠杆(7)在正常状态下保持水平;抗扭转轴(8)和抗扭固定轴(9)之间的扭转阻尼弹簧(10)能够提供适当的阻尼以提高整体机构的扭转耗能能力;所述水平隔板(5)通过竖向粘滞阻尼器(11)与楼板表面固接,确保水平隔板(5)保持水平,所述竖向粘滞阻尼器(11)具有适当的刚度以使调谐质量块(1)能够进行竖向小幅振动。

2. 根据权利要求1所述的一种控制建筑结构三维平动及水平扭转的调谐质量阻尼器,其特征在于:所述万向滚动球铰(3)与建筑结构楼板和水平隔板(5)的接触面上均涂有润滑剂。

3. 根据权利要求1或2所述的一种控制建筑结构三维平动及水平扭转的调谐质量阻尼器的制作方法,其特征在于:制作步骤如下:

1) 首先,根据实际建筑结构的平面尺寸、基本周期、估算的质量、转动惯量和刚度选取最优的调谐质量及阻尼比,从而确定控制建筑结构三维平动及水平扭转的调谐质量阻尼器在不同方向的调谐质量和抗扭惯性矩,之后确定水平粘滞阻尼器(2)和竖向粘滞阻尼器(11)的刚度和阻尼系数、扭转阻尼弹簧(10)的阻尼系数,以及调谐质量块(1)、限位挡板(4)、扭转质量块(6)及扭转杠杆(7)各部件的尺寸;

2) 其次,根据设计方案,加工制作各个部件,在需要安装的位置将处于底层的竖向粘滞阻尼器(11)的一端与建筑结构固接,另一端与水平隔板(5)连接,并保证水平隔板(5)在正常状态下为水平布置,将万向滚动球铰(3)安装在调谐质量块(1)底部并平放于水平隔板(5)上,将水平粘滞阻尼器(2)的一端与限位挡板(4)固接,另一端与调谐质量块(1)连接,并确保水平粘滞阻尼器(2)为水平布置;

3) 之后,将万向滚动球铰(3)安装在扭转质量块(6)底部并平放于建筑结构上面,将扭转杠杆(7)分别与扭转质量块(6)和调谐质量块(1)相连,保证扭转杠杆(7)的中轴线为直线;

4) 按照以上步骤1)-步骤3),当两水平轴线方向的部件均初步安装后,将抗扭转轴(8)、抗扭固定轴(9)及扭转阻尼弹簧(10)安装在建筑结构上,将扭转杠杆(7)与抗扭转轴(8)固接,最后,根据设计方案微调各部件的位置,并在万向滚动球铰(3)上均匀喷涂机械润滑剂。

控制建筑结构三维平动及水平扭转的调谐质量阻尼器及其制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种依靠调谐质量的水平移动和在平面内的转动来控制建筑结构的双向水平、竖向及扭转振动的阻尼器及其制作方法,属于结构工程抗震与减震及抗风技术领域。

背景技术

[0002] 地震时的地面运动是复杂的多维运动,包括三个平动分量和三个转动分量。地震动的多维特性决定了地震下建筑结构的动力特性也是多维的,既包括水平两向和竖向的变形,也包括扭转和摇摆变形。引起扭转振动的原因,一是地面运动存在转动分量,或地震时地面各点的运动存在着相位差;二是建筑结构本身存在偏心,即建筑结构的质量中心与刚度中心不相重合。目前我国高层建筑平、立面日趋复杂,偏心结构大量涌现,地震过程中作用在结构质心上的惯性力会对刚心产生扭转力矩,使建筑结构产生不可忽略的平动与扭转耦合的空间振动。

[0003] 强烈的地震给人类造成巨大损失。目前世界范围内都在努力寻求经济、有效、可靠的方法来减小这种损失。结构振动控制方法的出现,为解决传统的抗震结构体系中存在的问题提供了一条有效途径。然而,目前的减震控制研究大都是将结构简化成平面模型进行考虑,结构在地震作用下的反应是多维的,特别是对于非对称结构,不考虑多维耦合减震控制将导致减震效果大大降低,不能满足实际工程的需要。因此,高层建筑结构的水平和扭转耦联振动控制研究具有重要意义。

[0004] 近年来迅速发展的调谐质量或调谐液体减振控制技术由于其无须对结构采取传统的加强措施,且减震效果明显,易于实施,而日益受到广泛重视,并在国内外工程中得到应用。调谐系统是在结构顶层加上惯性质量或者在附属结构内部添加流动的液体,并配以弹簧和阻尼器与结构相连,对结构的某些振型加以控制。调谐质量或调谐液体阻尼器的基本原理是利用二次系统吸引主体结构振动能量而使主体结构振动反应得到降低。

[0005] 属于被动控制装置的调谐质量或调谐液体减振系统目前存在一些不足。最明显的是,一般的调谐系统只针对结构在某一水平方向的振动进行减振设计,多维振动控制尤其是竖向和扭转振动控制效果不佳。因此开发成本低廉、反应灵敏、具有多维调谐减振效果的分布式阻尼器具有重大的工程意义。

发明内容

[0006] 本发明提出了一种控制三维平动及水平扭转的调谐质量阻尼器以及制作方法,本阻尼器具有多维减震、制作简单、布置灵活、成本低廉等特点。在地震作用下,阻尼器内部的调谐质量能够平动和转动,阻尼器整体具有调谐结构频率并耗散外部动能的功能,从而保证结构安全。

[0007] 为了实现上述目的,本发明采取了如下技术方案:

[0008] 一种控制三维平动及水平扭转的调谐质量阻尼器,其特征在於:该阻尼器包括沿建筑结构两水平轴线方向运动的调谐质量块、与调谐质量块相连的水平粘滞阻尼器、安装于调谐质量块底部的万向滚动球铰、与水平粘滞阻尼器相连的限位挡板、水平隔板、扭转质量块、扭转杠杆、抗扭转轴、抗扭固定轴、扭转阻尼弹簧及安装于水平隔板底部的竖向粘滞阻尼器。

[0009] 所述的调谐质量块沿建筑结构两水平轴线方向分别布置,每个方向至少一块,且布置在建筑结构质心附近。调谐质量块通过具有适当刚度的水平粘滞阻尼器与限位挡板相连,保证调谐质量块能够快速往复振动。同时,调谐质量块通过万向滚动球铰安装在水平隔板上,确保调谐质量块能够水平滑动并能够绕扭转杠杆进行平面内小幅转动。水平隔板与万向滚动球铰的接触面上涂有润滑剂,确保调谐质量块的运动平稳。

[0010] 所述的扭转质量块通过扭转杠杆与调谐质量块及抗扭转轴和抗扭固定轴相连,形成的整体机构能够在水平面内自由转动。扭转质量块通过万向滚动球铰与建筑结构楼板连接,保证扭转杠杆在正常状态下保持水平。万向滚动球铰与楼板的接触面上涂有润滑剂。抗扭转轴和抗扭固定轴之间的扭转阻尼弹簧能够提供适当的阻尼以提高整体机构的扭转耗能能力。

[0011] 水平隔板通过竖向粘滞阻尼器与楼板表面固接,确保水平隔板保持水平。同时,竖向粘滞阻尼器需要具有适当的刚度使调谐质量块能够进行竖向的小幅振动。

[0012] 本发明的具体减震原理如下:当建筑结构在地震作用下产生振动时,水平向调谐质量部分也一起运动,调谐质量块依靠与建筑结构的相对变形产生水平惯性力以及平粘滞阻尼器产生的阻尼力反作用到建筑结构上,从而分别减小建筑结构两水平方向的振动幅度。竖向减震原理与之类似。在扭转方向,主要是依靠扭转质量块及调谐质量块通过扭转杠杆绕抗扭固定轴转动以形成与建筑结构扭转方向相反的转动惯性以及扭转阻尼弹簧提供的阻尼力矩耗散地震能量。

[0013] 本发明通过在建筑结构楼板上布置调谐质量块及扭转质量块等构件,使之形成具有一定质量的附属结构,改善原建筑结构的动力特性,实现在地震作用下能够调谐建筑结构自振特性、转移和耗散建筑结构本应该承受的部分外部动能的功能。此外,阻尼器可以在水平两向、竖向及水平扭转方向运动,实现全面耗能,从而进一步降低原有建筑结构的破坏程度。

[0014] 与现有技术相比,本发明的优点如下:

[0015] 1) 本发明中的调谐质量块可以在水平两向、竖向、扭转方向均实现运动,从而转移和耗散地震中建筑结构主体的动能,实现了多维减震的功能,能够有效提高减振控制效果。

[0016] 2) 本发明采用较为灵活的杠杆转动的方式实现建筑结构的抗扭减震,可以根据具体建筑结构的实际情况适当杠杆的长度及阻尼参数,也可以调整调谐质量块在杠杆上的位置,便捷地实现建筑结构的多维调谐减振控制。

[0017] 3) 所用材料成本较低,构造较简单,成本较低廉,减震耗能性价比突出。

附图说明

[0018] 图1 本发明的三维侧视图;

[0019] 图2 本发明中粘滞阻尼器剖面示意图;

[0020] 图 3 本发明中抗扭转轴与抗扭固定轴连接平面示意图；

[0021] 图中：1、调谐质量块，2、水平粘滞阻尼器，3、万向滚动球铰，4、限位挡板，5、水平隔板，6、扭转质量块，7、扭转杠杆，8、抗扭转轴，9、抗扭固定轴，10、扭转阻尼弹簧，11、竖向粘滞阻尼器，12、连接构件，13、外壁筒体，14、活塞杆，15、粘滞阻尼器固定端头，16、密封挡板，17、液态硅油，18、带节流孔的活塞头，19、控制阀，20、调节支撑，21、调节室。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图对本发明作进一步说明：

[0023] 如图 1- 图 3 所示，本实施例包括沿建筑结构两水平轴线方向运动的调谐质量块 1、与调谐质量块 1 相连的水平粘滞阻尼器 2、安装于调谐质量块 1 底部的万向滚动球铰 3、与水平粘滞阻尼器 2 相连的限位挡板 4、水平隔板 5、扭转质量块 6、扭转杠杆 7、抗扭转轴 8、抗扭固定轴 9、扭转阻尼弹簧 10 及安装于水平隔板 5 底部的竖向粘滞阻尼器 11。

[0024] 本实施例中，应用对象为一高为 32 米，长为 36 米，宽为 21 米的 12 层建筑。本发明安装在建筑结构顶层楼板之上，建筑结构质心附近。根据设计结果，沿建筑结构水平长轴方向布置的调谐质量块 1 的重量为 5.8 吨，沿建筑结构水平短轴方向布置的调谐质量块 1 的重量为 4.2 吨，材料均为建筑钢材。沿建筑结构水平长轴方向的扭转杠杆 7 的总长度为 8 米，其中调谐质量块 1 与扭转质量块 6 之间的距离为 6.5 米。沿建筑结构水平短轴方向的扭转杠杆 7 的总长度为 6 米，其中调谐质量块 1 与扭转质量块 6 之间的距离为 4.5 米。扭转杠杆 7 的横截面为圆形，直径为 0.4 米，材料为建筑钢材。

[0025] 水平隔板 5 通过竖向粘滞阻尼器 11 与楼板表面固接，确保水平隔板 5 保持水平。调谐质量块 1 沿建筑结构两水平轴线方向分别布置，每个方向一块。调谐质量块 1 在每一侧通过水平粘滞阻尼器 2 与限位挡板 4 相连，保证调谐质量块 1 能够快速往复振动。每侧水平粘滞阻尼器 2 的数量均为 2 个。每个调谐质量块 1 通过均匀布置的 9 个万向滚动球铰 3 安装在水平隔板 5 上，确保调谐质量块 1 能够水平滑动并能够绕扭转杠杆 7 进行平面内转动。水平隔板 5 与万向滚动球铰 3 的接触面上涂有润滑剂。

[0026] 扭转质量块 6 通过扭转杠杆 7 与调谐质量块 1 及抗扭转轴 8 和抗扭固定轴 9 相连，形成的整体机构能够在水平面内自由转动。扭转质量块 6 通过万向滚动球铰 3 与建筑结构楼板连接，保证扭转杠杆 7 在正常状态下保持水平。万向滚动球铰 3 与建筑结构楼板的接触面上涂有润滑剂。抗扭转轴 8 和抗扭固定轴 9 之间的扭转阻尼弹簧 10 能够提供阻尼以提高整体机构的扭转耗能能力。

[0027] 本实施例中，当建筑结构产生振动时，调谐质量块 1 依靠与建筑结构的相对变形产生水平惯性力以及水平粘滞阻尼器 2 产生的阻尼力反作用到建筑结构上，从而分别减小建筑结构两水平方向的振动幅度。竖向减震原理与之类似，水平隔板 5 之上的所有构件作为竖向调谐质量进行减震耗能。在扭转方向，主要是依靠扭转质量块 6 及调谐质量块 1 通过扭转杠杆 7 绕抗扭固定轴 9 转动以形成与建筑结构扭转方向相反的转动惯性以及扭转阻尼弹簧 10 提供的阻尼力矩耗散地震能量。

[0028] 本实施例的制作方法按如下步骤制作的：

[0029] 1) 首先，根据实际建筑结构的平面尺寸、基本周期、估算的质量、转动惯量和刚度等选取最优的调谐质量及阻尼比，从而确定控制建筑建筑结构三维平动及水平扭转的调谐

质量阻尼器在不同方向的调谐质量和抗扭惯性矩。之后确定水平粘滞阻尼器 2 和竖向粘滞阻尼器 11 的刚度和阻尼系数、扭转阻尼弹簧 10 的阻尼系数,以及调谐质量块 1、限位挡板 4、扭转质量块 6 及扭转杠杆 7 等各部件的尺寸。

[0030] 2) 其次,根据设计方案,加工制作各个部件。在需要安装的位置将处于底层的竖向粘滞阻尼器 11 的一端与建筑结构固接,另一端与水平隔板 5 连接,并保证水平隔板 5 在正常状态下为水平布置。将万向滚动球铰 3 安装在调谐质量块 1 底部并平放于水平隔板 5 上。将水平粘滞阻尼器 2 的一端与限位挡板 4 固接,另一端与调谐质量块 1 连接,并确保水平粘滞阻尼器 2 为水平布置。

[0031] 3) 之后,将万向滚动球铰 3 安装在扭转质量块 6 底部并平放于建筑结构上面。将扭转杠杆 7 分别与扭转质量块和调谐质量块 1 相连,保证扭转杠杆 7 的中轴线为直线。

[0032] 4) 按照以上步骤 1)- 步骤 3),当两水平轴线方向的部件均初步安装后,将抗扭转轴 8 抗扭固定轴 9 及扭转阻尼弹簧 10 安装在建筑结构上,将扭转杠杆 7 与抗扭转轴 8 固接。最后,根据设计方案微调各部件的位置,并在万向滚动球铰 3 上均匀喷涂机械润滑剂。

[0033] 以上为本发明的一个典型实施例,但本发明的实施不限于此。

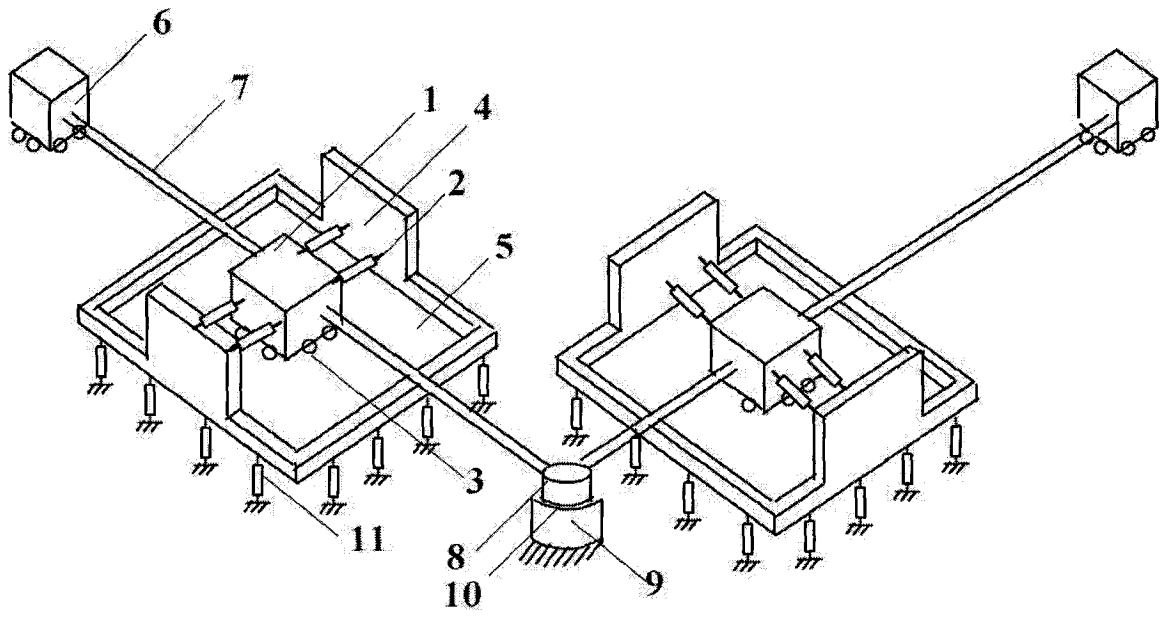


图 1

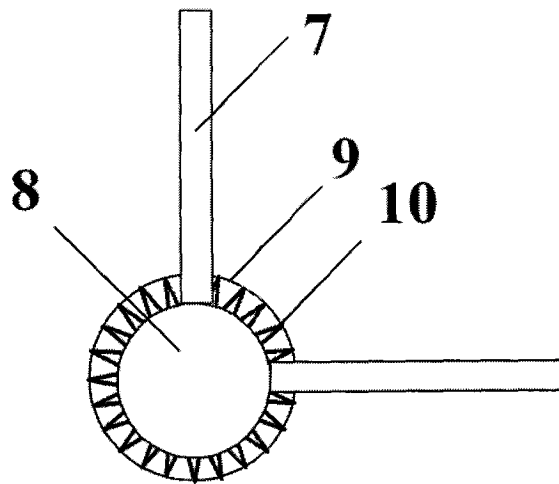


图 2

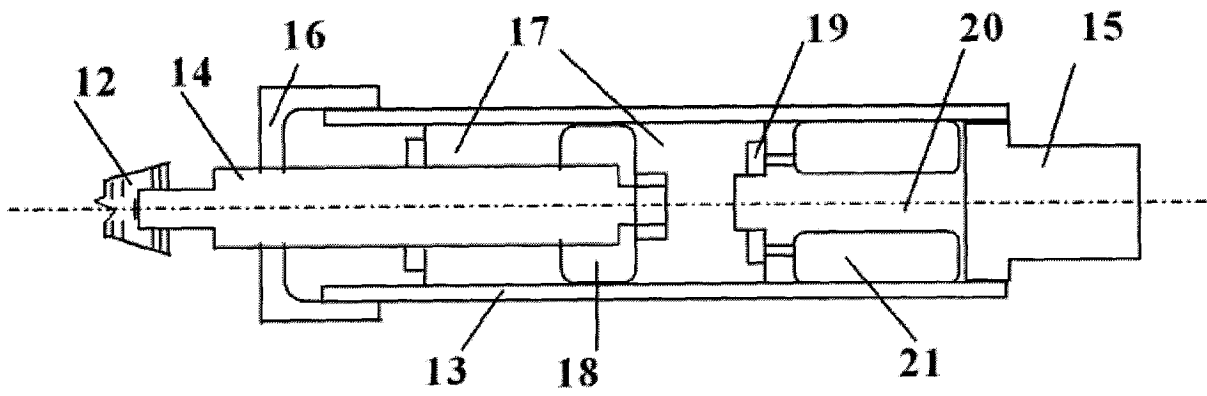


图 3