



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107228147 B

(45)授权公告日 2019.05.14

(21)申请号 201710432627.8

(22)申请日 2017.06.09

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107228147 A

(43)申请公布日 2017.10.03

(73)专利权人 浙江大学
地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72)发明人 黄添添 彭皓岚 叶凌云 宋开臣

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公司 33200

代理人 邱启旺

(51)Int.Cl.

F16F 7/10(2006.01)

F16F 15/03(2006.01)

(56)对比文件

KR 10-1499886 B1,2015.03.12,
TW 201439405 A,2014.10.16,
JP 特开2006-177547 A,2006.07.06,
CN 101382178 A,2009.03.11,
CN 203174488 U,2013.09.04,
CN 205050139 U,2016.02.24,
CN 205639427 U,2016.10.12,
CN 203284906 U,2013.11.13,

审查员 熊建辉

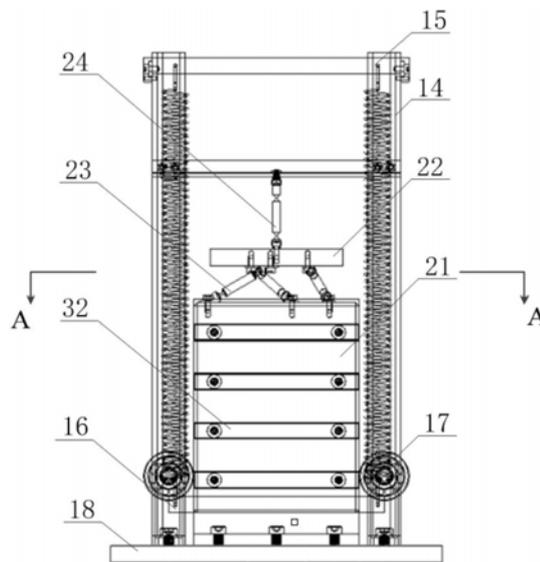
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种永磁式超低频竖向调谐质量阻尼器

(57)摘要

本发明公开了一种永磁式超低频竖向调谐质量阻尼器,所述永磁式超低频竖向调谐质量阻尼器包括惯性质量系统、电磁阻尼系统和支撑系统,其中,所述惯性质量系统包括配重块、飞轮、倾斜柔性铰链和竖直柔性铰链,所述电磁阻尼系统包括导体板和永磁体,所述支撑系统包括轴承支架、柔性铰链固定板、拉伸弹簧、承重架、上弹簧横梁、下弹簧横梁、轴承和底座。本发明采用了直圆柔性铰链作为直线-旋转运动转化机构,对柔性铰链的空间结构进行了精心设计,在主结构缓慢微弱振动时也能将配重块的微小直线运动有效转变为飞轮的旋转运动,解决了超低频竖向调谐质量阻尼器弹簧静伸长过大的问题,提高了调谐质量阻尼器在超低频微弱振动领域的隔振性能。



1. 一种永磁式超低频竖向调谐质量阻尼器,其包括支撑系统(1)、惯性质量系统(2)和电磁阻尼系统(3),其特征在于:其中,

所述支撑系统(1)包括底座(18)、承重架(14)、上弹簧横梁(15)、下弹簧横梁(16)、拉伸弹簧(13)、柔性铰链固定板(12)、轴承支架(11)和轴承(17),所述轴承支架(11)和所述承重架(14)垂直固定于所述底座(18),所述上弹簧横梁(15)固定于承重架(14)的上端,所述拉伸弹簧(13)至少为两根,所述拉伸弹簧(13)的一端均固定在所述上弹簧横梁(15)上,所述拉伸弹簧(13)的另一端均与所述下弹簧横梁(16)固定连接,所述柔性铰链固定板(12)固定在所述承重架(14)的上部,所述轴承放置于所述轴承支架(11)上;

所述惯性质量系统(2)包括配重块(21)、飞轮(22)、倾斜柔性铰链(23)和竖直柔性铰链(24),所述飞轮(22)的下表面通过多个倾斜柔性铰链(23)与所述配重块(21)固定连接,所述飞轮(22)的上表面通过所述竖直柔性铰链(24)与所述柔性铰链固定板(12)固定连接,所述配重块(21)与所述下弹簧横梁(16)固定连接;

所述轴承支架(11)至少为两个,分别位于所述配重块(21)的两侧面;

所述电磁阻尼系统(3)包括导体板(31)和永磁体(32);所述永磁体(32)贴装于所述配重块(21)的前表面,所述导体板(31)与所述永磁体(32)面对面设置,所述导体板(31)固定于底座(18)上,且所述导体板(31)与所述永磁体(32)相对的部分相互平行。

2. 根据权利要求1所述的一种永磁式超低频竖向调谐质量阻尼器,其特征在于:所述飞轮(22)和所述配重块(21)同轴心,所述倾斜柔性铰链(23)为3个,其一端与所述配重块(21)相连,另一端与所述飞轮(22)相连,所述倾斜柔性铰链(23)与所述飞轮(22)连接的固定点和所述飞轮(22)的中心的连线与所述倾斜柔性铰链(23)在飞轮(22)上的投影相互垂直;3个所述倾斜柔性铰链(23)绕所述飞轮(22)的轴心均匀分布,其延长线在飞轮上的投影两两相交构成一个正三角形,所述竖直柔性铰链(24)的轴线与所述飞轮(22)的轴心共线。

3. 根据权利要求2所述的一种永磁式超低频竖向调谐质量阻尼器,其特征在于:所述倾斜柔性铰链(23)和竖直柔性铰链(24)均为直圆柔性铰链,材料为弹簧钢。

4. 根据权利要求1或2所述的一种永磁式超低频竖向调谐质量阻尼器,其特征在于:所述永磁体(32)为4片,且沿所述配重块(21)的前表面均匀分布,其充磁方向垂直于所述配重块(21)的前表面,相邻所述永磁体(32)的充磁方向相反。

5. 根据权利要求4所述的一种永磁式超低频竖向调谐质量阻尼器,其特征在于:所述永磁体(32)的材料为NdFeB。

6. 根据权利要求1或2所述的一种永磁式超低频竖向调谐质量阻尼器,其特征在于:所述导体板(31)的形状为L型,可以沿着垂直于配重块(21)前表面的方向移动。

7. 根据权利要求6所述的一种永磁式超低频竖向调谐质量阻尼器,其特征在于:所述导体板(31)的材料为铜。

8. 根据权利要求1或2所述的一种永磁式超低频竖向调谐质量阻尼器,其特征在于:相对的两个所述轴承支架的距离是可调节的,从而保证两个所述轴承(17)贴在所述配重块(21)的表面。

一种永磁式超低频竖向调谐质量阻尼器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种调谐质量阻尼器(Tuned Mass Damper, TMD), 尤其涉及一种永磁式超低频竖向TMD, 属于测量仪器技术领域。

背景技术

[0002] 调谐质量阻尼器是一种离散型阻尼装置, 也称为主动质量阻尼器或谐波减振器, 这种装置安装在振动结构, 以抑制结构的振动, 防止结构的损坏和失效。它对谐波振动造成的激烈运动具有稳定作用, 它能用较轻巧的组件来抑制振动, 即使在最恶劣条件下也能起到减振的作用。经过长期的发展, TMD由传统的粘滞液体型TMD转变为电磁涡流耗能TMD, 它用电磁阻尼器取代了传统的油阻尼器, 克服了因漏油造成的环境污染和摩擦带来的部件损耗等问题。但几乎所有的TMD都要以弹簧来作为支撑元件, 为了使TMD的自振频率与主结构一致, 弹簧的刚度要经过精确计算。在中高频段, 弹簧刚度的理论值是常见的, 可以支撑配重块且不会有很大的变形, 但在低频段尤其是超低频段, 弹簧的理论刚度会变的非常小, 这样就导致弹簧的静伸长量特别大, 在安装空间受限的情况下, 这样的变形量是无法满足要求的。

[0003] 为了克服TMD在超低频段弹簧静伸长过长的问题, 有人提出了一种“基于表观质量负刚度效应的调谐质量阻尼器”, 它在传统的TMD上附设了惯性飞轮和滚珠丝杠, 配重块上下直线运动时, 将带动滚珠丝杠的滚珠螺母上下直线运动, 滚珠螺母配合推力轴承在丝杠上产生扭矩, 迫使丝杠和连接在丝杠顶端的飞轮作同步往复旋转运动。这种改动会引入附加质量和附加刚度, 从而增大弹簧的实际刚度, 解决了超低频竖向TMD静压缩量过大的问题。但是, 滚珠丝杠存在游程间隙, 对于低频微弱振动, 滚珠丝杠无法有效的将直线运动变为旋转运动, 因而不能发挥TMD的减振作用。

发明内容

[0004] 为了克服传统竖向式TMD在超低频隔振领域存在的弹簧静伸长量过长的问题, 本发明提供了一种永磁式超低频竖向TMD, 其采用柔性铰链, 通过特殊的结构设计可以将微小的直线运动转变为旋转运动, 从而发挥TMD在低频微弱领域的减振作用, 具体技术方案如下:

[0005] 一种永磁式超低频竖向调谐质量阻尼器, 其特征在于: 其包括支撑系统1、惯性质量系统2和电磁阻尼系统3, 其中,

[0006] 所述支撑系统1包括底座18、承重架14、上弹簧横梁15、下弹簧横梁16、拉伸弹簧13、柔性铰链固定板12、轴承支架11和轴承17, 所述轴承支架11和所述承重架14垂直固定于所述底座18, 所述上弹簧横梁15固定于承重架14的上端, 所述拉伸弹簧13至少为两根, 所述拉伸弹簧13的一端均固定在所述上弹簧横梁15上, 所述拉伸弹簧13的另一端均与所述下弹簧横梁16固定连接, 所述柔性铰链固定板12固定在所述承重架14的上部, 所述轴承放置于所述轴承支架11上;

[0007] 所述惯性质量系统2包括配重块21、飞轮22、倾斜柔性铰链23和竖直柔性铰链24，所述飞轮22的下表面通过多个倾斜柔性铰链23与所述配重块21固定连接，所述飞轮22的上表面通过所述竖直柔性铰链24与所述柔性铰链固定板12固定连接，所述配重块21与所述下弹簧横梁16固定连接；

[0008] 所述轴承支架11至少为两个，分别位于所述配重块21的两侧面；

[0009] 所述电磁阻尼系统3包括导体板31和永磁体32；所述永磁体32贴装于所述配重块21的前表面，所述导体板31与所述永磁体32面对面设置，所述导体板31固定于底座18上，且所述导体板31与所述永磁体32相对的部分相互平行。

[0010] 进一步的，所述飞轮22和所述配重块21同轴心，所述倾斜柔性铰链23为3个，其一端与所述配重块21相连，另一端与所述飞轮22相连，所述倾斜柔性铰链23与所述飞轮22连接的固定点和所述飞轮22的中心的连线与所述倾斜柔性铰链23在飞轮22上的投影相互垂直；3个所述倾斜柔性铰链23绕所述飞轮22的轴心均匀分布，其延长线在飞轮上的投影两两相交构成一个正三角形，所述竖直柔性铰链24的轴线与所述飞轮22的轴心共线。

[0011] 更进一步的，所述倾斜柔性铰链23和竖直柔性铰链24均为直圆柔性铰链，材料为弹簧钢。

[0012] 进一步的，所述永磁体32为4片，且沿所述配重块21的前表面均匀分布，其充磁方向垂直于所述配重块21的前表面，相邻所述永磁体32的充磁方向相反。

[0013] 进一步的，所述永磁体32的材料为NdFeB。

[0014] 进一步的，所述导体板31的形状为L型，可以沿着垂直于配重块21前表面的方向移动。

[0015] 进一步的，所述导体板31的材料为铜。

[0016] 进一步的，相对的两个所述轴承支架的距离是可调节的，从而保证两个所述轴承17贴在所述配重块21的表面。

[0017] 本发明的有益效果是：由于本发明中采用了直圆柔性铰链作为直线-旋转运动转化机构，可以感知微弱形变，在主结构缓慢微弱振动时也能将配重块的微小直线运动有效转变为飞轮的旋转运动，解决了超低频竖向TMD弹簧静伸长过大的问题，提高了TMD在超低频微弱振动领域的隔振性能。另外，本发明对柔性铰链的空间结构进行了精心设计，使得直线-旋转运动转化的效率达到最优，减小了附加惯性飞轮的质量，使得TMD的整体尺寸较小，质量较轻，不会增加主结构的负荷，也不会对其振态造成明显的影响。

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，下面对实施例描述中所需要使用的附图作简单介绍：

[0019] 图1是本发明实施例的永磁式超低频竖向TMD主视图；

[0020] 图2是本发明实施例的永磁式超低频竖向TMD左视图；

[0021] 图3是本发明实施例的A-A局部视图；

[0022] 图中：支撑系统1、惯性质量系统2、电磁阻尼系统3、轴承支架11、柔性铰链固定板12、拉伸弹簧13、承重架14、上弹簧横梁15、下弹簧横梁16、轴承17、底座18、配重块21、飞轮22、倾斜柔性铰链23、竖直柔性铰链24、导体板31、永磁体32。

具体实施方式

[0023] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更见清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所述实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的其他实施例,都属于本发明的保护范围。

[0024] 如图1和图2所示,一种永磁式超低频竖向调谐质量阻尼器,包括支撑系统1、惯性质量系统2和电磁阻尼系统3,其中,

[0025] 所述支撑系统1包括底座18、承重架14、上弹簧横梁15、下弹簧横梁16、拉伸弹簧13、柔性铰链固定板12、轴承支架11和轴承17,轴承支架11和承重架14垂直固定于底座18,上弹簧横梁15固定于承重架14的上端,拉伸弹簧13至少为两根,拉伸弹簧13的一端均固定在上弹簧横梁15上,拉伸弹簧13的另一端均与下弹簧横梁16固定连接,柔性铰链固定板12固定在承重架14的上部,轴承放置于轴承支架11上;

[0026] 惯性质量系统2包括配重块21、飞轮22、倾斜柔性铰链23和竖直柔性铰链24,飞轮22的下表面通过3个倾斜柔性铰链23与配重块21固定连接,飞轮22的上表面通过多个竖直柔性铰链24与柔性铰链固定板12固定连接,配重块21与下弹簧横梁16固定连接;

[0027] 轴承支架11至少为两个,分别位于配重块21的两侧面;

[0028] 电磁阻尼系统3包括导体板31和永磁体32;4片永磁体32贴装于配重块21的前表面,且均匀分布,其充磁方向垂直于配重块21的前表面,相邻永磁体32的充磁方向相反,且永磁体32的材料为NdFeB。导体板31与永磁体32面对面设置,导体板31固定于底座18上,且导体板31与永磁体32相对的部分相互平行。

[0029] 工作时,通过调节两个轴承支架11的距离,保证两个所述轴承17贴在所述配重块21的表面,从而配重块21只能沿竖直方向运动,永磁式超低频竖向调谐质量阻尼器置于主结构上,其底座18随主结构一起做随机振动,在拉伸弹簧13的作用下,配重块21也会做随机振动。TMD的自振频率与主结构的主要自振频率一致,当外界激励信号的频率与主结构的自振频率接近时,主结构会发生共振,此时配重块21的振动会非常剧烈,对主结构产生一个抵消外力作用的反向力,起到减轻主结构振动的作用。TMD就相当于一个“吸振器”,将主结构的振动吸收到配重块21上,以配重块21的较大幅度的振动为代价,来消减主结构的振动反应。配重块21在振动的同时会带动永磁体32上下移动。永磁体32的上下移动会在导体板31内部形成涡流,产生电磁阻尼力,阻碍配重块21的运动,配重块21的动能最终以热能的形式散发出去。导体板31与永磁体32之间的距离是可调的,导体板31可以沿着垂直于配重块21前表面的方向移动,保证产生的电磁阻尼可以使TMD的减振性能达到最佳。为了便于安装固定,将导体板31设置为L型,导体板的材料为铜。

[0030] 如图3所示,飞轮22和配重块21同轴心,倾斜柔性铰链23优先为3个,其一端与配重块21相连,另一端与飞轮22相连,倾斜柔性铰链23与飞轮22连接的固定点和飞轮22的中心的连线与倾斜柔性铰链23在飞轮22上的投影相互垂直;3个倾斜柔性铰链23绕飞轮22的轴心均匀分布,其延长线在飞轮上的投影两两相交构成一个正三角形,竖直柔性铰链24的轴线与飞轮22的轴心共线。

[0031] 当配重块21上下移动时,倾斜柔性铰链23和竖直柔性铰链24会发生形变,使得飞轮22来回旋转,由于飞轮22具有转动惯量,相当于增加了配重块21的质量,即所谓的“表观

质量”，进而产生了“负刚度”，增加了拉伸弹簧13的刚度，达到了减小弹簧静伸长量的目的。倾斜柔性铰链23和竖直柔性铰链24均为直圆柔性铰链，材料为弹簧钢。

[0032] 由于本发明中采用了直圆柔性铰链作为直线-旋转运动转化机构，可以感知微弱形变，在主结构缓慢微弱振动时也能将配重块21的微小直线运动有效转变为飞轮22的旋转运动，解决了超低频竖向TMD弹簧静伸长过大的问题，提高了TMD在超低频微弱振动领域的隔振性能。另外，本发明对倾斜柔性铰链23的空间结构进行了精心设计，使得直线-旋转运动转化的效率达到最优，减小了附加惯性飞轮22的质量，使得TMD的整体尺寸较小，质量较轻，不会增加主结构的负荷，也不会对其振态造成明显的影响。

[0033] 本技术领域的人员根据本发明所提供的文字描述、附图以及权利要求书能够很容易在不脱离权利要求书所限定的本发明的思想和范围条件下，可以做出多种变化和改动。凡是依据本发明的技术思想和实质对上述实施例进行的任何修改、等同变化，均属于本发明的权利要求所限定的保护范围之内。

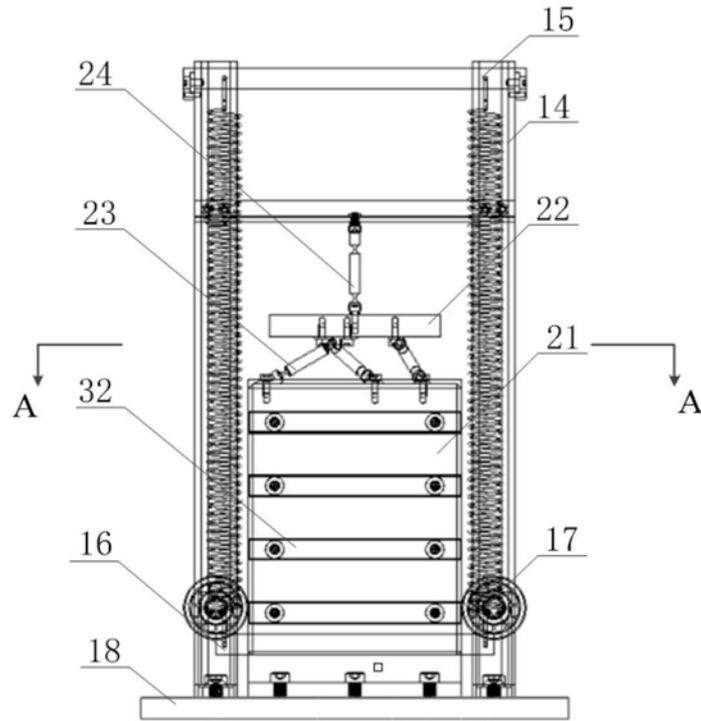


图1

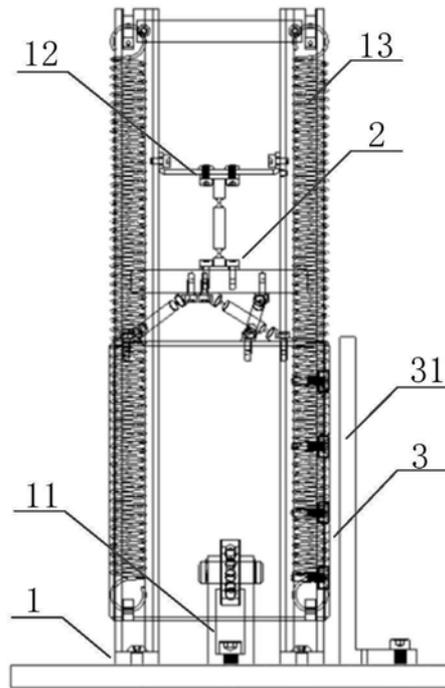


图2

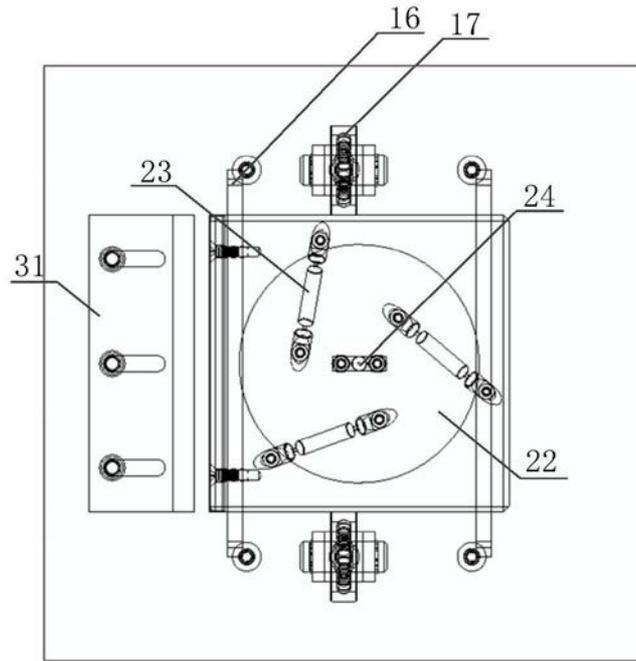


图3