



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 205978257 U

(45)授权公告日 2017.02.22

(21)申请号 201620957512.1

(22)申请日 2016.08.26

(73)专利权人 香港理工大学深圳研究院
地址 518000 广东省深圳市南山区高新技术产业园南区粤兴一道18号香港理工大学产学研大楼205室

(72)发明人 景兴建

(74)专利代理机构 深圳中一专利商标事务所
44237

代理人 王宇聪

(51)Int.Cl.
F16F 15/04(2006.01)

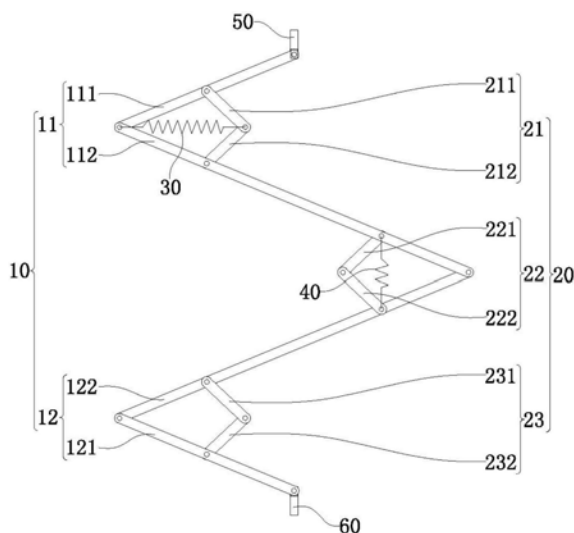
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

(54)实用新型名称

基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置

(57)摘要

本实用新型涉及隔振装置技术领域,涉及基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置,包括长、短连杆机构、水平和垂直弹性件;长连杆机构包括与隔振对象连接的和用于与振动源连接的长连杆组;短连杆机构包括连接于顶端长连杆组的短连杆组、连接于顶端长连杆组和底端长连杆组之间的短连杆组以及连接于底端长连杆组的短连杆组;水平弹性件和垂直弹性件分别连接于短连杆机构与短连杆机构之间。本实用新型可以实现可调节的非线性刚度和阻尼特性,实现高承载能力和低动刚度的非线性刚度特性,并实现在谐振频率处高阻尼在其他频率处低阻尼、随频率随振动位移而变化的理想非线性阻尼特征,从而使隔振效果明显,同时具有良好承载能力和稳定性,适用范围广。



1. 一种基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置,其特征在于:包括长连杆机构、短连杆机构、水平弹性件和垂直弹性件;

所述长连杆机构包括用于与隔振对象连接的顶端长连杆组和用于与振动源连接的底端长连杆组,所述顶端长连杆组包括相互铰接的第一顶端长连杆和第二顶端长连杆,所述底端长连杆组包括相互铰接的第一底端长连杆和第二底端长连杆,所述第二顶端长连杆与所述第二底端长连杆铰接;

所述短连杆机构包括顶端短连杆组、中间短连杆组和底端短连杆组,所述顶端短连杆组包括相互铰接的第一顶端短连杆和第二顶端短连杆,所述中间短连杆组包括相互铰接的第一中间短连杆和第二中间短连杆,所述底端短连杆组包括相互铰接的第一底端短连杆和第二底端短连杆;

所述第一顶端短连杆和所述第二顶端短连杆分别与所述第一顶端长连杆和所述第二顶端长连杆铰接,所述第一中间短连杆和所述第二中间短连杆分别与所述第二顶端长连杆和所述第二底端长连杆铰接,所述第一底端短连杆和所述第二底端短连杆分别与所述第二底端长连杆和所述第一底端长连杆铰接;

所述水平弹性件连接于所述第一顶端长连杆与所述第二顶端长连杆的铰接处和所述第一顶端短连杆与所述第二顶端短连杆的铰接处之间,或者所述水平弹性件连接于所述第二顶端长连杆与所述第二底端长连杆的铰接处和所述第一中间短连杆与所述第二中间短连杆的铰接处之间,或者所述水平弹性件连接于所述第一底端长连杆与所述第二底端长连杆的铰接处和所述第一底端短连杆与所述第二底端短连杆的铰接处之间;

所述垂直弹性件连接于第一顶端长连杆与所述第一顶端短连杆的铰接处和所述第二顶端长连杆与所述第二顶端短连杆的铰接处之间,或者所述垂直弹性件连接于第二顶端长连杆与所述第一中间短连杆的铰接处和所述第二底端长连杆与所述第二中间短连杆的铰接处之间,或者所述垂直弹性件连接于第二底端长连杆与所述第一底端短连杆的铰接处和所述第一底端长连杆与所述第二底端短连杆的铰接处之间。

2. 根据权利要求1所述的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置,其特征在于:所述水平弹性件为水平弹簧、水平阻尼器或者所述水平弹簧与所述水平阻尼器的结合件。

3. 根据权利要求1所述的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置,其特征在于:所述垂直弹性件为垂直弹簧、垂直阻尼器或者所述垂直弹簧与所述垂直阻尼器的结合件。

4. 根据权利要求1所述的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置,其特征在于:所述第一顶端长连杆的末端连接有用于与所述隔振对象连接的顶端连接杆;所述第一底端长连杆的末端连接有用于与所述振动源连接的底端连接杆。

5. 根据权利要求1~4任一项所述的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置,其特征在于:所述第一顶端长连杆的长度小于所述第二顶端长连杆的长度;所述第一底端长连杆的长度小于所述第二底端长连杆的长度。

6. 根据权利要求1~4任一项所述的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置,其特征在于:所述第一顶端短连杆、所述第二顶端短连杆、所述第一中间短连杆、所述第二中间短连杆、所述第一底端短连杆和所述第二底端短连杆的长度均相等。

7. 根据权利要求1~4任一项所述的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置,其特征在于:所述第一顶端长连杆、所述第二顶端长连杆、所述第一底端长连杆和所述第二底端长连

杆的长度均大于所述第一顶端短连杆、所述第二顶端短连杆、所述第一中间短连杆、所述第二中间短连杆、所述第一底端短连杆和所述第二底端短连杆的长度。

8. 根据权利要求1~4任一项所述的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置,其特征在在于:所述第一中间短连杆与所述第二顶端短连杆一体成型,所述第二中间短连杆与所述第一底端短连杆一体成型。

9. 根据权利要求1~4任一项所述的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置,其特征在在于:所述第一顶端长连杆与所述第二顶端长连杆通过轴承或者铰链铰接,所述第一底端长连杆与所述第二底端长连杆通过轴承或者铰链铰接,所述第二顶端长连杆与所述第二底端长连杆通过轴承或者铰链铰接;

所述第一顶端短连杆与所述第二顶端短连杆通过轴承或者铰链铰接,所述第一中间短连杆与所述第二中间短连杆通过轴承或者铰链铰接,所述第一底端短连杆与所述第二底端短连杆通过轴承或者铰链铰接。

10. 根据权利要求1~4任一项所述的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置,其特征在在于:所述第一顶端短连杆与所述第一顶端长连杆通过轴承或者铰链铰接,所述第二顶端短连杆与所述第二顶端长连杆铰接通过轴承或者铰链铰接;

所述第一中间短连杆与所述第二顶端长连杆通过轴承或者铰链铰接,所述第二中间短连杆与所述第二底端长连杆通过轴承或者铰链铰接;

所述第一底端短连杆与所述第二底端长连杆通过轴承或者铰链铰接,所述第二底端短连杆与所述第一底端长连杆通过轴承或者铰链铰接。

基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及隔振装置技术领域,尤其涉及基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置。

背景技术

[0002] 刚度阻尼系统的作用主要是形成良好的隔振环境。好的隔振装置不但能给车辆和飞机上的乘客和驾驶员带来更好的乘坐环境,也能应用在航空、船舶中对仪器进行隔离振动的保护。隔振系统从结构特性来看,可以分为线性隔振系统和非线性隔振系统。目前,在被动隔振领域,有效性和稳定性是设计和应用隔振系统时存在的两大问题。其中,隔振频带和隔振效率是衡量隔振效果的两个指标,而对于具有非线性特性的振动系统来说,通常在设计的过程中就要保证结构具有足够的稳定性。因此,基于对于能够使用在不同环境和领域的隔振系统的需求,需要提出一种具有可调节刚度和阻尼特性的刚度阻尼系统。

[0003] 随着科技进步,近年来汽车、航天得到迅猛的发展,对于保护人员和零部件,相应的,经济有效的隔振装置得到了广泛的关注。刚度阻尼系统通过弹性零部件将隔振对象和振动源连接在一起,通过弹性部件对振动能量的吸收或耗散实现振动的消减或隔离效果,起到对人员、结构或部件的防护作用,对于刚度阻尼系统的设计、装配和搭建过程来说,有效性和稳定性是两个关键的指标。被动隔振系统在设计 and 装配过程中,系统在机械结构和被动元件特性相关参数上都具有较多的设计变量,并且在应用与不同环境和背景时,被动元件的参数很难进行调节,一般的被动隔振装置只能应用于某种特性的环境下。一旦被动元件的取值确定(例如,弹簧刚度,阻尼系数),隔振装置的有效隔振范围和承载能力也相应地确定,如果需要改进隔振效果,那么更换弹簧元件或阻尼装置会带来麻烦和经济上的浪费。

[0004] 而从另一方面来说,主动控制元件的成本和控制方法的设计费时费力,其成本远远大于被动装置,并且一般来说,由于主动控制元件需要控制器作动器,所以其重量要大于被动元件。所以,从结构出发设计具有可调节的刚度和阻尼特性的被动隔振结构,并根据实际应用情况获取具体物理参数的设计原则,可以减少隔振装置的成本和难度,使其实现广泛的应用并具有重要意义。

实用新型内容

[0005] 本实用新型的目的在于提供一种基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置,旨在解决现有技术的被动隔振装置的适用性窄、承载能力较差、调节参数困难等的技术问题。

[0006] 为实现上述目的,本实用新型的技术方案是:一种基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置,包括长连杆机构、短连杆机构、水平弹性件和垂直弹性件;

[0007] 所述长连杆机构包括用于与隔振对象连接的顶端长连杆组和用于与振动源连接的底端长连杆组,所述顶端长连杆组包括相互铰接的第一顶端长连杆和第二顶端长连杆,所述底端长连杆组包括相互铰接的第一底端长连杆和第二底端长连杆,所述第二顶端长连

杆与所述第二底端长连杆铰接；

[0008] 所述短连杆机构包括顶端短连杆组、中间短连杆组和底端短连杆组，所述顶端短连杆组包括相互铰接的第一顶端短连杆和第二顶端短连杆，所述中间短连杆组包括相互铰接的第一中间短连杆和第二中间短连杆，所述底端短连杆组包括相互铰接的第一底端短连杆和第二底端短连杆；

[0009] 所述第一顶端短连杆和所述第二顶端短连杆分别与所述第一顶端长连杆和所述第二顶端长连杆铰接，所述第一中间短连杆和所述第二中间短连杆分别与所述第二顶端长连杆和所述第二底端长连杆铰接，所述第一底端短连杆和所述第二底端短连杆分别与所述第二底端长连杆和所述第一底端长连杆铰接；

[0010] 所述水平弹性件连接于所述第一顶端长连杆与所述第二顶端长连杆的铰接处和所述第一顶端短连杆与所述第二顶端短连杆的铰接处之间，或者所述水平弹性件连接于所述第二顶端长连杆与所述第二底端长连杆的铰接处和所述第一中间短连杆与所述第二中间短连杆的铰接处之间，或者所述水平弹性件连接于所述第一底端长连杆与所述第二底端长连杆的铰接处和所述第一底端短连杆与所述第二底端短连杆的铰接处之间；

[0011] 所述垂直弹性件连接于第一顶端长连杆与所述第一顶端短连杆的铰接处和所述第二顶端长连杆与所述第二顶端短连杆的铰接处之间，或者所述垂直弹性件连接于第二顶端长连杆与所述第一中间短连杆的铰接处和所述第二底端长连杆与所述第二中间短连杆的铰接处之间，或者所述垂直弹性件连接于第二底端长连杆与所述第一底端短连杆的铰接处和所述第一底端长连杆与所述第二底端短连杆的铰接处之间。

[0012] 优选地，所述水平弹性件为水平弹簧、水平阻尼器或者所述水平弹簧与所述水平阻尼器的结合件。

[0013] 优选地，所述垂直弹性件为垂直弹簧、垂直阻尼器或者所述垂直弹簧与所述垂直阻尼器的结合件。

[0014] 优选地，所述第一顶端长连杆的末端连接有用于与所述隔振对象连接的顶端连接杆；所述第一底端长连杆的末端连接有用于与所述振动源连接的底端连接杆。

[0015] 优选地，所述第一顶端长连杆的长度小于所述第二顶端长连杆的长度；所述第一底端长连杆的长度小于所述第二底端长连杆的长度。

[0016] 优选地，所述第一顶端短连杆、所述第二顶端短连杆、所述第一中间短连杆、所述第二中间短连杆、所述第一底端短连杆和所述第二底端短连杆的长度均相等。

[0017] 优选地，所述第一顶端长连杆、所述第二顶端长连杆、所述第一底端长连杆和所述第二底端长连杆的长度均大于所述第一顶端短连杆、所述第二顶端短连杆、所述第一中间短连杆、所述第二中间短连杆、所述第一底端短连杆和所述第二底端短连杆的长度。

[0018] 优选地，所述第一中间短连杆与所述第二顶端短连杆一体成型，所述第二中间短连杆与所述第一底端短连杆一体成型。

[0019] 优选地，所述第一顶端长连杆与所述第二顶端长连杆通过轴承或者铰链铰接，所述第一底端长连杆与所述第二底端长连杆通过轴承或者铰链铰接，所述第二顶端长连杆与所述第二底端长连杆通过轴承或者铰链铰接；

[0020] 所述第一顶端短连杆与所述第二顶端短连杆通过轴承或者铰链铰接，所述第一中间短连杆与所述第二中间短连杆通过轴承或者铰链铰接，所述第一底端短连杆与所述第二

底端短连杆通过轴承或者铰链铰接。

[0021] 优选地,所述第一顶端短连杆与所述第一顶端长连杆通过轴承或者铰链铰接,所述第二顶端短连杆与所述第二顶端长连杆铰接通过轴承或者铰链铰接;

[0022] 所述第一中间短连杆与所述第二顶端长连杆通过轴承或者铰链铰接,所述第二中间短连杆与所述第二底端长连杆通过轴承或者铰链铰接;

[0023] 所述第一底端短连杆与所述第二底端长连杆通过轴承或者铰链铰接,所述第二底端短连杆与所述第一底端长连杆通过轴承或者铰链铰接。

[0024] 本实用新型的有益效果:本实用新型的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置,通过长连杆机构和短连杆机构以及连接在长连杆机构和短连杆机构之间的水平弹性件和垂直弹性件的组合设计,可以改变仿腿型结构的层数、横纵弹簧阻尼比、长短连杆角度和长短连杆长度的取值,以调节基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的等效非线性刚度和阻尼,使得基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置可以实现可调节的非线性刚度和阻尼特性,从而使得基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的隔振效果得到改进,同时也具有良好的承载能力和稳定性,适用范围广,可以在航空、汽车、大型结构等不同的振动背景下得到有效地应用。

附图说明

[0025] 图1为本实用新型实施例提供的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的结构示意图。

[0026] 图2为本实用新型实施例提供的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的另一种结构示意图。

[0027] 图3为本实用新型实施例提供的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的静态刚度与各参数值之间的关系图。

[0028] 图4为本实用新型实施例提供的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的隔振功效图。

[0029] 附图标记包括:

[0030]	10—长连杆机构	11—顶端长连杆组	12—底端长连杆组
[0031]	20—短连杆机构	21—顶端短连杆组	22—中间短连杆组
[0032]	23—底端短连杆组	30—水平弹性件	40—垂直弹性件
[0033]	50—顶端连接杆	60—底端连接杆	111—第一顶端长连杆
[0034]	112—第二顶端长连杆	121—第一底端长连杆	122—第二底端长连杆
[0035]	211—第一顶端短连杆	212—第二顶端短连杆	221—第一中间短连杆
[0036]	222—第二中间短连杆	231—第一底端短连杆	232—第二底端短连杆。

具体实施方式

[0037] 下面详细描述本实用新型的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图1~4描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本实用新型,而不能理解为对本实用新型的限制。

[0038] 在本实用新型的描述中,需要理解的是,术语“长度”、“宽度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本实用新型和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本实用新型的限制。

[0039] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本实用新型的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0040] 在本实用新型中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本实用新型中的具体含义。

[0041] 如图1至图2所示,本实用新型实施例提供一种基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置,包括长连杆机构10、短连杆机构20、水平弹性件30和垂直弹性件40。

[0042] 所述长连杆机构10包括用于与隔振对象(图未示)连接的顶端长连杆组11和用于与振动源(图未示)连接的底端长连杆组12,所述顶端长连杆组11包括相互铰接的第一顶端长连杆111和第二顶端长连杆112,所述底端长连杆组12包括相互铰接的第一底端长连杆121和第二底端长连杆122,所述第二顶端长连杆112与所述第二底端长连杆122铰接。具体的,振动源可以是飞机等交通工具,隔振对象可以是座椅或者其他精密仪器等。

[0043] 所述短连杆机构20包括顶端短连杆组21、中间短连杆组22和底端短连杆组23,所述顶端短连杆组21包括相互铰接的第一顶端短连杆211和第二顶端短连杆212,所述中间短连杆组22包括相互铰接的第一中间短连杆221和第二中间短连杆222,所述底端短连杆组23包括相互铰接的第一底端短连杆231和第二底端短连杆232。

[0044] 所述第一顶端短连杆211和所述第二顶端短连杆212分别与所述第一顶端长连杆111和所述第二顶端长连杆112铰接,所述第一中间短连杆221和所述第二中间短连杆222分别与所述第二顶端长连杆112和所述第二底端长连杆122铰接,所述第一底端短连杆231和所述第二底端短连杆232分别与所述第二底端长连杆122和所述第一底端长连杆121铰接;

[0045] 所述水平弹性件30连接于所述第一顶端长连杆111与所述第二顶端长连杆112的铰接处和所述第一顶端短连杆211与所述第二顶端短连杆212的铰接处之间,或者所述水平弹性件30连接于所述第二顶端长连杆112与所述第二底端长连杆122的铰接处和所述第一中间短连杆221与所述第二中间短连杆222的铰接处之间,或者所述水平弹性件30连接于所述第一底端长连杆121与所述第二底端长连杆122的铰接处和所述第一底端短连杆231与所述第二底端短连杆232的铰接处之间。

[0046] 所述垂直弹性件40连接于第一顶端长连杆111与所述第一顶端短连杆211的铰接处和所述第二顶端长连杆112与所述第二顶端短连杆212的铰接处之间,或者所述垂直弹性件40连接于第二顶端长连杆112与所述第一中间短连杆221的铰接处和所述第二底端长连杆122与所述第二中间短连杆222的铰接处之间,或者所述垂直弹性件40连接于第二底端长

连杆122与所述第一底端短连杆231的铰接处和所述第一底端长连杆121与所述第二底端短连杆232的铰接处之间。

[0047] 本实施例图1和图2所示只是其中两种基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的具体结构,针对水平弹性件30和垂直弹性件40不同位置的设定可以衍生出更多种结构形式的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置,在此不再一一列举各种结构形式的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的结构图。

[0048] 具体的,本实用新型实施例的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置,通过长连杆机构10和短连杆机构20以及连接在长连杆机构10和短连杆机构20之间的水平弹性件30和垂直弹性件40的组合设计,可以改变仿腿型结构的层数、横纵弹簧阻尼比、长短连杆角度和长短连杆长度的取值,以调节基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的等效非线性刚度和阻尼,使得基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置可以实现可调节的非线性刚度和阻尼特性,从而使得基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的隔振效果得到改进,同时也具有良好的承载能力和稳定性,适用范围广,可以在航空、汽车、大型结构等不同的振动背景下得到有效地应用。

[0049] 进一步地,本实施例的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置还可以通过安装简单的被动或半被动控制元件来实现多元化的振动控制。并且,由于本实用新型实施例的实施例的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置只利用被动元件,所以起加工成本低,装配容易,并且装置的稳定性好,且隔振效果优越。

[0050] 需要说明的是,本实施例中的第一顶端长连杆111、第二顶端长连杆112、第一底端长连杆121、第二底端长连杆122、第一顶端短连杆211、第二顶端短连杆212、第一中间短连杆221、第二中间短连杆222、第一底端短连杆231和第二底端短连杆232的长度根据需要选择适合的长度。且第一顶端长连杆111与第二顶端长连杆112的铰接连接后的角度、第一底端长连杆121与第二底端长连杆122铰接连接后的角度,第二顶端长连杆112与第二底端长连杆122铰接连接后的角度根据需求设定适合的角度。同样,第一顶端短连杆211与第二顶端短连杆212铰接连接后的角度、第一中间短连杆221与第二中间短连杆222铰接连接后的角度以及第一底端短连杆231与第二底端短连杆232铰接连接后的角度也是根据需求设定适合的角度。如此,根据各连杆之间的铰接角度,进一步选择适合长度的水平弹性件30和垂直弹性件40即可。

[0051] 其中,水平弹性件30和垂直弹性件40的刚度特性或阻尼特性可以是线性的也可以是非线性的。

[0052] 本实施例中,所述水平弹性件30为水平弹簧、水平阻尼器或者所述水平弹簧与所述水平阻尼器的结合件。具体的,根据实际组成的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置,可以选择使用水平弹簧、水平阻尼器或者水平弹簧与水平阻尼器的结合件作为水平弹性件30使用,这样可以确保选择多样化,同时能够组装出多种基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的产品,从而满足不同场合使用的需求。

[0053] 进一步地,水平弹性件30的设置为基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置提供刚度和阻尼,此处可以用线性的刚度或阻尼,亦可是非线性的。

[0054] 本实施例中,所述垂直弹性件40为垂直弹簧、垂直阻尼器或者所述垂直弹簧与所述垂直阻尼器的结合件。具体的,根据实际组成的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置,

可以选择使用垂直弹簧、垂直阻尼器或者垂直弹簧与垂直阻尼器的结合件作为垂直弹性件40使用,可以确保选择多样化。结合上述的水平弹性件30,从而能够组装出多种基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的产品,从而满足不同场合使用的需求。

[0055] 进一步地,垂直弹性件40的设置为基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置提供辅助刚度和阻尼,消除负刚度,此处可以用线性的刚度或阻尼,亦可是非线性的。

[0056] 本实施例中所说的“水平”和“垂直”只是对弹性件设置的位置的形容,而并非是对弹性件的结构限定。例如,弹性件呈水平设置时,即该弹性件即为水平弹性件30,弹性为呈垂直设置时,即该弹性件即为垂直弹性件40。

[0057] 本实施例中,所述第一顶端长连杆111的末端连接有用于与所述隔振对象连接的顶端连接杆50;所述第一底端长连杆121的末端连接有用于与所述振动源连接的底端连接杆60。具体的,顶端连接杆50的设置便于将顶端长连杆组11与隔振对象实现组装连接,例如,可以采用紧固件(螺栓、螺钉、螺丝等)进行连接。同理,底端连接杆60的设置便于将底端长连杆组12与振动源实现组装连接,例如,可以采用紧固件(螺栓、螺钉、螺丝等)进行连接。这样,结合顶端连接杆50和底端连接杆60的设置,可以便于将本实施例的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置与隔振对象和振动源实现组装连接,进而便于将本实施例的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置有效应用在航空、汽车、大型结构等不同的振动背景下。

[0058] 如图1和图2所示,本实施例中,所述第一顶端长连杆111的长度小于所述第二顶端长连杆112的长度;具体的,第一顶端长连杆111位于第二顶端长连杆112的上方,这样较长的第二顶端长连杆112能够更加方便地与其他部件连接,较短的第一顶端长连杆111主要与隔振对象连接,而较长的第二顶端长连杆112则具有更多的安装面积供与其他部件连接安装。所述第一底端长连杆121的长度小于所述第二底端长连杆122的长度;具体的,第二底端长连杆122位于第一底端长连杆121的上方,这样较长的第二底端长连杆122能够更加方便地与其他部件连接,较短的第一底端长连杆121主要与振动源连接,较长的第二底端长连杆122则具有更多的安装面积供与其他部件连接安装。

[0059] 当然,在其他实施例中,第一顶端长连杆111的长度大于或者等于第二顶端长连杆112的长度;第一底端长连杆121的长度大于或者等于第二底端长连杆122的长度,这样组装成型的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置同样能够使得隔振效果得到改进,同时也具有良好的承载能力和稳定性,适用范围广,可以在航空、汽车、大型结构等不同的振动背景下得到有效地应用。

[0060] 如图1和图2所示,本实施例中,所述第一顶端短连杆211、所述第二顶端短连杆212、所述第一中间短连杆221、所述第二中间短连杆222、所述第一底端短连杆231和所述第二底端短连杆232的长度均相等。具体的,该种各短连杆长度相同的结构设计,一方面能够适合进行大批量生产,且实现方便对各短连杆与对应的长连杆进行连接安装;另一方面,各短连杆主要作用是起到支撑各长连杆并与各长连杆铰接以供垂直弹性件40和/或水平弹性件30安装,确保组装成型的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置具有阻尼特性和优越的隔振效果,结构设计合理,实用性强。

[0061] 当然,在其他实施例中,也可以是第一顶端短连杆211与第二顶端短连杆212的长度相等,第一中间短连杆221与第二中间短连杆222的长度相等以及第一底端短连杆231与第二底端短连杆232的长度相等。

[0062] 如图1和图2所示,本实施例中,所述第一顶端长连杆111、所述第二顶端长连杆112、所述第一底端长连杆121和所述第二底端长连杆122的长度均大于所述第一顶端短连杆211、所述第二顶端短连杆212、所述第一中间短连杆221、所述第二中间短连杆222、所述第一底端短连杆231和所述第二底端短连杆232的长度。具体的,长连杆的长度大于短连杆的长度的设计可以确保组装成型的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置可以改变仿腿型结构的层数、纵横弹簧阻尼比、长短连杆角度和长短连杆长度的取值,以调节基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的等效非线性刚度和阻尼,使得基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置可以实现可调节的非线性刚度和阻尼特性,从而使得基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的隔振效果得到改进,同时也具有良好的承载能力和稳定性。

[0063] 在不同的需求下,短连杆和长连杆均可采用不同的材料和结构,例如管状结构或实心杆等。长连杆与短连杆共同实现基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的刚度阻尼非线性。

[0064] 本实施例中,所述第一中间短连杆221与所述第二顶端短连杆212可以是分体结构(如图1所示)或者是一体成型(如图2所示),所述第二中间短连杆222与所述第一底端短连杆231可以是分体结构或者是一体成型。具体的,这样可以形成两种不同结构的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置,也即是可以实现基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置结构的变形,形成的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的效果和结构分析则完全等价。

[0065] 本实施例中,所述第一顶端长连杆111与所述第二顶端长连杆112通过轴承(图未示)或者铰链(图未示)铰接,所述第一底端长连杆121与所述第二底端长连杆122通过轴承或者铰链铰接,所述第二顶端长连杆112与所述第二底端长连杆122通过轴承或者铰链铰接;

[0066] 所述第一顶端短连杆211与所述第二顶端短连杆212通过轴承或者铰链铰接,所述第一中间短连杆221与所述第二中间短连杆222通过轴承或者铰链铰接,所述第一底端短连杆231与所述第二底端短连杆232通过轴承或者铰链铰接。具体的,各长连杆之间和各短连杆之间的铰接处采用轴承或者铰链连接,如此,可以确保各长连杆和各短连杆能够以铰接处为轴心实现转动,确保本实施例的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置使用的可靠性和稳定性。

[0067] 本实施例中,所述第一顶端短连杆211与所述第一顶端长连杆111通过轴承或者铰链铰接,所述第二顶端短连杆212与所述第二顶端长连杆112铰接通过轴承或者铰链铰接;

[0068] 所述第一中间短连杆221与所述第二顶端长连杆112通过轴承或者铰链铰接,所述第二中间短连杆222与所述第二底端长连杆122通过轴承或者铰链铰接;

[0069] 所述第一底端短连杆231与所述第二底端长连杆122通过轴承或者铰链铰接,所述第二底端短连杆232与所述第一底端长连杆121通过轴承或者铰链铰接。具体的,各长连杆与各短连杆之间的铰接处采用轴承或者铰链连接,如此,可以确保各长连杆与各短连杆之间能够以铰接处为轴心实现转动,进一步确保本实施例的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置使用的可靠性和稳定性。

[0070] 本实用新型实施例的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的装配包括以下步骤:

[0071] S1:首先,根据实际需要选择轴承或者铰链;

[0072] S2:根据实际需要选择仿腿型结构的层数 n 和结构所用的连杆的长度;

[0073] S3:利用轴承或铰链将多根连杆连接成多层仿腿型结构;

[0074] S4:通过连接仿腿型结构的底端和顶端的连接铰链将仿腿型结构连接于需要的隔振对象和振动源之间;

[0075] S5:根据要求的刚度和阻尼特性,选择合适的水平弹性件30和垂直弹性件40的长度、刚度;

[0076] S6:将水平弹性件30和垂直弹性件40安装连接放置在结构层对应的位置上,并且连接在连杆之间的铰接处,从而约束住仿腿型结构;

[0077] S7:如果需要,选择弹簧与阻尼器的结合件作为水平弹性件30和垂直弹性件40放置安装在仿腿型结构对应的位置,这样可以进一步实现振动控制;

[0078] S8:根据实际需要,基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置可做出一些变形,但效果和结构分析完全等价。

[0079] 通过建立数学模型发现多自由度刚度阻尼系统利用仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的刚度和阻尼特性是依赖于仿腿型结构的结构参数的非线性方程,通过优化参数,可以达到高静低动(高承载能力低共振频率)的特性,而且通过加入垂直弹性件40,因此,本实施例的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置具有被动控制低成本、易维护,效果好的优点,极大的扩展了仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的应用范围。

[0080] 从而使得本实施例的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置可以在复杂的振动环境下多方向的保护精密仪器、为汽车或飞机上的人员提供舒适的乘坐环境。并且,此基于仿腿型结构的多自由度刚度阻尼装置可以通过配置被动或半主动元件进一步改善其隔振效果。本实施例的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置也为汽车、航空、大型结构等领域提供了一种有效实用的被动隔振方法。

[0081] 本实用新型实施例提出的利用仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置隔振效果由运动传递率决定,运动传递率定义为隔振对象的振动幅值和底板接收激励的幅值。本实用新型实施例利用仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的隔振效果依赖于仿腿型结构的结构参数(层数 n 、连杆与水平所成角度 θ_1 、 θ_2 、连杆长度 L_1 、 L_2 、水平弹性件30刚度 $(Nm^{-1})k_h$ 以及垂直弹性件、垂直弹性件40刚度 $(Nm^{-1})k_v$)。

[0082] 通过以上的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的设计和装配,在多种形式的激励下,能够通过调节仿腿型结构的参数,实现隔振系统的可调节刚度和阻尼特性,从而能适用于不同的振动环境和背景,起到工程所需要的良好的隔振作用。基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的结构参数影响了刚度阻尼装置的刚度和阻尼特性,刚度阻尼装置的隔振效果和稳定性依赖于结构的刚度和阻尼,由于单层的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置沿着的竖直方向变形时,水平方向会产生牵连运动,并且竖直方向的运动和水平方向的运动关系为非线性关系,所以基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的几何非线性给刚度阻尼装置的刚度和阻尼带来非线性效应。

[0083] 经过数学建模分析,此系统的静刚度公式为:

$$\begin{aligned}
 F = & \frac{1}{2} \left(\gamma + \frac{Y}{2n} \right) \left[\sqrt{1 - \gamma^2} + \sqrt{\beta^2 - \gamma^2} \right. \\
 & \left. - \sqrt{1 - \left(\gamma + \frac{Y}{2n} \right)^2} - \sqrt{\beta^2 - \left(\gamma + \frac{Y}{2n} \right)^2} \right] \\
 [0084] & \left[\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\gamma + \frac{Y}{2n} \right)^2}} + \frac{1}{\sqrt{\beta^2 - \left(\gamma + \frac{Y}{2n} \right)^2}} \right] \\
 & + \alpha \frac{Y}{n}, \quad \circ
 \end{aligned}$$

[0085] 在这里：

[0086] L_1 和 L_2 为短长杆的长度；

[0087] θ_1 和 θ_2 为短长杆的初始安装角度；

[0088] k_h 水平弹性件30刚度 (Nm-1)；

[0089] k_v 垂直弹性件40刚度 (Nm-1)；

[0090] n 结构层数；

[0091] Y 无方向位移i.e., y/L_1 ；

[0092] α 刚度比 k_v/k_h ；

[0093] β 长短连杆长度比 L_2/L_1 ；

[0094] γ 初始安装角度参数i.e., $\sin(\theta_1)$ 。

[0095] 其静态刚度与各参数值之间的关系也可从图3中看出。

[0096] 此装置的动态刚度阻尼系数具有以下形式的非线性：

$$[0097] \quad \bar{f}_1(\hat{y}) = \xi_1 \hat{y} + \xi_2 \hat{y}^2 + \xi_3 \hat{y}^3 + \xi_4 \hat{y}^4,$$

$$[0098] \quad \bar{f}_2(\hat{y}) = \varsigma_0 + \varsigma_1 \hat{y} + \varsigma_2 \hat{y}^2 + \varsigma_3 \hat{y}^3 + \varsigma_4 \hat{y}^4, \quad \circ$$

[0099] 同时,图4描述了此仿腿结构的隔振功效。

[0100] 本实用新型实施例的基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的刚度和阻尼可以通过调节仿腿型结构的结构参数来调节,根据动力学方程,基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的设计依据为：

[0101] 1) 当仿腿型结构的层数增加时,结构的固有频率减小,隔振效果可以改进；

[0102] 2) 当仿腿型结构中的连杆与水平方向所称的角度减小,隔振效果可以改进；

[0103] 3) 当仿腿型结构长短杆长度比例变化时装置的效能可以加以改善；

[0104] 4) 当仿腿型结构水平弹性件30和垂直弹性件40刚度比例变化时系统的效能可以加以改善；

[0105] 5) 此装置可以通过设计以上参数达到零刚度,负刚度和正刚度；

[0106] 6) 由于仿腿型结构所产生的刚度非线性,刚度阻尼装置的承载能力优于一般的线性被动隔振装置；

[0107] 7) 以上所述对系统等效刚度的调节,同样适用于系统等效的非线性阻尼特性,即当上述结构参数改变时,可方便调节系统被动的阻尼特性在较大范围内变化。

[0108] 所以利用仿腿型结构作为隔振装置,使得刚度阻尼装置的隔振效果改进,也使得平台具有一定的承载能力,从而基于仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置充分利用了结构自

身的优势,实现了高静低动(高承载能力,低共振频率)的隔振理念;并实现在谐振频率处高阻尼在其他频率处低阻尼、随频率随振动位移而变化的理想非线性阻尼特征。

[0109] 根据以上的分析,可以看出仿腿型结构是一种新颖的结构,在只利用线性弹簧和/或阻尼器的情况下,通过构建的组合可以实现等效的非线性刚度和阻尼效果,并且,由于仿腿型结构中的杆件的角度和结构层数可以很方便的调节,所以,仿腿型结构的等效非线性刚度和阻尼特性是可调节的。故,利用仿腿型结构的刚度阻尼装置可以实现具有可调节特性的被动振动隔离系统,并可以广泛地应用在不同的振动环境。

[0110] 综上所述可知本实用新型乃具有以上所述的优良特性,得以令其在使用上,增进以往技术中所未有的效能而具有实用性,成为一极具实用价值的产品。

[0111] 以上所述仅为本实用新型的较佳实施例而已,并不用以限制本实用新型,凡在本实用新型的思想和原则之内所作的任何修改、等同替换或改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

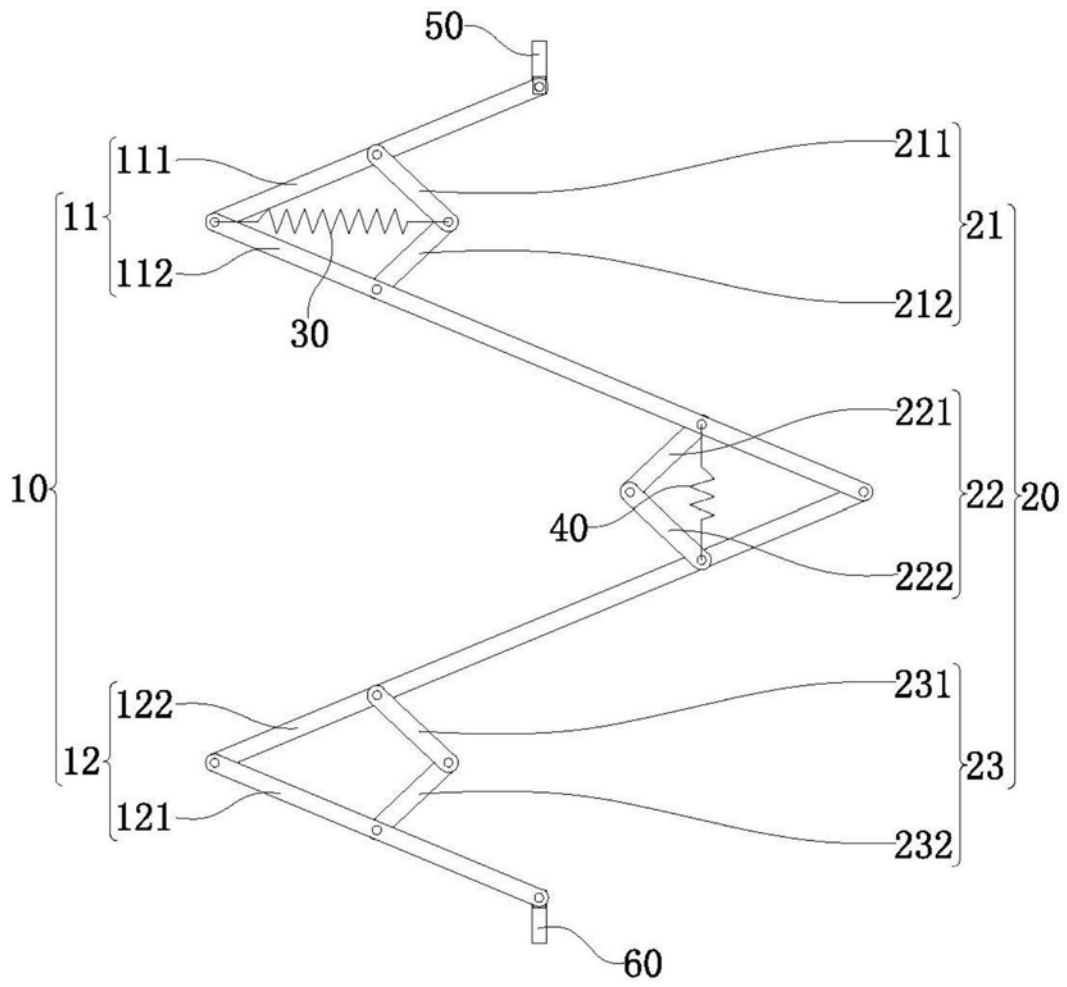


图1

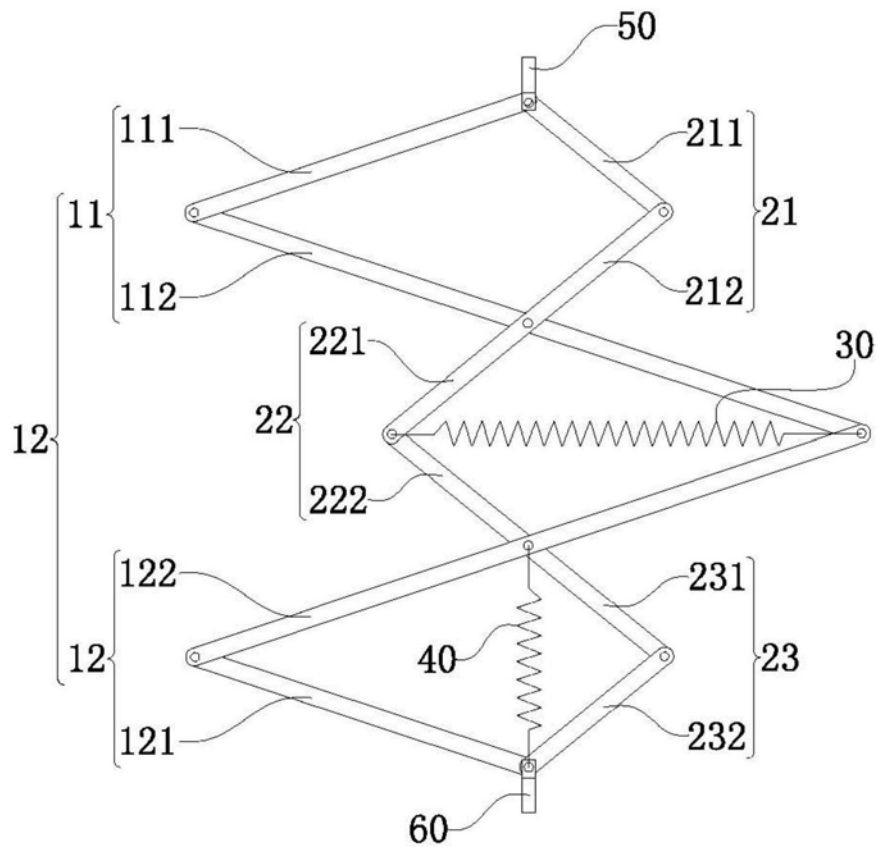


图2

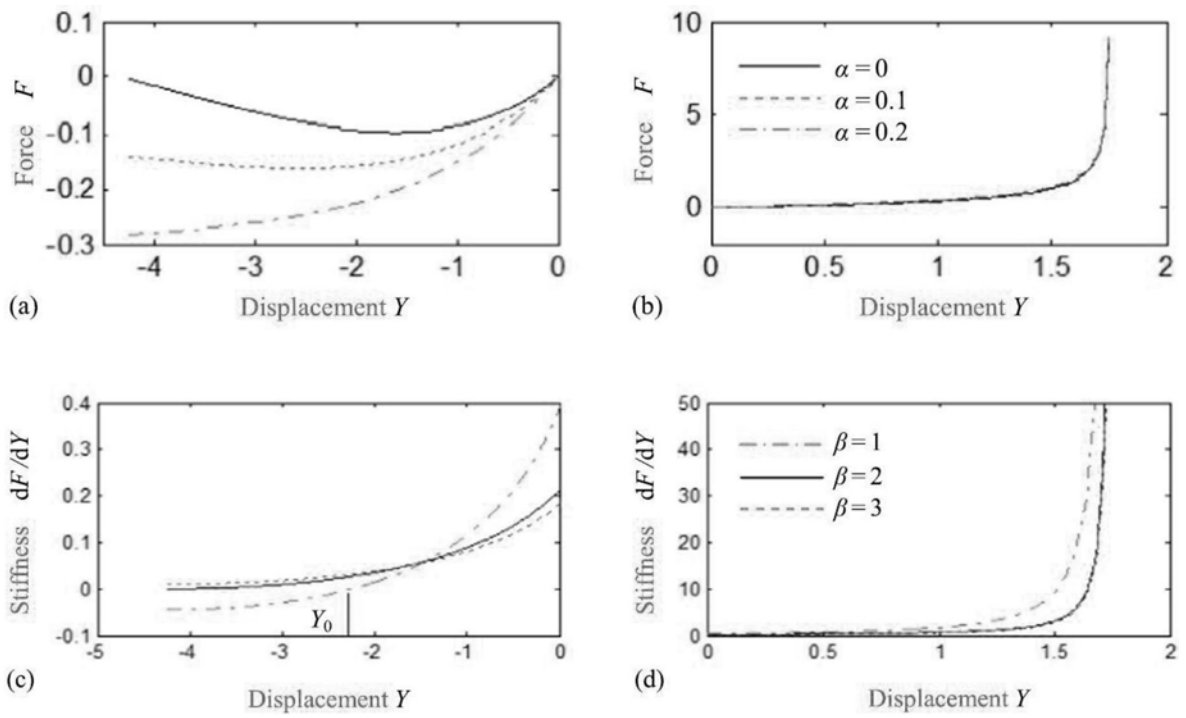


图3

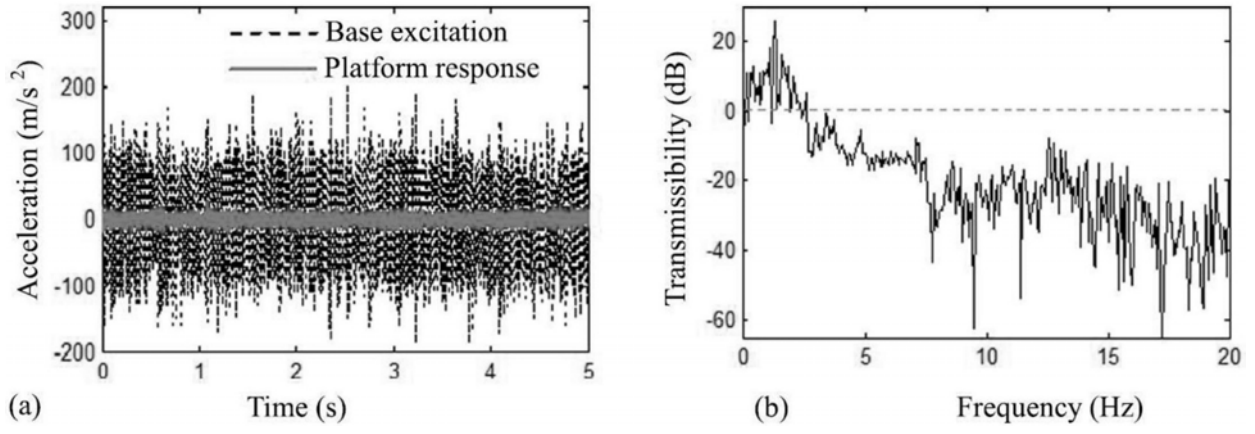


图4