



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103363010 B

(45) 授权公告日 2015. 02. 25

(21) 申请号 201310330357. 1

(22) 申请日 2013. 08. 01

(73) 专利权人 湖南大学

地址 410082 湖南省长沙市岳麓区麓山南路
2 号

专利权人 中国人民解放军海军工程大学

(72) 发明人 徐道临 朱石坚 成传望 周加喜
楼京俊 张敬

(74) 专利代理机构 长沙正奇专利事务所有限责
任公司 43113

代理人 马强

(51) Int. Cl.

F16F 13/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102678804 A, 2012. 09. 19,

CN 102338188 A, 2012. 02. 01,

CN 102748425 A, 2012. 10. 24,

CN 202329976 U, 2012. 07. 11,

SU 1421908 A1, 1988. 09. 07,

KR 10-2006-0036938 A, 2006. 05. 03,

David L. Platus.

Negative-stiffness-mechanism vibration
isolation systems. 《Proceedings of
SPIE》. 1992, 第 1619 卷

审查员 贺燕萍

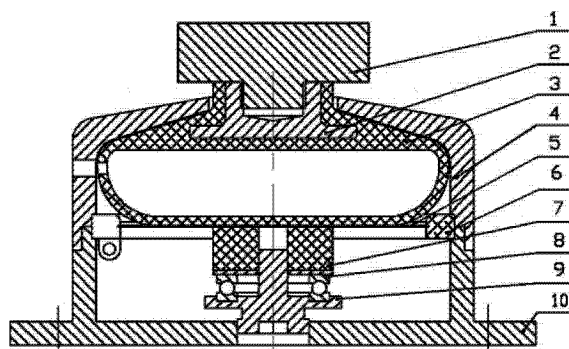
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

屈曲板型准零刚度隔振器

(57) 摘要

本发明涉低频或超低频隔振器领域, 具体涉及一种屈曲板型准零刚度隔振器。为了解决现有的准零刚度隔振器存在的不能主动预设系统的准零状态, 使用隔振对象单一, 并且结构不够紧凑, 使用寿命较短, 可靠性差的问题, 本发明提供了一种屈曲板型准零刚度隔振器, 包括底座、端盖和连接件, 还包括准零刚度结构, 准零刚度结构包括具有负刚度的弹性板和设置在弹性板下方的具有正刚度的弹性部件, 弹性板嵌套在一调节箍内, 调节箍固定在底座与端盖的连接处, 弹性部件由一调节机构支撑, 调节机构设置在底座上。本发明通过调节箍可以主动预设系统的准零状态, 使之适用于不同的隔振对象, 并且结构设计紧凑、合理, 可靠性高, 使用寿命长。



1. 一种屈曲板型准零刚度隔振器,包括底座(10)、端盖(4)和连接件(2),其特征在于,还包括准零刚度结构,所述准零刚度结构包括具有负刚度的弹性板(5)和设置在所述弹性板(5)下方的具有正刚度的弹性部件(7),所述弹性板(5)嵌套在一调节箍(6)内,所述调节箍(6)固定在所述底座(10)与端盖(4)的连接处,所述弹性部件(7)由一调节机构(9)支撑,所述调节机构(9)设置在所述底座(10)上;所述调节箍(6)带有螺栓拧紧装置(13),所述调节箍(6)设有内向凹槽,所述弹性板(5)嵌套在所述调节箍(6)的凹槽内,通过调节螺栓拧紧装置(13)可以调节所述弹性板(5)的屈曲变形量;还包括一气囊(3),所述气囊(3)放置在所述弹性板(5)上并被所述端盖(4)容纳,所述连接件(2)连接所述气囊(3)与被隔振设备(1);所述弹性部件(7)为一具有中心孔的圆柱形橡胶垫,所述调节机构(9)上表面有一环形凹槽(11)和一中心凸台(12),环形凹槽(11)内设有推力球轴承(8),所述弹性部件(7)直接放置在所述推力球轴承(8)上,并通过其中心孔与所述中心凸台(12)的配合实现定位。

2. 根据权利要求1所述的屈曲板型准零刚度隔振器,其特征在于,所述弹性板(5)的材料为高级弹簧钢。

3. 根据权利要求1至2任一项所述的屈曲板型准零刚度隔振器,其特征在于,所述调节机构(9)设置在所述底座(10)的中心位置,并且所述调节机构(9)与所述底座(10)的连接方式为螺纹连接。

4. 根据权利要求3所述的屈曲板型准零刚度隔振器,其特征在于,所述端盖(4)与所述底座(10)的连接方式为螺纹连接,所述端盖(4)与底座(10)的连接部位内侧形成一容纳所述调节箍(6)的侧凹槽。

5. 根据权利要求4所述的屈曲板型准零刚度隔振器,其特征在于,所述连接件(2)嵌套在气囊(3)的顶部,且所述连接件(2)还设有与被隔振设备(1)连接的螺纹沉孔。

6. 根据权利要求5所述的屈曲板型准零刚度隔振器,其特征在于,所述调节机构(9)的底部具有一六角调节孔(14)。

屈曲板型准零刚度隔振器

技术领域

[0001] 本发明涉低频或超低频隔振器领域,具体涉及一种屈曲板型准零刚度隔振器。

背景技术

[0002] 汽车、舰船、精密机床、航空航天器等对振动环境非常敏感,振动可严重影响汽车乘驾的舒适性、机床的加工精度、舰船的隐身性,甚至造成航空航天器的损坏。因此隔振技术尤其是低频宽频隔振技术具有重要的应用价值。现有的隔振器包括金属弹簧,油压式,空气弹簧以及钢丝绳隔振器等,这些减振器在低频范围内的隔振效果不是十分理想,无法满足超低频隔振的要求。

[0003] 经检索,申请号为 201210145254.3 的中国发明专利申请公开了一种名称为“滑动梁和弹簧组合非线性超低频隔振器”的发明专利申请,该申请的提供的技术方案是:主要由具有负刚度的滑动弹性梁和连接在其下方的具有正刚度的弹簧组成,并设有用于滑动弹性梁连接的连接部件和用于滑动弹性梁支撑的支撑结构,滑动弹性梁在变形时具有负刚度,弹簧为正刚度,两种弹性元件的组合使用使整个隔振器具有接近零刚度的特征。该隔振器具有较大的静刚度、却具有较小的动刚度,整体系统具有近似动态准零刚度特性,可以实现超低频率的振动隔离并兼有抗冲效果,从而拥有良好的低频隔振效果;并且较大的地扩展了隔振器的有效隔振范围,可实现大的衰减。但是该专利申请的提供的隔振器的不能主动预设系统的准零状态,承载对象单一;并且结构不够紧凑,使得隔振器的使用寿命较短,降低了隔振的可靠性。

发明内容

[0004] 为了解决现有的准零刚度隔振器存在的不能主动预设隔振系统的准零状态,适用隔振对象单一,并且结构不够紧凑,使用寿命较短,可靠性差的问题,本发明提供了一种屈曲板型准零刚度隔振器。

[0005] 本发明的具体技术方案为:

[0006] 一种屈曲板型准零刚度隔振器,包括底座、端盖和连接件,还包括准零刚度结构,所述准零刚度结构包括具有负刚度的弹性板和设置在所述弹性板下方的具有正刚度的弹性部件,所述弹性板嵌套在一调节箍内,所述调节箍固定在所述底座与端盖的连接处,所述弹性部件由一调节机构支撑,所述调节机构设置有所述底座上。

[0007] 进一步的,所述调节箍带有螺栓拧紧装置,所述调节箍设有内向凹槽,所述弹性板嵌套在所述调节箍的凹槽内,通过调节螺栓拧紧装置可以调节所述弹性板的屈曲变形量。

[0008] 进一步的,还包括一气囊,所述气囊放置在所述弹性板上并被所述端盖容纳,所述连接件连接所述气囊与被隔振设备。

[0009] 进一步的,所述弹性部件为一具有中心孔的圆柱形橡胶垫,所述调节机构上表面有一环形凹槽和一中心凸台,环形凹槽内设有推力球轴承,所述弹性部件直接放置在所述推力球轴承上,并通过其中心孔与所述中心凸台的配合实现定位。

[0010] 进一步的,所述弹性板的材料为高级弹簧钢。

[0011] 进一步的,所述调节机构设置在所述底座的中心位置,并且所述调节机构与所述底座的连接方式为螺纹连接。

[0012] 进一步的,所述端盖与所述底座的连接方式为螺纹连接,所述端盖与底座的连接部位内侧形成一容纳所述调节箍的侧凹槽。

[0013] 进一步的,所述连接件嵌套在所述气囊的顶部,且所述连接件还设有与被隔振设备连接的螺纹沉孔。

[0014] 进一步的,所述调节机构的底部具有一六角调节孔。

[0015] 下面对本发明的技术原理进行分析。

[0016] 图 1 所示是没有任何外力作用在隔振器上时准零机构的初始状态。弹性板被套在调节箍中,处于屈曲受压状态,其竖向刚度为 k_1 。弹性板中心接触的是一个自由状态的圆柱形弹性部件,弹性部件中心有一个通孔,它的刚度系数是 k_2 。

[0017] 图 2 所示是当被隔振设备置于隔振器上时准零机构的工作状态。此时,弹性板刚好处于水平位置,这个位置也是被隔振设备安装在隔振器上时的静平衡位置。在平衡位置,被隔振设备的重量完全由竖直弹性部件支撑。调节箍通过拧螺栓可以调节弹性板屈曲的程度(即凹凸的大小),同时,弹性部件可以通过调节机构始终保持与弹性板的接触。弹性板、刚箍、弹性部件并联组成一个准零机构。

[0018] 图 3 所示是当被隔振设备置于隔振器上时隔振器的工作状态。气囊充入一定的气压,气囊中硫化连接件,通过螺纹与被隔振设备相连,并处于受压状态,外面包裹着端盖,底面与屈曲弹性板接触,保证气囊不会因过度膨胀而破坏。弹性板和弹性部件处于受压状态。气囊、准零机构串联组成本发明的隔振器。

[0019] 图 4 所示是调节机构。其顶部有一凸台,其作用是保证弹性部件工作时不左右晃动。其中间有一圆形凹槽,其作用是固定推力球轴承。其底部有螺纹,其作用是固定弹性部件,通过拧螺纹保证弹性部件与弹性板的接触,并当被隔振质量变化时,可以调整弹性部件的内应力,保证平衡位置不发生改变。其底部中心有一个内六角的沉头孔,方便调节弹性部件的上下位置。推力球轴承是标准件,置于调节机构与弹性部件之间,其作用是避免调节机构旋转时与弹性部件发生直接滑动摩擦,减小对弹性部件的横向剪切力。

[0020] 当被隔振设备置于隔振器上时,弹性板由弯曲状态压至水平状态,只要选择合适的系统参数,可使隔振装置中准零机构在静平衡位置处(弹性板处于水平状态, $k_1+k_2=0$)屈曲弹性板的负刚度与弹性部件的正刚度组合后总刚度为零,其串联一个气囊后,静平衡位置隔振系统的刚度依然为零。那么被隔振设备在平衡位置附近做小幅振动时,其动刚度很小,隔振系统的固有频率很低,所以可以达到低频宽频隔振的目的。在静平衡位置,系统的静刚度由弹性部件刚度决定,所以该隔振器具有高静刚度低动刚度特性。

[0021] 如图 6 所示,准零机构由弹性板和弹性部件并联而成,其总刚度为两者之和。从图中我们可以看出,弹性板屈曲后,随着位移的变化,其刚度先增加后减小,中间有一段刚度为负值。当位移的变化量很小时,弹性部件的刚度可以简化为一恒定值,且为正值。当准零机构工作平衡位置时(正负刚度的数值相等, $k_1+k_2=0$),准零机构的刚度恰好为零。

[0022] 如图 7 所示,为针对基础激励的屈曲板型准零刚度隔振器(准零系统)和弹性部件隔振器(线性系统)的力传递率的比较。从图我们可以看到,准零系统的隔振频带宽于线性

系统,隔振效果明显优于线性系统,因而能实现低频隔振,并拓宽隔振频带。

[0023] 如图 5 所示,气囊与准零机构串联成隔振器,这样做有两点好处:其一,系统的刚度曲线(相对于准零刚度机构的刚度曲线)更扁平。原因是,此时隔振的刚度为两者之积再除以两者之和(串联),所以系统在平衡位置的动刚度仍然为零,在平衡位置附近的动刚度会比准零机构的刚度更小。这样会更进一步改善隔振器的隔振效果,即使被隔振设备的振幅稍微增大,也不影响隔振器的低频隔振效果,优化了隔振器的性能。其二,当气囊或者准零机构其中任何一个不工作时,另外一个隔振器件也还能起到隔振效果,提高了隔振器的可靠性。

[0024] 本发明具有的有益效果是:通过调节箍可以主动预设系统的准零状态,使之适用于不同的隔振对象;气囊与准零刚度结构的串联组合,优化了隔振器的性能,使整个系统的刚度曲线相对于单独的准零刚度结构的刚度曲线更扁平(如图 5 所示),进一步减小了隔振系统的动态刚度,更好的实现了低频、宽频隔振的目的;另外,结构设计更加合理,当气囊或者准零刚度结构其中任何一个不工作时,另外一个隔振器件也还能起到隔振效果,提高了隔振器的可靠性,延长了隔振器的使用寿命。

附图说明

[0025] 图 1 是本发明整体结构示意图;

[0026] 图 2 是本发明不受力时的准零刚度结构示意图;

[0027] 图 3 是本发明放上被隔振设备时的准零刚度结构示意图;

[0028] 图 4 是本发明调节机构的结构示意图;

[0029] 图 5 是本发明准零刚度结构与气囊串联前后的刚度曲线对比示意图;

[0030] 图 6 是本发明准零机构中正负刚度机构并联刚度合成示意图;

[0031] 图 7 是本发明(准零系统)和橡胶垫隔振器(线性系统)针对基础激励的力传递率的比较图。

[0032] 其中: 1—被隔振设备;2—连接件;3—气囊;4—端盖;5—弹性板;6—调节箍;7—弹性部件;8—推力球轴承;9—调节机构;10—底座;11—环形凹槽;12—中心凸台;13—螺栓拧紧装置;14—六角调节孔。

具体实施方式

[0033] 下面将结合附图对本发明的具体实施方式做详细叙述。

[0034] 如图 1 至 4 所示,一种屈曲板型准零刚度隔振器,包括底座 10、端盖 4 和连接件 2,还包括准零刚度结构,所述准零刚度结构包括具有负刚度的弹性板 5 和设置在所述弹性板 5 下方的具有正刚度的弹性部件 7,所述弹性板 5 嵌套在一调节箍 6 内,所述调节箍 6 固定在所述底座 10 与端盖 4 的连接处,所述弹性部件 7 由一调节机构 9 支撑,所述调节机构 9 设置在所述底座 10 上。所述调节箍 6 带有螺栓拧紧装置 13,所述调节箍 6 设有内向凹槽,所述弹性板 5 嵌套在所述调节箍 6 的凹槽内,通过调节螺栓拧紧装置 13 可以调节所述弹性板 5 的屈曲变形量。还包括一气囊 3,所述气囊 3 放置在所述弹性板 5 上并被所述端盖 4 容纳,所述连接件 2 连接所述气囊 3 与被隔振设备 1。所述弹性部件 7 为一具有中心孔的圆柱形橡胶垫,所述调节机构 9 上表面有一环形凹槽 11 和一中心凸台 12,环形凹槽 11 内设有

推力球轴承 8, 所述弹性部件 7 直接放置在所述推力球轴承 8 上, 并通过其中心孔与所述中心凸台 12 的配合实现定位。所述弹性板 5 的材料为高级弹簧钢。所述调节机构 9 设置在所述底座 10 的中心位置, 并且所述调节机构 9 与所述底座 10 的连接方式为螺纹连接。所述端盖 4 与所述底座 10 的连接方式为螺纹连接, 所述端盖 4 与底座 10 的连接部位内侧形成一容纳所述调节箍 6 的侧凹槽。所述连接件 2 嵌套在所述气囊 3 的顶部, 且所述连接件 2 还设有与被隔振设备 1 连接的螺纹沉孔。所述调节机构 9 的底部具有一六角调节孔 14。

[0035] 当被隔振设备 1 置于隔振器上时, 弹性板 5 由弯曲状态压至水平状态(如图 1 和图 3 所示), 只要选择合适的系统参数, 可使隔振系统中准零刚度结构在静平衡位置处(弹性板处于水平状态)弹性板 5 的负刚度与弹性部件 7 的正刚度组合后总刚度为零, 再串联一个气囊 3 后, 静平衡位置隔振系统的刚度依然为零。那么被隔振设备 1 在平衡位置附近做小幅振动时, 其动刚度很小, 隔振系统的固有频率很低, 所以可以达到低频宽频隔振的目的。在静平衡位置, 系统的静刚度由弹性部件 7 的刚度决定, 所以该隔振器具有高静刚度低动刚度特性。

[0036] 在实际使用本发明时, 针对某一确定的振动源(如舰船上的发动机)要被隔振, 首先需确定其质量大小, 然后确定弹性部件 7 的刚度系数和气囊 3 内气压的大小, 最后通过调节系统的调节机构 9、调节箍 6 的拧紧程度, 使得弹性板 5 的最大负刚度数值等于弹性部件 7 的刚度系数, 这样就得到了具有准零刚度的非线性气囊隔振器。将振动源置于隔振系统上时, 振动源在工作时, 其产生的不良振动将会被隔振器进行减振, 即实现了隔振的目的。

[0037] 以上结合了附图对本发明的实施方式做了详细说明, 但是本发明并不限于上述实施方式, 本领域的普通技术人员了解上述方案的内容后还可以在不脱离本发明宗旨的前提下做出种种变化。

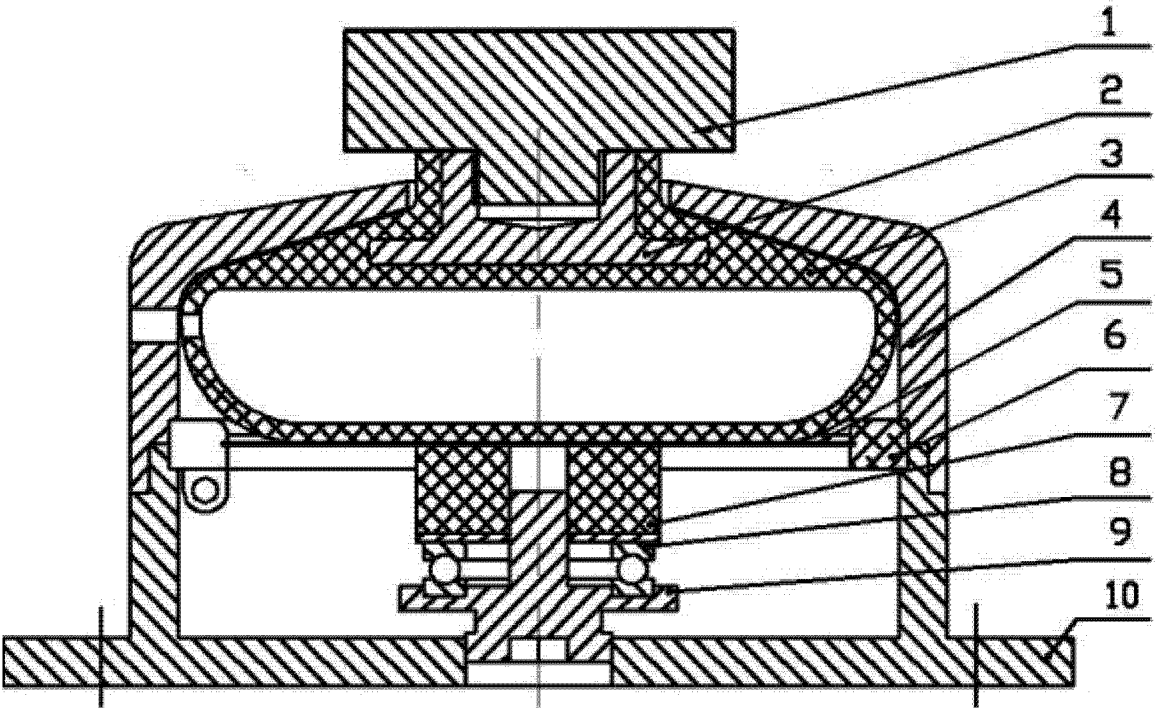


图 1

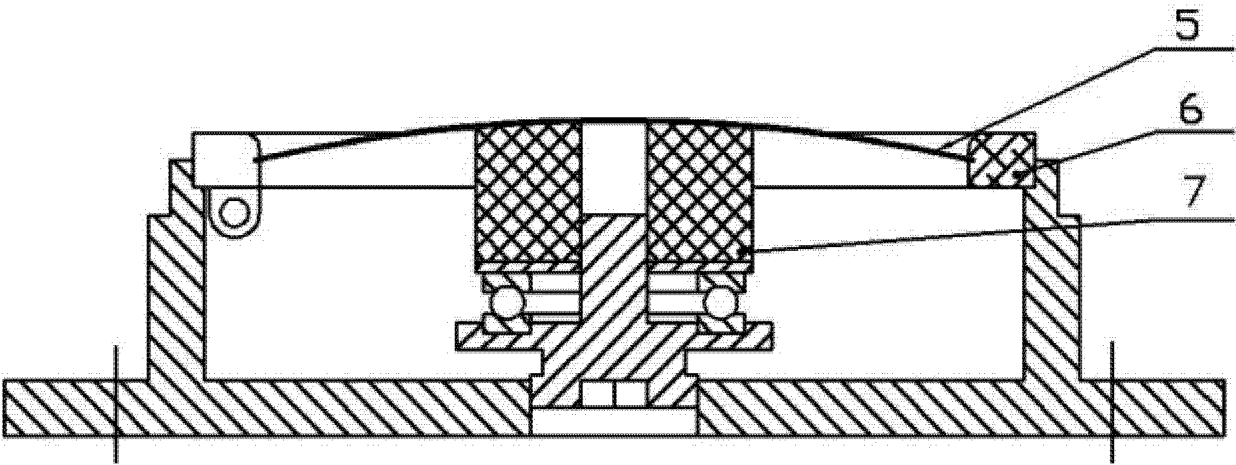


图 2

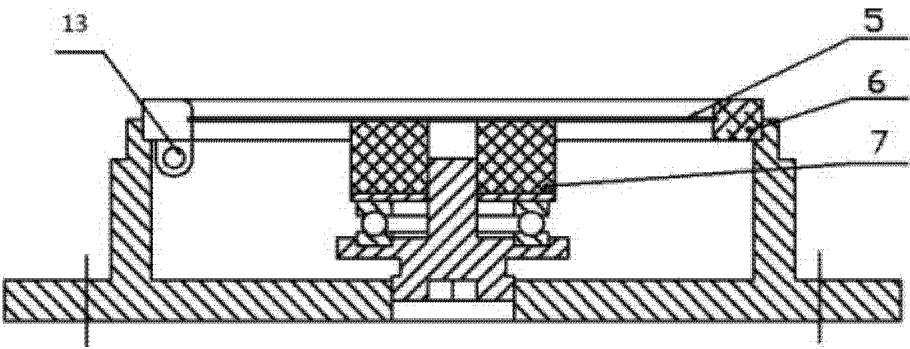


图 3

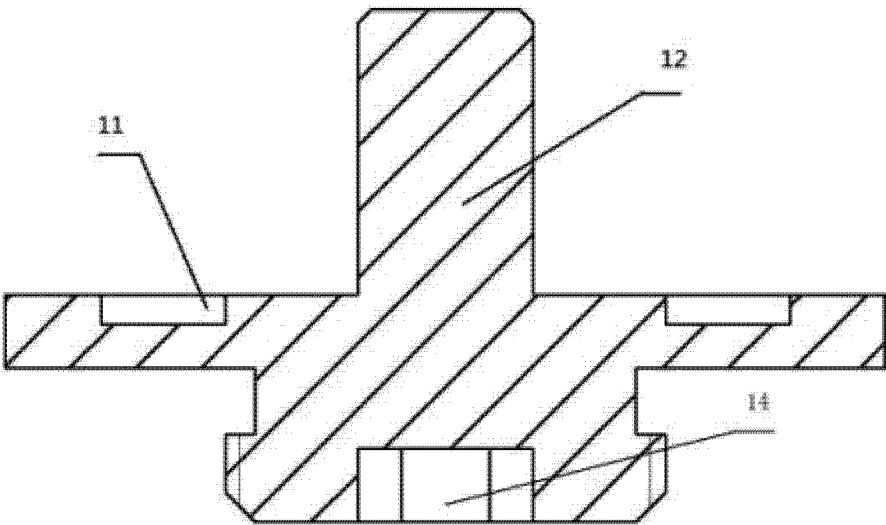


图 4

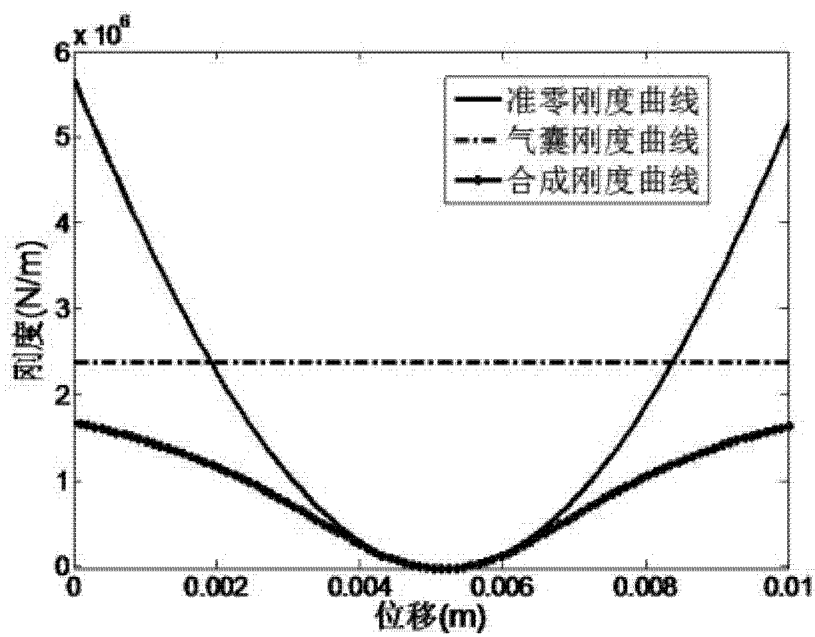


图 5

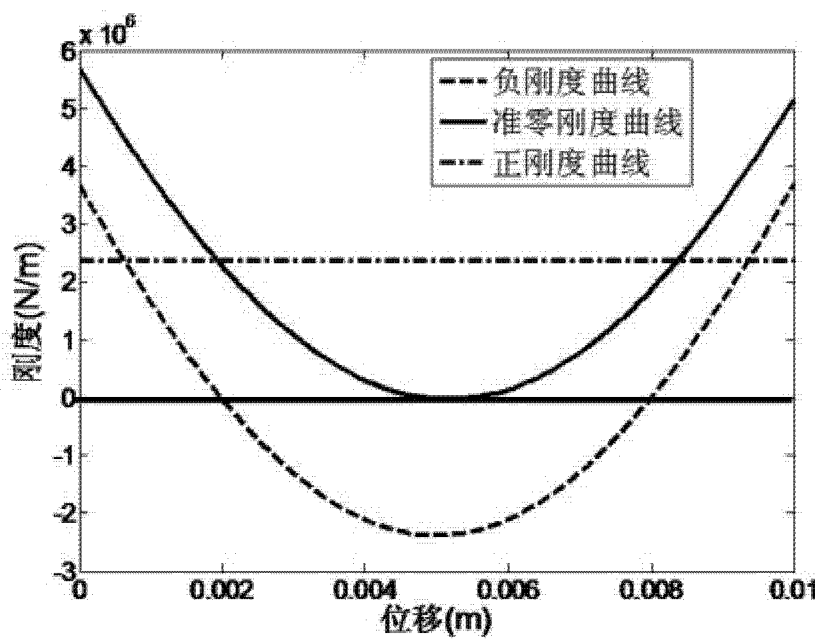


图 6

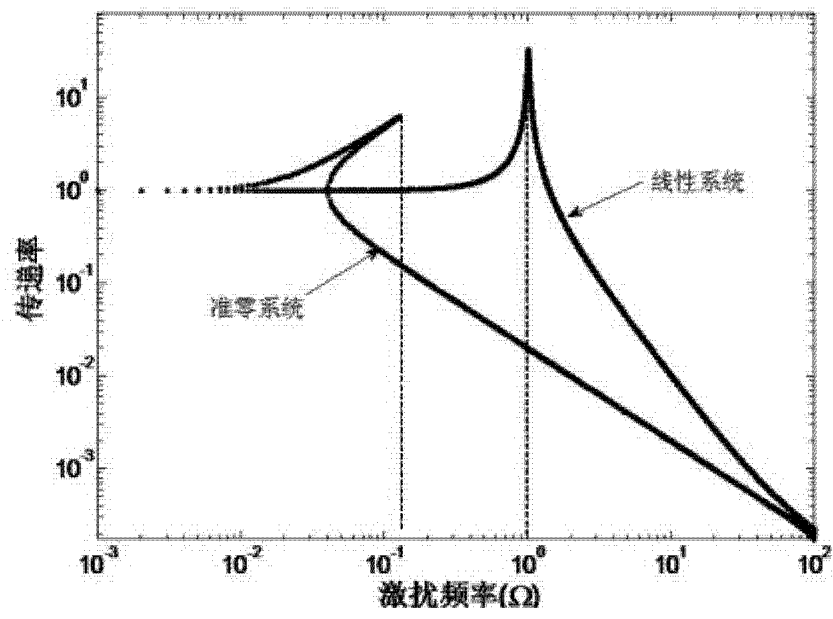


图 7