



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208024750 U

(45)授权公告日 2018.10.30

(21)申请号 201820232064.8

(22)申请日 2018.02.08

(66)本国优先权数据

201721668481.9 2017.12.04 CN

(73)专利权人 香港理工大学深圳研究院

地址 518057 广东省深圳市南山区高新园  
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 孙博

(74)专利代理机构 深圳中一专利商标事务所

44237

代理人 官建红

(51)Int.Cl.

F16F 7/00(2006.01)

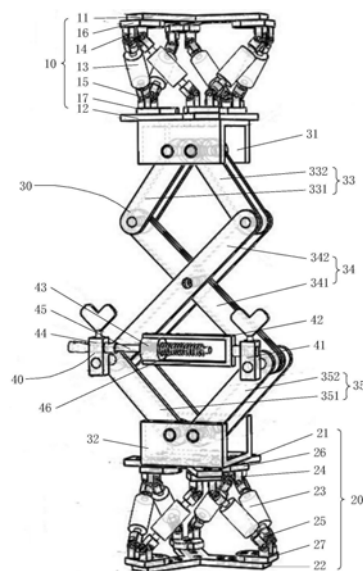
权利要求书3页 说明书11页 附图2页

(54)实用新型名称

隔振装置

(57)摘要

本实用新型提供了一种隔振装置,包括用于提供刚度与阻尼的水平刚度阻尼机构、用于调节所述刚度与阻尼大小的连杆机构、用于与隔振对象连接的可实现多个角度扭转隔振效果的上扭转平台、用于与振动源连接的可实现多个角度扭转隔振效果的下扭转平台、所述连杆机构连接在所述上扭转平台与所述下扭转平台之间,所述水平刚度阻尼机构设于所述连杆机构上。本实用新型提供的隔振装置具有可调节的刚度与阻尼大小,且可实现多个角度扭转隔振效果,使得本实用新型的隔振装置的隔振效果得到明显改进,适用范围更广,能够适用于不同的工作情况,具有良好的承载能力和稳定性。



1. 隔振装置,其特征在于:包括用于提供刚度与阻尼的水平刚度阻尼机构、用于调节所述刚度与阻尼大小的连杆机构、用于与隔振对象连接的可实现多个角度扭转隔振效果的上扭转平台、用于与振动源连接的可实现多个角度扭转隔振效果的下扭转平台、所述连杆机构连接在所述上扭转平台与所述下扭转平台之间,所述水平刚度阻尼机构设于所述连杆机构上。

2. 如权利要求1所述的隔振装置,其特征在于:所述上扭转平台包括第一顶板、第一底板以及多个第一弹性元件;所述第一顶板沿圆周方向设有多个第一万向节铰链组;所述第一底板沿圆周方向设有多个数量与所述第一万向节铰链组的数量相同的第二万向节铰链组,多个所述第二万向节铰链组与多个所述第一万向节铰链组在圆周方向上相互错开分布;每个所述第一弹性元件的一端均与其中一个所述第一万向节铰链组铰接,另一端与其中一个所述第二万向节铰链组铰接。

3. 如权利要求2所述的隔振装置,其特征在于:所述上扭转平台还包括与所述第一顶板连接固定的第一固定板,以及与所述第一底板连接固定的第二固定板;所述第一万向节铰链组固定于所述第一固定板上,所述第二万向节铰链组固定于所述第二固定板上。

4. 如权利要求2所述的隔振装置,其特征在于:所述第一万向节铰链组的数量为三个,相邻两个第一万向节铰链组的夹角均为 $120^{\circ}$ ;所述第二万向节铰链组的数量为三个,相邻两个第二万向节铰链组的夹角均为 $120^{\circ}$ ;且每个所述第一万向节铰链组与相邻的所述第二万向节铰链组的夹角均为 $60^{\circ}$ 。

5. 如权利要求4所述的隔振装置,其特征在于:所述第一万向节铰链组包括两个第一万向节铰链,且两个所述第一万向节铰链的间距小于相邻两个所述第一万向节铰链组的间距;所述第二万向节铰链组包括两个第二万向节铰链,且两个所述第二万向节铰链的间距小于相邻两个第二万向节铰链组的间距;所述第一弹性元件的数量为六个,每个所述第一弹性元件的一端与其中一个所述第一万向节铰链铰接,另一端与相邻的所述第二万向节铰链铰接。

6. 如权利要求1所述的隔振装置,其特征在于:所述下扭转平台包括第二顶板、第二底板以及多个第二弹性元件;所述第二顶板沿圆周方向设有多个第三万向节铰链组;所述第二底板沿圆周方向设有多个数量与所述第三万向节铰链组的数量相同的第四万向节铰链组,多个所述第四万向节铰链组与多个所述第三万向节铰链组在圆周方向上相互错开分布;每个所述第二弹性元件的一端均与其中一个所述第三万向节铰链组铰接,另一端与其中一个所述第四万向节铰链组铰接。

7. 如权利要求6所述的隔振装置,其特征在于:所述下扭转平台还包括与所述第二顶板连接固定的第三固定板,以及与所述第二底板连接固定的第四固定板;所述第三万向节铰链组固定于所述第三固定板上,所述第四万向节铰链组固定于所述第四固定板上。

8. 如权利要求6所述的隔振装置,其特征在于:所述第三万向节铰链组的数量为三个,相邻两个第三万向节铰链组的夹角均为 $120^{\circ}$ ;所述第四万向节铰链组的数量为三个,相邻两个第四万向节铰链组的夹角均为 $120^{\circ}$ ;且每个第一万向节铰链组与相邻的所述第二万向节铰链组的夹角均为 $60^{\circ}$ 。

9. 如权利要求8所述的隔振装置,其特征在于:所述第三万向节铰链组包括两个第三万向节铰链,且两个所述第三万向节铰链的间距小于相邻两个第三万向节铰链组的间距;所

述第四万向节铰链组包括两个第四万向节铰链,且两个所述第四万向节铰链的间距小于相邻两个第四万向节铰链组的间距;所述第二弹性件的数量为六个,每个所述第二弹性件的一端与其中一个所述第三万向节铰链铰接,另一端与相邻的所述第四万向节铰链铰接。

10. 如权利要求1所述的隔振装置,其特征在于:所述连杆机构包括上连接支架、下连接支架、上短连杆组、长连杆组以及下短连杆组;所述上连接支架与所述上扭转平台连接固定,所述下连接支架与所述下扭转平台连接固定;所述上短连杆组包括第一上短连杆与第二上短连杆;所述长连杆组包括相互铰接的第一长连杆与第二长连杆,所述下短连杆组包括第一下短连杆与第二下短连杆;所述第一上短连杆的一端与所述上连接支架铰接,所述第一上短连杆的另一端与所述第一长连杆的一端铰接;所述第二上短连杆的一端与所述上连接支架铰接,所述第二上短连杆的另一端与所述第二长连杆的一端铰接;所述第一下短连杆的一端与所述下连接支架铰接,所述第一下短连杆的另一端与所述第二长连杆的另一端铰接;所述第二下短连杆的一端与所述下连接支架铰接,所述第二下短连杆的另一端与所述第一长连杆的另一端铰接;

所述水平刚度阻尼机构的一端连接于所述第一上短连杆的另一端与所述第一长连杆的一端铰接处,所述水平刚度阻尼机构的另一端连接于所述第二上短连杆的另一端与所述第二长连杆的一端铰接处;或者,所述水平刚度阻尼机构的一端连接于所述第一下短连杆的另一端与所述第二长连杆的另一端铰接处,所述水平刚度阻尼机构的另一端连接于所述第二下短连杆的另一端与所述第一长连杆的另一端铰接处。

11. 如权利要求10所述的隔振装置,其特征在于:所述水平刚度阻尼机构包括框架固定块、滑动框架、滑块、滑轴固定块、滑轴以及水平弹性元件;所述滑动框架固定于所述框架固定块上,所述滑块与所述滑动框架连接固定,且所述滑块与所述滑动框架围构成一变形空间,所述滑轴固定于所述滑轴固定块上,所述滑轴的一端具有凸缘,所述滑轴穿过所述滑块并伸入所述变形空间内,所述水平弹性元件套设于所述滑轴外,且所述水平弹性元件的一端抵于所述凸缘上,另一端抵于所述滑块上;

所述滑轴固定块连接于所述第一上短连杆的另一端与所述第一长连杆的一端铰接处,所述框架固定块连接于所述第二上短连杆的另一端与所述第二长连杆的一端铰接处;或者,所述滑轴固定块的一端连接于所述第一下短连杆的另一端与所述第二长连杆的另一端铰接处,所述框架固定块的另一端连接于所述第二下短连杆的另一端与所述第一长连杆的另一端铰接处。

12. 如权利要求11所述的隔振装置,其特征在于:所述水平弹性元件为水平弹簧、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。

13. 如权利要求10-12任一项所述的隔振装置,其特征在于:所述第一上短连杆的一端通过一第一铰接轴与所述上连接支架铰接,所述第二上短连杆的一端通过一第二铰接轴与所述上连接支架铰接;所述第一下短连杆的一端通过一第三铰接轴与所述下连接支架铰接,所述第二下短连杆的一端通过一第四铰接轴与所述下连接支架铰接;

所述隔振装置还包括用于限制所述连杆机构只在垂直方向上运动的限位机构,所述限位机构包括相互啮合的第一齿轮以及第二齿轮,所述第一齿轮固定于所述第一铰接轴上,所述第二齿轮固定于所述第二铰接轴上;和/或者,所述第一齿轮固定于所述第三铰接轴上,所述第二齿轮固定于所述第四铰接轴上。

14. 如权利要求10-12任一项所述的隔振装置,其特征在于:所述上短连杆组的数量为两组,所述长连杆组的数量为两组,所述下短连杆组的数量为两组。

## 隔振装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于隔振装置技术领域,更具体地说,是涉及一种隔振装置。

### 背景技术

[0002] 刚度阻尼系统由于能够形成良好的隔振环境而被广泛应用于隔振装置中。性能良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。隔振装置从结构特性来看,可以分为线性隔振装置和非线性隔振装置。由于主动控制元件的结构和控制方法的设计费时费力,其成本远远大于被动隔振装置,且一般来说,由于主动控制元件需要控制器和作动器,所以其重量要大于被动元件,因此被动隔振装置广泛应用在各领域中。目前,在被动隔振领域,有效性和稳定性是设计和应用隔振装置时存在的两大问题。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装置来说,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装置的需求,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来说,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。被动隔振装置在设计和装配过程中,其机械结构和被动元件的特性相关参数上都具有较多的设计变量,并且在应用于不同环境和背景时,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。

### 实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的在于提供一种隔振装置,以解决现有技术中的被动隔振装置存在适用范围窄、承载能力较差、调节参数困难的技术问题。

[0005] 为实现上述目的,本实用新型采用的技术方案是:提供一种隔振装置,包括用于提供刚度与阻尼的水平刚度阻尼机构、用于调节所述刚度与阻尼大小的连杆机构、用于与隔振对象连接的可实现多个角度扭转隔振效果的上扭转平台、用于与振动源连接的可实现多个角度扭转隔振效果的下扭转平台、所述连杆机构连接在所述上扭转平台与所述下扭转平台之间,所述水平刚度阻尼机构设于所述连杆机构上。

[0006] 进一步地,所述上扭转平台包括第一顶板、第一底板以及多个第一弹性元件;所述第一顶板沿圆周方向设有多个第一万向节铰链组;所述第一底板沿圆周方向设有多个数量与所述第一万向节铰链组的数量相同的第二万向节铰链组,多个所述第二万向节铰链组与多个所述第一万向节铰链组在圆周方向上相互错开分布;每个所述第一弹性元件的一端均

与其中一个所述第一万向节铰链组铰接,另一端与其中一个所述第二万向节铰链组铰接

[0007] 进一步地,所述上扭转平台还包括与所述第一顶板连接固定的第一固定板,以及与所述第一底板连接固定的第二固定板;所述第一万向节铰链组固定于所述第一固定板上,所述第二万向节铰链组固定于所述第二固定板上。

[0008] 进一步地,所述第一万向节铰链组的数量为三个,相邻两个第一万向节铰链组的夹角均为 $120^{\circ}$ ;所述第二万向节铰链组的数量为三个,相邻两个第二万向节铰链组的夹角均为 $120^{\circ}$ ;且每个所述第一万向节铰链组与相邻的所述第二万向节铰链组的夹角均为 $60^{\circ}$ 。

[0009] 进一步地,所述第一万向节铰链组包括两个第一万向节铰链,且两个所述第一万向节铰链的间距小于相邻两个所述第一万向节铰链组的间距;所述第二万向节铰链组包括两个第二万向节铰链,且两个所述第二万向节铰链的间距小于相邻两个第二万向节铰链组的间距;所述第一弹性件的数量为六个,每个所述第一弹性件的一端与其中一个所述第一万向节铰链铰接,另一端与相邻的所述第二万向节铰链铰接。

[0010] 进一步地,所述下扭转平台包括第二顶板、第二底板以及多个第二弹性元件;所述第二顶板沿圆周方向设有多个第三万向节铰链组;所述第二底板沿圆周方向设有多个数量与所述第三万向节铰链组的数量相同的第四万向节铰链组,多个所述第四万向节铰链组与多个所述第三万向节铰链组在圆周方向上相互错开分布;每个所述第二弹性元件的一端均与其中一个所述第三万向节铰链组铰接,另一端与其中一个所述第四万向节铰链组铰接。

[0011] 进一步地,所述下扭转平台还包括与所述第二顶板连接固定的第三固定板,以及与所述第二底板连接固定的第四固定板;所述第三万向节铰链组固定于所述第三固定板上,所述第四万向节铰链组固定于所述第四固定板上。

[0012] 进一步地,所述第三万向节铰链组的数量为三个,相邻两个第三万向节铰链组的夹角均为 $120^{\circ}$ ;所述第四万向节铰链组的数量为三个,相邻两个第四万向节铰链组的夹角均为 $120^{\circ}$ ;且每个第一万向节铰链组与相邻的所述第二万向节铰链组的夹角均为 $60^{\circ}$ 。

[0013] 进一步地,所述第三万向节铰链组包括两个第三万向节铰链,且两个所述第三万向节铰链的间距小于相邻两个第三万向节铰链组的间距;所述第四万向节铰链组包括两个第四万向节铰链,且两个所述第四万向节铰链的间距小于相邻两个第四万向节铰链组的间距;所述第二弹性件的数量为六个,每个所述第二弹性件的一端与其中一个所述第三万向节铰链铰接,另一端与相邻的所述第四万向节铰链铰接。

[0014] 进一步地,所述连杆机构包括上连接支架、下连接支架、上短连杆组、长连杆组以及下短连杆组;所述上连接支架与所述上扭转平台连接固定,所述下连接支架与所述下扭转平台连接固定;所述上短连杆组包括第一上短连杆与第二上短连杆;所述长连杆组包括相互铰接的第一长连杆与第二长连杆,所述下短连杆组包括第一下短连杆与第二下短连杆;所述第一上短连杆的一端与所述上连接支架铰接,所述第一上短连杆的另一端与所述第一长连杆的一端铰接;所述第二上短连杆的一端与所述上连接支架铰接,所述第二上短连杆的另一端与所述第二长连杆的一端铰接;所述第一下短连杆的一端与所述下连接支架铰接,所述第一下短连杆的另一端与所述第二长连杆的另一端铰接;所述第二下短连杆的一端与所述下连接支架铰接,所述第二下短连杆的另一端与所述第一长连杆的另一端铰接;

[0015] 所述水平刚度阻尼机构的一端连接于所述第一上短连杆的另一端与所述第一长

连杆的一端铰接处,所述水平刚度阻尼机构的另一端连接于所述第二上短连杆的另一端与所述第二长连杆的一端铰接处;或者,所述水平刚度阻尼机构的一端连接于所述第一下短连杆的另一端与所述第二长连杆的另一端铰接处,所述水平刚度阻尼机构的另一端连接于所述第二下短连杆的另一端与所述第一长连杆的另一端铰接处。

[0016] 进一步地,所述水平刚度阻尼机构包括框架固定块、滑动框架、滑块、滑轴固定块、滑轴以及水平弹性元件;所述滑动框架固定于所述框架固定块上,所述滑块与所述滑动框架连接固定,且所述滑块与所述滑动框架围构形成一变形空间,所述滑轴固定于所述滑轴固定块上,所述滑轴的一端具有凸缘,所述滑轴穿过所述滑块并伸入所述变形空间内,所述水平弹性元件套设于所述滑轴外,且所述水平弹性元件的一端抵于所述凸缘上,另一端抵于所述滑块上;

[0017] 所述滑轴固定块连接于所述第一上短连杆的另一端与所述第一长连杆的一端铰接处,所述框架固定块连接于所述第二上短连杆的另一端与所述第二长连杆的一端铰接处;或者,所述滑轴固定块的一端连接于所述第一下短连杆的另一端与所述第二长连杆的另一端铰接处,所述框架固定块的另一端连接于所述第二下短连杆的另一端与所述第一长连杆的另一端铰接处。

[0018] 进一步地,所述水平弹性元件为水平弹簧、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。

[0019] 进一步地,所述第一上短连杆的一端通过一第一铰接轴与所述上连接支架铰接,所述第二上短连杆的一端通过一第二铰接轴与所述上连接支架铰接;所述第一下短连杆的一端通过一第三铰接轴与所述下连接支架铰接,所述第二下短连杆的一端通过一第四铰接轴与所述下连接支架铰接;

[0020] 所述隔振装置还包括用于限制所述连杆机构只在垂直方向上运动的限位机构,所述限位机构包括相互啮合的第一齿轮以及第二齿轮,所述第一齿轮固定于所述第一铰接轴上,所述第二齿轮固定于所述第二铰接轴上;和/或者,所述第一齿轮固定于所述第三铰接轴上,所述第二齿轮固定于所述第四铰接轴上。

[0021] 进一步地,所述上短连杆组的数量为两组,所述长连杆组的数量为两组,所述下短连杆组的数量为两组。

[0022] 本实用新型提供的隔振装置的有益效果在于:与现有技术相比,通过连杆机构以及设于上述连杆机构上的水平刚度阻尼机构,水平刚度阻尼机构用于提供刚度与阻尼,连杆机构可以实现刚度与阻尼大小的调节,使得本实用新型的隔振装置具有可调节的刚度与阻尼大小,且配合设有上扭转平台与下扭转平台,上扭转平台与下扭转平台可实现多个角度扭转隔振效果,使得本实用新型的隔振装置的隔振效果得到明显改进,适用范围更广,能够适用于不同的工作情况,相对于现有技术中仅通过设置弹性件来连接振动源与隔振对象来说,本实用新型的隔振装置具有良好的承载能力和稳定性,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,有效解决了现有技术中的被动隔振装置存在适用范围窄、承载能力较差、调节参数困难的技术问题。

## 附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本实用新型实施例中的技术方案,下面将对实施例或现有技术

描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本实用新型的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0024] 图1为本实用新型实施例提供的隔振装置的结构示意图;

[0025] 图2为本实用新型实施例提供的隔振装置的静态刚度与各参数值之间的关系图。

[0026] 图3为本实用新型实施例提供的隔振装置的隔振功效图。

[0027] 其中,图中各附图标记:

[0028] 10-上扭转平台;11-第一顶板;12-第一底板;13-第一弹性元件;14-第一万向节铰链组;15-第二万向节铰链组;16-第一固定板;17-第二固定板;20-下扭转平台;21-第二顶板;22-第二底板;23-第二弹性元件;24-第三万向节铰链组;25-第四万向节铰链组;26-第三固定板;27-第四固定板;30-连杆机构;31-上连接支架;32-下连接支架;33-上短连杆组;331-第一上短连杆;332-第二上短连杆;34-长连杆组;341-第一长连杆;342-第二长连杆;35-下短连杆组;351-第一下短连杆;352-第二下短连杆;40-水平刚度阻尼机构;41-框架固定块;42-滑动框架;43-滑块;44-滑轴固定块;45-滑轴;46-水平弹性元件。

### 具体实施方式

[0029] 为了使本实用新型所要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本实用新型进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本实用新型,并不用于限定本实用新型。

[0030] 需要说明的是,当元件被称为“固定于”或“设置于”另一个元件,它可以直接在另一个元件上或者间接在该另一个元件上。当一个元件被称为是“连接于”另一个元件,它可以是直接连接到另一个元件或间接连接至该另一个元件上。

[0031] 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。

[0032] 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。

[0033] 请参阅图1至图3所示,现对本实用新型提供的隔振装置进行说明。上述隔振装置,包括用于提供刚度与阻尼的水平刚度阻尼机构40、用于调节所述刚度与阻尼大小的连杆机构30、用于与隔振对象(图中未示)连接的可实现多个角度扭转隔振效果的上扭转平台10、用于与振动源(图中未示)连接的可实现多个角度扭转隔振效果的下扭转平台20、所述连杆机构30连接在所述上扭转平台10与所述下扭转平台20之间,所述水平刚度阻尼机构40设于所述连杆机构30上。具体的,该振动源可以是飞机、汽车等交通工具,该隔振对象可以是座椅或者其他精密仪器等。

[0034] 其中,本实用新型提供的隔振装置,与现有技术相比,通过连杆机构30以及设于上述连杆机构30上的水平刚度阻尼机构40,水平刚度阻尼机构40用于提供刚度与阻尼,连杆



机构30可以实现刚度与阻尼大小的调节,使得本实用新型的隔振装置具有可调节的刚度与阻尼大小,且配合设有上扭转平台10与下扭转平台20,上扭转平台10与下扭转平台20可实现多个角度扭转隔振效果,使得本实用新型的隔振装置的隔振效果得到明显改进,适用范围更广,能够适用于不同的工作情况,相对于现有技术中仅通过设置弹性件来连接振动源与隔振对象来说,本实用新型的隔振装置具有良好的承载能力和稳定性,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,有效解决了现有技术中的被动隔振装置存在适用范围窄、承载能力较差、调节参数困难的技术问题。

[0035] 进一步地,如图1所示,上述上扭转平台10包括第一顶板11、第一底板12以及多个第一弹性元件13;上述第一顶板11沿圆周方向设有多个第一万向节铰链组14;上述第一底板12沿圆周方向设有多个数量与上述第一万向节铰链组14的数量相同的第二万向节铰链组15,多个第二万向节铰链组15与多个第一万向节铰链组14在圆周方向上相互错开分布;每个上述第一弹性元件13的一端均与其中一个第一万向节铰链组14铰接,另一端与其中一个第二万向节铰链组15铰接。由于多个第二万向节铰链组15与上述多个第一万向节铰链组14在圆周方向上相互错开分布,从而使得当第一弹性元件13的一端与其中一个第一万向节铰链组14铰接,另一端与其中一个第二万向节铰链组15铰接时,第一弹性件13可以朝向多个不同的角度,从而提供多角度的扭转隔振效果。

[0036] 进一步地,如图1所示,上述上扭转平台10还包括与上述第一顶板11连接固定的第一固定板16,以及与上述第一底板12连接固定的第二固定板17;上述第一万向节铰链组14固定于上述第一固定板16上,上述第二万向节铰链组15固定于上述第二固定板17上。

[0037] 进一步地,如图1所示,上述第一万向节铰链组14的数量为三个,相邻两个第一万向节铰链组14的夹角均为 $120^{\circ}$ ,即上述三个第一万向节铰链组14沿圆周方向均匀分布。上述第二万向节铰链组15的数量为三个,相邻两个第二万向节铰链组15的夹角均为 $120^{\circ}$ ,即上述三个第二万向节铰链组15沿圆周方向均匀分布。且每个第一万向节铰链组14与相邻的第二万向节铰链组15的夹角均为 $60^{\circ}$ 。应当说明的是,上述第一万向节铰链组14、第二万向节铰链组15的数量并不局限于此,在本实用新型的其他较佳实施例中,该第一万向节铰链组14、第二万向节铰链组15还可以为多个,例如五个、六个等。相邻两个第一万向节铰链组14的夹角、相邻两个第二万向节铰链组15的夹角也并不局限于此,在本实用新型的其他较佳实施例中,上述相邻两个第一万向节铰链组14的夹角、相邻两个第二万向节铰链组15的夹角还可以根据需要设置。

[0038] 进一步地,上述第一万向节铰链组14包括两个第一万向节铰链,且两个第一万向节铰链的间距小于相邻两个第一万向节铰链组14的间距。第二万向节铰链组15包括两个第二万向节铰链,且两个第二万向节铰链的间距小于相邻两个第二万向节铰链组15的间距。上述第一弹性件13的数量为六个,每个上述第一弹性件13的一端与其中一个第一万向节铰链铰接,另一端与相邻的一个第二万向节铰链铰接。当第一弹性件13的两端分别与第一万向节铰链、第二万向节铰链连接时,多个第一弹性件13可以朝向不同的角度,从而使得本实用新型的隔振装置可以提供多角度的扭转隔振效果,能够适用于不同的工作情况,适用范围更广,隔振效果更佳。

[0039] 进一步地,如图1所示,上述下扭转平台20包括第二顶板21、第二底板22以及多个第二弹性元件23;上述第二顶板21沿圆周方向设有多个第三万向节铰链组24;上述第二底

板22沿圆周方向设有多个数量与上述第三万向节铰链组24的数量相同的第四万向节铰链组25,上述多个第四万向节铰链组25与上述多个第三万向节铰链组24在圆周方向上相互错开分布;每个上述第二弹性元件23的一端均与其中一个上述第三万向节铰链组24铰接,另一端与其中一个上述第四万向节铰链组25铰接。由于多个第四万向节铰链组25与上述多个第三万向节铰链组24在圆周方向上相互错开分布,从而使得当第二弹性元件23的一端与其中一个上述第三万向节铰链组24铰接,另一端与其中一个上述第四万向节铰链组25铰接时,第二弹性元件23可以朝向多个不同的角度,从而提供多角度的扭转隔振效果。

[0040] 上述下扭转平台20还包括与上述第二顶板21连接固定的第三固定板26,以及与上述第二底板22连接固定的第四固定板27;上述第三万向节铰链组24固定于上述第三固定板26上,上述第四万向节铰链组25固定于上述第四固定板27上。

[0041] 进一步地,如图1所示,上述第三万向节铰链组24的数量为三个,相邻两个第三万向节铰链组24的夹角均为 $120^\circ$ ,即上述三个第三万向节铰链组24沿圆周方向均匀分布;上述第四万向节铰链组25的数量为三个,相邻两个第四万向节铰链组25的夹角均为 $120^\circ$ ,即上述三个第四万向节铰链组25沿圆周方向均匀分布。且每一组个第三万向节铰链组24与相邻的第四万向节铰链组25的夹角均为 $60^\circ$ 。应当说明的是,上述第三万向节铰链组24、第四万向节铰链组25的数量并不局限于此,在本实用新型的其他较佳实施例中,该第三万向节铰链组24、第四万向节铰链组25还可以为多个,例如五个、六个等。相邻两个第三万向节铰链组24的夹角、相邻两个第四万向节铰链组25的夹角也并不局限于此,在本实用新型的其他较佳实施例中,相邻两个第三万向节铰链组24的夹角、相邻两个第四万向节铰链组25的夹角还可以根据需要设置。

[0042] 进一步地,该第三万向节铰链组24包括两个第三万向节铰链,且两个第三万向节铰链的间距小于相邻两个第三万向节铰链组24的间距。第四万向节铰链组25包括两个第四万向节铰链,且两个第四万向节铰链的间距小于相邻两个第四万向节铰链组25的间距。上述第二弹性件23的数量为六个,每个上述第二弹性件23的一端与其中一个第三万向节铰链铰接,另一端与相邻的一个第四万向节铰链铰接。当第二弹性件23的两端分别与第三万向节铰链、第四万向节铰链连接时,第二弹性件23可以朝向不同的角度,从而使得本实用新型的隔振装置可以提供多角度的扭转隔振效果,能够适用于不同的工作情况,适用范围更广,隔振效果更佳。

[0043] 具体而言,在本实施例中,上述第一固定板16的数量为三个,三个上述第一固定板16沿圆周方向均匀分布,相邻两第一固定板16的夹角为 $120^\circ$ ,每个上述第一固定板16上均设有一个上述第一万向节铰链组14。上述第二固定板17的数量亦为三个,三个上述第二固定板17沿圆周方向均匀分布,相邻两第二固定板17的夹角为 $120^\circ$ ,每个上述第二固定板17上均设有一个上述第二万向节铰链组15;相邻的上述第一固定板16与上述第二固定板17的夹角为 $60^\circ$ 。上述第三固定板26的数量为三个,三个上述第三固定板26沿圆周方向均匀分布,相邻两第三固定板26的夹角为 $120^\circ$ ,每个上述第三固定板26上均设有一个上述第三万向节铰链组24;上述第四固定板27的数量亦为三个,三个上述第四固定板27沿圆周方向均匀分布,相邻两第四固定板27的夹角为 $120^\circ$ ,每个上述第四固定板27上均设有一个上述第四万向节铰链组25;相邻的上述第三固定板26与上述第四固定板27的夹角为 $60^\circ$ 。

[0044] 进一步地,在本实施例中,该第一顶板11上还设有用于与该隔振对象连接固定的

第一连接孔(图中未示)。该第一底板12上设有用于与该连杆机构30连接固定的第二连接孔(图中未示)。该第二底板22上还设有用于与该振动源连接固定的第三连接孔(图中未示)。该第二顶板21上设有用于与连杆机构30连接固定的第四连接孔(图中未示)。具体的,可以采用紧固件,例如螺栓、螺钉、螺丝等分别将第一顶板11与该隔振对象连接固定、该第二底板22与该振动源连接固定。

[0045] 进一步地,如图1所示,上述连杆机构30包括上连接支架31、下连接支架32、上短连杆组33、长连杆组34以及下短连杆组35。上述上连接支架31与上述上扭转平台10连接固定,上述下连接支架32与上述下扭转平台20连接固定。该上短连杆组33包括第一上短连杆331与第二上短连杆332。具体的,该第一上短连杆331与第二上短连杆332呈倒V型。该长连杆组34包括相互铰接的第一长连杆341与第二长连杆342。具体的,该第一长连杆341与第二长连杆342交叉呈X型。该下短连杆组35包括第一下短连杆351与第二下短连杆352。该第一下短连杆351与第二下短连杆352呈V型。该第一上短连杆331的一端与上述上连接支架31铰接,该第一上短连杆331的另一端与该第一长连杆341的一端铰接;上述第二上短连杆332的一端与该上连接支架31铰接,该第二上短连杆332的另一端与上述第二长连杆342的一端铰接;上述第一下短连杆351的一端与该下连接支架32铰接,该第一下短连杆351的另一端与上述第二长连杆342的另一端铰接;上述第二下短连杆352的一端与上述下连接支架32铰接,该第二下短连杆352的另一端与上述第一长连杆341的另一端铰接。

[0046] 上述水平刚度阻尼机构40的一端连接于上述第一上短连杆331的另一端与上述第一长连杆341的一端铰接处,上述水平刚度阻尼机构40的另一端连接于上述第二上短连杆332的另一端与上述第二长连杆342的一端铰接处;或者,上述水平刚度阻尼机构40的一端连接于上述第一下短连杆351的另一端与上述第二长连杆342的另一端铰接处,上述水平刚度阻尼机构40的另一端连接于上述第二下短连杆352的另一端与上述第一长连杆341的另一端铰接处。针对水平刚度阻尼系统40不同位置的设定可以衍生出更多种结构形式的隔振装置,在此不再一一列举各种结构形式的隔振装置。

[0047] 进一步地,上述水平刚度阻尼机构40包括框架固定块41、滑动框架42、滑块43、滑轴固定块44、滑轴45以及水平弹性元件46;上述滑动框架42固定于上述框架固定块41上,上述滑块43与上述滑动框架42连接固定,且上述滑块43与上述滑动框架42围构成一变形空间,上述滑轴45固定于上述滑轴固定块44上,上述滑轴45的一端具有凸缘,上述滑轴45穿过上述滑块43并伸入上述变形空间内,上述水平弹性元件46套设于上述滑轴45外,且上述水平弹性元件46的一端抵于该凸缘上,另一端抵于上述滑块43上。该滑轴固定块44连接于上述第一上短连杆331的另一端与上述第一长连杆341的一端铰接处,上述框架固定块41连接于上述第二上短连杆332的另一端与上述第二长连杆342的一端铰接处;或者,上述滑轴45固定块44的一端连接于上述第一下短连杆351的另一端与上述第二长连杆342的另一端铰接处,上述框架固定块41的另一端连接于上述第二下短连杆352的另一端与上述第一长连杆341的另一端铰接处。

[0048] 优选的,上述水平弹性元件46可以为水平弹簧、水平阻尼器或者上述水平弹簧与上述水平阻尼器的结合件。上述第一弹性元件13为橡胶弹簧、空气弹簧、阻尼器或者上述弹簧与上述阻尼器的结合件,上述第二弹性元件23为橡胶弹簧、空气弹簧、阻尼器或者上述弹簧与上述阻尼器的结合件,这样可以确保选择多样化,同时能够组装出多种不同的隔振装

置,从而满足不同场合使用的需求。该水平弹性元件46、第一弹性元件13和第二弹性元件23为隔振装置提供刚度和阻尼消除负刚度,其刚度特性或阻尼特性可以是线性的也可以是非线性的。应当说明的是,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,而并非是对其的结构限定。例如,弹性件呈水平设置时,即该弹性件即为水平弹性元件。

[0049] 进一步地,本实施例的隔振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隔振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] 进一步地,该第一上短连杆331的另一端与该第一长连杆341的一端通过轴承或者铰链铰接,使得第一上短连杆331与第一长连杆341可以相互转动。该第二上短连杆332的另一端与上述第二长连杆342的一端通过轴承或者铰链铰接,使得第二上短连杆332与上述第二长连杆342可以相互转动。该第一下短连杆351的另一端与上述第二长连杆342的另一端通过轴承或者铰链铰接,使得该第一下短连杆351与上述第二长连杆342可以相互主动。该第二下短连杆352的另一端与上述第一长连杆341的另一端通过轴承或者铰链铰接,使得该第二下短连杆352与上述第一长连杆341可以相互转动。该第一长连杆341与第二长连杆342通过轴承或者铰链交叉铰接,实现该第一长连杆341与第二长连杆342可以绕着交叉铰接点相互转动。在本实施例中,该第一长连杆341与第二长连杆342的交叉铰接点位于其中心位置上,应当说明得是,该第一长连杆341与第二长连杆342的交叉铰接点的位置并不局限于此,可根据不同设计要求参数而定。例如,在本实用新型的其他较佳实施例中,该第一长连杆341与第二长连杆342的交叉铰接点还可以位于该第一长连杆341与第二长连杆342的一端。

[0051] 进一步地,上述上短连杆组33的数量为两组,上述长连杆组34的数量为两组,上述下短连杆组35的数量为两组,从而增强结构强度,使得整个结构更加稳定可靠。应当说明的是,该上短连杆组33、长连杆组34、下短连杆组35的组数并不局限于此,可根据实际需要设置,在本实用新型的其他较佳实施例中,该上短连杆组33、长连杆组34、下短连杆组35的组数还可以为三组、四组等。

[0052] 进一步地,该上短连杆组33的长度、长连杆组34的长度、下短连杆组35的长度根据需要选择适合的长度,在本实施例中,上述上短连杆组33的长度小于该长连杆组34的长度,该下短连杆组35的长度小于该长连杆组34的长度。在本实用新型的其他较佳实施例中,该上短连杆组33的长度还可以大于或者等于该长连杆组34的长度,该下短连杆组35的长度大于或者等于该长连杆组34的长度,该上短连杆组33与下短连杆组35的长度可以相同也可以不相同,可根据不同设计要求而定。这样组装成型的隔振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。

[0053] 具体的,在本实施例中,该第一上短连杆331与第二上短连杆332的长度均相等,该第一长连杆341与第二长连杆342的长度均相等,该第一下短连杆351与第二下短连杆352的长度均相等,一方面能够满足大批量生产,且组装方便;另一方面,上短连杆组33、下短连杆组35主要用于支撑长连杆组34并与长连杆组34铰接以安装水平刚度阻尼系统30,确保组装成型的隔振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。

[0054] 进一步地,该上短连杆组33、长连杆组34、下短连杆组35均可采用不同的材料和结构,例如管状结构或实心杆等。

[0055] 进一步地,上述第一上短连杆331的一端通过一第一铰接轴311与上述上连接支架31铰接,上述第二上短连杆332的一端通过一第二铰接轴312与上述上连接支架31铰接,;所述第一下短连杆的一端通过一第三铰接轴与所述下连接支架铰接,所述第二下短连杆的一端通过一第四铰接轴与所述下连接支架铰接;上述第一下短连杆351的一端通过一第三铰接轴321与上述下连接支架32铰接,上述第二下短连杆352的一端通过一第四铰接轴322与上述下连接支架32铰接。

[0056] 上述隔振装置还包括用于限制上述连杆机构30只在垂直方向上运动的限位机构(图中未示),上述限位机构包括相互啮合的第一齿轮(图中未示)以及两个第二齿轮(图中未示),所述第一齿轮固定于所述第一铰接轴311上,所述第二齿轮固定于所述第二铰接轴312上;和/或者,所述第一齿轮固定于所述第三铰接轴321上,所述第二齿轮固定于所述第四铰接轴322上。应当说明的是,该第一齿轮、第二齿轮的数量可以为多个,例如该第一齿轮、第二齿轮的数量为两个、三个等。

[0057] 具体的,本实用新型实施例的隔振装置,通过上扭转平台机构10、下扭转平台机构20、水平刚度阻尼机构40、连杆机构30的组合设计,且可以改变连杆机构30的层数、水平刚度阻尼机构40的刚度阻尼特性、上短连杆组33的长度、长连杆组34的长度、下短连杆组35的长度,以调节隔振装置的等效非线性刚度和阻尼,使得隔振装置可以实现可调节的非线性刚度和阻尼特性;同时还可以改变第一万向节铰链组14的间距、第二万向节铰链组15的间距、第三万向节铰链组24的间距、第四万向节铰链组25的间距、第一顶板11与第一底板12的间距、第二顶板21与第二底板22的间距,以获得所需的多个不同角度的扭转隔振效果,从而使本实用新型的隔振装置的隔振效果得到明显改进,能够适用于不同的工作情况,相对于现有技术中仅通过设置弹性件来连接振动源与隔振对象来说,本实用新型的隔振装置具有良好的承载能力和稳定性,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,有效解决了现有技术中的被动隔振装置存在适用范围窄、承载能力较差、调节参数困难的技术问题。

[0058] 本实用新型实施例的隔振装置的装配包括以下步骤:

[0059] S1:首先,根据实际需要选择轴承或者铰链;

[0060] S2:根据实际需要选择仿腿型结构(即上述连杆机构)的层数 $n$ 和结构所用的连杆的长度;

[0061] S3:利用轴承或铰链将多根连杆连接成多层仿腿型结构;

[0062] S4:根据实际需要选择第一万向节铰链组的间距、第二万向节铰链组的间距、第三万向节铰链组的间距、第四万向节铰链组的间距、第一顶板与第一底板的间距、第二顶板与第二底板的间距以及第一弹性元件和第二弹性元件的刚度阻尼特性;

[0063] S5:根据需求把第一弹性元件连接于第一顶板与第一底板之间,第二弹性元件连接于第二顶板与第二底板之间;

[0064] S6:通过连接多自由度仿腿型结构的底端和顶端的连接铰链将多自由度仿腿型结构连接于上扭转平台与下扭转平台之间;

[0065] S7:根据要求的刚度和阻尼特性,选择合适的水平刚度阻尼机构;

[0066] S8:将水平刚度阻尼机构安装连接放置在连杆机构的相应位置上,并且一端连接第一下短连杆的另一端与第二长连杆的另一端铰接处,另一端连接于第二下短连杆的另一端与上述第一长连杆的另一端铰接处,从而约束住多自由度仿腿型结构;

[0067] S9:根据需要,选择弹簧与阻尼器的结合件作为水平弹性元件放置安装在多自由度仿腿型结构对应的位置,这样可以进一步实现振动控制;

[0068] S10:根据实际需要,隔振装置可做出一些变形,但效果和结构分析完全等价。

[0069] 通过建立数学模型发现多自由度刚度阻尼系统利用多自由度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多自由度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,而且通过加入第一弹性元件和第二弹性元件,实现该实用新型在多自由度上的优异隔振效果。因此,本实施例的隔振装置具有被动控制低成本、易维护,效果好的优点,极大的扩展了多自由度仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的应用范围;从而使得本实施例的隔振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。

[0070] 本实用新型实施例提出的利用多自由度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多自由度仿腿型结构的非线性刚度阻尼装置的隔振效果依赖于多自由度仿腿型结构的结构参数(层数 $n$ 、上短连杆组与水平面所成角度 $\theta_1$ 、下短连杆组与水平面所成角度 $\theta_2$ 、长连杆组长度相同、水平刚度阻尼机构的刚度 $(Nm^{-1})k_1$ 以及第一弹性元件和第二弹性元件)。

[0071] 通过以上的基于多自由度仿腿型结构的多自由度非线性刚度阻尼装置的设计和装配,能够通过调节多自由度仿腿型结构的参数,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。基于多自由度仿腿型结构的多自由度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,由于单层的基于多自由度仿腿型结构的多自由度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,所以基于多自由度仿腿型结构的多自由度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。

[0072] 经过数学建模分析,此系统的静刚度公式为:

$$F = \frac{1}{2} \left( \gamma + \frac{Y}{2n} \right) \left[ \sqrt{1 - \gamma^2} + \sqrt{\beta^2 - \gamma^2} - \sqrt{1 - \left( \gamma + \frac{Y}{2n} \right)^2} - \sqrt{\beta^2 - \left( \gamma + \frac{Y}{2n} \right)^2} \right]$$

$$+ \alpha \frac{Y}{n},$$

[0073]



[0074] 在这里：

[0075]

$$F = 3 \left( \frac{Mg}{3 \tan \theta} + k_1 \left[ -2l \cos \theta + 2\sqrt{l^2 - (l \sin \theta - y/6)^2} \right] \right) \frac{2l \sin \theta - y/3}{2\sqrt{l^2 - (l \sin \theta - y/6)^2}} - Mg$$

[0076] 在这里：

[0077] 1为短杆的长度；

[0078] 2θ为短长杆的初始安装角度；

[0079] k<sub>1</sub>刚度阻尼系统刚度(Nm-1)；

[0080] y压缩方向位移；

[0081] 其静态刚度与各参数值之间的关系也可从图2中看出。

[0082] 同时，图3描述了此仿腿结构的隔振功效。

[0083] 本实用新型实施例的基于多自由度仿腿型结构的多自由度非线性刚度阻尼装置的刚度和阻尼可以通过调节多自由度仿腿型结构的结构参数来调节，根据动力学方程，隔振装置的设计依据为：

[0084] 1)、当多自由度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；

[0085] 2)、当多自由度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；

[0086] 3)、当多自由度仿腿型结构上下短杆组长度与长杆组的长度比例变化时装置的效能可以加以改善；

[0087] 4)、当多自由度仿腿型结构水平弹性元件和第一弹性元件和第二弹性元件刚度阻尼变化时系统的效能可以加以改善；

[0088] 5)、由于多自由度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；

[0089] 6)以上上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。

[0090] 所以利用多自由度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，从而隔振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。

[0091] 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，利用多自由度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多方向上的振动环境。

[0092] 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，凡在本实用新型的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本实用新型的保护范围之内。

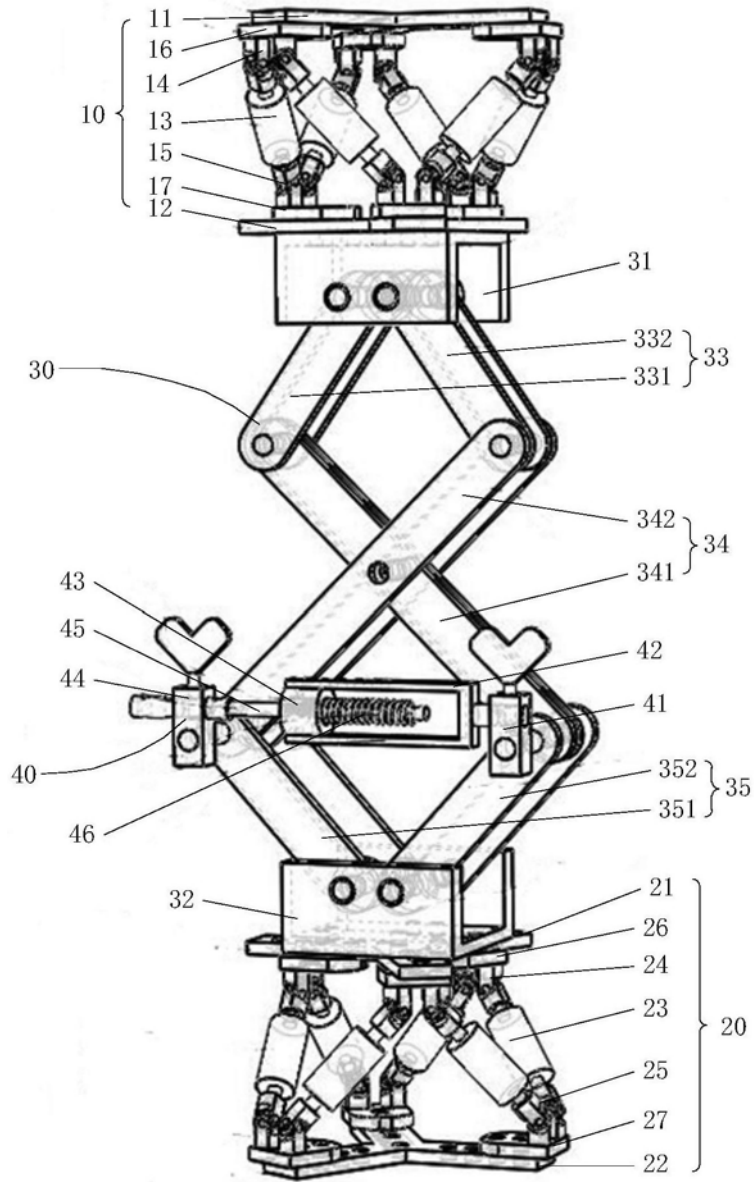


图1



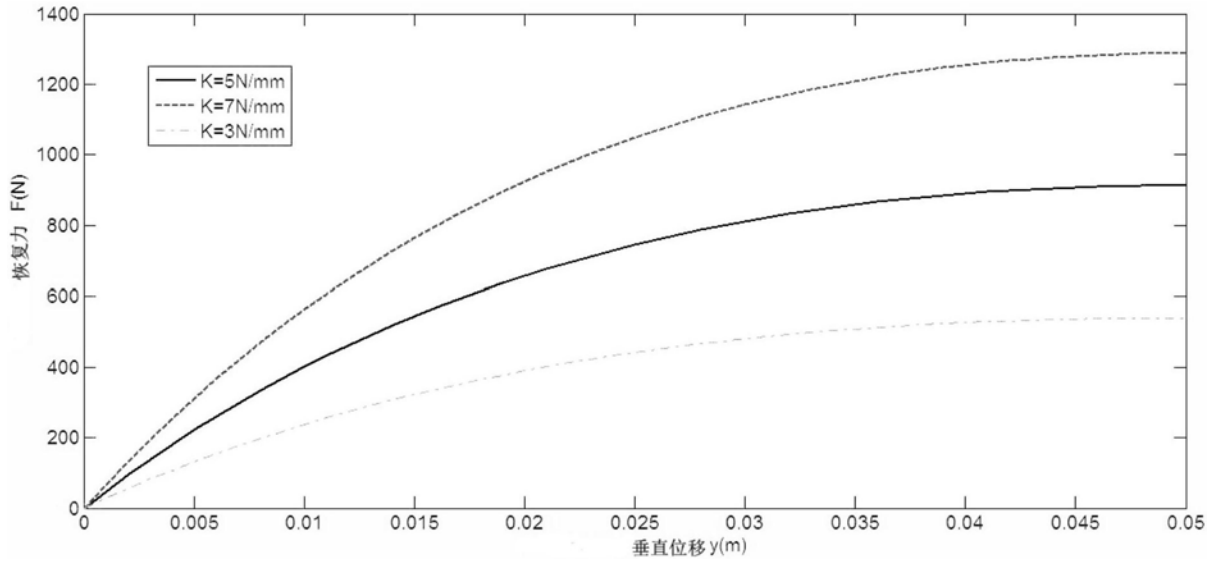


图2

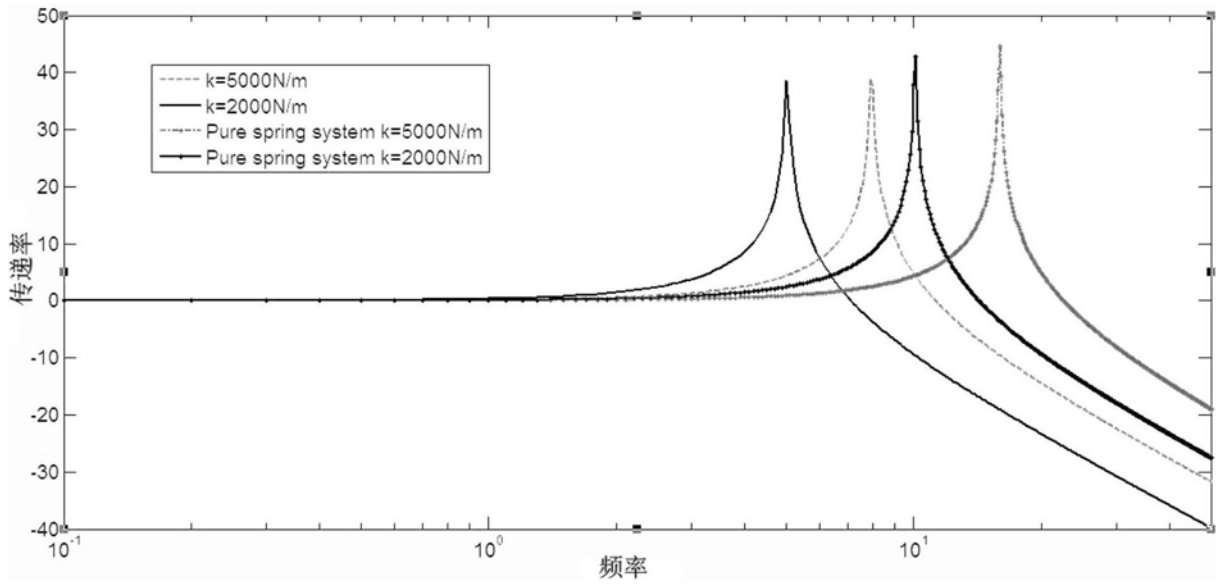


图3