



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104266830 B

(45)授权公告日 2017.03.08

(21)申请号 201410472503.9

(22)申请日 2014.09.16

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104266830 A

(43)申请公布日 2015.01.07

(73)专利权人 上海卫星工程研究所

地址 200240 上海市闵行区华宁路251号

(72)发明人 蒋国伟 陈晓杰 周晓宁 钟鸣

刘兴天 周静

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司

公司 31236

代理人 郭国中

(51)Int.Cl.

G01M 13/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 103048103 A,2013.04.17,

CN 103616149 A,2014.03.05,

CN 103712759 A,2014.04.09,

US 2014/0112760 A1,2014.04.24,

姚骏 等.承力筒模态分析与测试.《航天器环境工程》.2010,第27卷(第1期),第83-86页.

申军烽 等.基于微振动隔离技术的平台载荷一体化设计.《航天返回与遥感》.2014,第35卷(第3期),第28-34页.

审查员 唐松柏

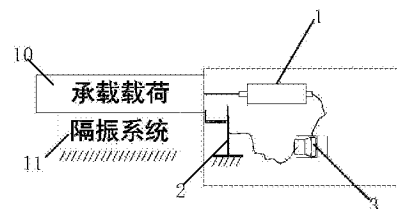
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

隔振系统的模态快速测试装置及其测试方法

(57)摘要

本发明提供了一种隔振系统的模态快速测试装置及其测试方法,测试装置包括拉力计、位移测量器、电脑;拉力计设有拉力把手,拉力计为模态测试提供约束和激励输入;位移测量器由底座、调节杆、刻度标尺、指示杆、滚珠、激光位移传感器组成;位移测量器具备垂直方向和水平方向两种测试状态下的位移测量功能;刻度标尺上开有第一圆弧槽,以便装配滚珠;指示杆上开有第二圆弧槽;激光位移传感器对指示杆试验过程中的移动进行位移实时测量;电脑含有用于对拉力计和位移测量器测试数据的数据采集卡。本发明保证模态测试有效性和准确性的同时,达到便捷、快速测试主刚度方向模态频率。



1. 一种隔振系统的模态快速测试装置,其特征在于,所述隔振系统的模态快速测试装置包括拉力计、位移测量器、电脑,拉力计、位移测量器都与一个电脑连接;

拉力计设有拉力把手,拉力计为模态测试提供约束和激励输入,显示拉力数值及输出拉力信号,并将信号传输给电脑;

位移测量器由底座、调节杆、刻度标尺、指示杆、滚珠、激光位移传感器组成,其中底座与调节杆之间、调节杆和刻度标尺之间均螺接,刻度标尺与指示杆之间通过滚珠建立滚动副连接,激光位移传感器螺接在刻度标尺上;

位移测量器具备竖直方向和水平方向两种测试状态下的位移测量功能,且两种测试状态的转换,可通过底座与调节杆旋转连接角度便捷实现;

刻度标尺上开有第一圆弧槽,以便装配滚珠,同时在标尺侧面刻有刻度线;

指示杆上开有第二圆弧槽,以便装配滚珠,同时有指示尖端,随指示杆的移动,指示尖端指示在刻度线上,通过读取刻度线上的刻度数值,获取指示杆的移动距离;

激光位移传感器对指示杆试验过程中的移动进行位移实时测量,且可以在到达指定位置时,通过读取刻度标尺上的刻度数值进行位移校核;

电脑含有用于对拉力计和位移测量器测试数据的数据采集卡;

拉力计和位移测量器分别获取力和位移,并通过计算获取模态频率。

2. 根据权利要求1所述的隔振系统的模态快速测试装置,其特征在于,所述隔振系统的模态快速测试装置针对隔振系统特点,选择三个方向的主要线刚度,在已知阵型下,利用拉力计、位移测量器、电脑进行模态频率测量计算。

3. 根据权利要求1所述的隔振系统的模态快速测试装置,其特征在于,所述隔振系统的模态快速测试装置搭建固支之后,利用人工牵拉力自动获取该牵引方向模态的频率。

4. 根据权利要求1所述的隔振系统的模态快速测试装置,其特征在于,所述模态频率的计算公式为如下式:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{F}{m \cdot l}}$$

其中,F为拉力计拉力,l为位移,m为承载质量。

5. 根据权利要求1所述的隔振系统的模态快速测试装置,其特征在于,所述底座与调节杆之间旋转任意角度进行连接和紧固。

6. 根据权利要求1所述的隔振系统的模态快速测试装置,其特征在于,所述隔振系统的模态快速测试装置根据激光位移传感器与指示杆之间位置标定后,固定调节杆和刻度标尺。

7. 一种隔振系统的模态快速测试装置的测试方法,其特征在于,所述测试方法采用如权利要求1所述的隔振系统的模态快速测试装置且包括以下步骤:

步骤一,将位移测试器根据试验目的进行摆放和紧固,保证底座的稳定、指示杆接触被测对象、调节杆和刻度标尺之间的连接螺钉紧固、拉力计位于合适位置便于牵引、电脑测试打开并预测试;

步骤二,牵引拉力计,观察拉力读数及位移测量器的测量数值,并在一定位置将观察数值与电脑中的测试数值对比较核,如果有偏差,则回到第一步进行位移测量器的安放调整;

步骤三,进行三次拉力计牵引,以获取牵引方向对应的模态频率。

## 隔振系统的模态快速测试装置及其测试方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种测试装置及其测试方法,具体地,涉及一种隔振系统的模态快速测试装置及其测试方法。

### 背景技术

[0002] 目前,国内外均没有相应类似的隔振系统的模态快速测试装置的研究成果,现有隔振系统的测试装置不能快速、便捷测试隔振系统主刚度方向模态频率。

### 发明内容

[0003] 针对现有技术中的缺陷,本发明的目的是提供一种隔振系统的模态快速测试装置及其测试方法,其保证模态测试有效性和准确性的同时,达到便捷、快速测试主刚度方向模态频率。

[0004] 根据本发明的一个方面,提供一种隔振系统的模态快速测试装置,其特征在于,所述隔振系统的模态快速测试装置包括拉力计、位移测量器、电脑,拉力计、位移测量器都与一个电脑连接;拉力计设有拉力把手,拉力计为模态测试提供约束和激励输入,显示拉力数值及输出拉力信号,并将信号传输给电脑;位移测量器由底座、调节杆、刻度标尺、指示杆、滚珠、激光位移传感器组成,其中底座与调节杆之间、调节杆和刻度标尺之间均螺接,刻度标尺与指示杆之间通过滚珠建立滚动副连接,激光位移传感器螺接在刻度标尺上;位移测量器具备竖直方向和水平方向两种测试状态下的位移测量功能,且两种测试状态的转换,可通过底座与调节杆旋转连接角度便捷实现;刻度标尺上开有第一圆弧槽,以便装配滚珠,同时在标尺侧面刻有刻度线;指示杆上开有第二圆弧槽,以便装配滚珠,同时有指示尖端,随指示杆的移动,指示尖端指示在刻度线上,通过读取刻度线上的刻度数值,获取指示杆的移动距离;激光位移传感器对指示杆试验过程中的移动进行位移实时测量,且可以在到达指定位置时,通过读取刻度标尺上的刻度数值进行位移校核;电脑含有用于对拉力计和位移测量器测试数据的数据采集卡。

[0005] 优选地,所述隔振系统的模态快速测试装置针对隔振系统特点,选择三个方向的主要线刚度,在已知阵型下,利用拉力计、位移测量器、电脑之间进行模态频率测量计算。

[0006] 优选地,所述隔振系统的模态快速测试装置搭建固支之后,利用人工牵拉力自动获取该牵引方向模态的频率。

[0007] 优选地,所述拉力计和位移测量器分别获取力和位移,并通过计算获取模态频率。

[0008] 优选地,所述模态频率的计算公式为如下式:

[0009] 
$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{F}{m \cdot l}}$$

[0010] 其中,F为拉力计拉力方向,l为位移,m为承载质量。

[0011] 优选地,所述底座与调节杆之间旋转任意角度进行连接和紧固。

[0012] 优选地,所述隔振系统的模态快速测试装置根据激光位移传感器与指示杆之间位

置标定后,固定调节杆和刻度标尺。

[0013] 本发明还提供一种隔振系统的模态快速测试装置的测试方法,其特征在于,所述测试方法采用如上所述的隔振系统的模态快速测试装置且包括以下步骤:

[0014] 步骤一,将位移测试器根据试验目的进行摆放和紧固,保证底座的稳定、指示杆接触被测对象、调节杆和刻度标尺之间的连接螺钉紧固、拉力计位于合适位置便于牵引、电脑测试打开并预测试;

[0015] 步骤二,牵引拉力计,观察拉力读数及位移测量器的测量数值,并在一定位置将观察数值与电脑中的测试数值对比校核,如果有偏差,则回到第一步进行位移测量器的安放调整;

[0016] 步骤三,进行三次拉力计牵引,以获取牵引方向对应的模态频率。

[0017] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:本发明在面对复杂隔振系统的模态测试,保证模态测试有效性和准确性的同时,达到便捷、快速测试主刚度方向模态频率的目的,有效降低了模态测试所需设备复杂、测试数据处理判读难度大、测试工作量大和测试周期较长等不利因素的影响,对有效获取隔振系统特性,保证隔振系统顺利研制有着重要的现实意义。

## 附图说明

[0018] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0019] 图1为本发明隔振系统的模态快速测试装置的工作原理图。

[0020] 图2为本发明中位移测量器的结构示意图。

[0021] 图3为图2的A处的放大示意图。

## 具体实施方式

[0022] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0023] 如图1至图3所示,本发明隔振系统的模态快速测试装置包括拉力计1、位移测量器2、电脑3,拉力计1、位移测量器2都与一个电脑3连接;

[0024] 拉力计1设有拉力把手,拉力计为模态测试提供约束和激励输入,显示拉力数值及输出拉力信号,并将信号传输给电脑3;

[0025] 位移测量器2由底座4、调节杆5、刻度标尺6、指示杆7、滚珠8、激光位移传感器9组成,其中底座4与调节杆5之间、调节杆5和刻度标尺6之间均螺接,刻度标尺6与指示杆7之间通过滚珠8建立滚动副连接,激光位移传感器9螺接在刻度标尺6上;

[0026] 位移测量器2具备竖直方向和水平方向两种测试状态下的位移测量功能,且两种测试状态的转换,可通过底座4与调节杆5旋转连接角度便捷实现,可以旋转任意角度进行连接和紧固;

[0027] 刻度标尺6上开有第一圆弧槽,以便装配滚珠8,同时在标尺侧面刻有刻度线;

[0028] 指示杆7上开有第二圆弧槽,以便装配滚珠8,同时有指示尖端,随指示杆的移动,指示尖端指示在刻度线上,通过读取刻度线上的刻度数值,获取指示杆的移动距离;

[0029] 激光位移传感器9对指示杆7试验过程中的移动进行位移实时测量,且可以在到达指定位置时,通过读取刻度标尺6上的刻度数值进行位移校核;

[0030] 电脑3含有用于对拉力计1和位移测量器2测试数据的数据采集卡,数据采集卡设有测试软件,其中测试软件包含数据采集和模态快速计算程序。

[0031] 隔振系统的模态快速测试装置针对隔振系统特点,选择三个方向的主要线刚度,在已知阵型下,利用拉力计1、位移测量器2、电脑3之间进行实时、快捷的模态频率测量计算。拉力计1与一个承载载荷10连接;承载载荷10位于一个隔振系统11上。

[0032] 隔振系统的模态快速测试装置搭建固支之后,利用人工牵拉力计1,即可自动获取该牵引方向模态的频率。

[0033] 拉力计1和位移测量器2分别获取力和位移,并通过计算即可获取模态频率。

[0034] 底座4与调节杆5之间螺栓连接,且可以旋转任意角度进行连接和紧固,且底座4与调节杆5的杆长可以根据需求适应性修改设计。

[0035] 调节杆5和刻度标尺6之间螺栓连接,且根据激光位移传感器9与指示杆7之间位置标定后,固定调节杆5和刻度标尺6。

[0036] 模态频率f的计算公式为如下式(1):

[0037] 
$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{F}{m \cdot l}} \dots\dots\dots(1)$$

[0038] 其中,F为拉力计拉力方向,l为位移,m为承载质量,对应阵型即为拉力计拉力方向的平动。

[0039] 本发明隔振系统的模态快速测试装置的测试方法包括以下步骤:

[0040] 步骤一,将位移测试器根据试验目的进行摆放和紧固,保证底座的稳定、指示杆接触被测对象、调节杆和刻度标尺之间的连接螺钉紧固、拉力计位于合适位置便于牵引、电脑测试打开并预测试;

[0041] 步骤二,牵引拉力计,观察拉力读数及位移测量器的测量数值,并在一定位置将观察数值与电脑中的测试数值对比校核,如果有偏差,则回到第一步进行位移测量器的安放调整;

[0042] 步骤三,进行三次拉力计牵引,以获取牵引方向对应的模态频率。

[0043] 本发明在面对复杂隔振系统的模态测试,保证模态测试有效性和准确性的同时,快速测试主刚度方向的模态频率,有效降低了模态测试所需设备复杂、测试数据处理判读难度大、测试工作量大和测试周期较长等不利因素的影响,可保证快速、可靠、安全地测试隔振系统模态频率的目的。针对隔振系统特点,将模态快速测试装置搭建固支,选择三个方向的主要线刚度,在已知阵型下,利用拉力计为模态测试提供约束和激励输入,显示拉力数值及输出拉力信号;同时,由位移测量器获取位移信号,并将力和位移信号均传输给电脑。如此,利用拉力计、位移测量器、电脑之间进行实时、快捷的模态频率测量计算。本发明设计构型简单,使用便捷,测试针对性强、准确性高,可以运用于各种需要快速测试模态的测试场合中,特别是面对复杂隔振系统的模态测试,具备快速准确地完成测试的特点。本发明有

良好的设计适应性、实现经济性、实施工艺性和应用扩展性。

[0044] 尽管本发明的内容已经通过上述优选实施例作了详细介绍,但应当认识到上述的描述不应被认为是对本发明的限制。在本领域技术人员阅读了上述内容后,对于本发明的多种修改和替代都将是显而易见的。因此,本发明的保护范围应由所附的权利要求来限定。

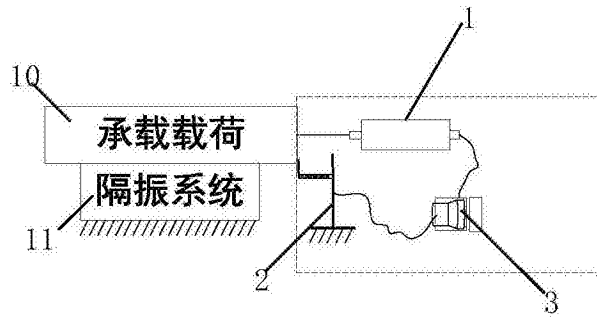


图1

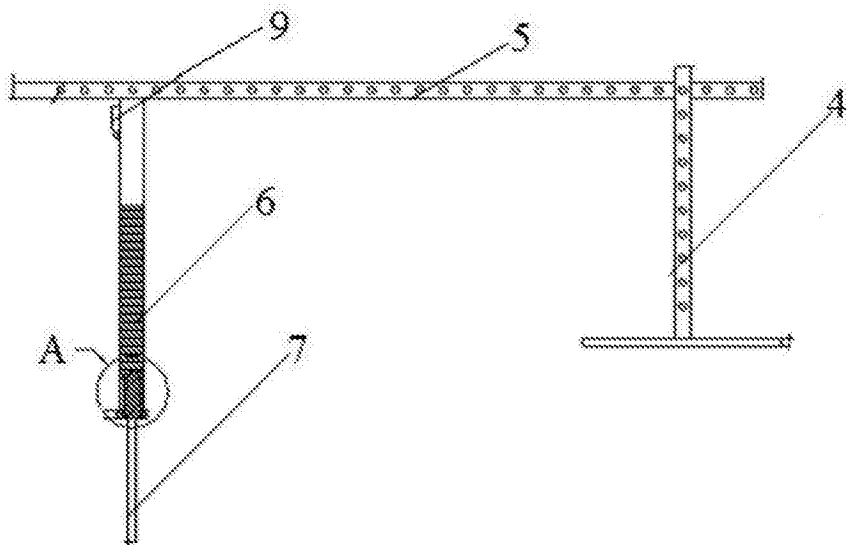


图2

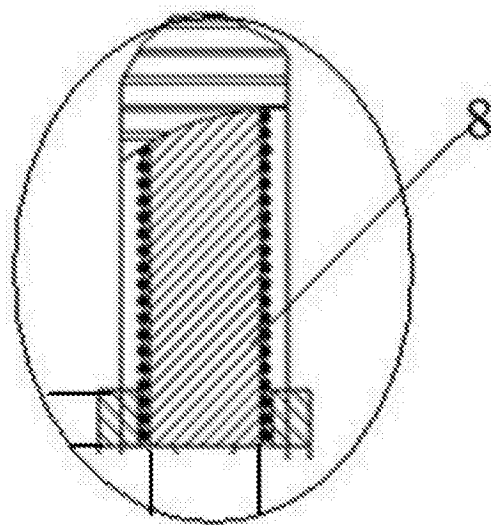


图3