(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106918462 A
(43)申请公布日 2017.07.04

(21)申请号 201510988809.4

(22)申请日 2015.12.24

(71)申请人 中国科学院沈阳自动化研究所
地址 110016 辽宁省沈阳市沈河区南塔街114号
申请人 北京控制工程研究所

(72)发明人 王洪光 王佐伟 杨国永 杨帆 凌烈 尹静 姜勇 常勇

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002
代理人 何丽英

(51)Int.Cl.
G01M 99/00(2011.01)

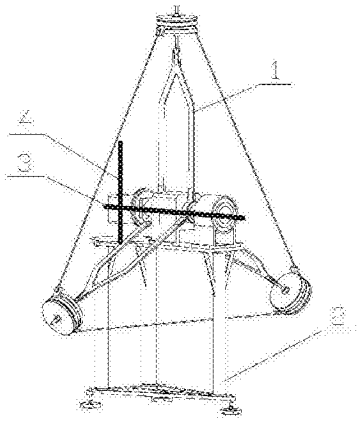
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种基于给定频率约束的质量惯量模拟件结构

(57)摘要

本发明涉及质量惯量模拟件结构，具体的说是一种基于给定频率约束的质量惯量模拟件结构。包括水平轴负载模拟件和气足支撑组件，其中水平轴负载模拟件通过气浮主轴可转动地安装在气足支撑组件上，所述水平轴负载模拟件可绕水平轴线转动，实现天线驱动机构水平方向的微重力负载模拟，所述气足支撑组件设置于气浮仿真试验台上、并带动所述水平轴负载模拟件可绕竖直轴线转动，实现天线驱动机构竖直方向的微重力负载模拟。本发明在水平轴转动时，竖直轴的转动惯量不变，解决了两轴转动惯量耦合的问题，保证了运行过程中负载的恒定。



CN 106918462 A

1.一种基于给定频率约束的质量惯量模拟件结构，其特征在于，包括水平轴负载模拟件(1)和气足支撑组件(2)，其中水平轴负载模拟件(1)通过气浮主轴可转动地安装在气足支撑组件(2)上，所述水平轴负载模拟件(1)可绕水平轴线(3)转动，实现天线驱动机构水平方向的微重力负载模拟，所述气足支撑组件(2)设置于气浮试验台上、并带动所述水平轴负载模拟件(1)可绕竖直轴线(4)转动，实现天线驱动机构竖直方向的微重力负载模拟。

2.根据权利要求1所述的基于给定频率约束的质量惯量模拟件结构，其特征在于，所述水平轴负载模拟件(1)包括第一砝码组件(101)、第一拉线(102)、第一负载支架(103)、气浮主轴转轴(104)、无框电机转子(105)、第二负载支架(106)、第二拉线(107)、第二砝码组件(108)、第三砝码组件(109)、第三负载支架(110)及第三拉线(111)，其中气浮主轴转轴(104)沿水平方向可转动地安装在所述气足支撑组件(2)上，所述气浮主轴转轴(104)的一端固设有无框电机转子(105)，所述第一负载支架(103)、第二负载支架(106)及第三负载支架(110)沿周向均布于所述气浮主轴转轴(104)上、并一端均与所述气浮主轴转轴(104)固连，所述第一负载支架(103)、第二负载支架(106)及第三负载支架(110)的末端分别设有第一砝码组件(101)、第二砝码组件(108)及第三砝码组件(109)，所述第一砝码组件(101)、第二砝码组件(108)及第三砝码组件(109)之间依次通过第一拉线(102)、第二拉线(107)及第三拉线(111)连接，形成闭环。

3.根据权利要求2所述的基于给定频率约束的质量惯量模拟件结构，其特征在于，所述气浮主轴转轴(104)的另一端通过转接件(112)与驱动装置连接。

4.根据权利要求2所述的基于给定频率约束的质量惯量模拟件结构，其特征在于，所述第一砝码组件(101)包括可更换砝码(1011)、第一固定砝码(1012)、拉线连接板(1013)及第二固定砝码(1014)，其中第一固定砝码(1012)固定安装在第二固定砝码(1014)上，所述可更换砝码(1011)可拆卸地安装在所述第一固定砝码(1012)上，所述第一固定砝码(1012)或第二固定砝码(1014)的两侧对称设有拉线连接板(1013)，两个所述拉线连接板(1013)分别与所述第一拉线(102)和第三拉线(111)连接；

所述第二砝码组件(108)及第三砝码组件(109)与所述第一砝码组件(101)结构相同。

5.根据权利要求2所述的基于给定频率约束的质量惯量模拟件结构，其特征在于，所述气足支撑组件(2)包括气浮主轴轴套(201)、支撑平板(202)、无框电机定子(203)、支撑底板(210)、支腿及气足，其中支撑底板(210)的底部设有多个气足，所述支撑底板(210)的上方通过多个支腿设有支撑平板(202)，所述气浮主轴轴套(201)和无框电机定子(203)同轴安装在所述支撑平板(202)上，所述气浮主轴轴套(201)和无框电机定子(203)分别套设于所述气浮主轴转轴(104)和无框电机转子(105)上、并可相对转动。

6.根据权利要求5所述的基于给定频率约束的质量惯量模拟件结构，其特征在于，所述第一负载支架(103)、第二负载支架(106)及第三负载支架(110)结构相同，均为U型结构，该U型结构的开口端与所述气浮主轴转轴(104)连接、并所述气浮主轴轴套(201)位于所述U型结构的开口内。

7.根据权利要求5所述的基于给定频率约束的质量惯量模拟件结构，其特征在于，所述支撑底板(210)为三角形，所述支腿及气足均为三个、并分别设置于所述支撑底板(210)的三个角上。

8.根据权利要求2所述的基于给定频率约束的质量惯量模拟件结构，其特征在于，所述

水平轴负载模拟件(1)的质心位于所述气浮主轴转轴(104)上。

一种基于给定频率约束的质量惯量模拟件结构

技术领域

[0001] 本发明涉及质量惯量模拟件结构，具体的说是一种基于给定频率约束的质量惯量模拟件结构。

背景技术

[0002] 在对航天器进行地面仿真的试验台搭建时，为了能够对其运行性能进行测试，通常要考虑质量惯量的模拟，设计的模拟件达到整体的质量惯量要求即可，这种模拟件通常不存在绕不同轴的惯量的耦合问题(文献1:Schwartz,J.L.,M.A.Peck,and C.D.Hall.Historical review of spacecraft simulators.文献2:Schwartz,J.L.,The Distributed Spacecraft Attitude Control System Simulator:From Design Concept to Decentralized Control.文献3:Cho,S.,et al.Equations of motion for the triaxial attitude control testbed.文献4:Ledebuhr,A.G.and L.C.Ng,PlumeSat:A Micro-Satellite Based Plume Imagery Collection Experiment.文献5:Sandor,V.,L.Nick,and G.Stephen,Testbed for Satellite Formation Flying Control System Verification.)。采用传统的哑铃型惯量模拟机构容易导致两轴转动惯量的耦合问题，即水平轴转动时，竖直轴的转动惯量随水平轴的转动角度而变化，并且模拟件不能达到给定的频率，以便试验台能够更加真实的反应该驱动机构的性能。

发明内容

[0003] 针对上述问题，本发明的目的在于提出一种基于给定频率约束的质量惯量模拟件结构。该模拟件结构用于气浮仿真试验台，用于满足真试验台质量惯量模拟要求。

[0004] 为了实现上述目的，本发明采用以下技术方案：

[0005] 一种基于给定频率约束的质量惯量模拟件结构，包括水平轴负载模拟件和气足支撑组件，其中水平轴负载模拟件通过气浮主轴可转动地安装在气足支撑组件上，所述水平轴负载模拟件可绕水平轴线转动，实现天线驱动机构水平方向的微重力负载模拟，所述气足支撑组件设置于气浮试验台上、并带动所述水平轴负载模拟件可绕竖直轴线转动，实现天线驱动机构竖直方向的微重力负载模拟。

[0006] 所述水平轴负载模拟件包括第一砝码组件、第一拉线、第一负载支架、气浮主轴转轴、无框电机转子、第二负载支架、第二拉线、第二砝码组件、第三砝码组件、第三负载支架及第三拉线，其中气浮主轴转轴沿水平方向可转动地安装在所述气足支撑组件上，所述气浮主轴转轴的一端固设有无框电机转子，所述第一负载支架、第二负载支架及第三负载支架沿周向均布于所述气浮主轴转轴上、并一端均与所述气浮主轴转轴固连，所述第一负载支架、第二负载支架及第三负载支架的末端分别设有第一砝码组件、第二砝码组件及第三砝码组件，所述第一砝码组件、第二砝码组件及第三砝码组件之间依次通过第一拉线、第二拉线及第三拉线连接，形成闭环。

[0007] 所述气浮主轴转轴的另一端通过转接件与驱动装置连接。

[0008] 所述第一砝码组件包括可更换砝码、第一固定砝码、拉线连接板及第二固定砝码，其中第一固定砝码固定安装在第二固定砝码上，所述可更换砝码可拆卸地安装在所述第一固定砝码上，所述第一固定砝码或第二固定砝码的两侧对称设有拉线连接板，两个所述拉线连接板分别与所述第一拉线和第三拉线连接；

[0009] 所述第二砝码组件及第三砝码组件与所述第一砝码组件结构相同。

[0010] 所述气足支撑组件包括气浮主轴轴套、支撑平板、无框电机定子、支撑底板、支腿及气足，其中支撑底板的底部设有多个气足，所述支撑底板的上方通过多个支腿设有支撑平板，所述气浮主轴轴套和无框电机定子同轴安装在所述支撑平板上，所述气浮主轴轴套和无框电机定子分别套设于所述气浮主轴转轴和无框电机转子上、并可相对转动。

[0011] 所述第一负载支架、第二负载支架及第三负载支架结构相同，均为U型结构，该U型结构的开口端与所述气浮主轴转轴连接、并所述气浮主轴轴套位于所述U型结构的开口内。

[0012] 所述支撑底板为三角形，所述支腿及气足均为三个、并分别设置于所述支撑底板的三个角上。

[0013] 所述水平轴负载模拟件的质心位于所述气浮主轴转轴上。

[0014] 本发明的优点及有益效果为：

[0015] 1.本发明在水平轴转动时，竖直轴的转动惯量不变，解决了两轴转动惯量耦合的问题，保证了运行过程中负载的恒定；

[0016] 2.本发明模拟件在水平轴和竖直轴的惯量均达到要求的同时，模态基频也能达到给定值，能够更加真实的反应天线驱动机构的性能；

[0017] 3.本发明的模拟件变形量小，频率低；

[0018] 4.本发明转动惯量可在一定范围内调节，并能保证基频变化在误差允许的范围之内；

[0019] 5.本发明采用更换配重砝码的方式调节惯量，惯量值匹配方便。

[0020] 6.本发明可用于两轴正交天线驱动机构地面气浮试验台上，作为天线驱动机构的负载。

附图说明

[0021] 图1为本发明负载模拟件机构的结构示意图；

[0022] 图2为本发明水平轴负载模拟件的结构示意图；

[0023] 图3为本发明砝码组件的结构示意图；

[0024] 图4为本发明气足支撑组件的结构示意图。

[0025] 其中：1为水平轴负载模拟件，2为气足支撑组件，101为第一砝码组件，102为第一拉线，103为第一负载支架，104为气浮主轴转轴，105为无框电机转子，106为第二负载支架，107为第二拉线，108为第二砝码组件，109为第三砝码组件，110为第三负载支架，111为第三拉线，112为转接板，1011为可更换砝码，1012为第一固定砝码，1013为拉线连接板，1014为第二固定砝码，201为气浮主轴轴套，202为支撑平板，203为无框电机定子，204为第一支腿，205为第一气足，206为第二气足，207为第三气足，208为第二支腿，209为第三支腿，210为支撑底板，3为水平轴线，4为竖直轴线。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图对本发明作进一步的详细说明。

[0027] 如图1所示，本发明提供的一种基于给定频率约束的质量惯量模拟件结构，包括水平轴负载模拟件1和气足支撑组件2，其中水平轴负载模拟件1通过气浮主轴可转动地安装在气足支撑组件2上，所述水平轴负载模拟件1可绕水平轴线3水平方向转动，实现天线驱动机构水平方向的微重力负载模拟，所述气足支撑组件2设置于气浮仿真试验台上、并带动所述水平轴负载模拟件1可绕竖直轴线4竖直方向转动，实现天线驱动机构竖直方向的微重力负载模拟。

[0028] 如图2所示，所述水平轴负载模拟件1包括第一砝码组件101、第一拉线102、第一负载支架103、气浮主轴转轴104、无框电机转子105、第二负载支架106、第二拉线107、第二砝码组件108、第三砝码组件109、第三负载支架110及第三拉线111，其中气浮主轴转轴104可转动地沿水平方向安装在所述气足支撑组件2上，所述气浮主轴转轴104的一端固设有无框电机转子105，所述气浮主轴转轴(104)的另一端通过转接件(112)与驱动电机连接。所述第一负载支架103、第二负载支架106及第三负载支架110沿周向均布于所述气浮主轴转轴104上、并一端均与所述气浮主轴转轴104固连，所述第一负载支架103、第二负载支架106及第三负载支架110的末端分别设有第一砝码组件101、第二砝码组件108及第三砝码组件109，所述第一砝码组件101和第二砝码组件108之间通过第一拉线102连接，所述第二砝码组件108和第三砝码组件109之间通过第二拉线107连接，所述第三砝码组件109和第一砝码组件101之间通过第三拉线111连接，形成闭环。所述水平轴负载模拟件1的质心位于所述气浮主轴转轴104上。驱动电机通过驱动转接板1012实现水平轴负载模拟件1的水平方向转动，实现天线驱动机构水平方向的微重力负载模拟。

[0029] 如图3所示，所述第一砝码组件101包括可更换砝码1011、第一固定砝码1012、拉线连接板1013及第二固定砝码1014，其中第一固定砝码1012固定安装在第二固定砝码1014上，所述可更换砝码1011可拆卸地安装在所述第一固定砝码1012上，所述第一固定砝码1012或第二固定砝码1014的两侧对称设有拉线连接板1013，两个所述拉线连接板1013分别与所述第一拉线102和第三拉线111连接。

[0030] 所述第一固定砝码1012和第二固定砝码1014完全相同，用于实现模拟件的模态基频，更换砝码1011用于实现对模拟件基频的调节。转动惯量可在一定范围内调节，并能保证基频变化在误差允许的范围之内。所述拉线连接板1013的一端固定于所述第一固定砝码1012和第二固定砝码1014之间，另一端为连接端，该连接端上设有拉线连接孔。

[0031] 所述第二砝码组件108及第三砝码组件109与所述第一砝码组件101结构相同，在此不再赘述。

[0032] 如图4所示，所述气足支撑组件2包括气浮主轴轴套201、支撑平板202、无框电机定子203、支撑底板210、支腿及气足，其中支撑底板210的底部设有多个气足，所述支撑底板210的上方通过多个支腿设有支撑平板202，所述气浮主轴轴套201和无框电机定子203同轴安装在所述支撑平板202上，所述气浮主轴轴套201和无框电机定子203分别套设于所述气浮主轴转轴104和无框电机转子105上，所述气浮主轴轴套201和气浮主轴转轴104及所述无框电机定子203和无框电机转子105可相对转动。

[0033] 所述第一负载支架103、第二负载支架106及第三负载支架110结构相同，均为U型结构，该U型结构的开口端与所述气浮主轴转轴104连接、并所述气浮主轴轴套201位于所述U型结构的开口内。所述第一负载支架103、第二负载支架106及第三负载支架110呈120度均布。

[0034] 所述支撑底板210为三角形，所述支腿及气足均为三个、并分别设置于所述支撑底板210的三个角上。所述气足包括第一气足205、第二气足206及第三气足207，所述第一气足205、第二气足206及第三气足207分别安装在支撑底板2010下端面。所述支腿包括第一支腿204、第二支腿208及第三支腿209，所述第一支腿204、第二支腿208及第三支腿209结构相同，均采用圆柱形结构，分别安装在支撑底板2010的上端面。

[0035] 所述气浮主轴轴套201与气浮主轴转轴104相对转动，两者之间存在气膜无接触滑动。无框电机定子203与无框电机转子105相对转动，实现水平方向的负载模拟。气足支撑组件2气浮于气浮仿真试验台上，通过电机驱动实现水平轴负载模拟件1和气足支撑组件2沿竖直方向的转动，实现天线驱动机构竖直方向的微重力负载模拟。

[0036] 本发明需要在给定的质量、惯量和频率的约束下设计负载模拟件的结构，通过设计砝码组件满足质量和惯量的约束，通过设计负载支架结构满足频率约束，保证竖直轴和水平轴的负载满足要求。

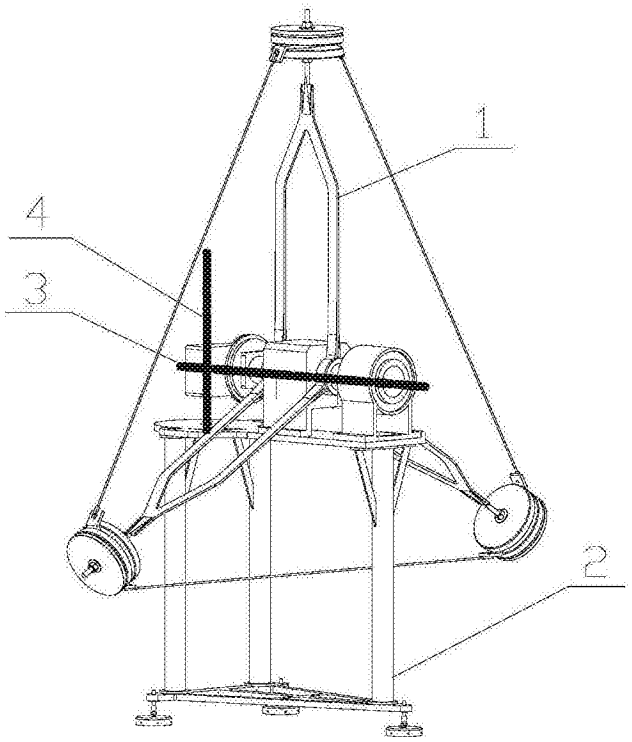


图1

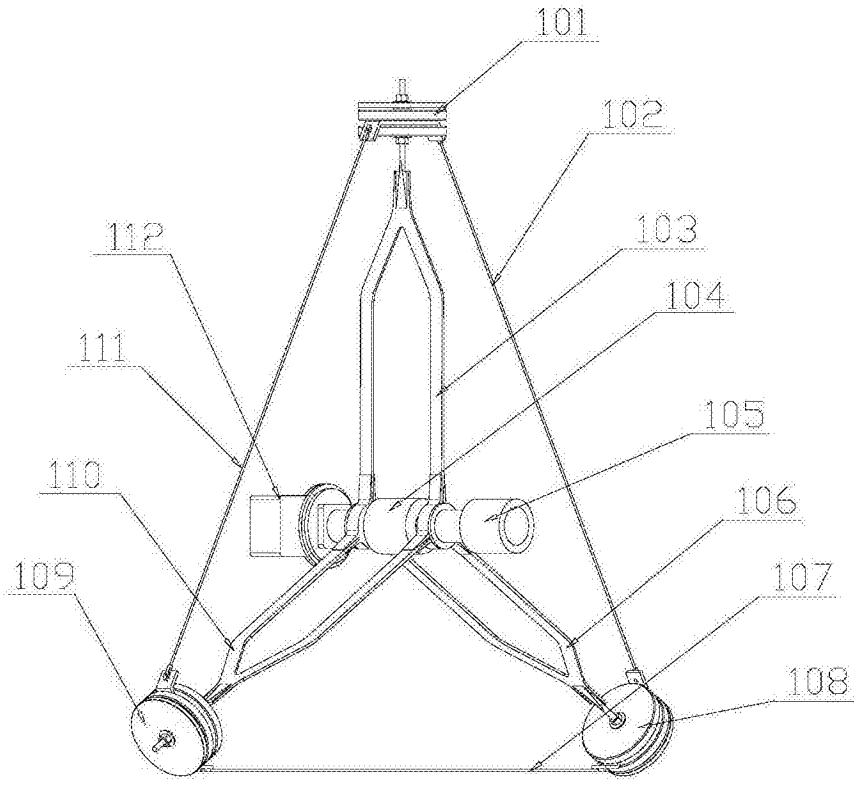


图2

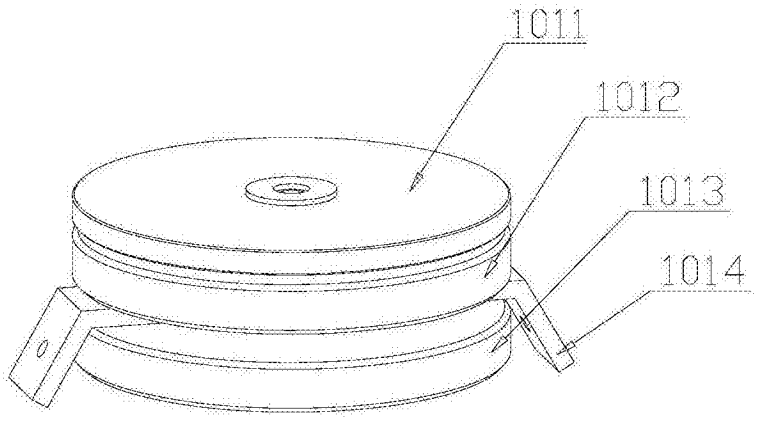


图3

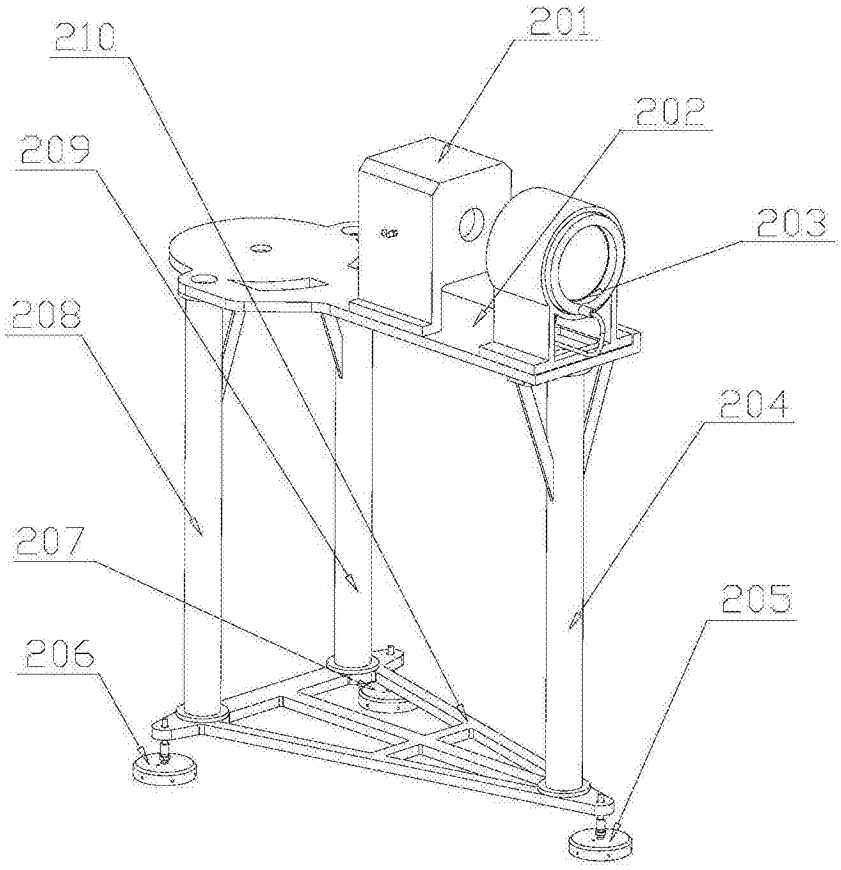


图4