



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102620892 B

(45) 授权公告日 2014.09.03

(21) 申请号 201110425606.6

(22) 申请日 2011.12.15

(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 杨立峰 薛孝补 朱海江 吕旺

(74) 专利代理机构 中国和平利用军工技术协会
专利中心 11215

代理人 容敦璋

(51) Int. Cl.

G01M 1/16 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101509820 A, 2009.08.19,

CN 101839791 A, 2010.09.22,

CN 101853028 A, 2010.10.06,

KR 2001-0061158 A, 2001.07.07,

戴路等. 基于 VSCMG 的卫星姿态控制仿真系统. 《光学精密工程》. 2008, 第 16 卷 (第 8 期), 第 1546-1553 页.

许剑等. 多自由度气浮仿真试验台的研究与发展. 《航天控制》. 2009, 第 27 卷 (第 6 期), 第 96-101 页.

杨秀彬等. 三轴气浮台自动调节平衡和干扰力矩测试. 《空间科学学报》. 2009, 第 29 卷 (第

1 期), 第 34-38 页.

徐开等. 小卫星姿控 xPC 半物理仿真系统设计. 《光学精密工程》. 2009, 第 17 卷 (第 2 期), 第 362-367 页.

Dennis S. Bernstein 等. Development of Air Spindle and Triaxial Air Bearing Testbeds for Spacecraft Dynamics and Control Experiments. 《Proceeding of the American Control Conference》. 2001, 第 3967-3972 页.

Jana L. Schwartz 等. Historical Review of Air-Bearing Spacecraft Simulators. 《JOURNAL OF GUIDANCE, CONTROL, AND DYNAMICS》. 2003, 第 26 卷 (第 4 期), 第 513 页-522 页.

审查员 刘继英

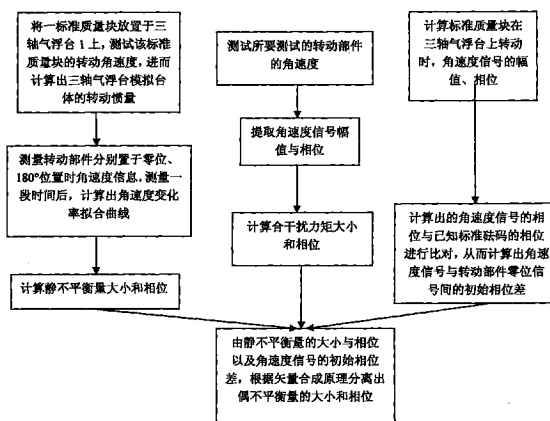
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种转动部件的动平衡测试方法

(57) 摘要

本发明公开一种转动部件的动平衡测试方法,用于在一包含有三轴气浮台、陀螺仪、XPC 计算机的测试装置上实现对转动部件的动平衡测试;包括:测试转动部件的静不平衡量,得到转动部件静不平衡量的大小与方位;对角速度零位信号进行校正;测试转动部件的偶不平衡量。本发明解决了转动部件整机动平衡测试的正确性测试和强壮性测试的问题,取得了提高转动部件动平衡和减小转动部件对姿态扰动的有益效果。



CN 102620892 B

1. 一种转动部件的动平衡测试方法,用于在一包含有三轴气浮台(1)、陀螺仪(2)、XPC计算机(3)的测试装置上实现对大型转动部件的动平衡测试;其特征在于,该方法包括:

步骤1)、测试转动部件的静不平衡量,得到转动部件静不平衡量的大小与方位;该步骤包括:

步骤1-1)、将一已知质量的标准质量块放置于所述三轴气浮台(1)上,测试该标准质量块的转动角速度,进而计算出三轴气浮台模拟台体的转动惯量;

步骤1-2)、将所述标准质量块撤下,将所要测试的转动部件放置于所述三轴气浮台(1)上,测量该转动部件分别置于零位、 180° 位置时角速度信息,测量一段时间后,计算出角速度变化率拟合曲线;

步骤1-3)、根据步骤1-1)中计算出的三轴气浮台模拟台体的转动惯量,步骤1-2)中计算得到的角速度,计算出转动部件分别置于零位、 180° 位置时,静不平衡量力矩大小和相位,然后将两者做差并除以2,得到精度较高的静不平衡量大小和相位;

步骤2)、对角速度零位信号进行校正;该步骤包括:

步骤2-1)、将一标准质量块安装在所述三轴气浮台(1)上的已知位置,然后启动转动体,提取角速度信号的幅值、相位;

步骤2-2)、将步骤2-1)计算出的角速度信号的相位与已知标准砝码的相位进行比对,计算出角速度信号与转动部件零位信号间的初始相位差;

步骤3)、测试转动部件的偶不平衡量;该步骤包括:

步骤3-1)、将所要测试的转动部件放置所述三轴气浮台(1)上后,控制转动体以工作转速转动,由所述陀螺仪(2)测试角速度信息;

步骤3-2)、接收测试得到的角速度信息后,通过傅里叶变换从中提取出与转动部件转动频率相吻合的角速度信号的幅值与相位;

步骤3-3)、对步骤3-2)所得到的角速度信号幅值与相位做微分处理,得到合干扰力矩大小和相位;

步骤3-4)、由步骤1)计算得到的静不平衡量的大小与相位以及步骤2)计算得到的角速度信号的初始相位差,根据矢量合成原理分离出偶不平衡量的大小和相位,实现转动部件偶不平衡量的测量。

一种转动部件的动平衡测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及力学领域,特别涉及一种转动部件动平衡测试方法。

背景技术

[0002] 卫星上使用的微波成像仪采用机械扫描方式进行工作,其转动部分的重量为60kg,转动周期分为1.7s、2s两档。以微波成像仪为代表的大型高转速转动部件运行时,其动不平衡量产生的干扰力矩超出姿轨控分系统控制带宽,无法对其进行有效控制,将会对姿态产生很大干扰,严重时还会引起其他挠性部件的耦合,造成卫星无法正常工作。因此在装星前应进行大型转动部件的干扰力矩测量,对其静不平衡量、动不平衡量进行配平,减少其运转过程对姿态的干扰。

[0003] 目前载荷转动部件多采用动平衡机进行干扰力矩测量,采用动平衡机测量时需将转动体部分拆下并安装在动平衡机转动台体上,由转动台体带动载荷转动体部分转动,根据动平衡机测量结果对载荷转动体部分进行配平,配平后再将载荷转动体进行组装。

[0004] 但在这种方法下,动平衡机只能实现载荷转动体部分的动平衡,无法消除转动体拆装过程造成的不平衡量。原则上,转动部件的测试设备应该做整机动不平衡量测量和配平,保持配平时状态与装星一致。但在现有技术中尚不存在这样的方法。

发明内容

[0005] 为了解决现有技术对转动部件的动平衡测试、配平的不足,状态不一致等问题,本发明提出能够实现静不平衡量、动不平衡量的独立测量,转动部件的整机配平,保证配平状态与装星状态一致的转动部件动平衡测试方法。

[0006] 为了达到上述发明目的,本发明提供了一种大型转动部件的动平衡测试方法,用于在一包含有三轴气浮台、陀螺仪、XPC 计算机的测试装置上实现对大型转动部件的动平衡测试;该方法包括:

[0007] 步骤1)、测试转动部件的静不平衡量,得到转动部件静不平衡量的大小与方位;该步骤包括:

[0008] 步骤1-1)、将一已知质量的标准质量块放置于所述三轴气浮台上,测试该标准质量块的转动角速度,进而计算出三轴气浮台模拟台体的转动惯量;

[0009] 步骤1-2)、将所述标准质量块撤下,将所要测试的转动部件放置于所述三轴气浮台上,测量该转动部件分别置于零位、 180° 位置时角速度信息,测量一段时间后,计算出角速度变化率拟合曲线;

[0010] 步骤1-3)、根据步骤1-1)中计算出的三轴气浮台模拟台体的转动惯量,步骤1-2)中计算得到的角速度,计算出转动部件分别置于零位、 180° 位置时,静不平衡量力矩大小和相位,然后将两者做差并除以2,得到精度较高的静不平衡量大小和相位;

[0011] 步骤2)、对角速度零位信号进行校正;该步骤包括:

[0012] 步骤2-1)、将一标准质量块安装在所述三轴气浮台上的已知位置,然后启动转动

体,提取角速度信号的幅值、相位;

[0013] 步骤 2-2)、将步骤 2-1) 计算出的角速度信号的相位与已知标准砝码的相位进行比对,计算出角速度信号与转动部件零位信号间的初始相位差;

[0014] 步骤 3)、测试转动部件的偶不平衡量;该步骤包括:

[0015] 步骤 3-1)、将所要测试的转动部件放置所述三轴气浮台上后,控制转动体以工作转速转动,由所述陀螺仪测试角速度信息;

[0016] 步骤 3-2)、接收测试得到的角速度信息后,通过傅里叶变换从中提取出与转动部件转动频率相吻合的角速度信号的幅值与相位;

[0017] 步骤 3-3)、对步骤 3-2) 所得到的角速度信号幅值与相位做微分处理,得到合干扰力矩大小和相位;

[0018] 步骤 3-4)、由步骤 1) 计算得到的静不平衡量的大小与相位以及步骤 2) 计算得到的角速度信号的初始相位差,根据矢量合成原理分离出偶不平衡量的大小和相位,实现转动部件偶不平衡量的测量。

[0019] 本发明的优点在于:

[0020] 1、本发明采用 180° 相位对消法消除三轴气浮台自身静不平衡量影响,提高了静不平衡量的测量精度。

[0021] 2、本发明通过标准质量块标定角速度信号相对零位的相位延迟误差,提高合力矩相位测量的精度。

[0022] 3、本发明在静不平衡量测量的基础上应用矢量合成法分离出偶不平衡量,实现静不平衡量与偶不平衡量的独立测量,取得了提高动不平衡量测量精度和配平效率的有益效果。

附图说明

[0023] 图 1 为本发明中所涉及的测试装置的示意图;

[0024] 图 2 为本发明的转动部件的动平衡测试方法的流程图。

[0025] 图面说明

[0026] 1 三轴气浮台 2 陀螺仪 3XPC 计算机

具体实施方式

[0027] 下面结合附图说明本发明的优选实施例。

[0028] 在对本发明的方法进行说明前,首先对本发明所要用到的测试装置进行说明。

[0029] 如图 1 所示,本发明中所要用到的测试装置包括三轴气浮台 1、陀螺仪 2 以及 XPC 计算机 3。其中,所述三轴气浮台 1 选用球面气浮轴承支撑模拟台体,实现在一定角度范围内微重力,以及 X、Y、Z 三个轴方向的自由转动环境的模拟;所述陀螺仪安装在所述三轴气浮台 1 上,用于测量三轴气浮台的转动角速度;所述 XPC 计算机 3 实时采集陀螺仪 2 测得的角速度信号,消除地球自转引起的角速度的测量误差,并将所述角速度信息传输出去。

[0030] 在测试过程中,所要测试的转动部件可安装在所述三轴气浮台 1 上,由所述陀螺仪 2 对其角速度进行测试。

[0031] 下面结合图 2 对本发明的测试方法的实现步骤进行说明。

[0032] 步骤 1)、测试转动部件的静不平衡量。

[0033] 该步骤包括：

[0034] 步骤 1-1)、将一已知质量的标准质量块放置于三轴气浮台 1 上,测试该标准质量块的转动角速度,由于该标准质量块质量已知,可以进而计算出三轴气浮台模拟台体的转动惯量；

[0035] 步骤 1-2)、将所述标准质量块撤下,将所要测试的转动部件放置于三轴气浮台 1 上,测量该转动部件分别置于零位、 180° 位置时角速度信息,测量一段时间后,可计算出角速度变化率拟合曲线；

[0036] 步骤 1-3)、由于在步骤 1-1) 中已经计算出三轴气浮台模拟台体的转动惯量,结合步骤 1-2) 中计算得到的角速度,可计算出转动部件分别置于零位、 180° 位置时,静不平衡量力矩大小和相位,然后将两者做差并除以 2,可得到精度较高的静不平衡量大小和相位,从而实现转动部件静不平衡量的测量。

[0037] 步骤 2)、对角速度零位信号进行校正。

[0038] 该步骤包括：

[0039] 步骤 2-1)、将一标准质量块安装在所述三轴气浮台 1 上的已知位置,然后启动转动体,提取角速度信号的幅值、相位；

[0040] 步骤 2-2)、将步骤 2-1) 计算出的角速度信号的相位与已知标准砝码的相位进行比对,从而计算出角速度信号与转动部件零位信号间的初始相位差,有了这一初始相位差,就可以在后续操作中对角速度信号做校正操作。

[0041] 步骤 3)、测试转动部件的偶不平衡量。

[0042] 该步骤包括：

[0043] 步骤 3-1)、将所要测试的转动部件放置三轴气浮台 1 上后,控制转动体以工作转速转动,由所述陀螺仪 2 测试角速度信息；

[0044] 步骤 3-2)、接收测试得到的角速度信息后,通过傅里叶变换从中提取出与转动部件转动频率相吻合的角速度信号幅值与相位；

[0045] 步骤 3-3)、对步骤 3-2) 所得到的角速度信号幅值与相位做微分处理,得到合干扰力矩大小和相位；

[0046] 步骤 3-4)、由步骤 1) 计算得到的静不平衡量的大小与相位以及步骤 2) 计算得到的角速度信号的初始相位差,根据矢量合成原理分离出偶不平衡量的大小和相位,实现转动部件偶不平衡量的测量。

[0047] 以上是对本发明的动平衡测试方法的步骤说明,由本发明的方法得到转动部件的静不平衡量与偶不平衡量以后,在后续操作中,可据此计算配平用的质量块的大小与位置,实现静不平衡量的配平和偶不平衡量的配平。

[0048] 综上所述,本发明采取静不平衡量和偶不平衡解耦测量,通过 180° 相位对消法消除三轴气浮台自身静不平衡量影响,提高了静不平衡量的测量精度。本发明通过标准质量块标定角速度信号相对零位的相位延迟误差,提高合力矩相位测量的精度,提高了动不平衡量测量精度和配平效率。

[0049] 本发明大型转动部件动平衡测试方法,已用在一种载荷转动部件动平衡测试上,在测试中对载荷转动周期分别为 1.7s、2.0s 下的动不平衡量进行了测量,测试结果具有

一致性,在此基础上在对应位置增加配重,实现整机状态的动不平衡量配平,经在轨飞行验证,动不平衡量满足指标要求,载荷工作正常,姿态、稳定度有了很大改善。

[0050] 显然,本领域的技术人员可以对本发明的转动部件的动平衡测试设备进行各种改动和变形而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若这些修改和变形属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变形在内。

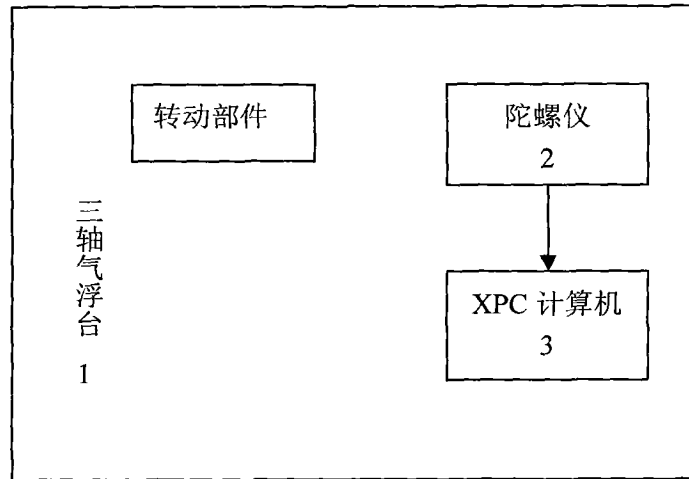


图 1

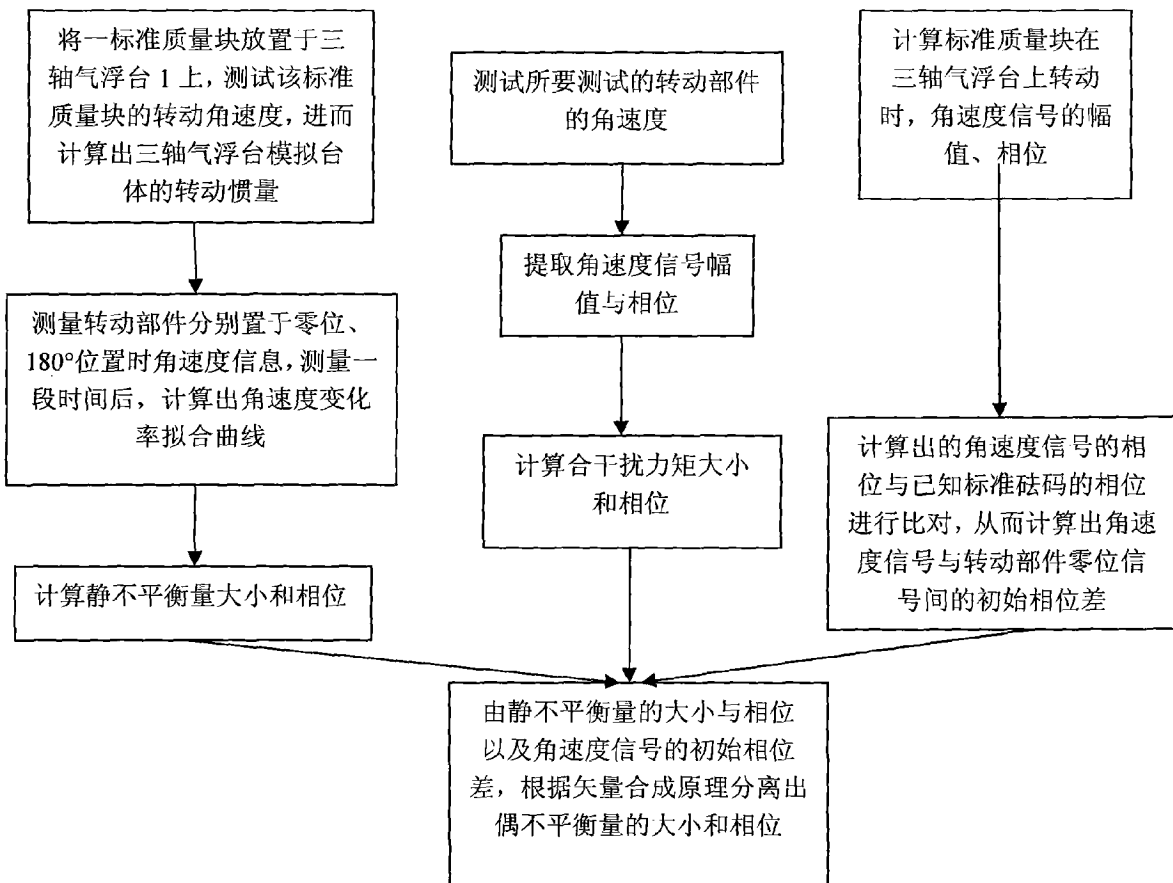


图 2