



(21) 申请号 202411422948.6

(22) 申请日 2024.10.12

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 119024002 A

(43) 申请公布日 2024.11.26

(73) 专利权人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72) 发明人 付浩然 洪成鹏 梁冠文 吴盈

闫子壮 屠侠 张毅 管龙华

张靖 边学成 蒋建群 陈云敏

(74) 专利代理机构 合肥安禾知识产权代理事务

所(普通合伙) 34306

专利代理师 韩燕

(51) Int.Cl.

G01P 21/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102589681 A, 2012.07.18

CN 116699177 A, 2023.09.05

审查员 王宁

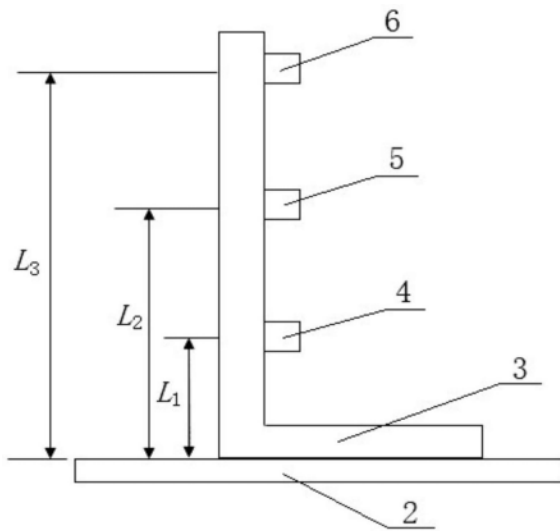
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

大型超重力旋转机械结构的微振动测量校准方法

(57) 摘要

本发明公开了一种大型超重力旋转机械结构的微振动测量校准方法,首先计算电磁干扰引起的频域幅值,然后构建大型超重力旋转机械结构的振动方程模型,求解得到微振动引起的真实加速度,并进行不同高度的微振动真实加速度的校正,最后构建传感器校准方程,求解待校准加速度传感器的真实值。本发明可对大型超重力旋转机械结构吊篮内定位于不同高度的加速度传感器进行测量校准,提高超重力环境下,加速度传感器测量数据的准确性。



1. 大型超重力旋转机械结构的微振动测量校准方法,其特征在于:具体包括有以下步骤:

(1)、首先在大型超重力旋转机械结构的吊篮中设置位于不同水平高度的加速度传感器,然后启动大型超重力旋转机械结构旋转,不同水平高度的加速度传感器实时采集频域幅值信号,由于不同水平高度的加速度传感器采集的频域幅值信号由电磁干扰和机械振动引起,不同水平高度的加速度传感器受到电磁干扰引起的频域幅值变化相等,不同水平高度的加速度传感器受到机械振动引起的频域幅值变化的比值等于高度平方的比值,由此建立方程,求解得到电磁干扰引起的频域幅值 $Y_{em}(f)$;

(2)、构建大型超重力旋转机械结构的振动方程模型,具体见下式(3),根据式(3)求解得到水平方向的真实加速度 $\ddot{x}(t)$ 和垂直方向的真实加速度 $\ddot{y}(t)$;

$$\begin{cases} m\ddot{x}(t) + c(x, \dot{x}, y, \dot{y})\dot{x}(t) + kx(t) + k_{xy}y(t) = m_u\omega^2 L\cos(\omega t) + me\omega^2\cos(\omega t) + Y_{em}(t) \\ m\ddot{y}(t) + c(x, \dot{x}, y, \dot{y})\dot{y}(t) + ky(t) + k_{yx}x(t) = mg + me\omega^2\cos(\omega t) + Y_{em}(t) \end{cases} \quad (3);$$

式(3)中, m 表示大型超重力旋转机械结构吊篮内配重块的质量; $\dot{x}(t)$ 表示水平方向的真实速度,由 $\ddot{x}(t)$ 求导得到; $\dot{y}(t)$ 表示垂直方向的真实速度,由 $\ddot{y}(t)$ 求导得到; $x(t)$ 表示水平方向的真实位移,由 $\dot{x}(t)$ 求导得到; $y(t)$ 表示垂直方向的真实位移,由 $\dot{y}(t)$ 求导得到; $c(x, \dot{x}, y, \dot{y})$ 表示大型超重力旋转机械结构的综合阻尼系数; k 表示大型超重力旋转机械结构的刚度,取值为 $10^7 \sim 10^9$; k_{xy} 表示水平方向的耦合刚度系数,即 y 方向对 x 方向的耦合作用,取值为 $10^6 \sim 10^7$; k_{yx} 表示垂直方向的耦合刚度系数,即 x 方向对 y 方向的耦合作用,取值为 $10^6 \sim 10^7$; m_u 表示不平衡重量,取值为 $0 \sim 10$ 吨; ω 表示大型超重力旋转机械结构的旋转角速度; L 表示大型超重力旋转机械结构的转臂长度; e 表示大型超重力旋转机械结构的转轴偏心距; g 表示重力加速度; $Y_{em}(t)$ 表示电磁干扰引起的时域信号,由电磁干扰引起的频域幅值 $Y_{em}(f)$ 转换得到;

(3)、在大型超重力旋转机械结构的吊篮内放置模型箱,模型箱的高度为 H ,模型箱内底面处的加速度为 $\alpha_{底}$, $\alpha_{底}$ 包括有水平方向的真实加速度 $\ddot{x}(t)$ 和垂直方向的真实加速度 $\ddot{y}(t)$,构建校正方程求解模型箱内任意高度 z 处的加速度为 $\alpha(z)$,具体见下式(4):

$$\alpha(z) = \left(\frac{H}{H-z} \right)^n \alpha_{底} \quad (4);$$

式(4)中, n 为微振动随着高度变化的衰减指数,取值为1或2;

(4)、大型超重力旋转机械结构吊篮内待校准加速度传感器的测量值为 $P_{测}(z, t)$,构建传感器校准方程求解待校准加速度传感器的真实值 $P_{真}(z, t)$,具体见下式(5):

$$P_{测}(z, t) = P_{真}(z, t) + \rho\alpha(z) \quad (5);$$

式(5)中, ρ 为修正系数,反映了待校准加速度传感器对微振动的敏感度,取值为 $0.5 \sim 1$ 。

2. 根据权利要求1所述的大型超重力旋转机械结构的微振动测量校准方法,其特征在于:所述的电磁干扰引起的频域幅值 $Y_{em}(f)$ 的求解过程为:首先在大型超重力旋转机械结构的吊篮内设置配重块,配重块的顶面上连接L型板,L型板的竖直部分上连接有三个位于不

同水平高度的加速度传感器,三个加速度传感器分别为邻近L型板竖直部分底端的第一加速度传感器、邻近L型板竖直部分顶端的第三加速度传感器和位于第一加速度传感器和第三加速度传感器之间的第二加速度传感器,第一加速度传感器距离配重块顶面的垂直距离为 L_1 ,第二加速度传感器距离配重块顶面的垂直距离为 L_2 ,第三加速度传感器距离配重块顶面的垂直距离为 L_3 ,然后将大型超重力旋转机械结构进行旋转,第一加速度传感器、第二加速度传感器和第三加速度传感器实时记录频域信号,设定第一加速度传感器、第二加速度传感器、第三加速度传感器受到电磁干扰的频域幅值均为 $Y_{em}(f)$ 、受到机械振动的频域幅值分别为 $Y_1(f)$ 、 $Y_2(f)$ 和 $Y_3(f)$,然后建立方程,具体见下式(1):

$$\begin{cases} Y_{\text{实}1}(f) = Y_1(f) + Y_{em}(f) \\ Y_{\text{实}2}(f) = Y_2(f) + Y_{em}(f) \\ Y_{\text{实}3}(f) = Y_3(f) + Y_{em}(f) \end{cases} \quad (1);$$

式(1)中, $Y_{\text{实}1}(f)$ 、 $Y_{\text{实}2}(f)$ 和 $Y_{\text{实}3}(f)$ 分别为第一加速度传感器、第二加速度传感器和第三加速度传感器实时记录的频域信号,不同高度的加速度传感器受到机械振动的频域幅值 $Y_1(f)$ 、 $Y_2(f)$ 、 $Y_3(f)$ 满足下式(2);

$$\begin{cases} Y_1(f) = \beta L_1^2 \\ Y_2(f) = \beta L_2^2 \\ Y_3(f) = \beta L_3^2 \end{cases} \quad (2);$$

式(2)中, β 为待求解的振动常数;

然后将式(2)代入式(1),求解得到振动常数 β 和电磁干扰的频域幅值 $Y_{em}(f)$ 。

3.根据权利要求2所述的大型超重力旋转机械结构的微振动测量校准方法,其特征在于:所述的第一加速度传感器、第二加速度传感器和第三加速度传感器均为多个,即L型板的竖直部分上连接有三排加速度传感器, $Y_{\text{实}1}(f)$ 为多个位于同一高度的第一加速度传感器实时记录的频域信号的平均值, $Y_{\text{实}2}(f)$ 为多个位于同一高度的第二加速度传感器实时记录的频域信号的平均值, $Y_{\text{实}3}(f)$ 为多个位于同一高度的第三加速度传感器实时记录的频域信号的平均值。

4.根据权利要求1所述的大型超重力旋转机械结构的微振动测量校准方法,其特征在于:所述的 $c(x, \dot{x}, y, \dot{y})$ 由下式(6)计算得到:

$$c(x, \dot{x}, y, \dot{y}) = c_0 + c_1 \dot{x}(t) + c_2 \dot{y}(t) \quad (6);$$

式(6)中, c_0 表示线性阻尼系数,取值为1~10, c_1 和 c_2 是非线性阻尼系数,取值范围都为0.1~10。

5.根据权利要求1所述的大型超重力旋转机械结构的微振动测量校准方法,其特征在于:所述的待校准加速度传感器为IEPE加速度传感器。

大型超重力旋转机械结构的微振动测量校准方法

技术领域

[0001] 本发明涉及超重力离心技术领域,具体是一种大型超重力旋转机械结构的微振动测量校准方法。

背景技术

[0002] 目前,大型超重力旋转机械结构在高速旋转的过程中会产生微振动,主要原因是机械在试验端和配重端无法做到完全的平衡,随着转速的不断增大,不平衡力会越来越大,振动也会越来越大,大型超重力旋转机械结构的机械部件在长时间的运行过程中会出现磨损和老化,导致配合间隙增大或者表面粗糙度增加,引起微振动,这种微振动为机械振动。同时由于大型超重力旋转机械结构电磁力的不均匀分布或电磁干扰,也可能引起转子和定子之间的微振动,这种微振动是电磁干扰引起的振动。

[0003] 在大型超重力旋转机械结构旋转过程引起的微振动会对两侧吊篮内的一些精密试验操作(如超重力下显微镜操作)或者传感器的测量有着很大的影响。目前,超重力环境下,由于微振动本身产生的加速度对电阻式、电容式、压阻式mems加速度传感器有着很大的影响,且无法直接判别出微振动主要是由于电磁干扰引起的还是机械振动。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种大型超重力旋转机械结构的微振动测量校准方法,可对大型超重力旋转机械结构吊篮内定位于不同高度的加速度传感器进行测量校准,提高超重力环境下,加速度传感器测量数据的准确性。

[0005] 本发明的技术方案为:

[0006] 大型超重力旋转机械结构的微振动测量校准方法,具体包括有以下步骤:

[0007] (1)、首先在大型超重力旋转机械结构的吊篮中设置位于不同水平高度的加速度传感器,然后启动大型超重力旋转机械结构旋转,不同水平高度的加速度传感器实时采集频域幅值信号,由于不同水平高度的加速度传感器采集的频域幅值信号由电磁干扰和机械振动引起,不同水平高度的加速度传感器受到电磁干扰引起的频域幅值变化相等,不同水平高度的加速度传感器受到机械振动引起的频域幅值变化的比值等于高度平方的比值,由此建立方程,求解得到电磁干扰引起的频域幅值 $Y_{em}(f)$;

[0008] (2)、构建大型超重力旋转机械结构的振动方程模型,具体见下式

[0009] (3),根据式(3)求解得到水平方向的真实加速度 $\ddot{x}(t)$ 和垂直方向的真实加速度 $\ddot{y}(t)$;

$$[0010] \quad \begin{cases} m\ddot{x}(t) + c(x, \dot{x}, y, \dot{y})\dot{x}(t) + kx(t) + k_{xy}y(t) = m_u\omega^2 L\cos(\omega t) + me\omega^2\cos(\omega t) + Y_{em}(t) \\ m\ddot{y}(t) + c(x, \dot{x}, y, \dot{y})\dot{y}(t) + ky(t) + k_{yx}x(t) = mg + me\omega^2\cos(\omega t) + Y_{em}(t) \end{cases} \quad (3);$$

[0011] 式(3)中, m 表示大型超重力旋转机械结构吊篮内配重块的质量; $\dot{x}(t)$ 表示水平方

向的真实速度,由 $\ddot{x}(t)$ 求导得到; $\dot{y}(t)$ 表示垂直方向的真实速度,由 $\ddot{y}(t)$ 求导得到; $x(t)$ 表示水平方向的真实位移,由 $\dot{x}(t)$ 求导得到; $y(t)$ 表示垂直方向的真实位移,由 $\dot{y}(t)$ 求导得到; $c(x, \dot{x}, y, \dot{y})$ 表示大型超重力旋转机械结构的综合阻尼系数; k 表示大型超重力旋转机械结构的刚度,取值为 $10^7 \sim 10^9$; k_{xy} 表示水平方向的耦合刚度系数,即 y 方向对 x 方向的耦合作用,取值为 $10^6 \sim 10^7$; k_{yx} 表示垂直方向的耦合刚度系数,即 x 方向对 y 方向的耦合作用,取值为 $10^6 \sim 10^7$; m_u 表示不平衡重量,取值为 $0 \sim 10$ 吨; ω 表示大型超重力旋转机械结构的旋转角速度; L 表示大型超重力旋转机械结构的转臂长度; e 表示大型超重力旋转机械结构的转轴偏心距; g 表示重力加速度; $Y_{em}(t)$ 表示电磁干扰引起的时域信号,由电磁干扰引起的频域幅值 $Y_{em}(f)$ 转换得到;

[0012] (3)、在大型超重力旋转机械结构的吊篮内放置模型箱,模型箱的高度为 H ,模型箱内底面处的加速度为 $\alpha_{底}$, $\alpha_{底}$ 包括有水平方向的真实加速度 $\ddot{x}(t)$ 和垂直方向的真实加速度 $\ddot{y}(t)$,构建校正方程求解模型箱内任意高度 z 处的加速度为 $\alpha(z)$,具体见下式(4):

$$[0013] \quad \alpha(z) = \left(\frac{H}{H-z} \right)^n \alpha_{底} \quad (4);$$

[0014] 式(4)中, n 为微振动随着高度变化的衰减指数,取值为1或2;

[0015] (4)、大型超重力旋转机械结构吊篮内待校准加速度传感器的测量值为 $P_{测}(z, t)$,构建传感器校准方程求解待校准加速度传感器的真实值 $P_{真}(z, t)$,具体见下式(5):

$$[0016] \quad P_{测}(z, t) = P_{真}(z, t) + \rho \alpha(z) \quad (5);$$

[0017] 式(5)中, ρ 为修正系数,反映了待校准加速度传感器对微振动的敏感度,取值为 $0.5 \sim 1$ 。

[0018] 所述的电磁干扰引起的频域幅值 $Y_{em}(f)$ 的求解过程为:首先在大型超重力旋转机械结构的吊篮内设置配重块,配重块的顶面上连接L型板,L型板的竖直部分上连接有三个位于不同水平高度的加速度传感器,三个加速度传感器分别为邻近L型板竖直部分底端的第一加速度传感器、邻近L型板竖直部分顶端的第三加速度传感器和位于第一加速度传感器和第三加速度传感器之间的第二加速度传感器,第一加速度传感器距离配重块顶面的垂直距离为 L_1 ,第二加速度传感器距离配重块顶面的垂直距离为 L_2 ,第三加速度传感器距离配重块顶面的垂直距离为 L_3 ,然后将大型超重力旋转机械结构进行旋转,第一加速度传感器、第二加速度传感器和第三加速度传感器实时记录频域信号,设定第一加速度传感器、第二加速度传感器、第三加速度传感器受到电磁干扰的频域幅值均为 $Y_{em}(f)$ 、受到机械振动的频域幅值分别为 $Y_1(f)$ 、 $Y_2(f)$ 和 $Y_3(f)$,然后建立方程,具体见下式(1):

$$[0019] \quad \begin{cases} Y_{实1}(f) = Y_1(f) + Y_{em}(f) \\ Y_{实2}(f) = Y_2(f) + Y_{em}(f) \\ Y_{实3}(f) = Y_3(f) + Y_{em}(f) \end{cases} \quad (1);$$

[0020] 式(1)中, $Y_{实1}(f)$ 、 $Y_{实2}(f)$ 和 $Y_{实3}(f)$ 分别为第一加速度传感器、第二加速度传感器和第三加速度传感器实时记录的频域信号,不同高度的加速度传感器受到机械振动的频域幅值 $Y_1(f)$ 、 $Y_2(f)$ 、 $Y_3(f)$ 满足下式(2);

$$[0021] \quad \begin{cases} Y_1(f) = \beta L_1^2 \\ Y_2(f) = \beta L_2^2 \\ Y_3(f) = \beta L_3^2 \end{cases} \quad (2);$$

[0022] 式(2)中, β 为待求解的振动常数;

[0023] 然后将式(2)带入式(1),求解得到振动常数 β 和电磁干扰的频域幅值 $Y_{em}(f)$ 。

[0024] 所述的第一加速度传感器、第二加速度传感器和第三加速度传感器均为多个,即L型板的竖直部分上连接有三排加速度传感器, $Y_{实1}(f)$ 为多个位于同一高度的第一加速度传感器实时记录的频域信号的平均值, $Y_{实2}(f)$ 为多个位于同一高度的第二加速度传感器实时记录的频域信号的平均值, $Y_{实3}(f)$ 为多个位于同一高度的第三加速度传感器实时记录的频域信号的平均值。

[0025] 所述的 $c(x, \dot{x}, y, \dot{y})$ 由下式(6)计算得到:

$$[0026] \quad c(x, \dot{x}, y, \dot{y}) = c_0 + c_1 \dot{x}(t) + c_2 \dot{y}(t) \quad (6);$$

[0027] 式(6)中, f_0 表示线性阻尼系数,取值为1~10, c_1 和 c_2 是非线性阻尼系数,取值范围都为0.1~10。

[0028] 所述的待校准加速度传感器为IEPE加速度传感器。

[0029] 本发明的优点:

[0030] (1)、对于机械振动,随着大型超重力旋转机械结构吊篮内加速度传感器定位水平高度的增加,振动幅度会放大;而电磁干扰引起的振动则对不同水平高度的加速度传感器,响应幅度基本相同,因为电磁干扰是环境中的干扰信号,对不同位置的加速度传感器影响相同,基于上述原理,建立方程,求解得到电磁干扰的频域幅值和受到机械振动的频域幅值,获知得到主要引起微振动的原因。

[0031] (2)、本发明根据大型超重力旋转机械结构转臂模态的不同,构建振动方程模型,求解微振动下的真实加速度,便于对不同高度微振动下的真实加速度进行校正,并最终建立传感器校准方程,实现加速度传感器测量值的校准,从而消除振动对实验测量的干扰,确保加速度传感器读数的准确性。

附图说明

[0032] 图1是本发明L型板连接于配重块上的结构示意图。

[0033] 图2是本发明L型板上不同高度加速度传感器的结构示意图。

[0034] 图3是本发明配重块置于大型超重力旋转机械结构吊篮内的结构示意图。

[0035] 附图标记:1-吊篮,2-配重块,3-L型板,4-第一加速度传感器,5-第二加速度传感器,6-第三加速度传感器。

具体实施方式

[0036] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0037] 大型超重力旋转机械结构的微振动测量校准方法,具体包括有以下步骤:

[0038] (1)、见图1-图3,首先在大型超重力旋转机械结的吊篮1内设置配重块2,采用螺栓在配重块2的顶面上连接L型板3,L型板3的竖直部分上连接有三排位于不同水平高度的加速度传感器,三排加速度传感器分别为邻近L型板3竖直部分底端的一排第一加速度传感器4、邻近L型板3竖直部分顶端的一排第三加速度传感器6和位于一排第一加速度传感器4和一排第三加速度传感器6之间的一排第二加速度传感器5,每排加速度传感器均包括有四个加速度传感器,第一加速度传感器4距离配重块2顶面的垂直距离为 L_1 ,第二加速度传感器5距离配重块2顶面的垂直距离为 L_2 ,第三加速度传感器6距离配重块2顶面的垂直距离为 L_3 ,然后将大型超重力旋转机械结构进行旋转,第一加速度传感器4、第二加速度传感器5和第三加速度传感器6实时记录频域信号,设定第一加速度传感器4、第二加速度传感器5、第三加速度传感器6受到电磁干扰的频域幅值均为 $Y_{em}(f)$ 、受到机械振动的频域幅值分别为 $Y_1(f)$ 、 $Y_2(f)$ 和 $Y_3(f)$,然后建立方程,具体见下式(1):

$$[0039] \quad \begin{cases} Y_{\text{实}1}(f) = Y_1(f) + Y_{em}(f) \\ Y_{\text{实}2}(f) = Y_2(f) + Y_{em}(f) \\ Y_{\text{实}3}(f) = Y_3(f) + Y_{em}(f) \end{cases} \quad (1);$$

[0040] 式(1)中, $Y_{\text{实}1}(f)$ 、 $Y_{\text{实}2}(f)$ 和 $Y_{\text{实}3}(f)$ 分别为第一加速度传感器4、第二加速度传感器5和第三加速度传感器6实时记录的频域信号; $Y_{\text{实}1}(f)$ 为四个位于同一高度的第一加速度传感器4实时记录的频域信号的平均值, $Y_{\text{实}2}(f)$ 为四个位于同一高度的第二加速度传感器5实时记录的频域信号的平均值, $Y_{\text{实}3}(f)$ 为四个位于同一高度的第三加速度传感器6实时记录的频域信号的平均值,满足下式(2):

$$[0041] \quad \begin{cases} Y_1(f) = \beta L_1^2 \\ Y_2(f) = \beta L_2^2 \\ Y_3(f) = \beta L_3^2 \end{cases} \quad (2);$$

[0042] 式(2)中, β 为待求解的振动常数;

[0043] 然后将式(2)带入式(1),求解得到振动常数 β 和电磁干扰的频域幅值 $Y_{em}(f)$

[0044] (2)、构建大型超重力旋转机械结构的振动方程模型,具体见下式

[0045] (3),根据式(3)求解得到水平方向的真实加速度 $\ddot{x}(t)$ 和垂直方向的真实加速度 $\ddot{y}(t)$;

$$[0046] \quad \begin{cases} m\ddot{x}(t) + c(x, \dot{x}, y, \dot{y})\dot{x}(t) + kx(t) + k_{xy}y(t) = m_u\omega^2 L \cos(\omega t) + me\omega^2 \cos(\omega t) + Y_{em}(t) \\ m\ddot{y}(t) + c(x, \dot{x}, y, \dot{y})\dot{y}(t) + ky(t) + k_{yx}x(t) = mg + me\omega^2 \cos(\omega t) + Y_{em}(t) \end{cases} \quad (3);$$

[0047] 式(3)中, m 表示大型超重力旋转机械结构吊篮内配重块的质量; $\dot{x}(t)$ 表示水平方向的真实速度,由 $\ddot{x}(t)$ 求导得到; $\dot{y}(t)$ 表示垂直方向的真实速度,由 $\ddot{y}(t)$ 求导得到; $x(t)$ 表示水平方向的真实位移,由 $\dot{x}(t)$ 求导得到; $y(t)$ 表示垂直方向的真实位移,由 $\dot{y}(t)$ 求导得到; k 表示大型超重力旋转机械结构的刚度,取值为 $10^7 \sim 10^9$; k_{xy} 表示水平方向的耦合刚度

系数,即y方向对x方向的耦合作用,取值为 $10^6 \sim 10^7$; k_{yx} 表示垂直方向的耦合刚度系数,即x方向对y方向的耦合作用,取值为 $10^6 \sim 10^7$; m_u 表示不平衡重量,取值为 $0 \sim 10$ 吨; ω 表示大型超重力旋转机械结构的旋转角速度; L 表示大型超重力旋转机械结构的转臂长度; e 表示大型超重力旋转机械结构的转轴偏心距; g 表示重力加速度; $Y_{em}(t)$ 表示电磁干扰引起的时域信号,由电磁干扰引起的频域幅值 $Y_{em}(f)$ 转换得到; $c(x, \dot{x}, y, \dot{y})$ 表示大型超重力旋转机械结构的综合阻尼系数,由下式(6)计算得到:

$$[0048] \quad c(x, \dot{x}, y, \dot{y}) = c_0 + c_1 \dot{x}(t) + c_2 \dot{y}(t) \quad (6);$$

[0049] 式(6)中, c_0 表示线性阻尼系数,取值为 $1 \sim 10$, c_1 和 c_2 是非线性阻尼系数,取值范围都为 $0.1 \sim 10$;

[0050] (3)、在大型超重力旋转机械结构的吊篮内放置模型箱,模型箱的高度为 H ,模型箱内底面处的加速度为 $\alpha_{底}$, $\alpha_{底}$ 包括有水平方向的真实加速度 $\ddot{x}(t)$ 和垂直方向的真实加速度 $\ddot{y}(t)$,构建校正方程求解模型箱内任意高度 z 处的加速度为 $\alpha(z)$,具体见下式(4):

$$[0051] \quad \alpha(z) = \left(\frac{H}{H-z} \right)^n \alpha_{底} \quad (4);$$

[0052] 式(4)中, n 为微振动随着高度变化的衰减指数,取值为1或2;

[0053] (4)、大型超重力旋转机械结构吊篮内待校准加速度传感器(电阻式、电容式或压阻式)的测量值为 $P_{测}(z, t)$,构建传感器校准方程求解待校准加速度传感器的真实值 $P_{真}(z, t)$,具体见下式(5):

$$[0054] \quad P_{测}(z, t) = P_{真}(z, t) + \rho \alpha(z) \quad (5);$$

[0055] 式(5)中, ρ 为修正系数,反映了待校准加速度传感器对微振动的敏感度,取值为 $0.5 \sim 1$ 。

[0056] 实施例

[0057] 在大型超重力旋转机械结构(超重力离心机)的离心范围 $150g$ 的情况下, L 型板第一加速度传感器距离配重块顶面的垂直距离 $L_1 = 5cm$,第二加速度传感器距离配重块顶面的垂直距离 $L_2 = 10cm$,第三加速度传感器距离配重块顶面的垂直距离 $L_3 = 15cm$,实时测得的 $Y_{实1}(f)$ 大致为 $0.07g$, $Y_{实2}(f)$ 大致为 $0.22g$, $Y_{实3}(f)$ 大致为 $0.47g$;

$$[0058] \quad \text{由式(1)和式(2)得到:} \begin{cases} 0.07 = \beta \times 25 + Y_{em}(f) \\ 0.22 = \beta \times 100 + Y_{em}(f) \\ 0.47 = \beta \times 225 + Y_{em}(f) \end{cases}; \text{从而求解出} \beta = 0.002,$$

$Y_{em}(f) = 0.02$,即电磁干扰的频域幅值为 0.02 ,不同高度受到机械振动的频域幅值分别为 0.05 、 0.2 、 0.45 ,即机械振动的影响大、电磁干扰小。

[0059] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

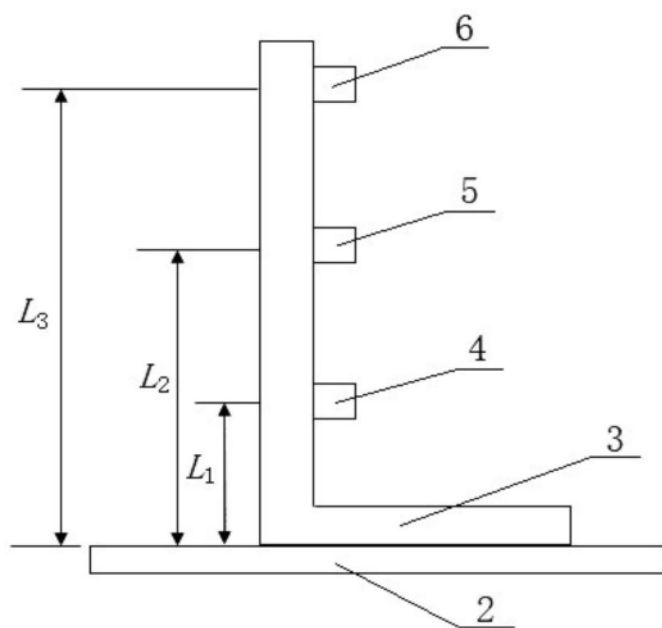


图1

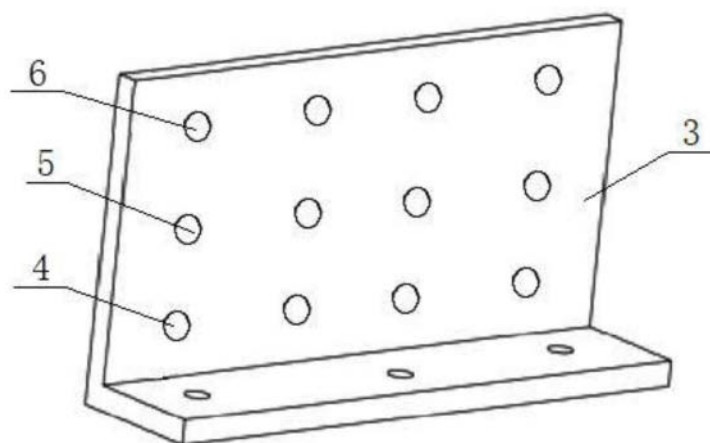


图2

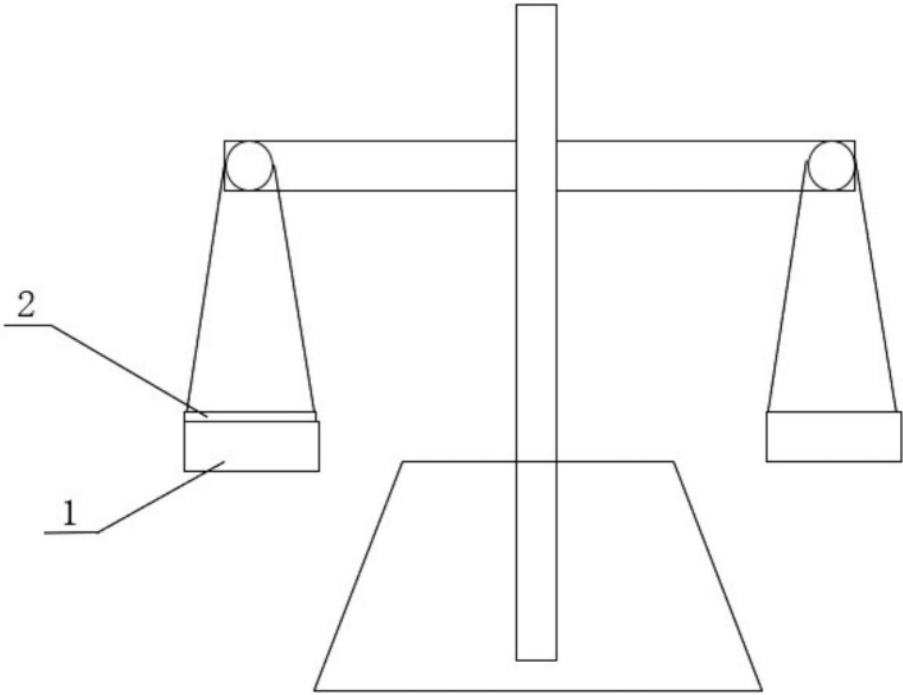


图3