



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103091192 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 08

(21) 申请号 201310020429. 2

(22) 申请日 2013. 01. 21

(71) 申请人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路 15 号

(72) 发明人 邵亚琪 郇勇 代玉静 彭光健
张泰华

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11390

代理人 胡剑辉

(51) Int. Cl.

G01N 3/62(2006. 01)

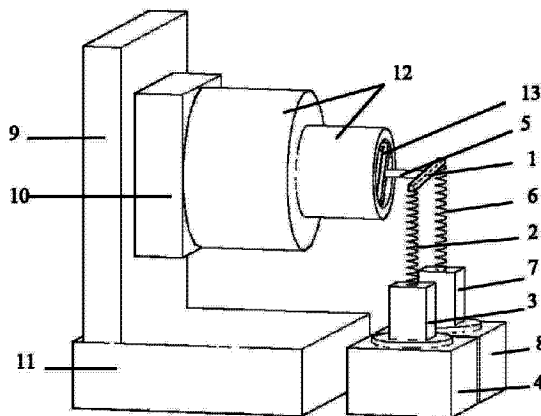
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种电磁式微扭矩材料试验机的校准装置和方法

(57) 摘要

本发明公开了一种电磁式微扭矩材料试验机的校准装置和方法,校准装置包括:横梁,架设在扭转轴上;第一弹簧,一端设置在所述横梁的一端,所述第一弹簧的另一端悬挂有第一重物;第二弹簧,一端设置在所述横梁的另一端,所述第二弹簧的另一端悬挂有第二重物;第一电子天平,托住所述第一重物;第二电子天平,托住所述第二重物。本发明通过在扭转轴上架设横梁,并在横梁两侧设置弹簧,弹簧上悬挂重物,并通过电子天平来测量重物在扭转轴扭转过程中的受力,进而转换为待测扭矩,从而能够对扭矩量程范围在 10^{-6}Nm 到 10^{-2}Nm 的扭矩进行校准,进而得到了该材料试验机的灵敏度、线性度、量程、分辨力等静态特性指标,并且对微扭矩计量的核心单元——磁缸的磁场均匀性进行了检测。



1. 一种电磁式微扭矩材料试验机的校准装置,其特征在于,包括:
横梁,架设在扭转轴上;
第一弹簧,一端设置在所述横梁的一端,所述第一弹簧的另一端悬挂有第一重物;
第二弹簧,一端设置在所述横梁的另一端,所述第二弹簧的另一端悬挂有第二重物;
第一电子天平,托住所述第一重物;
第二电子天平,托住所述第二重物。
2. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述扭转轴与所述横梁相垂直,并位于所述衡量的中间部位。
3. 一种电磁式微扭矩材料试验机的校准方法,包括如下步骤:
 - 1) 在扭转轴上设置一根横梁,并在横梁的两侧设置两根弹簧;
 - 2) 在两根弹簧下面分别悬挂一个重物;
 - 3) 在每个重物下面设置一个电子天平,用于将所述重物托住;
 - 4) 所述横梁将扭转轴输出的扭矩转换为横梁两侧的力,然后利用电子天平测量重物的重量,进而反转成待测扭矩。
4. 如权利要求 3 所述的方法,其特征在于,所述扭转轴与所述横梁相垂直,并位于所述横梁的中间部位。

一种电磁式微扭矩材料试验机的校准装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及扭转材料试验机的校准技术,特别适用于电磁式微扭矩材料试验机的校准装置和方法。

背景技术

[0002] 扭转材料试验机在研制过程中首先要进行校准,这样才能精确测量出所需的材料参数。传统的扭转材料试验机一般量程在 10^0Nm 以上,适合宏观尺度材料的扭转性能测试。对这类试验机,目前常用的扭矩校准仪采用的是杠杆-砝码式校准方法,实现 10^0Nm 至 10^3Nm 范围的校准,最小量程只能达到 10^{-1}Nm 。

[0003] 针对微尺度材料的扭转性能测试,对应的扭矩往往在 10^{-2}Nm 以下,仪器研制难度大,目前可用的测试仪器很少,因此对应的校准方法也相对缺乏。其中,电磁式微扭矩材料试验机是基于电磁原理研制的一种新型高分辨力的微扭矩材料试验机。

[0004] 对于电磁式微扭矩材料试验机来说,传统的扭转试验机使用的杠杆-砝码式校准方法不适用,首先,如果使用杠杆-砝码式校准方法则需要精度高的砝码,而目前最高精度的砝码为 1mg ,且对环境要求极高,并不能实际用在校准装置中;第二,传统的杠杆-砝码式校准方法中扭转传感器本身没有驱动,而是通过加载砝码施加扭矩,扭转传感器发生扭转变形从而进行扭矩校准,而电磁式微扭矩材料试验机采用电磁驱动兼扭矩计量原理,电磁线圈本身既可施加扭矩也可计量扭矩,基本原理并不相同,传统校准方法也不再适用。因而需要研制出新的适合于电磁式微扭矩材料试验机的校准装置及方法。

发明内容

[0005] 针对现有技术存在的问题,本发明的目的在于提供一种电磁式微扭矩材料试验机的校准装置,适用于扭矩量程范围在 10^{-6}Nm 到 10^{-2}Nm 的微扭矩校准,从而获得了灵敏度、线性度、量程、分辨力等静态特性指标,并且对微扭矩计量的核心单元——磁缸的磁场均匀性进行了检测。

[0006] 本发明的电磁式微扭矩材料试验机的校准装置包括:

[0007] 横梁,架设在扭转轴上;

[0008] 第一弹簧,一端设置在所述横梁的一端,所述第一弹簧的另一端悬挂有第一重物;

[0009] 第二弹簧,一端设置在所述横梁的另一端,所述第二弹簧的另一端悬挂有第二重物;

[0010] 第一电子天平,托住所述第一重物;

[0011] 第二电子天平,托住所述第二重物。

[0012] 优选地,所述扭转轴与所述横梁相垂直,并位于所述横梁的中间部位。

[0013] 本发明的一种电磁式微扭矩材料试验机的校准方法包括如下步骤:

[0014] 1) 在扭转轴上设置一根横梁,并在横梁的两侧设置两根弹簧;

[0015] 2) 在两根弹簧下面分别悬挂一个重物；

[0016] 3) 在每个重物下面设置一个电子天平,用于将所述重物托住；

[0017] 4) 所述横梁将扭转轴输出的扭矩转换为横梁两侧的力,然后利用电子天平测量重物的重量,进而反转成待测扭矩。

[0018] 优选地,所述扭转轴与所述横梁相垂直,并位于所述横梁的中间部位。

[0019] 本发明通过在扭转轴上架设横梁,并在横梁两侧设置弹簧,弹簧上悬挂重物,并通过电子天平来测量重物在扭转轴扭转过程中的受力,进而转换为待测扭矩,从而能够对扭矩量程范围在 10^{-6}Nm 到 10^{-2}Nm 的扭矩进行校准。

[0020] 另外,本发明利用所述的校准装置获得了该微扭矩材料试验机的扭矩灵敏度、线性度、量程、分辨力等静态特性指标,并且对微扭矩计量的核心单元——磁缸的磁场均匀性进行了检测。

附图说明

[0021] 图 1 为本发明原理示意图；

[0022] 图 2 为本发明应用的结构示意图。

具体实施方式

[0023] 如图 1 所示,1 为横梁,2 为第一轻质弹簧,3 为第一重物,4 为第一电子天平,5 为中心轴,6 为第二轻质弹簧,7 为第二重物,8 为第二电子天平。其中,中心轴 5 与电磁线圈相连且与电磁线圈同轴,第一重物 3 与第二重物 4 的重量应大于最大扭矩 T 对应的拉力 F_1 。

[0024] 当电磁线圈两端施加电压 U 时,在线圈中会产生电流 I (其中 $I=U/R$, R 为电磁线圈电阻),中心轴 5 会输出电磁扭矩 T ,此电磁扭矩 T 的大小与电流 I 成正比。在中心轴 5 上安装横梁 1,横梁 1 与中心轴 5 垂直,且中心轴 5 位于横梁 1 的中间部位。在横梁 1 两侧分别固定第一轻质弹簧 2 和第二轻质弹簧 6。

[0025] 当线圈中没有电流通过时,中心轴 5 没有扭矩输出,位于第一重物 3 下部并托住第一重物 3 的第一电子天平 4 和位于第二重物 7 下部并托住第二重物 7 的第二电子天平 8 处于平衡状态,第一轻质弹簧 2 和第二轻质弹簧 6 处于自由状态。

[0026] 此时第一电子天平 4 和第二电子天平 8 的示数分别为第一重物 3 和第二重物 7 的实际质量。当中心轴 5 输出如图 1 所示的电磁扭矩 T 时,第一轻质弹簧 2 和第二轻质弹簧 6 分别受到拉力 F_1 和压力 F_2 的作用,其中 $F_1=F_2=T/L$, L 为中心轴 5 到两轻质弹簧中心的距离。

[0027] 第一轻质弹簧 2 产生对第一重物 3 的拉力 F_1 ,此时第一电子天平 4 示数应为第一重物 3 与附加压力所对应质量之差,因而 F_1 可以用电子天平的变化量 Δm_1 与当地重力加速度 g 之积表示,即 $F_1=\Delta m_1g$ 。类似的,第二轻质弹簧 6 产生对第二重物 7 的压力 F_2 ,此时第二电子天平 8 示数应为第二重物 7 与附加压力所对应质量之和, F_2 可以用电子天平的变化量 Δm_2 与当地重力加速度 g 之积表示,即 $F_2=\Delta m_2g$ 。

[0028] 由于第一轻质弹簧 2 和第二轻质弹簧 6 完全相同,第一重物 3 与第二重物 7 质量相同,第一电子天平 4 示数与第二电子平台 8 示数相同,因而第一电子天平 4 与第二电子天平 8 的变化量 $\Delta m_1=\Delta m_2=\Delta m$,故在忽略弯曲小变形的情况下,电磁线圈输出的电磁扭矩 $T=F_1$ 。

$L=F_p, L=\Delta mg, L。$

[0029] 因而,可以通过测量电磁线圈的输入电压和电子天平的示数变化,转换得到线圈输入电流与输出扭矩之间的关系。

[0030] 下面以一个具体实施案例来阐述,本发明的电磁式微扭矩材料试验机校准装置三维设计图如图 2 所示,包括:机架立板 9,二维平移旋转台 10,机架底座 11,电磁式微扭矩材料试验机主体 12,线圈 13,中心轴 5,对称横梁 1,第一轻质弹簧 2,第二轻质弹簧 6,第一重物 3,第二重物 7,第一电子天平 4,第二电子天平 8。

[0031] 其中,为保证整体的水平性,提高测试精度,机架底座 11、第二电子天平 8 及第一电子天平 4 都放在固定的水平台上。

[0032] 机架立板 9 与机架底座 11 固定在一起,二维平移旋转台 10 安装在机架立板 9 上,电磁式微扭矩材料试验机主体 12 固定在二维平移旋转台 10 上,由于二维平移旋转台 10 可以在竖直平面内平动和转动,这样试验机主体 12 就可以在竖直平面内自由调节,为整个校准装置的位置调节提供了便利。

[0033] 线圈 13 是电磁式微扭矩材料试验机主体 12 的关键部分,整个试验机的基本原理就是基于通电线圈 13 在均匀磁场中受到力的作用而发生扭转的原理。

[0034] 中心轴 5 固定在线圈 13 的中心位置,横梁 1 固定在中心轴 5 上面,第二轻质弹簧 6 及第一轻质弹簧 2 上端分别固定在横梁 1 的两端,下端分别与第二重物 7 及第一重物 3 固定,第二重物 7 与第一重物 3 分别放在第二电子天平 8 和第一电子天平 4 上。

[0035] 具体校准方法如下,首先按照三维设计图搭建微扭矩校准装置,调节二维平移旋转台 10,使第二轻质弹簧 6 及第一轻质弹簧 2 处于自由状态,即使电子天平示数为重物的实际质量。用信号发生器产生一斜波电压信号,经过功率放大器放大成可以驱动电磁线圈的电压 U ,将此驱动电压 U 施加到线圈 13 上,则在线圈 13 中会产生电流 I ,电流 I 为电压 U 与线圈 13 的电阻 R 的比值。

[0036] 根据电磁原理,当线圈中通过电流 I 时,线圈 13 将产生一个扭矩 $T, T \propto I$ 。根据上述校准的基本原理,此扭矩 T 的大小即为 $T=Dm \cdot g \cdot L$ 。用数据采集卡同步采集线圈 13 的输入电压和两个电子天平的信号保存至同一个文件。

[0037] 在本发明中,数据采集卡可以采用 16Bits 数据采集卡,用 LabVIEW 编制数据采集系统,电子天平采用赛多利斯 BT125D,可读性可达 0.01mg。这样,本发明就能够对扭矩量程范围在 10^{-6}Nm 到 10^{-2}Nm 的扭矩进行校准。

[0038] 本发明利用所述校准装置得到了电磁式微扭矩材料试验机的扭矩灵敏度、线性度、量程、分辨力等静态特性指标,并且对微扭矩计量的核心单元——磁缸的磁场均匀性进行了检测。具体的实施方式如下:

[0039] 1) 获得电磁式微扭矩材料试验机的扭矩灵敏度。利用所述校准装置,将数据采集卡采集到的电压-天平信号转换成电流-扭矩数据,将该数据绘成曲线图并进行线性拟合,由灵敏度的定义,拟合直线的斜率即为其灵敏度 $S=\Delta T/\Delta I$ 。

[0040] 2) 获得电磁式微扭矩材料试验机的扭矩量程。扭矩为电流与灵敏度之积,线圈中最大电流对应扭矩量程。但在线圈中通入电流时,随着电流的增加,线圈发热量也增加,微扭矩传感器的线性度则会降低。在保证电磁式微扭矩传感器足够高线性度的情况下,线圈中通入最大电流时对应的扭矩即为该传感器的量程。

[0041] 3) 获得电磁式微扭矩材料试验机的扭矩线性度。上述 1) 获得灵敏度时所得的电流 - 扭矩数据曲线与拟合直线与之间的最大偏差与扭矩量程的比值的百分数即为其线性度。

[0042] 4) 获得电磁式微扭矩材料试验机的扭矩分辨力。扭矩的分辨力通常用量程与信号采集卡分辨率之比表示, 这里对于 16Bits 数据采集卡, 最小分辨力 = 量程 / 2^{16} 。

[0043] 5) 检测磁缸的磁场均匀性。检测磁缸均匀性时, 将所述校准装置的横梁依次旋转不同的角度后与扭转轴固定, 这样校准时线圈即在磁缸的不同位置。每次校准都按照所述校准方法进行, 即可得到线圈在磁场不同位置的扭矩灵敏度, 取这些不同位置灵敏度的平均值作为名义扭矩灵敏度。将不用位置所得扭矩灵敏度与名义扭矩灵敏度的最大误差与名义扭矩灵敏度的比值作为检验磁场均匀性指标。

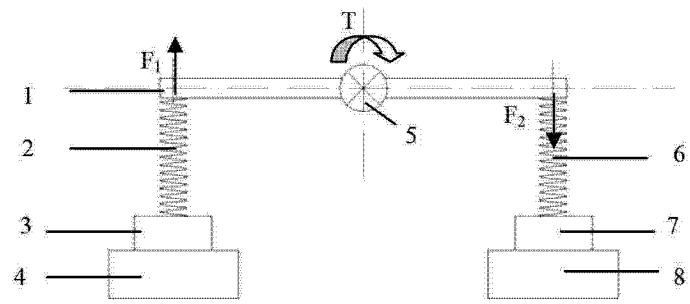


图 1

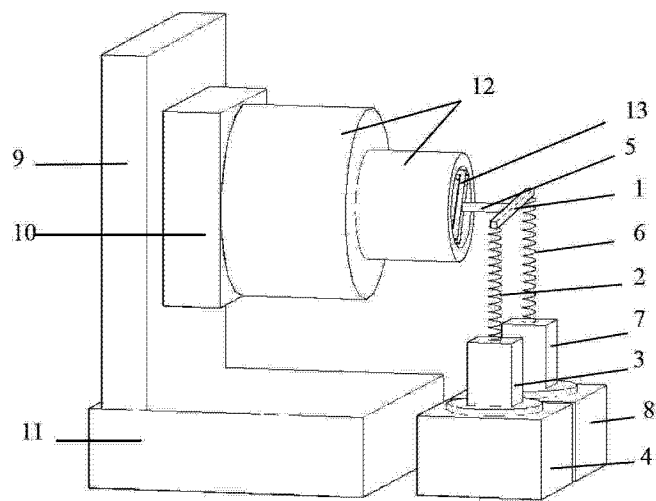


图 2