(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103630098 B
(45)授权公告日 2016.03.09

(21)申请号 201310565740.5

(22)申请日 2013.11.14

(73)专利权人 中国科学院上海光学精密机械研究所
地址 201800 上海市嘉定区 800 － 211 邮政信箱

(72)发明人 范李立 步扬 王向朝

(74)专利代理机构 上海新天专利代理有限公司 31213
代理人 张泽纯

(51)Int.Cl.
G01B 21/02(2006.01)

(56)对比文件
CN 101614538 A,2009.12.30,
CN 102706315 A,2012.10.03,
JP 特开 2005-127805 A,2005.05.19,
KR 2002-0020501 A,2002.03.15,
CN 201155969 Y,2008.11.26,
JP 特开 2001-330430 A,2001.11.30,
何乐等．一种步进扫描投影光刻机承片台不平度检测新技术．《光学学报》.2007,第27卷(第7期),全文．

审查员 张广霞

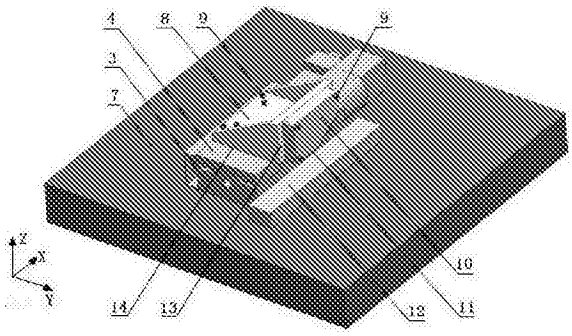
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

直线位移台运动平行度的非接触检测方法

(57)摘要

一种直线位移台运动平行度的非接触检测方法，检测装置包括隔震平台、转接架、螺钉、位移传感器、检测基准块。检测方法包括检测装置安装、测量和数据处理。本发明测量具有分辨率高、精度高、速度快、灵敏度高的特点；对测量环境如洁净度、振动要求相对较低。



CN 103630098 B

1.一种直线位移台运动平行度非接触检测方法，其特征在于检测装置包括隔震平台(7)、转接架(8)、螺钉(9)、位移传感器(10)和检测基准块(12)，该方法的检测步骤如下：

第一步，检测装置安装：将所述的隔震平台(7)水平放置，调整上表面平行于水平面XY面，将待测的直线位移台的基座(3)的下底面直接置于所述的隔震平台(7)上，待测的直线位移台的导轨(1)的运动方向为X轴方向，Z轴垂直于XY水平面，竖直向上为Z轴正方向，所述的检测基准块(12)的下表面置于所述的隔震平台(7)上并与所述的直线位移台的侧面留有一定间隙，避免由于直线位移台运动时产生振动而带来影响，所述的检测基准块(12)的最长边大于待测的直线位移台的全行程且沿X轴方向摆放，调整至检测基准块(12)的上表面平行于水平面XY面，将所述的转接架(8)置于所述的直线位移台的运动滑块(4)上，利用螺钉(9)旋入直线位移台的运动滑块(4)上的连接孔(5)固定；将所述的位移传感器(10)与转接架(8)的一侧面(13)通过螺钉(9)刚性固定，使运动滑块(4)移动到任意位置时，所述的位移传感器(10)的传感面(11)始终处于所述的检测基准块(12)的上表面的上方，使所述的位移传感器(10)的传感面(11)的法线垂直并位于所述的检测基准块(12)的上表面，

所述的直线位移台的运动滑块(4)在电机(6)的驱动下沿导轨(1)的方向移动到测量运动平行度的起点位置，此时令位移传感器(10)的传感面(11)相对于检测基准块(12)的上表面的距离为z_0，在XZ平面内的位移变化量为零；

第二步，测量：待测的直线位移台的电机(6)驱动所述的运动滑块(4)沿导轨(1)在行程范围内连续移动，所述的位移传感器(10)以设定的时间间隔自动记录传感面(11)相对于检测基准块(12)的上表面在XZ平面内的位移量z，生成x1、z1，x2、z2，x3、z3，x4、z4，x5、z5，……，xn、zn，变化量$\triangle z = z - z_0$；

第三步，数据处理：将所述的x1、z1，x2、z2，x3、z3，x4、z4，x5、z5，……，xn、zn导出，利用最小二乘法拟合出一条直线，该直线向上最大偏离与直线向下最大偏离之和，即为所述的直线位移台的运动平行度。

2.根据权利要求1所述的直线位移台运动平行度非接触检测方法，其特征在于 所述的隔震平台(7)的上表面的平面度小于待测直线位移台的运动平行度一个数量级。

3.根据权利要求1所述的直线位移台运动平行度非接触检测方法，其特征在于所述的检测基准块(12)的上表面的平面度要小于待测直线位移台的运动平行度两个数量级。

直线位移台运动平行度的非接触检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种直线位移台运动平行度的非接触检测方法。

背景技术

[0002] 直线位移台是用以带动负载在其运动平面进行直线移动的装置。位移台理想的移动路径为直线，沿运动直线在垂直水平面的偏移量称为运动平行度，运动平行度只能通过机械加工和装调来保证精度，是实现直线位移台高精度的关键。

[0003] 现有检测方式有接触式和非接触式两种。

[0004] 现有接触式检测工具主要是千分表，主要缺点是分辨率和精度低、误差大，易对器件造成损伤，另外不能自动记录数据，需要大量检测时间。

[0005] 现有非接触式检测工具有自准直仪、干涉仪等等。自准直仪是基于自准直原理的高精度角度测量仪器，再通过换算得到位移变化量，检测结果不直观。干涉仪是利用干涉原理测量光程差从而测定有关物理量的光学仪器。二者测量精度较高，但是比较昂贵，多用于长行程位移台的检测，另外对温度、湿度、振动、洁净度等测量环境要求较高。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种直线位移台运动平行度非接触检测方法，该方法应具有测量精度高、操作简单、测量结果直观、成本低廉、对测量环境要求不高的的特点。

[0007] 本发明的被测物为直线位移台，主要包括导轨、丝杠、基座、运动滑块、连接孔、电机。定义 XY 平面为水平面，基座下底面平行于 XY 平面，导轨运动方向为 X 向，Z 向垂直于 XY 平面，直线位移台在工作的过程中基座静止不动，丝杠在电机 6 的驱动下旋转，带动运动滑块沿导轨往返运动，直线位移台理想的移动路径为沿 X 向的直线运动，在 XZ 平面上的最大运动偏移量称为运动平行度，即本发明的被测量。

[0008] 本发明的技术解决方案如下：

[0009] 一种直线位移台运动平行度非接触检测方法，其特点在于检测装置包括隔震平台、转接架、螺钉、位移传感器和检测基准块，该方法的检测步骤如下：

[0010] 第一步，检测装置安装：将所述的隔震平台水平放置，调整上表面平行于水平面 XY 面，将待测的直线位移台的基座的下底面直接置于所述的隔震平台上，待测的直线位移台的导轨的运动方向为 X 轴方向，所述的检测基准块的下表面置于所述的隔震平台上并与所述的直线位移台的侧面留有一定间隙，避免由于直线位移台运动时产生振动而带来影响，所述的检测基准块的最长边大于待测的直线位移台的全行程且沿 X 轴方向摆放，调整至检测基准块的上表面平行于水平面 XY 面，将所述的转接架置于所述的直线位移台的运动滑块上，利用螺钉旋入直线位移台的运动滑块上的连接孔固定；将所述的位移传感器与转接架的一侧面通过螺钉刚性固定，使运动滑块移动到任意位置时，所述的位移传感器的传感面始终处于所述的检测基准块的上表面的上方，使所述的位移传感器的传感面的法线垂直并位于所述的检测基准块的上表面，所述的直线位移台的运动滑块在电机的驱动下沿

导轨的方向移动到测量运动平行度的起点位置，此时令位移传感器的传感面相对于检测基准块的上表面的距离为 z_0，在 XZ 平面内的位移变化量为零；

[0011] 第二步，测量：待测的直线位移台的电机驱动所述的运动滑块沿导轨在行程范围内连续移动，所述的位移传感器以设定的时间间隔自动记录传感面相对于检测基准块的上表面在 XZ 平面内的位移量 z，生成 x1、z1，x2、z2，x3、z3，x4、z4，x5、z5，……，xn、zn，变化量△ z ＝ z － z0，；

[0012] 第三步，数据处理：将所述的 x1、z1，x2、z2，x3、z3，x4、z4，x5、z5，……，xn、zn 导出，利用最小二乘法拟合出一条直线，该直线向上最大偏离（+ △ Z1）与直线向下最大偏离（+ △ Z2）之和，即为所述的直线位移台的运动平行度。

[0013] 所述的隔震平台的上表面的平面度小于待测直线位移台的运动平行度一个数量级。

[0014] 所述的检测基准块的上表面的平面度要小于待测直线位移台的运动平行度两个数量级。

[0015] 本发明的工作原理：通常位移传感器用来测量被测物体的位置、位移等变化，本发明被测基准为平面度远远小于直线位移台运动平行度的检测基准面，故直线位移台运动时位移传感器测量出的相对于检测基准块上表面的在 XZ 平面上的位移变化量即为与位移传感器运动一致的的直线位移台在 XZ 平面上的位移变化量，其最大差值即位移台的运动平行度。

[0016] 本发明的积极效果：

[0017] 高精度位移传感器可以测得纳米级别的位移变化量，可以测量出被测物体位移变化，利用其测量位移传感器相对于理想检测基准块上表面在 XZ 平面上的位移变化量从而反向判断位移台的运动平行度是一种新的非接触测量方式。该测量方法分辨率高、精度高、速度快、灵敏度高；可以连续测量，实时记录测得数据，数据处理后生成曲线，直观明了；对测量环境如洁净度、振动要求相对较低；相比于同精度的干涉仪和自准直仪等，位移传感器成本低廉，有很高的性价比。

附图说明

[0018] 图 1 为本发明待测直线位移台的结构示意图；

[0019] 图 2 为本发明利用位移传感器检测直线位移台的运动平行度的检测方法的结构示意图；

[0020] 图 3 为位移台运动平行度计算方法示意图。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

[0022] 本发明待测直线位移台的结构示意图如图 1 所示，本发明的待测的直线位移台，包括导轨 1、丝杠 2、基座 3、运动滑块 4、连接孔 5、电机 6。定义 XY 平面为水平面，基座 3 下底面平行于 XY 平面，导轨 1 运动方向为 X 方向，Z 轴垂直于 XY 平面，直线位移台在工作的过程中基座 3 静止不动，丝杠 2 在电机 6 的驱动下旋转，带动运动滑块 4 沿导轨 1 往返运动，直线位移台理想的移动路径为沿 X 向的直线运动，在 XZ 平面上的最大运动偏移量称为运动

平行度，即本发明的被测量。

[0023] 如图 2 所示，本发明的检测装置包括隔震平台 7、转接架 8、螺钉 9、位移传感器 10、检测基准块 12。检测装置安装步骤如下：

[0024] 第一步，将隔震平台 7 水平放置，调整至其上表面平行于水平面 XY 面，上表面平面度要至少小于直线位移台的运动平行度一个数量级，以便可以忽略由于上表面不水平及平面度过差而影响放在其上的直线位移台运动平行度。

[0025] 第二步，将直线位移台的基座 3 的下底面直接与的隔震平台 7 的上表面接触，导轨 1 运动方向为 X 向。

[0026] 第三步，将检测基准块 12 的下表面直接与的隔震平台 7 的上表面接触，检测基准块 12 放在直线位移台的侧面且留有一定间隙，避免由于直线位移台运动时产生振动而带来影响，检测基准块 12 的最长边要大于直线位移台的全行程且沿 X 方向摆放，使运动滑块 4 移动到任意位置传感面 11 都在检测基准面 12 的上表面上方，然后调整至检测基准块 12 的上表面平行于水平面 XY 面。这里所述的检测基准块 12 的上表面的平面度要至少小于直线位移台的运动平行度两个数量级，以便可以把检测基准块 12 的上表面看成理想的基准面，忽略由于检测基准块 12 上表面变形过大引入的检测误差。

[0027] 第四步，将转接架 8 的一端面 14 与直线位移台的运动滑块 4 根据连接孔 5 的位置通过螺钉 9 刚性连接。

[0028] 第五步，将位移传感器 10 与转接架 8 的另一端面 13 通过螺钉 9 刚性连接，将位移传感器 10 的传感面 11 朝向检测基准块 12 的上表面，根据检测基准块 12 的上表面是漫反射或者镜面反射调整传感面 11 的朝向。这里所述的转接架 8 的形状和尺寸可根据直线位移台运动滑块 4 上的连接孔 5、直线位移台和检测基准块 12 的间隙、位移传感器 10 的孔位、传感面 11 的工作距离配套设计，但是要具有足够的刚度，以使直线位移台在运动过程中可以带动位移传感器 10 稳定地同步移动，以便可以忽略由于转接架 8 不稳带来的晃动误差。此时可以把位移传感器 10 和直线位移台看成一体，故直线位移台运动时位移传感器 10 测量出的相对于检测基准块 12 上表面的在 XZ 平面上的位移变化量即为与位移传感器 10 运动一致的的直线位移台在 XZ 平面上的位移变化量，其最大差值即位移台的运动平行度。

[0029] 检测和计算过程如下：

[0030] 首先，使直线位移台的运动滑块 4 在电机 6 的驱动下沿导轨 1 的方向移动到需要测量运动平行度的起点位置，此时令位移传感器 10 的传感面 11 相对于检测基准块 12 的上表面在 XZ 平面内的位移变化量为零。

[0031] 然后，直线位移台的电机 6 驱动运动滑块 4 沿导轨 1 在行程范围内连续移动，此时，位移传感器 10 以设定的时间间隔自动记录传感面 11 相对于检测基准块 12 的上表面在 XZ 平面内的位移变化量，并且生成数据文件。

[0032] 最后，将这些离散数据导出利用最小二乘法拟合出一条直线，该直线向上最大偏离 (+△Z1) 与直线向下最大偏离 (+△Z2) 之和，即为直线位移台的运动平行度，如图 3 所示。

[0033] 实验表明，本发明具有测量精度高、操作简单、测量结果直观、成本低廉、对测量环境要求不高的的特点。

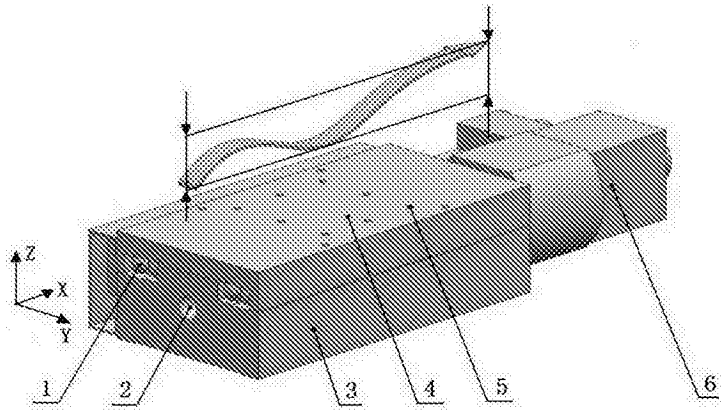


图 1

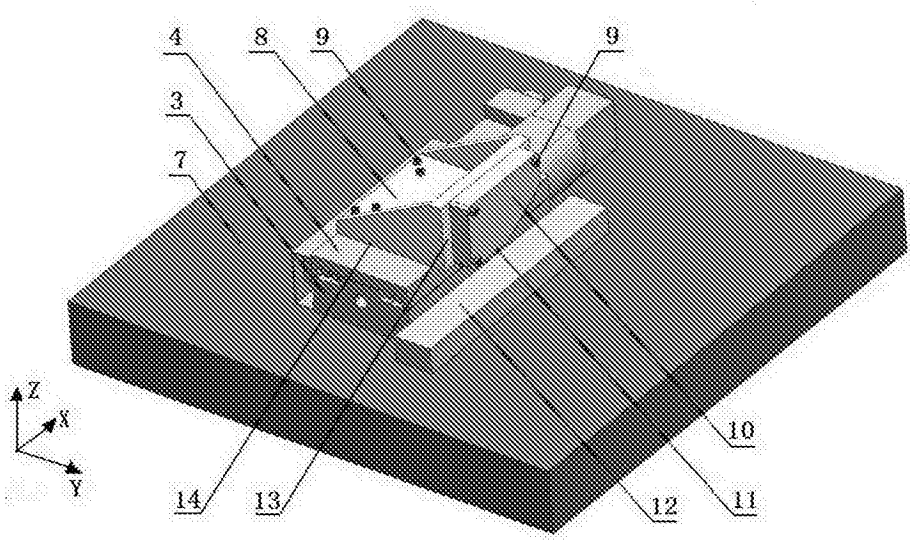


图 2

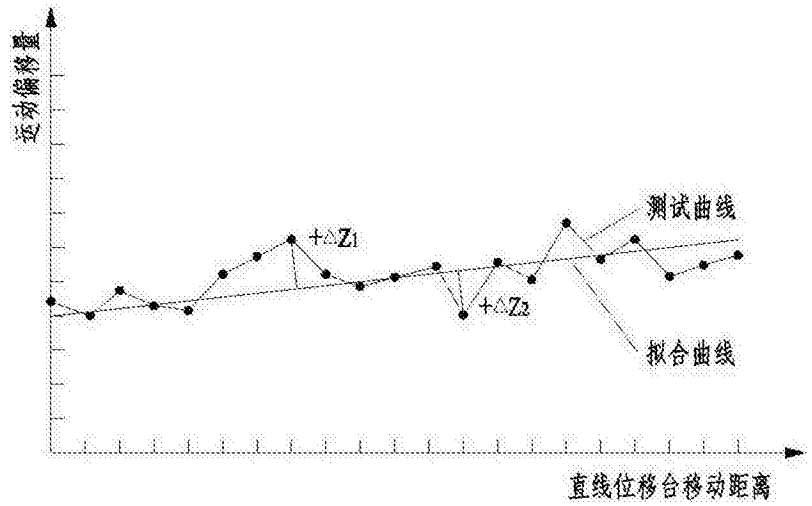


图 3