



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109798883 A

(43)申请公布日 2019.05.24

(21)申请号 201711137788.0

(22)申请日 2017.11.16

(71)申请人 长光华大基因测序设备(长春)有限公司

地址 130033 吉林省长春市经开区营口路
77号孵化基地1号楼

(72)发明人 曹艳波 高慧斌 乔彦峰

(74)专利代理机构 深圳鼎合诚知识产权代理有限公司 44281

代理人 廖金晖 彭家恩

(51)Int.Cl.

G01C 15/12(2006.01)

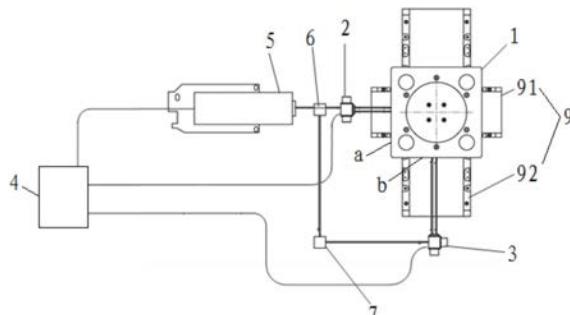
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种高精度二维平移台垂直度检测方法及装置

(57)摘要

本发明公开了一种高精度二维平移台垂直度检测方法及装置,检测方法,包括如下步骤:将具有两个相互垂直的第一测量面和第二测量面的测量物固定安装在二维平移台的滑台上;滑台沿着X轴导轨移动,采集第一测量面的移动距离 x_i 和第二测量面的垂直跳动量 Δy_i ;滑台沿着Y轴导轨移动,采集第二测量面的移动距离 y_i 和第一测量面的水平跳动量 Δx_i ;处理系统根据最小二乘法拟合计算出二维平移台的垂直度 θ_s 。由于二维平移台通过安装具有两个相互垂直的第一测量面和第二测量面的测量物进行非接触式测量,再通过两个测量面的移动距离和跳动量拟合计算出二维平移台的垂直度,从而本检测方法的测量精度高,检测效率也极大提升。



1. 一种高精度二维平移台垂直度检测方法,其特征在于,包括如下步骤:

将具有两个相互垂直的第一测量面和第二测量面的测量物固定安装在二维平移台的滑台上,并且所述测量物的第一测量面法向与二维平移台的X轴导轨平行;

滑台沿着X轴导轨移动,处理系统通过与所述第一测量面相对的第一非接触式传感器采集所述第一测量面的移动距离 x_i ,并通过与所述第二测量面相对的第二非接触式传感器采集所述第二测量面的垂直跳动量 Δy_i ;

滑台沿着Y轴导轨移动,处理系统通过与所述第二测量面相对的第二非接触式传感器采集所述第二测量面的移动距离 y_i ,并通过与所述第一测量面相对的第一非接触式传感器采集所述第一测量面的水平跳动量 Δx_i ;

处理系统通过最小二乘法拟合得到X轴导轨相对测量物运动轨迹的偏差角度 θ_x 和Y轴导轨相对测量物运动轨迹的偏差角度 θ_y ,并计算出二维平移台的垂直度 $\theta_s = \theta_0 + \theta_x - \theta_y$,其中 θ_0 为第一测量面与第二测量面的垂直度。

2. 如权利要求1所述的高精度二维平移台垂直度检测方法,其特征在于,所述测量物通过自准直仪将第一测量面法向调节至与二维平移台的X轴导轨平行。

3. 如权利要求1或2所述的高精度二维平移台垂直度检测方法,其特征在于,所述第一测量面和第二测量面均为平面反射镜,所述第一非接触式传感器和第二非接触式传感器均为平面镜双频位移干涉仪。

4. 如权利要求1或2所述的高精度二维平移台垂直度检测方法,其特征在于,所述第一测量面和第二测量面均上镀有导电膜,所述第一非接触式传感器和第二非接触式传感器均为电容传感器或电压传感器。

5. 一种高精度二维平移台垂直度检测装置,其特征在于,包括:

测量物,其具有两个相互垂直的第一测量面和第二测量面,所述测量物固定安装在二维平移台的滑台上,所述第一测量面法向与二维平移台的X轴导轨平行;

第一非接触式传感器,其感应端面向所述测量物的第一测量面安装;

第二非接触式传感器,其感应端面向所述测量物的第二测量面安装;

处理系统,其与所述第一非接触式传感器和第二非接触式传感器信号连接,用于通过所述第一非接触式传感器采集第一测量面的移动距离 x_i 和水平跳动量 Δx_i ,及通过所述第二非接触式传感器采集第二测量面的移动距离 y_i 和垂直跳动量 Δy_i ,并计算出二维平移台的垂直度。

6. 如权利要求5所述的高精度二维平移台垂直度检测装置,其特征在于,所述第一测量面和第二测量面均为平面反射镜,所述第一非接触式传感器和第二非接触式传感器均为平面镜双频位移干涉仪。

7. 如权利要求6所述的高精度二维平移台垂直度检测装置,其特征在于,还包括激光发生器、分束镜和反射镜;所述激光发生器与处理系统信号连接,所述处理系统控制所述激光发生器发射激光;所述分束镜安装在所述激光发生器发射的激光的光路上,并将激光透射和反射分成两束光,透射的激光照射至所述第一非接触式传感器上,反射的激光照射至所述反射镜上;所述反射镜将分束镜反射的激光反射至所述第二非接触式传感器上。

8. 如权利要求5所述的高精度二维平移台垂直度检测装置,其特征在于,还包括自准直仪,所述自准直仪用于将测量物的第一测量面调节至与二维平移台的X轴导轨平行。

9. 如权利要求5所述的高精度二维平移台垂直度检测装置,其特征在于,所述测量物的第一测量面和第二测量面的垂直度小于 $\theta_0\mu\text{rad}$ 。

10. 如权利要求5所述的高精度二维平移台垂直度检测装置,其特征在于,所述测量物的第一测量面和第二测量面与安装地面的垂直度小于 $\theta_1\mu\text{rad}$ 。

一种高精度二维平移台垂直度检测方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及垂直度的测量,具体涉及一种高精度二维平移台垂直度检测方法及装置。

背景技术

[0002] 由于精密位移测量仪器的发展,对测量的精度的要求越来越高,传统的测量精度已经无法满足实际需求。目前超精密制造与检测领域对运动扫描的精度等指标要求越来越高,特别是针对平面二维运动的应用场合。目前二维堆叠结构的运动平台垂直度检测方法是传统的打表法,即在运动滑台面固定安装花岗石标准方尺,在平移台安装基面固定连接千分表磁力表座,选择一个运动方向作为参考轴,调整方尺参考面与运动方向的平行度,使得千分表的全程跳动示数最小,然后在另一运动方向用千分表测量全程跳动,两次测量斜率角度误差加上标准方尺的固有误差即可得到二维堆叠结构平移台的垂直度误差。这种方法目前比较实用,但是由于误差源固定(千分尺和标准方尺固有误差),因此测量精度有限。要求更高垂直度误差测量精度的方法需要在传统测量架构上进行改进,利用光学干涉非接触测量可以提高测量精度。

发明内容

[0003] 本申请提供一种非接触式的能够高精度测量二维平移台垂直度的方法及装置。

[0004] 根据第一方面,一种实施例中提供一种高精度二维平移台垂直度检测方法,包括如下步骤:

[0005] 将具有两个相互垂直的第一测量面和第二测量面的测量物固定安装在二维平移台的滑台上,并且测量物的第一测量面法向与二维平移台的X轴导轨平行;

[0006] 滑台沿着X轴导轨移动,处理系统通过与第一测量面相对的第一非接触式传感器采集第一测量面的移动距离 x_i ,并通过与第二测量面相对的第二非接触式传感器采集第二测量面的垂直跳动量 Δy_i ;

[0007] 滑台沿着Y轴导轨移动,处理系统通过与第二测量面相对的第二非接触式传感器采集第二测量面的移动距离 y_i ,并通过与第一测量面相对的第一非接触式传感器采集第一测量面的水平跳动量 Δx_i ;

[0008] 处理系统通过最小二乘法拟合得到X轴导轨相对测量物运动轨迹的偏差角度 θ_x 和Y轴导轨相对测量物运动轨迹的偏差角度 θ_y ,并计算出二维平移台的垂直度 $\theta_s = \theta_0 + \theta_x - \theta_y$,其中 θ_0 为第一测量面与第二测量面的垂直度。

[0009] 进一步地,测量物通过自准直仪将第一测量面法向调节至与二维平移台上的X轴导轨平行。

[0010] 进一步地,第一测量面和第二测量面均为平面反射镜,第一非接触式传感器和第二非接触式传感器均为平面镜双频位移干涉仪。

[0011] 在其他实施例中,第一测量面和第二测量面均上镀有导电膜,第一非接触式传感

器和第二非接触式传感器均为电容传感器或电压传感器。

[0012] 根据第二方面,一种实施例中提供一种高精度二维平移台垂直度检测装置,包括:

[0013] 测量物,其具有两个相互垂直的第一测量面和第二测量面,测量物固定安装在二维平移台的滑台上,第一测量面法向与二维平移台的X轴导轨平行;

[0014] 第一非接触式传感器,其感应端面向测量物的第一测量面安装;

[0015] 第二非接触式传感器,其感应端面向测量物的第二测量面安装;

[0016] 处理系统,其与第一非接触式传感器和第二非接触式传感器信号连接,用于通过第一非接触式传感器采集第一测量面的移动距离 x_i 和水平跳动量 Δx_i ,及通过第二非接触式传感器采集第二测量面的移动距离 y_i 和垂直跳动量 Δy_i ,并计算出二维平移台的垂直度。

[0017] 进一步地,第一测量面和第二测量面均为平面反射镜,第一非接触式传感器和第二非接触式传感器均为平面镜双频位移干涉仪。

[0018] 进一步地,高精度二维平移台垂直度检测装置还包括激光发生器、分束镜和反射镜;激光发生器与处理系统信号连接,处理系统控制激光发生器发射激光;分束镜安装在激光发生器发射的激光的光路上,并将激光透射和反射分成两束光,透射的激光照射至第一非接触式传感器上,反射的激光照射至反射镜上;反射镜将分束镜反射的激光反射至第二非接触式传感器上。

[0019] 进一步地,高精度二维平移台垂直度检测装置还包括自准直仪,自准直仪用于将测量物的第一测量面调节至与二维平移台的X轴导轨平行。

[0020] 进一步地,测量物的第一测量面和第二测量面的垂直度小于 $\theta_0 \mu\text{rad}$ 。

[0021] 进一步地,测量物的第一测量面和第二测量面与安装地面的垂直度小于 $\theta_1 \mu\text{rad}$ 。

[0022] 依据上述实施例的高精度二维平移台垂直度检测方法及装置,由于二维平移台通过安装具有两个相互垂直的第一测量面和第二测量面的测量物进行非接触式测量,再通过两个测量面的移动距离和水平跳动量拟合计算出二维平移台的垂直度,从而本检测方法的测量精度高,检测效率也极大提升。

附图说明

[0023] 图1为一种实施例中高精度二维平移台垂直度检测装置的结构示意图;

[0024] 图2为一种实施例中自准直仪调节平行度的结构示意图;

[0025] 图3为另一种实施例中高精度二维平移台垂直度检测方法的流程图;

[0026] 图4为另一种实施例中第一测量面和第二测量面的斜率拟合图。

具体实施方式

[0027] 下面通过具体实施方式结合附图对本发明作进一步详细说明。

[0028] 实施例一:

[0029] 在本实施例中提供了一种高精度二维平移台垂直度检测装置,本检测装置为非接触式光学干涉检测。

[0030] 如图1所示,本实施例的检测装置主要包括测量物1、第一非接触式传感器2、第二非接触式传感器3、处理系统4、激光发生器5、分束镜6、反射镜7和自准直仪8。

[0031] 二维平移台9包括滑台(图中未示出)、X轴导轨91和Y轴导轨92,滑台可滑动的安装

在X轴导轨91上,X轴导轨91可滑动的安装在Y轴导轨92上,即X轴导轨91为上层导轨,Y轴导轨92为下层导轨,本检测装置用于检测X 轴导轨91和Y轴导轨92的垂直度。

[0032] 测量物1为块状结构,侧面具有两个相互垂直的第一测量面a和第二测量面b,并且第一测量面a和第二测量面b均为平面反射镜,两者具有较高的平面度和垂直度,两者的垂直度小于 $\theta_0\mu\text{rad}$,测量物1的下表面为与第一测量面a和第二测量面b垂直的安装面,安装面可将测量物1水平的安装在二维平移台9 的滑台上。如图2所示,测量物1通过自准直仪8将第一测量面a调节至与X 轴导轨91平行,再将测量物1固定在滑台上。

[0033] 第一非接触式传感器2和第二非接触式传感器3均为平面镜双频位移干涉仪,第一非接触式传感器2的测量端面向第一测量面a设置,第二非接触式传感器3的测量端面向第二测量面b设置,第一非接触式传感器2用于检测第一测量面a的移动距离和水平跳动量,第二非接触式传感器3用于检测第二测量面b的移动距离和垂直跳动量。

[0034] 激光发生器5为激光发射源,用于发射用于测量的激光,激光发生器5的激光发射端面向测量物1的第一测量面a设置。

[0035] 分束镜6安装在激光发生器5发射的激光的光路上,分束镜6将激光发生器5发射的激光透射和反射分成两束相互垂直的光,透射的一束激光照射至第一非接触式传感器2上。

[0036] 反射镜7安装在分束镜6反射的激光的光路上,反射镜7将分束镜6反射的激光再次反射至第二非接触式传感器3上。

[0037] 处理系统4为计算机,包括采集单元和处理单元,处理系统4分别与激光发生器5信号连接,用于控制激光发生器5发射激光检测。处理系统4通过两根光纤分别与第一非接触式传感器2和第二非接触式传感器3信号连接,用于获取第一非接触式传感器2和第二非接触式传感器3的干涉信号,并计算出二维平移台9的垂直度。

[0038] 本检测装置的检测原理为:激光发生器5发射激光,激光照射至分束镜6,分束镜6将激光的50%透射至第一非接触式传感器2,第一非接触式传感器2 内部将激光分成三束光,一束光为内部反射的参考光,两束为照射至第一测量面a反射的测量光,一束参考光和两束反射光在第一非接触式传感器2的输出端发生干涉,并将干涉数据传至处理系统4,处理系统4根据干涉数据采集到第一测量面a的移动距离和水平跳动量;分束镜6将激光的50%反射至反射镜7,反射镜7再将激光反射至第二非接触式传感器3,第二非接触式传感器3同样内部将激光分成三束光,一束光为内部反射的参考光,两束为照射至第二测量面b 反射的测量光,一束参考光和两束反射光在第二非接触式传感器3的输出端发生干涉,并将干涉数据传至处理系统4,处理系统4根据干涉数据采集到第二测量面b的移动距离和垂直跳动量;处理系统4采集到第一测量面a和第二测量面b的移动距离和跳动量后,通过最小二乘法拟计算出二维平移台9垂直度。

[0039] 本实施例中,第一非接触式传感器2和第二非接触式传感器3为平面镜双频位移干涉仪,并与激光发生器5、分束镜6和反射镜7结合实现非接触式的光学干涉检测。在其他实施例中,也可在测量物1的第一测量面a和第二测量面b 上镀导电膜,第一非接触式传感器2和第二非接触式传感器3为电容传感器或电压传感器,同样可实现非接触的检测。

[0040] 本实施例提供的高精度二维平移台垂直度检测装置,由于二维平移台通过安装具有两个相互垂直的第一测量面和第二测量面的测量物进行非接触式光学干涉测量,再通过两个测量面的移动距离和跳动量拟合计算出二维平移台的垂直度,从而本检测装置的测量

精度高,检测效率也极大提升。

[0041] 实施例二:

[0042] 本实施例提供了一种高精度二维平移台垂直度检测方法,本检测方法基于上述实施例一中的检测装置实现。

[0043] 如图3所示,本实施例的高精度二维平移台垂直度检测方法包括如下步骤:

[0044] S001:安装测量物;

[0045] 将具有两个相互垂直的第一测量面a和第二测量面b的测量物1固定安装在二维平移台9上,并且通过自准直仪8将测量物1的第一测量面a法向调至与二维平移台9的X轴导轨91平行,再将测量物1通过螺钉或卡接件固定安装在二维平移台9的滑台上。

[0046] 为了保证检测的精度,测量物1作为测量参照物,测量物1的第一测量面a 和第二测量面b垂直度及它们与安装地面的垂直度成为测量结果决定性因素,故需将测量物1的第一测量面a和第二测量面b的垂直度加工至小于 $\theta_0\mu\text{rad}$,测量物1的第一测量面a和第二测量面b与安装地面的垂直度小于 $\theta_1\mu\text{rad}$ 。测量物 1的第一测量面a和第二测量面b的垂直度和安装精度均为 μrad 量级的精度,保证了测量结果为 μrad 量级的精度。

[0047] S002:沿着X轴导轨移动;

[0048] 滑台沿着X轴导轨91从负极限移动至正极限,此时X轴导轨91静止不动,即滑台带动测量物1沿着X轴方向移动。

[0049] 测量物1在移动的过程中,第一非接触式传感器2不断将激光照射至第一测量面a上,第一测量面a反射回的测量光与第一非接触式传感器2内部反射的参考光在输出端发生干涉,并将干涉信息传送至处理系统4,处理系统4根据第一非接触式传感器2的干涉信息计算出第一测量面a的移动距离 x_i ,即处理系统 4通过与第一非接触式传感器2采集第一测量面a的移动距离 x_i 。同时,第二非接触式传感器3不断将激光照射至第二测量面b,第二测量面b反射回的测量光与第二非接触式传感器3内部反射的参考光在输出端发生干涉,并将干涉信息传送至处理系统4,处理系统4根据第二非接触式传感器3的干涉信息计算出第二测量面b的垂直跳动量 Δy_i ,即处理系统4通过第二非接触式传感器3采集测量物1运动的垂直跳动量 Δy_i 。

[0050] S003:沿着Y轴导轨移动;

[0051] 测量物1沿着X轴导轨91移动后,沿着Y轴导轨92继续移动,此时测量物1相对X轴导轨91静止不动。

[0052] 同理,处理系统4通过第二非接触式传感器3采集所述第二测量面b的移动距离 y_i ,并通过第一非接触式传感器2采集所述第一测量面a的水平跳动量 Δx_i ,即采集测量物1运动的水平跳动量 Δx_i 。

[0053] S004:计算垂直度。

[0054] 垂直度的计算由处理系统4完成。处理系统4获取第一测量面a的移动距离 x_i 和第二测量面b的垂直跳动量 Δy_i ,根据最小二乘法拟合得到X轴导轨91 相对测量物1运动轨迹的偏差角度 θ_x ,处理系统4获取第二测量面b的移动距离 y_i 和第一测量面a的水平跳动量 Δx_i ,根据最小二乘法拟合得到Y轴导轨92 相对测量物1运动轨迹的偏差角度 θ_y 。

[0055] 如图4所示,点m1为测量第二测量面b的垂直跳动量 Δy_i ,直线m2为第二测量面b的垂直跳动量 Δy_i 的最小二乘拟合直线,点n1为第一测量面a的水平跳动量 Δx_i ,直线n2为第

一测量面a的水平跳动量 Δx_i 的最小二乘拟合直线。

[0056] 处理系统4再根据计算式: $\theta_s = \theta_0 + \theta_x - \theta_y$ (μrad) 计算出二维平移台的垂直度。

[0057] 本实施例提供的高精度二维平移台垂直度检测方法,由于平面镜双频激光干涉仪可以通过环境补偿系统得到纳米级精度 (nm),因此垂直度测量精度理论可以达到 μrad 量级,处理系统4可以实现自动化测量。

[0058] 在其他实施例中,在第一测量面a和第二测量面b均上镀有导电膜,处理系统4可通过电容传感器或电压传感器采集第一测量面a和第二测量面b的移动距离和水平跳动量,同样通过非接触式采集测量二维平移台的垂直度,具有较高的精度。

[0059] 以上应用了具体个例对本发明进行阐述,只是用于帮助理解本发明,并不用以限制本发明。对于本发明所属技术领域的技术人员,依据本发明的思想,还可以做出若干简单推演、变形或替换。

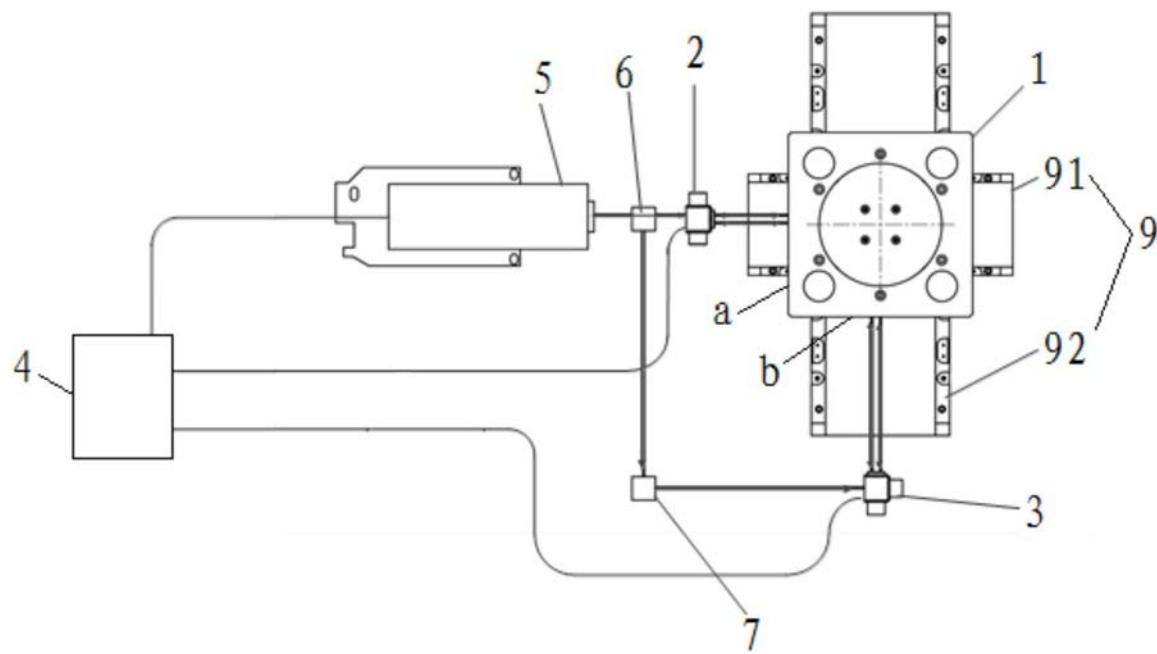


图1

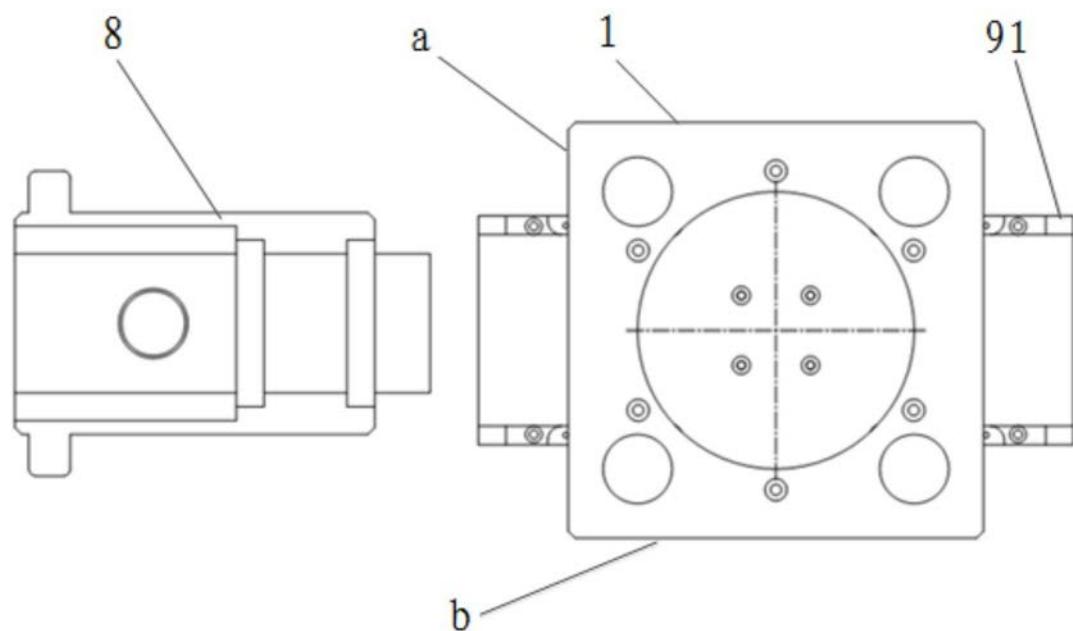


图2

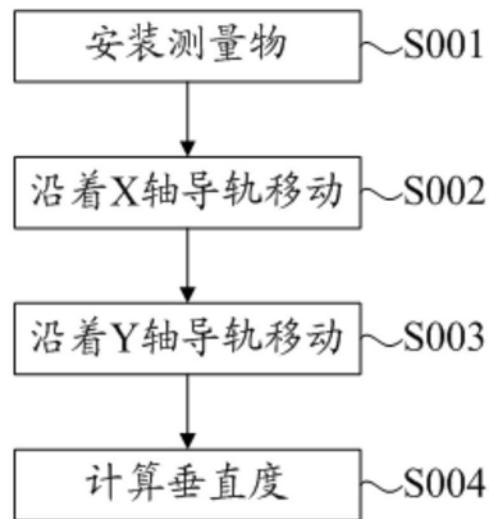


图3

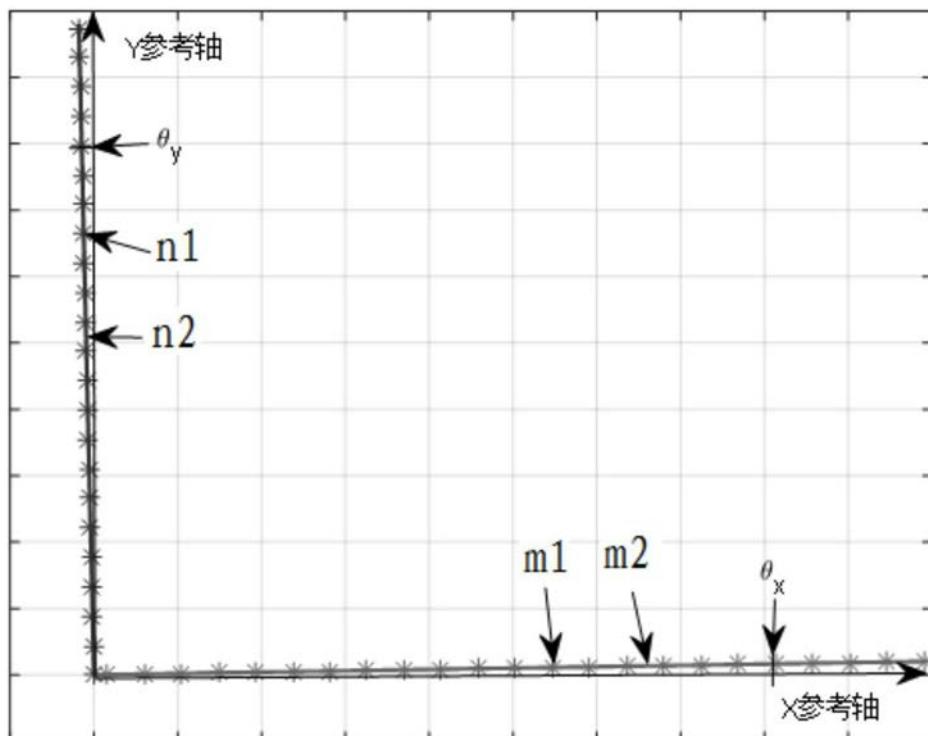


图4