



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107014345 A

(43)申请公布日 2017.08.04

(21)申请号 201710205071.9

(22)申请日 2017.03.30

(71)申请人 长安大学

地址 710064 陕西省西安市南二环中段33号

(72)发明人 王利 曲轩宇 张嘉骅 代成龙
杨干 李航 李渊 张颖云
张伟琪

(74)专利代理机构 西安创知专利事务所 61213
代理人 谭文琰

(51)Int.Cl.

G01B 21/32(2006.01)

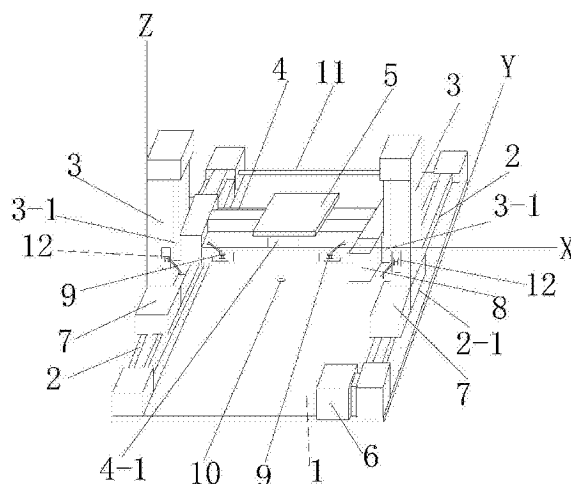
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称

一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测仪及检测方法

(57)摘要

本发明公开了一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测仪及检测方法,检测仪包括平台、导轨系统、与导轨系统连接的驱动系统、用于控制驱动系统的控制系统、以及设置在导轨系统上供测量仪器安装的检测平台;检测方法包括步骤一、获取初始实测坐标及初始显示坐标归零;步骤二、调节三维形变精度检测仪;步骤三、获取第n实测坐标和第n显示坐标;步骤四、计算当前实测坐标改变量、当前显示坐标改变量及当前差值;步骤五、数据存储;步骤六、n次重复步骤二至步骤五;步骤七、计算测量仪器的精度。本发明结构简单、设计合理,采用智能控制驱动装置调节测量仪器在三维空间上的坐标位移,检测测量仪器在进行三维形变监测时测量精度的可靠性和准确性。



1. 一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测仪,其特征在于:包括平台(1)、布设在所述平台(1)上的导轨系统、与所述导轨系统连接的驱动系统、用于控制所述驱动系统的控制系统、以及设置在所述导轨系统上供测量仪器安装的检测平台(5);

所述导轨系统包括两根相对平行布设在所述平台(1)上的第一水平直线导轨(2),所述第一水平直线导轨(2)上设置有可沿所述第一水平直线导轨(2)移动的竖向直线导轨(3),两根所述竖向直线导轨(3)相对平行布设,两根所述竖向直线导轨(3)之间水平设置有第二水平直线导轨(4),第二水平直线导轨(4)可沿两根所述竖向直线导轨(3)上下移动,所述第二水平直线导轨(4)与两根所述第一水平直线导轨(2)构成的平面平行,所述第一水平直线导轨(2)、竖向直线导轨(3)和第二水平直线导轨(4)构成了一个三维空间坐标系;

所述驱动系统包括用于驱动第一水平直线导轨(2)的第一步进电机(6)、安装在竖向直线导轨(3)上的第二步进电机(7)和安装在第二水平直线导轨(4)上的第三步进电机(8);

所述控制系统包括设置在平台(1)上的固定式控制模块(13)和用于远程控制所述驱动系统的手持式控制模块(14),所述固定式控制模块(13)和手持式控制模块(14)之间通过无线通信模块(15)连接。

2. 按照权利要求1所述的一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测仪,其特征在于:所述第一水平直线导轨(2)、竖向直线导轨(3)和第二水平直线导轨(4)均为皮带直线导轨。

3. 按照权利要求2所述的一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测仪,其特征在于:相平行布设的两根第一水平直线导轨(2)的一端通过联动杆(11)传动连接,相平行布设的两根第一水平直线导轨(2)中的任意一根的另一端与第一步进电机(6)连接。

4. 按照权利要求1所述的一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测仪,其特征在于:所述第一水平直线导轨(2)上设置有第一滑块(2-1),所述竖向直线导轨(3)上设置有第二滑块(3-1),所述第二水平直线导轨(4)上设置有第三滑块(4-1),所述竖向直线导轨(3)与第一滑块(2-1)固定连接,所述第二水平直线导轨(4)的两端分别与第二滑块(3-1)固定连接,所述检测平台(5)与第三滑块(4-1)固定连接。

5. 按照权利要求1或4所述的一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测仪,其特征在于:所述竖向直线导轨(3)的下端设置有第一机械限位开关(9),所述第二水平直线导轨(4)的两端均设置有第二机械限位开关(12)。

6. 按照权利要求1所述的一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测仪,其特征在于:所述固定式控制模块(13)包括控制单元(13-1)和与所述控制单元(13-1)相接且用于储存数据的数据存储单元(13-3),所述控制单元(13-1)的输入端接有控制所述驱动系统的操作单元(13-2),所述控制单元(13-1)的输出端均与所述第一步进电机(6)、第二步进电机(7)和第三步进电机(8)的输入端相接,所述控制单元(13-1)的输出端接有数据显示单元(13-4);所述手持式控制模块(14)包括信号产生单元(14-1)和与所述信号产生单元(14-1)相接的按键(14-2),所述无线通信模块(15)包括与信号产生单元(14-1)输出端相接的信号发射单元(15-1)和与所述控制单元(13-1)输入端相接的信号接收单元(15-2)。

7. 一种利用如权利要求6所述的智能驱动式测量仪器三维形变精度检测仪对测量仪器三维形变精度进行检测的方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

步骤一、获取初始实测坐标及初始显示坐标归零:将该三维形变精度检测仪的平台(1)固定安装在支撑架或测量墩上,将测量仪器的测量装置固定在检测平台(5)上,获得测量装

置的初始实测坐标 (x_0, y_0, z_0) ，同时通过控制单元 (13-1) 将显示单元 (13-4) 上显示的初始显示坐标归零；

步骤二、调节三维形变精度检测仪：操作固定式控制模块 (13) 或者手持式控制模块 (14) 控制第一步进电机 (6) 旋转，带动第一水平直线导轨 (2) 运动，进而调整测量装置的Y轴坐标；操作固定式控制模块 (13) 或者手持式控制模块 (14) 控制第二步进电机 (7) 旋转，驱动竖向直线导轨 (3) 运动，进而调整测量装置的Z轴坐标；操作固定式控制模块 (13) 或者手持式控制模块 (14) 控制第三步进电机 (8) 旋转，驱动第二水平直线导轨 (4) 运动，进而调整测量装置的X轴坐标；

步骤三、获取第n实测坐标和第n显示坐标：通过步骤二，获取第n实测坐标 (x_n, y_n, z_n) 和第n显示坐标 (x'_n, y'_n, z'_n) ，其中 $n \geq 1$ ，且n为正整数；

步骤四、计算当前实测坐标改变量、当前显示坐标改变量及当前差值：当前实测坐标改变量 $(\Delta x_n, \Delta y_n, \Delta z_n) = (x_n, y_n, z_n) - (x_{n-1}, y_{n-1}, z_{n-1})$ ，同时，当前显示坐标改变量 $(\Delta x'_n, \Delta y'_n, \Delta z'_n) = (x'_n, y'_n, z'_n)$ ，所述当前差值为所述当前实测坐标改变量和所述当前显示坐标改变量的差值，当前差值 $(\delta x_n, \delta y_n, \delta z_n) = (\Delta x'_n, \Delta y'_n, \Delta z'_n) - (\Delta x_n, \Delta y_n, \Delta z_n)$ 。

步骤五、数据存储：将步骤四中的当前差值进行储存；

步骤六、n次重复步骤二至步骤五，得到n组差值 $(\delta x_1, \delta y_1, \delta z_1)$ 、 $(\delta x_2, \delta y_2, \delta z_2)$ 、...、 $(\delta x_{n-1}, \delta y_{n-1}, \delta z_{n-1})$ 、 $(\delta x_n, \delta y_n, \delta z_n)$ ；

步骤七、计算测量仪器的精度：该测量仪器的精度通过计算步骤六中n组差值的中误差

和平均误差得到，分别对X轴、Y轴、Z轴的中误差进行计算，X轴的中误差 $m_{\delta x} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta x_i)^2}{n}}$ ，

Y轴的中误差 $m_{\delta y} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta y_i)^2}{n}}$ ，Z轴的中误差 $m_{\delta z} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta z_i)^2}{n}}$ ，其中 $i = 1, 2, 3 \cdots n$ ；分

别对X轴、Y轴、Z轴的平均误差进行计算，X轴的平均误差 $\theta_{\delta x} = \frac{\sum_{i=1}^n |\delta x_i|}{n}$ ，Y轴的平均误差

$\theta_{\delta y} = \frac{\sum_{i=1}^n |\delta y_i|}{n}$ ，Z轴的平均误差 $\theta_{\delta z} = \frac{\sum_{i=1}^n |\delta z_i|}{n}$ ，其中 $i = 1, 2, 3 \cdots n$ 。

8. 按照权利要求7所述的方法，其特征在于：步骤一中测量仪器为全站仪，所述测量装置为棱镜，将所述棱镜固定在检测平台 (5) 上，通过在距所述支撑架或测量墩15m~25m处采用所述全站仪测量所述棱镜的坐标，所测得的坐标为所述初始实测坐标 (x_0, y_0, z_0) 。

9. 按照权利要求7所述的方法，其特征在于：步骤一中测量仪器为GPS接收机，所述测量装置为GPS接收机，将所述GPS接收机固定在检测平台 (5) 上，所述GPS接收机所定位的坐标为所述初始实测坐标 (x_0, y_0, z_0) 。

10. 按照权利要求7所述的方法，其特征在于：所述第一水平直线导轨 (2) 为三维坐标系中的Y轴，竖向直线导轨 (3) 为三维坐标系中的Z轴，第二水平直线导轨 (4) 为三维坐标系中的X轴。

一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测仪及检测方法

技术领域

[0001] 本发明属于测量工程技术领域,尤其是涉及一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测仪及检测方法。

背景技术

[0002] 目前,各种形变检测仪器在形变监测方面应用较为广泛。通过各种仪器对形变体的监测,不仅可以得到变形体变形的速度,位移大小和位移方向等直观资料,而且通过对监测资料的分析,可以为深入认识变形体的变形机理,变形破坏的特征以及变形体的防治处理等提供实测依据。

[0003] 基于已有的测量仪器三维形变精度检测装置,如何进一步提高检测仪器精度、可靠性和准确性,以及如何更加简单快捷地使用检测仪器是一个关键的问题。

[0004] 授权公告号为CN102506895B的发明专利公开了一种测量仪器三维变形精度检验装置,该发明采用了滚珠丝杠和与之相配的滚珠丝母构成的丝扣导轨的传动机构,但这种传动机构存在精度不足的缺点;滚珠丝杠的一端安装有调节手轮,手轮上均设置有刻度盘,需要人手动控制位移改变量以及目视读数,使用不便捷且精度不足;竖向方向位移调节困难且精度较低;该测量仪器三维变形精度检验装置的量测精度只能达到厘米级或毫米级,对于要求更高的形变监测并不适用,且整体可靠性和准确性较低。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题在于针对上述现有技术中的不足,提供一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测仪,其结构简单、设计合理、使用效果好,采用智能驱动装置调节测量仪器在三维空间的坐标位移,实现对测量仪器在进行三维形变监测时测量精度的可靠性和准确性的检测,同时坐标的变形量能够通过控制系统进行记录和显示。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测仪,其特征在于:包括平台、布设在所述平台上的导轨系统、与所述导轨系统连接的驱动系统、用于控制所述驱动系统的控制系统、以及设置在所述导轨系统上供测量仪器安装的检测平台;

[0007] 所述导轨系统包括两根相对平行布设在所述平台上的第一水平直线导轨,所述第一水平直线导轨上设置有可沿所述第一水平直线导轨移动的竖向直线导轨,两根所述竖向直线导轨相对平行布设,两根所述竖向直线导轨之间水平设置有第二水平直线导轨,第二水平直线导轨可沿两根所述竖向直线导轨上下移动,所述第二水平直线导轨与两根所述第一水平直线导轨构成的平面平行,所述第一水平直线导轨、竖向直线导轨和第二水平直线导轨构成了一个三维空间坐标系;

[0008] 所述驱动系统包括用于驱动第一水平直线导轨的第一步进电机、安装在竖向直线导轨上的第二步进电机和安装在第二水平直线导轨上的第三步进电机;

[0009] 所述控制系统包括设置在平台上的固定式控制模块和用于远程控制所述驱动系

统的手持式控制模块,所述固定式控制模块和手持式控制模块之间通过无线通信模块连接。

[0010] 上述一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测仪,其特征是:所述第一水平直线导轨、竖向直线导轨和第二水平直线导轨均为皮带直线导轨。

[0011] 上述一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测仪,其特征是:相平行布设的两根第一水平直线导轨的一端通过联动杆传动连接,相平行布设的两根第一水平直线导轨中的任意一根的另一端与第一步进电机连接。

[0012] 上述一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测仪,其特征是:所述第一水平直线导轨上设置有第一滑块,所述竖向直线导轨上设置有第二滑块,所述第二水平直线导轨上设置有第三滑块,所述竖向直线导轨与第一滑块固定连接,所述第二水平直线导轨的两端分别与第二滑块固定连接,所述检测平台与第三滑块固定连接。

[0013] 上述一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测仪,其特征是:所述竖向直线导轨的下端设置有第一机械限位开关,所述第二水平直线导轨的两端均设置有第二机械限位开关。

[0014] 上述一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测仪,其特征是:所述固定式控制模块包括控制单元和与所述控制单元相接且用于储存数据的数据存储单元,所述控制单元的输入端接有控制所述驱动系统的操作单元,所述控制单元的输出端均与所述第一步进电机、第二步进电机和第三步进电机的输入端相接,所述控制单元的输出端接有数据显示单元;所述手持式控制模块包括信号产生单元和与所述信号产生单元相接的按键,所述无线通信模块包括与信号产生单元输出端相接的信号发射单元和与控制单元输入端相接的信号接收单元。

[0015] 本发明还提供了一种检测方法简单,可有效提高量测精度的智能驱动式测量仪器三维形变精度检测方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

[0016] 步骤一、获取初始实测坐标及初始显示坐标归零:将该三维形变精度检测仪的平台固定安装在支撑架或测量墩上,将测量仪器的测量装置固定在检测平台上,获得测量装置的初始实测坐标 (x_0, y_0, z_0) ,同时通过控制单元将显示单元上显示的初始显示坐标归零;

[0017] 步骤二、调节三维形变精度检测仪:操作固定式控制模块或者手持式控制模块控制第一步进电机旋转,带动第一水平直线导轨运动,进而调整测量装置的Y轴坐标;操作固定式控制模块或者手持式控制模块控制第二步进电机旋转,驱动竖向直线导轨运动,进而调整测量装置的Z轴坐标;操作固定式控制模块或者手持式控制模块控制第三步进电机旋转,驱动第二水平直线导轨运动,进而调整测量装置的X轴坐标;

[0018] 步骤三、获取第n实测坐标和第n显示坐标:通过步骤二,获取第n实测坐标 (x_n, y_n, z_n) 和第n显示坐标 (x'_n, y'_n, z'_n) ,其中 $n \geq 1$,且n为正整数;

[0019] 步骤四、计算当前实测坐标改变量、当前显示坐标改变量及当前差值:当前实测坐标改变量 $(\Delta x_n, \Delta y_n, \Delta z_n) = (x_n, y_n, z_n) - (x_{n-1}, y_{n-1}, z_{n-1})$,同时,当前显示坐标改变量 $(\Delta x'_n, \Delta y'_n, \Delta z'_n) = (x'_n, y'_n, z'_n)$,所述当前差值为所述当前实测坐标改变量和所述当前显示坐标改变量的差值,当前差值 $(\delta x_n, \delta y_n, \delta z_n) = (\Delta x'_n, \Delta y'_n, \Delta z'_n) - (\Delta x_n, \Delta y_n, \Delta z_n)$ 。

[0020] 步骤五、数据存储:将步骤四中的当前差值进行储存;

[0021] 步骤六、n次重复步骤二至步骤五,得到n组差值 $(\delta_{x1}, \delta_{y1}, \delta_{z1})$ 、 $(\delta_{x2}, \delta_{y2}, \delta_{z2})$ 、...、 $(\delta_{xn-1}, \delta_{yn-1}, \delta_{zn-1})$ 、 $(\delta_{xn}, \delta_{yn}, \delta_{zn})$;

[0022] 步骤七、计算测量仪器的精度:该测量仪器的精度通过计算步骤六中n组差值的中误差和平均误差得到,分别对X轴、Y轴、Z轴的中误差进行计算,X轴的中误差

$$m_{\delta_x} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\delta_{x_i})^2}{n}}, \quad Y轴的中误差 \quad m_{\delta_y} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\delta_{y_i})^2}{n}}, \quad Z轴的中误差 \quad m_{\delta_z} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\delta_{z_i})^2}{n}},$$

其中 $i=1, 2, 3 \cdots n$;分别对X轴、Y轴、Z轴的平均误差进行计算,X轴的平均误差 $\theta_{\delta_x} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} |\delta_{x_i}|}{n}$,

$$Y轴的平均误差 \quad \theta_{\delta_y} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} |\delta_{y_i}|}{n}, \quad Z轴的平均误差 \quad \theta_{\delta_z} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} |\delta_{z_i}|}{n}, \quad \text{其中 } i=1, 2, 3 \cdots n。$$

[0023] 上述一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测方法,其特征是:步骤一中测量仪器为全站仪,所述测量装置为棱镜,将所述棱镜固定在检测平台上,通过在距所述支撑架或测量墩15m~25m处采用所述全站仪测量所述棱镜的坐标,所测得的坐标为所述初始实测坐标 (x_0, y_0, z_0) 。

[0024] 上述一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测方法,其特征是:步骤一中测量仪器为GPS接收机,所述测量装置为GPS接收机,将所述GPS接收机固定在检测平台上,所述GPS接收机所定位的坐标为所述初始实测坐标 (x_0, y_0, z_0) 。

[0025] 上述一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测方法,其特征是:所述第一水平直线导轨为三维坐标系中的Y轴,竖向直线导轨为三维坐标系中的Z轴,第二水平直线导轨为三维坐标系中的X轴。

[0026] 本发明与现有技术相比具有以下优点:

[0027] 1、本发明的结构简单,设计新颖合理。

[0028] 2、本发明通过智能驱动式测量仪器三维形变精度检测仪模拟测量仪器在三维空间内的三维形变,从而实现对测量仪器在进行三维形变监测时测量精度的可靠性和准确性的检测,能够为采用合适的测量仪器进行变形监测提供准确的判断依据,具有较高的实用价值。

[0029] 3、本发明操作方便,检验精度高,通过控制系统可以分别驱动4个步进电机来完成检测装置在Y轴、Z轴、X轴的移动,步进电机能够将电子脉冲转化为线位移,其位移精度高。

[0030] 4、本发明通过使用电子显示屏将Y轴、Z轴、X轴的坐标显示出来,读数方便,并且可以任意的进行初始位置的归零设置,方便计算,提高精度。

[0031] 5、本发明的投入成低,使用效果好,能够很好地实现高精度检测测量仪器形变误差的任务,便与推广使用。

[0032] 6、本发明增添了智能控制系统并且可以进行远程控制,使用方便,并且在操作过程中,避免了手动调节仪器带来的轻微扰动造成的微小误差,进一步提高了检测精度。

[0033] 7、本发明的结构设计合理且检测方法简单,有效的提高了量测的精度,达到亚毫米级。

[0034] 综上所述,本发明结构简单,设计新颖合理,工作可靠性高,使用寿命长,能方便智能地模拟变形体在三维空间内的三维形变特征,可以有效检验所采用的测量仪器在进行形变监测时测量精度的可靠性和准确性,且其结构简单,使用方便、自主调控性强,测量精度高,稳定性、可靠性强,便于推广使用。

[0035] 下面通过附图和实施例,对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

附图说明

[0036] 图1为本发明的结构示意图。

[0037] 图2为图1的主视图。

[0038] 图3为图2的A-A剖视图。

[0039] 图4为本发明控制系统的电路原理框图。

[0040] 图5为本发明检测方法的流程框图。

[0041] 附图标记说明:

- | | | | |
|--------|--------------|-------------|--------------|
| [0042] | 1—平台; | 2—第一水平直线导轨; | 2-1—第一滑块; |
| [0043] | 3—竖向直线导轨; | 3-1—第二滑块; | 4—第二水平直线导轨; |
| [0044] | 4-1—第三滑块; | 5—检测平台; | 6—第一步进电机; |
| [0045] | 7—第二步进电机; | 8—第三步进电机; | 9—第一机械限位开关; |
| [0046] | 10—安装孔; | 11—联动杆; | 12—第二机械限位开关。 |
| [0047] | 13—固定式控制模块; | 13-1—控制单元; | 13-2—操作单元; |
| [0048] | 13-3—数据存储单元; | 14—手持式控制模块; | 14-1—信号产生单元; |
| [0049] | 14-2—按键; | 15—通信模块; | 15-1—信号发射单元; |
| [0050] | 15-2—信号接收单元。 | | |

具体实施方式

[0051] 如图1、图2和图3所示,本发明包括平台1、布设在所述平台1上的导轨系统、与所述导轨系统连接的驱动系统、用于控制所述驱动系统的控制系统、以及设置在所述导轨系统上供测量仪器安装的检测平台5;

[0052] 所述导轨系统包括两根相对平行布设在所述平台1上的第一水平直线导轨2,所述第一水平直线导轨2上设置有可沿所述第一水平直线导轨2移动的竖向直线导轨3,两根所述竖向直线导轨3相对平行布设,两根所述竖向直线导轨3之间水平设置有第二水平直线导轨4,第二水平直线导轨4可沿两根所述竖向直线导轨3上下移动,所述第二水平直线导轨4与两根所述第一水平直线导轨2构成的平面平行,所述第一水平直线导轨2、竖向直线导轨3和第二水平直线导轨4构成了一个三维空间坐标系;

[0053] 所述驱动系统包括用于驱动第一水平直线导轨2的第一步进电机6、安装在竖向直线导轨3上的第二步进电机7和安装在第二水平直线导轨4上的第三步进电机8;

[0054] 如图4所示,所述控制系统包括设置在平台1上的固定式控制模块13和用于远程控制所述驱动系统的手持式控制模块14,所述固定式控制模块13和手持式控制模块14之间通过无线通信模块15连接。

[0055] 实际使用时,所述第一水平直线导轨2、竖向直线导轨3和第二水平直线导轨4均为

皮带直线导轨,所述第一水平直线导轨2、竖向直线导轨3和第二水平直线导轨4构成了一个三维空间坐标系,模拟变形体在三维空间内的三维变形,从而对测量仪器的精度进行检测,所述第一水平直线导轨2为三维坐标系中的Y轴,竖向直线导轨3为三维坐标系中的Z轴,第二水平直线导轨4为三维坐标系中的X轴,能够智能驱动模拟测量仪器在三维空间内的三维形变,从而实现对测量仪器在进行三维形变监测时的精度、可靠性和准确性的检测,能够为采用合适的测量仪器进行变形监测提供准确的判断依据,具有较高的实用价值。

[0056] 优选的,所述平台1为矩形铝板,所述矩形铝板的尺寸为长 $\times$ 宽 $=450\text{mm}\times450\text{mm}$,节约材料,自重轻,成本低。

[0057] 优选的,所述第一水平直线导轨2长度为510mm,所述竖向直线导轨3的长度为300mm,所述第二水平直线导轨4的长度为350mm。

[0058] 本实施例中,相平行布设的两根第一水平直线导轨2的一端通过联动杆11传动连接,相平行布设的两根第一水平直线导轨2中的任意一根的另一端与第一步进电机6连接。

[0059] 实际使用时,第一步进电机6的数量为一个,通过联动杆11可以使两根所述水平直线导轨2同步运动,减少了第一步进电机6的数量,节约成本。

[0060] 实际使用时,所述第二步进电机7的数量为两个,两个所述第二步进电机7分别安装在竖向直线导轨3的下端,所述第三步进电机8安装在第二水平直线导轨4的任意一端。

[0061] 优选的,第一步进电机6为57步进电机,用来驱动调整Y轴的位移;两根所述竖向直线导轨3的下端分别布设有第二步进电机7,第二步进电机7为57步进电机,用来驱动调整Z轴的位移;水平直线导轨2的任意一端设置有第三步进电机8,第三步进电机8为42步进电机,用于驱动调整X轴的位移;驱动系统将电子脉冲转化为线位移,其位移精度高有效的提高了量测的精度,达到亚毫米级精度。

[0062] 亚毫米级精度是指:量测的精度介于 $0.1\text{mm}\sim1\text{mm}$ 之间。

[0063] 本实施例中,所述第一水平直线导轨2上设置有第一滑块2-1,所述竖向直线导轨3上设置有第二滑块3-1,所述第二水平直线导轨4上设置有第三滑块4-1,所述竖向直线导轨3与第一滑块2-1固定连接,所述第二水平直线导轨4的两端分别与第二滑块3-1固定连接,所述检测平台5与第三滑块4-1固定连接,连接可靠,提高了精度检测仪的使用寿命。

[0064] 优选的,所述检测平台5为方形铝板,所述方形铝板的长 $\times$ 宽 $=100\text{mm}\times100\text{mm}$,节约成本,减轻自重。

[0065] 本实施例中,所述竖向直线导轨3的下端设置有第一机械限位开关9,所述第二水平直线导轨4的两端均设置有第二机械限位开关12,第一机械限位开关9的设置是为了限定第二滑块3-1在竖向直线导轨3上的滑动位置,第二机械限位开关12的设置是为了限定第一滑块2-1在第一水平直线导轨2上的滑动位置,防止在操作过程中,因为导轨之间的碰触造成精度检测仪的损坏和检测结果的失真。

[0066] 如图4所示,所述固定式控制模块13包括控制单元13-1和与所述控制单元13-1相接且用于储存数据的数据存储单元13-3,所述控制单元13-1的输入端接有控制所述驱动系统的操作单元13-2,所述控制单元13-1的输出端均与所述第一步进电机6、第二步进电机7和第三步进电机8的输入端相接,所述控制单元13-1的输出端接有数据显示单元13-4;所述手持式控制模块14包括信号产生单元14-1和与所述信号产生单元14-1相接的按键14-2,所述无线通信模块15包括与信号产生单元14-1输出端相接的信号发射单元15-1和与控制单

元13-1输入端相接的信号接收单元15-2。

[0067] 实际使用时,所述固定式控制模块13设置能够将数据显示单元13-4上的数据归零,读数方便,并且可以任意的进行初始位置的归零设置,方便调整检测平台5的坐标后位移变化量的计算,提高检测精度;所述手持式控制模块14能够实现远程控制,避免了手动调节仪器带来的轻微扰动造成的微小误差,进一步提高了该精度检测仪的测量精度,使用方便。

[0068] 如图5所示的一种智能驱动式测量仪器三维形变精度检测方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

[0069] 步骤一、获取初始实测坐标及初始显示坐标归零:将该三维形变精度检测仪的平台1固定安装在支撑架或测量墩上,将测量仪器的测量装置固定在检测平台5上,获得测量装置的初始实测坐标 (x_0, y_0, z_0) ,同时通过控制单元13-1将显示单元13-4上显示的初始显示坐标归零;

[0070] 步骤二、调节三维形变精度检测仪:操作固定式控制模块13或者手持式控制模块14控制第一步进电机6旋转,带动第一水平直线导轨2运动,进而调整测量装置的Y轴坐标;操作固定式控制模块13或者手持式控制模块14控制第二步进电机7旋转,驱动竖向直线导轨3运动,进而调整测量装置的Z轴坐标;操作固定式控制模块13或者手持式控制模块14控制第三步进电机8旋转,驱动第二水平直线导轨4运动,进而调整测量装置的X轴坐标;

[0071] 步骤三、获取第n实测坐标和第n显示坐标:通过步骤二,获取第n实测坐标 (x_n, y_n, z_n) 和第n显示坐标 (x'_n, y'_n, z'_n) ,其中 $n \geq 1$,且n为正整数;

[0072] 步骤四、计算当前实测坐标改变量、当前显示坐标改变量及当前差值:当前实测坐标改变量 $(\Delta x_n, \Delta y_n, \Delta z_n) = (x_n, y_n, z_n) - (x_{n-1}, y_{n-1}, z_{n-1})$,同时,当前显示坐标改变量 $(\Delta x'_n, \Delta y'_n, \Delta z'_n) = (x'_n, y'_n, z'_n)$,所述当前差值为所述当前实测坐标改变量和所述当前显示坐标改变量的差值,当前差值 $(\delta x_n, \delta y_n, \delta z_n) = (\Delta x'_n, \Delta y'_n, \Delta z'_n) - (\Delta x_n, \Delta y_n, \Delta z_n)$ 。

[0073] 步骤五、数据存储:将步骤四中的当前差值进行储存;

[0074] 步骤六、n次重复步骤二至步骤五,得到n组差值 $(\delta x_1, \delta y_1, \delta z_1)$ 、 $(\delta x_2, \delta y_2, \delta z_2)$ 、...、 $(\delta x_{n-1}, \delta y_{n-1}, \delta z_{n-1})$ 、 $(\delta x_n, \delta y_n, \delta z_n)$;

[0075] 步骤七、计算测量仪器的精度:该测量仪器的精度通过计算步骤六中n组差值的中误差和平均误差得到,分别对X轴、Y轴、Z轴的中误差进行计算,X轴的中误差

$$m_{\delta x} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta x_i)^2}{n}}, \quad Y$$

$$\text{轴的中误差 } m_{\delta y} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta y_i)^2}{n}}, \quad Z \text{ 轴的中误差 } m_{\delta z} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta z_i)^2}{n}}, \quad \text{其中 } i=1, 2, 3 \cdots n; \text{ 分}$$

$$\text{别对X轴、Y轴、Z轴的平均误差进行计算, X轴的平均误差 } \theta_{\delta x} = \frac{\sum_{i=1}^n |\delta x_i|}{n}, \quad Y \text{ 轴的平均误差}$$

$$\theta_{\delta_y} = \frac{\sum_{i=1}^n |\delta y_i|}{n}, \text{Z轴的平均误差} \theta_{\delta_z} = \frac{\sum_{i=1}^n |\delta z_i|}{n}, \text{其中} i=1, 2, 3 \cdots n。$$

[0076] 实际使用时,在采用所述测量仪器对某一点的坐标进行测量时,得到测量坐标后,通过上述X轴、Y轴Z轴的中误差和平均误差对该点的实测坐标进行校正得到该点的修正坐标,对实际测绘工程的准确性具有很大的提高。

[0077] 本实施例中,步骤一中测量仪器为全站仪,所述测量装置为棱镜,将所述棱镜固定在检测平台5上,通过在距所述支撑架或测量墩15m~25m处采用所述全站仪测量所述棱镜的坐标,所测得的坐标为所述初始实测坐标 (x_0, y_0, z_0) 。

[0078] 本实施例中,步骤一中测量仪器为GPS接收机,所述测量装置为GPS接收机,将所述GPS接收机固定在检测平台5上,所述GPS接收机所定位的坐标为所述初始实测坐标 (x_0, y_0, z_0) 。

[0079] 本实施例中,所述第一水平直线导轨2为三维坐标系中的Y轴,竖向直线导轨3为三维坐标系中的Z轴,第二水平直线导轨4为三维坐标系中的X轴。

[0080] 实际使用时,测量仪器可为测绘工程中应用的测量工具,例如GPS接收机、全站仪或者水准仪。

[0081] 本实施例中所述支撑架或测量墩为强制对中观测墩。

[0082] 步骤一中,所述测量仪器为全站仪时,所述测量装置为棱镜,将所述棱镜固定在检测平台5上,通过在距强制对中观测墩15m~25m处采用所述全站仪测量所述棱镜的坐标,所测得的坐标为所述初始实测坐标 (x_0, y_0, z_0) ,要求全站仪所在的位置与棱镜所在的位置之间相互通视,视野开阔,无遮挡,由于全站仪不能够通过自身测得自身的坐标,因此需要借助于所述全站仪相配合的棱镜来获得所述全站仪的测量精度,即所述棱镜的实测坐标均是通过所述全站仪进行测量获得。

[0083] 所述测量仪器为GPS接收机时,所述测量装置也为GPS接收机,将所述GPS接收机固定在检测平台5上,所述GPS接收机所定位的坐标为所述初始实测坐标 (x_0, y_0, z_0) ,由于GPS接收机能够测量出自身的坐标,因此GPS接收机的实测坐标均通过自身测量获得。

[0084] 步骤五中,数据存储时,可采用人工将步骤四中获得的当前差值储存在电脑中。

[0085] 本实施例中,以全站仪作为测量仪器,采用本发明中的三维形变精度检测仪对所述全站仪的精度进行检测获得表1的实测坐标改变量 $(\Delta x_n, \Delta y_n, \Delta z_n)$ 、显示坐标改变量 $(\Delta x'_n, \Delta y'_n, \Delta z'_n)$ 以及差值 $(\delta x_n, \delta y_n, \delta z_n)$, $n=30$,且表1中数据的单位均为mm。

[0086] 表1:

序 号	实 测 坐 标 改 变 量 $(\Delta x_n, \Delta y_n, \Delta z_n)$	显 示 坐 标 改 变 量 $(\Delta x'_n, \Delta y'_n, \Delta z'_n)$	差 值 $(\delta x_n, \delta y_n, \delta z_n)$
1	(26.000, 0, 0)	(24.825, 0, 0)	(-1.175, 0, 0)
2	(1.000, 27.000, 0)	(0, 25.912, 0)	(-1.000, -1.088, 0)
3	(1.000, 1.000, 48.000)	(0, 0, 47.887)	(-1.000, -1.000, -0.113)
4	(21.000, 1.000, 0)	(20.400, 0, 0)	(-0.600, -1.000, 0)

[0088]

5	(1. 000, 27. 000, 0)	(0, 27. 900, 0)	(-1. 000, 0. 900, 0)
6	(0, 0, 22. 000)	(0, 0, 22. 987)	(0, 0, 0. 987)
7	(1. 000, 33. 000, 0)	(0, 33. 037, 0)	(-1. 000, 0. 037, 0)
8	(26. 000, 1. 000, 0)	(26. 456, 0, 0)	(0. 456, -1. 000, 0)
9	(0, 0, 20. 000)	(0, 0, 21. 015)	(0, 0, 1. 015)
10	(72. 000, 1. 000, 1. 000)	(71. 231, 0, 0)	(-0. 769, -1. 000, -1. 000)
11	(32. 000, 18. 000, 22. 000)	(33. 150, 17. 625, 21. 262)	(1. 150, -0. 375, -0. 378)
12	(18. 000, 41. 000, 38. 000)	(18. 950, 40. 600, 39. 393)	(0. 950, -0. 400, -1. 393)
13	(30. 000, 37. 000, 32. 000)	(29. 281, 36. 300, 32. 906)	(-0. 719, -0. 700, 0. 906)
14	(27. 000 , 36. 000 , 30. 000)	(25. 500, 35. 962, 29. 493)	(-1. 500, -0. 038, -0. 507)
15	(31. 000 , 26. 000 , 27. 000)	(30. 900, 25. 787, 26. 325)	(-0. 100, -0. 213, -0. 675)
16	(19. 000 , 27. 000 , 18. 000)	(18. 206, 28. 050, 17. 868)	(-0. 794, 1. 050, -0. 132)
17	(18. 000 , 23. 000 , 31. 000)	(18. 506, 23. 062, 31. 312)	(0. 506, 0. 062, 0. 312)
18	(15. 000 , 23. 000 , 31. 000)	(15. 675, 22. 950, 29. 587)	(0. 675, -0. 050, 0. 587)
19	(35. 000 , 21. 000 , 25. 000)	(35. 100, 19. 687, 26. 193)	(0. 100, -1. 313, 1. 193)
20	(19. 000 , 28. 000 , 24. 000)	(18. 150, 28. 050, 24. 637)	(-0. 85, 0. 050, 0. 637)
21	(31. 000 , 27. 000 ,	(30. 656, 27. 050,	(-0. 344, 0. 050, -0. 144)

[0089]

	23.000)	32.887)	
22	(30.000 , 27.000 , 23.000)	(30.481, 26.750, 22.856)	(0.481, -0.250, -0.144)
23	(21.000 , 20.000 , 36.000)	(20.800, 19.687, 36.300)	(-0.200, -0.313, 0.300)
24	(16.000 , 21.000 , 26.000)	(16.500, 20.687, 26.175)	(0.500, -0.313, 0.175)
25	(33.000 , 23.000 , 16.000)	(33.375, 22.300, 16.200)	(0.375, -0.700, 0.200)
26	(22.000 , 23.000 , 20.000)	(22.275, 22.987, 19.612)	(0.275, -0.013, -0.388)
27	(37.000 , 30.000 , 28.000)	(36.606, 30.937, 27.900)	(-0.394, 0.937, 0.100)
28	(20.000 , 30.000 , 29.000)	(21.469, 29.662, 28.068)	(-0.075, 0.338, 0.656)
29	(24.000 , 22.000 , 24.000)	(23.925, 23.005, 24.656)	(-0.075, 1.005, 0.656)
30	(41.000 , 24.000 , 22.000)	(40.638, 23.025, 22.593)	(-0.362, -0.975, 0.593)

[0090] 根据表1中的数据结合步骤七中X轴、Y轴Z轴的中误差和平均误差的公式进行计算得到以下数据:

[0091] X轴的中误差 $m_{\delta x} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\delta x_i)^2}{n}} = \pm 0.72143\text{mm}$

[0092] Y轴的中误差 $m_{\delta y} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\delta y_i)^2}{n}} = \pm 0.64686\text{mm}$

[0093] Z轴的中误差 $m_{\delta z} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\delta z_i)^2}{n}} = \pm 0.59047\text{mm}$

[0094] X轴的平均误差 $\theta_{\delta x} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} |\delta x_i|}{n} = 0.88083\text{mm}$

[0095] Y轴的平均误差 $\theta_{\delta_y} = \frac{\sum_{i=1}^n |\delta_{y_i}|}{n} = 0.50567\text{mm}$

[0096] Z轴的平均误差 $\theta_{\delta_z} = \frac{\sum_{i=1}^n |\delta_{z_i}|}{n} = 0.44003\text{mm}$

[0097] 实际使用时,根据上述X轴、Y轴、Z轴的中误差和平均误差对所述全站仪进行校正;同时,根据上述X轴、Y轴、Z轴的中误差和平均误差分析,说明本发明中的智能驱动式测量仪器三维形变精度检测仪的测量精度能够达到亚毫米级别。

[0098] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例,并非对本发明作任何限制,凡是根据本发明技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、变更以及等效结构变化,均仍属于本发明技术方案的保护范围内。

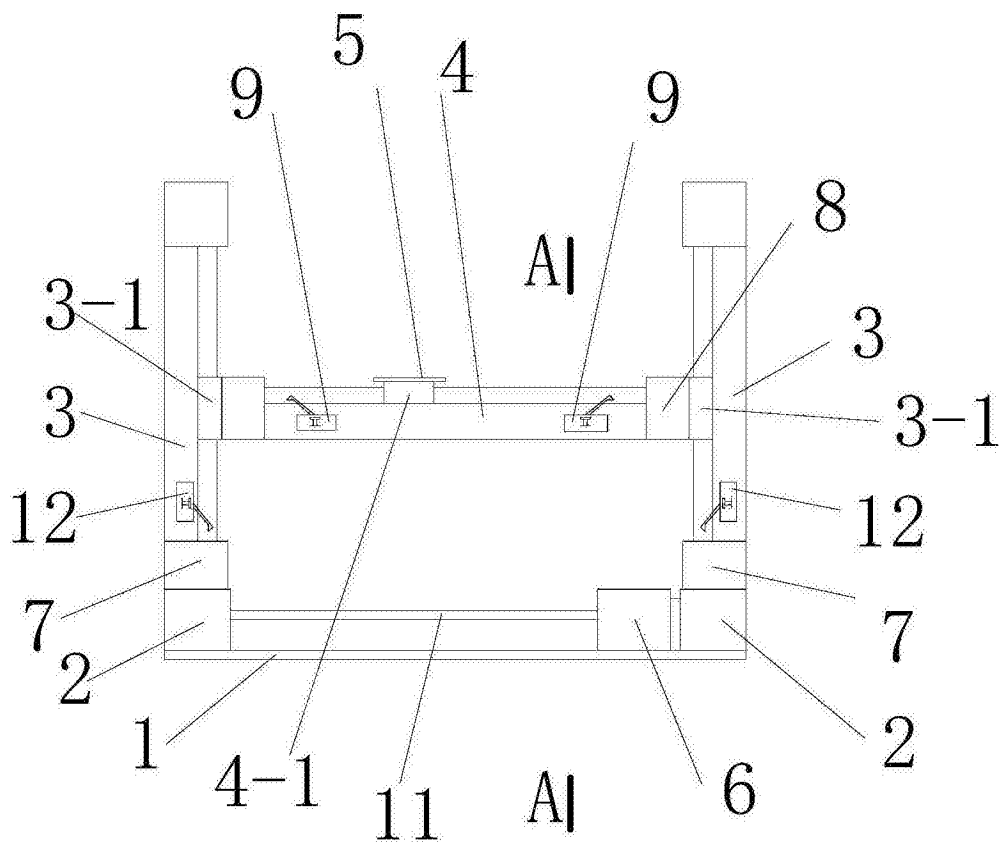


图2

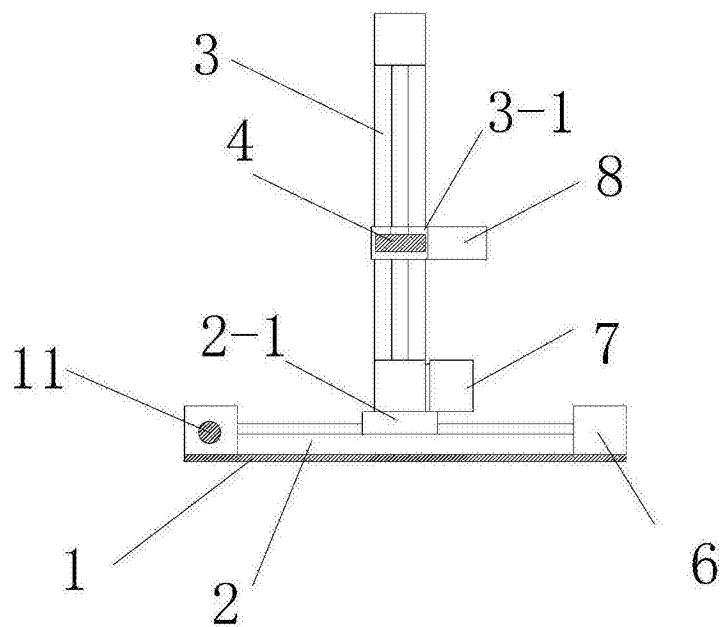


图3

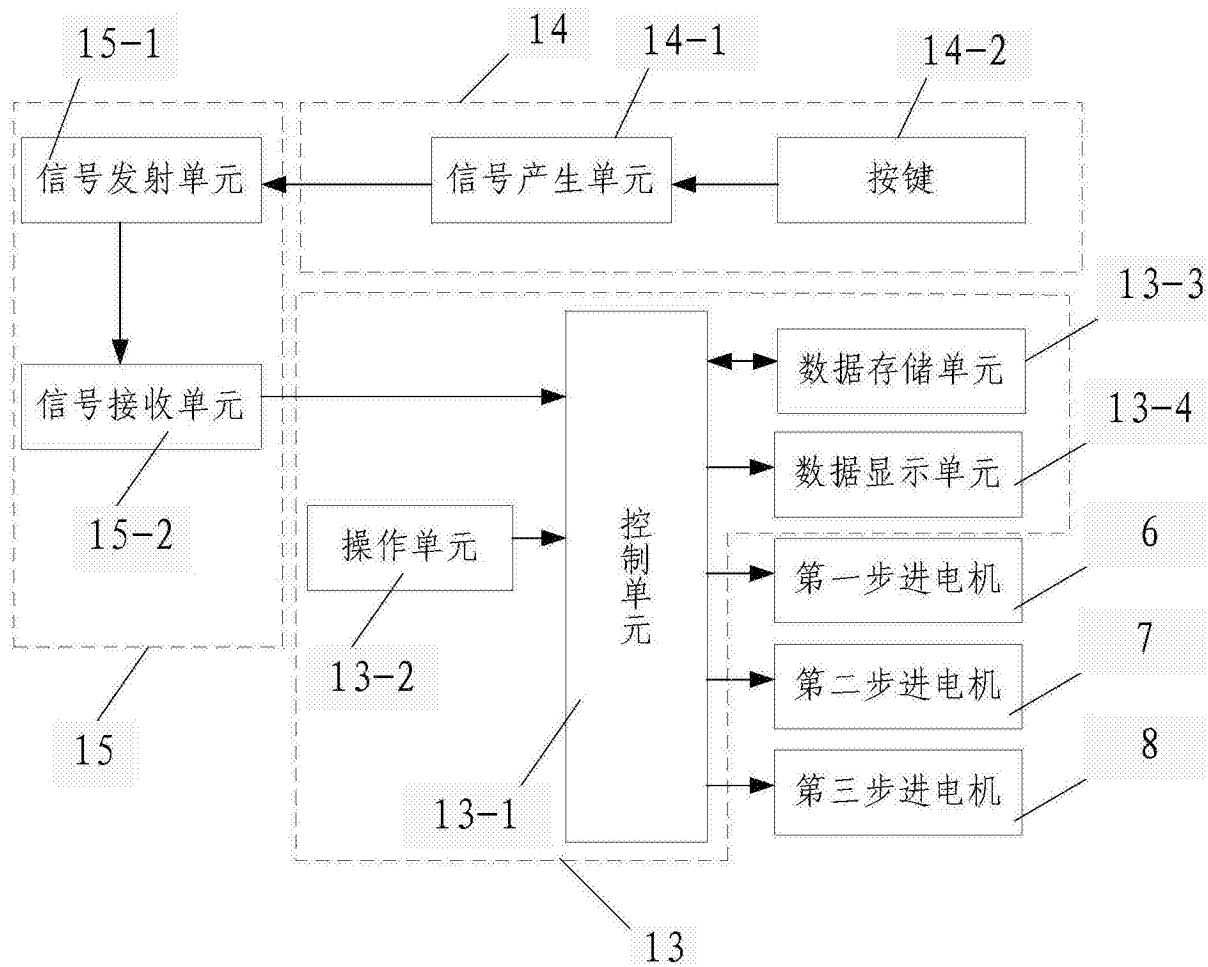


图4

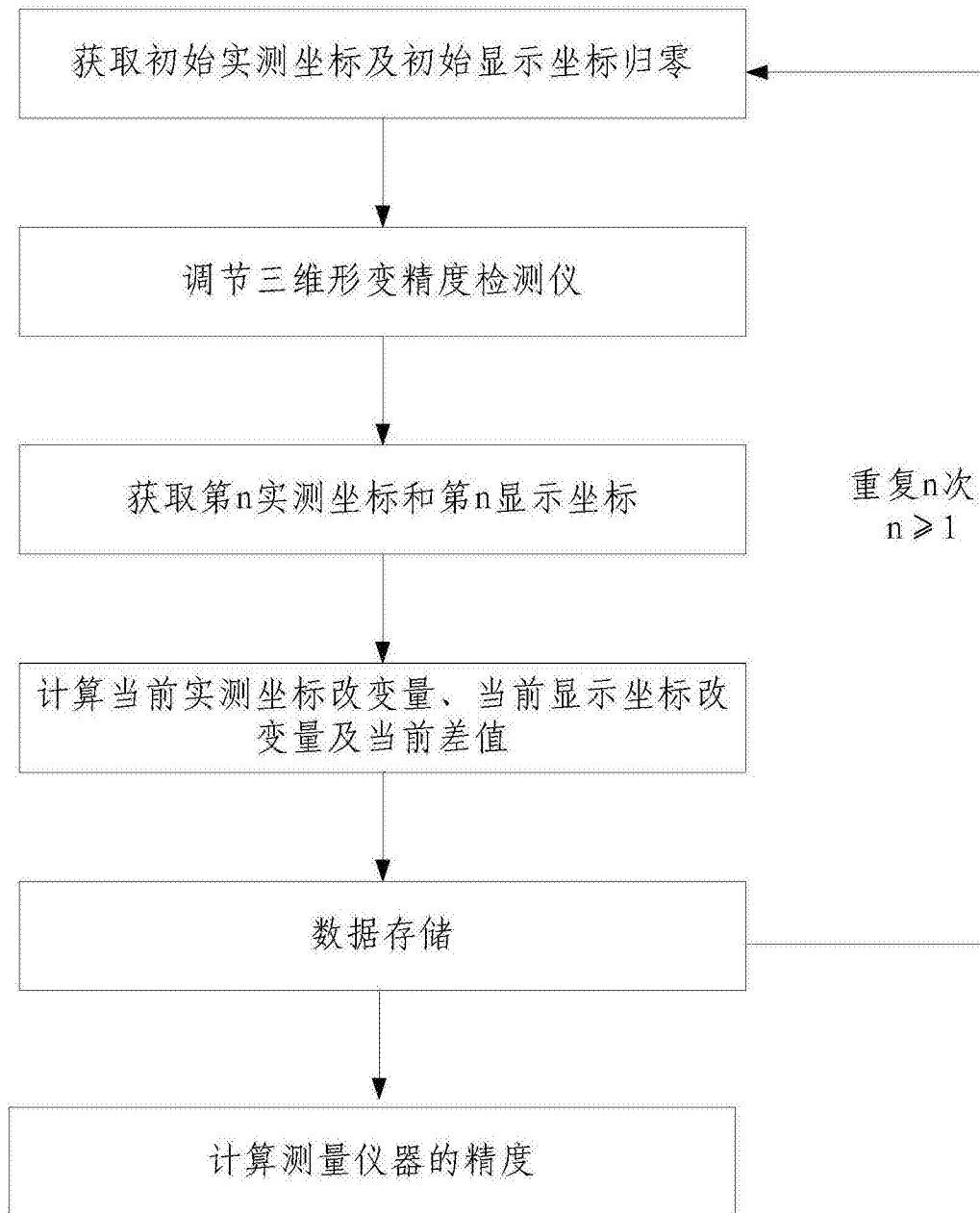


图5