



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103486998 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 01

(21) 申请号 201310430148. 4

(22) 申请日 2013. 09. 18

(71) 申请人 中国科学院西安光学精密机械研究所

地址 710119 陕西省西安市高新区新型工业园信息大道 17 号

(72) 发明人 田留德 赵建科 赵怀学 潘亮  
段亚轩 龙江波 段炯

(74) 专利代理机构 西安智邦专利商标代理有限公司 61211

代理人 杨引雪

(51) Int. Cl.

G01B 21/22 (2006. 01)

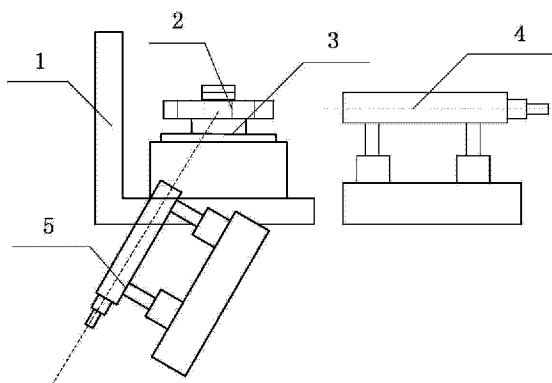
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

自准直仪示值误差检定装置及检定方法

(57) 摘要

本发明提供一种自准直仪示值误差检定装置及检定方法,该装置,包括立卧转台、多面棱体、调整支架、标准自准直仪;多面棱体通过调整支架与立卧转台连接,标准自准直仪视轴垂直于多面棱体工作面并对准多面棱体工作面中心,被测自准直仪视轴垂直于多面棱体另一工作面,并对准多面棱体工作面中心,标准自准直仪的精度比被测自准直仪的精度至少高三倍。该方法,包括以下步骤:组装仪器;往测;反测;取往测和反测的平均值。本发明利用实验室的常用设备实现了二维自准直仪的检定,结构简单,成本低廉;只需要一套设备,就可以测 1 级、2 级、3 级自准直仪示值的误差;只需要一套设备,就可以校准水平角和竖直角的角误差。



1. 自准直仪示值误差检定装置,其特征在于:包括立卧转台(1)、多面棱体(2)、调整支架(3)、标准自准直仪(4);

多面棱体(2)通过调整支架(3)与立卧转台(1)连接,多面棱体(2)各工作面与立卧转台(1)的回转轴平行或控制在误差范围内,标准自准直仪(4)视轴垂直于多面棱体工作面并对准多面棱体工作面中心,标准自准直仪(4)分划板竖线与立卧转台的回转轴平行,被测自准直仪(5)视轴垂直于多面棱体另一工作面,并对准多面棱体工作面中心,被测自准直仪(5)分划板竖线应与立卧转台的回转轴平行,标准自准直仪(4)的精度比被测自准直仪的精度至少高三倍。

2. 根据权利要求1所述的自准直仪示值误差检定装置,其特征在于:自准直仪示值误差检定装置还包括隔振平台,整个自准直仪示值误差检定装置放置于隔振平台上。

3. 根据权利要求1或2所述的自准直仪示值误差检定装置,其特征在于:标准自准直仪(4)对准的工作面与被测自准直仪(5)对准的工作面是相邻的工作面。

4. 根据权利要求3所述的自准直仪示值误差检定装置,其特征在于:标准自准直仪(4)和被测自准直仪(5)尽可能的靠近多面棱体的工作面。

5. 自准直仪示值误差检定方法,其特征在于:包括以下步骤:

1】组装仪器:

1.1】将多面棱体(2)安装在立卧转台(1)上,调节多面棱体的轴线与立卧转台回转轴重合,同轴度误差 $\leq 0.005\text{mm}$ ,多面棱体各工作面与立卧转台回转轴的轴线的平行度 $\leq 10''$ ,立卧转台处于立式状态或者卧式状态;

1.2】安装标准自准直仪(4),使标准自准直仪(4)视轴垂直于多面棱体工作面并对准多面棱体工作面中心,标准自准直仪(4)分划板竖线与立卧转台的回转轴平行,记录标准自准直仪(4)的初始读数 $c_0$ ;

1.3】安装被测自准直仪(5),使被测自准直仪(5)视轴垂直于多面棱体另一工作面并对准多面棱体工作面中心,被测自准直仪(5)分划板竖线与立卧转台的回转轴平行,记录被测自准直仪(5)的初始读数 $a_0$ ;

2】往测:在被测自准直仪的测量范围内选取 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 共 $n$ 个受检点,按照受检点的顺序,旋转立卧转台,使标准自准直仪产生 $n$ 个标准角度 $c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$ ,被测自准直仪读数为 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ ;

3】反测:与往测顺序相反,进行逐次测量,得到标准自准直仪产生 $n$ 个标准角度 $c'_n, \dots, c'_1$ ,及被测自准直仪的读数 $a'_n, \dots, a'_1$ ;

4】受检点的示值误差 $\beta_i$ ,按下列公式计算:

$$\beta_1 = (\bar{a}_1 - a_0) - (\bar{c}_1 - c_0) \quad (1)$$

$$\beta_2 = (\bar{a}_2 - a_0) - (\bar{c}_2 - c_0) \quad (2)$$

...

$$\beta_n = (\bar{a}_n - a_0) - (\bar{c}_n - c_0) \quad (3)$$

式中: $\bar{a}_i$ ——受检点的 $a_i$ 和 $a'_i$ 的平均值;

$\bar{c}_i$ ——受检点的 $c_i$ 和 $c'_i$ 的平均值;

$\beta_i$ ——受检点的示值误差；

取  $\beta_1 \sim \beta_n$  中最大值作为被测自准直仪的示值误差  $w_1$ 。

6. 根据权利要求 5 所述的自准直仪示值误差检定方法,其特征在于:步骤 1.1】中,当立卧转台处于立式状态,此时,自准直仪示值误差检定方法还包括步骤 5】,使立卧转台处于卧式状态,重复步骤 2】-4】,获得被测自准直仪的示值误差  $w_2$ ,取  $w_1$  和  $w_2$  中最大值作为最终示值误差;当立卧转台处于卧式状态,此时,自准直仪示值误差检定方法还包括步骤 5】,使立卧转台处于立式状态,重复步骤 2】-4】,获得被测自准直仪的示值误差  $w_2$ ,取  $w_1$  和  $w_2$  中最大值作为最终示值误差。

## 自准直仪示值误差检定装置及检定方法

### 技术领域

[0001] 自准直仪的示值误差校准属于自准直仪的精度测试和精度校准领域,具体涉及自准直仪示值误差检定装置及检定方法。

### 背景技术

[0002] 自准直仪是一种用于小角度测量的精密计量仪器。它与多齿分度台配合使用,可以用于测量多面棱体、角度块等角度量具。与平面反射镜配合使用,可用于测量直线度、平面度、平行度、垂直度以及其他相对位置关系的测量要素。是工厂检验部门和计量测试部门必备的计量设备。

[0003] 作为一台计量测试仪器,必须经常地进行检定和测试,以确保其示值的准确性和可靠性。示值误差是自准直仪最重要的技术指标,是自准直仪精度的体现,因此,示值误差是自准直仪检定和期间核查的必测项目。目前,自准直仪示值误差的检定依据是 JJG202—2007《自准直仪检定规程》。规程规定:对于 2 级、3 级自准直仪示值误差是在小角度检定仪上用 3 等或 0 级量块检定,其检定原理是利用量块和小角度检定仪产生需要的标准角度,被检仪器对标准角度进行测量,被检仪器的测量值与标准角度之差即为该受检点的示值误差。按照检定规程要求依次在各受检点对被测自准直仪进行检定,自准直仪的示值误差是以最大与最小值之差确定。1 级自准直仪示值误差的检定装置为激光小角度测量仪,其检定原理是利用回转台产生一个标准角度,被检自准直仪对回转台上的反射镜自准并测量旋转角度,激光小角度测量仪和被检自准直仪同时对标准角度进行测量,激光小角度测量仪的测量值作为真值,被检自准直仪的测量值与激光小角度测量仪的测量值之差为被检自准直仪在该点的示值误差。自准直仪的示值误差是以在整个测量范围内最大与最小值之差确定。

[0004] JJG202—2007《自准直仪检定规程》规定的示值误差检定方法存在以下不足之处:

[0005] (1) 小角度检定仪和激光小角度测量仪价格昂贵,功能比较单一,使用不是很广泛,因此,只有少数计量检定部门才购买这类设备,对于公司的检测部门,考虑到资金及性价比问题,一般不会购买这种价格较高而使用较少的设备;

[0006] (2) 用小角度检定仪和激光小角度测量仪检定自准直仪的示值误差都只能检定自准直仪一个方向的示值误差。小角度检定仪作为竖直角标准只能校准自准直仪垂直方向的角度误差,它无法校准水平角;激光小角度测量仪作为水平角标准只能校准自准直仪水平方向的角度误差,它无法校准竖直角。

[0007] 由于以上两点问题造成自准直仪不能及时、高效的进行检定。

### 发明内容

[0008] 本发明目的在于:提供一种自准直仪示值误差检定装置及检定方法,解决现有技术利用小角度检定仪和激光小角度校准示值误差成本高,以及无法实现二维检定的技术问题。

[0009] 本发明技术解决方案是：

[0010] 自准直仪示值误差检定装置，其特殊之处在于：包括立卧转台、多面棱体、调整支架、标准自准直仪；多面棱体通过调整支架与立卧转台连接，多面棱体各工作面与立卧转台的回转轴线平行或控制在误差范围内，标准自准直仪视轴垂直于多面棱体工作面并对准多面棱体工作面中心，标准自准直仪分划板竖线与立卧转台的回转轴线平行，被测自准直仪视轴垂直于多面棱体另一工作面，并对准多面棱体工作面中心，被测自准直仪分划板竖线应与立卧转台的回转轴线平行，标准自准直仪的精度比被测自准直仪的精度至少高三倍。

[0011] 上述自准直仪示值误差检定装置还包括隔振平台，整个自准直仪示值误差检定装置放置于隔振平台上。

[0012] 上述标准自准直仪对准的工作面与被测自准直仪对准的工作面是相邻的工作面。

[0013] 上述标准自准直仪和被测自准直仪尽可能的靠近多面棱体的工作面。

[0014] 自准直仪示值误差检定方法，其特殊之处在于：包括以下步骤：

[0015] 1】组装仪器：

[0016] 1.1】将多面棱体安装在立卧转台上，调节多面棱体的轴线与立卧转台回转轴重合，同轴度误差 $\leq 0.005\text{mm}$ ，多面棱体各工作面与立卧转台回转轴的轴线的平行度 $\leq 10''$ ，立卧转台处于立式状态或者卧式状态；

[0017] 1.2】安装标准自准直仪，使标准自准直仪视轴垂直于多面棱体工作面并对准多面棱体工作面中心，标准自准直仪分划板竖线与立卧转台的回转轴线平行，记录标准自准直仪的初始读数  $c_0$ ；

[0018] 1.3】安装被测自准直仪，使被测自准直仪视轴垂直于多面棱体另一工作面并对准多面棱体工作面中心，被测自准直仪分划板竖线与立卧转台的回转轴线平行，记录被测自准直仪的初始读数  $a_0$ ；

[0019] 2】往测：在被测自准直仪的测量范围内选取  $x, x_2, \dots, x_n$  共  $n$  个受检点，按照受检点的顺序，旋转立卧转台，使标准自准直仪产生  $n$  个标准角度  $c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$ ，被测自准直仪读数为  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ ；

[0020] 3】反测：与往测顺序相反，进行逐次测量，得到标准自准直仪产生  $n$  个标准角度  $c'_n, \dots, c'_1$ ，及被测自准直仪的读数  $a'_n, \dots, a'_1$ ；

[0021] 4】受检点的示值误差  $\beta_i$ ，按下列公式计算：

$$[0022] \quad \beta_1 = (\bar{a}_1 - a_0) - (\bar{c}_1 - c_0) \quad (1)$$

$$[0023] \quad \beta_2 = (\bar{a}_2 - a_0) - (\bar{c}_2 - c_0) \quad (2)$$

[0024] ...

$$[0025] \quad \beta_n = (\bar{a}_n - a_0) - (\bar{c}_n - c_0) \quad (3)$$

[0026] 式中： $\bar{a}_i$ ——受检点的  $a_i$  和  $a'_i$  的平均值；

[0027]  $\bar{c}_i$ ——受检点的  $c_i$  和  $c'_i$  的平均值；

[0028]  $\beta_i$ ——受检点的示值误差；

[0029] 取  $\beta_1 \sim \beta_n$  中最大值作为被测自准直仪的示值误差  $w_1$ 。

[0030] 步骤 1.1】中，当立卧转台处于立式状态，此时，自准直仪示值误差检定方法还包括

步骤 5】，使立卧转台处于卧式状态，重复步骤 2】-4】，获得被测自准直仪的示值误差  $w_2$ ，取  $w_1$  和  $w_2$  中最大值作为最终示值误差；当立卧转台处于卧式状态，此时，自准直仪示值误差检定方法还包括步骤 5】，使立卧转台处于立式状态，重复步骤 2】-4】，获得被测自准直仪的示值误差  $w_2$ ，取  $w_1$  和  $w_2$  中最大值作为最终示值误差。

[0031] 本发明优点是：

[0032] (1) 本发明利用实验室的常用设备实现了二维自准直仪的检定，结构简单，成本低廉。

[0033] (2) 只需要一套设备，就可以测 1 级、2 级、3 级自准直仪示值的误差

[0034] (3) 只需要一套设备，就可以校准水平角和竖直角的角度误差。

#### 附图说明

[0035] 图 1 为测量水平角时自准直仪示值误差检定装置的示意图；

[0036] 图 2 为测量竖直角时自准直仪示值误差检定装置的示意图；

[0037] 图 3 受检点呈“田”型分布。

#### 具体实施方式

[0038] 自准直仪示值误差检定装置，如图 1 和图 2 所示，包括立卧转台 1、多面棱体 2、调整支架 3、标准自准直仪 4；

[0039] 多面棱体 2 通过调整支架 3 与立卧转台 1 连接，通过调节调整支架 3 使多面棱体 2 各工作面与立卧转台 1 的回转轴线平行或控制在误差范围内，标准自准直仪 4 和被测自准直仪 5 能够对多面棱体的某个工作面自准，标准自准直仪 4 视轴垂直于多面棱体工作面并对准多面棱体工作面中心，标准自准直仪 4 分划板竖线与立卧转台的回转轴线平行，被测自准直仪 5 视轴垂直于多面棱体另一工作面，并对准多面棱体工作面中心，被测自准直仪 5 分划板竖线应与立卧转台的回转轴线平行，标准自准直仪 4 的精度比被测自准直仪的精度至少高三倍。

[0040] 标准自准直仪 4 和被测自准直仪 5 可以对多面棱体的同一工作面自准，也可以对不同工作面自准，为减小气流影响，标准自准直仪 4 对准的工作面与被测自准直仪 5 对准的工作面是相邻的工作面。

[0041] 标准自准直仪 4 和被测自准直仪 5 应尽量靠近多面棱体 2，以减小气流对测量结果的影响。

[0042] 整个自准直仪示值误差检定装置放置在一个隔振平台上，以减少震动对测量结果的影响。

[0043] 立卧转台 1 的主要功能是承载调整支架 3 和多面棱体 2，通过旋转立卧转台 1 并和标准自准直仪 4 配合产生检定自准直仪需要的标准角度。其次，分别使立卧转台 1 工作于立式和卧式两种状态，可以分别校准被测自准直仪的水平角和垂直角。测量水平角时，自准直仪示值误差检定装置示意图如图 1 所示，测量竖直角时，自准直仪示值误差检定装置示意图如图 2 所示。

[0044] 多面棱体 2 的功能是为标准自准直仪 4 和被测自准直仪传递相同角度的测量目标。

[0045] 调整支架 3 是一个调节机构,通过调节调整支架可以保证多面棱体 2 各工作面与立卧转台 1 的回转轴平行或控制在一定的误差范围内,保证校准精度。

[0046] 标准自准直仪 4 是该装置的核心设备,它给出立卧转台 1 旋转角度的真值。此处的标准自准直仪 4 可以更换成其它高精度的角度测试设备,但它必须具备和多面棱体 2 配合完成立卧转台 1 旋转角度的精确测量。

[0047] 被测自准直仪 5 是被校准的自准直仪,是被校准和测试的对象。

[0048] 自准直仪示值误差检定大致分为水平角示值误差检定和竖直角示值误差检定两个过程,测试步骤完全相同,具体如下:

[0049] 1】组装仪器:

[0050] 1.1】按图 1 所示,将多面棱体(2)安装在立卧转台(1)上,调节多面棱体的轴线与立卧转台回转轴重合,同轴度误差 $\leq 0.005\text{mm}$ ,多面棱体各工作面与立卧转台回转轴的轴线的平行度 $\leq 10''$ ,立卧转台处于卧式状态;

[0051] 1.2】安装标准自准直仪(4),使标准自准直仪(4)视轴垂直于多面棱体工作面并相对准多面棱体工作面中心,标准自准直仪(4)分划板竖线与立卧转台的回转轴平行,记录标准自准直仪(4)的初始读数  $c_0$ ;

[0052] 1.3】安装被测自准直仪(5),使被测自准直仪(5)视轴垂直于多面棱体另一工作面并相对准多面棱体工作面中心,被测自准直仪(5)分划板竖线与立卧转台的回转轴平行,记录被测自准直仪(5)的初始读数  $a_0$ ;

[0053] 2】往测:在被测自准直仪的测量范围内选取  $x_1, x_2, \dots, x_n$  共  $n$  个受检点,如图 3,受检点呈“田”型中的三条横线分布,覆盖了被检自准直仪的全视场,且采样间隔可以根据需要任意选择;按照受检点的顺序,旋转立卧转台,使标准自准直仪产生  $n$  个标准角度  $c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$ ,被测自准直仪读数为  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ ;

[0054] 3】反测:与往测顺序相反,进行逐次测量,得到标准自准直仪产生  $n$  个标准角度  $c'_n, \dots, c'_1$ ,及被测自准直仪的读数  $a'_n, \dots, a'_1$ ;

[0055] 4】受检点的示值误差  $\beta_i$ ,按下列公式计算:

$$[0056] \quad \beta_1 = (\bar{a}_1 - a_0) - (\bar{c}_1 - c_0) \quad (1)$$

$$[0057] \quad \beta_2 = (\bar{a}_2 - a_0) - (\bar{c}_2 - c_0) \quad (2)$$

[0058] ...

$$[0059] \quad \beta_n = (\bar{a}_n - a_0) - (\bar{c}_n - c_0) \quad (3)$$

[0060] 式中:  $\bar{a}_i$ ——受检点的  $a_i$  和  $a'_i$  的平均值;

[0061]  $\bar{c}_i$ ——受检点的  $c_i$  和  $c'_i$  的平均值;

[0062]  $\beta_i$ ——受检点的示值误差;

[0063] 取  $\beta_1 \sim \beta_n$  中最大值作为被测自准直仪的示值误差  $w_1$ 。

[0064] 5】按图 2,使立卧转台处于立式状态,重复步骤 2、3、4,其中,受检点呈“田”型中的三条竖线分布,求得被测自准直仪另外一个方向的示值误差  $w_2$ ,取  $w_1$  和  $w_2$  的最大值作为被测自准直仪的最终结果。

[0065] 以上方法还有以下变形。

[0066] 步骤 1】中,使立卧转台先处于立式状态,步骤 5】中使立卧转台处于卧式状态。

[0067] 本发明利用实验室的常用设备实现了二维自准直仪的检定,结构简单,操作简单,成本低廉。只需要一套设备,就可以测 1 级、2 级、3 级自准直仪示值的误差。只需要一套设备,就可以校准水平角和竖直角的角度误差。



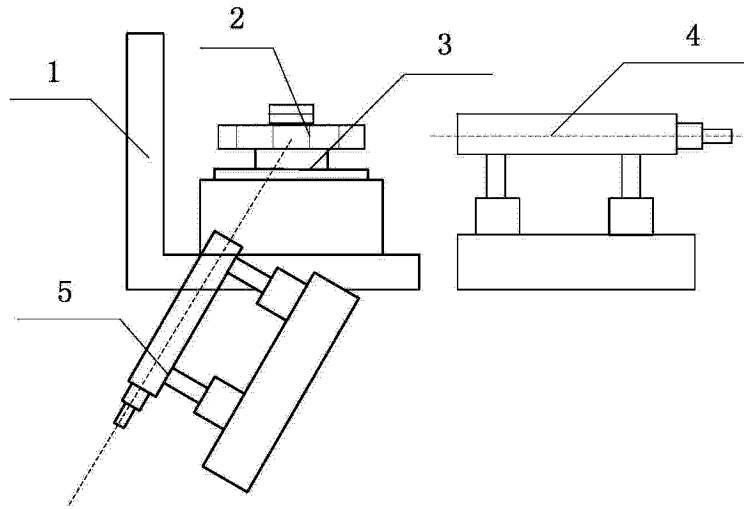


图 1

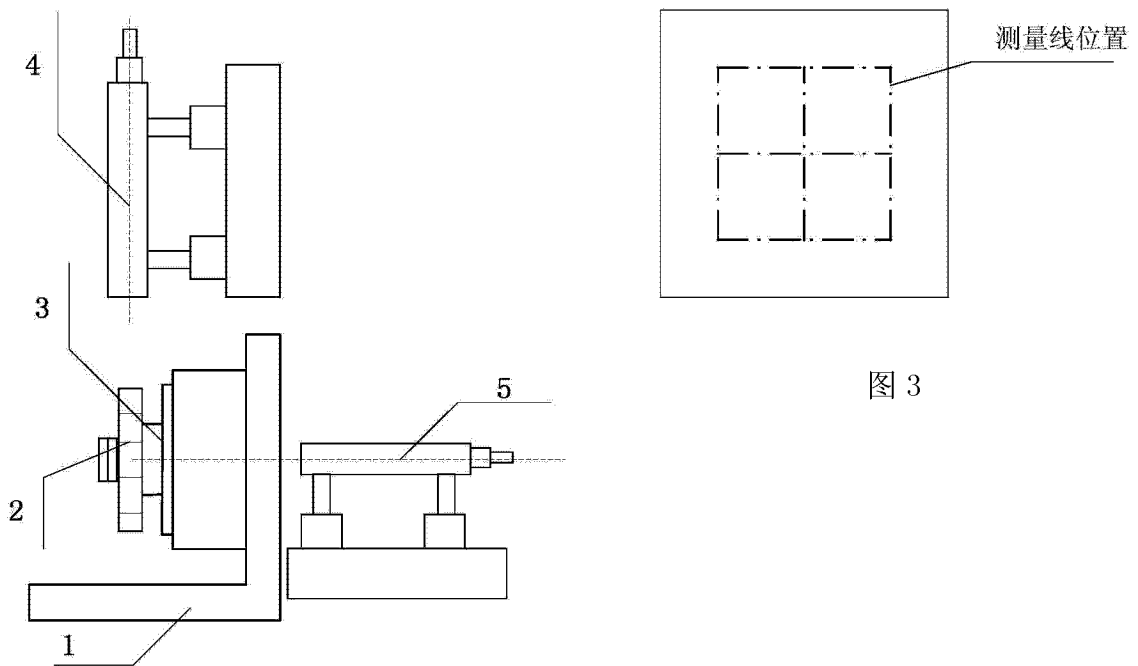


图 3

图 2