



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111398937 B

(45) 授权公告日 2022. 02. 08

(21) 申请号 202010264140.5

(56) 对比文件

(22) 申请日 2020.04.07

CN 105137415 A, 2015.12.09

CN 108956099 A, 2018.12.07

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111398937 A

审查员 张茂

(43) 申请公布日 2020.07.10

(73) 专利权人 广东博智林机器人有限公司

地址 528300 广东省佛山市顺德区北滘镇

顺江居委会北滘工业园骏业东路11号

东面办公室二楼201-11

(72) 发明人 李璟 刘玉平 丁思奇 钟义晖

(74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理

有限公司 44224

代理人 杨子茜

(51) Int. Cl.

G01S 7/497 (2006.01)

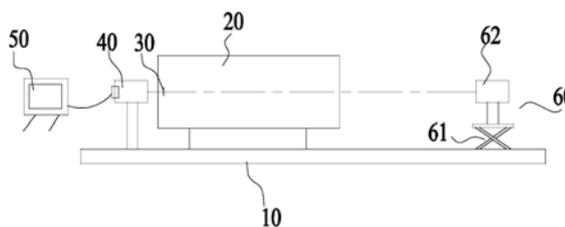
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

光学性能装调装置及光学性能装调方法

(57) 摘要

本发明公开了一种光学性能装调装置及光学性能装调方法,所述光学性能装调装置包括:光学平台,设于所述光学平台上的平行光管,设于所述平行光管的焦面上的散射板,用于拍摄识别所述散射板的拍摄组件,与所述拍摄组件电连接的上位机,设于所述光学平台上且用于标定所述平行光管的标定组件,以及设于所述光学平台上且位于所述平行光管的光轴轴线方向的旋转组件;所述散射板上设有十字刻度线。本发明的光学性能装调装置可一次性装调同时完成激光雷达的发散角和俯仰倾角的测量,无需复杂的测量过程和繁琐的操作步骤,大量节省了时间,且不需要大的标定场地,在实验室便可完成装配和测量,以使激光雷达的制造成本降低,同时测量精度高。



1. 一种光学性能装调方法,其特征在于,所述光学性能装调方法包括标定方法,所述标定方法包括如下步骤:

将标定组件的光轴对准平行光管的光轴,读取标定组件的俯仰偏摆角度值;

若所述俯仰偏摆角度值为 $90^\circ$ ,则无需调节所述平行光管;

若所述俯仰偏摆角度值不为 $90^\circ$ ,则先调节所述标定组件,使得所述俯仰偏摆角度值为 $90^\circ$ ,并通过调节所述平行光管的升降和整体倾斜,使得所述平行光管的光轴与所述标定组件的光轴重合;

沿垂直于所述平行光管的光轴的方向移动散射板,使由所述标定组件发出的指示光通过所述平行光管照射到所述散射板的十字刻度线的中心上;

沿所述平行光管的光轴方向移动拍摄组件,使所述散射板的像能在上位机上被清晰地观察到;

标定所述标定组件的俯仰角与所述标定组件发出的指示光照射到所述散射板上光斑的位置关系;

验证所述平行光管进行光学性能测试的可行性;

若所述平行光管合格则进入下一步装调程序,否则更换所述平行光管直至所述平行光管合格。

2. 根据权利要求1所述的光学性能装调方法,其特征在于,标定所述标定组件的俯仰角与所述标定组件发出的指示光照射到所述散射板上光斑的位置关系的包括如下步骤:

俯仰摆动所述标定组件,使得所述标定组件的指示光照射到散射板上的每个竖向刻度上;

记录所述标定组件每次摆动到相应刻度值时所对应的角度值;

分析所述角度值与所述刻度值是否满足线性关系。

3. 根据权利要求1所述的光学性能装调方法,其特征在于,所述光学性能装调方法还包括测试方法,所述测试方法包括如下步骤:

1) 将待测激光雷达放置在旋转组件上,并开启激光雷达;

2) 观测激光雷达发出的激光束光斑,且通过调整激光雷达中光机模块的俯仰,使其发出的激光束光斑位于所述十字刻度线的竖向刻度线上,且沿所述十字刻度线的横向刻度线对称;

3) 读取所述激光束光斑的长度,并计算出激光雷达的发散角;

4) 驱动旋转组件旋转一定角度后,拨动激光雷达的光机模块使其旋转,并使光机模块发出的激光束光斑照射于所述十字刻度线的竖向刻度线上;

5) 拍摄组件拍摄并记录激光束光斑在所述竖向刻度线上的偏移情况;

6) 重复步骤4和步骤5,记录 $360^\circ$ 方位不同旋转角下激光束光斑的竖向位置变化量;

7) 判断所述变化量是否超过公差范围。

4. 根据权利要求3所述的光学性能装调方法,其特征在于,所述测试方法还包括激光雷达的光机模块的光路调整:

调节光机部件的发射端,使其出射平行光;

调节所述光机部件的接收端,使其探测器位于接收镜组的最佳焦面;

调节发射端与接收端的平行度,使发射端出射的激光束光斑对称位于所述十字刻度线

的竖向刻度线上,且沿所述十字刻度线的横向刻度线对称,使所述接收端的探测器获得的信号最强。

5.一种采用如上述权利要求1至4任一项所述的光学性能装调方法工作的光学性能装调装置,其特征在于,包括:光学平台,设于所述光学平台上的平行光管,设于所述平行光管的焦面上的散射板,用于拍摄识别所述散射板的拍摄组件,与所述拍摄组件电连接的上位机,设于所述光学平台上且用于标定所述平行光管的标定组件,以及设于所述光学平台上且位于所述平行光管的光轴轴线方向的旋转组件;所述散射板上设有十字刻度线。

6.根据权利要求5所述的光学性能装调装置,其特征在于,所述标定组件包括设于所述光学平台上且位于所述平行光管的光轴轴线方向的升降台,以及放置于所述升降台上且对准所述平行光管的全站仪。

7.根据权利要求5所述的光学性能装调装置,其特征在于,所述拍摄组件包括工业相机以及安装在所述工业相机上的工业镜头,所述工业相机与所述上位机电连接,所述工业镜头对准所述散射板。

8.根据权利要求5所述的光学性能装调装置,其特征在于,所述散射板为透光性薄板。

9.根据权利要求5所述的光学性能装调装置,其特征在于,所述十字刻度线的最小刻度值为0.5mm。

10.根据权利要求5所述的光学性能装调装置,其特征在于,所述旋转组件包括设于所述光学平台上的旋转平台以及与所述旋转平台连接的固定工装。

## 光学性能装调装置及光学性能装调方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光学检测领域,特别是涉及一种光学性能装调装置及光学性能装调方法。

### 背景技术

[0002] 激光雷达在制造过程中,其光机部件的装调精密性直接决定了激光雷达的良率;目前制约着激光雷达产品无法大量生产的一个最重要的因素是装调周期太长,而影响装调周期的因素包括调节发射端光路的准直性、接收端的聚焦性和收发两端的光轴平行性,还需将光机模块装配到整机上的俯仰倾角的调节,以及激光雷达发散角的测量等,因此,其装调过程和调节步骤比较多和繁琐,所使用的装配和测量设备相对比较多,特别是发散角和俯仰倾角的调节和测量,当前主要采用的是在宽阔的标定场通过人工的移动标靶和观察标靶上光斑的相机,并由相机观察标靶上光斑图像大小和位置的变化情况,确定激光雷达的发散角和俯仰倾角。该方法需要很大的实验场所,不同的装配和测量需要使用不同的设备,即要实现上述完整的装配和测量,用到的实验设备和工装类型较多,同时在测量前需要对标定场进行长距离的标定,因此人工移动靶面和标定场的标定比较耗时,难以控制测量精度。

### 发明内容

[0003] 基于此,本发明在于克服现有技术的激光雷达发散角和俯仰倾角的测试方法需要较大的试验场所,用到的试验设备和工装类型较多,且操作繁琐,浪费人力,难以控制测量精度的缺陷,提供一种光学性能装调装置及光学性能装调方法。

[0004] 其技术方案如下:

[0005] 一种光学性能装调装置,包括:光学平台,设于所述光学平台上的平行光管,设于所述平行光管的焦面上的散射板,用于拍摄识别所述散射板的拍摄组件,与所述拍摄组件电连接的上位机,设于所述光学平台上且用于标定所述平行光管的标定组件,以及设于所述光学平台上且位于所述平行光管的光轴轴线方向的旋转组件;所述散射板上设有十字刻度线。

[0006] 本技术方案的光学性能装调装置使用平行光管作为主要仪器,通过先行对平行光管进行标定,验证其进行光学性能测试的可行性后,可一次性装调同时完成激光雷达的发散角和俯仰倾角的测量,无需复杂的测量过程和繁琐的操作步骤,大量节省了时间,且不需要大的标定场地,在实验室便可完成装配和测量,以使激光雷达的制造成本降低,同时测量精度高。

[0007] 具体地,在装调初始时,所述旋转组件尚未放置于所述光学平台上;

[0008] 将标定组件的光轴对准平行光管的光轴,读取标定组件的俯仰偏摆角度值;

[0009] 若所述俯仰偏摆角度值为 $90^{\circ}$ ,则无需调节所述平行光管;

[0010] 若所述俯仰偏摆角度值不为 $90^{\circ}$ ,则先调节所述标定组件,使得所述俯仰偏摆角度

值为 $90^\circ$ ，并通过调节所述平行光管的升降和整体倾斜，使得所述平行光管的光轴与所述标定组件的光轴重合；

[0011] 沿垂直于所述平行光管的光轴的方向移动散射板，使由所述标定组件发出的指示光通过所述平行光管照射到所述散射板的十字刻度线的中心上；

[0012] 沿所述平行光管的光轴方向移动所述拍摄组件，使所述散射板的像能在上位机上被清晰地观察到；

[0013] 标定所述标定组件的俯仰角与所述标定组件发出的指示光照射到所述散射板上光斑的位置关系；

[0014] 通过上述位置关系的关系式验证所述平行光管进行光学性能测试的可行性；

[0015] 所述平行光管标定完成，将所述标定组件撤离所述光学平台，并将所述旋转组件设于所述光学平台上且位于所述平行光管的光轴轴线方向；

[0016] 将待测激光雷达放置在旋转组件上，并开启激光雷达；

[0017] 观测激光雷达发出的激光束光斑，且通过调整激光雷达中光机模块的俯仰，使其发出的激光束光斑位于所述十字刻度线的竖向刻度线上，且沿所述十字刻度线的横向刻度线对称；

[0018] 读取所述激光束光斑的长度，并计算出激光雷达的发散角；

[0019] 驱动旋转组件旋转一定角度后，拨动激光雷达的光机模块使其旋转，并使光机模块发出的激光束光斑照射于所述十字刻度线的竖向刻度线上；

[0020] 拍摄组件拍摄并记录激光束光斑在所述竖向刻度线上的偏移情况；

[0021] 重复上述步骤，记录 $360^\circ$ 方位不同旋转角下激光束光斑的竖向位置变化量；

[0022] 判断所述变化量是否超过公差范围。

[0023] 在其中一个实施例中，所述标定组件包括设于所述光学平台上且位于所述平行光管的光轴轴线方向的升降台，以及放置于所述升降台上且对准所述平行光管的全站仪。

[0024] 在其中一个实施例中，所述拍摄组件包括工业相机以及安装在所述工业相机上的工业镜头，所述工业相机与所述上位机电连接，所述工业镜头对准所述散射板。

[0025] 在其中一个实施例中，所述散射板为透光性薄板。

[0026] 在其中一个实施例中，所述十字刻度线的最小刻度值为 $0.5\text{mm}$ 。

[0027] 在其中一个实施例中，所述旋转组件包括设于所述光学平台上的旋转平台以及与所述旋转平台连接的固定工装。

[0028] 本技术方案还提供一种光学性能装调方法，所述光学性能装调方法包括标定方法，所述标定方法包括如下步骤：

[0029] 将标定组件的光轴对准平行光管的光轴，读取标定组件的俯仰偏摆角度值；

[0030] 若所述俯仰偏摆角度值为 $90^\circ$ ，则无需调节所述平行光管；

[0031] 若所述俯仰偏摆角度值不为 $90^\circ$ ，则先调节所述标定组件，使得所述俯仰偏摆角度值为 $90^\circ$ ，并通过调节所述平行光管的升降和整体倾斜，使得所述平行光管的光轴与所述标定组件的光轴重合；

[0032] 沿垂直于所述平行光管的光轴的方向移动散射板，使由所述标定组件发出的指示光通过所述平行光管照射到所述散射板的十字刻度线的中心上；

[0033] 沿所述平行光管的光轴方向移动所述拍摄组件，使所述散射板的像能在上位机上

被清晰地观察到；

[0034] 标定所述标定组件的俯仰角与所述标定组件发出的指示光照射到所述散射板上光斑的位置关系；

[0035] 验证所述平行光管进行光学性能测试的可行性；

[0036] 若所述平行光管合格则进入下一步装调程序，否则更换所述平行光管直至所述平行光管合格。

[0037] 本技术方案的光学性能装调方法使用平行光管作为主要仪器，通过先行对平行光管进行标定，验证其进行光学性能测试的可行性后，即可一次性装调同时完成激光雷达的发散角和俯仰倾角的测量，无需复杂的测量过程和繁琐的操作步骤，大量节省了时间，且不需要大的标定场地，在实验室便可完成装配和测量，以使激光雷达的制造成本降低，同时测量精度高。

[0038] 在其中一个实施例中，标定所述标定组件的俯仰角与所述标定组件发出的指示光照射到所述散射板上光斑的位置关系的包括如下步骤：

[0039] 俯仰摆动所述标定组件，使得所述标定组件的指示光照射到散射板上的每个竖向刻度上；

[0040] 记录所述标定组件每次摆动到相应刻度值时所对应的角度值；

[0041] 分析所述角度值与所述刻度值是否满足线性关系。

[0042] 在其中一个实施例中，所述光学性能装调方法还包括测试方法，所述测试方法包括如下步骤：

[0043] 1) 将待测激光雷达放置在旋转组件上，并开启激光雷达；

[0044] 2) 观测激光雷达发出的激光束光斑，且通过调整激光雷达中光机模块的俯仰，使其发出的激光束光斑位于所述十字刻度线的竖向刻度线上，且沿所述十字刻度线的横向刻度线对称；

[0045] 3) 读取所述激光束光斑的长度，并计算出激光雷达的发散角；

[0046] 4) 驱动旋转组件旋转一定角度后，拨动激光雷达的光机模块使其旋转，并使光机模块发出的激光束光斑照射于所述十字刻度线的竖向刻度线上；

[0047] 5) 拍摄组件拍摄并记录激光束光斑在所述竖向刻度线上的偏移情况；

[0048] 6) 重复步骤4和步骤5，记录360°方位不同旋转角下激光束光斑的竖向位置变化量；

[0049] 7) 判断所述变化量是否超过公差范围。

[0050] 在其中一个实施例中，所述测试方法还包括激光雷达的光机模块的光路调整：

[0051] 调节所述光机部件的发射端，使其出射平行光；

[0052] 调节所述光机部件的接收端，使其探测器位于接收镜组的最佳焦面；

[0053] 调节发射端与接收端的平行度，使发射端出射的激光束光斑对称位于所述十字刻度线的竖向刻度线上，且沿所述十字刻度线的横向刻度线对称，使所述接收端的探测器获得的信号最强。

## 附图说明

[0054] 构成本申请的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解，本发明的示意性实

施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。

[0055] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0056] 图1为本发明实施例所述的光学性能装调装置的结构示意图一;

[0057] 图2为本发明实施例所述的光学性能装调装置的结构示意图二;

[0058] 图3为本发明实施例所述的散射板及激光束光斑的示意图一;

[0059] 图4为本发明实施例所述的散射板及激光束光斑的示意图二;

[0060] 图5为本发明实施例所述的散射板及指示光的示意图一;

[0061] 图6为本发明实施例所述的散射板及指示光的示意图二。

[0062] 附图标记说明:

[0063] 10、光学平台;20、平行光管;30、散射板;31、十字刻度线;311、竖向刻度线;312、横向刻度线;40、拍摄组件;50、上位机;60、标定组件;61、升降台;62、全站仪;70、旋转组件;71、旋转平台;72、固定工装;80、激光雷达。

## 具体实施方式

[0064] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明。但是本发明能够以很多不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似改进,因此本发明不受下面公开的具体实施例的限制。

[0065] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0066] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0067] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系,除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0068] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第

一特征在第二特征正下方或斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0069] 需要说明的是,当元件被称为“固定于”或“设置于”另一个元件,它可以直接在另一个元件上或者也可以存在居中的元件。当一个元件被认为是“连接”另一个元件,它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件。本文所使用的术语“垂直的”、“水平的”、“上”、“下”、“左”、“右”以及类似的表述只是为了说明的目的,并不表示是唯一的实施方式。

[0070] 如图1-图2所示的一种光学性能装调装置,包括:光学平台10,设于所述光学平台10上的平行光管20,设于所述平行光管20的焦面上的散射板30,用于拍摄识别所述散射板30的拍摄组件40,与所述拍摄组件40电连接的上位机50,设于所述光学平台10上且用于标定所述平行光管20的标定组件60,以及设于所述光学平台10上且位于所述平行光管20的光轴轴线方向的旋转组件70;所述散射板30上设有十字刻度线31。

[0071] 本实施方式的光学性能装调装置使用平行光管20作为主要仪器,通过先行对平行光管20进行标定,验证其进行光学性能测试的可行性后,可一次性装调同时完成激光雷达80的发散角和俯仰倾角的测量,无需复杂的测量过程和繁琐的操作步骤,大量节省了时间,且不需要大的标定场地,在实验室便可完成装配和测量,以使激光雷达80的制造成本降低,同时测量精度高。

[0072] 本实施方式所述平行光管20的焦距为m级,用于提高激光雷达发射和接收对焦的精度。

[0073] 具体地,如图1所示,在装调初始时,所述旋转组件70尚未放置于所述光学平台10上,所述平行光管20放置于所述光学平台10的中心区域,所述散射板104放置在所述平行光管20的后焦面;

[0074] 将标定组件60的光轴对准平行光管20的光轴,读取标定组件60的俯仰偏摆角度值;

[0075] 若所述俯仰偏摆角度值为 $90^{\circ}$ ,则无需调节所述平行光管20;

[0076] 若所述俯仰偏摆角度值不为 $90^{\circ}$ ,则先调节所述标定组件60,使得所述俯仰偏摆角度值为 $90^{\circ}$ ,并通过调节所述平行光管20的升降和整体倾斜,使得所述平行光管20的光轴与所述标定组件60的光轴重合;

[0077] 沿垂直于所述平行光管20的光轴的方向移动散射板30,使由所述标定组件60发出的指示光通过所述平行光管20照射到所述散射板30的十字刻度线31的中心上,如图5所示;

[0078] 沿所述平行光管20的光轴方向移动所述拍摄组件40,使所述散射板30的像能在上位机50上被清晰地观察到;

[0079] 标定所述标定组件60的俯仰角与所述标定组件60发出的指示光照射到所述散射板30上光斑的位置关系;

[0080] 通过上述位置关系的关系式验证所述平行光管20进行光学性能测试的可行性,当平行光管20标定合格则进入下一步,若不合格则更换平行光管20直到标定合格。

[0081] 如图2所示,所述平行光管20标定完成,将所述标定组件60撤离所述光学平台10,并将所述旋转组件70设于所述光学平台10上且位于所述平行光管20的光轴轴线方向。

[0082] 将待测激光雷达80放置在旋转组件70上,并开启激光雷达80。

[0083] 如图3所示,观测激光雷达80发出的激光束光斑,使其发出的激光束光斑位于所述

十字刻度线31的竖向刻度线311上,且沿所述十字刻度线31的横向刻度线312对称;若所述激光束光斑不沿所述十字刻度线31的横向刻度线312对称,所述激光束光斑的中心在所述横向刻度线312偏上或偏下位置,则需要且通过调整激光雷达80中光机模块的俯仰,使其且沿所述十字刻度线31的横向刻度线312对称。

[0084] 读取所述激光束光斑的长度,即图示中bb'的长度为激光束光斑的长度,且长度值为L1-L2,并通过激光束光斑的长度计算出激光雷达80的发散角 $\alpha$ ,从而获得发散角 $\alpha$ 的数值,所述发散角 $\alpha = (L1-L2) / f$ ;其中,f为所述平行光管20的焦距。

[0085] 如图4所示,驱动旋转组件70旋转一定角度后,拨动激光雷达80的光机模块使其旋转,并使光机模块发出的激光束光斑照射于所述十字刻度线31的竖向刻度线311上。

[0086] 拍摄组件40拍摄并记录激光束光斑在所述竖向刻度线311上的偏移情况;如图4中的激光束光斑位于所述十字刻度线31的横向刻度线312偏上位置,其偏移量为 $(H1+H2) / 2$ 。

[0087] 重复上述步骤,即重复上述旋转组件70旋转,以及光机模块旋转的步骤,记录 $360^\circ$ 方位不同旋转角下激光束光斑的竖向位置变化量;所述变化量即为激光雷达内部的装配误差,判断所述变化量是否超过公差范围,若超过公差范围,则该台激光雷达的俯仰倾角误差大,激光雷达不合格,以此可判断整机的装配。

[0088] 本实施方式所述标定组件60包括设于所述光学平台10上且位于所述平行光管20的光轴轴线方向的升降台61,以及放置于所述升降台61上且对准所述平行光管20的全站仪62。所述全站仪62包括望远镜头,当对平行光管20进行标定时,将所述全站仪62调至水平,通过所述升降台61的升降和所述全站仪62的望远镜头俯仰倾斜摆动,同时沿平行光管20广州的垂直方向平移升降台61并摆动望远镜头62,使望远镜头对准平行光管105。将全站仪62的光轴对准平行光管20的光轴,读取全站仪62的俯仰偏摆角度值,并根据全站仪62的俯仰偏摆角度值调整平行管管20的升降和倾斜。

[0089] 本实施方式所述拍摄组件40包括工业相机以及安装在所述工业相机上的工业镜头,所述工业相机与所述上位机50电连接,所述工业镜头对准所述散射板30。所述工业镜头采用有限共轭距的低畸变镜头,所述工业相机采用与所述工业镜头相匹配的且能观察宽波段光谱的相机。

[0090] 本实施方式所述散射板30为透光性薄板,且所述散射板30具有高均匀性和高散射性。从而激光雷达80与拍摄组件40可以分别位于散射板30的两相对侧,既便于拍摄组件40与散射板30同心设置,提高拍摄精度,又可使拍摄组件40清楚地拍摄到散射板30上的光斑。

[0091] 本实施方式所述十字刻度线31的最小刻度值为0.5mm,有利于提高对平行光管20标定的精度。

[0092] 本实施方式所述旋转组件70包括设于所述光学平台10上的旋转平台71以及与所述旋转平台71连接的固定工装72,所述固定工装72用于将激光雷达固定,所述旋转平台71则可水平方向 $360^\circ$ 旋转,带动激光雷达水平旋转。

[0093] 本实施方式还提供一种光学性能装调方法,所述光学性能装调方法包括标定方法,所述标定方法包括如下步骤:

[0094] 将标定组件60的光轴对准平行光管20的光轴,读取标定组件60的俯仰偏摆角度值;

[0095] 若所述俯仰偏摆角度值为 $90^\circ$ ,则无需调节所述平行光管20;

[0096] 若所述俯仰偏摆角度值不为 $90^\circ$ ，则先调节所述标定组件60，使得所述俯仰偏摆角度值为 $90^\circ$ ，并通过调节所述平行光管20的升降和整体倾斜，使得所述平行光管20的光轴与所述标定组件60的光轴重合；

[0097] 沿垂直于所述平行光管20的光轴的方向移动散射板30，使由所述标定组件60发出的指示光通过所述平行光管20照射到所述散射板30的十字刻度线31的中心上，如图5所示；

[0098] 沿所述平行光管20的光轴方向移动所述拍摄组件40，使所述散射板30的像能在上位机50上被清晰地观察到；

[0099] 标定所述标定组件60的俯仰角与所述标定组件60发出的指示光照射到所述散射板30上光斑的位置关系；

[0100] 验证所述平行光管20进行光学性能测试的可行性。

[0101] 本实施方式的光学性能装调方法使用平行光管20作为主要仪器，通过先行对平行光管20进行标定，验证其进行光学性能测试的可行性后，即可一次性装调同时完成激光雷达80的发散角和俯仰倾角的测量，无需复杂的测量过程和繁琐的操作步骤，大量节省了时间，且不需要大的标定场地，在实验室便可完成装配和测量，以使激光雷达80的制造成本降低，同时测量精度高。

[0102] 本实施方式标定所述标定组件60的俯仰角与所述标定组件60发出的指示光照射到所述散射板30上光斑的位置关系的包括如下步骤：

[0103] 俯仰摆动所述标定组件60，使得所述标定组件60的指示光照射到散射板30上的每个竖向刻度上，如图6所示；

[0104] 记录所述标定组件60每次摆动到相应刻度值时所对应的角度值；

[0105] 分析所述角度值与所述刻度值是否满足线性关系，由所述线性关系的关系式确定后续俯仰倾角测量数据，该步骤为验证平行光管20进行俯仰倾角测试的可行性，且该步骤完成后，即可进行批量装调与测量，只有搬移所述平行光管20后需再次进行该步骤的装调和标定。

[0106] 所述光学性能装调方法还包括测试方法，所述测试方法包括如下步骤：

[0107] 1) 将待测激光雷达80放置在旋转组件70上，并开启激光雷达80；

[0108] 2) 如图3所示，观测激光雷达80发出的激光束光斑，且通过调整激光雷达80中光机模块的俯仰，使其发出的激光束光斑位于所述十字刻度线31的竖向刻度线311上，且沿所述十字刻度线31的横向刻度线312对称；若所述激光束光斑不沿所述十字刻度线31的横向刻度线312对称，所述激光束光斑的中心在所述横向刻度线312偏上或偏下位置，则需要且通过调整激光雷达80中光机模块的俯仰，使其且沿所述十字刻度线31的横向刻度线312对称。

[0109] 3) 读取所述激光束光斑的长度，即图示中 $bb'$ 的长度为激光束光斑的长度，且长度值为 $L1-L2$ ，并通过激光束光斑的长度计算出激光雷达80的发散角 $\alpha$ ，从而获得发散角 $\alpha$ 的数值，所述发散角 $\alpha = (L1-L2)/f$ ；其中， $f$ 为所述平行光管20的焦距。

[0110] 4) 驱动旋转组件70旋转一定角度后，拨动激光雷达80的光机模块使其旋转，并使光机模块发出的激光束光斑照射于所述十字刻度线31的竖向刻度线311上。

[0111] 5) 拍摄组件40拍摄并记录激光束光斑在所述竖向刻度线311上的偏移情况；如图4中的激光束光斑位于所述十字刻度线31的横向刻度线312偏上位置，其偏移量为 $(H1+H2)/2$ 。

[0112] 6) 重复步骤4和步骤5,记录360°方位不同旋转角下激光束光斑的竖向位置变化量。

[0113] 7) 所述变化量即为激光雷达内部的装配误差,判断所述变化量是否超过公差范围,若超过公差范围,则该台激光雷达的俯仰倾角误差大,激光雷达不合格,以此可判断整机的装配。

[0114] 本实施方式所述测试方法还包括激光雷达80的光机模块的光路调整:

[0115] 调节所述光机部件的发射端,使其出射平行光;

[0116] 调节所述光机部件的接收端,使其探测器位于接收镜组的最佳焦面;调节发射端与接收端的平行度,使发射端出射的激光束光斑对称位于所述十字刻度线31的竖向刻度线311上,且沿所述十字刻度线31的横向刻度线312对称,使所述接收端的探测器获得的信号最强。

[0117] 本实施方式通过示波器观察接收端的信号幅值,确定收发光轴的平行性和接收端的聚焦性。在其他实施方式中,可以采用工业相机和工业镜头用于观察接收端的探测器来确定平行性和聚焦性。

[0118] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0119] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

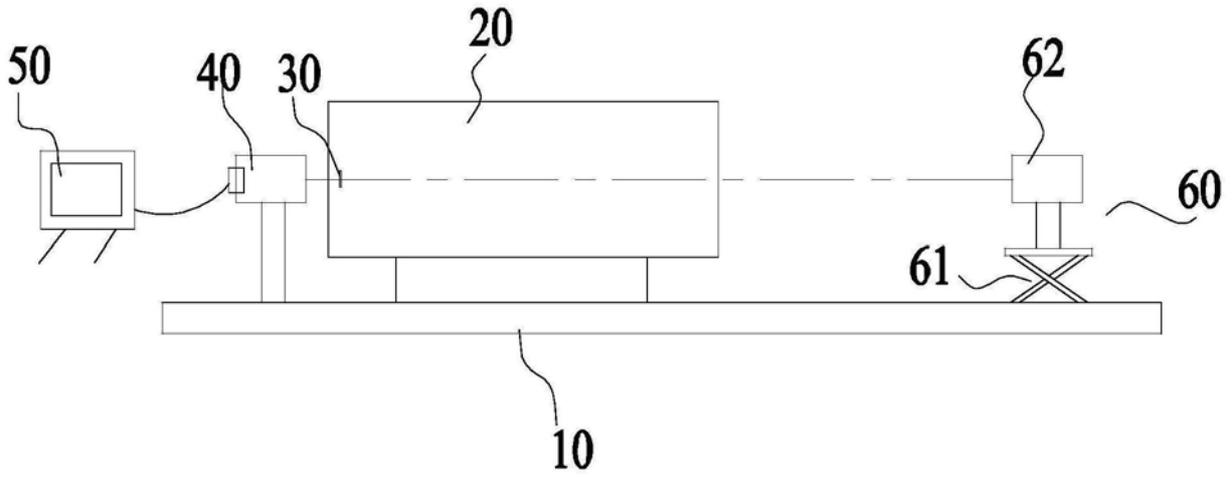


图1

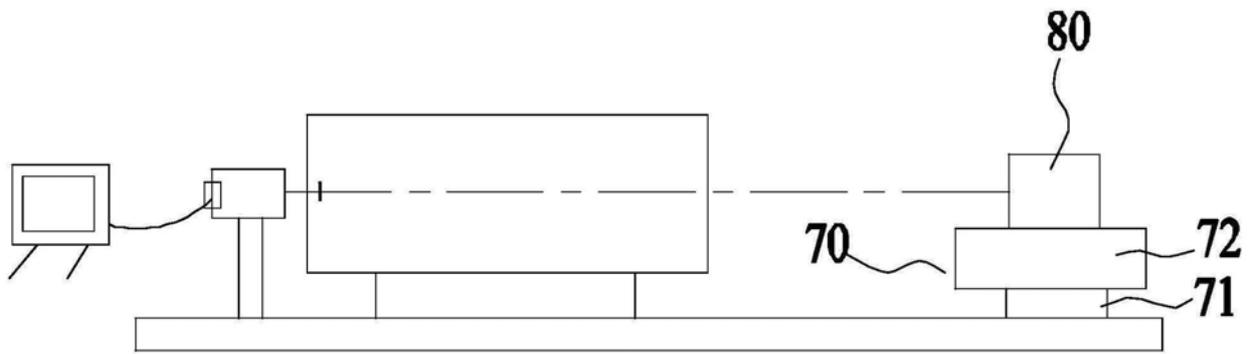


图2

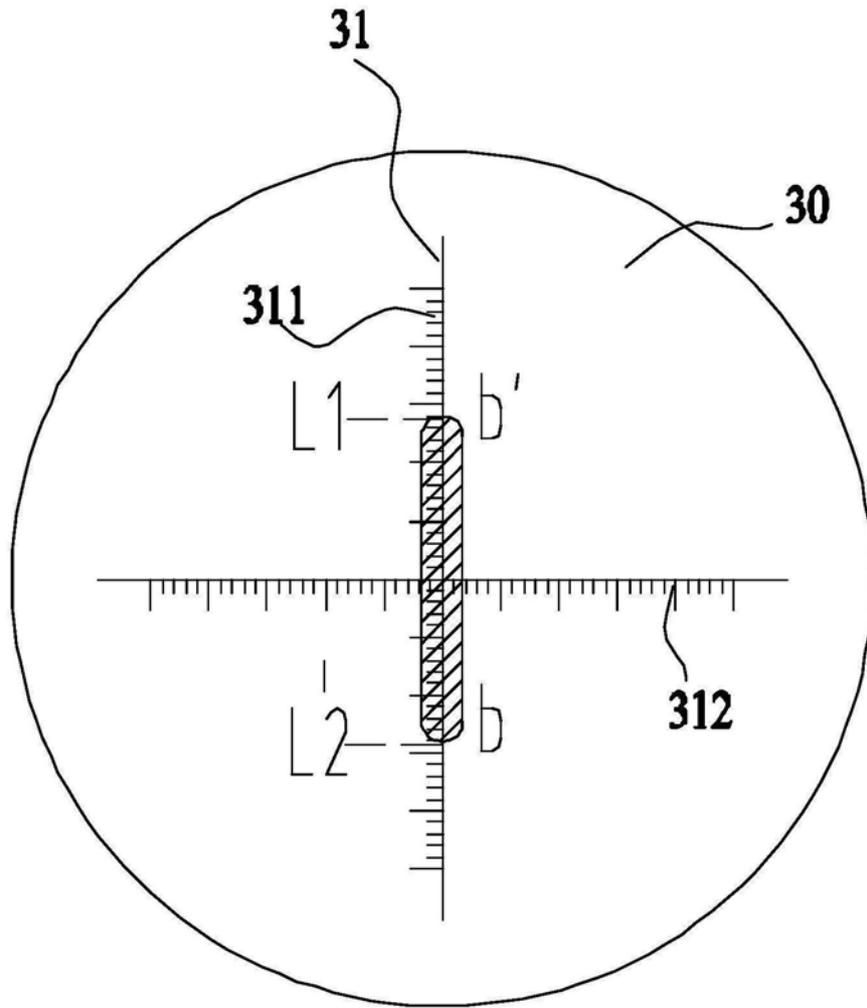


图3

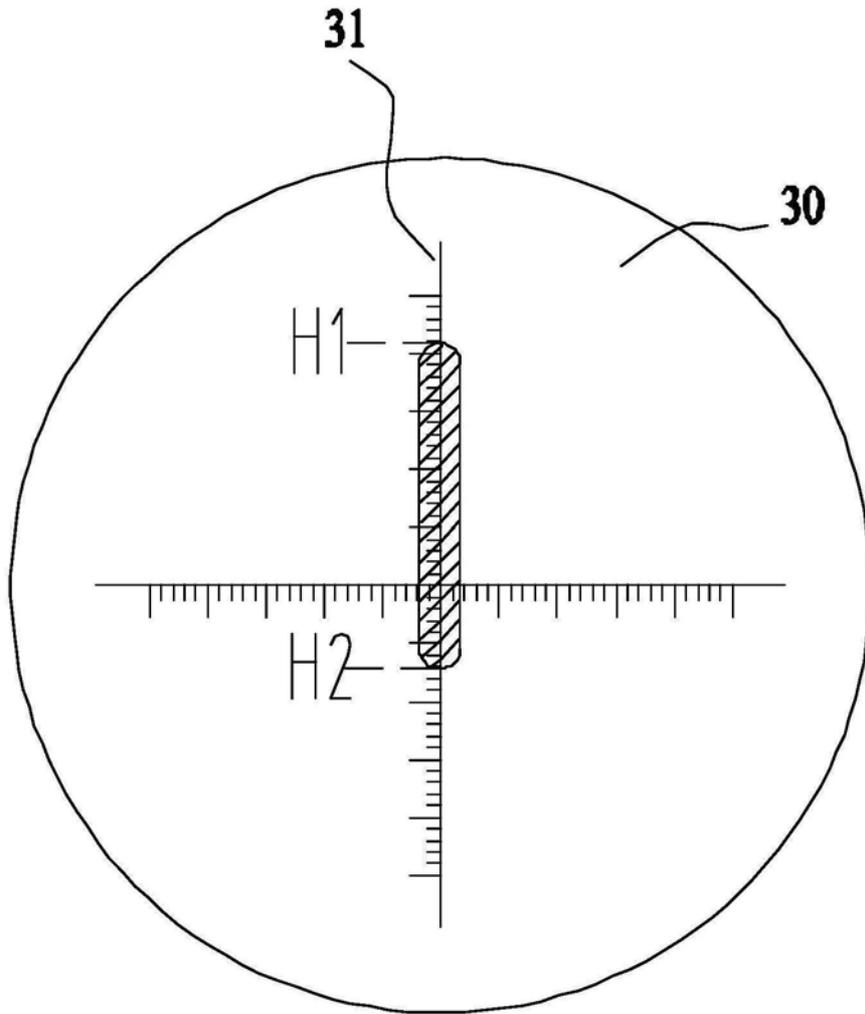


图4

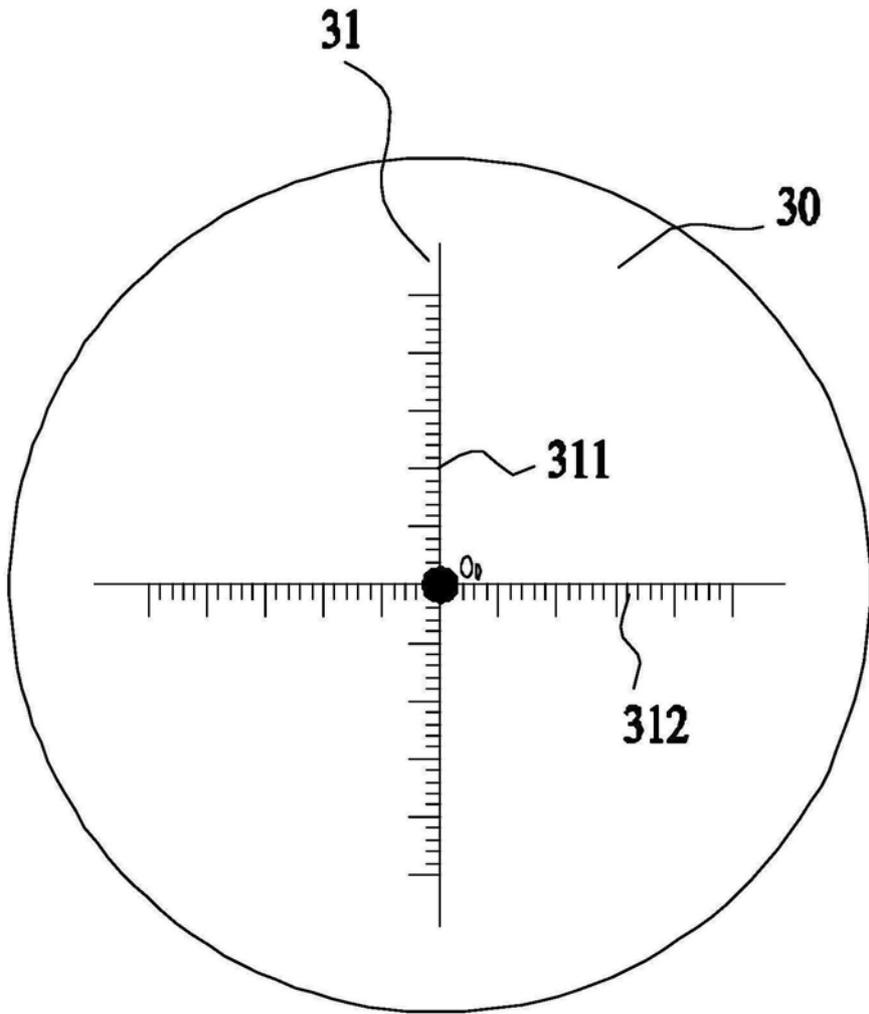


图5

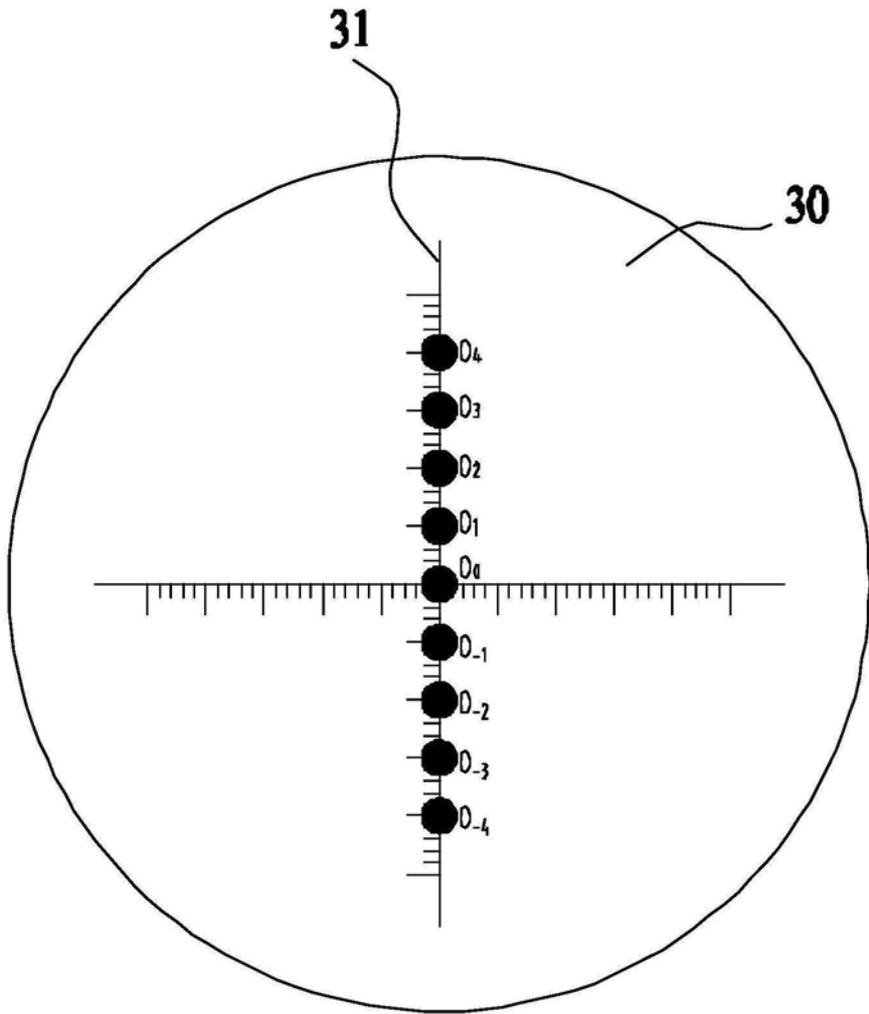


图6