



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108332708 A

(43)申请公布日 2018.07.27

(21)申请号 201810270383.2

(22)申请日 2018.03.29

(71)申请人 苏州凌创瑞地测控技术有限公司  
地址 215000 江苏省苏州市吴江经济技术  
开发区联杨路南侧、龙桥路西侧

(72)发明人 陈嘉迪 郑凯

(74)专利代理机构 苏州翔远专利代理事务所  
(普通合伙) 32251

代理人 刘计成

(51) Int. Cl.

G01C 1/00(2006.01)

G01C 25/00(2006.01)

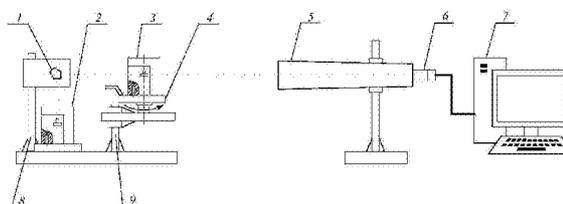
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

## (54)发明名称

激光水平仪自动检测系统及检测方法

## (57)摘要

本发明提供一种激光水平仪自动检测系统，其包括：垂直检测工位，垂直检测工位用于检测垂直激光线，工位上设有五棱镜将垂直激光线偏转为水平激光线；水平检测工位用于检测水平激光线；光学准直仪，所述光学准直仪内设有物镜、分划板，所述物镜与所述分划板位置相对，激光线经过所述物镜后投射在所述分划板上；摄像头用于采集所述分划板上的激光图像；计算机，所述摄像头与所述计算机连接，所述计算机用于对摄像头采集的图像进行分析、计算。本发明技术方案可以对激光水平仪出射的垂直和水平激光线角度进行自动地、精确地测量，并大幅缩短了测试时间，提高了效率，同时实现了一套光学准直仪+摄像头对垂直激光线和水平激光线的测量，降低了成本，也减小了检测设备的空间布置。



1. 一种激光水平仪自动检测系统,其特征在于,其包括:

垂直检测工位,所述垂直检测工位用于放置被测激光水平仪,对垂直激光线进行测量,所述垂直检测工位上设有五棱镜,所述五棱镜能将垂直激光线偏转为水平激光线;

水平检测工位,所述水平检测工位用于放置被测激光水平仪,对水平激光线进行测量;

光学准直仪,所述光学准直仪内设有物镜、分划板,所述物镜与所述分划板位置相对,所述五棱镜以及所述水平检测工位上被测激光水平仪的激光线出射点应与所述光学准直仪的轴线位于同一高度;

摄像头,所述摄像头用于采集所述分划板上的图像;

计算机,所述摄像头与所述计算机连接,所述计算机用于对摄像头采集的图像进行分析、计算,得到激光线出射角度。

2. 根据权利要求1所述的激光水平仪自动检测系统,其特征在于:所述水平检测工位上设有转台。

3. 根据权利要求1所述的激光水平仪自动检测系统,其特征在于:所述转台与第一上下位置调节机构连接。

4. 根据权利要求1所述的激光水平仪自动检测系统,其特征在于:所述五棱镜与第二上下位置调节机构连接。

5. 根据权利要求1所述的激光水平仪自动检测系统,其特征在于:所述垂直检测工位、水平检测工位上均设有定位销,与被测激光水平仪底部定位孔配合。

6. 一种激光水平仪自动检测自动检测方法,其特征在于,其包括如下步骤:

1) 高度调节:调整五棱镜安装高度,转台安装高度,确保五棱镜出射面中心、放置在水平检测工位的被测激光水平仪的激光线出射点位置与光学准直仪轴线位于同一高度;

2) 摄像头标定:根据摄像头采集的分划板图像,分划板上有标准刻度,计算机根据若干个刻度之间的真实物理长度以及像素点个数,计算出单个像素点对应的实际物理长度,记为 $k$ ;

3) 设备校准:将标准激光水平仪放置在水平检测工位,开启标准激光水平仪,等到其出射的水平激光线稳定后,计算机会自动将此时的摄像头采集的分划板激光图像的激光中心线像素坐标记录下来作为参考点,记为 $y_0$ ;

4) 水平激光线检测:将待测激光水平仪放置在水平检测工位,开启待测激光水平仪,等到其出射的水平激光线稳定后,计算机会自动将此时的摄像头采集的分划板激光图像的激光中心线像素坐标记录下来,记为 $y_1$ ,根据几何光学原理,有 $k/|y_1-y_0| = f' \tan\beta$ ,故水平激光线出射角度 $\beta$ 的计算公式为: $\beta = \arctan[k/|y_1-y_0|/f']$ ,其中, $k$ 为单个像素点对应的实际物理长度; $f'$ 为光学准直仪物镜焦距,若该出射角度 $\beta$ 在阈值范围内,则认为被测激光水平仪出射的水平激光线合格;

5) 垂直激光线检测:将待测激光水平仪放置在垂直检测工位,开启待测激光水平仪,等到其出射的垂直激光线稳定后,测得垂直激光线经过五棱镜折射的激光线与水平面的偏角,根据五棱镜的折射原理,该偏角即垂直激光线的出射角度,依照步骤4)中的计算方法,若该出射角度在阈值范围内,则认为被测激光水平仪出射的垂直激光线合格。

7. 根据权利要求6所述的激光水平仪自动检测自动检测方法,其特征在于:在步骤4)中需进行水平激光线分段检测,在进行水平激光线分段检测时,一般选用3个角度,先将转台

旋转到激光水平仪正对光学准直仪的位置,按照步骤4)测得该位置下激光水平仪出射水平激光线的角度;再将转台顺时针旋转到 $45^{\circ}$ 位置,测得该位置下激光水平仪出射水平激光线的角度;最后将转台逆时针旋转到 $-45^{\circ}$ 位置,测得该位置下激光水平仪出射水平激光线的角度;综合比较三个位置得到的角度,若三个角度都在规定阈值范围内,且三个角度的角度差在规定阈值范围内,则认为被测激光水平仪出射的水平激光线合格。

8. 根据权利要求6所述的激光水平仪自动检测自动检测方法,其特征在于:计算机在计算中心像素位置时首先需要判断激光的有效宽度,去除无效的噪点,再对图像进行二值化,根据算法拟合出激光线像素点的有效矩形区域,从而得到激光线的中心线像素坐标。

## 激光水平仪自动检测系统及检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于光学检测、机器视觉等领域,具体涉及一种用于检测激光水平仪出射激光线自动检测设备以及检测方法。

### 背景技术

[0002] 激光水平仪可以射出激光线,投射在目标物上,产生可供参考的水平或垂直线,在工程、建筑、装潢等领域的应用十分广泛。激光水平仪出射激光线的角度是激光线与出射点所在水平面或铅垂面所成的角度,是衡量激光水平仪精度的一项重要指标,角度检测通常是作为激光水平仪生产线上的终检项目来确保产品在加工组装完后具有合格的质量。当前国内生产的激光水平仪多是通过人为肉眼观察的方式进行判断,精确性和重复性难以得到保障,而且检测效率十分低下。

[0003] 光学准直仪是一种利用光的自准直原理进行测量的计量仪器,它可以将角度测量转换为线性测量,被广泛用于小角度、平面度、平行度等精确性的测量。利用光学准直仪对激光水平仪的出射激光线角度进行测量,可以大幅提高测量的精准度。而机器视觉是通过图像摄取装置将目标转化为数字化图像信号,根据像素分布、形态、亮度、颜色等信息来获取目标的特征,从而进行判断。用机器视觉代替人工视觉,可以提高大批量重复性工业生产过程的自动化程度。机器视觉技术在工业制造、智能检测领域有广泛的应用。如果能在激光水平仪的检测过程中应用机器视觉技术,可以大幅提高检测精度和效率,因此有必要对这一技术做进一步的研究。

### 发明内容

[0004] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本发明的目的在于提供一种采用光学准直仪和机器视觉系统对激光水平仪出射激光线进行检测的系统。

[0005] 为实现上述目的及其他相关目的,本发明提供一种激光水平仪自动检测系统,其包括:垂直检测工位,所述垂直检测工位用于放置被测激光水平仪,所述垂直检测工位上设有五棱镜,所述五棱镜能将垂直激光线偏转为水平激光线,从而对垂直激光线进行检测;水平检测工位,所述水平检测工位用于放置被测激光水平仪,对水平激光线进行检测;光学准直仪,所述光学准直仪内设有物镜、分划板,所述物镜与所述分划板位置相对,所述五棱镜以及所述水平检测工位上被测激光水平仪的激光线出射点应与所述光学准直仪的轴线位于同一高度,水平激光线经过所述物镜后投射在所述分划板上;摄像头,所述摄像头用于采集所述分划板上的激光图像;计算机,所述摄像头与所述计算机连接,所述计算机用于对摄像头采集的图像进行分析、计算,得到激光线出射角度。

[0006] 优选的,所述水平检测工位上设有转台。

[0007] 优选的,所述转台与第一上下位置调节机构连接。

[0008] 优选的,所述五棱镜与第二上下位置调节机构连接。

[0009] 优选的,所述垂直检测工位、水平检测工位上均设有定位销,与被测激光水平仪底

部定位孔配合。

[0010] 本发明还公开了一种采用上述激光水平仪自动检测系统进行检测的方法,其包括如下步骤:

1) 高度调节:调整五棱镜安装高度,转台安装高度,确保五棱镜出射面中心、放置在水平检测工位的被测激光水平仪的激光线出射点位置与光学准直仪轴线位于同一高度;

2) 摄像头标定:根据摄像头采集的分划板图像,分划板上有标准刻度,计算机根据若干个刻度之间的真实物理长度以及像素点个数,计算出单个像素点对应的实际物理长度,记为k。

[0011] 3) 设备校准:将标准激光水平仪放置在水平检测工位,开启标准激光水平仪,等到其出射的水平激光线稳定后,计算机会自动将此时的摄像头采集的分划板激光图像的激光中心线像素坐标记录下来作为参考点,记为 $y_0$ ;

4) 水平激光线检测:将待测激光水平仪放置在水平检测工位,开启待测激光水平仪,等到其出射的水平激光线稳定后,计算机会自动将此时的摄像头采集的分划板激光图像的激光中心线像素坐标记录下来记为 $y_1$ ,根据几何光学原理,有 $k|y_1-y_0| = f' \tan\beta$ ,故水平激光线出射角度 $\beta$ 的计算公式为: $\beta = \arctan[k|y_1-y_0|/f']$ ,其中,k为单个像素点对应的实际物理长度; $f'$ 为光学准直仪物镜焦距,若该出射角度 $\beta$ 角度在阈值范围内,则认为被测激光水平仪出射的水平激光线合格;

5) 垂直激光线检测:将待测激光水平仪放置在垂直检测工位,开启待测激光水平仪,等到其出射的垂直激光线稳定后,测得垂直激光线经过五棱镜折射的激光线与水平面的偏角,根据五棱镜的折射原理,该偏角即垂直激光线的出射角度,依照步骤4)中的计算方法,若该出射角度在阈值范围内,则认为被测激光水平仪出射的垂直激光线合格。

[0012] 优选的,在步骤4)中需进行水平激光线分段检测,在进行水平激光线分段检测时,先将转台旋转到激光水平仪正对光学准直仪的位置,按照步骤4)测得该位置下激光水平仪出射水平激光线的角度;再将转台顺时针旋转到 $45^\circ$ 位置,测得该位置下激光水平仪出射水平激光线的角度;最后将转台逆时针旋转到 $-45^\circ$ 位置,测得该位置下激光水平仪出射水平激光线的角度;综合比较三个位置得到的角度,若三个角度都在规定阈值范围内,且三个角度的角度差在规定阈值范围内,则认为被测激光水平仪出射的水平激光线合格。

[0013] 优选的,计算机在计算中心像素位置时首先需要判断激光的有效宽度,去除无效的噪点,再对图像进行二值化,根据算法拟合出激光线像素点的有效矩形区域,从而得到激光线的中心线像素坐标。

[0014] 如上所述,本发明的激光水平仪自动检测系统及检测方法具有以下有益效果:本发明技术方案可以对激光水平仪出射的垂直和水平激光线角度进行自动地、精确地测量,并大幅缩短了测试时间,提高了效率,同时实现了一套光学准直仪+摄像头对垂直激光线和水平激光线的测量,降低了成本,也减小了检测设备的空间布置。

## 附图说明

[0015] 图1为本发明实施例测试测试系统的结构示意图。

[0016] 图2为本发明实施例的进行设备校准时的光线示意图。

[0017] 图3为本发明实施例进行激光线检测时的光线示意图。

[0018] 1、五棱镜；2、垂直检测工位；3、水平检测工位；4、转台；5、光学准直仪；6、摄像头；7、计算机；8、第二上下位置调节机构；9、第一上下位置调节机构；10、标准水平仪；11、物镜；12、分划板；13、被测激光水平仪。

### 具体实施方式

[0019] 以下由特定的具体实施例说明本发明的实施方式，熟悉此技术的人士可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点及功效。

[0020] 请参阅图1、2、3。须知，本说明书所附图式所绘示的结构、比例、大小等，均仅用以配合说明书所揭示的内容，以供熟悉此技术的人士了解与阅读，并非用以限定本发明可实施的限定条件，故不具技术上的实质意义，任何结构的修饰、比例关系的改变或大小的调整，在不影响本发明所能产生的功效及所能达成的目的下，均应仍落在本发明所揭示的技术内容得能涵盖的范围内。同时，本说明书中所引用的如“上”、“下”、“左”、“右”、“中间”及“一”等的用语，亦仅为便于叙述的明了，而非用以限定本发明可实施的范围，其相对关系的改变或调整，在无实质变更技术内容下，当亦视为本发明可实施的范畴。

[0021] 如图1所示，本发明提供一种激光水平仪自动检测系统，其包括：垂直检测工位2、水平检测工位3、光学准直仪5、摄像头6及计算机7。

[0022] 垂直检测工位2用于放置被测激光水平仪，垂直检测工位2上设有五棱镜1，五棱镜1能将垂直激光线偏转为水平激光线。五棱镜1与第二上下位置调节机构8连接，通过第二上下位置调节机构8能够调节五棱镜1的高度。

[0023] 五棱镜1是常用的光学元件，具有使入射光在主截面内偏转 $90^\circ$ 的光学特性。激光水平仪出射的垂直激光线通过五棱镜1折射后偏转 $90^\circ$ ，转化为水平的激光线进入光学准直仪后进行检测，可以测得折射后的激光线与水平面的偏角。根据五棱镜的折射原理，该偏角即垂直激光线的出射角度。使用五棱镜1后，采用一套光学准直仪+摄像头，就可以对激光水平仪出射的垂直激光线和水平激光线进行先后检测，降低了成本，也减小了整个检测设备的空间布置。

[0024] 水平检测工位3用于放置被测激光水平仪，水平检测工位3上还设有一转台4，被测激光水平仪放置在转台4上，转动转台4可带动被测激光水平仪转动。转台4与第一上下位置调节机构9连接，通过第一上下位置调节机构9可带动转台4上下移动，进而可带动被测激光水平仪上下移动。

[0025] 垂直检测工位2、水平检测工位3及光学准直仪4前后并行排列在一条直线上。光学准直仪4内设有物镜11、分划板12，物镜11与分划板12位置相对。激光线经过物镜11后发生折射，最后成现在分划板12上。在进行检测时，五棱镜1以及水平检测工位上被测激光水平仪的激光线出射点应与光学准直仪的轴线位于同一高度。为了能够准确定位，垂直检测工位2、水平检测工位3上均设置定位销对被测激光水平仪进行定位。

[0026] 光学准直仪5用于接收激光水平仪出射的经过五棱镜折射的垂直激光线，以及直接出射的水平激光线。若激光线出射角度与水平面成一细微偏角，则光学准直仪会对接收到的激光线产生偏转，成像在仪器内部的分划板上。光学准直仪的基本原理是自准直法，通常用于对被测件的小角度位移进行精密测定。外部激光水平仪的出射激光线通过光学准直仪的物镜，最后成像在分划板上。测量前需要使用标准水平仪进行校准，可以认为其出射激

光线完全平行于光学准直仪轴线。标准水平仪出射的激光线通过光学准直仪后成像在 $O$ 点,该点为基准点。测量过程中,若被测的激光水平仪与水平面成一细微偏角 $\beta$ ,通过光学准直仪后成像在 $O'$ 处。通过测量 $OO'$ 距离,利用上述光学准直仪的几何光学原理,就可以计算出被测激光水平仪出射激光线的角度 $\beta$ ,从而判断是否合格。

[0027] 摄像头6安装在光学准直仪4的尾部,摄像头6用于采集分划板12上的激光图像。摄像头6与计算机7连接,计算机7用于对摄像头6采集的图像进行分析、计算。

[0028] 摄像头6安装在光学准直仪尾部,可以实时采集光学准直仪分划板上的图像。摄像头为单色黑白相机,以太网接口,具有高像素和高帧率。摄像头6将采集到的图像上传到计算机7中。由于激光线的图像为点状堆叠,呈现中间亮两边暗,且边缘多噪点,需对图像进行一系列的处理,首先需要判断哪些噪点为激光的有效宽度,去除无效的噪点,再对图像进行二值化。根据算法拟合出激光线像素点的有效矩形区域,从而得到激光线的中心线像素坐标。分别获得标准水平仪和被测激光水平仪激光线图像中心线像素坐标,计算两者的坐标差,再折算成真实距离,就可以计算出被测激光水平仪出射激光线的角度。

[0029] 采用上述激光水平仪自动检测系统进行检测的方法,其包括如下步骤:

1) 高度调节:调整五棱镜安装高度,转台安装高度,确保五棱镜出射面中心、放置在水平检测工位的被测激光水平仪的激光线出射点位置与光学准直仪轴线位于同一高度;

2) 摄像头标定:根据摄像头采集的分划板图像,分划板上有标准刻度,计算机根据若干个刻度之间的真实物理长度以及像素点个数,计算出单个像素点对应的实际物理长度,记为 $k$ 。

[0030] 3) 设备校准:将标准激光水平仪放置在水平检测工位,开启标准激光水平仪,等到其出射的水平激光线稳定后,计算机会自动将此时的摄像头采集的分划板激光图像的激光中心线像素坐标记录下来作为参考点,记为 $y_0$ ;

4) 水平激光线检测:将待测激光水平仪放置在水平检测工位,开启待测激光水平仪,等到其出射的水平激光线稳定后,计算机会自动将此时的摄像头采集的分划板激光图像的激光中心线像素坐标记录下来记为 $y_1$ ,根据几何光学原理,有 $k|y_1-y_0| = f' \tan\beta$ ,故水平激光线出射角度 $\beta$ 的计算公式为: $\beta = \arctan[k|y_1-y_0|/f']$ ,其中, $k$ 为单个像素点对应的实际物理长度; $f'$ 为光学准直仪物镜焦距,若该出射角度 $\beta$ 角度在阈值范围内,则认为被测激光水平仪出射的水平激光线合格;

5) 垂直激光线检测:将待测激光水平仪放置在垂直检测工位,开启待测激光水平仪,等到其出射的垂直激光线稳定后,测得垂直激光线经过五棱镜折射的激光线与水平面的偏角,根据五棱镜的折射原理,该偏角即垂直激光线的出射角度,依照步骤4)中的计算方法,若该出射角度在阈值范围内,则认为被测激光水平仪出射的垂直激光线合格。

[0031] 6) 对于水平检测工位,由于水平激光线在水平方向分布很长,每次测量时可以进入到光学准直仪的光线只是激光线水平方向上的一小段,这样的测量结果不具有代表性和普遍性。通过旋转转台,带动被测激光水平仪转动,可以让出射的水平激光线分段进入到光学准直仪中进行测量,从而可以获得最准确的测量结果。为了缩短测量时间,通常取 $0^\circ$ , $45^\circ$ 和 $-45^\circ$ 这三个具有代表性的旋转角度进行测量。对于垂直检测工位,由于垂直激光线只有一段可以经过五棱镜折射出去,因此经过五棱镜折射后的激光线长度有限,故无需在垂直检测工位上对其进行分段检测。水平检测工位分段检测过程中,先将转台旋转到激光水平

仪正对光学准直仪的位置,即 $0^{\circ}$ 位置,接着按照步骤4)测得该位置下激光水平仪出射水平激光线的角度;再将转台顺时针旋转到 $45^{\circ}$ 位置,测得该位置下激光水平仪出射水平激光线的角度;最后将转台逆时针旋转到 $-45^{\circ}$ 位置,测得该位置下激光水平仪出射水平激光线的角度;综合比较三个位置得到的角度,若三个角度都在规定阈值范围内,且三个角度的角度差在规定阈值范围内,则认为被测激光水平仪出射的水平激光线合格。

[0032] 本发明技术方案可以对激光水平仪出射的垂直和水平激光线角度进行自动地、精确地测量,并大幅缩短了测试时间,提高了效率,同时实现了一套光学准直仪+摄像头对垂直激光线和水平激光线的测量,降低了成本,也减小了检测设备的空间布置。所以,本发明有效克服了现有技术中的种种缺点而具高度产业利用价值。

[0033] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效,而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰或改变。因此,举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本发明的权利要求所涵盖。

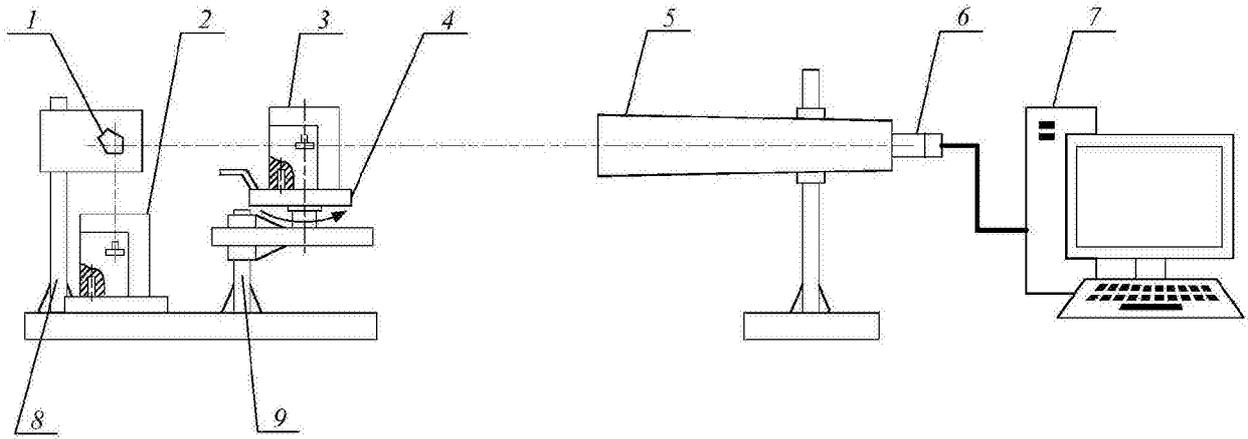


图1

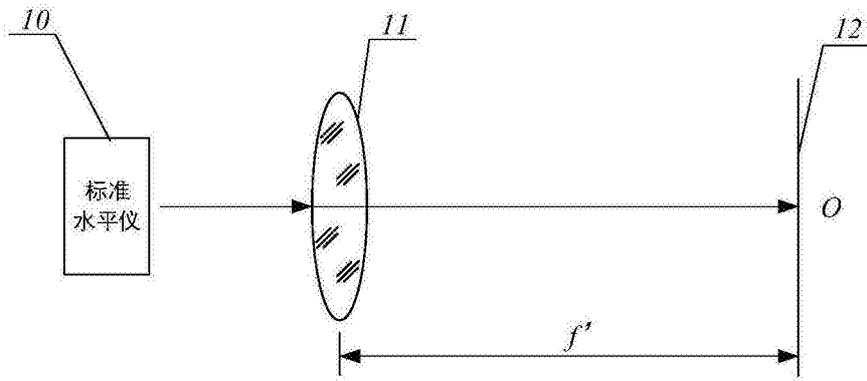


图2

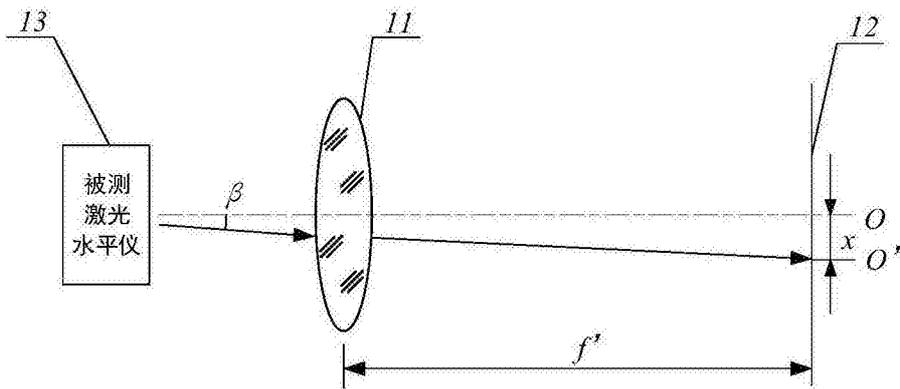


图3