



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112683254 B

(45) 授权公告日 2023. 06. 27

(21) 申请号 202011019525.1

(22) 申请日 2020.09.25

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112683254 A

(43) 申请公布日 2021.04.20

(73) 专利权人 上海建工四建集团有限公司

地址 200126 上海市浦东新区中国(上海)

自由贸易试验区耀华路251号

(72) 发明人 张志峰 赵巍锋 黄轶 谷志旺

张波 任瑛楠 孙沈鹏 潘定宇

(51) Int. Cl.

G01C 15/12 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 207335722 U, 2018.05.08

CN 207528222 U, 2018.06.22

CN 211425367 U, 2020.09.04

CN 206832204 U, 2018.01.02

CN 210952788 U, 2020.07.07

CN 104344818 A, 2015.02.11

CN 106767741 A, 2017.05.31

JP H0755938 A, 1995.03.03

JP 2004279190 A, 2004.10.07

CN 108225293 A, 2018.06.29

JP 2002243447 A, 2002.08.28

JP 2017211363 A, 2017.11.30

审查员 王健

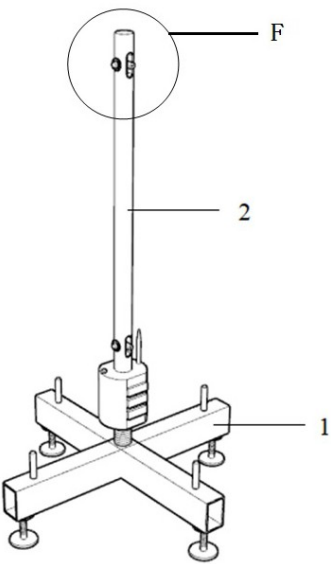
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种测垂装置及测垂方法

(57) 摘要

本申请提供一种测垂装置,其特征在于,包括底座和测垂杆,所述测垂杆的一端和所述底座连接,所述测垂杆包括沿其轴线延伸方向间隔设置的第一测距模块、第二测距模块,所述第一测距模块通过第一枢转结构和所述测垂杆连接,所述第二测距模块通过第二枢转结构和所述测垂杆连接,所述第一枢转结构、第二枢转结构的转动轴和所述测垂杆的轴线垂直。测距模块通过枢转结构和测垂杆连接,使得测距模块可以进行角度调节。因此可将测距离放置在任意位置,通过调节角度,使得一束激光打到被测物体顶部,另一束打到底部,这样,无论何种高度的被测物,均能获得较小的垂直度偏差。采用这种测垂方法既能够解决测量精度问题,又能够适应各种环境。



1. 一种测垂装置, 其特征在于, 包括底座和测垂杆, 所述测垂杆的一端和所述底座连接, 所述测垂杆包括沿其轴线延伸方向间隔设置的第一测距模块、第二测距模块, 所述第一测距模块通过第一枢转结构和所述测垂杆连接, 所述第二测距模块通过第二枢转结构和所述测垂杆连接, 所述第一枢转结构、以及第二枢转结构的转动轴和所述测垂杆的轴线垂直; 第一测距模块的激光经第一枢转结构转动后打到被测物体顶部, 第二测距模块的激光经第二枢转结构转动后打到被测物体底部。

2. 如权利要求1所述的测垂装置, 其特征在于, 所述测垂杆上设置有第一容置槽、以及第二容置槽, 所述第一枢转结构包括第一转轴, 所述测垂杆上开设有和第一容置槽贯通的第一轴孔, 所述第一转轴穿设于第一轴孔并部分伸出所述测垂杆之外, 所述第一测距模块和所述第一转轴在所述第一容置槽内的部分刚性连接; 所述第二枢转结构包括第二转轴, 所述测垂杆上开设有和第二容置槽贯通的第二轴孔, 所述第二转轴穿设于第二轴孔并部分伸出所述测垂杆之外, 所述第二测距模块和所述第二转轴在所述第二容置槽内的部分刚性连接。

3. 如权利要求2所述的测垂装置, 其特征在于, 所述第一轴孔、以及第二轴孔外侧分别设置有第一刻度环、以及第二刻度环, 所述第一转轴、以及第二转轴上设置有指针。

4. 如权利要求1所述的测垂装置, 其特征在于, 所述测垂装置还包括数据采集模块, 所述数据采集模块和所述第一测距模块、以及第二测距模块电性连接, 接收所述第一测距模块、以及第二测距模块的测距数值。

5. 如权利要求4所述的测垂装置, 其特征在于, 所述数据采集模块还包括:

输入模块, 用以输入所述第一测距模块、以及第二测距模块的角度数据;

运算模块, 依据所述第一测距模块、以及第二测距模块的角度数据和测距数值计算得出的垂直度数据;

输出模块, 用以输出所述垂直度数据, 和/或所述第一测距模块、以及第二测距模块的角度数据, 和/或所述第一测距模块、以及第二测距模块的测距数据。

6. 如权利要求5所述的测垂装置, 其特征在于, 所述输入模块、输出模块为无线通信模块。

7. 如权利要求1所述的测垂装置, 其特征在于, 所述底座包括十字型主支架, 其中心位置设置螺纹孔, 所述测垂杆的一端设置有和所述螺纹孔配合的螺杆, 所述十字型主支架的四个分支末端均设置有可调节高度的支腿。

8. 如权利要求7所述的测垂装置, 其特征在于, 所述十字型主支架的四个分支上还分别设置有带有刻度的连通水管。

9. 如权利要求1-8任一所述的测垂装置, 其特征在于, 所述第一测距模块、第二测距模块为激光测距仪。

10. 一种测垂方法, 其特征在于, 使用如权利要求1-8任一所述测垂装置来测量待测物的垂直度, 包括如下步骤:

步骤A, 设置所述测垂装置, 将所述第一测距模块、以及第二测距模块对准所述待测物的垂直面, 调节所述第一枢转结构, 使得第一测距模块对准所述待测物靠近顶部位置, 所述第一测距模块和水平位置的夹角记为 $\alpha$ , 调节所述第二枢转结构, 使得第二测距模块对准所述待测物靠近顶部位置, 所述第二测距模块和水平位置的夹角记为 $\beta$ ;

步骤B,进行测距,所述第一测距模块测得的距离值为a,所述第二测距模块测得的距离值为b;

步骤C,依据所述第一测距模块、以及第二测距模块的角度数据 $\alpha$ 、 $\beta$ 和测距数值a、b计算出所述待测物的垂直度 $\theta$ 。

11.如权利要求10所述的测垂方法,其特征在于,步骤C中运算方法为

$\theta = -\arctan k$ ,其中:

$$k = \frac{\sqrt{\frac{b^2}{1+\tan^2\beta}} - \sqrt{\frac{a^2}{1+\tan^2\alpha}}}{\sqrt{\frac{b^2}{1+\tan^2\beta}}\tan\beta - \sqrt{\frac{a^2}{1+\tan^2\alpha}}\tan\alpha}。$$

12.如权利要求10所述的测垂方法,其特征在于,所述步骤C之后还包括步骤D,所述测垂装置通过无线通信方式向外部设备发送所述垂直度 $\theta$ 的值。

## 一种测垂装置及测垂方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及测绘技术领域,特别涉及一种测量垂直度的设备及方法。

### 背景技术

[0002] 建筑工程中PC结构越来越普及,墙体吊装后对于垂直度的要求相当高,目前传统的测垂方法一般通过人工靠尺进行测量,其缺点在于精度不高,受人的影响较大。而且随着建筑工业化的发展,越来越多的自动化机械设备投入到建筑工程应用中,如果垂直度能够以数字化显示,且能够发出自动化控制所需要的数字参数,那么将大大的提高建筑工程自动化装备的应用范围。

[0003] 在测垂时,可以采用激光测距仪,根据激光测距仪位置高度的不同,检测待测平面不同高度到基准位置的距离,各位置距离相同则说明待测平面垂直。这种方法算法简单,将上下两个位置的距离相减,再除以间距,就能得到每米垂直度偏差。但是由于有些待测物体体积巨大,而激光测距仪的位置无法无限升高,仅在物体偏下方的位置进行测量则结果偏差较大。假设构筑物高度30米,两束激光间距1米,激光误差1mm,则该测垂仪测量每米偏差为1mm,累积后,即30米高度的构筑物顶部偏差达到30mm。因此,这种方法无法应用于测量垂直度较小,而高度较高的构筑物。

### 发明内容

[0004] 为了解决上述问题,满足实际测量需求,本发明提供一种可以针对不同高度的构筑物,进行高精度地垂直度测量的测垂装置及测垂方法。

[0005] 本发明的一种测垂装置的技术方案如下:

[0006] 一种测垂装置,其特征在于,包括底座和测垂杆,所述测垂杆的一端和所述底座连接,所述测垂杆包括沿其轴线延伸方向间隔设置的第一测距模块、第二测距模块,所述第一测距模块通过第一枢转结构和所述测垂杆连接,所述第二测距模块通过第二枢转结构和所述测垂杆连接,所述第一枢转结构、以及第二枢转结构的转动轴和所述测垂杆的轴线垂直。

[0007] 优选地,所述测垂杆上设置有第一容置槽、以及第二容置槽,所述第一枢转结构包括第一转轴,所述测垂杆上开设有和第一容置槽贯通的第一轴孔,所述第一转轴穿设于第一轴孔并部分伸出所述测垂杆之外,所述第一测距模块和所述第一转轴在所述第一容置槽内的部分刚性连接;所述第二枢转结构包括第二转轴,所述测垂杆上开设有和第二容置槽贯通的第二轴孔,所述第二转轴穿设于第二轴孔并部分伸出所述测垂杆之外,所述第二测距模块和所述第二转轴在所述第二容置槽内的部分刚性连接。

[0008] 优选地,所述第一轴孔、以及第二轴孔外侧分别设置有第一刻度环、以及第二刻度环,所述第一转轴、以及第二转轴上设置有指针。

[0009] 优选地,所述测垂装置还包括数据采集模块,所述数据采集模块和所述第一测距模块、以及第二测距模块电性连接,接收所述第一测距模块、以及第二测距模块的测距数值。

[0010] 优选地,所述数据采集模块还包括:

[0011] 输入模块,用以输入所述第一测距模块、以及第二测距模块的角度数据;

[0012] 运算模块,依据所述第一测距模块、第二测距模块的角度数据和测距数值计算得出的垂直度数据;

[0013] 输出模块,用以输出所述垂直度数据,和/或所述第一测距模块、以及第二测距模块的角度数据,和/或所述第一测距模块、以及第二测距模块的测距数据。

[0014] 优选地,所述输入模块、输出模块为无线通信模块。

[0015] 优选地,所述底座包括十字型主支架,其中心位置设置螺纹孔,所述测垂杆的一端设置有和所述螺纹孔配合的螺杆,所述十字型主支架的四个分支末端均设置有可调节高度的支腿。

[0016] 优选地,所述十字型主支架的四个分支上还分别设置有带有刻度的连通水管。

[0017] 优选地,所述第一测距模块、第二测距模块为激光测距仪。

[0018] 本申请还提供一种测垂方法,其特征在于,使用上述测垂装置来测量待测物的垂直度,包括如下步骤:

[0019] 步骤A,设置所述测垂装置,将所述第一测距模块、以及第二测距模块对准所述待测物的垂直面,调节所述第一枢转结构,使得第一测距模块对准所述待测物靠近顶部位置,所述第一测距模块和水平位置的夹角记为 $\alpha$ ,调节所述第二枢转结构,使得第二测距模块对准所述待测物靠近顶部位置,所述第二测距模块和水平位置的夹角记为 $\beta$ ;

[0020] 步骤B,进行测距,所述第一测距模块测得的距离值为 $a$ ,所述第二测距模块测得的距离值为 $b$ ;

[0021] 步骤C,依据所述第一测距模块、以及第二测距模块的角度数据 $\alpha$ 、 $\beta$ 和测距数值 $a$ 、 $b$ 计算得出所述待测物的垂直度 $\theta$ 。

[0022] 优选地,步骤C中运算方法为

[0023]  $\theta = -\arctan k$ , 其中:

$$[0024] \quad k = \frac{\sqrt{\frac{b^2}{1+\tan^2\beta}} - \sqrt{\frac{a^2}{1+\tan^2\alpha}}}{\sqrt{\frac{b^2}{1+\tan^2\beta}}\tan\beta - \sqrt{\frac{a^2}{1+\tan^2\alpha}}\tan\alpha}。$$

[0025] 优选地,所述步骤C之后还包括步骤D,所述测垂装置通过无线通信方式向外部设备发送所述垂直度 $\theta$ 的值。

[0026] 本申请提供的测垂装置,测距模块通过枢转结构和测垂杆连接,使得测距模块可以进行角度调节。因此可将测距离放置在任意位置,通过调节角度,使得一束激光打到被测物体顶部,另一束打到底部,这样,无论何种高度的被测物,均能获得较小的垂直度偏差。采用这种测垂方法既能够解决测量精度问题,又能够适应各种环境。而加入无线通信模块,输出垂直度为后续的自动化调垂装置提供参数来源,可适应工业自动化的需求,用途更为广泛。

## 附图说明

[0027] 图1是本发明的一优选实施例测垂装置的结构示意图;

[0028] 图2是本发明的一优选实施例中测垂杆的结构示意图;

- [0029] 图3是图1中F部分的局部放大图；  
[0030] 图4是本发明的一优选实施例中底座的结构示意图；  
[0031] 图5是本发明的一优选实施例中倾斜度计算的原理说明图；  
[0032] 图6是本发明的一优选实施例测垂方法的流程示意图。

### 具体实施方式

[0033] 以下结合附图和具体实施例对本发明提出的测垂装置和测垂方法作进一步详细说明。根据下面说明和权利要求书，本发明的优点和特征将更清楚。需说明的是，附图均采用非常简化的形式且均使用非精准的比例，仅用以方便、明晰地辅助说明本发明实施例的目的。

[0034] 图1示出了作为本申请一较佳实施例的测垂装置，该测垂装置包括底座1和测垂杆2。

[0035] 底座1如图4所示，其主支架101由 $40 \times 60 \times 3\text{mm}$ 方钢管十字交叉焊接而成，中心设置螺纹孔103，用于连接测垂杆2。十字型主支架101的四个分支末端的底部分别设置可调支腿102，用于调节高度。四个分支的上部设置带有刻度的连通水管104。连通水管104上部设置有刻度，其下端相互连通，调节四个可调支腿102当四个连通水管104的水平面在同一刻度时，底座处于水平状态。

[0036] 测垂杆2整体为一杆状件，具体结构如图2所示。其的一端设置有螺杆201可拧入底座2的螺纹孔103，到位后在端部插上开口销，防止脱开。测垂杆2绕轴可以 $360^\circ$ 旋转。

[0037] 在测垂杆2上，沿其轴线延伸方向间隔设置有第一测距模块204、第二测距模块203。在本实施例中，第一测距模块204、第二测距模块203均为激光测距仪。一般而言两个测距模块可以设置在杆的任意位置，只要两者间有一定间距即可，但是较为优选的方案中两者分别设置在测垂杆的两端，这样可以有效利用杆身的长度。在本实施例中，第一测距模块204设置在测垂杆靠近顶端位置，通过第一枢转结构206和测垂杆连接2。第二测距模块203设置在测垂杆靠近底座1的位置，通过第二枢转结构205和测垂杆2连接。

[0038] 第一枢转结构206的具体结构见图3的局部放大图。测垂杆2上设置有容置槽207，第一测距模块204可部分容置其中。第一枢转结构206包括转轴2061，转轴2061和测垂杆2的轴线垂直。测垂杆2上开设有和容置槽贯通的轴孔，转轴2061穿设于第一轴孔并部分伸出所述测垂杆之外。第一测距模块204和转轴2061在容置槽207内的部分刚性连接，转动转轴2061时，第一测距模块204会在和水平面垂直的平面内转动。在轴孔外侧设置刻度环2062，而转轴2061上设置有指针2063。在使用时可以通过指针2063和刻度盘2062来了解测距模块和水平面的夹角。在本实施例中，刻度盘2062上设置了 $-60^\circ$ 、 $-50^\circ$ 、 $-40^\circ$ 、 $-30^\circ$ 、 $-20^\circ$ 、 $-10^\circ$ 、 $0^\circ$ 、 $10^\circ$ 、 $20^\circ$ 、 $30^\circ$ 、 $40^\circ$ 、 $50^\circ$ 、 $60^\circ$ 等角度调节挡位，共计13档。在其他较佳实施例中，也可以通过电机控制转轴2061转到，并记录转动角度。第二枢转结构205的具体构造和第一枢转结构206一致，这里就不再赘述。

[0039] 测垂杆2还包括数据采集模块202，数据采集模块202和第一测距模块204、第二测距模块203电性连接，接收它们的测距数值。如图2所示数据采集模块202设置在测垂杆靠近底座1的位置，在其他实施例中数据采集模块可设置在任意位置，甚至可以设置在底座1上，通过导线和第一测距模块204、第二测距模块203连接收取数据，本申请对此不作限定。

[0040] 作为较佳的实施方式,所述数据采集模块202包括运算模块,可依据所述第一测距模块204、以及第二测距模块203的角度数据和测距数值计算得出的待测物的垂直度数据。由于第一测距模块204、以及第二测距模块203的角度是通过调整转轴来进行调节的,具体数值是指针在刻度盘上的数值,因此数据采集模块202还包括输入模块,用以输入所述第一测距模块204、以及第二测距模块203的角度数据。此外数据采集模块202还包括输出模块,用以输出依据所述第一测距模块204、以及第二测距模块203的角度数据和测距数值计算得出的垂直度数据。输出模块可以是显示屏直接显示垂直度数据。在本实施例中为了适应自动化作业的需求采用无线通信模块作为输出模块,通过无线方式向后续调垂系统输出垂直度数据,由信号接收器将该偏差输入自动化控制器进行动作,达到自动纠偏的目的。也可以根据需要同步或单独输出第一测距模块204、第二测距模块203的角度数据和测距数值。无线通信模块可以为蓝牙模块、WiFi模块或移动通信模块等。

[0041] 输入运算模块的共计4个变量,即第一测距模块204的测距数值(a)、第一测距模块204的角度数据( $\alpha$ )、第二测距模块203的测距数值(b)、第二测距模块203的角度数据( $\beta$ )。下面我们结合图5来说明垂直度的计算原理,图中D、C两点分别表示第一测距模块204、第二测距模块203的位置,A、B为测距激光与被测物体的交点。则测距数值AD=a、BC=b,两测量点距离CD=z, $\alpha$ 、 $\beta$ 为传感器与水平线的夹角(定义逆时针为正,顺时针为负),k为BC对Y轴斜率, $\theta$ 为垂直度偏差角。设点D为坐标原点、A( $x_1, y_1$ )、B( $x_2, y_2$ )。

[0042] 可得

$$[0043] \quad \begin{cases} x_1^2 + y_1^2 = x_1^2 + x_1^2 \tan^2 \alpha = a^2 \\ x_2^2 + (y_2 + z)^2 = x_2^2 + x_2^2 \tan^2 \beta = b^2 \end{cases}$$

[0044] 转换后可得

$$[0045] \quad \begin{cases} x_1 = \sqrt{\frac{a^2}{1 + \tan^2 \alpha}} \\ x_2 = \sqrt{\frac{b^2}{1 + \tan^2 \beta}} \end{cases} \begin{cases} y_1 = \sqrt{\frac{a^2}{1 + \tan^2 \alpha}} \tan \alpha \\ y_2 = \sqrt{\frac{b^2}{1 + \tan^2 \beta}} \tan \beta - z \end{cases}$$

[0046] 计算k得

$$[0047] \quad k = \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1} = \frac{\sqrt{\frac{b^2}{1 + \tan^2 \beta}} - \sqrt{\frac{a^2}{1 + \tan^2 \alpha}}}{\sqrt{\frac{b^2}{1 + \tan^2 \beta}} \tan \beta - z - \sqrt{\frac{a^2}{1 + \tan^2 \alpha}} \tan \alpha}$$

[0048] 最后可得  $\theta = -\arctan k$

[0049] 注:以上计算均使用度制单位。

[0050] 当 $\theta$ 为正时,所测物体垂直度向测垂装置方向偏斜;当 $\theta$ 为负时,所测物体垂直度向测垂装置反向偏斜;当 $\theta$ 为0时,所测物体垂直。

[0051] 以下根据图6的流程图来对本实施例测垂装置的测垂方法做进一步的说明,方法包括:

[0052] 步骤A,设置本实施例中测垂装置,将第一测距模块204、以及第二测距模块203对



准待测物的垂直面,调节第一枢转结构206,使得第一测距模块204对准所述待测物靠近顶部位置,第一测距模块和水平位置的夹角记为 $\alpha$ ,调节第二枢转结构205,使得第二测距模块203对准待测物靠近底部位置,第二测距模块和水平位置的夹角记为 $\beta$ ;

[0053] 步骤B,进行测距,第一测距模块204测得的距离值为 $a$ ,第二测距模块203测得的距离值为 $b$ ;

[0054] 步骤C,依据所述第一测距模块204、以及第二测距模块203的角度数据 $\alpha$ 、 $\beta$ 和测距数值 $a$ 、 $b$ 计算得出所述待测物的垂直度 $\theta$ ,  $\theta = -\arctan k$ ,其中

$$[0055] \quad k = \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1} = \frac{\sqrt{\frac{b^2}{1 + \tan^2 \beta}} - \sqrt{\frac{a^2}{1 + \tan^2 \alpha}}}{\sqrt{\frac{b^2}{1 + \tan^2 \beta}} \tan \beta - \sqrt{\frac{a^2}{1 + \tan^2 \alpha}} \tan \alpha}$$

[0056] 步骤D,所述测垂装置通过无线通信方式向外部设备发送所述垂直度 $\theta$ 的值。

[0057] 上文对本申请优选实施例的描述是为了说明和描述,并非想要把本申请穷尽或局限于所公开的具体形式,显然,可能做出许多修改和变化,这些修改和变化可能对于本领域技术人员来说是显然的,应当包括在由所附权利要求书定义的本发明的范围之内。



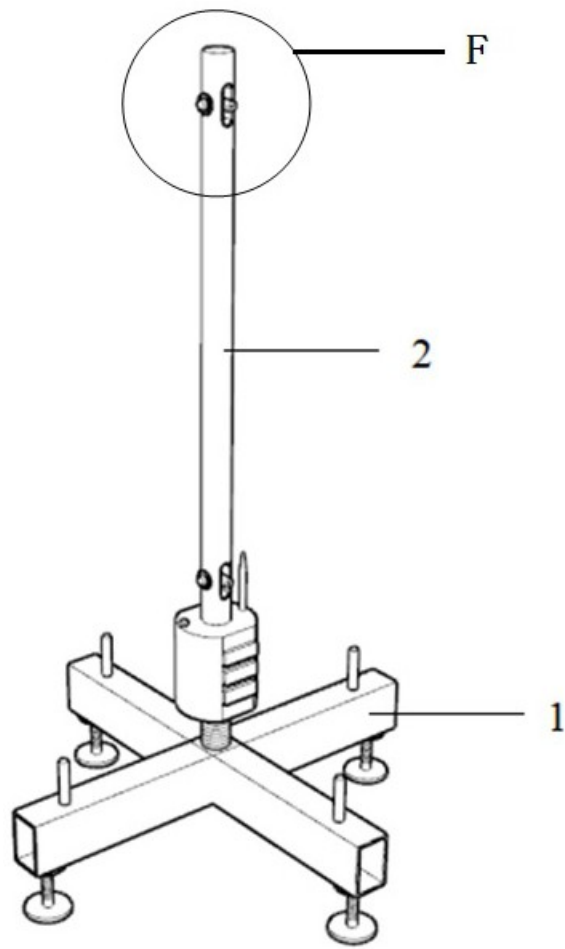


图1

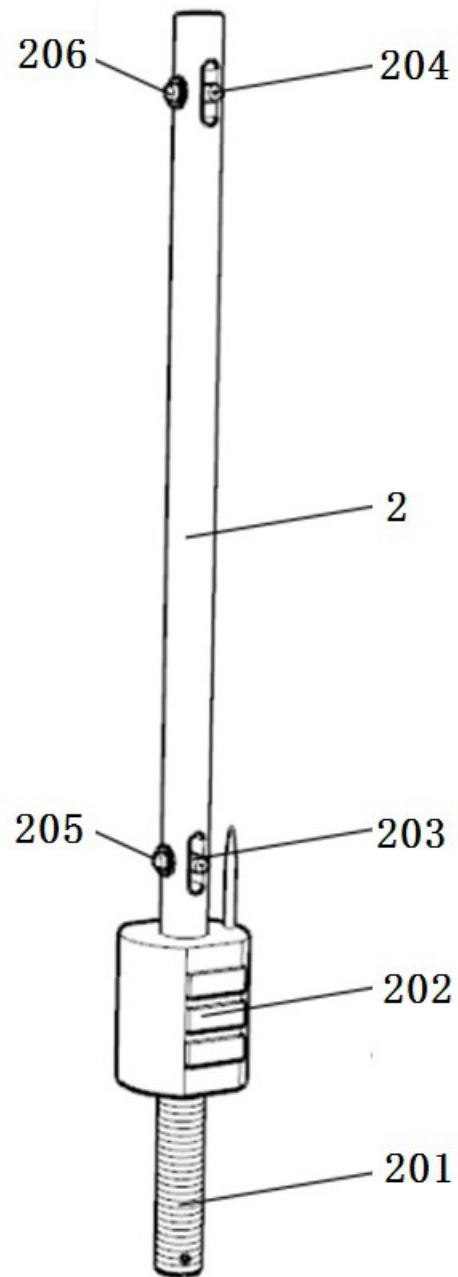


图2

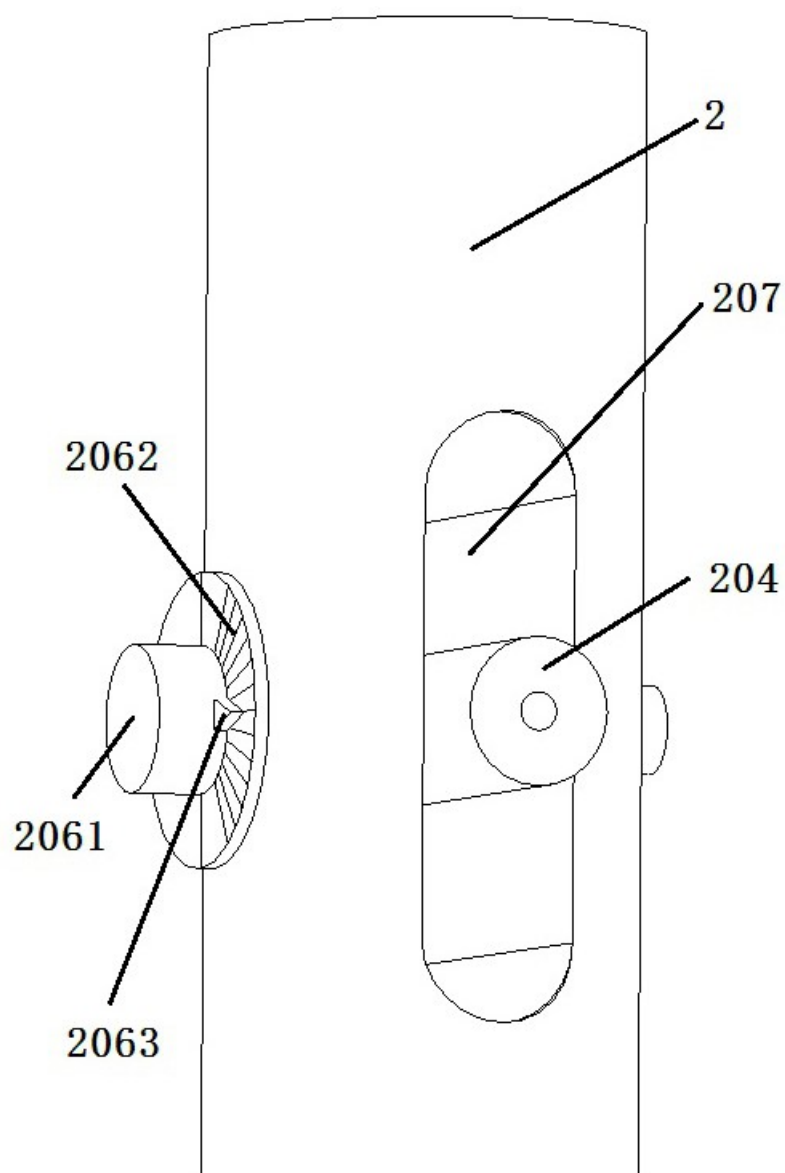


图3

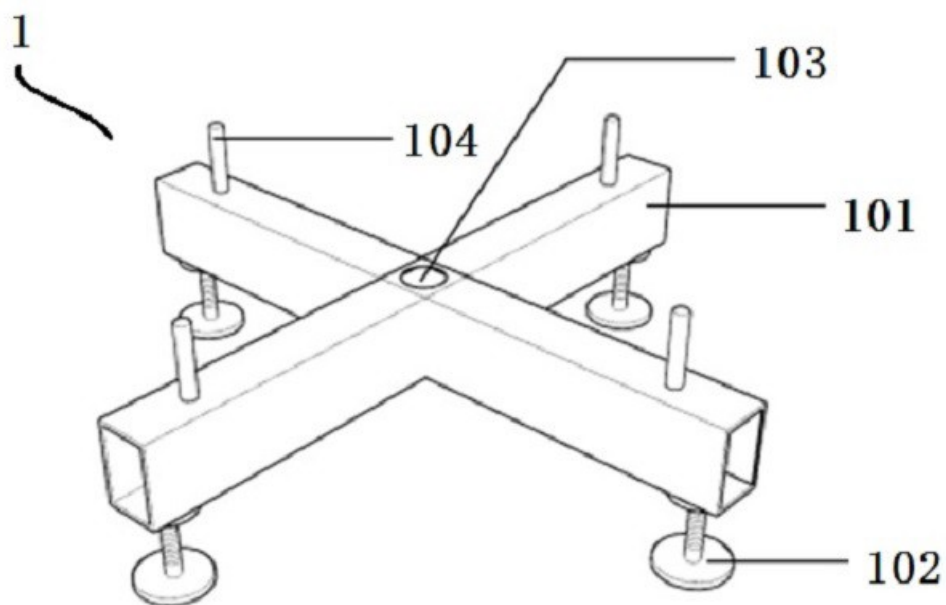


图4

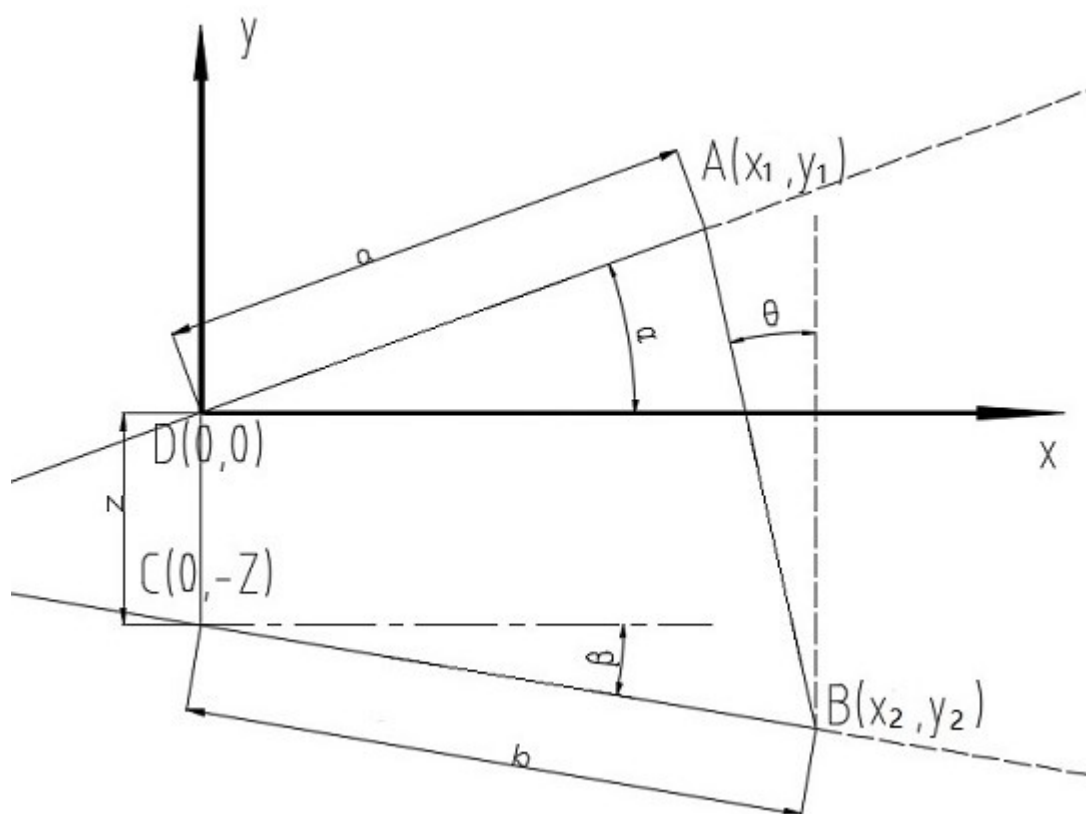


图5

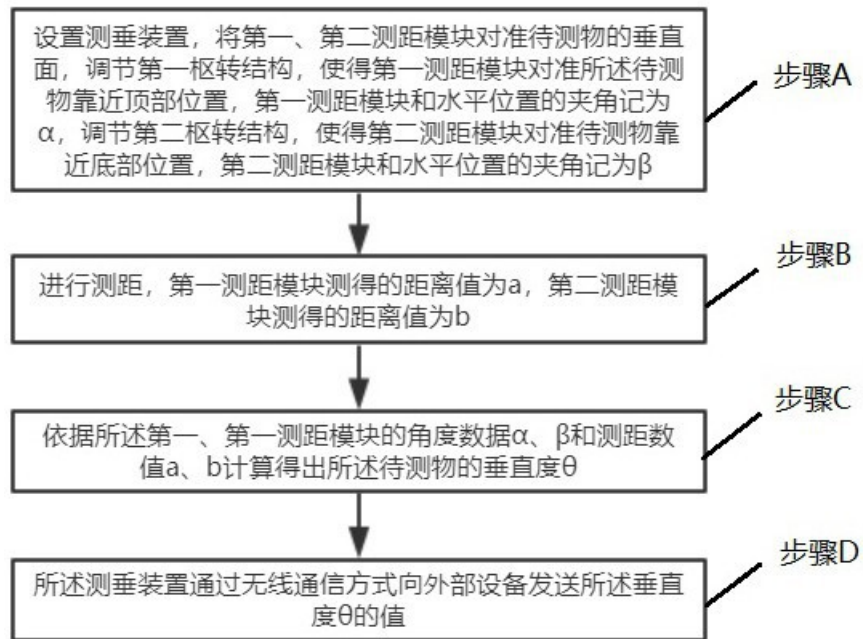


图6