



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103063135 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 26

(21) 申请号 201210576125. X

(22) 申请日 2012. 12. 26

(73) 专利权人 北京矿冶研究总院

地址 100160 北京市丰台区南四环西路 188 号总部基地十八区 23 号楼

(72) 发明人 张达 余乐文 乔莎 杨斐文 王利岗 陆得盛 冀虎

(74) 专利代理机构 北京凯特来知识产权代理有限公司 11260

代理人 郑立明 赵镇勇

US 2012/0124850 A1, 2012. 05. 24, 全文 .

JP 特开 2006-98065 A, 2006. 04. 13, 全文 .

JP 特开 2005-322128 A, 2005. 11. 17, 全文 .

JP 特开 2009-168472 A, 2009. 07. 30, 全文 .

CN 202126262 U, 2012. 01. 25, 全文 .

余祖俊等 . 三维激光扫描测量系统标定方法研究 . 《电子测量与仪器学报》. 2007, 第 21 卷 (第 6 期), 第 31-35 页 .

朱凌 . 地面三维激光扫描标靶研究 . 《激光杂志》. 2008, 第 29 卷 (第 1 期), 第 33-35 页 .

审查员 孙晶晶

(51) Int. Cl.

G01B 11/00(2006. 01)

G01C 15/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201210047 Y, 2009. 03. 18, 全文 .

CN 101655344 A, 2010. 02. 24, 全文 .

CN 101762244 A, 2010. 06. 30, 全文 .

CN 101923163 A, 2010. 12. 22, 全文 .

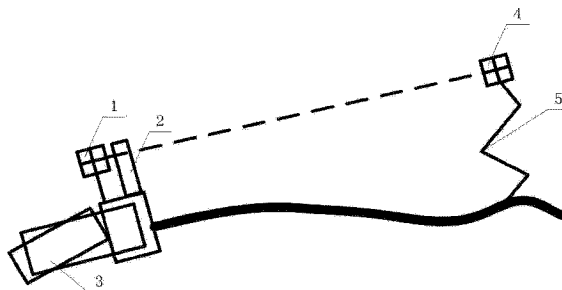
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种三维激光扫描仪姿态高精度标定方法与装置

(57) 摘要

本发明提供了一种三维激光扫描仪姿态高精度标定方法, 相应的方法包括 : 将第一靶标、激光发射器装置安装在三维激光扫描仪同一平面上, 使第一靶标中心和激光发射器装置中心连线与三维激光扫描仪光轴平行 ; 打开激光发射器装置开关将激光投射在第二靶标上, 通过多级弯曲装置调整第二靶标的高度和方位, 并将激光投射在所述第二靶标中心 ; 采集第一靶标和第二靶标的坐标和姿态数据, 根据每个位置的标定数据通过预定方法计算获得该三维激光扫描仪的绝对坐标系。本发明结构简单, 成本低, 能够适用于不同视场大小的姿态标定, 为三维激光扫描仪姿态提供了高精度的标定方法。



1. 一种三维激光扫描仪姿态高精度标定方法,其特征在于,包括以下步骤:

将第一靶标、激光发射器装置安装在三维激光扫描仪同一平面上,使第一靶标中心和激光发射器装置中心连线与三维激光扫描仪光轴平行;

打开激光发射器装置开关将激光投射在第二靶标上,通过多级弯曲装置调整第二靶标的高度和方位,并将激光投射在所述第二靶标中心;

采集第一靶标和第二靶标的坐标和姿态数据,根据每个位置的标定数据通过预定方法计算获得该三维激光扫描仪的绝对坐标系。

2. 根据权利要求1所述的三维激光扫描仪姿态高精度标定方法,其特征在于,通过多级弯曲装置调整所述第二靶标的高度和方位,并使所述第二靶标和所述第一靶标的中心连线与所述三维激光扫描仪的光轴平行。

3. 根据权利要求1所述的三维激光扫描仪姿态高精度标定方法,其特征在于,所述激光发射器装置将激光投射在第二靶标上包括:

通过调整所述第二靶标的高度和方位使激光投射在第二靶标中心上的斑点清晰端正。

4. 一种三维激光扫描仪姿态高精度标定装置,其特征在于,包括第一靶标、激光发射器装置、三维激光扫描仪、第二靶标和多级弯曲装置,所述第一靶标和所述激光发射器装置均安装在所述三维激光扫描仪同一平面上,所述多级弯曲装置用于调整所述第二靶标的高度和方位,所述激光发射器装置用于通过发射激光将所述第一靶标和所述第二靶标的中心连线与所述三维激光扫描仪的光轴平行。

5. 根据权利要求4所述的三维激光扫描仪姿态高精度标定装置,其特征在于,所述第一靶标的中心为圆柱形中空结构,在所述三维激光扫描仪上设置有带螺纹的中心杆,所述第一靶标和所述中心杆通过螺母和弹簧垫片固定连接。

6. 根据权利要求4所述的三维激光扫描仪姿态高精度标定装置,其特征在于,所述激光发射器装置由激光器、电池、防水开关、固定螺栓和固定底座组成,激光器通过防水开关与电池连接,固定螺栓将激光器、电池和防水开关固定在固定底座上。

7. 根据权利要求4所述的三维激光扫描仪姿态高精度标定装置,其特征在于,所述多级弯曲装置由三至五级双向连接的折叠叶结构通过线性连接组成,用于通过扭转所述折叠叶结构调整所述第二靶标的高度和方位。

## 一种三维激光扫描仪姿态高精度标定方法与装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种三维激光扫描仪姿态高精度标定方法与装置,属于三维激光测量技术领域。

### 背景技术

[0002] 三维激光扫描测量仪的一个关键技术是井下绝对坐标的标定,标定方法主要是通过布置靶标来实现的,具有快速、精准的特点。

[0003] 常用的三维激光扫描仪姿态标定方法有两种,分别是球心标定法和平面标定法。

[0004] (1) 从标定硬件成本角度看,球心标定法需要使用专用的标准直径球,成本较高,另外还需要运动平台驱动激光扫描仪做精确的平移运动。而平面约束标定法标定条件更为简化,标定板的制作也很方便,同时只需使用三脚架固定,无需运动平台。因此从标定的硬件成本看,平板标定法占有优势。

[0005] (2) 从适用范围角度看,球心标定法适用于初始标定;平板标定法适用于现场标定。

[0006] (3) 从具体操作角度看,传统的平面结构靶标,存在以下问题:

[0007] A、当激光从扫描仪发出点到打到靶标连线中央时,经常出现误识和无法找到靶标的情况。

[0008] B、一些平面结构靶标采用粘贴的方式固定场景中,若扫描对象不允许粘贴操作,或者扫描对象的光反射强度较高,将使靶标难以从扫描对象上轻易区分开来,靶标也不宜粘贴在扫描对象上。

[0009] C、一些平面结构靶标采用两端卡紧的固定方式,通过卡紧装置的水平移动来调整距离,由于三维激光扫描仪延长杆靠两个三脚架支撑,三维激光扫描仪的重量引起延长杆变形,在姿态标定过程中产生角度倾斜误差。

### 发明内容

[0010] 本发明提出了一种三维激光扫描仪姿态高精度标定方法与装置,通过一种动态靶标装置和激光器发射装置,能够解决平面结构靶标在测量识别过程出现误识和无法找到靶标的问题,同时解决姿态标定过程中延长杆因变形产生角度倾斜误差问题,提高三维激光扫描仪的标定速度和精度。为此,本发明提出了如下的技术方案:

[0011] 一种三维激光扫描仪姿态高精度标定方法,包括以下步骤:

[0012] 将第一靶标、激光发射器装置安装在三维激光扫描仪同一平面上,使第一靶标中心和激光发射器装置中心连线与三维激光扫描仪光轴平行;

[0013] 打开激光发射器装置开关将激光投射在第二靶标上,通过多级弯曲装置调整第二靶标的高度和方位,并将激光投射在所述第二靶标中心;

[0014] 采集第一靶标和第二靶标的坐标和姿态数据,根据每个位置的标定数据通过预定方法计算获得该三维激光扫描仪的绝对坐标系。

[0015] 一种三维激光扫描仪姿态高精度标定装置,其特征在于,包括第一靶标、激光发射器装置、三维激光扫描仪、第二靶标和多级弯曲装置,所述第一靶标和所述激光发射器装置均设置安装在所述三维激光扫描仪同一平面上,所述多级弯曲装置用于调整所述第二靶标的高度和方位,所述激光发射器装置用于通过发射激光将所述第一靶标和所述第二靶标的中心连线与所述三维激光扫描仪的光轴平行。

[0016] 由上述本发明提供的技术方案可以看出,本发明所述的三维激光扫描仪姿态高精度标定方法与装置,结构简单,成本低,能够适用于不同视场大小的姿态标定,为三维激光扫描仪姿态提供了高精度的标定方法。

## 附图说明

[0017] 附图用来提供对本发明的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本发明的实施例一起用于解释本发明,并不构成对本发明的限制。在附图中:

[0018] 图1为本发明的具体实施方式提供的三维激光扫描仪姿态高精度标定方法的流程示意图;

[0019] 图2为本发明的具体实施方式提供的三维激光扫描仪姿态高精度标定装置的结构示意图;

[0020] 图3为本发明的具体实施方式提供的第一标靶的结构示意图;

[0021] 图4为本发明的具体实施方式提供的激光发射器装置的结构示意图;

[0022] 图5为本发明的具体实施方式提供的多级弯曲装置与第二标靶的连接结构示意图;

## 具体实施方式

[0023] 以下结合附图对本发明的优选实施例进行说明,应当理解,此处所描述的优选实施例仅用于说明和解释本发明,并不用于限定本发明。

[0024] 如图1所示,本发明实施例提供了一种三维激光扫描仪姿态高精度标定方法,包括以下步骤:

[0025] 步骤11,将第一靶标、激光发射器装置安装在三维激光扫描仪同一平面上,使第一靶标中心和激光发射器装置中心连线与三维激光扫描仪光轴平行。

[0026] 其中,第一靶标为一二维平面,并且第一靶标的平面由成对角线分布的两个黑白相间的方块构成,方块数量为4~10个,方块的边长为(10~40)mm,靶标中央为一圆柱形的中空结构,使第一靶标可绕中心轴旋转360°,中心杆穿过第一靶标,上端设定一段螺纹连接结构,通过螺母和弹簧垫片固定好准确方位的第一靶标。

[0027] 步骤12,打开激光发射器装置开关将激光投射在第二靶标上,通过多级弯曲装置调整第二靶标的高度和方位,并将激光投射在所述第二靶标中心。

[0028] 其中,打开所述激光发射器装置将激光投射在第二平面靶标中心上包括:通过调整所述第二靶标的高度和方位使激光投射在第二靶标中心上的斑点清晰端正。

[0029] 步骤13,采集第一靶标和第二靶标的坐标和姿态数据,根据每个位置的标定数据通过预定方法计算获得该三维激光扫描仪的绝对坐标系。

[0030] 步骤14,根据每个位置的标定数据通过预定方法计算获得所述三维激光扫描仪的

标定矩阵。

[0031] 待每个位置的标定数据采集完毕,将每个位置的姿态数据导入编制的 MatLab 程序,求解标定矩阵,相应的标定矩阵为:

$$\begin{aligned}
 T &= T_z(\gamma) * T_y(\beta) * T_x(\alpha) * T_o(O) \\
 [0032] \quad &= \begin{bmatrix} \cos \gamma & \sin \gamma & 0 & 0 \\ -\sin \gamma & \cos \gamma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \cos \beta & 0 & -\sin \beta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin \beta & 0 & \cos \beta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ 0 & -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & x \\ 0 & 1 & 0 & y \\ 0 & 0 & 1 & z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} \cos \beta \cos \gamma & \sin \alpha \sin \beta \cos \gamma - \cos \alpha \sin \gamma & \cos \alpha \sin \beta \cos \gamma + \sin \alpha \sin \gamma & x \\ \sin \gamma \cos \beta & \sin \alpha \sin \beta \sin \gamma + \cos \alpha \cos \gamma & \cos \alpha \sin \beta \sin \gamma - \sin \alpha \cos \gamma & y \\ -\sin \beta & \sin \alpha \cos \beta & \cos \alpha \cos \beta & z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

[0033] 标定的过程就是精确确定矩阵中位置参数的过程,根据三维激光扫描仪的测量模型在世界坐标系和局部坐标系间有如下关系:

$$[0034] \quad \begin{pmatrix} x_w \\ y_w \\ c \\ 1 \end{pmatrix} = {}^w T_L \cdot \begin{pmatrix} x_L \\ y_L \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

[0035] 标定中通过设计的新型高精度标定方法和装置获取空间相同点在世界坐标系和局部坐标系的坐标值来求取标定参数。

[0036] 在三维激光扫描仪进行姿态标定的过程中要求前后靶标的中心连线和三维激光扫描仪的光轴平行,由于三维激光扫描仪延长杆要两个三脚架支撑,三维激光扫描仪的重量引起延长杆变形,在姿态标定过程中产生角度倾斜误差。本具体实施方式提供的技术方案采用激光束对准装置,引导第二靶标调整到适当高度和合适的方位,最终使得第一靶标和第二靶标的连线与三维激光扫描仪的光轴平行。

[0037] 本发明的具体实施方式还提供了一种三维激光扫描仪姿态高精度标定装置,如图 2 所示,包括第一靶标 1、激光发射器装置 2、三维激光扫描仪 3、第二靶标 4 和多级弯曲装置 5,第一靶标 1 和激光发射器装置 2 均设置安装在三维激光扫描仪 3 上,第二靶标 4 与多级弯曲装置 5 固定连接并安装在三维激光扫描仪的延长杆上,多级弯曲装置 5 用于调整第二靶标 4 的高度和方位,激光发射器装置 2 用于通过发射激光将第一靶标 1 和第二靶标 4 的连线与三维激光扫描仪的光轴平行。

[0038] 具体的,第一靶标 1 的结构如图 3 所示,中心为圆柱形中空结构,在第一靶标 1 上设置有上下两端均带螺纹 6 的中心杆 7,第一靶标 1 和中心杆 7 的上端的螺纹 6 通过螺母和弹簧垫片固定连接,中心杆 7 的下端的螺纹 6 用于与三维激光扫描仪 3 固定连接。激光发射器装置 2 的结构如图 4 所示,由激光器 21、电池 22、防水开关 23、固定螺栓 24 和固定底座 25 组成,激光器 21 通过防水开关 23 与电池 22 连接,固定螺栓 24 将激光器 21、电池 22 和防水开关 23 固定在固定底座 25 上。多级弯曲装置 5 与第二靶标 4 的连接结构如图 5 所示,由三至五级双向连接的折叠叶结构通过线性连接组成,用于通过扭转所述折叠叶结构实现对第二靶标 4 的高度和方位的调整。

[0039] 标定时,将第一靶标、激光发射器装置安装在三维激光扫描仪同一平面上,使第一靶标中心和激光发射器装置中心连线与三维激光扫描仪光轴平行;打开激光发射器装置开关将激光投射在第二靶标上,通过多级弯曲装置调整第二靶标的高度和方位,并将激光投射在所述第二靶标中心;采集第一靶标和第二靶标的坐标和姿态数据,根据每个位置的标定数据通过预定方法计算获得该三维激光扫描仪的绝对坐标系,如图2所示。

[0040] 由上述本发明提供的具体实施方式可以看出,本发明所述的三维激光扫描仪姿态高精度标定方法与装置,结构简单,成本低,能够适用于不同视场大小的姿态标定,为三维激光扫描仪姿态提供了高精度的标定方法。

[0041] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明实施例揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

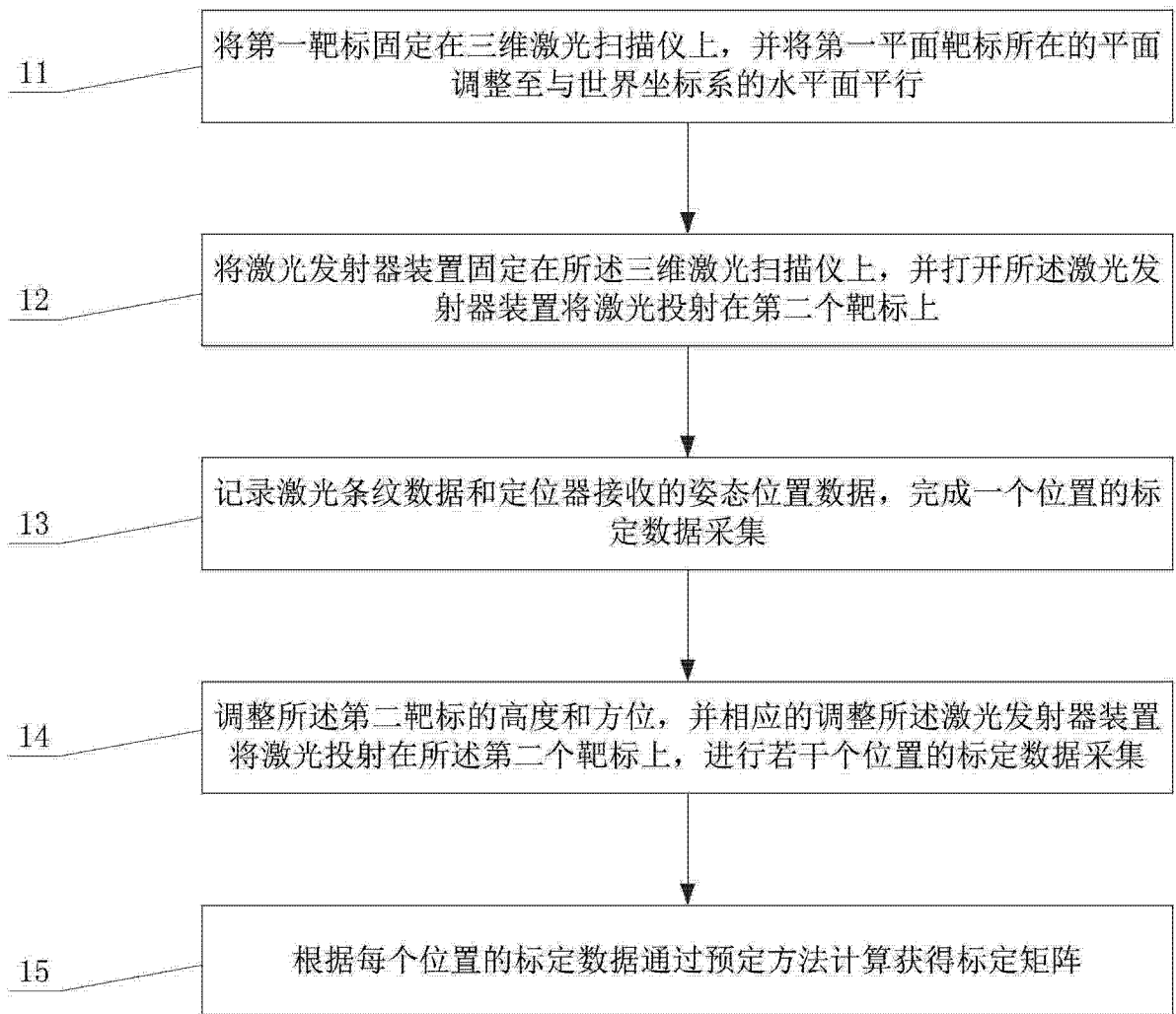


图 1

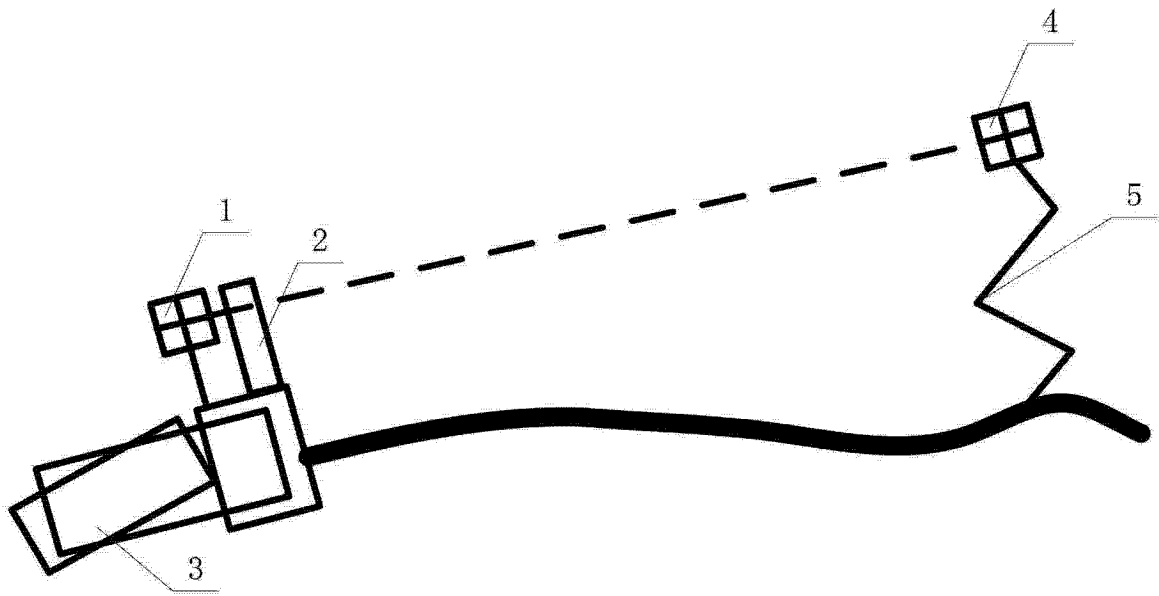


图 2

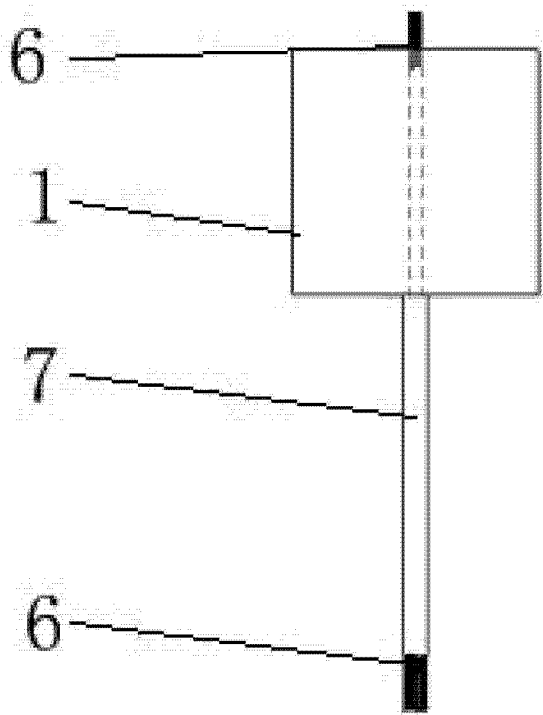


图 3

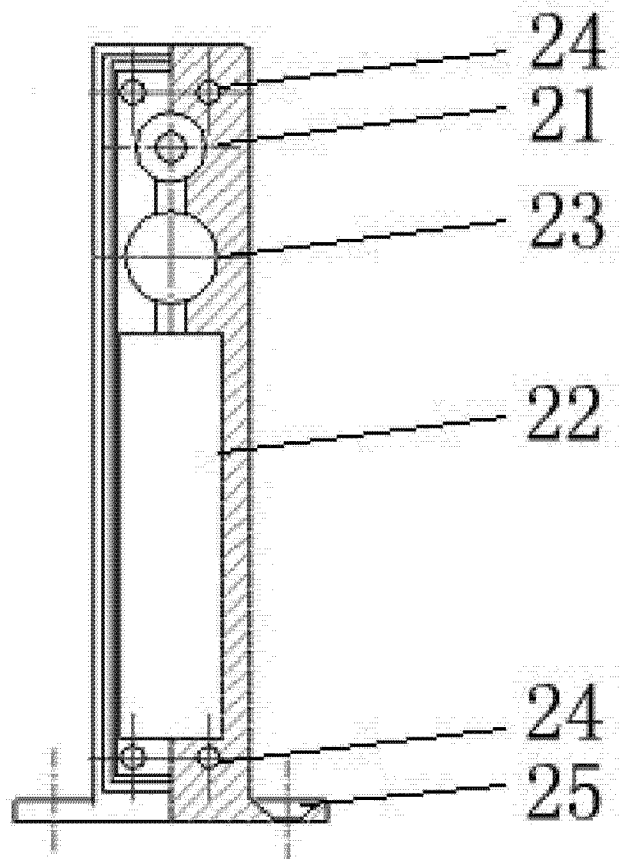


图 4



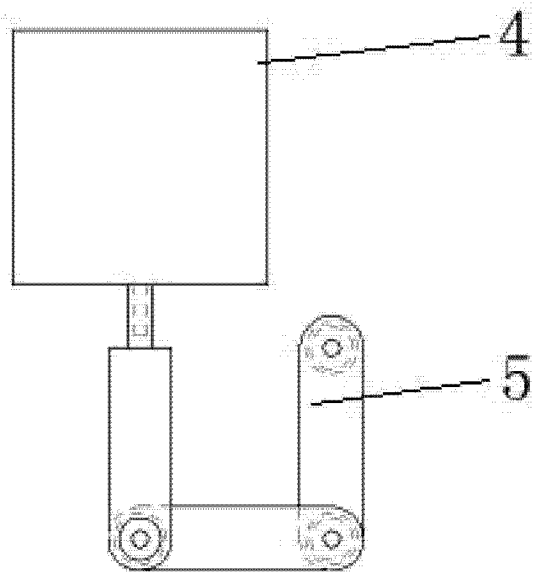


图 5