



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113379916 A

(43) 申请公布日 2021.09.10

(21) 申请号 202110727076.4

(22) 申请日 2021.06.29

(71) 申请人 西安科技大学

地址 710054 陕西省西安市雁塔中路58号

(72) 发明人 郑俊良 姚顽强 张咏 程前进  
张学芬

(74) 专利代理机构 西安合创非凡知识产权代理  
事务所(普通合伙) 61248

代理人 杨蕾

(51) Int.Cl.

G06T 17/10 (2006.01)

G01C 11/00 (2006.01)

G01S 19/14 (2010.01)

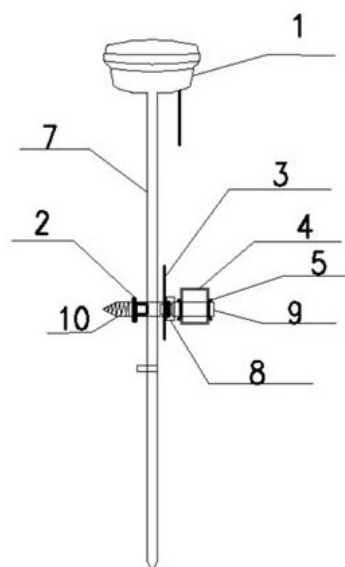
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

### (54) 发明名称

一种用于辅助建筑物三维建模的拍照方法

### (57) 摘要

本发明公开了一种用于辅助建筑物三维建模的拍照方法及装置,该装置包括GPS测量单杆、安装在GPS测量单杆顶端的GPS接收机、通过夹持装置安装在GPS测量单杆上的方向指示装置、通过旋钮连接装置安装在夹持装置尾端的竖直角度度盘、通过旋转轴安装在旋钮连接装置尾端的拍照设备夹持装置、安装与旋转轴上的竖直角度指针,以及夹持安装在拍照设备夹持装置上的拍照装置。本发明能够保证基于摄影测量三维模型构建时模型的完整性;采用本发明涉及的计算方法计算建筑物拍照的坐标点位,可以保证拍照的完整性和准确性,避免人为拍照时的漏拍、错拍、像片模糊等问题。



1. 一种用于辅助建筑物三维建模的拍照方法,其特征在于:包括如下步骤:

S1、采用与空中无人机飞行高度相似的方法进行所采用的相机的拍照距离的计算,一般情况下地面拍照由于距离限制,在距离允许内以尽可能大的像幅进行拍照,同时由于地表限制通常以尽可能大面积的拍摄建筑物侧面为依据进行确定;

S2、确定拍照距离后,以目标建筑物为中心进行围绕,确定拍照路线,其中目标建筑物分为直线规则建筑物和圆弧形不规则建筑物;

S3、确定拍照路线后进行拍照点位的计算,其中:

(1) 直线规则建筑物拍照点计算方法

在拍照线上选择任意一点作为起始点 $p_1(x_1, y_1)$ ,根据照片像幅大小及重叠度,采用公式(1)和公式(2)计算下一拍照点 $p_2(x_2, y_2)$ 的坐标,相片像幅内建筑物的宽度 $L$ ,相片宽度为 $M$ ,建筑物边线与坐标轴 $X$ 的夹角为 $\alpha$ ,如图1中所示建筑物边 $AB$ 角度值为 $0^\circ$ , $BC$ 夹角为 $90^\circ$ , $CD$ 夹角为 $180^\circ$ , $DA$ 的夹角为 $270^\circ$ ,

$$x_2 = L \cdot (1 - M/L) \cdot \cos \alpha + x_1 \quad (1)$$

$$y_2 = L \cdot (1 - M/L) \cdot \sin \alpha + y_1 \quad (2)$$

式中: $x_n, y_n$  为对应位置的坐标,其中 $n$ 为第几个点;

$L$ 为相机在建筑物上的幅面宽度;

$M$ 为两次拍照的重叠区域;

$\alpha$  为相机移动方向与 $X$ 轴的夹角;

(2) 弧形不规则建筑物拍照点计算方法

与直线规则建筑物拍照点计算方法类似,不同之处是由于弧形不规则建筑物的边线无法始终保持一个固定值,因此采用当前位置附近建筑物边线的切线沿拍照点走向方向与坐标轴 $X$ 的夹角 $\alpha$ 进行计算下一个坐标点,建筑物弧形不规则边与坐标轴 $X$ 的夹角不固定,夹角采用当前拍照点对应的建筑物切线与坐标轴 $X$ 的夹角确定,夹角随着拍照点的移动不断变化;

S4、单点拍照重叠度计算,以及竖直间隔角度的计算,计算公式如下:

$$P = 1 - \frac{R \cdot \tan \alpha}{L} \quad (4)$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{L \cdot (1 - P)}{R} \right) \quad (5)$$

式中: $L$ 为相机在建筑物上的幅面宽度;

$R$ 为相机距离建筑物的距离;

$\alpha$  为竖直方向移动角度;

$P$ 为竖直方向重叠度;

S5、建筑物拍照点计算完成后,将坐标数据输入GPS测量设备;

S6、将定制的拍照设备经夹持装置固定于GPS测量单杆上,拧紧固定螺母,并将竖直度

盘指针调节到0,即拍照设备处于水平拍照状态;

S7、基于GPS测量设备进行坐标放样,到达首个拍照点位,将相机正对目标建筑物进行第一次拍照,然后根据要求旋转拍照设备,使竖直度盘指针位于20度,此时拍照设备斜向上20度进行拍照;继续旋转拍照设备,使竖直度盘指针为45度,此时拍照设备为向上45度进行拍照,根据建筑物高度和其它要素选择多个合适的角度进行拍照,获取该点位不同竖直角度的照片,拍照时应保证GPS单杆水平气泡位于中心,保证拍照的准确和稳定性;

S8、首个点拍照完成后,在进行下一个点的拍照,拍照方法与首个点拍照类似,不同的是需要将夹持装置中的指向装置指向上一个测量点,使相机镜拍摄方向始终垂直于目标建筑物;

S9、拍照完成后,将所有地面照片与空中航测照片结合,进行空地一体三维模型构建。

2. 一种用于辅助建筑物三维建模的拍照装置,其特征在于:包括GPS测量单杆、安装在GPS测量单杆顶端的GPS接收机、通过夹持装置安装在GPS测量单杆上的方向指示装置、通过旋钮连接装置安装在夹持装置尾端的竖直角度度盘、通过旋转轴安装在旋钮连接装置尾端的拍照设备夹持装置、安装与旋转轴上的竖直角度指针,以及夹持安装在拍照设备夹持装置上的拍照装置。

3. 如权利要求2所述的一种用于辅助建筑物三维建模的拍照装置,其特征在于:所述GPS接收机用于接收卫星信号进行坐标定位,根据设计好的坐标点,精确放样找到对应位置。

4. 如权利要求2所述的一种用于辅助建筑物三维建模的拍照装置,其特征在于:所述夹持装置包括套管以及与套管适配的旋转螺母,GPS测量单杆插入套管,然后旋紧螺母即可实现与GPS测量单杆的相对固定。

5. 如权利要求2所述的一种用于辅助建筑物三维建模的拍照装置,其特征在于:竖直角度度盘用于标记竖直角度值,水平状态为竖直0度。

6. 如权利要求2所述的一种用于辅助建筑物三维建模的拍照装置,其特征在于:竖直角度指针固定于旋转轴上,并且指针为0时,指向与拍照设备镜头指向一致,当旋转旋转轴时,竖直角度指针与拍照装置随着转动,竖直角度度盘上的读数即为拍照设备的俯仰角度。

7. 如权利要求2所述的一种用于辅助建筑物三维建模的拍照装置,其特征在于:旋钮连接装置的内环与夹持装置连接,外环与旋转轴连接,保证旋转轴能够固定于GPS测量单杆上,同时具有竖直方向旋转的功能。

8. 如权利要求2所述的一种用于辅助建筑物三维建模的拍照装置,其特征在于:GPS测量单杆自带圆形水准器,在测量时能够单杆处于竖直状态,即保证GPS和拍照设备处于固定状态。

9. 如权利要求2所述的一种用于辅助建筑物三维建模的拍照装置,其特征在于:旋转轴用于拍照设备和竖直角度指针的固定,以及实现拍照设备和竖直角度指针的旋转。

## 一种用于辅助建筑物三维建模的拍照方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及三维建模技术领域,具体涉及一种用于辅助建筑物三维建模的拍照方法。

### 背景技术

[0002] 随着无人机技术和拍照设备的发展,无人机摄影测量技术日趋成熟,进而衍生出基于无人机摄影的三维模型构建。目前,主要以中小型无人机为飞行平台,搭载常规数码相机或者专业设计的多镜头相机进行空中航测拍照,获取目标区域或者建筑物的下视、左视、右视、前视、后视影像,最后采用目前成熟的计算机视觉匹配算法和三维建模技术进行地表三维模型的构建。

[0003] 现有的计算机视觉匹配算法虽然支持多角度相片匹配,进而建立三维模型,但是由于无人机摄影测量仅能够获取目标建筑物的空中视角影像,缺乏地面视觉的影像,生成的模型容易造成房屋屋檐下、地面遮挡区域拉花现象。为了弥补模型的缺陷,一般采用以地面视角对目标建筑物进行拍照。但是人为拍照时无人保证像片的重叠度、拍照的全面性,仅凭个人感官进行拍照,无基础理论支持,并且三维模型的构建需要保证拍摄的照片具有一定的重叠度,否则无法使用。

### 发明内容

[0004] 为解决上述问题,本发明提供了一种用于辅助建筑物三维建模的拍照方法,。

[0005] 为实现上述目的,本发明采取的技术方案为:

一种用于辅助建筑物三维建模的拍照方法,包括如下步骤:

S1、采用与空中无人机飞行高度相似的方法进行所采用的相机的拍照距离的计算,一般情况下地面拍照由于距离限制,在距离允许内以尽可能大的像幅进行拍照,同时由于地表限制通常以尽可能大面积的拍摄建筑物侧面为依据进行确定;

S2、确定拍照距离后,以目标建筑物为中心进行围绕,确定拍照路线,其中目标建筑物分为直线规则建筑物和圆弧形不规则建筑物;

S3、确定拍照路线后进行拍照点位的计算,其中:

(1)直线规则建筑物拍照点计算方法:

在拍照线上选择任意一点作为起始点 $p_1(x_1, y_1)$ ,根据照片像幅大小及重叠度,采用公式(1)和公式(2)计算下一拍照点 $p_2(x_2, y_2)$ 的坐标,相片像幅内建筑物的宽度 $L$ ,相片宽度为 $M$ ,建筑物边线与坐标轴 $X$ 的夹角为 $\alpha$ ,如图1中所示建筑物边 $AB$ 角度值为 $0^\circ$ , $BC$ 夹角为 $90^\circ$ , $CD$ 夹角为 $180^\circ$ , $DA$ 的夹角为 $270^\circ$ 。

[0006]  $x_2 = L \cdot (1 - M/L) \cdot \cos \alpha + x_1$  (1)

$y_2 = L \cdot (1 - M/L) \cdot \sin \alpha + y_1$  (2)

式中： $x_n, y_n$  为对应位置的坐标，其中n为第几个点；

L为相机在建筑物上的幅面宽度；

M为两次拍照的重叠区域；

$\alpha$  为相机移动方向与X轴的夹角；

(2)弧形不规则建筑物拍照点计算方法：

与直线规则建筑物拍照点计算方法类似，不同之处是由于弧形不规则建筑物的边线无法始终保持一个固定值，因此采用当前位置附近建筑物边线的切线沿拍照点走向方向与坐标轴X的夹角 $\alpha$ 进行计算下一个坐标点，建筑物弧形不规则边与坐标轴X的夹角不固定，夹角采用当前拍照点对应的建筑物切线与坐标轴X的夹角确定，夹角随着拍照点的移动不断变化；

S4、单点拍照重叠度计算，以及竖直间隔角度的计算，计算公式如下：

$$P = 1 - \frac{R \cdot \tan \alpha}{L} \quad (4)$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{L \cdot (1-P)}{R} \right) \quad (5)$$

式中：L为相机在建筑物上的幅面宽度；

R为相机距离建筑物的距离；

$\alpha$  为竖直方向移动角度；

P为竖直方向重叠度。

[0007] S5、建筑物拍照点计算完成后，将坐标数据输入GPS测量设备；

S6、将定制的拍照设备经夹持装置固定于GPS测量单杆上，拧紧固定螺母，并将竖直度盘指针调节到0，即拍照设备处于水平拍照状态；

S7、基于GPS测量设备进行坐标放样，到达首个拍照点位，将相机正对目标建筑物进行第一次拍照，然后根据要求旋转拍照设备，使竖直度盘指针位于20度，此时拍照设备斜向上20度进行拍照；继续旋转拍照设备，使竖直度盘指针为45度，此时拍照设备为向上45度进行拍照，根据建筑物高度和其它要去选择多个合适的角度进行拍照，获取该点位不同竖直角度的照片，拍照时应保证GPS单杆水平气泡位于中心，保证拍照的准确和稳定性；

S8、首个点拍照完成后，在进行下一个点的拍照，拍照方法与首个点拍照类似，不同的是需要将夹持装置中的指向装置指向上一个测量点，使相机镜拍摄面始终垂直于目标建筑物；

S9、拍照完成后，将所有地面照片与空中航测照片结合，进行空地一体三维模型构建。

[0008] 本发明还提供了一种用于辅助建筑物三维建模的拍照装置，包括GPS测量单杆、安装在GPS测量单杆顶端的GPS接收机、通过夹持装置安装在GPS测量单杆上的方向指示装置、通过旋钮连接装置安装在夹持装置尾端的竖直角度度盘、通过旋转轴安装在旋钮连接装置尾端的拍照设备夹持装置、安装与旋转轴上的竖直角度指针，以及夹持安装在拍照设备夹持装置上的拍照装置。

[0009] 进一步地,所述GPS接收机用于接收卫星信号进行坐标定位,根据设计好的坐标点,精确放样找到对应位置。

[0010] 进一步地,所述夹持装置包括套管以及与套管适配的旋转螺母,GPS测量单杆插入套管,然后旋紧螺母即可实现与GPS测量单杆的相对固定。

[0011] 进一步地,竖直角度度盘用于标记竖直角度值,水平状态为竖直0度。

[0012] 进一步地,竖直角度指针固定于旋转轴上,并且指针为0时,指向与拍照设备镜头指向一致,当旋转旋转轴时,竖直角度指针与拍照装置随着转动,竖直角度度盘上的读数即为拍照设备的俯仰角度。

[0013] 进一步地,旋钮连接装置类似于轴承,内环与夹持装置连接,外环与旋转轴连接,保证旋转轴能够固定于GPS测量单杆上,同时具有竖直方向旋转的功能。

[0014] 进一步地,GPS测量单杆自带圆形水准器,在测量时能够单杆处于竖直状态,即保证GPS和拍照设备处于固定状态。

[0015] 进一步地,旋转轴用于拍照设备和竖直角度指针的固定,以及实现拍照设备和竖直角度指针的旋转。

[0016] 本发明能够保证基于摄影测量三维模型构建时模型的完整性;采用本发明涉及的计算方法计算建筑物拍照的坐标点位,可以保证拍照的完整性和准确性,避免人为拍照时的漏拍、错拍、像片模糊等问题。本发明解决的问题包括以下几点:

1. 拍照距离的一致性,保证像片物方分辨率一致;
  2. 解决拍照的不稳定性,固定于单杆进行拍照,保证相机稳定;
  3. 解决在拍照位置水平方向拍照角度的随意性问题,每一个拍照位置采用本发明设置的指示方向标志,与上一拍照位置对应,确保围绕拍照水平角度的固定;
  4. 垂直拍照角度的可量测性,确保每一个拍照点位竖直方向拍摄照片的角度一致,避免照片缺失,同时根据竖直方向拍照重叠度的要求,设置竖直拍照间隔角度(如 $10^{\circ}$ 、 $20^{\circ}$ 等);
  5. 围绕规则建筑物拍照点的自动计算算法;
  6. 不规则建筑物拍照点的计算方法。
- [0017] 7. 基于GPS测量技术,对拍照位置进行自动放样定位,确保围绕整个目标建筑物,不会造成缺失或者遗漏。

## 附图说明

[0018] 图1为直线规则建筑物地面拍照示意图。

[0019] 图2为弧形不规则建筑物地面拍照示意图。

[0020] 图3为单点拍照重叠度计算原理示意图。

[0021] 图4 为GPS夹持装置示意图。

[0022] 图5为夹持装置细节图。

[0023] 图6为夹持装置俯视图。

[0024] 图7为竖直角度度盘示意图。

[0025] 图8为第一个点位拍照示意图。

[0026] 图9为非首个点拍照示意图。

## 具体实施方式

[0027] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对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。

### [0028] 实施例1

S1、采用与空中无人机飞行高度相似的方法进行所采用的相机的拍照距离的计算,一般情况下地面拍照由于距离限制,在距离允许内以尽可能大的像幅进行拍照,同时由于地表限制通常以尽可能大面积的拍摄建筑物侧面为依据进行确定;

S2、确定拍照距离后,以目标建筑物为中心进行围绕,确定拍照路线,其中目标建筑物分为直线规则建筑物(图1)和圆弧形不规则建筑物(图2);

S3、确定拍照路线后进行拍照点位的计算,其中:

(1)直线规则建筑物拍照点计算方法如图1所示,在拍照线上选择任意一点作为起始点 $p_1(x_1, y_1)$ ,根据照片像幅大小及重叠度,采用公式(1)和公式(2)计算下一拍照点 $p_2(x_2, y_2)$ 的坐标,相片像幅内建筑物的宽度 $L$ ,相片宽度为 $M$ ,建筑物边线与坐标轴 $X$ 的夹角为 $\alpha$ ,如图1中所示建筑物边 $AB$ 角度值为 $0^\circ$ , $BC$ 夹角为 $90^\circ$ , $CD$ 夹角为 $180^\circ$ , $DA$ 的夹角为 $270^\circ$ 。

$$[0029] \quad x_2 = L \cdot (1 - M/L) \cdot \cos \alpha + x_1 \quad (1)$$

$$y_2 = L \cdot (1 - M/L) \cdot \sin \alpha + y_1 \quad (2)$$

式中: $x_n, y_n$ 为对应位置的坐标,其中 $n$ 为第几个点;

$L$ 为相机在建筑物上的幅面宽度;

$M$ 为两次拍照的重叠区域;

$\alpha$ 为相机移动方向与 $X$ 轴的夹角;

(2)弧形不规则建筑物拍照点计算方法与直线规则建筑物拍照点计算方法类似,不同之处是由于弧形不规则建筑物的边线无法始终保持一个固定值,因此采用当前位置附近建筑物边线的切线沿拍照点走向方向与坐标轴 $X$ 的夹角 $\alpha$ 进行计算下一个坐标点,如图2所示:建筑物弧形不规则边与坐标轴 $X$ 的夹角不固定,夹角采用当前拍照点对应的建筑物切线与坐标轴 $X$ 的夹角确定,夹角随着拍照点的移动不断变化;

S4、单点拍照重叠度计算,以及竖直间隔角度的计算,计算示意图如图3所示,计算公式如下:

$$P = 1 - \frac{R \cdot \tan \alpha}{L} \quad (4)$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{L \cdot (1 - P)}{R} \right) \quad (5)$$

式中: $L$ 为相机在建筑物上的幅面宽度;

$R$ 为相机距离建筑物的距离;

$\alpha$  为竖直方向移动角度；

P 为竖直方向重叠度。

[0030] S5、建筑物拍照点计算完成后，将坐标数据输入GPS测量设备；

S6、将本发明定制的拍照设备的夹持装置固定于GPS测量单杆上(图4)，拧紧固定螺母2，然后将拍照设备固定于夹持装置5的接口处，并将竖直度盘指针调节到0(图5)，即拍照设备处于水平拍照状态。

[0031] S7、基于GPS测量设备进行坐标放样，到达首个拍照点位，将相机正对目标建筑物进行第一次拍照(图6)，然后根据要求旋转拍照设备，使竖直度盘指针位于20度，此时拍照设备斜向上20度进行拍照；继续旋转拍照设备，使竖直度盘指针为45度，此时拍照设备为向上45度进行拍照，根据建筑物高度和其它要去选择多个合适的角度进行拍照，获取该点位不同竖直角度的照片，拍照时应保证GPS单杆水平气泡位于中心，保证拍照的准确和稳定性；

S8、首个点拍照完成后，在进行下一个点的拍照，拍照方法与首个点拍照类似。不同的是需要将夹持装置中的指向装置指向上一个测量点(图7)，该方法主要是保证目标建筑物为弧形不规则时，使相机镜拍摄面始终垂直于目标建筑物。

[0032] S9、拍照完成后，将所有地面照片与空中航测照片结合，进行空地一体三维模型构建。

[0033] 实施例2

一种用于辅助建筑物三维建模的拍照装置，包括GPS测量单杆7、安装在GPS测量单杆7顶端的GPS接收机1、通过夹持装置2安装在GPS测量单杆7上的方向指示装置10、通过旋钮连接装置8安装在夹持装置2尾端的竖直角度度盘3、通过旋转轴9安装在旋钮连接装置8尾端的拍照设备夹持装置5、安装与旋转轴9上的竖直角度指针6，以及夹持安装在拍照设备夹持装置5上的拍照装置4。所述GPS接收机1用于接收卫星信号进行坐标定位，根据设计好的坐标点，精确放样找到对应位置。所述夹持装置2包括套管以及与套管适配的旋转螺母，GPS测量单杆7插入套管，然后旋紧螺母即可实现与GPS测量单杆7的相对固定。所述竖直角度度盘3用于标记竖直角度值，水平状态为竖直0度。所述竖直角度指针6固定于旋转轴9上，并且指针为0时，指向与拍照设备镜头指向一致，当旋转旋转轴9时，竖直角度指针6与拍照装置4随着转动，竖直角度度盘3上的读数即为拍照设备的俯仰角度。所述旋钮连接装置8类似于轴承，内环与夹持装置2连接，外环与旋转轴9连接，保证旋转轴9能够固定于GPS测量单杆7上，同时具有竖直方向旋转的功能。所述GPS测量单杆7自带圆形水准器，在测量时能够单杆处于竖直状态，即保证GPS和拍照设备处于固定状态。所述旋转轴用于拍照设备和竖直角度指针6的固定，以及实现拍照设备和竖直角度指针6的旋转。所述拍照设备夹持装置5上可设置不同的接头或者夹板，方便不同相机或者手机的固定。方向指示装置10主要用于拍照时水平方向的固定。

[0034] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是，本发明并不局限于上述特定实施方式，本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变化或修改，这并不影响本发明的实质内容。在不冲突的情况下，本申请的实施例和实施例中的特征可以任意相互组合。

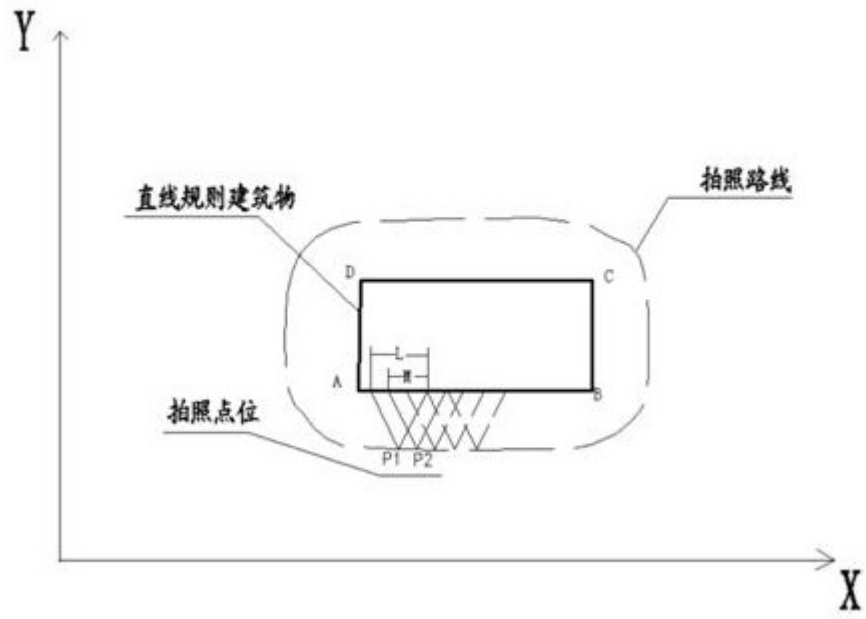


图1

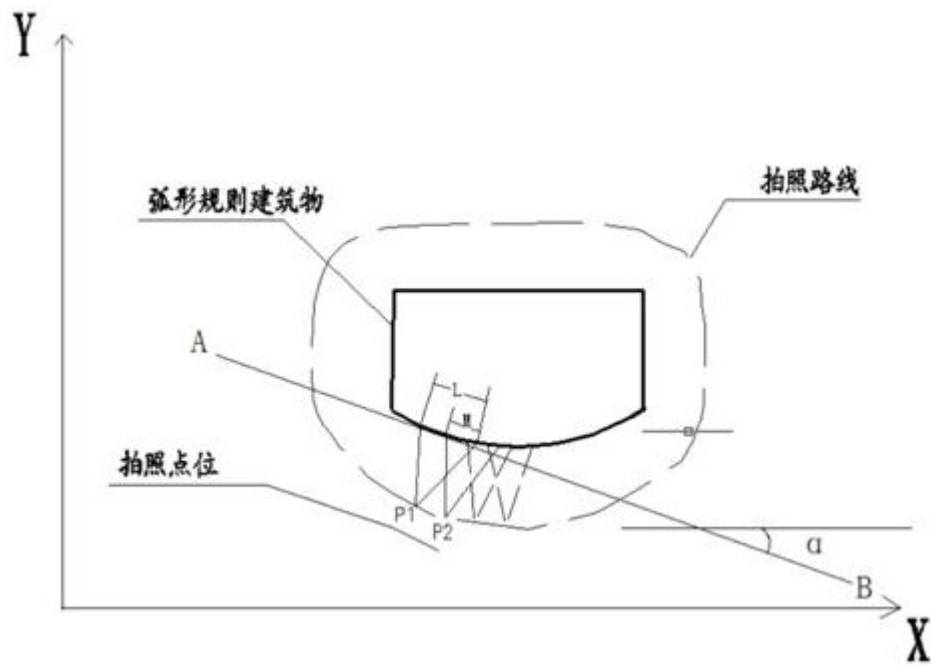


图2

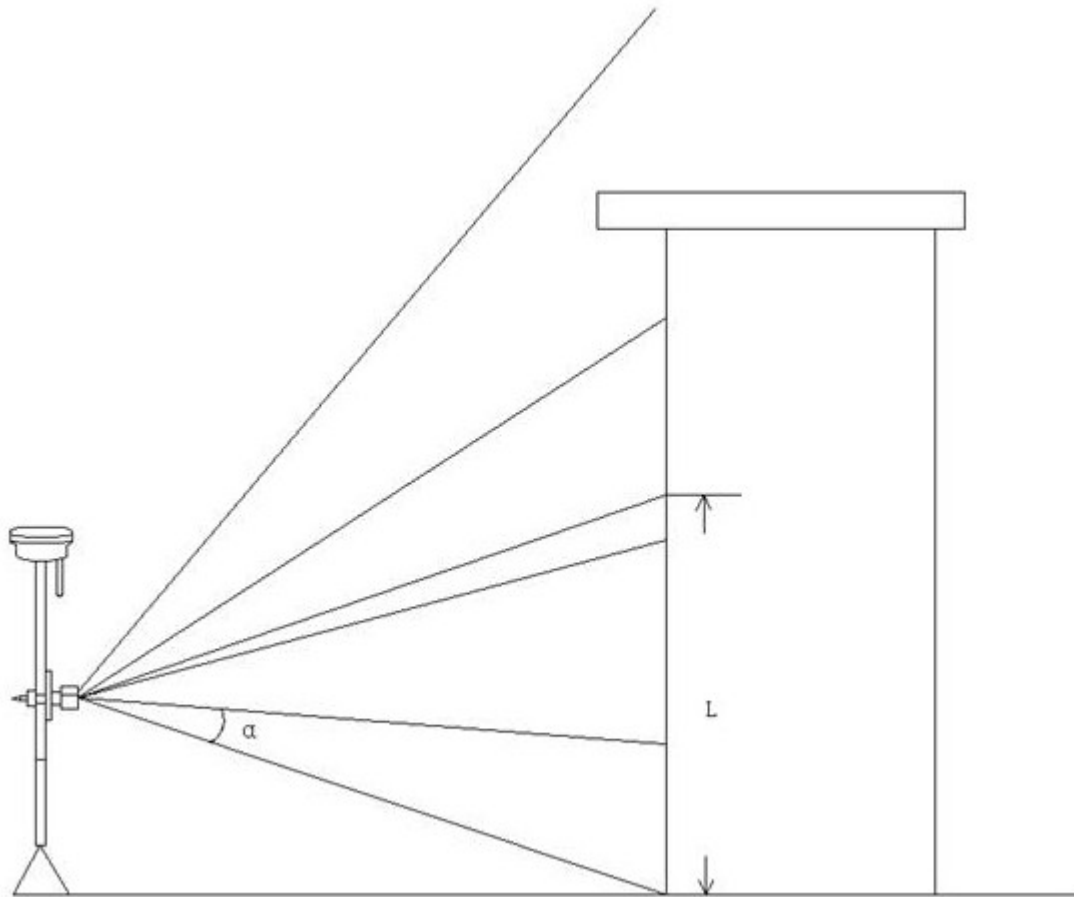


图3

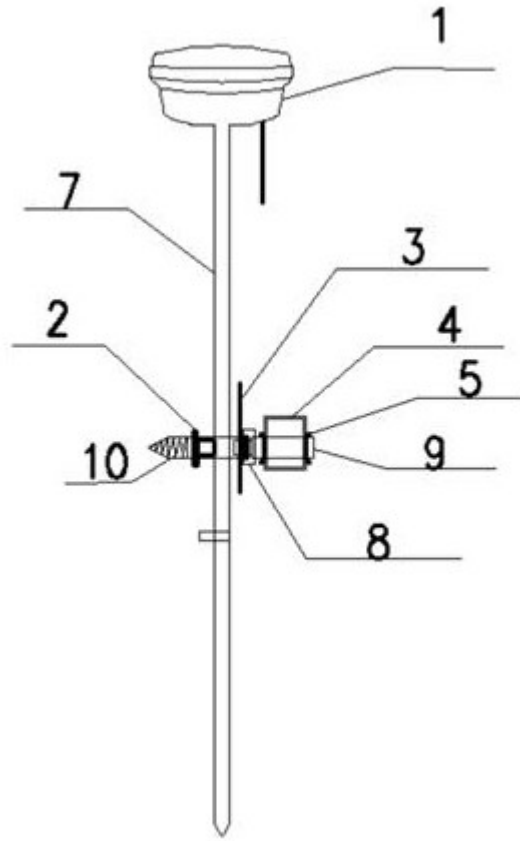


图4

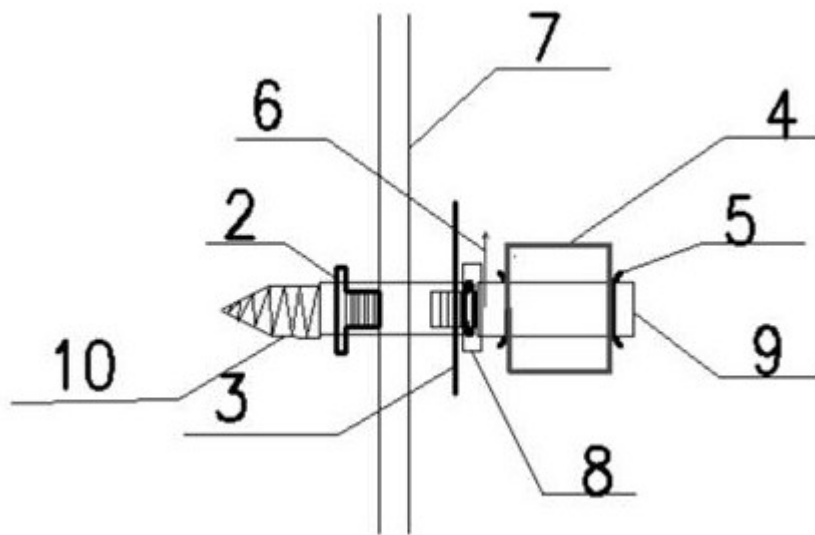


图5

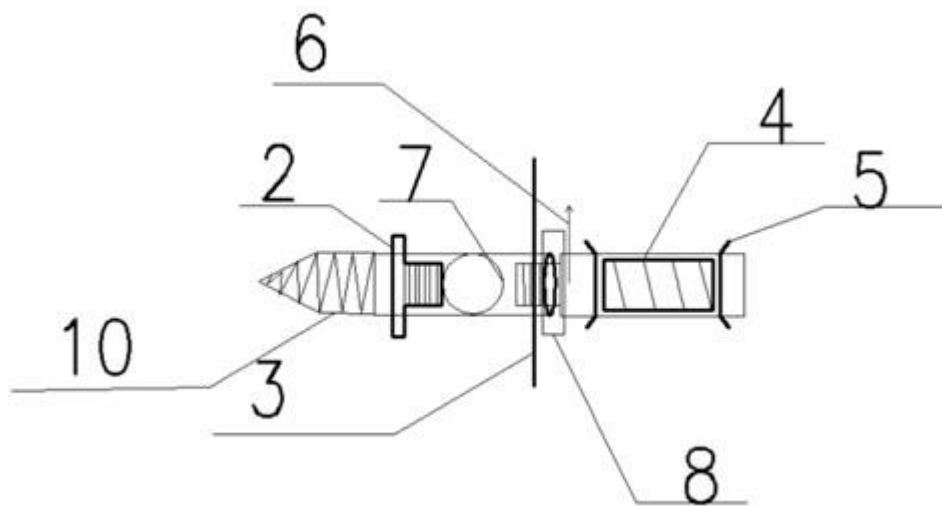


图6

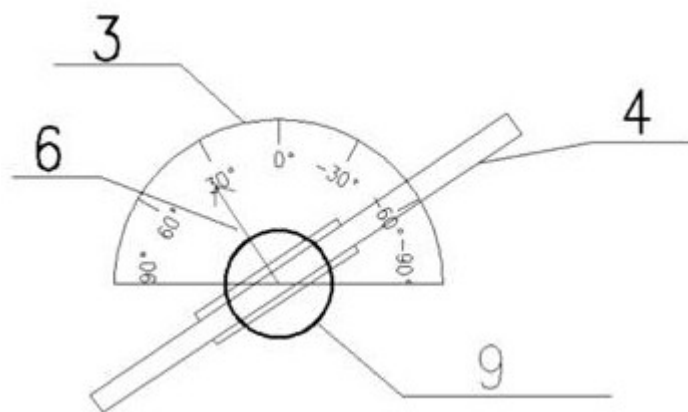


图7

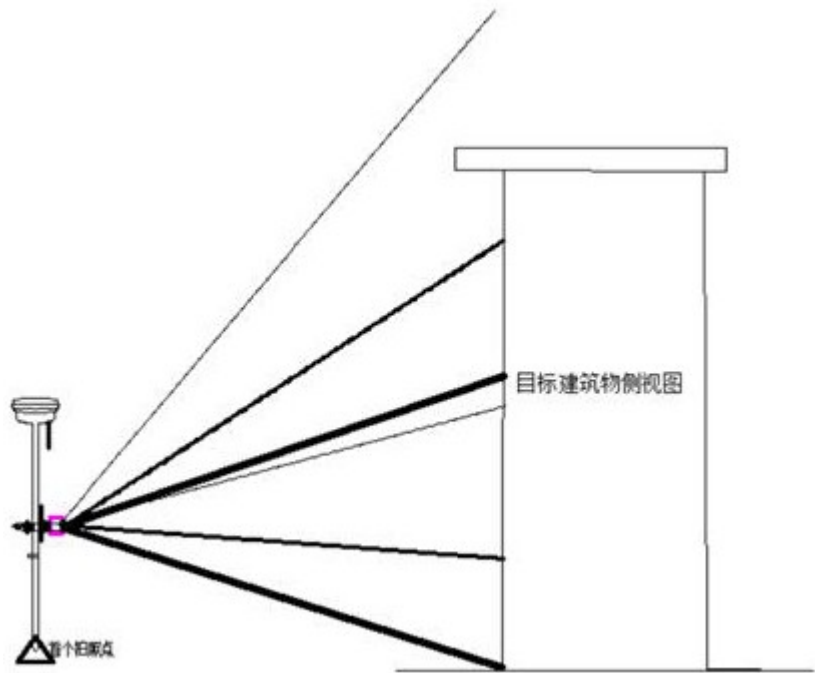


图8

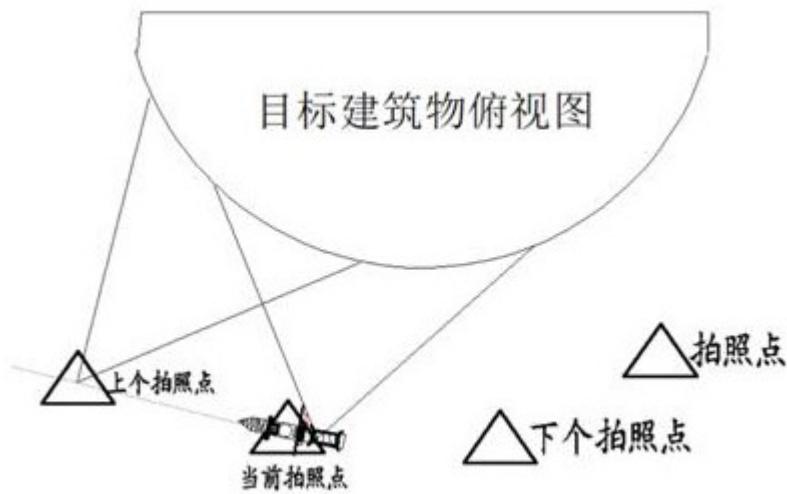


图9