(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108645392 B
(45)授权公告日 2024.02.06

(21)申请号 201810778884.1

(22)申请日 2018.07.16

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108645392 A

(43)申请公布日 2018.10.12

(73)专利权人 西安微普光电技术有限公司
地址 710119 陕西省西安市高新区创业大道39号标准厂房B1副楼一层

(72)发明人 范哲源 刘西站 韩飞 何飞

(74)专利代理机构 北京睿驰通程知识产权代理事务所(普通合伙) 11604
专利代理师 张文平

(51)Int.Cl.
G01C 15/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 101413797 A,2009.04.22
CN 104697499 A,2015.06.10
US 2016238377 A1,2016.08.18
CN 101637915 A,2010.02.03
CN 106767775 A,2017.05.31
CN 203364824 U,2013.12.25
US 2014285631 A1,2014.09.25

审查员 徐梦春

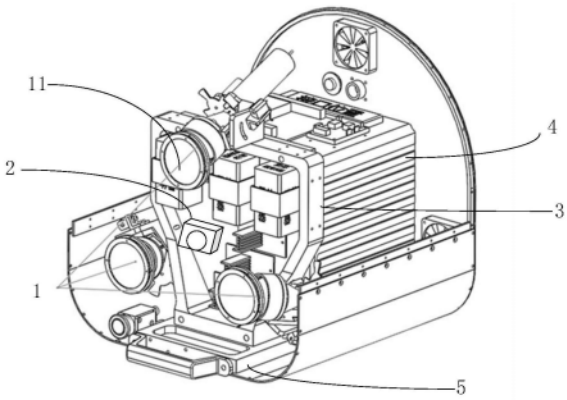
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种相机安装姿态校准方法及装置

(57)摘要

本发明提供了一种相机安装姿态校准装置，包括:光源组件(1)，包括以等腰三角形分布排列的三个光源;成像相机(2)，位于所述等腰三角形几何中心;基板(3)，竖直安装于所述校准装置内，所述三个光源组件(1)、成像相机(2)固定安装于基板(3)正面;惯导组件(4)，固定安装于所述基板(3)背面;机械臂(5)，水平位于所述校准装置底部，所述基板(3)连带光源组件(1)、成像相机(2)以及惯导组件(4)安装于所述机械臂(5)上，所述机械臂(5)提供方位和俯仰二维运动;工控机(6)，用于对所述机械臂(5)进行二维运动控制，利用惯导数据和基准数据进行比对，给出所述成像相机俯仰角及方位角的测试结果。



CN 108645392 B

1.一种相机安装姿态校准装置,其特征在于,包括:

光源组件(1),包括以等腰三角形分布排列的三个光源,用于为成像相机提供目标;

成像相机(2),位于所述等腰三角形几何中心,用于观测所述光源光斑指向;

基板(3),竖直安装于所述校准装置内,所述光源组件(1)、成像相机(2)固定安装于基板(3)正面;

惯导组件(4),用于提供姿态调整的准确值,进行数据计算,所述惯导组件(4)固定安装于所述基板(3)背面;

机械臂(5),水平的设置于所述校准装置底部,所述基板(3)连带光源组件(1)、成像相机(2)以及惯导组件(4)安装于所述机械臂(5)上,所述机械臂(5)提供方位和俯仰二维运动;

工控机,用于对所述机械臂(5)进行二维运动控制,利用惯导数据和基准数据进行比对,给出所述成像相机(2)俯仰角及方位角的测试结果。

2.如权利要求1所述的相机安装姿态校准装置,其特征在于,所述三个光源成一定角度空间排列,该角度为精确标定后的角度,角度精度不低于0.01°。

3.如权利要求1所述的相机安装姿态校准装置,其特征在于,该惯导组件(4)和三个光源之间的标定精度在2″以内。

4.如权利要求1所述的相机安装姿态校准装置,其特征在于,所述光源还包括光窗(11),用于过滤掉不必要的杂散光。

5.如权利要求1所述的相机安装姿态校准装置,其特征在于,所述三个光源与所述成像相机(2)中轴线之间夹角为23.5°。

6.如权利要求1所述的相机安装姿态校准装置,其特征在于,上方光源方位角为0°,俯仰角为23.5°;下方两个光源的方位角分别为+20.2°、-20.2°,俯仰角均为11.5°;三个光源彼此夹角为40.4°。

7.一种采用权利要求1-6任一所述相机安装姿态校准装置进行姿态校准的方法,其特征在于包括如下步骤:

(1)将相机安装姿态校准装置置于大理石平台上,给所述惯导组件(4)上电,实时测量惯导组件(4)的滚转角及俯仰角,调节大理石平台,使惯导组件(4)滚转角及俯仰角读数为零,此时所述惯导组件(4)水平;

(2)调整好三个光源之间的夹角,使下面两个光源的俯仰角差的绝对值<1°;

(3)用莱卡经纬仪对其中一个光源进行准直,测得光源发光方向在水平与正北方向的夹角为ψ1,光源的俯仰为θ1,此时定义光源的滚转角γ1为0;此时惯导组件(4)的姿态角分别为ψ0、θ0、γ0;

(4)光源及惯导组件(4)姿态角通过多次测试取平均值,则光源与惯导组件(4)的姿态角夹角关系如下:

$$T_0^1=\begin{pmatrix}\Delta\psi 1\\ \Delta\theta 1\\ \Delta\gamma 1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\bar{\psi}1\\ \bar{\theta}1\\ \bar{\gamma}1\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}\bar{\psi}0\\ \bar{\theta}0\\ \bar{\gamma}0\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\bar{\psi}1-\bar{\psi}0\\ \bar{\theta}1-\bar{\theta}0\\ -\gamma 0\end{pmatrix}\qquad \text{公式 1}$$

(5)分别对其余两个光源测量,获得姿态角ψ2、θ2、γ2,ψ3、θ3、γ3;则其余两个光源与

惯导组件(4)的姿态角夹角关系如下：

$$T_0^2=\begin{pmatrix}\Delta\psi 2\\ \Delta\theta 2\\ \Delta\gamma 2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\bar{\psi}2\\ \bar{\theta}2\\ \bar{\gamma}2\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}\bar{\psi}0\\ \bar{\theta}0\\ \bar{\gamma}0\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\bar{\psi}2-\bar{\psi}0\\ \bar{\theta}2-\bar{\theta}0\\ -\gamma 0\end{pmatrix}\qquad \text{公式 2}$$

$$T_0^3=\begin{pmatrix}\Delta\psi 3\\ \Delta\theta 3\\ \Delta\gamma 3\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\bar{\psi}3\\ \bar{\theta}3\\ \bar{\gamma}3\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}\bar{\psi}0\\ \bar{\theta}0\\ \bar{\gamma}0\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\bar{\psi}3-\bar{\psi}0\\ \bar{\theta}3-\bar{\theta}0\\ -\gamma 0\end{pmatrix}\qquad \text{公式 3}$$

(6)利用三个光源的姿态角确定成像相机的姿态角。

一种相机安装姿态校准方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及光学校准领域,尤其涉及一种相机安装姿态校准方法及装置。

背景技术

[0002] 当前,随着机器视觉的应用推广,具有机器视觉的设备越发普及,在应用过程中,带有测量功能的机器视觉设备对相机的安装精度具有一定的要求,相机的安装精度将直接对测量结果产生影响,如何保证相机的安装精度,是前期硬件研发过程需解决的关键问题,将直接影响到后期系统的标定环节、软件的修正环节以及系统的测试精度。

[0003] 当用两个以上的广角相机实现大角度或全景拼接时,由于大角度相机本身的畸变问题,如安装位置不准确,会对拼接精度产生影响,严重的情况会造成拼接失真,本发明主要致力于解决对相机整机安装过程中俯仰角、方位角的准确定位,实现高精度的相机安装,从而保证拼接图像的准确、真实。

[0004] 因此,如何对相机应用过程中的姿态角校准就成为拍摄质量优劣的重要问题。

发明内容

[0005] 有鉴于此,确有必要提供一种能够准确校准相机姿态的方法及装置。

[0006] 本发明提供一种相机安装姿态校准装置,包括:光源组件1,包括以等腰三角形分布排列的三个光源,用于为成像相机提供目标;成像相机2,位于所述等腰三角形几何中心,用于观测初始对准情况;基板3,竖直安装于所述校准装置内,所述三个光源组件1、成像相机2固定安装于基板3正面;惯导组件4,用于提供姿态调整的准确值,进行数据计算,所述惯导组件4固定安装于所述基板3背面;机械臂5,水平位于所述校准装置底部,所述基板3连带光源组件1、成像相机2以及惯导组件4安装于所述机械臂5上,所述机械臂5提供方位和俯仰二维运动;工控机6,用于对所述机械臂5进行二维运动控制,利用惯导数据和基准数据进行比对,给出所述成像相机2俯仰角及方位角的测试结果。

[0007] 进一步的,所述三个光源成一定角度空间排列,该角度为精确标定后的角度,角度精度不低于0.01°。

[0008] 进一步的,该惯导组件4和三个光源之间的标定精度在2″以内。

[0009] 进一步的,所述光源还包括光窗11,用于过滤掉不必要的杂散光。

[0010] 进一步的,所述三个光源与所述成像相机2中轴线之间夹角为23.5°。

[0011] 进一步的,上方光源方位角为0°,俯仰角为23.5°;下方两个光源的方位角分别为+20.2°、-20.2°,俯仰角均为11.5°;三个光源彼此夹角为40.4°。

[0012] 另外,本发明提供一种采用如上任一所述相机安装姿态校准装置进行姿态校准的方法,包括如下步骤:

[0013] (1)将相机姿态校准装置置于大理石平台上,给所述惯导组件上电,实时测量惯导组件的滚转角及俯仰角,调节大理石平台,使惯导组件滚转角及俯仰角读数基本为零,此时认为惯组水平;

[0014] (2)调整好三个光源之间的夹角,使下面两个光源的俯仰角差的绝对值＜1°;

[0015] (3)用莱卡经纬仪对其中一个光源进行准直,测得光源发光方向在水平与正北方向的夹角为ψ1,光源的俯仰为θ1,此时定义光源的滚转角γ1为0;此时惯导组件(4)的姿态角分别为ψ0、θ0、γ0;

[0016] (4)光源及惯导组件姿态角通过多次测试取平均值,则光源与惯导组件的姿态角夹角关系如下:

[0017] $$T_0^1=\begin{pmatrix}\Delta\psi1\\ \Delta\theta1\\ \Delta\gamma1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\bar{\psi}1\\ \bar{\theta}1\\ \bar{\gamma}1\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}\bar{\psi}0\\ \bar{\theta}0\\ \bar{\gamma}0\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\bar{\psi}1-\bar{\psi}0\\ \bar{\theta}1-\bar{\theta}0\\ -\gamma0\end{pmatrix}$$ 公式1

[0018] (5)分别对其余两个光源测量,获得姿态角ψ2、θ2、γ2,ψ3、θ3、γ3;则其余两个光源与惯导组件的姿态角夹角关系如下:

[0019] $$T_0^2=\begin{pmatrix}\Delta\psi2\\ \Delta\theta2\\ \Delta\gamma2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\bar{\psi}2\\ \bar{\theta}2\\ \bar{\gamma}2\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}\bar{\psi}0\\ \bar{\theta}0\\ \bar{\gamma}0\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\bar{\psi}2-\bar{\psi}0\\ \bar{\theta}2-\bar{\theta}0\\ -\gamma0\end{pmatrix}$$ 公式2

[0020] $$T_0^3=\begin{pmatrix}\Delta\psi3\\ \Delta\theta3\\ \Delta\gamma3\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\bar{\psi}3\\ \bar{\theta}3\\ \bar{\gamma}3\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}\bar{\psi}0\\ \bar{\theta}0\\ \bar{\gamma}0\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\bar{\psi}3-\bar{\psi}0\\ \bar{\theta}3-\bar{\theta}0\\ -\gamma0\end{pmatrix}$$ 公式3

[0021] (6)利用三个光源的姿态角确定成像相机的姿态角。

[0022] 相较于现有技术,本发明具有以下技术效果:本发明适用于相机安装定位过程中具有较高精度要求的情况,实现相机装配过程中对相机安装俯仰角、方位角的准确定位。

附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本发明实施方式的技术方案,下面将对实施方式中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,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相关的附图。

[0024] 图1是本发明实施例提供的相机安装姿态校准装置内部结构示意图。

[0025] 图2是本发明实施例提供的相机安装姿态校准装置外观结构示意图。

[0026] 图3是本发明实施例提供的相机安装姿态校准装置内部关系示意图。

[0027] 图4是本发明实施例提供的相机安装姿态校准装置系统结构布局示意图。

[0028] 图5是本发明实施例提供的b系和g系之间的方位关系。

[0029] 图6是本发明实施例提供的模拟源载体坐标系定义。

具体实施方式

[0030] 为使本发明实施方式的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施方式中的附图,对本发明实施方式中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施方式是本发明一部分实施方式,而不是全部的实施方式。基于本发明中的实施方式,本领

域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式,都属于本发明保护的范围。因此,以下对在附图中提供的本发明的实施方式的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施方式。基于本发明中的实施方式,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式,都属于本发明保护的范围。

[0031] 实施例1

[0032] 如图1-4所示,本发明提供一种相机安装姿态校准装置,包括:光源组件1,包括以等腰三角形分布排列的三个光源,用于为成像相机提供目标;成像相机2,位于所述等腰三角形几何中心,用于观测初始对准情况;基板3,竖直安装于所述校准装置内,所述三个光源组件1、成像相机2固定安装于基板3正面;惯导组件4,用于提供姿态调整的准确值,进行数据计算,所述惯导组件4固定安装于所述基板3背面;机械臂5,水平位于所述校准装置底部,所述基板3连带光源组件1、成像相机2以及惯导组件4安装于所述机械臂5上,所述机械臂5提供方位和俯仰二维运动;工控机6,用于对所述机械臂5进行二维运动控制,利用惯导数据和基准数据进行比对,给出所述成像相机2俯仰角及方位角的测试结果。

[0033] 上述光源组件1、成像相机2、基板3、惯导组件4、机械臂5均置于校准装置外壳7内。

[0034] 所述三个光源成一定角度空间排列,该角度为精确标定后的角度,角度精度不低于0.01°。

[0035] 三个光源成一定角度空间排列,该角度为精确标定后的角度,角度精度应不低于0.01°,三个光源成等边三角形或等腰三角形进行排列,采用刚性连接,相互之间的角度采用光学方法精确标定。

[0036] 惯导组件和光源组件同样采用刚性连接的方法,选取固定的安装基面,该基面和三角形的底边平行,惯导组件安装后,该组件和光源之间的安装角度通过光学方法进行标定(标定精度2″以内)。

[0037] 将标定后光源和惯导系统固定在机械臂上,支架提供方位和俯仰二维运动,运动角度由工控机给出,同时该角度和安装基准进行对比后给出偏差结果。

[0038] 进一步的,所述光源还包括光窗11,用于过滤掉不必要的杂散光。

[0039] 进一步的,所述三个光源与所述成像相机2中轴线之间夹角为23.5°。

[0040] 进一步的,上方光源方位角为0°,俯仰角为23.5°;下方两个光源的方位角分别为+20.2°、-20.2°,俯仰角均为11.5°;三个光源彼此夹角为40.4°。

[0041] 光学设计出瞳距300mm,根据结构排布计算,设计模拟源夹角对应外形尺寸如表1所示。为满足便携式,小体积,模拟源与中轴线之间夹角23.5°的指标要求进行设计,通过理论分析,三个模拟源环中轴线均布时,整个包络尺寸最小。设计结果如图1所示,安装基准面与中轴线平行。上方模拟源方位角为0°,俯仰角为23.5°;下方两个模拟源的方位角为+20.2°、-20.2°,俯仰角(与安装基准面的夹角)为11.5°;三个模拟源彼此夹角为40.4°。

[0042] 表1模拟源夹角及对应尺寸表

[0043]

序号	模拟源与中轴线夹角A	模拟源之间夹角B	最大间距L	外包络直径D
1	29.2	50	433	500
2	23.5°	40.4°	363mm	415mm
3	17.39°	30°	282mm	320mm

[0044]

4	15°	26°	250mm	282mm

[0045] 实施例2

[0046] 本发明提供一种采用如上任一所述相机安装姿态校准装置进行姿态校准的方法，具体如下。

[0047] 根据姿态角的定义，载体坐标系(b系)可由地理坐标系(g系)经过三次转动得到，方位关系如图5所示。如载体1的姿态角为ψ1、θ1、γ1，载体2的姿态角为ψ2、θ2、γ2，当两个载体的坐标系方向一致时，载体2相对于载体1的姿态角夹角关系为：

[0048] $$T_1^2=\begin{pmatrix}\Delta\psi\\ \Delta\theta\\ \Delta\gamma\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\psi 2\\ \theta 2\\ \gamma 2\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}\psi 1\\ \theta 1\\ \gamma 1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\psi 2-\psi 1\\ \theta 2-\theta 1\\ \gamma 2-\gamma 1\end{pmatrix}$$ 公式0

[0049] 我们定义模拟源装置的载体坐标系方向为：Y轴质心指向模拟源发光方向，Z轴垂直向上，X轴水平向右，成右手坐标系关系，如图6所示。在装配过程中需保证三个模拟源的载体坐标系与惯组坐标系各轴朝向相同，下面两个模拟源与惯组坐标系Y轴(俯仰角)夹角＜1°。三个模拟源与惯组固连，所以三个模拟源与惯组的姿态角夹角关系固定，在装机前将姿态角夹角关系标定出来，通过惯组实时输出姿态角可以知道三个模拟源的姿态角。

[0050] 方法步骤具体如下：

[0051] (1)将相机姿态校准装置置于大理石平台上，给所述惯导组件上电，实时测量惯导组件的滚转角及俯仰角，调节大理石平台，使惯导组件滚转角及俯仰角读数基本为零，此时认为惯组水平；

[0052] (2)调整好三个光源之间的夹角，使下面两个光源的俯仰角差的绝对值＜1°；

[0053] (3)用莱卡经纬仪对其中一个光源进行准直，测得光源发光方向在水平与正北方向的夹角为ψ1，光源的俯仰为θ1，此时定义光源的滚转角γ1为0；此时惯导组件的姿态角分别为ψ0、θ0、γ0；

[0054] (4)光源及惯导组件姿态角通过多次测试取平均值，则光源与惯导组件的姿态角夹角关系如下：

[0055] $$T_0^1=\begin{pmatrix}\Delta\psi1\\ \Delta\theta1\\ \Delta\gamma1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\bar{\psi}1\\ \bar{\theta}1\\ \bar{\gamma}1\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}\bar{\psi}0\\ \bar{\theta}0\\ \bar{\gamma}0\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\bar{\psi}1-\bar{\psi}0\\ \bar{\theta}1-\bar{\theta}0\\ -\gamma0\end{pmatrix}$$ 公式1

[0056] (5)分别对其余两个光源测量,获得姿态角ψ2、θ2、γ2,ψ3、θ3、γ3;则其余两个光源与惯导组件的姿态角夹角关系如下:

[0057] $$T_0^2=\begin{pmatrix}\Delta\psi2\\ \Delta\theta2\\ \Delta\gamma2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\bar{\psi}2\\ \bar{\theta}2\\ \bar{\gamma}2\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}\bar{\psi}0\\ \bar{\theta}0\\ \bar{\gamma}0\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\bar{\psi}2-\bar{\psi}0\\ \bar{\theta}2-\bar{\theta}0\\ -\gamma0\end{pmatrix}$$ 公式2

[0058] $$T_0^3=\begin{pmatrix}\Delta\psi3\\ \Delta\theta3\\ \Delta\gamma3\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\bar{\psi}3\\ \bar{\theta}3\\ \bar{\gamma}3\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}\bar{\psi}0\\ \bar{\theta}0\\ \bar{\gamma}0\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\bar{\psi}3-\bar{\psi}0\\ \bar{\theta}3-\bar{\theta}0\\ -\gamma0\end{pmatrix}$$ 公式3

[0059] (6)利用三个光源的姿态角确定成像相机的姿态角。

[0060] 惯组与3个模拟源固连,当设备安装在机械臂上使用时首先让惯组保持基本水平状态进行寻北,寻北结束后惯组进入方位保持状态,惯组姿态随机械臂转动变化,三个模拟源的姿态角可由惯组姿态角加上固定姿态角夹角获得,三个模拟源的实时姿态角如下:

[0061] $$\begin{pmatrix}\psi1\\ \theta1\\ \gamma1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\psi0\\ \theta0\\ \gamma0\end{pmatrix}+T_0^1$$ 公式4

[0062] $$\begin{pmatrix}\psi2\\ \theta2\\ \gamma2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\psi0\\ \theta0\\ \gamma0\end{pmatrix}+T_0^2$$ 公式5

[0063] $$\begin{pmatrix}\psi3\\ \theta3\\ \gamma3\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\psi0\\ \theta0\\ \gamma0\end{pmatrix}+T_0^3$$ 公式6

[0064] 由于方位角定向为0°~360°,俯仰角定义为-90°~+90°,滚转角定位为-180°~+180°,当模拟源姿态角大于360°时需减360°,小于0°时需加360°。俯仰角大于90°时,需用180°减去当前俯仰角,同时方位角加180°,小于-90°时,需-180°减去当前角,同时方位角加180°。滚转大于180°时,需减去360°,滚转小于-180°时需加上360°。

[0065] 相较于现有技术,本发明具有以下技术效果:本发明适用于相机安装定位过程中具有较高精度要求的情况,实现相机装配过程中对相机安装俯仰角、方位角的准确定位。

[0066] 以上所述仅为本发明的优选实施方式而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

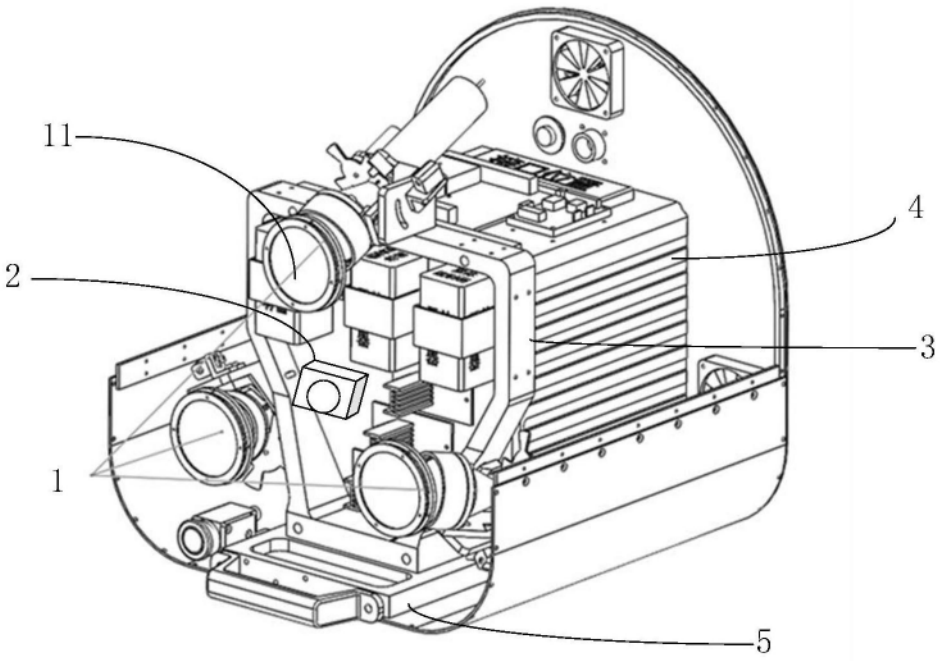


图1

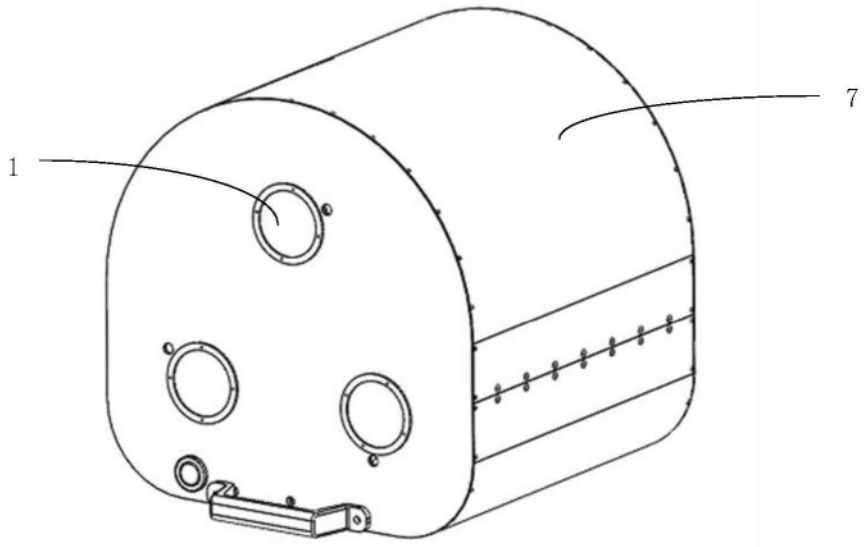


图2

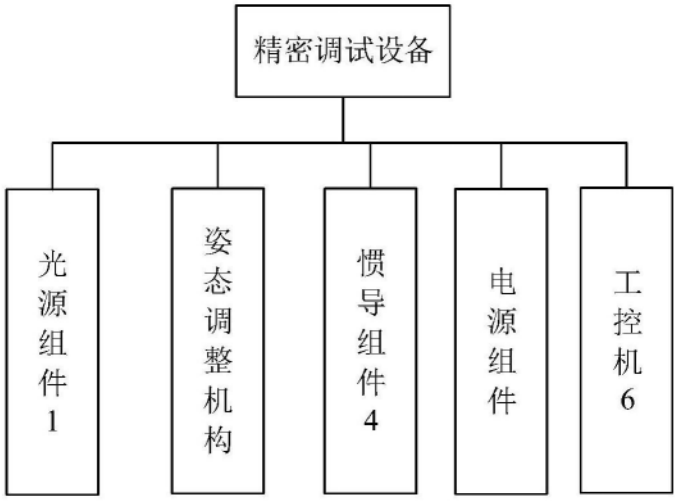


图3

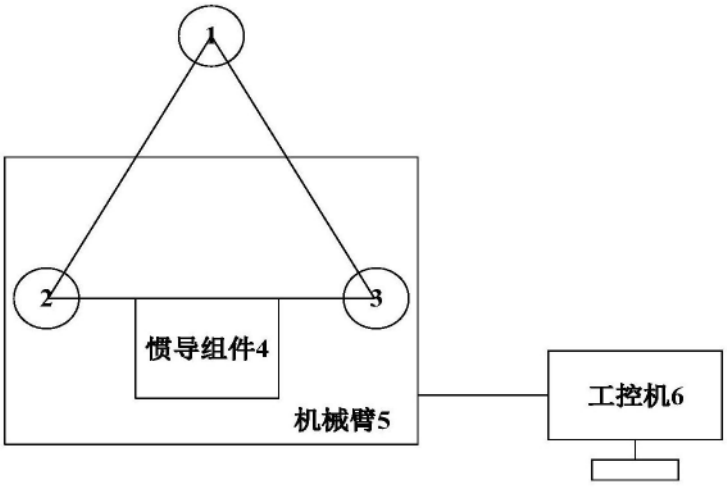


图4

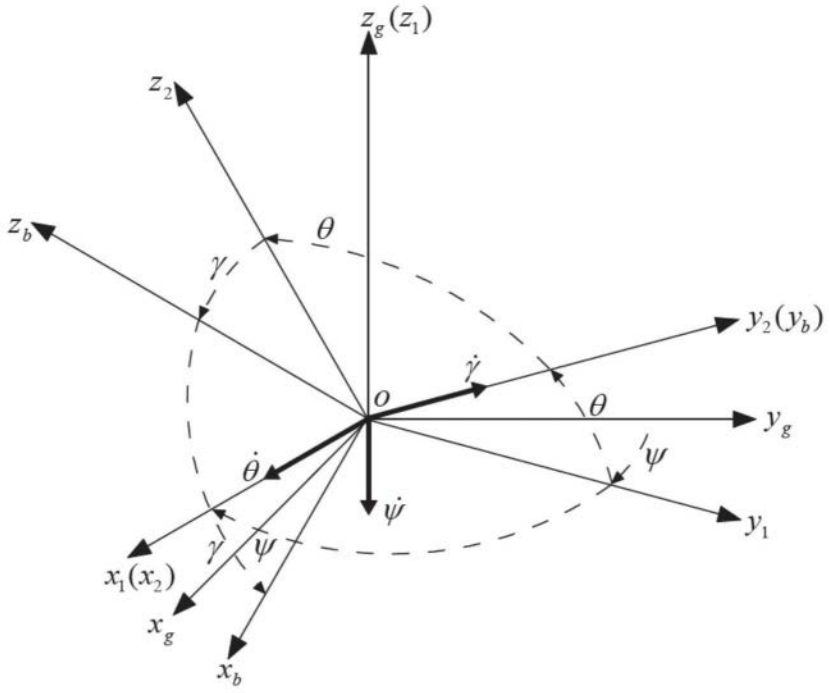

$z_g(z_1)$
z_2
z_b
θ
γ
$y_2(y_b)$
$\dot{\gamma}$
o
θ
y_g
$\dot{\theta}$
ψ
$\dot{\psi}$
y_1
γ
ψ
$x_1(x_2)$
x_g
x_b

图5

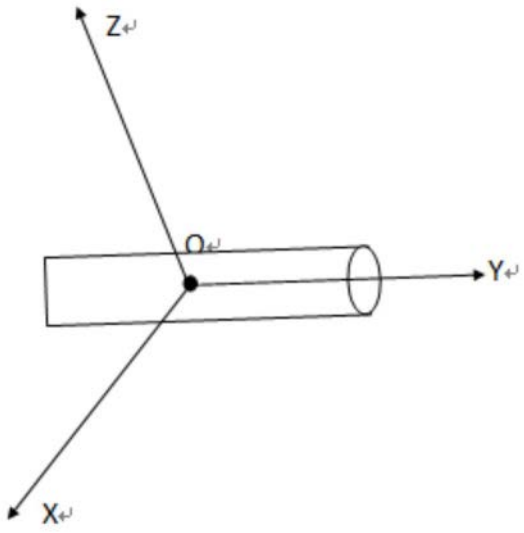

Z
O
Y
X

图6