



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107807365 A
(43)申请公布日 2018.03.16

(21)申请号 201710980903.4

(22)申请日 2017.10.20

(71)申请人 国家林业局昆明勘察设计院
地址 650000 云南省昆明市一二一大街71号

(72)发明人 曹忠 唐芳林 孔雷 罗春林
蒋之富 巨正平 余莉

(74)专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务所(普通合伙) 11350
代理人 汤东风

(51)Int.Cl.
G01S 17/89(2006.01)
G01C 11/00(2006.01)
G01S 19/47(2010.01)

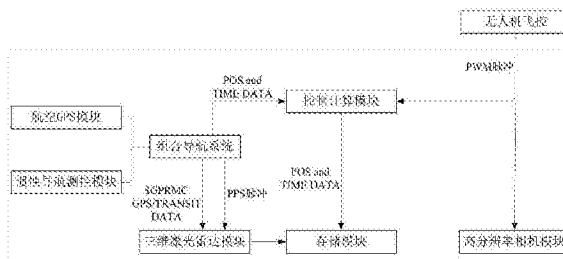
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

用于低空无人航空器的轻小型数字摄影三维激光扫描装置

(57)摘要

本发明公开了一种用于低空无人航空器的轻小型数字摄影三维激光扫描装置,包括装置箱体,装置箱体内有组合导航系统、供电设备、存储模块和控制计算模块,组合导航系统与控制计算模块相连接,控制计算模块分别与三维激光雷达模块、高分辨率相机模块、存储模块相连接;供电设备分别与组合导航系统、高分辨相机模块、三维激光雷达模块、存储模块相连接;高分辨相机模块、三维激光雷达模块分别与组合导航系统相连接;高分辨相机模块和三维激光雷达模块分别设在装置箱体底部和前面的固定基座上。该装置高度集成、体积小、重量轻,可在统一坐标系下实现三维激光点云和高分辨率影像的同步采集,从而有效提高三维点云及影像的获取效率。



CN 107807365 A

1. 一种用于低空无人航空器的轻小型数字摄影三维激光扫描装置,其特征在于:包括装置箱体、三维激光雷达模块、高分辨率相机模块、组合导航系统、供电设备、存储模块和控制计算模块;所述组合导航系统、供电设备、存储模块和控制计算模块均安装在所述装置箱体的内部,所述组合导航系统与控制计算模块相连接,所述控制计算模块分别与所述三维激光雷达模块、高分辨率相机模块、存储模块相连接;所述供电设备分别与组合导航系统、高分辨率相机模块、三维激光雷达模块、存储模块相连接;所述高分辨率相机模块、三维激光雷达模块分别与组合导航系统相连接;所述高分辨率相机模块设在所述装置箱体底部的固定基座上;所述三维激光雷达模块设置在所述装置箱体前面的固定基座上。

2. 根据权利要求1所述的用于低空无人航空器的轻小型数字摄影三维激光扫描装置,其特征在于:所述三维激光雷达模块用于测量移动过程中激光发射方位的距离、角度和反射强度信息,获取空间点云数据,所述三维激光雷达模块包括光电主动测量单元、扫描驱动装置和扫描镜,所述扫描驱动机构带动所述扫描镜绕水平轴 360° 旋转实现激光扫描测量;所述高分辨率相机模块用于移动测量过程中同步采集、处理、拼接有效三维激光扫描视场范围内的数字高清正射影像,该高分辨率相机模块的数字相机按垂直于地面安装在所述装置箱体底部的固定基座上;所述组合导航系统用于获取所述扫描装置的全局坐标和姿态数据;所述组合导航系统包括GPS模块、航空GPS天线和惯性导航测量模块,所述航空GPS天线和惯性导航测量模块分别与所述存储模块相连接;航空GPS天线接收GPS信号,通过计算模块解算出时间和导航信息,所述GPS模块用于采集测量系统的位置数据,并同步系统时间,测量整个系统的GPS时间和坐标姿态信息,所述惯性导航测量模块用于测量整个系统的惯性信息,所述惯性信息包括测量系统的姿态、加速度数据;所述存储模块用于存储记录三维激光雷达的点云数据、高分辨率相机的正射影像数据、组合导航系统的坐标及姿态数据。

3. 根据权利要求2所述的用于低空无人航空器的轻小型数字摄影三维激光扫描装置,其特征在于:所述组合导航系统的航空GPS天线设置于所述装置箱体的两侧,所述惯性导航测量模块设置在所述装置箱体内部;所述惯性导航测量模块是用于通过安装的三个轴向的高精度光学陀螺仪和加速度计对敏感载体的三个轴向的角增量及线加速度进行惯性导航解算,同时与所述航空GPS天线测量的卫星定位信息进行滤波组合,实时输出惯性信息及组合导航信息,然后,通过所述存储模块将实时接收的惯性信息与组合导航信息发送至控制计算模块。

4. 根据权利要求2所述的用于低空无人航空器的轻小型数字摄影三维激光扫描装置,其特征在于:所述三维激光雷达、高分辨相机和组合导航系统三者靠GPS时间实现时间同步;所述三维激光雷达模块与高分辨率相机模块间的安置关系及位姿关系通过设备标定完成,通过整平、对中和定向,获取全局坐标系下的大网格密度、高精度及高分辨彩色纹理的三维空间测量数据。

5. 根据权利要求2所述的用于低空无人航空器的轻小型数字摄影三维激光扫描装置,其特征在于:所述三维激光雷达模块扫描测量所得三维激光点云和所述高分辨率相机模块的数字影像通过坐标转换统一到设备坐标系中,并通过所述组合导航系统实现全局坐标系下的定向和定位,最终得到全局坐标系下的高分辨彩色纹理三维空间测量数据。

6. 根据权利要求2所述的用于低空无人航空器的轻小型数字摄影三维激光扫描装置,其特征在于:所述固定基座用于实现对所述三维激光雷达和高分辨率相机模块的刚性联

接,同时构建数字摄影激光扫描装置的设备坐标系;所述供电设备采用大容量锂电池为各模块进行统一供电。

7. 根据权利要求2所述的用于低空无人航空器的轻小型数字摄影三维激光扫描装置,其特征在于:所述控制计算模块包括三维激光雷达控制单元和相机控制单元,所述三维激光雷达控制单元控制三维激光雷达在测区完成扫描的开启并在曝光范围内完成扫描,从而控制三维激光雷达模块按照规划航线在曝光范围内进行数据的采集,所述相机控制单元控制高分辨率相机的自动曝光,且所述控制计算模块控制所述存储模块存储所获取的激光扫描点云数据、数字影像、姿态数据及GNSS坐标数据。

8. 根据权利要求7所述的用于低空无人航空器的轻小型数字摄影三维激光扫描装置,其特征在于:所述控制计算模块由高性能板卡计算机向其设置命令、接收所述三维激光雷达模块采集的数据和接收高清相机采集的影像数据;所述控制计算模块还用于控制所述三维激光雷达模块的动作、高分辨率相机模块的拍摄姿态及记录拍摄时刻的时间以及发送GPS精确时间。

9. 一种低空飞行的无人航空器,其特征在于:包括如权利要求1-8任意一项所述的用于低空无人航空器的轻小型数字摄影三维激光扫描装置。

10. 根据权利要求9所述的无人航空器,其特征在于:所述无人航空器为多旋翼无人机、单旋翼无人机、垂直起降固定翼无人机或无人飞艇。

用于低空无人航空器的轻小型数字摄影三维激光扫描装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于低空无人航空器的轻小型数字摄影三维激光扫描装置。可应用于航空摄影测量与遥感领域,让航测真正实现全天时、全天候,使航空摄影测量的广泛开展和地理信息的高效获取、有效利用提出新思路和新方法。

背景技术

[0002] 目前,三维激光扫描技术正处在快速发展阶段,因其具有高效性、非接触性以及穿透性,三维激光雷达被广泛应用于林业调查、农业监测、智慧交通、城市三维重建、数字水利等各领域。现有的机载三维激光雷达测量系统大多只是简单有机组合的一整套系统,由三维激光雷达、数码相机、全球定位系统、组合导航系统、控制终端、电源等模块构成,集成后不仅体积重量较大,而且价格高昂,作业受天气影响非常大。

[0003] 在这种情况下,适用于无人航空器搭载的轻小型三维激光雷达系统,具有巨大的优势和潜在的应用市场,将无人航空器与小型三维激光雷达、可见光传感器进行高可靠性的高度集成,在采集激光点云数据的同时同步获取影像数据,将影像数据与三维激光点云进行融合处理,可以最大限度的将这种先进的技术应用到各个领域,能很好地得到目标场景的具有真实感的三维模型,这对于农林业调查监测、三维重建、城市建模、环境保护等领域具有重要的意义。

[0004] 河南四维远见信息技术有限公司提出了一种低空轻小型红外与激光雷达集成系统(专利申请号:201510098692.2),本发明公开了一种低空轻小型红外与激光雷达集成系统,包括电机、POS系统、供电设备、飞行控制系统、红外相机、机载激光雷达测量仪、存储设备、稳定平台和飞行平台。本发明可应用于航空摄影测量与遥感领域,其不受天气和周边环境的影响,让航测真正实现全天时、全天候。

[0005] 此外武汉海达数云技术有限公司还提出一种小型无人机机载三维激光测量装置(专利申请号:201520220260.X),包括装置本体、固定装置、蓄电池、高性能板卡计算机、集成控制模块、GPS模块、惯性导航装置、高清相机及扫描仪。该小型无人机机载三维激光测量装置,实现了真正的一体化,各传感器之间精密、稳定装配成一个整体,不需要频繁标定,测量数据精度高,高智能,点云与全景影像无缝融合,操控方便,易安装。

[0006] 现有的基于无人航空器的三维激光雷达与可见光传感器的融合方案还存在着一一些空白,特别是多传感器的同步控制获取上还没有得到很好的解决,导致数据的后处理融合分析耗时耗力,容易造成人为误差,上述提到的集成装置操作复杂,不易携带,价格昂贵,同步性差,两者在使用上都有着一定的局限性。

发明内容

[0007] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种用于低空无人航空器的轻小型数字摄影三维激光扫描装置,克服现有机载三维激光雷达数据单一缺少真实纹理信息,后处理费时费力的情况,解决现有技术所存在的体积较大、重量较重、对作业环境条件要求较高等技

术问题,且克服了三维激光点云与影像的同步获取问题,从而使无人航空器搭载多传感器的监测工作变得得心应手,一体化的设计可以极大地降低天气、飞行场地对作业的影响,准确的得到测量数据,提高测量效率;该装置高度集成、体积小、重量轻,可在统一坐标系下实现三维激光点云和高分辨率影像的同步采集,从而有效提高三维点云及影像的获取效率。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明采用如下技术方案:

[0009] 一种用于低空无人航空器的轻小型数字摄影三维激光扫描装置,包括装置箱体、三维激光雷达模块、高分辨率相机模块、组合导航系统、供电设备、存储模块和控制计算模块;所述组合导航系统、供电设备、存储模块和控制计算模块均安装在所述装置箱体的内部,所述组合导航系统与控制计算模块相连接,所述控制计算模块分别与所述三维激光雷达模块、高分辨率相机模块、存储模块相连接;所述供电设备分别与组合导航系统、高分辨率相机模块、三维激光雷达模块、存储模块相连接;所述高分辨率相机模块、三维激光雷达模块分别与组合导航系统相连接;所述高分辨率相机模块设在所述装置箱体底部的固定基座上;所述三维激光雷达模块设置在所述装置箱体前面的固定基座上。

[0010] 进一步的,所述三维激光雷达模块用于用于测量移动过程中激光发射方位的距离、角度和反射强度信息,获取空间点云数据,所述三维激光雷达模块包括光电主动测量单元、扫描驱动装置和扫描镜,所述扫描驱动机构带动所述扫描镜绕水平轴 360° 旋转实现激光扫描测量;所述高分辨率相机模块用于移动测量过程中同步采集、处理、拼接有效三维激光扫描视场范围内的数字高清正射影像,该高分辨率相机模块的数字相机按垂直于地面安装在所述装置箱体底部的固定基座上;所述组合导航系统用于获取所述扫描装置的全局坐标和姿态数据;所述组合导航系统包括GPS模块、航空GPS天线和惯性导航测量模块,所述航空GPS天线和惯性导航测量模块分别与所述存储模块相连接;所述GPS模块用于采集测量系统的位置数据,并同步系统时间,测量整个系统的GPS时间和坐标姿态信息,所述惯性导航测量模块用于测量整个系统的惯性信息,所述惯性信息包括测量系统的姿态、加速度数据;所述存储模块用于存储记录三维激光雷达的点云数据、高分辨率相机的正射影像数据、组合导航系统的坐标及姿态数据。

[0011] 进一步的,所述组合导航系统的航空GPS天线设置于所述装置箱体的两侧,所述惯性导航测量模块设置在所述装置箱体内部;所述惯性导航测量模块是用于通过安装的两个轴向的高精度光学陀螺仪和加速度计对敏感载体的两个轴向的角增量及线加速度进行惯性导航解算,同时与所述航空GPS天线测量的卫星定位信息进行滤波组合,实时输出惯性信息及组合导航信息,然后,通过所述存储模块将实时接收的惯性信息与组合导航信息发送至控制计算模块。

[0012] 进一步的,所述三维激光雷达、高分辨相机和组合导航系统三者靠GPS时间实现时间同步;所述三维激光雷达模块与高分辨率相机模块间的安置关系及位姿关系通过设备标定完成,通过整平、对中和定向,获取全局坐标系下的大网格密度、高精度及高分辨彩色纹理的三维空间测量数据。

[0013] 进一步的,所述三维激光雷达模块扫描测量所得三维激光点云和所述高分辨率相机模块的数字影像通过坐标转换统一到设备坐标系中,并通过所述组合导航系统实现全局坐标系下的定向和定位,最终得到全局坐标系下的高分辨彩色纹理三维空间测量数据。

[0014] 进一步的,所述固定基座用于实现对所述三维激光雷达和高分辨率相机模块的刚

性联接,同时构建数字摄影激光扫描装置的设备坐标系;所述供电设备采用大容量锂电池为各模块进行统一供电。

[0015] 进一步的,所述控制计算模块包括三维激光雷达控制单元和相机控制单元,所述三维激光雷达控制单元控制三维激光雷达在测区完成扫描的开启并在曝光范围内完成扫描,从而控制三维激光雷达模块按照规划航线在曝光范围内进行数据的采集,所述相机控制单元控制高分辨率相机的自动曝光,且所述控制计算模块控制所述存储模块存储所获取的激光扫描点云数据、数字影像、姿态数据及GNSS坐标数据。

[0016] 进一步的,所述控制计算模块由高性能板卡计算机向其设置命令、接收所述三维激光雷达模块采集的数据和接收高清相机采集的影像数据;所述控制计算模块还用于控制所述三维激光雷达模块的动作、高分辨率相机模块的拍摄姿态及记录拍摄时刻的时间以及发送GPS精确时间。

[0017] 本发明还公开了一种低空飞行的无人航空器,该无人航空器包括上述所述的用于低空无人航空器的轻小型数字摄影三维激光扫描装置。

[0018] 进一步的,所述无人航空器为多旋翼无人机、单旋翼无人机、垂直起降固定翼无人机或无人飞艇。

[0019] 本发明控制计算模块利用GPS时间实现三维激光雷达、高分辨相机和组合导航系统三者的时间同步;装置箱体与固定基座为各个模块的测量提供了相对稳定的工作环境,提高影像的拍摄质量和点云质量。

[0020] 由上述本发明提供的技术方案可以看出,该装置紧凑集成、体积小、重量轻,可有效实现全视场激光点云和数字影像的获取,得到全局坐标系下高精度、高分辨率的彩色点云,从而有效提高相关领域空间信息获取的效率。

[0021] 与现有技术相比,本发明的有益技术效果:

[0022] 综合利用三维激光扫描技术、摄影测量技术、嵌入式技术等方法和技术,将所有传感器高度集成在一起,实现真正意义上的一体化,将摄影测量技术与激光测距技术相结合引入到航空摄影测量中,利用该装置体积小、携带方便、免标定、高精度、使用限制少、便于操作的优点,可以方便快速的获取三维点云数据与高分辨率影像数据,提高了测量的工作效率,大大减少了测量人员的工作量和测量难度;该装置能够适用于无人航空器测绘、农林业调查监测等领域,实现三维点云与图像的融合,它利用三维激光扫描技术、摄影测量技术,配合高速的视觉采集处理机构,快速获取激光点云数据与影像数据,且点云数据与影像中的点一一对应,经视觉采集处理模块计算,具有高效率、精度高等优点。

附图说明

[0023] 下面结合附图说明对本发明作进一步说明。

[0024] 图1为扫描装置的结构示意图;

[0025] 图2为本发明的三维激光雷达扫描方向的示意图;

[0026] 图3是本发明的轻小型数字摄影三维激光扫描装置的原理图。

[0027] 附图标记说明:1-高分辨率相机模块;2-三维激光雷达模块;3-组合导航系统;4-数据采集、处理和存储电路板

具体实施方式

[0028] 如图1、2和3所示,一种用于低空无人航空器的轻小型数字摄影三维激光扫描装置,包括装置箱体、三维激光雷达模块1、高分辨率相机模块2、组合导航系统3、供电设备、及存储模块和控制计算模块组成的电路板4;所述组合导航系统、供电设备、存储模块和控制计算模块均安装在所述装置箱体的内部,所述组合导航系统与控制计算模块相连接,所述控制计算模块分别与所述三维激光雷达模块、高分辨率相机模块、存储模块相连接;所述供电设备分别与组合导航系统、高分辨相机模块、三维激光雷达模块、存储模块相连接;所述高分辨相机模块、三维激光雷达模块分别与组合导航系统相连接;所述高分辨相机模块设在所述装置箱体底部的固定基座上;所述三维激光雷达模块设置在所述装置箱体前面的固定基座上。

[0029] 所述三维激光雷达模块用于用于测量移动过程中激光发射方位的距离、角度和反射强度信息,获取空间点云数据,所述三维激光雷达模块包括光电主动测量单元、扫描驱动装置和扫描镜,所述扫描驱动机构带动所述扫描镜绕水平轴360°旋转实现激光扫描测量;所述高分辨率相机模块用于移动测量过程中同步采集、处理、拼接有效三维激光扫描视场范围内的数字高清正射影像,该高分辨率相机模块的数字相机按垂直于地面安装在所述装置箱体底部的固定基座上;所述组合导航系统用于获取所述扫描装置的全局坐标和姿态数据;所述组合导航系统包括GPS模块、航空GPS天线和惯性导航测量模块,所述航空GPS天线和惯性导航测量模块分别与所述存储模块相连接;所述GPS模块用于采集测量系统的位置数据,并同步系统时间,测量整个系统的GPS时间和坐标姿态信息,所述惯性导航测量模块用于测量整个系统的惯性信息,所述惯性信息包括测量系统的姿态、加速度数据;所述存储模块用于存储记录三维激光雷达的点云数据、高分辨率相机的正射影像数据、组合导航系统的坐标及姿态数据。

[0030] 所述组合导航系统的航空GPS天线设置于所述装置箱体的两侧,所述惯性导航测量模块设置在所述装置箱体内部;所述惯性导航测量模块是用于通过安装的两个轴向的高精度光学陀螺仪和加速度计对敏感载体的两个轴向的角增量及线加速度进行惯性导航解算,同时与所述航空GPS天线测量的卫星定位信息进行滤波组合,实时输出惯性信息及组合导航信息,然后,通过所述存储模块将实时接收的惯性信息与组合导航信息发送至控制计算模块。

[0031] 所述三维激光雷达、高分辨相机和组合导航系统三者靠GPS时间实现时间同步;所述三维激光雷达模块与高分辨率相机模块间的安置关系及位姿关系通过设备标定完成,通过整平、对中和定向,获取全局坐标系下的大网格密度、高精度及高分辨彩色纹理的三维空间测量数据。

[0032] 所述三维激光雷达模块扫描测量所得三维激光点云和所述高分辨率相机模块的数字影像通过坐标转换统一到设备坐标系中,并通过所述组合导航系统实现全局坐标系下的定向和定位,最终得到全局坐标系下的高分辨彩色纹理三维空间测量数据。

[0033] 所述固定基座用于实现对所述三维激光雷达和高分辨率相机模块的刚性联接,同时构建数字摄影激光扫描装置的设备坐标系;所述供电设备采用大容量锂电池为各模块进行统一供电。

[0034] 所述控制计算模块包括三维激光雷达控制单元和相机控制单元,所述三维激光雷达控制单元控制三维激光雷达在测区完成扫描的开启并在曝光范围内完成扫描,从而控制三维激光雷达模块按照规划航线在曝光范围内进行数据的采集,所述相机控制单元控制高分辨率相机的自动曝光,且所述控制计算模块控制所述存储模块存储所获取的激光扫描点云数据、数字影像、姿态数据及GNSS坐标数据。

[0035] 所述控制计算模块由高性能板卡计算机向其设置命令、接收所述三维激光雷达模块采集的数据和接收高清相机采集的影像数据;所述控制计算模块还用于控制所述三维激光雷达模块的动作、高分辨率相机模块的拍摄姿态及记录拍摄时刻的时间以及发送GPS精确时间。

[0036] 一种低空飞行的无人航空器,包括上述的用于低空无人航空器的轻小型数字摄影三维激光扫描装置,所述无人航空器为多旋翼无人机、单旋翼无人机、垂直起降固定翼无人机或无人飞艇。

[0037] 工作原理:

[0038] 激光雷达点云数据和相机POS数据都统一同步惯导时间戳。

[0039] 控制计算模块与激光雷达通过网线连接,基于UDP协议被动侦听激光雷达位置和数据包,位置包通过2368端口侦收,数据端口通过8308端口侦收,侦收的数据转入SD卡存储。

[0040] 相机POS数据包来自惯导系统的输出,输出数据包括位置、姿态和时间戳。

[0041] 控制计算模块中断采集飞控给相机的PWM拍照触发信号,通过给惯导mode输出高电平,触发惯导输出POS数据包,编号后存入SD卡。

[0042] 系统功能是将三维激光点云数据和高分辨率的POS数据在时间和空间上进行同步,最终将相机的POS数据和三维点云存储在存储模块。

[0043] 其工作流程分为时间和空间两个线程。

[0044] 时间同步:同步的时间源是组合导航系统,由组合导航系统将GPS时间输出两路,一路以\$GPRMC时间戳的形式输出至三维激光雷达,融合进入三维点云数据;另一路以直接以时间戳的形式输出至控制计算模块,由控制计算模块根据无人机拍照触发PWM脉冲,记录拍照时刻;从而做到相机POS数据和三维点云数据同步于组合导航系统的时间。

[0045] 空间同步:同步的位置源是组合导航系统,由组合导航系统将位置和姿态输出两路,一路以\$GPRMC形式输出至三维激光雷达,融合进入三维点云数据;另一路以直接以位置和姿态形式输出至控制计算模块,由控制计算模块根据无人机拍照触发PWM脉冲,记录拍照时刻;从而做到相机POS数据和三维点云数据同步于组合导航系统的位置和姿态数据。

[0046] 工作流程:

[0047] 系统上电,组合导航系统、激光雷达、相机和控制存储模块启动,初始化。

[0048] 组合导航系统开始输出位置、方向、姿态数据和时间同步信号。其中,向激光雷达输出PPS脉冲和GPRMC导航数据;向控制计算模块持续输出位置、姿态和时间POS数据。

[0049] 三维激光雷达,预热启动,接收和导航系统的\$GPRMC和PPS脉冲,融合位置、时间数据输出三维点云数据到存储模块。

[0050] 控制计算模块持续接收组合导航系统的位置、姿态和时间数据,监视无人机飞控输出的PWM相机快门脉冲,接收脉冲终端,记录拍照时刻的POS数据,输出到存储模块。

[0051] 存储模块启动后,开始接收存储激光雷达的三维点云数据,监视控制计算输出端口,实时记录POS数据。

[0052] 相机模块受无人机飞控PWM快门脉冲控制拍照。

[0053] 以上所述的实施例仅是对本发明的优选方式进行描述,并非对本发明的范围进行限定,在不脱离本发明设计精神的前提下,本领域普通技术人员对本发明的技术方案做出的各种变形和改进,均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。

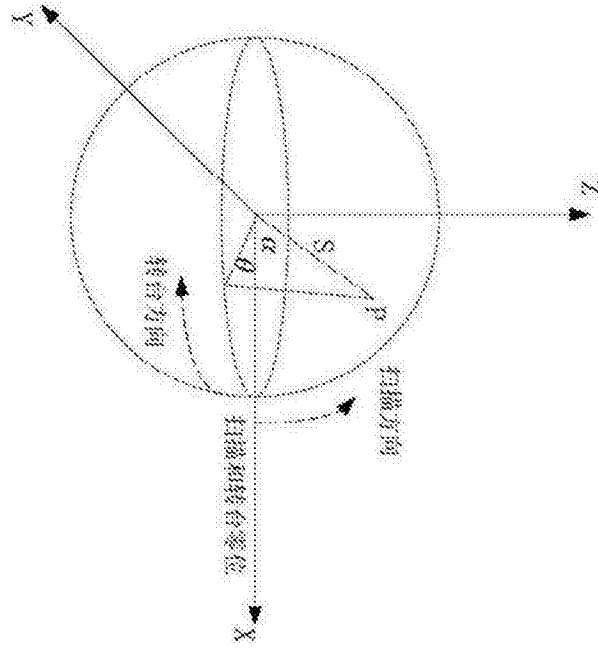


图1

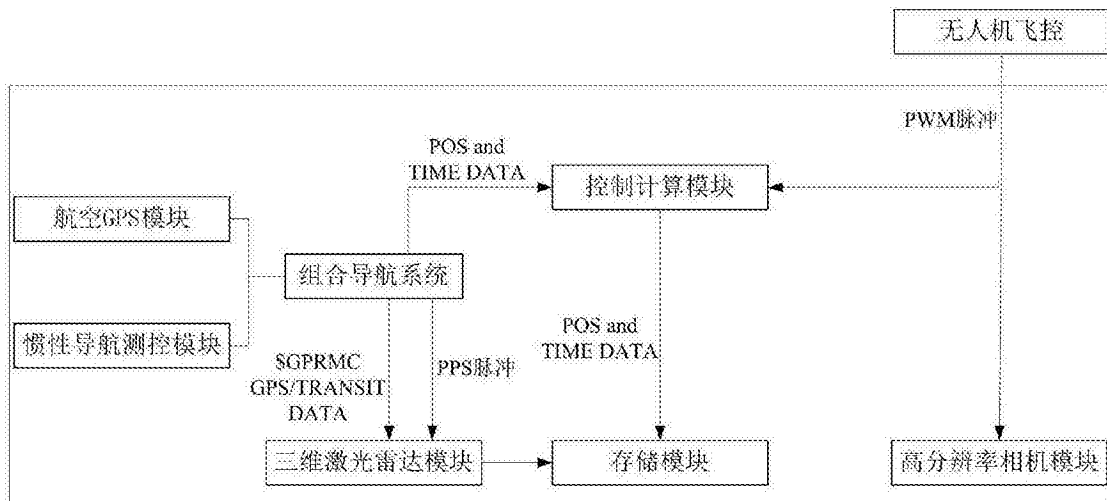


图2

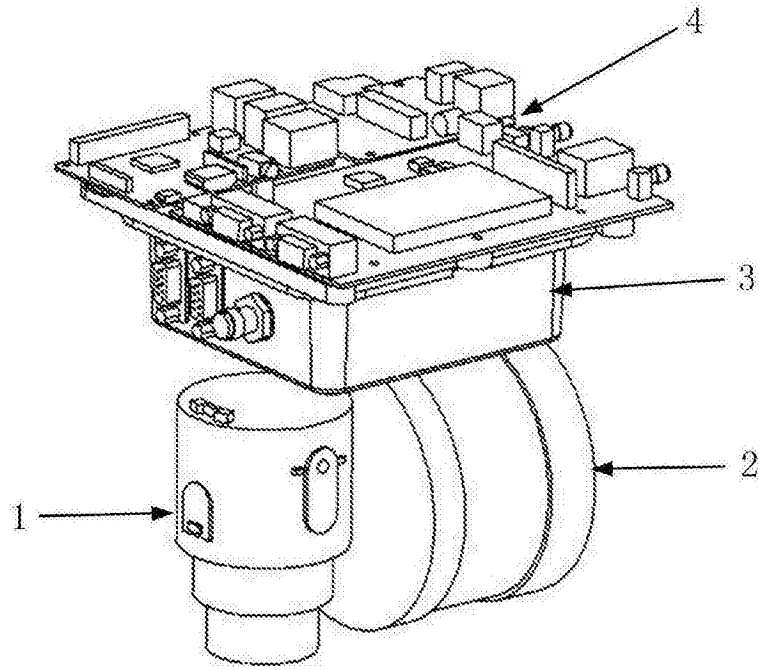


图3