



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111964693 A

(43) 申请公布日 2020. 11. 20

(21) 申请号 202010703613.7

(22) 申请日 2020.07.21

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市经济技术开发区东南湖大路3888号

(72) 发明人 远国勤 郑丽娜 张洪文 丁亚林

(74) 专利代理机构 深圳市科进知识产权代理事务所(普通合伙) 44316

代理人 曹卫良

(51) Int. Cl.

G01C 25/00 (2006.01)

G06T 7/80 (2017.01)

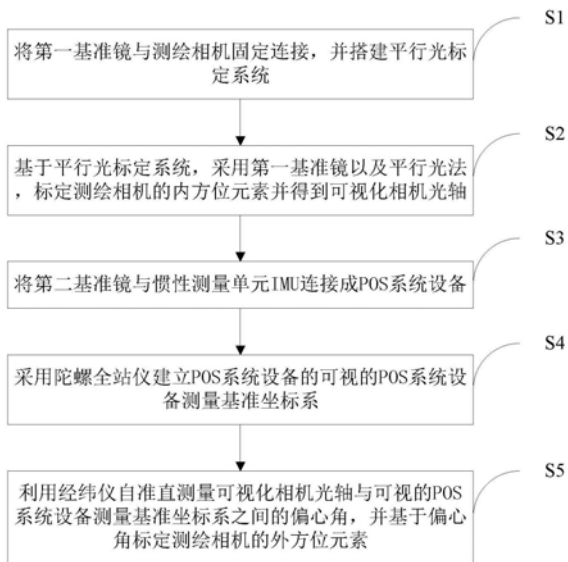
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

一种测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法

(57) 摘要

本申请涉及测绘相机高精度标定领域,具体涉及一种测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法,该方法首先将第一基准镜与测绘相机固定连接,并搭建平行光标定系统;基于平行光标定系统,采用第一基准镜以及平行光法,标定测绘相机的内方位元素并得到可视化相机光轴;然后将第二基准镜与惯性测量单元IMU连接成POS系统设备;通过采用陀螺全站仪建立POS系统设备的可视的POS系统设备测量基准坐标系;然后利用经纬仪自准直测量可视化相机光轴与可视的POS系统设备测量基准坐标系之间的偏心角,并基于偏心角标定测绘相机的外方位元素,通过建立可视化的测绘相机坐标系及POS测量基准坐标系,为测绘相机的测量以及标定内、外方位元素提供了极大的便利。



1. 一种测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法,其特征在于,包括以下步骤:
将第一基准镜与所述测绘相机固定连接,并搭建平行光标定系统;
基于所述平行光标定系统,采用所述第一基准镜以及平行光法,标定所述测绘相机的内方位元素并得到可视化相机光轴;
将第二基准镜与惯性测量单元IMU连接成POS系统设备;
采用陀螺全站仪建立所述POS系统设备的可视的POS系统设备测量基准坐标系;
利用经纬仪自准直测量所述可视化相机光轴与所述可视的POS系统设备测量基准坐标系之间的偏心角,并基于所述偏心角标定所述测绘相机的外方位元素。
2. 如权利要求1所述的测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法,其特征在于,所述基于所述平行光标定系统,采用所述第一基准镜以及平行光法,标定所述测绘相机的内方位元素并得到可视化相机光轴,具体包括:
基于精密转台与所述测绘相机的相对位置对所述精密转台进行重置操作,获得原始状态的原始坐标数据;
基于第一经纬仪对所述原始状态下的精密转台进行测量操作,获取平行光与所述第一基准镜之间的第一夹角数据;
转动所述原始状态下的精密转台并基于所述测绘相机对所述平行光进行成像操作,记录所述平行光相对于所述测绘相机的入射角度数据,并获取成像后的平行光坐标数据;
基于所述平行光坐标数据以及入射角度数据,根据预设的几何光学计算方法,计算得到所述内方位元素,以及计算得到在所述精密转台处于原始状态下时,所述平行光与所述测绘相机的相机光轴之间的第二夹角数据;
将所述原始坐标数据、内方位元素以及第二夹角数据做联合计算,得到所述相机光轴与所述第一基准镜之间的偏心角,并基于所述偏心角获取所述可视化相机光轴。
3. 如权利要求2所述的测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法,其特征在于,所述根据预设的几何光学计算方法,计算得到所述内方位元素具体包括:
根据最小二乘算法计算所述内方位元素。
4. 如权利要求2所述的测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法,其特征在于,所述采用陀螺全站仪建立所述POS系统设备的可视的POS系统设备测量基准坐标系的步骤,具体包括:
基于所述陀螺全转仪架设POS系统设备的标定环境,将POS系统设备置于所述标定环境中并记录POS系统设备在标定环境内静止时输出的位置姿态;
通过所述标定环境中的第二经纬仪测量所述第二基准镜在惯性空间坐标系的位置姿态;
将所述第二基准镜在惯性空间坐标系的位置姿态与所述POS系统设备在标定环境内静止时输出的位置姿态做联合计算,得到所述第二基准镜在惯性空间坐标系与POS系统设备测量基准坐标系之间的转换关系。
5. 如权利要求4所述的测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法,其特征在于,所述基于所述陀螺全转仪架设POS系统设备的标定环境包括:
架设所述陀螺全站仪,进行调平操作以及寻北操作;
架设所述第二经纬仪,并进行调平操作;

将所述陀螺全站仪与所述第二经纬仪进行互瞄,将所述陀螺全站仪在惯性空间的坐标系传递至所述第二经纬仪坐标系中,以获得所述标定环境。

6. 根据权利要求5所述的测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法,其特征在于,所述方法具体包括以下步骤:

在所述标定环境中架设所述陀螺全站仪,进行调平操作以及寻北操作;

在所述标定环境中架设所述第二经纬仪,并进行调平操作;

将所述POS系统设备置于标定环境中,记录此时所述惯性测量单元IMU的姿态角度 ψ 、 ω 、 κ ,其中,所述 ψ 为俯仰角、所述 ω 为方位角以及所述 κ 为偏流角;

使用第二经纬仪准直所述第二基准镜的X轴,记录所述第二经纬仪此时俯仰角 ψ_{11} 及方位角 ω_{11} 读数;

移动所述第二经纬仪,将与所述第二基准镜的X轴垂直面的法线记为Y轴,并使用所述第二经纬仪准直所述第二基准镜的Y轴,记录所述第二经纬仪此时俯仰角 ψ_{22} 及方位角 ω_{22} 读数;

根据记录数据 ψ_{11} 、 ψ_{22} 、 ω_{11} 、 ω_{22} 得到所述第二基准镜两个正交面与所述惯性空间坐标系之间的夹角,并与所述惯性测量单元IMU的姿态角度 ψ 、 ω 、 κ 进行联合计算,得出所述第二基准镜与POS系统设备测量基准间的偏心角。

7. 根据权利要求4所述的测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法,其特征在于,所述利用经纬仪自准直测量所述可视化相机光轴与所述可视的POS系统设备测量基准坐标系之间的偏心角,并基于所述偏心角标定所述测绘相机的外方位元素的步骤,具体包括:

使用所述第一经纬仪自准直测量所述可视化相机光轴,得到所述第一经纬仪与可视化相机光轴之间的相机夹角数据;

使用所述第二经纬仪自准直测量所述可视的POS系统设备测量基准坐标系,得到所述第二经纬仪与可视的POS系统设备测量基准坐标系的设备夹角数据;

将所述第一经纬仪和第二经纬仪进行互瞄,将第一经纬仪坐标系传递至第二经纬仪坐标系中;

基于所述第一经纬仪坐标系以及第二经纬仪坐标系,联合解算所述相机夹角数据以及设备夹角数据,得到所述相机光轴与POS系统设备测角基准之间的偏心角,并基于所述偏心角标定所述测绘相机的外方位元素。

8. 根据权利要求4所述的测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法,其特征在于,在所述基于所述陀螺全站仪架设POS系统设备的标定环境之前,所述方法还包括:

将所述POS系统设备进行精度收敛。

9. 根据权利要求8所述的测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法,其特征在于,在所述将所述POS系统设备进行精度收敛之前,所述方法还包括:消除环境条件对所述POS系统设备的影响。

10. 根据权利要求8所述的测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法,其特征在于,在所述得到所述第二基准镜在惯性空间坐标系与POS系统设备测量基准坐标系之间的转换关系之后,所述方法还包括:

完成标定后再次将POS系统设备采用后向差分的方式进行精度收敛。

一种测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法

技术领域

[0001] 本申请属于测绘相机高精度标定领域,特别涉及一种测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法。

背景技术

[0002] 内、外方位元素的精密标定是实现测绘相机高精度测量的关键,内方位元素的标定主要指测绘相机主点、主距及畸变系数的标定,外方位元素标定主要指测绘相机坐标系与POS测量基准坐标系之间偏心角的标定。

[0003] 由于测绘相机现有的内、外方位元素标定方法需要综合利用地面实验室及外场飞行:在地面实验室内采用标定网格法或平行光法等方法,标定出测绘相机的主点、主距及畸变系数等内方位元素,而当需要标定外方位元素时,则需要进行外场飞行,通过飞行的方式对地面布置的大量经过精密测量的已知点进行成像,然后采用专用算法,标定出测绘相机光轴与POS测量基准坐标系之间的偏心角,因此,根据上述过程可以得出,现有的标定方法将内、外方位元素进行分裂式标定,导致标定过程需要耗费大量的时间及经济成本,为使用带来了很大不便。

发明内容

[0004] 本申请提供了一种测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法,在地面实现测绘相机内、外方位元素的标定,旨在至少在在一定程度上解决现有的测绘相机外方位元素标定时需要外场飞行的技术问题。

[0005] 为了解决上述技术问题,本申请提供了如下技术方案:

[0006] 一种测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法,包括以下步骤:

[0007] 将第一基准镜与测绘相机固定连接,并搭建平行光标定系统;

[0008] 基于平行光标定系统,采用第一基准镜以及平行光法,标定测绘相机的内方位元素并得到可视化相机光轴;

[0009] 将第二基准镜与惯性测量单元IMU连接成POS系统设备;

[0010] 采用陀螺全站仪建立POS系统设备的可视的POS系统设备测量基准坐标系;

[0011] 利用经纬仪自准直测量可视化相机光轴与可视的POS系统设备测量基准坐标系之间的偏心角,并基于偏心角标定测绘相机的外方位元素。

[0012] 本申请实施例采取的技术方案还包括:基于平行光标定系统,采用第一基准镜以及平行光法,标定测绘相机的内方位元素并得到可视化相机光轴的操作,具体包括:

[0013] 基于精密转台与测绘相机的相对位置对精密转台进行重置操作,获得原始状态的原始坐标数据;

[0014] 基于第一经纬仪对原始状态下的精密转台进行测量操作,获取平行光与第一基准镜之间的第一夹角数据;

[0015] 转动原始状态下的精密转台并基于测绘相机对平行光进行成像操作,记录平行光

相对于测绘相机的入射角度数据,并获取成像后的平行光坐标数据;

[0016] 基于平行光坐标数据以及入射角度数据,根据预设的几何光学计算方法,计算得到内方位元素,以及计算得到在精密转台处于原始状态下时,平行光与测绘相机的相机光轴之间的第二夹角数据;

[0017] 将原始坐标数据、内方位元素以及第二夹角数据做联合计算,得到相机光轴与第一基准镜之间的偏心角,并基于偏心角获取可视化相机光轴。

[0018] 本申请实施例采取的技术方案还包括:根据预设的几何光学计算方法,计算得到内方位元素具体包括:

[0019] 根据最小二乘算法计算内方位元素。

[0020] 本申请实施例采取的技术方案还包括:采用陀螺全站仪建立POS系统设备的可视的POS系统设备测量基准坐标系的步骤,具体包括:

[0021] 基于陀螺全转仪架设POS系统设备的标定环境,将POS系统设备置于标定环境中并记录POS系统设备在标定环境内静止时输出的位置姿态;

[0022] 通过标定环境中的第二经纬仪测量第二基准镜在惯性空间坐标系的位置姿态;

[0023] 将第二基准镜在惯性空间坐标系的位置姿态与POS系统设备在标定环境内静止时输出的位置姿态做联合计算,得到第二基准镜在惯性空间坐标系与POS系统设备测量基准坐标系之间的转换关系。

[0024] 本申请实施例采取的技术方案还包括:基于陀螺全转仪架设POS系统设备的标定环境包括:

[0025] 架设陀螺全站仪,进行调平操作以及寻北操作;

[0026] 架设第二经纬仪,并进行调平操作;

[0027] 将陀螺全站仪与第二经纬仪进行互瞄,将陀螺全站仪在惯性空间的坐标系传递至第二经纬仪坐标系中,以获得标定环境。

[0028] 本申请实施例采取的技术方案还包括:一种测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法具体包括以下步骤:

[0029] 在标定环境中架设陀螺全站仪,进行调平操作以及寻北操作;

[0030] 在标定环境中架设第二经纬仪,并进行调平操作;

[0031] 将POS系统设备置于标定环境中,记录此时惯性测量单元IMU的姿态角度 ψ 、 ω 、 κ ,其中, ψ 为俯仰角、 ω 为方位角以及 κ 为偏流角;

[0032] 使用第二经纬仪准直第二基准镜的X轴,记录第二经纬仪此时俯仰角 ψ_{11} 及方位角 ω_{11} 读数;

[0033] 移动第二经纬仪,将与第二基准镜的X轴垂直面的法线记为Y轴,并使用第二经纬仪准直第二基准镜的Y轴,记录第二经纬仪此时俯仰角 ψ_{22} 及方位角 ω_{22} 读数;

[0034] 根据记录数据 ψ_{11} 、 ψ_{22} 、 ω_{11} 、 ω_{22} 得到第二基准镜两个正交面与惯性空间坐标系之间的夹角,并与惯性测量单元IMU的姿态角度 ψ 、 ω 、 κ 进行联合计算,得出第二基准镜与POS系统设备测量基准间的偏心角。

[0035] 本申请实施例采取的技术方案还包括:利用经纬仪自准直测量可视化相机光轴与可视的POS系统设备测量基准坐标系之间的偏心角,并基于偏心角标定测绘相机的外方位元素的步骤,具体包括:

[0036] 使用第一经纬仪自准直测量可视化相机光轴,得到第一经纬仪与可视化相机光轴之间的相机夹角数据;

[0037] 使用第二经纬仪自准直测量可视的POS系统设备测量基准坐标系,得到第二经纬仪与可视的POS系统设备测量基准坐标系的设备夹角数据;

[0038] 将第一经纬仪和第二经纬仪进行互瞄,将第一经纬仪坐标系传递至第二经纬仪坐标系中;

[0039] 基于第一经纬仪坐标系以及第二经纬仪坐标系,联合解算相机夹角数据以及设备夹角数据,得到相机光轴与POS系统设备测角基准之间的偏心角,并基于偏心角标定测绘相机的外方位元素。

[0040] 本申请实施例采取的技术方案还包括:在基于陀螺全站仪架设POS系统设备的标定环境之前,该方法还包括:将POS系统设备进行精度收敛。

[0041] 本申请实施例采取的技术方案还包括:在将POS系统设备进行精度收敛之前,该方法还包括:消除环境条件对POS系统设备的影响。

[0042] 本申请实施例采取的技术方案还包括:在得到第二基准镜在惯性空间坐标系与POS系统设备测量基准坐标系之间的转换关系之后,该方法还包括:完成标定后再次将POS系统设备采用后向差分的方式进行精度收敛。

[0043] 相对于现有技术,本申请实施例产生的有益效果在于:本申请实施例中的测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法,通过利用平行光标定系统建立了可视化的测绘相机坐标系,以及采用陀螺全站仪通过建立POS测量基准坐标系,为测绘相机的使用、测量以及标定内、外方位元素等提供了极大的便利;同时能够在地面实验室内实现了相机内、外方位元素的联合标定,避免外场飞行的标定方式,节省了大量的时间及经济成本。

附图说明

[0044] 此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解,构成本申请的一部分,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。在附图中:

[0045] 图1为本申请中实验室内采用平行光法建立可视化相机坐标系的示意图;

[0046] 图2为本申请一种测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法的流程图;

[0047] 图3为本申请一种测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法的一优选流程图;

[0048] 图4为本申请一种测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法的另一优选流程图;

[0049] 图5为实验室内采用陀螺全站仪建立可视化POS测量基准坐标系的示意图;

[0050] 图6为本申请一种测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法的又一优选流程图;

[0051] 图7为本申请实验室内采用经纬仪完成测绘相机外方位元素标定的示意图;

[0052] 其中附图标记为:1、第一基准镜;2、第一经纬仪;3、平行光标定系统;4、陀螺全站仪;5、可视的POS系统设备测量基准坐标系;6、第二基准镜;7、第二经纬仪。

具体实施方式

[0053] 为了使本技术领域的人员更好地理解本申请方案,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分的实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人

员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本申请保护的范
围。

[0054] 需要说明的是,本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第
二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用
的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本申请的实施例能够以除了在这里图示或
描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆
盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于
清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品
或设备固有的其它步骤或单元。

[0055] 根据本申请一实施例,提供了一种测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法,参
见图1至图2,包括以下步骤:

[0056] S1:将第一基准镜1与测绘相机固定连接,并搭建平行光标定系统3;

[0057] S2:基于平行光标定系统3,采用第一基准镜1以及平行光法,标定测绘相机的内方
位元素并得到可视化相机光轴;

[0058] S3:将第二基准镜6与惯性测量单元IMU连接成POS系统设备;

[0059] S4:采用陀螺全站仪4建立POS系统设备的可视的POS系统设备测量基准坐标系5;

[0060] S5:利用经纬仪自准直测量可视化相机光轴与可视的POS系统设备测量基准坐标
系5之间的偏心角,并基于偏心角标定测绘相机的外方位元素。

[0061] 本申请实施例中的测绘相机高精度内、外方位元素的标定方法,通过利用平光标
定系统3建立了可视化的测绘相机坐标系,以及采用陀螺全站仪4通过建立POS系统设备测
量基准坐标系5,为测绘相机的使用、测量以及标定内、外方位元素等提供了极大的便利;同
时能够在地面实验室内实现了相机内、外方位元素的联合标定,避免外场飞行的标定方式,
节省了大量的时间及经济成本。

[0062] 作为优选的技术方案中,参见图3,基于平行光标定系统3,采用第一基准镜1以及
平行光法,标定测绘相机的内方位元素并得到可视化相机光轴的步骤,具体包括:

[0063] S201:基于精密转台与测绘相机的相对位置对精密转台进行重置操作,获得原始
状态的原始坐标数据;

[0064] S202:基于第一经纬仪2对原始状态下的精密转台进行测量操作,获取平行光与第
一基准镜1之间的第一夹角数据;

[0065] S203:转动原始状态下的精密转台并基于测绘相机对平行光进行成像操作,记录
平行光相对于测绘相机的入射角度数据,并获取成像后的平行光坐标数据;

[0066] S204:基于平行光坐标数据以及入射角度数据,根据预设的几何光学计算方法,计
算得到内方位元素,以及计算得到在精密转台处于原始状态下时,平行光与测绘相机的相
机光轴之间的第二夹角数据;

[0067] S205:将原始坐标数据、内方位元素以及第二夹角数据做联合计算,得到相机光轴
与第一基准镜1之间的偏心角,并基于偏心角获取可视化相机光轴。

[0068] 在本实施例中,基于精密转台与测绘相机的相对位置对精密转台进行重置操作,
获得原始状态的原始坐标数据,其中,重置操作具体是指调整精密转台和测绘相机的相对
位置,当平行光成像在探测器像面几何中心时,将该精密转台角度置为零;其中,原始状态

是指精密转台角度置为零。

[0069] 具体地,基于平行光标定系统3,采用第一基准镜1以及平行光法,标定测绘相机的内方位元素并得到可视化相机光轴,参见图1,本实施例通过将M为测绘相机探测器的几何中心,转台处于零位时通过平行光成像在此处,0为测绘相机的待求主点坐标,即原始坐标数据; S_x 为0在探测器上的投影; x_0 为主点标定值;然后,通过转动原始状态下的精密转台并基于测绘相机对平行光进行成像操作,当平行光管相对于精密转台的角度为 α_i 时,即平行光相对于测绘相机的入射角度数据,则平行光成像于焦平面 P_i' 处,即平行光坐标数据; $d\alpha$ 为精密转台处于原始状态即零位时,相机光轴与平行光之间的角度,即第二夹角数据, $d\beta$ 为精密转台处于零位时,平行光与第一基准镜1的之间角度,即第一夹角数据,联合计算后可得相机光轴与第一基准镜1的角度,即相机光轴与第一基准镜1之间的偏心角,然后,可以利用该偏心角获取可视化相机光轴。

[0070] 进一步地,本实施例通过基于平行光坐标数据以及入射角度数据,根据预设的几何光学计算方法,能够计算得到内方位元素,以及计算得到在精密转台处于原始状态下时,平行光与测绘相机的相机光轴之间的第二夹角数据 $d\alpha$ 。

[0071] 其中, $d\alpha$ 具体求解过程如下:

[0072] 根据几何光学, α_i 处光学畸变 Δ_i 为:

$$[0073] \quad x_i = \Delta_i + x_0 + f \times \tan(\alpha_i - d\alpha) \quad (1)$$

[0074] 式(1)中 Δ_i 为入射角 α_i 处的光学畸变。

[0075] 根据式1中几何关系,可得:

$$[0076] \quad \tan(d\alpha) = \frac{x_0}{f} \quad (2)$$

[0077] 用精密转台改变并记录角度,相机对不同角度的平行光进行拍照,获取多组角度值及对应的像点坐标值 (α_i, x_i) , $i=1,2,\dots,n$,然后通过式(2)进行最小化求解,可得到 x_0, f 的极大似然估计值。

$$[0078] \quad \min \sum_{i=1}^n \left\| x_i - \hat{\Delta}_i(x_0, f) \right\|^2 \quad (3)$$

[0079] 式(3)中 $\hat{\Delta}_i(x_0, f)$ 为根据式(1)求解的入射角 α_i 处理论像点,式(3)中 x_i 为入射角 α_i 处实际测量的像点坐标。

[0080] 根据式(3)得到 x_0, f 后,代入式(2),可求得 $d\alpha$ 。

[0081] 上述(1)、(2)和(3)中, x_0 为主点标定值; α_i 为平行光管相对于精密转台的角度; $d\alpha$ 为精密转台处于原始状态即零位时,相机光轴与平行光之间的角度; f 为相机的主距; x_i 为平行光管相对于精密转台的角度为 α_i 时,星点在相机中成像的像点坐标位置。

[0082] 本实施例中不仅能够得到标定出的内方位元素,还能够采用第一基准镜1、其他可视化设备或其他方式,得到可视化相机光轴。

[0083] 需要说明的是,本实施例通过使用第一基准镜1来实现标定内方位元素以及可视化相机光轴,还可以是使用其他可视化设备,此处不作具体限制。

[0084] 作为优选的技术方案中,根据预设的几何光学计算方法,计算得到内方位元素具体包括:根据最小二乘算法计算内方位元素。

[0085] 在本实施例中,根据上述步骤S201至步骤S205可知,本实施例通过转动原始状态下,即处于角度为零时的精密转台,然后,利用精密转台改变并记录平行光相对于测绘相机的入射角度,即得到入射角度数据,进而通过控制测绘相机对平行光进行成像,并记录像点坐标,即平行光坐标数据。

[0086] 进一步地,本实施例通过利用精密转台改变角度,能够获取多个星点角度及像点位置,用于观测点畸变平方和最小为约束条件,然后,根据最小二乘算法求解主点、主距等内方位元素。

[0087] 作为优选的技术方案中,参见图4,采用陀螺全站仪4建立POS系统设备的可视的POS系统设备测量基准坐标系5的步骤,具体包括:

[0088] S401:基于陀螺全站仪4架设POS系统设备的标定环境,将POS系统设备置于标定环境中并记录POS系统设备在标定环境内静止时输出的位置姿态;

[0089] S402:通过标定环境中的第二经纬仪7测量第二基准镜6在惯性空间坐标系的位置姿态;

[0090] S403:将第二基准镜6在惯性空间坐标系的位置姿态与POS系统设备在标定环境内静止时输出的位置姿态做联合计算,得到第二基准镜6在惯性空间坐标系与POS系统设备测量基准坐标系5之间的转换关系。

[0091] 在本实施例中,惯性空间坐标系是利用陀螺全站仪4的寻北功能,搭建的东北天坐标系。

[0092] 本实施例通过将第二基准镜6或其他可视化基准设备与惯性测量单元IMU固定连接POS系统设备,进而,可采用架设基站及跑车或其他必要措施,使得该POS系统设备精度收敛;然后,通过测量并将第二基准镜6在惯性空间坐标系的位置姿态与POS系统设备在标定环境内静止时输出的位置姿态做联合计算,得到第二基准镜6在惯性空间坐标系与POS系统设备测量基准坐标系5之间的转换关系,通过光学传递方法实现了POS系统设备可视化测量基准的精密标定,为POS系统设备的使用提供了极大的方便。

[0093] 作为优选的技术方案中,架设实验室内标定环境,要求实验室内地基良好,具有隔振、环境稳定等措施。实验室内标定环境架设主要包括如下三个部分:

[0094] 架设陀螺全站仪4,进行调平操作以及寻北操作;

[0095] 架设第二经纬仪7,并进行调平操作;

[0096] 将陀螺全站仪4与第二经纬仪7进行互瞄,将陀螺全站仪4在惯性空间的坐标系传递至第二经纬仪坐标系中,以获得标定环境。

[0097] 在本实施例中,已经通过将陀螺全站仪4获取的相对于惯性空间的坐标系传递至第二经纬仪7中,因此可以测量第二基准镜6在惯性空间坐标系的姿态,与POS系统设备在实验室内静止时输出的姿态做联合计算,即可得到第二基准镜6在惯性空间坐标系与POS系统设备测量基准坐标系5之间的转换关系。

[0098] 作为优选的技术方案中,参见图5,采用陀螺全站仪4搭建惯性空间坐标系,该惯性空间坐标系即东北天坐标系,计算可视的POS系统设备测量基准坐标系5时,通过角度转化关系以及使用第二经纬仪7准直测量,可得到第二基准镜6的X轴与惯性空间坐标系之间的夹角,进而与POS系统设备与惯性空间坐标系间的角度进行联合解算,即可得到第二基准镜6与可视的POS系统设备测量基准坐标系5之间的转换关系,进而实现利用第二基准镜6标定

出POS系统设备的可视的POS系统设备测量基准坐标系5。该方法具体包括以下步骤：

[0099] a. 在标定环境中架设陀螺全站仪4,进行调平操作以及寻北操作；

[0100] b. 在标定环境中架设第二经纬仪7,并进行调平操作；

[0101] c. 将POS系统设备置于标定环境中,记录此时惯性测量单元IMU的姿态角度 ψ 、 ω 、 κ ,其中, ψ 为俯仰角、 ω 为方位角以及 κ 为偏流角；

[0102] d. 使用第二经纬仪7准直第二基准镜6的X轴,记录第二经纬仪7此时俯仰角 ψ_{11} 及方位角 ω_{11} 读数；

[0103] e. 移动第二经纬仪7,将与第二基准镜6的X轴垂直面的法线记为Y轴,并使用第二经纬仪7准直第二基准镜6的Y轴,记录第二经纬仪7此时俯仰角 ψ_{22} 及方位角 ω_{22} 读数；

[0104] f. 根据记录数据 ψ_{11} 、 ψ_{22} 、 ω_{11} 、 ω_{22} 得到第二基准镜6两个正交面与惯性空间坐标系之间的夹角,并与惯性测量单元IMU的姿态角度 ψ 、 ω 、 κ 进行联合计算,得出第二基准镜6与POS系统设备测量基准间的偏心角。

[0105] 作为优选的技术方案中,参见图6至图7,利用经纬仪自准直测量可视化相机光轴与可视的POS系统设备测量基准坐标系5之间的偏心角,并基于偏心角标定测绘相机的外方位元素的步骤,具体包括：

[0106] S501:使用第一经纬仪2自准直测量可视化相机光轴,得到第一经纬仪2与可视化相机光轴之间的相机夹角数据；

[0107] S502:使用第二经纬仪7自准直测量可视的POS系统设备测量基准坐标系5,得到第二经纬仪7与可视的POS系统设备测量基准坐标系5的设备夹角数据；

[0108] S503:将第一经纬仪2和第二经纬仪7进行互瞄,将第一经纬仪坐标系传递至第二经纬仪坐标系中；

[0109] S504:基于第一经纬仪坐标系以及第二经纬仪坐标系,联合解算相机夹角数据以及设备夹角数据,得到相机光轴与POS系统设备测角基准之间的偏心角,并基于偏心角标定测绘相机的外方位元素。

[0110] 本实施例先通过使用第一经纬仪2自准直测量,得到第一经纬仪2与可视化相机光轴间的夹角,即相机夹角数据,以及通过使用第二经纬仪7自准直测量,得到第二经纬仪7与可视的POS系统设备测量基准坐标系5的夹角,即设备夹角数据;然后,通过利用经纬仪的互瞄功能,能够将第一经纬仪2和第二经纬仪7进行互瞄和基准传递;进而通过联合结算获取到的上述数据,能够得到可视化相机光轴与POS测角基准之间的偏心角,完成外方位元素标定。

[0111] 作为优选的技术方案中,在基于陀螺全站仪4架设POS系统设备的标定环境之前,该方法还包括：

[0112] 将POS系统设备进行精度收敛。将已收敛的POS系统设备移动至架设好的实验室标定环境中,通过第二经纬仪7测量第二基准镜6的位置姿态,测量过程中第二基准镜6、POS系统设备应保持静止,并采取隔绝外界振动、隔热等扰动干扰的措施。

[0113] 作为优选的技术方案中,在将POS系统设备进行精度收敛之前,该方法还包括：

[0114] 消除环境条件对POS系统设备的影响。采取必要措施,消除环境条件对惯性测量单元IMU的影响。

[0115] 作为优选的技术方案中,在得到第二基准镜6在惯性空间坐标系与POS系统设备测

量基准坐标系5之间的转换关系之后,方法还包括:

[0116] 完成标定后再次将POS系统设备采用后向差分的方式进行精度收敛。采取必要措施,能够消除环境条件对POS系统设备的影响,故在得到第二基准镜6在惯性空间坐标系与POS系统设备测量基准坐标系5之间的转换关系之后,可采用必要措施使POS系统设备精度收敛,进一步地,为了避免POS系统设备在实验室内静止时间过长导致的精度发散等问题,可在完成标定后再次将POS系统设备进行精度收敛试验,采用后向差分的方式,保证标定精度。

[0117] 本实施例通过利用平光标定系统3,使用第一基准镜1和平行光法,能够获取内方位元素以及可视化相机光轴与第一基准镜1直接的偏心角,进而利用第一基准镜1标定出可视化的测绘相机坐标系;进一步地,通过陀螺全站仪4寻北、与第二经纬仪7互瞄的方式将北方位传递至第二经纬仪中,进而再通过第二经纬仪7测量第二基准镜6的位置姿态,然后与惯性测量单元IMU输出的位置姿态做联合计算,能够得到第二基准镜6在惯性空间坐标系与POS系统设备测量基准坐标系之间的转换关系,进而利用第二基准镜6标定出可视的POS系统设备的测量基准坐标系5;然后,通过分别使用第一经纬仪2和第二经纬仪7的准直测量,以及利用第一经纬仪2和第二经纬仪7互瞄的方式将第一经纬仪坐标系传递至第二经纬仪坐标系中,将数据进行联合计算,能够得到相机光轴与POS系统设备测角基准之间的偏心角,进而利用偏心角标定测绘相机的外方位元素。

[0118] 本申请的有益效果至少在于:

[0119] 通过利用平光标定系统3建立可视化的测绘相机坐标系,以及采用陀螺全站仪4通过建立POS系统设备测量基准坐标系5,为测绘相机的使用、测量以及标定内、外方位元素等提供了极大的便利。

[0120] 在地面实验室内实现了相机内、外方位元素的联合标定,不再需要进行外场飞行,能够节省大量的时间成本以及经济成本。

[0121] 上述本申请实施例序号仅仅为了描述,不代表实施例的优劣。

[0122] 在本申请的上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中沒有详述的部分,可以参见其他实施例的相关描述。

[0123] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的技术内容,可通过其它的方式实现。其中,以上所描述的系统实施例仅仅是示意性的,例如单元的划分,可以为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,单元或模块的间接耦合或通信连接,可以是电性或其它的形式。

[0124] 作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0125] 另外,在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。

[0126] 集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可

以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可为个人计算机、服务器或者网络设备等)执行本申请各个实施例方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0127] 以上所述仅是本申请的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本申请的保护范围。

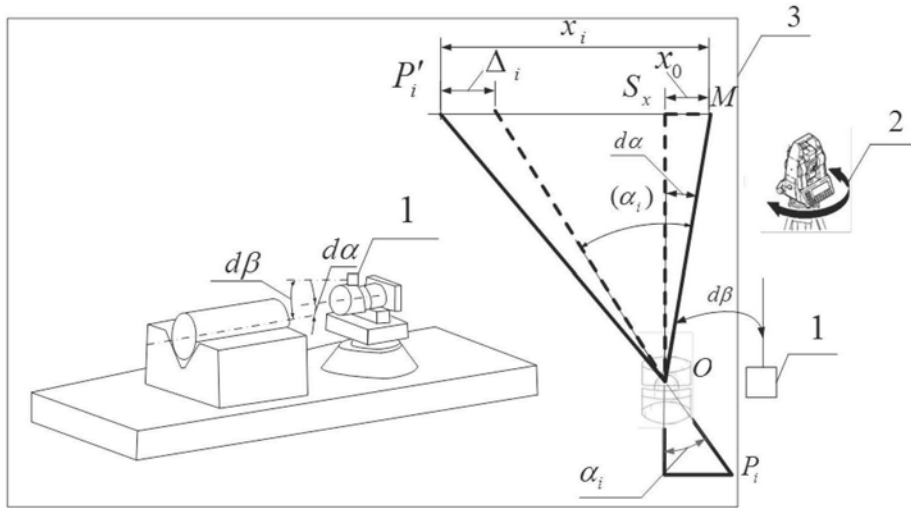


图1

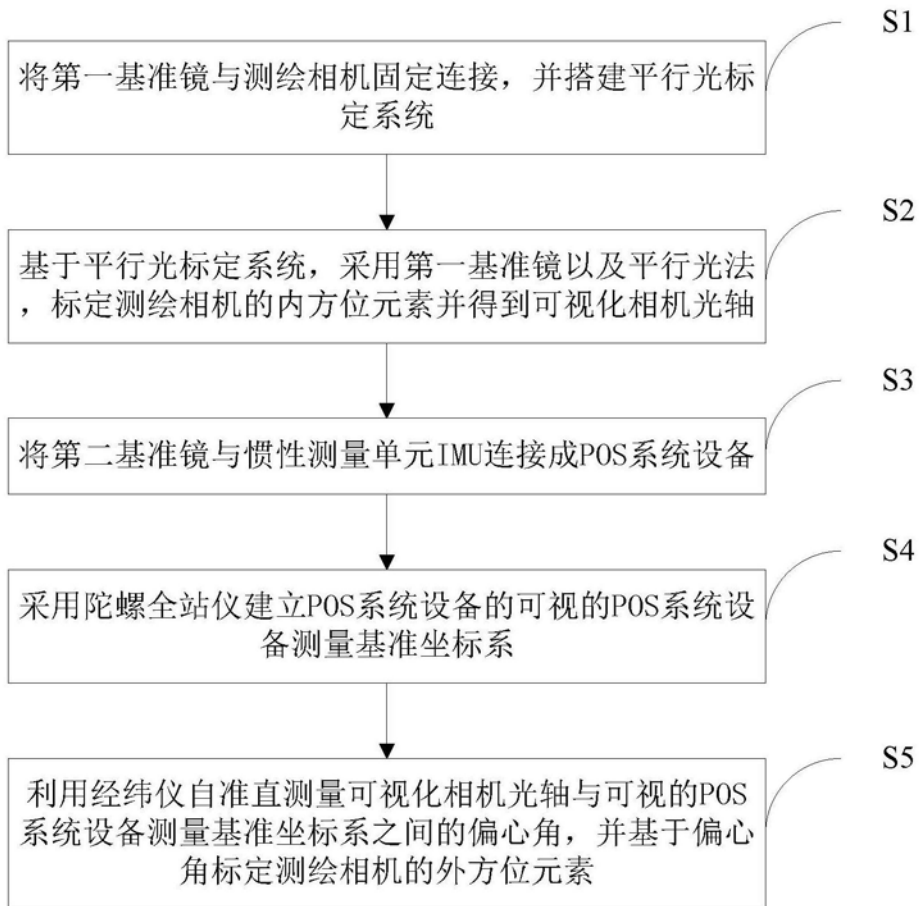


图2

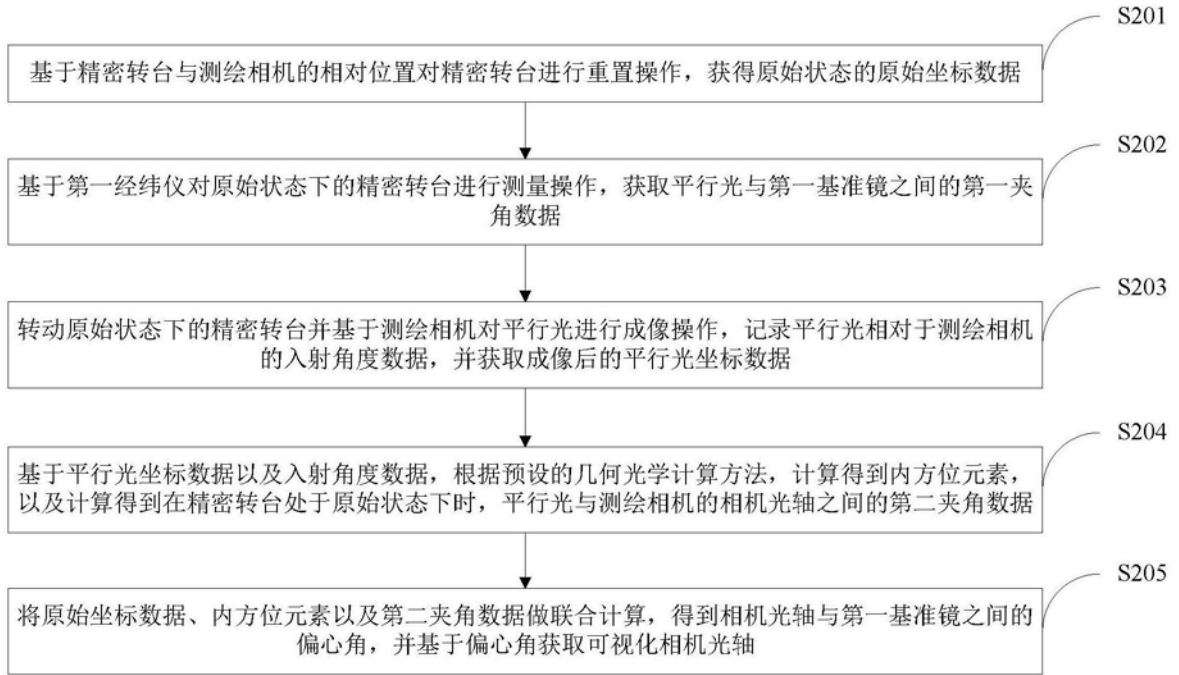


图3

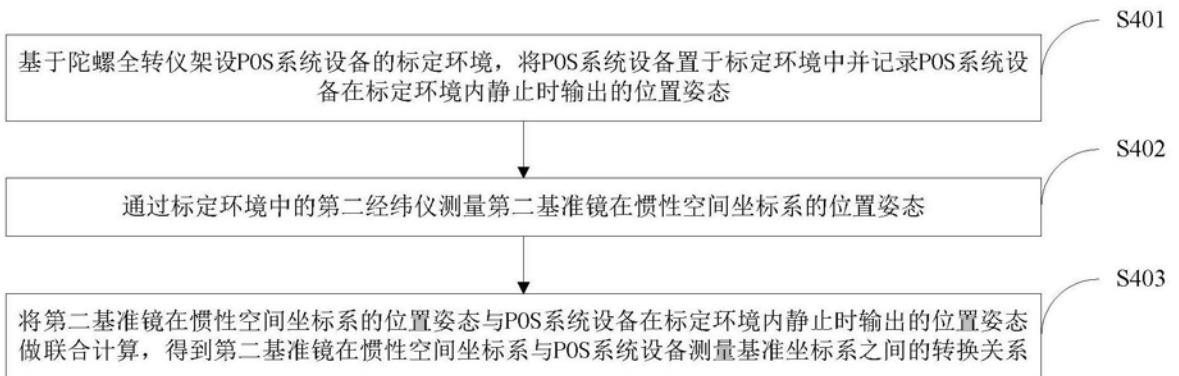


图4

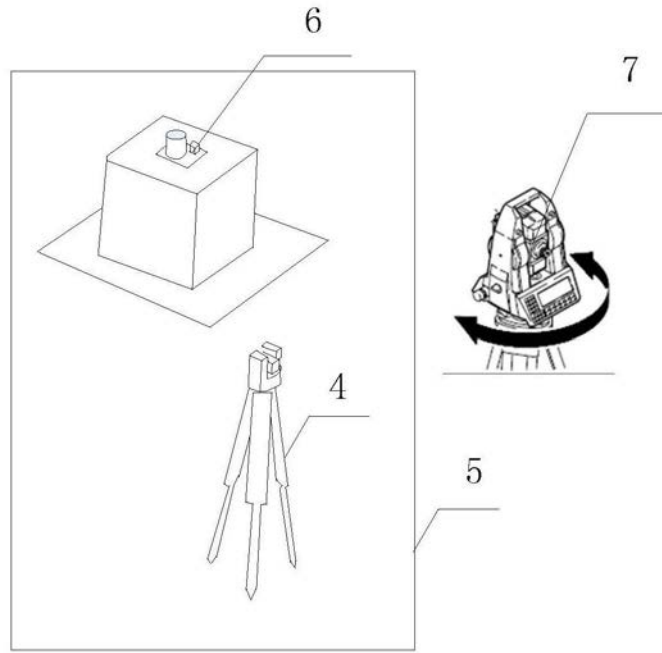


图5

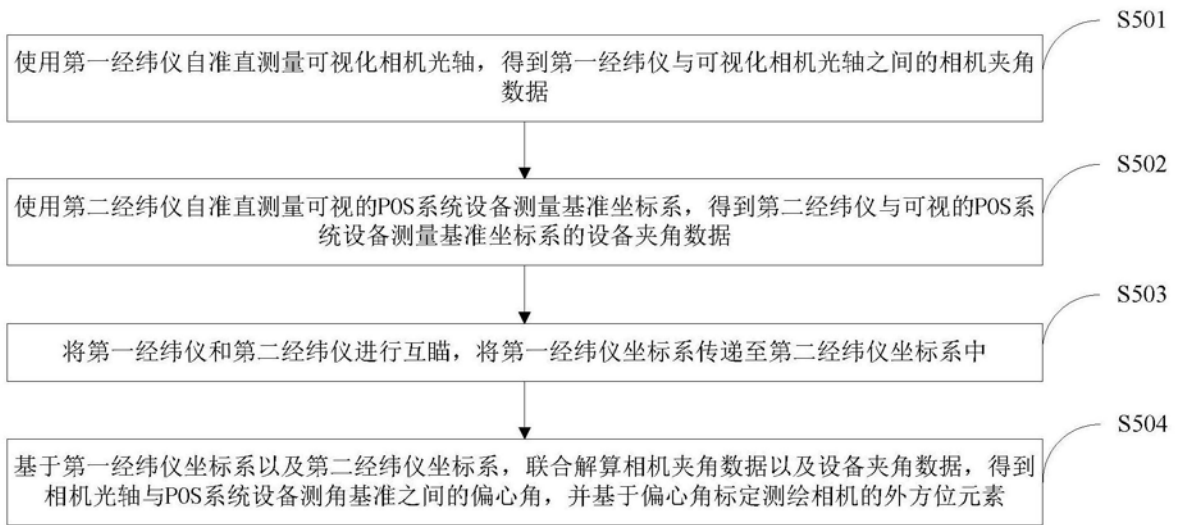


图6

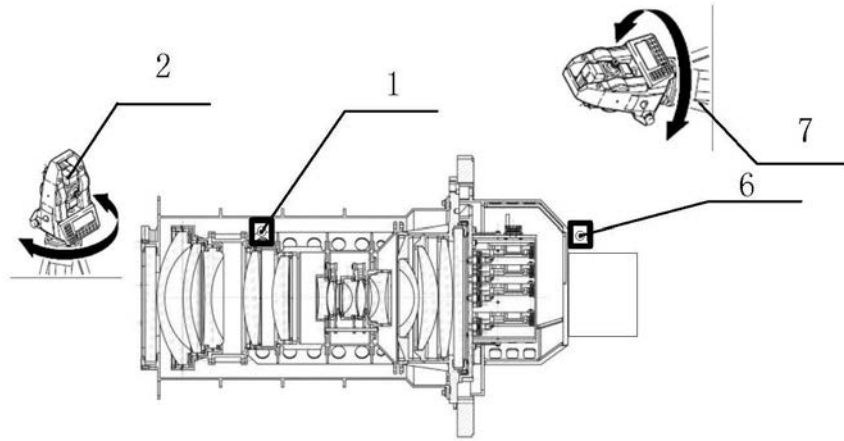


图7