



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110440693 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 01

(21) 申请号 201910800707.3

(22) 申请日 2019.08.27

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110440693 A

(43) 申请公布日 2019.11.12

(73) 专利权人 上海航天计算机技术研究所
地址 201109 上海市闵行区中春路1777号

(72) 发明人 钱志鹏 邱晓斌 谢振超 李向芹
鹿昌剑 魏鹏鹏

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

代理人 胡晶

(51) Int. Cl.
G01B 11/00 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 110031099 A, 2019.07.19
CN 107855767 A, 2018.03.30
CN 1553237 A, 2004.12.08

CN 1894557 A, 2007.01.10

CN 101821583 A, 2010.09.01

CN 101785296 A, 2010.07.21

CN 109031467 A, 2018.12.18

CN 109884600 A, 2019.06.14

CN 2612962 Y, 2004.04.21

JP H02287421 A, 1990.11.27

WO 02065574 A1, 2002.08.22

US 2016380701 A1, 2016.12.29

王海.准光网络系统中关键器件的设计方法研究.《中国博士学位论文全文数据库信息科技辑》.2019, (第01期), 第1136-152页.

W.-B. Dou 等. SCANNING ANTENNA AT THZ BAND BASED ON QUASI-OPTICAL TECHNIQUES. 《Progress In Electromagnetics Research》. 2010, 第108卷第343-359页.

柳楠.准光波束的传播特性及调控技术研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库信息科技辑》.2019, (第12期), 第1136-697页.

审查员 郝敏

权利要求书2页 说明书7页 附图2页

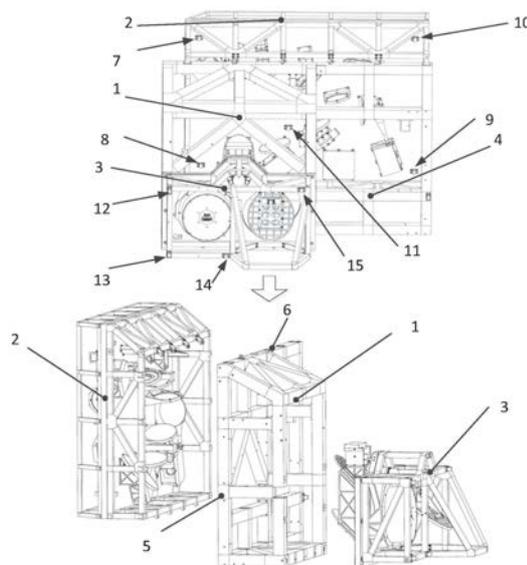
(54) 发明名称

一种准光馈电网络系统及误差测试方法

(57) 摘要

本申请提供了一种准光馈电网络系统,系统包括共基准框架、准光馈电网络子系统和定标子系统,共基准框架是准光馈电网络子系统和定标子系统的装配基准;准光馈电网络子系统集成于一准光框架内部,准光框架与共基准框固定连接;定标子系统集成于一定标框架内部,定标框架与共基准框固定连接;准光馈电网络系统装配精度检测使用一台激光跟踪仪,用于测量共基准框架上三个正交的基准平面建立测量坐标系,通过分别测量准光框架和定标框架上棱镜组构成的三个正交基准平面依次建立准光框架坐标系和定标框架坐标系,并通过准光框架坐标系与测量坐标系的位置关系判断装配误差。

CN 110440693 B



1. 一种准光馈电网络系统,其特征在于,所述系统包括共基准框架、准光馈电网络子系统和定标子系统,所述共基准框架是所述准光馈电网络子系统和所述定标子系统的装配基准;

所述准光馈电网络子系统集成于一准光框架内部,所述准光框架与所述共基准框固定连接;

所述定标子系统集成于一定标框架内部,所述定标框架与所述共基准框固定连接;

所述准光馈电网络系统装配精度检测使用一台激光跟踪仪,用于测量所述共基准框架上三个正交的基准平面建立测量坐标系,通过分别测量所述准光框架和所述定标框架上棱镜组构成的三个正交基准平面依次建立准光框架坐标系和定标框架坐标系,并通过所述准光框架坐标系与所述测量坐标系的位置关系判断装配误差。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述准光框架和所述定标框架各有一棱镜组,每个所述棱镜组由若干棱镜构成。

3. 根据权利要求2所述的系统,其特征在于,所述棱镜组包括至少四个棱镜,所述棱镜安装于同一平面内,且组成所述棱镜组的各棱镜相对应的侧面法线方向一致。

4. 根据权利要求3所述的系统,其特征在于,所述棱镜组中至少有三个棱镜体心位置连线构成直角三角形。

5. 根据权利要求1至4中任一所述的系统,其特征在于,所述准光框架上的所述棱镜组由五个棱镜组成,五个所述棱镜的理论高度一致且对应面的法线方向一致,其中四个按照矩形分布且所述棱镜的体心位于矩形的顶点,一个棱镜位于矩形内部。

6. 根据权利要求1至4中任一所述的系统,其特征在于,所述定标框架棱镜组包含四个理论高度一致且对应面法线方向一致的棱镜,其中三个形成矩形的两条边,第四个棱镜位于矩形的第三条边上。

7. 一种准光馈电网络系统的误差测试方法,其特征在于,所述系统包括共基准框架、准光馈电网络子系统和定标子系统,所述共基准框架是所述准光馈电网络子系统和所述定标子系统的装配基准;准光框架和定标框架各有一棱镜组,每个所述棱镜组由若干棱镜构成;

所述方法至少包括以下步骤:

步骤S101,选取共基准框架上三个正交基准面A、B、C作为测量对象,以激光跟踪仪分别在三个面上采集测点,建立基准坐标系;

步骤S102,选取准光框架上棱镜组作为测量对象,建立准光框架坐标系;

步骤S103,选取定标框架上棱镜组作为测量对象,建立定标框架坐标系;

步骤S104,将实际测量建立的基准坐标系与理论基准坐标系重合,将实际测量得到的准光框架和定标框架标系分别与其对应的理论坐标系进行比对,得到装配误差以及坐标轴的转角及位移偏差。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述步骤S101中,选取共基准框架上三个正交基准面A、B、C作为测量对象,以激光跟踪仪分别在三个面上采集8-10各测点,采用最小二乘法分别拟合平面A'、B'、C',以三个平面的交点为坐标原点,以A'、B'平面的法线方向为Z、X轴建立基准坐标系 $O_0-X_0Y_0Z_0$ 。

9. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述步骤S102中,采用激光跟踪仪分别在棱镜组中五个棱镜的顶面采集测点,并采用最小二乘法拟合平面 A_z 、平面 B_z 以及平面 C_z ,以

平面 A_z 、 B_z 、 C_z 的交点为坐标原点 O_z ，分别以 B_z 、 C_z 的法线方向为 X_z 轴和 Y_z 轴，建立准光框架坐标系 $O_z-X_zY_zC_z$ 。

10. 根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述步骤S103中，使用激光跟踪仪分别在棱镜组四个棱镜的顶面采集测点，每个棱镜面采集不少于四个测点，并采用最小二乘法拟合平面 A_d 、平面 B_d 以及平面 C_d ，以平面 A_d 、 B_d 、 C_d 的交点为坐标原点，分别以 B_d 、 C_d 的法线方向为 X_d 轴和 Y_d 轴，建立定标框架3坐标系 $O_d-X_dY_dC_d$ 。

11. 根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述步骤S104中，实际测量得到的准光框架坐标系 $O_z-X_zY_zC_z$ 在其理论坐标系下的坐标 (X, Y, Z) 即为位移偏差，而坐标轴之间的转角偏差可以通过欧拉变换的转化矩阵 M 得到，即

$$M = \begin{bmatrix} \cos \gamma & \sin \gamma & 0 \\ -\sin \gamma & \cos \gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \cos \beta & 0 & -\sin \beta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \beta & 0 & \cos \beta \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

其中， α 、 β 、 γ 分别为对应坐标轴之间的夹角。

一种准光馈电网络系统及误差测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及航天产品集成装配精度检测技术领域,具体地,涉及准光馈电网络系统及误差测试方法。

背景技术

[0002] 准光学馈电网络是我国下一代气象卫星探测仪效载荷最重要的组成部分,主要由准光光路系统即准光馈电网络和定标系统组成。准光学馈电网络是将准光学器件按照一定的空间位置关系排列而能够实现多频段同时馈电的方式,具有传输效率高、插入损耗小,多通道多极化以及共焦共视轴等优点。

[0003] 现有技术中,准光学馈电网络系统装配精度的检测,以单一棱镜作为测量基准,“以点代面”,测量误差较大,装配精度不高;子系统的拆装、调整不便,二次复原定位精度不高。

发明内容

[0004] 针对现有技术中的缺陷,本申请实施例提供了一种准光馈电网络系统及误差测试方法。所述技术方案如下:

[0005] 根据本申请实施例的一个方面,提供了一种准光馈电网络系统,所述系统包括共基准框架、准光馈电网络子系统和定标子系统,所述共基准框架是所述准光馈电网络子系统和所述定标子系统的装配基准;

[0006] 所述准光馈电网络子系统集成于一准光框架内部,所述准光框架与所述共基准框固定连接;

[0007] 所述定标子系统集成于一定标框架内部,所述定标框架与所述共基准框固定连接;

[0008] 所述准光馈电网络系统装配精度检测使用一台激光跟踪仪,用于测量所述共基准框架上三个正交的基准平面建立测量坐标系,通过分别测量所述准光框架和所述定标框架上棱镜组构成的三个正交基准平面依次建立准光框架坐标系和定标框架坐标系,并通过所述准光框架坐标系与所述测量坐标系的位置关系判断装配误差。

[0009] 在一个可能的实现方式中,所述准光框架和所述定标框架各有一棱镜组,每个所述棱镜组由若干棱镜构成。

[0010] 在一个可能的实现方式中,所述棱镜组包括至少四个棱镜,所述棱镜安装于同一平面内,且组成所述棱镜组的各棱镜相对应的侧面法线方向一致。

[0011] 在一个可能的实现方式中,所述棱镜组中至少有三个棱镜体心位置连线构成直角三角形。

[0012] 在一个可能的实现方式中,所述准光框架上的所述棱镜组由5个棱镜组成,五个所述棱镜的理论高度一致且对应面的法线方向一致,其中四个按照矩形分布且所述棱镜的体心位于矩形的顶点,一个棱镜位于矩形内部。

[0013] 在一个可能的实现方式中,所述定标框架棱镜组包含四个理论高度一致且对应面法线方向一致的棱镜,其中三个形成矩形的两条边,第四个棱镜位于矩形的第三条边上。

[0014] 根据本申请实施例的另一个方面,提供了一种准光馈电网络系统的误差测试方法,所述系统包括共基准框架、准光馈电网络子系统和定标子系统,所述共基准框架是所述准光馈电网络子系统和所述定标子系统的装配基准;所述准光框架和所述定标框架各有一棱镜组,每个所述棱镜组由若干棱镜构成;

[0015] 所述方法至少包括以下步骤:

[0016] 步骤S101,选取共基准框架上三个正交基准面A、B、C作为测量对象,以激光跟踪仪分别在三个面上采集测点,建立基准坐标系;

[0017] 步骤S102,选取准光框架上棱镜组作为测量对象,建立准光框架坐标系;

[0018] 步骤S103,选取定标框架上棱镜组作为测量对象,建立定标框架坐标系;

[0019] 步骤S104,将实际测量建立的基准坐标系与理论基准坐标系重合,将实际测量得到的准光框架和定标框架标系分别与其对应的理论坐标系进行比对,得到装配误差以及坐标轴的转角及位移偏差。

[0020] 在一个可能的实现方式中,所述步骤S101中,选取共基准框架上三个正交基准面A、B、C作为测量对象,以激光跟踪仪分别在三个面上采集8-10各测点,采用最小二乘法分别拟合平面A'、B'、C',以三个平面的交点为坐标原点,以A'、B'平面的法线方向为Z、X轴建立基准坐标系 $O_0-X_0Y_0Z_0$ 。

[0021] 在一个可能的实现方式中,所述步骤S102中,采用激光跟踪仪分别在棱镜组中5个棱镜的顶面采集测点,并采用最小二乘法拟合平面 A_z 、平面 B_z 以及平面 C_z ,以平面 A_z 、 B_z 、 C_z 的交点为坐标原点 O_z ,分别以 B_z 、 C_z 的法线方向为 X_z 轴和 Y_z 轴,建立准光框架坐标系 $O_z-X_zY_zC_z$ 。

[0022] 在一个可能的实现方式中,所述步骤S103中,使用激光跟踪仪分别在棱镜组四个棱镜的顶面采集测点,每个棱镜面采集不少于四个测点,并采用最小二乘法拟合平面 A_d 、平面 B_d 以及平面 C_d ,以平面 A_d 、 B_d 、 C_d 的交点为坐标原点,分别以 B_d 、 C_d 的法线方向为 X_d 轴和 Y_d 轴,建立定标框架3坐标系 $O_d-X_dY_dC_d$ 。

[0023] 在一个可能的实现方式中,所述步骤S104中,以准光框架为例。实际测量得到的准光框架坐标系 $O_z-X_zY_zC_z$ 在其理论坐标系下的坐标(X,Y,Z)即为平移误差。而坐标轴之间的转角误差可以通过欧拉变换的转化矩阵M得到,即

$$[0024] \quad M = \begin{bmatrix} \cos \gamma & \sin \gamma & 0 \\ -\sin \gamma & \cos \gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \cos \beta & 0 & -\sin \beta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \beta & 0 & \cos \beta \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

[0025] 其中, α, β, γ 分别为对应坐标轴之间的夹角。

[0026] 本申请实施例提供的技术方案带来的有益效果至少包括:

[0027] 本申请提供的准光馈电网络由三部分组成,共基准框架、准光框架和定标框架。其中,共基准框架作为准光框架和定标框架的装配定位基准。准光框架包含独立的准光学馈电网络子系统,且准光学馈电网络子系统各准光学元件与定标框架测量基准之间的相对位置关系已校核完毕且保持不变。定标框架包含独立的定标子系统,且各定标元器件与定标框架测量基准之间的相对位置关系已校核完毕且保持不变。准光馈电网络系统与定标系统之间装配精度即为准光框架和定标框架与共基准框架之间的装配精度。本方法将原本复杂

的元器件之间的装配精度,简化为独立子系统之间的装配精度,增大了灵活性,便于独立子系统的拆装、调试。

附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,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的附图。

[0029] 图1是本申请一个示例性实施例提供的准光馈电网络系统的结构框图;

[0030] 图2是本申请一个示例性实施例提供的准光框架底板棱镜组各棱镜位置示意图;

[0031] 图3是本申请一个示例性实施例提供的准光馈电网络系统的误差测试方法流程图;

[0032] 图中:

[0033] 1为共基准框架

[0034] 2为准光框架

[0035] 3为定标框架

[0036] 4为共基准框架前基准面

[0037] 5为共基准框架左侧基准面

[0038] 6为共基准框架上侧基准面

[0039] 7为准光框架安装底板棱镜a

[0040] 8为准光框架安装底板棱镜b

[0041] 9为准光框架安装底板棱镜c

[0042] 10为准光框架安装底板棱镜d

[0043] 11为准光框架安装底板棱镜e

[0044] 12为定标框架棱镜a

[0045] 13为定标框架棱镜b

[0046] 14为定标框架棱镜c

[0047] 15为定标框架棱镜d

[0048] 16为准光框架安装底板棱镜a顶面

[0049] 17为准光框架安装底板棱镜a左侧面

[0050] 18为准光框架安装底板棱镜a上侧面

具体实施方式

[0051] 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,还可以做出若干变化和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0052] 本申请提供了一种准光馈电网络系统,系统包括共基准框架、准光馈电网络子系统和定标子系统,共基准框架是准光馈电网络子系统和定标子系统的装配基准;准光馈电

网络子系统集成于一准光框架内部,准光框架与共基准框固定连接;定标子系统集成于一定标框架内部,定标框架与共基准框固定连接;准光馈电网络系统装配精度检测使用一台激光跟踪仪,用于测量共基准框架上三个正交的基准平面建立测量坐标系,通过分别测量准光框架和定标框架上棱镜组构成的三个正交基准平面依次建立准光框架坐标系和定标框架坐标系,并通过准光框架坐标系与测量坐标系的位置关系判断装配误差。

[0053] 本申请提供的准光馈电网络由三部分组成,共基准框架、准光框架和定标框架。其中,共基准框架作为准光框架和定标框架的装配定位基准。准光框架包含独立的准光学馈电网络子系统,且准光学馈电网络子系统各准光学元件与定标框架测量基准之间的相对位置关系已校核完毕且保持不变。定标框架包含独立的定标子系统,且各定标元器件与定标框架测量基准之间的相对位置关系已校核完毕且保持不变。准光馈电网络系统与定标系统之间装配精度即为准光框架和定标框架与共基准框架之间的装配精度。本方法将原本复杂的元器件之间的装配精度,简化为独立子系统之间的装配精度,增大了灵活性,便于独立子系统的拆装、调试。

[0054] 以下结合附图1和图2对本申请作进一步详细阐述。

[0055] 图1示出了本申请一个示例性实施例提供的准光馈电网络系统的结构框图,该准光馈电网络系统包括共基准框架、准光馈电网络子系统和定标子系统。共基准框架1是准光馈电网络子系统和定标子系统装配基准,同时为准光学馈电网络、定标系统对外安装提供接口。

[0056] 准光馈电网络子系统集成于准光框架2内部,所有准光学元器件与准光框架安装底板相连,并通过准光框架与共基准框1连接。

[0057] 定标子系统至少包括旋转扫描镜和驱动机构,集成于定标框架3内部并通过定标框架与共基准框架1连接。使用激光跟踪仪测量共基准框架上三个正交的基准平面建立测量坐标系。准光框架2和定标框架3各有一个棱镜组,每个棱镜组由若干棱镜构成。测量时,以棱镜组多个棱镜形成的平面代替单个棱镜的小平面,使用激光跟踪仪测量由棱镜组构成三个正交平面,分别建立准光框架坐标系和定标框架坐标系,并通过其与基准坐标系之间的位置关系判断装配误差。

[0058] 棱镜组由不少于四个棱镜组成,且所有棱镜安装于同一平面内,即棱镜的理论高度值一致。同时组成棱镜组的各棱镜相对应的侧面法线方向一致。与此同时,棱镜组中至少有三个棱镜体心位置连线构成直角三角形。在一个示例性实施例中,准光框架2棱镜组由五个棱镜组成,五个棱镜的理论高度一致且对应面的法线方向一致,其中四个按照矩形分布且棱镜体心位于矩形的顶点,一个棱镜位于矩形内部。定标框架3棱镜组包含四个理论高度一致且对应面法线方向一致的棱镜,其中三个形成矩形的两条边,第四个棱镜位于矩形的第三条边上。

[0059] 本申请提供的共基准框架作为准光馈电网络子系统和定标子系统的装配定位基准。准光馈电网络子系统集成于准光框架内部,并通过准光框架与共基准框架装配。所有的准光器件安装于准光框架安装底板上,并且各准光器件之间,以及准光器件与准光框架测量基准之间的位置关系均以标定和校准完毕。定标子系统集成于定标框架内部,各定标元器件与定标框架测量基准的相对位置关系均已标定和校准完毕。定标子系统通过定标框架与共基准框架装配。因此,准光馈电网络系统与定标系统之间装配精度即为准光框架和定

标框架与共基准框架之间的装配精度。由于准光馈电网络子系统和定标子系统分别以共基准框架为装配基准进行集成,一方面可以提高了子系统装调和系统独立测试灵活性、降低了装配难度。此外,在与卫星总体装配时,以共基准框架作为载体,可以提供装配和调整效率,同时有效避免对测量仪器试场的遮挡等问题。

[0060] 本申请还提供了一种准光馈电网络系统的误差测试方法,结合图3,图3示出了本申请一示例性实施例提供的准光馈电网络系统的误差测试方法流程图,在基于上述实施例的基础上,本方法具体包括以下步骤:

[0061] 步骤S101,选取共基准框架上三个正交基准面A、B、C作为测量对象,以激光跟踪仪分别在三个面上采集测点,建立基准坐标系;

[0062] 步骤S102,选取准光框架上棱镜组作为测量对象,建立准光框架坐标系;

[0063] 步骤S103,选取定标框架上棱镜组作为测量对象,建立定标框架坐标系;

[0064] 步骤S104,将实际测量建立的基准坐标系与理论基准坐标系重合,将实际测量得到的准光框架和定标框架标系分别与其对应的理论坐标系进行比对,得到装配误差以及坐标轴的转角及位移偏差。

[0065] 具体的,上述步骤包括以下内容:

[0066] (1) 建立基准坐标系

[0067] 选取共基准框架1上三个正交基准面A、B、C作为测量对象,以激光跟踪仪分别在三个面上采集8-10各测点,采用最小二乘法分别拟合平面A'、B'、C'。以三个平面的交点为坐标原点,以A'、B'平面的法线方向为Z、X轴建立基准坐标系 $O_0-X_0Y_0Z_0$ 。

[0068] (2) 建立准光框架坐标系

[0069] 选取准光框架2上棱镜组作为测量对象。使用激光跟踪仪分别在棱镜组五个棱镜的顶面采集测点,每个棱镜面采集不少于四个测点,整个棱镜组顶面采集不少于20个测点,并采用最小二乘法拟合平面 A_z 。选取棱镜组中棱镜7和棱镜8的左侧面分别采集不少于四个测点,整个棱镜组侧面采集不少于八个测点,并采用最小二乘法拟合平面 B_z 。选取棱镜组中棱镜7和棱镜10的上侧面分别采集不少于四个测点,整个棱镜组侧面采集不少于八个测点,并采用最小二乘法拟合平面 C_z 。以平面 A_z 、 B_z 、 C_z 的交点为坐标原点,分别以 B_z 、 C_z 的法线方向为 X_z 轴和 Y_z 轴,建立准光框架坐标系 $O_z-X_zY_zC_z$ 。

[0070] (3) 建立定标框架坐标系

[0071] 选取定标框架3上棱镜组作为测量对象。使用激光跟踪仪分别在棱镜组四个棱镜的顶面采集测点,每个棱镜面采集不少于四个测点,整个棱镜组顶面采集不少于16个测点,并采用最小二乘法拟合平面 A_d 。选取棱镜组中棱镜12和棱镜13的左侧面分别采集不少于四个测点,整个棱镜组侧面采集不少于八个测点,并采用最小二乘法拟合平面 B_d 。选取棱镜组中棱镜12和棱镜15的上侧面分别采集不少于四个测点,整个棱镜组侧面采集不少于八个测点,并采用最小二乘法拟合平面 C_d 。以平面 A_d 、 B_d 、 C_d 的交点为坐标原点,分别以 B_d 、 C_d 的法线方向为 X_d 轴和 Y_d 轴,建立定标框架3坐标系 $O_d-X_dY_dC_d$ 。

[0072] (4) 装配误差分析

[0073] 将实际测量建立的基准坐标系 $O_0-X_0Y_0Z_0$ 与理论基准坐标系重合,此时实际测量得到的准光框架 $O_z-X_zY_zC_z$ 和定标框架标系 $O_d-X_dY_dC_d$ 分别与其对应的理论坐标系之间的偏差即为装配误差,通过坐标系转矩阵及可得到个坐标轴的转角及位移偏差。

[0074] 以准光框架为例。实际测量得到的准光框架坐标系 $O_z-X_zY_zC_z$ 在其理论坐标系下的坐标 (X, Y, Z) 即为平移误差。而坐标轴之间的转角误差可以通过欧拉变换的转化矩阵 M 得到,即

$$[0075] \quad M = \begin{bmatrix} \cos \gamma & \sin \gamma & 0 \\ -\sin \gamma & \cos \gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \cos \beta & 0 & -\sin \beta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \beta & 0 & \cos \beta \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

[0076] 其中, α, β, γ 分别为对应坐标轴之间的夹角。

[0077] 综上所述,此装配精度检测方法的优点至少包括:

[0078] 1. 该方法简单、高效。该方法只需一台激光跟踪仪与棱镜配合使用,实现装配精度检测。测量过程中,激光跟踪仪分别对棱镜三个正交面进行采点,然后通过多点拟合平面,以正交拟合平面的交点为坐标原点,拟合平面的法线方向为坐标轴建立坐标系。该方法无需测量棱镜的面心位置。而传统的测量方法中,棱镜通常与多台经纬仪配合使用,通过两台经纬仪前方交会的原理测量棱镜相邻两个正交面的面心,然后根据棱镜的规格,将测量值向棱镜内缩进特定的值来确认棱镜体心位置、建立坐标系。因此,传统的测量方法过程繁琐、测量效率较低。

[0079] 2. 该方法以棱镜组代替单个棱镜使用,测量结构更真实、可靠。传统的测量方法中,通常使用单个棱镜建立测量坐标系,或者以测量单个棱镜的面法线方向代替被测产品的面法线方向。这种方法对应大尺寸的测量对象容易产生较大的测量误差。本发明的测量方法中,通过多个棱镜的合理布局,在被测目标上形成棱镜组,棱镜组最大限度的分别在被测目标表面。棱镜组中所有棱镜的顶面具有相同的理论高度、多个棱镜的侧面分别共面。以准光框架安装底板棱镜组为例,棱镜a-棱镜d靠近矩形装底板的四个顶点,棱镜e位于矩形安装底板内部。通过五个棱镜顶面测点拟合的平面更能真实的反映准光框架安装底板的法线方向。而棱镜a和棱镜b的左侧面拟合的测量平面,以及棱镜a和棱镜d的上侧面拟合的测量平面,相当于将原本的单个棱镜侧面,扩展到了被测产品的实际尺寸量级,更真实、可靠。

[0080] 3. 该测量方法的测量精度高。首先,测量设备自身的精度更高。与传统的使用经纬仪测量棱镜的方法相比,激光跟踪仪的测量精度更好,可以实现小于 $1\mu\text{m}/\text{m}$ 测量精度。其次,测量过程中人为干扰因素更小。传统的测量方法多台经纬仪由不同人员操作,依靠目测瞄点,不同的操作方式和测量习惯容易引入测量误差。而激光跟踪仪在测量过程中由激光光束自动跟踪、采集把球球心位置,最大限度的降低了人为干扰因素。

[0081] 本领域技术人员在考虑说明书及实践这里公开的发明后,将容易想到本申请的其它实施方案。本申请旨在涵盖本申请的任何变型、用途或者适应性变化,这些变型、用途或者适应性变化遵循本申请的一般性原理并包括本申请未公开的本技术领域中的公知常识或惯用技术手段。说明书和实施例仅被视为示例性地,本申请的真正范围和精神由上述的权利要求指出。

[0082] 应当理解的是,本申请并不局限于上面已经描述并在附图中示出的精确结构,并且可以在不脱离其范围进行各种修改和改变。本申请的范围仅由所附的权利要求来限制。

[0083] 应当理解的是,在本文中提及的“多个”是指两个或两个以上。“和/或”,描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

[0084] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成,也可以通过程序来指令相关的硬件完成,所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,上述提到的存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等。

[0085] 以上所述仅为本申请的较佳实施例,并不用以限制本申请,凡在本申请的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

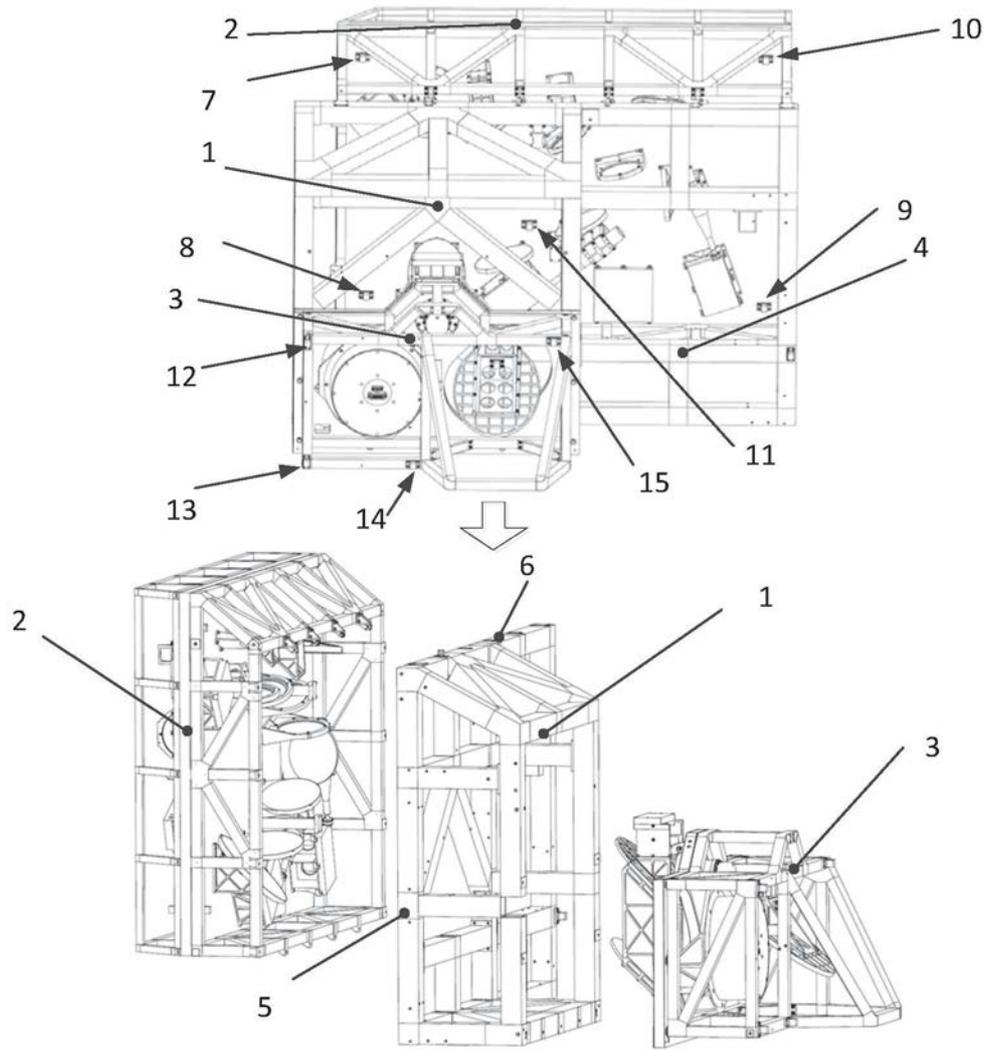


图1

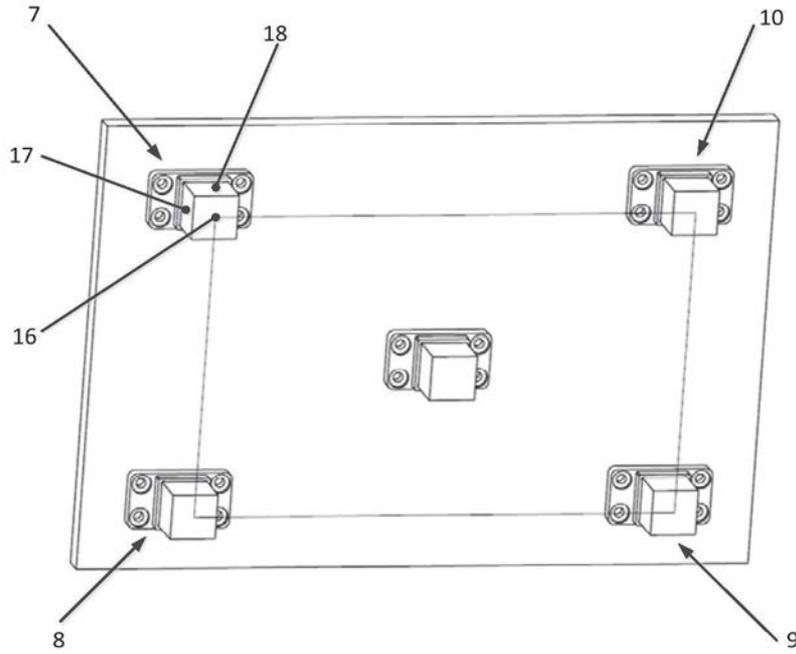


图2

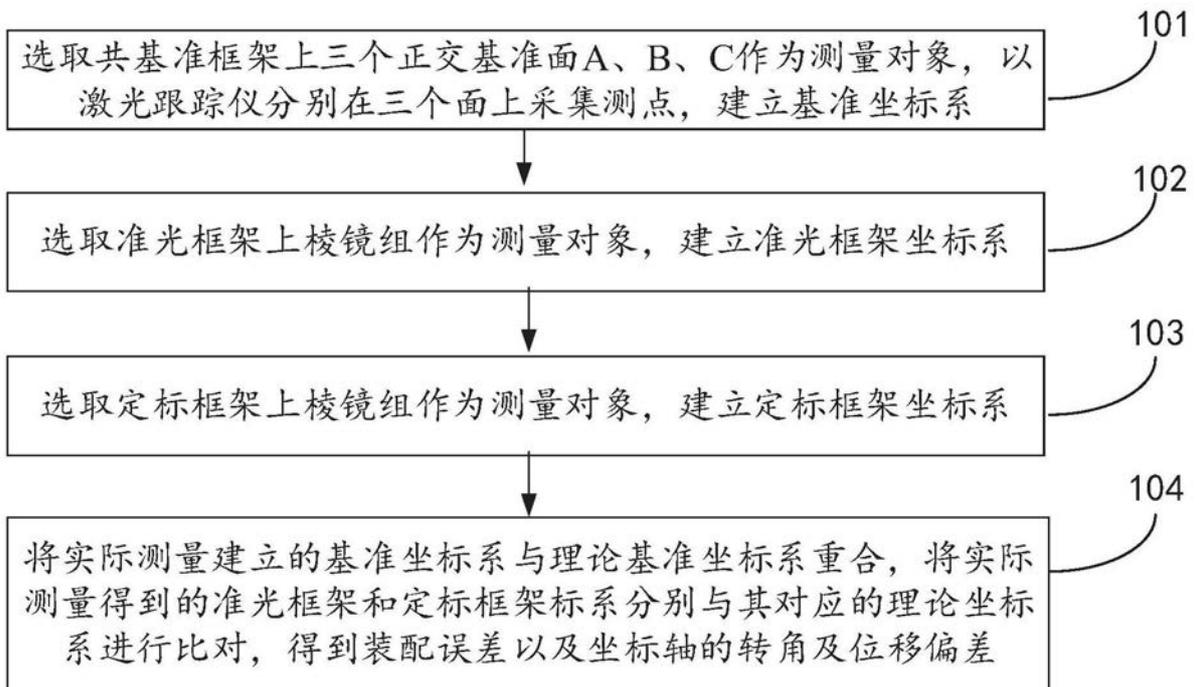


图3