

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102032918 A

(43) 申请公布日 2011.04.27

(21) 申请号 201010512786.7

(22) 申请日 2010.10.20

(71) 申请人 郑州辰维科技股份有限公司

地址 450001 河南省郑州市高新技术产业开发区冬青街7号国家大学科技园A2座12层

(72) 发明人 李春艳 张丽华 王京海 卢欣
范生宏 陈小娅 范钦红

(74) 专利代理机构 郑州天阳专利事务所(普通合伙) 41113

代理人 聂孟民

(51) Int. Cl.

G01C 25/00 (2006.01)

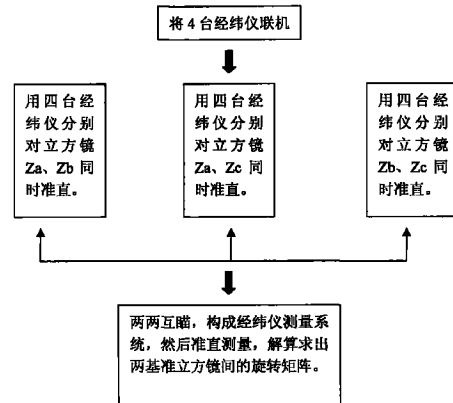
权利要求书 2 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

三探头星敏指向标定方法

(57) 摘要

本发明涉及三探头星敏指向标定方法,可有效解决三探头星敏指向标定精度和测量精度要求的问题,其解决的技术方案是,先对三个立方镜两两互相组合,然后将四台经纬仪联机,再用四台经纬仪分别对互相组合后的两个立方镜同时准直并记录数据,之后,两两互瞄,记录互瞄数据,最后解算求出两基准立方镜之间的旋转矩阵,本发明操作简单、方便,标定速度快,不用调焦测量,精度高,可有效解决三探头星敏指向标定精度和测量精度要求的问题。



1. 一种三探头星敏指向标定方法,其特征在于,由以下步骤实现:

(1)、设 3 个立方镜分别为 Z_a 、 Z_b 、 Z_c , 4 台经纬仪分别为 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 , 将三探头星敏放在一个固定位置,不动,4 台经纬仪分别要对准直的 3 个立方镜两两进行准直,即用 4 台经纬仪分别对互相两两组合后的两个立方镜同时进行准直;

(2)、用三探头星敏指向标定测量软件,将 4 台经纬仪联机,编辑立方镜的名字、长、宽、高、立方镜坐标原点位置、第一准直轴向、第二准直轴向,立方镜的名字、长、宽、高,手动输入,其余在各自下拉框中选择;

(3)、利用三探头星敏指向标定系统进行标定测量,该标定测量系统由三探头星敏感器、三探头星敏指向标定测量软件和 4 台电子经纬仪组成,利用三探头星敏指向标定测量软件,将四台电子经纬仪对三探头星敏上要准直的两个立方镜进行准直测量,以其中一个为基准立方镜,另一个为目标立方镜,准直并记录,得准直测量数据;然后四台仪器两两互瞄,记录测量值,得互瞄测量数据;在整个测量的过程中为了保证测量精度,测量过程中不进行任何调焦,并采用多测回的方式,减弱照准误差。

(4)、利用互瞄与准直测量数据,通过测量软件准直解算功能,得到两个立方镜坐标系的旋转矩阵参数 X_0 、 Y_0 、 Z_0 、 R_x 、 R_y 、 R_z , 其中 X_0 、 Y_0 、 Z_0 为平移参数, R_x 、 R_y 、 R_z 为旋转参数,准直解算出的参数是目标立方镜相对于基准立方镜的旋转参数。

2. 根据权利要求 1 所述的三探头星敏指向标定方法,其特征在于,所说的准直是:四台电子经纬仪对三探头星敏上要准直的两个立方镜进行准直,每两台准直一个,电子经纬仪 T_1 、 T_2 对基准立方镜的两个垂直面进行准直,得到立方镜坐标系的两个坐标轴的方向,根据右手法则确定第三个坐标轴的方向,得到基准立方镜的坐标系,按上述同样方法,用电子经纬仪 T_3 、 T_4 对目标立方镜进行准直,得到目标立方镜的坐标系,准直各轴向时,采用多测回测量,减弱照准误差。

3. 根据权利要求 1 所述的三探头星敏指向标定方法,其特征在于,所说的互瞄是:不调整焦距,保持望远镜调焦为无穷远,两经纬仪望远镜相互瞄准对方发射的平行光束,由于两望远镜均发射的平行光束,当相互瞄准对方光束时,只能保证两经纬仪望远镜视准轴保持平行关系,不能实现两望远镜视准轴共线,两望远镜视准轴平行可以保证 α_1 与 α_2 的和保持不变,达到方位传递的目的,互瞄时,多测回互瞄,减弱调焦误差。

4. 根据权利要求 1 所述的三探头星敏指向标定方法,其特征在于,所说的准直解算是:四台经纬仪,分别有各种的测量坐标系,在其各自坐标系下,角度测量可以得到一条直线的水平方向和垂直方向,设水平角为 H_z ,垂直角为 V ,那么该直线在经纬仪坐标系下的方向余弦为:

$$\begin{cases} \cos \alpha = \cos V \cdot \cos H_z \\ \cos \beta = \cos V \cdot \sin H_z \\ \cos \gamma = \sin V \end{cases}$$

上式中,为了方便计算夹角,设两个准直方向的长度为单位长度, $\cos \alpha$ 、 $\cos \beta$ 、 $\cos \gamma$ 分别为测站瞄准方向向量在 X 、 Y 、 Z (X 、 Y 、 Z 为四台经纬仪各自坐标系的三轴线) 方向的投影;

利用四台经纬仪分别对两个任意放置的立方镜进行准直测量,其中经纬仪 T_1 和 T_2 准直立方镜 1 相邻的两镜面,经纬仪 T_3 和 T_4 准直立方镜 2 相邻两镜面,之后进行经纬仪互瞄,设

对于立方镜 1 准直的观测量 H_{z_n} 、 V_n ($n = 1, 2$), 对于立方镜 2 准直的观测量分别为 H_{z_m} 、 V_m ($m = 3, 4$), 四台仪器互瞄水平角观测量为 $H_{z_{nm}}$ ($n, m = 1, 2, 3, 4$)。首先对图中各经纬仪的互瞄方向进行室内方位传递的方向平差, 如果互瞄仪器之间有遮挡可不进行互瞄, 但必须保证经纬仪 T_1 、 T_2 和 T_3 、 T_4 之间至少有一条互瞄路线, 以进行方位的传递。设在测量坐标系下各准直方向的向量为 \vec{z}_t (i_t, j_t, k_t $t = 1, 2, 3, 4$), 由公式 (1-1) 建立方程, 得到各准直方向的方向余弦为:

$$\begin{aligned} i_t &= \cos v_t \cdot \cos \beta_t \\ j_t &= \cos v_t \cdot \sin \beta_t \quad t = 1, 2, 3, 4 \\ k_t &= \sin v_t \end{aligned}$$

其中 β_t 为各准直方向经传递后在测量坐标系下的水平角方向值, v_t 为各准直方向经传递后在测量坐标系下的垂直角方向值;

对各准直方向进行坐标轴的正交性修正, 由 \vec{z}_1 和 \vec{z}_2 作叉乘得到立方镜 1 的姿态, \vec{z}_3 和 \vec{z}_4 作叉乘得到立方镜 2 的姿态, 即分别有立方镜 1 相对于测量坐标系的旋转矩阵 R_1 和立方镜 2 相对于测量坐标系的旋转矩阵 R_2 。利用方向余弦坐标转换法可以方便地得到立方镜 1 相对于立方镜 2 的旋转矩阵为 $R_{12} = R_2^{-1} \cdot R_1$, 由此实现了两个立方镜间的姿态传递。

三探头星敏指向标定方法

一、技术领域

[0001] 本发明涉及工业测量,特别是一种三探头星敏指向标定方法。

二、背景技术

[0002] 三探头星敏是由三个星敏传感器探头组成。星敏传感器各探头上有个基准立方镜(如图1),每个星敏测量坐标系均用安装在其上的立方镜来恢复,各星敏测量坐标系Z轴间角度设计值约为 60° 。为了保证精度,必须在制造与试验的各个过程中进行每个星敏测量坐标系之间的转换矩阵的标定工作。

[0003] 三探头星敏指向标定系统由三探头星敏传感器、三探头星敏指向标定测量软件、4台经纬仪联机构成测量系统。通过三探头星敏指向标定系统,使用四台经纬仪对任意两个立方镜进行准直测量,解算出它们之间的旋转矩阵。

[0004] 由于测量的精度要求高,普通的准直测量方法,由于采用调焦测量,易产生调焦误差,无法达到标定精度要求和测量精度要求。因此,如何采用测量过程中不调焦测量,通过调焦误差的完全消除,达到标定精度的要求,是需要解决的技术难题。

三、发明内容

[0005] 针对上述情况,为克服现有技术缺陷,本发明之目的就是提供一种三探头星敏指向标定方法,可有效解决三探头星敏指向标定精度和测量精度要求的问题,其解决的技术方案是,先对三个立方镜两两互相组合,然后将四台经纬仪联机,再用四台经纬仪分别对互相组合后的两个立方镜同时准直并记录数据,之后,两两互瞄,记录互瞄数据,最后解算求出两基准立方镜之间的旋转矩阵,本发明操作简单、方便,标定速度快,不用调焦测量,精度高,可有效解决三探头星敏指向标定精度和测量精度要求的问题。

四、附图说明

[0006] 图1为本发明的三探头星敏的立方镜示意图。

[0007] 图2为本发明的三探头星敏指向标定流程图。

[0008] 图3为本发明准直立方镜示意图。

[0009] 图4为本发明立方镜精密准直法的方位传递示意图。

[0010] 图5为本发明立方镜姿态传递示意图。

五、具体实施方式

[0011] 以下结合流程图本发明的具体实施方式作详细说明。

[0012] 由图2所示,本发明在具体实施中,先对三个立方镜 Z_a 、 Z_b 、 Z_c 两两互相组合,即立方镜 Z_a 、 Z_b 、立方镜 Z_a 、 Z_c 、立方镜 Z_b 、 Z_c 两两互相组合成三组,先将四台经纬仪联机,再用四台经纬仪分别对互相组合后的两个立方镜同时准直,之后,两两互瞄,解算求出两基准立方镜之间的旋转矩阵,具体由以下步骤实现:

[0013] 1、设 3 个立方镜分别为 Z_a 、 Z_b 、 Z_c ，4 台经纬仪分别为 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 ，将三探头星敏放在一个固定位置，不动，用 4 台经纬仪分别要对准直的 3 个立方镜两两进行准直，即用 4 台经纬仪分别对互相两两组合后的两个立方镜同时进行准直；

[0014] 2、用三探头星敏指向标定测量软件，将 4 台经纬仪联机，编辑立方镜的名字、长、宽、高、立方镜坐标原点位置、第一准直轴向、第二准直轴向，立方镜的名字、长、宽、高等，手动输入，其余在各自下拉框中选择；

[0015] 3、利用三探头星敏指向标定系统进行测量，该标定系统由三探头星敏感器、三探头星敏指向标定测量软件和 4 台电子经纬仪组成，三探头星敏指向标定测量软件采用郑州辰维科技股份有限公司研发的市用三探头星敏指向标定测量软件，电子经纬仪采用瑞士徕卡公司生产的 TM5100A 电子经纬仪，利用三探头星敏指向标定测量软件，先对立方镜进行准直测量，以其中一个为基准立方镜，另一个为目标立方镜，记录测量值，得准直测量数据；然后四台电子经纬仪两两互瞄，记录测量值，得互瞄测量数据；整个测量过程中为了保证测量精度，测量过程中不进行任何调焦，并采用多测回（即多次重复测量）的方式，减弱照准误差，得准直与互瞄的测量数据；

[0016] 4、利用准直与互瞄测量数据，通过三探头星敏指向标定测量软件准直解算功能，得到两个立方镜坐标系的旋转矩阵参数 $(X_0, Y_0, Z_0, R_x, R_y, R_z)$ ，其中 X_0, Y_0, Z_0 为平移参数， R_x, R_y, R_z 为旋转参数，准直解算出的结果参数是目标立方镜相对于基准立方镜的旋转参数；

[0017] 所说的准直（准直测量）是：四台电子经纬仪对三探头星敏上要准直的两个立方镜进行准直，每两台准直一个。如图 3 所示，电子经纬仪 T_1 、 T_2 对基准立方镜的两个垂直面进行准直，得到立方镜坐标系的两个坐标轴的方向，根据右手法则确定第三个坐标轴的方向，这样也就是得到了基准立方镜的坐标系，按上述同样方法，用电子经纬仪 T_3 、 T_4 对目标立方镜进行准直，得到目标立方镜的坐标系，准直各轴向时，采用多测回测量，减弱照准误差；

[0018] 所说的互瞄是：不调整焦距，保持望远镜调焦为无穷远，两经纬仪望远镜相互瞄准对方发射的平行光束，由于两望远镜均发射的平行光束，当相互瞄准对方光束时，只能保证两经纬仪望远镜视准轴保持平行关系，不能实现两望远镜视准轴共线。但只要两望远镜视准轴平行可以保证 α_1 与 α_2 的和保持不变（如图 4），同样可以达到方位传递的目的。互瞄时，多测回互瞄，减弱调焦误差；

[0019] 所说的准直解算是：四台经纬仪，分别有各种的测量坐标系，在其各自坐标系下，角度测量可以得到一条直线的水平方向和垂直方向，设水平角为 H_z ，垂直角为 V ，那么该直线在经纬仪坐标系下的方向余弦为：

$$[0020] \quad \begin{cases} \cos \alpha = \cos V \cdot \cos H_z \\ \cos \beta = \cos V \cdot \sin H_z \\ \cos \gamma = \sin V \end{cases} \text{式 (1-1)}$$

[0021] 上式中，为了方便计算夹角，设两个准直方向的长度为单位长度， $\cos \alpha$ 、 $\cos \beta$ 、 $\cos \gamma$ 分别为测站瞄准方向向量在 X、Y、Z（X、Y、Z 为四台经纬仪各自坐标系的三轴线）方向的投影；

[0022] 利用四台经纬仪分别对两个任意放置的立方镜进行准直测量，其中经纬仪 T_1 和 T_2 准直立方镜 1 相邻的两镜面，经纬仪 T_3 和 T_4 准直立方镜 2 相邻两镜面，之后进行经纬仪互

瞄,如图 5 所示。设对于立方镜 1 准直的观测量 H_{z_n} 、 V_n ($n = 1, 2$), 对于立方镜 2 准直的观测量分别为 H_{z_m} 、 V_m ($m = 3, 4$), 四台仪器互瞄水平角观测量为 $H_{z_{nm}}$ ($n, m = 1, 2, 3, 4$)。首先对图中各经纬仪的互瞄方向进行室内方位传递的方向平差, 如果互瞄仪器之间有遮挡可不进行互瞄, 但必须保证经纬仪 T_1 、 T_2 和 T_3 、 T_4 之间至少有一条互瞄路线, 以进行方位的传递。设在测量坐标系下各准直方向的向量为 \vec{z}_t (i_t, j_t, k_t $t = 1, 2, 3, 4$), 由公式 (1-1) 建立方程, 得到各准直方向的方向余弦为:

$$[0023] \quad i_t = \cos v_t \cdot \cos \beta_t$$

$$[0024] \quad j_t = \cos v_t \cdot \sin \beta_t \quad t = (1, 2, 3, 4) \quad (1-2)$$

$$[0025] \quad k_t = \sin v_t$$

[0026] 其中 β_t 为各准直方向经传递后在测量坐标系下的水平角方向值, v_t 为各准直方向经传递后在测量坐标系下的垂直角方向值

[0027] 对各准直方向进行坐标轴的正交性修正, 由 \vec{z}_1 和 \vec{z}_2 作叉乘得到立方镜 1 的姿态, \vec{z}_3 和 \vec{z}_4 作叉乘得到立方镜 2 的姿态, 即分别有立方镜 1 相对于测量坐标系的旋转矩阵 R_1 和立方镜 2 相对于测量坐标系的旋转矩阵 R_2 。利用方向余弦坐标转换法可以方便地得到立方镜 1 相对于立方镜 2 的旋转矩阵为 $R_{12} = R_2^{-1} \cdot R_1$, 由此实现了两个立方镜间的姿态传递。

[0028] 由上述表明, 本发明是针对星敏传感器测量坐标系间的转换矩阵的标定而设计的一种标定方法, 标定包括星敏传感器上的三个基准立方镜 Z_a 、 Z_b 、 Z_c , 是利用三探头星敏指向标定系统对各个立方镜进行准直测量, 从而计算出他们之间的旋转矩阵, 该标定方法具有以下突出的特点:

[0029] (1) 标定场建立方便, 可以在实验室里建立;

[0030] (2) 标定时采用不调焦测量, 从而提高了精度, 精度为 $5''$ 。

[0031] (3) 标定时采用多测回测量, 减弱照准误差。

[0032] (4) 标定过程简单, 不需要具有相关专业背景的人员参加也可以完成标定工作;

[0033] (5) 标定速度快, 为原来的三分之一。

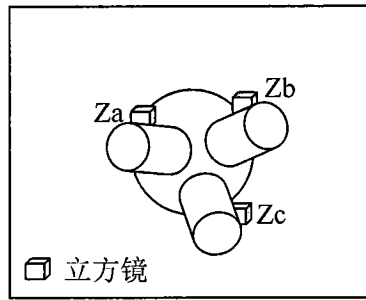


图 1

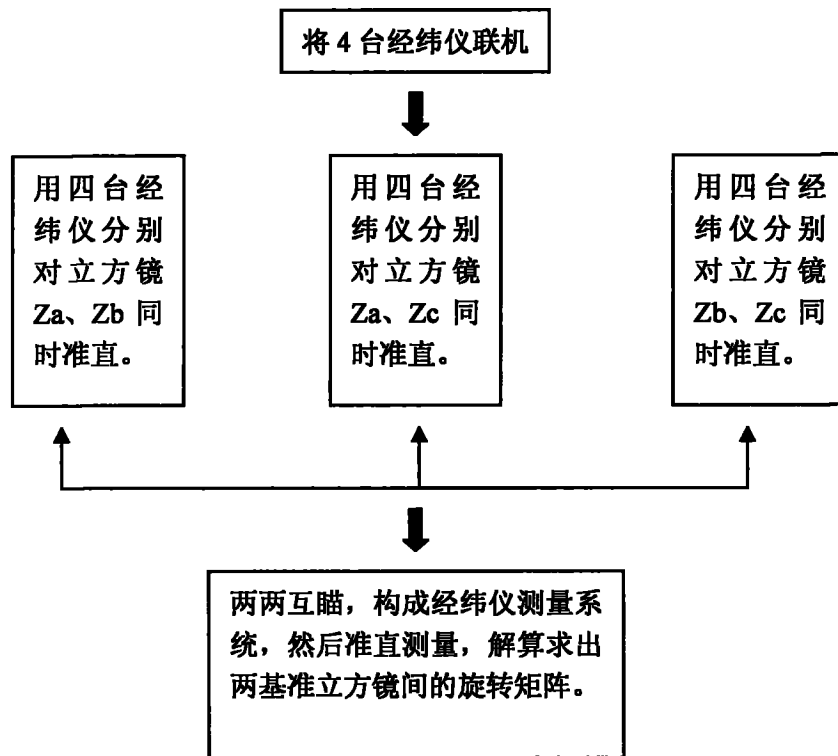


图 2

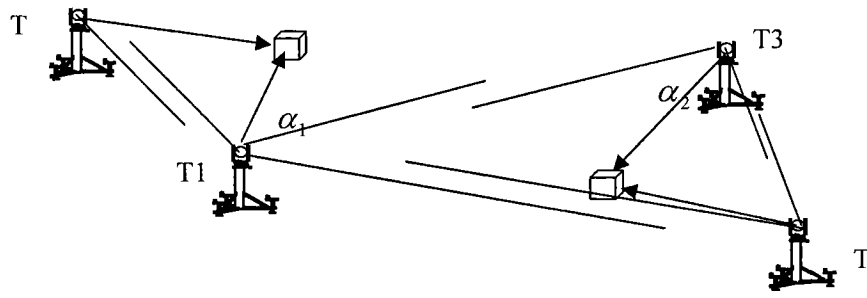


图 3

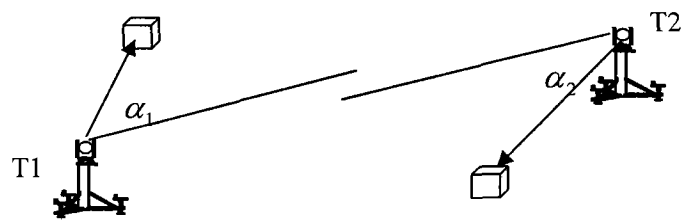


图 4

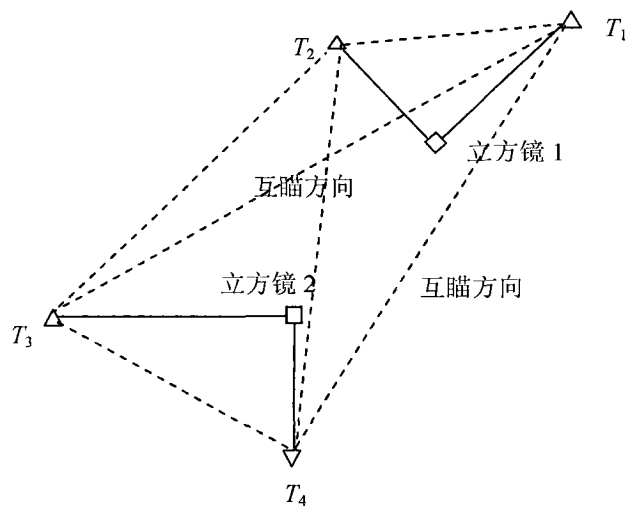


图 5