



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106524924 B

(45)授权公告日 2020.04.14

(21)申请号 201611062579.X

(22)申请日 2016.11.25

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106524924 A

(43)申请公布日 2017.03.22

(73)专利权人 闫东坤

地址 100021 北京市朝阳区潘家园华威西里23号楼6单元503

(72)发明人 闫东坤 孔晓冉

(51)Int.Cl.

G01B 11/02(2006.01)

G01C 21/16(2006.01)

审查员 张文英

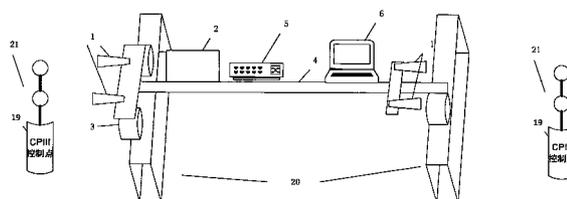
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种基于光学惯性组合的轨检车位置姿态测量系统及方法

(57)摘要

一种基于光学惯性组合的轨检车位置姿态测量系统及方法,包括:光学成像定位系统、惯性测量单元、里程仪、轨道测量车架、数据采集板和中心计算机;光学成像定位系统计算轨道测量车架位置;惯性测量单元测量轨道测量车架运动角速度和加速度;里程仪测量轨道测量车架运行里程;数据采集板采集光学成像定位系统数据、惯性测量单元数据及里程仪数据,发送到中心计算机;中心计算机接收并利用惯性测量单元数据及里程仪数据进行航位递推;利用光学成像定位系统位置姿态数据与航位递推数据进行基于Kalman滤波的前向迭代融合,得到轨检车位置及姿态信息。本发明可实现轨检车位置姿态的连续动态高精度测量,适用于铁路轨道几何参数测量。



1. 一种基于光学惯性组合的轨检车位置姿态测量系统进行位置姿态测量的方法,其特征在于:所述的位置姿态测量系统包括光学成像定位系统(1)、惯性测量单元(2)、里程仪(3)、轨道测量车架(4)、数据采集板(5)、中心计算机(6)和光学刚体(21);光学成像定位系统(1)包含四个摄像头,分成两组,每组两个摄像头,相向180度分别置于轨道测量车架(4)两侧,轨道(20)左右两侧CPⅢ控制点(19)分别放置光学刚体(21),光学成像定位系统(1)对轨道(20)左右两侧CPⅢ控制点(19)放置的光学刚体(21)进行一次成像,得到两个光学刚体上四个光点坐标,通过四个光点坐标解算光学成像定位系统(1)的位置及姿态;惯性测量单元(2)包含三支陀螺仪(7)和三支加速度计(8),分别用于测量轨道测量车架(4)运动过程中的三轴角速度和三轴加速度;里程仪(3)用于测量轨道测量车架(4)的运行里程;轨道测量车架(4)为刚性T型结构,用于在轨道(20)上运行,反映轨道(20)的几何参数状态;数据采集板(5)采集光学成像定位系统(1)的位置姿态数据、惯性测量单元(2)的三轴角速度和三轴加速度数据及里程仪(3)的里程数据,并将数据发送到中心计算机(6);中心计算机(6)接收到上述数据,并利用惯性测量单元(2)的数据及里程仪(3)的数据进行航位递推;利用光学成像定位系统(1)的位置姿态数据与航位递推数据进行基于Kalman滤波的前向迭代融合,计算得到轨检车的位置及姿态信息,所述光学刚体(21)包含两个有源或无源光点,两个光点相对位置及光点大小已知,呈哑铃状,垂直方向分布,通过连接杆安装于CPⅢ控制点(19);所述的基于光学惯性组合的轨检车位置姿态测量系统进行位置姿态测量方法,包括以下步骤:

步骤(1):轨道测量车架(4)在轨道(20)上移动;

步骤(2):惯性测量单元(2)测量轨道测量车架的角速度及加速度数据,里程仪(3)测量轨道测量车架(4)的运行里程数据;

步骤(3):利用惯性测量单元(2)数据及里程仪(3)数据进行航位递推;

步骤(4):轨道测量车架(4)移动到光学成像定位系统(1)对光学刚体(21)的可视范围内时,光学成像定位系统(1)对预先放置于轨道(20)左右两侧CPⅢ控制点(19)的两个光学刚体(21)进行一次成像,计算得到光学成像定位系统的位置及姿态;

步骤(5):利用光学成像定位系统(1)的位置姿态数据与航位递推数据进行基于Kalman滤波的前向迭代融合,计算得到轨道测量车架(4)的位置及姿态信息;

其中,所述步骤(4)中的光学成像定位系统(1)的位置及姿态解算流程如下:

步骤(a):轨道(20)左右两侧CPⅢ控制点(19)分别放置光学刚体(21);

步骤(b):利用光学成像定位系统对两个光学刚体(21)进行一次成像,得到四个光点坐标;

步骤(c):通过四个光点坐标利用光学立体成像解算光学成像定位系统(1)的位置及姿态。

## 一种基于光学惯性组合的轨检车位置姿态测量系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于光学惯性组合的轨检车位置姿态测量系统,适用于铁路轨道几何参数测量及形变检测。

### 背景技术

[0002] 目前,随着我国经济的快速发展,轨道交通得到迅速发展,同时列车运行速度快,运行里程长对于列车的安全运行提出越来越高的要求,因此高精度、高效率的铁路轨道检测对列车安全运行有重要意义,轨道检测设备是保证铁路运行安全的重要设备。

[0003] 目前轨道检测设备主要分为两种:基于全站仪的光学检测设备和基于陀螺仪的惯性检测设备。光学检测设备精度高,但是效率低;惯性检测设备检测效率高,但是检测精度低。根据国家专利局检索中心专利查询,有专利提出基于INS与全站仪组合的轨道几何状态测量系统及方法,申请号是:201410089658.4,该专利利用全站仪对轨道测量小车或轨道特定断面进行测量,获取全站仪测量值,将全站仪测量值用作量测更新,并与INS原始测量值进行数据融合,解算得到高精度的轨道定位定姿结果,该专利测量效率较基于全站仪的光学检测设备效率有所提高,但全站仪测量过程仍然需要静止,测量效率仍然较低。有专利提出一种动态环境下轨道检测平台的三维定位定姿方法及系统,申请号是:201610010650.3,该专利利用双目立体相机的位置和姿态作为带权观测值输入INS/OD 导航系统进行松组合滤波、平滑及内插处理,得到轨道检测平台的位置和姿态,该专利利用双目立体相机对多个CPIII控制点进行拍照,获取多张控制点图片,该过程需要在静止状态完成,并根据立体后交得到双目立体相机的位置和姿态,该专利方法数据运算量大,立体后交定位精度低,且无法实现无静止连续动态测量;松组合滤波、平滑及内插处理得到的两次组合中间位置的轨道检测平台位置和姿态精度低。

### 发明内容

[0004] 本发明的技术解决的问题是:克服现有技术的不足,提供一种精度高、动态连续测量、操作简便的一种基于光学惯性组合的轨检车位置姿态测量系统及方法。

[0005] 为达到上述目的,本发明采用的技术方案为:

[0006] 一种基于光学惯性组合的轨检车位置姿态测量系统,包括:光学成像定位系统1、惯性测量单元2、里程仪3、轨道测量车架4、数据采集板5、中心计算机6和光学刚体21;光学成像定位系统1包含四个摄像头,分成两组,每组两个摄像头,相向180度分别置于轨道测量车架4两侧,轨道20左右两侧CPIII控制点19分别放置光学刚体21,每个光学刚体21包括两个光点,两个光点相对位置及光点大小已知,光学成像定位系统1对轨道20左右两侧CPIII控制点19放置的光学刚体21进行一次成像,得到两个光学刚体上四个光点坐标,通过四个光点坐标解算光学成像定位系统1的位置及姿态;惯性测量单元2包含三支陀螺仪7和三支加速度计8,分别用于测量轨道测量车架4运动过程中的三轴角速度和三轴加速度;里程仪3用于测量轨道测量车架4运行里程;轨道测量车架4为刚性T型结构,用于在轨道20上运行,

反映轨道20几何参数状态;数据采集板5采集光学成像定位系统1位置姿态数据、惯性测量单元2三轴角速度和三轴加速度数据及里程仪3里程数据,并将数据发送到中心计算机6;中心计算机6接收到上述数据,并利用惯性测量单元2数据及里程仪3数据进行航位递推;利用光学成像定位系统1位置姿态数据与航位递推数据进行基于Kalman滤波的前向迭代融合,计算得到轨检车位置及姿态信息。

[0007] 所述系统工作流程为:

[0008] 步骤(1):轨道测量车架4在轨道20上移动;

[0009] 步骤(2):惯性测量单元2测量轨道测量车架角速度及加速度数据,里程仪3测量轨道测量车架4运行里程数据;

[0010] 步骤(3):利用惯性测量单元2数据及里程仪3数据进行航位递推;

[0011] 步骤(4):轨道测量车架4移动到光学成像定位系统1对光学刚体21的可视范围内时,光学成像定位系统1对预先放置于轨道20左右两侧CPIII控制点19的两个光学刚体21进行一次成像,计算得到光学成像定位系统的位置及姿态;

[0012] 步骤(5):利用光学成像定位系统1位置姿态数据与航位递推数据进行基于Kalman滤波的前向迭代融合,计算得到轨道测量车架4位置及姿态信息。

[0013] 所述光学成像定位系统1进行位置及姿态解算,其工作流程为:

[0014] 步骤(a):轨道20左右两侧CPIII控制点19分别放置光学刚体21;

[0015] 步骤(b):利用光学成像定位系统对两个光学刚体21进行一次成像,得到四个光点坐标;

[0016] 步骤(c):通过四个光点坐标利用光学立体成像解算光学成像定位系统1的位置及姿态;

[0017] 所述光学刚体21包含两个有源或无源光点,两个光点相对位置及光点大小已知,呈哑铃状,垂直方向分布,通过安装柱安装于CPIII控制点19。

[0018] 本发明的原理是:一种基于光学惯性组合的轨检车位置姿态测量系统,包括:光学成像定位系统、惯性测量单元、里程仪、轨道测量车架、数据采集板和中心计算机;光学成像定位系统包含四个摄像头,分成两组,每组两个摄像头,相向180度分别置于轨道测量车架两侧,用于对轨道左右两侧CPIII控制点放置的光学刚体进行一次成像,得到两个光学刚体上四个光点坐标,通过四个光点坐标解算光学成像定位系统的位置及姿态;惯性测量单元包含三支陀螺仪和三支加速度计,分别用于测量轨道测量车架运动过程中的三轴角速度和三轴加速度;里程仪用于测量轨道测量车架运行里程;轨道测量车架为刚性T型结构,用于在轨道上运行,反映轨道几何参数状态;数据采集板采集光学成像定位系统数据、惯性测量单元数据及里程仪数据,并将数据发送到中心计算机;中心计算机接收到上述数据,并利用惯性测量单元数据及里程仪数据进行航位递推;利用光学成像定位系统位置姿态数据与航位递推数据进行基于Kalman滤波的前向迭代融合,计算得到轨检车位置及姿态信息。

[0019] 本发明与现有技术相比的优点在于:

[0020] (1)本发明采用四个摄像头构成光学成像定位系统,可以在动态情况下,对轨道左右两侧CPIII控制点放置的光学刚体进行成像,并计算光学成像定位系统位置及姿态,实现了轨道检测的无静止连续动态测量;

[0021] (2)本发明采用光学成像定位系统对CPIII控制点放置的光学刚体进行一次成像,

得到两个光学刚体上四个光点坐标,通过四个光点坐标解算得到光学成像定位系统位置及姿态,计算量小,定位精度高;

[0022] (3)本发明利用惯性测量单元数据及里程仪数据进行航位递推;利用光学成像定位系统位置姿态数据与航位递推数据进行基于Kalman滤波的前向迭代融合,计算得到轨检车位置及姿态信息,计算精度高。

### 附图说明

[0023] 图1为本发明的系统组成示意图;

[0024] 图2为本发明的电器设备构成框图;

[0025] 图3为本发明工作流程图;

[0026] 图4为本发明中光学成像定位系统工作流程图;

[0027] 图5为本发明光学摄像头装配示意图;

[0028] 图6为本发明光学刚体构成示意图。

### 具体实施方式

[0029] 如图1所示,一种基于光学惯性组合的轨检车位置姿态测量系统,包括:光学成像定位系统1、惯性测量单元2、里程仪3、轨道测量车架4、数据采集板5、中心计算机6和光学刚体21,光学成像定位系统1、惯性测量单元2、里程仪3、数据采集板5和中心计算机6安装于轨道测量车架4上,轨道测量车架4为刚性T型结构,用于在轨道20上运行,反映轨道20几何参数状态,光学刚体21置于轨道20左右两侧CPIII控制点19上。

[0030] 如图2所示,为本发明电器设备构成框图:系统电器设备包括:光学成像定位系统1、惯性测量单元2、里程仪3、数据采集板5、中心计算机6;光学成像定位系统1测量轨道测量车架的位置数据;惯性测量单元2测量轨道测量车架的角速度及加速度数据;里程仪3测量轨道测量车架4的运行里程数据;数据采集板5采集上述数据,发送给中心计算机6;中心计算机6接收数据并进行数据解算;光学成像定位系统1包含四个摄像头,本实施例中摄像头采用Flex13,分成两组,每组两个摄像头,分别置于轨道测量车架4两侧,用于对轨道20左右两侧CPIII控制点19放置的光学刚体21进行一次成像,得到两个光学刚体上四个光点坐标,通过四个光点坐标解算得到光学成像定位系统1的位置及姿态;惯性测量单元2包含三支陀螺仪7和三支加速度计8,本实施例中陀螺仪采用HT-120,加速度计采用JN-06M,分别用于测量轨道测量车架4运动过程中的三轴角速度和三轴加速度;里程仪3用于测量轨道测量车架4运行里程,本实施例中采用RIA-80;数据采集板5采集光学成像定位系统1数据、惯性测量单元2数据及里程仪3数据,并将数据发送到中心计算机6,本实施例中中心计算机6采用CF-314高可靠性笔记本;CF-314高可靠性笔记本接收到上述数据,并利用惯性测量单元2数据及里程仪3数据进行航位递推;利用光学成像定位系统1位置姿态数据与航位递推数据进行基于Kalman滤波的前向迭代融合,计算得到轨检车位置及姿态信息。

[0031] 如图3所示,为本发明系统工作流程:

[0032] 步骤(1):轨道测量车架4在轨道20上移动;

[0033] 步骤(2):惯性测量单元2利用陀螺仪HT-120,加速度计JN-06M,分别测量轨道测量车架4的角速度及加速度数据,里程仪RIA-80测量轨道测量车架4的运行里程数据;

[0034] 步骤(3):数据采集板5采集惯性测量单元2的角速度数据、加速度数据及里程仪RIA-80的里程数据发送给CF-314,CF-314利用接收到的数据进行航位递推;

[0035] 步骤(4):轨道测量车架4移动到光学成像定位系统1对CPIII的可视范围内时,光学成像定位系统1利用Flex13摄像头对预先放置于轨道20左右两侧CPIII控制点19的两个光学刚体21进行一次成像,通过光学刚体21上四个光点坐标计算得到光学成像定位系统的位置及姿态;

[0036] 步骤(5):CF-314利用光学成像定位系统1位置姿态数据与航位递推数据的对比,作为Kalman滤波的观测量,进行基于Kalman滤波的前向迭代融合,计算得到轨检车位置及姿态信息。

[0037] 如图4所示,为本发明中光学成像定位系统1工作流程:

[0038] 步骤(a):轨道20左右两侧CPIII控制点19分别放置光学刚体21,每个光学刚体21包括两个光点,两个光点相对位置及光点大小已知;

[0039] 步骤(b):光学成像定位系统1利用Flex13摄像头对两个光学刚体进行一次成像,得到四个光点坐标;

[0040] 步骤(c):通过四个光点坐标解算得到光学成像定位系统1的位置及姿态。

[0041] 如图5所示,为本发明光学摄像头装配图:四个光学摄像头,分别为第一摄像头9、第二摄像头10、第三摄像头11、第四摄像头12,共同构成图1中的光学成像定位系统1,四个光学摄像头分成两组,其中第一摄像头9和第二摄像头10构成一组,安装于T型轨道测量车架4的短臂处,第三摄像头11和第四摄像头12构成一组,通过安装杆14安装于T型轨道测量车架4的长臂处,两组摄像头相向180度安装,四个光学摄像头构成四目光学成像定位系统。

[0042] 如图6所示,为本发明光学刚体21构成示意图:光学刚体21包含光点15和光点16两个有源或无源光点,两个光点通过连接杆17连接,连接杆17的长度已知,光学刚体21通过连接杆18垂直方向安装于CPIII控制点19上,连接杆18的长度已知,通过CPIII控制点19坐标可以计算得到光点15和光点16坐标。

[0043] 本发明说明书中未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员公知的现有技术。

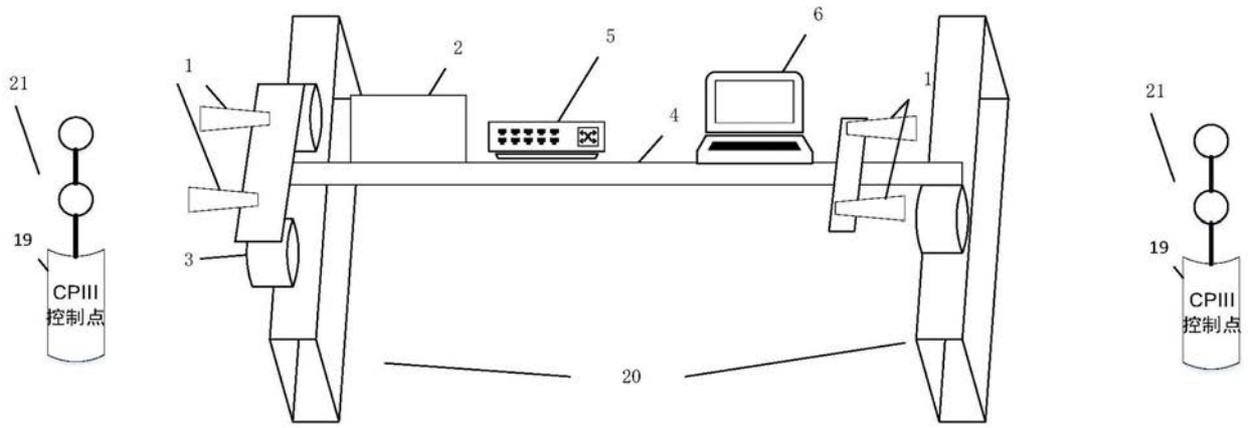


图1

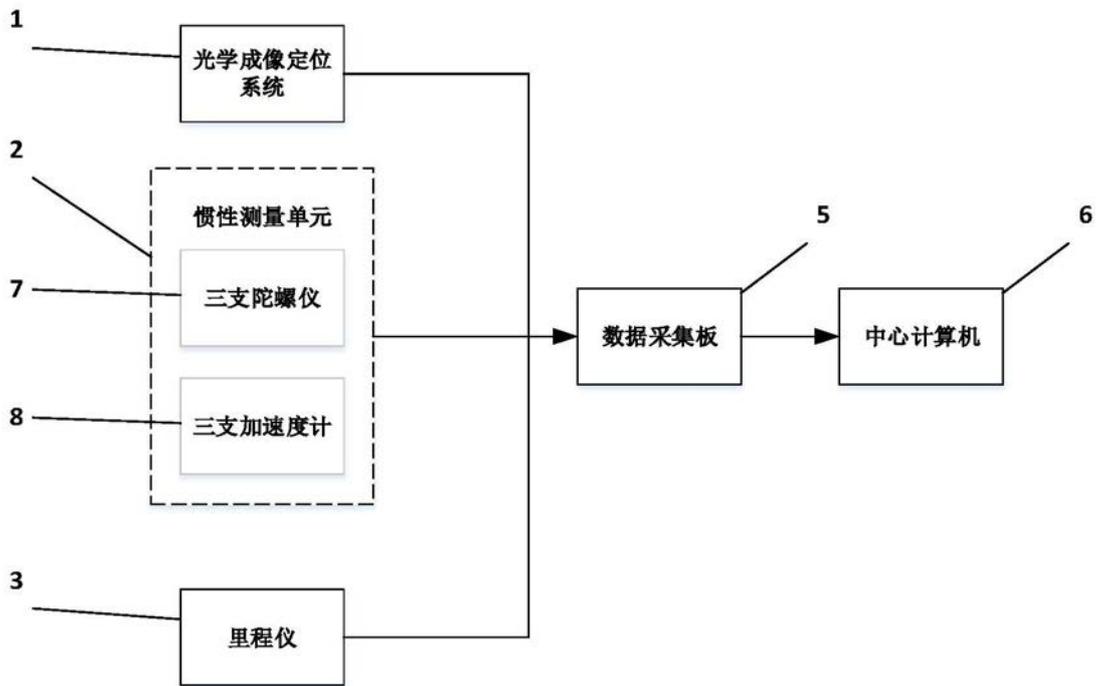


图2

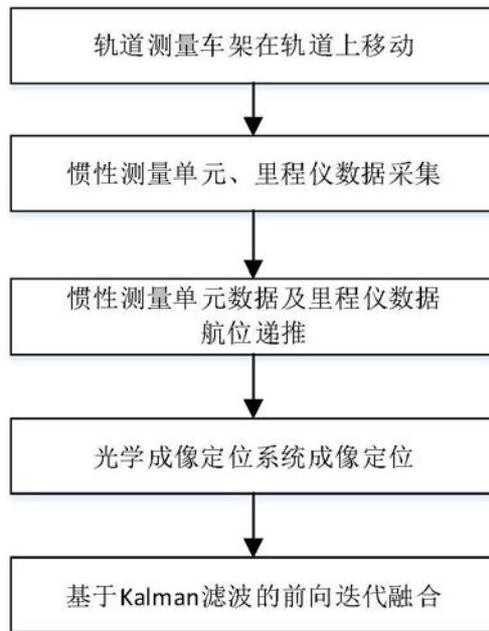


图3

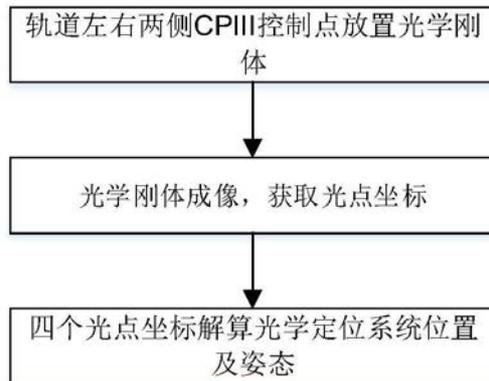


图4

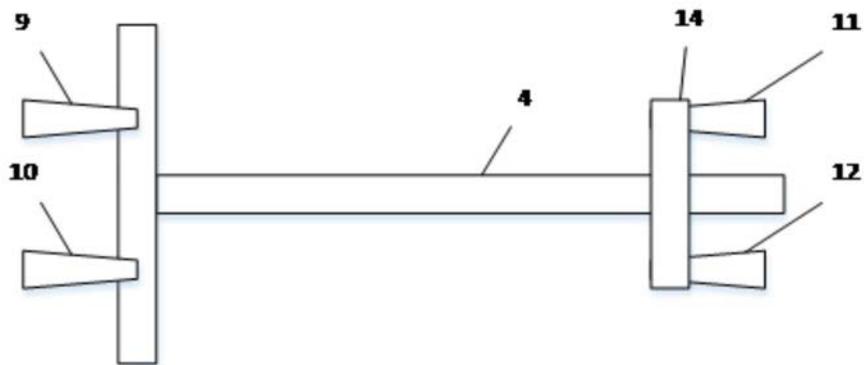


图5

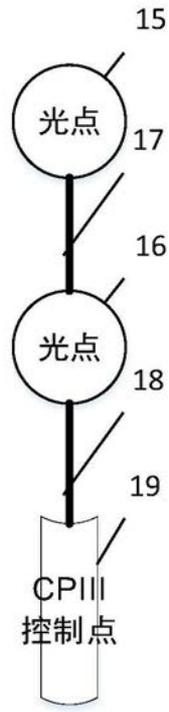


图6