



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102735263 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 17

(21) 申请号 201210209164. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 06. 25

G01C 25/00(2006. 01)

(66) 本国优先权数据

201210058969. 5 2012. 03. 08 CN

(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 吉林省长春市东南湖大路 3888 号

(72) 发明人 武星星 刘金国

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 陶尊新

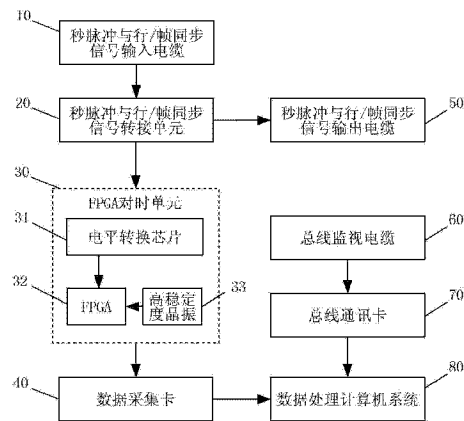
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 2 页

(54) 发明名称

空间立体测绘相机时间同步精度的全程实时检测系统和方法

(57) 摘要

空间立体测绘相机时间同步精度的全程实时检测系统和方法, 涉及空间立体测绘相机, 它解决现有常规仪器无法长期实时检测空间立体测绘相机工作过程中相机时间同步误差的动态变化的问题, 该系统包括秒脉冲与行 / 帧同步信号输入电缆、秒脉冲与行 / 帧同步信号转接单元、秒脉冲与行 / 帧同步信号输出电缆、FPGA 对时单元、数据采集卡、总线监视电缆、总线通讯卡和数据处理计算机系统; 该方法通过监视总线的方式, 从内部总线上直接接收图像对时信息, 显著减少分离图像数据和提取图像对时信息的时间。实现空间立体测绘相机时间同步精度的实时测量、记录与显示。本发明可以在空间立体测绘相机摄影过程中实时检测并全程记录相机时间同步误差的动态变化。



1. 一种空间立体测绘相机时间同步精度的全程实时检测系统,该系统包括秒脉冲与行/帧同步信号输入电缆(10)、秒脉冲与行/帧同步信号转接单元(20)、秒脉冲与行/帧同步信号输出电缆(50)、FPGA 对时单元(30)、数据采集卡(40)、总线监视电缆(60)、总线通讯卡(70) 和数据处理计算机系统(80);其特征是,

所述秒脉冲与行/帧同步信号输入电缆(10)和秒脉冲与行/帧同步信号转接单元(20)连接,所述秒脉冲与行/帧同步信号转接单元(20)接收秒脉冲与行/帧同步信号输入电缆(10)输入的GPS秒脉冲信号和行/帧同步信号,并将GPS秒脉冲信号和行/帧同步信号分为两路,一路GPS秒脉冲信号和行/帧同步信号送至FPGA对时单元(30),另一路GPS秒脉冲信号和行/帧同步信号送至秒脉冲与行/帧同步信号输出电缆(50);所述秒脉冲与行/帧同步信号输出电缆(50)将GPS秒脉冲信号与行/帧同步信号传送至空间立体测绘相机控制器;

所述FPGA对时单元(30)和数据采集卡(40)连接,FPGA对时单元(30)由电平转换芯片(31)、FPGA(32)和高稳定度晶振(33)组成,电平转换芯片(31)将GPS秒脉冲信号和行/帧同步信号转换为TTL电平信号;所述FPGA(32)接收TTL电平信号和高稳定度晶振(33)产生的时钟信号;FPGA(32)根据GPS秒脉冲信号、行/帧同步信号和时钟信号产生FPGA对时数据,每行产生一组FPGA对时数据和数据发送触发信号,所述FPGA对时单元(30)将FPGA对时数据和数据发送触发信号发送至数据采集卡(40);

所述数据采集卡(40)接收FPGA对时单元(30)发送的FPGA对时数据和数据发送触发信号,并发送至数据处理计算机系统(80);

所述总线监视电缆(60)连接在空间立体测绘相机成像单元和空间立体测绘相机控制器之间的通信总线上,总线监视电缆(60)接收空间立体测绘相机控制器发送给空间立体测绘相机成像单元的图像对时信息,并发送至总线通讯卡(70);

所述总线通讯卡(70)接收总线监视电缆(60)传送的图像对时信息,并将接收的图像对时信息传送至数据处理计算机系统(80);

所述数据处理计算机系统(80)和数据采集卡(40)及总线通讯卡(70)连接,数据处理计算机系统(80)由数据处理计算机、数据接收存储软件和数据处理软件组成,所述数据处理计算机和数据接收存储软件接收数据采集卡(40)传送的FPGA对时数据和总线通讯卡(70)传送的图像对时信息以文件的形式存储在硬盘上;所述数据处理软件从硬盘中读取图像对时信息和FPGA对时数据,计算得到每一行对应的相机时间同步误差,并将获得的结果记录在硬盘中,并以曲线的形式实时显示。

2. 根据权利要求1所述的空间立体测绘相机时间同步精度的全程实时检测系统,其特征在于,所述秒脉冲与行/帧同步信号输入电缆(10)接收卫星上GPS接收机发送的GPS秒脉冲信号或地面测试用GPS仿真设备发送的GPS秒脉冲信号,并将接收的GPS秒脉冲信号传送至秒脉冲与行/帧同步信号转接单元(20)。

3. 根据权利要求1所述的空间立体测绘相机时间同步精度的全程实时检测系统,其特征在于,所述秒脉冲与行/帧同步信号输入电缆(10)和秒脉冲与行/帧同步信号输出电缆(50)传递除GPS秒脉冲信号和行/帧同步信号以外的行周期信号、时钟信号以及复位信号,并经秒脉冲与行/帧同步信号转接单元(20)和秒脉冲与行/帧同步信号输出电缆(50)直接输出至空间立体测绘相机控制器。

4. 根据权利要求 1 所述的空间立体测绘相机时间同步精度的全程实时检测系统,其特征是,所述秒脉冲与行/帧同步信号输入电缆(10)由 GPS 秒脉冲电缆和行/帧同步信号电缆组成,所述 GPS 秒脉冲电缆传递卫星上 GPS 接收机或地面测试用 GPS 仿真设备发送的 GPS 秒脉冲信号;行/帧同步信号电缆接收空间立体测绘相机成像单元发送的行/帧同步信号。

5. 根据权利要求 1 所述的空间立体测绘相机时间同步精度的全程实时检测系统,其特征是,所述数据采集卡(40)安装在数据处理计算机的主板插槽内,总线通讯卡(70)安装在数据处理计算机的主板插槽内或连接在数据处理计算机的 USB 口上。

6. 空间立体测绘相机时间同步精度全程实时检测方法,其特征是,该方法由以下步骤实现:

步骤 A、断开 GPS 接收机或 GPS 仿真设备和空间立体测绘相机控制器之间的 GPS 秒脉冲连接电缆,断开空间立体测绘成像单元和空间立体测绘相机控制器之间包含行/帧同步信号的电缆;将秒脉冲与行/帧同步信号输入电缆(10)的输入端连在 GPS 接收机或 GPS 仿真设备的 GPS 秒脉冲输出接口和空间立体测绘成像单元的行/帧同步信号输出接口;将秒脉冲与行/帧同步信号输入电缆(10)的输出端连接在秒脉冲与行/帧同步信号转接单元(20)上;秒脉冲与行/帧同步信号输出电缆(50)的输入端连接在秒脉冲与行/帧同步信号转接单元(20)上,将秒脉冲与行/帧同步信号输出电缆(50)的输出端连接在空间立体测绘相机控制器的秒脉冲和行/帧同步信号输入接口上,进入步骤 B;

步骤 B、对 FPGA 对时单元(30)进行复位,设置 GPS 接收机或 GPS 仿真设备发送给空间立体测绘相机控制器的时标值和发送给秒脉冲与行/帧同步信号转接单元(20)的秒脉冲个数一一对应,然后 GPS 接收机或 GPS 仿真设备开始发送 GPS 秒脉冲和时标值,进入步骤 C;

步骤 C、秒脉冲与行/帧同步信号转接单元(20)将 GPS 秒脉冲信号和行/帧同步信号分为两路,将其中一路 GPS 秒脉冲信号和行/帧同步信号送至 FPGA 对时单元(30),另一路 GPS 秒脉冲信号和行/帧同步信号通过秒脉冲与行/帧同步信号输出电缆(50)送至空间立体测绘相机控制器,进入步骤 D;

步骤 D、FPGA 对时单元(30)在 FPGA(32)内部构造三个计数器,行/帧同步计数器对行/帧同步信号的下降沿计数产生行/帧号,秒计数器对 GPS 秒脉冲的下降沿计数产生系统时间的秒值,微秒计数器对高稳定度晶振(33)产生的时钟信号的上升沿进行计数得到系统时间的微秒值;当系统复位时设置秒计数器值和微秒计数器值的初始值为 0,设置行/帧同步计数器的初始值为 1;在 GPS 秒脉冲的下降沿对微秒计数器值清零,完成对时;用行/帧同步信号的上升沿对行/帧同步计数器值、秒计数器值和微秒计数器值锁存,产生一组由行/帧号、该行/帧对应的秒值和微秒值组成的 FPGA 对时数据;将 FPGA 对时数据和行/帧同步信号延迟后生成数据发送触发信号发送至数据采集卡(40),进入步骤 E;

步骤 E、总线通讯卡(70)通过总线监视电缆(60)接收相机控制器发送给空间立体测绘相机成像单元的图像对时信息,发送给数据处理计算机系统(80);数据采集卡(40)将采集到的 FPGA 对时数据发送给数据处理计算机系统(80),进入步骤 F;

步骤 F、数据处理计算机系统(80)接收数据采集卡(40)传送的 FPGA 对时数据并以文件的形式存储在硬盘上,同时接收总线通讯卡(70)传送的图像对时信息并以文件的形式存储在硬盘上;数据处理软件从硬盘中读取图像对时信息和 FPGA 对时数据,比较图像对时

信息和 FPGA 对时数据中相同行 / 帧号对应的秒值和微秒值的差, 得到该行对应的相机时间同步误差, 相机时间同步误差数据记录在硬盘中, 并以曲线的形式显示。

7. 根据权利要求 6 所述的空间立体测绘相机时间同步精度全程实时检测方法, 其特征在于, 在摄影过程中, 数据处理计算机系统 (80) 每隔一段时间将新收到的 FPGA 对时数据和图像对时信息向硬盘写入一次, 每次写入形成新的 FPGA 对时数据文件和图像对时信息文件, 数据处理软件定时读取最新的 FPGA 对时数据文件和图像对时信息文件, 经过比较计算得到对应行的相机时间同步误差, 实时显示并记录在硬盘中; FPGA 对时数据文件和图像对时信息文件的读取频率为写入频率的两倍。

## 空间立体测绘相机时间同步精度的全程实时检测系统和方 法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及空间立体测绘相机,具体涉及空间立体测绘相机时间同步精度全程实时检测系统和方法。

### 背景技术

[0002] 空间立体测绘相机以卫星为平台,通过获取的立体影像和姿态、轨道位置等信息,测制地球和其他星球表面的数字地图、数字高程图和数字正射影像图,在军事、救灾减灾、城市规划、资源普查等领域发挥重要作用。由于卫星在飞行中位置和姿态不断变化,如果相机时间同步精度不高,即使轨道定位精度和姿态测量精度很高,也会因为影像和位置、姿态等不对应而导致空间立体测绘相机测绘精度的降低,因此相机时间同步精度是空间立体测绘相机测绘精度的重要影响因素。

[0003] 空间立体测绘相机接收 GPS 接收机发送的 GPS 秒脉冲和时标信息建立相机时间系统,在摄影过程中定时采集图像对时信息,图像对时信息由某一行 / 帧图像的行 / 帧号、该行 / 帧图像曝光起始时刻的秒值和微秒值组成。相机时间同步误差是图像对时信息中记录的某一行 / 帧图像的时间和曝光起始时刻的真实时间(以时间同步源即 GPS 接收机时间系统为基准)的差值。当空间立体测绘相机的成像单元采用线阵 CCD 时,返回行同步信号,当采用面阵 CCD 时返回帧同步信号,行同步信号或帧同步信号的边沿代表曝光起始时刻。

[0004] 空间立体测绘相机的相机控制器除了建立高精度的时间系统外,同时要完成复杂的像移速度计算、与星务主机通讯、控制成像单元和调焦等多项任务,因此一般采用中央处理单元(CPU)或数字信号处理器(DSP)为核心处理元件。由于相机控制器以软件的方式来实现时间同步,而且要完成多项复杂任务,在对时、守时和用时的过程中会引入多种误差,空间立体测绘相机的时间同步误差是多种误差综合作用的结果。这导致时间同步误差会随相机控制器工作时序的变化而发生变化,在地面测试中全程实时检测空间立体测绘相机工作过程中时间同步误差的动态变化,是保证空间立体测绘相机时间同步精度的前提和基础。

[0005] 由于空间立体测绘相机在工作中可以连续摄影几十分钟甚至几个小时,常规仪器如示波器、逻辑分析仪等由于存贮深度的限制无法以高的采样频率长期检测。而且由于相机时间同步精度最终体现在插入图像辅助数据中的图像对时信息上,通过常规仪器也难以实现相机正常工作过程中时间同步精度的实时检测。

### 发明内容

[0006] 本发明为解决现有常规仪器无法长期实时检测空间立体测绘相机工作过程中相机时间同步误差的动态变化的问题,提供一种空间立体测绘相机时间同步精度全程实时检测系统和方法。

[0007] 空间立体测绘相机时间同步精度的全程实时检测系统,该系统包括秒脉冲与行 /

帧同步信号输入电缆、秒脉冲与行 / 帧同步信号转接单元、秒脉冲与行 / 帧同步信号输出电缆、FPGA 对时单元、数据采集卡、总线监视电缆、总线通讯卡和数据处理计算机系统；

[0008] 所述秒脉冲与行 / 帧同步信号输入电缆和秒脉冲与行 / 帧同步信号转接单元连接,所述秒脉冲与行 / 帧同步信号转接单元接收秒脉冲与行 / 帧同步信号输入电缆输入的 GPS 秒脉冲信号和行 / 帧同步信号,并将 GPS 秒脉冲信号和行 / 帧同步信号分为两路,一路 GPS 秒脉冲信号和行 / 帧同步信号送至 FPGA 对时单元,另一路 GPS 秒脉冲信号和行 / 帧同步信号送至秒脉冲与行 / 帧同步信号输出电缆;所述秒脉冲与行 / 帧同步信号输出电缆将 GPS 秒脉冲信号与行 / 帧同步信号传送到空间立体测绘相机控制器;

[0009] 所述 FPGA 对时单元和数据采集卡连接,FPGA 对时单元由电平转换芯片、FPGA 和高稳定度晶振组成,电平转换芯片将 GPS 秒脉冲信号和行 / 帧同步信号转换为 TTL 电平信号;所述 FPGA 接收 TTL 电平信号和高稳定度晶振产生的时钟信号;FPGA 根据 GPS 秒脉冲信号、行 / 帧同步信号和时钟信号产生 FPGA 对时数据,每行产生一组 FPGA 对时数据和数据发送触发信号,所述 FPGA 对时单元将 FPGA 对时数据和数据发送触发信号发送至数据采集卡;

[0010] 所述数据采集卡接收 FPGA 对时单元发送的 FPGA 对时数据和数据发送触发信号,并发送至数据处理计算机系统;

[0011] 所述总线监视电缆连接在空间立体测绘相机成像单元和空间立体测绘相机控制器之间的通信总线上,总线监视电缆接收空间立体测绘相机控制器发送给空间立体测绘相机成像单元的图像对时信息,并发送至总线通讯卡;

[0012] 所述总线通讯卡接收总线监视电缆传送的图像对时信息,并将接收的图像对时信息传送到数据处理计算机系统;

[0013] 所述数据处理计算机系统和数据采集卡及总线通讯卡连接,数据处理计算机系统由数据处理计算机、数据接收存储软件和数据处理软件组成,所述数据处理计算机和数据接收存储软件接收数据采集卡传送的 FPGA 对时数据和总线通讯卡传送的图像对时信息以文件的形式存储在硬盘上;所述数据处理软件从硬盘中读取图像对时信息和 FPGA 对时数据,计算得到每一行对应的相机时间同步误差,并将获得的结果记录在硬盘中,并以曲线的形式实时显示。

[0014] 空间立体测绘相机时间同步精度全程实时检测方法,包括以下步骤:

[0015] 步骤 A、断开 GPS 接收机或 GPS 仿真设备和空间立体测绘相机控制器之间的 GPS 秒脉冲连接电缆,断开空间立体测绘成像单元和空间立体测绘相机控制器之间包含行 / 帧同步信号的电缆;将秒脉冲与行 / 帧同步信号输入电缆的输入端连在 GPS 接收机或 GPS 仿真设备的 GPS 秒脉冲输出接口和空间立体测绘成像单元的行 / 帧同步信号输出接口;将秒脉冲与行 / 帧同步信号输入电缆的输出端连接在秒脉冲与行 / 帧同步信号转接单元上;秒脉冲与行 / 帧同步信号输出电缆的输入端连接在秒脉冲与行 / 帧同步信号转接单元上,将秒脉冲与行 / 帧同步信号输出电缆的输出端连接在空间立体测绘相机控制器的秒脉冲和行 / 帧同步信号输入接口上,进入步骤 B;

[0016] 步骤 B、对 FPGA 对时单元进行复位,设置 GPS 接收机或 GPS 仿真设备发送给空间立体测绘相机控制器的时标值和发送给秒脉冲与行 / 帧同步信号转接单元的秒脉冲个数一一对应,然后 GPS 接收机或 GPS 仿真设备开始发送 GPS 秒脉冲和时标值,进入步骤 C;

[0017] 步骤 C、秒脉冲与行 / 帧同步信号转接单元将 GPS 秒脉冲信号和行 / 帧同步信号分

为两路,将其中一路 GPS 秒脉冲信号和行 / 帧同步信号送至 FPGA 对时单元,另一路 GPS 秒脉冲信号和行 / 帧同步信号通过秒脉冲与行 / 帧同步信号输出电缆送至空间立体测绘相机控制器,进入步骤 D ;

[0018] 步骤 D、FPGA 对时单元在 FPGA 内部构造三个计数器,行 / 帧同步计数器对行 / 帧同步信号的下降沿计数产生行 / 帧号,秒计数器对 GPS 秒脉冲的下降沿计数产生系统时间的秒值,微秒计数器对高稳定度晶振产生的时钟信号的上升沿进行计数得到系统时间的微秒值 ;当系统复位时设置秒计数器值和微秒计数器值的初始值为 0,设置行 / 帧同步计数器的初始值为 1 ;在 GPS 秒脉冲的下降沿对微秒计数器值清零,完成对时 ;用行 / 帧同步信号的上升沿对行 / 帧同步计数器值、秒计数器值和微秒计数器值锁存,产生一组由行 / 帧号、该行 / 帧对应的秒值和微秒值组成的 FPGA 对时数据 ;将 FPGA 对时数据和行 / 帧同步信号延迟后生成数据发送触发信号发送至数据采集卡,进入步骤 E ;

[0019] 步骤 E、总线通讯卡通过总线监视电缆接收相机控制器发送给空间立体测绘相机成像单元的图像对时信息,发送给数据处理计算机系统 ;数据采集卡将采集到的 FPGA 对时数据发送给数据处理计算机系统,进入步骤 F ;

[0020] 步骤 F、数据处理计算机系统接收数据采集卡传送的 FPGA 对时数据并以文件的形式存储在硬盘上,同时接收总线通讯卡传送的图像对时信息并以文件的形式存储在硬盘上 ;数据处理软件从硬盘中读取图像对时信息和 FPGA 对时数据,比较图像对时信息和 FPGA 对时数据中相同行 / 帧号对应的秒值和微秒值的差,得到该行对应的相机时间同步误差,相机时间同步误差数据记录在硬盘中,并以曲线的形式显示。

[0021] 本发明的有益效果 :

[0022] 一、通过将秒脉冲与行 / 帧同步信号经过转接后一分为二的方式,使测量过程不影响空间立体测绘相机的正常工作,从而可以真实记录工作过程中随着相机控制器时序的变化相机时间同步误差的动态变化。

[0023] 二、由于 FPGA 对时数据和图像对时数据存储在硬盘中,而作为基准的 FPGA 对时单元在测量中始终保持高的精度,从而可以克服逻辑分析仪等常规仪器由于存储深度的限制无法以高的采样频率长期检测的缺点,实现空间立体测绘相机摄影过程中相机时间同步精度的全程测量。

[0024] 三、通过监视总线的方式,从内部总线上直接接收图像对时信息,可以显著减少分离图像数据和提取图像对时信息的时间。定时将最新的图像对时信息和 FPGA 对时数据写入硬盘,每次形成一个新的文件,文件的大小固定且很小,使得数据处理软件能快速地比对计算,从而可以实现空间立体测绘相机时间同步精度的实时测量、记录与显示。

#### 附图说明

[0025] 图 1 为本发明所述的空间立体测绘相机时间同步精度全程实时检测系统的结构示意图。

[0026] 图 2 为具体实施方式二所述的空间立体测绘相机时间同步精度全程实时检测方法的流程图。

[0027] 图 3 为具体实施方式二中 FPGA 对时单元的时序仿真图。

## 具体实施方式

[0028] 具体实施方式一、结合图 1 说明本实施方式,空间立体测绘相机时间同步精度的全程实时检测系统由秒脉冲与行 / 帧同步信号输入电缆 10、秒脉冲与行 / 帧同步信号转接单元 20、秒脉冲与行 / 帧同步信号输出电缆 50、FPGA 对时单元 30、数据采集卡 40、总线监视电缆 60、总线通讯卡 70 和数据处理计算机系统 80 组成。

[0029] 所述秒脉冲与行 / 帧同步信号输入电缆 10 由 GPS 秒脉冲电缆和行 / 帧同步信号电缆组成,在本实施例中 GPS 秒脉冲电缆连接地面 GPS 仿真设备与秒脉冲与行 / 帧同步信号转接单元 20,传递 GPS 秒脉冲信号 ;行 / 帧同步信号电缆连接空间立体测绘相机成像单元和秒脉冲与行 / 帧同步信号转接单元 20,传递空间立体测绘相机成像单元发送的行 / 帧同步信号 ;

[0030] 秒脉冲与行 / 帧同步信号转接单元 20 和秒脉冲与行 / 帧同步信号输入电缆 10 连接,接收 GPS 秒脉冲信号和行 / 帧同步信号并一分为二,将其中一路 GPS 秒脉冲信号和行 / 帧同步信号送至 FPGA 对时单元 20,另一路 GPS 秒脉冲信号和行 / 帧同步信号送至秒脉冲与行 / 帧同步信号输出电缆 50 ;秒脉冲与行 / 帧同步信号输出电缆 50 将秒脉冲与行 / 帧同步信号送回空间立体测绘相机的相机控制器 ;

[0031] FPGA 对时单元 30 由电平转换芯片 31、FPGA32 和高稳定度晶振 33 组成,电平转换芯片 31 将 GPS 秒脉冲信号和行 / 帧同步信号转换为 FPGA32 常用的 TTL 电平信号 ;FPGA32 除了接收电平转换后的 GPS 秒脉冲信号和行 / 帧同步信号外,还接收高稳定度晶振 33 产生的时钟信号 ;FPGA32 根据 GPS 秒脉冲信号、行 / 帧同步信号和时钟信号产生 FPGA 对时数据,每行产生一组 FPGA 对时数据和数据发送触发信号,发送至数据采集卡 40 ;

[0032] 在本实施例中秒脉冲和行 / 帧同步信号采用低压差分信号 (LVDS) 标准传输,电平转换芯片 31 采用 SN55LVDS32,将秒脉冲和行 / 帧同步信号从 LVDS 电平转换为 TTL 电平。FPGA32 采用 Xilinx 公司 30 万门的 XCV300,高稳定度晶振 33 采用频率 10MHz,频差为 1PPM 的温补晶振。

[0033] 数据采集卡 40 和 FPGA 对时单元 30 连接,接收数据发送触发信号和 FPGA 对时数据,数据采集卡 40 安装在数据处理计算机的主板插槽内,将收到的 FPGA 对时数据发送给数据处理计算机系统 80。在本实施例中数据采集卡 40 采用 ADLINK 的 PCI7300A,安装在数据处理计算机的主板的 PCI 插槽内,数据采集卡最大采集位宽 32 位。

[0034] 总线监视电缆 60 连接在空间立体测绘相机成像单元和相机控制器之间的通信总线上,接收相机控制器发送给成像单元的图像对时信息,送至总线通讯卡 70 ;总线通讯卡 70 通过与之连接的总线监视电缆 60 接收图像对时信息。

[0035] 所述的空间立体测绘相机成像单元和空间立体测绘相机控制器之间的通信总线为 485 总线,波特率 31.25kbps ;总线通讯卡 70 采用 MOXA 公司的多串口卡 CP134U,安装在数据处理计算机 80 主板的 PCI 插槽内,将收到的图像对时信息发送给数据处理计算机系统 80 ;

[0036] 所述的数据处理计算机系统 80 由数据处理计算机、数据接收存储软件和数据处理软件组成,数据处理计算机系统 80 和数据采集卡 40 及总线通讯卡 70 连接,接收数据采集卡 40 传送的 FPGA 对时数据和总线通讯卡 70 传送的图像对时信息并以文件的形式存储在硬盘上 ;数据处理软件从硬盘中读取图像对时信息和 FPGA 对时数据,计算得到每一行对

应的相机时间同步误差,计算结果记录在硬盘中,并可以以曲线的形式实时显示。

[0037] 在本实施例中数据处理计算机的硬盘容量为 500G,测试可用的空余空间为 300G。

[0038] 本实施方式由于通常空间立体测绘相机成像单元与空间立体测绘相机控制器的接口中多个信号通过一个连接器向外输出,即该连接器中除了包含行同步信号还包含其他控制信号,在这种情况下,为了和连接器一致,秒脉冲与行/帧同步信号输入电缆和秒脉冲与行/帧同步信号输出电缆除了秒脉冲与行/帧同步信号以外还传递其他信号,所述的其他信号可以为周期信号、时钟信号以及复位信号,秒脉冲与行/帧同步信号转接单元对秒脉冲与行/帧同步信号以外的其他信号不分为二,而直接输出。

[0039] 具体实施方式二、结合图 2 和图 3 说明本实施方式,空间立体测绘相机时间同步精度全程实时检测方法,该方法由以下步骤实现:

[0040] 在步骤 A 中,用秒脉冲与行/帧同步信号输入电缆 10 和秒脉冲与行/帧同步信号输出电缆 50 替换 GPS 仿真设备和成像单元与相机控制器之间的电缆。具体过程为,断开 GPS 仿真设备和相机控制器之间的 GPS 秒脉冲连接电缆,断开成像单元和相机控制器之间包含行/帧同步信号的电缆;将秒脉冲与行/帧同步信号输入电缆 10 的输入端连在 GPS 仿真设备的秒脉冲输出接口和成像单元的行/帧同步信号输出接口;将秒脉冲与行/帧同步信号输入电缆 10 的输出端连接在秒脉冲与行/帧同步信号转接单元上;秒脉冲与行/帧同步信号输出电缆 50 的输入端连接在秒脉冲与行/帧同步信号转接单元上,将秒脉冲与行/帧同步信号输出电缆 50 的输出端连接在相机控制器的秒脉冲和行/帧同步信号输入接口上,进入步骤 B。

[0041] 在步骤 B 中,对 FPGA 对时单元 30 进行复位,设置 GPS 仿真设备发送给空间立体测绘相机的时标值和发送给秒脉冲与行/帧同步信号转接单元 20 的秒脉冲个数一一对应,之后 GPS 仿真设备开始发送 GPS 秒脉冲和时标,进入步骤 C。

[0042] 在步骤 C 中,秒脉冲与行/帧同步信号转接单元 20 将 GPS 秒脉冲信号和行/帧同步信号并分为二,将其中一路 GPS 秒脉冲信号和行/帧同步信号送至 FPGA 对时单元 30,另一路 GPS 秒脉冲信号和行/帧同步信号通过秒脉冲与行/帧同步信号输出电缆送至相机控制器,进入步骤 D。

[0043] 在步骤 D 中,FPGA 对时单元 30 在 FPGA31 即 XCV300 内部构造三个计数器,计数器都为 32 位;行/帧同步计数器对行/帧同步信号的下降沿计数产生行/帧号,秒计数器对 GPS 秒脉冲的下降沿计数产生系统时间的秒值,微秒计数器对高稳定度温补晶振产生的时钟信号的上升沿进行计数得到系统时间的微秒值;当系统复位时设置秒计数器值和微秒计数器值的初始值为 0,设置行/帧同步计数器的初始值为 1;在 GPS 秒脉冲的下降沿对微秒计数器值清零,完成对时;用行/帧同步信号的上升沿对行/帧同步计数器值、秒计数器值和微秒计数器值锁存,产生一组由行/帧号、该行对应的秒值和微秒值组成的 FPGA 对时数据。将行/帧同步信号延迟后生成数据发送触发信号,和 FPGA 对时数据一起发送至数据采集卡 40,进入步骤 E。

[0044] 在本实施例中,由于数据采集卡 40 采用 PCI7300A,最大采集位宽 32 位,而行/帧同步计数器、秒计数器和微秒计数器都为 32 位,因此每一组 FPGA 对时数据需要分三次输出,对应产生三个数据发送触发信号作为输出时钟,图 3 为 FPGA 时序仿真图,输出数据依次输出的为行号、秒值和微秒值。

[0045] 在步骤 E 中,总线通讯卡 70 即 CP134U 通过总线监视电缆 60 接收相机控制器发送给成像单元的图像对时信息,发送给数据处理计算机系统 80;数据采集卡 40 将采集到的 FPGA 对时数据发送给数据处理计算机系统 80,进入步骤 F。

[0046] 在步骤 F 中,数据处理计算机系统 80 分别从数据采集卡 40 和总线通讯卡 70 接收 FPGA 对时数据和图像对时信息;数据处理计算机系统每 20 秒将新收到的 FPGA 对时数据和图像对时信息向硬盘写入一次,每次写入形成新的 FPGA 对时数据文件和图像对时信息文件,数据处理软件每 10 秒读取最新的 FPGA 对时数据文件和图像对时信息文件,比较图像对时信息和 FPGA 对时数据中相同行/帧号对应的秒值和微秒值的差,得到该行对应的相机时间同步误差,实时显示并记录在硬盘中。

[0047] 本实施方式在摄影过程中,数据处理计算机系统 80 每隔一段时间将新收到的 FPGA 对时数据和图像对时信息向硬盘写入一次,每次写入形成新的 FPGA 对时数据文件和图像对时信息文件,数据处理软件定时读取最新的 FPGA 对时数据文件和图像对时信息文件,经过比较计算得到对应行的相机时间同步误差,实时显示并记录在硬盘中。FPGA 对时数据文件和图像对时信息文件的读取频率至少为写入频率的两倍来保证不漏读数据。

[0048] 在本发明中,为了实现空间立体测绘相机在工作过程中时间同步精度的实时测量,首先通过秒脉冲与行/帧同步信号输入电缆 10 和秒脉冲与行/帧同步信号转接单元将秒脉冲和行/帧同步信号一分为二,一路通过秒脉冲与行/帧同步信号输出电缆送给相机控制器,保证空间立体测绘相机正常工作,另一路送给 FPGA 对时单元以产生 FPGA 对时数据。由于 FPGA 对时单元采用高稳定度晶振作为时钟源,只接收秒脉冲和行/帧同步信号,以纯硬件时序电路的方式检测行同步信号和 GPS 秒脉冲信号的边沿来产生对时数据,不会由于其他任务的影响导致对时、守时和用时过程引入时间同步误差,也没有软件在执行过程取指、译码等带来的时间同步误差,和同时要完成像移计算等复杂任务的相机控制器相比,具有高得多的时间同步精度和稳定性。

[0049] 由于 FPGA 对时单元的时间同步误差很小且基本不变,可以利用逻辑分析仪等进行标定,经过标定后以 FPGA 对时数据为基准,比较相机控制器产生的图像对时信息和 FPGA 对时数据中相同行/帧号的时间差即可得到相机时间同步误差。

[0050] 由于相机时间同步精度最终体现在插入图像辅助数据中的图像对时信息上,而每一行/帧图像辅助数据和该行/帧图像数据一起发送至数传接口,由于图像数据比图像辅助数据的数据量大得多,如果从数传接口通过快视计算机接收并提取图像辅助数据中的图像对时信息,需要花费大量的时间来从海量图像数据中分离出图像辅助数据,进而提取出图像对时信息,难以满足实时性的要求。由于相机控制器产生图像对时信息后通过内部总线发送给成像单元,在本发明中通过总线监视电缆和总线通讯卡从内部总线上直接接收图像对时信息,可以显著减少分离图像数据和提取图像对时信息的时间。

[0051] 由于空间立体测绘相机可能摄影几十分钟甚至几个小时,当采用逻辑分析仪或示波器等常规仪器来测量时间同步精度时,由于存储深度不足,难以以高的采样频率长期检测。在本发明中由于图像对时信息和作为比对基准的 FPGA 对时数据都存储在硬盘中,可以在保持测量精度不变的情况下长期测量。以空余空间 200G 的硬盘为例,可以在保持测量精度不变的情况下连续测量上千小时。

[0052] 由于数据处理软件从硬盘中读取以文件形式存储的图像对时信息和 FPGA 对时数

据,如果图像对时信息和 FPGA 对时数据以单一文件的形式存储,随着相机摄影时间的增长,文件的大小不断增大,会导致图像对时信息和 FPGA 对时数据的读取和搜索、比对的时间不断增长,难以实现相机时间同步误差的实时计算和显示。在本发明中定时将最新的图像对时信息和 FPGA 对时数据写入硬盘,每次形成一个新的文件,文件的大小固定且很小,使得数据处理软件能快速地比对计算。为了保证不漏读数据,在本发明中 FPGA 对时数据文件和图像对时信息文件的读取频率至少为写入频率的两倍。

[0053] 本发明可用于整星状态下相机时间同步精度的测试,这时秒脉冲与行 / 帧同步信号输入电缆 10 接收卫星上 GPS 接收机发送的 GPS 秒脉冲信号。本发明也可用于只有相机分系统时相机时间同步精度的测试,这时秒脉冲与行 / 帧同步信号输入电缆 10 接收地面测试用 GPS 仿真设备发送的 GPS 秒脉冲信号。

[0054] 如上所述,对本领域的技术人员来说,在本质上不脱离本发明原理的基础上,可以对该实施例进行形式和细节上的各种改变和修改,这些改变和修改都确定为包含在本发明的范围内。

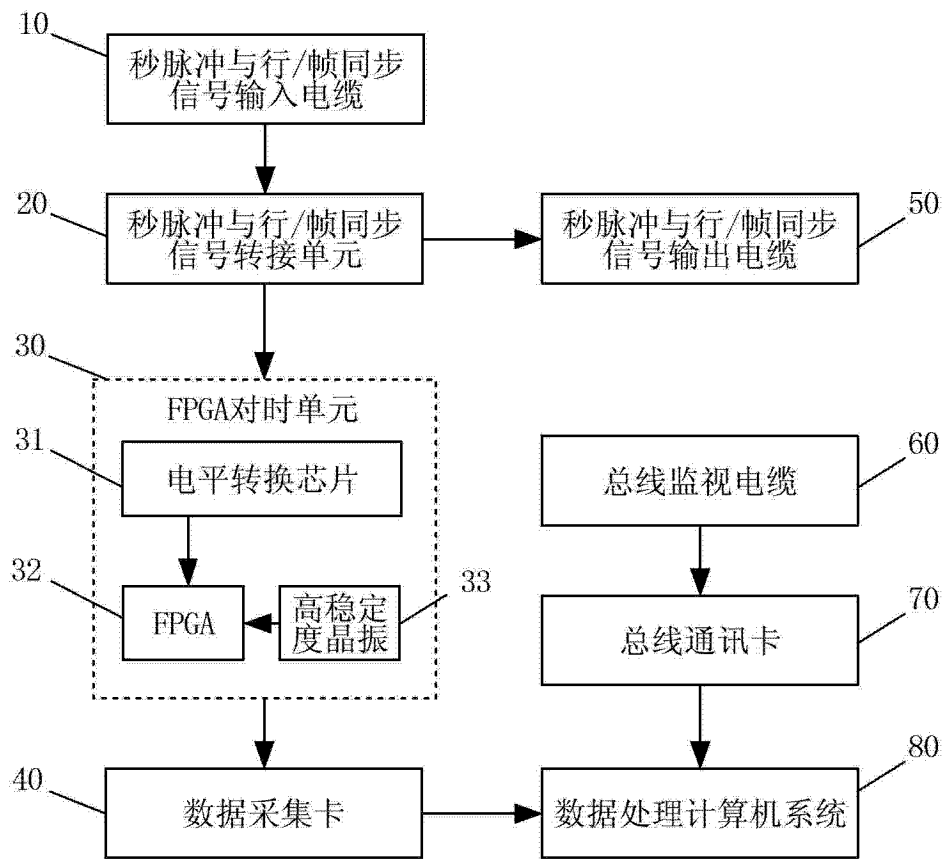


图 1

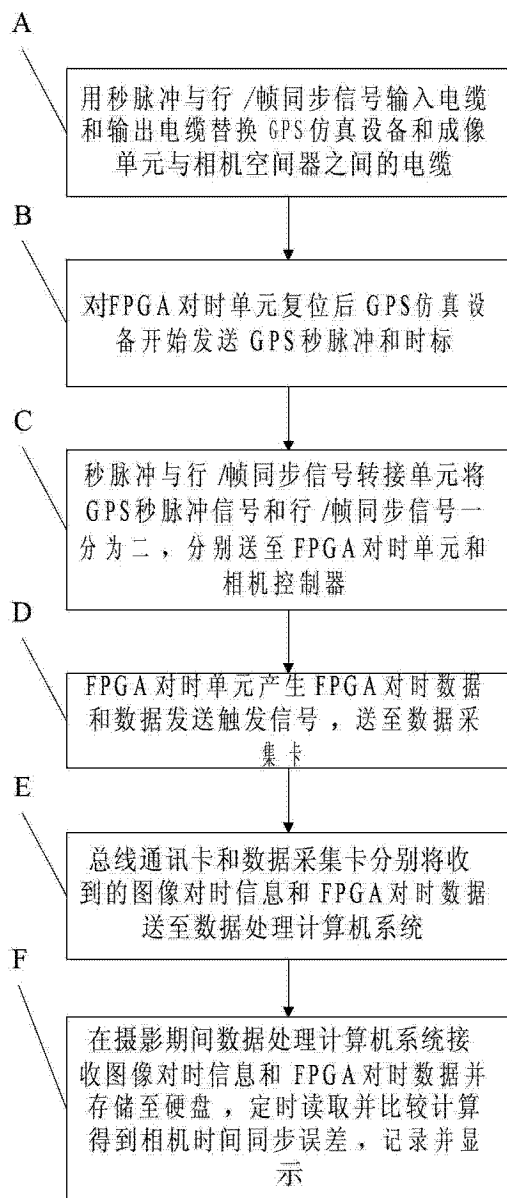


图 2

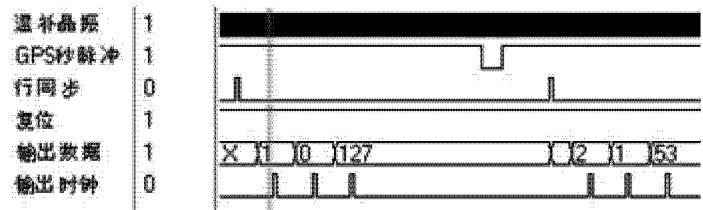


图 3